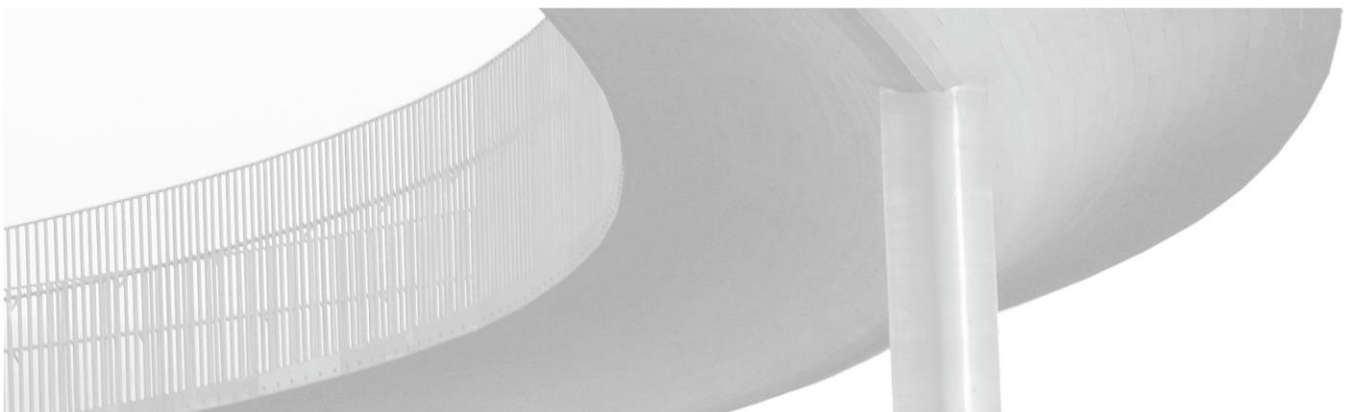




## LOFTSLAGSÁVINNINGUR AF ENDURNÝTINGU STEYPU Í STÍGAGERÐ

**14.06.2021**



## SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

### SKJALALYKILL

2970-364-SKY-001-V01

### SKÝRSLUNÚMÉR / SÍÐUFJÖLDI

001/14

### VERKEFNISSTJÓRI / FULLTRÚI VERKKAUPA

Ólafur Sveinn Haraldsson

### VERKEFNISSTJÓRI EFLA

Alexandra Kjeld

### LYKILORÐ

Steypa, hjólastígur, göngustígur, kolefnisspor, endurnýting

### STAÐA SKÝRSLU

- Í vinnslu  
 Drög til yfirlstrar  
 Lokið

### DREIFING

- Opin  
 Dreifing með leyfi verkkaupa  
 Trúnaðarmál

### TITILL SKÝRSLU

Loftslagsávinningur af endurnýtingu steypu í stígagerð

### VERKHEITI

Kolefnissparnaður af endurvinnslu steypu í vegbyggingu

### VERKKAUPI

Vegagerðin, Rannsóknarsjóður

### HÖFUNDUR

Björgvin Brynjarsson og Þorbjörg Anna Sigurbjörnsdóttir

### ÚTDRÁTTUR

Markmið verkefnisins er að meta mögulegan ávinning af endurnýtingu steypuúrgangs sem fyllingarefni í vegbyggingu, í stað þess að sækja nýtt efni úr námu. Til þess eru gerðir einfaldaðir útreikningar á kolefnisspori dæmigerðs hjólastígs á höfuðborgarsvæðinu, eftir því hvaða fyllingarefni eru notuð í styrktarlag stígsins. Stuðst er við aðferðafræði vistferilsgreiningar.

Niðurstaða útreikninganna er að losun gróðurhúsalofttegunda er minnst þegar akstur með steypu og efni frá niðurrifsstað og úr námu er minnstur. Sé stígurinn því byggður skammt frá niðurrifsstað byggingar verða jákvæð umhverfisáhrif af endurnýtingu steypunnar, en sé stígurinn lengra frá, minnka jákvæðu áhrifin, hverfa jafnvel eða verða neikvæð.

Niðurstöður benda til þess að komast megi hjá losun um 8 kg CO<sub>2</sub>-ígilda á hvern rúmmetra styrktarlags, ef notaður er steypuúrgangur innan höfuðborgarsvæðis í stað þess að sækja efni í námu utan höfuðborgarsvæðisins. Það samsvarar losun upp á 27 kg CO<sub>2</sub>-ígilda á hvern lengdarmetra hjólastígs.

Mikilvægt er að átta sig á að þær förgunarleiðir steypu sem nú þegar eru í boði teljast einnig til endurnýtingar, rétt eins og ef steypa er notuð í stíg. Það getur því verið að jákvæðu umhverfisáhrifin séu meiri eftir öðrum förgunarleiðum. Það veltur að mestu á því hversu langar vegalengdir þarf að aka með steypuna og/eða jarðefni úr námu.

## ÚTGÁFUSAGA

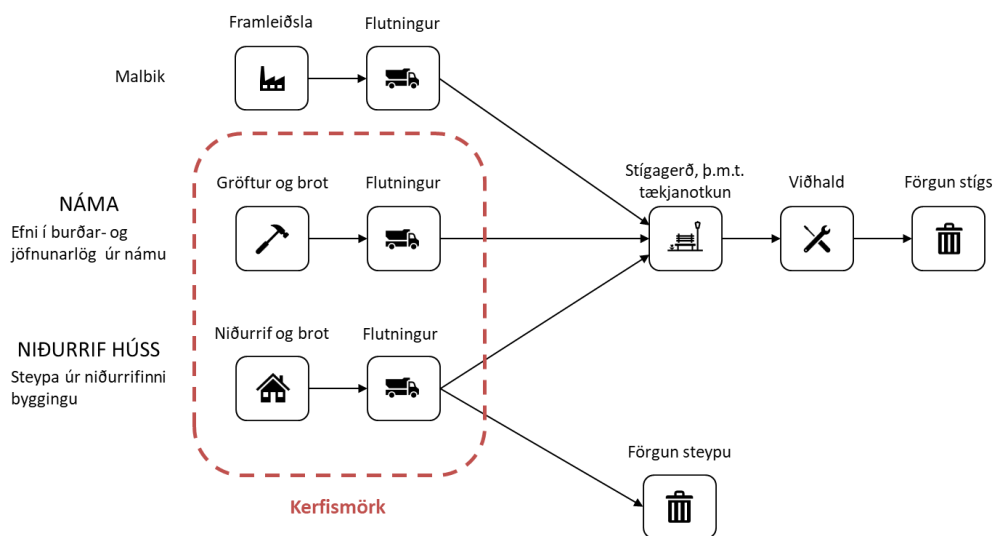
| NR. | HÖFUNDUR             | DAGS.    | RÝNT            | DAGS.    | SAMÞYKKT             | DAGS.    |
|-----|----------------------|----------|-----------------|----------|----------------------|----------|
| 01  | Björgvin Brynjarsson | 01.06.21 | Alexandra Kjeld | 03.06.21 | Björgvin Brynjarsson | 11.06.21 |

Höfundar skýrslunnar bera ábyrgð á innihaldi hennar. Niðurstöður hennar ber ekki að túlka sem yfirlýsta stefnu Vegagerðarinnar eða álit þeirra stofnana eða fyrirtækja sem höfundar starfa hjá.

## SAMANTEKT

Í þessu verkefni var leitast við að kanna mögulegan loftslagsávinning af því að endurnýta steypuúrgang sem fyllingarefni í vegbygginu, nánar tiltekið í göngu- og hjólastígagerð. Stuðst var við aðferðafræði vistferilsgreiningar til þess að gera einfaldaða reikninga á kolefnisspori dæmigerðs hjólastígs á höfuðborgarsvæðinu. Skoðaðar voru tvær sviðsmyndir, annars vegar endurnýting steypu í burðar-/styrktarlag hjólastíga og hins vegar notkun efnis úr námu í burðar-/styrktarlag hjólastíga auk flutnings steypu í landfyllingu.

Kerfismörk greiningarinnar ná frá niðurrifi steyptrar byggingar og/eða námugreftri eftir fyllingarefnum, eftir því sem við á í hverri sviðsmynd, og fram að lagningu stígsins. Greiningin tekur ekki mið af þeim þáttum sem eru sameiginlegir báðum sviðsmyndum, hvort sem notuð er steypa eða námuefni í burðar-/styrktarlag. Flæðiritið hér að neðan sýnir kerfismörk greiningarinnar og hvaða þættir lenda innan og utan þeirra.



Við útreikningana var gert ráð fyrir að hús sé rífið niður í Vogabyggð og steypan annað hvort notuð í hjólastíga eða að henni sé komið fyrir í landfyllingu í Bolaöldum. Teknar voru fyrir tvær mismunandi staðsetningar hjólastíga, annars vegar í Vogabyggð og hins vegar við Eiðsgranda. Þá var reiknað með að jarðefni úr námum komi úr námum í grennd við höfuðborgarsvæðið.

Niðurstöður útreikninganna sýna að með því að nýta steypuúrgang innan höfuðborgarsvæðis í fyllingu eða burðar-/styrktarlag í stað þess að sækja efni úr námu utan höfuðborgarsvæðis hljótist loftslagsávinningur upp á um 8 kg CO<sub>2</sub>-ígilda fyrir hvern rúmmetra fyllingar eða burðar-/styrktarlags. Það samsvarar um 27 kg CO<sub>2</sub>-íg./m stíg. Auk þess verður nýting takmarkaðra auðlinda betri, bæði með endurnýtingu steypu en einnig með betri nýtingu jarðefnaauðlinda úr námum.

Niðurstaða greiningarinnar er því að sá kostur er umhverfisvænastur (með tilliti til losun gróðurhúsalofttegunda) sem felur í sér minnstan flutning á efni úr námu og steypuúrgangi. Í þeim sviðsmyndum sem hér eru settar fram er flutningsvegalengdin talsvert lengri frá námu að stígnum, og frá niðurrifinni byggingu að endurnýtingarstað steypunnar, heldur en frá niðurrifnum byggingum að stígnum. Eftir því sem þessi munur minnkar, minnkar munurinn á umhverfisáhrifum sviðsmyndanna.

## 1 TILGANGUR OG MARKMIÐ

Markmið þessa verkefnis er að meta mögulegan loftslagsávinning af endurnýtingu steypuúrgangs sem fyllingarefni í vegbyggingu. Til þess eru gerðir einfaldaðir útreikningar á kolefnisspori hjólastígs á höfuðborgarsvæðinu eftir tveimur sviðsmyndum, þar sem bera á saman kolefnisspor hjólastígsins eftir því hvaða fyllingarefni eru notuð í stíginn. Ekki er um einhvern ákveðinn stíg að ræða, heldur er miðað við dæmigerðan íslenskan stíg. Við gerð hefðbundins stígs eru fyllingarefni sótt í námu, með tilheyrandi greftri (sprengingum) eftir steinefnum, broti þeirra og akstri, en til skoðunar er að nýta steypu úr niðurrifnum byggingum sem fyllingarefni í hjólastíga.

## 2 AÐFERÐAFRÆÐI

Stuðst er við aðferðafræði vistferilsgreiningar (e. Life Cycle Assessment, LCA) í þessari skýrslu. Í vistferilsgreiningum eru umhverfisáhrifum skipt í nokkra flokka, þ. á m. losun gróðurhúsalofttegunda, losun ósóneyðandi efna, vatnsnotkunar og landnotkunar, og verður í þessari greiningu aðeins reiknað kolefnisspor hjólastígsins, þ.e. losun gróðurhúsalofttegunda sem rekja má til vistferils hjólastígsins. Þó að stuðst sé við aðferðafræði vistferilsgreininga er ekki um eiginlega vistferilsgreiningu að ræða þar sem eingöngu er litið til hluta úr vistferli hjólastígs, sjá mynd 1. Niðurstöðurnar gefa þó mynd af mögulegum loftslagsávinningi við að endurnýta steypu við gerð hjólastíga.

Aðgerðareining þessarar vistferilsgreiningar er 1 m<sup>3</sup> af fyllingarefni í burðar-/styrktarlag hjólastígs (mynd 2), þ.e.a.s. umhverfisáhrifum er deilt niður á hvern rúmmetra af efni sem fer í burðar-/styrktarlag stígs, hvort sem um ræðir efni úr námu eða endurnýtta steypu úr niðurrifinni byggingu.

### 2.1 Kerfismörk

Í þessari greiningu eru teknar fyrir tvær sviðsmyndir:

- 1) Steypa úr niðurrifnum byggingum er notuð í burðar- /styrktarlag hjólastíga.
- 2) Steypa er flutt í landfyllingu en ný steinefni úr námu eru notuð í burðar-/styrktarlag stígsins.

Í báðum sviðsmyndum er gert ráð fyrir að steinefni úr námu séu notuð í jöfnunarlag stígsins. Sviðsmyndirnar eru nánar útskýrðar í kafla 4.

Kerfismörk greiningarinnar ná frá niðurrifi steyptrar byggingar og/eða námugreftri eftir fyllingarefnum, eftir því sem við á í hverri sviðsmynd, og fram að lagningu stígsins. Samanburðargreiningin nær þar með yfir (númerin tákna hvort þættirnir tilheyra sviðsmynd 1, sviðsmynd 2 eða báðum sviðsmyndum):

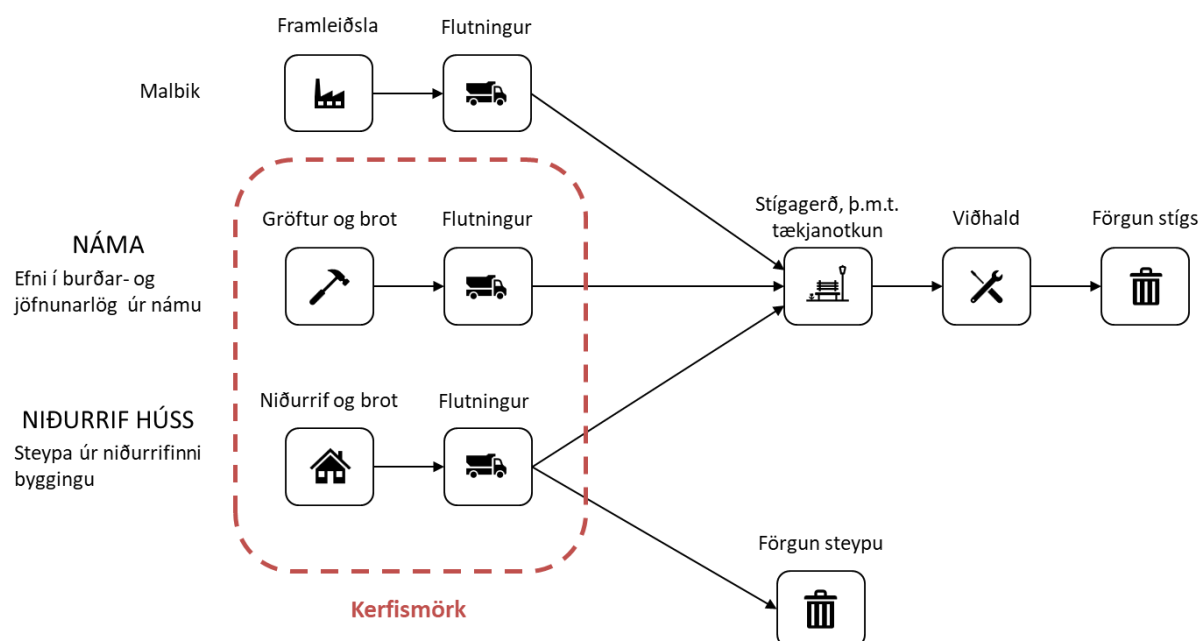
- Niðurrif húss og hreinsun steypu (1, 2)
- Brot steypu í minni stærðir (1, 2)
- Flutningur steypu að stíg (1)
- Flutningur steypu í landfyllingu (2)
- Námugróftur eftir steinefnum í burðar-/styrktarlag (2)
- Námugróftur eftir steinefnum í jöfnunarlag (1, 2)
- Brot steinefna í minni stærðir (1, 2)
- Flutningur steinefna að stíg (1, 2)

Í þessari greiningu er ekki tekið mið af þeim þáttum sem eru sameiginlegir báðum sviðsmyndum, hvort sem notuð er steypa eða námuefni í burðar-/styrktarlag. Greiningin nær því ekki yfir aðra þætti í vistferli hjólastígs, þ.e.:

- Tækjanotkun við lagningu stígs
- Viðhald stígs
- Framleiðsla og flutningur malbiks
- Förgun stígs

Að viðhald stíganna sé sambærilegt í sviðsmyndunum tveimur þýðir að styrkur hráefnanna, þ.e.a.s. steypunnar í sviðsmynd 1 og námuefnisins í sviðsmynd 2 sé svipaður. Ekki er víst að svo sé en í þessari greiningu er þó gert ráð fyrir því til einföldunar að það sé raunin.

Greining sem áður hefur verið gerð um umhverfisáhrif af vistferli þjóðvegskafla bendir til þess að bygging, rekstur og viðhald vegbyggingar valdi mestum umhverfisáhrifum yfir líftímann en vinnsla jarðefna í fyllingu myndaði t.d. 30% kolefnissporsins fyrir dæmigerðan þjóðvegskafla [1].

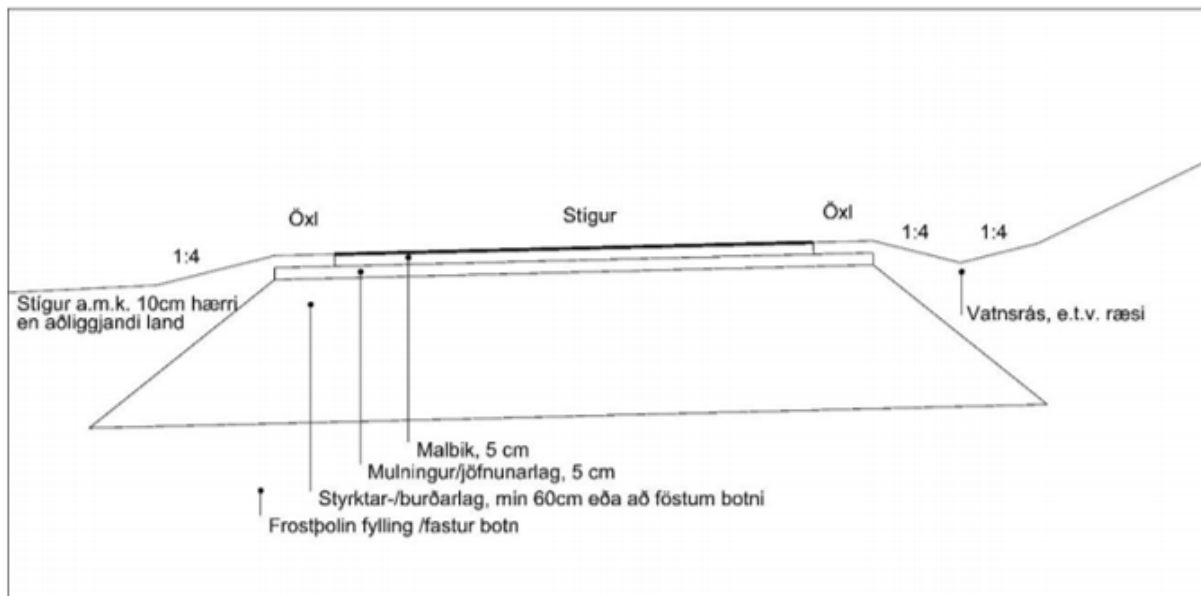


**MYND 1** Flæðirit sem sýnir vistferil hjólastígs og þá hluta vistferilsins sem eru innan kerfismarka útreikninganna í þessari rannsókn.

### 3 FORSENDUR

#### 3.1 Hönnun hjólastígs

Notast er við dæmigerða hönnun á almennum hjóla- og göngustíg á Íslandi [2], sjá teikningu á mynd 2. Gert er ráð fyrir að stígurinn sé 1.000 metra langur, þrjú metrar á breidd og að uppbygging og fláar séu skv. mynd 2. Rúmmál efna sem nota þarf er áætlað út frá fyrrgreindri hönnun. Þó að á teikningunni sé jöfnunarlagið breiðara en malbikslagið, er í þessari greiningu gerð sú einföldun að jöfnunarlagið sé 3 metrar á breidd, líkt og malbikslagið. Miðað er við að endurnýtt steypa komi í stað námuefnis í styrktar-/burðarlaginu.



**MYND 2** Kennisnið af dæmigerðum hjóla- og göngustíg á Íslandi. Heimild: Vegagerðin.

### 3.2 Förgun steypu

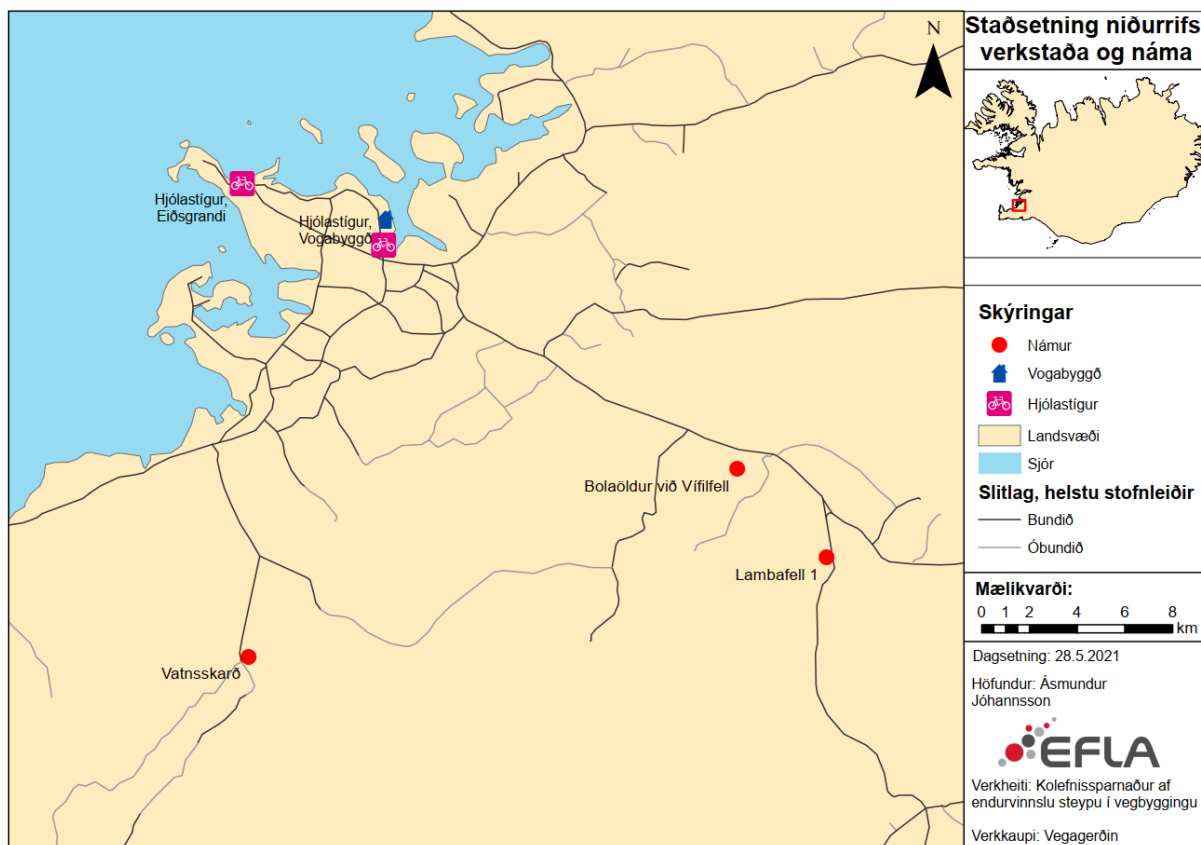
Af samtölum við fagfólk sem sérhæfir sig í niðurrifi bygginga að dæma virðast tveir farvegir algengastir fyrir steypuúrgang úr niðurrifnum byggingum á höfuðborgarsvæðinu. Annars vegar er steypan brotin og notuð í púða undir byggingu, ýmist á sama stað eða annars staðar. Hins vegar er steypan flutt í Bolaöldur þar sem hún er notuð í landmótun, þ.e. endurheimt lands í eldri námum, sem telst til endurnotkunar. Sé það gert er steypan ekki brotin frekar niður heldur eru einingarnar snyrtar, þ.e. plast og önnur efni hreinsuð frá og steypustyrktarjárn sem standa út úr klippt burt. Af samtölunum að dæma virðist sem langstærstur hluti steypu úr niðurrifnum húsum endi í Bolaöldum í dag. Til einföldunar er því gert ráð fyrir því að núverandi ástand sé á þann veg að öll steypa úr niðurrifi sé flutt í Bolaöldur.

### 3.3 Staðsetningar og vegalengdir

Við útreikningana er gert ráð fyrir að hús sé rifið niður í Vogabyggð og steypan annað hvort notuð í hjólastíga eða að henni sé komið fyrir í landfyllingu í Bolaöldum. Í greiningunni eru teknar fyrir tvær mismunandi staðsetningar hjólastíga, annars vegar í Vogabyggð og hins vegar við Eiðsgranda. Valið var að miða við að niðurrifsstaður byggingarinnar sé í Vogabyggðinni því að þar mun eiga sér talsverð uppbygging næstu árin og mun því falla til mikil steypa. Slík nýting væri í samræmi við markmið um meðhöndlun úrgangs í Aðalskipulagi Reykjavíkur 2010-2030, Umhverfis- og auðlindastefnu Reykjavíkur og Loftslagsstefnu Reykjavíkur, sem og deiliskipulag Vogabyggðar [3].

Þá er reiknað með að jarðefni úr námum geti komið úr þremur námum í grennd við höfuðborgarsvæðið, þ.e. úr Bolaöldum, úr Lambafelli 1 eða úr Vatnsskarði. Gert er ráð fyrir að efni komi til jafns frá öllum námunum.

Á mynd 3 má sjá staðsetningu niðurrifs í Vogabyggð, hjólastígs á Eiðsgranda og í Vogabyggð, auk þriggja efnisnáma. Í töflu 1 má svo sjá þær vegalengdir sem reiknað er með í verkefninu. Á mynd 4 má svo sjá kort af fyrirhuguðu framkvæmdarsvæði í Vogabyggð þar sem miðað er við að byggingar séu rifnar niður og hjólastígar lagðir.



**MYND 3** Staðsetning niðurrifs við Vogabyggð í Reykjavík, verkstaða í Vogabyggð eða við Eiðsgranda og náma í grennd við höfuðborgarsvæðið.

**TAFLA 1** Vegalengdir sem reiknað er með í greiningunni. Miðað er við meðaltalsfjarlægð frá þremur námum í grennd við höfuðborgarsvæðið.

| LEIÐ   | VEGALENGD |
|--|-----------|
| Námur til verkstaðs í Vogabyggð                      | 23,2 km   |
| Námur til verkstaðs á Eiðsgranda                     | 28,7 km   |
| Niðurrifsstaður (Vogabyggð) að tipp                  | 0,2 km    |
| Tippur (Vogabyggð) að hjólastíg í Vogabyggð          | 0,8 km    |
| Tippur (Vogabyggð) að hjólastíg á Eiðsgranda         | 7,5 km    |
| Niðurrifsstaður (Vogabyggð) að landmótun í Bolaöldum | 20 km     |





**MYND 4** Kort af framkvæmdarsvæði í Vogabyggð. Inn á kortið hafa verið merkt dæmi um hugsanlegan niðurrifsstað og staðsetningu tips. Kort fengið af map.is.



### 3.4 Tækjanotkun

#### 3.4.1 Niðurrif húss

Við niðurrif húss er gert ráð fyrir því að notuð sé grafa til að brjóta og rífa niður húsið og sambærilegt tæki til að hreinsa aðskotahluti (steypustyrktarjárn, plasteinangrun o.fl.) úr steypunni. Þá er miðað við að jarðvegsbrjótar séu notaðir til að mala niður steypuna í viðeigandi stærðir. Gert er ráð fyrir að steypan fari í gegnum tvo jarðvegsbrjóta til að ná viðeigandi kornastærð. Að lokum er miðað við að 16-32 tonna vörubíll sé notaður til að flytja steypuna frá niðurrifsstað að stígnum.

#### 3.4.2 Námuvinna

Við námugróftinn er svipað uppi á teningnum og með niðurrif hússins. Gert er ráð fyrir að grafa sé notuð til að grafa eftir jarðefnum og þau svo mulin niður með jarðvegsbrjóta og jarðefnið að lokum flutt frá námunni á verkstað í 16-32 tonna bíl. Líkt og með steypuna er gert ráð fyrir að efnið fari í gegnum tvo brjóta. Þetta á við hvort sem um er að ræða efni í burðar-/styrktarlag eða jöfnunarlag.

### 3.5 Gagnagrunnur útreikninga

Við gerð kolefnissporsútreikningana var gagnagrunnurinn Ecoinvent 3.4 notaður. Í töflu **Error! Reference source not found.** má sjá hvaða ferlar úr gagnagrunninum voru notaðir fyrir hvert skref í vistferlinum.

**TAFLA 2** Yfirlit yfir þá bakgrunnsferla (ecoinvent) sem notaðir voru við gerð vistferilsgreiningarinnar

| SKREF Í VISTFERLI                      |                                | ECOINVENT FERLI  |
|--|--------------------------------|--|
| Vinnsla steypu                         | Niðurrif húss                  | RER: excavation, hydraulic digger                      |
|  | Brot steypu og hreinsun        | RER: rock crushing                                     |
|  | Flutningur steypu              | RoW: transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 |
| Vinnsla jarðefna í burðar-/styrktarlag | Námugróftur                    | RER: excavation, hydraulic digger                      |
|  | Brot jarðefna                  | RER: rock crushing                                     |
|  | Flutningur jarðefna á verkstað | RoW: transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 |
| Vinnsla jarðefna í jöfnunarlag         | Námugróftur                    | RER: excavation, hydraulic digger                      |
|  | Brot jarðefna                  | RER: rock crushing                                     |
|  | Flutningur jarðefna á verkstað | RoW: transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO5 |

## 4 SVIÐSMYNDIR

Líkt og kom fram í kafla 0 er markmiðið að greina og bera saman tvær sviðsmyndir, þ.e. hvort steypa sé endurnýtt í styrktarlag eða efnið sótt úr námu. Fyrir hvora sviðsmynd eru tekin fyrir dæmi um tvær staðsetningar hjólastíga, annars vegar í Vogabyggð og hins vegar við Eiðsgranda. Efnisnotkun og flutningsvegalengdir eru breytilegar eftir sviðsmyndum og staðsetningu hjólastíganna en gerð verður grein fyrir því í næstu undirköflum.

### 4.1 Sviðsmynd 1: Steypa endurnýtt í burðar-/styrktarlag stígs

#### 4.1.1 Stígur í Vogabyggð – nálægt niðurrifsstað

|  |  |  |
|--|--|--|
| NIÐURRIF HÚSS (Í VOGABYGGÐINNI) →<br> | FLUTNINGUR Á VERKSTAÐ<br>(VERKSTAÐUR VOGABYGGÐ, 800M) →<br> | STÍGAGERÐ<br>(UTAN KERFISMARKA)<br> |
|--|--|--|

Í sviðsmynd 1a er gert ráð fyrir að í burðar-/styrktarlag stígsins sé notuð steypa úr niðurrifnu húsi skammt frá. Miðað er við að steypa sé flutt á tipp, 200 m frá byggingunni (t.d. við enda götunnar, sjá mynd 4), þar sem jarðvegsbrjótur er staddur og steypa brotin í minni stærðir og að hjólastígurinn sé um 800 m frá tippnum. Steypa er því samtals flutt 1 km. Efni sem notað er í jöfnunarlag kemur úr námu sem gert er ráð fyrir að sé í um 23 km fjarlægð frá stígunum. Í töflu 3 má sjá magntölur fyrir hjólastíg í Vogabyggð skv. sviðsmynd 1.

**TAFLA 3** Magntölur fyrir hjólastíg í Vogabyggð miðað við að steypa sé endurnýtt í styrktarlag

| EFNI                      | MAGN                | AFDRIF              | FLUTNINGSGALENGD |
|---------------------------|---------------------|---------------------|------------------|
| Steypa úr niðurrifnu húsi | 3302 m <sup>3</sup> | Burðar-/styrktarlag | 1 km             |
| Efni úr námu              | 164 m <sup>3</sup>  | Jöfnunarlag         | 23,2 km          |

#### 4.1.2 Stígur á Eiðsgranda – langt frá niðurrifsstað

|  |   |  |
|--|---|--|
| NIÐURRIF HÚSS (Í VOGABYGGÐINNI) →<br> | FLUTNINGUR Á VERKSTAÐ<br>(VERKSTAÐUR EIÐSGRANDI, 7,7 KM) →<br> | STÍGAGERÐ<br>(UTAN KERFISMARKA)<br> |
|--|---|--|







Í sviðsmynd 1b er gert ráð fyrir að í burðar-/styrktarlag stígsins sé notuð steypa úr niðurrifnu húsi í Vogabyggðinni, en nú er stígurinn í um 7,5 km fjarlægð frá tipp sem aftur er 200 m frá húsinu. Efni sem notað er í jöfnunarlag kemur úr námu sem gert er ráð fyrir að sé í um 29 km fjarlægð frá stígunum. Í töflu 4 má sjá magntölur fyrir hjólastíg á Eiðsgranda skv. sviðsmynd 1.

**TAFLA 4** Magntölur fyrir hjólastíg á Eiðsgranda miðað við að notuð steypa sé endurnýtt í styrktarlag

| EFNI                      | MAGN                | AHDRIF              | FLUTNINGSGVEGALENGD |
|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Steypa úr niðurrifnu húsi | 3302 m <sup>3</sup> | Burðar-/styrktarlag | 7,7 km              |
| Efni úr námu              | 164 m <sup>3</sup>  | Jöfnunarlag         | 28,7 km             |

## 4.2 Sviðsmynd 2: Ný steinefni í burðar-/styrktarlag stígs sótt í námu og steypa flutt í landfyllingu

### 4.2.1 Stígur í Vogabyggð







| STEINEFNI MÖLUD Í NÁMU →<br>          | FLUTNINGUR Á VERKSTAÐ<br>(VERKSTAÐUR VOGABYGGÐ, 23 KM) →<br> | STÍGAGERÐ<br>(UTAN KERFISMARKA)<br>     |
|--|---|--|
| Niðurrif húss (í Vogabyggðinni) →<br> | Flutningur í landfyllingu<br>(landfylling, 20 km) →<br>      | Förgun steypu<br>(Utan kerfismarka)<br> |

Í sviðsmynd 2a er gert ráð fyrir að bæði í burðar-/styrktarlagið og jöfnunarlagið séu notuð steinefni úr námu í um 23 km fjarlægð frá stígnum. Gert er ráð fyrir að sama magn af steypu sé rífið niður úr húsi og flutt í Bolaöldu (sjá umfjöllun í kafla 3.2). Ekki er gert ráð fyrir að nein losun gróðurhúsaáhrifa fylgi landfyllingunni sjálfri, heldur er aðeins reiknað með flutningi steypunnar. Í töflu 5 má sjá magntölur fyrir hjólastíg í Vogabyggð skv. sviðsmynd 2.

**TAFLA 5** Magntölur fyrir hjólastíg í Vogabyggð miðað við að notuð séu ný steinefni í burðar-/styrktarlag

| EFNI                      | MAGN                | AHDRIF                | FLUTNINGSGVEGALENGD |
|---------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Steypa úr niðurrifnu húsi | 3302 m <sup>3</sup> | Landmótun í Bolaöldum | 20 km               |
| Efni úr námu              | 3302 m <sup>3</sup> | Burðar-/styrktarlag   | 23,2 km             |
| Efni úr námu              | 164 m <sup>3</sup>  | Jöfnunarlag           | 23,2 km             |

### 4.2.2 Stígur á Eiðsgranda

| STEINEFNI MÖLUD Í NÁMU →<br>          | FLUTNINGUR Á VERKSTAÐ<br>(VERKSTAÐUR EIÐSGRANDI, 29 KM) →<br> | STÍGAGERÐ<br>(UTAN KERFISMARKA)<br>     |
|--|--|--|
| Niðurrif húss (í Vogabyggðinni) →<br> | Flutningur í landfyllingu<br>(landfylling, 20 km) →<br>       | Förgun steypu<br>(Utan kerfismarka)<br> |

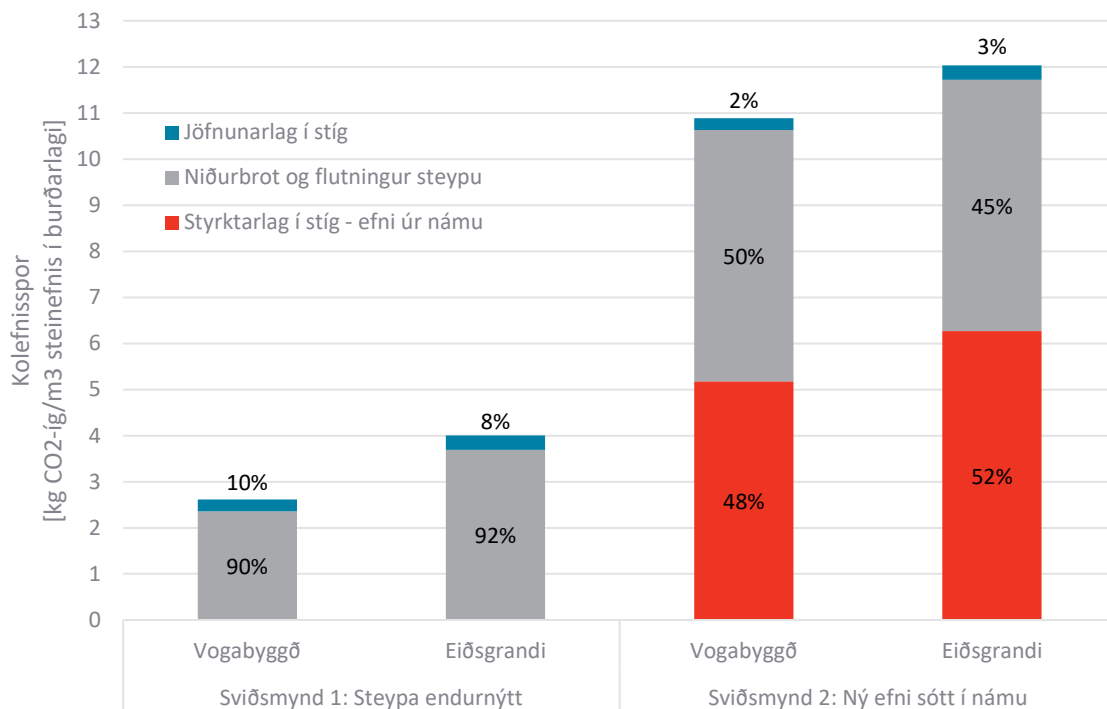
Sviðsmynd 2b er lík sviðsmynd 2a að því leyti að notuð eru steinefni úr námu til stígagerðarinnar og sambærilegt magn steypu flutt frá Vogabyggð í landmótun í Bolaöldum. Munurinn er þó sá að gert er ráð fyrir að hjólastígurinn sé við Eiðsgranda, líkt og í sviðsmynd 1b er flutningurinn úr námunni því lengri, eða um 29 km í stað 23 km. Í töflu 6 má sjá magntölur fyrir hjólastíg á Eiðsgranda skv. sviðsmynd 2.

**TAFLA 6** Magntölur fyrir hjólastíg á Eiðsgranda miðað við að notuð séu ný steinefni í burðar-/styrktarlag

| EFNI                      | MAGN                | AFDRIF                | FLUTNINGSGALENGD |
|---------------------------|---------------------|-----------------------|------------------|
| Steypa úr niðurrifnu húsi | 3302 m <sup>3</sup> | Landmótun í Bolaöldum | 20 km            |
| Efni úr námu              | 3302 m <sup>3</sup> | Burðar-/styrktarlag   | 28,7 km          |
| Efni úr námu              | 164 m <sup>3</sup>  | Jöfnunarlag           | 28,7 km          |

## 5 NIÐURSTÖÐUR

Á mynd 5 má sjá niðurstöður greiningarinnar. Niðurstöðurnar eru settar fram í einingunni kg CO<sub>2</sub>-íg./m<sup>3</sup> steinefnis í burðar-/styrktarlagi og gildir þá einu hvort um endurnýtta steypu eða ný jarðefni úr námu er að ræða.



**MYND 5** Niðurstöður vistferilsgreiningar á hjólastíg. Í sviðsmynd 1 er steypa úr byggingum notuð í styrktarlagið en í sviðsmynd 2 eru jarðefni úr námu notuð í burðar-/styrktarlagið.

Á myndinni sést að sviðsmynd 1 (steypa úr byggingum notuð í burðar-/styrktarlag, engin efni sótt úr námu) kemur betur út, en að meðaltali er kolefnisspor sviðsmyndar 1 aðeins um 29% af kolefnisspori sviðsmyndar 2. Þá má einnig sjá að sé steypa notuð í Vogabyggð (þ.e.a.s. nálægt niðurrifsstaðnum) er

kolefnissporið minna en sé steypa notuð á Eiðsgranda. Þennan mun má rekja til lengri flutningsvegalengdar og þar af leiðandi meiri eldsneytisnotkunar. Draga má þá ályktun að kolefnisspor hjólastígs sem í er notuð endurnýtt steypa er minni eftir því sem flytja þarf steypuna styttri vegalengd.

Losun gróðurhúsalofttegunda er meiri í sviðsmynd 2 (efni í hjólastíg sótt í námu, bygging rifin niður og steypa sett í landfyllingu) en í sviðsmynd 1. Þar sem gert er ráð fyrir að sömu eða svipuð tæki séu notuð í námugröftinn og niðurrifið er munurinn á sviðsmyndum 1 og 2 fólgin í því að námuefnið er sótt í námu sem er lengra frá stígnum en niðurrifnu húsin, auk þess sem flytja þarf steypuna lengri vegalengd til endurnýtingar. Munurinn er því aðeins fólgin í flutningsvegalengd efnanna.

Þegar kemur að hjólastíg í Vogabyggð er munurinn á losun í sviðsmyndum 1 og 2 um 8,3 kg CO<sub>2</sub>-íg./m<sup>3</sup> en í kílómetra af stíg samsvarar það um 27.300 kg CO<sub>2</sub>-ígilda. Ef stígurinn er á Eiðsgranda er munurinn á sviðsmyndum 1 og 2 svipaður en þó aðeins minni, 8,0 kg CO<sub>2</sub>-íg./m<sup>3</sup> sem samsvarar um 26.500 kg CO<sub>2</sub>-ígilda í einum kílómetra af stíg.

Samantekið má segja að með því að nýta steypuúrgang innan höfuðborgarsvæðis í fyllingu eða burðar-/styrktarlag í stað þess að sækja efni úr námu utan höfuðborgarsvæðis sé ávinningurinn eftirfarandi:

- Loftslagsávinningur upp á um 8 kg CO<sub>2</sub>-ígilda fyrir hvern rúmmetra fyllingar eða burðar-/styrktarlags.
- Loftslagsávinningur upp á um 27 tonn CO<sub>2</sub>-ígilda á hvern km hjólastígs (27 kg CO<sub>2</sub>-íg./m stíg).
- Betri nýting auðlinda í steypuúrgangi, í anda hringrásarhagkerfisins.
- Betri nýting jarðefnaútlinda í námu og framlenging á líftíma þeirra.

Rétt er að minna á að ekki er reiknað með framleiðslu og flutningi malbiks, tækjanotkun og eldsneytisnotkun á verkstað. Þar sem gera má ráð fyrir að sú notkun sé jöfn í öllum sviðsmyndum hefur það ekki áhrif á niðurstöðurnar ef aðeins er litið til mismunar sviðsmynda í kg CO<sub>2</sub>-ígilda talið. Það hefur hins vegar þau áhrif að hlutfallslegur munur sviðsmyndanna er meiri en búast mætti við ef framleiðsla og flutningur malbiks og tækja- og eldsneytisnotkun á verkstað er tekin með.

Niðurstaða greiningarinnar, miðað við gefnar forsendur, er því að sá kostur er umhverfisvænastur (með tilliti til losun gróðurhúsalofttegunda) sem felur í sér minnstan flutning á efni úr námu og steypuúrgangi. Í þeim sviðsmyndum sem hér voru settar fram er flutningsvegalengdin talsvert lengri frá námu að stígnum og niðurrifinni byggingu að endurnýtingarstað steypunnar, heldur en frá niðurrifnum byggingum að stígnum, sem var allt niður í 800 metra. Eftir því sem þessi munur minnkar, minnkar munurinn á umhverfisáhrifum sviðsmyndanna.

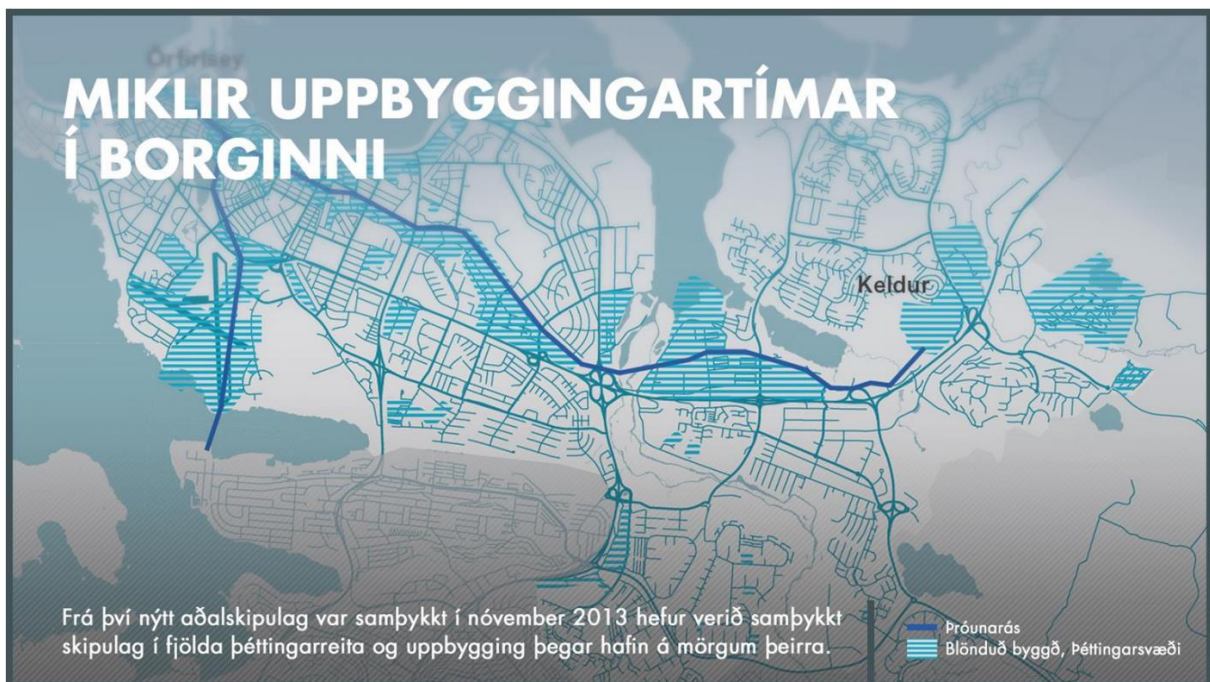
## 6 UMRÆÐUR

Niðurstöður þessara reikninga benda til þess að endurnotkun steypu í burðar-/styrktarlag hjóla- og/eða göngustíga getur verið liður í lækkun kolefnisspors stígagerðar en sú lækkun felst nær eingöngu í minni eldsneytisnotkun við öflun hráefna í stíginn. Loftslagsávinningurinn gæti numið um 27 kg CO<sub>2</sub>-íg. fyrir hvern lengdarmetra af stíg en til samanburðar má nefna að ávinningurinn samsvarar árslosun meðalfólksbíls á hverja 75 m hjólastígs [4]. Minnkun kolefnissporsins er háð því að vegalengdin frá niðurrifinni byggingu að stígnum sé minni en samanlögð vegalengd frá námunni að stígnum og frá

niðurrifinni byggingu að þeim stað þar sem steypunni er komið fyrir. Séu þessi skilyrði ekki uppfyllt hverfa jákvæðu umhverfisáhrifin (m.t.t. losun gróðurhúsalofttegunda) eða snúast jafnvel við.

Eins og áður hefur komið fram var gert ráð fyrir því að tækjanotkun við niðurrif byggingar og brot steypu sé sambærileg tækjanotkun við gröft og brot jarðefna úr námu en hversu vel það stenst þyrfti að skoða betur. Þá voru vegalengdir allar mjög gróflega áætlaðar, enda staðsetningar stíga og niðurrifs ekki nákvæmar. Það ætti þó ekki að hafa veruleg áhrif á niðurstöðurnar eða þær ályktanir sem draga má út frá þeim.

Nú þegar er áformuð mikil framtíðaruppbygging um alla Reykjavík, ekki aðeins í Vogabyggð (sjá mynd 6) og má því búast við því að talvert verði rífið niður af nústandandi byggingum á næstu árum. Sé til dæmis gert ráð fyrir að á næstu árum verði lagðir 5 km göngu- og hjólastíga á eða nálægt uppbyggingarsvæðum þar sem auðveldlega má nálgast steypu úr niðurrifnum byggingum má áætla að komast megi hjá losun sem nemur um 135 tonnum CO<sub>2</sub>-ígilda. Til þess að það gangi eftir þarf framboð niðurrifinna bygginga að vera nægilegt. Í 5 km af göngu- og hjólastígum mun þurfa um 15.000 - 20.000 rúmmetra af efni í burðar-/styrktarlag þeirra en það samsvarar magni steypu úr um 80 dæmigerðum steiptum íslenskum íbúðarhúsum, eða um 32.000 fermetrum af húsnæði (miðað við um 400 m<sup>2</sup> fjölbýlishús) [5].



**MYND 6** Framtíðaruppbyggingarsvæði í Reykjavík. Heimild: Reykjavíkurborg

Minni losun gróðurhúsalofttegunda eru ekki einu jákvæðu umhverfisáhrifin sem gætu hlotist af því að endurnýta steypu í stíga heldur væri það líka liður í hringrásarhagkerfinu, sem miðar að því að fara vel með hráefni jarðar og endurnýta þau sem oftast áður en þeim er fargað endanlega. Með því að endurnýta steypu í veg er komið í veg fyrir að efni úr námu séu sótt svo að birgðir jarðefna í námum endast lengur.



Eins og staðan er við skrif þessarar skýrslu er stærstur hluti steypu sem rifin er úr byggingum endurnýttur í landmótun í Bolaöldum, sem er í töluverðri akstursfjarlægð frá höfuðborginni. Samkvæmt byggingarreglugerð skal a.m.k. 70% byggingaúrgangs vera flokkaður með þeim hætti að hann sé hæfur til endurnýtingar áður en honum er skilað á móttökustöð [6]. Það felst m.a. í því að aðskilja steypu, steypustyrktarjárn og einangrunarplast. Aukaefni rýra verðmæti endurnýtttrar steypu. Því flóknara sem mannvirki eru því erfiðara er að hreinsa steypuna.

Sé hægt að endurnýta úrganginn nær upprunastað hans má koma í veg fyrir talsverða losun gróðurhúsalofttegunda. Eins og minnst var á í kafla 3.2 er það að hluta til nú þegar gert, þegar steypan er notuð í púða fyrir nýjar byggingar. Niðurstöður þeirra útreikninga sem hér hafa verið gerðir sýna að notkun steypunnar í burðar-/styrktarlag stíga er önnur leið til að endurnýta steypuna og þannig bæði koma í veg fyrir losun gróðurhúsalofttegunda og stuðla að því að jarðefnin í námum nálægt höfuðborginni endist lengur.

## 7 HEIMILDIR

- [1] EFLA, „Vistferilsgreining fyrir veg - Rannsóknarverkefni Vegagerðarinnar 2012,“ EFLA, Reykjavík, 2013.
- [2] Samstarfshópur um þróun samgöngukerfa fyrir hjólreiðar., „Hönnunarleiðbeiningar fyrir hjólreiðar. Leiðbeiningar sveitarfélaga höfuðborgarsvæðisins og Vegagerðarinnar,“ EFLA, Verkfræðistofa, Reykjavík, 2019.
- [3] Reykjavíkurborg, „Vogabyggð - svæði 2 - Deiliskipulag,“ Reykjavíkurborg, 2016.
- [4] „Kolefnisbókhalð,“ Orkusetur, 2017. [Á neti]. Sótt af <https://orkusetur.is/reiknivalar/samgongur/kolefnisbokhald/>. [Skoðað 6. júní 2020].
- [5] EFLA og Nýsköpunarmiðstöð Íslands, „Kolefnisspor viðmiðunarhúss á Íslandi 2020 - Fyrsta nálgun,“ Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Reykjavík, Óútféið.
- [6] „Byggingarreglugerð nr. 112/2012,“ 2020.