



MANNVIT



# HVERNIG MÁ NÝTA VEGLCA VIÐ HÖNNUN OG GERÐ ÍSLENSKRA SAMGÖNGUMANNVIRKJA?

VERKEFNI STYRKT AF RANNSÓKNASJÓÐI  
VEGAGERÐARINNAR  
MARS 2023

Bergrós Arna Sævarsdóttir  
Iðunn Daníelsdóttir  
Sigurður Bjarnason

## Samantekt

Markmið þessa rannsóknaverkefnis er að athuga hvort og hvernig innleiða megi notkun norska lífsferilsgreiningaforritsins VegLCA í starfsemi og verkferla Vegagerðarinnar til að lágmarka losun gróðurhúsalofttegunda í vegagerð. Lífsferilsgreining er aðferðafræði sem er notuð til að meta staðbundin og hnattræn umhverfisáhrif vöru, byggingar eða þjónustu yfir líftíma hennar.

Forritið VegLCA reiknar losun yfir lífsferil samgöngumannvirkja, niðurstöður forritsins er síðan hægt að nota til þess að greina og lágmarka losun gróðurhúsalofttegunda. Forritinu er skipt upp í tvo hluta, fyrri hlutinn er ætlaður fyrir verk á verkhönnunarstigi (mellomfase) og seinni hlutinn er ætlaður fyrir verk á loka stigi hönnunar (senfase) og er sá hluti mun ítarlegri.

Forritið var prófað á íslenskum samgöngumannvirkjum, vegi, stálbrú og steyptri brú. Greint var hvernig mannvirkin pössuðu inn í forritið og hvaða erfiðleikar komu upp við notkun þess. Einnig voru niðurstöður úr forritinu bornar saman við niðurstöður eldri vistferilsgreiningar sem hafa verið framkvæmdar á sambærilegum mannvirkjum.

Niðurstöður verkefnisins voru að aðlaga þyrfti forritið þónokkuð ef það yrði tekið í notkun hér á landi. Efnisval og losunartölur forritsins þyrfti að aðlaga að íslenskum aðstæðum, þannig að reiknuð losun forritsins fyrir íslenskt samgöngumannvirki yrði sem nákvæmest. Einnig myndi sú breyting einfalda notkun forritsins töluvert.

Niðurstöður benda til þess að hægt sé að nýta lífsferilsgreiningaforrit, líkt og VegLCA, í íslenskri vegagerð sem tól til þess að minnka losun gróðurhúsalofttegunda frá samgöngumannvirkjum. Höfundar telja samt sem áður tilefni til þess að aðlaga forritið betur að íslenskum aðstæðum til þess að niðurstöður þess gefi sem réttustu mynd af losun frá samgöngumannvirkjum við íslenskar aðstæður.

*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.*

## Efnisyfirlit

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Inngangur .....</b>                             | <b>1</b>  |
| <b>2. Tilgangur og markmið .....</b>                  | <b>2</b>  |
| <b>3. Lífsferilsgreining.....</b>                     | <b>2</b>  |
| <b>4. Veg LCA forritið.....</b>                       | <b>3</b>  |
| 4.1    Almennt um forritið.....                       | 3         |
| 4.2    Losunarstuðlar.....                            | 3         |
| <b>5. Notkun forrits á íslensku vegaverkefni.....</b> | <b>4</b>  |
| 5.1    Magntölur.....                                 | 4         |
| 5.2    Helstu erfiðleikar við notkun.....             | 5         |
| 5.3    Niðurstöður úr forriti.....                    | 6         |
| 5.3.1    Fyrri hluti forritsins (mellomfase).....     | 6         |
| 5.3.2    Seinni hluti forritsins (senfase).....       | 7         |
| 5.3.3    Næmnigreining.....                           | 8         |
| 5.4    Samanburður við InfraLCA.....                  | 8         |
| <b>6. Umræður .....</b>                               | <b>9</b>  |
| 6.1    Efnisval.....                                  | 9         |
| 6.2    Notkun forrits.....                            | 9         |
| 6.3    Samanburður og aðrar umræður.....              | 9         |
| 6.4    Lokaorð.....                                   | 10        |
| <b>7. Heimildir.....</b>                              | <b>11</b> |
| <b>Viðauki 1: Mellomfase .....</b>                    | <b>12</b> |
| <b>Viðauki 2: Senfase.....</b>                        | <b>13</b> |

# 1. Inngangur

Samgöngur stuðla að um 23% af heildarlosun gróðurhúsalofttegunda á heimsvísu og samkvæmt landsskýrslu Umhverfisstofnunar um losun gróðurhúsalofttegunda má rekja 33% af losun sem fellur undir beina ábyrgð Íslands frá vegasamgöngum árið 2020.<sup>1</sup>

Samgönguáætlun 2020-2034 felur í sér framtíðarsýn um nýframkvæmdir og viðhald á vegum um land allt. Hún er ein sú umfangsmesta sem samþykkt hefur verið hingað til þar sem bein framlög til vegagerðar nema alls tæpum 560 milljörðum króna. Eitt af fimm markmiðum samgönguáætlunar 2020-2034 eru umhverfisvænar samgöngur og til að ná því markmiði er m.a. lögð áhersla á að tillit sé tekið til umhverfissjónarmiða við hönnun mannvirkja.<sup>2</sup> Bygging vega krefst mikilla auðlindanotkunar sem hefur óhjákvæmilega í för með sér losun gróðurhúsalofttegunda út í andrúmsloftið.

Markmið verkefnisins er að kanna hvort og hvernig innleiða megi notkun lífsferilsgreiningarforritsins VegLCA í starfsemi og verkferla Vegagerðarinnar. Forritið verður prófað á íslensku vegamannvirki þar sem rýnt verður í notkun þess og niðurstöður miðað við íslenskar aðstæður.

VegLCA er norskt lífsferilsgreiningarforrit sem notað er til þess að reikna og benda á losun gróðurhúsalofttegunda yfir lífsferil samgöngumannvirkja. Hjá norsku vegagerðinni, Statens vegvesen, er sérstök krafa um notkun forritsins í stærri verkefnum, það er í verkefnum yfir 51 milljón norskra króna.<sup>3</sup> Það samsvara um 684.000.000 íslenskum krónum. Ekki eru sambærilegar kröfur við gerð samgöngumannvirkja á Íslandi, en í þessu verkefni verður skoðað hvernig hægt sé að nýta norska forritið á Íslandi.

Með forritinu er hægt að framkvæma greinargóða lífsferilsgreiningu á öllum tegundum vegafamkvæmda. Forritið er sett upp svo auðvelt sé að greina umhverfisáhrif ákveðinna þátta eins og inntakspætti (byggingarefni og orkunotkun) og yfir lífsferil (þróun, rekstur eða viðhald). VegLCA er hægt að nota í ýmsum tilgangi, meðal annars til að greina umhverfisáhrif eins verkefnis eða bera sama umhverfisáhrif nokkurra verkefna.<sup>4</sup>

Norska vegamálastofnunin og *Bane NOR*, sem sér um innviði innlendra járnbrauta, hafa notað VegLCA til að reikna losun gróðurhúsalofttegunda fyrir ákveðin verkefni. Danir hafa einnig gefið út lífsferilsgreiningarforritið *InfraLCA* sem byggt er á norska forritinu VegLCA. Forritið er eins byggt upp en búið er að aðlaga það að dönskum stöðlum.<sup>5</sup>

Á Íslandi fer mikið fyrir vegamannvirkjum vegna stærðar landsins og eru fyrirhugaðar ýmsar umbætur á vegakerfinu. Talsvert er af stórum verkefnum á samgönguáætlun og því er mikilvægt að hægt sé að skoða og meta umhverfisáhrif þeirra á auðveldan máta til þess að hægt sé að lágmarka áhrifin. Dæmi um verkefni eru Borgarlínan, Fjarðarheiðargöng, Sundabraut og áfangar við Vestfjarðarveg ásamt mörgum fleiri verkefnum. Kostnaður við þessi verkefni er áætlaður að verði mun meiri en 51 milljón norskra króna og því væri skylda að meta umhverfisáhrif þessara verkefna með forritinu VegLCA samkvæmt norskum kröfum.

Vegagerðin og aðrir aðilar bera mikla ábyrgð á að lágmarka umhverfisáhrif framkvæmda, sér í lagi þeirra sem hafa hvað mest áhrif á loftslag og umhverfi, og þannig stuðla að því að ná settum markmiðum í loftslagsmálum. Þetta verkefni styður við þá framþróun.

<sup>1</sup> Losun gróðurhúsalofttegunda. Útdráttur úr landsskýrslu um losun gróðurhúsalofttegunda á Íslandi frá 1990 til 2020. Umhverfisstofnun. Sjá: <https://ust.is/library/Skrar/loft/NIR/%c3%9atdr%c3%a1ttur%20NIR%202022.pdf>

<sup>2</sup> Samgönguáætlun 2020-2034. Stjórnarráð Íslands. Sjá: <https://www.stjornarradid.is/verkefni/samgongur-og-fjarskipti/samgonguaaetlun/samgonguaaetlun-2020-2034/#Tab4>

<sup>3</sup> [Klimagassreduksjoner i anlegg og drift | Statens vegvesen](#)

<sup>4</sup> Johanne Hammervold. 2018. *Brukerveiledning VegLCA v2.01*

<sup>5</sup> [InfraLCA \(vejdirektoratet.dk\)](#)

## 2. Tilgangur og markmið

Tilgangur verkefnisins er að koma til móts við umhverfisstefnu Vegagerðarinnar, loftslagsmarkmið íslenskra stjórnvalda og heimsmarkmið Sameinuðu þjóðanna um sjálfbæra þróun. Eitt af markmiðum umhverfisstefnu Vegagerðarinnar er að Vegagerðin vinni að því að draga úr mengun og losun gróðurhúsalofttegunda og eru lífsferilsgreiningar verkfæri sem hægt er að nota til þess.

Markmið verkefnisins er að kanna hvort og hvernig innleiða megi notkun lífsferilsgreiningarforrísitsins VegLCA í starfsemi Vegagerðarinnar. Að auki verður fjallað stuttlega um samanburð við danska forritið InfraLCA.

## 3. Lífsferilsgreining

Lífsferilsgreining er aðferðafræði sem notuð er til að meta staðbundin og hnattræn umhverfisáhrif vöru, byggingar eða þjónustu yfir líftíma hennar (mynd 3.1). Lífsferilsgreining er stöðluð aðferðafræði sem unnin er samkvæmt alþjóðlegum stöðlum, ISO 14040 og ISO 14044, um gerð lífsferilsgreininga. Niðurstöður eru settar fram fyrir mismunandi áhrifaflokka og bæði hnattræn og staðbundin áhrif metin: á lofti, landi eða í sjó. Við gerð lífsferilsgreininga þarf að skilgreina þau kerfismök sem taka á inn í útreikninga, en þá er skilgreint nánar hvaða fasar eru teknir til skoðunar.

Líftíma vöru, þjónustu eða byggingar er skipt upp á eftirfarandi hátt í lífsferilsgreiningum:

| Vegur/brú                             |                           |                           |                       |             |                 |             |           |            |            |                      |                         |                    |        |  |
|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------|------------|------------|----------------------|-------------------------|--------------------|--------|--|
| Lífsferill vegar/brúar                |                           |                           |                       |             |                 |             |           |            |            |                      |                         |                    |        |  |
| A1-A3<br>FRAMLEIÐSLA<br>BYGGINGAREFNA |                           |                           | A4-A5<br>FRAMKVÆMD    |             | B1-B7<br>NOTKUN |             |           |            |            | C1-C4<br>LOK LÍFTÍMA |                         |                    |        | D<br>ÁHRIF UTAN<br>KERFISMARKA                 |
| A1                                    | A2                        | A3                        | A4                    | A5          | B1              | B2          | B3        | B4         | B5         | C1                   | C2                      | C3                 | C4     | D  |
| Öflun hráefna                         | Flutningur til verksmiðju | Framleiðsla byggingarefna | Flutningur á verkstað | Framkvæmdir | Notkun          | Víðhald     | Víðgerðir | Endurnýjun | Endurbætur | Niðurrif             | Flutningur til förgunar | Meðhöndlun úrgangs | Förgun | Endurnotkun<br>Endurheimt orku<br>Endurvinnsla |
|                                       |                           |                           |                       |             | B6              | Orkunotkun  |           |            |            |                      |                         |                    |        |  |
|                                       |                           |                           |                       |             | B7              | Vatnsnotkun |           |            |            |                      |                         |                    |        |  |

Mynd 3.1 Fasar lífsferilsgreiningar.

## 4. Veg LCA forritið

### 4.1 Almennt um forritið

VegLCA er norskt lífsferilsgreiningarforrit sem notað er til þess að reikna og benda á losun gróðurhúsalofttegunda yfir lífsferil samgöngumannvirkja.

Kerfismörk forritsins eru A1-A4, A5 og B4-B5. Sjá **mynd 3.1** hér að framan.

Forritið er sniðmát í Excel, hannað af norska verkfræðifyrirtækinu Asplan Viak, þar sem veghönnuður getur sjálfur fyllt inn upplýsingar um vegamannvirki sem skoða á umhverfisáhrifin af. Þá er krafist ýmissa upplýsinga um verkefnið hverju sinni, svo sem um staðhætti og umfang, sem skilgreina þarf fyrir útreikningana, þær skráðar inn í skjalið og umhverfisáhrif reiknuð út frá þeim. Forritið er sett upp þannig að hægt sé að nota það fyrir verkefni á verkhönnunarstigi (mellomfase) eða á loka stigum hönnunar (senfase), allt eftir því hversu mikið af upplýsingum eru til á hverju stigi.

Á báðum stigum forritsins þarf að fylla inn í lýsingu á samgöngumannvirkinu sem framkvæma á greininguna á, sem getur verið vegur, göng eða brú. Eftirfarandi upplýsingar þarf að tilgreina:

- Líftími mannvirkisins.
- Gerð losunarstuðla – Þar koma til greina tveir valmöguleikar, annaðhvort evrópskir losunarstuðlar, sem eru byggðir á gagnagrunninum Ecoinvent, eða norskir losunarstuðlar, sem eru byggðir á sama gagnagrunni en hafa verið aðlagðir að norskum aðstæðum. Ítarlegri umfjöllun varðandi losunarstuðlana má finna í kafla 4.1 hér að neðan.
- Hvers konar losunarstuðla yfir líftíma mannvirkisins á að nota – Þar koma til greina þrjár valmöguleikar: fyrsta tilfellið er að nota norska losunarstuðla í byggingarfasa og evrópska losunarstuðla í rekstrarfasa, annað tilfellið er að nota norska losunarstuðla í báðum fösum og þriðja tilfellið er að nota evrópska losunarstuðla í báðum fösum. Ítarlegri umfjöllun varðandi losunarstuðlana má finna í kafla 4.1 hér að neðan.
- Staðsetning í Noregi.
- Gerð vegar – Þar koma til greina nokkrir valmöguleikar.
- Árdagsumferð (ÁDU), hámarkshraði og breidd vegar.

Fyrri hluti forritsins, sem er ætlaður fyrir verk á miðju hönnunarstigi, er einn flipi (e. sheet) í Excel skjalinu, þar sem hægt er að fylla inn í þrjár mismunandi töflur, efnisval, flutningur efnis og landslag. Í þeim hluta eru magntölum ekki skipt upp eftir tegund samgöngumannvirkis, heldur eru allar magntölur sameinaðar.

Seinni hluti forritsins, sem er ætlaður fyrir verk á loka stigi hönnunar, er skipt upp í fjóra flipa til að fylla út og þrjá flipa með mismunandi ítarlegum niðurstöðum. Fyrsti flipinn er fyrir grunnupplýsingar um verkið og næstu þrír eiga við um hvert samgöngumannvirki fyrir sig (veg, brú, göng).

### 4.2 Losunarstuðlar

Hægt er að velja um tvær mismunandi gerðir losunarstuðla í forritinu ásamt því að velja hvers konar gögn eru notuð fyrir byggingarfasa og rekstrarfasa.

Fyrir allar upplýsingar (efni, veghlutar, vinna) sem settar eru inn í forritið eru skilgreindir losunarstuðlar sem byggðir eru á þróuðum gagnagrunni sem byggir á evrópsku meðaltali eða norsku landsmeðaltali. Í leiðbeiningum sem fylgja forritinu í Noregi er skýrt nánar hvaðan gögnin koma og á hverju þau eru byggð.

Losunarstuðlarnir sem byggðir eru á evrópskum meðaltalsgögnum eru fengnir úr gagnagrunninum Ecoinvent, sem er notaður við mat á umhverfisáhrifum út um allan heim og er uppfærður á hverju ári.

Norski gagnagrunnurinn samanstendur að stórum hluta af upplýsingum úr verkefnum sem Asplan Viak hafa komið að, doktors- og mastersverkefnum unnum í samstarfi við Asplan Viak sem og af norskum EPD skjölum.<sup>6</sup> Fyrir helstu byggingarefni sem notuð eru í vegamannvirkjum, steypa, malbik og stál eru efnin flokkuð frekar niður eftir eiginleikum.

Einnig getur notandinn sett inn aðrar losunartölur telji hann þær réttari eða eiga betur við.

Þrjú tilfelli koma til greina þegar valið er um hvaða gögn skuli nota við framkvæmdar- og rekstrarfasa samgöngumannvirkisins, þau eru eftirfarandi:

- Tilfelli 1: Norsk meðaltalsgögn í framkvæmdarfasa og evrópsk meðaltalsgögn í rekstrarfasa.
- Tilfelli 2: Norsk meðaltalsgögn í framkvæmdarfasa og norsk meðaltalsgögn í rekstrarfasa.
- Tilfelli 3: Evrópsk meðaltalsgögn í framkvæmdarfasa og evrópsk meðaltalsgögn í rekstrarfasa.

Líkt og fram kemur hér að framan eru losunarstuðlar forritsins miðaðir að því að mannvirkið sé byggt og notað við norskar aðstæður. Eitt af því sem skoða þarf þegar verið er að meta hvernig forritið gæti nýst á Íslandi er að skoða þessa losunarstuðla og bera saman við íslenskar aðstæður.

Vistferilsgreiningar sem hafa verið framkvæmdar á íslenskum samgöngumannvirkjum eru byggðar á gagnagrunnunum Ecoinvent og GaBi.<sup>7</sup>

## 5. Notkun forrits á íslensku vegaverkefni

Hluti verkefnisins var að prófa íslenskt vegamannvirki á forritinu og greina hvernig það passar inn í forritið. Hér á eftir verður fjallað um prufuverkefnið og magntölur úr því verki sem sett eru inn í forritið, helstu erfiðleika og vandkvæði sem komu upp í ferlinu og niðurstöður úr báðum fösum.

### 5.1 Magntölur

Verkið sem notað var í prófun á forritinu var nýbygging Snæfellsvegjar (54), sem ásamt 5,4 km vegkafla inniheldur byggingu tveggja brúa, á Skraumu og á Dunká. Helstu magntölur þessa verks voru fengnar úr útboðsgögnum. Brúin á Skraumu er 43 m löng og er hún að mestu gerð úr stáli og brúin á Dunká er 52 m löng og er hún gerð að mestu úr steinsteypu.<sup>8</sup>

Samkvæmt hönnunarreglum Vegagerðarinnar varðandi brýr, er gerð krafa um að brýr séu hannaðar miðað við 100 ára hönnunartíma.<sup>9</sup> Samkvæmt leiðbeiningum Vegagerðarinnar varðandi hönnun vega þá er miðað við að hanna stofn- og tengivegi fyrir 20 ára hönnunartíma.<sup>10</sup>

Forritið er hægt að nota á tveimur stigum verkefna, á frum- eða forhönnunarstigi og á loka stigum hönnunar. Magntölur úr útboðslýsingu verksins voru notaðar til að fylla inn í fyrri hluta forritsins, á miðju hönnunarstigi, og magntölur úr tilboðsskrá verksins voru notaðar til að fylla inn í seinni hluta

<sup>6</sup> EPD, eða „*Environmental Product Declaration*“, er á íslensku kallað umhverfisýfirlýsing vöru. Yfirlýsingin gefur staðfestar upplýsingar um umhverfisáhrif yfir líftíma vörunnar.

<sup>7</sup> Vistferilsgreiningar fyrir veg (2012), steypa brú (2014) og stálbrú (2017).

<sup>8</sup> Útboðslýsing

<sup>9</sup> [Reglur um hönnun brúa](#)

<sup>10</sup> [https://www.vegagerdin.is/Vefur2.nsf/Files/Burdartholsleidbeiningar\\_vega-2013/\\$file/Bur%C3%B0ar%C3%BEolslei%C3%B0beiningar\\_vega-2013.pdf](https://www.vegagerdin.is/Vefur2.nsf/Files/Burdartholsleidbeiningar_vega-2013/$file/Bur%C3%B0ar%C3%BEolslei%C3%B0beiningar_vega-2013.pdf)

forritsins, á loka stigi hönnunar. Magntölur fyrir vegagerðina og brýrnar tvær eru sameinaðar í fyrri hlutanum og eru mun færri upplýsingar gefnar upp í þeim hluta, en í seinni hlutanum er verkefnum skipt meira upp.

Flutningi byggingarefna er skipt upp í nokkra mismunandi flokka:

- Laus efni úr skeringum á svæðinu (fyllingarefni og fláafleygur).
- Laus efni úr námu (styrktarlag og klæðing (bindi- og viðloðunarefni)).
- Sprengt efni úr námu (burðarlag og klæðing (steinefni)).

Helstu efni notuð í fyrri hluta forritsins, fyrir verk á miðju hönnunarstigi, eru eftirfarandi:

Tafla 5.1: Helstu magntölur notaðar í fyrri fasa forritsins (mellomfase).

| Tegund                   | Magn    | Eining         |
|--------------------------|---------|----------------|
| Fyllingar og fláafleygur | 114.200 | m <sup>3</sup> |
| Styrktarlag              | 26.600  | m <sup>3</sup> |
| Burðarlag                | 9.700   | m <sup>3</sup> |
| Steypa                   | 1.095   | m <sup>3</sup> |
| Slakbent járnalögn       | 180     | tonn           |
| Stálvirki                | 33      | tonn           |
| Spennit járnalögn        | 15      | tonn           |

## 5.2 Helstu erfiðleikar við notkun

Helstu erfiðleikar við notkun forritsins eru eftirfarandi, og eru þeir flestir háðir efnisvali og mismunandi áherslum í Noregi og á Íslandi.

- Efnisval í fyrri hluta forritsins er ekki mjög vítt, því er erfitt að fylla inn í fyrir einhverja flokka, til dæmis er aðeins hægt að velja burðarlag úr malbiki í forritinu, en í verkinu sem notað var til prófunar er burðarlagið úr malarefni.
- Efnisval í seinni hluta forritsins er misfjölbreytt, sumar magntölur er auðvelt að fylla inn en aðrar þarf að spá meira í og afla meiri upplýsinga, til dæmis klæðing og burðarlag.
- Ekki er hægt að skipta efnum upp eftir því hvort þau séu sótt í námur eða í skeringar.
- Styrkleikaflokkur steypu hefur öðruvísi heiti en kemur fram í þeim stöðlum sem notaðir eru á Íslandi. Steypan sem notuð var við gerð brúarmannvirkjana er í styrkleikaflokki C40/50, sem jafngildir norskum styrkleikaflokki B30/40, því var styrkleikaflokkur B35 valinn.
- Hægt er að stilla vegalengdina sem keyra þarf til að sækja efni úr námu, en í þessu tilfelli er efni sótt í fjórar mismunandi námur. Sameinaðar voru því fjarlægðirnar í hverja námu, sem getur sýnt ranga mynd þar sem lítið efni er sótt í námuna sem er langt frá verkstað, en mun meira efni er sótt í námur sem eru staðsettar nær verkstað.
- Staðsetning í Noregi hefur áhrif á niðurstöður forritsins. Þar sem tilraunaverkefnið, Snæfellsnesvegur, er staðsett á Íslandi mun þessi liður hafa einhver áhrif á niðurstöður. Líklegast er besta lausnin við þessu að velja staðsetningu í Noregi sem er líkast Íslandi í veðri og rekstri vega eftir árstíðum.
- Flókið er að rekja niðurstöður forritsins til baka, þ.e. sjá hvað magntölur eða upplýsingar valda hvaða losun. Þetta flækir samanburð á niðurstöðum fyrri og seinni hluta forritsins.



- Eftirfarandi einingar (tafla 4.2) koma fram í forritinu sem almennt eru ekki notaðar í íslenskum verkum,<sup>11</sup> í útboðslýsingu verksins kemur fram að allar magntölur eru eftir hönnuðu magni, sem er sambærilegt og „fast efni“ í töflunni hér að neðan. Magntölurnar voru ekki umreiknaðar og fylgir því einhver skekkja í niðurstöðum.

Tafla 5.2 Einingar í VegLCA forritinu sem eru ekki notaðar á Íslandi.

| Eining           | Útskýring   |
|------------------|---|
| f m <sup>3</sup> | Rúmmetrar af föstu efni.                                      |
| a m <sup>3</sup> | Rúmmetrar af efni sem búið er að vinna og leggja á sinn stað. |
| l m <sup>3</sup> | Rúmmetrar af lausu efni.                                      |

### 5.3 Niðurstöður úr forriti

Magntölur úr útboðslýsingu og tilboðsskrá verksins voru settar inn í báða hluta forritsins og eftirfarandi niðurstöður fengust.

#### 5.3.1 Fyrri hluti forritsins (mellomfase)

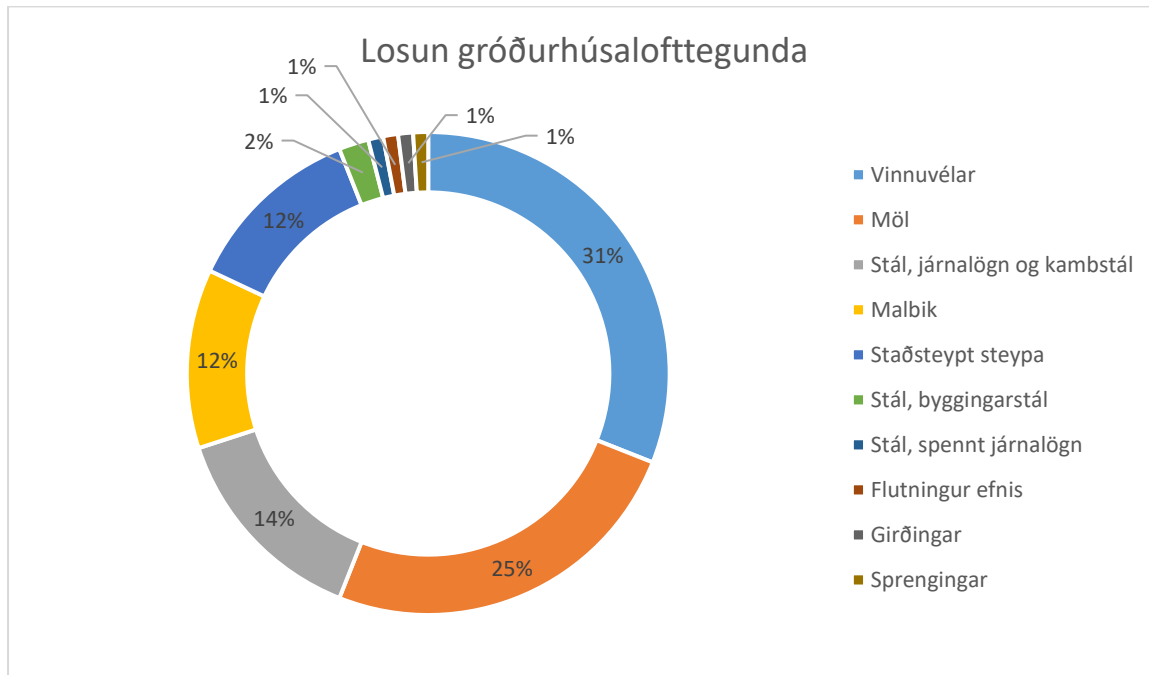
Á þessu stigi forritsins eru magntölur fyrir veginn og brýrnar sameinaðar og því er losunin ekki flokkuð eftir gerð mannvirkis.

Heildarlosun gróðurhúsalofttegunda yfir allan líftíma samgöngumannvirkjanna er 3.854 tonn CO<sub>2</sub> ígildi. Losun vegna byggingar á veginum er 3.241 tonn CO<sub>2</sub> ígildi, eða um 84% af heildarlosun vegarins. Sá hluti skiptist í framleiðslu byggingarefna, sem veldur um 57% af heildarlosun vegarins, og framkvæmd, sem veldur um 27% af heildarlosun vegarins. Losun vegna reksturs og viðhalds á 20 ára líftíma vegarins er 612 tonn CO<sub>2</sub> ígildi, eða um 16% af heildarlosun vegarins. Á mynd 5.1 má sjá yfirlit yfir hlutdeild losunarpátta.

Niðurstöðurnar breytast aðeins ef staðsetningu er breytt, en niðurstöðurnar sem tilgreindar eru hér að ofan eru miðað við það að engin staðsetning sé valin. Ekki verður mikil breyting á niðurstöðum, en staðsetningin sem gefur minnstu losun gróðurhúsalofttegunda er norður Noregur (2% lægra en ef engin staðsetning er valin) og staðsetningin sem gefur mestu losun er suður Noregur (1% hærra en ef engin staðsetning er valin).

Í viðauka 1 má sjá PDF skjal úr forritinu þar sem sjá má magntölur og niðurstöðu greiningarinnar fyrir „mellomfase“.

<sup>11</sup> <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-r761-prosesskode-1-05072018.pdf>



Mynd 5.1: Heildarlosun gróðurhúsalofttegunda á miðju hönnunarstigi.

### 5.3.2 Seinni hluti forritsins (senfase)

Á þessu stigi forritsins er heildarlosun gróðurhúsalofttegunda skipt eftir mannvirkjum.

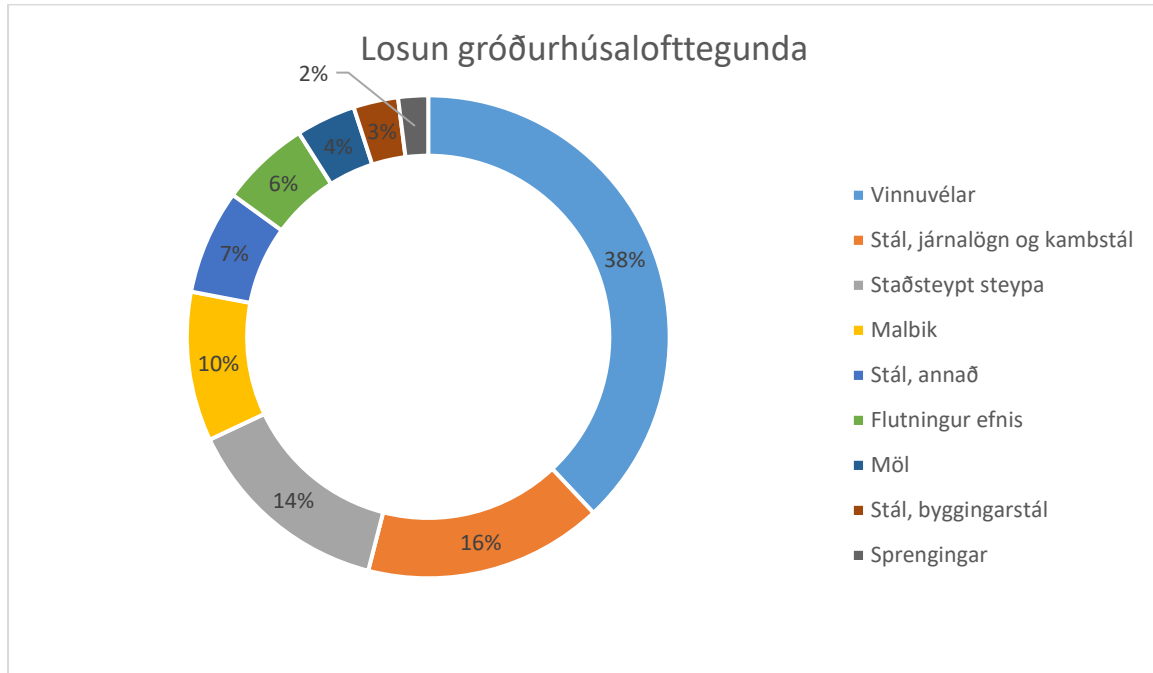
Heildarlosun gróðurhúsalofttegunda yfir allan líftíma vegsins er 2.704 tonn CO<sub>2</sub> ígildi. Losun vegna byggingar á veginum er 1.726 tonn CO<sub>2</sub> ígildi, eða um 64% af heildarlosun vegarins, sá hluti skiptist í efnisframleiðslu, sem veldur um 18% af heildarlosun vegarins, og framkvæmd, sem veldur um 45% af heildarlosun vegarins. Losun vegna reksturs og viðhaldi á 20 ára líftíma vegarins er 978 tonn CO<sub>2</sub> ígildi, eða um 36% af heildarlosun vegarins.

Heildarlosun gróðurhúsalofttegunda yfir allan líftíma brúnna er 1.124 tonn CO<sub>2</sub> ígildi. Losun vegna byggingar á brúnum er 1.111 tonn CO<sub>2</sub> ígildi, eða um 99% af heildarlosun brúnna, sá hluti skiptist í efnisframleiðslu, sem veldur um 98% af heildarlosun brúnna, og framkvæmd, sem veldur um 1% af heildarlosun brúnna. Losun vegna reksturs og viðhaldi á 20 ára líftíma brúnna er 14 tonn CO<sub>2</sub> ígildi, eða um 1% af heildarlosun brúnna.

Samtals heildarlosun gróðurhúsalofttegunda fyrir veginn og brýrnar er því 3.828 tonn CO<sub>2</sub> ígildi. Á mynd 5.2 má sjá yfirlit yfir hlutdeild losunarpátta fyrir veginn og brýrnar tvær.

Líkt og kemur fram í kafla 5.3.1 hér að ofan, þá breytast niðurstöður aðeins ef staðsetningu er breytt, niðurstöðurnar sem tilgreindar eru hér að ofan eru miðað við það að engin staðsetning sé valin. Aðeins meiri breyting verður á niðurstöðum í þessum hluta forritsins en þeim fyrri, en þó ekki mikil. Staðsetningin sem gefur minnstu losun gróðurhúsalofttegunda er norður Noregur (8% lægra en ef engin staðsetning er valin) og staðsetningin sem gefur mestu losun er suður Noregur (2% hærra en ef engin staðsetning er valin).

Í viðauka 2 má sjá PDF skjal úr forritinu þar sem sjá má magntölur og niðurstöðu greiningarinnar fyrir „senfase“.



Mynd 5.2: Heildarlosun gróðurhúsalofttegunda á loka stigum hönnunar.

### 5.3.3 Næmnigreining

Niðurstöður beggja hluta forritsins eru mjög svipaðar, en losun áætluð á seinni hluta hönnunar er aðeins minni en um mitt hönnunarstig. Þar sem fyrri hluti forritsins er áætlaður fyrir verk sem eru komin styttra í hönnun en seinni hluti forritsins, koma þessar niðurstöður ekki á óvart.

Þeir þættir sem valda mestri losun í báðum hlutum forritsins eru vinnuvélar, stál, steypa, mól og malbik. Það sem hefur mest áhrif á losun frá vinnuvélum er bensín og rafmagn, sem reiknast sjálfkrafa af forritinu. Byggingarefni hafa mikil áhrif á losun, þar sem um 67% af losun í fyrri hluta forritsins og um 54% af losun í seinni hluta forritsins er vegna mismunandi byggingarefna. Þau byggingarefni sem hafa mesta áhrif á losun eru stál og steypa.

Staðsetning í Noregi hefur einhver áhrif á niðurstöður, en þó ekki meiri áhrif en  $\pm 1 - 2\%$  í fyrri hluta forritsins og  $\pm 2 - 8\%$  í seinni hluta forritsins. Staðsetningin hefur mest áhrif í rekstrarfasa á líftíma vegarins og brúnna, þar sem reiknað er hversu mikil þörf er á söltun eftir staðsetningu.

Sumir hlutir hafa engin áhrif á niðurstöður, þar á meðal er árdagsumferð vegarins/brúnna, breidd vegarins, hámarkshraði á veginum og fleira.

### 5.4 Samanburður við InfraLCA

Helstu erfiðleikar í notkun VegLCA voru skoðaðir og sömu vandamálin borin saman við danska forritið InfraLCA, til þess að kanna hvort það sé aðgengilegra fyrir íslenskar aðstæður.

- Efnisval í InfraLCA er svipað og í VegLCA, sum efni sem mikið eru notuð við íslenskar aðstæður er erfitt að finna en önnur passa vel inn.
- Styrkleikaflokkur steypu er eftir sömu stöðlum og notaðir eru við hönnun á flestum íslenskum mannvirkjum, þ.e. flokkuð sem C35/45 eða C40/50 o.s.frv.
- Vegalengdir eru stilltar á svipaðan hátt í InfraLCA og VegLCA, en það er mun auðveldara að finna liðina í InfraLCA þar sem fylla þarf inn flutning og tengja við réttar magntölur.

- Staðsetning í Danmörku hefur áhrif á niðurstöður, líkt og í VegLCA.

Þegar fylltar eru inn magntölur kemur einnig fram undir hvaða lið þær eru notaðar við útreikninga á losun, því er mun auðveldara að rekja niðurstöðurnar til baka ef það er óvíst hvort þær séu réttar. Losunarstuðlarnir og allar magntölur notaðar við útreikninga eru því betur skilgreindir í InfraLCA en í VegLCA.

## 6. Umræður

### 6.1 Efnisval

Ljóst er að efnisval mismunandi hluta í forritinu er aðlagað að norskum aðstæðum og verkum. Því getur verið tímafrekt að fylla inn magntölur fyrir íslensk samgöngumannvirki, þar sem ekki er alveg skýrt hvert á að setja sumar magntölur. Fleiri flokkar eru í seinni hluta forritsins þar sem sá hluti er ætlaður fyrir verk á seinni stigum hönnunar og því er auðveldara að finna svipuð efni.

Einhverjar breytingar þyrfti að gera á forritinu til þess að aðlaga það að íslenskum aðstæðum. Til dæmis þyrfti líklega að breyta og bæta við flokkum og efnum. Athuga þyrfti hvort losunartölur fyrir brýr eigi við á Íslandi, þar sem næstum allt efnisval í forritinu fer eftir því hvort vinnan hafi verið undir eða yfir vatni, sem er kannski ekki jafn vel skilgreint í íslenskum verkum.

Stál- og steypumagn hefur mest áhrif á losun vegarins og brúnna. Þær upplýsingar væri hægt að nota til þess að minnka losun með því að minnka magn stál og steypu eða nota umhverfisvænni efni. Það sem veldur mestri losun er notkun vinnuvéla en undir það fellur notkun á bensíni og þess háttar.

### 6.2 Notkun forrits

Ef forritið yrði tekið í notkun á Íslandi, þá þyrfti að breyta þónokkru til þess að notkunin yrði sem straumlínulöguðust. Aðlaga þyrfti verknúmer að íslenskum verkþáttanúmerum, gott væri að stækka fyrri hluta forritsins aðeins og bæta við þeim valmöguleika að svipað efni, til dæmis efni í fyllingar, geta verið sótt í námur eða í skeringar, eða bæði. Líklega þyrfti að aðlaga staðsetningar að íslenskum aðstæðum, bæta við þekktum losunartölum fyrir íslensk efni og fleira.

Til að auðvelda notkun forritsins og rekjanleika niðurstaðna væri sniðugt að sýna hvernig losunin er reiknuð, og hvaða magntölur og losunartölur eru notaðar til að reikna hvern lið losunar, líkt og gert er í danska forritinu InfraLCA.

Athuga þarf einingarnar sem notaðar eru í sumum magntölum, og þá umreikna í forritinu sjálfu eða umreikna magntölurnar áður en þær eru settar inn í forritið ( $a\ m^3$ ,  $l\ m^3$  og svo framvegis).

Til þess að hafa raunveruleg áhrif á losun frá samgöngumannvirkjum, telja höfundar skynsamlegra að nýta svona forrit strax á upphafsstigum verkefna, frekar en þegar komið er að verkhönnun eða í lokin. Ef forritið yrði notað í byrjun hönnunar, þá væri hægt að hafa mun meiri áhrif á losun en ef forritið væri notað á miðju eða seinni stigum hönnunar.

### 6.3 Samanburður og aðrar umræður

Prófun forritsins á verki sem inniheldur jarðgöng var ekki hluti þessa verkefnis, en það er nokkuð sem væri áhugavert að skoða frekar.

Lífsferilsgreining frá 2012, sem unnin var fyrir dæmigerðan íslenskan veg í þjóðvegakerfinu með bundnu slitlagi, gefur svipaða niðurstöðu og niðurstöðu VegLCA fyrir Snæfellsveg (54). Niðurstaða þeirrar greiningar var sú að losun gróðurhúsalofttegunda fyrir 1 km af vegi er 707 tonn CO<sub>2</sub> ígildi, yfir

50 ára líftíma.<sup>12</sup> Í þessu verkefni var aðeins gert ráð fyrir 20 ára líftíma og 5,4 km vegi, en ef líftími vegarins er lengdur og deilt er með kílómetrafjölda hans er reiknuð losun gróðurhúsalofttegunda u.þ.b. 770 tonn CO<sub>2</sub> ígildi, sem er svipuð niðurstaða.

Einnig hafa verið unnar lífsferilsgreiningar fyrir brýr, steipta brú<sup>13</sup> og stálbrú<sup>14</sup>, sem hægt er að bera niðurstöður þessa verkefnis að hluta til saman við. Niðurstaða fyrir steiptu brúna, tvíbreið plötubrú yfir Aurá við Lómagnúp, var sú að losun gróðurhúsalofttegunda fyrir 1 m<sup>2</sup> af brúargólfi er 2,97 tonn CO<sub>2</sub> ígildi (án lífræns CO<sub>2</sub> og án endurvinnslu). Niðurstaða fyrir stálbrúna, sem liggur yfir Grímsá við Fossatún í Borgarfirði, var sú að losun gróðurhúsalofttegunda fyrir 1 m<sup>2</sup> af brúargólfi er 1,40 tonn CO<sub>2</sub> ígildi. Niðurstaða þessa verkefnis er sú að losun gróðurhúsalofttegunda fyrir 1 m<sup>2</sup> af brúargólfi er u.þ.b. 1,55 tonn CO<sub>2</sub> ígildi (fyrir báðar brýrnar). Athugið að ekki er hægt að skipta niðurstöðum upp eftir því hvort um sé að ræða steypu- eða stálbrú, svo þessi niðurstaða á við meðaltalið af losun frá báðum brúm. Sjá má að stærðargráðan er á svipuðu reiki, en þó í lægri kantinum miðað við eldri niðurstöður. Í töflu 6.1 eru framgreindar upplýsingar teknar saman.

Tafla 6.1 Samanburður á niðurstöðum útreikninga með VegLCA á Snæfellsnesvegi og niðurstöðum eldri lífsferilsgreininga.

| Tegund samgöngu-mannvirkis            | Niðurstaða úr VegLCA, seinni hluta                       | Niðurstaða úr eldri vistferils-greiningum                |
|---------------------------------------|--|--|
| Vegur                                 | 770 tonn CO <sub>2</sub> ígildi/1 km af vegi             | 707 tonn CO <sub>2</sub> ígildi/1 km af vegi             |
| Stálbrú                               | -  | 1,40 tonn CO <sub>2</sub> ígildi/1 m <sup>2</sup> af brú |
| Steipt brú                            | -  | 2,97 tonn CO <sub>2</sub> ígildi/1 m <sup>2</sup> af brú |
| Meðaltal fyrir steipta brú og stálbrú | 1,55 tonn CO <sub>2</sub> ígildi/1 m <sup>2</sup> af brú | -  |

## 6.4 Lokaorð

Niðurstöður verkefnisins gefa til kynna að hægt er að nýta lífsferilsgreiningaforrit, sambærileg og norska VegLCA og danska InfraLCA, í vegagerð á Íslandi. Höfundar telja samt sem áður tilefni til þess að aðlaga forritið betur að íslenskum aðstæðum til þess að niðurstöður þess gefi sem réttustu mynd af losun frá samgöngumannvirkjum við íslenskar aðstæður.

Sérstakar þakkir fá Páll Valdimar Kolka og Þorbjörg Sævarsdóttir fyrir aðstoð og leiðbeiningar við vinnslu rannsóknarinnar.

<sup>12</sup> Efla verkfræðistofa, 2012.

<sup>13</sup> Efla verkfræðistofa, 2014.

<sup>14</sup> Efla verkfræðistofa, 2017.

## 7. Heimildir

Umhverfisstofnun. 2022. *Losun gróðurhúsalofttegunda.*

<https://ust.is/library/Skrar/loft/NIR/%c3%9atdr%c3%a1ttur%20NIR%202022.pdf>

Stjórnarráð Íslands. 2020. *Samgönguáætlun 2020 – 2034.*

<https://www.stjornarradid.is/verkefni/samgongur-og-fjarskipti/samgonguaetlun/samgonguaetlun-2020-2034/#Tab4>

Statens vegvesen. E.d. *Klimagassreduksjoner i anlegg og drift.*

<https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo-og-omgivelser/klima/klimagassreduksjoner-i-anlegg-og-drift/>

Johanne Hammervold. 2018. *Brukerveiledning VegLCA v2.01.*

Statens vegvesen. 2020. *Dokumentasjon VegLCA v4.01.*

Vejdirektoratet. 2022. *InfraLCA.* <https://www.vejdirektoratet.dk/infralca>

Vegagerðin. 2018. *Reglur um hönnun brúa.*

[https://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/reglur\\_honnun\\_brua/\\$file/ReglurUmH%C3%B6nnunBr%C3%BAa\\_%C3%9Atg%C3%A1fa2\\_N%C3%B3vember2018.pdf](https://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/reglur_honnun_brua/$file/ReglurUmH%C3%B6nnunBr%C3%BAa_%C3%9Atg%C3%A1fa2_N%C3%B3vember2018.pdf)

Útboðslýsing og tilboðsskrá verks

Vegdirektoratet. 2018. *Prosesskode 1: Standard beskrivelse for vegkontrakter.*

<https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-r761-prosesskode-1-05072018.pdf>

Vegagerðin. 2013. *Burðarþolshönnun, leiðbeiningar.*

[https://www.vegagerdin.is/Vefur2.nsf/Files/Burdartholsleidbeiningar\\_vega-2013/\\$file/Bur%C3%B0ar%C3%BEolslei%C3%B0beiningar\\_vega-2013.pdf](https://www.vegagerdin.is/Vefur2.nsf/Files/Burdartholsleidbeiningar_vega-2013/$file/Bur%C3%B0ar%C3%BEolslei%C3%B0beiningar_vega-2013.pdf)

Efla verkfræðistofa. 2012. *Vistferilsgreining fyrir veg.*

Efla verkfræðistofa. 2014. *Vistferilsgreining fyrir brú.*

Efla verkfræðistofa. 2017. *Vistferilsgreining fyrir stálbrú.*

## **Viðauki 1: *Mellomfase***

| PROSJEKTBEKRIVELSE  |                                |
|---|--------------------------------|
| <b>Klimabudsjett for</b><br>VegLCA v4.10. 02.09.20  |                                |
| <b>Informasjon om analysen</b>  |                                |
| Navn på den som har utført analysen   | Mannvit                        |
| Dato for analyse  | 6.3.2023                       |
| Analyseperiode (år)   | 20                             |
| Utslippsfaktorer brukt i analysen   | Europeiske gjennomsnittsdataba |
| Scenario for el-miks  | Scenario 3                     |
| <b>Prosjektinformasjon og forutsetninger for beregninger</b>  |                                |
| Utbyggingsprosjekt  |                                |
| Sted / region   | Velg region                    |
| ÅDT   | 265                            |
| Antall felt   | 2                              |
| Lengde veg i dagen (m)  | 5400                           |
| Lengde veg på bru (m)   | 95                             |
| Lengde med belysning på veg i dagen og bru (m)  | 0                              |
| Lengde tunnel oversjøisk (m)  | 0                              |
| Lengde tunnel undersjøisk (m)   | 0                              |
| Transportavstand: masser ut av anlegg (km)  | 3                              |
| Transportavstand: masser inn til anlegg (km)  | 3                              |
| <b>Beskrivelsestekst</b><br>(Kort beskrivelse av vurderte alternativer, trasévalg, etc. som er relevant.) |                                |
|   |                                |
| <b>Dette beregnes ut fra prosjektinformasjonen</b>  |                                |
| ÅDT: Reasfaltering: frekvens og mengde asfalt   |                                |
| ÅDT: Tunnelklasse: ventilasjon og belysning i drift   |                                |
| Antall felt: Omfang av aktiviteter i sommer- og vinterdrift   |                                |
| Lengde på veg i dagen: Omfang av aktiviteter i sommer- og vinterdrift (ekskl belysning)                   |                                |
| Lengde på bru: Omfang av aktiviteter i sommer- og vinterdrift (ekskl belysning)                           |                                |
| Lengde tunneler: Ventilasjon og belysning i drift   |                                |
| <b>Tips til innfylling av data</b>  |                                |
| Transportavstander for masser: 20 km er default, men den kan endres                                       |                                |
| Analyseperiode: default er 60 år, men den kan endres  |                                |
| Omfatter prosjektet tunnel, må total lengde tunnel angis  |                                |
| Utslippsfaktorer brukt i analysen: Norske gjennomsnittsdataba er standard                                 |                                |
| Scenario for el-miks: Scenario 1 er standard  |                                |

## INPUT

| Materialforbruk                                 |                |             |
|---|----------------|-------------|
| Materialer                                      | Mengde         | Enhet       |
| Asfalt, Agb                                     |                | m2          |
| Asfalt, Ab                                      |                | m2          |
| Asfalt, Ska                                     |                | m2          |
| Asfalt, lavtemperatur                           |                | m2          |
| Asfalt, kaldprodusert                           | 44.700,0       | m2          |
| Bærelag (Ag)                                    |                | m3          |
| Forsterkningslag (pukk)                         | 36.300,0       | am3         |
| Betong, B25, bransjereferanse                   | -              | m3          |
| <b>Betong, B35, bransjereferanse</b>            | <b>1.095,0</b> | <b>m3</b>   |
| Betong, B45, bransjereferanse                   | -              | m3          |
| Betong, B25, lavkarbon klasse B                 | -              | m3          |
| Betong, B35, lavkarbon klasse B                 | -              | m3          |
| Betong, B45, lavkarbon klasse B                 | -              | m3          |
| Betong, B25, lavkarbon klasse A                 | -              | m3          |
| Betong, B35, lavkarbon klasse A                 | -              | m3          |
| Betong, B45, lavkarbon klasse A                 | -              | m3          |
| <b>Betongelement, prefabrikert, lavkarbon C</b> | <b>0,1</b>     | <b>tonn</b> |
| Betongelement, prefabrikert, lavkarbon B        | -              | tonn        |
| Betongelement, prefabrikert, lavkarbon A        | -              | tonn        |
| Sprøytebetong, B35 (uten fiber av stål/plast)   | -              | m3          |
| Injeksjonssement                                | -              | tonn        |
| Fyllingsmateriale, EPS 200                      | -              | m3          |
| Fyllingsmateriale, skumglassgranulat            | -              | m3          |
| Fyllingsmateriale, lettklinker/ekspandert leire | -              | m3          |
| Fyllingsmateriale, grus/pukk                    | 71.500,0       | am3         |
| Isolasjon, XPS 400                              | -              | m3          |
| Kalksementstabilisering (50% kalk, 50% sement)  | -              | tonn        |
| Limtre  | -              | m3          |
| PE-skumplater                                   | -              | m3          |
| Rekkverk, standard vegrekkverk                  | 524,0          | lm rekkverk |
| Rekkverk på bru (kjøresterkt rekkverk i stål)   | 250,0          | lm rekkverk |
| Rør og kummer, betong                           | -              | tonn        |
| Rør og kummer, plast                            | -              | tonn        |
| Støttemur av betong                             | -              | Velg enhet  |
| Støttemur av naturstein                         | -              | Velg enhet  |
| Stål, armering og bolter kamstål                | 180,1          | tonn        |
| Stål, spennarmering                             | 14,8           | tonn        |
| Stål, konstruksjonsstål og annet stål           | 33,4           | tonn        |
| Stål, peler                                     | -              | tonn        |
| Stål, rustfritt/høykvalitet                     | -              | tonn        |
| Stål, spunt                                     | -              | tonn        |
| Tettemembran, plast                             | -              | m2          |
| Trevirke, annet                                 | -              | m3          |

| Anleggsarbeid                             |           |       |
|---|-----------|-------|
| Prosess                                   | Mengde    | Enhet |
| Sprengning dagen (kun sprengning)         | 19.290,0  | pfm3  |
| Sprengning i tunnel (kun sprengning)      | -         | pfm3  |
| Massehåndtering og -graving (alle masser) | 107.100,0 | pfm3  |
| Masser ut av anlegg (kun transport)       | 5.800,0   | pfm3  |
| Masser inn til anlegg (kun transport)     | 40.900,0  | lm3   |
| <b>Arealbeslag</b>                        |           |       |
| Arealtype                                 | Mengde    | Enhet |
| Dyrket mark/matjord                       |           | m3    |
| Myr                                       |           | m3    |
| Skog                                      |           | m2    |

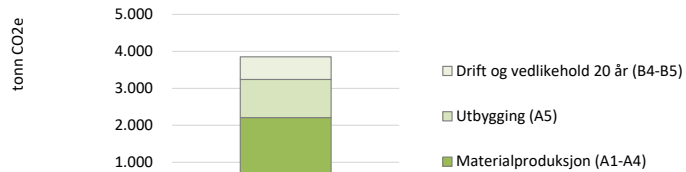
| Tips til utfylling av mengdedata   |  |
|--|--|
| <b>Velg enhet:</b> For materialer med alternative enheter på inputdata, MÅ dette velges  |  |
| <p><b>Asfalt:</b> kan angis i enten m2 eller tonn<br/>Mengder i tonn anbefales, da dette gir mer nøyaktige beregninger<br/>Levetid for slitelaget beregnes fra angitt ÅDT<br/>Det anbefales å velge type asfalt ut fra anbefalinger for ÅDT-klasser</p> <p><b>Betong:</b> her er det mange kvaliteter å velge mellom<br/>Det anbefales å fylle inn for ulike typer så langt det lar seg gjøre<br/>Har man ikke denne type informasjon skal B35, bransjereferanse benyttes.<br/>Dette gjelder også for betongelementer</p> <p><b>Rekkverk:</b> Her skal løpemeter rekkverk angis, dvs total lengde enkelt rekkverk</p> <p><b>Rør og kummer:</b> Siden rør og kummer leveres med ulike dimensjoner og tykkelser må vekt (tonn) av rør og kummer beregnes manuelt. Se fanen <i>Beregningsfaktorer</i> fra rad 50 for vekt av ulike rørtyper</p> <p><b>Støttemur:</b> kan angis i enten mengde i m3 eller areal<br/>Mengde i m3 anbefales, da dette gir mer nøyaktige beregninger</p> <p><b>Spennarmering:</b> kan angis i enten tonn eller mMN</p> <p><b>Sommerdrift</b> (kantslåt, kumtømming, grøfterensk og feiing) beregnes basert på veilengde</p> <p><b>Vinterdrift</b> (brøyting, salt og skiltvask) beregnes basert på veilengde</p> <p><b>Utslippsdata</b><br/>Dersom man har utslippsdata for bestemte materialer tilgjengelig, kan man fylle inn disse i fanen <i>Utslippsfaktorer</i>. Dersom det angis prosjektspesifikke utslippsfaktorer, vil disse overstyre standardfaktorene i beregningene.<br/>Det henvises til brukerveiledning for utfyllende beskrivelse</p> |  |



## RESULTATER - SAMMENDRAG

| Livsløpsfase                       | tonn CO2e    |
|------------------------------------|--------------|
| Materialproduksjon (A1-A4)         | 2.210        |
| Utbygging (A5)                     | 1.031        |
| Drift og vedlikehold 20 år (B4-B5) | 612          |
| <b>Totalt for hele levetiden</b>   | <b>3.854</b> |

Inkludert direkte utslipp på byggeplass, ikke inkludert arealbruksendringer



| Utbygging (A5)   | tonn CO2e    |
|------------------|--------------|
| Anleggsmaskineri | 996          |
| Massetransport   | 34           |
| Elektrisitet     | -            |
| Sprengning       | 2            |
| <b>Sum</b>       | <b>1.031</b> |

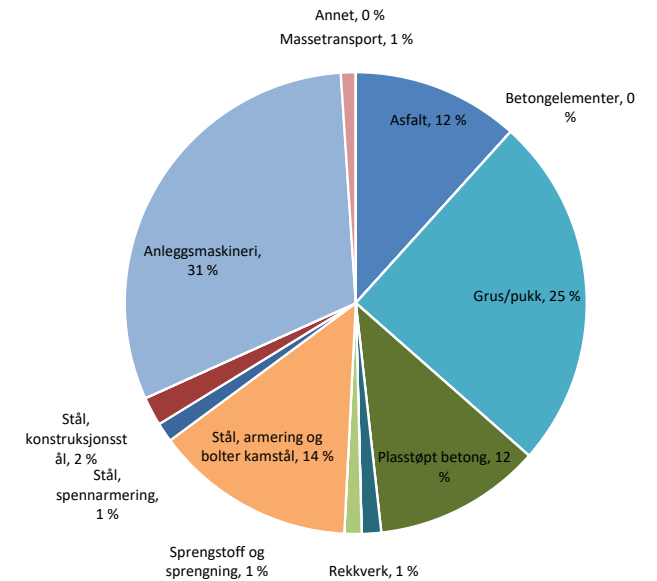
| Drift og vedlikehold 20 år (B4-B5) | tonn CO2e  |
|------------------------------------|------------|
| Anleggsmaskineri                   | 239        |
| Elektrisitet                       | -          |
| Asfalt                             | 164        |
| Strøsalt                           | 184        |
| Andre materialer                   | 24         |
| <b>Sum</b>                         | <b>612</b> |

| Materialproduksjon, aggregert liste (A1-A4) | tonn CO2e      |
|---|----------------|
| Asfalt                                      | 379,2          |
| Betongelementer                             | 0,0            |
| Ekspandert polystyren (EPS)                 | -              |
| Ekstrudert polystyren (XPS)                 | -              |
| Grus/pukk                                   | 803,9          |
| Kalksementstabilisering                     | -              |
| Lettklinker/Ekspandert leire                | -              |
| PE-skumplater                               | -              |
| Plasstøpt betong                            | 380,7          |
| Plastmembran/Geosynteter                    | -              |
| Rekkverk                                    | 44,1           |
| Rør og kummer                               | -              |
| Sement                                      | -              |
| Skumglassgranulat                           | -              |
| Sprengstoff                                 | 36,9           |
| Sprøytebetong                               | -              |
| Støttemur                                   | -              |
| Stål, armering og bolter kamstål            | 456,1          |
| Stål, spennarmering                         | 44,0           |
| Stål, konstruksjonsstål                     | 65,7           |
| Stål, peler                                 | -              |
| Stål, rustfritt/høykvalitet                 | -              |
| Stål, spunt                                 | -              |
| Trevirke                                    | -              |
| <b>Sum</b>                                  | <b>2.210,5</b> |

Grense for å samle i kategori "Annet" 0%

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| Direkte utslipp på byggeplass         | 821 |
| Utslipp arealbeslag/arealbruksendring | -   |

Klimagassutslipp samlet for materialproduksjon og utbygging  
Inkludert direkte utslipp på byggeplass. Ikke inkludert arealbruksendringer



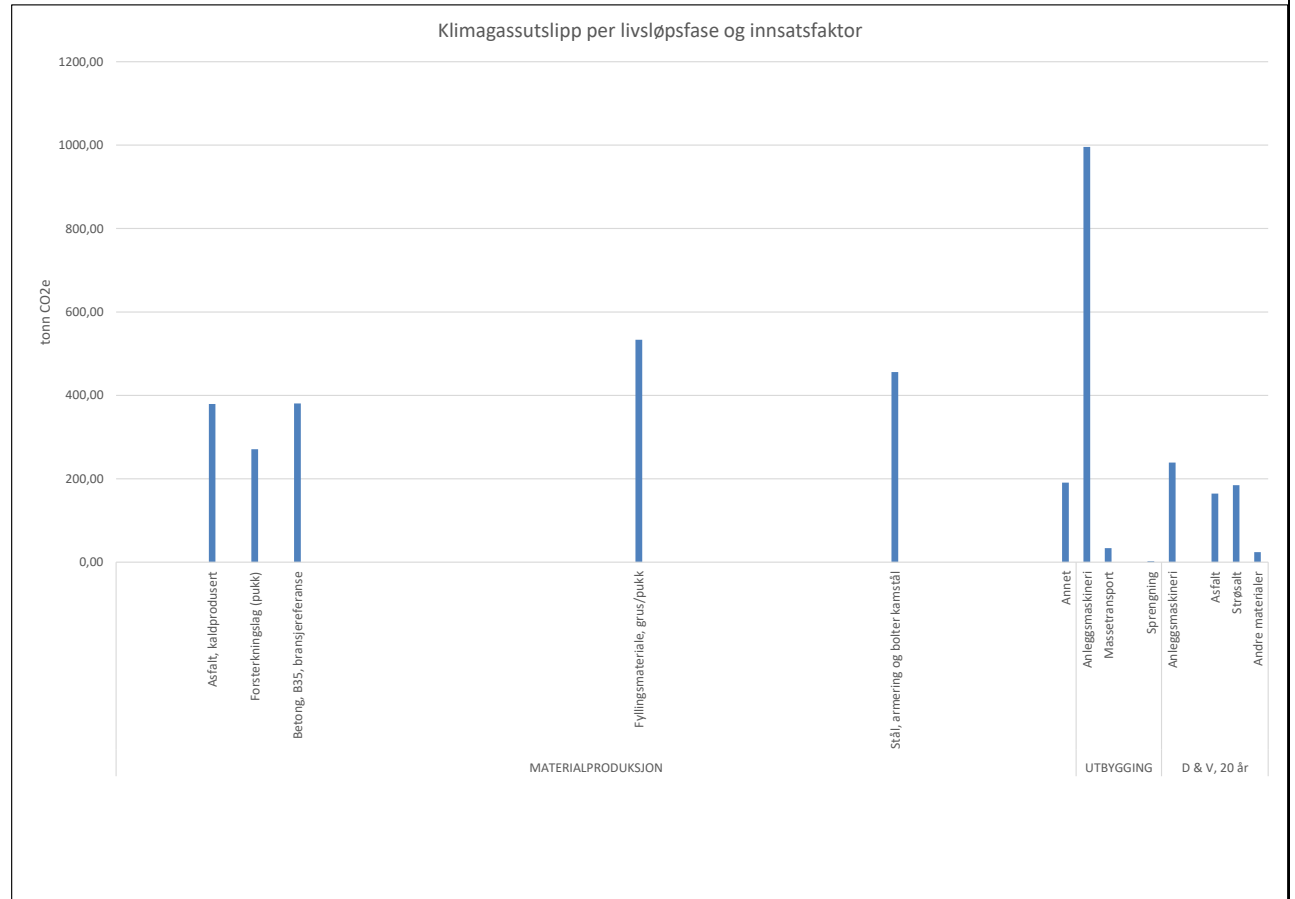
Diesel i anleggsmaskin og massetransport + sprengning

## RESULTATER - MER DETALJERT

| Materialproduksjon (A1-A4)                      | tonn CO2e      |
|---|----------------|
| Asfalt, Agb                                     | -              |
| Asfalt, Ab                                      | -              |
| Asfalt, Ska                                     | -              |
| Asfalt, lavtemperatur                           | -              |
| Asfalt, kaldprodusert                           | 379,2          |
| Bærelag (Ag)                                    | -              |
| Forsterkningslag (pukk)                         | 270,7          |
| Betong, B25, bransjereferanse                   | -              |
| Betong, B35, bransjereferanse                   | 380,7          |
| Betong, B45, bransjereferanse                   | -              |
| Betong, B25, lavkarbon klasse B                 | -              |
| Betong, B35, lavkarbon klasse B                 | -              |
| Betong, B45, lavkarbon klasse B                 | -              |
| Betong, B25, lavkarbon klasse A                 | -              |
| Betong, B35, lavkarbon klasse A                 | -              |
| Betong, B45, lavkarbon klasse A                 | -              |
| Betongelement, prefabrikkert, lavkarbon C       | 0,0            |
| Betongelement, prefabrikkert, lavkarbon B       | -              |
| Betongelement, prefabrikkert, lavkarbon A       | -              |
| Sprøytebetong, B35 (uten fiber av stål/plast)   | -              |
| Injeksjonssement                                | -              |
| Fyllingsmateriale, EPS 200                      | -              |
| Fyllingsmateriale, skumglassgranulat            | -              |
| Fyllingsmateriale, lettklinker/ekspandert leire | -              |
| Fyllingsmateriale, grus/pukk                    | 533,2          |
| Isolasjon, XPS 400                              | -              |
| Kalksementstabilisering (50% kalk, 50% sement)  | -              |
| Limtre  | -              |
| PE-skumplater                                   | -              |
| Rekkverk, standard vegrekkverk                  | 22,5           |
| Rekkverk på bru (kjøresterkt rekkverk i stål)   | 21,5           |
| Rør og kummer, betong                           | -              |
| Rør og kummer, plast                            | -              |
| Støttemur av betong                             | -              |
| Støttemur av naturstein                         | -              |
| Sprengstoff                                     | 36,9           |
| Stål, armering og bolter kamstål                | 456,1          |
| Stål, spennarmering                             | 44,0           |
| Stål, konstruksjonsstål og annet stål           | 65,7           |
| Stål, peler                                     | -              |
| Stål, rustfritt/høykvalitet                     | -              |
| Stål, spunt                                     | -              |
| Tettemembran, plast                             | -              |
| Trevirke, annet                                 | -              |
| <b>Sum</b>                                      | <b>2.210,5</b> |
| <b>Grense for å samle i kategori "Annet"</b>    | <b>3%</b>      |

| Utbygging (A5)   | tonn CO2e    |
|------------------|--------------|
| Anleggsmaskineri | 996          |
| Massetransport   | 34           |
| Elektrisitet     | -            |
| Sprengning       | 2            |
| <b>Sum</b>       | <b>1.031</b> |

| Drift og vedlikehold 20 år (B4-B5) | tonn CO2e  |
|------------------------------------|------------|
| Anleggsmaskineri                   | 239        |
| Elektrisitet                       | -          |
| Asfalt                             | 164        |
| Strøsalt                           | 184        |
| Andre materialer                   | 24         |
| <b>Sum</b>                         | <b>612</b> |



## Viðauki 2: *Senfase*

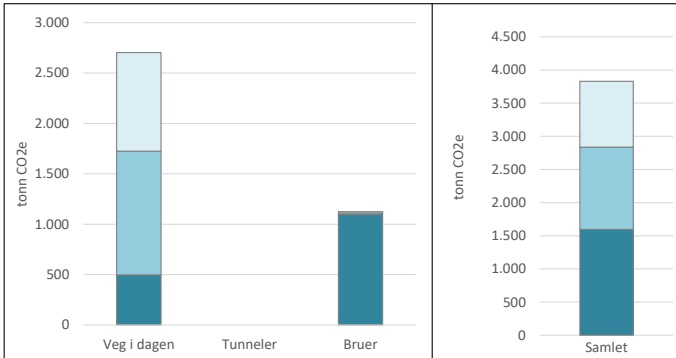
## Resultater for Snæfellsvegur, totalt for 20 års analyseperiode

## Prosjekt- og analysebeskrivelse

|  |                              |   |
|--|------------------------------|---|
| Navn på den som har utført analysen    | Mannvit                      | Inkludert direkte utslipp på byggeplass |
| Dato for analyse                       | 6.3.2023                     | Ikke inkludert arealbruksendringer      |
| Analyseperiode                         | 20 år                        |   |
| Utslippskoeffisienter brukt i analysen | Europeiske gjennomsnittsdata |   |
| Scenario for el-miks                   | Scenario 3                   |   |
| Utbyggingsprosjekt                     | Snæfellsvegur                |   |
| Vegtype                                | Avkjørselsregulert hovedveg  |   |
| ÅDT                                    | 265                          |   |
| Fartsgrense                            | 90 km/t                      |   |
| Antall felt                            | 2                            |   |
| Vegbredde                              | 8 m                          |   |
| Vegstrekingens totale lengde           | 5.495 m                      |   |
| Veg i dagen                            | 5.400 m                      | 98%                                     |
| Tunnel                                 | - m                          | 0%                                      |
| Bru                                    | 95 m                         | 2%                                      |

| Klimagassutslipp fordelt på livsløpsfase og vegkomponent [tonn CO2e] |              |          |              |              |
|--|--------------|----------|--------------|--------------|
| Livsløpsfase   | Veg i dagen  | Tunneler | Bruer        | Sum          |
| Materialproduksjon (A1-A4)   | 498          | -        | 1.097        | 1.594        |
| Utbygging (A5)   | 1.228        | -        | 14           | 1.243        |
| D&V 20 år (B4-B5)  | 978          | -        | 14           | 991          |
| <b>Sum</b>   | <b>2.704</b> | -        | <b>1.124</b> | <b>3.828</b> |

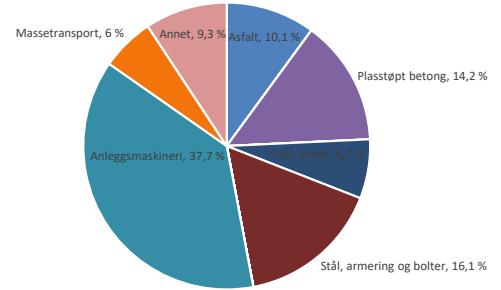
Inkludert direkte utslipp på byggeplass, ikke inkludert arealbruksendringer



■ Materialproduksjon (A1-A4) ■ Utbygging (A5) □ D&amp;V 60 år (B4-B5)

## Klimagassutslipp samlet for materialproduksjon og utbygging

Grense for å samle i kategori "Annet" 5%



## Klimagassutslipp, materialproduksjon, aggregert liste (A1-A4)

| Materialkategori                 | tonn CO2e    | Andel       |
|----------------------------------|--------------|-------------|
| Asfalt                           | 285          | 18%         |
| Betongelementer                  | -            | 0%          |
| Betonghvelv                      | -            | 0%          |
| Plasstøpt betong                 | 403          | 25%         |
| Sement                           | -            | 0%          |
| Sprøytebetong                    | -            | 0%          |
| Stål, annet                      | 189          | 12%         |
| Stål, armering og bolter kamstål | 457          | 29%         |
| Stål, konstruksjonsstål          | 95           | 6%          |
| Stål, peler                      | -            | 0%          |
| Stål, spennarmering              | -            | 0%          |
| Stål, spunt                      | -            | 0%          |
| Aluminium                        | -            | 0%          |
| EPS/XPS                          | -            | 0%          |
| Plast                            | -            | 0%          |
| Grus/pukk                        | 101          | 6%          |
| Kalksementstabilisering          | -            | 0%          |
| Lettklinker/Ekspandert leire     | -            | 0%          |
| Skumglassgranulat                | -            | 0%          |
| Sprengstoff                      | 54           | 3%          |
| Trevirke                         | 4            | 0%          |
| Rundsum                          | -            | 0%          |
| Annet                            | 6            | 0%          |
| <b>Sum</b>                       | <b>1.594</b> | <b>100%</b> |

|  |              |                   |
|--|--------------|-------------------|
| Direkte utslipp på byggeplass                            | 1.005        | tonn CO2e         |
| Diesel i anleggsmaskin og massetransport + sprengning    | 26,3 %       | av totale utslipp |
| Utslipp knyttet til arealbeslag/arealbruksendring        | -            | tonn CO2e         |
| <b>Totalt for hele levetiden inkl. arealbruksendring</b> | <b>3.828</b> | <b>tonn CO2e</b>  |

| Klimagassutslipp per hovedprosess [tonn CO2e] |              |          |              |              |
|---|--------------|----------|--------------|--------------|
| Hovedprosess                                  | Veg i dagen  | Tunneler | Bruer        | SUM          |
| 01: Forberedende tiltak mm                    | -            | -        | -            | -            |
| 02: Sprengning og masseflytting               | 907          | -        | -            | 907          |
| 03: Tunneler                                  | -            | -        | -            | -            |
| 04: Grøfter, kummer og rør                    | 124          | -        | -            | 124          |
| 05: Vegfundament                              | 313          | -        | -            | 313          |
| 06: Vegdekke                                  | 636          | -        | -            | 636          |
| 07: Vegutstyr og miljøtiltak                  | 18           | -        | -            | 18           |
| 08: Bruer og kaier                            | -            | -        | 1.124        | 1.124        |
| Annet   | 702          | -        | -            | 702          |
| Sprengning (detonasjon, A5)                   | 3            | -        | 0            | 3            |
| <b>SUM</b>                                    | <b>2.704</b> | <b>-</b> | <b>1.124</b> | <b>3.828</b> |

Samlet for materialproduksjon, Utbygging, D&V 20 år

Inkludert direkte utslipp på byggeplass, ikke inkludert arealbruksendringer

|  |
|--|
| <b>Antall spesifikke faktorer benyttet i analysen:</b> |
| <b>6</b>   |
| <b>HUSK DOKUMENTASJON</b>                              |

| Klimagassutslipp per innsatsfaktor i utbygging (A5) |              |             |
|---|--------------|-------------|
| Materialkategori                                    | tonn CO2e    | Andel       |
| Sprengning  | 3            | 0%          |
| Rundsum poster                                      | -            | 0%          |
| Anleggsmaskineri                                    | 1.069        | 86%         |
| Massetransport                                      | 171          | 14%         |
| Elektrisitet  | -            | 0%          |
| <b>Sum</b>  | <b>1.243</b> | <b>100%</b> |

| Klimagassutslipp per innsatsfaktor i Drift og vedlikehold 20 år (B4-B5) |            |             |
|---|------------|-------------|
| Materialkategori  | tonn CO2e  | Andel       |
| Asfalt  | 247        | 25%         |
| Betongelementer   | -          | 0%          |
| Betonghvelv   | -          | 0%          |
| Plasstøpt betong  | -          | 0%          |
| Sement  | -          | 0%          |
| Sprøytebetong   | -          | 0%          |
| Stål, annet   | 16         | 2%          |
| Stål, armering og bolter kamstål  | -          | 0%          |
| Stål, konstruksjonsstål   | -          | 0%          |
| Stål, peler   | -          | 0%          |
| Stål, spennarmering   | -          | 0%          |
| Stål, spunt   | -          | 0%          |
| Aluminium   | -          | 0%          |
| EPS/XPS   | -          | 0%          |
| Plast   | -          | 0%          |
| Grus/pukk   | -          | 0%          |
| Kalksementstabilisering   | -          | 0%          |
| Lettklinker/Ekspandert leire  | -          | 0%          |
| Skumglassgranulat   | -          | 0%          |
| Sprengstoff   | -          | 0%          |
| Strøsalt  | 451        | 45%         |
| Trevirke  | -          | 0%          |
| Rundsum   | -          | 0%          |
| Anleggsmaskineri  | 272        | 27%         |
| Elektrisitet  | -          | 0%          |
| Annet   | 5          | 1%          |
| <b>Sum</b>  | <b>991</b> | <b>100%</b> |