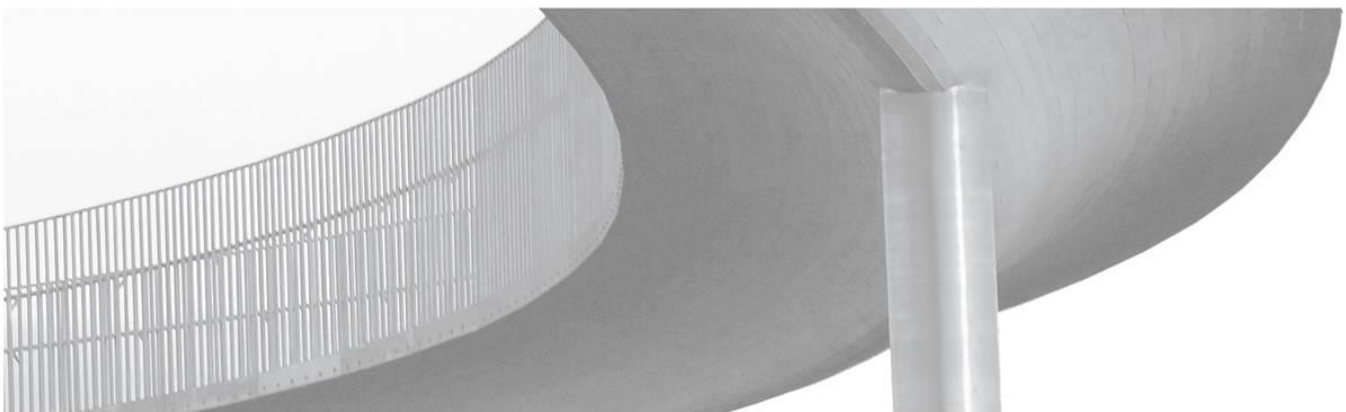




## ÞRÓUN Á ENDAFRÁGANGI BRÚARMANNVIRKJA

Staðfærsla og eftirfylgni á þróun á endafrágangi brúarmannvirkja til að lágmarka viðhald vega við brúarenda

31.03.2021





## SKÝRSLA – UPPLÝSINGABLAÐ

### SKJALALYKILL

2970-296-SKY-002-V01

### SKÝRSLUNÚMÉR / SÍÐUFJÖLDI

02/34

### VERKEFNISSTJÓRI / FULLTRÚI VERKKAUPA

Guðrún Þóra Garðarsdóttir

### VERKEFNISSTJÓRI EFLA

Magnús Arason

### LYKILORÐ

Vegir, brýr, viðhald, LCC

### STAÐA SKÝRSLU

- Drög
- Drög til yfirlustrar
- Lokið

### DREIFING

- Opin
- Dreifing með leyfi verkkaupa
- Trúnaðarmál

### TITILL SKÝRSLU

ÞRÓUN Á ENDAFRÁGANGI BRÚARMANNVIRKJA

Staðfærsla og eftirfylgni á þróun á endafrágangi brúarmannvirkja til að lágmarka viðhald vega við brúarenda

### VERKHEITI

Þróun á endafrágangi brúarmannvirkja til að lágmarka viðhald vega við brúarenda

### VERKKAUPI

Rannsóknarsjóður Vegagerðarinnar

### HÖFUNDAR

Ingvar Hjartarson, Magnús Arason

### ÚTDRÁTTUR

Brúm án þensluraufa, þ.e. samfelldum- eða hlutasamfelldum brúm, hefur fjölgað á Íslandi undanfarna áratugi, sérstaklega fyrir brýr upp að 100 m lengd [1].

Algengasta sjáanlega vandamálið við brýr án þensluraufa eru sprungur eða dældir í slitlaginu við brúarenda [1], [2]. Orsakir skemmdanna í slitlaginu geta verið margslungnar en algengustu ástæðurnar eru láréttar hreyfingar brúarenda, mismunasig jarðvegs, niðurbrots- og veðrunarvandamál og samþjöppun bakfyllingar [3] [4] [5].

Í fyrri hluta rannsóknarverkefnisins [6] var farið yfir kosti og galla samfelldra- og hlutasamfelldra brúa ásamt kynningu á tillögu að endurbættum brúarenda. Aðgerðirnar miða að því að búa til vegfyllingu við brúarendann sem getur fylgt hreyfingum brúarendans vegna hitabreytinga án þess að brotna niður og dempa áhrif frá jarðþrýstingi sem hlýst af lengingu brúargólfs. Endurbættur frágangur brúarendans nýtir m.a. frauðplast, jarðvegsdúka, malbiksstyrkingar og innspennta sigplötu. Í þessum hluta rannsóknarverkefnisins er viðhaldspörf brúa á höfuðborgarsvæðinu með mismunandi endafrágangi borin saman, breytti brúarendinn er staðfærður á samanburðarbrýr með klæðingu sem fyrirhugað er að byggja og vöktunaráætlun samanburðarbrúnna er kynnt.

**ÚTGÁFUSAGA**

---

<u>NR.</u>	<u>HÖFUNDUR</u>	<u>DAGS.</u>	<u>RÝNT</u>	<u>DAGS.</u>	<u>SAMÞYKKT</u>	<u>DAGS.</u>
01	Ingvar Hjartarson	27.01.21	Magnús Arason	30.03.21	Magnús Arason	31.03.21
Áfangaskýrsla 2.						

---

## SAMANTEKT

Brúm án þensluraufa, þ.e. samfelldum- eða hlutasamfelldum brúm, hefur fjölgað á Íslandi undanfarna áratugi, sérstaklega fyrir brýr upp að 100 m lengd [1].

Algengasta sjáanlega vandamálið við brýr án þensluraufa eru sprungur eða dældir í slitlaginu við brúarenda [1], [2]. Orsakir skemmdanna í slitlaginu geta verið margslungnar en algengustu ástæðurnar eru láréttar hreyfingar brúarenda, mismunasig jarðvegs, niðurbrots- og veðrunarvandamál og samþjöppun bakfyllingar [3] [4] [5].

Í fyrri hluta rannsóknarverkefnisins [6] var farið yfir kosti og galla samfelldra- og hlutasamfelldra brúa ásamt kynningu á tillögu að endurbættum brúarenda. Aðgerðirnar miða að því að búa til vegfyllingu við brúarendann sem getur fylgt hreyfingum brúarendans vegna hitabreytinga án þess að brotna niður, og dempa áhrif frá jarðþrýstingi sem hlýst af lengingu brúargólfs. Endurbættur frágangur brúarendans nýtir m.a. frauðplast, jarðvegsdúka, malbiksstyrkingar og innspennta sigplötu.

Í þessum hluta rannsóknarverkefnisins er viðhaldspörf brúa á höfuðborgarsvæðinu með mismunandi endafrágangi borin saman, breytti brúarendinn er staðfærður á samanburðarbrýr með klæðingu sem fyrirhugað er að byggja og vöktunaráætlun samanburðarbrúnna er kynnt.

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>SAMANTEKT</b>	<b>5</b>
<b>1 INNGANGUR</b>	<b>9</b>
<b>2 SAMANBURÐUR Á VIÐHALDSPÖRF 50-70 M LANGRA BRÚA Á HÖFUÐBORGARSVÆÐINU</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Samanburðarbrýr</b>	<b>11</b>
2.1.1 Brúin yfir Úlfarsá á Fellsvegi	11
2.1.2 Brúin yfir Úlfarsá á Korpúlfsstaðavegi	12
2.1.3 Brú yfir Suðurlandsveg á Bæjarhálsi	14
2.1.4 Brú yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi	15
<b>2.2 Mat á viðhaldspörf við brúarenda</b>	<b>17</b>
2.2.1 Sjónrænt ástandsmat	17
2.2.2 Viðgerðasaga brúarendana	21
2.2.3 Umfjöllun	22
<b>3 STAÐFÆRSLA BRÚARENDA Á HORNAFJARÐARFLJÓT</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Fyrirhugaðar brýr</b>	<b>24</b>
<b>3.2 Upprunaleg hönnun brúarendans</b>	<b>25</b>
<b>3.3 Breytingar á brúarendanum</b>	<b>27</b>
<b>4 VÖKTUNARÁÆTLUN</b>	<b>30</b>
<b>5 LOKAORÐ</b>	<b>31</b>
<b>6 HEIMILDASKRÁ</b>	<b>33</b>

## MYNDASKRÁ

<b>MYND 1</b> Tillagan að bættum endafrágangi felur í sér 1) tengingu sigplötunnar við brúargólf með ryðfríum járnnum, 2) styrkingu malbiks með neti, 3) jarðvegsdúka ofan við sigplötu, 4) fínkorna fyllingarefni við enda sigplötunnar, 5) frauðplast við endabita brúarinnar og 6) lengda sigplötu sem þynnist út frá brúarendanum. Ónefndar einingar í mm. _____	10
<b>MYND 2</b> Frágangur brúarendans á brúnni yfir Úlfarsá á Fellsvegi. _____	12
<b>MYND 3</b> Grunnmynd af endafrágangi brúarinnar á Korpúlfsstaðarvegi. _____	13
<b>MYND 4</b> Brúargólfið er framlengt um 2 m fyrir aftan endastöpla brúarinnar. _____	13
<b>MYND 5</b> Frágangur brúarendans á brúnni yfir Úlfarsá á Korpúlfsstaðarvegi. _____	14
<b>MYND 6</b> Frágangur brúarendans á brúnni yfir Suðurlandsveg á Bæjarhálsi _____	14
<b>MYND 7</b> Brú yfir Suðurlandsveg á Bæjarhálsi, febrúar 2021 _____	15
<b>MYND 8</b> Brú yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi _____	16
<b>MYND 9</b> Sigplata á brú yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi _____	16
<b>MYND 10</b> Brú yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi, yfirborð vegsins er slétt sunnan megin við enda sigplötunnar, mynd tekin af ja.is (júlí 2019). _____	16
<b>MYND 11</b> Brú yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi, fúgan norðan megin er illa farin, mynd tekin af ja.is (júlí 2019). _____	17
<b>MYND 12</b> Ástand brúarendans á Fellsvegi þann 16. nóvember 2020 _____	17
<b>MYND 13</b> Ástand nyrðri enda brúarinnar á Korpúlfsstaðarvegi _____	18
<b>MYND 14</b> Ástand syðri enda brúarinnar á Korpúlfsstaðarvegi _____	18
<b>MYND 15</b> Greinilegt sig á vegfyllingunni við suðvestur horn brúarinnar á brúnni á Korpúlfsstaðarvegi _____	18
<b>MYND 16</b> Brú yfir Suðurlandsveg á Bæjarhálsi _____	19
<b>MYND 17</b> Brú yfir Suðurlandsveg á Bæjarhálsi, austan megin. Mynd tekin af Ja.is síðan júlí 2017. _____	20
<b>MYND 18</b> Brú yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi, þensluraufin sunnan megin til vinstri og norðan megin til hægri, mynd tekin í mars 2021. _____	20
<b>MYND 19</b> Brú yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi, dýpstu holurnar ná niður í þensluraufina, mars 2021. _____	21
<b>MYND 20</b> Brú yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi, þensluraufin fyrir gangandi vegfarendur full af sandi, mars 2021. _____	21
<b>MYND 21</b> Eina viðgerðin sem Mosfellsbær hefur gert nálægt brúnni var framkvæmd árið 2016. _____	22
<b>MYND 22</b> Vængirnir á brúnni yfir Þorskafjörð eru samsíða veginum. _____	25
<b>MYND 23</b> Vængirnir á brúnni yfir Hornafjarðarfljót eru bogadregnir. _____	25
<b>MYND 24</b> Endastólpi brúarinnar, úr teiknisetti brúarinnar _____	26
<b>MYND 25</b> Stærð endabitans og frágangur úrtaka fyrir kapla, úr teiknisetti brúarinnar _____	26
<b>MYND 26</b> Horft aftan á endabita brúarinnar, úr teiknisetti brúarinnar _____	26
<b>MYND 27</b> Stærð og lögun sigplötunnar ásamt tengingu sigplötunnar við endabitann, úr teiknisetti brúarinnar _____	27
<b>MYND 28</b> Tillaga að breyttum brúarenda á Hornafjarðarfljóti. _____	28
<b>MYND 29</b> Frágangur brúarenda yfir akkerum spennikaplanna. _____	28



## 1 INNGANGUR

Brúm án þensluraufa, þ.e. samfelldum- eða hlutasamfelldum brúm, hefur fjölgað á Íslandi undanfarna áratugi, sérstaklega fyrir brýr upp að 100 m lengd [1]. Algengasta sjáanlega vandamálið við endann á brúm án þensluraufa eru sprungur eða dældir í slitlaginu við brúarendana [1]. Orsakir skemmdanna í slitlaginu geta verið margslungnar en algengastar eru niðurbrot fyllingar vegna láréttar hreyfingar brúarenda, mismunasigs jarðvegs, veðrunarvandamála og samþjöppunar [3] [4] [5].

Gylfi Sigurðsson og Helgi Ólafsson [1] rannsökuðu ástand þriggja langra brúa á Íslandi með kröfur norskra brúarhönnunarregla [7] til hliðsjónar og til að meta hvort að á Íslandi hefðu verið byggðar of langar brýr án þensluraufa. Niðurstaða þeirra var að yfirlög í aðlægum vegum sýndu ummerki um að þjöppuð fylling væri að síga og að þetta gæti haft áhrif á aksturseiginleika við brýrnar og minnkað umferðaröryggi. Þeirra niðurstaða var að ráðleggja ætti notkun þensluraufa fyrir brýr lengri en 120 m.

Brýrnar sem voru rannsakaðar [1] hafa frekar stuttar ( $\leq 3$  m) sigplötur miðað við lengd brúnna og engar sérstakar ráðstafanir voru gerðar við enda brúnna til að koma í veg fyrir sig vegfyllingarinnar. Margar rannsóknir hafa verið gerðar erlendis á því hvernig hægt væri að bæta frágang við brúarenda samfelldra brúa, sjá t.d. umfjöllun í fyrri hluta verkefnisins [6], og í flestum þeirra er mælt með notkun frauðplasts [8] [9] [10] [11], jarðvegsstyrkinga [9] [2], viðeigandi fyllingarefna [5] [12] og sigplatna [2] [13] við brúarendana.

Í fyrri hluta rannsóknarverkefnisins [6] var tillaga að endurbættum brúarenda fyrir brú með malbiksslitlagi kynnt, sjá mynd 1. Endurbætti brúarendinn nýtir m.a. frauðplast, jarðvegsdúka, malbiksstyrkingar og innspennta sigplötu við frágang brúarendans. Brýr með þessum brúarenda geta verið hlutasamfelldar, þ.e. með endastöpla á legum en án fúgu, eða samfelldar, þ.e. með endastöpla án lega og fúga. Útgangspunktur í hönnuninni er að engar fúgur eru við brúarendana.

Rétt er að benda á að gera þarf greinarmun á endafrágangi brúa eftir slitlagsgerð vegar. Þar sem vegur er malbikaður að brú getur farið vel á að malbika brúna einnig, með styrkingardúk milli malbikslaga. Sú lausn virðist gefa góða raun í Skaudalen í Noregi eins og rakið í fyrstu áfangaskýrslu verkefnisins [6]. Hér á landi eru hins vegar ekki margar brýr um og yfir 100 m langar með malbiki á vegi. Hérlandis er því þörf á að aðlaga nýjan brúarenda að vegum með klæðingu.



## 2 SAMANBURÐUR Á VIÐHALDSPÖRF 50-70 M LANGRA BRÚA Á HÖFUÐBORGARSVÆÐINU

Við val á því hvaða brýr koma til greina sem samanburðarbrýr við mat á nýrri lausn í brúarendafrágangi var annars vegar horft til þeirra brúa sem hafa verið byggðar með svipuðum frágangi og lagt var til í fyrri hluta verkefnisins [6] og hins vegar brúa af svipaðri stærð sem einnig eru í rekstri.

### 2.1 Samanburðarbrýr

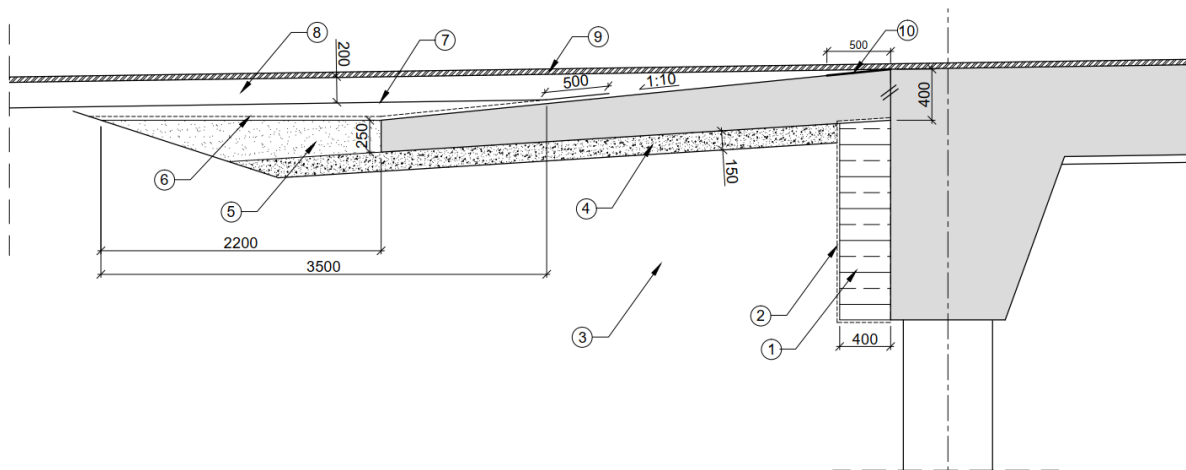
Flestar samfelldar- eða hlutasamfelldar brýr á Íslandi hafa sigplötu en fáar hafa aðra þætti af þeim sem lagðir voru til fyrir nýjan endafrágang í fyrri hluta rannsóknarverkefnisins. Brúin yfir Úlfarsá á Fellsvegi í Úlfarsárdal (malbiksslitlag) er þó dæmi um brú sem nýtir flest atriðin sem lögð voru til fyrir hönnun brúarenda í fyrri rannsóknarverkefni. Engar brýr eru þekktar héraðs með endafrágangi sem líkist því sem hér er kynnt og klæðingu sem slitlag á aðlægum vegi. Ákveðið var því að bera brúna yfir Úlfarsá á Fellsvegi lauslega saman við brýr yfir Úlfarsá á Korpúlfsstaðarvegi, yfir Suðurlandsveg á Bæjarhálsi og yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi. Þessar 3 samanburðarbrýr hafa hefðbundnari endafrágang en brúin yfir Úlfarsá á Fellsvegi, og með hefðbundnari er hér átt við algengari sé horft til brúa frá svipuðum byggingartíma á Íslandi.

#### 2.1.1 Brúin yfir Úlfarsá á Fellsvegi

Brúin yfir Úlfarsá var hönnuð af EFLU í júní 2015 og er 46 m löng samfelld (e. integral) brú í þremur höfum. Brúin er eftirspennt plötubrú úr steinsteypu og með tvöföldu lagi af malbiki. Frágang brúarendans má sjá á mynd 2. Sigplatan er 4 m löng þynnist út frá brúarendanum og er tengd við endabitann með liggjandi járnum í bæði efri- og neðri brún. Við brúarendann er einnig notað:

1. Frauðplast (EPS) bakvið endabitann
2. Plastdúk LDPE til að vatnsverja frauðplastið
3. Frostþolna, burðar- og þjöppunarhæfa fyllingu
4. Jöfnunarlag úr púkkmulningi 22-60 mm undir sigplötuna
5. Fyllingu úr núnu sjávarefni 4-8 mm við enda sigplötunnar
6. Ofinn pólýester dúk með miklum togstyrk (150 kN/m) ofan við sandinn

7. Pólýprópýlen jarðvegsstyrktarnet með lágmarksstyrk 30 kN/m í báðar áttir, lágmarksteygju við hámarksálag 10%, möskvastærð 60-70 mm í báðar áttir. Netið er látið ná 500 mm inn á sigplötuna og er staðsett á milli fyllingar og púkkmulnings
8. 200 mm þykkun púkkmulning,
9. Malbik lagt í tveimur lögum
10. Vatnsvarnarlag undir malbik.

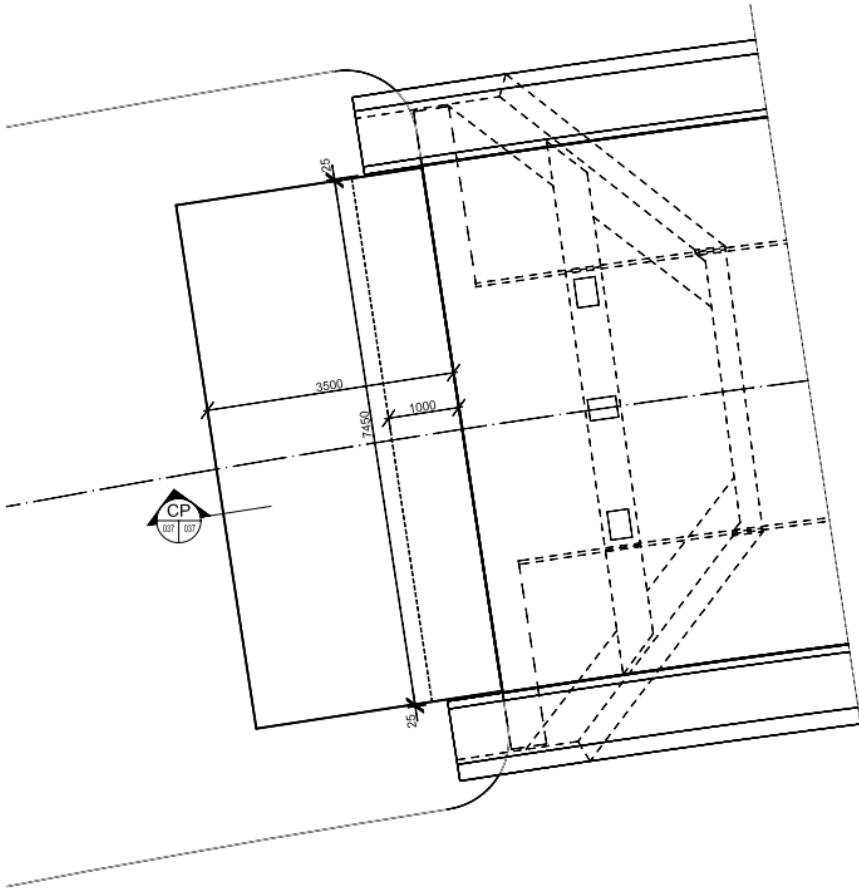


**MYND 2** Frágangur brúarendans á brúnni yfir Úlfarsá á Fellsvegi.

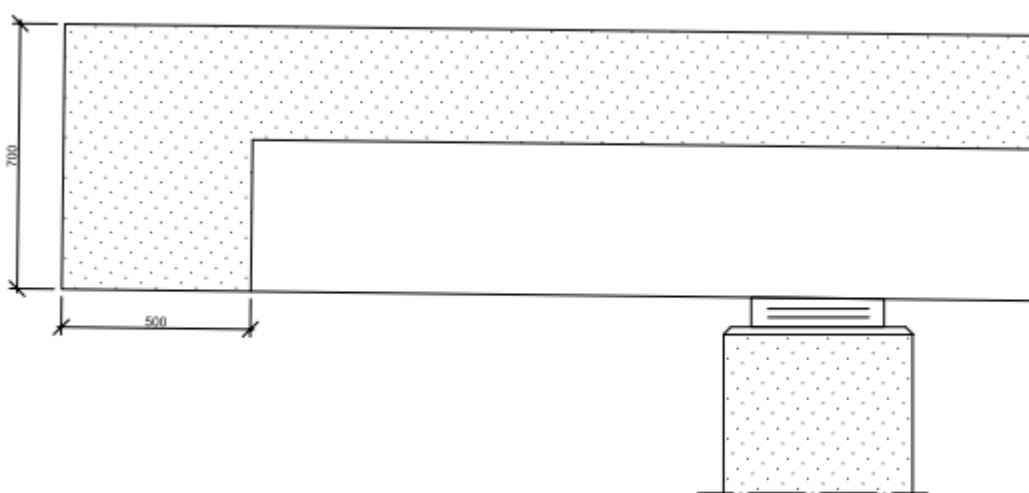
### 2.1.2 Brúin yfir Úlfarsá á Korpúlfsstaðavegi

Ákveðið var að bæta við brúnni á Korpúlfsstaðavegi við í samanburðinn þar sem frágangur brúarinnar er nokkuð algengur fyrir vegamótabrýr á höfuðborgarsvæðinu. Frágangurinn var mikið notaður t.d. hjá Línuhönnun fyrir meira en 10 árum síðan en er ekki mikið tekinn í dag. Lausnin felst í að lengja brúargólfið um 2 m aftan við endastöpulinn og sigplatan látin ganga ská niður, innspennt í enda brúargólfsins, sjá myndir 3-5. Brúin hefur því ekki hefðbundinn endabita sem þrýstir á jarðveginn við láréttar færslur heldur einungis skáhallandi sigplötu.

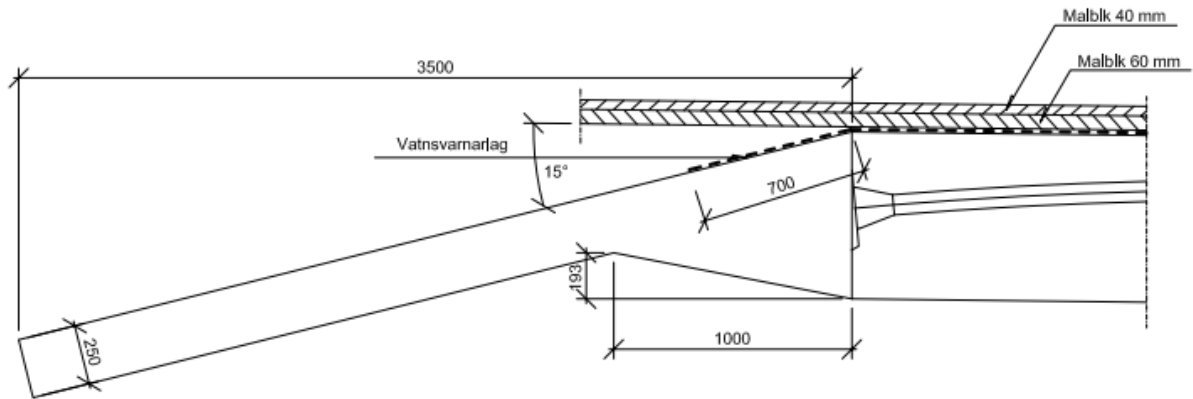
Heildarlengd brúarinnar á Korpúlfsstaðarvegi er 52,8 m og hún var byggð árið 2005. Brúin er hlutasamfelld í þremur höfum en millistöplarnir eru steptir fastir við brúargólfið en legur eru á endastöplum brúarinnar. Fjarlægðin á milli leganna er 48,4 m þar sem endi brúarinnar er útkragandi um 2 m frá legunum. Brúin er eftirspennt plötubrú úr steinsteypu og með tvöföldu lagi af malbiki. Frágangur brúarendans má sjá á mynd 5. Sigplatan er 3,5 m löng og er tengd með vægisstífri tengingu í enda brúargólfsins.



MYND 3 Grunnmynd af endafrágangi brúarinnar á Korpúlfsstaðarvegi.



MYND 4 Brúargólfið er framleengt um 2 m fyrir aftan endastöpla brúarinnar.

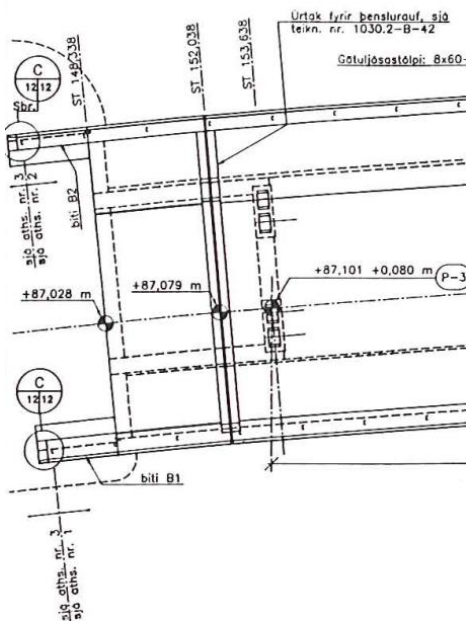


Steypt ofan á þjappaða jarðvegssyllingu

**MYND 5** Frágangur brúarendans á brúnni yfir Úlfarsá á Korpúlfsstaðarvegi.

### 2.1.3 Brú yfir Suðurlandsveg á Bæjarhálsi

Brúin er um 25 ára gömul, eftirspennt plötubrú, með Waboflex SR4 fúgur í báðum endum. Aðalhöfin eru 2, og er um 53 m lengd milli fúganna. Landmegin við fúguna er minni plata sem hvílir á veggjum landstöpuls. Sjá mynd 6.



**MYND 6** Frágangur brúarendans á brúnni yfir Suðurlandsveg á Bæjarhálsi

Á brúnni er ekki malbiksslitlag, heldur steyp slitlag. Fúgurnar eru nokkuð farnar að láta á sjá, sjá mynd 7.



**MYND 7** Brú yfir Suðurlandsveg á Bæjarhálsi, febrúar 2021

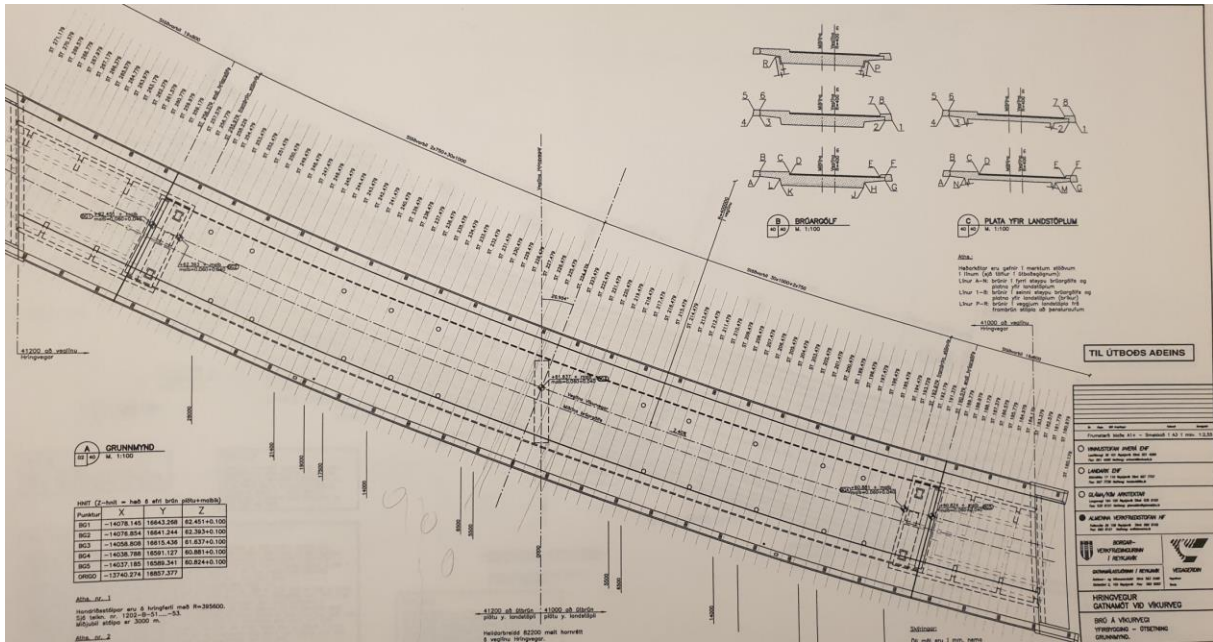
#### 2.1.4 Brú yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi

Brúin er frá 2002, í tveim aðalhöfum, samtals um 67 m, milli endastöpla. Aftan við endastöplana er um 1,5 m útkrag í báðum endum og þar er fúga milli brúarplötunnar og frekar efnismikillar plötu ofan á landstöplum, sjá mynd 8. Fúgan er Tensa Grip GL80. Samkvæmt hönnunarteikningum voru fimm hugmyndir lagðar fram við útfærslu seinna malbikslagsins við fúgunar:

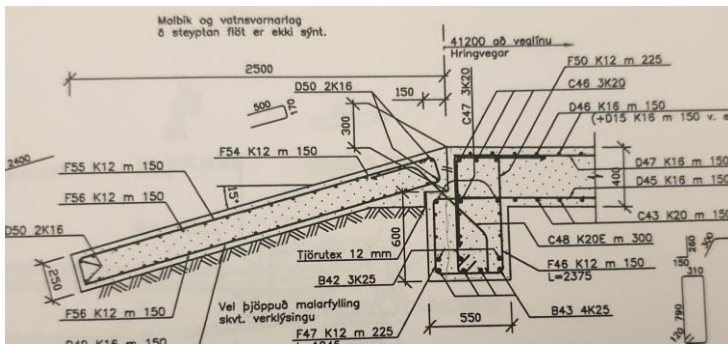
1. Hækka fúguna með því að sjóða nýjan Tensa Grip GU40 ofan á Rensa Grip GL 80 stálprófflana og malbika að upphækkuðu þenslufúgunni.
2. Fláa malbikið úr 100 mm í 60 mm og sleppa því að hækka þensluraufarstálið og styrkja malbikið með PMS-4.
3. Fláa malbikið úr 100 mm í 80 mm og styrkja samruna malbikslaganna næst þensluraufinni með Glasgrid glertregjaneti.
4. Skoða valmöguleikann á að malbika yfir þensluraufina, ofan á stálplötu og styrkja með GlasGrid glertrefjaneti sem ræður við 10 mm hreyfingu. Gera megi ráð fyrir litlum sprungum vegna glertrefjanetsins en akstursegginleikar ættu ekki að vera skertir og núverandi fúga ætti að tryggja vatnspéttni.
5. Proflex Spandec þenslurauf lögð í malbikið yfir fúgunni. Hún er heil yfir núverandi fúgu, líkt og 4 en ræður við allt að 50 mm hreyfingu.

Við lögn seinna malbiksins virðist valkostur 4 hafa verið farinn. Ekki er vitað hvort glertrefjanet hafi verið notað á milli malbikslaganna.

Við endann á plötunni yfir landstöplunum er siglata við neðri brún slitlags.



MYND 8 Brú yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi



MYND 9 Siglata á brú yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi

Þessari lausn svipar til brúarinnar á Bæjarhálsi en þó er slitlag á brúnni hér malbikað.

Landstöplarnir eru mjög stífir og slitlag virðist ekki slitna við siglötuna, sjá mynd 10. Fúgan við aðalbrúargólfið er hins vegar ryðguð og illa farin og ójafna er í yfirborði við fúguna, sjá mynd 11.



MYND 10 Brú yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi, yfirborð vegsins er slétt sunnan megin við enda siglötunnar, mynd tekin af ja.is (júlí 2019).





**MYND 11** Brú yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi, fúgan norðan megin er illa farin, mynd tekin af ja.is (júlí 2019).

## 2.2 Mat á viðhaldspörf við brúarenda

### 2.2.1 Sjónrænt ástandsmat

Farin var vettvangsferð að skoða brýrnar yfir Úlfarsá á Fellsvegi og Korpúlfsstaðavegi þann 16. nóvember 2020 þegar hitastigið var um frostmark. Engar sýnilegar skemmdir sást á malbikinu á Fellsvegi við brúarendana, sjá mynd 12, en bæði greinilegar skemmdir og merki um nýlegar viðgerðir sást við brúna á Korpúlfsstaðarvegi, sjá myndir 13 - 14. Enn fremur sást ummerki um sig á jarðveginum við enda vængja brúarinnar á Korpúlfsstaðaveginum, sjá mynd 15



**MYND 12** Ástand brúarendans á Fellsvegi þann 16. nóvember 2020



**MYND 13** Ástand nyrðri enda brúarinnar á Korpúlfsstaðavegi



**MYND 14** Ástand syðri enda brúarinnar á Korpúlfsstaðavegi



**MYND 15** Greinilegt sig á vegfyllingunni við suðvestur horn brúarinnar á brúnni á Korpúlfsstaðavegi

Í samanburðinum verður að taka tillit til þess að brúin á Korpúlfsstaðarvegi er byggð árið 2005 en brúin á Fellsveginum er byggð árið 2015. Skemmdirnar á suður enda brúarinnar á malbiksskilunum á Korpúlfsstaðavegi voru um 7-9 m fyrir aftan enda sigplötunnar og því ólíklegt að þær skemmdir megi rekja frágangs brúarendans. Skemmdirnar á nyrðri enda brúarinnar eru hins vegar beint fyrir ofan sigplötuna og rétt fyrir aftan sigplötuna.

Legurnar á brúnni á Korpúlfsstaðavegi eru ekki sýnilegar og því var ekki hægt að meta færslu brúarinnar eða skrið og rýrnun brúarinnar. Þar sem brúin hallar niður til suðurs þá gæti verið að brúin hafi færst í heild sinni lítillega til suðurs sem vegi upp á móti skrið og rýrnunar brúargólfsins en auki hins vegar holrýmismyndunina norðan megin.

Á brúnni á Bæjarhálsi er steipt slitlag í nokkuð góðu ásigkomulagi, sjá myndir 16 og 17. Þó myndast rauf í vegyfirborð við aftari jaðar plötunnar sem er á milli meginhluta brúargólfsins og fúgunnar við aðalhafið. Vísbendingar eru um (Skandalbrua Noregi og Fellsvegur) að slík rauf myndist ekki þar sem brú er án fúgu og með samfelli í malbiki eftir veginum yfir brúna.



**MYND 16** Brú yfir Suðurlandsveg á Bæjarhálsi



**MYND 17** Brú yfir Suðurlandsveg á Bæjarhálsi, austan megin. Mynd tekin af Ja.is síðan júlí 2017.

Á brúnni yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi þá virðist malbikið hafa verið lagfært nokkrum sinnum yfir þensluraufinni eftir að malbikið var yfir þensluraufina, sjá mynd 18. Farið er að sjást í þensluraufina í dýpstu holunum, sjá mynd 19. Að auki er þensluraufin í gangbrautinni full af sandi, sjá mynd 20.



**MYND 18** Brú yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi, þensluraufin sunnan megin til vinstri og norðan megin til hægri, mynd tekin í mars 2021.



**MYND 19** Brú yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi, dýpstu holurnar ná niður í þensluraufina, mars 2021.



**MYND 20** Brú yfir Vesturlandsveg á Víkurvegi, þensluraufin fyrir gangandi vegfarendur full af sandi, mars 2021.

### 2.2.2 Viðgerðasaga brúarendana

Upplýsingar voru fengnar frá Reykjavíkurborg og Mosfellsbæ um hvenær og hvaða viðgerðir hafa verið gerðar á brúnum ásamt því hvenær seinna malbikslagið hafi verið lagt á brýrnar.

Á Fellsvegi hefur seinna lagið af malbiki ekki ennþá verið lagt en brúin var hönnuð með 6 + 4,5 cm malbikslögum. Reykjavíkurborg gerir ekki ráð fyrir því að leggja seinna malbikslagið á brúna fyrr en árið 2023 þar sem umferð er lítil um brúna og núverandi ástand malbiksins er gott.

Reykjavíkurborg hefur ekki upplýsingar um brúna á Korpúlfsstaðarvegi þar sem vegurinn var lagður af Mosfellsbæ en yfirlag var lagt á veginn frá Vesturlandsvegi og langleiðina að brúnni með styrk frá borginni. Ekki fengust upplýsingar um hvenær sú framkvæmd fór fram.

Skv. upplýsingum frá Mosfellsbæ hefur a.m.k. ein viðgerð verið gerð nálægt brúnni á Korpúlfsstaðavegi, sjá mynd 21. Viðgerðin var gerð árið 2016 og er við enda tengivegriðs brúarinnar. Þar sem viðgerðin endar um 15 m fyrir aftan enda sigplötunnar er ólíklegt að frágangur brúarendans hafi haft áhrif á viðgerðarþörfina.

Ekki fengust upplýsingar um hvenær hefði verið blettað í malbikið norðan megin við brúna á Korpúlfsstaðavegi, sjá mynd 13 Talið er að einungis neðra malbikslagið sé á brúnni og að efra lagið hafi enn ekki verið lagt.



**MYND 21** Eina viðgerðin sem Mosfellsbær hefur gert nálægt brúnni var framkvæmd árið 2016.

Malbiksviðhald á brúnum á Bæjarhálsi og Víkurvegi síðustu ár er skv. töflu 1 að neðan. Ekkert bendir til að það séu brýrnar sem stýra viðhaldspörf malbiksins á þessum vegum, sem telst eðlileg m.t.t. umferðar á vegunum.

**TAFLA 1** Malbiksviðhald við brýr á Víkurvegi og Bæjarhálsi.

Götuheiti	Endurnýjunar ár	Dags	Efni	Meðal- þykkt [mm]	Aðferð	Athugasemdir
Víkurvegur - Vesturlandsvegur	2015	25.9.2015	SL-16 HA/ljóst (Lysitt)	49	Malbikun og fræsing	Efra lagið fræst af (45mm) og malbikað nýtt slitlag (49mm)
	2007	26.7.2007	SL-16 HA/ljóst	47	Malbikun - Yfirlögn	Efra lagið malbikað.
Hádegismóar - Suðurlandsvegur, vestur	2006	21.6.2006	SL-11 HA	49	Malbikun - Yfirlögn	Efra lagið malbikað.
Hádegismóar - Suðurlandsvegur, austur	2018	10.9.2018	SL-11 HA (Lambafell)	53	Malbikun - Yfirlögn	Efra lagið malbikað.

### 2.2.3 Umfjöllun

Athuganir sem gerð er grein fyrir að ofan benda til að almennt megi finna ósamfellur í malbiksslitlagi við 50 – 70 m langar brýr á höfuðborgarsvæðinu. Undantekning er þó brúin á Fellsvegi yfir Úlfarsá, en þó verður að halda því til haga að hún er mun yngri en hinar brýrnar.

Jafnframt bendir skoðunin til að ástand þensluraufa sé ekki eins og best verður á kosið, sjá myndir 7 og 18.

Það er því freistandi að álykta að þar sem því verður við komið sé rétt að forðast notkun brúarfúga á brúm af þessari lengd. Áfram verður fylgst með endingu malbiksslitlagsins á Fellsvegi.

Einnig er rétt að prófa endafrágangshönnunina sem kynnt er í [6] á fleiri brýr, og meta betur hvort styrkingardúkur milli malbikslaga, eins og settur var í Skaudal í Noregi, auki endingu. Það mætti til dæmis gera með því að setja tvöfalt malbikslag á næstu brú sem fær þennan endafrágang strax við byggingu, og þá til samanburðar við Fellsveg, þar sem efra lagið hefur enn ekki verið lagt. Hér virðist fyrirhuguð brú á Arnarnesvegi yfir Breiðholtsbraut vera upplagður kandídat.

Ljóst þykir að samfelld malbiksslitlag á vegi og brú hámarkar akstursþægindi við brýrnar, auk þess sem það einfaldar malbiksendurnýjun á þeim köflum.

### 3 STAÐFÆRSLA BRÚARENDA Á HORNAFJARÐARFLJÓT

Borin hafa verið kennsl á tvær svipaðar brýr sem stefnt er að því að byggja sem samfelldar- eða hlutasamfelldar brýr og henta vel í samanburðarrannsókn.

#### 3.1 Fyrirhugaðar brýr

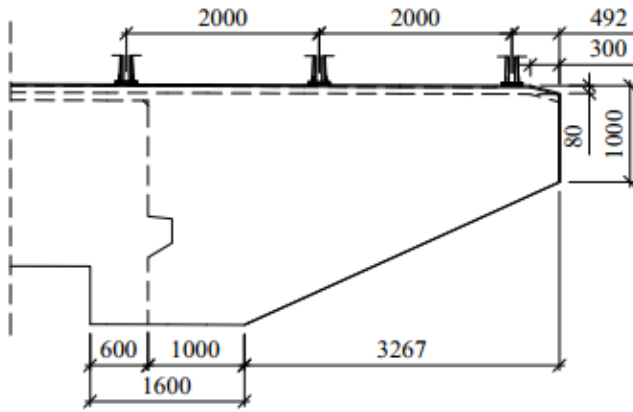
Við val á tilraunabrum sem fyrirhugað er að byggja voru eftirfarandi atriði höfð að leiðarljósi:

- >80 m langar
- Álíka langar (<10 % munur)
- Hannaðar sem samfelldar- eða hlutasamfelldar brýr
- Sama burðarform og burðarefni
- Jarðvegsaðstæður og grundunaraðstæður sambærilegar
- Stærð og lögun vængja sambærileg

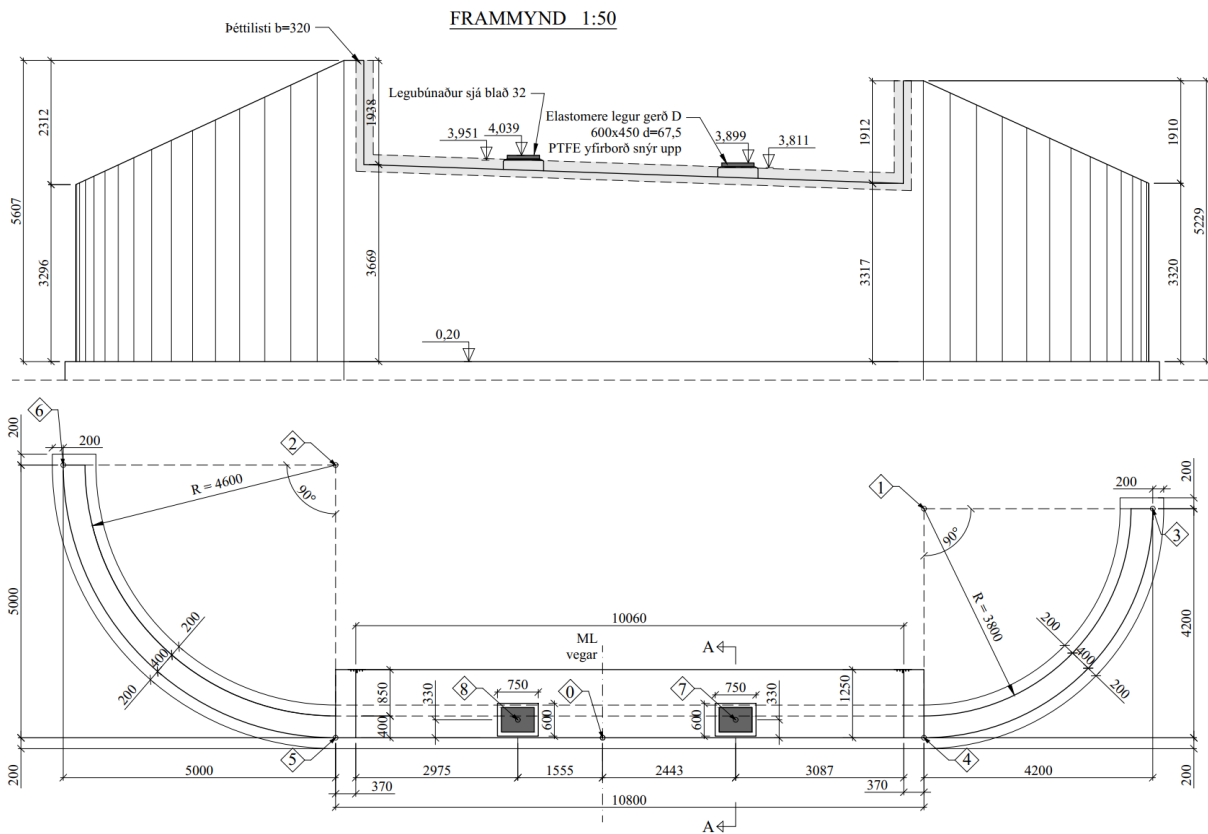
Niðurstaða valsins var að bera saman brýrnar yfir Hornafjarðarfljót og Þorskafjörð. Báðar brýrnar eru hannaðar sem hlutasamfelldar og þær eru 250-260 m langar og í 6 höfum. Þær eru eftirspenntar bitabrýr sem verða byggðar og spenntar í tveimur áföngum og eru grundaðar á staurum. Eini markverði munurinn er útfærsla vængja brúnna, Þorskafjarðarbrúin hefur vængi samsíða veginum (sjá mynd 22) en brúin á Hornafjarðarfljót er með bogadregna vængi (sjá mynd 23).

Báðar brýrnar fara langt fram úr þeim viðmiðum sem eru lögð fram af Vegagerðinni [14] um lengd brúa án þensluraufa. Vegagerðin gerir kröfu um að allar brýr sem eru lengri en 100 m skuli hafa þensluraufar í báðum brúarendum eða að sýna skuli fram á með útreikningum eða með tilvísunum í aðrar brýr að viðhalda megi viðunandi sléttleika í veginum við brýrnar með reglubundnum aðgerðum. Gylfi og Helgi [1] telja varasamt að sleppa þensluraufum í brúm sem eru lengri heldur en 120 m lengd og lögðu til að skylda notkun þensluraufa í brúm sem eru lengri en 240 m. Brýrnar á Hornafjarðarfljót og Þorskafjörð voru því taldar góðir kostir í samanburð frágangs brúarendanna þar sem ekki stóð til að nota þensluraufar við brúarendana og rík ástæða til að vanda frágang brúarendanna þar sem heildarlengd brúnna fer yfir viðmiðin fyrir fúgulausar brýr. Lagt er til að hafa breytta endafráganginn á annarri brúnni og hafa hina til samanburðar skv. upprunalegri hönnun.





MYND 22 Vængirnir á brúnni yfir Þorskafjörð eru samsíða veginum.



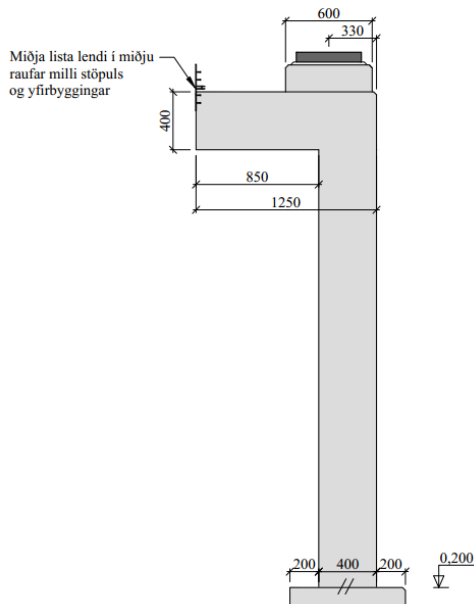
MYND 23 Vængirnir á brúnni yfir Hornafjarðarfljót eru bogadregnir.

### 3.2 Upprunaleg hönnun brúarendans

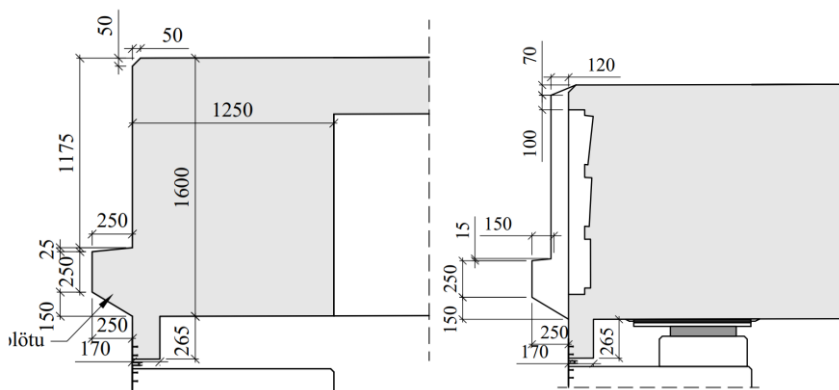
Fyrirhuguð brú yfir Hornafjarðarfljót var valin sem tilraunabru til að bera saman við brúna yfir Þorskafjörð eins og greint var frá hér að ofan. Teikningar af brúnni voru fengnar frá Vegagerðinni og frágangi við endabitan breytt til líkingar við það sem lagt var til í fyrri hluta rannsóknarverkefnisins.

Brúin er hlutasamfelld. Frágang endabitan eins og hann var hannaður af Vegagerðinni má sjá á myndum 24-27. Þéttilisti er settur á milli endastólpa og endabita til að halda við fyllinguna en leyfa

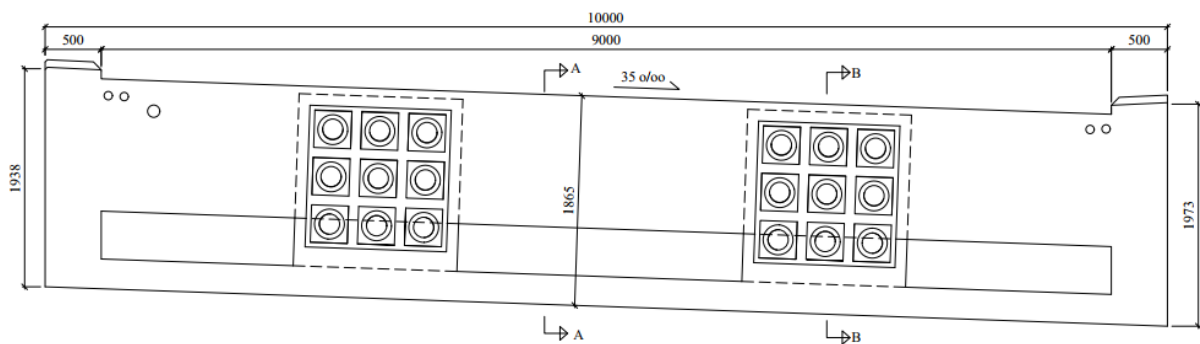
brúargólfinu að hreyfast. Sigplatan er nokkuð hefðbundin sé miðað við nýlegar brýr hannaðar á Vegagerðinni, skáhallandi 4 m löng og 200 mm þykk og tengd við endabitann með innlímdu járni. Sigplatan er hins vegar tæplega 1 m undir yfirborðinu og því í neðri mörkum þess sem tiltekið er í Reglum um hönnun brúa þar sem segir að sigplatan skuli vera 0,2-1 m undir yfirborðinu [14].



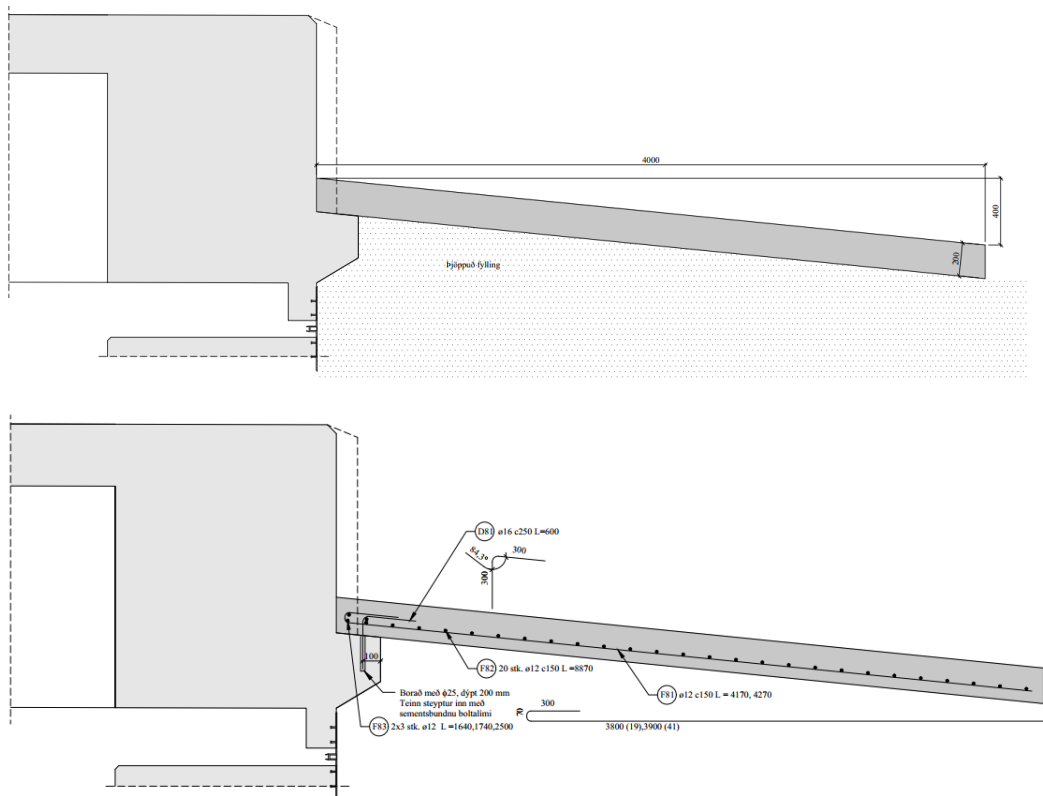
**MYND 24** Endastólpi brúarinnar, úr teiknisetti brúarinnar



**MYND 25** Stærð endabítans og frágangur úrtaka fyrir kapla, úr teiknisetti brúarinnar



**MYND 26** Horft aftan á endabita brúarinnar, úr teiknisetti brúarinnar

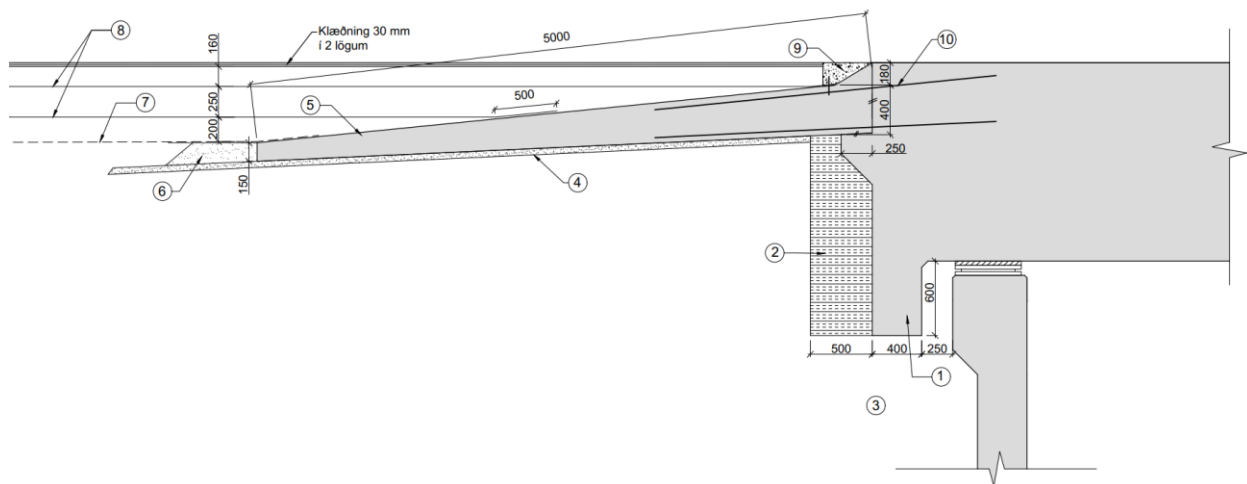


MYND 27 Stærð og lögun siglötunnar ásamt tengingu siglötunnar við endabitann, úr teiknisetti brúarinnar

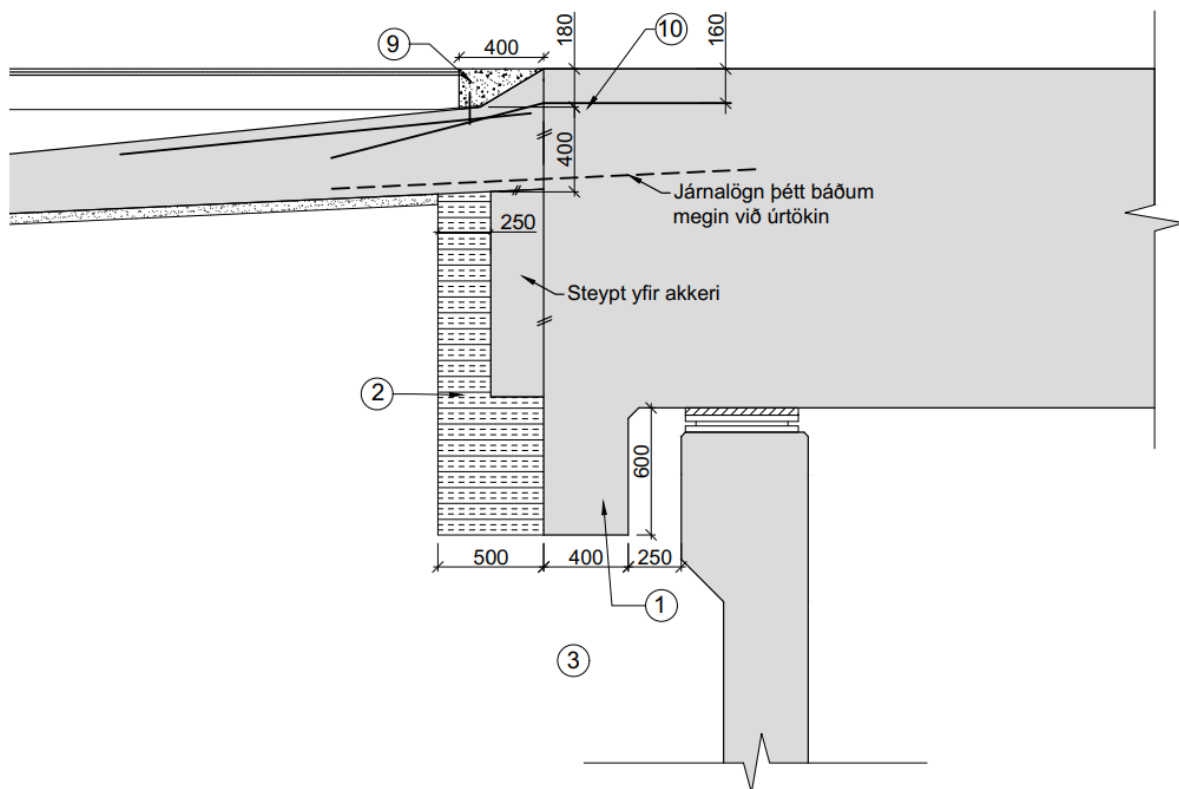
### 3.3 Breytingar á brúarendanum

Nokkrar breytingar eru lagðar til á frágangi endabitans og er þeim ætlað að draga úr viðhaldspörf slitlagsins við enda brúarinnar. Myndir af breytta brúarendanum má sjá á myndum 28 og 29. Breytingarnar felast í eftirfarandi atriðum:

1. Gúmmílistinn er tekinn út á milli endastöps og endabita og skeggið síkkað á endabitanum.
2. Teygjanlegt frauðplast (EPS) er sett aftan við endabitann.
3. Fylling að steiptum mannvirkjum, grófkornótt fylling með kornadreifingu á bilinu 22-120 mm lögð út í 30 cm lögum og þjöppuð. Þessi þáttur er eins unninn og í upprunalegri hönnun.
4. Þrifalag undir siglötunni, þúkkulningur 22-60 mm.
5. Siglata lengd og látin þynnast út frá brúarendanum.
6. 4-8 mm rúnnaður sandur við enda siglötunnar.
7. Tvíaátta hástyrkleika pólýester dúkur með lágmarkstogstyrk 150 kN/m lagður ofan á sandinn og látinn skarast við siglötuna.
8. Jarðvegsdúkar úr pólýprópýlen með fasta möskva, lágmarkstogstyrk 30 kN/m í báðar áttir settir fyrir ofan siglötuna og tengdir við hana. Lágmarkslenging vegna hámarks álags 10%. Hámarksmöskvastærð 60 mm (báðar áttir). Tvö lög. Netið skal ná 500 mm upp á siglötuna. Efra netið skal krækjast í ryðfríu teinina.
9. Elastískur pólýúretanmassi með 3-5 mm sandi, breytilega þykkt 0-180 mm. Tengist steypu með 8x150 mm ryðfríum teinum cc 200 mm.
10. Ryðfrí járn sem tengja siglötuna við endabitann.



**MYND 28** Tillaga að breyttum brúarenda á Hornafjarðarfjöti.



**MYND 29** Frágangur brúarenda yfir akkerum spennikaplanna.

Gúmmílistinn er tekinn út og skegg sett í staðinn til að koma teygjanlega frauðplastinu fyrir þar sem hreyfing endabítans á sér stað. Frauðplastinu er ætlað að taka upp hreyfingar brúargólfsins með elastískum formbreytingum og lágmarka þannig holrýmismyndun [8]. Frauðplastið er samþjappanlegt og tekur þannig upp hitapenslurnar þegar brúin þenst út í hita en hefur einnig með næga stífni til að standa þegar brúargólfið dregst saman í kulda.

Grófkornótt fylling tryggir góða afvötnun við brúarendann og minnkar líkur á tímaháðu sigi í fyllingunni vegna lotubundnu hitabreytinganna, e. ratcheting [5]. Þrífalagið undir sigplötuna er hugsað til þess að auðvelda sigplötunni að hreyfast án þess að byggja upp miklar spennur.

Lengri sigplata færir dældarvandamálið fjær brúarendanum og neðar undir yfirborðið þ.a. hægt sé að koma jarðvegsdúkum fyrir og virkja meiri jarðveg í að taka upp sigið [2]. Breytilega hæðin á sigplötunni gerir þversniðið einnig stífara við endabitann sem minnkar snúning sigplötunnar þegar brúargólfið dregst saman ásamt því að minnka jarðýtuáhrifin af enda sigplötunnar þar sem endinn á henni hreyfist.

Fína sandinum við enda sigplötunnar er einnig ætlað að auðvelda hreyfingu sigplötunnar og lágmarka jarðýtuáhrif sigplötunnar með aðstoð tvíátta dúksins. Jarðvegsdúkarnir hafa tvöfaldan tilgang, annars vegar að brúa holrými ef það myndast ásamt því að stuðla að því að jarðvegurinn hreyfist í takt við sigplötuna og dreyfa þannig færslunum yfir stærra svæði [9] [10].

Elastíska pólýúretanmassanum er ætlað að míkja yfirganginn frá stífa brúargólfinu yfir á klæðninguna ásamt því að tryggja næga dýpt undir klæðningunni svo að hún flagni ekki af við endann á brúargólfinu ef klætt yrði beint ofan á steypuna. Til að tryggja að massinn fylgi brúargólfinu er hann tengdur við steypuna með ryðfríum teinum.

Með því að tengja sigplötuna við endabitann með láréttri járnun eykst bæði vægistöfnun sigplötunnar ásamt því að tryggja að sigplatan hreyfist betur í takt við brúargólfið. Þegar brúargólfið dregst saman þá virkjast járnin í togi í stað skers þegar járnin eru lóðrétt. Þar sem sigplatan er með stífari tengingu við brúarendann er minni hættu á að fúga myndast við sigplötuna sem getur valdið vatnstjóni eða fúgan getur fyllst af drullu.

## 4 VÖKTUNARÁÆTLUN

Til að bera saman hvernig samanburðabryrnar hegða sér við íslenskar aðstæður þá er gert ráð fyrir að verkefninu verði fylgt eftir til nokkurra ára og upplýsingar um smíði brúarendanna verði skráðar ásamt viðgerðarþörf. Við ákvörðun á hvaða upplýsinga er þörf við skráningu á smíði brúnna var horft á hvaða þættir hafa áhrif á hegðun brúarendanna seinna meir.

Gylfi og Helgi [1] ásamt Abu-Farsakh og Chen [15] fjalla um áhrif byggingarhraða á brúarendana. Gylfi og Helgi [1] lögðu áherslu á eftirspennnar brýr og áhrif skriðs, rýrnunar og hitabreytinga á brúarenda. Þeir benda á að skrið og rýrnun eftirspenntra brúa er mest fyrstu mánuðina og árin eftir uppspennu. Því geti langur byggingartími eða áfangaskipting haft áhrif á viðgerðarþörf brúarenda.

Abu-Farsakh og Chen [15] fjalla hins vegar um tímaháð sig í jarðveginum undan vegfyllingunni og eiginþyngd brúarinnar. Þeir benda á að ef vegurinn er byggður upp áður en brúarframkvæmd hefst eða ef vegurinn er byggður snemma í byggingarferlinum þá megi draga úr tímaháðu sigi í jarðveginum við brúarendana þar sem jarðvegurinn er þegar byrjaður að ná jafnvægi áður en frágangur brúarendanna hefst. Á samskonar máta þá minnkar einnig tímaháða jarðvegssigið við brúarendana ef langur tími líður á milli uppsteypu brúargólfsins og frágangur brúarendanna þar sem jarðvegurinn er kominn í jafnvægi við eiginþyngd endastöplanna.

Í Viðauka 1 má sjá drög að eyðublaði sem gert er ráð fyrir að verði fyllt út á byggingartíma brúnna. Helstu upplýsingar sem þar koma fram eru byggingartími og byggingaraðferð, hvernig vinna við brúarendana gekk fyrir sig og hvort einhverjar viðgerðir voru gerðar á brúarendanum á meðan verktíma stóð eða hvort verktaki hafi orðið var við sig á brúarendunum á verktímanum. Mikilvægt er að skrá hvernig reynsla á smíði breyttu brúarendanna reynist ásamt að skrá byggingartímann og aðferðina til að geta útilokað að það útskýri mismunandi hegðun brúarendanna.

Í Viðauka 2 eru birt drög að eyðublaði fyrir eftirfylgni brúarendanna. Gert er ráð fyrir að verkefninu verði fylgt eftir til nokkurra ára eftir að samanburðabryrnar hafa verið byggðar. Eyðublöðin munu því halda utan um tíðni viðgerða og hvað felst í viðgerðum á brúnum og veginum næst þeim ásamt athugasemdum úr eftirlitsferðum. Gert er ráð fyrir að ástand brúarendanna verði skoðað tvisvar á ári fyrstu tvö árin, það er að sumri og vetri til þegar mikill hiti og kuldi er, á meðan mesta skriðið og rýrnunin í steypunni á sér stað. Eftir það verði brúin skoðuð á tveggja ára fresti og færsla brúarendanna skráð ásamt ástandi vegarins.

## 5 LOKAORÐ

Í fyrri hluta rannsóknarverkefnisins [6] voru helstu orsakir sigs og skemmda við brúarenda samfelldra brúa teknar saman ásamt því að kynnt var hvernig draga megi úr vandamálunum samkvæmt erlendum rannsóknum. Tillaga að breyttum brúarenda fyrir brýr með malbiksslitlagi var lögð fram. Í þessum hluta verkefnisins var tillögunni að breyttum brúarenda fylgt eftir og hún aðlöguð að brúm með klæðingu ásamt því að bera saman og ástandsmeta brúarenda fjögurra brúa með ólíka endafráganga á höfuðborgarsvæðinu.

Brýrnar yfir Hornafjarðarfliót og Þorskafjörð voru valdar sem tilraunabrýr fyrir breytta brúarfráganginn þar sem báðar brýrnar eru álíka langar (250-260 m), með sama burðarform (eftirspenntar bitabrýr) og verða báðar á vegi með klæðingu. Brúarendinn sem lagður var til í fyrri hluta rannsóknarverkefnisins [6] var aðlagður að brúnni yfir Hornafjarðarfliót og brúin yfir Þorskafjörð verður höfð sem samanburðarbrú. Þar sem brýrnar fara yfir ráðlagða lengd Vegagerðarinnar [14] um lengd hlutasamfelldra brúa án þensluraufa (100 m) er ríkari ástæða til að vanda endafráganginn til að lágmarka sig við enda brúna.

Drög að eyðublöðum fyrir skráningu gagna um smíði brúna og brúarendanna hefur verið kynnt. Mikilvægt er að fylla eyðublaðið út svo hægt sé að greina hvort mismunandi hegðun brúarendanna megi rekja til breytinga í smíði brúna.

Vöktunaráætlun fyrir eftirfylgni brúna yfir Hornafjarðarfliót og Þorskafjörð hefur er einnig kynnt í drögum. Vöktunaráætlunin felst í reglubundnu eftirliti á slitlaginu við enda brúna eftir að þær hafa verið byggðar ásamt skráningu gagna um smíði brúna og nauðsynlega viðhaldsvinnu á þeim.

Ástand slitlags við fjórar brýr með mismunandi endafrágang á höfuðborgarsvæðinu var borið saman. Ein brú er með svipuðum endafrágangi eins og var lagt til í fyrri hluta rannsóknarverkefnisins, ein með brúargólfinu framlengdu tvo metra aftur fyrir endastöpla og tvær með tiltölulega stuttar plötur á stöplum milli brúarenda og fúgunnar inn á meginbrúarhöfin. Farin var vettvangsferð að skoða ástand brúarendanna ásamt gögn um viðgerðarsögu brúna og slitlagsins skoðuð.

Athuganirnar benda til að almennt megi finna ósamfellur í malbiksslitlagi við 50 – 70 m langar brýr á höfuðborgarsvæðinu. Undantekning er þó brúin á Fellsvegi yfir Úlfarsá, sem er með frágang sem tekur mið af tillögunum úr fyrri hluta rannsóknarverkefnisins [6], en þó verður að halda því til haga að hún

er mun yngri en hinar brýrnar. Jafnframt bendir skoðunin til að ástand þensluraufa sé ekki eins og best verður á kosið.

Það er því freistandi að álykta að þar sem því verður við komið sé rétt að forðast notkun brúarfúga á brúm af þessari lengd.

Einnig er rétt að prófa endafrágangshönnunina sem kynnt er í [6] á fleiri brýr. Hér virðist fyrirhuguð brú á Arnarnesvegi yfir Breiðholtsbraut vera upplagður kandiðat.

Ljóst þykir að samfelld malbiksslitlag á vegi og brú hámarkar akstursþægindi við brýrnar, auk þess sem það einfaldar malbiksendurnýjun á þeim köflum.

Fáar rannsóknir hafa verið gerðar á endum á samfelldum og hlutasamfelldum brúa Íslandi á þrátt fyrir að þessar útfærslur verði æ algengari þar sem þensluraufar eru kostnaðarsamar í byggingu og viðhaldi. Gert er ráð fyrir að rannsóknarverkefninu verði fylgt eftir til nokkurra ára til að öðlast reynslu af mismunandi endafrágangi samfelldra brúa við íslenskar aðstæður og því hvernig megi draga úr viðhaldsþörf slitlags við brýrnar. Fylgja þarf eftir smíði brúnna yfir Þorskafjörð og Hornafjarðarfljót og bera saman árangur af mismunandi endafrágangi á þeim og innleiða þær breytingar á brúarendum inn í reglur um hönnun brúa sem taldar eru viðeigandi.



## 6 HEIMILDASKRÁ

- [1] G. Sigurðsson og H. S. Ólafsson, „Brúarlengd án þensluraufa,“ *Vegagerðin*, 2016.
- [2] R. Wendner og A. Strauss, „Inclined Approach Slab Solution for Jointless Bridges: Performance Assessment of the Soil-Structure Interaction,“ *Journal of Performance of Constructed Facilities*, b. 29, nr. 2, 2014.
- [3] J.-L. Briaud, R. W. James og S. B. Hoffman, *Settlement of Bridge Approaches (The Bump at the End of the Bridge)*, Washington, D.C: Transportation Research Board, 1997.
- [4] D. J. White, M. M. Mekkawy, S. Sritharan and M. T. Suleiman, “"Underlying" Causes for Settlement of Bridge Approach Pavement Systems,“ *Performance of Constructed Facilities*, vol. 21, no. 4, 2007.
- [5] D. White, S. Sritharan, M. Suleiman, M. Mekkaey og S. Chetlur, „Identification of the Best Practices for Design, Construction, and Repair of Bridge Approaches,“ Iowa State University, 2005.
- [6] I. Hjartarson, M. Arason og B. Einarsson, „Þróun á endafrágangi brúarmannvirkja til að lágmarka viðhald vega við brúarenda,“ EFLA, Reykjavík, 2020.
- [7] Håndbok N400, „Bruprojekttering, Projekttering av bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner,“ Statens vegvesen håndbokserie, 2015.

- [8] E. J. Hoppe, „Field Study of Integral Backwall with Elastic Inclusion,“ Virginia Transportation Research Council, Virginia, 2005.
- [9] J. S. Horvath, „Integral-Abutment Bridges: Problems and Innovative Solutions Using EPS Geofoam and Other Geosynthetics,“ Manhattan College, New York, 2000.
- [10] M. Pötzl, „Jointless Concrete Bridges - Development of a Flexible Abutment,“ *IABSE Symposium Weimar 2007. Improving Infrastructure Worldwide* International Association for Bridge and Structural Engineering., 2007.
- [11] T. E. Frydenlund og R. Aabøe, „Long Term Performance and Durability of EPS as a Lightweight Filling Material,“ *3rd Conference International EPS Geofoam 2001*, 2001.
- [12] L. Miao, F. Wang, J. Han og W. Lv, „Benefits of geosynthetic reinforcement in widening of embankments subjected to foundation differential settlement,“ *Geosynthetics International*, b. 21, nr. 5, pp. 321-332, 2014.
- [13] D. Dreier, O. Burdet og A. Muttoni, „Transition Slabs of Integral Abutment Bridges,“ *Structural Engineering International*, b. 21, nr. 2, pp. 144-150, 2011.
- [14] Vegagerðin, „vegagerdin.is,“ Nóvember 2018. [Á neti]. Available: <http://www.vegagerdin.is/upplýsingar-og-utgafa/leidbeiningar-og-stadlar/reglur-um-honnun-brua/>. [Skoðað 18 Nóvember 2020].
- [15] M. Y. Abu-Farsakh og Q. Chen, „Field demonstration of new bridge approach slab designs and performance,“ Louisiana Transportation Research Center, 2014.

## SMÍÐI SAMANBURÐARBRÚA

DAGS.	HEITI BRÚAR OG BRÚARNR.
DD.MM.AAAA	Nafn – X-xxxx
VERKTAKI	VERKKAUPI
Nafn	Nafn
VERKEFNASTJÓRI	EFTIRLITSÆILI
Nafn	Nafn

### 1. UPPLÝSINGAR UM BYGGINGARTÍMA

**TAFLA 1** Upplýsingar um uppsteypu brúarinnar.

ÁFANGI	LÝSING	STEYPTUR DAGS.	UPPSPRENNA DAGS.	ÚTIHITASTIG
1				
2				
3				
4				

**TAFLA 2** Upplýsingar um slitlag.

SLITLAG	LÝSING	TEGUND	ÞYKKT [MM]	DAGS.
1				
2				
3				
4				

#### HVENÆR VAR FYLLT AÐ BRÚARENDUM?

*Hvenær var fyllt að brúarendunum og hvenær var frágangur kláraður?*

#### HVENÆR VAR BRÚIN TEKIN Í NOTKUN?

*Hvenær var opnað fyrir umferð á brúnna?*

## 2. VINNA VIÐ FRÁGANG Á BRÚARENDUM

**HVERNIG GEKK VINNA VIÐ BRÚARENDANA OG FRÁGANG ÞEIRRA?**

**VAR EITTHVAÐ SÉRSTAKLEGA FLÓKIÐ Í FRAMKVÆMD VIÐ FRÁGANG BRÚARENDANNA?**

*Var eitthvað í hönnun brúarendana sem flækta framkvæmdina?*

**VAR HÖNNUN BRÚARENDA BREYTT Á VERKTÍMA BRÚARINNAR?**

*Voru einhverjar breytingar samþykktar á brúarendanum á verktíma brúarinnar?*

## 3. VIÐGERÐIR Á BRÚARENDUM

**VORU GERÐAR EINHVERJAR VIÐGERÐIR Á BRÚARENDUNUM ÞEGAR SLITLÖG VORU LÖGÐ Á BRÚNNA?**

*Varð verktaki var við sig á brúarendunum á verktíma?*

**STAÐA BRÚARENDA AÐ FRAMKVÆMDUM LOKNUM**

*Eru einhver ummerki sig hjá brúarendunum að loknum framkvæmdum eða annað sem þú vilt koma á framfæri?*

## EFTIRLIT MEÐ BRÚARENDUM

DAGS.	HEITI BRÚAR OG BRÚARNR.
DD.MM.AAAA	Nafn – X-xxxx
ÁSTÆÐA FERÐAR	EFTIRLITSADILI
<input type="checkbox"/> Reglubundið eftirlit	Nafn
<input type="checkbox"/> Viðgerð	
<input type="checkbox"/> Annað: _____	

### 1. UPPLÝSINGAR UM AÐSTÆÐUR VIÐ SKOÐUNINA

<b>ALMENNT MAT Á VEÐURFARI ÞEGAR SKOÐUN FÓR FRAM</b> <i>Almenn lýsing á veðrinu hjá brúnni þegar skoðun fór fram. Hiti, sól/skýjað, úrkoma...</i>
<b>ALMENNT MAT Á VEÐURFARI UNANFARIÐ</b> <i>Almenn lýsing á veðurfari hjá brúnni undanfarna viku. Mikill hiti/kuldi eða aðrir óvenjulegir atburðir?</i>

### 2. MAT Á BRÚARENDA

<b>SIJÓNÆNT MAT Á VEGYFIRBORÐI</b> <i>Eru sprungur eða skemmdir sjáanlegar í yfirborði vegsins við brúarendana? Er sjáanlegt sig/risi á yfirborðinu?</i>
<b>MÆLINGAR Á VEGYFIRBORÐI</b> <i>Mælingar á sigi/risi [mm] og hvar mesta sigið/risið er (fjarlægð frá brúarenda í cm).</i>
<b>AKSTURSSKILYRÐI VIÐ BRÚARENDA</b> <i>Hvernig er að keyra yfir brúarendann? Tekur maður eftir breyttum akstursskilyrðum, s.s. sigi eða öðrum skemmdum á yfirborði vegsins?</i>

**LEGUR**

Hvernig er staðan á legunum? Hefur brúin lengst eða styst [cm] frá upphaflegri stöðu?

**ER TALIN ÞÖRF Á VIÐGERÐUM**

Ef svo er á hverju?

**MÆLINGAR Á HOLRÝMI UNDIR SIGPLÖTU/BAKVIÐ ENDAVEGG.**

Mælt með priki í gegnum endavegg.

**ÞRÝSTINGUR FYLLINGAR Á ENDAVEGG.**

Aflestur þrýsti nema við endaveggs

**SPENNUR Í SIGPLÖTUNNI**

Aflestur þrýsti nema í sigplötunni þegar xx öxulþungi er staðsettur í x m fjarlægð frá brúarenda.

**ANNAÐ**

Annað sem eftirlitsmaður vill koma á framfærir?

**3. MYNDIR AF VETTVANGI**

#### 4. VIÐGERÐ

**ÁSTÆÐUR VIÐGERÐAR**

*Af hverju er farið í viðgerðir?*

**HVAÐ Á AÐ GERA?**

*Stutt lýsing á viðgerðum, hvað á að gera.*

**HVAR VORU VIÐGERÐIRNAR GERÐAR?**

*Mælt frá brúarenda [cm]. Hvar er mesta sigið?*

**HVAÐA ÁSTÆÐUR TELUR ÞÚ VERA FYRIR SKEMMDUNUM?**

*Eru eðlilegar skýringar á skemmdunum? Hvað veldur skemmdunum?*

**Frágangur viðgerða**

*Hvernig heppnuðust viðgerðirnar? Voru einhver vandamál sem komu upp við framkvæmd viðgerðanna? Er t.d. eitthvað við hönnun brúarendans sem flækta viðgerðirnar.*

#### 5. MYNDIR AF FRAMKVÆMD VIÐGERÐA OG AÐ LOKNUM VIÐGERÐUM