

# Tjónagreining á brúnni yfir Steinavötn í Suðursveit

Halldór Bogason<sup>a,b</sup>, Bjarni Bessason<sup>a</sup>, Guðmundur Valur Guðmundsson<sup>c</sup>, Sigurður Erlingsson<sup>a</sup>

a) Umhverfis- og byggingarverkfræðideild HÍ b) Verkís c) Vegagerðin

## Inngangur

Brúin yfir Steinavötn í Suðursveit eyðilagðist í flóðum í lok september 2017 þegar áin gróf undan einum stöpli brúarinnar. Brúin er einbreið steinsteypt bitabré í sex höfum sem eru: 14m, 4 x 18,5m og 14m eða samtals 102m. Endastöplar eru grundaðir á 22 timburstaurum en millistöplar á 18 slíka staura. Allir staurarnir eru reknir um 5 m niður í jörð. Brúin var byggð árið 1964 (mynd 1).



**Mynd 1** - Brúin yfir Steinavötn í Suðursveit. Stöpullinn sem seig er merktur með rauðum hring

Meginmarkmið þessa verkefnis var að greina og skrásetja tjónið sem varð á brúnni í flóðunum. Áhersla var lögð á að skoða eins og kostur var alla áhrifaþætti, hér má nefna úrkomumagn og einkenni flóðs, rof og skolun undan millistöplum, sig stöpla og hvaða áhrif það hafði á yfirbyggingu brúarinnar. Mikilvægt er að læra af atburðum sem þessum og kanna hvað hefði mátt gera öðruvísi til að bæta öryggi brúarinnar.

Verkefnið var unnið sem meistaraverkefni við Umhverfis- og byggingarverkfræðideild Háskóla Íslands og styrkt af Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar. Ritgerðin er aðgengileg á slóðinni: <https://skemman.is/handle/1946/30598> sem og á heimasíðu Vegagerðarinnar: <http://www.vegagerdin.is/upplýsingar-og-utgafa/rannsoknarskyrslur/mannvirk>

## Rennsli og úrkoma

Engar reglubundnar mælingar eru á vatnafari við Steinavötn. Næsti mælir er staðsettur við Kolgrímu sem er í 16 km fjarlægð í austur frá Steinavötnum en hann hefur því miður hefur ekki verið virkur frá árinu 2009. Í Geithellná sem liggur mitt á milli Hafnar í Hornafirði og

Breiðdaslvíkur, mældist mikið rennsli í lok september 2017 sem hefur verið metið af Veðurstofu Íslands að hafi svarað til flóðs með 200 ára meðalendurkomutíma (árlegar líkur á meira flóði eru því 1/200). Einnig mældist mesta vatnshæð frá upphafi mælinga í Fossá í Berufirði. Auk rennismælinga voru skoðuð úrkomugögn frá nærliggjandi veðurstöðvum. Nokkur septemberúrkomumet voru slegin á þessum stöðvum og einnig sólarhringsúrkomumet. Auk skemmda á brúnni við Steinavötn rofnaði rofnaði Hringvegur 1 við Hólmsá á Mýrum. Öll fyrirliggjandi rennislög og úrkomumælingar benda til þess að aftakaatburður hafi átt sér stað í Steinavötnum í lok september 2017.

### Lýsing og greining á tjóni

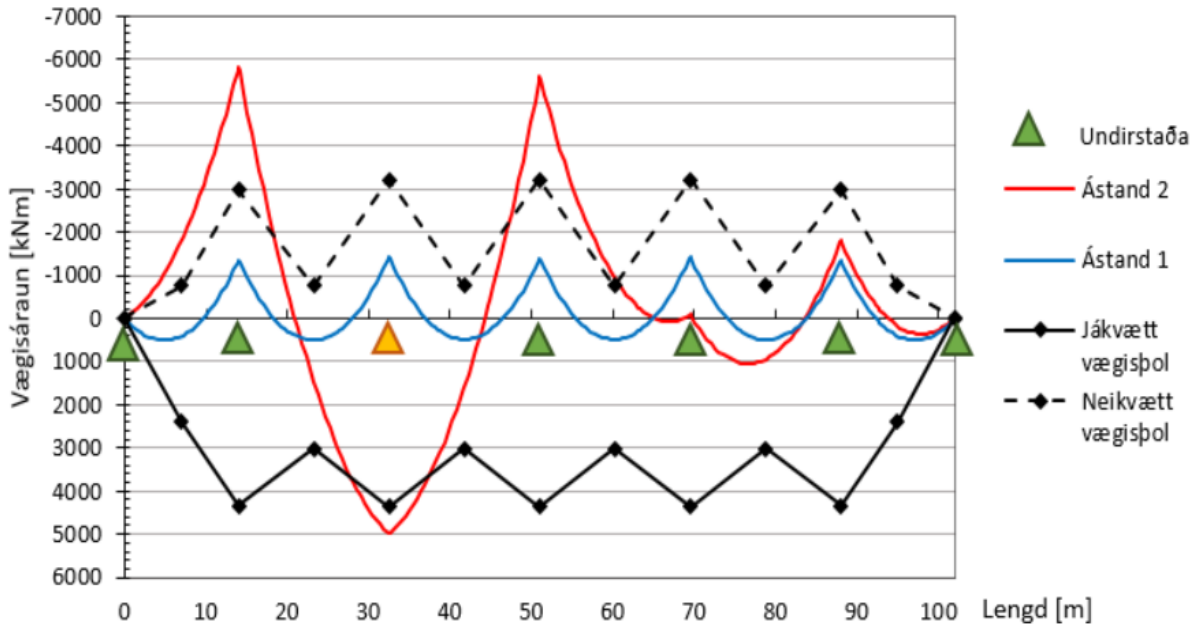
Flóðin í ánni grófu undan millistöpli 2 sem seig um 20 cm og skekkist. Við þetta jókst áraun til muna á yfirbyggingu og flotliðir með greinilegum sprungum mynduðust í efra byrði hennar yfir tveimur aðliggjandi millistöplum, það er stöplum 1 og 3 (mynd 2). Brúin var í kjölfarið metin ónýtt og bráðabirgðabrá byggð í staðin. Fræðilegir útreikningar á burðarþoli staura undir brúarstöplum gáfu til kynna að skolunardýpt undan sigstöpli hafi náð 4,25– 4,75 m niður en þá var burður stauranna orðinn krítískur gagnvart eiginþyngd brúarinnar. Ljóst er að staurar hefðu þurft að vera lengri en 5m til að ráða við úrskolonina.



**Mynd 2** – Sprungur í efra byrði yfirbyggingar þar sem flotliðir mynduðust.

Til þess að ákvarða sniðkrafta í yfirbyggingu var stillt upp reiknilíkani af brúnni með aðstoð forritsins SAP2000. Undirstöður yfirbyggingar, það er endastöplar og millistöplar, voru skilgreindar sem liðtengdar undirstöður. Tvö álagstílfelli voru skoðuð, það er ástand 1 og 2. Ástand 1 miðast við óskemmda brú þar sem allir stöplar eru virkir varðandi burð og álag er eingöngu frá eiginþyngd. Ástand 2 miðast hins vegar við að sigstöpullinn (millistöpull 2) missi allan burð og í stað þess að styðja við yfirbyggingu hangi hann í henni sem auka þyngd.

Reikningslegt beygjuvægi yfirbyggingar fyrir þessi tvö tilvik eru sýnd á mynd 3 sem jafnframt sýnir vægisþol hennar gagnvart jákvæðri og neikvæðri vægisáraun. Ljóst er að áraunin er meira en vægisþolið við aðliggjandi millistöpla og flotliðir myndast sem ekki er tekið tilliti til í reiknilíkani.



**Mynd 3** – Fjaðurfræðileg vægisáraun (rauðir og bláir ferlar) vegna eiginþyngdar á móti vægisþoli yfirbyggingar (svartir ferlar) fyrir ástand 1 (óskemmd brú) og ástand 2 (án milliundirstöðu). Sigstöplur er merktur með appelsínugulum lit.

### Niðurstöður og lokaorð

Eins og gjarnan er þegar tjón verður voru samverkandi þættir að baki þegar brúin yfir Steinavötn skemmdist í flóðum í september 2018. Í fyrsta lagi benda fyrirbyggjandi rennslis- og úrkomugögn til að aftakaflóð hafi orðið í Steinavötnum í kringum 27. september þegar tilkynnt var um tjón á brúnni. Í öðru lagi streymdi flóðvatn nánast samsíða vegi og brú þegar það kom að brúnni og þessi óheppilega stefna jók til muna úrskolun og undangröft undan stöplum. Hér hefði hjálpað að hafa leiðigarða sem hefðu stýrt vatninu þvert undir brúna sem hefði gert það að verkum að stöplar hefðu klofið straumvatnið og minnkað áraunina á þá. Í þriðja lagi voru tréstaurar undir millistöplum einungis 5m að lengd. Lengri staurar hefðu aukið burðarþol þeirra og öryggi gangvart úrskolun. Loks er líklegt að öflug grjótvörn í kringum undirstöður hefði hjálpað við að verja stauraundirstöðurnar en það var ekki skoðað sérstaklega í þessu verkefni.