

## VÖKTUNARKERFI FYRIR BRÝR

DÆMI UM SJÁLFVIRKA VÖKTUN 70 ÁRA HENGIBRÚAR

Rannsóknaverkefni styrkt af Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar  
Þátttakendur:

Guðmundur Valur Guðmundsson (Vegagerðin)  
Einar Þór Ingólfsson (Krabbenhøft+Ingólfsson Copenhagen)  
Kristján Uni Óskarsson (EFLA verkfræðistofa)  
Aron Bjarnason (Vegagerðin)  
Baldvin Einarsson (EFLA verkfræðistofa)  
Bjarni Bessason (Háskóla Íslands)

### Bakgrunnur

Rannsóknaverkefni sem bar heitið Ástandsvöktun brúa var unnið 2012-2013 og styrkt af rannsóknasjóði Vegagerðarinnar. Í því voru 2 brýr teknar fyrir, hengibrú á Ölfusá og bogabrá á Mjóafjörð í Ísafjarðardjúpi. Gerð var greining á hegðun Ölfusárbrú og sveiflufræðilegir eiginleikar hennar ákvarðaðir með mælingum sem notaðir voru til að kvarða reiknilíkön af brúnni. Einnig var skilgreind vöktunaráætlun fyrir brúna, sem gæti orðið fyrirmynd fyrir aðrar mikilvægar brýr á þjóðvegakerfinu. Fyrir bogabrá í Mjóafirði voru sveiflufræðilegir eiginleikar brúarinnar ákvarðaðir og bornir saman við reiknilíkön á hönnunarstigi.

Í lokaskýrslu til Rannsóknasjóðs Vegagerðarinnar er gerð grein fyrir niðurstöðum verkefnisins, í sérstakri greinargerð sem ber heitið: Brú á Ölfusá við Selfoss – Áætlun um vöktun, er skilgreindar kröfur til vöktunarkerfis og hvaða leiðir eru til vöktunar. Þar er gerð grein fyrir öllum þeim þáttum sem hægt er að vakta og var ætlað að vera fyrirmynd af því hvað hægt er að gera. Ekki er þó lagt til að fara í yrustu vöktun sem þar er fjallað um heldur einblína á mikilvægustu þættina sem gefa upplýsingar um hrörnun brúarinnar og þannig geta brugðist við í tæka tíð ef eitthvað kemur upp á.

### Vöktunaráætlun brúar á Ölfusá

Skoðun á ástandi burðarkapla brúar á Ölfusá á Selfossi sumarið 2011 leiddi í ljós að vísbendingar eru um að kaplarnir hafi skerta burðargetu vegna tæringar auk þess sem eiginþunga- og umferðarálag hefur aukist verulega frá því brúin var tekin í notkun. Var brotöryggi kaplanna metið sem óásættanlegt.

Gerðar voru mælingar og álagspróf á brúnni sumarið 2012. Á grundvelli mælinganna voru skilgreindar kröfur til sjálfvirks vöktunarkerfis fyrir Ölfusárbrú og mælt með því slíkt vöktunarkerfi yrði sett upp. Í greinargerð um vöktunarkerfi fyrir Ölfusárbrú voru fyrri rannsóknir á hegðun og ástandi burðarvirkis brúarinnar nýttar til þess að meta þörf á- og skilgreina raunhæfar leiðir til vöktunar. Niðurstöður fyrri athugana bentu til líklegar tæringar í burðarköplum sem eykur óvissu við mat á brotöryggi og þótti gefa tilefni til vöktunar brúarinnar.

Í greinargerðinni eru settir fram tveir valkostir við vöktun Ölfusárbrúar og þeir bornir saman með tilliti til bæði öryggis- og hagkvæmnisjónarmiða. Vöktun í formi sjálfvirks vöktunarkerfis sem gefur upplýsingar um hegðun brúarinnar í rauntíma annars vegar og hins vegar vöktun í formi reglulegra mælinga sem framkvæmdar eru með ákveðnu millibili. Er það metið svo að æskilegt sé að ráðast í uppsetningu vöktunarkerfis og er lausn sem þykir hentug sem grunnkerfi skilgreind í skýrslunni.

### Vöktunarkerfi

Aðalmarkmið vöktunarkerfisins eru að:

1. Greina breytingar í burðarvirki brúarinnar vegna hrörnunar
  - að greina sig brúarinnar vegna hrörnunar kapla í aðalhafi brúarinnar
  - að greina breytingar í kapalkröftum brúarinnar með titringsmælingum
  - að greina eiginsveifluform brúarinnar og hvernig eða hvort þau breytast með tíma
2. Að vera hagkvæmt og mæla einungis það sem nauðsynlegt er

Aukamarkmið er að geta gefið upplýsingar um öryggi brúarinnar eftir stóran jarðskjálfta.

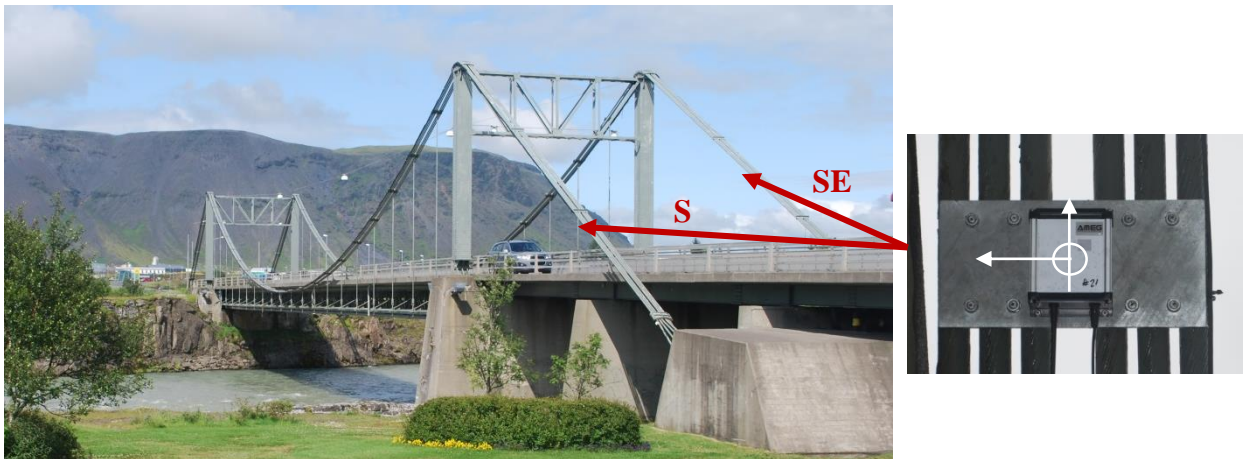
Vöktunarkerfið er hugsað sem viðbót við reglulegar ástandsskoðanir en ekki til að koma í stað þeirra.

Fyrri áfangi verkefnisins eins og því var lýst í verkefnislýsingu er kominn til framkvæmda, þ.e. greina breytingar í kapalkröftum brúarinnar með titringsmælingum. Síðari áfangi er að koma upp mælíbúnaði sem mælir hæðarferil brúarinnar sjálfvirk.

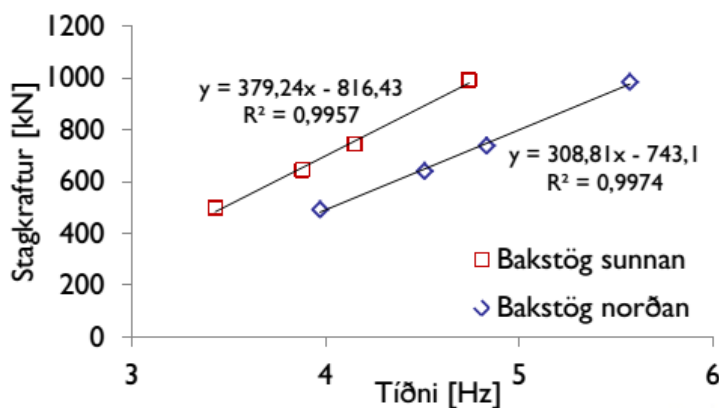
Hröðunarnemar voru settir upp á 2 burðarköplum brúarinnar í ágúst 2014 og hefur nú safnað gögnum frá þeim tíma með sítengdu mælakerfi sem aðgengilegt er af vef.

Mælíbúnaður kemur frá Krabbenhøft+Ingólfsson í Kaupmannahöfn og AMEG í Kaupmannahöfn.

Mælíbúnaðurinn mælir titring kaplanna og eru eigintíðnir kaplanna greindar út frá mælingunum. Með reiknilíkani af burðarköplunum sem gert er í einingaforritinu SAP2000 er samband eigintíðni burðarkaplanna og kapalkrafts fundið. Með því að greina breytingar í eigintíðni er hægt að greina breytingar í kapalkröftum brúarinnar til lengri tíma og á þann hátt meta hvort breytingar eigi sér stað í burðarvirki brúarinnar.



Staðsetning mælíbúnaðar



Samband milli eigintíðni og krafta í hverjum streng