# Tjónnæmisgreining á stálgöngubrú yfir Miklubraut við Rauðagerði

Jóhann Almar Sigurðsson
Leiðbeinendur: Ching-Yi Tsai, Elín Ásta Ólafsdóttir og Ólafur Sveinn Haraldsson

**Rannsóknarráðstefna Vegagerðarinnar**
**6. nóvember 2026**

## Markmið

Meginmarkmið verkefnisins var að meta tjónnæmi brúarsúlna úr steinsteypufylltum stálrörum stálgöngubrúar sem þverar Miklubraut við Rauðagerði og kanna hvernig eins brú myndi bregðast við jarðskjálftaraun sem vænta má á Selfossi. Með þessu var leitast við að auka skilning á jarðskjálftasvörun brúarinnar og meta hvort óbreytt hönnun hennar hentaði einnig svæðum sem Selfossi þar sem nærsprunguáhrifa getur gætt.

## Bakgrunnur

Göngubrýr gegna mikilvægu hlutverki í innviðum gangandi vegfarenda og getur hrun þeirra haft alvarlegar afleiðingar, sérstaklega þegar þær þvera umferðarmiklar stofnbrautir. Brúin sem var til skoðunar í verkefninu þverar Miklubraut við Rauðagerði. Í heildina er brúin 69 m og hefur hún þrjú höf, syðsta hafið er 30 m, miðhafið er 25.5 m og nyrsta hafið er 13.5 m. Brúargólfið er samsett úr tveimur Vierendeel grindum, stálplötu og stálbitum sem styðja við brúargólfsplötuna. Súlur brúarinnar eru tvær og eru báðar gerðar úr steinsteypufylltum stálrörum (e. CFST). Hærri súlan er á milli akreina Miklubrautar.



***Mynd 1. Stálgöngubrúin við Rauðagerði. Norður endi brúarinnar er til vinstri á myndinni.***

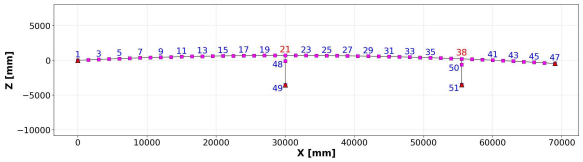
## Aðferðir

Til að meta tjónnæmi stálgöngubrúarinnar var reiknilíkan af brúnni þróað í OpenSees og nákvæmni þess metin út frá sveiflumælingum sem framkvæmdar voru á brúnni. Mælikvarði á tjón var mismunafærsla (e. drift ratio) súlna brúarinnar, skilgreind sem hlutfall láréttrar hliðarfærslu og hæðar súlu.

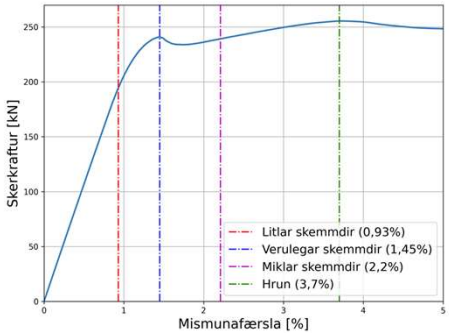
Með ólínulegri stöðufræðilegri greiningu (e. pushover analysis) voru fjögur tjónmörk skilgreind: litlar skemmdir (0,93 %), verulegar skemmdir (1,45 %), miklar skemmdir (2,2 %) og hrun (3,7 %), sjá mynd 3.

Tjónnæmi brúarinnar var síðan metið með stigvaxandi ólínulegri tímaraðagreiningu (e. incremental dynamic analysis), þar sem hágildi yfirborðshröðunar (e. PGA) var notað sem mælikvarði á styrk jarðskjálfta. Valdar jarðskjálftatímaraðir voru staðlaðar og skalaðar með þremur aðferðum: PGA-stöðlun, skölun samkvæmt Eurocode 8-1:2004 og skölun samkvæmt Eurocode 8-2:2004.

Tvö álagstilfelli voru skoðuð, annars vegar eiginþungi brúarinnar og hins vegar eiginþungi brúarinnar ásamt álagi frá snjóruðningstæki. Út frá niðurstöðum tímaraðagreininganna voru ákvarðaðir tjónnæmisferlar sem lýsa líkum á að skilgreind tjónmörk verði yfirstigin við mismunandi jarðskjálfaáraun.




***Mynd 2. Reiknilíkan af brúnni í OpenSees. Norður endi brúarinnar er við hnúðpunkt 47 og krítíska súlan er við hnúðpunkt 21.***




***Mynd 3. Niðurstöður úr ólínulegri stöðufræðilegri greiningu.***

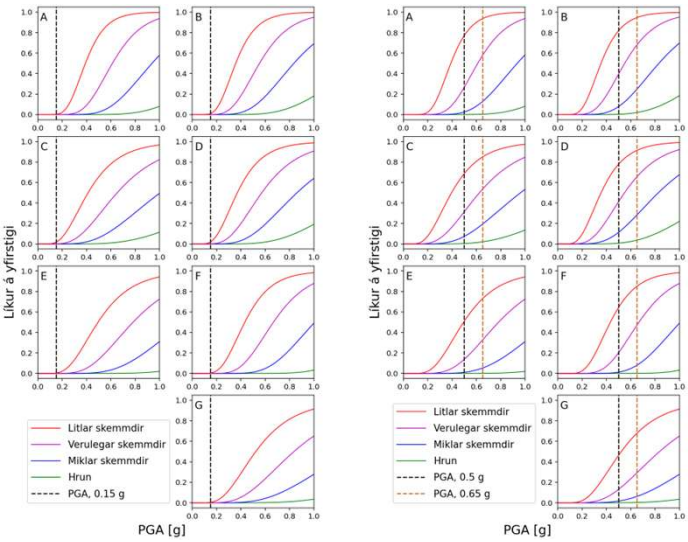
## Niðurstöður og umfjöllun

Niðurstöður tjónnæmisgreiningarinnar sýna að líkur á skemmdum á brúarsúlunum við Rauðagerði eru litlar við jarðskjálftaáraun með endurkomutímann 475 ár ($a_g$ = 0,15 g). Líkur á að tjónmark fyrir litlar, viðgerðarhæfar skemmdir eru undir 5 % í öllum tilvikum. Ef eins brú væri reist á Selfossi aukast líkur á skemmdum verulega við jarðskjálftaáraun með sama endurkomutíma ($a_g$ = 0,5 g). Líkur á að yfirstíga tjónmark fyrir litlar skemmdir ná um 50 – 80 % og 1 – 12 % fyrir miklar, óviðgerðarhæfar, skemmdir.

Skölun tímaraða samkvæmt brúarkafla Eurocode 8 (EC8-2:2004) reyndist næmari fyrir breytingum á væntu hágildi yfirborðshröðunar en skölun samkvæmt almenna kafla Eurocode 8 (EC8-1:2004).

Einfaldar sveiflumælingar sýndu jafnframt gott samræmi milli mældra og reiknaðra eiginsveiflutíðna brúarinnar. Niðurstöðurnar benda því til þess að umfangsmiklar mælingar séu ekki alltaf nauðsynlegar við kvörðun og sannprófun reiknilíkana sambærilegra mannvirkja.

Mikilvægt reyndist að herma bogadregna lögun brúarinnar bæði í lengdarstefnu brúarinnar og í þversniði brúargólfsins með nákvæmum hætti svo reiknilíkanið hegðar sér eins og raunveruleg brú.




***Mynd 4. Niðurstöður tjónnæmisgreiningar lengri súlu brúarinnar fyrir Reykjavík, vinstra megin, og Selfoss, hægra megin.***

## Þakkir

Þakkir vil ég færa Rannsóknarsjóði Vegagerðarinnar fyrir að veita verkefninu brautargengi með myndarlegum rannsóknarstyrk (styrk nr. 1800-1130). Einnig vil ég þakka VSÓ Ráðgjöf fyrir að veita mér aðgang að teikningum brúarinnar.