

Tilraun á brú yfir Steinavötn

Dórótea H. Sigurðardóttir og Ching-Yi Tsai

Háskóli Íslands

Brú yfir Steinavötn



- Byggð 1964
- 102 m löng
- Samfelldur biti
- Járnbent steinsteypa
- 2 landstöplar
- 5 millistöplar

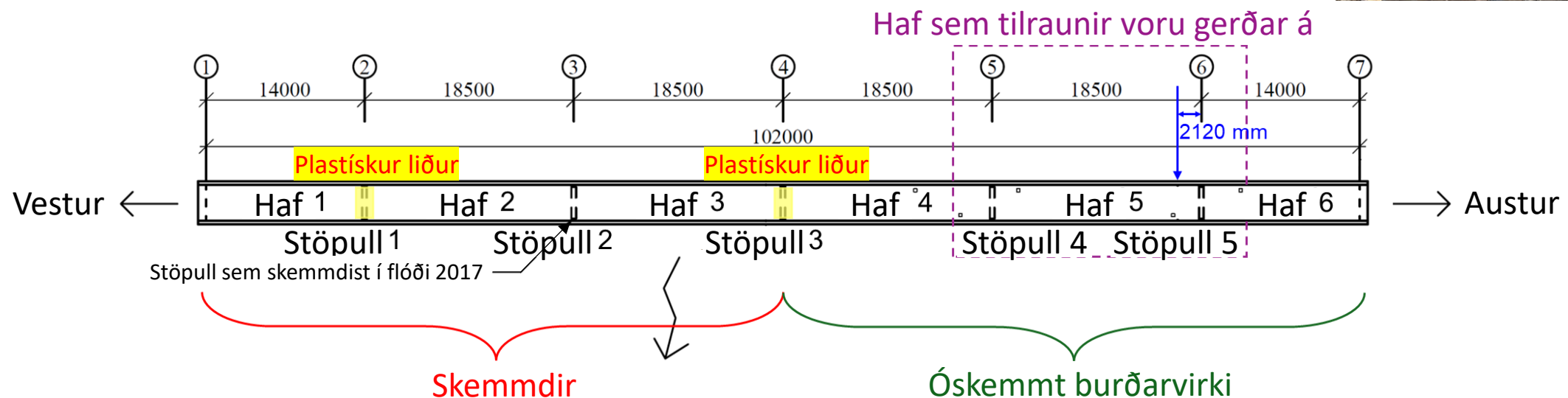
Brúin skemmdist illa

- Brúin skemmdist í flóði árið 2017, afráðið að ekki yrði hægt að gera við hana
- Sjaldgæft tækifæri til tilrauna á brú í fullri stærð skapaðist
- Samvinnuverkefni:
 - Vegagerðin
 - Háskólinn í Reykjavík
 - Osmos Monitoring Group



Tilraun á brú

- Margar gerðir af mælitækjum og álagstilfellum
- Áhersla í þessu verkefni á langa ljósleiðarastreitumæla og LVDT færslumæla
- Stigvaxandi kraftur langt inn á plastískt svið, stefnt að broti

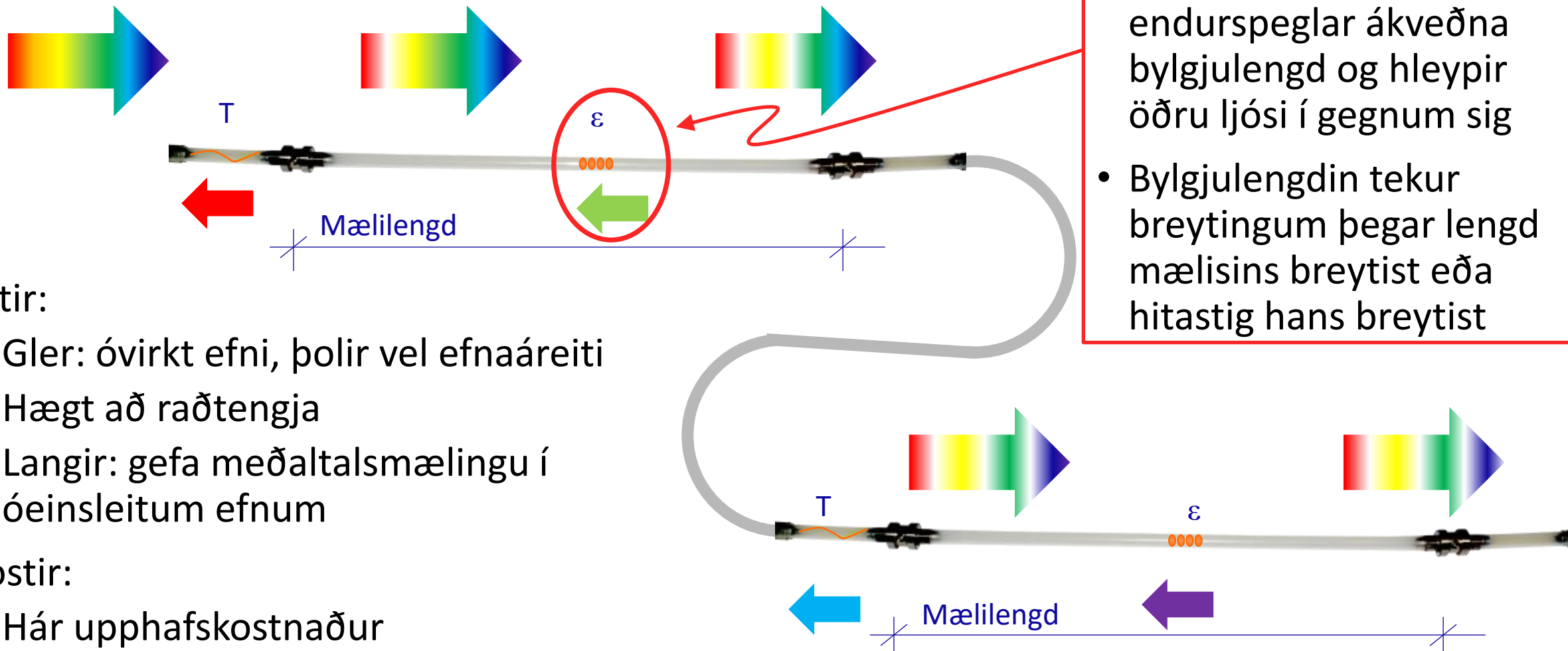


Ljósleiðarataækni til mælinga á streitu og hitastigi

Langir Fiber-Bragg Grating (FBG) mælur

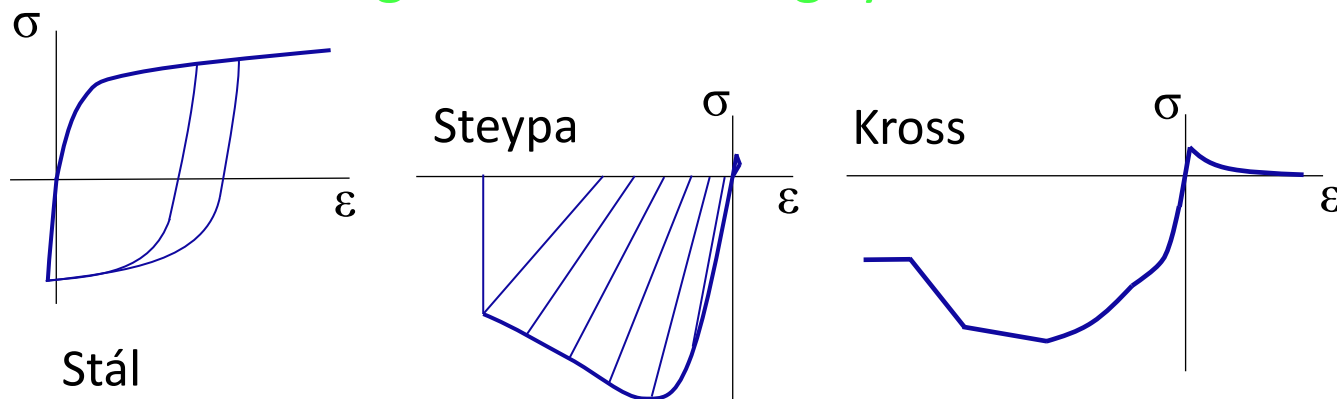
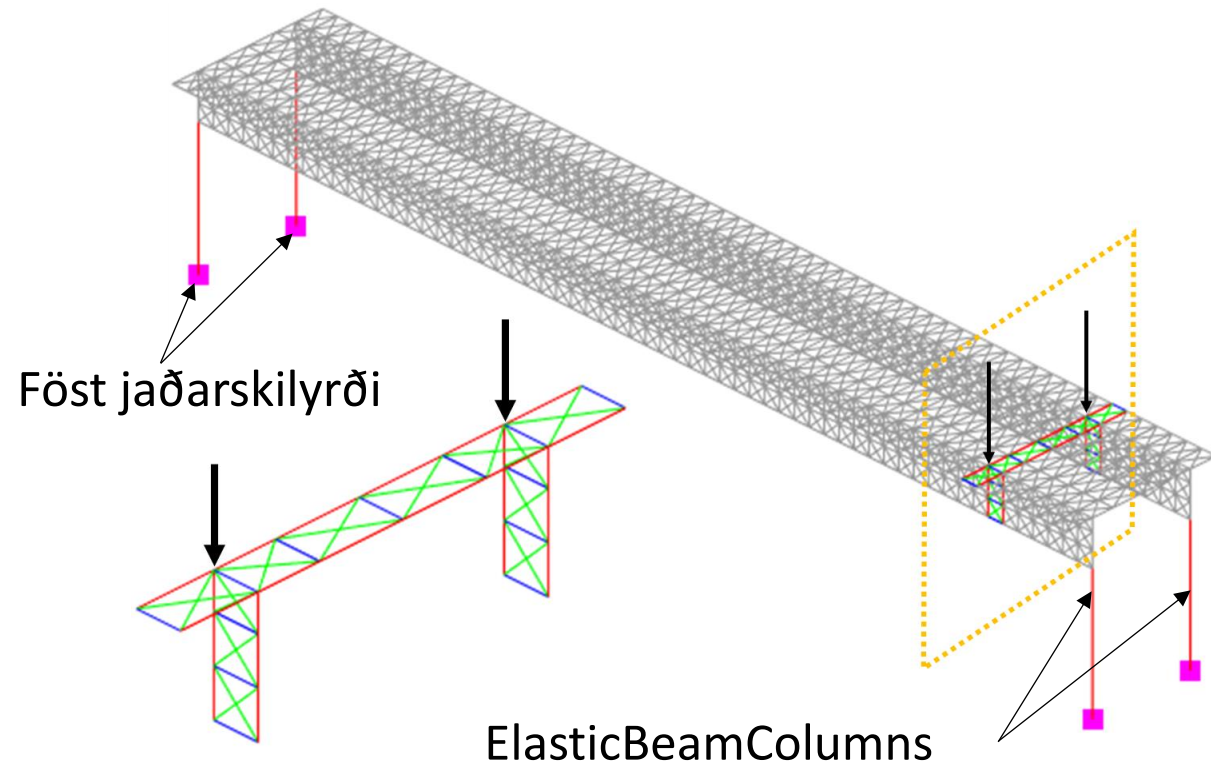
- Sía/filter sem endurspeglar ákveðna bylgjulengd og hleypir öðru ljósi í gegnum sig
- Bylgjulengdin tekur breytingum þegar lengd mælisins breytist eða hitastig hans breytist

- Kostir:
 - Gler: óvirkt efni, polir vel efnaáreiti
 - Hægt að raðtengja
 - Langir: gefa meðaltalsmælingu í óeinsleitum efnum
- Ókostir:
 - Hár upphafskostnaður



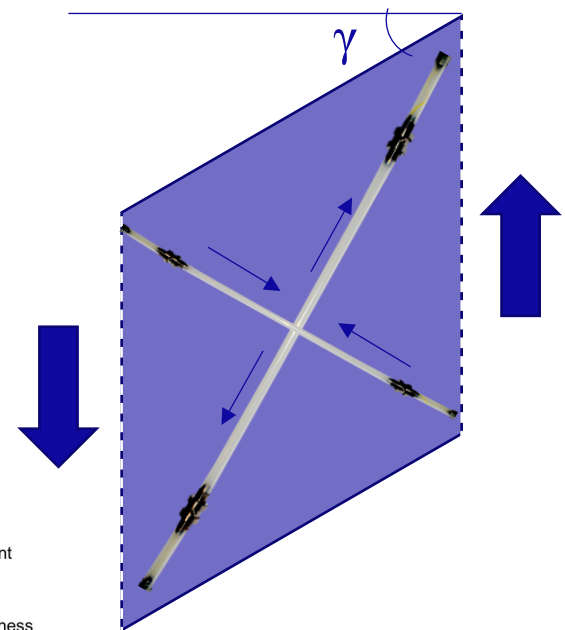
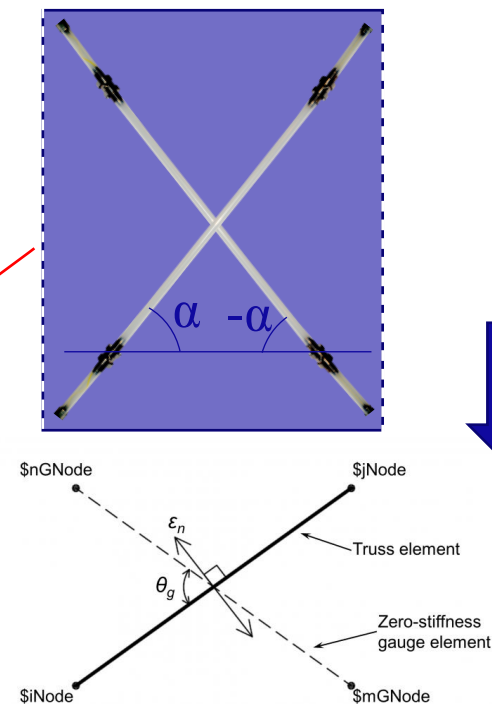
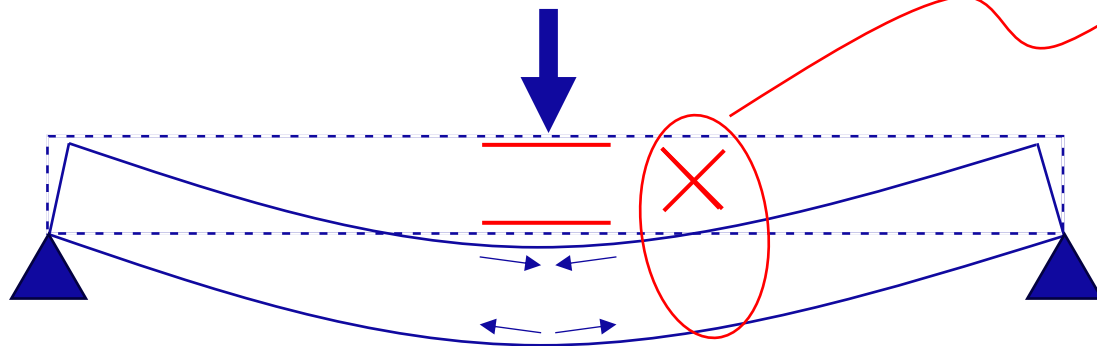
OpenSees tölulegt bita-stanga-líkan

- Einingar í lengdarstefnu: `dispBeamColumn` með trefjum (780 stk.)
 - Henta vel við ólínulega hegðun
- Einingar þvert á lengdarstefnu: `elasticBeamColumn` (732 stk.)
 - Línulegar, þarfnast minni reiknigetu
- Kross einingar: `Truss2` (1440 stk.)
 - Sérstaklega hönnuð eining fyrir sker



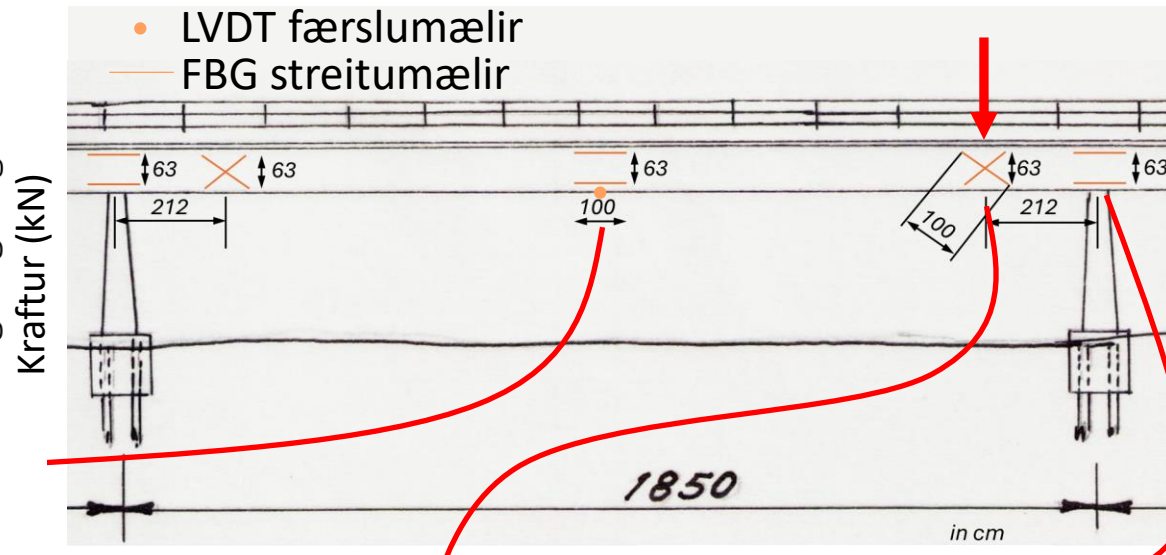
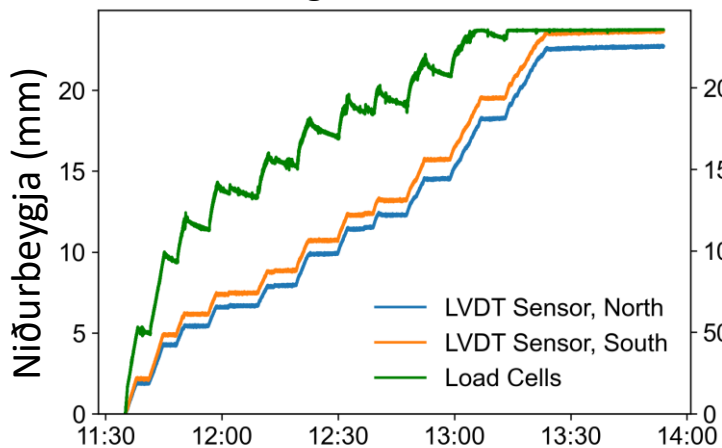
Burðarvirkisgreining og úrvinnsla mælinga

- Bitastanga-líkan (e. Beam Truss Model (BTM)) – ólínuleg töluleg greining
 - Svipuð hugmyndafræði og við hönnun steinsteypuvirkja
 - áslæg streita vegna vægis er tekin upp í láréttum trefjum
 - Skerstreita tekin upp í krosseiningum
- Langir ljósleiðaramælar
 - Samsíða mælar, mæla áslægar streitur
 - Krosslagðir mælar mæla skerstreitu
- Einföld línuleg greining til samanburðar

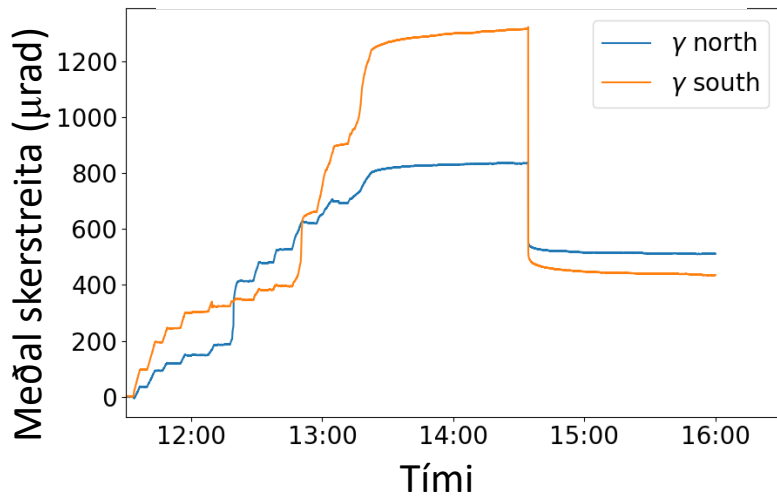


Mæliniðurstöður

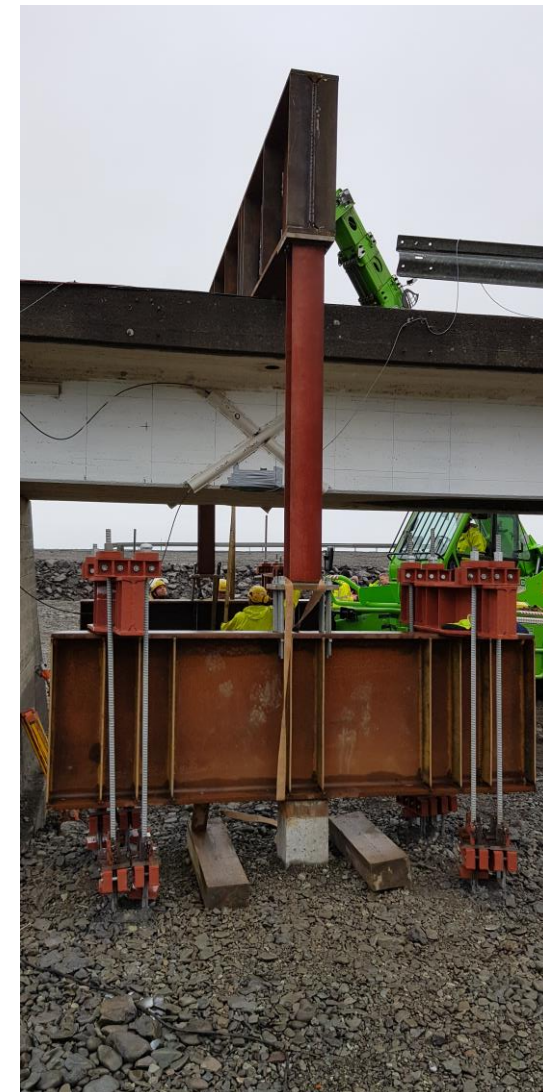
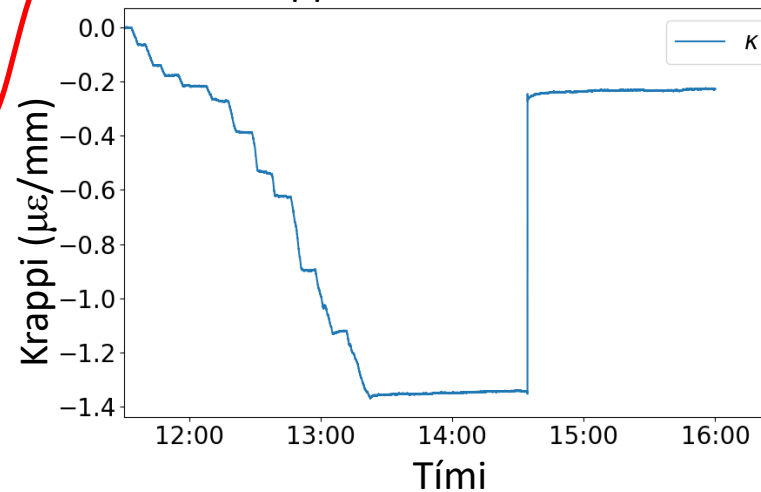
Mælingar sem fall af tíma



Tími Meðal skerstreita sem fall af tíma



Krappi sem fall af tíma

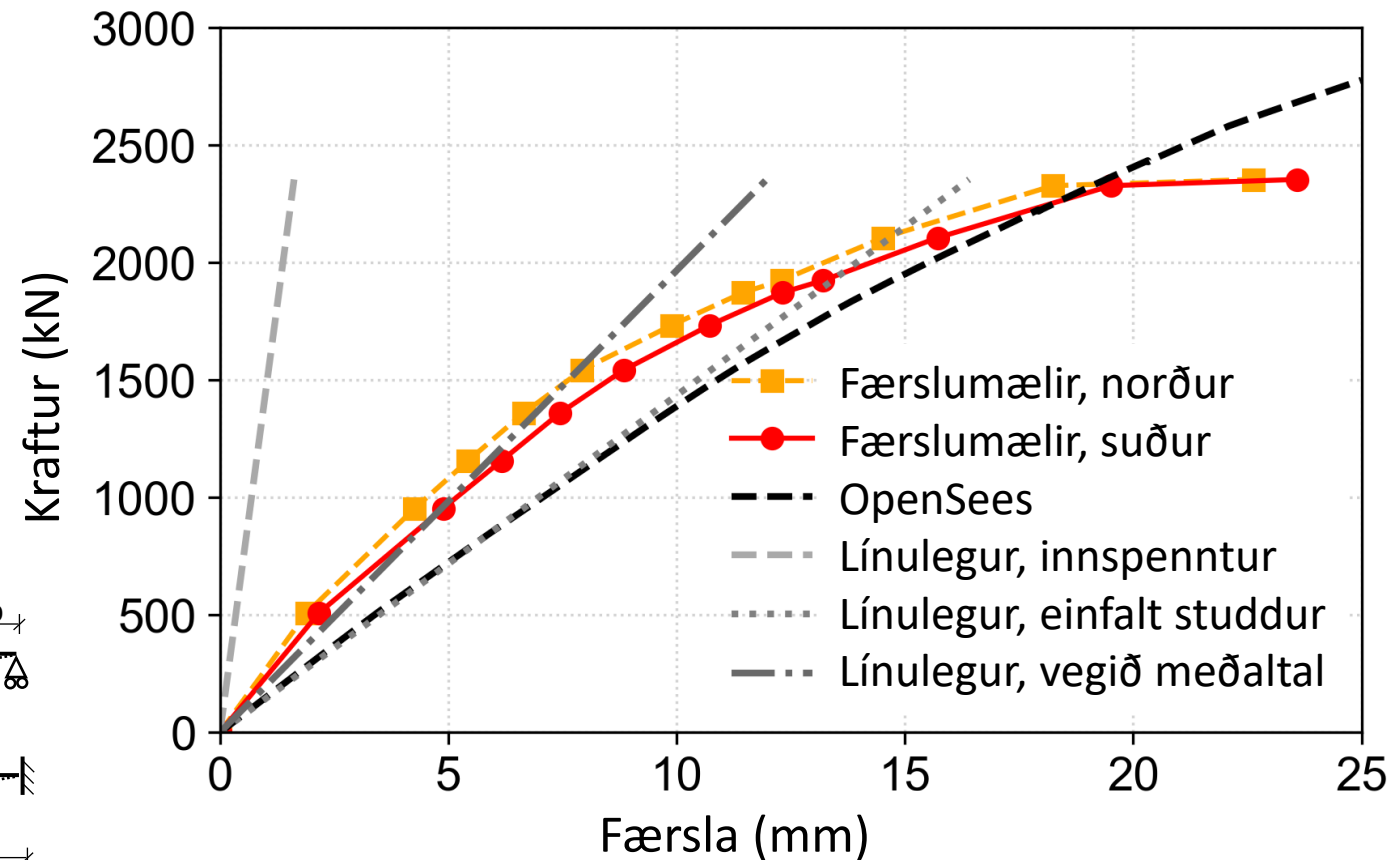
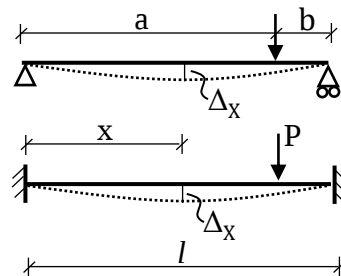


Kraftur og færsla á miðju hafi

- Mælingarnar falla á milli líkana sem lýsa innspenntum bita og einfalt studdum bita
- OpenSees líkanið er með svipaða stífni og einfalt studdi bitinn
 - Randskilyrði

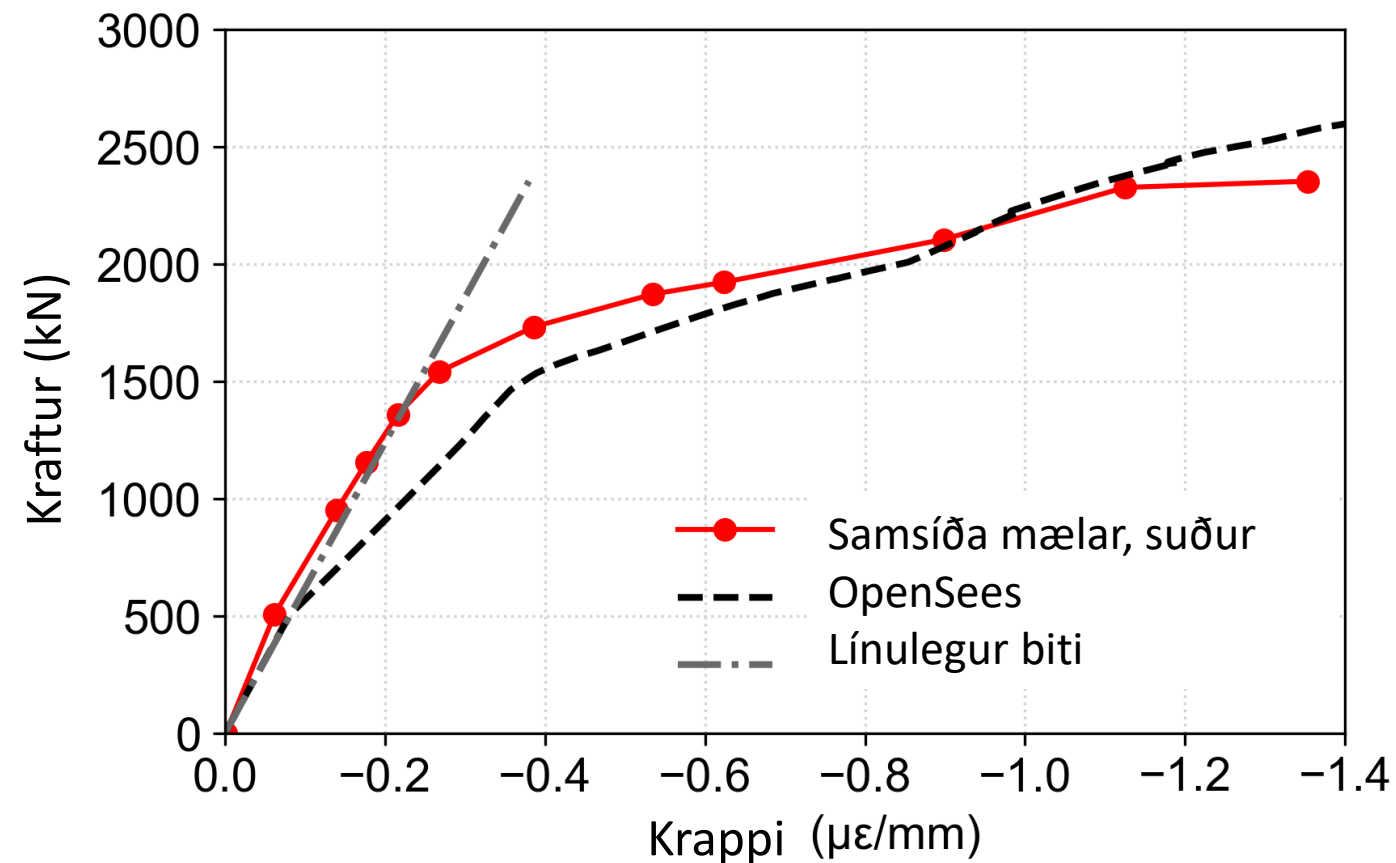
$$\Delta_x = \frac{Pbx}{6EI} (l^2 - b^2 - x^2)$$

$$\Delta_x = \frac{Pb^2x^2}{6EI} (3al - 3ax - bx)$$

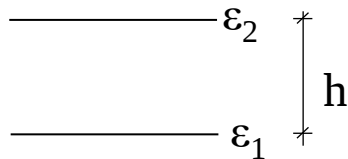


Kraftur og krappi við eystri stöpul

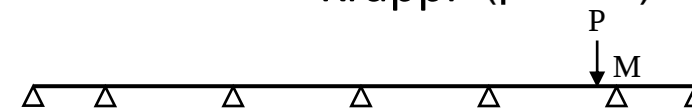
- Mæld hegðun línuleg að 1500 kN
- Línulegt líkan með svipaða stífni og mælingarnar
- Ólínulega tölulega líkanið er ekki eins stíft eftir 500 kN
 - Einföldun þar sem ólínulega líkanið er rammi en ekki samfelldur biti með mörgum höfum
 - Lýsir hegðuninni vel



$$\kappa = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{h}$$



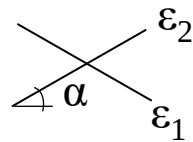
$$\kappa = \frac{M}{EI} \cdot 10^6$$



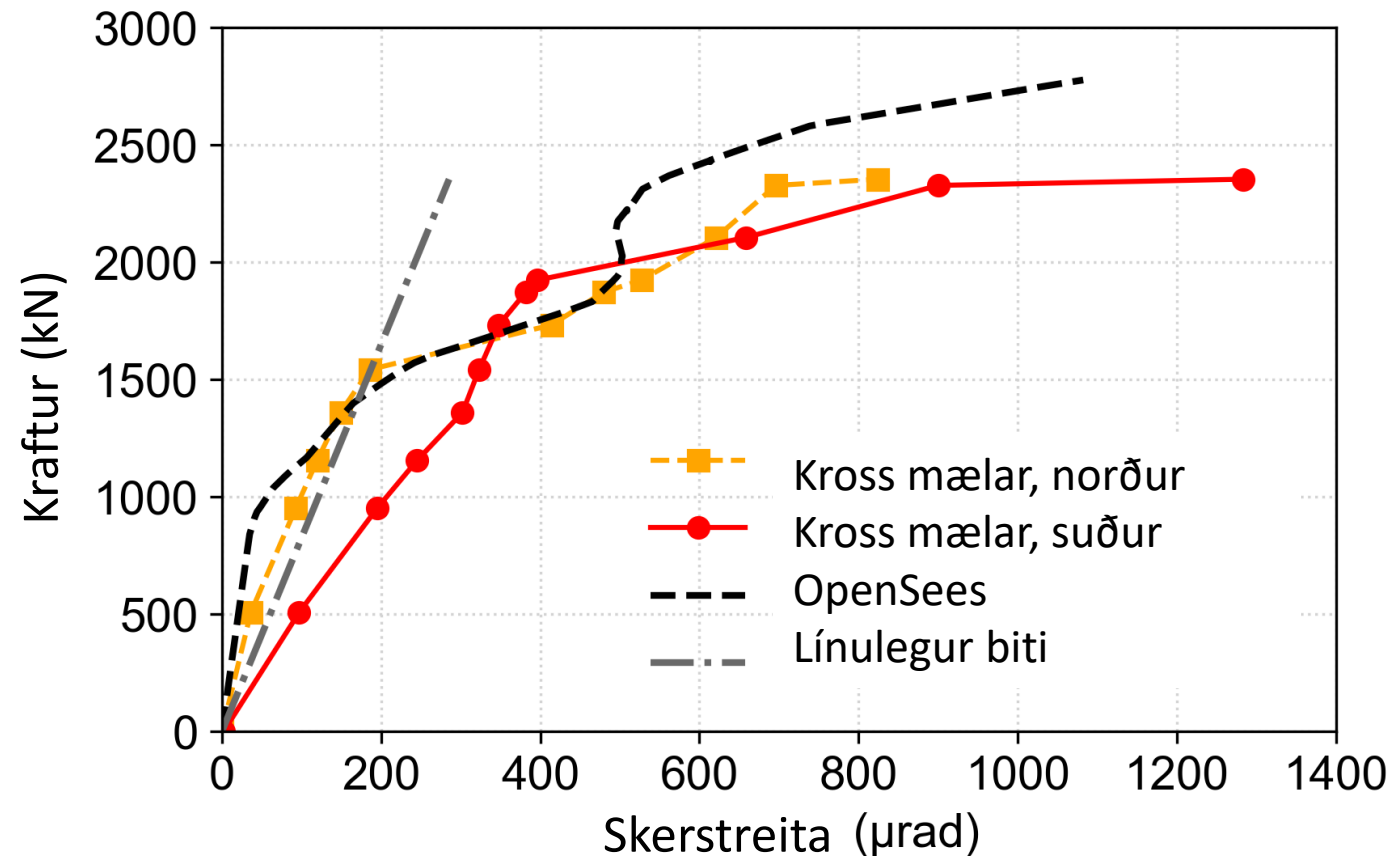
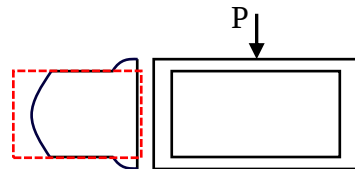
Kraftur og skerstreita undir krafti

- Mæld skerstreita á norðurhlið svipuð línulegu líkani og ólínulegu líkani
- Skerstreita mæla á suðurhlið með lægri hallatölu (minni stífni)
 - Þarfnast frekari greiningar

$$\gamma = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{2 \cos(\alpha) \sin(\alpha)}$$



$$\gamma = \frac{PA\bar{y}}{2GIt} \cdot 10^6$$



Samantekt niðurstaða

- Rannsókn sem þessi gefur vísbendingu um hvernig hægt er að hámarka gagnsemi mannvirkja sem á að rífa með því að nýta þau sem tilraunavettvang
- Verkefnið markar tímamót í íslenskum burðarþolsrannsóknum þar sem í fyrsta sinn var gerð burðarþolsprófun á íslenskri brú í fullri stærð allt að brotmörkum
- Niðurstöðurnar varpa ljósi á ólínulega svörun brúarinnar undir miklu og stigvaxandi álagi og veita mikilvæga innsýn í hegðun steinsteyptra bitabréa nálægt brotmörkum
- Allar breytur sem voru greindar sýndu meira eða minna línulega hegðun upp að um það bil 1500 kN álagi, við hærri álag verður ólínuleg hegðun ráðandi
- Ólínulega tölulega líkanið nær að lýsa hegðuninni í megindráttum, líkanið ofmat styrkin og vanmat stífnina, líklega vegna randskilyrða