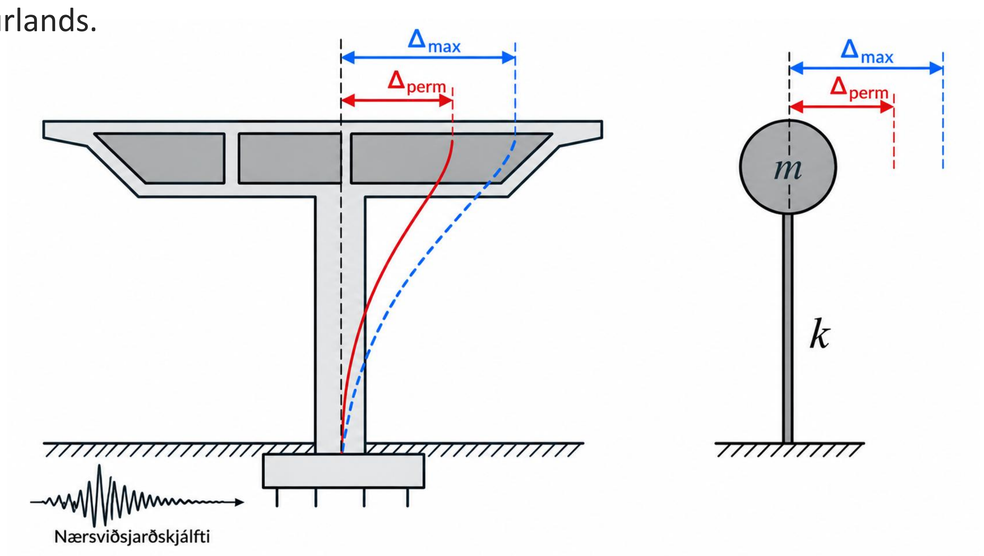
Áhrif forspennu á jarðskjálftasvörun brúarsúlna við nærsviðsjarðskjálfta

Jóhannes Guðmundsson
Leiðbeinendur: Ching-Yi Tsai og Ólafur Sveinn Haraldsson

Rannsóknarráðstefna Vegagerðarinnar 6. nóvember 2026

Markmið

Markmið verkefnisins er að bera saman jarðskjálftasvörun hefðbundinna járnbentra brúarsúlna og forspenntra súlna við nærsviðsjarðskjálfta á brotabelti Suðurlands.

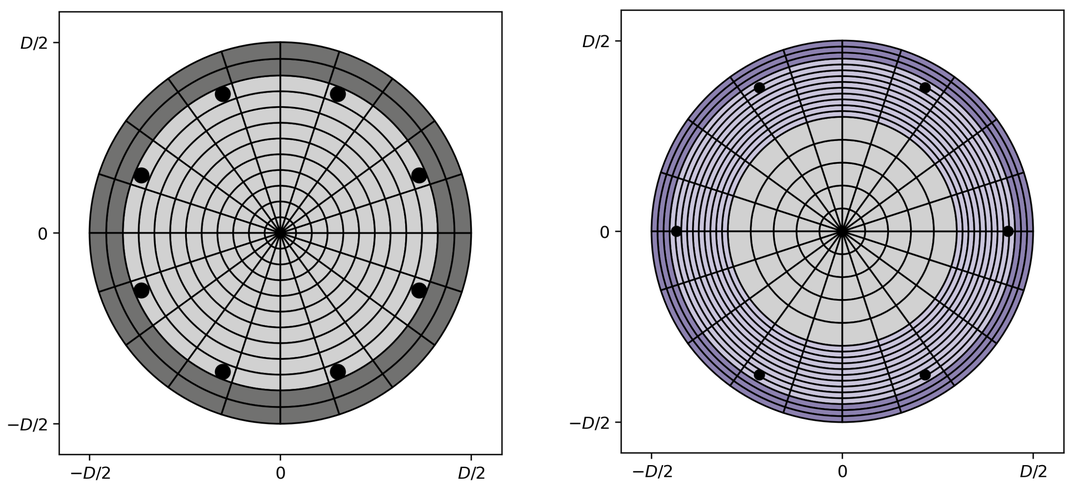


Mynd 1: Brúarsúla og einfaldað líkan hennar sem einnar frelsisgráðu kerfi. Hámarkshliðarfærsla (Δ_{max}) og varanleg hliðarfærsla (Δ_{perm}) eru mældar frá upphafsstöðu. Á myndum 3 og 4 er hliðarfærslan gefin sem hlutfall af hæð súlunnar, Δ/H (H = 5,0 m).

Bakgrunnur

Hefðbundnar járnbentar brúarsúlur geta orðið fyrir varanlegri hliðarfærslu í stórum jarðskjálftum sem getur haft áhrif á nothæfi eftir jarðskjálfta.

- Forspenntar súlur með óbundnum köplum hafa sjálfmiðjandi (e. *self-centering*) eiginleika sem geta dregið úr varanlegri hliðarfærslu.
- Bornar eru saman tvær súlugerðir sem áður voru prófaðar við Washington-háskóla í Seattle. Forspennta súlan hefur kápu úr trefjasteypu (e. HyFRC) og aðeins um þriðjung af langjárnum (þ.e. kambstáli) hefðbundnu súlunnar. Vægisstyrkur beggja súlna er sambærilegur.



Mynd 2: Þversnið hefðbundinnar járnbentrar súlu (vinstri) og forspenntrar súlu (hægri) (Haraldsson o.fl., 2013; Finnsson, 2013).

Aðferðir

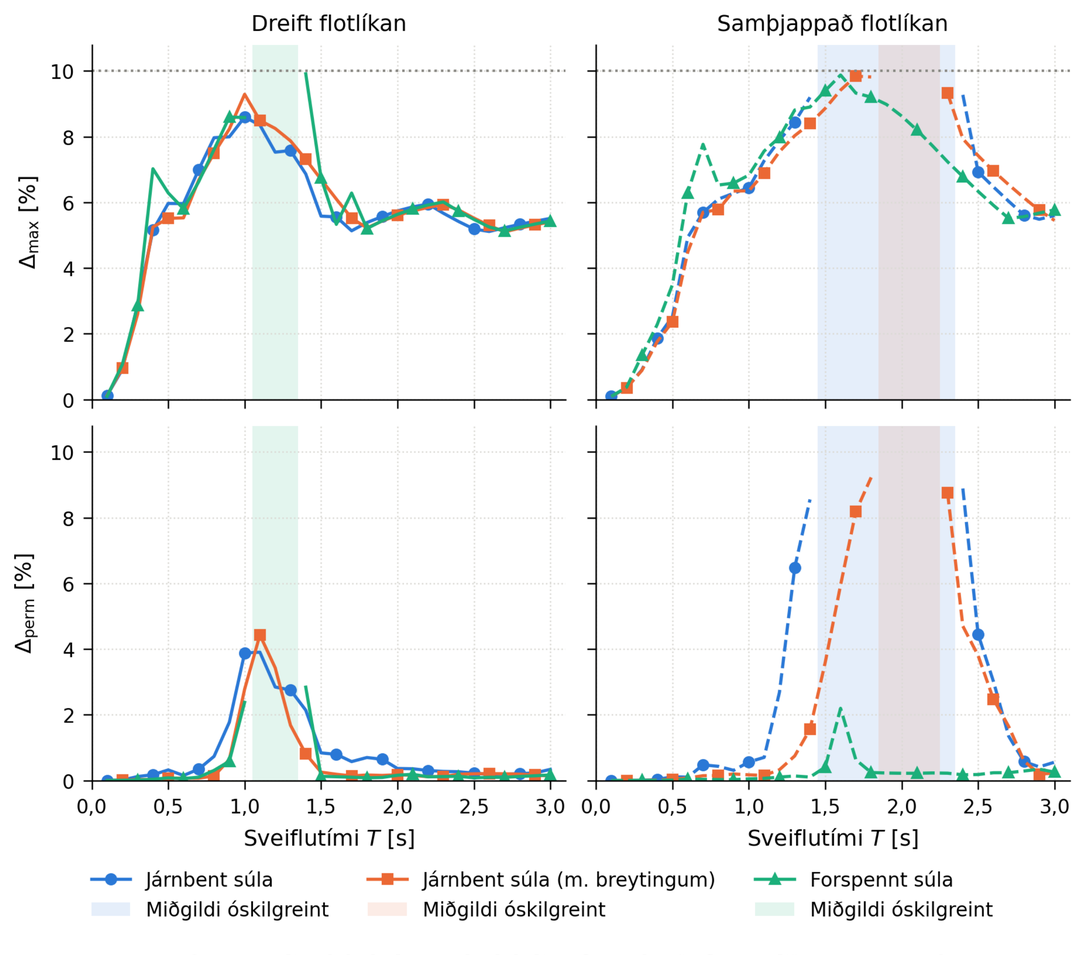
Súlurnar voru hermdar í OpenSees með eftirfarandi aðferðarfræði:

- **Reiknilíkön:** Dreifð (e. *distributed plasticity*) og samþjöppuð (e. *lumped plasticity*) flotlíkön.
- **Kvörðun og sannprófun:** Líkönin voru borin saman við niðurstöður statískra álagsprófana (e. *quasi-static cyclic test*).
- **Tvær útgáfur af hefðbundnu súlunni:** Til að meta óvissu um tenginguna við undirstöðu.
- **Jarðskjálftaálag:** Níu nærsviðstímaraðir úr Suðurlandsskjálftunum 2000 og 2008, kvarðaðar að Eurocode 8.
- **Tímaraðagreiningar:** Alls 1.620 ólínulegar tímaraðagreiningar fyrir sveiflutíma á bilinu 0,1–3,0 s. Greiningu var hætt við 10% hliðarfærslu.

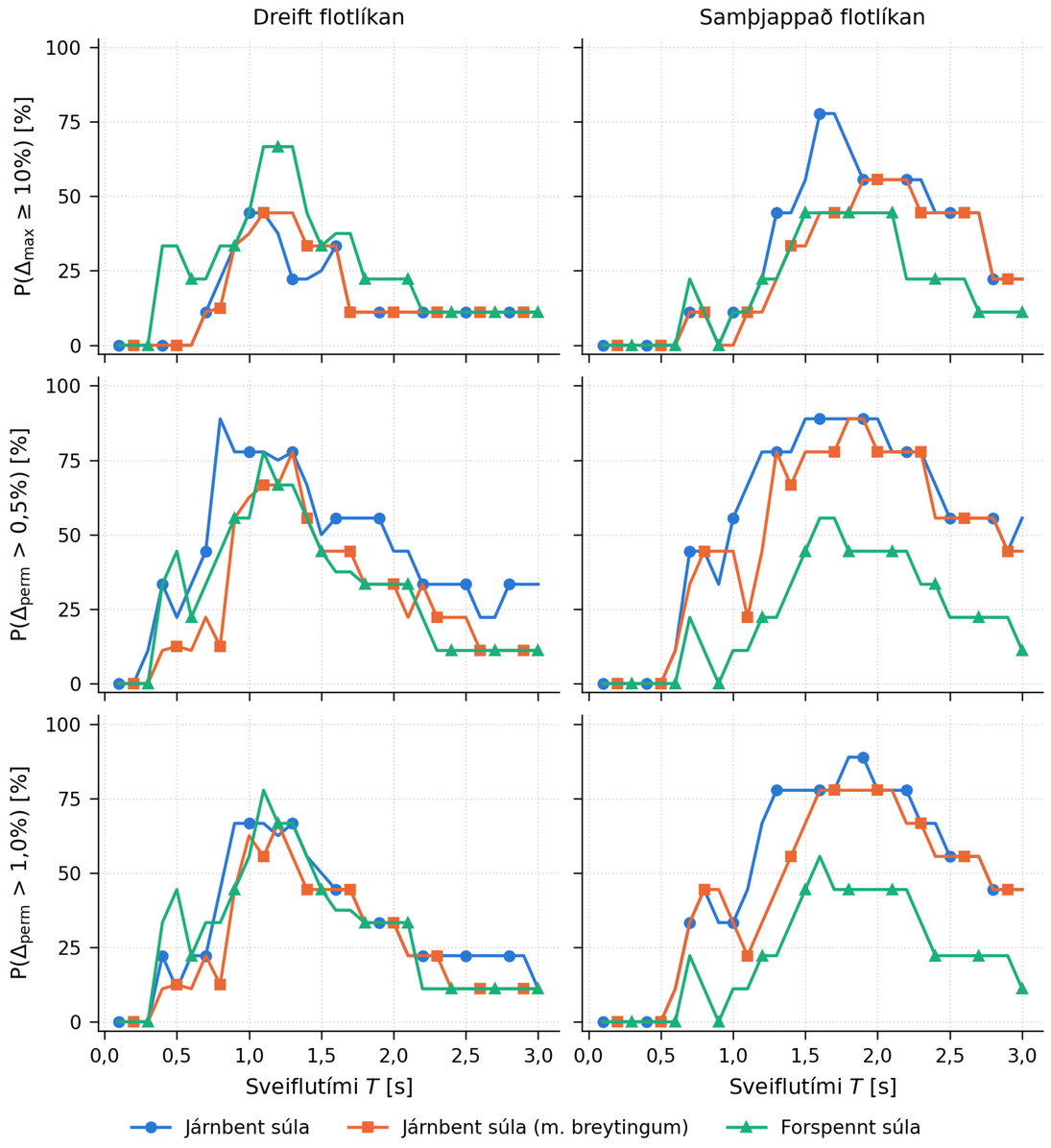
Niðurstöður

Mynd 3 sýnir miðgildi hámarks- og varanlegrar hliðarfærslu sem fall af sveiflutíma. Mynd 4 sýnir hlutfall tímaraða sem olli hámarks- og varanlegri hliðarfærslu yfir tilteknum mörkum.

- **Hámarkshliðarfærsla:** Hámarkshliðarfærsla forspenntu súlunnar er almennt sambærileg hefðbundnu súlunum en niðurstöðurnar eru háðar vali á reiknilíkani (mynd 3).
- **Varanleg hliðarfærsla:** Í samþjappaða líkaninu fer miðgildi varanlegrar hliðarfærslu forspenntu súlunnar ekki yfir 2,2%, samanborið við 8–9% hjá hefðbundnu súlunum. Forspennta súlan fór einnig mun sjaldnar yfir 0,5% og 1% mörkin (mynd 4). Í dreifða líkaninu er munurinn minni og ekki tölfræðilega marktækur.



Mynd 3: Miðgildi hámarkshliðarfærslu (efri röð) og varanlegrar hliðarfærslu (neðri röð). Skyggð svæði: miðgildi óskilgreint.



Mynd 4: Hlutfall tímaraða þar sem hámarkshliðarfærsla náði 10% (efst) og varanleg hliðarfærsla fór yfir 0,5% (miðja) og 1,0% (neðst).

Þakkir

Rannsóknarsjóður Vegagerðarinnar fær sérstakar þakkir fyrir að styrkja verkefnið (styrkur nr. 1800-1095).