

Ólínuleg greining á steiptum stoðveggjum með einingaaðferðinni



Stefán Grímur Sigurðsson, Ching-Yi Tsai, Dórótea Høeg Sigurðardóttir og Bjarni Bessason

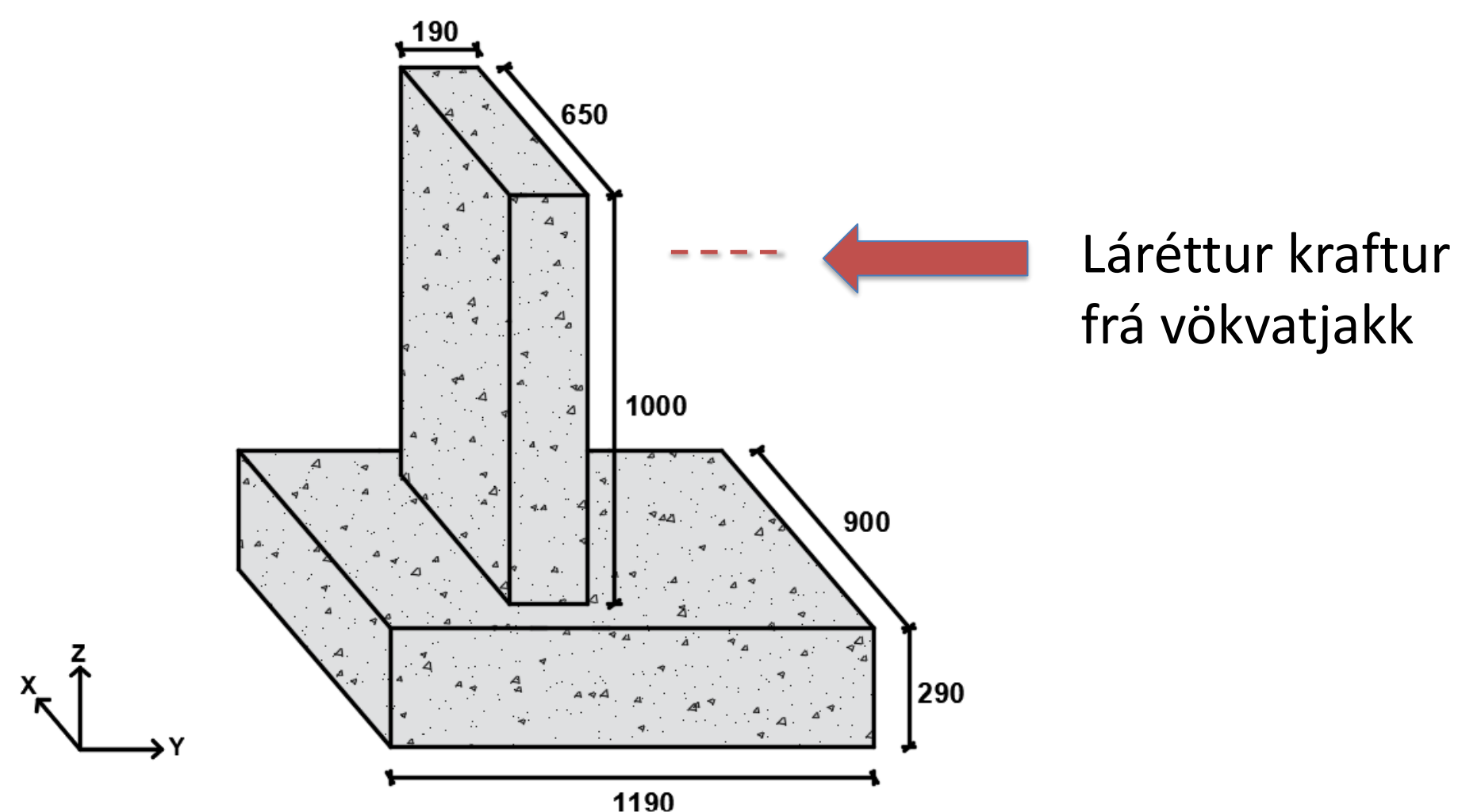
22. Rannsóknarráðstefna Vegagerðarinnar
27. október 2023

Markmið

Meginmarkmið verkefnis var að herma tilraunaniðurstöður frá álagsprófi á steinsteiptum stoðveggjum með tölvutæku reiknilíkani.

Bakgrunnur

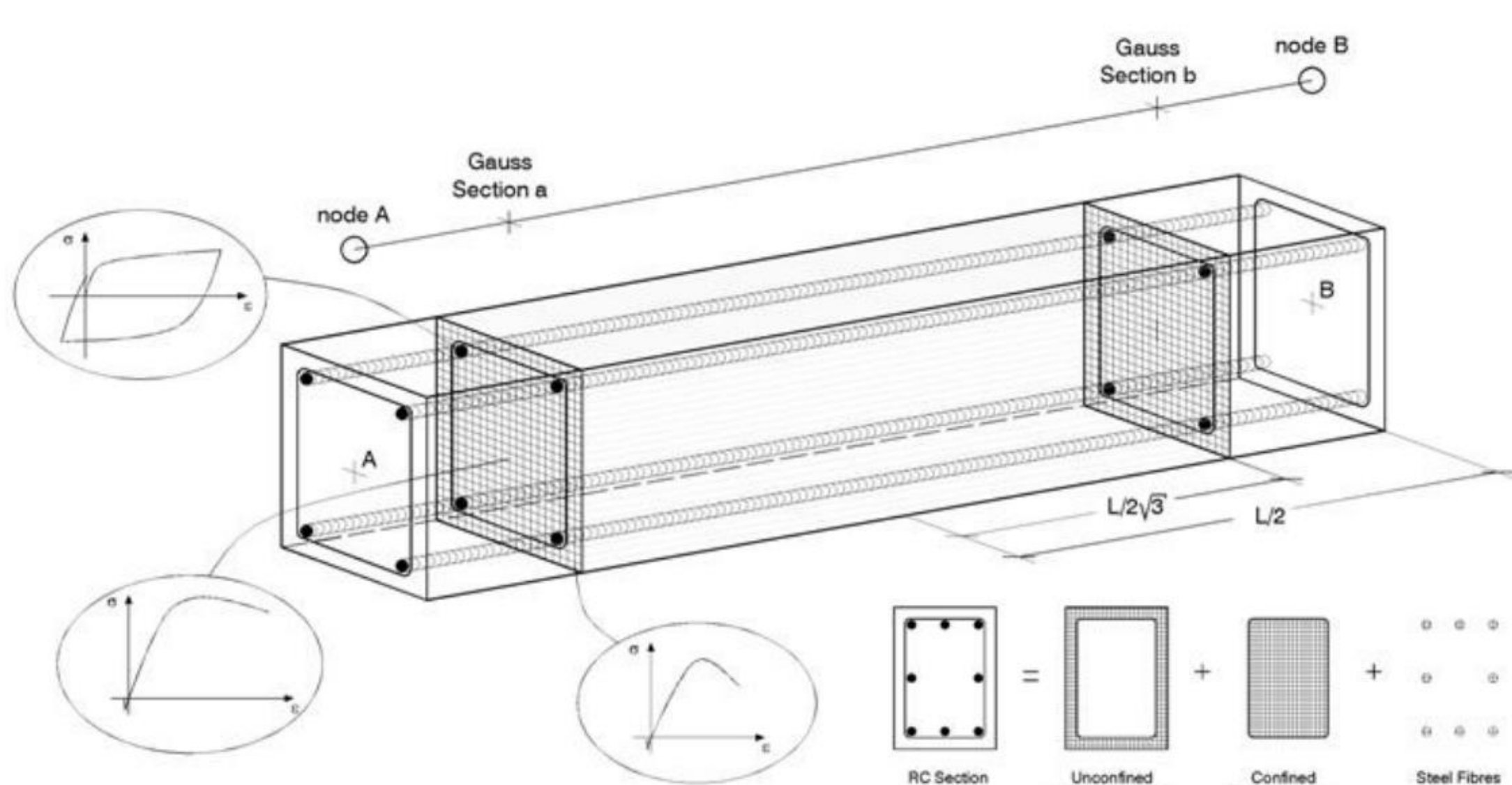
Framkvæmdartími við byggingu á brúm getur verið langur og kostnaðarsamur. Ýmsar lausnir eru í boði til að stytta þennan tíma. Almennu eru sókkjar og stoðveggir í landstöplum brúa staðsteiptir. Hægt er að hraða uppbyggingunni með því að nota forsteiptar veggeiningar sem er stungið niður í sókkulmótin áður en steipt er. Haustið 2022 var gerð tilraun til þess að skoða muninn á hefðbundinni staðsteiptri lausn og hönnun þar sem notaðar eru forsteiptar veggeiningar. Tilraunin var framkvæmd í VR-III rannsóknabyggingu í Háskóla Íslands þar sem eitt prófstykki af hvorri gerð var steipt og álagsprófað. Prófstykkin, sem líta eins út eru sýnd á mynd 1. Tilraunin var samstarfsverkefni Vegagerðarinnar, Háskóla Íslands, BM-Vallá og Verkfræðistofunnar Vista.



Mynd 1: Málsett mynd af prófstykkum (öll mál í mm).

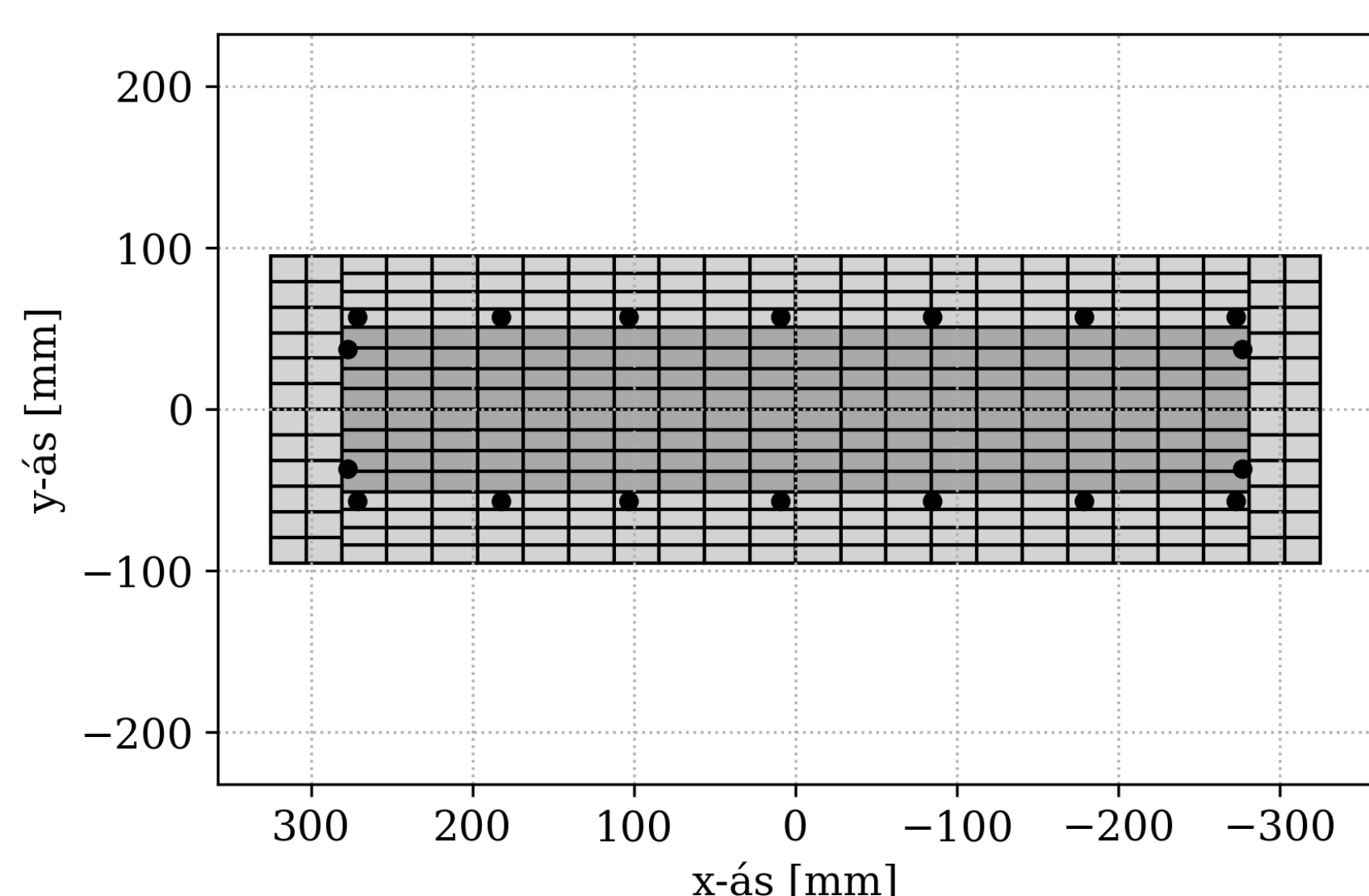
Aðferðir

Reiknilíkön fyrir bæði prófstykkin voru byggð upp með einingaaðferðinni í OpenSees hugbúnaðnum. Tvennskonar grunngerðir af líkönum voru skoðuð, annars vegar trefjabitalíkön og hins vegar bitastangalíkön. Trefjabitalíkön eru hentug til þess að greina vægisbrot í burðarvirkjum á meðan bitastangalíkön gagnast bæði til að greina skerdbrot og vægisbrot. Mynd 2 sýnir bitaeyningu sem byggir á trefjabversniðsaðferð.



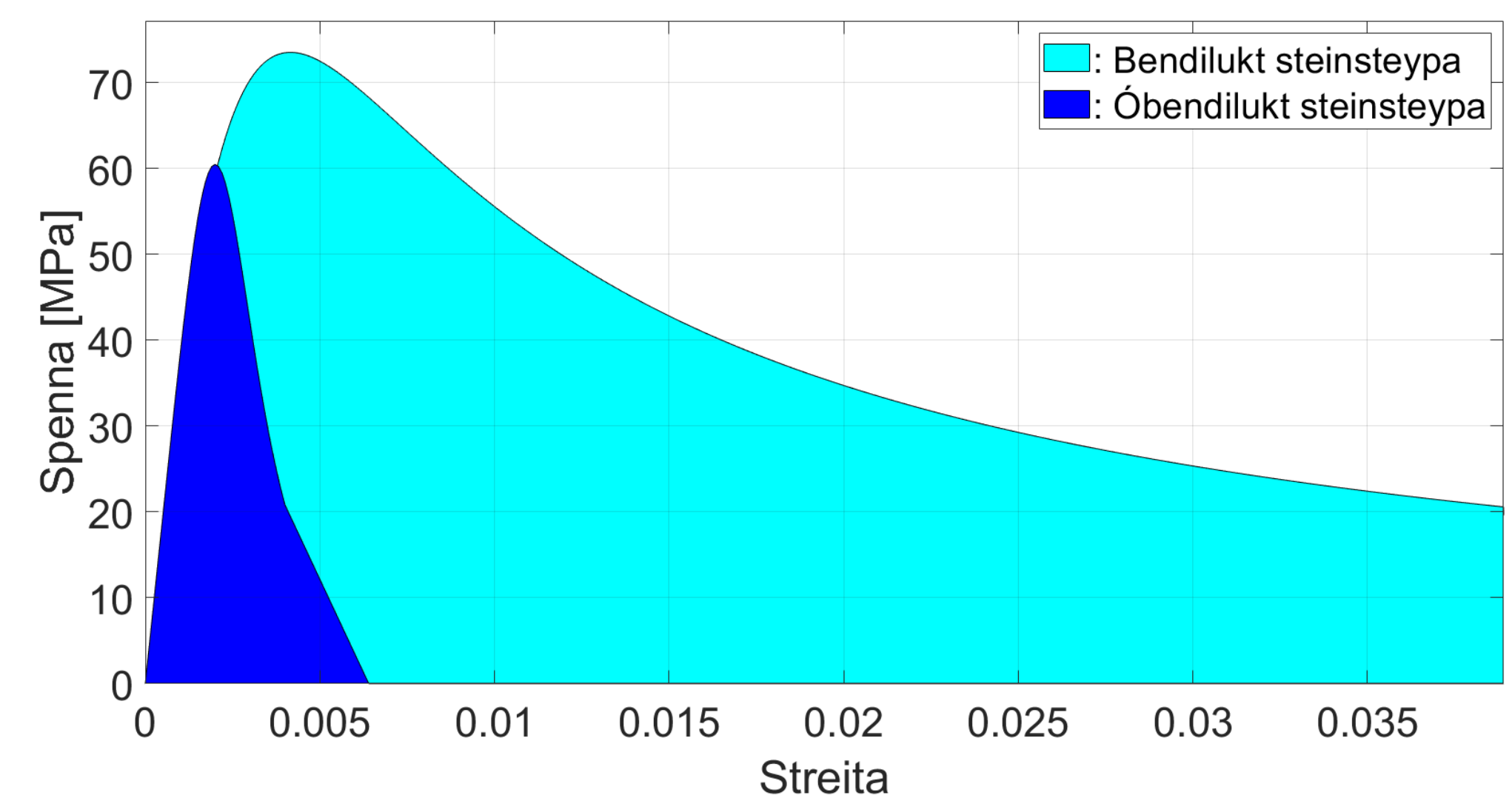
Mynd 2: Bitaeyning í líkani sem byggir á trefjabversniði

Trefjabversniðið í þessu verkefni var samansett úr óbendiluktri steinsteypu, bendiluktri steinsteypu og járnbandingu þar sem efniseiginleikar þessara þriggja efnisgerða eru skilgreindir í sitthvoru lagi og lagðir saman í eitt þversnið. Líkanuppbyggingin í OpenSees var í samræmi við fyrirliggjandi gögn frá prófunum á stoðveggjunum í VR-III ásamt hönnunarteikningum. Fjögur líkön voru byggð með trefjabversniðsaðferðinni. Mynd 3 sýnir trefjabversnið í stoðvegg.



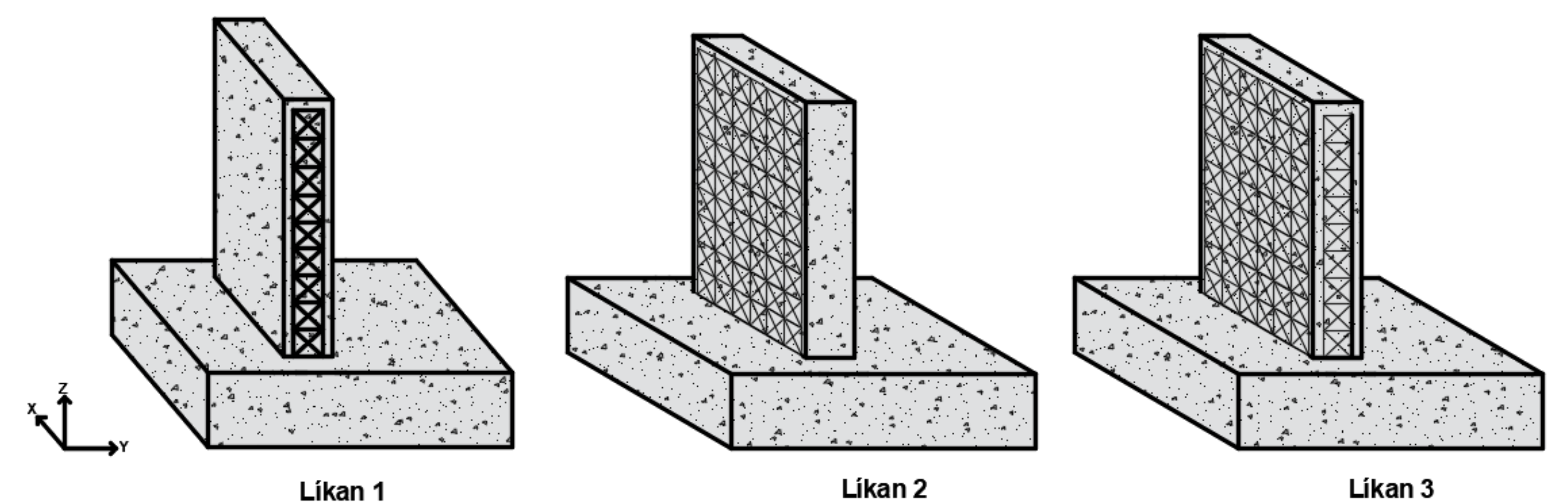
Mynd 3: Trefjabversnið í stoðvegg

Efniseiginleikar bendiluktu steinsteypunnar er stjórnað af umfangi lykkujarna og var grundvölluð á svokölluðu Mander-líkani sem var lagt fram árið 1984. Spennu-streitu graf fyrir bæði bendilukta og óbendilukta steinsteypu stoðveggisins byggt á því líkani má sjá á mynd 4.



Mynd 4: Spennu-streitu graf fyrir bendilukta og óbendilukta steinsteypu

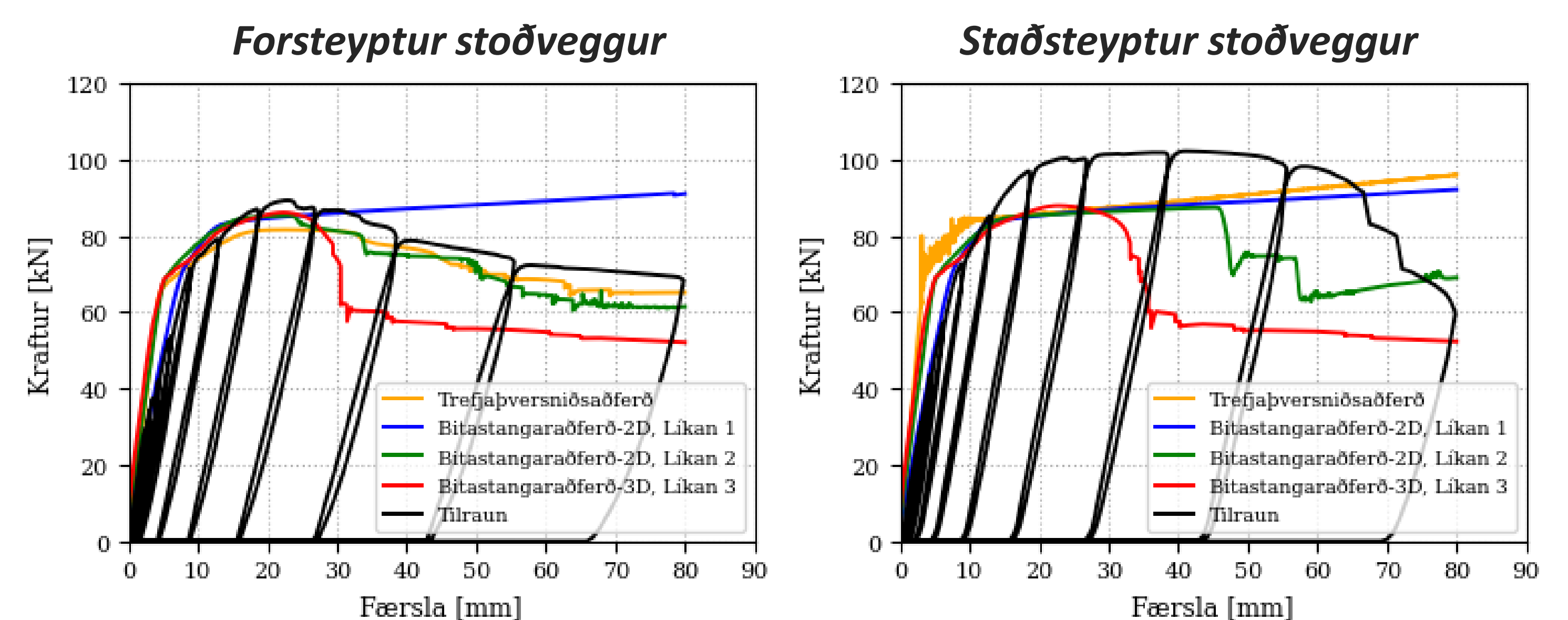
Þrjú líkön voru byggð grundvölluð á bitastangaaðferðinni. Tvö þeirra voru sett upp í tveimur víddum fyrir sitthvora hlið stoðveggis (Líkan 1 og 2) á meðan eitt líkan var gert í þremur víddum (Líkan 3), sjá mynd 5.



Mynd 5: Skýringarmynd fyrir uppsetningu á öllum þrem bitastangalíkönunum

Niðurstöður

Í heildina voru framkvæmdar fjórar greiningar með trefjabversniðsaðferðinni og fjórar greiningar með bitastangaaðferðinni. Líkönin voru greind með mismunandi forsendum hvað varðar efnis- og einingagerðir sem OpenSees býður upp á. Flest líkönin gáfu ásættanlegar niðurstöður. Á mynd 6 má sjá niðurstöður greininga fyrir báða stoðveggi fyrir besta trefjabversniðslíkanið og öll bitastangalíkönin og samanburð við tilraunaniðurstöður.



Mynd 6: Niðurstöður greiningar úr OpenSees fyrir báða stoðveggi

Hversu vel greiningarferlarnir féllu að mældum ferli var metið með fjórum mælistikum. Út frá þeirri aðferðafræði fékkst að trefjabversniðslíkanið gaf bestu niðurstöðurnar fyrir forsteipta stoðvegginn. Hins vegar tókst ekki með því líkani að herma nógu vel ólínulegu hegðuna fyrir staðsteipta stoðvegginn. Í reynd var sá veggur um 10mm þykkari en tölvulíkanið. Þannig að hluta til má útskýra ósamræmið út frá því. Út frá mælistikunum sem notaðir voru í verkefninu fékkst að bitastangalíkanið þar sem álagið verkaði þvert á skástifurnar (Líkan 2) gaf bestu niðurstöðurnar fyrir staðsteipta stoðvegginn.

Þakkir

Verkefnið var unnið sem meistaraverkefni við Háskóla Íslands og styrkt af Vegagerðinni sem færur bestu þakkir fyrir.