

Ástandsskoðun sprautusteypu í jarðgöngum með tilliti til þykktar og væntanlegs líftíma

Benedikt Óskar Steingrímsson (Mannvit)

Freyr Pálsson (Vegagerðin)

Guðbjartur Jón Einarsson (Mannvit/Landsvirkjun)

Matthías Loftsson (Mannvit)

Rannsóknarráðstefna Vegagerðarinnar 27. október 2023



Tilgangur og markmið

- Skoða ástand og meta hrörnun sprautusteypu í veggöngum
- Betrumbæta hönnunarforsendur við val á þykkt ásprautaðrar steypu
- Ávinningur – Að sannreyna hvort eldri fyrirskriftir dugi eða hvort þurfi að auka styrkingar
 - Ef tilgáta stenst má spara allt að 20-25% af steypu m.v styrkingar skv. nýjum norskum staðli



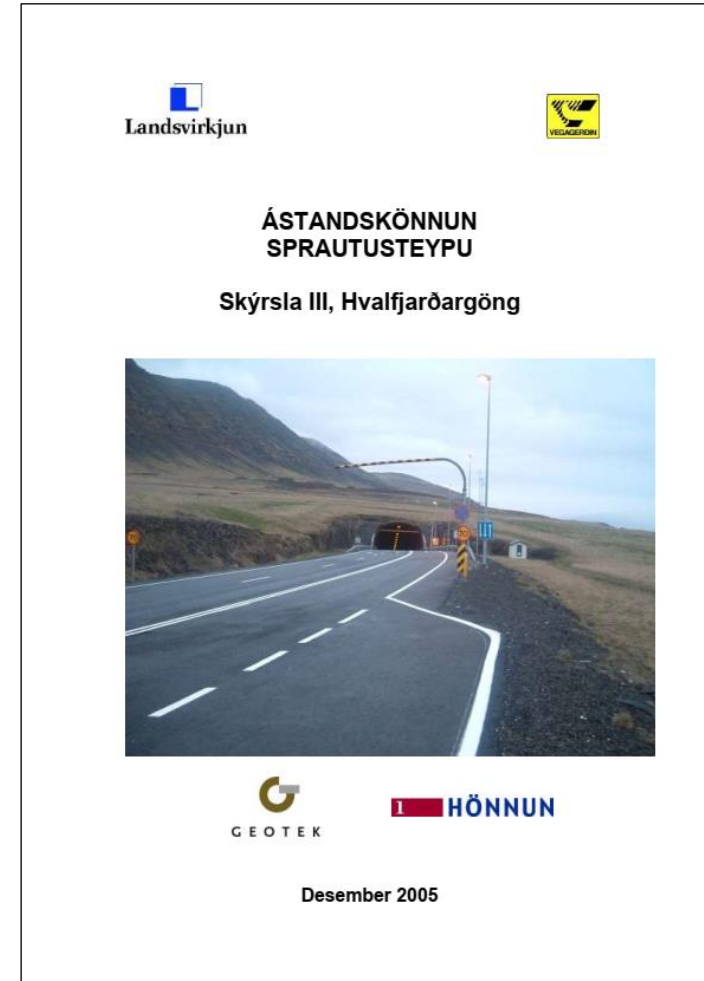
Bakgrunnur og forsaga

- Við jarðgangagerð á Íslandi er iðulega stuðst við N500 Vegtunneler
 - Í núverandi útgáfu staðalsins N500 er kveðið á um minnst 80 mm þykka sprautusteypu í styrkingu veggja við góðar jarðfræðilegar aðstæður
- Kröfurnar hafa verið auknar frá fyrri útgáfu staðalsins, voru 60 mm
- Ástæðan aukningar er krafa um lengri líftíma sprautusteypu í jarðgöngum
- Jarðfræðilegar aðstæður á Íslandi ólíkar aðstæðum í Noregi
 - Basískt berg á Íslandi en súrt í Noregi



Bakgrunnur og forsaga

- Í Breiðadals- og Botnsheiðargöngum, Hvalfjarðargöngum og Múlagöngum hafa verið gerðar sambærilegar rannsóknir á árunum 2003-2005
- Nokkrir sýnatökustaðir valdir á sama stað og áður til samanburðar
- Reynt að taka sýni þar sem þykkt sprautusteypu var að lámarki 60 mm



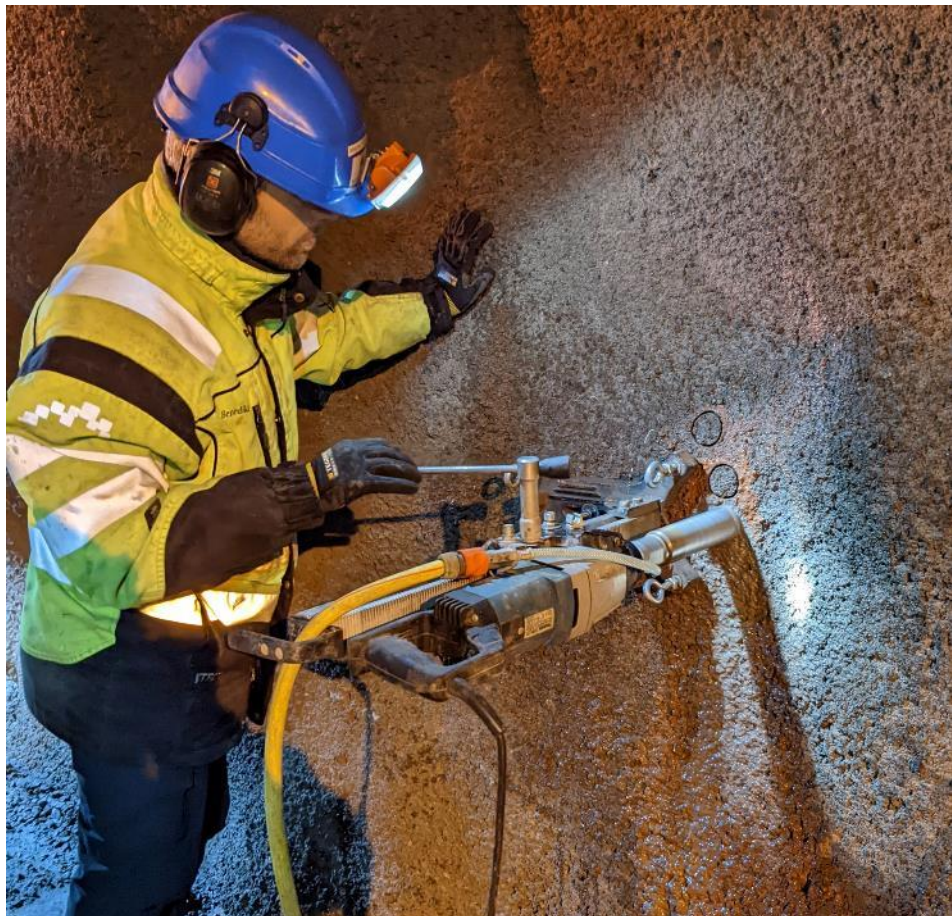
Framkvæmd - sýnataka



- Verkefnið stóð yfir á árunum 2021 til 2023.
- Tekin voru sýni úr veggöngum sem eru eldri en 10 ára.
 - Hvalfjarðargöng
 - Breiðadals- og Botnsheiðargöng
 - Bolungarvíkurgöng
 - Héðinsfjarðargöng
 - Múlagöng
 - Fáskrúðsfjarðargöng
 - Almannaskarðsgöng
- 8 sýnatökustaðir/göng
- 4 kjarnar/sýnatökustað



Framkvæmd - sýnataka



- Sýnatökustaðir valdir út frá aðstæðum í göngunum, áætlaðri þykkt, trefjainnihaldi og jarðfræðilegum aðstæðum
- Í Bolungarvíkur-, Héðinsfjarðar- og Múlagöngum voru sýnatökustaðir í útskotum vegna umferðar
- Sýnatökustaðir yfirleitt í um 1 m hæð yfir vegi.
- Borað í gegnum steypu þar sem það var hægt
- Kjarnar settir í plastpoka með merkimiða, svo rakaklefa fram að úrvinnslu.



Framkvæmd - sýnataka



Tafla 1: Framkvæmdartími jarðganga og ÁDU (árdagssumferð, meðaltalsumferð yfir allt árið).

Göng	Framkvæmdartími	ÁDU	Aldur steypu*
Almannaskarðsgöng	2004-2005	520	17-18
Bolungarvíkurgöng	2008-2010	1.100	12-14
Breiðadals- og Botnsheiðargöng	1991-1995	720	27-31
Fáskrúðsfjarðargöng	2003-2005	780	16-18
Héðinsfjarðargöng	2006-2010	730	11-15
Hvalfjarðargöng	1996-1998	7.600	23-25
Múlagöng	1988-1990	640	32-34

* Aldur steypu (ár) þegar prófanir fóru fram árin 2021 og 2022.



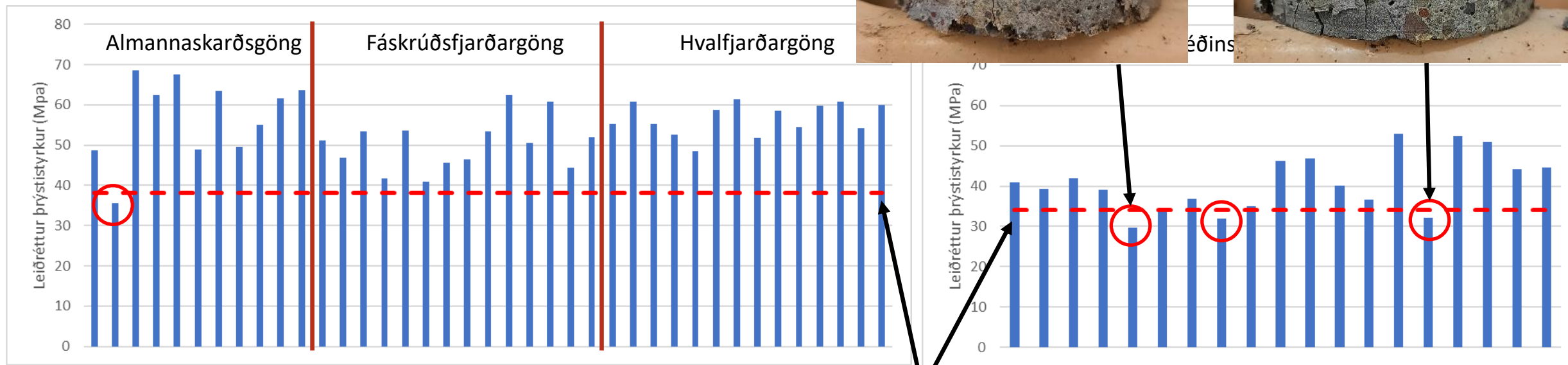
Framkvæmd - rannsóknir

- Á rannsóknarstofu var öllum kjörnum lýst, þeir myndaðir og mældir
- Svo valin sýni í þrýstistyrk, kolsýringu og þunnsneiðar
- Þrýstistyrkur og rúmpýngd – 102 mælingar
- Kolsýring – 54 mælingar
- Þunnsneiðar með flúrljómandi epoxy og 30 μm þykkar – 44 stykki



Niðurstöður einásastyrkur

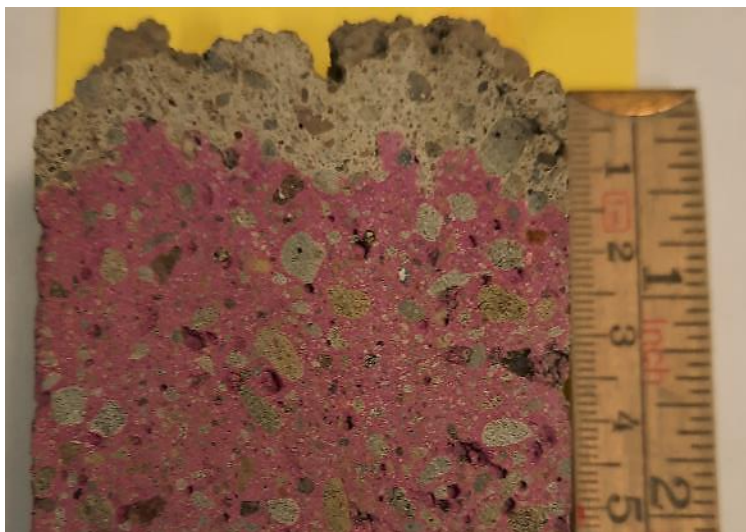
- Einásabrotstyrkur í flestum tilfellum yfir hönnun
- Sýni undir brotnuðu um lagmót
- Skoðað með ÍST EN 13791:2019
=>Öll sýni og öll göng standast



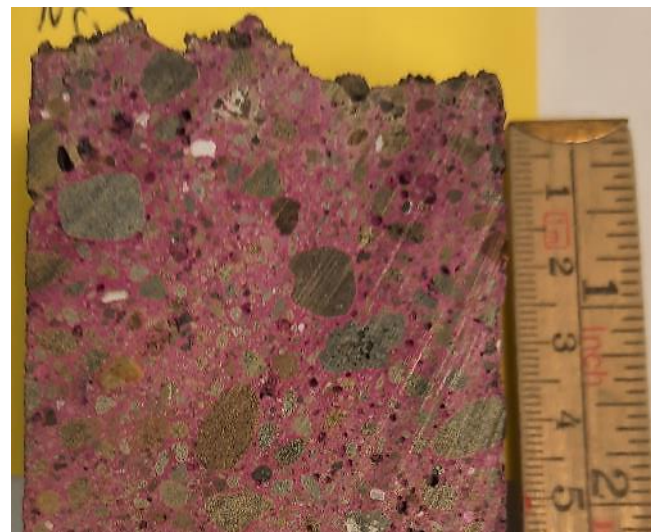
Niðurstöður - kolsýring

- Dýpt kolsýringar mæld frá yfirborði
- Kolsýring steypu eykur líkur á tæringu stáltrefja
- Oftast mældist lítil sem engin kolsýring (20/54) við yfirborð
 - Max kolsýringin var 15 mm.
- Kolsýring steypu virðist lítið vandamál á Íslandi

Héðinsfjarðargöng-
Siglufjarðarleggur.
Minni raki í göngum,
meiri kolsýring



Héðinsfjarðargöng-
Ólafsfjarðarleggur.
Mikill raki í göngum,
engin kolsýring.



Niðurstöður - þunnsneiðagreining

- Almennt séð var steypan í góðu ástandi
- Engar marktækar skemmdir í þeim þunnsneiðum sem voru skoðaðar
- Kolsýring líka skoðuð, bar saman við aðrar mælingar
- Viðloðun við berg mismunandi, viðloðun milli steypulaga ágæt
- Stundum trefjar þar sem ekki áttu að vera trefjar



Niðurstöður - samantekt

- Sú steypa sem var skoðuð og prófuð stendur sig vel við þær aðstæður sem eru til staðar
- Því má álykta að viðmið um minnstu þykkt sprautusteypu við sæmilegar til góðra jarðgangaaðstæðna (bergstyrkingarflokk I og II) síðustu ár séu fullnægjandi þegar litið er til líftíma
- Ekki virðist vera þörf á að auka minnstu þykkt sprautusteypu í þessum berggæða flokkum eins og norskar leiðbeiningar segja nú til um, sbr. handbók N500
- Með eðlilegu viðhaldi og minniháttar viðgerðum mun líftími þessara jarðganga hiklaust ná 50 árum og líklega 100 árum
- Ávinningur – minni kostnaður og minna kolefnisspor við gangagerð
 - Í Fjarðarheiðargöngum má gróflega áætla að sparist um 250 millj. kr. og kolefnissporið verði minnkað um 800 tonn CO₂



Niðurstöður - ráðleggingar

- Æskilegt að verkefnið sé endurtekið á ca. 15 ára fresti
- Endurtaka samanburð og fylgjast með öldrun steinsteypu í jarðgögnum
- Styður við kostnaðarhagkvæmni í hönnun styrkinga í veggöngum



Takk fyrir



MANNVIT
a COWI company