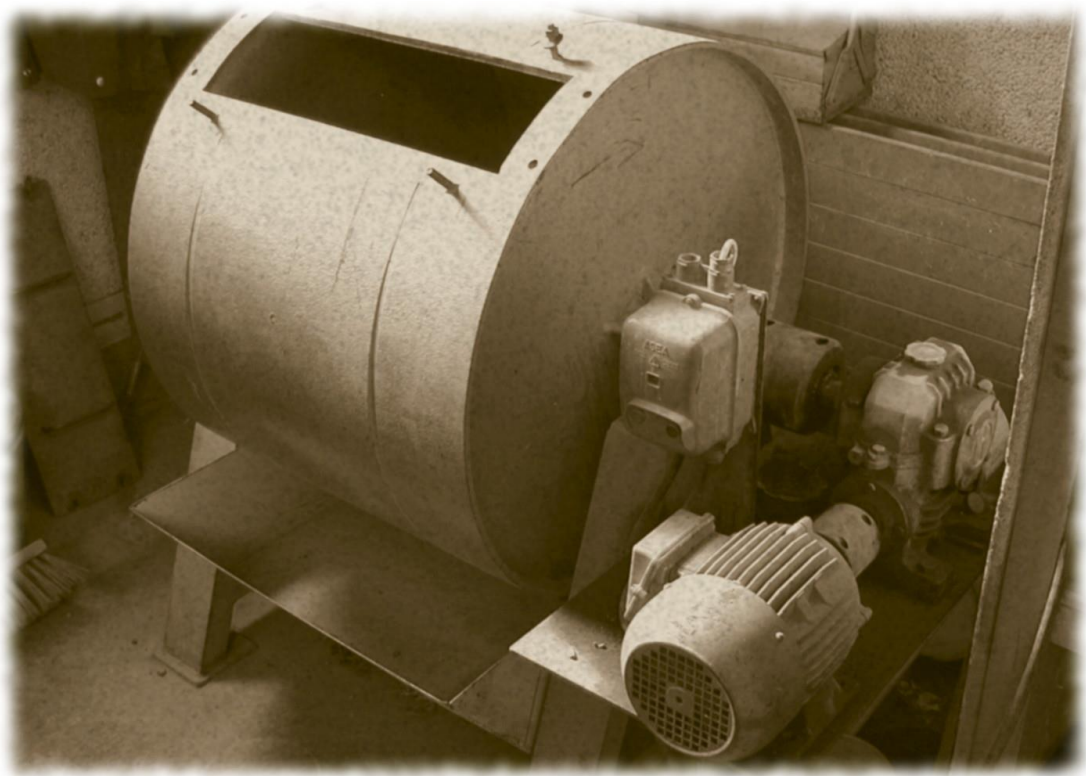




Áhrif rakastigs á niðurstöður LA styrkleikaprófs - Áfangaskýrsla II -



Pétur Pétursson
mars 2015

Efnisyfirlit

INNGANGUR	2
1 PRÓFANIR Á ÁHRIFUM RAKA Á STYRK STEINEFNA.....	4
1.1 Prófanir á vegum Steinefnanefndar – Dorry slitþolspróf	4
1.2 Prófanir á vegum BUSL samstarfsins	8
1.2.1 „Ten Percent Fines Value“	8
1.2.2 „Aggregate Impact Value“	10
2 Prófanir á áhrifum rakastigs á LA hjá Mannviti	13
2.1 Niðurstöður fysta áfanga.....	13
2.2 Niðurstöður annars áfanga.....	16
3 SAMANTEKT.....	21
HEIMILDASKRÁ	22
Viðauki I Minnisblöð frá Mannviti vegna fyrsta áfanga.....	23
Viðauki II Skýrslur frá Mannviti vegna annars áfanga	31

INNGANGUR

Í fyrsta áfanga verkefnisins voru áhrif mismunandi rakastigs á niðurstöður Los Angeles styrkleikaprófs (LA próf) á steinefnum könnuð. Verkfræðistofan Mannvit tók að sér að prófa valin efni úr Steinefnabanka BUSL samstarfsins. Í umsókn um styrk til rannsóknasjóðs Vegagerðarinnar kemur m.a. eftirfarandi fram:

„Rannsókuð verða áhrif mismunandi rakastigs á niðurstöður Los Angeles styrkleikaprófs (LA próf) á steinefnum. Prófunaraðferðin, samkvæmt Evrópustaðli ÍST EN 1097-2, er notuð til að mæla styrk flokkaðs steinefnis og er kornastærðin 10,0 til 14,0 mm notuð í prófið. Steinefnasýnið er þurrkað samkvæmt staðlinum áður en prófið er framkvæmt. Það er vel þekkt samkvæmt eldri niðurstöðum íslenskra rannsókna að rakastig hefur afgerandi áhrif á styrk og slitþol ummyndaðra og mjög ummyndaðra steinefna. Slík steinefni hafa oft komið út með nokkuð mikinn styrk í Los Angeles prófi sem mælir einungis þurrt steinefni. Í þessu verkefni verða valin átta steinefni, m.a. úr steinefnabankanum, tvö fersk með mismunandi gropu og sex sýni með mikið af ummynduðu og mjög ummynduðu basalti. Hvert sýni verður prófað í Los Angeles prófi við 3 mismunandi rakastig, þurr, 6-8 % raka og mettuð af raka til að kanna áhrif raka á styrk steinefna“.

Þessi verkefnislýsing gekk eftir í grófum dráttum, en þó með undantekningum. Til dæmis voru prófuð sjö efni í stað átta og auk þess voru nokkrar þreifingar með mismunandi mettun og rakastig við prófanir. Nánari upplýsingar um útfærslu prófana er að finna í minnisblöðum Guðrúnar Evu Jóhannsdóttur hjá Mannviti, en þau fylgja sem Viðauki I í þessari skýrslu.

Niðurstöður prófana fyrsta áfanga þessa verkefnis á áhrifum rakastigs á niðurstöður LA styrkleikaprófs eru teknar saman í þessari skýrslu. Auk þess má líta á þessa skýrslu sem nokkurs konar gagnaskýrslu um fyrri rannsóknir á áhrifum raka á slitþol og styrkleika íslenskra steinefna, en að þeim rannsóknum stóðu Steinefnanefnd og Efnisgæðanefnd BUSL samstarfsins, sjá heimildaskrá.

Í öðrum áfanga verkefnisins var haldið áfram að kanna áhrif vatns á niðurstöður Los Angeles styrkleikaprófs (LA próf) á steinefnum. Verkfræðistofan Mannvit tók að sér eins og áður að prófa valin efni úr Steinefnabanka BUSL samstarfsins. Ákveðið var að bæta þremur steinefnasýnum við safnið og að leggja áherslu á að bera saman niðurstöður prófana á ofnþurrum sýnum og mettuðum, blautum sýnum.

Í verkefnishópi sitja Gunnar Bjarnason (verkefnisstjóri) hjá Vegagerðinni, Guðrún Eva Jóhannsdóttir og Þorbjörg Hólmgeirsdóttir hjá Mannviti og Pétur Pétursson hjá PP ráðgjöf.

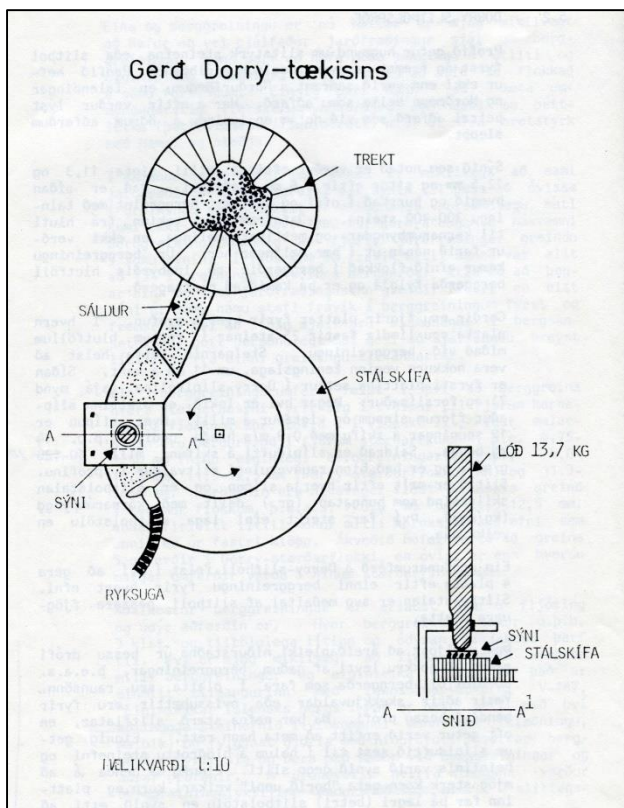
1 PRÓFANIR Á ÁHRIFUM RAKA Á STYRK STEINEFNA

1.1 Prófanir á vegum Steinefnanefndar – Dorry slitþolspróf

Steinefnanefnd stóð fyrir prófunum á slitþoli steinefna með Dorry-slitþolsprófi. Prófið gefur hugmynd um slitstyrk steinefna eða slitþol fyrst og fremst gagnvart negldum hjólbörðum. Hér á eftir er lýst þeirri aðferð sem notuð var á sínum tíma og er lýsingin að mestu fengin úr skýrslu Steinefnanefndar (Pétur Pétursson 1986).

Sýnið sem notað er verður eftir á milli sigta 11,3 og 12,5 mm og situr eftir á 8 mm stafsigtu. Það er síðan þvegið og þurrkað í ofni og þvínæst berggreint með talningu 300-400 steina. Jafnframt er tekinn frá hluti til kornarúþpyngdar- og mettivatnsmælinga, en ekki verður farið nánar út í þær mælingar hér. Úr berggreiningu kemur efnið flokkað í berggerðir og innbyrðis hlutföll berggerða fylgja og er þá komið að plattagerð.

Gerðir eru fjórir plattar fyrir hverja prófun. Í hvern platta eru límdir fastir 25 steinar í réttum hlutföllum miðað við berggreiningu. Steinarnir þurfa helst að vera nokkurn veginn teningslaga, um 11 mm á kant. Síðan er fyrsti plattinn settur í Dorry-slípivélina og forslípaður, sjá mynd 1. Þegar því er lokið er plattinn slípaður fjórum sinnum og vigtaður á milli. Hver slípun er 19 snúningar á skífu með 0,8 m/s hraða undir 13,7 kg þunga. Sáldrað er slípidufti á skífuna, milli 60 og 100 g/mín. og er það hinn raunverulegi slitvaldur í prófinu. Slitið er mælt eftir hverja slípun og er slitþolstalan skilgreind sem þungatap (g) deilt með kornarúþpyngd (kg/dm^3). Því fær sterkt efni lága slitþolstölu en veikt háa.



Mynd 1 Dorry tæki séð ofan á og þversnið af sýni með lóði (Pétur Pétursson 1986)

Ein prófunarumferð á Dorry-slitþoli felst í því að gera 4 platta eftir einni berggreiningu fyrir hvert efni. Slitþolstalan er svo meðaltal af slitþoli þessara fjögurra platta.

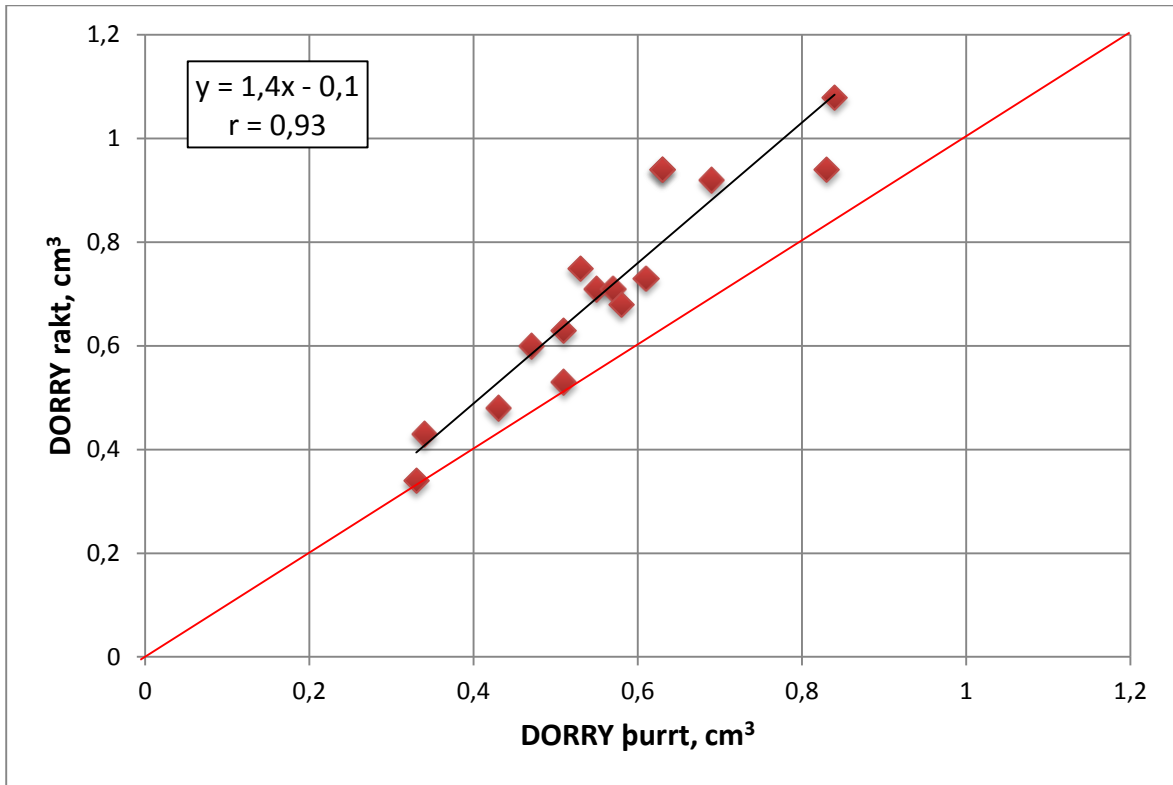
Það er ljóst að áreiðanleiki niðurstaðna úr þessu prófi ræðst að nokkru leyti af gæðum berggreiningar, þ.e.a.s. að hlutföll berggerða sem fara í platta séu raunsönn. Ýmsir aðrir skekkjuvaldar eða óvissuþættir eru fyrir hendi í þessu prófi. Má þar nefna stærð slitflatar, en oft getur verið erfitt að meta hann rétt. Einnig getur slípiduftið sest til í holum á blöðróttu steinefni og beinlínis varið sýnið gegn sliti. Einnig má benda á að mjög sterk korn geta „borið uppi“ veikari korn og plattinn fær þá lægri (betri) slitþolstölu en sýnið ætti að gefa.

Í skýrslu Steinefnanefndar frá 1986 er þess getið að það mætti hugsa sér að prófa steinefni rakamettuð. Í skýrslu nefndarinnar frá 1987 (Pétur Pétursson 1987) eru svo settar fram niðurstöður prófana á þurrum og rakamettuðum sýnum af völdum steinefnum, sjá töflu 1. Rakamettun fór fram með því að setja platta sem keyrðir höfðu verið tvær umferðir þurrir í rakaskáp með 95% raka í þrjár vikur og svo keyrðir aðrar tvær umferðir í rakamettuðu ástandi.

Tafla 1 Niðurstöður Dorry-prófana á þurrum og rökum sýnum auk hlutfallslegrar aukningar

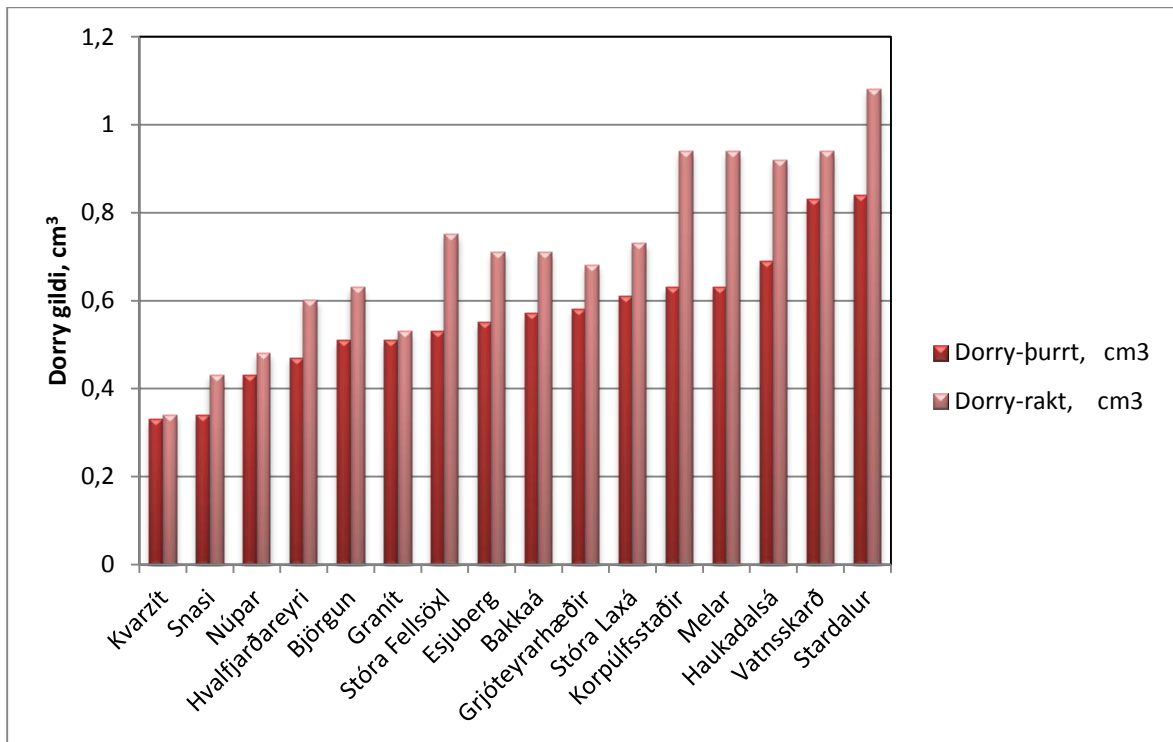
Steinefni	Dorry- þurrt, cm ³	Dorry- rakt, cm ³	Hlutf. aukning, %
Kvarzít	0,33	0,34	3
Snasi	0,34	0,43	26
Núpar	0,43	0,48	12
Hvalfjarðareyri	0,47	0,6	28
Björgun	0,51	0,63	24
Granít	0,51	0,53	2
Stóra Fellsöxl	0,53	0,75	42
Esjuberg	0,55	0,71	29
Bakkaá	0,57	0,71	23
Grjóteyrarhæðir	0,58	0,68	17
Stóra Laxá	0,61	0,73	20
Korpúlfsstaðir	0,63	0,94	48
Melar	0,63	0,94	49
Haukadalsá	0,69	0,92	35
Vatnsskarð	0,83	0,94	13
Stardalur	0,84	1,08	29

Mynd 2 sýnir tengslin milli þurrar og rakrar Dorry slittölu fyrir þau steinefni sem prófuð voru á sínum tíma. Tengslin eru sterk og það virðist nokkuð sannfærandi að raki hefur ekki mikil áhrif á steinefni sem fá lág gildi þurr, en þeim mun meiri áhrif ef slittalan er há í þurru ástandi.



Mynd 2 Tengslin milli þurrar og rakrar Dorry slittölu

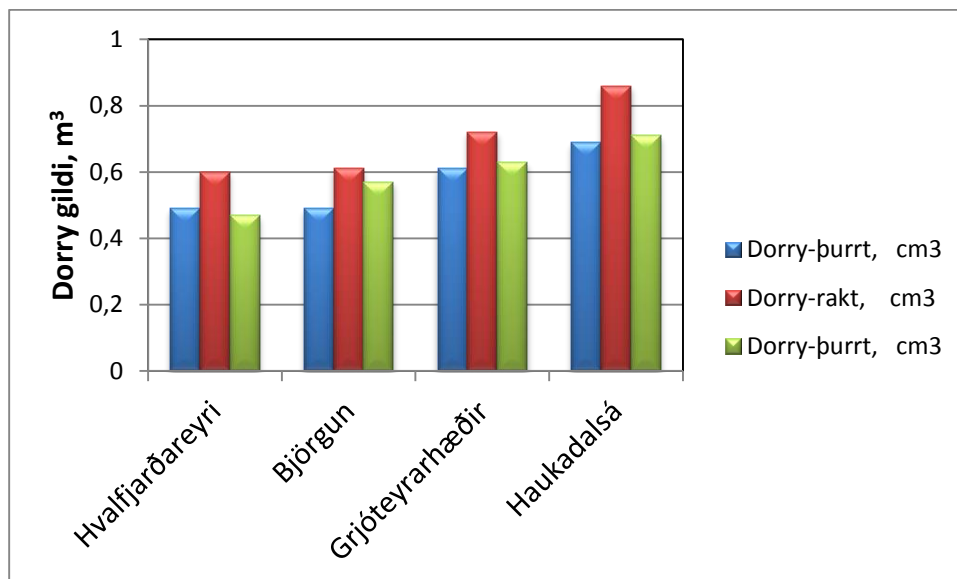
Mynd 3 sýnir röð steinefna varðandi slittölu úr þurru og röku Dorry prófi, raðað eftir þurri slittölu.



Mynd 3 Röð steinefna varðandi slittölu úr þurru og röku Dorry prófi, raðað eftir þurri slittölu

Erlendu steinefnin kvarzít og granít skera sig úr þar sem raki hefur nánast engin áhrif á slit þeirra, en veldur allt frá 12 upp í 49 % aukningu í slittölu hjá íslensku efnunum. Það er því enginn vafi á því að slitstyrkur íslensks basalts minnkar við rakamettun, mælt með þessari prófunaraðferð. Námur með mikið af fersku basalti, sbr. skýrslu Steinefnanefndar frá 1987, svo sem Núpar og Vatnsskarð koma tiltölulega vel út úr rakamettuðu Dorry-prófi, en námur með mikið af ummynduðu basalti skiptist í tvo hópa. Annar flokkurinn er með innan við 30 % aukningu í slittölu og er það megnið af efnunum, en hinn flokkurinn er með aukingu frá 35 til 50 % og eru það allt námur með yfir 70 % af ummynduðu basalti, skv. berggreiningu. Það eru steinefni frá Haukadalsá, Melum, Stóru-Fellsöxl og Korpúlfsstöðum. Það má því gera ráð fyrir að ummyndað basalt missi mun meiri slitstyrk við það að blotna en t.d. ferskt basalt.

Í skýrslu Steinefnanefndar frá 1992 er birt lítil, en áhugaverð rannsókn á því að prófa sýni sem hafði verið rakamettað, aftur eftir þurrkun í ofni við 110°C í 1 ½ klst. Í ljós kemur að seinni þurra slittalan verður áþekkt þeirri fyrri og mun lægri en þegar prófað er í röku ástandi, sjá mynd 4. Þó er bent á að Björgunarefnið nær ekki að fullu sama slitstyrk aftur eftir þurrkunina. Það er talið vera vegna þess að Björgunarefni er lengi að mettast skv. rannsóknum (Steinefnanefnd 1992) og gæti því einnig verið lengi að þorna og að 1 ½ klst. hafi ekki verið nægur tími til þurrkunar.



Mynd 4 Sýni sem prófuð eru þurr, rök og rök sýni þurrkuð (græn súla)

Af þessari litlu rannsókn er staðfest að það er ástand sýnisins við prófun sem veldur því að slit eykst í Dorry-prófi og að steinefni nær aftur fullum slitstyrk þegar það þornar, eins og reyndar við var að búast.

1.2 Prófanir á vegum BUSL samstarfsins

Eitt af verkefnum Efnisgæðanefndar BUSL samstarfsins fólst í því að starfsmaður nefndarinnar fór á rannsóknastofu Ulster háskóla á N-Írlandi árið 1996 og gerði prófanir á íslenskum steinefnum úr steinefnabanka BUSL með hefðbundnum breskum aðferðum. Meðal prófana sem gerð voru á rannsóknastofunni voru „Ten Percent Fines (Value)“ próf (TFV), þar sem steinefni voru bæði í þurru og röku ástandi og „Aggregate Impact (Value)“ próf (AIV), þar sem steinefni voru einnig prófuð bæði þurr og rök. Hér á eftir eru niðurstöður þessara prófana dregnar saman.

1.2.1 „Ten Percent Fines Value“

Prófunaraðferðin er samkvæmt breska staðlinum BS-812. Í stórum dráttum felst aðferðin í því að setja steinefnasýni á stærðarbilinu 10 til 14 mm í stálmót sem er 152 mm í þvermál og stimpill settur ofan á sýnið. Síðan er statískt álag lagt á sýnið í pressu, jafnt og þétt í 10 mínútur, nægilega mikið til að mynda $10 \pm 2,5$ % af mylsnu sem smýgur 2,36 mm sigti, sjá mynd 5 a) og b).



a)



b)

Mynd 5 a) og b) Stálmót og stimpill a) og pressa sem notuð er við prófun á TFV b)

Niðurstaða prófsins er sá kraftur sem þarf til að mynd 10 % fínefni, meðaltal tveggja hlutasýna. Hún er gefin upp í kN eftir ákveðna leiðréttingu, þar sem tekið er mið af því hversu mikið fínefni ($< 2,36$ mm) myndaðist innan skekkjumarkanna (á bilinu frá 7,5 til 12,5 %). Áður en prófið er gert þarf að meta hversu sterkt steinefnið muni reynast, þannig að niðurbrotið liggja innan skekkjumarkanna. Þá er gagnlegt að líta til berggreiningar viðkomandi sýnis og meta út frá berggerðum væntanlegan styrk þess efnis. Ef AIV-gildið er þekkt (sjá kafla 1.2.2 hér á eftir) má nota eftirfarandi þumalfingursreglu: TFV (kN) $\sim 4000/AIV$. Þegar áætla skal hversu mikið steinefnið veikist við vatnsmettun (þ.e.a.s. TFV rakt miðað við TFV þurrt) þarf aftur að líta til berggreiningar og þá sérstaklega hluta ummyndaðs og mjög

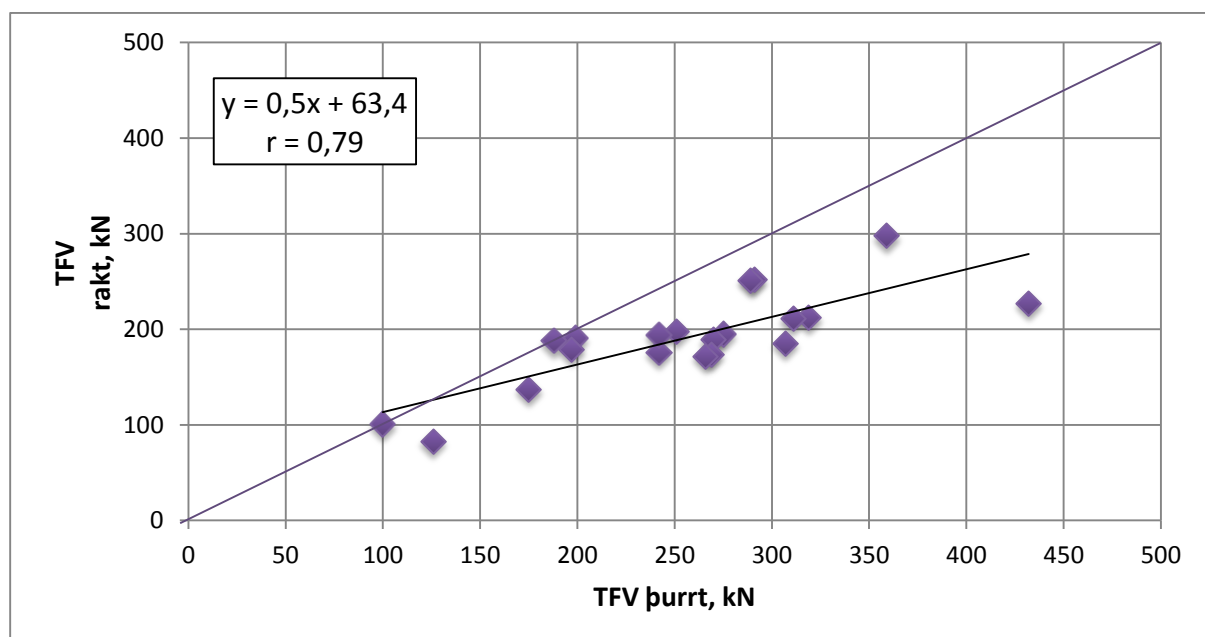
ummyndaðs basalts, en þeim berggerðum er hættast til að veikjast við vatnsmettun, sbr. rannsóknir Steinefnanefndar 1987 (Pétur Pétursson 1987).

Tafla 2 Sýnir niðurstöður prófana á þurrum og rakamettuðum sýnum í TFV prófi.

Tafla 2 Niðurstöður prófana á þurrum og rakamettuðum sýnum í TFV prófi

Steinefni	TFV-þurrt, kN	TFV-rakt, kN
Stóra-Fellsöxl	432	227
Björgun - Akurey	359	298
Hólalbrú	319	212
Hraunaós	311	211
Lárkot	307	185
Markarfljót	291	252
Vallholt	289	251
Háumelar	275	195
Brjánslækur	270	189
Glerá	269	174
Norðfjarðará	266	172
Jökulsá á Dal	251	198
Bakkasel	242	176
Krossanes	242	194
Haukadalsá	199	191
Hólmkelsá	197	179
Jökulsá á Fjöllum	188	188
Rauðamelur	175	137
Vatnsskarð	126	83
Lækjarbotnar	100	101

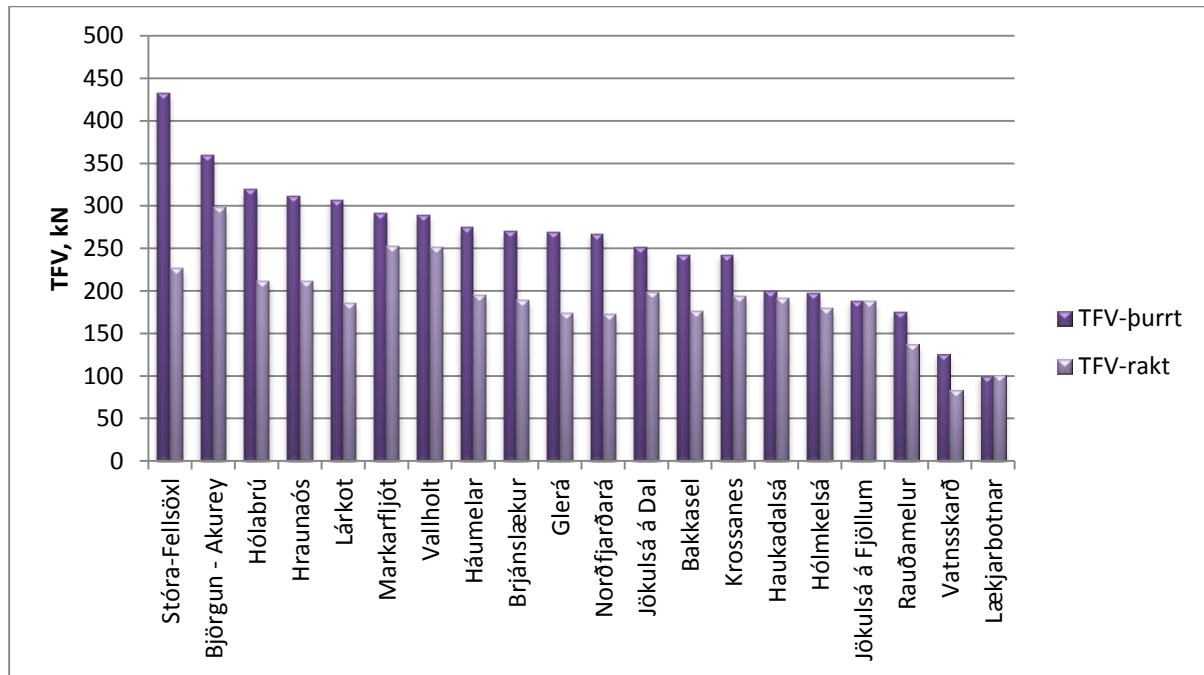
Mynd 6 sýnir tengslin milli TFV í þurru ástandi og TFV í röku ástandi.



Mynd 6 Tengsl milli TFV í þurru ástandi og TFV í röku ástandi

Myndin sýnir að tengslin milli niðurstaðna úr þurru og röku TFV prófi eru nokkuð sterk og að slitstyrkur minnkar við rakamettun, mælt með þessari prófunaraðferð, sérstaklega af þurr gildi eru tiltölulega há.

Mynd 7 sýnir niðurstöður TFV prófana á þurru og röku steinefnasýni, raðað eftir styrk þurra sýna. Athugið að eftir því sem efnið er veikara er tölugildið (álagið sem þarf til að mynda 10 % fínefni) lægra.



Mynd 7 Niðurstöður TFV prófana á þurru og röku steinefni, raðað eftir styrk þurra sýna

Það er greinilegt á myndinni að styrkmissir við vatnsmettun er mismikill milli efna, sum missa óverulegan styrk en önnur mikinn styrk. Til dæmis er áberandi hversu mikinn styrk Stóra-Fellsöxl missir við vatnsmettun, en Lækjarbotnar og Jökulsá á Fjöllum missa engan styrk. Á heildina litið eru það steinefni sem eru með umtalsvert magn af ummynduðu basalti sem missa mestan styrk, svo sem Lárkot, Háumelar, Brjánslækur, Glerá og Norðfjarðará, auk Stóru-Fellsaxlar, sbr. berggreiningar (Pétur Pétursson 1996 a) og b)).

1.2.2 „Aggregate Impact Value“

Prófunaraðferðin er samkvæmt breska staðlinum BS-812. Aðferðinni svipar nokkuð til hrökkniþrófsins sem notað var hérlandis um langt árabil. AIV aðferðin felst í því að fallhamar er látinn falla 15 sinnum úr 38 cm hæð á sýni í stálmóti sem er 75 mm í þvermál og 50 mm djúpt og brjóta það niður, mismikið eftir styrk efnisins. Steinefnasýnið er á stærðarbilinu 10,0 til 12,5 mm og eftir próf er sigtuð frá mylsna sem smýgur 2,36 mm sigti og gefið upp sem þunga % sem brotnar niður fyrir það sigti, meðaltal þriggja hlutasýna, sjá mynd 8.



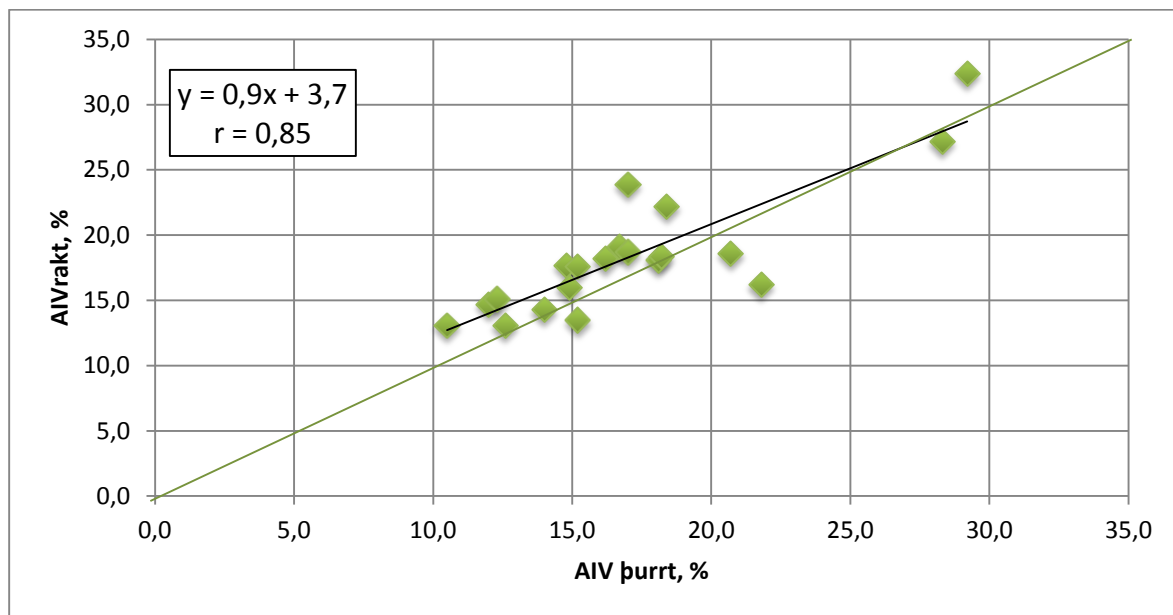
Mynd 8 Búnaður til að mæla AIV

Tafla 3 Sýnir niðurstöður prófana á þurrum og rakamettuðum sýnum í TFV prófi.

Tafla 3 Niðurstöður prófana á þurrum og rakamettuðum sýnum í TFV prófi

Steinefni	AIV- þurrt, %	AIV- rakt, %
Björgun - Akurey	10,5	13,1
Hólabrú	12,0	14,7
Hraunaós	12,3	15,1
Stóra-Fellsöxl	12,6	13,1
Lárkot	14,0	14,3
Vallholt	14,8	17,7
Brjánslækur	14,9	16,0
Háumelar	15,2	17,6
Bakkasel	16,2	18,2
Krossanes	16,7	19,1
Jökulsá á Dal	17,0	18,7
Rauðamelur	17,0	23,9
Glerá	18,1	18,1
Markarfljót	18,2	18,4
Norðfjarðará	18,4	22,2
Jökulsá á Fjöllum	20,5	10,5
Haukadalsá	20,7	18,6
Hólmkelsá	21,8	16,2
Lækjarbotnar	28,3	27,2
Vatnsskarð	29,2	32,4

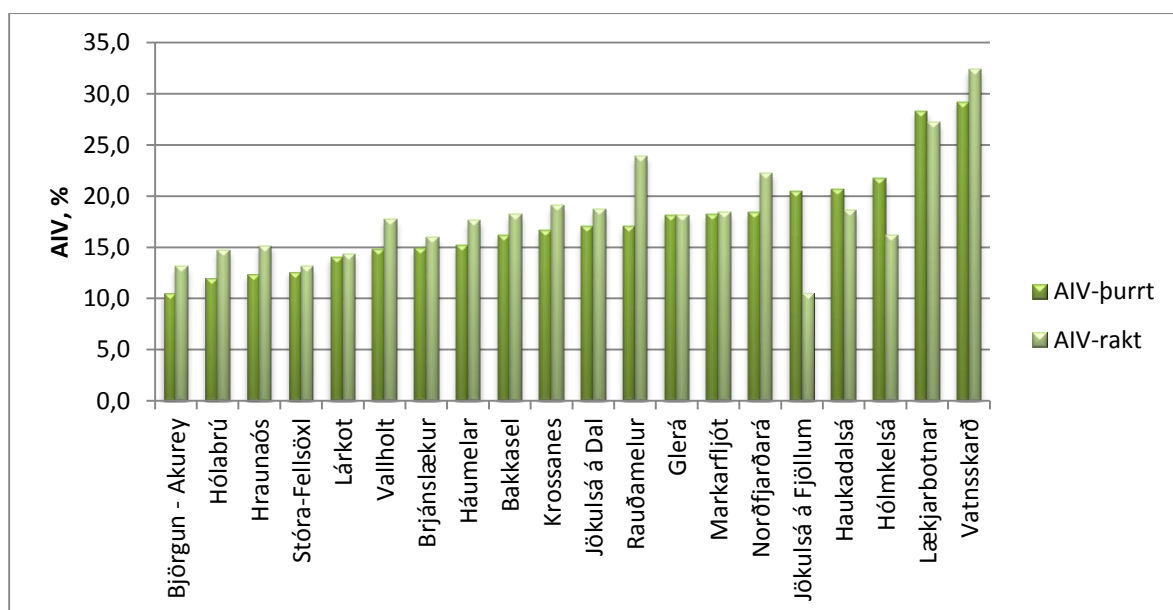
Mynd 9 sýnir tengslin milli AIV í þurru ástandi og AIV í röku ástandi.



Mynd 9 Tengslin milli AIV í þurru ástandi og AIV í röku ástandi

Það sést á myndinni að tengslin eru nokkuð sterk og sannfærandi, en aðfallslínan er hins vegar nokkuð nærri því að vera samsíða jafngildislínunni. Þó má segja að flest gildin eru heldur hærri á sýnum sem prófuð eru í röku ástandi en þurru, þótt munurinn sé ekki eins afgerandi og t.d. þegar prófað er með Dorry-slitþolsprófi eða Tfv stöðuálags-prófinu. Með öðrum orðum virðist högg ekki skila jafn afgerandi muni á mældum styrk og stöðuálag, samkvæmt þessum niðurstöðum.

Mynd 10 sýnir niðurstöður AIV prófana á þurru og röku steinefnasýni, raðað eftir styrk þurra sýna.



Mynd 10 Niðurstöður AIV prófana á þurru og röku prófi, raðað eftir styrk þurra sýna

Eins og áður sagði er munur á þurru og röku sýni oftast ekki mikill þegar prófað er með AIV prófinu og getur verið jafnvel meira niðurbrot á þurru sýni í stöku tilfellum. Benda má á að Stóra-Fellsöxl fær svipað niðurbrot í þurru og röku ástandi, en munurinn var mikill á þurrum og rökum styrk í TFV prófinu. Hins vegar brotna tvö efni umtalsvert meira niður í þurru ástandi en röku, þ.e.a.s. Jökulsá á Fjöllum og Hólmkelsá. Þetta kemur á óvart þar sem fyrri reynsla af íslenskum steinefnum hefur eindregið bent til þess að þau veikist við rakamettun, reyndar mismikið eftir berggerðum. Í skýrslu BUSL númer E-14 (Pétur Pétursson 1996) er bent á að líklega er AIV prófunaraðferðin ekki nægilega nákvæm frekar en hrökkniprófið og vísað í rannsóknir Steinefnanefndar þar að lútandi (Steinefnanefnd 1994). Þar kemur fram að staðalfrávik hrökkniprófs innan stofu er frá 0,05 til 3,23, sem eru mun hærri gildi en fyrir t.d. LA prófið, þar sem sambærileg gildi eru á bilinu grá 0,06 til 1,25. Ekki verður farið nánar í túlkunar á niðurstöðum AIV prófana, en frumgögn með niðurstöðum hlutasýna, sem hefðu getað varpað ljósi á nákvæmni prófsins, eru nú að öllum líkindum glötuð.

2 Prófanir á áhrifum rakastigs á LA hjá Mannviti

2.1 Niðurstöður fyrsta áfanga

Prófunaraðferðin er vel þekkt héraendis og er gerð samkvæmt Evrópustaðli ÍST EN 1097-2. Aðferðin er notuð til að mæla styrk flokkaðs steinefnis og er kornastærðin 10,0 til 14,0 mm notuð í prófið. Jafnframt gefur prófunaraðferðin upp hvert hlutfall 10,0 til 11,2 mm eða 10,0 til 12,5 mm kornastærðar skal vera. Steinefnasýnið er þurrkað samkvæmt staðli og skal heildarþyngd þess vera um (5000 +/- 5) g. Það er sett í tromlu, sjá mynd 11 ásamt 11 stórum stálkúlum sem hver um sig vegur 400 til 445 g (ekkert vatn). Þvermál kúla skal vera 45-49 mm og heildarhleðsla á bilinu 4690 til 4860 g. Tromlunni er snúið 32-33 snúninga á mínútu, alls 500 snúninga. Eftir prófun er sýnið fjarlæggt úr tromlunni og þvegið á 1,6 mm sigti. Sá hluti sem situr eftir á 1,6 mm sigtinu er þurrkaður og vigtaður. Prófunarniðurstaðan (LA) er reiknuð sem þyngdarhlutfall sýnis sem smýgur 1,6 mm sigti.



Mynd 11 a) og b) LA tromla a) og kúlur og sýni í tromlu b)

Eins og fram hefur komið var brugðið út frá prófanalýsingu og steinefni prófuð með raka, auk þess að prófa þau þurr eins og prófunarstaðall gerir ráð fyrir. Greinargóðar lýsingar á undirbúningi sýna, framgangi prófana og öðru sem skipti máli eru í minnisblöðum frá

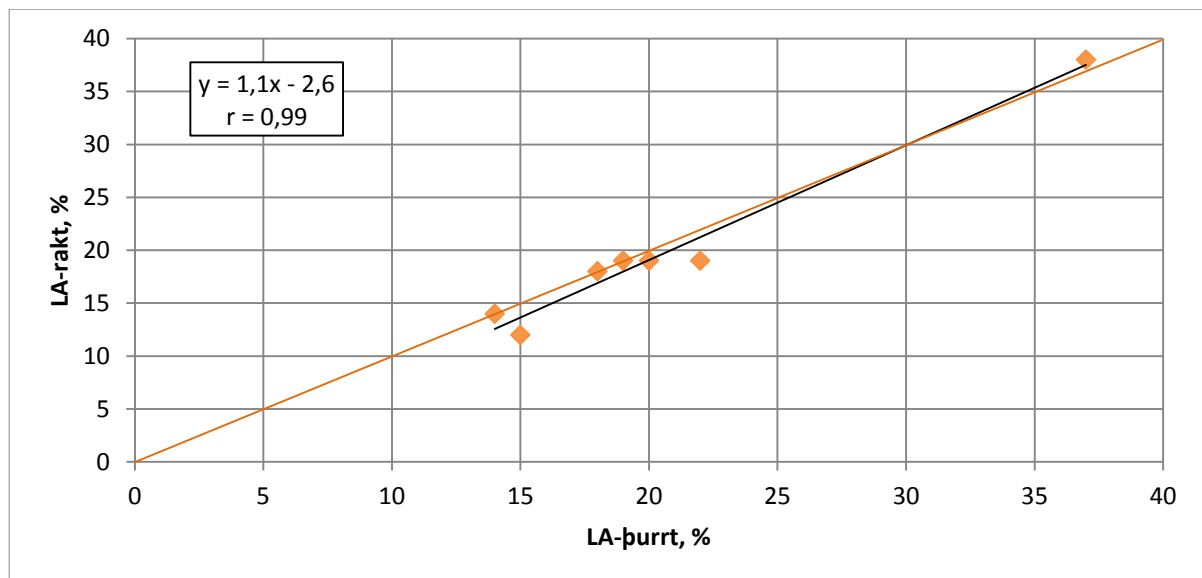
Mannviti sem fylgja þessari skýrslu í viðauka I og II. Hér verður því ekki endurtekið það sem þar er skrifað, heldur birtar tölur og myndir með helstu niðurstöðum.

Tafla 4 sýnir niðurstöður prófana á ofnþurrum og rakamettuðum sýnum í LA prófinu. Rakamettuðu sýnin voru meðhöndluð á sama hátt og gert er þegar mettvatn steinefnasýna er ákvarðað, sem sagt lágu í vatnsbaði í 24 klst. og voru síðan yfirborðsperruð og prófuð í LA prófi í því ástandi.

Tafla 4 Niðurstöður prófana á þurrum og rakamettuðum sýnum í LA prófi

Steinefni	LA- ofnþurrt	LA- mettað
Seljadalur	14	14
Stóra-Fellsöxl	15	12
Lárkot	18	18
Glerá	19	19
Háumelar	20	19
Haukadalsá	22	19
Stapafell	37	38

Mynd 12 sýnir tengslin milli LA í þurru ástandi og LA í röku ástandi (með mettvatni).



Mynd 12 Tengslin milli LA í þurru ástandi og LA í röku ástandi (með mettvatni)

Það sést á myndinni að tengslin eru afar sterk og sannfærandi og aðfallslínan fellur nánast á jafngildislínuna. Með öðrum orðum má segja að vatnsmettun sýna á þennan hátt (yfirborðsperrað) hafi engin áhrif á niðurstöður LA prófsins, samkvæmt þessum niðurstöðum.

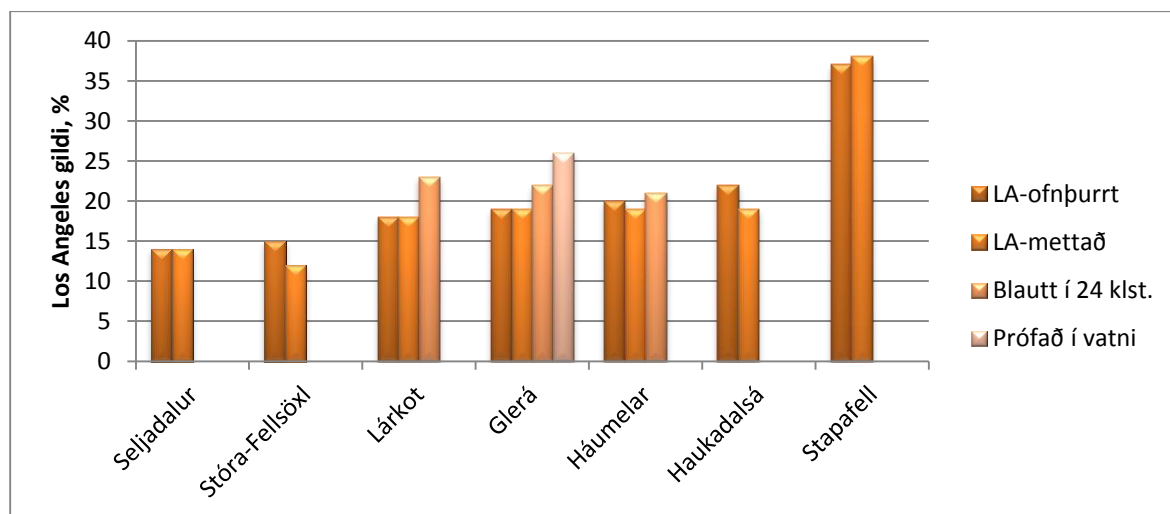
Í ljósi ofangreindra niðurstaðna var ákveðið að prófa heldur meiri vatnsmettun, sem sagt að prófa valin sýni rennbaut (ekki yfirborðsperruð eins og mettuðu sýnin áður) eftir 24 klst. og

7 daga metnun og reyndar eitt sýni sullandi í vatni, sem sagt Glerá. Ekki voru gerðar frekari tilraunir með að prófa sýni á kafi í vatni í LA tromlunni af tæknilegum ástæðum, annars vegar þar sem lokið á tromlunni lak og leðja komst út úr henni, en einnig var erfiðleikum háð að ná öllu steinefninu úr tromlunni eftir prófun. Niðurstöður blautu prófanna og prófsins í vatni eru birtar í töflu 5 ásamt niðurstöðum úr töflu 4.

Tafla 5 Niðurstöður allra LA prófana sem gerðar voru í fyrsta áfanga þessa verkefnis

Steinefni	LA-ofnþurrt	LA-mettað	Blautt í 24 klst.	Blautt í 7 daga	Prófað í vatni
Seljadalur	14	14			
Stóra-Fellsóxl	15	12			
Lárkot	18	18	23	22	
Glerá	19	19	22	23	26
Háumelar	20	19	21		
Haukadalsá	22	19			
Stapafell	37	38			

Mynd 13 sýnir samantekt niðurstaðna með LA styrkleikaprófi sem fengust í fyrsta áfanga verkefnisins.



Mynd 13 Samantekt niðurstaðna með LA styrkleikaprófi sem fengust í fyrsta áfanga

Það sést á myndinni að próf með mettivatni (yfirborðsperrað) skila svipuðum niðurstöðum og þurr próf, en aukinn raki (ekki yfirborðsperrað) virðist skila sér í hærri LA-gildum, a.m.k. í tilfellunum Lárkot og Glerá. Þetta er ekki eins afgerandi í tilfalli Háumela, þó hugsanlega svolítið. Steinefnið sem prófað var á kafi í vatni, sem sagt Glerá, virðist verða fyrir umtalsvert meira niðurbroti en þurr, mettuð og blaut sýni. Þetta er þó sett fram með þeim fyrirvara að ekki hafi tapast efni grófara en 1,6 mm við úrvinnslu, en tromlan var mjög óhrein og klepruð að innan eftir þessa prófun, sbr. minnisblað í Viðauka 1. Af þeirri ástæðu var ákveðið að gera ekki frekari tilraunir með að prófa sýni á kafi í vatni, eins og fyrr sagði.

2.2 Niðurstöður annars áfanga

Þegar niðurstöður fyrsta áfanga lágu fyrir þótti áhugavert að prófa steinefni úr fleiri námum og leggja áherslu á að skoða og bera saman niðurstöður á ofnþurru sýnum annars vegar og yfirborðsblautum eftir 24 klst. metnun hins vegar, þar sem fyrri niðurstöður bentu til að þar væri helst mælanlegur munur á milli. Allar niðurstöður prófana eru settar fram í töflu 6, sem sagt úr báðum áföngum þessa verkefnis hingað til.

Tafla 6 Niðurstöður prófana úr fyrsta og öðrum áfanga þessa verkefnis

Steinefni	Los Angelesgildi, %					Í vatni	Metti- vatn, %	Mettiv. yfirb. blautt %	Hlutfall þurrt/ blautt, %
	Ofnþurrt	Mettað yfirborðs- þurrt 24 klst.	Mettað yfirborðs- blautt 24 klst.	Mettað yfirborðs- blautt 7 daga					
Seljadalur	14	14					1,4		
Stóra-Fellsöxl	15	12	18				1,2	4,2	20
Lárkot	18	18	23	22			1,3		28
Glerá	19	19	22	23	26		2,8		16
Háumelar	20	19	22				1,8		10
Haukadalsá	22	19	19				1,9	2,9	-14
Stapafell	37	38					2		x
Grímsá	14		18						29
Norðfjarðará	19		18						-5
Skíðadalsá	17		19						12

Skýringar:	2013	2014	Ekki próf
------------	------	------	-----------

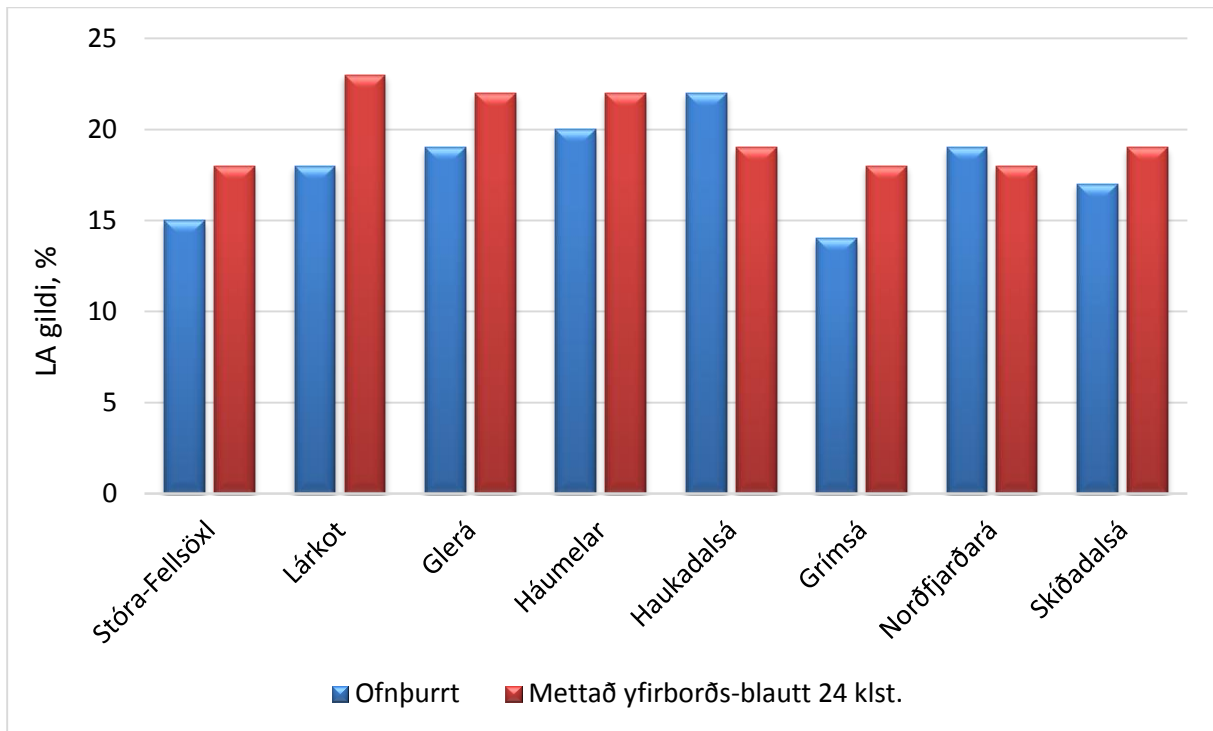
Í töflunni eru þær prófanir og mælingar sem framkvæmdar voru árið 2013 í rauðleitum reitum, en það sem var prófað 2014 í grænleitum reitum. Eins og sjá má var í öðrum áfanga þremur steinefnum bætt við þau sjö sem áður höfðu verið prófuð í fyrsta áfanga. Einnig voru afgangar af steinefni frá Stóru-Fellsöxl og Haukadalsá prófaðir blautir eftir 24 klst. metnun í vatnsbaði. Í athugasemdum á eyðublöðum frá Mannviti eru eftirfarandi skýringar á hvað fólst í vatnsmeðhöndlun:

Þurrt sýni: Keyrt í samræmi við staðal

Mettað sýni: Sýni voru sett í vatnsmettun í 24 klst og var ílátinu skellt í gólfið 25 sinnum í tvígang og hrært í því með plastskafti, fyrst strax eftir að sýnið var komið í fötuna og svo aftur áður en vatninu var hellt af og sýni sett á handklæði og yfirborðspurrkað. Efnið klesstist töluvert í tromlunni og það var skafið úr með spaða og tromlunni svo leyft að þorna yfir nótt.

Blautt sýni: Sýni voru sett í vatnsmettun í 24 klst og var ílátinu skellt í gólfið 25 sinnum í tvígang og hrært í því með plastskafti, fyrst strax eftir að sýnið var komið í fötuna og svo aftur eftir 24 tíma. Sýninu var svo hellt í gegnum fínt sigti þannig að vatn lak af en yfirborð korna var blautt. Það var vigtað til að fá rakastig og svo fór það beint í tromluna.

Mynd 14 sýnir mun á niðurstöðum LA prófana á þeim sýnum sem prófuð voru bæði í ofnþurru ástandi og einnig blaut eftir 24 klst. metnun.



Mynd 14 Niðurstöðum LA prófana á sýnum sem prófuð voru í ofnþurru ástandi og blautu

Eins og sjá má á myndinni eru blautu gildin oftast hærri en þau þurru, þó með tveimur undantekningum, sem sagt Norðfjarðará og Haukadalsá. Segja má að í tilfalli Norðfjarðará sé munurinn minniháttar, eða einungis ein eining, fer úr 19 % niðurbroti þurr niður í 18 % niðurbrot blaut. Þetta er sett fram með hliðsjón af nákvæmni prófunaraðferðarinnar, eins og hún er sett fram í prófunarstaðli.

Í staðli ÍST EN 1097-2 um LA prófið eru gefnar eftirfarandi upplýsingar í viðauka:

Repeatability r_1 and reproducibility R_1 have been determined by a European cross testing program carried out on three levels of Los Angeles coefficients LA, ranging from 8 to 37, by 28 laboratories as follows:

$$r_1 = X * 06,0 \text{ (E.1)}$$

$$R_1 = X * 17,0 \text{ (E.2)}$$

where

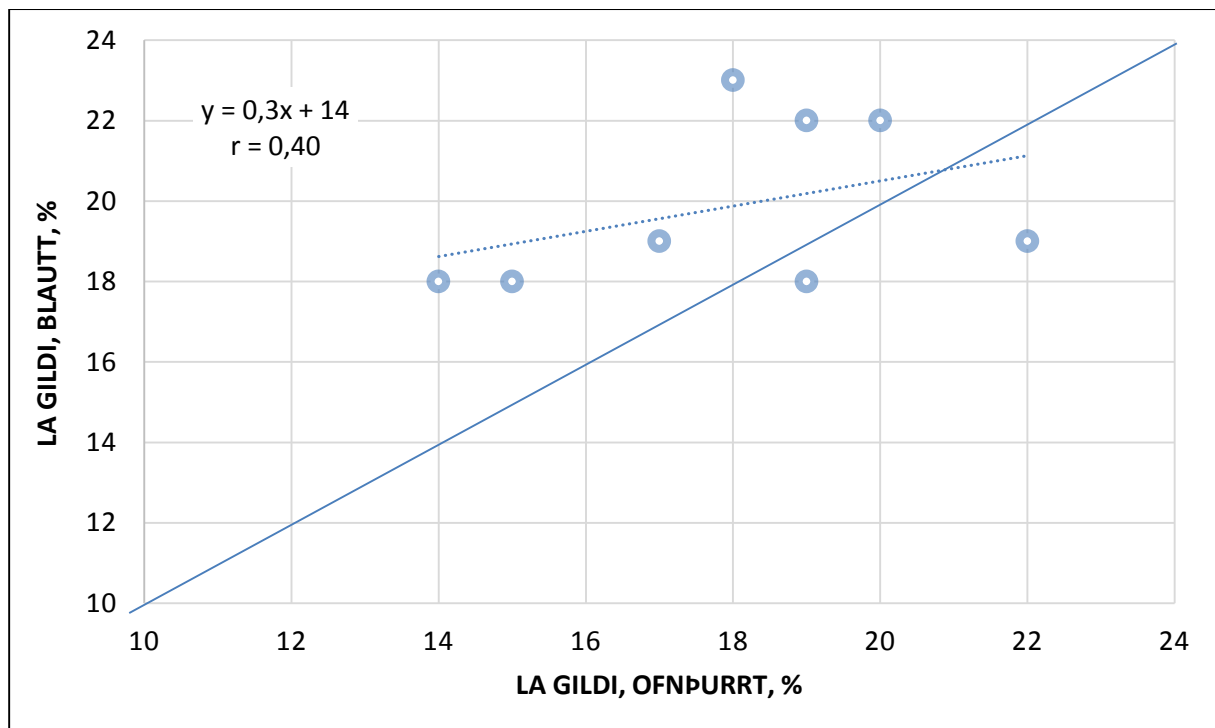
X represents the LA coefficient.

No precision data is given for aggregates for railway ballast.

Samkvæmt þessum upplýsingum eru endurtekningarstuðlar háðir niðurstöðunni, eða LA gildinu. Þannig er t.d. $r_1=1,2$ ef LA stuðullinn er 20 % og $r_1=1,8$ er LA stuðullinn er 30 %. Líklega má halda því fram að þessir séu endurtekningastuðlarnir við bestu skilyrði, sem sagt að vikmörk geti verið um 1,5 % til eða frá (þó háð gildi).

Munurinn er meiri í Haukadalsárefninu í átt til lægra gildis í blautu ástandi og fer úr 22 % niðurbroti þurr niður í 19 % í blautu ástandi, eða um þrjár einingar. Það er vel þekkt, eins og fram hefur komið hér að ofan að vatn getur veikt íslensk steinefni í styrkleikaprófunum, sérstaklega ef þau eru ummynduð, þótt reglan sé ekki algild. Það er hins vegar ólíklegt að návist vatns við prófun á styrk steinefna geti valdið því að þau styrkist á einhvern hátt. Benda má á að í fyrsta áfanga fékk Haukadalsárefnið sama gildi í mettuðu ástandi og yfirborðsperrað og það fékk nú í blautu ástandi eða LA 19 %. Önnur steinefni fengu almennt séð svipuð gildi í ofnþurru ástandi og í mettuðu/yfirborðspurru ástandi í fyrri áfanga. Ekki er í þessu eina tilfelli hægt að fullyrða hvað veldur því að blauta gildið er lægra en það ofnþurra, en samkvæmt upplýsingum í viðauka prófunarstaðalsins ÍST EN 1097-2 virðist þessi munur vera utan skekkjumarka. Margir þættir geta spilað inn í niðurstöðu stakra prófana, án þess að nánar verði farið út í þá sálma hér, en óneitanlega er það galli á LA aðferðinni að einungis eitt hlutasýni er prófað til að fá niðurstöðu.

Mynd 15 sýnir línulega sambandið milli niðurbrots ofnþurra sýna og mettaðra sýna í blautu ástandi. Það sést glögggt á myndinni að 6 af 8 steinefnum brotna meira niður í blautu ástandi en ofnþurru og fá LA gildi sem eru frá 10 til 30 % hærra en þau ofnþurru. Í einu tilfelli, sem sagt Lárkot, er munurinn 5 einingar (LA 18 % í þurru og 23 % í blautu) og í öðru tilfelli, Grímsá, er munurinn 4 einingar (LA 14 % í þurru og 18 % í blautu).



Mynd 15 Sambandið milli niðurbrots ofnþurra sýna og mettaðra sýna í blautu ástandi.

Það sést að fylgnistuðullinn er ekki mjög hár, eða $r=0,4$, og gildin fyrir Haukadalsá valda því að aðfallslínan er ekki sannfærandi. Þó skal minnt á að fram hefur komið margoft að berggerðir eru misnæmar fyrir vatni varðandi styrkleika þeirra, t.d. hefur raki lítil sem engin áhrif á ferskar basaltgerðir, né þéttar erlendar berggerðir, svo sem granít og kvarzít. Því er ekki sjálfgefið að aðfallslína og fylgni milli steinefna með mismunandi berggerðir sé sterk og sannfærandi. Hins vegar má ekki gleyma að í þessu rannsóknarverkefni voru viljandi valin steinefni úr námum sem áður höfðu verið berggreindar með tiltölulega hátt hlutfall af

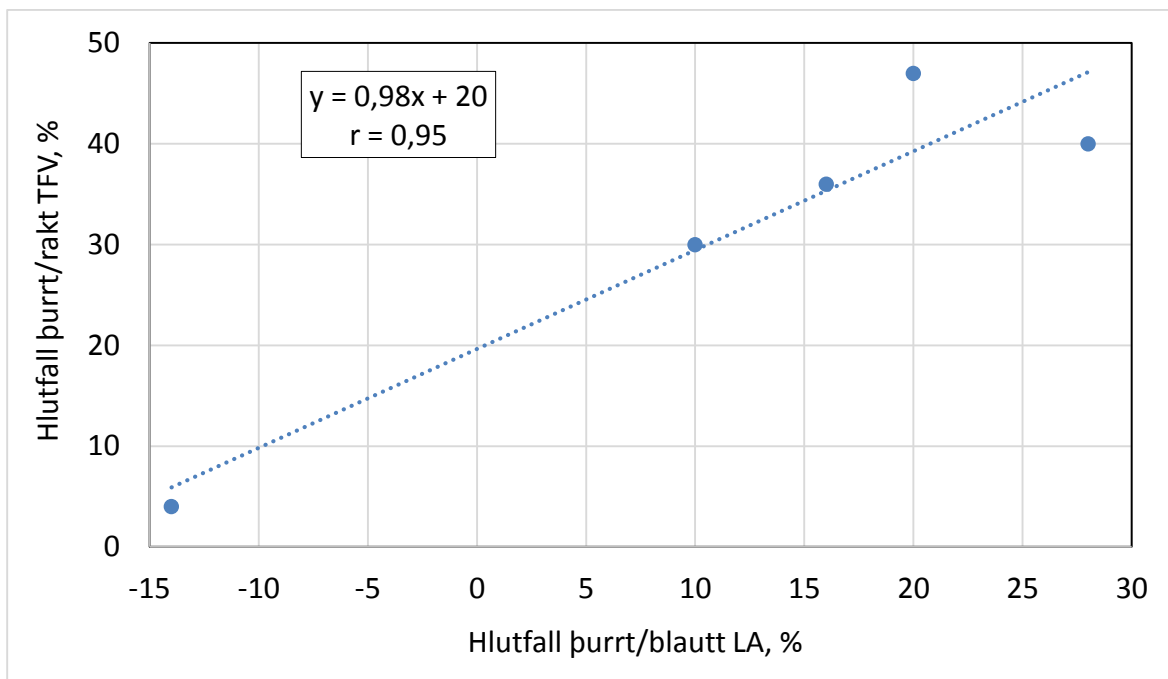
ummynduðu basalti. Að vísu voru hin fersku Seljadalsefni og efni frá Stapafelli prófuð bæði ofnþurr og yfirborðsþurr í fyrsta áfanga, en þau voru ekki prófuð mettuð og yfirborðsblaut í öðrum áfanga, þar sem sýnt þótti að ólíklegt væri að niðurstöður breyttust fyrir tilstuðlan vatns.

Það er ljóst að þau fimm steinefni úr Steinefnabankanum sem prófuð voru á sínum tíma í BUSL samstarfinu, meðal annars með Ten Percent Fines prófinu á N-Írlandi, hegða sér á mjög svipaðan hátt nú og þá með verulegri aukningu í niðurbroti, öll nema Haukadalsárefnið sjá töflu 7.

Tafla 7 Samanburður á áhrifum vatns á prófunarniðurstöður með TFV og LA prófi

Steinefni	LA- ofnþurr, %	LA- mettað/ blautt, %	Hlutfall þurr/ blautt, %	TFV- þurr, kN	TFV- rakt, kN	Hlutfall þurr/ rakt, %
Stóra-Fellsöxl	15	18	20	432	227	47
Lárkot	18	23	28	307	185	40
Glerá	19	22	16	269	174	36
Háumelar	20	22	10	275	195	30
Haukadalsá	22	19	-14	199	191	4

Mynd 16 sýnir sambandið milli hlutfalls á þurru og röku/blautu prófi með TFV og LA aðferðum.



Mynd 16 Sambandið milli hlutfalls á þurru og röku/blautu prófi með TFV og LA aðferðum

Myndin sýnir glögg að sambandið er mjög sterkt, en að vísu eru einungis fimm punktar á bak við aðfallslínuna. Engu að síður virðist hin næstum 20 ára gamla TFV prófun á

Haukadalsárefni úr Steinefnabankanum, því sama og nú var prófað með LA prófi, staðfesta að vatn virðist engin marktæk áhrif hafa á styrkleikann.

Óneitanlega er það galli á LA aðferðinni að einungis eitt hlutasýni er prófað til að fá niðurstöðu. Í þriðja áfanga þessa verkefnis verða endurteknar prófanir á völdum sýnum sem fjallað er um hér og verður fróðlegt að sjá hversu mikið niðurstöðurnar víkja frá því sem nú þegar hefur verið prófað.

3 SAMANTEKT

Það er ljóst að rakastig steinefna hefur áhrif á slitþol og styrkleika, a.m.k. mælt með ákveðnum prófunaraðferðum. Í tilfallinu Dorry-próf og TFV próf er þetta áberandi og tengist án efa magni og gerð ummyndaðs basalts. Í AIV prófinu og LA prófunum sem gerð voru í fyrsta áfanga er ekki eins augljóst að rakastig skipti miklu máli, a.m.k. ekki ef sýnið er yfirborðsperrað. Þess má geta að bæði Dorry-prófið og TFV prófið eru stöðuálagspróf, en AIV og LA próf eru höggálagspróf og hugsanlegt er að áhrif vatns séu augljósari við stöðuálag en höggálag.

Þegar niðurstöður annars áfanga þessa verkefnis bættust við kom í ljós að talsverður munur er á niðurstöðum LA prófana í ofnþurru ástandi og mettuðu, blautu ástandi, þó með einni marktækri undantekningu, þar sem viðsnúningur var á reglunni. Ekki er ljóst hvað veldur, en í sjálfu sér geta margir þættir spilað inn í niðurstöðu stakra prófana, án þess að nánar verði farið út í þá sálma hér. Óneitanlega er það galli á LA aðferðinni að einungis eitt hlutasýni er prófað til að fá niðurstöðu. Í þriðja áfanga þessa verkefnis verða endurteknar prófanir á völdum sýnum sem fjallað er um hér og verður fróðlegt að sjá hversu mikið niðurstöðurnar víkja frá því sem nú þegar hefur verið prófað.

Ýmislegt fleira mætti vinna úr eldri heimildum og/eða birta á ný og má t.d. benda á að svokölluð „factor analysis“ sýndi mjög afgerandi hvernig styrkleikapróf, slitþolspróf og veðrunarþolspróf hópuðust innbyrðis saman í þrjá flokka prófana sem mældu þrjá ólíka eiginleika (Pétur Pétursson 1998). Einnig hefur í gegn um tíðina verið skoðað hvernig berggreining endurspeglar niðurbrotseiginleika steinefna.

HEIMILDASKRÁ

Efnisrannsóknir og efniskröfur. Leiðbeiningar við hönnun, framleiðslu og framkvæmd. Kafli 6: Slitlag. – Vegagerðin, janúar 2014.

Efnisrannsóknir og efniskröfur. Leiðbeiningar við hönnun, framleiðslu og framkvæmd. Viðauki 4: Gerðarprófanir, framleiðslueftirlit og frávíkskröfur. – Vegagerðin, janúar 2014.

Efnisrannsóknir og efniskröfur. Leiðbeiningar við hönnun, framleiðslu og framkvæmd. Viðauki 1 – Lýsing á prófunaraðferðum. Vegagerðin, janúar 2013.

Erla María Hauksdóttir 2010: Steinefnabankinn – lýsing á berggreiningum í 18 námum víðs vegar um landið. Skýringar og ljósmyndir. Nýsköpunarmiðstöð Íslands.

Pétur Pétursson 1998: Niðurbrot steinefna – styrkleiki – veðrunarþol – slitþol, lokaskýrsla. BUSL – Efnisgæðanefnd. Skýrsla E-20.

Pétur Pétursson 1996 a: Durability and strength assessment of Icelandic basalt. BUSL – Efnisgæðanefnd. Skýrsla E-13.

Pétur Pétursson 1996 b: Niðurbrot steinefna – 2. áfangaskýrsla. BUSL – Efnisgæðanefnd. Skýrsla E-14.

Pétur Pétursson 1987: Steinefni í bundin slitlög (V-209) – 3. áfangi: Tilraunakaflar og efnisprófanir. Steinefnanefnd.

Pétur Pétursson 1986: Steinefni í bundin slitlög (V-209) – 2. áfangi: Tilraunakaflar. Steinefnanefnd.

Steinefnanefnd 1992: Steinefni í bundin slitlög (V-209) – Slitþolspróf. Steinefnanefnd.

Steinefnanefnd 1994: Steinefni í bundin slitlög (V-209) – Styrkleikapróf. Steinefnanefnd.

Viðauki I Minnisblöð frá Mannviti vegna fyrsta áfanga

Minnisblað



Tilv.: 7 009 303

20.11.2013

Vegagerðin
Gunnar Bjarnason
Pétur Pétursson

Efni: Áhrif rakastigs á LA gildi fylliefna.

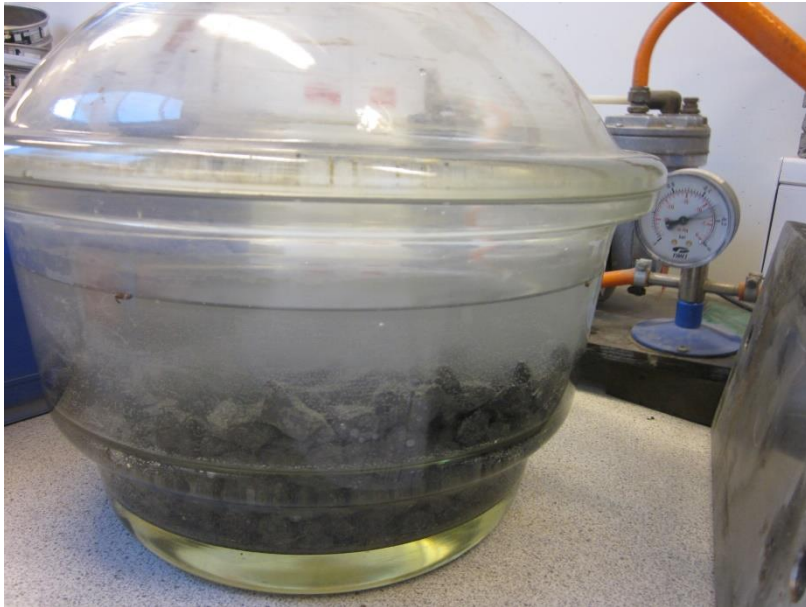
Undirbúningur sýna:

Sýni komu á Rannsóknarstofu Mannvits í pokum (hvert sýni í nokkrum pokum). Byrjað var á að renna sýnum í gegnum mónóhristara. Fyrst var efnið sigtað á 10 mm sigti og undirstærðum hent. Efnið sem sat á 10 mm var svo sigtað á 14 mm sigti og undirstærðin tekin frá til prófunar. Yfirstærðum var hent nema í tilfalli Glerársýnis, þar voru yfirstærðir geymdar. Efnið var þvínæst votsigtað á 10 mm sigti, þurrkað við 110 °C og loks skipt á 11,2 mm. Hlutsýni voru útbúin þannig að vigtuð voru um 1750 g af 10-11,2 mm efni og 3250 g af 11,2-14 mm efni en þetta gefur hlutfall upp á 35% af 10-11,2 mm efni en æskilegt er samkvæmt staðli að hlutfallið sé 30-40%.

Vatnsmettun:

Sýni voru sett í vatnsmettun í 24 klst og var ílátinu skellt í gólfið 25 sinnum í tvígang, fyrst strax eftir að sýnið var komið í fötuna og svo aftur áður en vatninu var hellt af og það þurrkað.

Ákveðið var prófa hvaða áhrif lofttæmi hefði á vatnsmettun. Það var gert með þeim hætti að tvö sýni frá Seljadal og Stapafelli (samtals fjögur sýni) voru sett í mettnun í 24 tíma en annað sýnið haft undir þrýstingi í 1 klst af þeim tíma (sjá mynd 1). Valið var að skoða þessi tvö sýni því bæði samanstanda af fersku basalti en efni frá Seljadal er þétt á meðan efnið frá Stapafelli blöðrótt. Niðurstöðurnar má sjá í töflu 1. Þær sýndu ekki afgerandi mun í aukinni vatnsmettun sýna sem höfð voru undir þrýstingi.



Mynd 1. Seljadalssýni undir loftþrýstingi.

Tafla 1 Vatnsmettun eftir 24 tíma.

Sýni	Vatnsmettun eftir 24 tíma	
	Gert á hefðbundinn hátt	Undir loftþrýstingi í 1 klst
Stapafell (blöðrótt efni)	2,58%	2,65%
Seljadalur (þétt efni)	1,65%	1,78%

Ákveðið var í samráði við Pétur Pétursson að hræra í sýnunum til að auka mettnun í stað þess að hafa sýnin undir loftþrýstingi í hluta mettnunartímans.

Vatnsmettun var því hagað þannig að sýni voru sett í fötu og henni skellt 25 sinnum í gólfið, þarnæst var hrært í sýninu með plastskafti (sjá mynd 2) og sýnið svo látið liggja í 24 klst. Áður en vatni var hellt af sýninu var aðeins hrært aftur í sýninu og fötunnin svo skellt aftur 25 sinnum í gólfið.



Mynd 2. Hrært í sýni með plastskafti til að losa um loftbólur.

Prófun í LA tromlu:

Þegar búið var að vigta sýnin vatnsmettuð var þeim um leið komið fyrir í LA-tromlunni til þess að lágmarka þurrkun efnisins (sjá mynd 3). Ekki liðu meira en um 5 mínútur frá því að sýni var vigtað þangað til tromlan var sett í gang.



Mynd 3. Vatnsmettað sýni í LA-tromlu fyrir prófun.

Tromlan var þvínæst látin ganga í samræmi við staðalinn.

Eftir prófun var sýnum hellt í tromlubakkann og tromlan hreinsuð að innan. Þar sem efnið var rakt þá klesstist það innan á tromluveggjunum en það var mismunandi eftir sýnum hvað það klesstist mikið. Ferska basaltið frá Seljadal og Stapafelli festist lítið innan á tromlunni á meðan ummyndaða efnið festist meira (sjá mynd 4). Ákveðið var að leyfa tromlunni að þorna yfir nótt og hreinsun fór fram þegar efnið var orðið þurrt. Notast var við bursta og sköfu. Tiltölulega auðvelt var að bursta efnið innan úr tromlunni en mikið ryk myndaðist. Að missa rykið út í loftið hefur þó ekki áhrif á niðurstöður því það er hluti af því efni sem skolast burt við þvott efnisins á 1,6 mm.



Mynd 4. Efni klesst innan á tromlu eftir prófun á Haukadalsá.

Niðurstöður:

Eftir að búið var að hreinsa allt efni úr tromlunni voru sýnin votsigtuð á 1,6 mm sigti og þurrkuð yfir nótt.

Niðurstöður prófana má sjá í töflu 2.

Sýni	LA gildi –hefðbundin aðferð	LA-gildi á vatnsmettuðu sýni
Stapafell	37	38
Seljadalur	14	14
Háumelar	20	19
Haukadalsá	22	19
Lárkot	18	18
Stóra-Fellsöxl	15	12
Glerá	19	19

Virðingarfyllst

Guðrún Eva Jóhannsdóttir
Jarðfræðingur

Afrit.: Þorbjörg Hólmgeirsdóttir



Minnisblað

Tilv.: 7 009 303

20.11.2013

Vegagerðin
Gunnar Bjarnason
Pétur Pétursson

Efni: LA prófun á Glerá með vatni.

Vatnsmettun:

Sýni af steinefni frá Glerá var útbúið fyrir LA-próf á þannig að 5000 g af 10-14 mm efni voru vigtuð og hlutfallið haft þannig að 35% efnisins væru á milli 10-11,2 mm. Sýnið var svo sett í fötu, vatni hellt yfir og fötunni skellt 25 sinnum í gólfið. Svo var efnið látin bíða í fötunni í sjö daga. Hrært var í sýninu tvisvar á tímanum. Að tímanum loknum var fötunni aftur skellt 25 sinnum í gólfið.

Prófun:

Auka vatni var þvínæst hellt af sýninu þannig að 6 kg væru eftir í fötunni til að setja í LA tromluna. Þar af var sýnið 5 kg og 1 L af vatni sem að einhverju leyti var komið inn í sýnið.

Þessu var hellt í tromluna (sjá mynd 1) og prófið svo sett í gang.

Þegar komið var að tromlunni eftir prófun kom í ljós að efnið hafði lekið úr tromlunni (sjá mynd 2). Þetta efni var allt fínna en 1,6 mm þannig að tap hefur ekki áhrif á niðurstöðu. Meiri hluti efnisins hafði þar að auki lekið í pönnuna undir tromlunni.

Þykk kornótt leðja sat innan á tromlunni og erfiðlega gekk að hella sýninu í pönnuna (sjá myndir 3 og 4). Prófað var að skafa leðjuna saman en erfitt var að komast ofan í tromluna án þess að reka hendurnar í þannig að leðjan festist í fötum og þá var hætt við að efni færi að tapast og hefði áhrif á niðurstöður. Reynt var að sprauta vatni á tromluveggina til að hreinsa þá en þá gekk illa að losa skolvatnið úr tromlunni. Að lokum var ákveðið að leyfa efninu að þorna áður en farið yrði í að ljúka hreinsun. Þegar efnið þornaði myndaði það mjög harða skel innan á tromlunni sem gekk hægt að skafa úr. Í þessari skel var mikið af bergbrotum stærri en 1,6 mm og því var nauðsynlegt að ná öllu efninu saman áður en votsigtun færi fram.

Kúlurnar sem notaðar voru í prófið voru þaktar leðju og þegar þær voru þvegnar kom í ljós að sumar höfðu ryðgað við prófunina (mynd 5).

Niðurstöður:

LA-gildið var mun hærra fyrir þetta sýni af Glerá sem prófað var á þennan hátt en fyrir sýnin sem prófuð voru á hefðbundinn hátt og það sem prófað var vatnsmettað (sjá töflu 1).

Hugsanlegt er að eitthvað af efni hafi tapast þegar verið var að ná sýninu úr tromlunni eftir prófun og það hefði þau áhrif að hækka LA-gildið. Hins vegar telur undirrituð að meirihluti hækkunar á LA-gildi sé tilkominn vegna aðferðarinnar en ekki vegna taps.

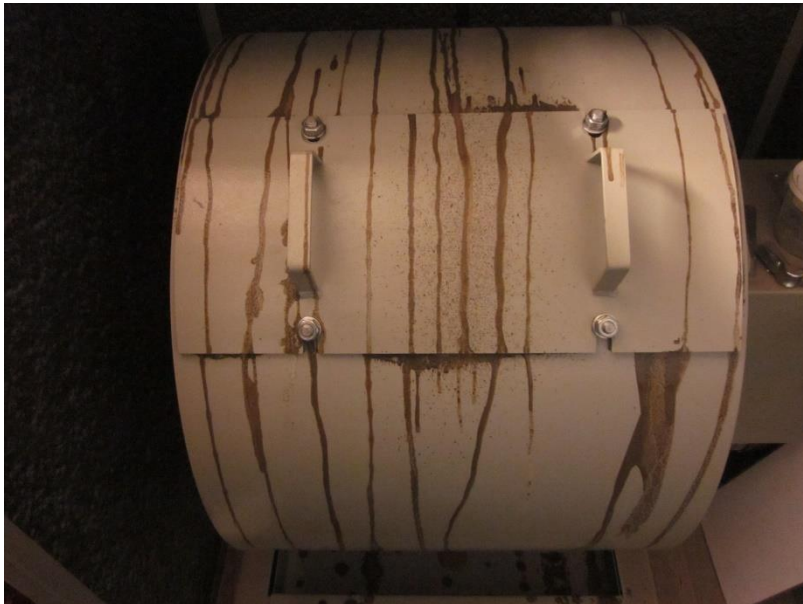
Þessi aðferð er þó ekki vænleg sem framtíðarprófunaraðferð vegna erfiðleika við hreinsun tromlunnar eftir prófun.

Tafla 2. Niðurstöður prófana á Glerá.

Sýni	LA gildi –hefðbundin aðferð	LA-gildi á vatnsmettuðu sýni	LA-gildi á vatnsmettuðu sýni með vatni
Glerá	19	19	26



Mynd 1. Efni og vatn í tromlu fyrir prófun



Mynd 2. Svona leit tromlan út eftir prófun.



Mynd 3. Tromlan var mjög skítug að innan og leðja sat á kúlunum.



Mynd 4. Nærmynd sýnir bergbrotin sem sátu í leðjunnin innan á loki tromlunnar.



Mynd 5. Kúlurnar ryðguðu við prófunina.

Virðingarfyllt

Guðrún Eva Jóhannsdóttir

Jarðfræðingur

Viðauki II Skýrslur frá Mannviti vegna annars áfanga

Dags.: 09.12.2014	Prófunarskýrsla Los Angeles gildi fylliefna	 MANNVIT
Verknúmer: 7 009 303		
Framkvæmd: GEJ / SSS		


Verkkaupi:	Vegagerðin	
Heimilsfang:	Borgartúni 5-7	
Fulltrúi verkkaupa:	Gunnar Bjarnason / Nr. Vg: 1440-60016	
<i>Upplýsingar um sýni:</i>		
Verk:	Áhrif rakastigs á niðurstöður LA styrkleikaprófs	
Sýni:	Haukadalsá	
Sýnataka:	Aðsend sýni frá Vegagerðinni	Dags. sýnatöku: Ekki vitað
Sýni vigtað við komu:		Dags. móttekið: 16.07.2013
Annað:		

Prófunarstaðall:	ÍST EN 1097-2
Rakastig sýnis við prófun:	<input checked="" type="checkbox"/> Þurrt <input checked="" type="checkbox"/> Mettað <input checked="" type="checkbox"/> Annað

Prófið er gert á 10-14 mm efni.

Merking sýnis	Þyngd sýnis fyrir prófun [g]	Þyngd á 1,6 mm eftir þvott og þurrkun [g]	LA stuðull	Kornast. upprunasýnis [mm]:	Hlutfall efnis 10/11,2 mm	Rakastig
Haukadalsá-þurrt	5000	3899	22	-	35,0%	
Haukadalsá-mettað	4999,8	4044	19	-	35,0%	1,9%
Haukadalsá-blautt	5000	4070	19	-	35,0%	2,9%

Athugasemdir: <i>Þurrt sýni:</i> Keyrt í samræmi við staðal
<i>Mettað sýni:</i> Sýni sett í mettun og látið detta 25x í gólfið, hrært aðeins í með plastskafi. Eftir 24 tíma var það aftur látið detta 25x í gólfið og svo hellt á handklæði og yfirborðsþurkað. Efnið klesstist töluvert í tromlunni og það var skafið úr með spaða og tromlunni svo leyft að þorna yfir nótt
<i>Blautt sýni:</i> Sýni sett í bleyti, látið detta 25x í gólfið og hrært aðeins í með plastskafi, eftir 24 tíma var það aftur látið detta 25x í gólfið og hrært í með plastskafi. Sýninu var svo hellt í gegnum fínt sigti þannig vatn lak af en yfirborð korna var blautt. Það var vigtað til að fá rakastig og svo fór það beint í tromluna.

Með kveðju,

 Guðrún Eva Jóhannsdóttir
 jarðfræðingur M.Sc.

Dags.: 09.12.2014	Prófunarskýrsla Los Angeles gildi fylliefna	 MANNVIT
Verknúmer: 7 009 303-00		
Framkvæmd: GEJ / SSS		

Verkkaupi:	Vegagerðin	
Heimilsfang:	Borgartúni 5-7	
Fulltrúi verkkaupa:	Gunnar Bjarnason / Nr. Vg: 1440-60016	
Upplýsingar um sýni:		
Verk:	Áhrif rakastigs á niðurstöður LA styrkleikaprófs	
Sýni:	Stóra-Fellsöxl	
Sýnataka:	Aðsend sýni frá Vegagerðinni	Dags. sýnatöku: Ekki vitað
Sýni vigtað við komu:		Dags. móttakið: 16.07.2013
Annað:		

Prófunarstaðall:	ÍST EN 1097-2
Rakastig sýnis við prófun:	<input checked="" type="checkbox"/> Þurrk <input checked="" type="checkbox"/> Mettað <input checked="" type="checkbox"/> Annað

Prófið er gert á 10-14 mm efni.

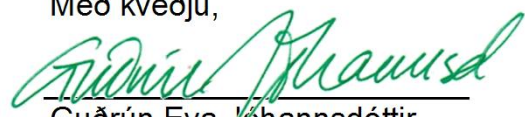
Merking sýnis	Þyngd sýnis fyrir prófun [g]	Þyngd á 1,6 mm eftir þvott og þurrkun [g]	LA stuðull	Kornast. upprunasýnis [mm]:	Hlutfall efnis 10/11,2 mm	Rakastig
Stóra-Fellsöxl þurrk	5000,7	4264	15	-	35,0%	
Stóra-Fellsöxl mettað	5000	4382	12	-	35,0%	1,2%
Stóra Fellsöxl Blautt	5001,2	4105	18	-	35,0%	4,2%

Athugasemdir: **Þurrk sýni:** Keyrt í samræmi við staðal

Mettað sýni: Sýni sett í mettun og látið detta 25x í gólfið, hrært aðeins í með plastskafti. Eftir 24 tíma var það aftur látið detta 25x í gólfið og svo hellt á handklæði og yfirborðsþurrkað. Efnið klesstist töluvert í tromlunni og það var skafið úr með spaða og tromlunni svo leyft að þorna yfir nótt

Blautt sýni: Sýni sett í bleyti, látið detta 25x í gólfið og hrært aðeins í með plastskafti, eftir 24 tíma var það aftur látið detta 25x í gólfið og hrært í með plastskafti. Sýninu var svo hellt í gegnum fínt sigti þannig vatn lak af en yfirborð korna var blautt. Það var vigtað til að fá rakastig og svo fór það beint í tromluna.

Með kveðju,


Guðrún Eva Johannsdóttir
jarðfræðingur M.Sc.

Dags.: <u>07.11.2014</u>	Prófunarskýrsla Los Angeles gildi fylliefna	 MANNVIT
Verknúmer: <u>7 009 303-00</u>		
Framkvæmd: <u>SSS</u>		

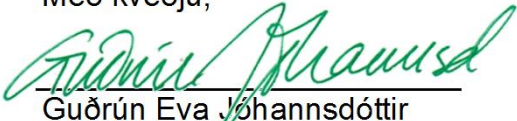
Verkkaupi:	Vegagerðin	
Heimilsfang:	Borgartúni 5-7	
Fulltrúi verkkaupa:	Gunnar Bjarnason / Nr. Vg: 1440-60016	
<i>Upplýsingar um sýni:</i>		
Verk:	Áhrif rakastigs á niðurstöður LA styrkleikaprófs	
Sýni:	Grímsá 11/16	
Sýnataka:	Aðsend sýni frá Vegagerðinni	Dags. sýnatöku: <u>Ekki vitað</u>
Sýni vigtað við komu:		Dags. móttekið: <u>01.07.2014</u>
Annað:		

Prófunarstaðall:	ÍST EN 1097-2
Rakastig sýnis við prófun:	<input checked="" type="checkbox"/> Þurrk <input type="checkbox"/> Mettað <input checked="" type="checkbox"/> Annað

Prófið er gert á 10-14 mm efni.

Merking sýnis	Þyngd sýnis fyrir prófun [g]	Þyngd á 1,6 mm eftir þvott og þurrkun [g]	LA stuðull	Kornast. uppruna-sýnis [mm]:	Hlutfall efnis 10/11,2 mm
Grímsá-þurrk	5000	4278	14	11/16	35,0%
Grímsá-blautt	5000,6	4122	18	11/16	35,0%

Athugasemdir: **Þurrk sýni:** Keyrt í samræmi við staðal
Blautt sýni: Sýni sett í bleyti, látið detta 25x í gólflið og hrært aðeins í með plastskafti, eftir 24 tíma var það aftur látið detta 25x í gólflið og hrært í með plastskafti. Sýninu var svo hellt í gegnum fint sigti þannig vatn lak af en yfirborð korna var blautt. Það fór síðan beint í tromluna.

Með kveðju,

 Guðrún Eva Jóhannsdóttir
 jarðfræðingur M.Sc.

Dags.: 17.11.2014	Prófunarskýrsla Los Angeles gildi fylliefna	 MANNVIT
Verknúmer: 7 009 303-00		
Framkvæmd: SSS		


Verkkaupi:	Vegagerðin	
Heimilsfang:	Borgartúni 5-7	
Fulltrúi verkkaupa:	Gunnar Bjarnason / Nr. Vg: 1440-60016	
<i>Upplýsingar um sýni:</i>		
Verk:	Áhrif rakastigs á niðurstöður LA styrkleikaprófs	
Sýni:	Norðfjarðará (námunr. 18537)	
Sýnataka:	Aðsend sýni frá Vegagerðinni	Dags. sýnatöku: Ekki vitað
Sýni vigtað við komu:		Dags. móttakið: 01.07.2014
Annað:		

Prófunarstaðall:	ÍST EN 1097-2		
Rakastig sýnis við prófun:	<input checked="" type="checkbox"/> Þurr	<input type="checkbox"/> Mettað	<input checked="" type="checkbox"/> Annað

Prófið er gert á 10-14 mm efni.

Merking sýnis	Þyngd sýnis fyrir prófun [g]	Þyngd á 1,6 mm eftir þvott og þurrkun [g]	LA stuðull	Kornast. uppruna-sýnis [mm]:	Hlutfall efnis 10/11,2 mm
Norðfjarðará-þurr	5000,5	4057	19	-	35,0%
Norðfjarðará-blautt	5001	4092	18	-	35,0%

Athugasemdir: **Þurr sýni:** Keyrt í samræmi við staðal
Blautt sýni: Sýni sett í bleyti, látið detta 25x í gólflið og hrært aðeins í með plastskafti, eftir 24 tíma var það aftur látið detta 25x í gólflið og hrært í með plastskafti. Sýninu var svo hellt í gegnum fint sigti þannig vatn lak af en yfirborð korna var blautt. Það fór síðan beint í tromluna.

Með kveðju,

 Guðrún Eva Jóhannsdóttir
 jarðfræðingur M.Sc.

Dags.: <u>13.11.2014</u>	Prófunarskýrsla Los Angeles gildi fylliefna	 MANNVIT
Verknúmer: <u>7 009 303-00</u>		
Framkvæmd: <u>SSS</u>		

Verkkaupi:	Vegagerðin	
Heimilsfang:	Borgartúni 5-7	
Fulltrúi verkkaupa:	Gunnar Bjarnason / Nr. Vg: 1440-60016	
<i>Upplýsingar um sýni:</i>		
Verk:	Áhrif rakastigs á niðurstöður LA styrkleikaprófs	
Sýni:	Skíðadalsá	
Sýnataka:	Aðsend sýni frá Vegagerðinni	Dags. sýnatöku: <u>Ekki vitað</u>
Sýni vigtað við komu:		Dags. móttakið: <u>01.07.2014</u>
Annað:		


Prófunarstaðall:	ÍST EN 1097-2		
Rakastig sýnis við prófun:	<input checked="" type="checkbox"/> Þurr	<input type="checkbox"/> Mettað	<input checked="" type="checkbox"/> Annað

Prófið er gert á 10-14 mm efni.

Merking sýnis	Þyngd sýnis fyrir prófun [g]	Þyngd á 1,6 mm eftir þvott og þurrkun [g]	LA stuðull	Kornast. uppruna-sýnis [mm]:	Hlutfall efnis 10/11,2 mm
Skíðadalsá - þurr	5000	4161	17	-	35,0%
Skíðadalsá-blautt	5000	4033	19	-	35,0%

Athugasemdir: **Þurr sýni:** Keyrt í samræmi við staðal
Blautt sýni: Sýni sett í bleyti, látið detta 25x í gólflið og hrært aðeins í með plastskafti, eftir 24 tíma var það aftur látið detta 25x í gólflið og hrært í með plastskafti. Sýninu var svo hellt í gegnum fint sigti þannig vatn lak af en yfirborð korna var blautt. Það fór síðan beint í tromluna.

Með kveðju,


 Guðrún Eva Johannsdóttir
 jarðfræðingur M.Sc.