



HÁSKÓLI ÍSLANDS

**Verkfræðistofnun
Jarð- og vegtæknistofa**

Stífni og CBR-gildi burðarlaga Prófanir á steinefnabanka BUSL

Áfangaskýrsla 1

**Brynhildur Magnúsdóttir
Sigurður Erlingsson**

Febrúar 2003



EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. STEINEFNABANKI	5
3. PRÓFANIR	7
3.1. Proctor þjöppunarpróf.....	7
3.2. CBR-prófanir	7
3.3. Stífnipróf.....	9
4. NIÐURSTÖÐUR.....	11
5. HEIMILDIR.....	15
VIÐAUKAR.....	16

1. INNGANGUR

Steinefnabanki BUSL samstarfsins samanstendur af 20 steinefnum frá öllu landinu. Öll efnin eiga það sameiginlegt að hafa verið notuð í burðarlög vega. Á undanförunum árum hafa fjölmargar prófanir verið gerðar á efnum bankans til að kanna ýmsa eiginleika þeirra, s.s. berggæði, kornalögun, kornarúmþyngd og styrk einstakra korna. Engar prófanir hafa hins vegar verið gerðar á eiginleikum hvers efnis sem heild, þ.e. á allri kornakúrfu efnisins eins og það væri notað úti í vegi. Hér eru hins vegar kynntar niðurstöður úr þremur slíkum prófunaraðferðum (Proctor þjöppunarpróf, CBR-próf og sveiflufræðilegt þríasapróf til ákvörðunar á stífnri). Er þetta fyrsti áfangi verksins og er lokið prófunum á sex efnum steinefnabankans. Fyrirhugað er síðan að ljúka þessum þremur prófunum á öllum efnum bankans á næsta ári (2004).

Í upphafi var einnig gert ráð fyrir að prófa allan steinefnabankann í s.k. stórum stálhólki. Á fyrsta verkefnisfundi var þó ákveðið að fresta honum a.m.k. um stund. Ástæður eru einkum að próf í stórum stálhólki er efniskrefjandi og gengi prófið á stóran hluta ákveðinna efna sem eru í bankanum. Þríasapróf (stífnriákvörðun) varð einnig mun umfangsmeiri en áætlað var í upphafi. Ástæðan er einkum sú að stífnin reyndist vera töluvert háð rakainnihaldi sýnisins og reynt var því í upphafi að gera fleiri slík próf til að kanna áhrif rakans betur áður en ráðist yrði í próf í stórum stálhólki.

Þegar prófunarniðurstöður fyrir öll efni bankans liggja fyrir má sjá hvort innbyrðis tengsl séu á milli niðurstaðna prófananna þriggja. Einnig má skoða með tölfræðilegum aðferðum hvort tengsl séu við eldri prófunarniðurstöður tengdum berggæðum, kornalögun o.fl. Hér eru kynntar fyrstu tilraunir til að kanna hver séu tengsl milli niðurstaðna úr prófunum. Hafa verður í huga þegar prófunarniðurstöður eru skoðaðar að einungis er lokið prófunum á sex efnum og varasamt að draga of miklar ályktanir út frá þeim.

Proctor þjöppunarpróf gefur tengsl þurrar rúmþyngdar við rakainnihald efnisins og er mælikvarði á þjöppunareiginleika þess. Við undirbúning CBR-prófs er sýnið þjappað eins og um þjöppunarpróf væri að ræða og því fást einnig niðurstöður úr Proctor þjöppunarprófi þegar CBR-próf er framkvæmt.

CBR-próf er stöðuálagspróf þar sem sívalningslaga staut er þrýst hægt ofan í jarðefnið og fengin eru tengsl þrýstikraftsins og þeirrar færslu sem hann veldur, ofan í efnið. Út frá kraft-færsluferlinum er CBR gildi jarðefnisins síðan ákvarðað. Prófið er einfalt og metur einhverskonar burð efnisins. Með burði er hér átt við mótstöðu efnisins við að hindra það að staturinn þrýstist ofan í það. Prófið hefur fengið mikla útbreiðslu við veggönnun, en lýsir þó ekki vel eftir raunverulegu álagsformi umferðar.

Í sveiflufræðilegu þríasaprófi er unnt að líkja vel eftir lóðréttum og láréttum þrýstispennupólsum sem verða í undirbyggingu vegar við umferðarálag og eru því að mörgu leyti heppileg við að meta raunhegðun jarðefnis í vegbyggingu. Eftir skúfspennuáraun verður hins vegar einungis líkt í prófi með færanlegu álagi. Slík próf eru mjög umfangsmikil og dýr og í dag óraunhæf sem hluti af hönnun eða hefðbundnu eftirliti eða ástandsgreiningu í vega- eða gatnagerð.

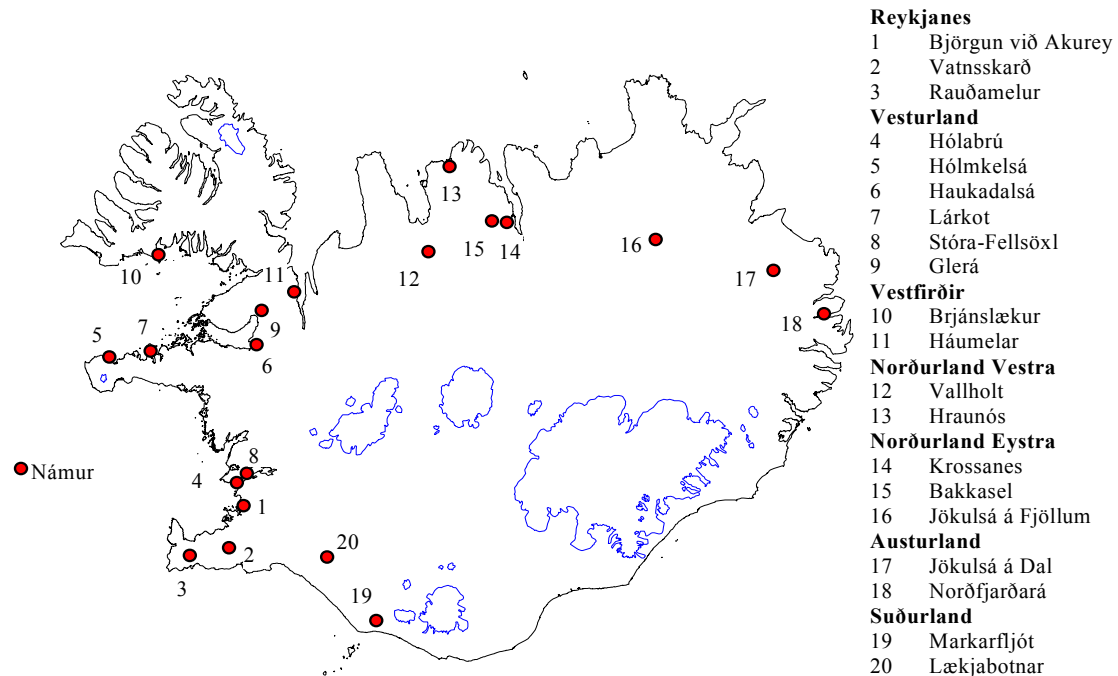
Proctor þjöppunarpróf voru framkvæmd á Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins (Rb) en sveiflufræðilegt þríasapróf (stífnipróf) hjá Verkfræðistofnun Háskóla Íslands (VHÍ).

Í nýjum hönnunaraðferðum, s.k. greiningaraðferðum, sem hefur komið til tals að taka upp í vegagerð á að byggja meira á raunhegðun, en þar er gert ráð fyrir að nýttar séu niðurstöður úr prófunum sem líkja eftir raunverulegri hegðun vegarins. Slík próf er líklegt að hægt sé að kvarða við raunhegðun og verða því grunnur að hönnunaraðferð framtíðarinnar.

Menn binda vonir sínar við að stífni ákvörðuð úr sveiflufræðilegu þríasaprófi ætti að vera stærð sem hægt sé að tengja raunhegðun, því er áhugavert að sjá hvort finna má einhver tengsl við CBR-niðurstöður, sem er próf sem notað hefur verið til margra ára hér á landi við hönnun vega.

2. STEINEFNABANKI

Árið 1995 voru tekin 1–2 tonna sýni úr 20 burðarlagsnámum víðsvegar um landið, sjá mynd 1. Mynduðu efnin s.k. steinefnabanka BUSL-samstarfsins.



Mynd 1. Yfirlit yfir námur steinefnabanka BUSL, og staðsetning þeirra.

Þessi 20 burðarlagsefni hafa verið rannsökuð með margvíslegum rannsóknaraðferðum sem miða að því að mæla m.a. styrkleika, veðrunarþol og slitþol efnanna. Prófanirnar gengu fyrst og fremst út á að meta eiginleika einstakra korna efnisins en ekki mat á samverkun efnisins sem heildar, þ.e. á allri kornakúrfu efnisins eins og það væri notað úti í vegi. Hér eru hins vegar kynntar niðurstöður úr þremur slíkum prófunaraðferðum á sex eignum (Proctor þjöppunarpróf, CBR-próf og sveiflufræðilegt þríasapróf). Fyrirhugað er síðan að ljúka þessum þremur prófunum á öllum eignum bankans á næsta ári (2004).

Í fyrsta áfanga verkefnisins voru valin sex burðarlagsefni úr steinefnabankanum, þ.e. Björgun-Akurey, Glerá, Hólabrú, Krossanes, Lárkot og Lækjarbotnar til gera samanburð á niðurstöðum úr Proctor þjöppun, CBR-prófi og sveiflufræðilegu þríasaprófi.

Í töflu 1. má sjá nokkrar af niðurstöðum á fyrri rannsóknum á þeim burðarlagsefnum sem notuð voru í þennan áfanga rannsóknarinnar.

Tafla 1. *Nokkrar fyrri niðurstöður úr prófunum á efnunum sex úr steinefnabanka BUSL.*

Náma	LA-gildi [%]	B _g -stuðull Standard	Frost/þ próf (Ísl) [%]	Kúlnakvörn [%]	Kornalögun FI [%]
Björgun-Ak	16,4	0,9	2,3	9,4	1,3
Glerá	17,3	2,1	19,6	25,9	12,3
Hólabrú	15,7	1,4	9,9	15,7	6,3
Krossanes	16,7	2,9	2,6	17,5	34,5
Lárkot	16,1	2,8	9,7	23,2	10,5
Lækjarbotnar	30,0	4,4	0,7	17,6	3,0

Af töflu 1 má sjá að efnin eru nokkuð breytileg í efnisgæðum. Í styrkleika (LA-próf og B_g-niðurbrotspróf) er Lækjarbotnaefnið veikast en hin virðast öll nokkuð svipuð að styrkleika. Í frost-þíðu prófi brotnar Gleráefnið mest niður en Lækjarbotnar minnst. Í kúlnakvarnarp prófi koma Glerá og Lárkot verst út. Eitt þessara efna sker sig síðan áberandi úr hvað kornalögun varðar, en það er Krossanes, sem er mjög flögótt efni.

3. PRÓFANIR

3.1. Proctor þjöppunarpróf

Proctor þjöppunarpróf er notað til að athuga sambandið á milli rakastigs og þurrar rúmþyngdar jarðefnis. Prófið gengur út á að jarðefni, við mismunandi rakastig, er þjappað í mót af ákveðinni stærð ($943,3 \text{ cm}^3$). Með því að þekkja rakastig efnisins við hverja þjöppun má finna þurra rúmþyngd sýnisins, en þurr rúmþyngd er mælikvarði á þjöppunina. Til eru tvær gerðir af þessu prófi. Önnur gerðin er Standard Proctor próf, en þar er efninu þjappað í mótið í þremur lögum með hamri, sem vegur 2,5 kg og með fallhæð 304,8 mm. Hin gerðin, Modified Proctor próf, gengur út á að jarðefninu er þjappað í sama mót í fimm lögum með hamri, sem vegur 4,54 kg og hefur fallhæðina 457,2 mm. Hugsunin er sú að jarðefninu sé þjappað í mótið með ákveðinni þjöppunarorku á rúmmálseiningu og fyrir Standard Proctor prófið er þessi orka $592,5 \text{ kJ/m}^3$ og fyrir Modified Proctor próf er þessi þjöppunarorka 2696 kJ/m^3 . Prófið er framkvæmt á allri kornakúrfu efnisins sem smýgur 19 mm sigti, því er sá hluti sem grófari er sigtaður frá. Hér hefur verið notuð orka sem svarar til Standard þjöppunarorku í allar prófanirnar.

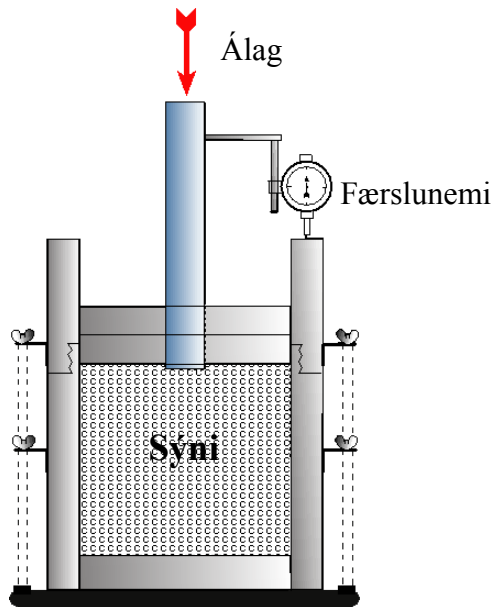
3.2. CBR-próf

Sýni er þjappað með þjöppun, sambærilegri við Standard Proctor þjöppun, í hólk sem er með 152 mm þvermál og er hæð hólksins frá 152 til 178 mm. Rakastig sýnisins við þjöppun er haft nálægt kjörrakastigi efnisins. Eftir þjöppun eru lögð tvö lóð (hringlaga lóð með gati í miðju) ofan á sýnið, sem á að samsvara þyngd efri laga vegarins, og að því loknu er hólknum með lóðunum og sýninu komið fyrir í vatnsbaði í fjóra daga. Þegar vatnsmettun sýnisins er lokið er hólkurinn tekinn upp úr vatnsbaðinu og hann látinn standa í 15 mínútur. Að því loknu er CBR-próf framkvæmt.

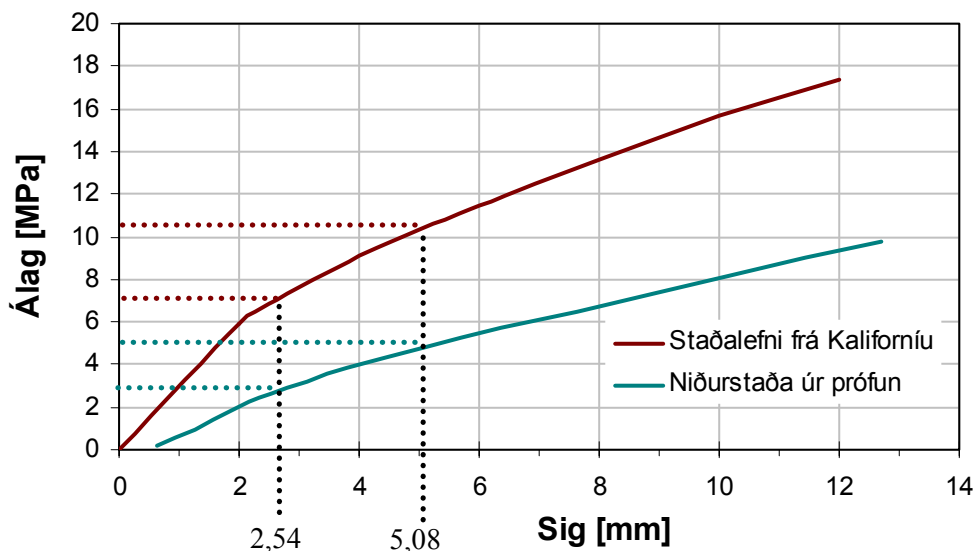
Við framkvæmd CBR-prófs er stálstaut komið fyrir í gatinu á lóðunum sem liggja ofan á jarðefninu og er stauturinn síðan rekinn niður í jarðefnið með jöfnum hraða (1 mm/mín) og krafturinn mældur við fyrirfram ákveðna færslu. CBR-gildið er fundið með því að bera saman það álag sem þarf til að þrýsta stautnum ákveðna dýpt og það álag sem þurfti til að koma honum sömu dýpt í staðalefni frá Kaliforníu, en þaðan er prófið upprunnið. CBR-gildið er yfirleitt fundið út við tvær mismunandi dýptir, þ.e.

þegar stauturinn er kominn niður um 2,54 mm og 5,08 mm. Það CBR-gildi sem er hærra af þessum tveimur er síðan CBR-gildi jarðefnisins.

Prófið er framkvæmt á allri kornakúrfu efnisins sem smýgur 19 mm sigti. Því er sá hluti sem grófari er sigtaður frá áður en prófið er framkvæmt. Standard þjöppnarorka hefur verið notuð í öllum prófunum.



Mynd 2. Uppsetning CBR-prófs. Sýni í CBR-móti ásamt stálhólki og færslumæli.



Mynd 3. Dæmigerðar niðurstöður úr CBR-prófi. CBR-gildið er fundið út með því að bera saman kraft við sig eftir 2,58 mm og 5,08 mm við það álag sem þarf til að þrýsta stautnum sömu vegalendir í staðalefni frá Kaliforníu.

3.3. Stífniþróf

Þvermál sýnis sem notað er til stífniþrófana er 150 mm og hæð þess 300 mm. Hægt er því að prófa með góðu móti steinefni með stærstu kornastærð $d_{max} = 30-35$ mm. Hér hefur prófið verið framkvæmt á allri kornakúrfu efnanna. Sýnið er byggt upp í stálhólki sem klæddur hefur verið að innan með gúmmihulsu. Við þjöppun sýnisins er notaður Modified Proctor þjöppunarhamar og er sýnið byggt upp í 11 – 13 lögum og er höggafjöldi á hvert lag á bilinu 14 – 54, allt eftir því hver þjöppun sýnisins skal vera þegar prófað er. Öll þróf hér hafaf verið þjöppuð með þjöppun sem jafngildir Standard Proctor þjöppunarorku.

Eftir þjöppun er sýnið klætt með annarri gúmmihulsu, þar sem að við þjöppunina myndast gjarnan göt á innri hulsuna. Meðan á þjöppun stendur eru rekin ankeri inn í sýnið sem mynda festingar fyrir mælinema, sem notaðir eru til að mæla svörun sýnisins við ytri áraun.



Mynd 4. Þríasapróf, a) fullþjappað sýni í stálhólki, sjá má ankeri standa út úr stálhólknunum b) sýni með áfasta mælinema, c) sýni í þrófun í þríasahúsi.

Samband spennu og streitu fyrir jarðefnið er ákvarðað í þríasaprófi. Fyrir flest jarðefni er sambandið ólínulegt. Gjarnan er notuð sk. k - θ líking til að lýsa sambandinu þ.e.

$$M_r = k_1 \left(\frac{3p}{p_a} \right)^{k_2} \quad (1)$$

þar sem M_r er stífistuðull, p er meðalspenna, p_a er viðmiðunarspenna (100 kPa) og k_1 og k_2 eru stuðlar sem ákvarðaðir eru út frá þrófunarniðurstöðum.

Er þá stífnin, M_r , þekkt sem fall af meðalspennuaukningunni, p , sem misþungir öxlar umferðar geta valdið. Við VHÍ eru notaðar 16 álagsraðir. Stífnipróf skiptist í undirbúningsfasa og prófunarfasa. Undirbúningsfasinn samanstendur af 20.000 álagspúlsum og hefur það hlutverk að jafna svörun sýnisins áður en mælingar hefjast. Prófunarfasinn er settur saman af 16 álagsröðum sem hver samanstendur af 100 álagspúlsum og er gögnum um hegðun efnisins safnað úr 10 síðustu púlsum hvernar raðar. Prófanirnar fara einnig fram við mismunandi hliðarþrýsting þar sem álagsröðunum er skipt í fernt og er hliðarþrýstingur hækkaður eftir hverjar 4 álagsraðir.

4. NIÐURSTÖÐUR

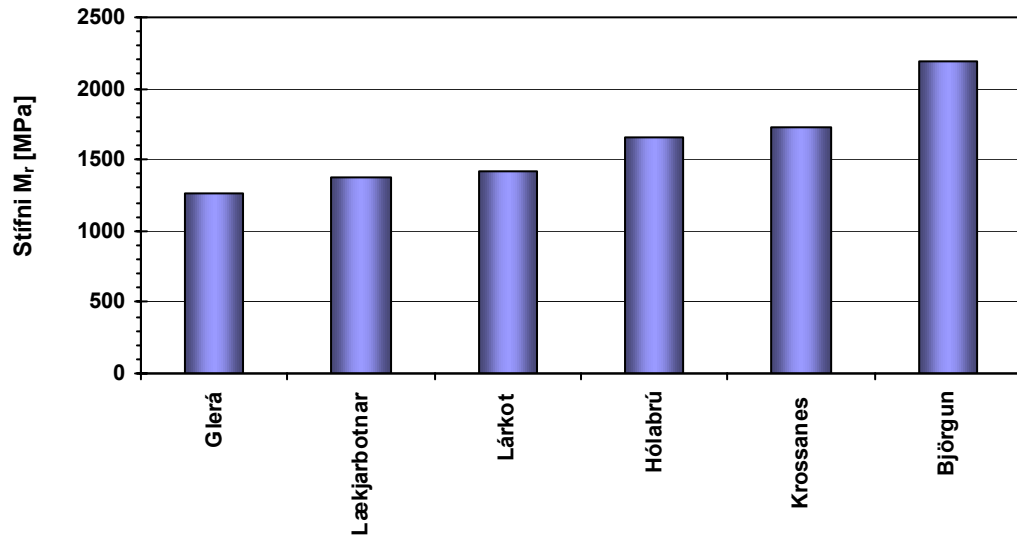
Yfirlit yfir allar niðurstöður úr prófununum, ásamt nokkrum öðrum upplýsingum um efnin, má sjá í viðauka. Þar má sjá fyrir hvert efni dregna upp þurra rúmþyngd sem fall af raka, CBR-gildi sem fall af raka og stífngildi út frá líkingu (1) við meðalspennu, $p = 250$ kPa, einnig sem fall af raka.

Þurr rúmþyngd er sýnd bæði sem hluti af framkvæmd við CBR-próf (rauðir punktar) og eins sem hluti af sífniákvörðun (grænir punktar). Rúmþyngdin tengdri CBR-prófi er ákvörðuð út frá efninu þegar sigtað hefur verið frá allt efni grófara en 19mm. Í þríasaprófi er öll kornakúrfan notuð og því ekkert sigtað frá. Það skýrir m.a. að rúmþyngdin hjá VHÍ er heldur hærri en hjá Rb. Mestur munur kemur fram í þessum tveimur aðferðum við að ákvarða rúmþyngd fyrir Krossanesefnið en þar er einnig hlutur efnis grófara en 19 mm tæp 20% en fyrir öll hin efnin er magnið undir 10%.

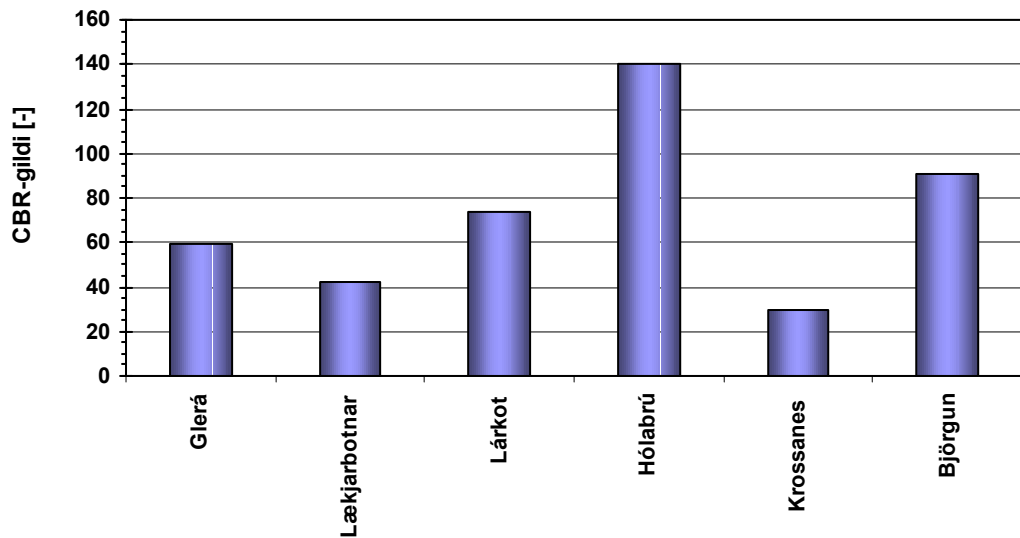
Athygli vekur hve þurr rúmþyngd allra efnanna er lítið háð raka. Því er mikil óvissa við ákvörðun á kjörrakastigi, w_{opt} , og má e.t.v. segja að um sum efnanna eigi hugtakið kjörraki hreint og beint ekki við. Þetta veldur að vissu leyti ákveðnum erfiðleikum því að yfirleitt er stífniþrófið framkvæmt við $w_{opt} - 2\%$ en þá er efnið stífast. Því hefur stífnin verið ákvörðuð fyrir nokkur mismunandi rakagildi til að kanna áhrif rakans á stífnina.

Á myndum 5-10 má sjá samantekt yfir helstu niðurstöður úr prófununum, enn sem komið er, og samanburð niðurstaðna.

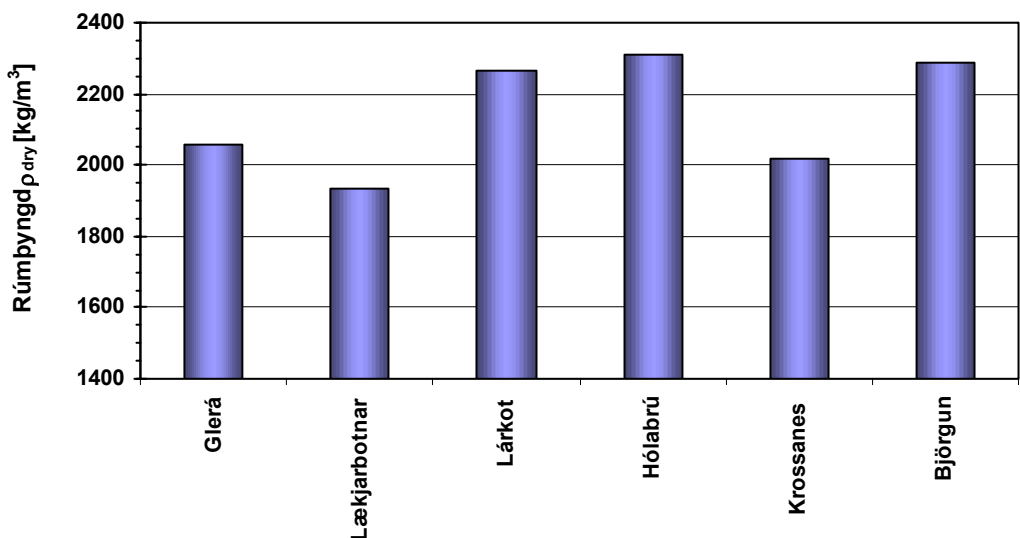
Á myndum 5-8 má sjá stífni, CBR-gildi og þurra rúmþyngd efnanna. Einungis eru tekin hæstu gildi hvers efnis, þ.e niðurstöðurnar á myndunum eru fengnar út frá mismunandi rakastigi. Efnunum er raðað upp á myndunum þremur í sömu röð eftir hækkanði stífni, því kemur Glerá fyrst (lægst stífni) síðan Lækjarbotnar o.s.frv. Til að túlka niðurstöðurnar m.t.t. raka þarf fleiri prófunarniðurstöður og er vísað hér einungis í viðauka til þess.



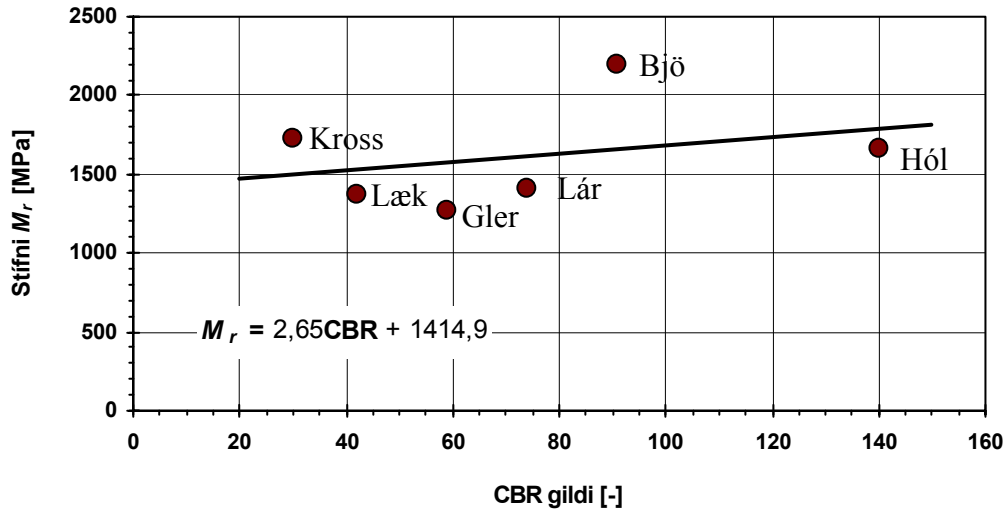
Mynd 5. Hæsta stífngildi hvers efnis raðað í hækkandi röð.



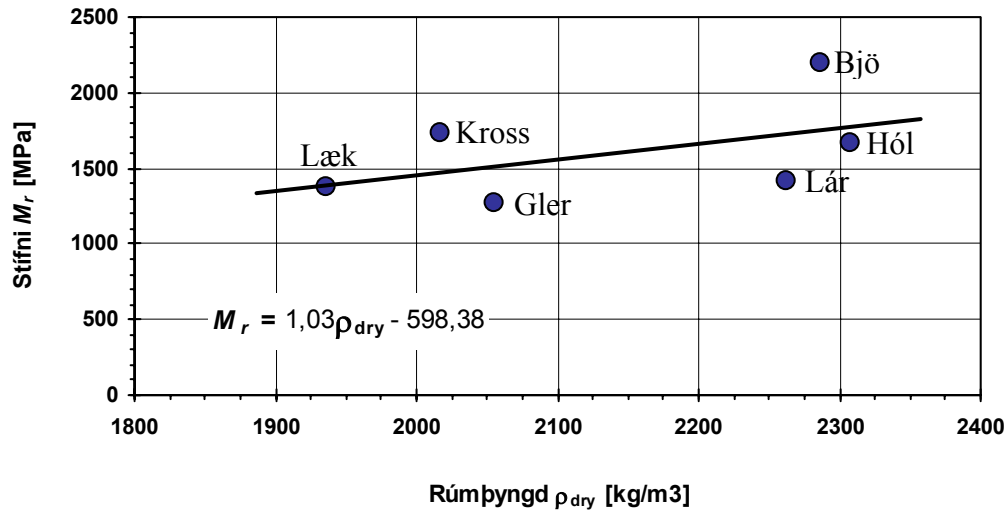
Mynd 6. Hæsta CBR-gildi hvers efnis raðað í hækkandi röð út frá stífni.



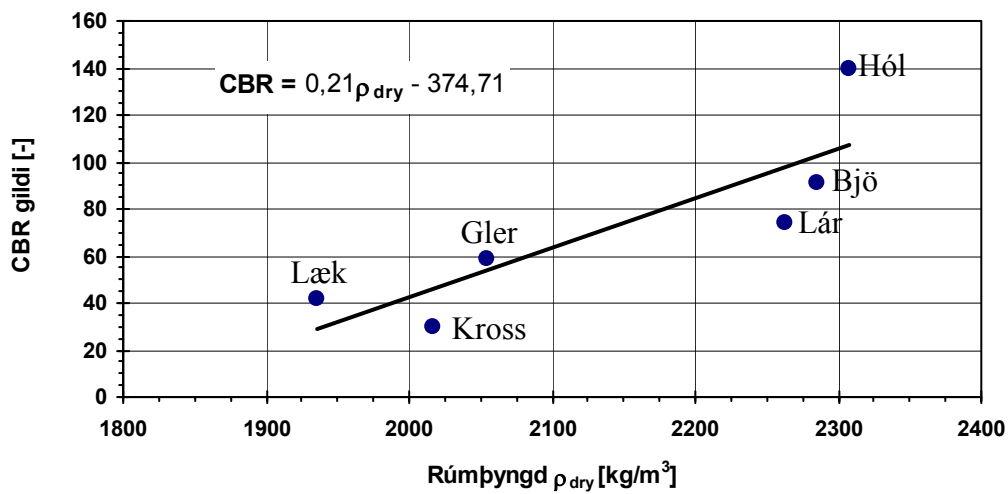
Mynd 7. Hæsta þurra rúmþyngd hvers efnis raðað í hækkandi röð út frá stífni.



Mynd 8. Tengsl hæstu stífni og hæsta CBR-gildi fyrir efnin sex.



Mynd 9. Tengsl hæstu stífni og hæstu rúmþyngdar fyrir efnin sex.



Mynd 10. Tengsl hæsta CBR-gildis og hæstu rúmþyngdar fyrir efnin sex.

Það má ætla af myndum 6 og 7 að CBR-gildið og þurr rúmþyngd fari hækkandi þegar stífnin hækkar, en þó er ljóst að mikil dreifing er í mæliniðurstöðunum. Á myndum 8, 9 og 10 hafa sömu niðurstöður verið dregnar upp með öðrum hætti. Einnig hefur aðhvarfslína (jafna bestu línu) verið sett inn á gröfin. Þar má e.t.v. sjá að stífni virðist aukast með auknu CBR-gildi, einnig virðist stífnin aukast með aukinni þurri rúmþyngd. Tengslin eru ekki mikil og mikil dreifing í niðurstöðum. Nauðsynlegt er því að framkvæma prófanir á fleiri efnum ef að á að öðlast betri vissu í því hvort slík tengsl séu fyrir hendi eða ekki.

Hafa verður í huga þegar horft er á niðurstöðurnar, að Proctor-próf og CBR-próf eru framkvæmd á því efni sem smýgur 19 mm sigti. Stífnin er hins vegar ákvörðuð á allri kornakúrfu efnisins eins og hún er birt í viðaukunum. Í Proctor-prófi og CBR-prófi hefur kornakúrfunni verið hliðrað til. Í flestum tilvikum er hlutur þess efnis sem situr eftir á 19 mm sigti til þess að gera lítill (< 10%) en fyrir Krossanesefnið er þetta tæp 20%. Þessi breyting á kornakúrfu kann að breyta efniseiginleikum eitthvað og því er ekki sjálfgefið að tengsl séu á milli niðurstæðna úr Proctor-prófi og CBR-prófi annars vegar og stífniprófi hins vegar. Einnig er erfitt að bera saman niðurstöður úr Proctor prófi og stífni- og CBR-prófunum vegna þess hve þjöppunarkúrfurnar eru flatar og í flestum tilfellum er rúmþyngdin ekki farin að lækka og því er enginn afgerandi hápunktur í rúmþyngdinni.

Af myndum 8 – 10 má e.t.v. sjá einhver tengsl milli hæsta stífnigildis hvers efnis við hæsta CBR gildi sama efnis. Einnig má sjá einhver tengsl milli aukningar í hæstu stífni með aukinni hæstu þurri rúmþyngd. Sama má segja um tengsl hæsta CBR-gildis við hæstu þurru rúmþyngd. Hér verður að hafa í huga að einungis er búið að próf sex efni og óraunhæft að draga of víðtækar ályktanir út frá ekki fleiri mælipunktum.

5. HEIMILDIR

AASHTO T 294-92 I (1992). “*Interim method of test for resilient modulus of unbound granular base/subbase materials and subgrade soils*” – SHRP protocol P46. American Association of State Highway and Transportation Officials.

Brynhildur Magnúsdóttir og Sigurður Erlingsson, (2002). “*Repeated load triaxial testing for quality assessment of unbound granular base course material*,” Proceedings from the 9th Nordic Aggregate Research Conference, Reykjavík, Iceland.

Brynhildur Magnúsdóttir, Sigurður Erlingsson og Þorsteinn Þorsteinsson, (2002). “*Sveiflufræðileg þríasapróf á lausum jarðefnum*,” BUSL skýrsla B-33, Vegagerðin, Reykjavík, 42 s.

Brynhildur Magnúsdóttir (2001). “*Stífni grófra jarðefna ákvörðuð með sveiflufræðilegum þríasaprófunum*.” Meistaragráðurritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík, 74 s.

CEN prENV 00227413 (1997). “*Unbound and hydraulic bound mixtures for roads – Test methods – Cyclic load triaxial test*”. Draft. Brussels: CEN/TC227/WG4/TG2, 18 p.

Gunnar Bjarnason, Pétur Pétursson og Sigurður Erlingsson, (2001). “*Niðurbrot steinefna. Styrkleiki-veðrunarþol-slitþol*,” Ráðstefnuhefti. Lokaráðstefna BUSL 6 apríl, s. 39-62.

Sigurður Erlingsson og Brynhildur Magnúsdóttir, (2002). “*Dynamic Triaxial Testing of Unbound Granular Base Course Materials*,” Proceedings from the 6th International Conference on the Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields BCRA’02, Lisbon, Portugal, pp. 989-1000.

Sigurður Erlingsson og Brynhildur Magnúsdóttir, (2001). “*Ákvörðun á stífni óbundinna vegagerðarefna á tilraunastofu*,” Árbók VFÍ/TFÍ 2000/2001, Reykjavík, s. 339-346.

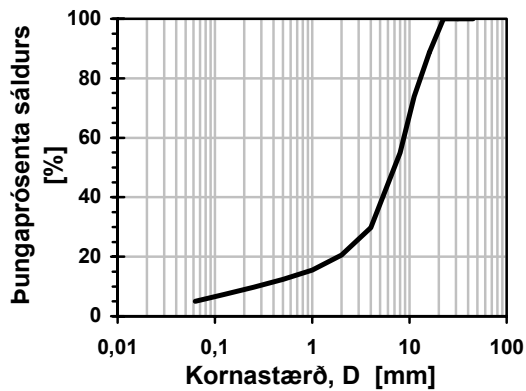
Sigurður Erlingsson (2000). “*Dynamic triaxial testing of unbound base course materials*,” Proceedings of the Nordic Geotechnical Conference, NGM 2000, *Finish Geotechnical Society*, June, Helsinki, Vol, pp. 69-76.

Sigurður Erlingsson (2000). “*Dynamic triaxial testing of unbound granular materials*,” BUSL skýrsla no. B-27, Reykjavík, 15 s.

Sigurður Erlingsson, (1998). “*Sveiflufræðileg þríasapróf á steinefnum*,” BUSL-skýrsla nr. B-16, Reykjavík, 28 p.

VIÐAUKAR

Björgun - Akurey



Eiginleikar efnisins:

Efnið samanstendur að mestu af fersku

Þéttu basalti og basaltgleri

FI: 1,3%

$d_{0,063}$: 5,0 %

d_{max} : 22,4 mm

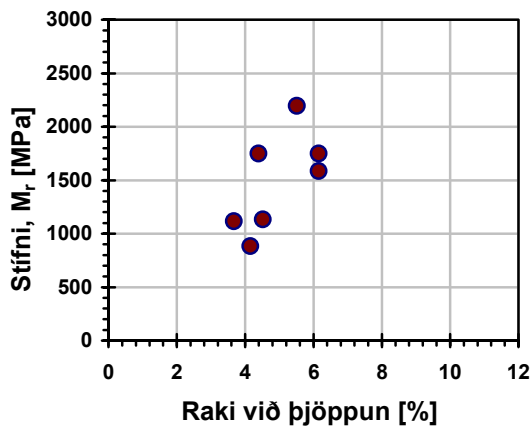
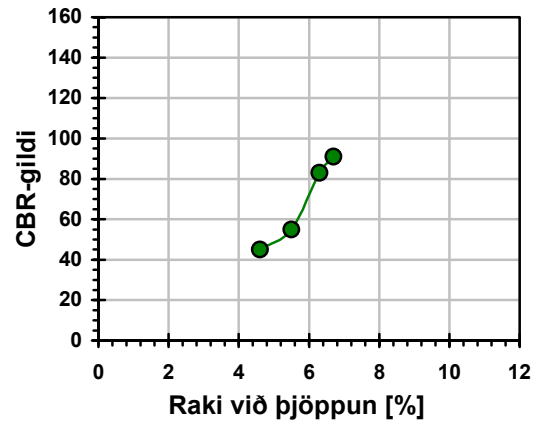
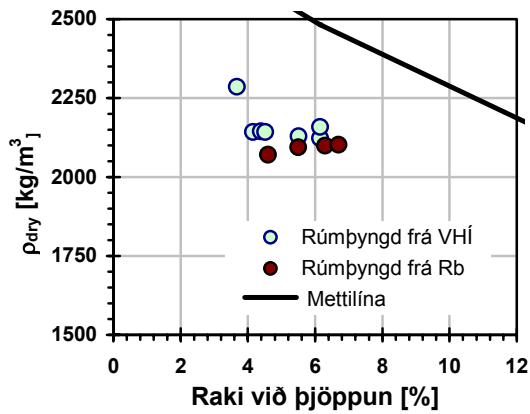
G_s : 2,93

Þjöppun, W_{opt} : 6,7%

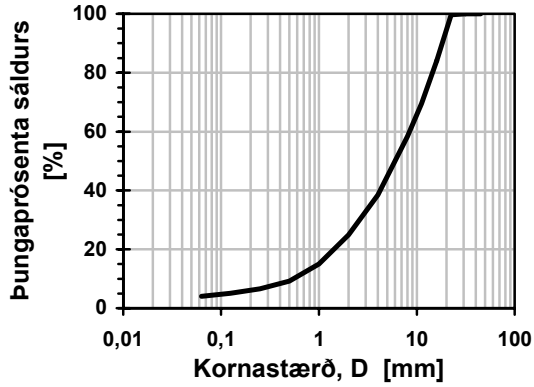
Max CBR við w: 6,7%

Max Mr við w: 5,5 %

$\rho_{dry\ opt}$: 2071 kg/m³



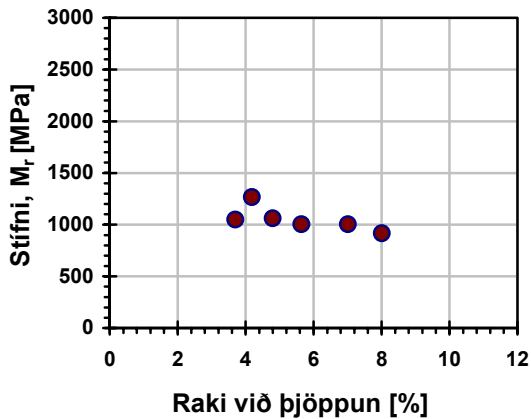
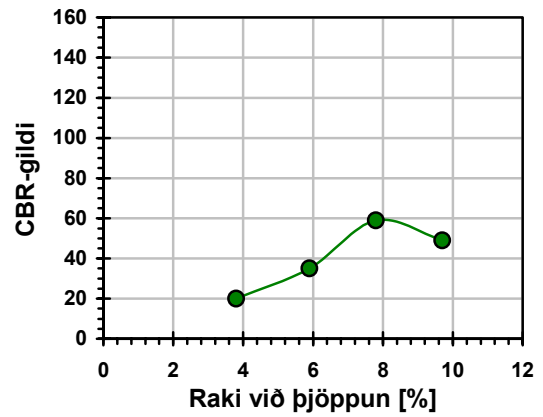
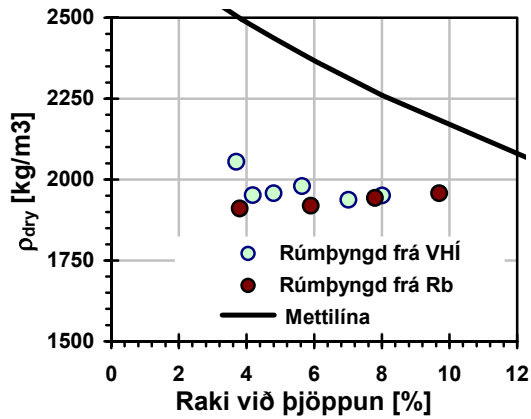
Glerá



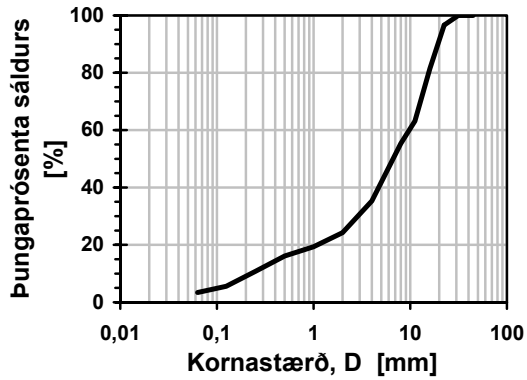
Eiginleikar efnisins:

Efnið samanstendur að mestu af lítilla ummynduðu og ummynduðu basalti ásamt einhverju af ummynduðu basalti og Rhyoliti.

FI:	12,3 %
$d_{0,063}$:	4,0 %
d_{max} :	32,0 mm
G_s :	2,76
Þjöppun, W_{opt} :	9,7%
Max CBR við w:	7,8 %
Max M_r við w:	4,8 %
$\rho_{dry\ opt}$:	1958 kg/m ³



Hólabrú



Eiginleikar efnisins:

Efnið samanstendur að mestu af ummynduðu og lítillega ummynduðu þétu basalti.

FI: 6,3 %

$d_{0,063}$: 3,4 %

d_{max} : 32,0 mm

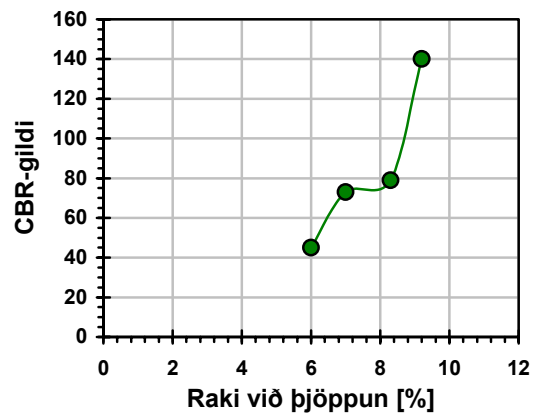
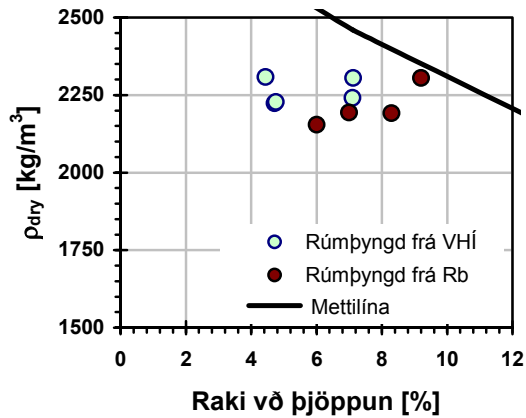
G_s : 2,98

Þjöppun, w_{opt} : 9,2%

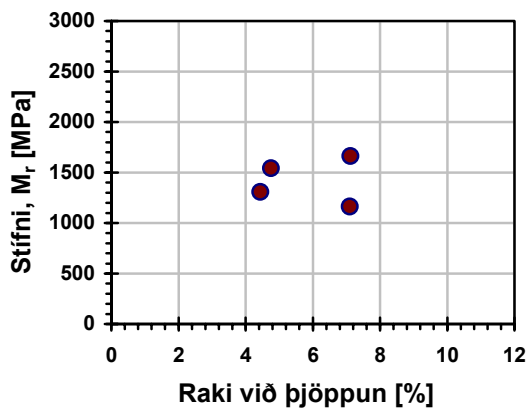
Max CBR við w : 9,2 %

Max Mr við w : 7,1 %

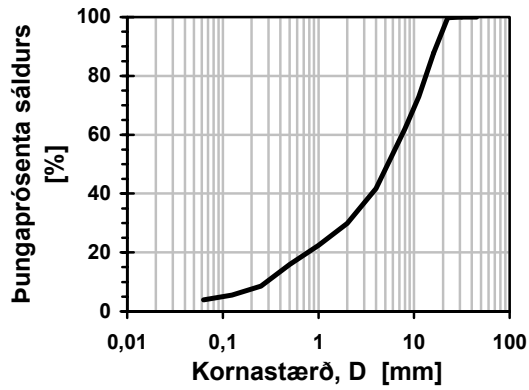
$\rho_{dry, opt}$: 2305 kg/m³



Bæta við punkti



Lárlkot



Eiginleikar efnisins:

Efnið samanstendur að mestu af ummynduðu, mjög ummynduðu og lítillega ummynduðu þéttu basalti.

FI: 10,5 %

$d_{0,063}$: 3,9 %

d_{max} : 32,0 mm

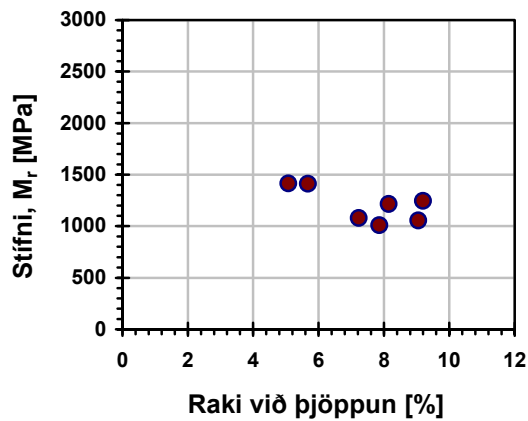
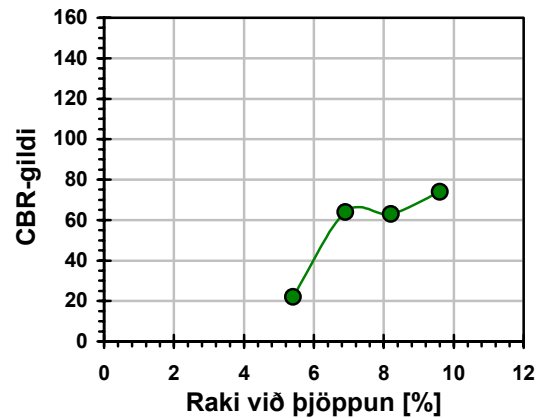
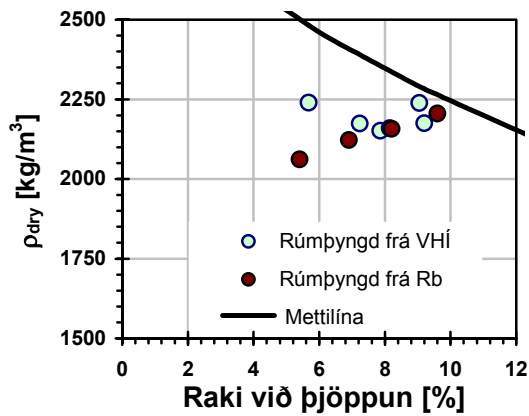
G_s : 2,89

Þjöppun, W_{opt} : 9,6 %

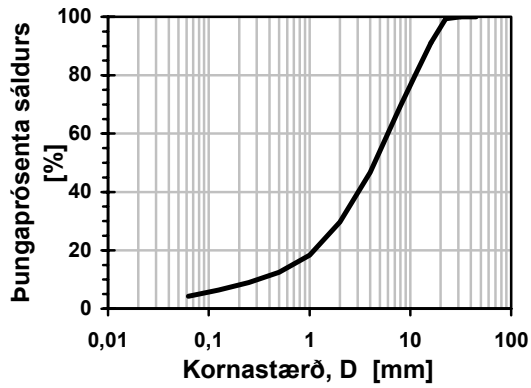
Max CBR við w : 9,6 %

Max M_r við w : 5,7 %

ρ_{dry} opt: 2205 kg/m³



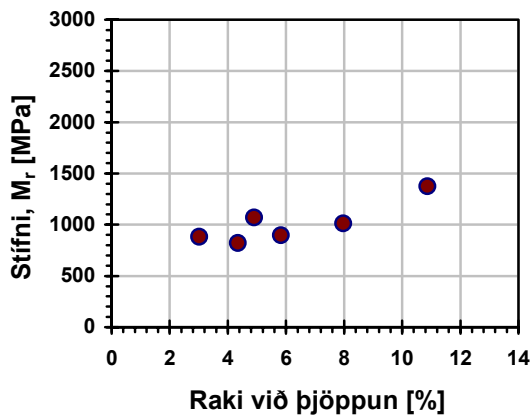
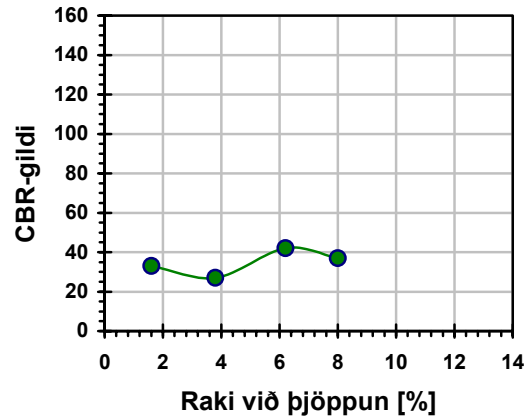
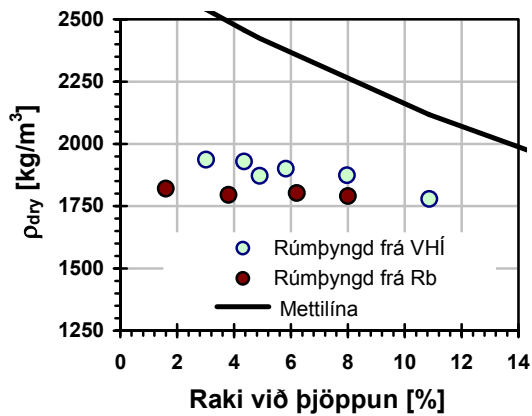
Lækjarbotnar



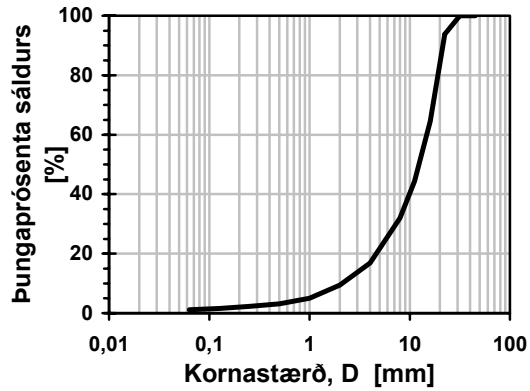
Eiginleikar efnisins:

Efnið samanstendur af fersku blöðróttu og fínblöðróttu dílabasalti.

FI:	3,0 %
$d_{0,063}$:	4,3 %
d_{max} :	32,0 mm
G_s :	2,75
Þjöppun, w_{opt} :	1,6 %
Max CBR við w :	6,2 %
Max M_r við w :	10,87 %
$\rho_{dry opt}$:	1821 kg/m ³



Krossanes



Eiginleikar efnisins:

Efnið samanstendur af ummynduðu og lítilliga ummynduðu þétu basalti.

FI: 34,5 %

$d_{0,063}$: 1,2 %

d_{max} : 32,0 mm

G_s : 2,99

Þjöppun, w_{opt} : 4,4 %

Max CBR við w : 6,7%

Max M_r við w : 5,5 %

$\rho_{dry\ opt}$: 1896 kg/m³

