



# Malbiksrannsóknir 2012

---

## Áfangaskýrsla V

Pétur Pétursson  
mars 2013

## ÁGRIP

Í þessari skýrslu er fjallað um niðurstöður prófana ársins 2012 sem verkefnishópurinn kom sér saman um, en þær eru þrjúþættar:

1. Kannað var hvaða áhrif mismunandi fínefnainnihald og bikmagn hefði á skriðeiginleika malbiks með hjólfaraprófi. Einnig voru gerð Marshall próf á sömu malbiksblöndum til samanburðar. Þá var borin saman Marshall holrýmd og holrýmd sem fæst eftir þjöppun í malbiksþjöppunni.
2. Tekin voru sýni af tilraunaköflum sem Malbikunarstöðin Hlaðbær-Colas (MHC) hafði lagt á Bústaðaveg og mældir skrið- og sliteiginleikar þeirra til samanburðar við það sem áður hafði fengist á sýnum, þjöppuðum á rannsóknastofu.
3. Gerðar voru samanburðarprófanir á slitþoli íslensks malbiks, annars vegar eftir áraun veðrunar og salts og hins vegar án slíkrar áraunar. Niðurstöður má nota til þess að meta hvaða kröfur þarf að gera til veðrunarþols malbiks við íslenskar aðstæður.

### Helstu niðurstöður 1. liðar:

Sýni sem er með hæsta hlutfall bindiefnis, eða 6,5 %, fær mestu heildarhjólfaradýptina í hjólfaraprófi og sýnið sem er með hæsta hlutfalli fillers, eða 10 %, kemur næst hvað varðar hjólfaramyndun. Sýnið sem fær minnstu hjólfaramyndunina náði ekki ásættanlegri þjöppun í Marshallprófi, enda bindiefnismagn mjög lágt, eða 4,5 %. Samkvæmt þessu er bindiefnisinnihald ráðandi þáttur varðandi skriðeiginleika malbiks innan þeirra marka sem rannsókninni voru sett.

Þegar borin er saman bikinnihald og holrýmd í Marshallprófi sést að þegar bikinnihald er 4,5 % verður holrýmdin mjög há (miðað við 8 % filler), eða allt að 7 %, en innan við 3 % ef bikinnihald er minna eða jafnt og 5,5 %. Festa vex þegar bikinnihald minnkar og sig vex með vaxandi bikinnihaldi. Festan er einnig háð fillermagni, en hún er talsvert ólík í tveimur sýnum með 5,8 % bikinnihaldi og lægra gildið er á sýni með 10 % filler og hærra gildið með 6 % filler. Filleragnið hefur því áhrif á eiginleika malbiksins, þótt bikinnihaldið skipti e.t.v. meira máli.

Tengslin milli skriðs í hjólfaraprófi og Marshall sigs eru nokkuð sannfærandi og einnig þegar borin er saman hjólfaramyndun og holrýmd. Ekki koma fram sannfærandi tengsl milli skriðs í hjólfaraprófi og Marshall festu, en þar ræður mestu að sýni með miklu bindiefni (6,5 %) fær hátt gildi úr hjólfaraprófi, en er með nokkuð góða festu miðað við önnur prófsýni. Hins vegar er sýni með 10 % filler með tiltölulega lága festu, en hjólfaramyndun sker sig ekki mikið frá öðrum sýnum. Filleragnið virðist sem sagt hafa talsverð áhrif á Marshall festu en lítil áhrif á skriðeiginleikana. Loks má geta þess að rúmþyngdir og holrýmdir mælast mjög svipað hvort heldur er um að ræða Marshall kjarna eða sýni þjöppuð í plötubjöppu.

## **Helstu niðurstöður 2. liðar:**

Ekki er mikill munur á Prall-slitþoli sívalninga sem teknir eru úr malbiki eða þjappaðir á rannsóknastofu og ekki heldur milli malbiksgerðanna SL16 með 3 % SBS og SMA16 án SBS. Hjólfaraprófin eru hins vegar, ólíkt Prall prófunum, afar afgerandi og niðurstöður sterklega mismunandi eftir malbiksgerðum og einnig eftir því hvort sýni eru þjöppuð á rannsóknastofu eða tekin úr götu. Malbiksgerðin SL16 með 3 % SBS skríður mun minna í hjólfaraprófi en SMA16 án SBS, en auk þess fá sýni sem þjöppuð eru á rannsóknastofu mun lægri gildi úr hjólfaraprófinu en sýni sem tekin eru úr götu.

Það virðist vera regla að sýni sem tekin eru úr götu í hjólfarapróf fá mun lakari niðurstöðu en sambærileg sýni sem þjöppuð eru á rannsóknastofu. Sýni úr Reykjanesbraut og Ártúnshöfða sem tekin voru á árunum 2008 og 2009 mældust með heildarhjólför á bilinu 12 til 14 mm, en sambærileg sýni þjöppuð á rannsóknastofu mældust með rúmlega 8 mm hjólfaradýpt. Segja má að sýni úr Bústaðavegi með SL16 og 3 % SBS mælist með hjólför á svipuðu róli og fyrri sýni úr vegi, en SMA malbikið úr Bústaðavegi sker sig úr með yfir 18 mm hjólfaradýpt. Á hinn bóginn fær SMA sem þjappað var á rannsóknastofu svipað gildi og eldri sýni þjöppuð á rannsóknastofu, en SL16 með SBS rannsóknastofusýni sker sig úr með óvenju litla hjólfaramyndun.

## **Helstu niðurstöður 3. liðar:**

Sjá má á niðurstöðum Prall slitþolsprófana að frost og saltáraun hefur mjög líklega áhrif til aukningar á slit malbiks. Þetta er sérstaklega áberandi í sýnum með steinefni frá Hólabrú, en þar munar 4 ml að meðaltali á slit með og án áraunarinnar. Munurinn er ekki eins afgerandi í sýnum með steinefni frá Björgun, þó að meðaltali 2 ml. Fyrri prófanir á steinefnunum benda til þess að Hólabrúarefni sé að hluta til mjög ummyndað og ekki eins frostþolið og Björgunarefnið. Það er því eðlilegt að kjarnar með steinefni frá Hólabrú slitni meira eftir frost-salt áraun og endurspegli þannig að steinefnið sjálft hafi veikst við áraunina. Niðurstöður þessa verkþáttar eru sterk vísbending um að frostþol steinefna hafi áhrif á hversu mikið malbik slitnar undan áraun nagladekkja. Því er full ástæða til að velja frostþolin steinefni í malbik til að lágmarka slit af völdum nagladekkja þar sem það á við.

## Efnisyfirlit

ÁGRIP.....	1
1 INNGANGUR .....	4
2 PRÓFUNARAÐFERÐIR .....	6
2.1 Hjólfarapróf .....	6
2.2 Prall slitþolspróf.....	7
2.3 Marshallpróf .....	7
3 PRÓFANIR OG NIÐURSTÖÐUR.....	9
3.1 Áhrif filler- og bikmagns á eiginleika malbiks .....	9
3.1.1 Marshallpróf .....	9
3.1.2 Áhrif filler- og bikmagns á skriðeiginleika malbiks .....	12
3.1.3 Umræða og samanburður á Marshallgildum og skriðmælingum .....	15
3.2 Skrið- og sliteiginleikar malbikssýna úr götu .....	16
3.3 Athugun á slitþoli malbiks eftir áraun veðrunar og salts .....	19
Heimildir, staðlar og ítarefni: .....	22
VIÐAUKI I Gögn vegna verkþáttar um áhrif filler- og bindiefnismagns á eiginleika malbiks.....	23
VIÐAUKI II Gögn vegna prófana á skrið- og sliteiginleikum malbiks úr götu.....	41
VIÐAUKI III Gögn vegna prófana á áhrifum frosts og salts á sliteiginleika malbiks .....	61

## 1 INNGANGUR

Á undanförunum árum hafa komið út skýrslur um rannsóknir á íslensku malbiki með tækjabúnaði sem komið var upp á Nýsköpunarmiðstöð Íslands (NMÍ) og uppfyllir Evrópustaðla. Fyrsta skýrslan í þessum flokki hét *Mat á eiginleikum malbiks fyrir íslenskar aðstæður* og kom út árið 2009. Í þessum fyrsta áfanga voru meðal annars gerðar mælingar á skriðeiginleikum sýna af SL malbiki sem tekin voru úr vegi með sögun, svo og samanburður á þeim sýnum og sams konar sýnum sem þjöppuð voru á rannsóknastofu með „roller compactor“. Í öðrum áfanga verkefnisins, sem áfangaskýrsla II frá 2010 fjallar um, var aftur tekið sýni úr vegi, að þessu sinni SMA malbik auk þess sem haldið var áfram að prófa hefðbundnar íslenskar malbiksgerðir. Á þessum tíma hafði Prall- slitþolstækið verið sett upp og voru sýni því bæði prófuð með tilliti til skrið- og sliteiginleika. Þriðja áfangaskýrslan í sama flokki kom út árið 2011 og má segja að í þeim áfanga hafi verið framhald á prófunum á hefðbundnum malbiksblöndum með tilliti til skrið- og sliteiginleika, aðallega á aðsendum sýnum, þjöppuðum á rannsóknastofu. Í mars 2012 kom svo út fjórða áfangaskýrsla þessa verkefnis, en í þeim áfanga var áhersla lögð á prófanir á áhrifum fillerhluta og fillergerðar í malbiki á skriðeiginleika þess.

Auk þessara skýrslna um rannsóknir á íslensku malbiki kom út skýrsla um áhrif fjölliðubreyttra bikbindiefna á skrið- og sliteiginleika malbiks árið 2010 og var hún hluti af námsverkefni við Háskólann í Reykjavík. Þá kom út skýrsla um niðurstöður verkefnis sem fjallaði um áhrif bikgerðar á slit- og skriðeiginleika malbiks í mars 2011. Fleiri verkefni tengjast rannsóknum á malbiki með nýjum prófunaraðferðum á síðustu árum, m.a. hefur Malbikunarstöðin Hlaðbær-Colas lagt út tilraunakafla og hafa sýni úr götu og gerð á rannsóknastofu verið prófuð m.a. með hjólfaratæki og Prall-slitþolstæki og gefnar út skýrslur. Þá hafa gögn fengist úr rannsóknaverkefnum sem tengjast endurvinnslu malbiks

Verkefnið í heild sinni snýr að áframhaldandi rannsóknum á íslensku malbiki í víðum skilningi. Með tilkomu nýrra evrópskra prófunarstaðla og tækjabúnaðar á NMÍ er unnt að mæla ýmsa eiginleika þeirra malbiksblanda sem nú eru í notkun hérlendis með tilliti til hinna nýju staðla. Einnig er unnt að hanna, þjappa og prófa nýjar blöndur malbiks, svo sem malbiks sem blandað er með fjölliðum eða vaxi, en niðurstöður benda til þess að slík efni geti bætt skrið- og sliteiginleika malbiks verulega (Ásgeir Rúnar Harðarson 2010 og Arnþór Óli Arason og Pétur Pétursson 2011). Verkefnið er liður í þróun og hönnun íslensks malbiks og munu niðurstöðurnar nýtast við gerð leiðbeininga um malbik fyrir mismunandi umferð og aðstæður.

Að vanda var gert ráð fyrir umfangsmeiri rannsóknum í umsókn en unnt var að framkvæma fyrir þann styrk sem fékkst til verkefnisins, jafnvel þótt hann hafi verið myndarlegur. Í þessari

skýrslu er fjallað um niðurstöður prófana ársins 2012 sem verkefnishópurinn kom sér saman um, en þær eru í raun þríþættar:

1. Kannað var hvaða áhrif mismunandi fínafnainnihald og bikmagn, svo og samspil þeirra þátta, hefði á skriðeiginleika malbiks með hjólfaraprófi. Einnig voru gerð Marshall próf á sömu blöndum, en með þeim hætti var kannað hvaða áhrif hönnuð holrýmd hefur á þessa eiginleika. Borin er saman hönnuð holrýmd og holrýmd sem fæst eftir þjöppun í malbiksþjöppunni.
2. Tekin voru sýni af tilraunaköflum sem Malbikunarstöðin Hlaðbær-Colas (MHC) hafði lagt á Bústaðaveg og mældir skrið- og sliteiginleikar þeirra til samanburðar við það sem áður hafði fengist á sýnum, þjöppuðum á rannsóknastofu. Kostnaður við sýnatöku var framlag MHC til verkefnisins.
3. Gerðar voru samanburðarprófanir á slitþoli íslensks malbiks, annars vegar eftir áraun veðrunar og salts og hins vegar án slíkrar áraunar. Niðurstöður má nota til þess að meta hvaða kröfur þarf að gera til veðrunarþols malbiks við íslenskar aðstæður. Þessi verkþáttur var styrktur af Reykjavíkurborg.

NMÍ hefur séð um allar prófanir þessa áfanga um malbiksraðsóknir.

Í verkefnishópi sátu Arnþór Óli Arason, Ásbjörn Jóhannesson og Óskar Örn Jónsson hjá Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Gunnar Bjarnason hjá Vegagerðinni, Halldór Torfason hjá Malbikunarstöðinni Höfða, Sigþór Sigurðsson hjá Malbikunarstöðinni Hlaðbæ-Colas, Theodór Guðfinnsson hjá Reykjavíkurborg og Pétur Pétursson verkefnisstjóri.

## 2 PRÓFUNARAÐFERÐIR

### 2.1 Hjólfarapróf

Skriðpróf í hjólfaratæki, eða hjólfarapróf, eru hér gerð samkvæmt staðli ÍST EN 12697-22 Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt – Part 22: Wheel tracking, nánar tiltekið með litlu tæki (aðferð B) í lofti, en slíkt tæki er til staðar á NMÍ. Prófsýni geta verið hvort heldur tekin úr götu eða þjöppuð á rannsóknastofu. Tæki til þjöppunar á heitum malbikssýnum sem passa í hjólfaratækið er einnig til staðar á NMÍ og er það í samræmi við staðal ÍST EN 12697-33 Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt – Part 33: Specimen prepared by roller compactor. Þegar malbik er þjappað í þjöppunni er það hitað upp að því hitastigi sem hæfir bikgerðinni, vigtað og sett í mót, gjarnan 300 x 400 mm á kant. Þegar magn er ákvarðað er tekið mið af rúmþyngd malbiksins þannig að það nái ákveðinni þykkt, að teknu tilliti til holrýmdar að þjöppun lokinni. Þjöppunin felst í því að ávalur stálfótur leggst á sýnið og hnoðar það fram og aftur til að líkja eftir stáltromlu valta. Farið er yfir sýnið alls tíu sinnum með 10 kN álagi á stálfótinn og tekur þjöppun hverrar plötu u.þ.b. 2 mínútur.

Hjólfaraprófið er gert í lokuðum, hitastýrðum skáp. Malbiksplötu er komið fyrir í skápnum og hún látin standa í a.m.k. 4 klst. til að ná prófunarhitastiginu. Í prófinu er gúmmíhjóli, sem er 200 mm í þvermál og 50 mm breitt, ekið fram og aftur eftir sýninu, alls 10.000 umferðir með 700 N álagi. Hjólið ekur samtals 230 mm í hvora átt á sýninu með hraðanum 26,5 umferðir á mínútu. Mælir skráir reglulega og samfellt hjólfaradýpt á hverjum tíma. Hafður er stuðningur við hliðar og enda plötunnar meðan á prófun stendur. Samkvæmt prófunarstaðli skal í hverju prófi mæla tvö hlutasýni og gefa upp meðaltal þeirra. Hjólfarapróf voru gerð við 45°C, en það er lægsti leyfilegi prófhiti samanber töflu D.1 í viðauka D í staðli um gerðarprófanir á malbiki, ÍST EN 13108-20 Bituminous mixtures - Material specifications - Part 20: Type Testing. Mynd 1 a) sýnir hjólfaratækið og mynd 1 b) sýnir þjöppuna sem þjappar plötur í hjólfarapróf. Niðurstöður prófsins eru einkum þrenns konar; heildarhjólfaradýpi í mm eftir 10.000 umferðir (Total Rut Depth, TRD), hjólfaradýpt sem hlutfall af sýnisþykkt (Proportional Rut Depth, PRD) og hjólfaramyndun á hverjar 1000 umferðir, síðustu 5.000 umferðirnar (Wheel Tracking Slope (WTS)).

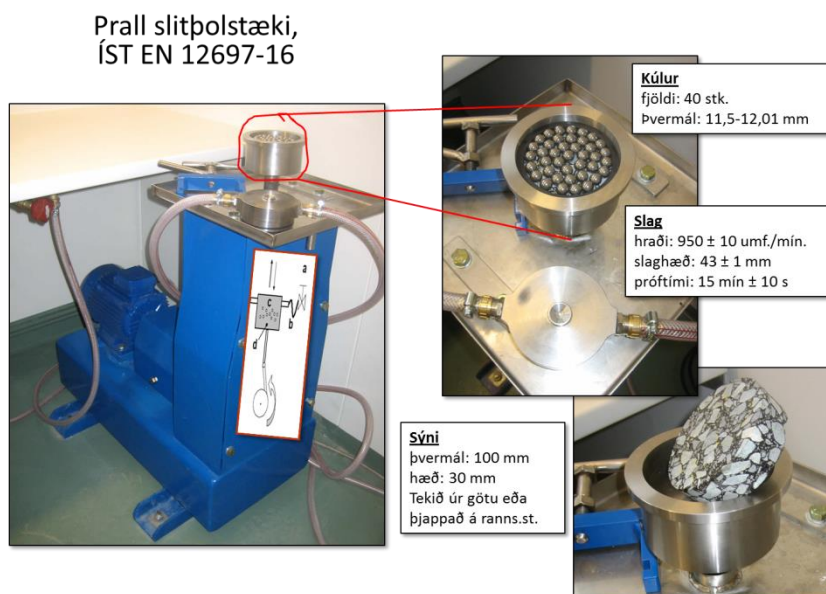


Mynd 1 a) og b) Hjólfaratæki og malbiksþjappa

## 2.2 Prall slitþolspróf

Prall slitþolspróf er ætlað til þess að meta slitþol þjappaðs malbiks gagnvart nagladekkjaárun. Aðferðin er samkvæmt Evrópustaðli ÍST EN 12697-16 Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt – Part 16: Abrasion by studded tyres, en hún er sænsk að uppruna.

Prófið er gert þannig að í litlum stálhólki er komið fyrir sneið af malbiki sem er um 100 mm í þvermál og 30 mm þykk ásamt 40 stálkúlum sem eru 11,5 mm í þvermál. Á hólkinn er sett lok sem hleypir vatnsstreymi yfir sýnið, 2 l/mín af 5°C vatni. Tækið hristir síðan stálhólkinn með sýninu og kúlunum upp og niður, 950 sveiflur/mínútu í 15 mínútur og er slaglengdin 43 mm. Mynd 2 sýnir Prall tæki og er með útskýringum á einstökum hlutum þess.



### Mynd 2 Prall slitþolstæki og útskýringar á einstökum hlutum þess

Sneiðar eru hafðar í vatnsbaði við 5°C í a.m.k. 5 klst fyrir próf. Þyngd og rúþyngd mettaðra sýnanna er mæld fyrir próf og þyngdin aftur eftir próf. Þyngdartapið er reiknað yfir í millilítra, ml. Í hverju prófi eru prófuð fjögur hlutasýni og er Prall gildið meðaltal þeirra.

Í sneiðum sem gerðar eru úr borkjörnum er álagið sett á vegyfirborðið en í þeim sem sagaðar eru úr sívalningum þjöppuðum á rannsóknastofu, er áraunin sett á sagaða flötinn. Prallgildi eru því ekki alveg sambærileg milli sýna sem tekin eru úr götu og sýna sem eru útbúin á rannsóknastofu.

## 2.3 Marshallpróf

Marshallpróf er gert samkvæmt Evrópustaðli ÍST EN 12697-34 Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt – Part 34: Marshall test. Marshall malbikssýni eru útbúin með sérstökum hamri skv. aðferð ÍST EN 12697-30 Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt – Part 30: Specimen preparation by impact compactor. Segja má að Marshallpróf geti haft tvíþættan tilgang:



1. Notað sem hönnunarpróf til að ákveða heppileg hlutföll steinefna og bikbindiefnis í malbiki. Í því sambandi er byrjað á að finna blöndunarhlutföll steinefna sem nota skal, þannig að sáldurferillinn lendi innan tiltekinna markalína samkvæmt verklýsingum. Berggæði steinefna, bikgerðin (stungudýpt), íaukar og íblendir eru valin með hliðsjón af umferðarálagi þess vegar sem á að malbika.
2. Prófið er framkvæmt til eftirlits með framleiðslu á malbiksblöndum með gerð kjarna með Marshallhamri, mælingar á rúmþyngd, holrýmd og bikfylltri holrýmd.

Þegar Marshallprófið er notað til hönnunar, sem sagt til að ákveða hlutföll steinefna og bikbindiefnis í malbiki, er byrjað á því að ákveða sáldurferil steinefnanna. Síðan eru blönduð sýni með mismunandi bindiefnisinnihaldi til prófunar. Sýnin eru blönduð og þjöppuð við tiltekin skilyrði, s.s. ákveðið hitastig til að seigja bindiefnisins sé innan ákveðinna marka. Þjappað er í þar til gerð mót með Marshall-hamri, sjá mynd 3.



**Mynd 3** Marshall hamar

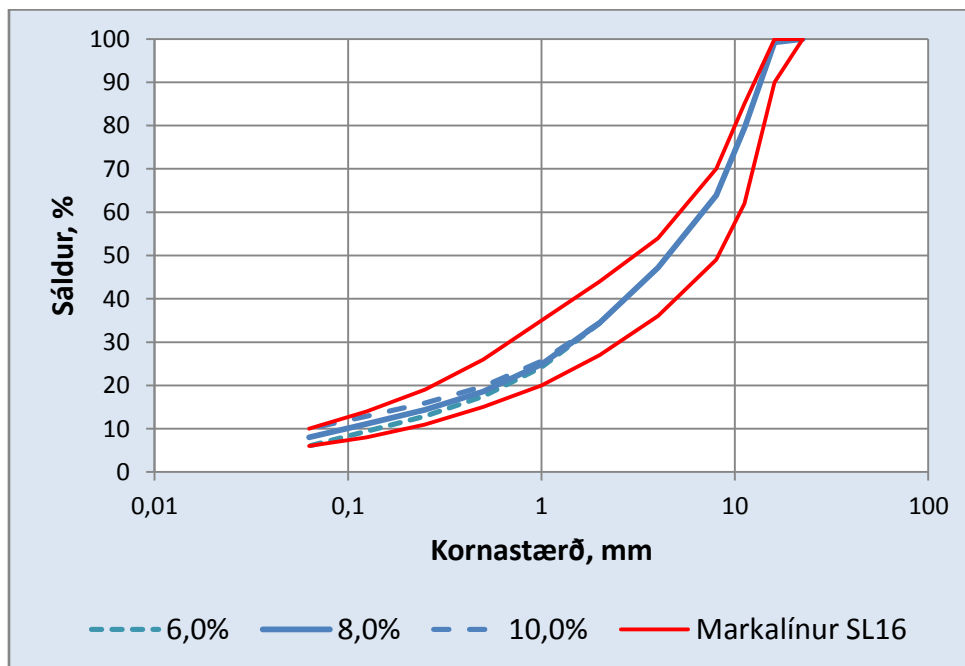
Þegar sýnin hafa kólnað í mótunum eru þau tekin úr þeim og stærð þeirra og rúmþyngd mæld. Auk þess er holrýmd þeirra reiknuð út. Því næst eru sýnin sett í álagspróf til að ákveða festu (stöðugleika) og sigeginleika þeirra. Niðurstöður ofangreindra mælinga eru dregnar upp á línurit sem fall af bindiefnisinnihaldi og fundið það bindiefnisinnihald sem svarar til mestrar rúmþyngdar, mestrar festu og holrýmdar innan ákveðinna marka. Einnig er hlutfallið festa/sig skoðað. Samkvæmt Evrópustöðlum 13108-1 og 13108-5 um framleiðslu malbiks eru ekki gerðar kröfur til festu og sigs malbiks sem ætlað er til nota í vegi, en slíkar kröfur eiga einungis við fyrir malbik á flugbrautir.

### 3 PRÓFANIR OG NIÐURSTÖÐUR

#### 3.1 Áhrif filler- og bikmagns á eiginleika malbiks

##### 3.1.1 Marshallpróf

Greinargerð um þennan verkþátt frá NMÍ, svo og niðurstöður prófana er að finna í viðauka I. Útbúnaðar voru fimm SL-malbiksblöndur á rannsóknastofu, allar með sömu bindiefnisgerð (bik með stungudýpt PG 160/220) og Seljadalssteinefni með eins kornadreifingu grófa hlutans (>1,0 mm), en með mismiklum filler (fínefni) og bikinnihaldi. Mynd 4 sýnir kornadreifingu steinefnis með þrenns konar fillermagni, 6, 8 og 10 %.



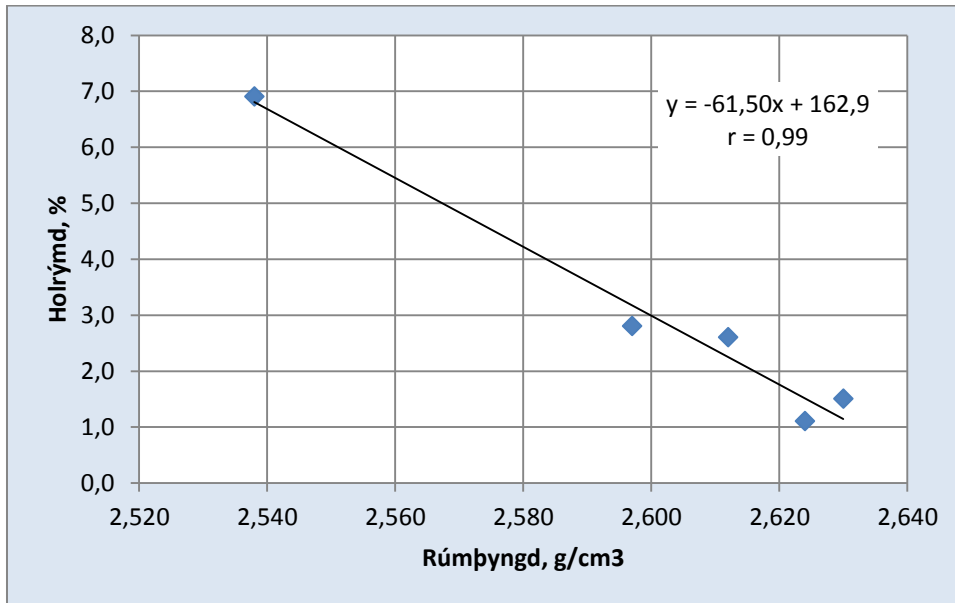
**Mynd 4** Kornadreifing sýna með mismiklu fillermagni

Annars vegar voru útbúin hefðbundin Marshallsýni með Marshallhamri til ákvörðunar á stikum svo sem rúmþyngd, holrýmd, festu og sigi mismunandi malbiksblöndna og hins vegar þjappaðar plötur með malbiksþjöppu til prófana með hjólfaraprófi, sjá lýsingar á aðferðum í kafla 2. Helstu kennistærðir úr Marshallprófinu koma fram í töflu 1.

**Tafla 1** Helstu kennistærðir úr Marshallprófi á fimm mismunandi malbiksblöndum

Númer sýnis	Fillermagn, %	Bikmagn, %	Hlutfallið filler/bik	Rúmþyngd malbiks, g/cm <sup>3</sup>	Holrýmd malbiks, %	Bikfyllt holrýmd, %	Festa, kN	Sig, mm	Hlutfallið festa/sig
B1	10	5,8	1,72	2,630	1,5	91,1	9,5	4,2	2,3
B2	6	5,8	1,03	2,597	2,8	84,0	10,5	3,6	3,0
B3	8	4,5	1,78	2,538	6,9	61,9	11,3	2,7	4,3
B4	8	5,5	1,45	2,612	2,6	84,4	10,9	3,7	3,0
B5	8	6,5	1,23	2,624	1,1	94,1	10,3	4,3	2,4

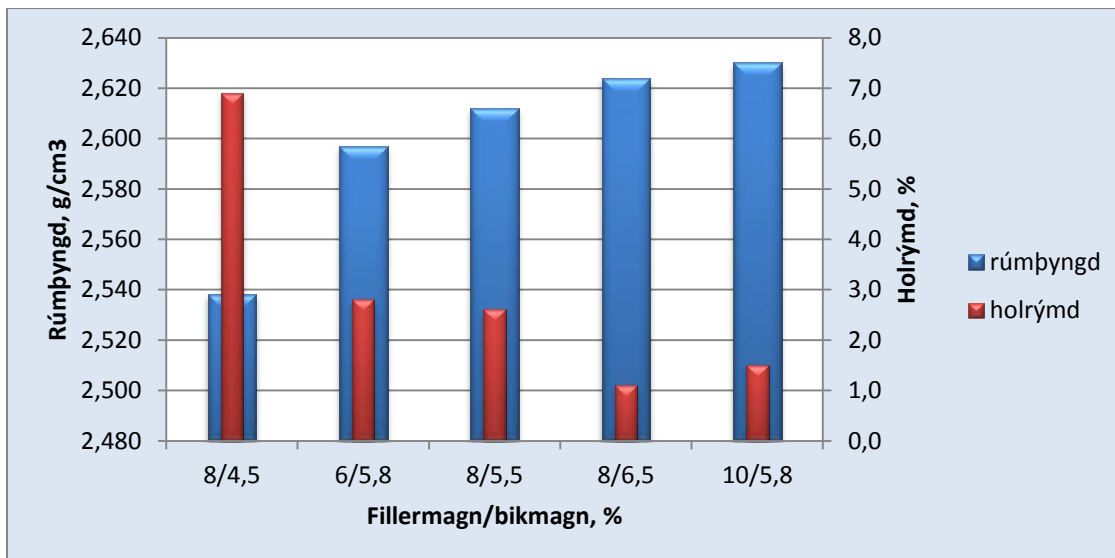
Fyrst er áhugavert að skoða hversu sterk fylgnin er milli holrýmdar og rúmpýngdar Marshallskýnnanna sem útbúin voru, sjá mynd 5.



**Mynd 5** Tengsl holrýmdar og rúmpýngdar Marshallkjarna B1 til B5

Eins og sjá má er fylgnin afar sterk, enda spilar kornarúmpýngd steinefnis ekki inn hér þar sem um sama steinefnið er að ræða í öllum tilfellum. Einu breytunnar felast í mismiklu magni af bindiefni og filler, sem greinilega eru ráðandi þættir í þessu sambandi.

Mynd 6 lýsir þessum tengslum nánar á myndrænan hátt.

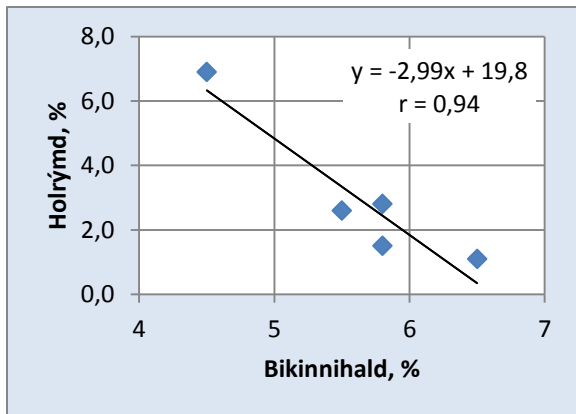


**Mynd 6** Tengsl holrýmdar og rúmpýngdar Marshallkjarna (fillermagn/bikmagn á X-ás)

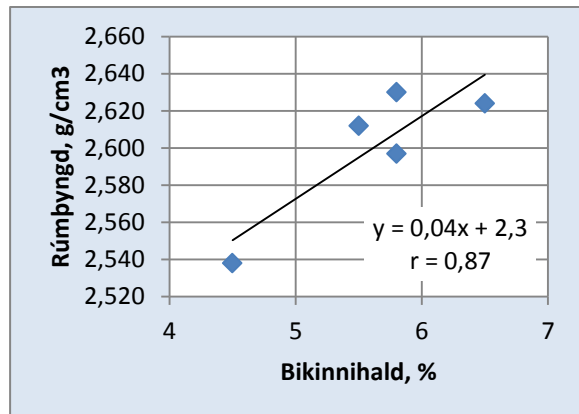
Þær niðurstöður sem fram koma úr Marshallprófinu koma í sjálfu sér ekki á óvart, en áberandi er hversu bikinnihaldið er ráðandi þáttur í eiginleikum malbiksins, e.t.v. í meira mæli en fillermagnið. Að vísu sýnir mynd 6 að sýni með 10 % filler og 5,8 % bikinnihald fær

heldur hærri rúmpýngd en sýni með 8 % filler og 6,5 % bikinnihald, en þó ívið meiri holrýmd, þótt munur á þessum tveimur sýnum sé ekki mikill. Það sýni sem sker sig mest úr í hina áttina er með lágu bikinnihaldi, eða 4,5 %, en þar næst ekki há rúmpýngd og holrýmdin er nálægt 7 %.

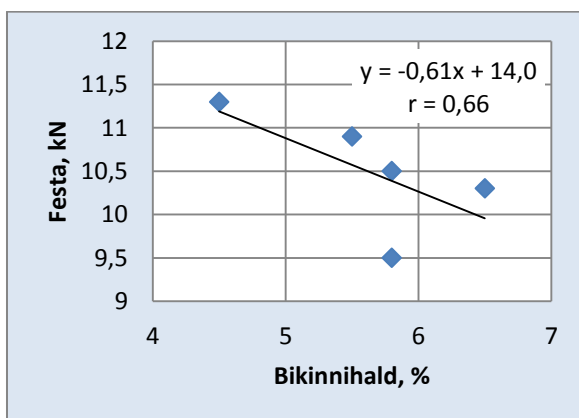
Á myndum 7 a) til f) eru helstu stikar skoðaðir í tengslum við hvorn annan eins og tíðkast við túlkanir úr Marshallprófi.



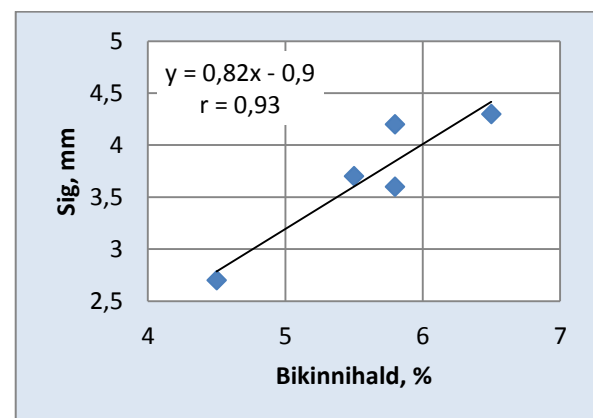
a)



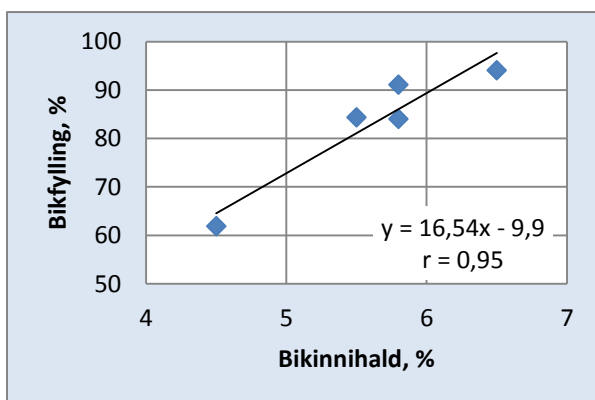
b)



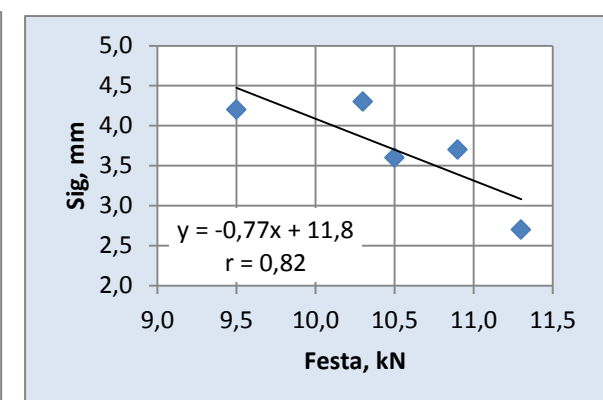
c)



d)



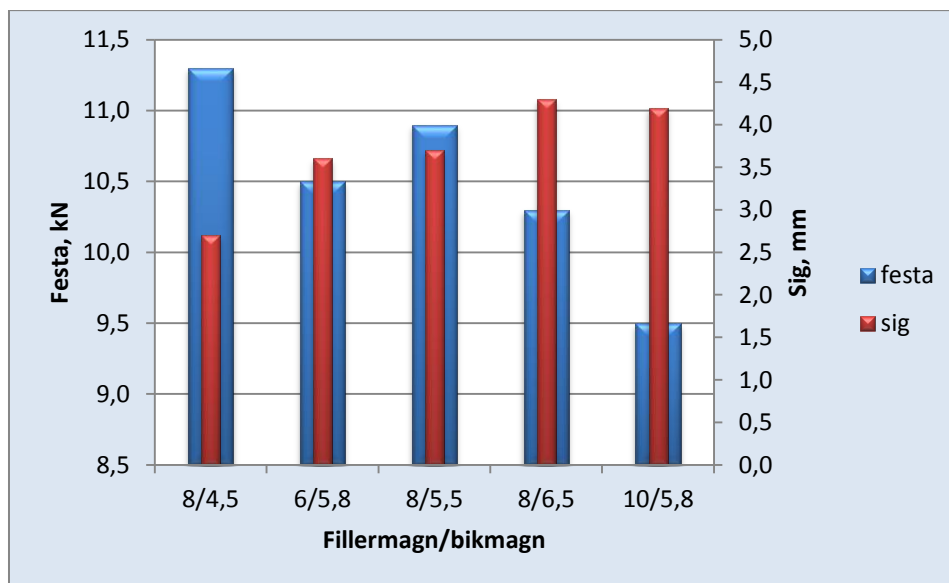
e)



f)

**Mynd 7 a) til f)** Tengsl helstu kennistærða úr Marshallprófi

Þegar borin er saman bikinnihald og holrýmd sést að þegar bikinnihald er 4,5 % verður holrýmdin mjög há (miðað við 8 % filler), eða allt að 7 %, en innan við 3 % ef bikinnihald er minna eða jafnt og 5,5 %. Á sama hátt verður rúmþyngdin lág með lágu bikinnihaldi. Festa er í öfugu sambandi við bikinnihald, vex þegar bikinnihald minnkar og sig er í réttu sambandi við bikinnihald og vex með vaxandi bikinnihaldi. Að vísu má benda á að festa í tveimur sýnum með 5,8 % bikinnihaldi er talsvert ólík og ræðst þá af því að lægra gildið er á sýni með 10 % filler og hærra gildið með 6 % filler, sjá einnig mynd 8. Þarna sést því greinilega að fillermagnið hefur vissulega mikil áhrif á eiginleika malbiksins, þótt bikinnihaldið skipti e.t.v. meira máli innan þeirra marka sem rannsókninni voru sett. Mynd 8 sýnir tengsl festu og sigs.



**Mynd 8** Niðurstöður mælinga á festu og sigi í malbiksblöndum B1 til B5

Myndin sýnir í raun að bæði festa og sig eru breytilegir eiginleikar sem í þessu tilfalli stjórnast af mismiklu bikinnihaldi á bilinu 4,5 til 6,5 % og fillermagni á bilinu 6 til 10 %, eins og fram hefur komið hér að framan.

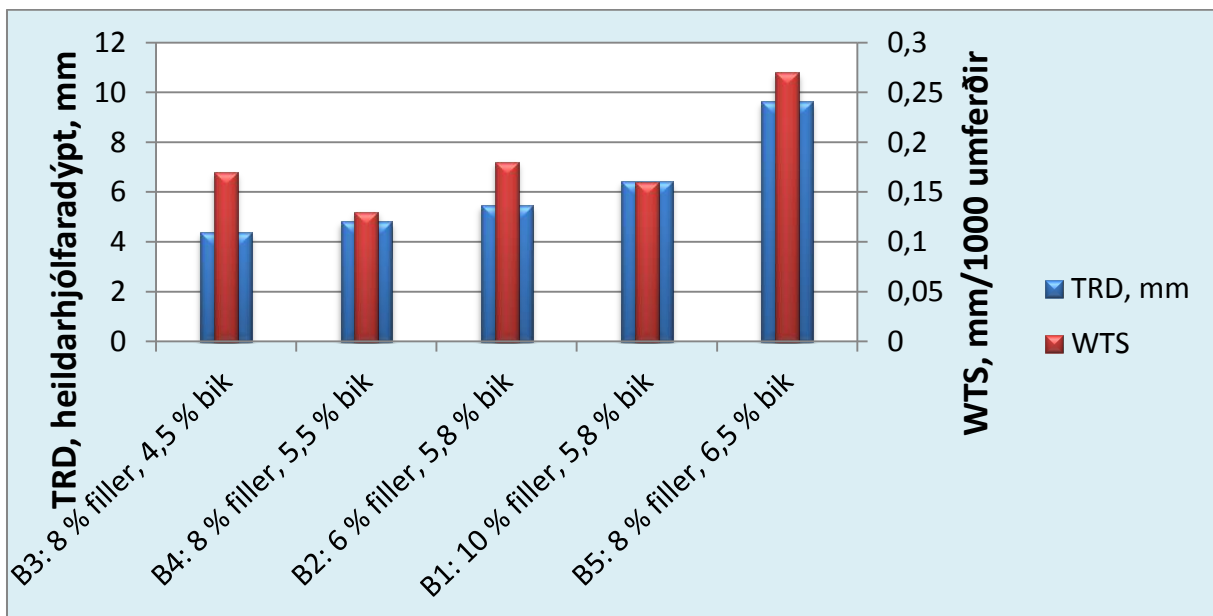
### 3.1.2 Áhrif filler- og bikmagns á skriðeiginleika malbiks

Eins og fram hefur komið voru útbúin sýni af sömu blöndum og fóru í Marshallprófanir í plötubjöppu, sem henta til mælinga á skriðeiginleikum í hjólfaraprófinu. Helstu niðurstöður mælinga eru settar fram í töflu 2, en nánari lýsing á aðferðinni, svo og framsetningu niðurstaðna er í kafla 2.1 hér að framan.

**Tafla 2** Helstu niðurstöður mælinga með hjólfaraprófi á malbiksplötum

Númer sýnis	Fillermagn, %	Bikmagn, %	Hjölför eftir 5000 umf., mm	TRD, heildarhjólför, mm	WTS halli, mm/1000 umf.
B1-1			5,2	6,08	0,18
B1-2			6,01	6,73	0,14
<b>B1 meðal</b>	<b>10</b>	<b>5,8</b>	<b>5,61</b>	<b>6,41</b>	<b>0,16</b>
B2-1			4,05	4,79	0,15
B2-2			5,03	6,12	0,22
<b>B2 meðal</b>	<b>6</b>	<b>5,8</b>	<b>4,54</b>	<b>5,46</b>	<b>0,18</b>
B3-1			3,29	4,15	0,17
B3-2			3,79	4,58	0,16
<b>B3 meðal</b>	<b>8</b>	<b>4,5</b>	<b>3,54</b>	<b>4,37</b>	<b>0,17</b>
B4-1			3,94	4,68	0,15
B4-2			4,35	4,94	0,12
<b>B4 meðal</b>	<b>8</b>	<b>5,5</b>	<b>4,15</b>	<b>4,81</b>	<b>0,13</b>
B5-1			8,91	10,27	0,27
B5-2			7,61	8,98	0,27
<b>B5 meðal</b>	<b>8</b>	<b>6,5</b>	<b>8,26</b>	<b>9,63</b>	<b>0,27</b>

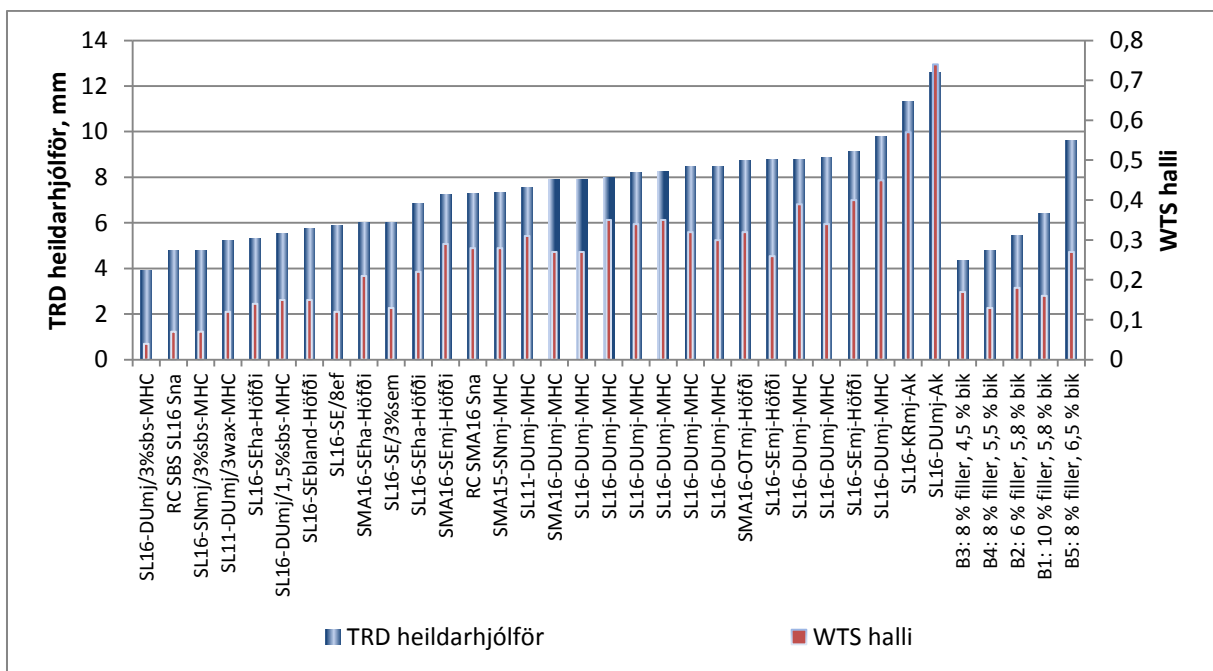
Taflan sýnir niðurstöður helstu mæligilda úr hjólfaraprófi, bæði stök gildi fyrir hvort hlutasýni og meðaltal. Það sést að yfirleitt munar ekki miklu á niðurstöðum hlutasýna, t.d. er heildarhjólfaramyndun mest um 1,3 mm milli hlutasýna í B2 og B5. Mynd 5 sýnir niðurstöðurnar, þar sem sýnum er raðað eftir vaxandi heildarhjólfaramyndun.



**Mynd 9** Meðalskrið í malbikssýnum B1 til B5, raðað eftir TRD, heildarhjólfaradýpt

Það sést á myndinni að sýnið sem sker sig áberandi úr er B5 með 8 % filler og 6,5 % bindiefni, þ.e.a.s. það sýni sem er með hæsta hlutfall bindiefnis, með heildarhjólfaradýpt 9,63 mm og

hallann 0,27 mm/1000 umf. Þessi gildi eru nokkuð í hærri kantinum miðað við gildi á óbreyttu, hefðbundnu SL malbiki sem fengin hafa verið frá malbikunarstöðvum á síðustu árum (ef sýni frá Akureyri eru undanskilin). Sýni B1, sem er með hæsta hlutfalli fillers, eða 10 %, og næsthæsta magni biks, eða 5,8 % kemur næst hvað varðar hjólfaramyndun, með heildarhjólfaradýpt 6,4 mm og hallann 0,16 mm/1000 umf. Þessi gildi eru í raun betri en mælst hefur í aðsendum malbikssýnum án fjölliða eða vax í gegn um tíðina og sýni B2, B3 og B4 eru öll enn betri hvað skrið varðar. Þó skal bent á að sýni B3 sem er einungis með 4,4 mm heildarhjólfaramyndun, náði ekki ásættanlegri þjöppun í Marshallprófi, holrýmd var um 7 %, enda bindiefnismagn mjög lágt, eða 4,5 %. Mynd 10 sýnir hvernig B1 til B5 raðast (lengst til hægri) miðað við ýmsar hjólfaraprófanir, flestar á aðsendum malbikssýnum. Ekki verður farið nánar út í þennan samanburð hér, en sýnin sem prófuð voru í þessari rannsókn eru flest mun betri en í meðallagi (fyrir utan B5). Hvort það hefur áhrif til batnaðar að öðru jöfnu að setja saman kornakúrfu, skammta bindiefni og hræra malbikið á rannsóknastofu skal ósagt látið á þessu stigi. Þó má nefna að í áfangaskýrslu IV um malbiksrensóknir er bent á að sýni sem sett voru saman á rannsóknastofu fengu um 6 mm hjólfaramyndun, en sambærileg sýni úr stöð 9 mm hjólfaramyndun. Ef til vill væri ástæða til að kanna hvaða þættir gætu valdið því í framleiðslu í stöð að skriðeiginleikar versna, sem hugsanlega væri hægt að bæta úr.

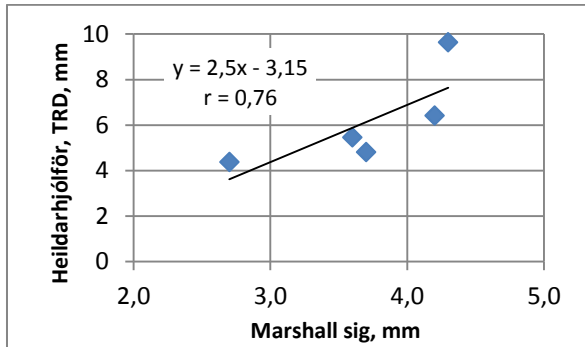


**Mynd 10** Hjólfarapróf á sýnum B1 til B5 raðast miðað við fyrri hjólfaraprófanir

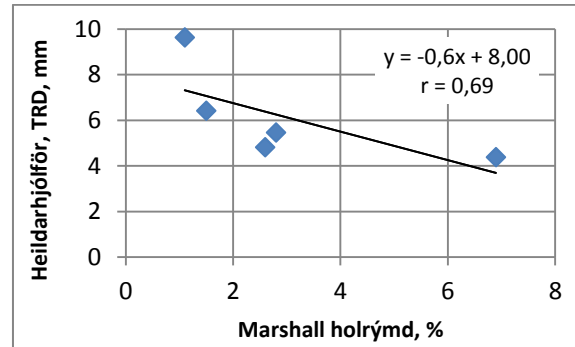
Almennt séð er niðurstaða þessa verkþáttar sú að aukið bikmagn veldur aukinni hjólfaramyndun í malbiki eins og við var að búast. Of mikill filler hefur samkvæmt niðurstöðum sömu tilhneigingu, þ.e.a.s. að auka hjólfaramyndun. Þó ber að hafa í huga að þessi rannsóknþáttur takmarkast við einungis fimm mismunandi malbiksblöndur og því erfitt að alhæfa nokkuð, heldur einungis að benda á þessar vísbendingar.

### 3.1.3 Umræða og samanburður á Marshallgildum og skriðmælingum

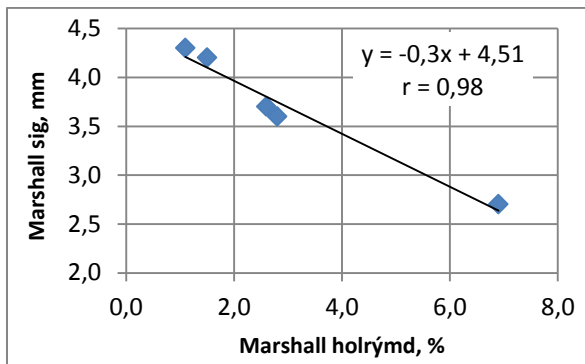
Í grófum dráttum voru niðurstöður Marshallprófa í þá átt sem við var búist varðandi rúmpýngd, holrýmd, festu og sig, sem sagt að aukið bindiefnisinnihald og/eða fillerinnihald veldur almennt séð hærra rúmpýngd, minni holrýmd, minni Marshall festu og meira Marshall sigi, innan þeirra marka sem þessi verkþáttur faldi í sér. Hjólfaraprófin sýna í grófum dráttum það sama, þótt fylgnin milli Marshallprófa og hjólfaraprófa sé ekki alltaf mjög sterk, en aftur er bent á að gagnasafnið er takmarkað. Mynd 11 a) til d) sýnir tengsl hjólfaraprófs við nokkra stika Marshall prófs.



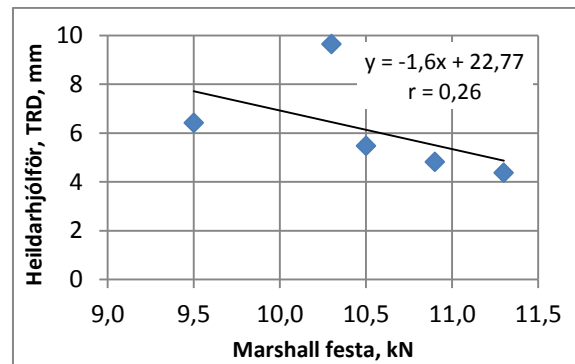
a)



b)



c)



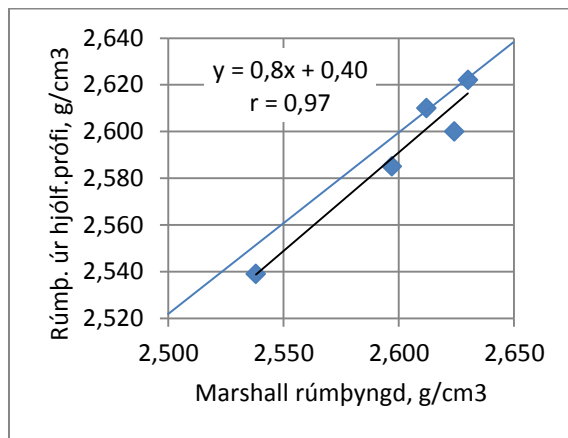
d)

**Mynd 11 a) og d)** Tengsl milli hjólfaraprófs og Marshall festu og sigs

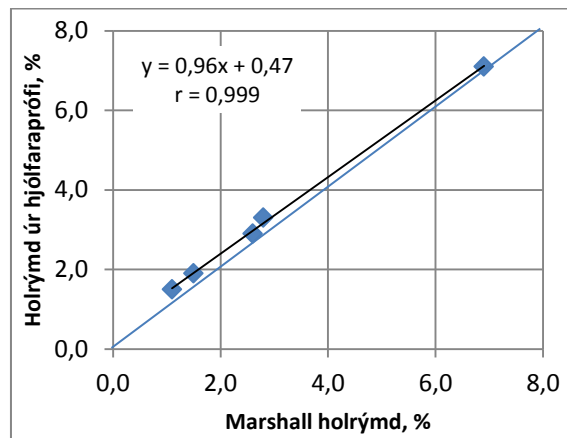
Eins og sést á mynd 11 a) eru tengslin nokkuð sannfærandi milli heildarhjólfaramyndunar og Marshall sigs og mynd b) er nánast spegilmynd af a) þegar borin er saman hjólfaramyndun og holrýmd. Þetta kemur ekki á óvart þegar mynd 11 c) er skoðuð, en hún sýnir nánast fullkomið samband milli sigs og holrýmdar í Marshallprófi. Ekki eru sannfærandi tengsl milli hjólfaraprófs og Marshall festu samkvæmt mynd 11 d), en þar ræður mestu að sýni B5 með miklu bindiefni fær hátt gildi úr hjólfaraprófi, en er með nokkuð góða festu miðað við B2, B3 og B4 sem öll eru með festu milli 10,5 og 11,5 kN. Á hinum endanum er sýni B1 með 10 % filler og með tiltölulega lága festu, en hjólfaramyndun sker sig ekki mikið frá B2, B3 og B4. Filler magnið virðist sem sagt hafa meiri áhrif á festu en bindiefnismagn í þessari rannsókn og innan þeirra takmarkana sem henni voru settar.



Rétt er að halda því til haga hér að rúmpyngd og holrýmd malbiksplatnanna sem prófaðar voru í hjólfaraprófinu var mæld til samanburðar við mælingar í Marshallprófinu. Samanburður á þessum mælingum er sýndur á mynd 12 a) og b).



a)



b)

**Mynd 12 a) og b)** Rúmpyngd og holrýmd malbiksplatna og Marshall sýna

Mynd 12 sýnir svo ekki verður um villst að bæði rúmpyngdir og holrýmdir mælast mjög svipað hvort heldur eru Marshall kjarnar eða sýni sem þjöppuð voru í plötubjöppunni. Þetta bendir til þess að þjöppun með þessum tveimur afar ólíku aðferðum virðist gefa mjög svipaða niðurstöðu.

### 3.2 Skrið- og sliteiginleikar malbikssýna úr götu

Greinargerð um þennan verkþátt frá NMÍ, svo og niðurstöður prófana er að finna í viðauka II. Ekki verður endurtekið allt það sem þar er birt, heldur settar fram helstu niðurstöður verkþáttarins hér í megin-texta. Rétt er þó að nefna að Malbikunarstöðin Hlaðbær-Colas hafði frumkvæði að því að framleiða tvenns konar malbik með steinefni frá Snasa og PG 160/220 biki, annars vegar hefðbundið SL16, en þó með 3 % SBS fjölliðu og hins vegar hefðbundið SMA16 án íblöndunar með fjölliðu. Lagðir voru tilraunakaflar með hvorri gerð malbiks fyrir sig á Bústaðaveg, þann 20. júlí 2011 og sýni af framleiddu efni voru send til NMÍ til þjöppunar og skriðmælinga í hjólfaraprófi og slitprófana með Prall aðferð. MHC gaf út ítarlega skýrslu um útlögn tilraunakafllana og niðurstöður prófana á malbikssýnum í apríl 2012 og má finna skýrsluna á vef Vegagerðarinnar undir „Rannsóknaverkefni“ (sjá heimildir). Síðan þá hafa verið tekin sýni af tilraunaköflunum, bæði kjarnar og sagaðar plötur til mælinga á slit- og skriðeiginleikum malbiksins. Sýnataka fór fram síðastliðið haust, en þá hafði verið umferð á köflunum í liðlega eitt ár.

Ýmislegt fór ekki alveg eins og best væri á kosið í þessum rannsóknarþætti, eins og lesa má um í greinargerð frá NMÍ í viðauka II. Má þar nefna þau mistök við sögun á plötum úr götu í hjólfarapróf að yfirborðið (þ.e.a.s. flöturinn sem ætlaður er undir gúmmíhjólið) var snyrtur til í steinsmiðju, en þar með þynntist malbikslagið nokkuð. Jafnframt komu upp vandamál með

að sjá hvað sneri upp og hvað niður á plötum, þar sem undirlagið var ekki ósvipað því sem prófa átti. Því átti það sér stað að ein platan var prófuð fyrst á „röngunni“, síðan aftur rétt, en ekki verður fjallað nánar um fyrra prófið hér, þótt upplýsingar um það sé að finna í viðauka. Þá má nefna að sigmælir í hjólfaratæki virkaði ekki sem skyldi á tímabili og þurfti að gera við í miðjum klíðum. Þrátt fyrir þessa hnökra við prófanir á sýnum úr götu er talið að leyst hafi verið úr þessum vandamálum og að þau hafi ekki haft teljandi áhrif á niðurstöður. Tafla 3 sýnir helstu niðurstöður mælinga á malbikssýnum, þjöppuðum á rannsóknastofu annars vegar og teknum úr tilraunalögnum hins vegar.

**Tafla 3** Helstu niðurstöður mælinga með hjólfaraprófi og Prall slitþolsprófi

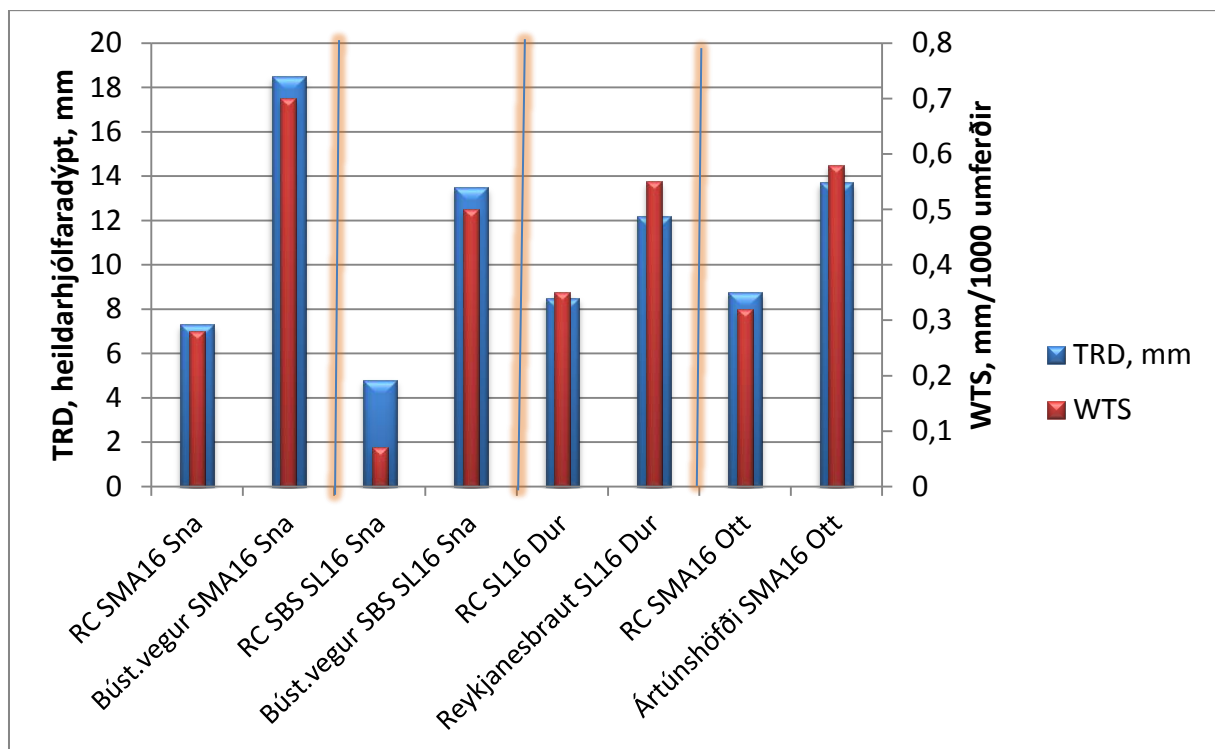
Númer sýnis	Hjólför eftir 5000 umf., mm	TRD, heildarhjólför, mm	WTS halli, mm/1000 umf.	Prall slitþol, ml
Ranns. SBS SL16 Sna 1	4,28	4,64	0,07	
Ranns. SBS SL16 Sna 2	4,59	4,97	0,07	
<b>Ranns. SBS SL16 Sna meðal</b>	<b>4,44</b>	<b>4,81</b>	<b>0,07</b>	<b>18</b>
Búst.vegur SBS SL16 Sna 1	10,76	13,95	0,64	
Búst.vegur SBS SL16 Sna 2	11,44	13,11	0,33	
<b>Búst.vegur SBS SL16 Sna meðal</b>	<b>11,10</b>	<b>13,53</b>	<b>0,49</b>	<b>21</b>
Ranns. SMA16 Sna 1	6,29	7,63	0,27	
Ranns. SMA16 Sna 2	5,57	7,04	0,29	
<b>Ranns. SMA16 Sna meðal</b>	<b>5,93</b>	<b>7,34</b>	<b>0,28</b>	<b>16</b>
Búst.vegur SMA16 Sna 1	14,47	17,11	0,53	
Búst.vegur SMA16 Sna 2	15,98	19,79	0,76	
<b>Búst.vegur SMA16 Sna meðal</b>	<b>15,23</b>	<b>18,45</b>	<b>0,65</b>	<b>20</b>

Í töflunni stendur Ranns. fyrir að sýni hafi verið þjappað á rannsóknastofu, annars vegar með plötubjöppu í hjólfarapróf og hins vegar með snúðþjöppu í Prall slitþolspróf. Ekki er mikill munur á slitþoli sívalninga sem teknir eru úr malbiki eða þjappaðir á rannsóknastofu skv. þessum mæliniðurstöðum. SL16 með SBS fær meðalgildið 18 ef þjappað á rannsóknastofu en 21 ef tekið úr götu. SMA16 án SBS fær ívið betri niðurstöður í báðum tilfellum eða 16 ef þjappað á rannsóknastofu og 20 ef tekið úr götu. Í öllum tilfellum eru þessar niðurstöður lágar og slitþolið virðist vera gott, en miðað við einstök mæligildi hlutasýna sem sjá má í viðauka II virðist munur vera mjög lítill milli hlutasýna, yfir leitt +/- 1 ml. Því má segja að hver syrpa fyrir sig sé stöðug í mæligildum, en þegar svona lítill munur er á syrþum og þær auk þess fáar er óvarlegt að túlka niðurstöðurnar frekar.

Hjólfaraprófin eru, ólíkt Prall prófunum, afar afgerandi og niðurstöður sterklega mismunandi eftir efnunum og einnig eftir því hvort sýni eru þjöppuð á rannsóknastofu eða tekin úr götu. Í fyrsta lagi má nefna SL16 malbik með 3 % SBS og sem þjappað er á rannsóknastofu fær mjög lág gildi úr hjólfaraprófinu, með heildarhjólför 4,8 mm og halla 0,07 mm/1000 umf. Hér er tekið mið af þeim gildum sem mælst hafa á íslensku malbiki í gegn um tíðina, sjá mynd 10 hér að framan, en ekki erlendum niðurstöðum sem gætu verið enn lægri. SMA16 þjappað á rannsóknastofu mælist með heildarhjólför 7,3 mm og halla 0,28 mm/1000 umf. sem er skv.

mynd 10 í góðu meðallagi fyrir malbik með PG 160/220 biki og óbreyttu þar að auki. Slitlagsmalbik (SL) með 3 % SBS sem þjappað er á rannsóknastofu kemur sem sagt mun betur út en steinríkt malbik (SMA), þjappað á sama hátt. Sérstaklega á þetta við þegar skoðuð er hjólfaramyndun á hverjar þúsund umferðir síðustu 5000 umferða, þar sem munurinn er fjórfaldur milli malbiksgerða. Ferlarnir fyrir hjólfaramyndun eru birtir í viðauka II.

Þegar litið er til hjólfaramælinga á sýnum sem tekin eru úr vegi kemur í ljós að þar eru allt önnur mæligildi á ferðinni og mun meiri hjólfaramyndun í báðum gerðum malbiks. Að vísu er SL16 með SBS með áberandi minni hjólfaramyndun í þessum sýnum heldur en SMA án SBS, en gildin eru engu að síður há. Heildarhjólför í SL mælast 13,5 mm á móti 18,5 mm í SMA og halli 0,49 á móti 4,65 mm/1000 umf. Þessar niðurstöður má sjá á mynd 13, en þar eru einnig settar fram niðurstöður mælinga á sýnum sem áður höfðu verið tekin úr götu, borið saman við þjöppun á rannsóknastofu (RC=roller compaction í nafninu).



**Mynd 13** Samanburður á hjólfaramyndun sýna sem þjöppuð eru á rannsóknastofu og sambærilegra sýna úr götu

Eins og myndin sýnir virðist vera regla að sýni sem tekin eru úr götu í hjólfarapróf fá mun lakari niðurstöðu en sýni þjöppuð á rannsóknastofu. Sýni úr Reykjanesbraut og Ártúnshöfða sem tekin voru á árunum 2008 og 2009 (sjá áfangaskýrslur I og II) mældust með heildarhjólför á bilinu 12 til 14 mm, en sambærileg sýni þjöppuð á rannsóknastofu mældust með rúmlega 8 mm hjólfaradýpt. Segja má að sýni úr Bústaðavegi með SL16 og 3 % SBS mælist með hjólför á svipuðu róli og fyrri sýni úr vegi, en SMA malbikið úr Bústaðavegi sker sig úr með yfir 18 mm hjólfaradýpt. Á hinn bóginn má segja að SMA sem þjappað var á

rannsóknastofu fá svipað gildi og eldri sýni, en SL16 með SBS þjappað á rannsóknastofu skeri sig úr með óvenju litla hjólfaramyndun, tæpa 5 mm í heildarhjólför og enn meir ef litið er til hallaútreikningsins þar sem gildið er 0,07 mm/1000 umf. Það skýrist vafalaust af fjölliðubreytingunni, enda í flokki með öðrum fjölliðubreyttum mæligildum. Ekki er ljóst hvað veldur þessum mun sem mælist milli sýna úr götu og þjappaðra á rannsóknastofu, en í næsta áfanga þessa verkefnis verður leitast við að finna skýringar á því.

Áfram verður fylgst með hjólfaramyndun í tilraunaköflunum á Bústaðavegi (sbr. skýrslu MHC sem vitnað var til hér að ofan) og verður fróðlegt að sjá hvernig hjólförin þróast á næstu árum og hvort tengsl fáist við mælingar sem um er fjallað hér að ofan.

### 3.3 Athugun á slitþoli malbiks eftir áraun veðrunar og salts

Gerðar voru samanburðarprófanir á slitþoli íslensks malbiks, annars vegar eftir áraun veðrunar og salts og hins vegar án slíkrar áraunar. Greinargerð um þennan verkþátt frá NMÍ, svo og niðurstöður prófana er að finna í viðauka III. Í greinargerðinni er góð lýsing á framkvæmd prófsins og er hún birt orðrétt hér á eftir:

*“Einn þáttur rannsóknaverkefnisins „Malbiksrensóknir 2012“ var að mæla slitþol malbiks með prallaðferð á venjulegan hátt og eftir frostáraun. Aðferðinni er lýst í staðlinum ÍST EN 12697-16:2004. Prófaðar voru tvær malbiksgerðir. Önnur var SL11 Hólabrú frá Malbikunarstöðinni Hlaðbæ-Colas hf. en hin var SL16 Björgun frá Malbikunarstöðinni Höfða hf.*

*Gerðir voru sex sívalningar af hvorri gerð. Þeir voru þjappaðir með marshallhamri, 50 högg á hvorn enda. Efnismagn var haft þannig að hæð sívalninganna yrði um 66 mm. Með sögun fengust tvær um það bil 30 mm sneiðar úr hverjum. Í prallpróf eru notaðar fjórar sneiðar. Þær voru valdar með slembivali í hvorn prófþátt en valinu þó stýrt þannig að sneiðarnar kæmu úr fjórum sívalningum. Sneiðarnar voru mældar og vegnar.*

*Annað prófsettið af hvorri gerð var látið verða fyrir áraun af frostþíðusveiflum og salti. Notuð var aðferðin fyrir steinefnapróf samkvæmt staðlinum ÍST EN 1367-6 með 1% saltlausn og tíu frostþíðusveiflum frá um -20°C upp í 20°C. Í venjulegu prófi eru 2000 g steinefnis sett í prófdósina og síðan saltvatnslausnin. Í þessu prófi voru sett um 800 g steinefnis í dós og prófsneiðin lögð þar á. Síðan var saltlausninni bætt við og látin fljóta 2-3 cm yfir sneiðina. Steinefnið var haft til að lyfta sneiðinni frá botninum. Að loknu prófi voru sneiðarnar skolaðar.*

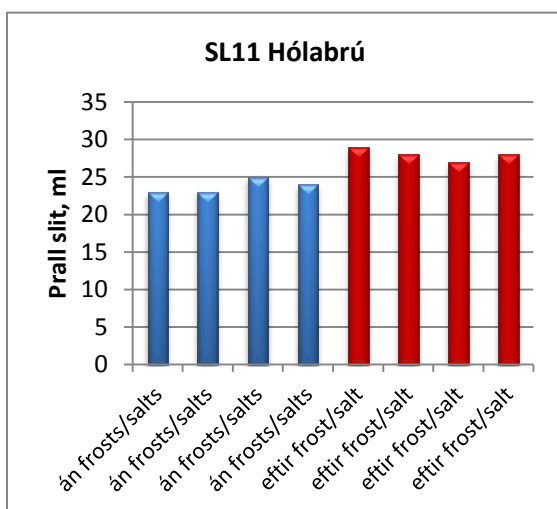
*Prallpróf var undirbúið á venjulegan hátt. Sneiðar voru hafðar í vatnsbaði í kælikáp yfir nótt og stefnt að 5±1°C hita. Stýring skápsins er ekki góð og var hitinn að morgni frá 3°C að 6°C. Í prófinu sjálfu leikur skolvatn um sýnið og á hiti þess einnig að vera 5±1°C. Notað var venjulegt neysluvatn án kælingar og var hiti þess 7-8°C og því yfir mörkum”.*

Niðurstöður prófana eru birtar í töflu 4, bæði mæligildi fyrir hver fjögur hlutasýni, svo og meðaltal mæligilda.

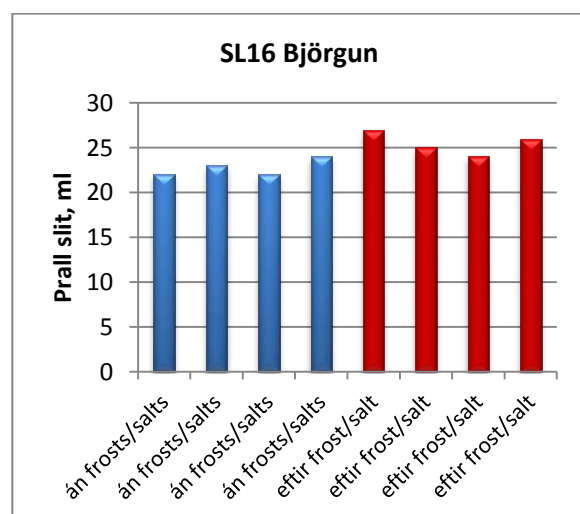
**Tafla 4** Prall slitþolsgildi fyrir hver fjögur hlutasýni, svo og meðaltal mæligilda.

SL11 Hólabrú frá Malbikunarstöðinni Hlaðbæ Colas hf.		
Meðhöndlun	Mæligildi, ml	Meðaltal, ml
án frosts/salts	23	24
	23	
	25	
	24	
eftir frost/salt	29	28
	28	
	27	
	28	
SL16 Björgun frá Malbikunarstöðinni Höfða hf.		
Meðhöndlun	Mæligildi, ml	Meðaltal, ml
án frosts/salts	22	23
	23	
	22	
	24	
eftir frost/salt	27	25
	25	
	24	
	26	

Þótt þessi rannsóknáttur sé frekar smár í sniðum má sjá að frost og saltáraun hefur mjög líklega áhrif til aukningar á sliti malbiks. Þetta er sérstaklega áberandi í sýnum með steinefni frá Hólabrú, en þar munar 4 ml að meðaltali á sliti með og án áraunarinnar. Öll stöku mæligildin án áraunar eru lægri en stök mæligildi með áraun, sjá mynd 14 a). Munurinn er ekki eins afgerandi í sýnum með steinefni frá Björgun, þó að meðaltali 2 ml, en þar mælist hæsta gildið án áraunar það sama og lægsta gildið með áraun, sjá mynd 14 b).



a)



b)

**Mynd 14 a) og b)** Niðurstöður stakra slitþolsmælinga með Prall aðferð

Það skal tekið fram að ekki voru gerðar frostþolsmælingar á steinefninu sjálfu sem notað var í malbikssýnin jafnhliða þessum prófunum, en eldri niðurstöður benda til þess að Hólábrúarefni sé að hluta til mjög ummyndað og ekki eins frostþolið og Björgunarefnið (BUSL skýrsla E-20, 1998). Það er því eðlilegt að kjarnar með steinefni frá Hólábrú slitni meira eftir frost-salt áraun og endurspegli þannig að steinefnið sjálft hafi veikst við áraunina. Aðrir þættir, svo sem steinastærð (Björgun með 16 mm efri flokkunarstærð og Hólábrú 11 mm) gætu haft áhrif á niðurstöðurnar, svo og mismunandi holrými sem næst við þjöppun kjarnanna, en það var um 1,7% í finna malbikinu, en um 2,4% í því grófara, sjá viðauka III. Ekki eru forsendur fyrir frekari túlkunum á þessum niðurstöðum, til þess er gagnasafnið of lítið. Hins vegar eru niðurstöður þessa verkþáttar sterk vísending um að frostþol steinefna hafi áhrif á hversu mikið malbik slitnar undan áraun nagladekkja. Því er full ástæða til að velja frostþolin steinefni í malbik til að lágmarka slit af völdum nagladekkja þar sem það á við.

## Heimildir, staðlar og itarefni:

Arnpór Óli Arason 2013: Prófanir á malbiki með endurunnu malbiki. Nýsköpunarmiðstöð Íslands, skýrsla 13-02. Reykjavík 2013.

Arnpór Óli Arason og Pétur Pétursson 2011: Mat á eiginleikum malbiks fyrir íslenskar aðstæður. Áfangaskýrsla III. — Nýsköpunarmiðstöð Íslands, skýrsla 11-02. Reykjavík 2011.

Arnpór Óli Arason og Pétur Pétursson 2011: Áhrif bikgerðar (PG) á slit- og skriðeiginleika malbiks. — Nýsköpunarmiðstöð Íslands, skýrsla 11-01. Reykjavík 2011.

Arnpór Óli Arason og Pétur Pétursson 2010: Mat á eiginleikum malbiks fyrir íslenskar aðstæður. Áfangaskýrsla II. — Nýsköpunarmiðstöð Íslands, skýrsla 10-02. Reykjavík 2010.

Arnpór Óli Arason og Pétur Pétursson 2009: Mat á eiginleikum malbiks fyrir íslenskar aðstæður. Áfangaskýrsla I. — Nýsköpunarmiðstöð Íslands, skýrsla 09-05. Reykjavík 2009.

Ásgeir Rúnar Harðarson 2010: Áhrif fjölliðubreyttra bikbindiefna á eiginleika malbiks. Rannís – Nýsköpunarsjóður námsmanna. Reykjavík 2010.

Efnisrannsóknir og efniskröfur. Leiðbeiningar við hönnun, framleiðslu og framkvæmd. Kafli 6: Slitlag. – Vegagerðin, janúar 2013.

Gunnar Örn Haraldsson og Sigþór Sigurðsson 2012: PMA Malbik við íslenskar aðstæður. Skýrsla til rannsóknasjóðs Vegagerðarinnar. Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas hf.

Hámbok 018 Vegbygging – Janúar 2011. Statens Vegvesen.

ÍST EN 1097-4: Tests for mechanical properties of aggregates – Part 4: Determination of the voids of dry compacted filler.

ÍST EN 12697-22: Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt – Part 22: Wheel tracking.

ÍST EN 12697-33: Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt – Part 33: Specimen prepared by roller compactor.

ÍST EN 13108-20: Bituminous mixtures – Material specifications – Part 20: Type testing.

Pétur Pétursson 2012: Samanburður á slit- og skriðeiginleikum íslensks malbiks. Áhrif sements í filler á skriðeiginleika malbiks. Áfangaskýrsla IV. — Reykjavík 2012.

Pétur Pétursson 1998: Niðurbrot steinefna – Styrkleik-veðrunarþol-slitþol. Efnisgæðanefnd BUSL-samstarfsins, skýrsla nr. E-20, janúar 1998.

**VIÐAUKI I Gögn vegna verkþáttar um áhrif filler- og bindiefnismagns  
á eiginleika malbiks**





## **Malbiksrannsóknir 2012**

### **Áhrif finefnis og biks á marshallsivalninga og hjólfarapróf**

#### **Greinargerð um blöndun og prófanir á Nýsköpunarmiðstöð Íslands**

### **Inngangur**

Á fundi verkefnishóps í septemberlok 2012 var samþykkt tillaga Péturs Péturssonar um að gera tilraunir á fimm malbiksblöndum með mismiklu finefni og bik. Þær blöndur yrðu gerðar á rannsóknastofu. Tilraunirnar fólust annars vegar í gerð marshallsivalninga með hefðbundnum prófunum og hins vegar í að útbúa og gera hjólfarapróf á malbiksplötum.<sup>1</sup>

Ákveðið var að nota steinefni úr Seljadal frá Malbikunarstöðinni Höfða, en það hefur oft verið notað í tilraunablöndur. Malbikgerð átti að vera SL16 með bik 160/220 og viðloðunarefni. Í venjulegu SL16 malbiki með Seljadal er bik haft nálægt 5,5% og í riti Vegagerðarinnar um kröfur til slítlaga á finefni í SL16 að vera á bilinu 6,0-10,0%.<sup>2</sup> Samþykkt tillaga felur í sér blöndur með finefni á bilinu 6,0-10,0% og bik frá 4,5-6,5% eins og betur sést í töflunni hér á næstu síðu.

---

<sup>1</sup> Tölvubréf Péturs Péturssonar til deildarstjóra mannvirkjavíðs Nýsköpunarmiðstöðvar 2012-09-30.

<sup>2</sup> Vegagerðin. Efnisrannsóknir og efniskröfur. 8. kafli slítlag, s. 8-82. Janúar 2012.

<i>Malblíksblöndur með mismiklu fínefni og blík</i>					
<i>Blanda</i>	<i>B1</i>	<i>B2</i>	<i>B3</i>	<i>B4</i>	<i>B5</i>
<i>Fínefni &lt;0,063 mm, þ%</i>	10,0	6,0	8,0	8,0	8,0
<i>Blík 160/220, þ%</i>	3,8	3,8	4,5	3,5	6,5
<i>Hlutfall fínefni/blík</i>	1,72	1,03	1,78	1,45	1,23

Í þessari greinargerð er lýst undirbúningi og framkvæmd prófana og sagt frá niðurstöðum, en engin tilraun er gerð til túlkunar. Framsetning miðast við sendingu í tölvubréfi og er vísað til viðhengja með pdf sniði í textanum. Þau viðhengi geta geymt eina síðu eða fleiri.

## Undirbúningur

Nægt steinefni var til á Nýsköpunarmiðstöð og hafði það verið sent þangað af startsmönnum Höfða hf. vegna fyrra rannsóknaverkefnis haustið 2011. Bindiefni var einnig af birgðum stofnunarinnar sem og viðloðunarefnið Chemoran TPH.

Sejaldalefnið frá Höfða var í þremur stærðarflokkum, salli, perla 11 og perla 16. Af fyrri reynslu var blöndunarhlutfell gróflaga áætlað  $sas : pe11 : pe16 = 60 : 20 : 20$ . Það hefði mátt auka hlutfell 16 mm perluinnar á kostnað þeirrar 11 mm. Það skipti ekki máli í raun, en steinefninu var blandað í þessum hlutföllum og þurrkað. Það var síðan sigtað í nokkra stærðarflokka: <0,063 mm (fínefni); 0,063-2,0 mm; 2-4 mm; 4-8 mm; 8-11,2 mm; 11,2-16 mm og 16-22,4 mm. Í rannsóknastofublöndum er venjulega tekið frá efni 0-2 mm, en þar sem þörf var á nákvæmri stjórnun á fínefnishlutfalli var fínefnið sigtað frá sem er tafsaamt. Einnig var hlutinn 0,063-2,0 mm þveginn á 0,063 mm sigti. Kornadreifing flestra þessara stærðarflokka er í pdf skjalinu „M12 fb V1 Kornadreifing“. Flokkurinn 16-22,4 mm var hreinn og kornastaerð því ekki mæld frekar og kornadreifing fínefnis ekki heldur.

Þegar kornadreifing stærðarflokkanna lá fyrir voru reiknuð blöndunarhlutföll og reynt að léta reiknaðan sáldurferil vera sem næst miðju krafna Vegagerðarinnar fyrir SL16. Það þýddi að hlutföllin endurspegluðu ekki nákvæmlega þau sem voru í upprunalega hráefninu. Til dæmis var minna notað af 4-8 mm og meira notað af 11-16 mm. Í blöndum með mismiklu fínefni var hlutföllum fínefnis og 0,063-2,0 mm stýrt þannig að efni undir 2,0 mm yrði jafnt og í öðrum blöndum. Reiknuð kornadreifing er í skjalinu „M12 fb V2 Reiknuð dreif“.

Notað var bik úr tveimur sendingum til stofnunarinnar og var þeim blandað saman fyrir notkun til þess að það yrði einsleitt.

Fyrir blöndun var tekið var frá steinefni í 6,5-7,5 kg hrætur og haft í ofni við um 160°C yfir nótt. Bik var einnig hitað jafnlengi við 150°C. Nokkru fyrir blöndun var 0,3% af TPH viðloðun-  
srefninu bætt í bikið. Malbikið var hraert í Hobart vél, fyrst þurrblanda í 90 s en með biki í  
tvísvar sinnum 60 s og skál skafin á milli. Marshallskýnin fimm voru gerð á einum degi enda  
aðeins ein hraera í hverju. Í hverju hjólfaraprófi eru mældar tvær plötur sem eru líðlega 15 kg  
hver eða tvær hrætur. Unnið var með blöndur í eitt sett á hverjum vinnudegi.

## Marshallpróf

Marshallblöndurnar fimm voru allar hrærðar sama dag í lok október sl. og sívalningar þjapp-  
aðir í beinu framhaldi. Sýnin voru mæld og prófuð næsta dag á hefðbundinn hátt. Sívalningar  
úr mögnustu blöndunni, B3, voru opnir og var rúmpyngd þeirra ekki aðeins mæld í vatni og  
lofti heldur einnig með vigtunum og rennimáli.

Niðurstöður mælinga eru í pdf skjalinu „M12 V3 Marshallpróf“. Nokkur einföld línurit eru  
sýnd í skjalinu „M12 V4 Marshall línur“.

## Hjólfarapróf

Í hjólfaraprófinu var stefnt að því að gera 5 cm þykkar plötur í 30 · 40 cm mótum Nýsköpunar-  
miðstöðvar. Fínefni og bik í blöndunum fimm var gefin í verkáætlun og komadreifing var  
einnig höfð sú sama og í marshallprófunum. Stefnt var að því að þjöppun plátanna svipaði  
til þeirrar í marshallskýnunum og var stærð hverrar blöndu ákveðin með tilliti til þess.  
Plöturnar voru vegnar og síðan mældar með rennimáli til þess af fá þykkina, rúmmál og  
reikna rúmpyngd. Sjá „M12 fb V5 Yl stærða“.

Malbik var blandað og plöturnar gerðar í fyrri hluta desember sl., en prófaðar nú í janúar  
2013. Prófin gengu yfirleitt vel fyrir sig og náðist að prófa plöturnar tíu á jafnmörgum vinnu-  
dögum. Einu vandraeðin voru í síðustu plötunni, B32, þar sem prófið stöðvaðist þrisvar og er  
ferill úr því samsettur. Þar gæti skakkað einhverju í heildardýpt, en mæling síðustu 8300  
umferðanna var samfelld þannig að hallatalan kemur úr þeim áfanga. Hún er sú sama og í  
fyrri plötunni eða 0,27 mm/1000 umferðir.

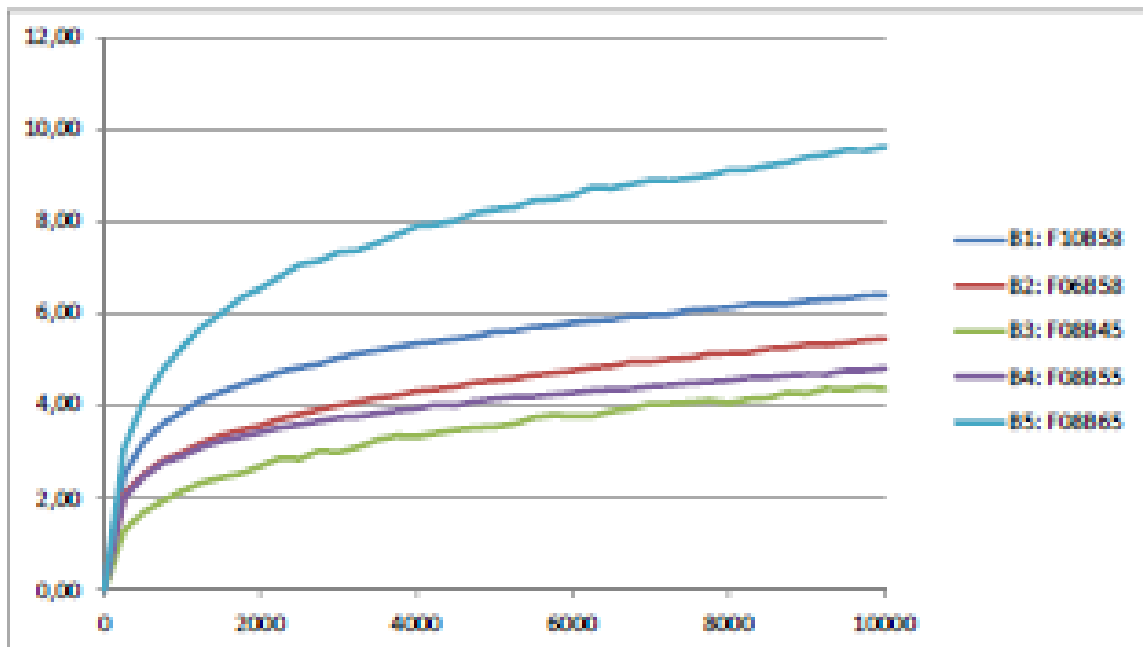
Hitaskeyjars í plötu er komið fyrir í holu sem boruð er hana og nemur hann sýnishitann. Til  
öryggis var nemi á lausum stafrænum hitamæli stungið í holuna fyrir upphaf prófs og að því

## Malbikarannsóknir 2012: Fínefni og bik

loknu. Prófhiti átti að vera 45°C og var hitinn mældur með lausa mælinum frá 44,0°C upp í 45,1°C en 44,8°C að jafnaði.

Plötunar voru sagaðar um þvert eftir próf og annar helmingurinn síðan í þrjú hluta samsíða hjólfarinu. Rúmþyngd þessara hluta var mældur með vigtunum í lofti og vetni. Eðli málsins samkvæmt hefur malbikið aflagast svolítið við prófið. Það hefur þjappast undir hjólfarinu og þegar hjólför eru djúp kýtist það einnig upp til hliðanna. Munur milli einstakra bóta er þó yfirleitt lítill. Niðurstöður eru á „M12 fb V6 Rúmþyngd l&v“.

Niðurstöður hjólfaraþrófanna á blöndunum fimm er í skjalinu „M12 fb V7 Hjólfaraþróf“, en örstutt yfirlit í „M12 fb V8 Yl hjólfara“. Þaðan er línuritíð hér fyrir neðan.



Með þessu línuriti enda ég greinargerðina.

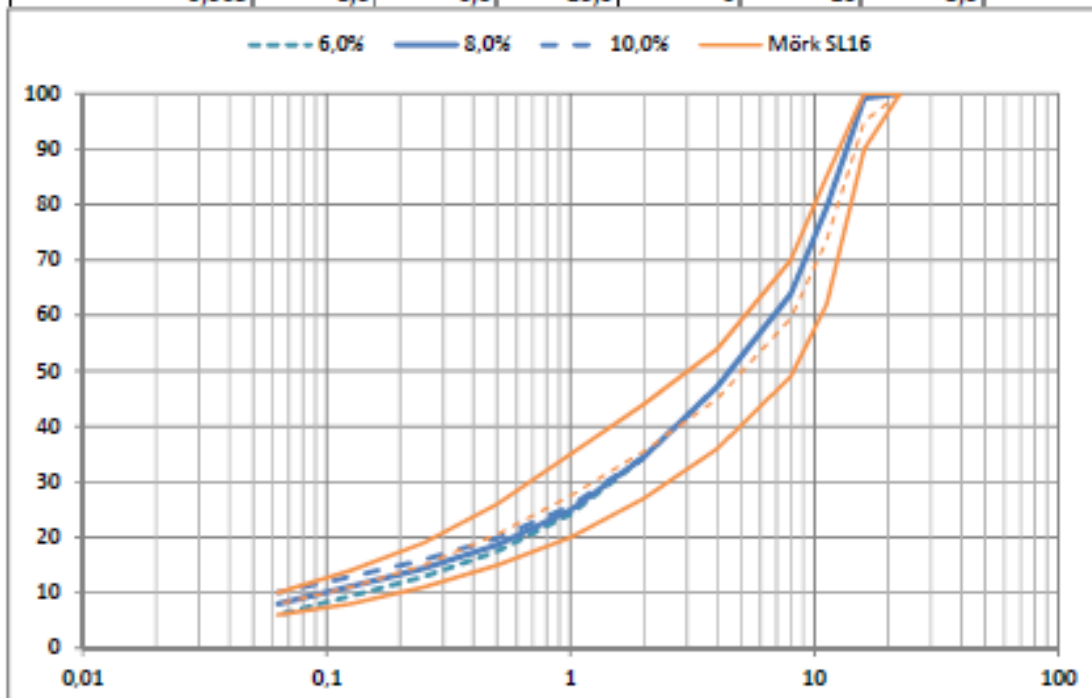


*Malbiksrannsóknir 2012*  
*Tilraunir með mismunandi hlutföll biks og fínefnis*  
*Reiknuð kornadreifing í malbiksblöndum*

Vigtanir sigtaðs efnis í marshallblöndur, %			
Fínefni	8,0%	6,0%	10,0%
<0,063 mm	7,3	5,3	9,3
0,063-2 mm	26,7	28,7	24,7
2,0-4,0 mm	13,0	13,0	13,0
4,0-8,0 mm	17,5	17,5	17,5
8,0-11,2 mm	15,0	15,0	15,0
11,2-16 mm	20,0	20,0	20,0
16-22 mm	0,5	0,5	0,5

Reiknuð kornadreifing				Markalínur Vegagerðinnar f. SL16		
mm	Reiknað fínefni <63µm			Efnisrannsóknir og efniskröfur. 2012.		
	8,0%	6,0%	10,0%	neðri	efri	miðja
22,4	100,0	100,0	100,0	100	100	100,0
16	99,2	99,2	99,2	90	100	95,0
11,2	79,4	79,4	79,4	62	85	73,5
8	63,9	63,9	63,9	49	70	59,5
4	47,2	47,2	47,2	36	54	45,0
2	34,5	34,4	34,5	27	44	35,5
1	24,9	24,2	25,6	20	35	27,5
0,5	18,6	17,5	19,8	15	26	20,5
0,25	14,4	12,9	15,9	11	19	15,0
0,125	11,1	9,4	12,9	8	14	11,0
0,063	8,0	6,0	10,0	6	10	8,0





**Malbiksrannsóknir 2012**  
**Tilraunir með mismunandi hlutföll biks og finefnis**  
**Marshallblöndur á rannsóknastofu**

**Attk.:** Steinefni var Seljadalur frá Höfða; bik 160/200 með 0,3% TPH víðloðunarefni.  
Hver blanda, um 6,5 kg, var hraefð í Hobart hraefvell á rannsóknastofu.  
Marshallþjöppun var 2\*50 högg. Vatn við 23°C er 0,9976 g/cm<sup>3</sup>.

**Rúmbýngdir**

Bik % Fine. %	Sivain- ingur	Þj hltf °C	Þyngdir, g Þurr	f vatni	Yþþ.	Rúmmál Ryður cm <sup>3</sup>	Rúmp. g/cm <sup>3</sup>	Meðalþ. g/cm <sup>3</sup>
5,8 10,0	11	136	1321,0	821,5	1322,4	502,1	2,631	
	12	136	1314,0	817,5	1315,2	498,9	2,634	
	13	136	1310,0	813,5	1311,2	498,9	2,626	2,630
5,8 6,0	21	138	1301,3	805,0	1302,8	499,0	2,608	
	22	136	1309,9	807,0	1311,6	505,8	2,590	
	23	138	1311,4	808,5	1313,2	505,9	2,592	2,597
4,5 8,0	31	136	1304,7	801,4	1313,1	512,9	2,544	
	32	142	1316,0	810,3	1329,2	520,1	2,530	
	33	138	1304,8	801,0	1313,7	513,9	2,539	2,538
5,5 8,0	41	134	1311,2	812,0	1313,4	502,6	2,609	
	42	134	1305,5	808,5	1306,8	499,5	2,614	
	43	136	1310,8	812,3	1312,4	501,3	2,615	2,612
6,5 8,0	51	138	1318,1	817,9	1318,5	501,8	2,627	
	52	140	1312,0	812,6	1312,8	501,4	2,617	
	53	142	1310,6	813,3	1310,9	498,8	2,628	2,624

**Marshallfesta og -sig**

Bik % Fine. %	Sivain- ingur	Festa affestur kN	Festa leikrétt kN	Festa meðaltal kN	Sig mm	Sig meðaltal mm	Hlutföll festa/sig Stakar meðal- tal	meðal- tal
5,8 10,0	11	8,94	9,4		4,4		2,1	
	12	8,33	8,8		3,4		2,6	
	13	9,73	10,3	9,5	4,7	4,2	2,2	2,3
5,8 6,0	21	9,83	10,4		3,6		2,9	
	22	10,60	11,0		3,2		3,4	
	23	9,61	10,0	10,5	3,9	3,6	2,6	3,0
4,5 8,0	31	11,17	11,3		2,9		3,9	
	32	10,66	10,6		2,5		4,2	
	33	11,95	12,1	11,3	2,6	2,7	4,7	4,3
5,5 8,0	41	10,38	10,9		4,3		2,5	
	42	10,15	10,8		3,6		3,0	
	43	10,53	11,1	10,9	3,2	3,7	3,5	3,0
6,5 8,0	51	9,80	10,3		4,1		2,5	
	52	10,06	10,6		3,8		2,8	
	53	9,43	10,0	10,3	5,1	4,3	2,0	2,4



**Malbiksrannsóknir 2012**  
**Tilraunir með mismunandi hlutföll biks og finefnis**  
**Marshallblöndur á rannsóknastofu**

**Atka:** Steinefni var Seljadalur frá HÖfða; bik 160/200 með 0,3% TPH víðloðunarefni.  
Hver blanda, um 6,5 kg, var hraerð í Hobart hraerivél á rannsóknastofu.  
Marshallþjöppun var 2\*50 högg.

**Hámarksrúmþyngd malbiks (án lofts)**

Malbiks- gerð	Flaska nr.	Hiti (°C)	Lofttæm- ing (mín.)	Flaska full af vatni (g)	Malbik í flösku (g)	Flaska með malbiki full af vatni (g)	Vatn sem malbikið ryður úr flösku (g)	Rúmþ. malbika (kg/m <sup>3</sup> )
<b>B1: 5,8% bik; 10,0% finefni</b>								
	A11	20	16	3204,7	1628,7	4223,1	610,3	2669
<b>B2: 5,8% bik; 6,0% finefni</b>								
	A12	20	16	3190,4	1622,1	4206,4	607,1	2672
<b>B3: 4,5% bik; 8,0% finefni</b>								
	A11	20	16	3204,7	1655,5	4252,9	607,3	2726
<b>B4: 5,5% bik; 8,0% finefni</b>								
	A12	20	16	3190,4	1638,2	4217,9	610,7	2682
<b>B5: 6,5% bik; 8,0% finefni</b>								
	A11	21	16	3204,1	1657,7	4236,8	626,0	2652

**Reiknað rúmmáahlutföll í marshallsvalningum**

Blanda nr.	B1	B2	B3	B4	B5
Bik, þ%	5,8	5,8	4,5	5,5	6,5
Finefni, þ%	10,0	6,0	8,0	8,0	8,0

**Mælt eða gefið**

Bik %massa	5,8	5,8	4,5	5,5	6,5
Rþ. malbiks	2669	2672	2726	2682	2652
Rþ. sivalninga	2630	2597	2538	2612	2624
Rþ. biks	1020	1020	1020	1020	1020

**Reiknað**

Rþ steina, kg/m <sup>3</sup>	2964	2968	2959	2963	2984
Rm biks, mm%	15,0	14,8	11,2	14,1	16,7
Rm steina, mm%	83,6	82,4	81,9	83,3	82,2
Rm lofts, mm%	1,5	2,8	6,9	2,6	1,1
Bikfylling holrúms í steingrind, %	91,1	84,0	61,9	84,4	94,1



## Malbiksraunssóknir 2012

### Tilraunir með mismunandi hlutföll biks og fínefnis Marshallblanda 3 með 4,5% bik og 8,0% fínefni Reiknuð rúmmálshlutföll í marshallsválingum

**Athn.:** Steinefni var Seljadalur frá Höfða; bik 160/200 með 0,3% TPH viðloðunarefni.  
Sválingarnir í 3. sýpu voru nokkuð opnir og drukku í sig vatn í venjulegri mælingu með vigtun í lofti og vatni. Þeir voru því einnig mældir með rennimáli.  
Hver blanda, um 6,5 kg, var hrærð í Hobart hrærivél á raunsofnastofu.  
Marshallþjöppun var 2\*50 högg. Vatn við 23°C er 0,9976 g/cm<sup>3</sup>.

#### Vigtanir í lofti og vatni

Bik %	Sváln- ingur	Þj hlfi °C	Þyngdfr, g þurr	Í vatni	Yþp.	Rúmmál Ryður cm <sup>3</sup>	Rúmp. g/cm <sup>3</sup>	Meðal- tal
4,5	31	136	1304,7	801,4	1313,1	512,9	2,544	
	8,0	32	1316,0	810,3	1329,2	520,1	2,530	
		33	1304,8	801,0	1313,7	513,9	2,539	2,538

#### Mælingar með rennimáli

	Sváln.	1	2	3	4	5	6	Meðaltal
Hæð	31	66,1	66,1	65,0	66,2			65,9
mm	32	66,7	66,9	66,4	66,1			66,5
	33	65,2	65,0	65,6	65,2			65,3
Þvermál	31	101,5	101,5	101,5	101,5	101,4	101,4	101,5
mm	32	101,7	101,8	101,6	101,6	101,6	101,6	101,7
	33	101,6	101,6	101,6	101,6	101,6	101,6	101,6
						Rúmmál cm <sup>3</sup>	Rúmp. g/cm <sup>3</sup>	Meðal- tal
	31					532,5	2,450	
	32					539,9	2,438	
	33					529,0	2,467	2,451

#### Reiknuð rúmmálshlutföll í marshallsválingum

	Í lofti og vatni	Með renni- máli
<b>Mælt eða gefið</b>		
Bik %massa	4,5	4,5
Rþ. malbiks	2726	2726
Rþ. sválinga	2538	2451
Rþ. biks	1020	1020
<b>Reiknað</b>		
Rþ steina, kg/m <sup>3</sup>	2959	2959
Rm biks, m%	11,2	10,8
Rm steina, m%	81,9	79,1
Rm lofts, m%	6,9	10,1
Bikfylling, %	61,9	51,7



Malbiksrannsóknir 2012

## Ýmsar stærðarmælingar á plötum úr hjólfaraprófum

 SL16 Seljadalur úr rannsóknastofublöndum með mismiklu finefni og biki  
 Bik 160/220 með 0,3% Chemoran TPH viðloðunefni. Steinefnið var hreinn Seljadalur.

Uppskrift Blanda	Finefni %	Bik %	Marshall Rúmp. kg/m <sup>3</sup>	Plata nr.	Plötur vegna hjólfara					Rúmmál cm <sup>3</sup>	Max rp. kg/m <sup>3</sup>	Rúmp. (1) kg/m <sup>3</sup>	Holrúm rm%	Holrúm rm%. Mt.	Rp. pl. % af marshall
					Þyngd g	Lengd mm	Breidd mm	Þykkt mm	(1)						
B1	10,0	5,8	2630	B11	15760	399,9	299,8	50,9	6102	2672	2583	3,3	98,2		
				B12	15770	399,6	298,6	50,8	6061	2672	2602	2,6	3,0	98,9	
B2	6,0	5,8	2597	B21	15620	400,2	300,1	50,8	6101	2672	2560	4,2	98,6		
				B22	15600	399,8	298,9	51,2	6118	2672	2550	4,6	4,4	98,2	
B3	8,0	4,5	2538	B31	15270	400,3	300,1	51,0	6127	2733	2492	8,8	98,2		
				B32	15230	399,7	299,2	51,2	6123	2733	2487	9,0	8,9	98,0	
B4	8,0	5,5	2612	B41	15670	399,8	299,9	50,7	6079	2686	2578	4,0	98,7		
				B42	15680	399,8	298,8	50,9	6081	2686	2579	4,0	4,0	98,7	
B5	8,0	6,5	2624	B51	15690	400,0	299,9	50,6	6070	2640	2585	2,1	98,5		
				B52	15680	399,7	298,6	50,8	6063	2640	2586	2,0	2,1	98,6	
								Meðaltal	50,9	6093					

- (1) Mælingar með rennimáli.  
 (2) Reiknuð með hlíðsjón af mælingum marshallsóna.  
 (3) Reiknuð frá vigtun og mælingum með rennimáli.

Malbiksrannsóknir 2012

## Ýmsar stærðarmælingar á plötum úr hjólfaraprófum

 SL16 Seljadalur úr rannsóknastofublöndum með mismiklu finefni og biki  
 Bik 160/220 með 0,3% Chemoran TPH viðloðunefni. Steinefnið var hreinn Seljadalur.

Uppskrift Blanda	Finefni %	Bik %	Marshall Rúmp. kg/m <sup>3</sup>	Marshall holrúm rm%	Plata nr.	Vigtanir á plötuhlutum í lofti og vatni. Meðaltal.			
						Max rp. kg/m <sup>3</sup>	Rúmp. kg/m <sup>3</sup>	Holrúm rm%	Holrúm rm%. Mt.
B1	10,0	5,8	2630	1,6	B11	2672	2619	2,0	99,6
					B12	2672	2625	1,8	1,9
B2	6,0	5,8	2597	2,8	B21	2672	2589	3,1	99,7
					B22	2672	2581	3,4	3,3
B3	8,0	4,5	2538	7,1	B31	2733	2538	7,1	100,0
					B32	2733	2539	7,1	7,1
B4	8,0	5,5	2612	2,8	B41	2686	2608	2,9	99,8
					B42	2686	2611	2,8	2,8
B5	8,0	6,5	2624	0,6	B51	2640	2595	1,7	98,9
					B52	2640	2605	1,3	1,5

- (4) Reiknuð frá vigtun á plötuhlutum í lofti og vatni.  
 (5) Hér er reiknað með sömu rp malbiks og í hjólfaraprófum. Hún var reiknuð frá biki og meðaltali reiknaðar rp. steinaefna úr marshall.



*Malbiksrannsóknir 2012*

**Plötur úr hjólfaraprófum: Rúmþyngd mæld í lofti og vatni**

**SL16 Seljadalur úr rannsóknastofublöndum með mismiklu finefni og biki**

Bik 160/220 með 0,3% Chemoran TPH viðlöðunefni. Steinefnið var hreinn Seljadalur.

Plata var fyrst söguð þvert um miðju. Prófmoti A er sá helmingur sem var innar í þjöppu í upphafi. B er sá ytri. Prófmoti B var sagaður langs m.v. upphaflega plötu með 10 cm millibili. Hluti D er sá hluti sem var undir hjólfari í prófi.

Sögun plátanna

	A	B
A		E
		D
		C

Hluti	Í vatni g	Yþþ. g	Bakki g	Purrt+ bakki, g	Purrt g	Rúmmál cm <sup>3</sup>	Rúmþ. g/cm <sup>3</sup>	Hólrúm ml%
-------	--------------	-----------	------------	--------------------	------------	---------------------------	----------------------------	---------------

**Blanda B1 með 10,0% finefni og 5,8% biki. Hlutfallið finefni/bik = 1,72**

**Mesta rúmþ. malbiks (teor.) 2,672 Mg/m<sup>3</sup>**

**Plata B11**

C	1578,3	2543,2	368,2	2907,6	2539,4	969,2	2,620	1,9
D	1392,4	2344,2	349,4	2588,0	2238,6	853,8	2,622	1,9
E	1713,5	2763,9	342,1	3102,2	2760,1	1054,9	2,616	2,1
						<b>Meðaltal</b>	<b>2,619</b>	<b>2,0</b>

**Plata B12**

C	1453,9	2343,9	340,3	2679,7	2339,4	890,1	2,628	1,6
D	1474,7	2371,2	350,0	2716,1	2366,1	898,7	2,633	1,5
E	1607,0	2593,9	337,2	2927,7	2590,5	991,3	2,613	2,2
						<b>Meðaltal</b>	<b>2,625</b>	<b>1,8</b>

**Blanda B2 með 6,0% finefni og 5,8% biki. Hlutfallið finefni/bik = 1,03**

**Mesta rúmþ. malbiks (teor.) 2,672 Mg/m<sup>3</sup>**

**Plata B21**

C	1553,6	2517,9	353,8	2866,1	2512,3	964,6	2,604	2,3
D	1412,1	2298,1	343,6	2634,4	2290,8	888,1	2,579	3,5
E	1490,0	2422,9	340,9	2756,0	2413,1	933,1	2,583	3,3
						<b>Meðaltal</b>	<b>2,589</b>	<b>3,1</b>

**Plata B22**

C	1522,1	2474,2	353,4	2819,2	2463,8	934,4	2,584	3,3
D	1482,2	2414,3	341,8	2748,9	2407,1	934,3	2,576	3,6
E	1530,6	2489,4	342,7	2824,9	2482,2	961,1	2,583	3,3
						<b>Meðaltal</b>	<b>2,581</b>	<b>3,4</b>



Malbiksrannsóknir 2012

**Plötur úr hjólfaraprófum: Rúmþyngd mæld í lofti og vatni**

SL16 Seljadalur úr rannsóknastofublöndum með mismiklu finefni og biki

Bik 160/220 með 0,3% Chemoran TPH víðlaðunefni. Steinefnið var hreinn Seljadalur.

**Blanda B3 með 8,0% finefni og 4,5% biki. Hlutfallið finefni/bik = 1,78**

Mesta rúmp. malbiks (teor.)	2,733 Mg/m <sup>3</sup>								
<b>Plata B31</b>									
C	1543,5	2525,1	344,3	2851,5	2507,2	984,0	2,548	6,8	
D	1321,6	2168,3	340,5	2493,8	2133,3	848,7	2,537	7,2	
E	1487,8	2439,7	337,8	2750,8	2413,0	934,2	2,529	7,5	
							<b>Meðaltal</b>	<b>2,538</b>	<b>7,1</b>
<b>Plata B32</b>									
C	1475,5	2407,4	340,4	2724,8	2384,4	934,1	2,553	6,6	
D	1460,6	2396,9	337,4	2711,9	2374,5	938,6	2,530	7,4	
E	1515,4	2483,2	353,8	2811,2	2457,4	970,1	2,533	7,3	
							<b>Meðaltal</b>	<b>2,539</b>	<b>7,1</b>

**Blanda B4 með 8,0% finefni og 5,5% biki. Hlutfallið finefni/bik = 1,45**

Mesta rúmp. malbiks (teor.)	2,686 Mg/m <sup>3</sup>								
<b>Plata B41</b>									
C	1519,0	2406,2	341,6	2790,1	2448,5	939,5	2,606	3,0	
D	1525,8	2465,1	353,8	2812,2	2458,4	941,6	2,611	2,8	
E	1669,4	2698,8	342,5	3033,6	2691,1	1031,9	2,608	2,9	
							<b>Meðaltal</b>	<b>2,608</b>	<b>2,9</b>
<b>Plata B42</b>									
C	1552,0	2509,3	341,1	2843,1	2502,0	959,6	2,607	2,9	
D	1482,7	2381,3	342,5	2728,3	2385,8	910,8	2,619	2,5	
E	1640,0	2651,3	349,3	2991,5	2642,2	1013,7	2,606	3,0	
							<b>Meðaltal</b>	<b>2,611</b>	<b>2,8</b>

**Blanda B5 með 8,0% finefni og 6,5% biki. Hlutfallið finefni/bik = 1,23**

Mesta rúmp. malbiks (teor.)	2,640 Mg/m <sup>3</sup>								
<b>Plata B51</b>									
C	1591,5	2580,9	339,4	2914,8	2575,4	991,8	2,597	1,6	
D	1529,3	2475,1	348,8	2819,8	2471,0	948,1	2,606	1,3	
E	1536,6	2501,1	337,0	2832,7	2495,7	966,8	2,581	2,2	
							<b>Meðaltal</b>	<b>2,595</b>	<b>1,7</b>
<b>Plata B52</b>									
C	1522,9	2460,9	341,2	2797,6	2456,4	940,3	2,612	1,0	
D	1432,9	2318,0	340,3	2654,1	2313,8	887,2	2,608	1,2	
E	1598,8	2594,2	336,9	2927,2	2590,3	997,8	2,596	1,7	
							<b>Meðaltal</b>	<b>2,605</b>	<b>1,3</b>



## Hjólfarapróf skv. IST EN 12697-22:2003 Aðferð B í lofti - Hití 45°C

Verkefni: **Malbiksrannsóknir 2012**

Hluti: **Rannsóknastofublöndur á 3L18 Seljadal með mismildu fínefni og bikli (180/220)**

Sýni: **Blanda B1 með 10,0% fínefni og 6,8% bikli. Hlutfallið fínefni/bikli = 1,72**

Athva.: Malbik blandað og þjappað í desember 2012 en prófað í janúar 2013.

### Malbik

Bik: **6,8** Vigtuð  
Rúmþyngd malbiks, (teoretísk) **2872** **Reiknuð frá bikli og gefnum forsendum\***

\* Rúmþyngd steinhitis í manhalpötum reiknað 2968 kg/m<sup>3</sup> að jafni og rúmþyngd bika er gefin 1020 kg/m<sup>3</sup>.

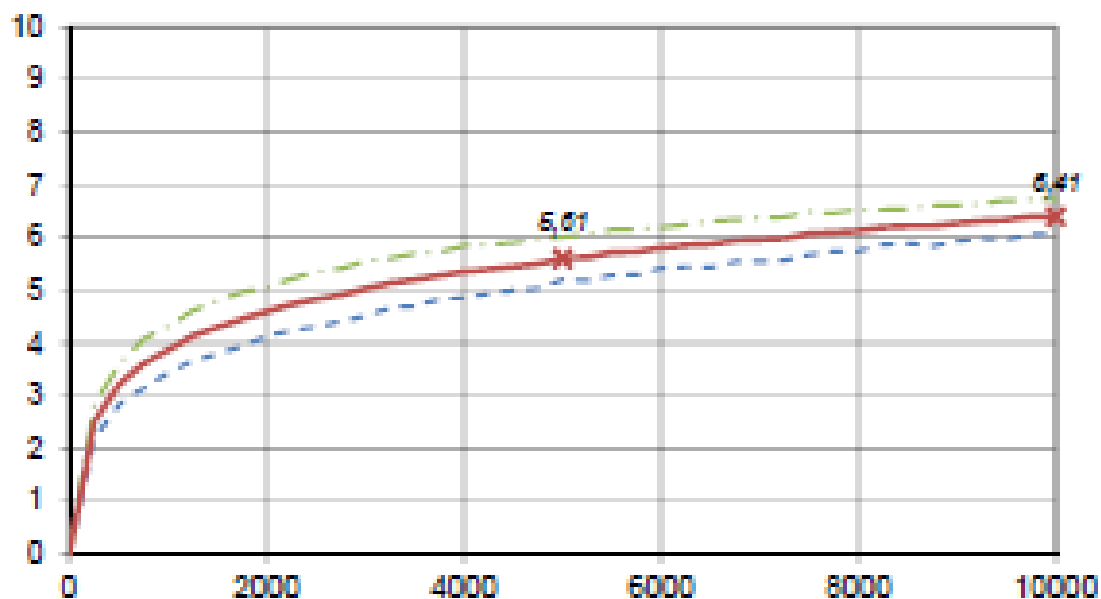
Þjöppuð plata B*L plötu er um 300*400 mm	Vigtun og mælingar m. rennimáli			Rúmþyngd mæld í lofti og vatni á hluta sjónis eftir próf		
	B11	B12	Meðaltal	B11	B12	Meðaltal
Þyngd plötu	kg	15,760	15,770			
Meðalþykkt	mm	50,9	50,8	50,8		
Rúmmál plötu	cm <sup>3</sup>	6102	6061			
Reiknuð rúmþyngd	kg/m <sup>3</sup>	2583	2602	2682	2619	2622
Reiknað holrúm	mm%	3,3	2,6	3,0	2,0	1,8

### Hjólfarapróf við 45°C

Upphaf sett á 0

	B11	B12	Meðaltal
Sig við 5000 umferðir, mm	6,20	6,01	6,11
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD <sub>50k</sub> )	6,08	6,73	6,41
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (PRD <sub>50k</sub> )	11,9	13,2	12,8
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS <sub>50k</sub> )	0,178	0,144	0,160

### Sig í mm og umferðir





## Hjólfarapróf skv. ÍST EN 12697-22:2003 A0ferð B í lofti - Hitil 45°C

**Verkefni:** Malbiksrannsóknir 2012  
**Hlust:** Rannsóknastofublöndur á 8L18 8eJadal með mismiklu finefni og bíki (180/220)  
**Sýni:** Blanda B2 með 8,0% finefni og 6,8% bíki. Hlutfallið finefni/bíki = 1,03

**Athn.:** Malbik blandað og þjappað í desember 2012 en prófað í janúar 2013.

### Malbik

**Bíki** p% **6,8** **Vigtæð**  
**Rúmþyngd malbiks, (teoretísk)** kg/m<sup>3</sup> **2872** **Reiknuð frá bíki og gefnum forsendum\***  
\* Rúmþyngd steinhalls í mannhöfðum reiknað 2868 kg/m<sup>3</sup> að jafnaði og rúmþyngd bíka er gefin 1020 kg/m<sup>3</sup>.

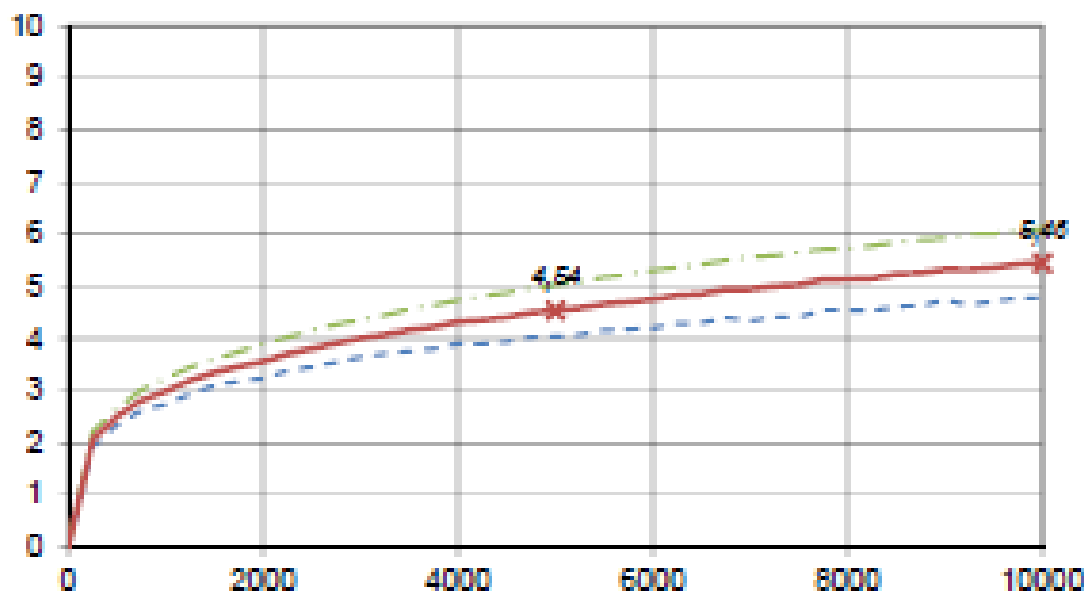
Þjappað plötu		Vigtun og málningar m. rennimál			Rúmþyngd málað í lofti og vatni á hluta sýnis eftir próf		
		B21	B22	Meðaltal	B21	B22	Meðaltal
B * L plötu er um 300*400 mm							
Þyngd plötu	kg	15,620	15,600				
Meðalþykkt	mm	50,8	51,2	51,0			
Rúmmál plötu	cm <sup>3</sup>	6101	6118				
Reiknuð rúmþyngd	kg/m <sup>3</sup>	2560	2550	2666	2589	2581	2686
Reiknað holnám	mm%	4,2	4,6	4,4	3,1	3,4	3,3

### Hjólfarapróf við 45°C

### Lípphaf sett á 0

	B21	B22	Meðaltal
Sig við 5000 umferðir, mm	4,86	5,03	4,64
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD <sub>50%</sub> )	4,78	5,12	4,48
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (FRD <sub>50%</sub> )	8,4	12,0	10,7
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS <sub>50%</sub> )	0,148	0,218	0,183

### Sig í mm og umferðir





### Hjólfarapróf skv. ÍST EN 12697-22:2003 Aðferð B í lofti - Hiti 45°C

**Verkefni:** Malbikerannsóknir 2012  
**Hluti:** Rannsóknasöfnubúndur á 8L18 3eJadal með migmilku finefni og bikl (160/220)  
**Sýni:** Blanda B3 með 8,0% finefni og 4,5% bikl. Hlutfallið finefnibikl = 1,78

**Athn.:** Malbik blandað og þjappað í desember 2012 en prófað í janúar 2013.

#### Malbik

**Bikl** p% 4,5 **Vigtáð**  
**Rúmþyngd malbiks, (teoretísk)** kg/m<sup>3</sup> 2738 **Reiknuð frá bikl og getnum forsendum\***  
\* Rúmþyngd steinhits í manhalpötum reiknað 2900 kg/m<sup>3</sup> að jafni og rúmþyngd bikl er gefin 1000 kg/m<sup>3</sup>.

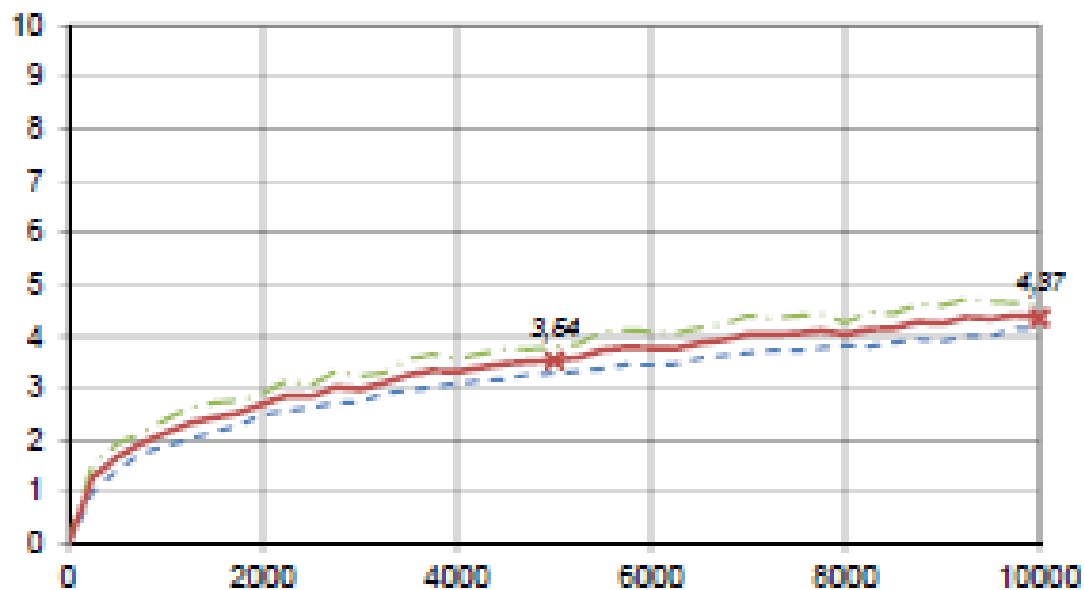
Þjoppuð plötu B*L plötu er um 300*400 mm	Vigtun og mælingar m. rennimál			Rúmþyngd mæld í lofti og væni á hluta sýnis eftir próf		
	B31	B32	Meðaltal	B31	B32	Meðaltal
Þyngd plötu kg	15,270	15,230				
Meðalþykkt mm	51,0	51,2	51,1			
Rúmmál plötu cm <sup>3</sup>	6127	6123				
Reiknuð rúmþyngd kg/m <sup>3</sup>	2492	2487	2490	2538	2539	2639
Reiknað holnám mm%	8,8	9,0	8,8	7,1	7,1	7,1

#### Hjólfarapróf við 45°C

#### Upphaf sett á 0

	B31	B32	Meðaltal
Slg við 5000 umferðir, mm	3,28	3,78	3,54
Slg við 10 000 umferðir, mm (RD <sub>5000</sub> )	4,16	4,68	4,37
Slg 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (PRD <sub>5000</sub> )	8,1	8,8	8,6
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WT <sub>5000</sub> )	0,172	0,168	0,165

#### Slg í mm og umferðir





### Hjólfarapróf skv. ÍST EN 12697-22:2003 Aðferð B í lofti - Hití 45°C

Verkefni: Malbikerannsóknir 2012

Hlutl: Rannsóknastofufélöndur á 3L18-3sljadal með milmiklu finefni og bikl (180/220)

Sýni: Blanda B4 með 8,0% finefni og 6,6% bikl. Hlutfallið finefni/bikl = 1,45

Aðfa.: Malbik blandað og þjappað í desember 2012 en prófað í janúar 2013.

#### Malbik

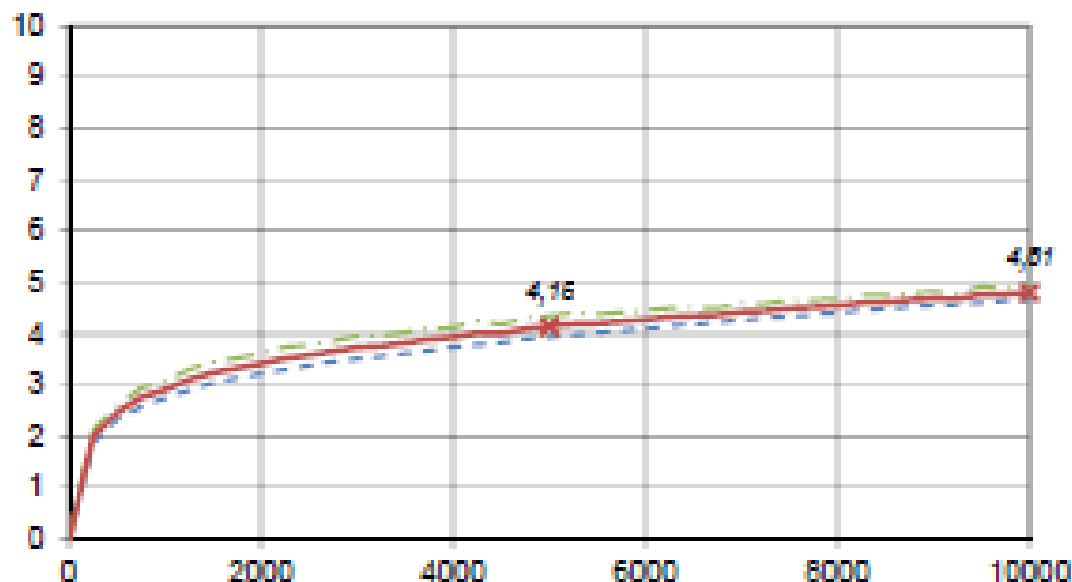
Bikl		b%	6,6	Vigtæð	
Rúmþyngd malbiks, (teoretísk)		kg/m <sup>3</sup>	2686	Reiknuð frá bikl og gefnum forsendum*	
* Rúmþyngd steinháls í manfallpötum reiknaðar 2966 kg/m <sup>3</sup> að jafnaði og rúmþyngd bikl er gefin 1020 kg/m <sup>3</sup> .					
<b>Þjappað plata</b>		<b>Vigtun og mælingar m. rennimál</b>			<b>Rúmþyngd mald í lofti og vatni á hluta sýnis eftir próf</b>
B*L plötu er um 300*400 mm		B41	B42	Meðaltal	
Þyngd plötu	kg	15,670	15,680		
Meðalþykkt	mm	50,7	50,9	50,8	B41 B42 Meðaltal
Rúmmál plötu	cm <sup>3</sup>	6079	6081		
Reiknuð rúmþyngd	kg/m <sup>3</sup>	2578	2579	2578	2608 2611 2610
Reiknað holnám	mm%	4,0	4,0	4,0	2,9 2,8 2,8

#### Hjólfarapróf við 45°C

#### Upphaf sett á 0

	B41	B42	Meðaltal
Sig við 5000 umferðir, mm	3,84	4,35	4,15
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD <sub>50k</sub> )	4,68	4,84	4,81
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (PRD <sub>50k</sub> )	8,2	8,7	8,6
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS <sub>50k</sub> )	0,148	0,118	0,133

#### Sig í mm og umferðir

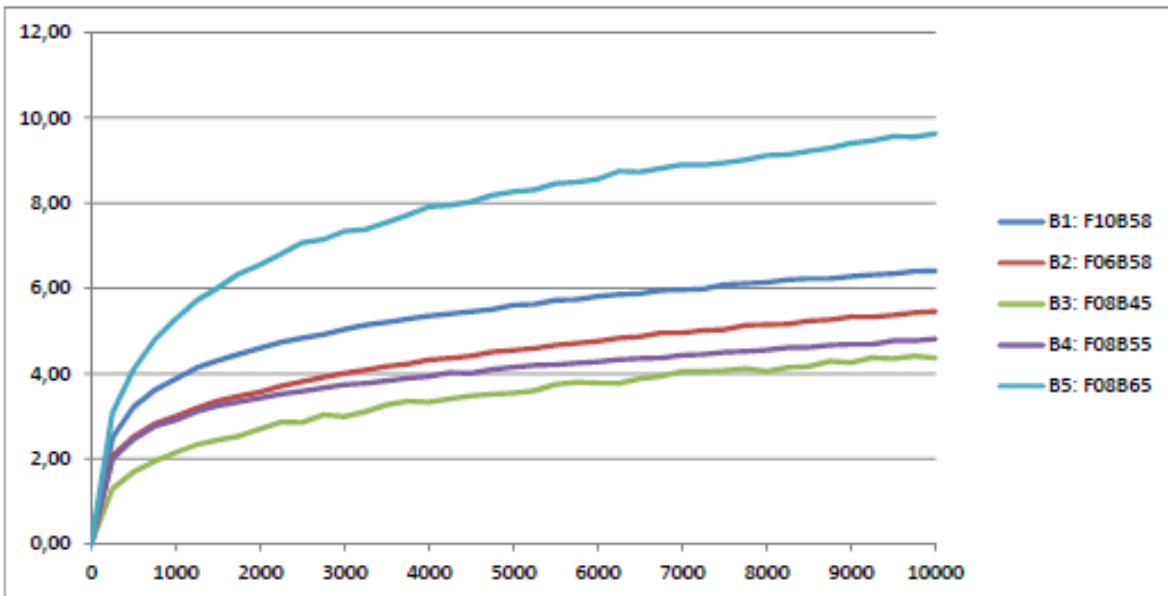






NmÍ. 2MR12005 Malbiksrannsóknir 2012. - Hjólfarapróf. Meðaltal tveggja platna

	B1	B2	B3	B4	B5	AÓA 2013-01-23
<b>Í blöndu:</b>						
Fínefni	10,0	6,0	8,0	8,0	8,0	
Bik	5,8	5,8	4,5	5,5	6,5	
Fíne/bik	1,72	1,03	1,78	1,45	1,23	
<b>Mælingar</b>						
Holrúm (r)	3,0	4,4	9,0	4,1	2,0	Holrúm frá mælingum með rennimáli.
Holrúm (v)	1,9	3,3	7,1	2,9	1,5	Holrúm frá mælingum í lofti og vatni.
<b>Hjólför:</b>						
5000	5,61	4,54	3,54	4,15	8,26	mm
10000	6,41	5,46	4,37	4,81	9,63	mm
Halli	0,16	0,18	0,17	0,13	0,27	mm/1000 umf.



**VIÐAUKI II Gögn vegna prófana á skrið- og sliteiginleikum malbiks úr götu**



### Hjólfarapróf skv. ÍST EN 12697-22:2003 Aðferð B í lofti - Hiti 45°C

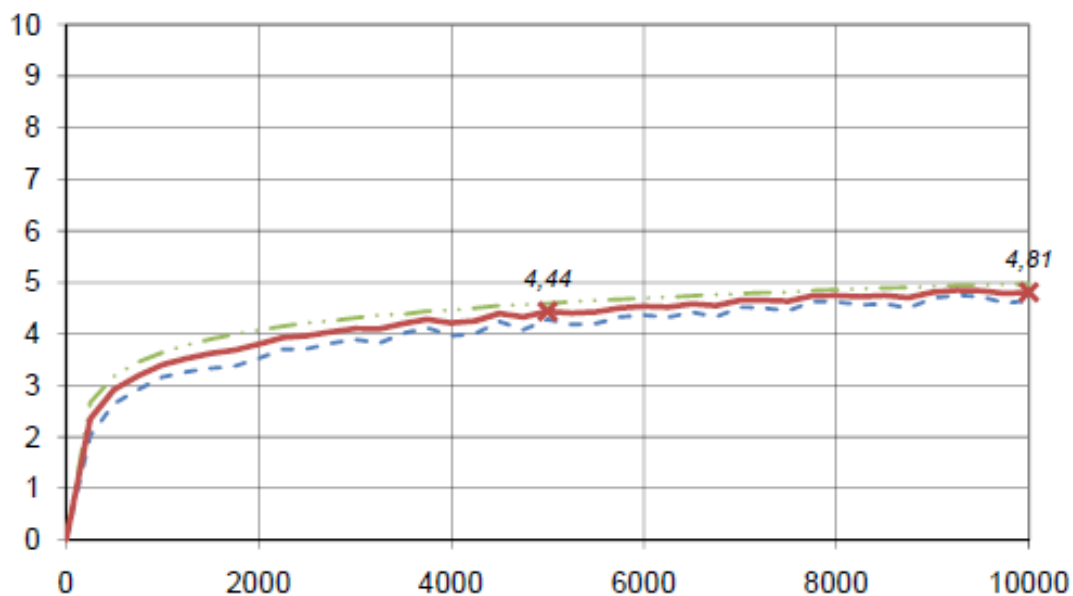
**Sýni:** SL16 Snasi með 3% SBS  
Framleitt 20.07.2011 fyrir Reykjavíkurborg og lagt á Bústaðaveg.

**Aths.:**

<b>Malbik</b>		<b>Mælingar Hlaðbæjar-Colas. Sýni MHC H11034.</b>					
Bik		b%	6,2		Mæld		
Rúmþyngd malbiks, (teoretisk)		kg/m <sup>3</sup>	2586		Mæld		
Rúmþyngd biks		kg/m <sup>3</sup>	1020		Gefin		
Rúmþyngd steina		kg/m <sup>3</sup>	2880		Reiknuð		
<b>Þjöppuð plata</b>		<b>Vigtun og mælingar m. rennimáli</b>			<b>Rúmþyngd mæld í lofti og vatni á hluta sýnis eftir próf</b>		
<i>B*L plötu er um 300*400 mm</i>		<b>C</b>	<b>D</b>	<b>Meðaltal</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>Meðaltal</b>
Þyngd plötu	kg	15,420	15,420				
Meðalþykkt	mm	50,4	51,4	50,9			
Rúmmál plötu	cm <sup>3</sup>	6117	6150				
Reiknuð rúmþyngd	kg/m <sup>3</sup>	2521	2507	2514	2538	2540	2539
Reiknað holrúm	rm%	2,5	3,0	2,8	1,9	1,8	1,8

<b>Hjólfarapróf við 45°C</b>		<b>Upphaf sett á 0</b>		
		<b>C</b>	<b>D</b>	<b>Meðaltal</b>
Sig við 5000 umferðir, mm		4,28	4,59	4,44
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD <sub>AIR</sub> )		4,64	4,97	4,81
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (PRD <sub>AIR</sub> )		9,2	9,7	9,4
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS <sub>AIR</sub> )		0,072	0,076	0,074

#### Sig í mm og umferðir





### Hjólfarapróf skv. IST EN 12697-22:2003 Aðferð B í lofti - Hiti 45°C

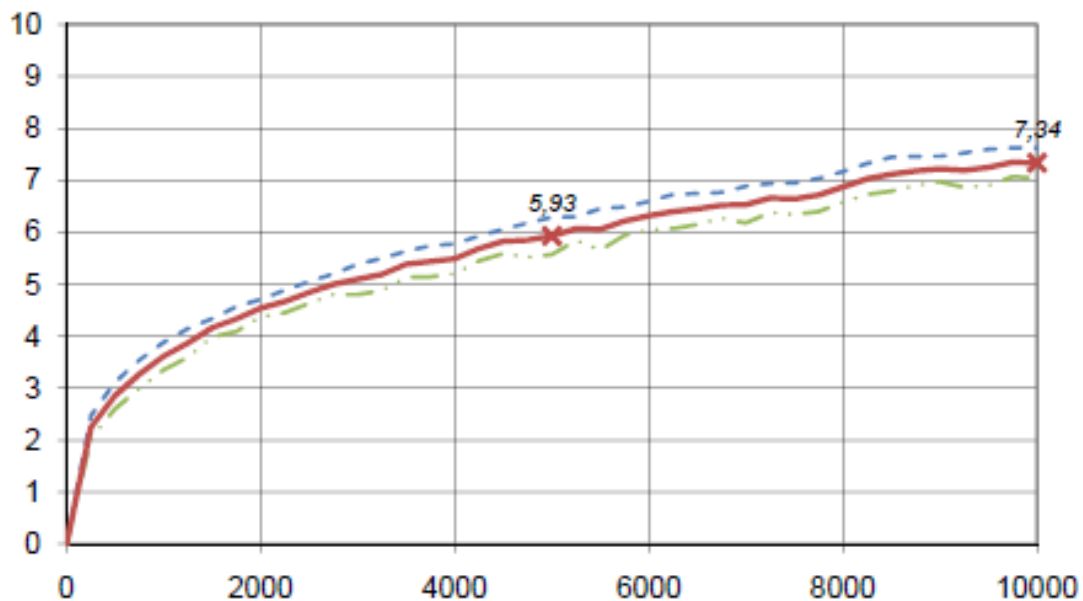
Sýni: **SMA16 Snasi**

Framleitt 20.07.2011 fyrir Reykjavíkurborg og lagt á Bústaðaveg.

Aths.: Próf á plötu E stöðvaðist eftir 7767 umferðir og er ferill samsettur.

Malbik		Mælingar Hlaðbæjar-Colas. Sýni MHC H11033.						
Bik		p%	6,0 Mæld					
Rúmpyngd malbiks, (teoretisk)		kg/m <sup>3</sup>	2592 Mæld					
Rúmpyngd biks		kg/m <sup>3</sup>	1020 Gefin					
Rúmpyngd steina		kg/m <sup>3</sup>	2880 Reiknuð					
<b>Þjöppuð plata</b>		<b>Vigtun og mælingar m. rennimáli</b>			<b>Rúmpyngd mæld í lofti og vatni á hluta sýnis eftir próf</b>			
B*L plötu er um 300*400 mm			<b>E</b>	<b>F</b>	<b>Meðaltal</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>Meðaltal</b>
Dyngd plötu	kg		15,850	15,810				
Meðalþykkt	mm		54,1	54,1	54,1			
Rúmmál plötu	cm <sup>3</sup>		6492	6475				
Reiknuð rúmpyngd	kg/m <sup>3</sup>		2411	2411	2411	2479	2505	2492
Reiknað holrúm	rm%		7,0	7,0	7,0	4,4	3,4	3,9
<b>Hjólfarapróf við 45°C</b>		<b>Upphaf sett á 0</b>						
			<b>E</b>	<b>F</b>	<b>Meðaltal</b>			
Sig við 5000 umferðir, mm			6,29	5,57	5,93			
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD <sub>AIR</sub> )			7,63	7,04	7,34			
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (PRD <sub>AIR</sub> )			14,1	13,0	13,6			
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS <sub>AIR</sub> )			0,268	0,294	0,281			

#### Sig í mm og umferðir





## Slitþolsmælingar - Prall

ÍST EN 12697-16:2004

Kaupandi: **Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas hf.**  
Umbjóðandi: **Jón Smári Sigursteinsson**

### SMA 16 Snasi án SBS og SL 16 Snasi m/3%SBS - Bik 160/220

Malbik frá stöð MHC

Malbiks- gerð og holrúm	Próf- sneið	Ybb fyrir g	Ybb eftir g	Efnis- tap g	Rúm- þyngd* Mg/m <sup>3</sup>	Prall gildi ml	Meðal Prall ml
<b>SMA 16 Snasi</b>							
<b>SMA16</b> 1,0 %rm	1A	551,0	512,5	38,5	2,565	15	
	2A	595,8	557,5	38,3	2,565	15	
	2B	587,2	550,1	37,1	2,565	14	
	3A	587,8	547,4	40,4	2,565	16	<b>15</b>
<b>SMA16</b> 2,4 %rm	4B	594,9	554,2	40,7	2,530	16	
	5A	585,0	545,5	39,5	2,530	16	
	5B	548,6	508,6	40,0	2,530	16	
	6B	558,1	517,1	41,0	2,530	16	<b>16</b>
<b>SL16 Snasi m/ 3% SBS</b>							
<b>SL16</b> 1,4 %rm	7A	574,2	530,6	43,6	2,549	17	
	8A	592,8	548,3	44,5	2,549	17	
	8B	590,7	541,7	49,0	2,549	19	
	9B	585,8	537,5	48,3	2,549	19	<b>18</b>
<b>SL16</b> 4,4 %rm	10A	562,4	520,9	41,5	2,473	17	
	10B	576,0	530,7	45,3	2,473	18	
	11B	569,3	522,7	46,6	2,473	19	
	12B	557,4	514,0	43,4	2,473	18	<b>18</b>

Aths.: Sneiðar voru hafðar í 5°C vatni yfir nótt en kranavatn við prófun var 7°C, en á að vera 5 ±1°C.

\* Rúmþyngd er meðaltal sívalninga fyrir sögun, ekki hvernar sneiðar fyrir sig.



## Malbiksrannsóknir 2012

### Malbiksýni af Bústaðavegi

#### Greinargerð um prófanir á Nýsköpunarmiðstöð Íslands

##### Um sýnin

Þann 20. júlí 2012 var lagður tilraunakafi með tveimur malbiksgerðum á Bústaðaveg milli Réttarholtavegar og Sogavegar. Lagt var á akreinina með akstursstefnu til vesturs þ.e. á nyrðri hluta götunnar. Malbikið var framleitt og lagt af Malbikunarstöðinni Hlaðbae-Colas hf., MHC. Á vestari hlutanum var malbiksgerðin SMA16 en á eystri hlutann SL16 með 3% SBS þ.e. PMA. Í báðum malbiksgerðunum var steinefnið frá Snasa í Hvalfirdi og bindiefni var 160/220. Nánari upplýsingar eru í skýrslu um tilraunina frá MHC og er hún aðgengileg á vef Vegagerðarinnar. (Gunnar Örn Haraldsson og Sigþór Sigurðsson (2012): PMA malbik við Íslenskar aðstæður. Rannsóknaverkefni. - Útg. MHC)

Í lok október 2012 tóku starfsmenn MHC sýni úr götu af báðum malbiksgerðunum. Á hvorum kafla voru sagaðar tvær plötur og boraðir átta kjarnar. Plöturnar og sex kjarnanna voru úr hægra (nyrðra) hjólfari, en tveir borkjarnar voru af hrygg á milli hjólfara.

Farið var með borkjarnana beint til Nýsköpunarmiðstöðvar. Á þeim átti að gera Frell slitþolspróf. Vegna bilunar í 100 mm bor voru flestir kjarnanna úr PMB malbikinu, eystri kaflanum, aðeins um 93 mm í þvermál í stað 100 mm. Verður komið nánar að því síðar. – Sýni voru móttekin á Nýsköpunarmiðstöð 24. og 25. október].

Flötur hörðu verið sendar í steinsmiðju til snyrtingar. Komu þær til Nýsköpunarmiðstöðvar 30. október. Flötunar voru 380 - 280 - 30 mm að stærð og fella skornar og líka á slithlíðunum. Það vantaði því á fulla þykkt yfirlags.

Þessi greinargerð er stutt yfirlit þau próf sem gerð voru á Nýsköpunarmiðstöð, en mæligögn og niðurstöður fylgja á sérstökum blöðum. Þau eru ekki númeruð en yfirlit er eftir í þessum texta. Hér eru engar túlkningar á gerðum prófununum.

## Borkjarnar og prall

Hæð og þvermál allra borkjarnanna var mælt svo og þykkt yfirlags. Þar sem áherslan var á prallprófið var ekki lögð mikil vinna í þessar mælingar. Hæð borkjarnanna er eins og þeir komu til Nýsköpunarmiðstöðvar. Þeir gæta hafa slítnað og sýna því aðeins lágmarksþykkt málbiks á sýnatökustað. Einkum voru eystri (A) kjarnarnir stuttir.

Borkjarnar	Austur: SL16 PMA	Vestur: SMA16
Þykkt yfirlags	Um 49-50mm	43-47 mm
Hæð borkjarna	62-101 mm	112-153 mm

Útbúnar voru sneiðar til prallprófs á yfirlaginu af öllum borkjörmununum átta af hvorum hluta, en fjórar sneiðar þarf í prót. Við val á sneiðum til prófs var stuðst við slembival. Má segja að það hafi gilt fyrir A-sýnin nema hvað eina sneiðin sem var 100 mm í þvermál var valin. V sýnin voru sum með skemmdar brúnir eða höfðu rifnað og voru fjórar skárstu sneiðarnar valdar til prófs.

Sneiðarnar eru 30 mm þykkar. Þær eiga að vera  $100 \pm 2$  mm í þvermál. Þvermál vestari borkjarnanna var í lagi, en hins vegar var þvermál sjö af átta þeim eystri aðeins um 95-96 mm. Við prófun þriggja þeirra var límd svampþétting utan á þá og gekk prófið vel. Það verður samt að muna að þvermál þeirra er utan staðals og mæling því strangt til tekið ekki gild.

Fyrir próf voru prallsneiðarnar hafðar í vatni við  $5^{\circ}\text{C}$  yfir nótt og krana vatn við prófun var  $6^{\circ}\text{C}$ , en þessi hiti en innan  $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$  marka. Í sýnum af götu er áraunin látin koma á götuhlið sneiðanna, ekki sagaða flötinn.

Prallsit eystri sýnanna, PMA, mældist 21 en þeirra vestari, SMA, 20.

Niðurstöður prallprófa	
Austur: SL16 PMA	21
Vestur: SMA16	20

## Hjólfarapróf

Til upprifjunar: Plötur merktar A eru af eystri kaflanum, SL16 PMA, en þær merktar V af vestari kaflanum, SMA16.

Plötur til hjólfaraprófs voru 380 · 280 · 30 mm að stærð sem fyrr segir og sagan á öllum hlífum. Samkvæmt teikningu MHC voru þær merktar A1, A2, V1 og V2 við sýnatöku. Merkingar við móttöku á Nýsköpunarmiðstöð voru ekki glöggar. Plata merkt AA fékk númerið A1; plata VA skráð sem V1; númer V2 látið halda sér. Sú fjórða var ómerkt en var nefnd A2.

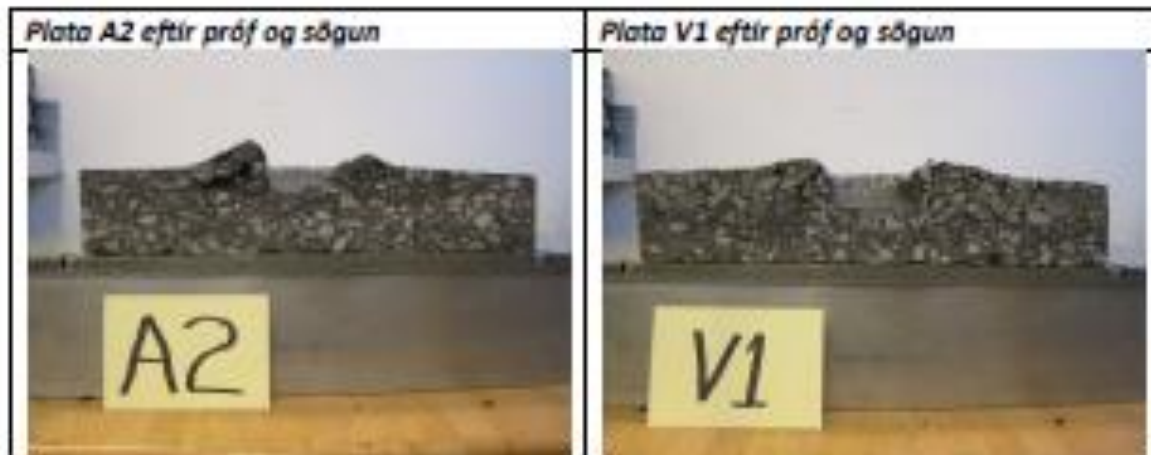
Plöturnar voru vegnar og mældar á allar hlífur með rennimáli fyrir próf. Frá þeim mælingum mátti reikna rúmpyngd. Þykkt þess sem eftir var af yfirlagi var ýmist mæld fyrir eða eftir próf. Þau lagamót voru misglögg því malbik var feitt og bik hafði sum staðir smurst við sögun en annars staðar höfðu lagamót glöðnað við próf. Snassafnið var heldur dekkra en undirlögin og auðveldaði það matið.

Þau mistök voru gerð í upphafi prófs, að plata A1 var prófuð á neðra borði en V1 réttilega á yfirlagshlíð. Eftir það var kallað til fundar 15. nóvember með Pétri Péturssyni, Sigbóri Sigurðssyn og Gunnar Bjarnasyni til að allir væru sammála um hver væri yfirlagshlíð sýnana og var prófum þá haldið áfram.

Próf á plötunum fjórum gengu nokkuð vel í heildina, en nokkrir hnökrar voru þó á framkvæmdinni. Plata A1 var fyrst prófuð á neðra borði sem fyrr segir og var hjólfarið 3,7 mm. Það var fyllt með gipsi og platan síðan prófuð á yfirlagshlíðinni 11 dögum síðar. Við upphaf prófunar á plötu V1 var tölvutenging ekki í lagi og var próf stöðvað eftir 53 umferðir og var sig þá orðið 1,68 mm. Eðlileg keyrsla hófst síðan og niðurstöður leiðréttar með tilliti til þess hjólfars sem komið var. Eftir að próf á plötu V2 hófst sást að sigmælir hegðaði sér ekki eðlilega. Próf var stöðvað og önnur tilraun gerð sem ekki tókst heldur. Fenginn var viðgerðamaður og kom í ljós að tenging á vír frá mælinum var laus. Að viðgerð lokinni var prófað aftur þremur dögum síðar og gekk það eðlilega fyrir sig. Uppgefin hjólfaradýpt í plötu V2 er samsett úr tilraunum þessara tveggja daga.<sup>1</sup>

Hjólfarapróf					
Taður; slítlag:	Austur: SL16 PMA			Vestur: SMA16	
Plata	A1 undirlag	A1 yfirlag	A2 yfirlag	V1 yfirlag	V2 yfirlag
Þykkt pl., mm	31,9	31,9	31,0	31,0	32,0
Yfirlag, mm	29,1 ul	22,8	14,6	30,7	27,4
Hjólför mm	3,74	13,9	13,1	17,1	19,8
Hallatala	0,084	0,638	0,334	0,528	0,762





## Yfirlit um fylgiskjöl

### *Borkjarnar af Bústaðavegi – Prall*

Siltþolsmælingar Prall. — Niðurstöðublað.

Lausleg mæling þykktar.

Lausleg mæling þvermáls.

Þykkt sneiða vegna prallprófs.

Rúmpýngd prallsneiða. — Mælingar í lofti og vatni.

Rúmpýngd prallsneiða. — Mælingar með rennimáli.

### *Plötur af Bústaðavegi – Hjólferapróf*

Malbiksrannsóknir 2012 – Plötur af Bústaðavegi; austur.

Malbiksrannsóknir 2012 – Plötur af Bústaðavegi; vestur.

Malbiksrannsóknir 2012 – Plötur af Bústaðavegi; austur. — Neðri hlíð

Rúmpýngd mæld í lofti og vatni eftir próf.

Þykkt yfirlags mæld á hlíðum plötu eftir hjólferapróf.

Yfirlit ýmissa stærðamælinga á plötum.

Skjölín fylgja í tölvubréfi sem tvær pdf skrár: „M12 Gata Prall og kjarnar“ og „M12 Gata Hjólferapróf“

<sup>1</sup>Plata V2 leiðrétting: Leiðrétting fyrir þetta próf var fundin með þremur aðferðum. Við próf 20. nóvember var sligmælir ekki í lagi. Fyrst voru keyrðar 117 umferðir en síðan 87 umferðir, alla 204 eða öllu heldur 209 með seinni fimm umferða upphafskeyrslunni. Frá upphafskráningu tölva og aflestri fæst að hjólför voru komin í 3,0 mm. Nú var mælir ekki í lagi og mæld dýpt fékk mikið þannig að mælingin er ekki góð. — Eftir þessar misheppnuðu keyrslu var lögð réttkælið þvert yfir miðja plötuna og hvíldi hún á hlíðarstuðningsplötunum. Mismunur á meðaldýpt niður að hjólfarinu og niður á plötuna næst jöðrum var 22,0-17,2 mm eða 4,8 mm sem væri þá hjólfardýpt fyrir seinni keyrslu. — Á loknum prófum var þykkt malbika undir miðri plötu 52,1 mm, en meðalþykkt á jöðrum á miðri plötu var 51,9 mm í upphafi og er mismunurinn 19,8 mm. Hjólfar úr aðalprófinu mældist 16,3 mm og hefur hjólfar því verið 3,5 mm fyrir (19,8-16,3 mm). — Þessar þrjár aðferðir gefa að hjólfar eftir misheppnað upphaf hafi verið á bilinu 3,0-4,8 mm og var farið eftir þriðju aðferðinni og leiðrétting miðuð við 3,5 mm. Tólva skráir aflestur á 250 umferða bill. Hjólför voru djúp og skipta félnar umferðir ekki miklu máli. Í leiðréttingu var því gefið að slg hefði verið 3,5 mm eftir 250 umferðir í misheppnuðu keyrslunni og að 10000 umferðum hefði verið náð eftir 9750 umferðir í aðalkeyrslunni.



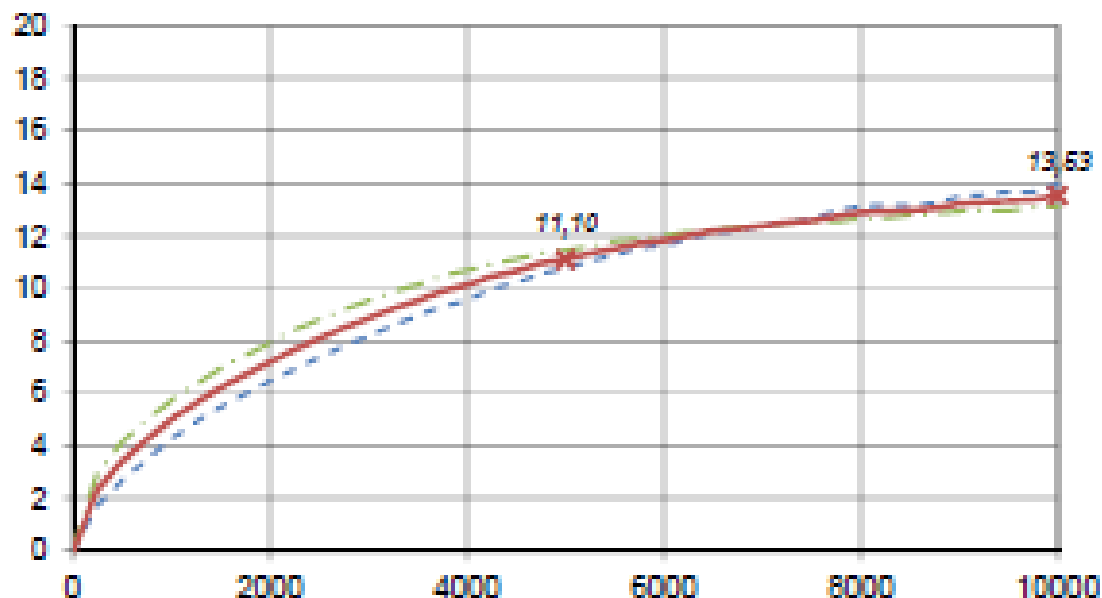
## Hjólfarapróf skv. IST EN 12697-22:2003 Aóferð B í lofti - Hití 45°C

Verk: Malbikerennsóknir 2012 - Plötur af Bústaðavegi; austur

Aðst.: Yfirlagsmálk var lagt 20. júlí 2011, en plötur voru teknar úr götu í október 2012.  
Í yfirlaginu var SL 16 Snasl með SB 160/220 bíki og Kraton SBR framleitt af MHC.  
Plöturnar bárust sagaðar og snyrtar á öllum hlöðum í próf og var yfirlag því ekki í fullri  
þykkt.  
Plata A1 var upphaflega prófuð á undirlagshliðinni. Steyt var með gipsi í hjólfaró og  
platan prófuð á yfirlagshliðinni.

Þýðing og mælingar m. rennimáli	Rúmþyngd mæld í lofti og vatni á hluta sjóns eftir próf.		
	A1	A2	Meðaltal
Býgginguþéttleiki B/L plötu er um 200*300 mm			
Þyngd plötu	kg	14,119	13,946
Meðalþykkt	mm	51,9	51,0
Rúmmál plötu	cm <sup>3</sup>	5550	5483
Reiknuð rúmþyngd	kg/m <sup>3</sup>	2544	2543
Meðalþykkt yfirlags	mm	22,8	14,6
			Meðaltal
			2493
			2514
			2604
			18,7
Hjólfarapróf við 45°C	Upphaf seð á 0		
			Meðaltal
Sig við 5000 umferðir, mm			11,10
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD <sub>5000</sub> )			13,63
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (FRD <sub>5000</sub> )			26,3
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS <sub>5000</sub> )			0,488

### Sig í mm og umferðir





## Hjólfrapróf skv. ÍST EN 12697-22:2003 Aðferð B í lofti - Hití 45°C

Verk: **Malbikerennsóknir 2012 - Plötur af Bústaðavegi; vektor**

Athn.: Yfirflagsmálík var lagt 20. Júlí 2011, en plötur voru teknar úr götu í október 2012.

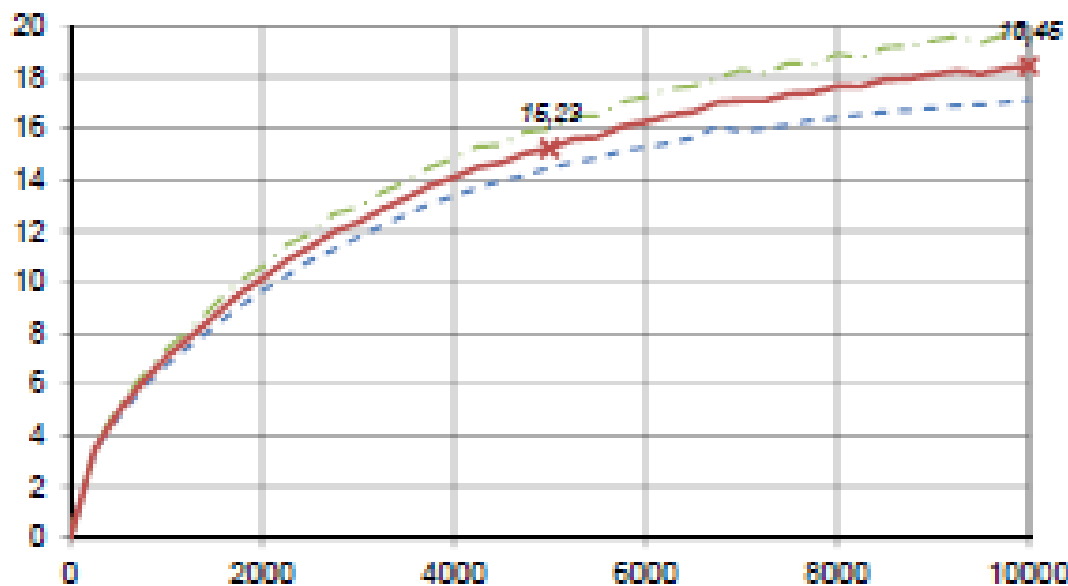
Í yfirfluginu var SMA 16 Snasi með SB 160/230 bíki framleidd af MHC.

Plötumár bárust sagaðar og snyrtar á öllum hlöðum í próf og var yfirflag því ekki í fullri þykkt.

Vegna bilunar í sígmæli þurfti að hæfða við upphaflegt próf á V2 eftir 2 - 100 umferðir eða svo. Mælingar með jmsum aðferðum bentu til að sig hefði þá þegar verið á bilinu 3,0 til 4,8 mm. Í útreikningum hér var leiðrétting miðuð við 3,50 mm hjólfar.

Þýðing og mælingar m. rennimáli	Vigtun og mælingar m. rennimáli			Rúmþyngd mæld í lofti og vatni á hluta sjónis eftir próf.
	V1	V2	Meðaltal	
Þýðing plötu	14,216	14,445		
B* <i>L</i> plötu er um 200*300 mm				
Þyngd plötu	kg			
Meðalþykkt	mm	51,0	52,0	61,6
Rúmmál plötu	cm <sup>3</sup>	5463	5546	
Reiknuð rúmþyngd	kg/m <sup>3</sup>	2602	2605	2603
Meðalþykkt yfirflags	mm	30,7	27,4	29,1
Hjólfrapróf við 45°C	Upphaf sett á 0			
Sig við 5000 umferðir, mm	14,47	16,88	16,33	
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD <sub>5000</sub> )	17,11	18,79	18,45	
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (PRD <sub>5000</sub> )	33,6	38,1	35,8	
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS <sub>5000</sub> )	0,628	0,782	0,845	

### Sig í mm og umferðir





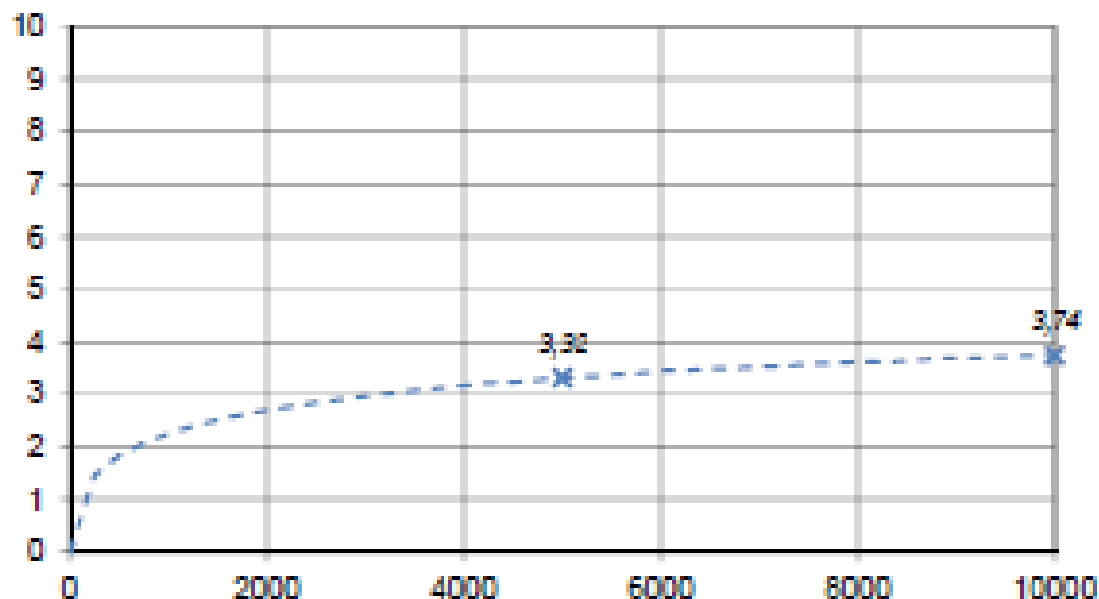
### Hjólfarapróf skv. ÍST EN 12697-22:2003 Aðferð B í lofti - Hiti 45°C

Verk: **Malbikerannsóknir 2012 - Plata A1 af Bústaðavegi; austur. - Neðri hlíð.**

Ath.: Platan bærst söguð og snyt á öllum hlúðum í próf.  
Vegna mistaka var þetta hjólfarapróf gert á undirlagshlíðinni.  
Yfirlagsmálík var lagt 20. Júlí 2011, en plötur voru teknar úr götu í október 2012.  
Í yfirlaginu var SL 16 Snási með SB 160/220 bíki og Kraton SB8 framleitt af MHC,  
en sú hlíð snéri niður í þessu prófi. Gips var steypt í hjólferð og platan prófuð  
aftur á yfirlagshlíðinni.

Þjófpuð plata		Vigtun og mælingar m. rennimáli		Rúmþyngd mæld í lofti og vatni á hlúta sjónis eftir seinna próf. Sjónið atleggðist í prófinu og er rúmþyngd önnur en í öðreyfðu.
B*L plötu er um 300*300 mm		A1		
Þyngd plötu	kg	14,119		
Meðalþykkt	mm	51,9		
Rúmmál plötu	cm <sup>3</sup>	5550		A1
Reiknuð rúmþyngd	kg/m <sup>3</sup>	2544		2453
Þykkt undirlaga	mm	29,1	Meðaltal	
Hjólfarapróf við 45°C		Upphaf sett á 0		
		A1		
Sig við 5000 umferðir, mm		3,32		
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD <sub>500</sub> )		3,74		
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (PRD <sub>500</sub> )		7,2		
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS <sub>500</sub> )		0,084		

Sig í mm og umferðir





*Malbiksrannsóknir 2012*  
**Plötur af Bústaðavegi**  
**Þykkt yfirlags mæld á hliðum plötu eftir hjólfarapróf**

Lausleg mæling þykktar með tommustokki.

**Athugasemdir:**

Lagmót voru sama staðar óglögg enda yfirlag ekki svo ólíkt undirlagi. Einnig voru lagmótin bikmurð á nokkrum stöðum.

**Austur: SL16 Snasi m/SBS þ.e. PMA**

Plata A1			Plata A2		
Fró endi	V hlið	A hlið	Fró endi	V hlið	A hlið
cm	mm	mm	cm	mm	mm
0	26	22	0	15	13
4	26	22	4	15	-
9	25	21	9	17	14
14	23	21	14	17	-
19	23	20	19	17	-
24	23	19	24	18	-
29	25	22	29	19	10
34	25	22	34	21	10
38	25	21	38	22	10
Mt. hliða	24,6	21,1	Mt. hliða	17,9	11,4
Meðaltal, mm		22,8	Meðaltal, mm		14,6

Í plötu A2 voru lagmót glögg á V hlið en síður á A hlið.

**Vestur: SMA16 Snasi**

Plata V1			Plata V2		
Fró endi	V hlið	A hlið	Fró endi	V hlið	A hlið
cm	mm	mm	cm	mm	mm
0	26	-	0	24	-
4	26	-	4	25	28
9	27	33	9	23	28
14	30	35	14	24	29
19	30	33	19	25	30
24	30	32	24	24	30
29	30	31	29	27	31
34	32	30	34	27	30
38	32	31	38	29	29
Mt. hliða	29,2	32,1	Mt. hliða	25,3	29,4
Meðaltal, mm		30,7	Meðaltal, mm		27,4

Í plötunum voru lagmót glögg á V hlið því þau höfðu glöðnað nokkuð við prófið.



**Malbiksrannsóknir 2012**  
**Plötur af Bústaðavegi**  
**Rúmþyngd mæld í lofti og vatni eftir próf**

**Athugasemdir:**

Plöturnar voru sagaðar úr góttunni haustið 2012. Þær voru snyrtar í steinsmiðju á öllum hliðum niður í um 5 · 28 · 38 cm.

Þykkt þessa sem eftir var af yfirlagi var yfirleitt á bilinu 15-30 mm.

Hjólför voru djúp og hefur malbikið aflagast við prófið. Rúmþyngd í þessari mælingu er því önnur en var fyrir próf.

Plata var fyrst söguð þvert um miðju. Prófhliuti A er sá helmingur sem var t.v. í hjólfarataeki

Prófhliuti B var sagaður langs m.v. upphaflega. plötu með 10 cm millibili. Hluti D er sá hluti sem var undir hjólfari í prófi.

**Sögur plötna**

	A	B
A		E
		D
		C

Hluti	Í vatni g	Yðp. g	Bakki g	Purru- bakki, g	Purri g	Rúmmál cm <sup>3</sup>	Rúmþ. g/cm <sup>3</sup>
Vatnshiti 23°C og rúmþyngd þessa þá 0,9976 g/cm <sup>3</sup>							

**Plata A1: MHC, SL16 Snasi með 3% SBS þ.e. PMA**

C	1301,4	2146,9	368,2	2490,1	2121,9	847,5	2,504
D	1309,3	2172,0	349,4	2490,6	2141,2	864,8	2,476
E	1459,5	2408,3	342,3	2720,2	2377,9	951,1	2,500
						<b>Meðaltal</b>	<b>2,493</b>

**Plata A2: MHC, SL16 Snasi með 3% SBS þ.e. PMA**

C	1327,9	2178,1	353,6	2507,0	2153,4	852,2	2,527
D	1319,7	2189,3	367,8	2528,7	2160,9	871,7	2,479
E	1418,5	2322,1	348,3	2644,3	2296,0	905,8	2,535
						<b>Meðaltal</b>	<b>2,514</b>

**Plata V1: MHC, SMA16 Snasi**

C	1325,1	2148,5	336,6	2472,7	2136,1	825,4	2,588
D	1412,1	2298,3	341,9	2626,8	2284,9	888,3	2,572
E	1364,7	2208,5	341,5	2536,3	2194,8	845,8	2,595
						<b>Meðaltal</b>	<b>2,585</b>

**Plata V2: MHC, SMA16 Snasi**

C	1422,8	2318,6	367,7	2672,5	2304,8	898,0	2,567
D	1274,1	2081,8	349,0	2416,6	2067,6	809,6	2,554
E	1447,6	2354,1	342,3	2681,6	2339,3	908,7	2,574
						<b>Meðaltal</b>	<b>2,565</b>



**Malbiksrannsóknir 2012**  
**Plötur af Bústaðavegi**  
**Yfirlit ýmissa stærðamælinga á plötum**

	Breidd	Lengd	Þykkt*			Rúmmál	Rúmp.
	mm	mm	langhlíða	skammhl.	allra	cm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>

**Plata A1**

Þyngd: 14,119 kg

Fyrir	280,10	381,66	51,84	52,02	51,91	5549	2544
Eftir 1	282,67	382,65	52,14	52,94			
Glöðrun	2,57	0,99	0,30	0,92			
Eftir 2	284,97	382,96	52,12	59,29			
Glöðrun seinri	2,30	0,31	-0,02	6,35			

**Plata A2**

Þyngd: 13,946 kg

Fyrir	281,80	381,45	50,99	51,03	51,01	5483	2544
Eftir	283,46	382,14	51,22	54,77			
Glöðrun	1,66	0,69	0,23	3,74			

**Plata V1**

Þyngd: 14,216 kg

Fyrir	281,56	380,58	51,03	50,92	50,99	5464	2602
Eftir	283,25	381,82	52,94	56,16			
Glöðrun	1,69	1,24	1,91	5,24			

**Plata V2**

Þyngd: 14,445 kg

Fyrir	280,70	380,27	51,90	52,02	51,96	5545	2606
Eftir	284,27	382,75	53,77	57,66			
Glöðrun	3,57	2,48	1,87	5,64			

\* Þykkt mæld í 14 punktum fyrir próf en á miðjum hlöðum eftir próf.

„Bein mæling“ á hjólfari	A1**	A2	V1	V2
Mælingar á miðri plötu				
Þykkt á miðri langhlíð fyrir próf	51,76	50,91	50,91	51,89
Þykkt undir hjólfari eftir próf og sögun	37,96	37,61	33,11	32,08
Hjólfar sem mismunur	13,8	13,3	17,8	19,81

\*\* A1 með gipsi í fyrra hjólfari



## Slitþolsmælingar - Prall ÍST EN 12697-16:2004

Verk: Malbiksrannsóknir 2012  
Berkjamar af Bústaðavegl: Yfirlag

Gerðir: A SL 16 Snasi, PMA með Kraton (SBS)  
V SMA 16 Snasi

Malbiks-gerð	Próf-sneið	Yðþ fyrir g	Yðþ eftir g	Efnis- top g	Rúm- þyngd Mg/m <sup>3</sup>	Prall gildi ml	Meðal Prall ml
<b>SL 16 Snasi, PMA með Kraton (SBS)</b>							
	A1 [1]	555,0	500,5	54,5	2,580	21	
	A3	602,5	551,5	51,0	2,584	20	
Holnrúm mt.	A6 [1]	561,0	506,5	54,5	2,577	21	
0,1% [2]	AM2 [1]	559,0	505,5	53,5	2,582	21	21
<b>SMA 16 Snasi</b>							
	V2	553,0	496,0	57,0	2,585	22	
	V3	594,0	543,5	50,5	2,604	19	
Holnrúm mt.	V6	597,5	544,5	53,0	2,611	20	
0,1% [1]	VM1	588,0	538,0	50,0	2,586	19	20

Athn.: Sneiðar voru hálftar í 5°C vatni yfir nótt og krana vatni við prófun var 6°C eða innan marka 5 ± 1°C.

- [1] Sneiðar þessar voru aðeins 95-96 mm í þvermál, en það á að vera 100±2 mm samkvæmt staði.
- [2] Meðalholnrúm er reiknað frá rúmþyngd sneiða nú og mælingu á malbiksrúmþyngd við framleiðslueftirlit sumarið 2011.





Malbiksrannsóknir 2012  
Borkjarnar af Bústaðavegi  
Lausleg mæling þykkta

Gerð	Merki	Hæð borkjarna				Meðalhæð, mm		Þykkt yfirlags				Meðalþykkt, mm		
		1	2	3	4	Meðaltal	Stfráv.	1	2	3	4	Meðaltal	Stfráv.	
SL16 Snasi, PMA	A1	81	79	71	75	77	4				50	50	0	
	A2	69	63	61	62	64	4	50	50	50	50	50	0	
	A3	94	107	107	95	101	7					50		
	A4	76	77	76	76	76	1					50-51		
	A5	62	64	60	63	62	2					49-50		
	A6	60	67	68	61	64	4					Biksmurt, 30°		
	AM1	97	95	99	94	96	2					um 50		
	AM2	95	95	98	98	97	2					(EKKI mæld)		
SMA16 Snasi	V1	114	112	113	109	112	2	48	47	46	46	47	1	
	V2	127	132	126	126	128	3	48	47	45	45	46	2	
	V3	117	115	110	110	113	4	43	45	41	43	43	2	
	V4	154	153	156	150	153	3	45	46	44	46	45	1	
	V5	127	128	127	127	127	1	44	43	46	43	44	1	
	V6	187	186	186	187	187	1	45	45	43	42	44	2	
		VM1	112	113	113	111	113	2	43	43	42	46	44	2
		VM2	149	143	142	143	144	3	45	43	42	43	43	1

Borkjarnar voru teknir vegna þröðvæðis og var því ekki vandað til þessara þykkismælinga. Kjarnarnir af SL16, PMA, voru yfirleitt biksmurðir á hliðum og því erfitt að sjá legamót.



Malbiksrannsóknir 2012  
Borkjarnar af Bústaðavegi  
Lausleg mæling þvermáls

Gerð	Merki	Þvermál borkjarna				Meðalhæð, mm		
		1	2	3	4	Meðaltal	Stfráv.	
SL16 Snasi, PMA Austur	A1	95,1	95,2	95,2	95,3	95,2	0,1	
	A2	94,5	94,4	95,3	95,4	94,9	0,5	
	A3	99,2	99,3	99,4	99,4	99,3	0,1	
	A4	94,7	94,9	95,3	95,4	95,1	0,4	
	A5	95,1	95,4	95,4	95,3	95,3	0,1	
	A6	95,1	95,3	95,5	95,5	95,4	0,2	
	AM1	95,7	95,5	95,7	95,9	95,7	0,2	
	AM2	94,7	95,7	96,1	95,8	95,6	0,6	
SMA16 Snasi Vestur	V1	99,5	99,3	99,5	99,6	99,5	0,1	
	V2	99,2	99,1	99,5	99,5	99,3	0,2	
	V3	99,4	99,3	99,4	99,3	99,4	0,1	
	V4	99,3	99,1	99,4	99,2	99,3	0,1	
	V5	99,2	99,4	99,8	99,4	99,5	0,3	
	V6	99,2	99,3	99,4	99,4	99,3	0,1	
		VM1	100,0	100,0	100,4	99,8	100,1	0,3
		VM2	99,8	99,5	99,8	99,6	99,7	0,1

Borkjarnar voru teknir vegna þröðvæðis og var því ekki vandað til þessara mælinga á þvermáli þeirra. Þvermál var svo mælt á þröðvæðum.

**Malbiksrannsóknir 2012**  
**Borkjarnar af Bústaðavegi**  
**Þykkt sneiða vegna prallprófs**

Gerð	Merki	Þykkt, mm				Meðalþykkt, mm			Þvermál, mm				Meðaltal, mm	
		1	2	3	4	Meðaltal	Stfráv.	1	2	3	4	Meðaltal	Stfráv.	
SL16 Snasi, PMA Austur	A1	31,60	29,36	29,46	31,99	30,60	1,39	95,39	95,51	95,24	95,39	95,38	0,11	
	A2	30,38	30,34	29,83	30,52	30,27	0,30	95,36	95,14	94,71	94,42	94,91	0,42	
	A3	30,05	31,28	31,58	30,29	30,80	0,74	99,83	99,66	99,44	99,47	99,60	0,18	
	A4	29,71	30,37	31,03	29,16	30,07	0,81	95,87	95,55	94,96	95,10	95,37	0,42	
	A5	31,21	30,54	30,89	31,50	31,04	0,41	95,53	95,41	95,64	95,43	95,50	0,11	
	A6	29,57	30,67	33,14	31,54	31,23	1,51	95,64	95,36	95,32	95,55	95,47	0,15	
AM1	AM1	29,55	30,06	31,66	31,57	30,71	1,07	96,21	96,24	95,77	95,81	96,01	0,25	
	AM2	30,59	29,42	31,04	31,53	30,65	0,90	96,33	95,81	96,08	95,43	95,91	0,39	
SMA16 Snasi Vestur	V1	31,12	29,06	29,37	31,06	30,15	1,09	99,59	99,53	99,46	99,86	99,61	0,17	
	V2	27,44	28,84	30,00	29,31	28,90	1,08	99,43	99,61	99,17	99,25	99,37	0,20	
	V3	31,27	29,71	31,16	31,08	30,81	0,73	99,40	99,60	99,68	98,98	99,42	0,31	
	V4	29,62	30,37	30,24	29,93	30,04	0,34	99,47	99,51	99,30	99,38	99,42	0,09	
	V5	30,57	29,38	30,95	31,75	30,66	0,99	99,44	99,59	99,04	99,68	99,44	0,28	
	V6	31,17	31,20	31,36	30,99	31,18	0,15	99,26	99,62	99,24	99,54	99,42	0,19	
VM1	VM1	31,10	31,85	29,18	28,01	30,04	1,76	100,54	100,53	99,95	100,16	100,30	0,29	
	VM2	31,61	30,85	31,18	29,21	30,71	1,05	100,01	100,06	99,95	100,18	100,05	0,10	

Til minnis: Sneiðar 30±2 mm þykkar og endar sem mest samsíða. Þvermál 100±2 mm.



**Malbiksrannsóknir 2012**  
**Borkjarnar af Bústaðavegi**

**Rúmþyngd prallsneiða**

Mælingar með vigtun í lofti og vatni

Undirbúningur vegna Prall prófs

Gerð	Prall- sneið	Þyngdir, g		Yþþ.	Rúmmál Ryður cm <sup>3</sup>	Rúmþ. g/cm <sup>3</sup>	Meðal- tal g/cm <sup>3</sup>	Rþ. malb. (max) og holrúm (3)
		Loft- þumar (1)	Í vatni 23°C (2)					
<b>SL16</b>	A1	553,6	340,2	554,3	214,6	2,580		
<b>Snasi</b>	A2	542,4	333,8	543,1	209,8	2,585		
<b>PMA</b>	A3	601,2	369,8	601,9	232,7	2,584		
	A4	546,9	337,3	547,6	210,8	2,594		
	A5	564,1	346,8	564,7	218,4	2,583		
	A6	559,0	343,8	560,2	216,9	2,577		
	AM1	562,6	344,9	563,5	219,1	2,567		2,586
	AM2	557,5	343,8	558,4	215,1	2,592	2,583	0,1
<b>SMA16</b>	V1	583,7	359,6	584,6	225,5	2,588		
<b>Snasi</b>	V2	551,1	339,2	551,9	213,2	2,585		
	V3	591,9	366,1	592,9	227,3	2,604		
	V4	564,9	348,4	566,0	218,1	2,590		
	V5	575,3	355,4	576,8	221,9	2,592		
	V6	595,6	369,1	596,7	228,1	2,611		
	VM1	585,5	360,3	586,2	226,4	2,586		2,592
VM2	570,7	350,1	572,8	223,2	2,556	2,589	0,1	

(1) Þurr þyngd hér er á loftþurrum sneiðar eftir tvo sólarhringa við herbergishita. Vegna eðlis þrófins er ekki hægt að þurrka sneiðar við ofnrita.

(2) Eðlisþyngd vatns við 23°C er 0,9976 g/cm<sup>3</sup>

(3) Mesta rúmþyngd malbiks (max) er byggð á mælingum MHC við framleiðsluefirlit í júlí 2011.



**Malbiksrannsóknir 2012**  
**Borkjarnar af Bústaðavegi**

**Rúmpýngd prallsneiða**

Mælingar með vigtun í lofti og vatni  
Undirbúningur vegna Prall prófs

Gerð	Prall- sneið	Þyngdir, g		Yðþ.	Rúmmál Ryður cm <sup>3</sup>	Rúmp. g/cm <sup>3</sup>	Meðal- tal g/cm <sup>3</sup>	Rþ. malb. (max) og holrúm (3)
		Loft- þunnar (1)	Í vatni 23°C (2)					
<b>SL16</b>	A1	553,6	340,2	554,3	214,6	2,580		
<b>Snasi</b>	A2	542,4	333,8	543,1	209,8	2,585		
<b>PMA</b>	A3	601,2	369,8	601,9	232,7	2,584		
	A4	546,9	337,3	547,6	210,8	2,594		
	A5	564,1	346,8	564,7	218,4	2,583		
	A6	559,0	343,8	560,2	216,9	2,577		
	AM1	562,6	344,9	563,3	219,1	2,567		2,586
	AM2	557,5	343,8	558,4	215,1	2,592	2,583	0,1
<b>SMA16</b>	V1	583,7	359,6	584,6	225,3	2,588		
<b>Snasi</b>	V2	551,1	339,2	551,9	213,2	2,585		
	V3	591,9	366,1	592,9	227,3	2,604		
	V4	564,9	348,4	566,0	218,1	2,590		
	V5	575,3	355,4	576,8	221,9	2,592		
	V6	595,6	369,1	596,7	228,1	2,611		
	VM1	585,5	360,3	586,2	226,4	2,586		2,592
VM2	570,7	350,1	572,8	223,2	2,596	2,589	0,1	

(1) Þurr þyngd hér er á loftþunnur sneiðar eftir tvo sólarhringa við herbergishita. Vegna eðlis þrófins er ekki hægt að þurka sneiðar við ofhita.

(2) Eðlisþyngd vatns við 23°C er 0,9976 g/cm<sup>3</sup>

(3) Mesta rúmpýngd malbiks (max) er byggð á mælingum MHC við framleiðsluefirlit í jún 2011.



**Malbiksrannsóknir 2012**  
**Borkjarnar af Bústaðavegi**

**Rúmpyngd prallsneiða**  
**Mælingar með rennimáli**  
**Undirbúningur vegna Prall prófs**

Gerð	Prall- sneið	Purr þyngd g [1]	Meðaltöl þykkt mm	Þvermál mm	Rúmmál cm <sup>3</sup>	Rúmþ. g/cm <sup>3</sup>	Meðal- tal g/cm <sup>3</sup>	Rþ. malb. (max) og holrúm [2]
<b>SL16</b>	A1	333,6	30,6	95,4	218,7	2,332		
<b>Snasi</b>	A2	342,4	30,3	94,9	214,1	2,333		
<b>PMA</b>	A3	601,2	30,8	99,6	240,0	2,505		
	A4	346,9	30,1	95,4	214,8	2,346		
	A5	364,1	31,0	95,5	222,3	2,337		
	A6	339,0	31,2	95,5	223,5	2,301		
	AM1	362,6	30,7	96,0	222,3	2,331		2,586
	AM2	337,3	30,6	95,9	221,4	2,318	2,525	2,3
<b>SMA16</b>	V1	383,7	30,2	99,6	235,0	2,484		
<b>Snasi</b>	V2	331,1	28,9	99,4	224,1	2,439		
	V3	391,9	30,8	99,4	239,1	2,473		
	V4	364,9	30,0	99,4	233,2	2,423		
	V5	373,3	30,7	99,4	238,1	2,416		
	V6	393,6	31,2	99,4	242,0	2,461		
	VM1	385,3	30,0	100,3	237,3	2,467		2,592
	VM2	370,7	30,7	100,1	241,5	2,364	2,444	5,7

[1] Purri þyngd hér er á loftþurrum sneiðar eftir tvo sólarhringa við herbergishita. Vegna eðlis prófsins er ekki hægt að þurrka sneiðar við ofnhitu.

[2] Mesta rúmpyngd malbiks (max) er byggð á mælingum MHC við framleiðsluefirlit í júlí 2011.

**VIÐAUKI III Gögn vegna prófana á áhrifum frosts og salts á  
sliteiginleika malbiks**



## Malbiksrannsóknir 2012

### Áhrif salts og frosts á sliteiginleika malbiks

#### Greinargerð um prófanir á Nýsköpunarmiðstöð Íslands

##### Aðferð

Einn þáttur rannsóknaverkefnisins „Malbiksrannsóknir 2012“ var að mæla slitþol malbiks með prallaðferð á venjulegan hátt og eftir frostáraun. Aðferðinni er lýst í staðlinum ÍST EN 12697-16:2004. Prófaðar voru tvær malbiksgerðir. Önnur var SL11 Hólabrú frá Malbikunarstöðinni Hlaðbæ-Colas hf. en hin var SL16 Björgun frá Malbikunarstöðinni Höfða hf.

Gerðir voru sex sívalningar af hvorri gerð. Þeir voru þjappaðir með marshallhamri, 50 högg á hvorn enda. Efnismagn var haft þannig að hæð sívalninganna yrði um 66 mm. Með sögun fengust tvær um það bil 30 mm sneiðar úr hverjum. Í prallpróf eru notaðar fjórar sneiðar. Þær voru valdar með slembivali í hvorn prófþátt en valinu þó stýrt þannig að sneiðarnar kæmu úr fjórum sívalningum. Sneiðarnar voru mældar og vegnar.

Annað prófsettið af hvorri gerð var látið verða fyrir áraun af frostþíðusveiflum og salti. Notuð var aðferðin fyrir steinefnapróf samkvæmt staðlinum ÍST EN 1367-6 með 1% saltlausn og tíu frostþíðusveiflum frá um -20°C upp í 20°C. Í venjulegu prófi eru 2000 g steinefnis sett í prófdósina og síðan saltvatnslausnin. Í þessu prófi voru sett um 800 g steinefnis í dós og prófsneiðin lögð þar á. Síðan var saltlauninni bætt við og látin fljóta 2-3 cm yfir sneiðina. Steinefnið var haft til að lyfta sneiðinni frá botninum. Að loknu prófi voru sneiðarnar skolaðar.

Prallpróf var undirbúið á venjulegan hátt. Sneiðar voru hafðar í vatnsbaði í kælikáp yfir nótt og stefnt að  $5\pm 1^\circ\text{C}$  hita. Stýring skápsins er ekki góð og var hitinn að morgni frá  $3^\circ\text{C}$  að  $6^\circ\text{C}$ . Í prófinu sjálfu leikur skolvatn um sýnið og á hiti þess einnig að vera  $5\pm 1^\circ\text{C}$ . Notið var venjulegt neysluvatn án kælingar og var hiti þess  $7\text{-}8^\circ\text{C}$  og því yfir mörkum.

### Niðurstöður

Prall slitþol SL11 Hólabrú mældist 24 ml í venjulega prófinu, en 28 ml eftir frostáraun. Slitþol á SL16 Björgun mældist 23 ml í venjulega prófinu, en 25 ml eftir frostáraun. Holnám var um 1,7% í finna malbikinu, en um 2,4% í því grófara.

Niðurstöður mælinga verða ekki tíundaðar frekar hér, en í viðhengi eru sjö síður með ýmsum mæligögnum.





## Malbiksrannsóknir 2012 - Frostáraun

### Slitþolsmælingar - Prall ÍST EN 12697-16:2004

Samanburður á slitþoli sneiða í venjulegu Prallprófi og eftir frostþíðuáraun  
samkvæmt ÍST EN 1367-6 (með 1% saltlausn)

Sneiðar voru gerðar úr sívalningum sem þjappaðir voru með marshallhamri, 2<sup>o</sup> 30 högg.

Malbiks- gerð og holnim	Próf- sneið	Yþp fyrir g	Yþp eftir g	Efnis- top g	Rúm- þyngd Mg/m <sup>3</sup>	Prall glíði ml	Meðal Prall ml
<b>SL11 Hólabré frá Malbikunarstöðinni Hléðgar Colas hf.</b>							
Venjulegt próf 1,6 %sm	C1A	648,5	588,5	60,0	2,590	23	
	C3B	640,5	580,5	60,0	2,593	23	
	C4A	625,0	560,5	64,5	2,587	25	
	C5B	635,5	572,0	63,5	2,602	24	24
Próf eftir frostáraun 1,8 %sm	C1B	621,5	547,5	74,0	2,581	29	
	C2A	661,0	589,5	71,5	2,598	28	
	C3A	625,5	556,5	69,0	2,589	27	
	C5A	628,5	556,0	72,5	2,585	28	28
<b>SL16 Björgun frá Malbikunarstöðinni Hólfða hf.</b>							
Venjulegt próf 2,4 %sm	H1B	630,0	574,0	56,0	2,525	22	
	H3B	613,5	556,0	57,5	2,551	23	
	H4A	633,5	578,0	55,5	2,555	22	
	H6B	624,0	563,0	61,0	2,555	24	23
Próf eftir frostáraun 2,3 %sm	H2B	629,5	561,5	68,0	2,551	27	
	H3A	643,5	580,0	63,5	2,563	25	
	H5A	632,0	571,5	60,5	2,538	24	
	H6A	646,5	580,5	66,0	2,543	26	25

#### Athugasemdir

SL11 Hb: Sneiðar voru hafðar í vatni í kælikúp yfir nótt. Vatn að morgni var 3°C í venjulega prófi en 5°C eftir frost-þíðu álag. Kranavætn við prófun var 0°C, en á að vera 5 ±1°C.

SL16 B): Vatn í kælikúp var 5-6°C. a.m. Kranavætn við prófun var 7-8°C.



Nýsköpunarmiðstöð  
Íslands

## Kornastærðir í malbiki

Rannsókn nr **2MR12005**

Dags. **2012-07-02**

Framkv. af **AÓA**

Verkefni:

**Malbiksraunir 2012**

Fyrir:

**PP ráðgjöf**

Framleiðandi:

**Malbikunarstöðin Hlaðbær-Colas hf.**

Merk:

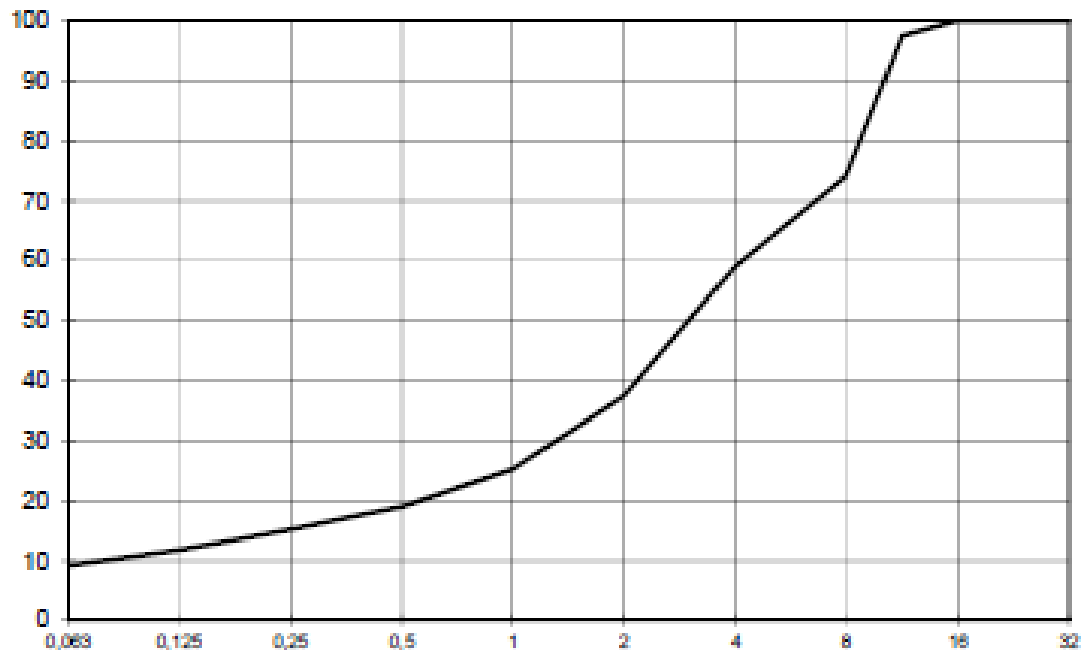
**SL11 Hólabrú frá Malbikunarstöðinni Hlaðbæ Colas hf.**

**Blandað 2012-02-29. - Bik skv. uppskrift: 6,2%**

Mæling á biki og kornadreifingu var unnin í júní 2012 vegna verkefnisna 2MR12004, Malbik með endurunnu biki.

Beki (tara), (g)		Malbik í skiv. (g)			Punt + beki (g)			Aafatinniheld (mælt)				Punt steinefni (g)		
387,4		1243,5			1553,8			6,2%				1156,4		
Mókv. Þyngd (g)	32	22,4	18	11,2	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	botn	
Sældur, %	100,0	100,0	100,0	97,5	74,2	59,1	37,5	25,3	19,0	15,2	11,8	9,2		

Furnsiglingun





Nýsköpunarmiðstöð  
Íslands

## Kornastærðir í malbiki

Rannsókn nr	2MR12005
Dags.	2012-08-29
Framkv. af	AÓA

Verkefni:

**Malbiksrannsóknir 2012**

Fyrir:

**PP ráðgjöf**

Framleiðandi:

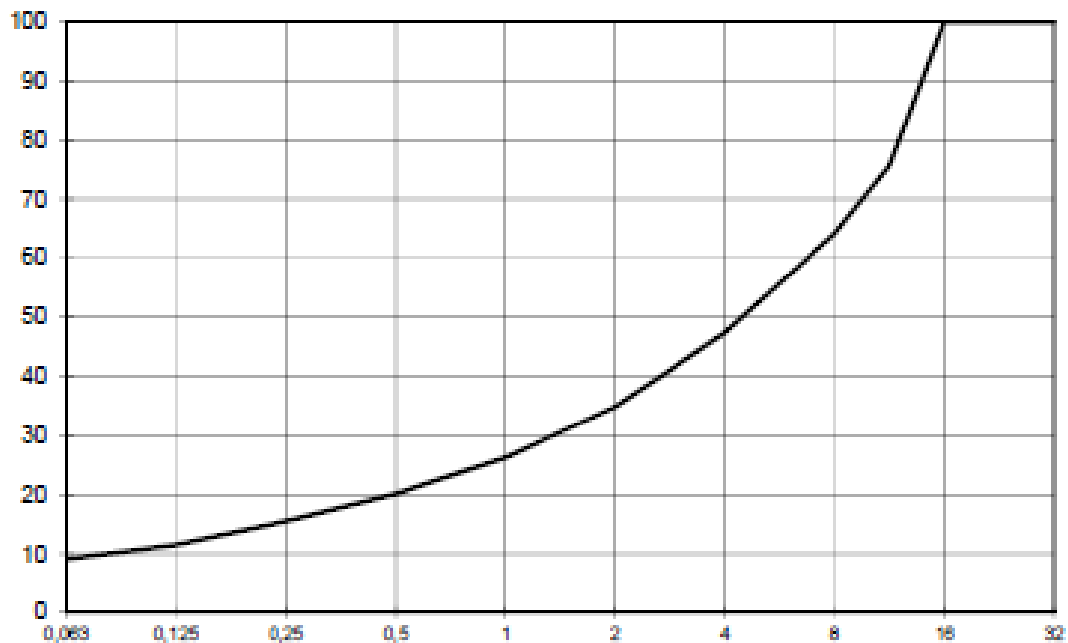
**Malbikunarstöðin Höfði hf.**

Merk:

**SL16 Björgun frá Malbikunarstöðinni Höfða hf.  
Blandað 2012-08-23 (?)**

Baki (tera), (g)		Malbik í skiv., (g)		Punt +baki (g)		Asfaltinniheld (malt)					Punt steinefni (g)		
387,3		1276,5		1992,9		5,6%					1205,6		
Mólv.	32	22,4	18	11,2	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	both
Þyngd (g)	0	0	0	294	432	635	786	890	963	1019	1067	1096	1206,0
Sælu, %	100,0	100,0	100,0	75,7	64,2	47,4	34,8	26,2	20,1	15,5	11,5	9,1	

Furnsiglingun





**Malbiksrannsóknir 2012 - Frostáraun**

**Vigtun sívalninga**

**Þjöppun með Marshallhamri 2\*50 högg**

**Skýringar:**

Prall, 2\*50 högg

Vatn 23°C er 0,9976 g/cm<sup>3</sup>.

**SL 11 Hólabró**

<i>Mesta rúmpyngd malbiks (fræðileg) [1]:</i>							2,635	g/cm <sup>3</sup>
Sívaln- ingur	Pyngdir, g Purr	Í vatni	Ybb.	Rúmmál Ryður cm <sup>3</sup>	Rúmp. g/cm <sup>3</sup>	Holrúm rm%		
C1	1354,0	831,0	1355,1	525,4	2,577	2,2		
C2	1349,8	829,4	1350,4	522,3	2,585	1,9		
C3	1351,8	831,0	1352,3	522,6	2,587	1,8		
C4	1347,5	827,0	1348,1	522,4	2,580	2,1		
C5	1349,1	829,6	1349,6	521,3	2,588	1,8		
C6	1347,2	827,3	1348,0	522,0	2,581	2,0		
					2,583	2,0		

**SL 16 Björgun**

<i>Mesta rúmpyngd malbiks (fræðileg) [2]:</i>							2,609	g/cm <sup>3</sup>
Sívaln- ingur	Pyngdir, g Purr	Í vatni	Ybb.	Rúmmál Ryður cm <sup>3</sup>	Rúmp. g/cm <sup>3</sup>	Holrúm rm%		
H1	1348,2	818,8	1349,1	531,6	2,536	2,8		
H2	1341,9	817,7	1343,7	527,3	2,545	2,5		
H3	1337,9	815,6	1339,3	525,0	2,549	2,3		
H4	1344,5	818,8	1346,9	529,4	2,540	2,7		
H5	1336,9	814,5	1339,3	526,1	2,541	2,6		
H6	1352,2	824,5	1353,6	530,4	2,550	2,3		
					2,543	2,5		

[1] SL11 Hólabró frá MHC, 29.2.2012

Mesta rúmpyngd malbiks (fræðileg) hefur verið mæld þrisvar.

Niðurstöður: 2633; 2634 og 2639 kg/m<sup>3</sup> eða 2635 kg/m<sup>3</sup> að meðaltali.

[2] SL16 Björgun frá Hötfa, (23.8.2012?)

Niðurstöður: 2611 og 2606 kg/m<sup>3</sup> eða 2609 kg/m<sup>3</sup> að meðaltali.



*Malbiksrannsóknir 2012 - Frostáraun*

**Rúmpyngd Prallsneiða**

Undirbúningur vegna Prall prófs

<i>Gerð</i>	<i>Sneið</i>	<i>Pyngdir, g</i>		<i>Rúmmál</i>	<i>Rúmþ.</i>	<i>Rþ. malb.</i>	<i>Holrúm</i>
		<i>Purr</i>	<i>Í vatni</i>	<i>Ybþ.</i>	<i>Ryður</i>	<i>g/cm<sup>3</sup></i>	<i>rm%</i>
			<i>23°C</i>			<i>(max)</i>	
						<i>g/cm<sup>3</sup></i>	
<i>SL11 Hólabrú frá Malbikunarstöðinni Hlaðbae Colas hf.</i>						<i>2,635</i>	
<i>SL11 Hb</i>	C1A	647,0	398,6	647,8	249,8	2,590	1,7
	C1B	616,9	379,3	617,7	239,0	2,581	2,0
	C2A	657,9	405,8	658,4	253,2	2,598	1,4
	C2B	602,7	370,3	603,4	233,7	2,579	2,1
	C3A	622,8	383,4	623,4	240,6	2,589	1,8
	C3B	639,2	393,7	639,6	246,3	2,593	1,6
	C4A	624,4	383,8	624,6	241,4	2,587	1,8
	C4B	632,8	389,2	633,2	244,6	2,587	1,8
	C5A	624,8	384,3	625,4	241,7	2,585	1,9
	C5B	634,4	391,2	634,4	243,8	2,602	1,2
	C6A	627,4	385,8	628,0	242,8	2,584	1,9
	C6B	630,3	387,8	630,9	243,7	2,587	1,8
		<i>Meðaltal, g/cm<sup>3</sup></i>				<i>2,589</i>	<i>1,8</i>
<i>SL16 Björgun frá Malbikunarstöðinni Höfða hf.</i>						<i>2,609</i>	
<i>SL16 Bj</i>	H1A	632,8	386,8	633,9	247,7	2,555	2,1
	H1B	627,8	381,1	629,1	248,6	2,525	3,2
	H2A	629,7	385,2	631,2	246,6	2,554	2,1
	H2B	625,7	381,9	626,6	245,3	2,551	2,2
	H3A	640,6	392,1	641,4	249,9	2,563	1,7
	H3B	611,3	373,7	612,8	239,7	2,551	2,2
	H4A	631,4	386,2	632,7	247,1	2,555	2,1
	H4B	627,2	382,4	628,7	246,9	2,540	2,6
	H5A	627,2	382,4	628,9	247,1	2,538	2,7
	H5B	625,0	382,8	626,0	243,8	2,564	1,7
	H6A	643,4	392,0	644,4	253,0	2,543	2,5
	H6B	621,9	380,5	623,3	243,4	2,555	2,1
		<i>Meðaltal, g/cm<sup>3</sup></i>				<i>2,550</i>	<i>2,3</i>

Vatn 23°C er 0,9976 g/cm<sup>3</sup>.

**Malbiksrannsóknir 2012 - Frostáraun**  
**Þykkt sneiða af malbikssýnum**  
**Undirbúningur vegna Prall prófs**

Gerð	Merki	Þykkt, mm				Meðalþykkt, mm		Þvermál, mm				Meðalþvermál, mm	
		1	2	3	4	Meðaltal	Stfráv.	1	2	3	4	Meðaltal	Stfráv.
SL11Hb	C1A	31,54	31,66	31,90	31,64	31,69	0,15	101,53	101,50	101,63	101,54	101,55	0,06
	C1B	30,82	30,36	30,32	30,43	30,48	0,23	101,91	101,90	101,53	101,87	101,80	0,18
	C2A	32,52	31,92	31,07	31,61	31,78	0,61	101,47	101,57	101,61	101,57	101,56	0,06
	C2B	29,61	29,30	29,41	29,63	29,49	0,16	101,53	101,50	101,63	101,55	101,55	0,06
	C3A	30,48	30,28	30,06	29,90	30,18	0,25	101,71	101,68	101,78	101,73	101,73	0,04
	C3B	31,39	30,95	30,74	30,94	31,01	0,27	101,69	101,75	101,71	101,77	101,73	0,04
	C4A	30,05	30,06	30,60	30,94	30,41	0,44	101,77	101,86	101,76	101,85	101,81	0,03
	C4B	30,84	30,64	30,61	30,88	30,74	0,14	101,71	101,78	101,67	101,84	101,75	0,08
	C5A	30,32	30,91	30,57	30,99	30,70	0,31	101,76	101,60	101,62	101,77	101,69	0,09
	C5B	30,97	30,73	30,19	30,30	30,55	0,37	101,75	101,74	101,68	101,53	101,68	0,10
C6A	30,57	30,63	30,52	31,04	30,69	0,24	101,66	101,60	101,59	101,41	101,57	0,11	
C6B	30,27	30,72	31,33	30,54	30,72	0,45	101,75	101,49	101,59	101,67	101,63	0,11	
Meðalþykkt sneiða					30,70	0,66	Meðalþvermál				101,67	0,12	
Mest		32,52	31,92	31,90	31,64	31,78	0,61	101,91	101,90	101,78	101,87	101,81	0,18
Minnst		29,61	29,30	29,41	29,63	29,49	0,14	101,47	101,49	101,53	101,41	101,55	0,04

**Malbiksrannsóknir 2012 - Frostáraun**  
**Þykkt sneiða af malbikssýnum**  
**Undirbúningur vegna Prall prófs**

Gerð	Merki	Þykkt, mm				Meðalþykkt, mm		Þvermál, mm				Meðalþvermál, mm		
		1	2	3	4	Meðaltal	Stfráv.	1	2	3	4	Meðaltal	Stfráv.	
SL16Bj	H1A	31,07	31,12	31,45	31,41	31,26	0,20	101,50	101,46	101,52	101,55	101,51	0,04	
	H1B	31,06	31,43	31,38	31,89	31,44	0,34	101,43	101,54	101,47	101,55	101,50	0,06	
	H2A	31,81	31,18	31,21	31,25	31,36	0,30	101,43	101,70	101,70	101,70	101,63	0,13	
	H2B	31,54	30,56	30,78	31,69	31,14	0,56	101,56	101,67	101,69	101,74	101,67	0,08	
	H3A	31,83	31,34	31,51	31,94	31,66	0,28	101,48	101,57	101,63	101,50	101,55	0,07	
	H3B	30,69	30,68	30,17	30,28	30,46	0,27	101,49	101,51	101,61	101,45	101,52	0,07	
	H4A	31,52	31,21	31,47	31,33	31,38	0,14	101,64	101,68	101,69	101,71	101,68	0,03	
	H4B	31,83	31,99	31,34	31,69	31,71	0,28	101,69	101,67	101,70	101,53	101,65	0,08	
	H5A	31,56	31,44	31,39	32,13	31,63	0,34	101,47	101,56	101,48	101,45	101,49	0,05	
	H5B	30,63	30,44	31,11	30,92	30,78	0,30	101,52	101,51	101,49	101,51	101,51	0,01	
	H6A	31,47	32,08	31,99	31,72	31,82	0,28	101,88	101,66	101,69	101,67	101,73	0,10	
	H6B	30,51	31,12	31,43	30,68	30,94	0,42	101,62	101,73	101,66	101,53	101,64	0,08	
	Meðalþykkt sneiða					31,30	0,49	Meðalþvermál				101,59	0,10	
	Mest		31,83	32,08	31,99	32,13	31,82	0,56	101,88	101,73	101,70	101,74	101,73	0,13
	Minnst		30,51	30,44	30,17	30,28	30,46	0,14	101,43	101,46	101,47	101,45	101,49	0,01

Til minnis: Sneiðar 30±2 mm þykkur og endar sem mest samsíða. Þvermál 100±2 mm.