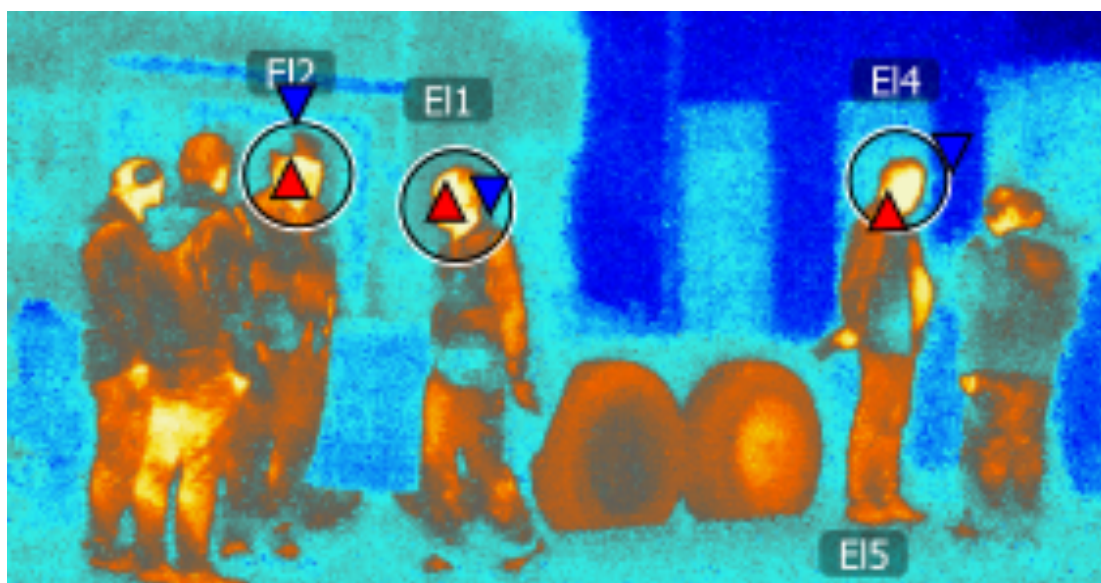




Slitlög - Malbik 2016

Áfangaskýrsla IX



Pétur Pétursson
apríl 2017

INNGANGUR

Í þessari skýrslu er fjallað um niðurstöður malbiksrannsókna ársins 2016, svo og samanburður gerður við fyrri rannsóknir þegar það á við. Verkefnið skiptist upp í nokkra verkþætti sem ekki voru allir unnir undir sama hatti og eru því tveir verkþættir gefnir út í sérstökum skýrslum. Það er annars vegar verkþáttur um *Lausnir á hálfu á malbiki* (Bergþóra Kristinsdóttir, Eflu) og *Brotholur í malbiki; stöðukönnun erlendis um orsakir og viðgerðaraðferðir* (Hafsteinn Hilmarsson, NMÍ). Því verður ekki fjallað frekar um þessa verkþætti verkefnisins hér. Það sem hins vegar er fjallað um í þessari skýrslu eru þrjú verkþættir sem eru í raun framhaldsverkþættir úr fyrri áföngum:

1. **Samanburðarprófanir á hjólfaramyndun í íslensku og norsku malbiki.** Tilgangur þessa verkliðar er að bera saman niðurstöður hjólfaraprófa á norsku og íslensku malbiki í sitt hvoru hjólfaratækinu. Verkefnisstjóri hefur verið í sambandi við norsku vegagerðina í Þrándheimi varðandi samstarf um hjólfaraprófanir. Malbikssýni af tveimur íslenskum malbiksgerðum sem þjöppuð höfðu verið í malbiksþjöppu voru send til Noregs og þau prófuð þar og á NMÍ. Báðar malbiksblöndurnar komu vel út í báðum hjólfaratækjunum, þó ívið betur í norska tækinu. Ekki var hægt að útloka að tækjabúnaður spili að einhverju leyti inn í niðurstöður og því var ákveðið að fara í frekari samanburð fleiri malbiksgerða frá báðum löndunum. Haldið var áfram samanburðarprófunum í hjólfaratækjum hérlendis og í Noregi í þeim tilgangi að fá upplýsingar um hvort íslenskar mælingar séu sambærilegar við sams konar mælingar í Noregi.
2. **Átak til að innleiða prófanir á filler-eiginleikum í malbiki.** Í síðasta áfanga verkefnisins voru 30 fillersýni frá Höfða og MHC prófuð með Rigden-aðferð (ÍST EN 1097-4), bæði holrýmd og rúmpýngd fillersins sem notaður er í malbik hérlendis. Samkvæmt heimildum hefur fillargerð mikil áhrif á eiginleika malbiks og er því mikilvægt að gera enn frekari rannsóknir á íslenskum filler. Til stendur að mæla kornadreifingu sama fillers og settur var í Rigden prófið með laser aðferð. Einnig er áhugi á að mæla yfirborðsflatarmál sömu sýna með Blaine aðferð. Áfram verður óskað eftir samstarfi við malbiksframleiðendur um að taka reglubundið sýni af filler sem notaður er í framleiðslu þeirra á malbiki hverju sinni. Sýnin verða send til NMÍ til mælinga á Rigden-holrýmd og kornadreifingu með laser aðferð. Þannig fæst enn betra gagnasafn um filler sem notaður er hérlendis. Mælingar á fillersýnum úr síðasta áfanga benda til að talsverður breytileiki reynist í kornarúmpýngd fillersýna og því er mikilvægt að kanna hvort taka skuli mið af henni við skömmtun fillers í malbik og jafnvel bikmagns. Til greina gæti komið að skilgreina t.d. meistaraverkefni til að kanna áhrif fillers á hönnunarþætti, vinnanleika malbiks, stífni, vatnspól og fleiri þætti. Metið yrði hvort ástæða væri til að Vegagerðin gerði kröfu um að upplýsingar um eiginleika fillers liggi fyrir hverju sinni hjá malbiksframleiðendum. Haldið verður áfram rannsóknnum á filler sem notaður er í íslenskt malbik, en heimildir benda til að fillargerð og magn geti haft veruleg áhrif á endingu malbiks. Því er mikilvægt að innleiddar verði ákveðnar kröfur til eiginleika fillers sem munu skila sér í útboðslýsingar á komandi árum. Mikilvægt er að fá úr því skorið hvort um mikinn breytileika er að ræða í eiginleikum fillers sem orsaki óvissu um raunverulega eiginleika mismunandi malbiksblendna. Ef svo er má ætla að mikilvægt gæti verið að kanna á seinni stigum áhrif fillers á magn biks við hönnun, vinnanleika malbiks, stífni, vatnspól og fleiri þætti. Metið yrði hvort ástæða væri til að Vegagerðin gerði kröfu um að upplýsingar um eiginleika fillers liggi fyrir hverju sinni hjá malbiksframleiðendum. Tveir stærstu framleiðendur malbiks á höfuðborgarsvæðinu

söfnuðu fillersýnum við framleiðslu malbiks á síðasta ári og var rúmþyngd og holrýmd þeirra sýna mæld og niðurstöður birtar í þessari skýrslu.

3. **Könnun á notkun hitamyndavéla við útlögn malbiks.** Tilgangur þessa verkhluta er að mæla aftur hitastig malbiks við útlögn, en í síðasta áfanga þessa verkefnis var innrauð myndavél leigð í skamman tíma og hitamyndir teknar í tveimur verkum. Í ljós kom meðal annars að hitastigsmunur undan útlagnarvélum getur verið talsverður, eða allt að 40°C og eru þá köldustu svæðin komin allt niður undir 100°C. Verkpátturinn þótti benda til að ástæða væri til að innleiða notkun hitamyndavéla á útlagnarvélar til að fylgjast með hitadreifingu við útlögn malbiks fyrir Vegagerðina. Leigð var hitamyndavél aftur í stuttan tíma til að gera frekari mælingar á hitadreifingu í malbiki, í þeim tilgangi að auðvelda ákvarðanatöku í þessu verkefni um innleiðingu þessarar tækni. Niðurstöður þessara mælinga eru birtar í þessari skýrslu. Þess má geta að MHC settu upp búnað á síðasta ári á útlagnarvél og gerðu mælingar með henni í nokkrum verkum.

Efnisyfirlit

INNGANGUR.....	3
1 FYRRI ÁFANGAR.....	7
2 Samanburður á hjólfaramyndun í íslensku og norsku malbiki.....	9
2.1 Hjólfaraprófanir fyrri áfanga	9
2.2 Hjólfaraprófanir 2016 – malbiksgerðir og útfærslur	11
2.3 Samanburðarprófanir 2015 og 2016 – samantekt.....	13
2.4 Rúmþyngdar- og holrýmdarmælingar.....	23
3 Átak til að innleiða prófanir á filler-eiginleikum í malbiki	25
3.1 Fyrri rannsóknir	25
3.2 Lasermælingar.....	28
3.3 Spurningalisti.....	32
3.4 Umræða	34
4 Könnun á notkun hitamyndavéla við útlögn malbiks.....	35
5 ÁLYKTANIR.....	57
Heimildir og ítarefni:	58
VIÐAUKI I Niðurstöður prófana	59

1 FYRRI ÁFANGAR

Verkefnið hefur snúið að rannsóknum á íslensku malbiki í víðum skilningi. Á undanförunum árum hafa komið út skýrslur um rannsóknir á íslensku malbiki sem meðal annars byggðu á prófunum í tækjabúnaði til mælinga á skriði og sliti sem komið var upp á NMÍ 2008 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 í hjólfaraprófi af SL malbiki (AC) sem tekin voru úr vegi með sögun, svo og samanburður á þeim sýnum og sams konar sýnum sem þjöppuð voru á rannsóknastofu með malbiksþjöppu (e: roller compactor). Í öðrum áfanga verkefnisins, var aftur tekið sýni úr vegi, að þessu sinni SMA malbik auk þess sem haldið var áfram að prófa hefðbundnar íslenskar malbiksgerðir. Einnig voru sýni prófuð í Prall-slitþolstæki með tilliti til sliteiginleika. Í þriðja áfanga var framhald á prófunum á hefðbundnum malbiksblöndum með tilliti til skrið- og sliteiginleika, aðallega á aðsendum sýnum, þjöppuðum á rannsóknastofu. Í fjórða áfanga var áhersla lögð á prófanir á áhrifum fínefnahluta og fínefnagerðar í malbiki á skriðeiginleika þess. Í fimmta áfanga er fjallað um áhrif fínefnainnihalds og bikmagns á skriðeiginleika malbiks. Einnig er þar borin saman hönnuð holrýmd með Marshall aðferð og mæld holrýmd í sýnum sem prófuð höfðu verið með hjólfaraprófi. Þá er fjallað um slit- og skriðeiginleika malbiks sem tekið var úr tilraunaköflum á Bústaðavegi og einnig könnuð áhrif frost/þíðu í saltlausn á slitþol malbikssýna. Í sjötta áfanga er fjallað sérstaklega um mun á niðurstöðum hjólfaraprófana eftir því hvort sýni eru þjöppuð á rannsóknastofu eða söguð plötusýni úr götu. Þá voru teknar saman allar prófanir sem gerðar höfðu verið í hjólfaratækinu, holrýmdarmælingar tengdum þeim, fínefna- og bikinnihald, svo og niðurstöður allra Prall slitþolsprófa. Í sjöunda áfanga þessa verkefnis er gerð grein fyrir helstu niðurstöðum sem fengust í MSc verkefni við HÍ varðandi áhrif íblöndunarefna á eiginleika malbiks (Katrín Þuríður Pálsdóttir 2014). Einnig var lýst sýnatöku af malbiki úr vegyfirborði með stórum kjarnabor, svo og hjólfaraprófunum á þeim sýnum. Borin voru saman mæligildi á sýnum sem tekin voru úr götu og sýnum þjöppuðum á rannsóknastofu, auk þess sem birtar voru niðurstöður norskra prófana í hjólfaratæki.

Auk þeirra skýrslna um rannsóknir á íslensku malbiki sem taldar eru upp hér að framan kom út skýrsla um áhrif fjölliðubreyttra bikbindiefna á skrið- og sliteiginleika malbiks árið 2010 og var hún hluti af námsverkefni við Háskólann í Reykjavík (Ásgeir Rúnar Harðarson 2010). Þá kom út skýrsla um niðurstöður verkefnis sem fjallaði um áhrif bikgerðar (mælt með stungudýptarmælingu) 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.

Helsti styrktaraðili verkefnisins malbiksraunir undanfarinna ára er Rannsóknasjóður Vegagerðarinnar, en einnig hefur Reykjavíkurborg, Malbikunarstöðin Höfði og Malbikunarstöðin Hlaðbær-Colas tekið á sig kostnað við einstaka verkþætti í gegn um tíðina.

Í gegn um tíðina hafa fjölmargir setið í verkefnishópum um malbiksrannsóknir. Frá Vegagerðinni hafa Birkir Hrafn Jóakimsson, Einar Gíslason, Gunnar Bjarnason og Jón Magnússon verið í verkefnishópi, en auk þeirra hafa Erla María Hauksdóttir, Hafsteinn Hilmarsson og Sigurlaug María Hreinsdóttir hjá Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Halldór Torfason hjá Malbikunarstöðinni Höfða, Sigbór Sigurðsson hjá Malbikunarstöðinni Hlaðbæ-Colas og Theodór Guðfinnsson hjá Reykjavíkurborg verið í verkefnishópum. Pétur Pétursson er verkefnisstjóri.

Þess má geta að ákveðið var að sækja um styrk til þess að safna saman öllum gögnum um rannsóknir á íslensku malbiki síðasta áratug og taka saman niðurstöður fyrri áfanga í eina skýrslu. Þar verður lagt mat á hverju rannsóknirnar hafa skilað í formi efnisgerða, framleiðslu, útlagnar og endingar malbiks. Segja má að þar með verði þessu yfirgripsmikla rannsóknaverkefni skilað inn í einni heild.

2 Samanburður á hjólfaramyndun í íslensku og norsku malbiki

Skriðpróf í hjólfarataeki, 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 heldur tekin úr götu eða þjöppuð á rannsóknastofu. Tæki til þjöppunar á heitum malbikssýnum sem passa í hjólfarataekið 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 eða kjarna er komið fyrir í skápnunum og sýnið látið 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 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. Þess má geta hér að Norðmenn prófa sitt malbik við 50°C, en hitastigið er valkvætt milli landa. Niðurstöður prófsins er hægt að setja fram með 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).

2.1 Hjólfaraprófanir fyrri áfanga

Í áfanga VIII voru malbikssýni af tveimur íslenskum malbiksgerðum sem þjöppuð höfðu verið í malbiksþjöppu á NMÍ prófuð hjá norsku vegagerðinni í Þrándheimi og hjá NMÍ. Við samanburðinn er helst litið til annars vegar TRD (e: Total Rut Depth), eða heildarhjólfaradýpt eftir 10.000 umferðir og WTS (e: Wheel Tracking Slope) sem er hjólfaramyndun fyrir hverjar 1000 umferðir, síðustu 5.000 umferðirnar. Helstu niðurstöður þess samanburðar voru að báðar malbiksblöndurnar komu nokkuð vel út í báðum hjólfarataekjunum hvað hjólfaradýpt varðar (TRD), þó ívið betur í norska tækinu. Það var þó áberandi að malbikssýnin skriðu meira áfram allan prófunarferilinn (WTS) í íslensku mælingunni en þeirri norsku.

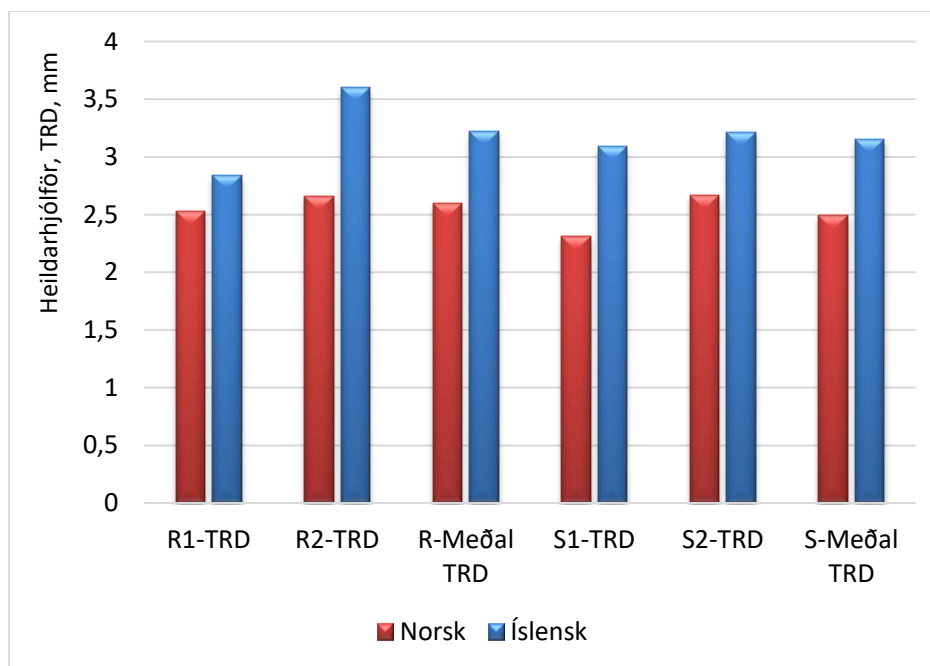
Sýni sem prófuð voru í áfanga VIII voru fengin hjá malbikunarstöðvunum MHC og Höfða og þau þjöppuð í malbiksþjöppu NMÍ, fjórar plötur af hvorri gerð. Tvær plötur af sömu gerð voru síðan sendar til Noregs og hinar tvær prófaðar hjá NMÍ. Báðar malbiksgerðirnar voru með PG 70/100 biki.

Helstu niðurstöður samanburðarprófana á tveimur gerðum malbiks sem þjappaðar voru í malbiksþjöppu NMÍ og prófaðar þar og í Noregi koma fram í töflu 2.1. Taflan sýnir stök mæligildi fyrir hvort sýni, svo og meðaltalið. Um er að ræða annars vegar TRD (e: Total Rut Depth), eða heildarhjólfaradýpt eftir 10.000 umferðir og WTS (e: Wheel Tracking Slope) sem er hjólfaramyndun fyrir hverjar 1000 umferðir, síðustu 5.000 umferðirnar.

Tafla 2.1 Niðurstöður samanburðarprófana á tveimur gerðum malbiks R og S

	R1 TRD	R2 TRD	R Meðal	R1 WTS	R2 WTS	R Meðal	S1 TRD	S2 TRD	S Meðal	S1 WTS	S2 WTS	S Meðal
Norsk	2,53	2,66	2,595	0,04	0,03	0,035	2,31	2,67	2,49	0,04	0,04	0,04
Íslensk	2,84	3,60	3,22	0,056	0,068	0,062	3,09	3,21	3,15	0,084	0,09	0,087

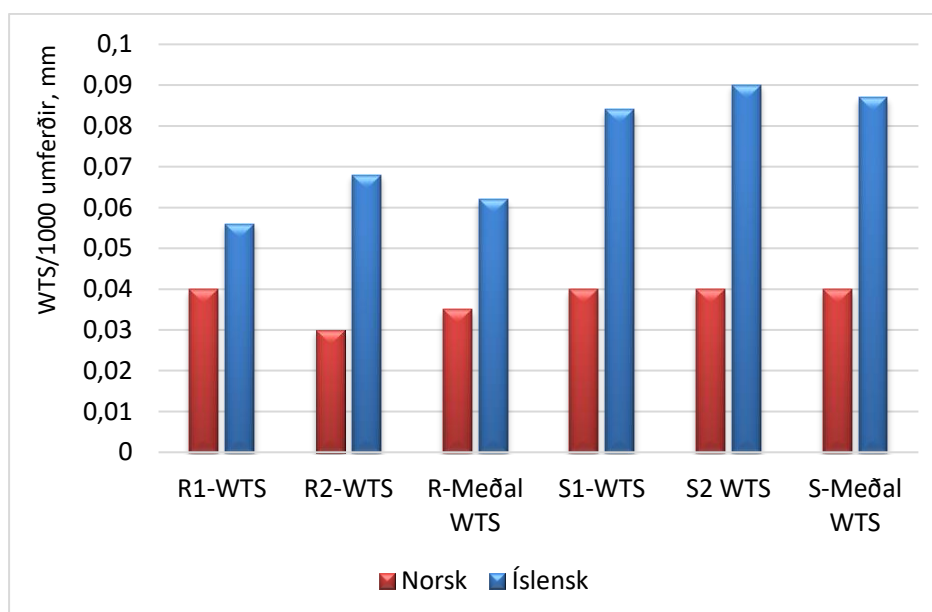
Mynd 2.1 sýnir stök TRD gildi fyrir hvora malbiksgerð, svo og meðaltölin úr sitt hvoru hjólfaratækinu.



Mynd 2.1 Stök TRD gildi fyrir hvora malbiksgerð og meðaltöl úr sitt hvoru hjólfaratækinu

Myndin sýnir að íslensku hjólfaragildin eru heldur hærri en þau norsku, en samt ber að geta þess að öll gildin mælast undir 4 mm í TRD, sem er með því lægsta sem mælst hefur í íslensku malbiki, en þar munar mest um að bikið er tiltölulega hart, PG 70/100. Munurinn á heildarhjólförum milli tækja er 0,6 og 0,7 mm að meðaltali, sem ekki getur talist mikill munur, en þó að öllum líkindum marktækur, þar sem bæði hlutasýni beggja gerða mælast hærri í íslenska tækinu.

Hjólframmyndun fyrir hverjar 1000 umferðir, síðustu 5000 umferðirnar, sem sagt WTS gildin eru á sömu leið og jafnvel enn meira áberandi hversu mikill munur er milli tækja, sjá mynd 2.2.



Mynd 2.2 Hjólframmyndun fyrir hverjar 1000 umferðir, síðustu 5000 umferðirnar

Það kom fram umtalsverður munur á WTS gildunum milli tækja og/eða meðhöndlunar sýna, þar sem mjög lítil hjólframmyndun átti sér stað í norska tækinu á hverjum 1000 umferðum, síðustu 5000 umferðirnar. Það virðist eiga við báðar gerðir malbiks í norska hjólfaratækinu, sem sagt SMA16 (R sýni) og SL16 (S sýni) og liggja gildin nálægt 0,04 mm í öllum tilfellum. Íslensku gildin liggja mun hærra, þ.e.a.s. hjólframmyndun er mun meiri eftir 5000 umferðir í íslenska tækinu en því norska. Einnig virðist vera munur á malbiksgerðunum í íslenska tækinu, þar sem SMA16 malbikið er með gildi um 0,06 mm en SL16 malbikið nálægt 0,09 mm. Það verður þó að benda á að gildin eru lág miðað við það sem áður hefur mælst í íslensku malbiki eða undir 0,1 mm í öllum tilfellum.

Það skal tekið fram að héraendis voru malbiksplötur pröfaðar við 45°C en í Noregi við 50°C í fyrri áfanga, en að öllu jöfnu veldur aukið hitastig meiri hjólframmyndun, eins og fram hefur komið, m.a. í áfangaskýrslu I þessa verkefnis. Því eru lægri mæligildi á sýnum sem prófuð voru í Noregi enn meira sláandi en ef hitastig hefði verið það sama á báðum stöðum.

2.2 Hjólfaraprófanir 2016 – malbiksgerðir og útfærslur

Segja má að ákveðnum spurningum hafi verið ósvarað varðandi munur á mæligildum eftir síðasta áfanga, auk þess sem til hafði staðið að mæla einnig norsk sýni, þótt ekki hafi orðið af því þá. Til dæmis var ekki hægt að útloka að mismunandi tækjabúnaður hafi haft áhrif á niðurstöður og/eða aðbúnaður og stærð sýna, hitastýring og fleira þess háttar. Því þótti mikilvægt að fara í frekari samanburð með fleiri malbiksgerðum frá báðum löndunum á sýnum teknum úr götu með kjarnaborun.

Í þessum áfanga voru tekin kjarnasýni úr götu af tveimur malbiksgerðum, bæði í Noregi og í Reykjavík og þau prófuð í hjólfaraprófi á báðum stöðum, þ.e.a.s. í sitt hvorum tækjabúnaðinum.

Íslensku kjarnarnir voru teknir með kjarnabor sem var 30 cm í þvermál og þeir sagaðir niður í 50 mm þykkt. Norsku kjarnarnir voru hins vegar 20 cm í þvermál og sagaðir niður í um 35 mm þykkt. Útbúin voru sérstök mót fyrir hvora stærð kjarnasýna úr plexigleri. Ákveðið var í samráði við norsku Vegagerðina (Einar Aarsprong) að prófa íslensku sýnin við 45°C í báðum hjólfaratækjunum og norsku sýnin við 50°C í báðum tækjunum. Helstu upplýsingar um malbiksberðirnar sem um ræðir eru sýndar í töflu 2.2. Eins og sjá má á töflunni eru öll sýnin af gerðinni AC11 og er kornadreifing sýnanna sýnd í töflu 2.3 og á mynd 2.3.

Tafla 2.2 Upplýsingar frá framleiðanda um eiginleika malbiks

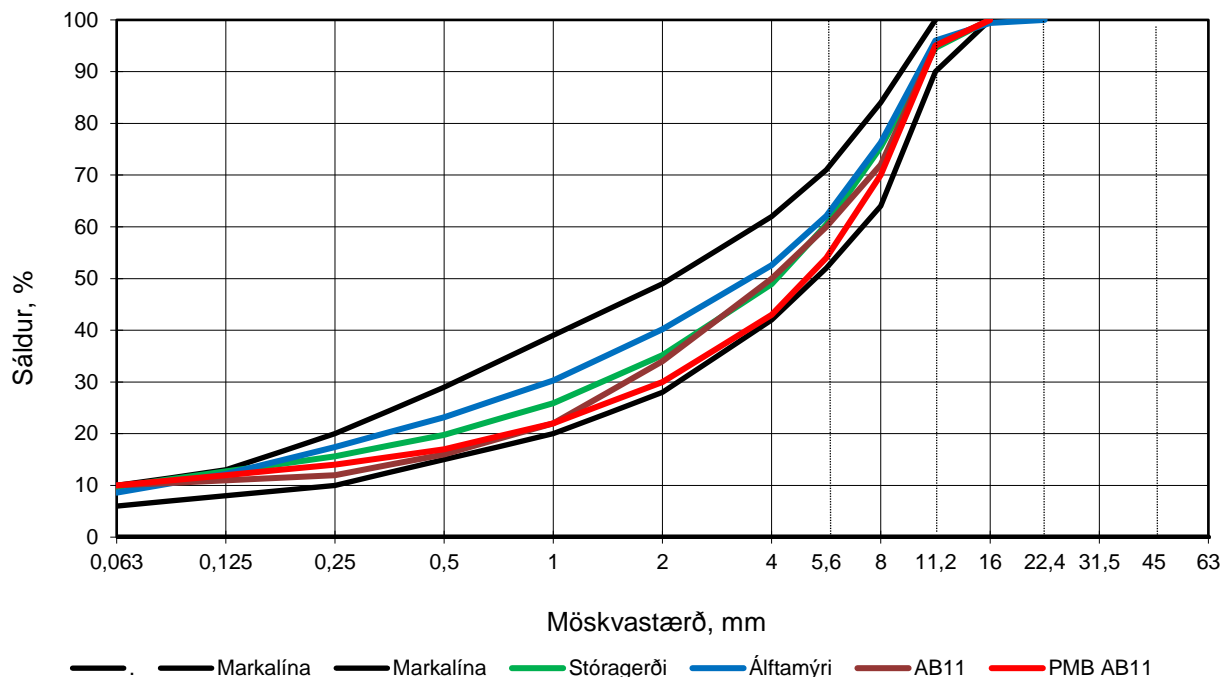
Eiginleiki	Álftamýri	Stóragerði	NO-AB11	NO-PMB AB11
Gerð, steinefni	HÁ AC11-Seljadalur	MS AC11-Seljadalur	NO AC11-Ottersbo	NO AC11-PMB Ramlo Sjöla
Stungudýpt (PG)	70/100	160/220	70/100	40/100-75
Bindiefnismagn, %	5,99	5,84	5,9	5,4
Teor. rúmþyngd, Mg/m ³	2,611	2,625	2,503*	2,728
Rúmþyngd kjarna, Mg/m ³	2,587	2,598	2,398	2,669
Holrýmd, %	0,9	1,0	4,2	2,1
Bikfyllt holrýmd, %	94,4	93,6	76,9	76,9

* Mælingar norsku vegagerðarinnar eru mun hærrí en mælingar framleiðanda, eða 2,75 Mg/m³ fyrir AC11 Ottersbo.

Kornadreifing malbikssýnanna eins og hún er gefin upp af framleiðendum malbiksins er sýnd í töflu 3.3 og á mynd 3.3. Eins og sjá má er kornadreifingin innan markalína fyrir AC11 malbik, en þó er fínefni alveg við efri mörk í öllum tilfellum.

Tafla 2.3 Kornadreifing malbiksgerða, hluti (%) sem smýgur viðkomandi sigti

Sigti mm	Stóra-gerði	Álfta-mýri	NO AB11	NO PMB AB11
0,063	10	9	10	10
0,125	13	12	-	-
0,25	16	17	12	14
0,5	20	23	-	-
1	26	30	22	22
2	35	40	34	30
4	49	53	50	43
5,6	60	62	-	-
8	75	76	72	70
11,2	95	96	95	95
16	100	99	100	100
22,4	-	100	-	-



Mynd 2.3 Kornadreifing malbiksgerða og markalínur fyrir AC11 malbik

2.3 Samanburðarprófanir 2015 og 2016 – samantekt

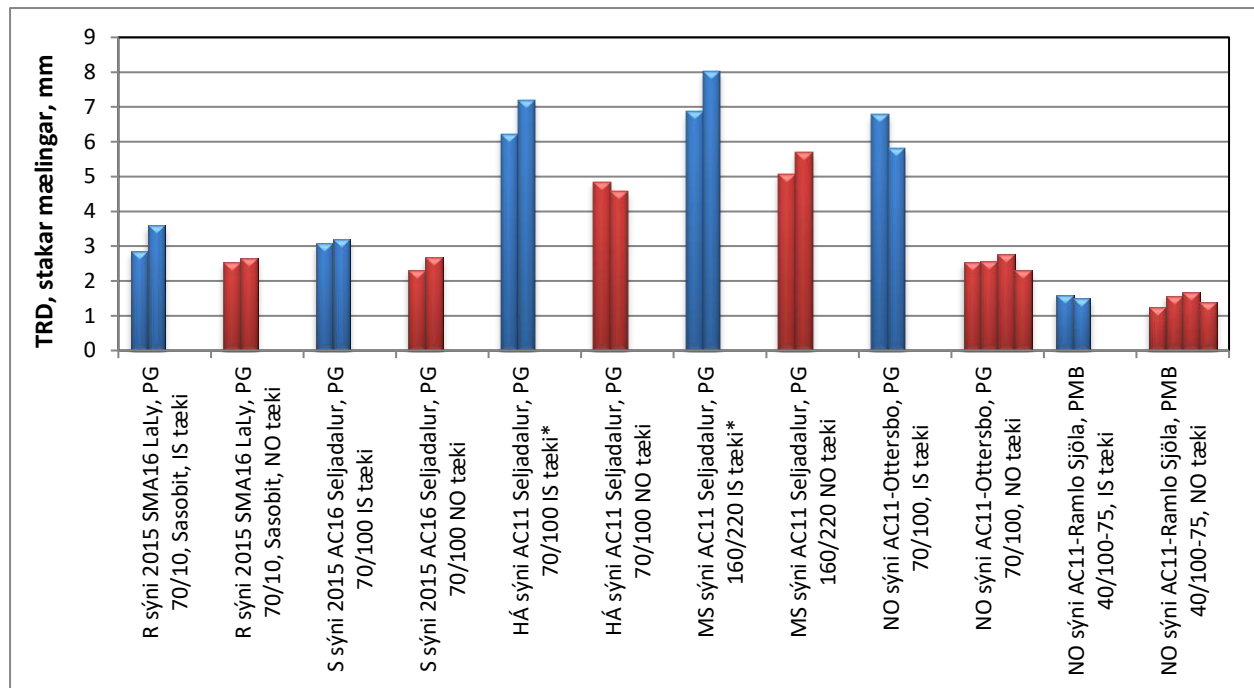
Nú hafa verið prófaðar alls sex malbiksgerðir í samanburðarmælingum milli rannsóknastofa, bæði í Noregi og hérlendis, sem sagt tvær gerðir í áfanga VIII og fjórar gerðir nú. Niðurstöður prófana mælt sem heildarhjólfaradýpt eru sýndar í töflu 2.4 og á myndum 2.4 og 2.5. Það skal tekið fram að mæligildin fyrir R og S sýnin eru úr síðustu áfangaskýrslu þessa verkefnis og er ítarlegri upplýsingar um þau sýni að finna í áfangaskýrslu VIII þessa verkefnis. Eins og sjá má í töflu 2.4 og mynd 2.4 voru norsku malbikssýnin prófuð fjórum sinnum í Noregi (4 plötur af hverri gerð), en tvær plötur hérlendis eins og staðall kveður á um.

Tafla 2.4 Heildarhjólför (TRD mm) tveggja/fjögurra hlutasýna og meðaltal þeirra

Malbiksgerð	TRD 1	TRD 2	TRD 3	TRD 4	Meðaltal
R sýni 2015 SMA16 LaLy, PG 70/10, Sasobit, IS tæki	2,84	3,60			3,22
R sýni 2015 SMA16 LaLy, PG 70/10, Sasobit, NO tæki	2,53	2,66			2,60
S sýni 2015 AC16 Seljadalur, PG 70/100 IS tæki	3,09	3,21			3,15
S sýni 2015 AC16 Seljadalur, PG 70/100 NO tæki	2,31	2,67			2,49
HÁ sýni AC11 Seljadalur, PG 70/100 IS tæki*	9.69*	7,20	6,22		6,71
HÁ sýni AC11 Seljadalur, PG 70/100 NO tæki	4,84	4,59			4,72
MS sýni AC11 Seljadalur, PG 160/220 IS tæki*	10.98*	8,03	6,86		7,45
MS sýni AC11 Seljadalur, PG 160/220 NO tæki	5,08	5,69			5,39
NO sýni AC11-Ottersbo, PG 70/100, IS tæki	6,78	5,81			6,30
NO sýni AC11-Ottersbo, PG 70/100, NO tæki	2,55	2,57	2,77	2,32	2,55
NO sýni AC11-Ramlo Sjöla, PMB 40/100-75, IS tæki	1,60	1,49			1,55
NO sýni AC11-Ramlo Sjöla, PMB 40/100-75, NO tæki	1,24	1,57	1,67	1,39	1,47

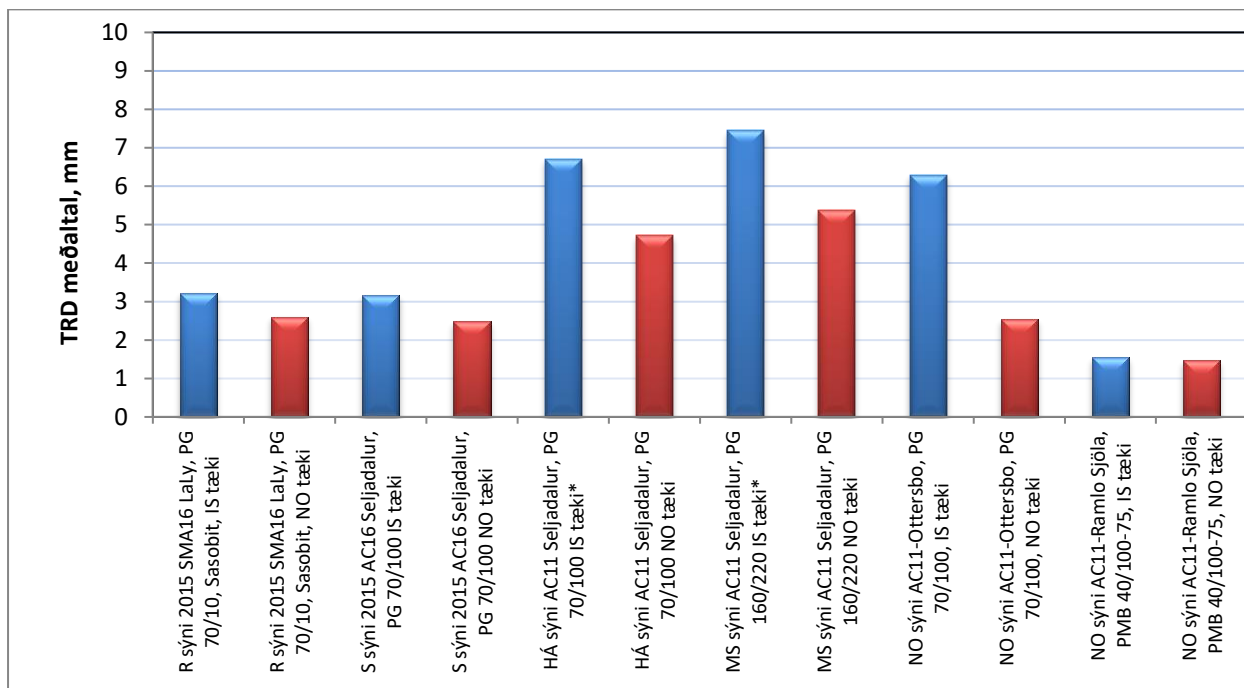
* Það skal tekið fram hér að þar sem mikill munur var á fyrstu tveimur íslensku hlutasýnunum sem prófuð voru á NMÍ, var þriðji kjarninn prófaður af báðum malbiksgerðum þar. Mælingar á þriðja kjarnanum var í báðum tilfellum nær lægra gildinu af þeim tveimur sem lágu fyrir og því var hæstu mælingunni hent og hún ekki notuð með í meðaltali. Í HÁ sýninu var háa TRD gildið 9,69 mm og í MS sýninu mældist háa gildið TRD 10,98. Þessi gildi eru meðhöndluð sem útlagar og eru ekki með í töflum og myndum hér.

Mynd 2.4 sýnir heildarhjólför (TRD mm) tveggja/fjögurra hlutasýna af hverri malbiksgerð.



Mynd 2.4 Heildarhjólför (TRD mm) tveggja/fjögurra hlutasýna af hverri malbiksgerð

Mynd 2.4 sýnir að í flestum tilfellum er ekki mikill munur á hlutasýnum, þó hann geti náð um 1 mm í heildarhjólförum úr íslenska tækinu. Það er hins vegar áberandi að íslensku gildin eru í öllum tilfellum hærri en þau norsku, nema í fjölliðubreytta malbikinu frá Noregi, þar sem gildin eru lág og svipuð milli landa. Mynd 2.5 sýnir samanburð á mældri meðalhjólfaradýpt milli landa.



Mynd 2.5 Samanburður á mældri meðalhjólfaradýpt á sitt hvorri rannsóknastofunni

Myndin sýnir að munur milli mælinga á meðalhjólfaradýpt er í öllum tilfellum íslensku mælingunni í óhag og í sumum tilfellum verulega. Sérstaklega má benda á íslensku kjarnasýnin sem tekin voru síðastliðið sumar (HÁ og MS), svo og norska sýnið sem er ekki með fjölleiðubreyttu biki. Þar eru íslensku gildin öll með yfir 6 mm hjólfaradýpt, en norsku gildin talsvert lægri, sérstaklega hvað varðar norska, hefðbundna AC11 sýnið með PG 70/100 biki. Hvað varðar íslensku sýnin frá síðasta sumri, verður minna skrið í kjörnum með PG 70/100 biki en sýnum með PG 160/220 biki hjá báðum prófunarstofunum eins og búast mátti við.

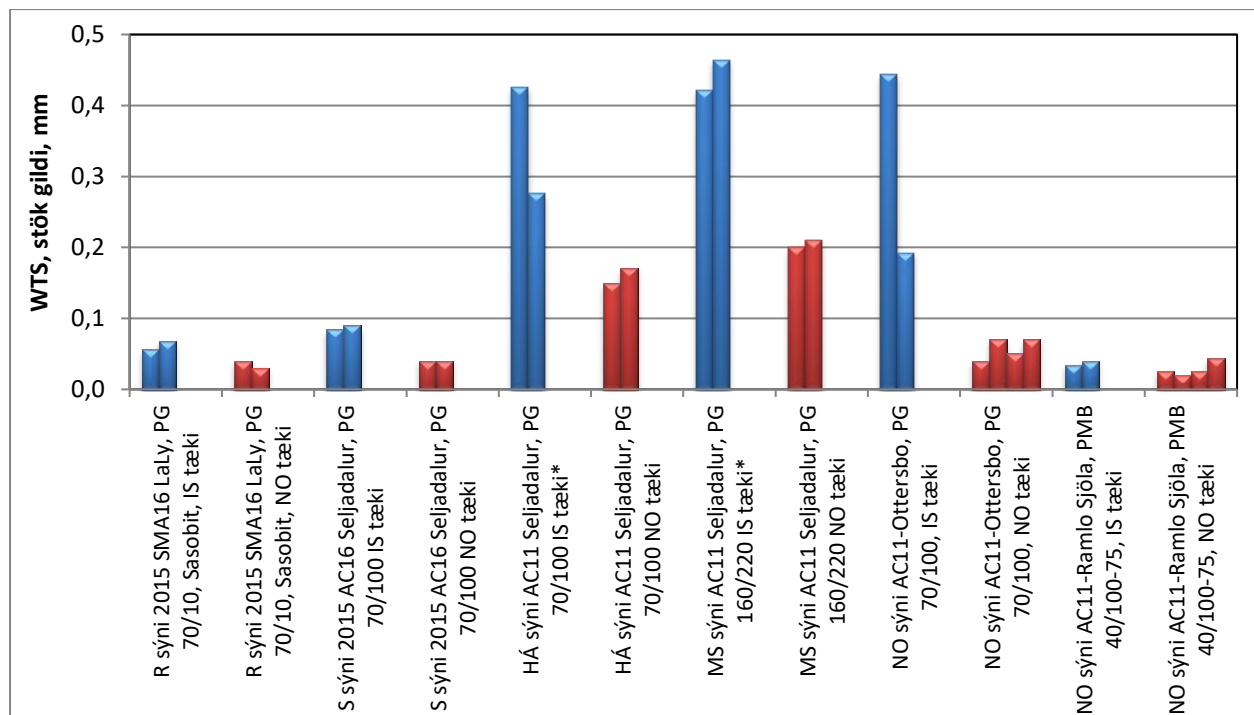
Niðurstöður prófana mælt sem hjólfaramyndun fyrir hverjar 1000 umferðir, síðustu 5.000 umferðirnar eru sýndar í töflu 2.5 og á myndum 2.6 og 2.7.

Tafla 2.5 Hjólfaramyndun (WTS mm) fyrir hverjar 1000 umferðir, síðustu 5.000 umferðirnar

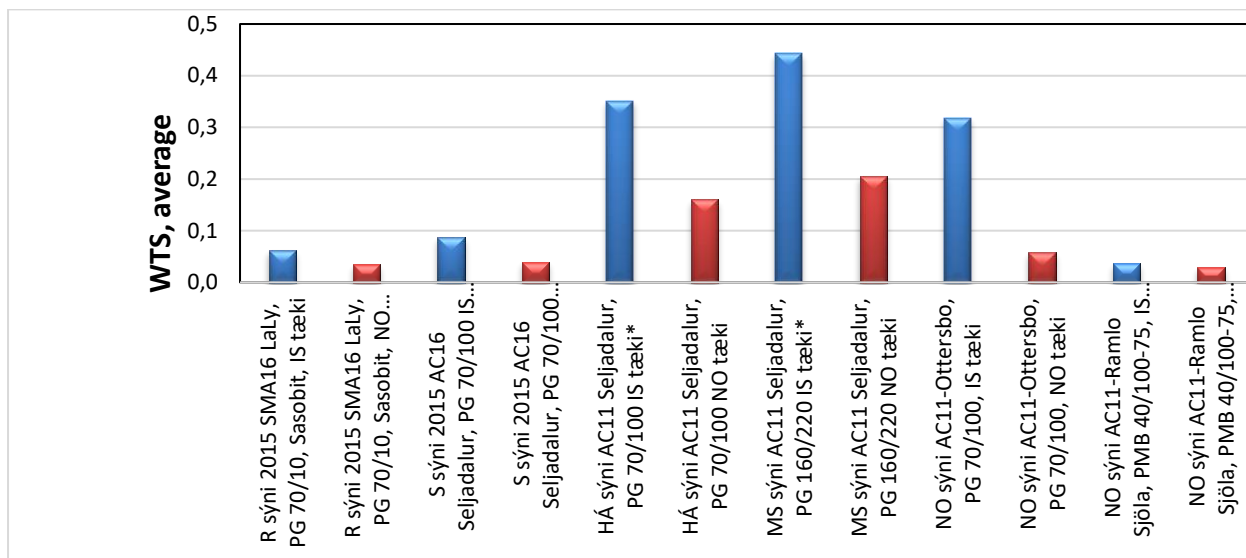
Malbiksgerð	WTS 1	WTS 2	WTS 3	WTS 4	Meðaltal
R sýni 2015 SMA16 LaLy, PG 70/10, Sasobit, IS tæki	0,056	0,068			0,062
R sýni 2015 SMA16 LaLy, PG 70/10, Sasobit, NO tæki	0,040	0,030			0,035
S sýni 2015 AC16 Seljadalur, PG 70/100 IS tæki	0,084	0,090			0,087
S sýni 2015 AC16 Seljadalur, PG 70/100 NO tæki	0,040	0,040			0,040
HÁ sýni AC11 Seljadalur, PG 70/100 IS tæki*	0.472*	0,276	0,426		0,351
HÁ sýni AC11 Seljadalur, PG 70/100 NO tæki	0,150	0,170			0,160
MS sýni AC11 Seljadalur, PG 160/220 IS tæki*	0.814*	0,464	0,422		0,443
MS sýni AC11 Seljadalur, PG 160/220 NO tæki	0,200	0,210			0,205
NO sýni AC11-Ottersbo, PG 70/100, IS tæki	0,444	0,192			0,318
NO sýni AC11-Ottersbo, PG 70/100, NO tæki	0,040	0,070	0,050	0,070	0,058
NO sýni AC11-Ramlo Sjöla, PMB 40/100-75, IS tæki	0,034	0,040			0,037
NO sýni AC11-Ramlo Sjöla, PMB 40/100-75, NO tæki	0,026	0,020	0,026	0,044	0,029

* Það skal tekið fram hér að þar sem mikill munur var á fyrstu tveimur íslensku hlutasýnunum sem prófuð voru á NMÍ, var þriðja platan prófuð. Hún reyndist í báðum tilfellum liggja nær lægra gildinu og því var hæstu mælingunni hent og hún ekki notuð með í meðaltali. Í HÁ sýninu var háa WTS gildið **0,472** mm og í MS sýninu mældist háa WTS gildið **0,814**. Þessi gildi eru meðhöndluð sem útlagar og eru ekki með í útreikningum í töflum og myndum í þessari umfjöllun.

Eins og bent hefur verið á voru norsku malbikssýnin prófuð fjórum sinnum í Noregi (4 plötur af hverri gerð), en tvær plötur héraðs eins og staðall kveður á um. Mynd 2.6 sýnir hjólfaramyndun hlutasýna fyrir hverjar 1000 umferðir, síðustu 5.000 umferðirnar (mm) og mynd 2.7 sýnir meðalgildin.



Mynd 2.6 Hjólfaramyndun hlutasýna fyrir hverjar 1000 umferðir, síðustu 5.000 umferðirnar



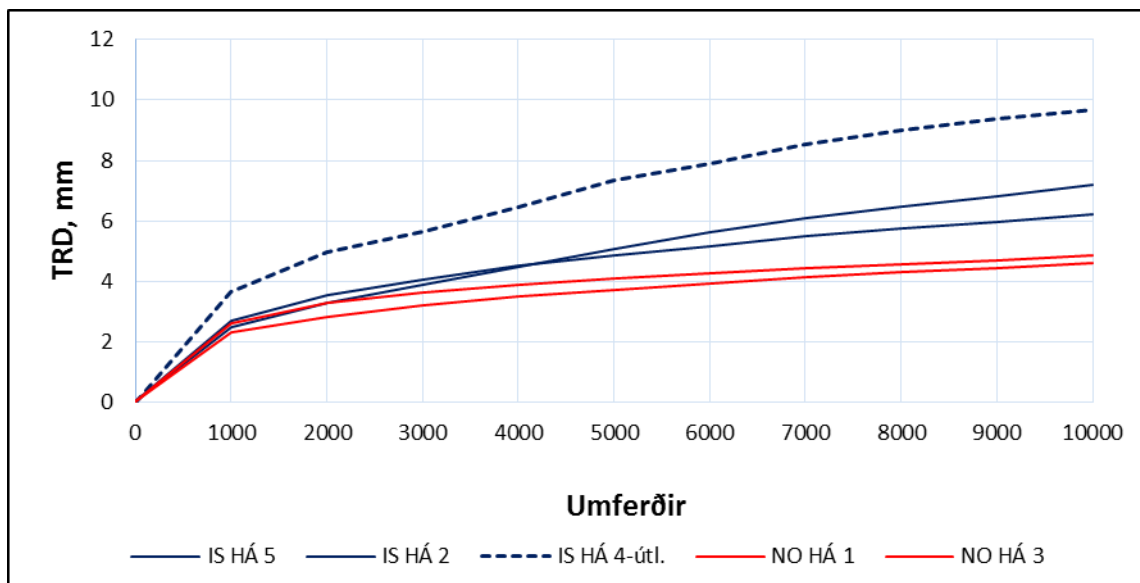
Mynd 2.7 Samanburður á meðalgildum WTS fyrir hverjar 1000 umferðir, síðustu 5.000 umferðirnar

Tafla 2.6 og myndir 2.8 til 2.12 sýna hjólfaramyndun mismunandi malbiksgerða sem fall af umferðafjölda í hjólfaratækjum NMÍ og norsku vegagerðarinnar. Tölugildin í töflunni eru mm skriðs á 1000 umferða fresti og eru íslensku mælingarnar fyrir ofan og norsku mælingarnar fyrir neðan. Athygli er vakin á því að mæligildi fyrir IS HÁ4 og IS MS4 eru meðhöndluð sem útlagar (án tölfræðilegs rökstuðnings), en svo virðist að eitthvað hafi farið úrskeiðis við keyrslu á þeim sýnum. Einnig er vakin athygli á því að norsku malbikssýnin voru prófuð fjórum sinnum í Noregi (4 plötur af hverri gerð), en tvær plötur héraðs eins og staðall kveður á um.

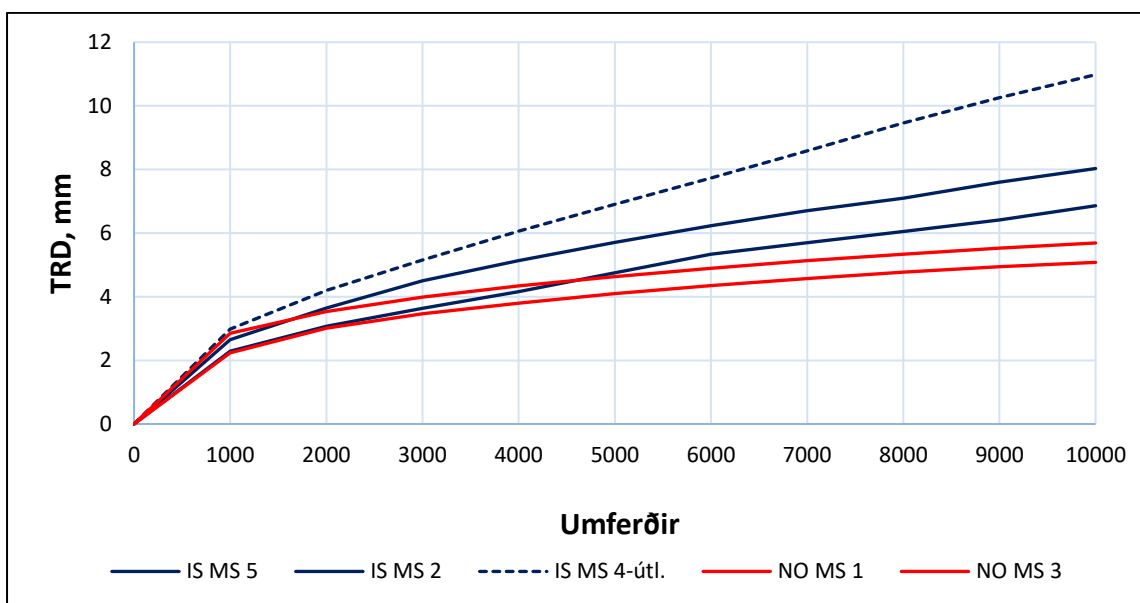
Tafla 2.6 Hjólfaramyndun mismunandi malbiksgerða sem fall af umferðafjölda

Umferðir	IS HÁ 5	IS HÁ 2	IS HÁ 4-útl.	IS MS 5	IS MS 2	IS MS 4-útl.	IS U7	IS U16	IS P 7	IS P16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	2,5	2,69	3,64	2,29	2,65	2,98	2,27	2,99	1	0,97
2000	3,27	3,56	4,98	3,07	3,65	4,2	3,03	3,58	1,16	1,07
3000	3,89	4,06	5,65	3,64	4,5	5,15	3,68	4,12	1,28	1,18
4000	4,49	4,51	6,45	4,16	5,13	6,06	4	4,54	1,3	1,25
5000	5,07	4,84	7,33	4,75	5,71	6,91	4,56	4,85	1,43	1,29
6000	5,62	5,17	7,89	5,34	6,23	7,73	4,81	5	1,43	1,29
7000	6,08	5,49	8,52	5,7	6,7	8,59	5,24	5,19	1,43	1,33
8000	6,46	5,77	8,99	6,05	7,1	9,46	5,77	5,59	1,51	1,42
9000	6,83	5,98	9,38	6,41	7,6	10,26	6,2	5,61	1,57	1,47
10000	7,2	6,22	9,69	6,86	8,03	10,98	6,78	5,81	1,6	1,49

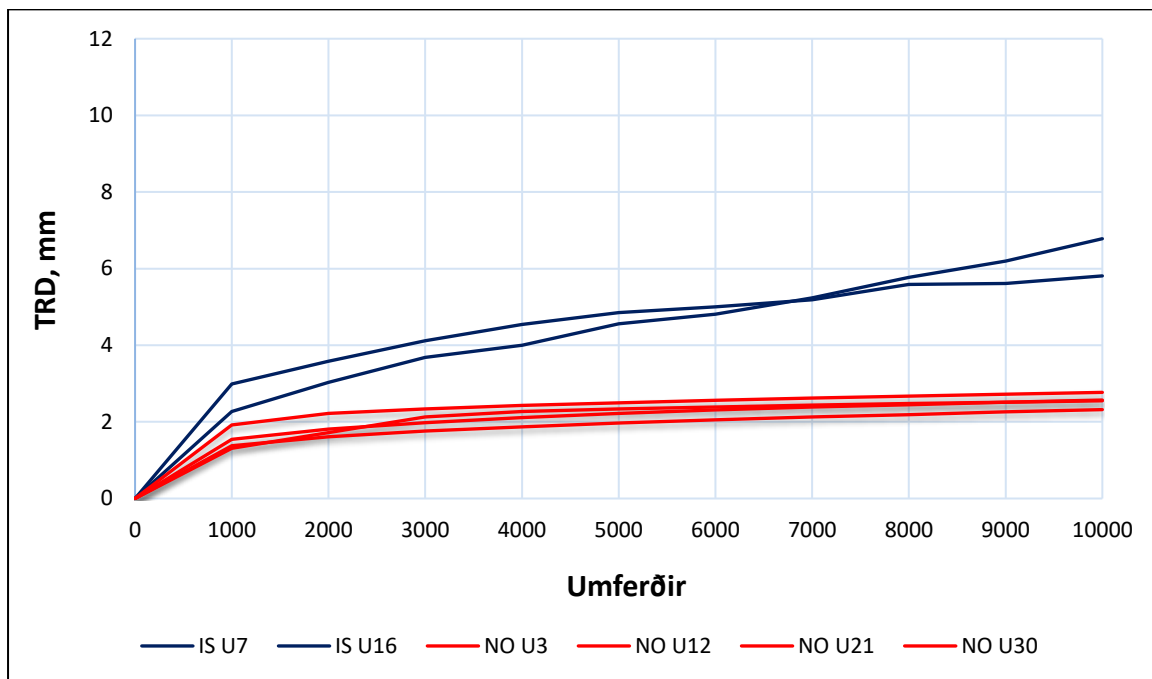
Umferðir	NO HÁ 1	NO HÁ 3	NO MS 1	NO MS 3	NO U3	NO U12	NO U21	NO U30	NO P3	NO P12	NO P21	NO P30
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	2,6	2,29	2,24	2,85	1,31	1,54	1,92	1,38	0,84	1,05	1,24	0,78
2000	3,27	2,83	3,01	3,53	1,72	1,81	2,22	1,61	0,96	1,22	1,38	0,92
3000	3,62	3,2	3,46	3,99	2,13	1,98	2,34	1,76	1,03	1,34	1,46	1,03
4000	3,88	3,49	3,8	4,34	2,27	2,11	2,43	1,87	1,08	1,42	1,51	1,1
5000	4,09	3,73	4,1	4,63	2,34	2,22	2,5	1,97	1,11	1,47	1,54	1,17
6000	4,27	3,93	4,35	4,89	2,39	2,31	2,56	2,05	1,14	1,5	1,58	1,22
7000	4,43	4,12	4,57	5,13	2,44	2,39	2,62	2,13	1,16	1,52	1,6	1,27
8000	4,57	4,29	4,77	5,34	2,48	2,45	2,67	2,19	1,18	1,54	1,62	1,32
9000	4,71	4,44	4,94	5,53	2,51	2,51	2,72	2,26	1,23	1,56	1,66	1,35
10000	4,84	4,59	5,08	5,69	2,55	2,57	2,77	2,32	1,24	1,57	1,67	1,39



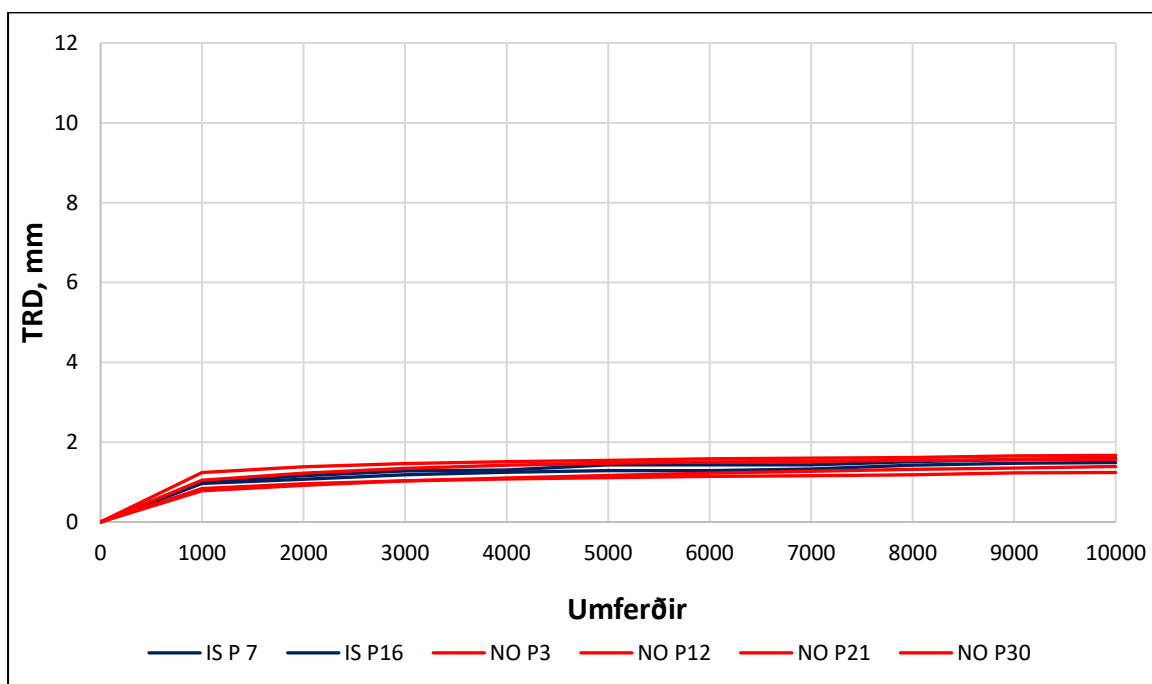
Mynd 2.8 Hjólfaramyndun í íslensku AC11 malbiki með PG 70/100 biki



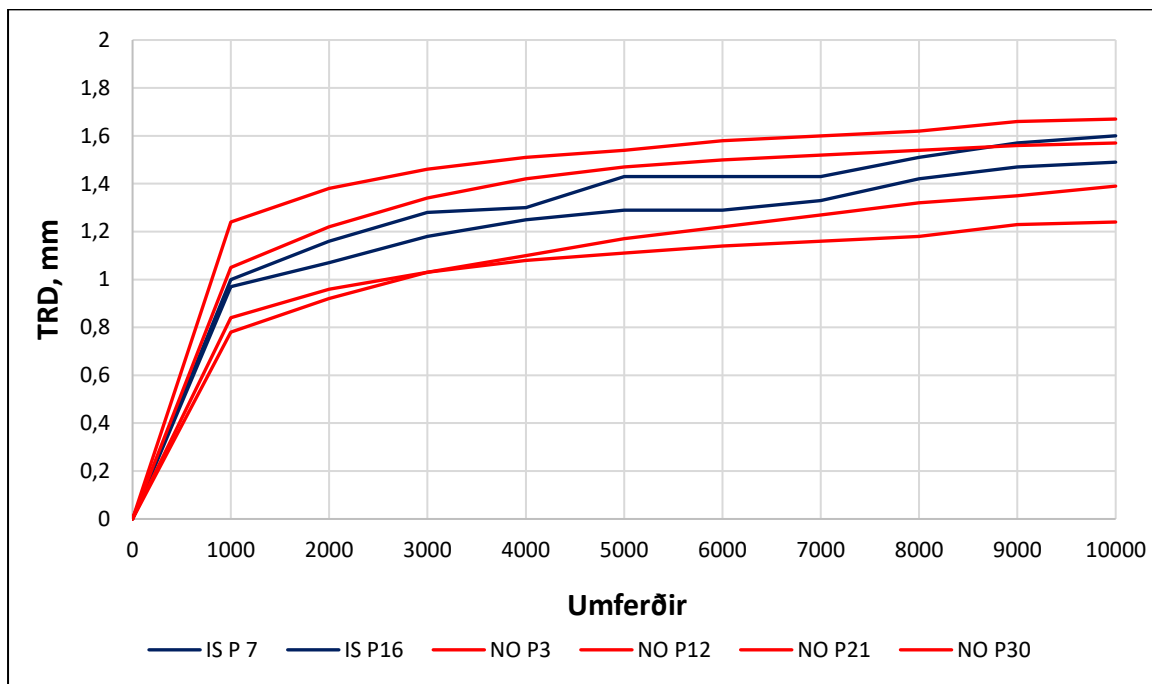
Mynd 2.9 Hjólfaramyndun í íslensku AC11 malbiki með PG 160/220 biki



Mynd 2.10 Hjólfaramyndun í norsku AC11 malbiki með PG 70/100 biki



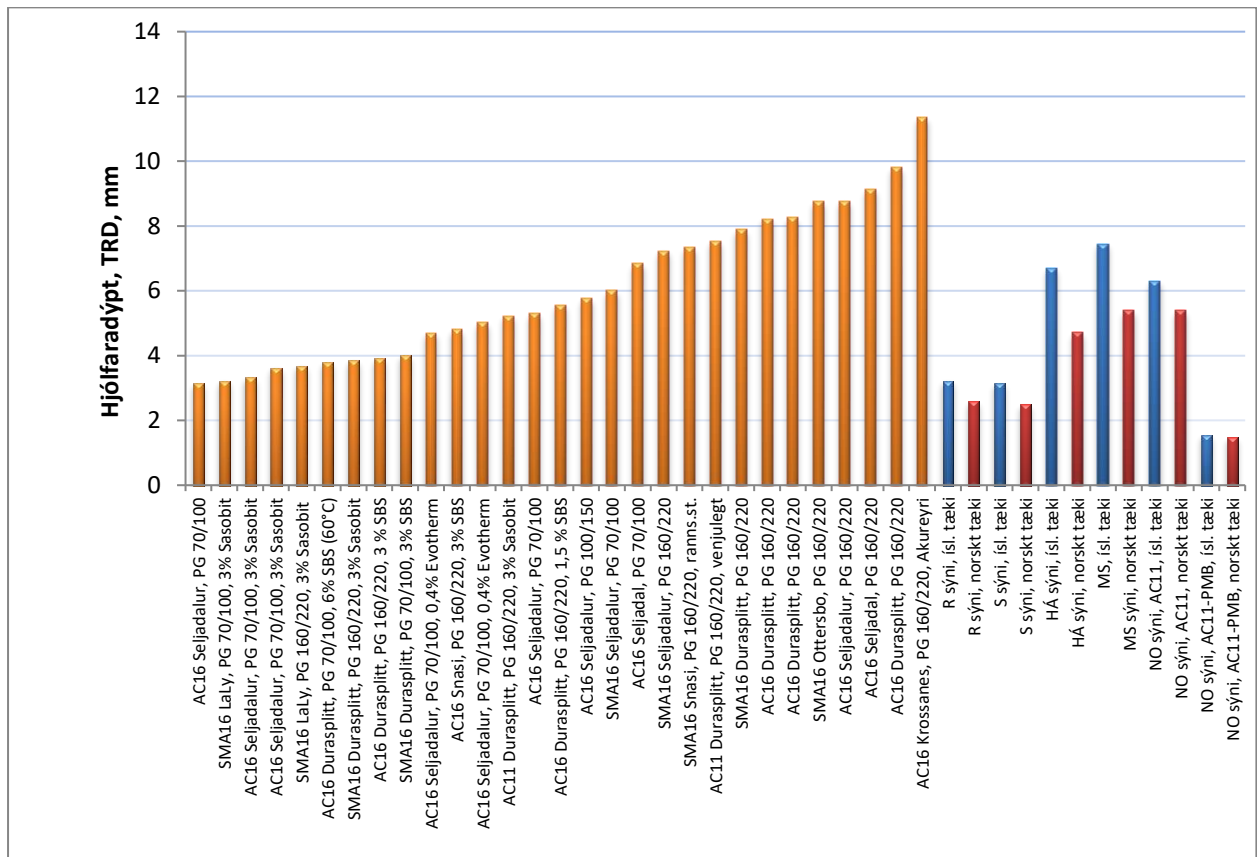
Mynd 2.11 Hjólfaramyndun í norsku AC11 malbiki með fjölliðubiki, SBS



Mynd 2.12 Sama mynd og 2.11, en með breyttum mælikvarða á Y-ás

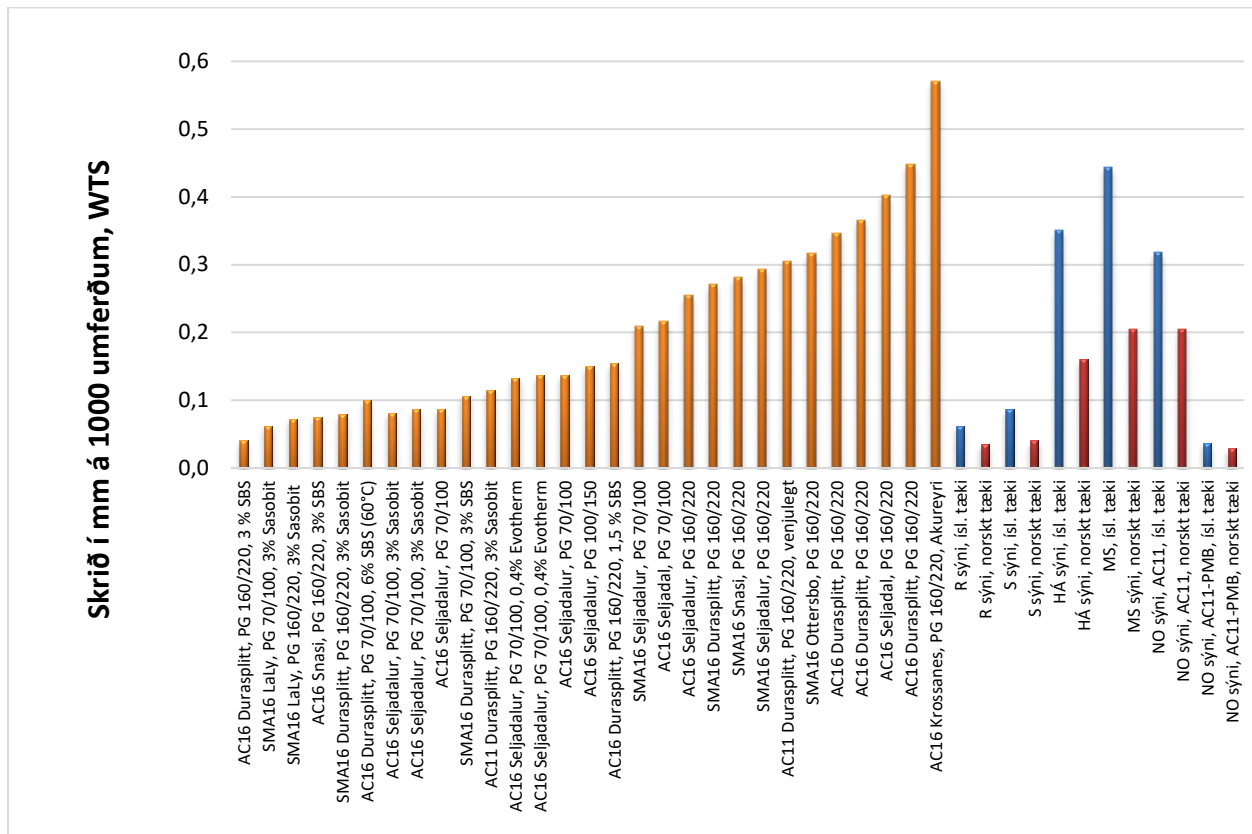
Það kemur greinilega fram á myndum 2.8, 2.9 og 2.10 að íslensku gildin eru hærri en þau norsku í hefðbundnum malbiksgerðum. Hins vegar eru gildin alveg sambærileg í fjölliðubreytta malbikinu (SBS) eins og fram kemur á myndum 2.11 og 2.12 og eru öll gildin þar mjög lág, eða vel innan við 2 mm heildarskrið.

Mynd 2.13 sýnir hjólfaramyndun, TRD, á sýnum sem mæld hafa verið hérlandis á undanförunum árum (orange súlur), svo og samanburðarmælingarnar (íslenskt tæki bláar súlur og norskt tæki rauðar súlur).



Mynd 2.13 Hjólfaramyndun, TRD, samanburðargildin blá og rauð

Mynd 2.14 sýnir hjólfaramyndun við hverjar 1000 umferðir síðustu 5000 umferðirnar í hjólfaraprófinu á sýnum sem mæld hafa verið hérlendis á undanförunum árum (orange súlur), svo og samanburðarmælingarnar (íslenskt tæki bláar súlur og norskt tæki rauðar súlur).



Mynd 2.14 Hjólfaramyndun við hverjar 1000 umferðir síðustu 5000 umferðirnar (WTS), samanburðargildin blá og rauð

Það er ljóst af myndum 2.13 og 2.14 að niðurstöður þessara samanburðarrannsókna setja sýnin sem prófuð voru í þessari rannsókn, bæði á meðal allra bestu gilda sem mælst hafa í íslensku malbiki, þ.e.a.s. R og S sýnin úr fyrri áfanga (bæði með PG70/100 bik), svo og norska sýnið með SBS fjölliðu. Malbiksgerðirnar HÁ (PG70/100) og MS (PG160/220) fá bæði frekar há TRD og WTS gildi, sérstaklega í íslenska tækinu, svo og norska hefðbundna AC malbikið (PG70/100). Því verður að segjast að sá kerfisbundni munur sem kemur fram á norskum og íslenskum hjólfaramælingum, þar sem íslensku gildin eru hærri en þau norsku, gerir það illmögulegt að heimfæra norskar kröfur beint sem íslenskar kröfur.

Ekki er hægt að skýra með vissu hvað veldur því að malbikssýnin sem prófuð voru í þessari samanburðarrannsókn mælast með minni hjólfaramyndun í Noregi en hérlendis í öllum tilfellum nema SBS malbikinu sem fær mjög lág gildi. Líklegt er að Norðmenn pakki betur með hliðum malbiksplötunnar, t.d. með gífsi eða á annan hátt. Verklagsreglum hefur nú verið breytt á NMÍ varðandi allan stuðning við sýni við prófun, þannig að ákvæðum prófunarstaðalsins varðandi undirbúning sýna fyrir próf sé fylgt betur eftir en var í þessari samanburðarrannsókn.

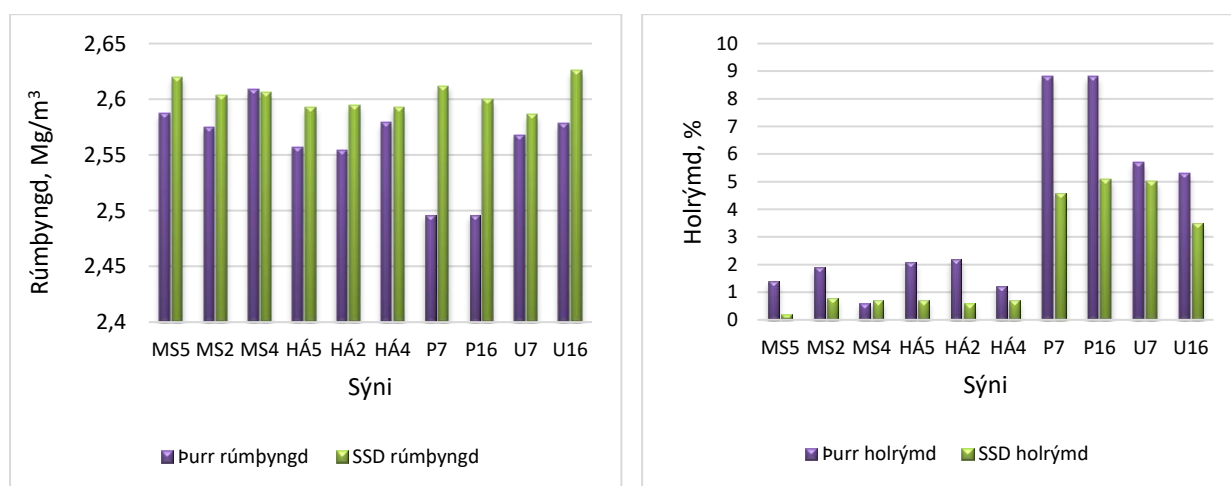
2.4 Rúmþyngdar- og holrýmdarmælingar

Eins og venja er til hefur NMÍ gert ýmsar mælingar á sýnunum sem prófuð eru með hjólfaraprófi. Helstu mælingar eru settar fram í töflu 2.7. Það skal tekið fram að upplýsingar um max. rúmþyngd (e: theoretical maximum density) íslensku sýnanna eru fengnar frá framleiðanda þeirra (Höfða), en voru mældar sérstaklega á NMÍ á norsku kjörnunum P34 og U34 (merkt aukamæling í töflu). Þessi breyta hefur áhrif á það gildi sem fæst við útreikning á holrýmd í viðkomandi malbiki. Einnig má benda á að gefnar eru upplýsingar um sýni sem voru bæði mæld og prófuð í hjólfaratæki, en þær niðurstöður svo ekki notaðar í útreikningum, þar sem þær voru dæmdar ómarktækar (merkt útlagi í töflu).

Tafla 2.7 Mælingar hjá NMÍ á sýnum sem prófuð voru í hjólfaratæki

Sýni	útlagi			útlagi			aukamæling			aukamæling		
	MS5	MS2	MS4	HÁ5	HÁ2	HÁ4	P7	P16	P34	U7	U16	U34
Max. rúmþyngd, Mg/m ³	2,625	2,625	2,625	2,611	2,611	2,611	2,738	2,738	2,738	2,722	2,722	2,722
Þyngd kjarna, kg	9,002	8,803	8,881	8,696	8,916	8,943	2,84	2,98		2,757	2,728	
Þykkt kjarna, mm	52,23	51,20	51,90	50,72	52,13	52,21	36,30	38,03		33,98	33,38	
Rúmmál kjarna, cm ³	3480	3418	3404	3400	3491	3468	1138	1196		1074	1058	
Þurr rúmþyngd, Mg/m ³	2,587	2,575	2,609	2,557	2,554	2,579	2,496	2,496		2,568	2,578	
Holrýmd (þurr), %	1,4	1,9	0,6	2,1	2,2	1,2	8,8	8,8		5,7	5,3	
TRD, mm	6,86	8,03	10,98	7,20	6,22	9,69	1,60	1,49		6,78	5,81	
WTS, mm/1000 umferðir	0,422	0,464	0,814	0,426	0,276	0,472	0,034	0,040		0,444	0,192	
SSD rúmþyngd, Mg/m ³	2,62	2,604	2,606	2,593	2,595	2,593	2,612	2,600	2,608	2,586	2,626	2,623
SSD holrýmd, %	0,2	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	4,6	5,1	4,8	5,0	3,5	3,6

Það sést á töflunni að max. rúmþyngd er nokkuð lægri í íslensku malbiksgerðunum en norsku gerðunum. Ekki er gott að vita á þessu stigi hvað veldur þessum mun, en líklega hefur íslenska steinefnið (Seljadalur) að öllum líkindum hærri kornarúmþyngd en bæði norsku steinefnin (Ottersbo og Ramlo Sjöla), sem ætti þá að virka í hina áttina. Þurr rúmþyngd mælist lægri en SSD rúmþyngd (e: saturated surface dried) í öllum tilfellum nema einu (þ.e.a.s. útlaganum MS4) og holrýmd reiknast hærri í öllum tilfellum nema MS4, sjá mynd 2.15 a) og b).



Mynd 2.15 a) og b) Samanburður á rúmþyngdarmælingum og holrýmdarmælingum

Það má benda á að almennt séð er ekki mikill munur á rúmþyngdarmælingum milli malbiksgerða og liggja þær flestar á bilinu 2,55 til 2,63 Mg/m³ með báðum mæliaðferðunum. Þó sker norska

malbiksgerðin með fjölliðu sig nokkuð úr þar sem þurr rúmþyngd er talsvert lægri en annarra gerða, eða rétt undir 2,5 Mg/m³. Að sama skapi sker sú malbiksgerð sig einnig úr hvað varðar reiknaða þurra holrýmd, sem er óvenjuhá, eða 8,8%. Að öðru leyti má benda á að holrýmd í norskum kjörnum mælist talsvert hærrí en í íslenskum kjörnum hjá NMÍ.

Frekari túlkanir á samanburði rúmþyngdar- og holrýmdarmælingum, auk annars samanburðar á norskum og íslenskum hjólfaraprófunum bíður nú þess að upplýsingar frá Noregi birtist í skýrslu. Reiknað er með að sú skýrsla verði gefin út á þessu ári með upplýsingum um samanburð á nokkrum fjölda hjólfaratækja í Noregi, þar sem íslensku prófanirnar verða hafðar með, skv. upplýsingum frá norsku vegagerðinni í Þránheimi.

3 Átak til að innleiða prófanir á filler-eiginleikum í malbiki

3.1 Fyrri rannsóknir

Eins og fram hefur komið í inngangi var leitað til tveggja stærstu framleiðenda malbiks á höfuðborgarsvæðinu um að safna fillersýnum við framleiðslu malbiks á síðasta ári og var rúmþyngd og holrýmnd þeirra sýna mæld hjá Nýsköpunarmiðstöð Íslands. Dæmi um fillersýni eru sýnd á mynd 3.1.

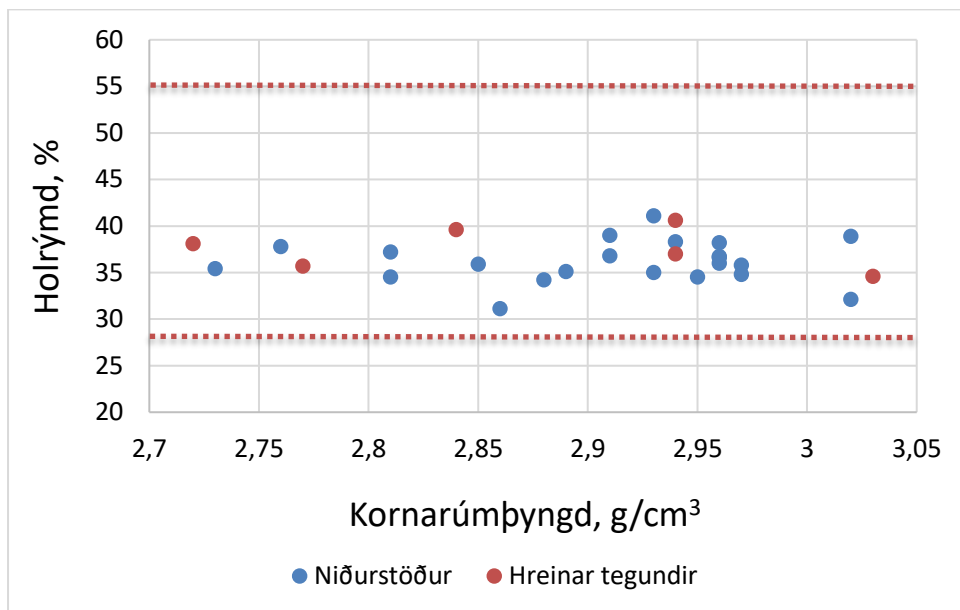


Mynd 3.1 Áferð og litur mismunandi fillersýna sýnir að þau eru af mismunandi gerðum

Sýnin sem tekin voru á mismunandi tímum eru allt frá því að vera svört yfir í að vera mjög ljós á litinn og það er ljóst af ásýnd fillersýnanna að þau eru af mismunandi uppruna. Sýnin á myndinni eru frá MHC og má t.d. benda á að sýni merkt nr. 5 er frá Jökulsá og sýni 13 er frá Kleifaheiði, önnur eru tekin úr stöðinni í Hafnarfirði.

Notast var við prófunaraðferðina ÍST EN 1097-4, sem sagt Rigden aðferð til að mæla holrýmnd fillersýnanna og ÍST EN 1097-7 til að mæla rúmþyngd þeirra, sbr. áfangaskýrslu VIII þessa verkefnis.

Mynd 3.2 sýnir mæld gildi á kornarúmþyngd og holrýmnd fínafna sem algengt er að notuð séu í malbik hér á landi, mestmegnis á höfuðborgarsvæðinu. Það vekur athygli að holrýmndin mælist á nokkuð þröngu bili í öllum sýnunum, en kornarúmþyngdin er talsvert breytileg.



Mynd 3.2 Kornarúþyngd og holrýmd fínefna sem algengt er að nota í malbik hér á landi

Eins og sjá má á myndinni gefa holrýmdarmælingarnar gildi sem liggja að mestu á bilinu 30 til 40 % holrýmd. Norðmenn hafa gefið upp að holrýmd fínefnis í malbik skuli liggja á bilinu 28 til 55 %, en það er reyndar það bil sem kröfuflokkar framleiðslustaðals fyrir steinefni í malbik spannar, sbr. mynd 3.3 sem tekin er úr staðlinum.

prEN 13043:2014 (E)

9.3.3 Stiffening properties

9.3.3.1 Voids of dry compacted filler (Rigden)

When required, the voids of dry compacted filler shall be determined in accordance with EN 1097-4 and the results declared in accordance with the relevant category specified in Table 30 according to the particular application or end use.

Table 30 — Categories for voids of dry compacted filler

Percentage by volume		Category √
Overall range for individual results	Manufacturer's maximum declared grading range ^a	
28 to 38	4	√ 28/38
38 to 45	4	√ 38/45
28 to 45	4	√ 28/45
44 to 55	4	√ 44/55
> 55	4	√ Declared
No requirement	No requirement	√ NR

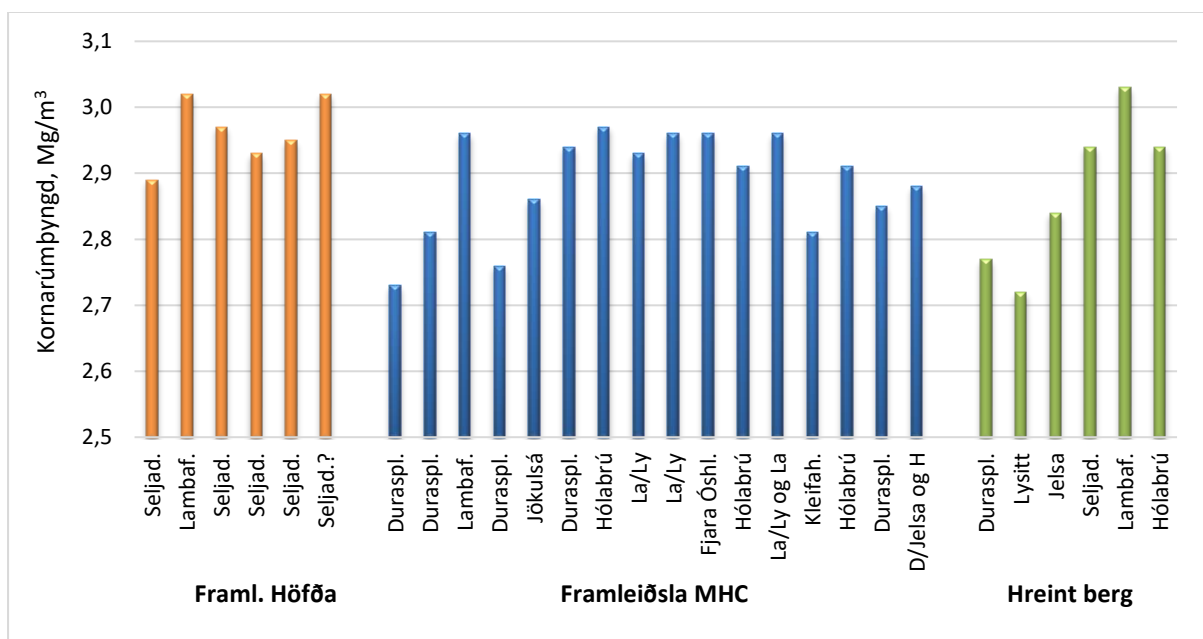
^a Declared range of voids of dry compacted filler on the basis of the last 20 values (see prEN 16236).

Mynd 3.3 Kröfuflokkar holrýmdar fillers í framleiðslustaðli um steinefni í malbik

Svo virðist að Norðmenn hafi ákveðið að setja fram undir einum hatti allt sviðið sem kröfuflokkarnir spanna, sem sagt frá 28% upp í 55%. Niðurstöður mælinganna sem gerðar voru á fínefnum sem notuð eru hérlendis benda til að heldur þrengra bil eða kröfuflokk mætti velja úr

framleiðslustaðlinum, sem sagt V28/45 eins og gefið er upp í töflunni á mynd X. Reyndar er dálkur í töflunni sem virðist sýna hversu mikill munurinn má vera á mælingum á holrýmd í sama fillernum sem framleiðandi hans lýsir yfir. Hérlendis hefur ekki verið fylgst með holrýmd fillers og í raun er hann oftast ekki af hreinum berggerðum heldur að hluta blandaður öðrum gerðum sem til verða við framleiðslu á malbiki með mismunandi steinefni. Því er þessi krafa um að skilgreindur filler mælist ávalt á mjög þröngu holrýmdarbili ekki raunhæf hérlendis enn sem komið er að minnsta kosti.

Í tengslum við mælingu á Rigden holrýmd er mæld kornarúmpýngd, eða eðlisþyngd, þess fínefnis sem mælt er hverju sinni. Á mynd 3.4 eru settar fram mældar kornarúmpýngdir fínefnasýna sem tekin voru við framleiðslu malbiks annars vegar og hins vegar á hreinum sýnum þeirra berggerða sem koma við sögu.



Mynd 3.4 Kornarúmpýngd sýna sem tekin voru við framleiðslu malbiks og malaðs hreins bergs

Sjá má á myndinni að breytileiki í kornarúmpýngd er allnokkur og virðist megin reglan vera sú að lægst er rúmpýngdin þegar verið er að framleiða malbik með erlendum, súrum berggerðum, en hæst þegar framleitt er malbik með íslensku basalti. Þetta er þó ekki einhlýtt, en eins og áður sagði er fillerinn sjaldnast úr hreinum berggerðum við framleiðslu, heldur að hluta blandaður öðrum berggerðum. Það virðist afdráttarlaust að hreinu berggerðirnar endurspegla eðlisþyngd þeirra berggerða sem þær eru fengnar úr, sem sagt súra bergið er með gildi milli 2,7 og 2,8 Mg/m³ og basíska bergið er frá 2,9 og upp fyrir 3 Mg/m³.

3.2 Lasermælingar

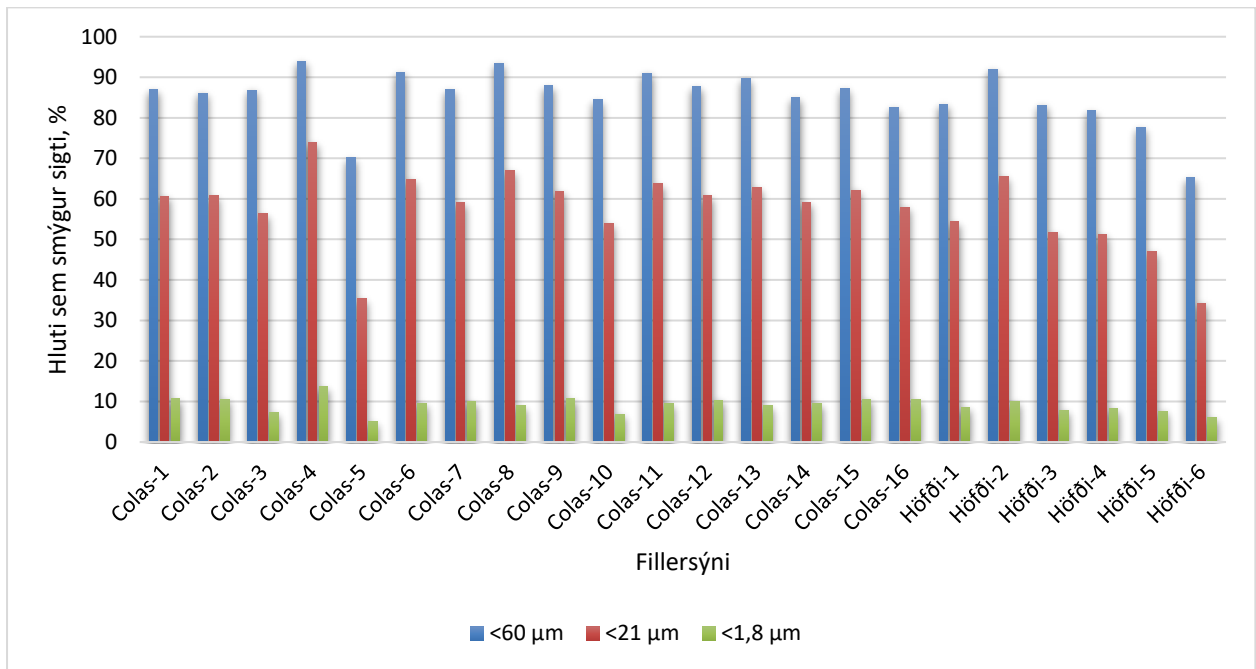
Samkvæmt ÍST EN 13043 er filler steinefni í raun skilgreint sem fínefni, en þó með leyfilegum yfirstærðum (sem sagt hluti má vera > 0,063 mm). Filler steinefni skal allt smjúga 2,0 mm sigti, 85-100 % skal smjúga 0,125 mm sigti og 70-100 skal smjúga 0,063 mm sigti.

Tafla 3.1 sýnir niðurstöður mælinga á kornadreifingu sömu fillersýna og mæld voru í síðasta áfanga með tilliti til rúmpýngdar og holrýmdar. Valið var að sýna hér hversu mikill hluti sýnanna er smærri en 60, 21 og 1,8 μm , en það eru stærðarflokkar sem eru nærri 0,063 mm fínefnasigtinu, 0,02 mm mörk sem gjarnan er miðað við varðandi mat á þjálni efna og 0,002 mm sem eru mörkin á leirstærðum fínefna.

Tafla 3.1 Niðurstöður mælinga á kornadreifingu fillers, auk rúmpýngdar og holrýmdar

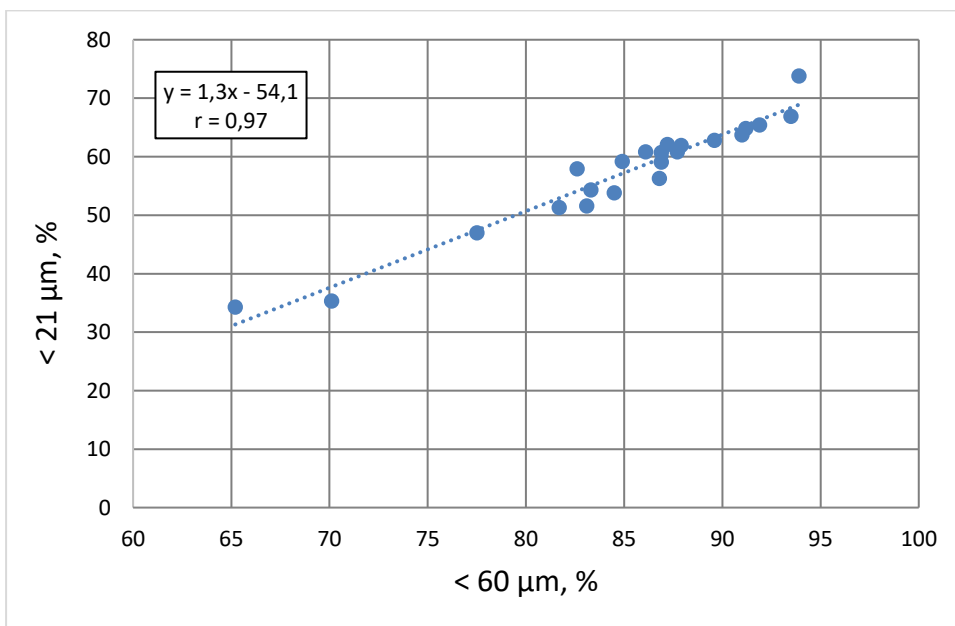
Filler-sýni	< 60 μm	< 21 μm	< 1,8 μm	Kornarúmpýngd, Mg/m^3	Holrýmd, %
Colas-1	86,9	60,7	10,7	2,73	35,4
Colas-2	86,1	60,8	10,5	2,81	37,2
Colas-3	86,8	56,3	7,3	2,96	38,2
Colas-4	93,9	73,8	13,6	2,76	37,8
Colas-5	70,1	35,3	5,0	2,86	31,1
Colas-6	91,2	64,8	9,6	2,94	38,3
Colas-7	86,9	59,1	9,9	2,97	35,8
Colas-8	93,5	66,9	9,0	2,93	41,1
Colas-9	87,9	61,9	10,7	2,96	36,6
Colas-10	84,5	53,8	6,9	2,96	36
Colas-11	91,0	63,7	9,5	2,91	39
Colas-12	87,7	60,8	10,3	2,96	36,7
Colas-13	89,6	62,8	9,0	2,81	34,5
Colas-14	84,9	59,2	9,5	2,91	36,8
Colas-15	87,2	62,1	10,5	2,85	35,9
Colas-16	82,6	57,9	10,4	2,88	34,2
Höfði-1	83,3	54,3	8,5	2,89	35,1
Höfði-2	91,9	65,4	9,9	3,02	38,9
Höfði-3	83,1	51,6	7,8	2,97	34,8
Höfði-4	81,7	51,3	8,2	2,93	35
Höfði-5	77,5	47,0	7,6	2,95	34,5
Höfði-6	65,2	34,3	6,0	3,02	32,1

Mynd 3.5 sýnir magn fillers sem mælist smærri en viðmiðunarstærðirnar 63 μm , 21 μm og 1,8 μm .



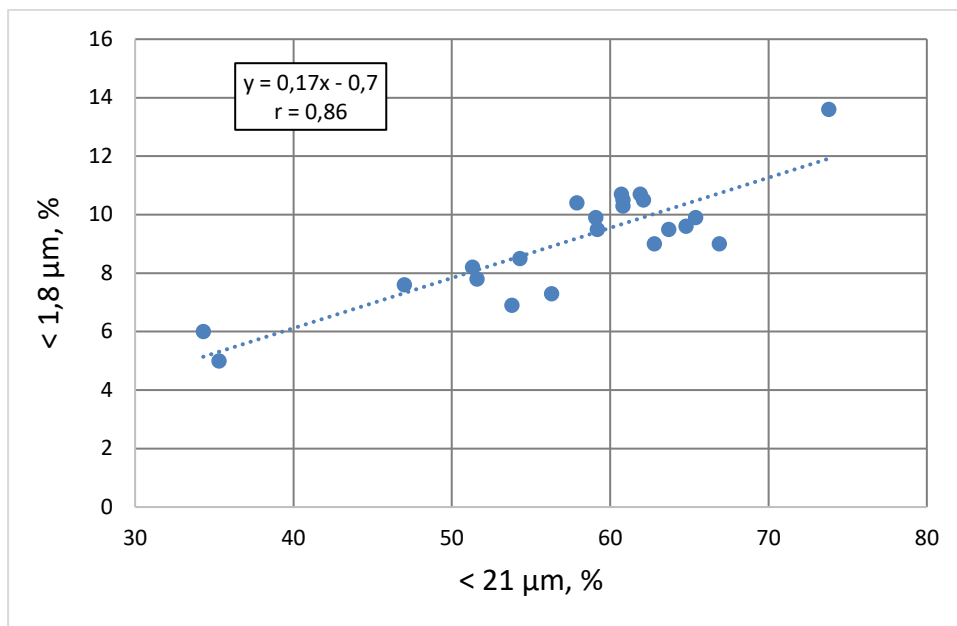
Mynd 3.5 Hluti fillers sem er smærri en viðmiðunarstærðirnar 63 μm, 21 μm og 1,8 μm

Það sést á myndinni að allur fillerinn er með eitthvað magn af yfirstærðum, > 0,063 mm (63 μm), þó yfirleitt ekki mikið, en samkvæmt skilgreiningu mega allt að 30% vera grófara en 0,063 mm. Í flestum tilfellum er sú krafa uppfyllt, þó með einni undantekningu, sem sagt sýni merkt Höfði-6 sem mælist með um 35% yfirstærðir. Sá hluti fillersins sem er finni en 0,02 mm (21 μm) er yfirleitt á bilinu 50 til 70%, en þó með tveimur áberandi undantekningum, sem sagt sýni merkt Höfði-6 (um 35% er smærra en 0,02 mm) og Colas-5 (frá Jökulsá á Dal) með svipað magn undir 0,02 mm. Mynd 3.6 sýnir sambandið milli þess hluta sýna sem er smærri en 60 μm og 21 μm.



Mynd 3.6 Sambandið milli þess hluta sýna sem er smærri en 60 μm og 21 μm

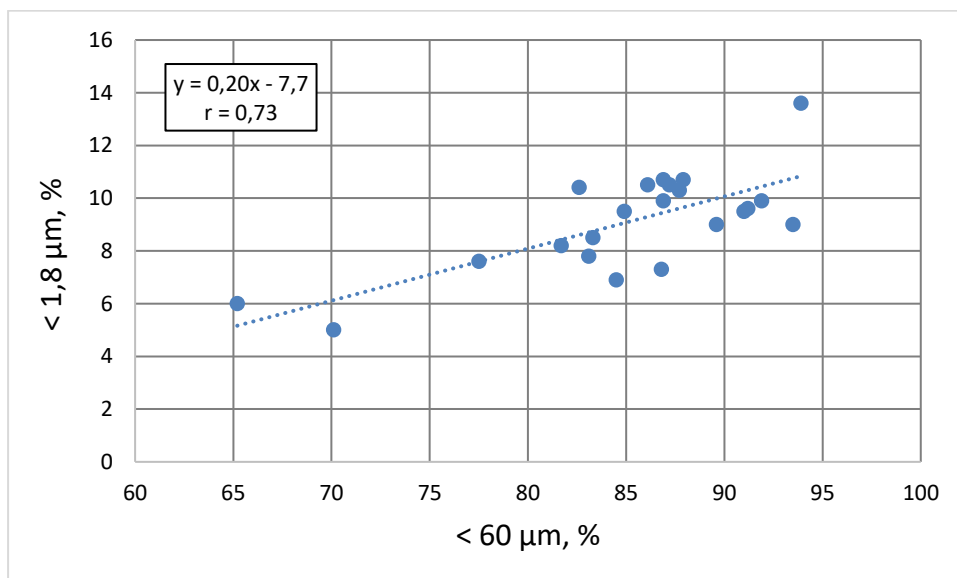
Eins og myndin sýnir er sambandið sterkt og má segja að sigtun á filler á 0,063 mm sigti gefi nokkuð sterka vísbendingu um fínleika fillersins. Mynd 3.7 sýnir sambandið milli þess hluta sýna sem er smærri en 21 µm og 1,8 µm.



Mynd 3.7 Sambandið milli þess hluta sýna sem er smærri en 21 µm og 1,8 µm

Sambandið hér er ekki eins sterkt og það sem kemur fram á mynd 3.6, en þó nokkuð sannfærandi. Fíngerðasta efnið er með yfir 70% fínna en 21 µm og einnig mest fínna en 1,8 µm (Colas 4). Grófgerðustu efnin eru þau sömu og áður, sem sagt Höfði 6 og Colas 5.

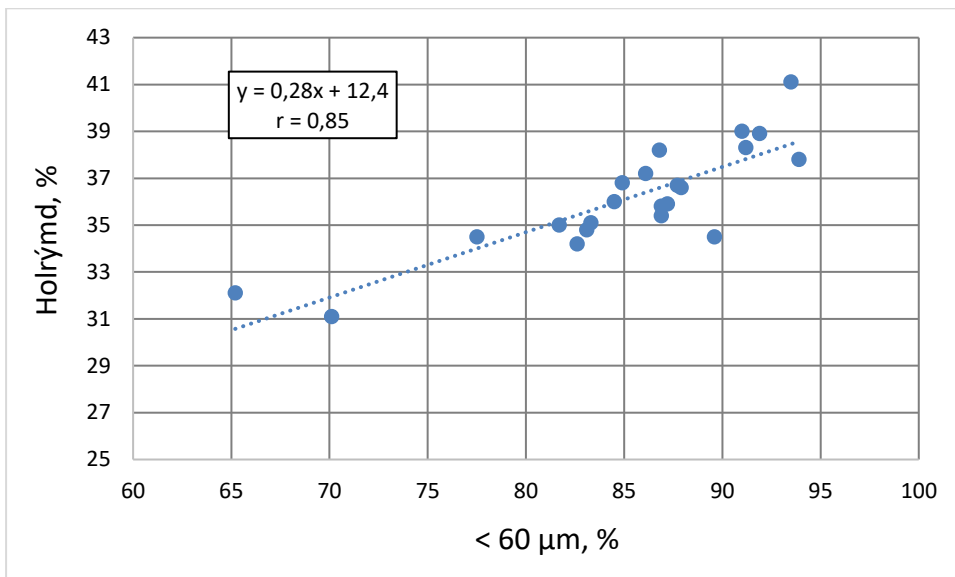
Á mynd 3.8 er sýndur samanburður á milli þess hluta fillersýna sem er smærri en 60 µm og 1,8 µm.



Mynd 3.8 Sambandið milli þess hluta fillersýna sem er smærri en 60 µm og 1,8 µm

Það sést á myndinni að enn er samband milli stærðardreifingar líklega marktækt, en þó ekki eins sterkt og þegar bornar eru saman kornastærðir sem er nær hvor annarri. Í raun má segja að leirmagnið getur verið nokkuð breytilegt í megninu af fillersýnunum sem mælast með 80 til 95% undir 60 μm, eða u.þ.b. frá 6% og upp í 11% leirstærðir.

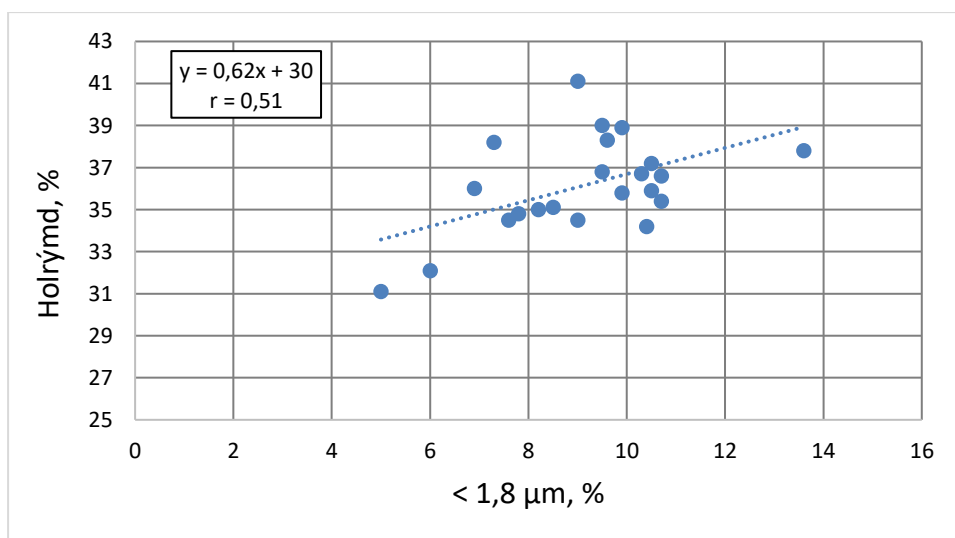
Á mynd 3.9 er borin saman mæld holrýmd (Rigden aðferð) og hluti þess efnis sem er smærra en 60 μm.



Mynd 3.9 Samanburður á mældri holrýmd (Rigden aðferð) og hlut efnis smærra en 60 μm

Svo virðist af myndinni að dæma að holrýmd aukist nokkuð línulega með auknu magni fínefnis undir 60 μm. Það virðist því vera að ef fillerinn er tiltölulega grófur minnkar holrýmdin í þurrum, þjöppuðum fillers. Þannig má vera að kornadreifing fillers í malbiki hafi áhrif á eiginleika þess og/eða á samspil hlutfalls fillers og biks.

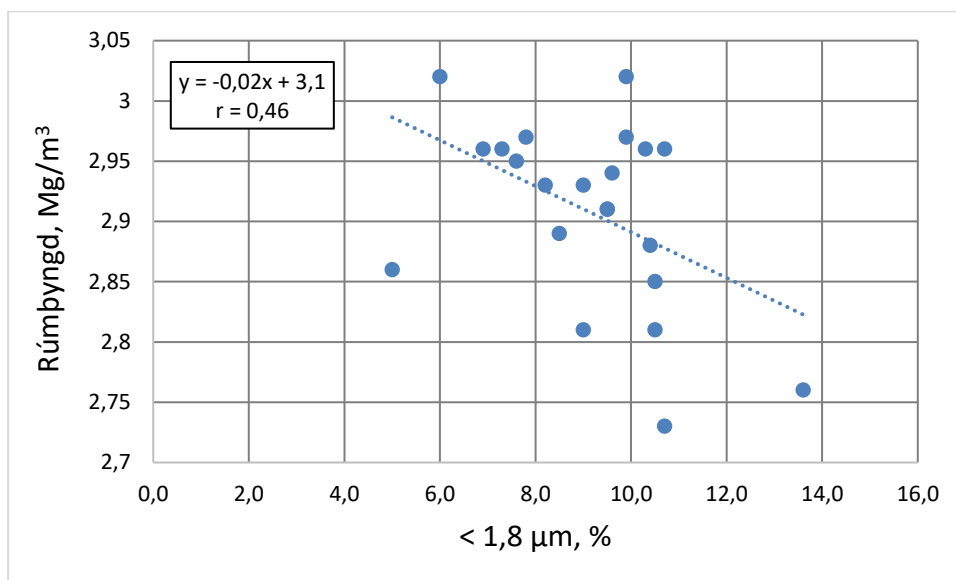
Mynd 3.10 sýnir mælda holrýmd (Rigden aðferð) og hluta þess efnis sem er smærra en 1,8 μm.



Mynd 3.10 Samanburður á mældri holrýmd (Rigden aðferð) og hlut efnis smærra en 1,8 μm

Myndin sýnir að leirinnihald, sem er að mestu á bilinu 6 til 11% af fillernum, hefur mun minni áhrif á holrýmnd í þurrum þjöppuðum filler en hluti grófari korna. Að vísu liggur aðfallslínan í sömu átt og sú á mynd 3.9, en fylgnistuðullinn er lægri, þar sem dreifing gilda er meiri um línuna. Sem dæmi má taka að fillersýnið sem mælist með mesta holrýmnd (Colas 8) er með einna mest undir 60 µm, en einungis 9% leirkornastærðir.

Mynd 3.11 sýnir sambandið milli rúmþyngdar fillersins og leirkornastærða hans.



Mynd 3.11 Samband milli rúmþyngdar fillers og leirkornastærða hans

Það er greinilega ekkert samband þarna á milli, sem sagt leirmagn á þessu bili hefur ekki áhrif á rúmþyngd fillersýnanna. Sömu sögu er að segja ef skoðaðar eru stærðirnar 60 µm og 21 µm, þótt þau línurit séu ekki birt hér, enda fylgnistuðlarnir (r) á bilinu 0,2 til 0,3 í þeim tilfellum.

3.3 Spurningalisti

Sendur var út spurningalisti um prófanir á filler tengiliða í evrópsku malbiksnefndinni, CEN/TC227/WG1. Svör voru fekar dræm, en hér að neðan kemur fram hvernig nokkrir aðilar svöruðu spurningum sem sendar voru til þeirra varðandi prófanir á filler.

Hér er birt fylgibréf með spurningalistanum og svo spurningalistinn sjálfur, sjá töflu 3.2. Í spurningalistanum eru settar fram lágmarkstíðnikröfur um prófanir á filler samkvæmt staðli ÍST EN 16236, eins og fram kemur í fylgibréfinu.

“Testing of filler for bituminous mixtures in Iceland has been very limited in the past, besides the quantity of filler in the mixture. Most often the fillers used are from the aggregate production, so it can be a mixture of more than one aggregate source. The use of added filler is limited.

For obvious reasons we have to improve the control of the filler, both for CE marking and consistency of the performance of our mixtures. We are in the process of choosing which test methods would be most important to adopt to have better control of fillers used, and therefore I have made a very simple questionnaire, which is included. It simply lists the test methods for filler aggregate from the newest version the draft AVCP of EN 16236. I would be very thankful if you could fill in Yes or No to which test methods are used for filler control in your country. Additional comments would also be appreciated. If you feel that

someone else in your country would be more suited to answer the questionnaire, please forward this message to him or her.”

Tafla 3.2 Spurningalisti um prófanir á filler til meðlima CEN/TC227/WG1

Characteristic and test method	Notes	Minimum test frequency	Used for FPC? Y og N
Grading, EN 933-1 and EN 933-10	-	1 per week (declared)	
Harmful fines, EN 933-9	For filler only	2 per year (category)	
Particle density of filler aggregate, EN 1097-7	-	1 per year (declared)	
Water content, EN 1097-5	For filler only	2 per week (category)	
Stiffening properties, EN 1097-4	Rigden	2 per year (category)	
Stiffening properties, EN 13179-1	Delta ring and ball	2 per year (category)	
Consistency of filler production: EN 1097-7 Particle density EN 13179-2 Bitumen number EN 1744-1 Chemical analysis EN 1097-3, Annex X, density in kerosene EN 196-6 Fineness	For filler only	1 per week (category)	
Carbonate content, EN 196-2	For filler only	1 per year (category)	
Calcium carbonate content EN 1744-1 EN 196-2	For limestone filler only	1 per year (category)	
Calcium hydroxide content, EN 459-2	For mixed filler only	1 per year (category)	
Water solubility, EN 1744-1	For filler only	1 per 2 years (category)	
Water susceptibility, EN 1744-4	For filler only	1 per 2 years (category)	
Loss on ignition, EN 1744-1	For coal ash as filler	2 per year (category)	

Svör sem bárust koma fram í töflu 3.3.

Tafla 3.3 Svör sem bárust við spurningalista um prófanir á filler

Characteristic and test method	Sviss	Danmörk	Belgía	Þýskaland
Grading, EN 933-1 and EN 933-10	Y, but not 1 per week	Y	Y	Y
Harmful fines, EN 933-9	N	Y	Y	Y
Particle density of filler aggregate, EN 1097-7	Y	Y	Y	Y
Water content, EN 1097-5	N	Y	Y	Y
Stiffening properties, EN 1097-4 Rigden Stiffening properties, EN 13179-1	Y very important Y very important	N	Y for Rigden voids N for stiffening prop.	Y Y
Consistency of filler production: EN 13179-2 Bitumen number EN 1744-1 Chemical analysis EN 1097-3, Annex X, density in kerosene EN 196-6 Fineness	One per week is too much for all tests	N	N (but see comment)	N Y N Y
Carbonate content, EN 196-2 (CO ₃ -kolsýra)	N	Y	N (only in case of carbonate natural filler)	Y
Calcium carbonate content (CaCO ₃ -kalk) EN 1744-1 EN 196-2	-	Y	Y	N Y
Calcium hydroxide content, EN 459-2	-	N	Y (if appropriate)	Y
Water solubility, EN 1744-1	-	N	N	Y
Water susceptibility, EN 1744-4	The property is important, but the EN-Test method is very bad	N	Y	Y
Loss on ignition, EN 1744-1	Y	Y	N	N

Það er ljóst af þeim svörum sem bárust að þau lönd sem svör bárust frá gera öll kröfur um að fylgst sé með eiginleikum fillers í malbik með einum eða öðrum hætti. Í öllum tilfellum er mæld

kornadreifing og kornarúmpýngd fillers. Einnig er mettvatn, skaðleg fínefni og holrýmd mæld í flestum tilfellum. Það er athyglisvert að skv. töflu 3.2 er gert ráð fyrir að mæla kornadreifingu og mettvatn einu sinni til tvisvar í viku, svo og mælingar á breytileika eiginleika (e: consistancy), en aðra eiginleika sjaldnar, eða einu sinni til tvisvar á ári eða jafnvel enn sjaldnar. Svisslendingum finnst reyndar óþarfi að skoða kornadreifingu og breytileika eiginleika fillers einu sinni í viku. Miðað við þessa tíðni mælinga má gera ráð fyrir að í framleiðslueftirlitsstaðlinum (ÍST EN 16236) sé gert ráð fyrir að framleiðsla fillers sé mjög stöðug. Með öðrum orðum er reiknað með að allir eiginleikar haldist jafnir yfir það heila innan kröfuflokka (e: category), eða eins og lýst er yfir (e: declared), nema hvað fylgst er grannt með kornadreifingu, breytileika eiginleika og mettvatni. Einn þeirra eiginleika sem gæti verið áhugavert að mæla er skv. ÍST EN 196-6 (e: fineness), en það er svokallað Blaine próf sem gjarnan er notað til mælinga á sementi. Einnig gæti verið áhugavert að prófa stifnieiginleika mismunandi fillers, t.d. með aðferð ÍST EN 13179-1 (e: delta ring and ball) og ÍST EN 13179-2 (e: bitumen number).

3.4 Umræða

Segja má að fyrri áfangi hafi leitt í ljós að mæld holrýmd í fillersýnum hafi ekki verið mjög mismunandi en þó breytileg, en hins vegar er rúmpýngd fillersýna þó nokkuð mismunandi. Breytileiki í rúmpýngd stafar væntanlega af því að oft er um blöndur berggerða að ræða, bæði íslenskt og erlent steinefni sem hefur mismunandi eðlisþýngd. Þannig er ljóst að þegar filler er vigtaður inn í malbiksblöndur er rúmmál þess fillers sem vigtaður er inn mismunandi mikið, sem gæti haft áhrif á eiginleika malbiksins og/eða á samspil hlutfalls fillers og biks. Það sem má túlka úr mælingum þessa áfanga er að kornadreifing fillers hefur áhrif á þurra og þjappaða holrýmd hans. Það er því full ástæða til að fylgjast með kornadreifingu fillersins, a.m.k. hluta sem smýgur 0,063 mm sigti, en þar sem nokkuð sterk fylgni er á milli þeirrar stærðar og fínni stærða, getur verið að í flestum tilfellum sé nægilegt að fylgjast með hversu mikið smýgur 0,063 mm sigti (og sleppa þá lasermælingu). Einnig má benda á að ÍST EN 933-10 lýsir því hvernig mæla á kornadreifingu fillers, en sú aðferð hefur ekki verið innleidd héraðs (e: Tests for geometrical properties of aggregates - Part 10: Assessment of fines - Grading of filler aggregates (air jet sieving)). Þessi aðferð greinir að vísu ekki kornadreifingu undir 0,063 mm og má því segja að laser-aðferðin sé nákvæmari, ef út í það er farið.

Ennþá er ekki höfð nægilega góð stjórn á því hvaða eiginleika sá filler sem fer inn í CE merktar malbiksblöndur héraðs hefur. Víðast hvar í nágrannalöndunum er filler meðhöndlaður eins og hvert annað efni sem fer í malbiksblöndur og ýmsir eiginleikar hans mældir, sbr. framleiðslustaðal ÍST EN 13043 og með þeirri tíðni sem gefin er upp í ÍST EN 16236. Það er full ástæða til að gera átak í því að kanna hjá fleiri þjóðum hvaða kröfur eru gerðar til fillerefna. Þar mætti bæta við öflun upplýsinga um uppruna fillers, viðbættan filler (e: added filler) og ýmislegt um eiginleika mismunandi fillers. Ýmsar heimildir benda til mikilvægis þess að líta á eiginleika fillers sem mikilvægan þátt í gerð hvernar malbiksblöndu.

4 Könnun á notkun hitamyndavéla við útlögn malbiks

Hluti verkefnis um Malbiksrannsóknir 2016-2017, sem Rannsóknasjóður Vegagerðarinnar styrkir, var samkvæmt skilgreiningu að kanna hitadreifingu í tengslum við útlögn malbiks. Ákveðið var að fá fyrirtækið Stýring (www.styring.is) til að annast hitamyndatöku eins og í fyrri áfanga, en þeir hafa yfir að ráða mjög fullkominni hitamyndavél, FLIR T640 (www.flir.com).

Eiríkur Sigurðsson hjá Stýringu sá um allar myndatökur, en skýrsluhöfundur fékk aðgang að vinnsluforriti og sá um alla myndvinnslu þessarar greinargerðar. Ekki eru birtar allar myndir sem teknar voru á verkstað, heldur valdar nokkrar af um það bil 300 myndum sem teknar voru. Ástæða þess að það þótti áhugavert að taka aftur hitamyndir af útlögnum var m.a. að í fyrri áfanga voru teknar myndir í upphafi verks þar sem hitadreifing malbiksins var ekki eins og best verður á kosið. Nú var raynt að skoða hitadreifingu í verki sem var í fullum gangi, bæði hjá MHC og Höfða.

Myndavélin tekur tvær myndir í hvert sinn sem hleypt er af, önnur er hitamyndin sjálf, en hin er venjuleg ljósmynd sem nær yfir stærra svið. Myndvinnsluforritið býður upp á ýmsa möguleika við myndvinnslu. Hægt er að setja inn mælipunkta (Sp1, Sp2 o.s.frv.) hvar sem er á hitamyndina, en alls eru yfir 300.000 mælipunktar í hverri hitamynd. Einnig er hægt að setja in línu, til dæmis þversnið (Li1, Li2 o.s.frv.), en gefinn er upp heitasti (rauður Δ) og kaldasti (blár ∇) punktur á línunni, svo og meðalhitastig hennar í heild. Á sama hátt er hægt að teikna inn fleti af völdum svæðum (El1, El2 o.s.frv.), þar sem heitasti og kaldasti punktur er merktur inn ásamt meðalhitastigi alls svæðisins sem valið er.

Hitamyndirnar sem birtar eru hér á eftir (ásamt venjulegri ljósmynd) eru settar fram í skýrsluformi, fyrst myndir af flutningsvögnum, síðan úr skúffu og snigli útlagnarvéla og loks undan útlagnarvéllum. Texti með túlkun á því sem sést á hverri hitamynd er settur fram vinstra megin við hvert myndapar. Fyrir ofan textann eru mæligildin læsileg, hvort sem um er að ræða hitastig í punkti (Sp), línu (Li), boxi (Bx) eða hringlaga fleti (El), svo og hæsta og lægsta hitastig línu eða flatar og meðalhita. Bent skal á að litir hitamyndanna eru ekki alltaf sambærilegir hvað hitastig varðar, enda stillir hitamyndavélin upp því hitastigsbili sem hún skynjar frá bláu (kaldast) yfir í grænt, gult, rautt og hvítt (heitast). Kvarðinn hægra megin við hverja hitamynd sýnir á hvaða bili hitastigið liggur fyrir viðkomandi mynd. Myndirnar eru ekki númeraðar sérstaklega.

Teknar voru hitamyndir við tvennar malbiksútlagnir, annars vegar hjá MHC á Sæbraut 24. ágúst og hins vegar hjá Höfða á Snorrabraut 25. ágúst. Teknar voru um 300 hitamyndir sem farið hefur verið í gegn um og valið úr til birtingar í þessari skýrslu. Almennt má segja að hitadreifingin undan bretti útlagnarvélar virðist vera tiltölulega góð og er munur milli hæsta og lægsta hitastigs oftast innan við 15°C og hitastig virðist hvergi vera of lágt til að ná góðri þjöppun. Það sýndi sig líka að báðar lagnirnar litu vel út og ekki mikið af feittum blettum í yfirborði. MHC er innan max. hitakrafna fyrir PG 70/100 bik, en þær eru 180°C, en Höfði er nokkuð yfir max. hitakröfunni fyrir 160/220 bik, en hún er 165°C samkvæmt töflum í framleiðslustöðlum fyrir malbik, sjá töflu 4.1 hér að neðan sem tekin er úr framleiðslustaðli ÍST EN 13108-1. Þetta er samkvæmt stikkprufum á hæsta hita sem fram koma í hitamyndasafninu og fjallað er um hér á eftir. Hæsta staka hitastigið sem við mældum var í snigli hjá Höfða, var tæplega 178°C. Hjá MHC var hæsta mældu hitastig einnig í snigli 175°C, en það er innan marka framleiðslustaðalsins. Það skal tekið fram að ekki er farið út í ákvæði um vikmörk við framleiðslu malbiks í stöð, sem sagt +/- gráðum, en blandan sem fór á Snorrabrautina virðist hafa verið heldur of heit við framleiðslu. Ekki er heldur vitað hvort það geti verið til skaða, þ.e.a.s. hversu mikilvæg hitakrafan er í framleiðslustöðlunum, en hætta

er á að bik geti orðið fyrir bruna (koksast) og misst þannig hluta af eiginleikum sínum ef hitastig er of hátt. Einkenni þess munu vera bláleitur reikur úr bikinu, en ekki er hægt að fullyrða að slíkt hafi verið greinilega merkjanlegt við útlögnina á Snorrabraut.

Tafla 4.1 Hæsta hitastig malbiksblöndu við framleiðslu miðað við stungudýpt (PG) þess

Stungudýpt, PG	Hæsta hitastig, °C
10/20, 15/25, 20/30	200
30/45	195
35/50, 40/60	190
50/70, 70/100	180
100/150	170
160/220	165
250/330,	160
330/430	155

Mældur var hiti á ytra byrði 8 eða 9 flutningsbíla, bæði á hlið og undir pallana og er ljóst að varmatapið er mjög mismikið eftir bílum, þótt það hafi líklega engin teljandi áhrif við þær aðstæður sem ríktu og miðað við stuttar flutningsvegalengdir. Áberandi var að nýji Fliegl bíllinn hjá Höfða sýndi nánast engin merki um varmatap, en sumir aðrir bílar virtust líka í góðu lagi hvað þetta varðar. Aðrir mældust með yfir 100°C hita á ytra byrði, sérstaklega undir vögnunum.

Hér að neðan eru birtar hitamyndaskýrslur af vögnum, úr skúffu útlagnarvéla, úr sniglum vélanna og svo undan útlagnarvélum. Á hverri skýrslu er leitast við að benda á það sem markvert mætti teljast við hverja mælingu.

Measurements

EI1	Max	30.6 °C	⚠
	Min	12.9 °C	⚠
	Average	18.7 °C	⚠
EI2	Max	30.8 °C	⚠
	Min	13.1 °C	⚠
	Average	19.1 °C	⚠
EI4	Max	31.3 °C	⚠
	Min	10.4 °C	⚠
	Average	17.1 °C	⚠
EI5	Max	18.0 °C	⚠
	Min	12.1 °C	⚠
	Average	15.1 °C	⚠

Parameters

Emissivity	0.93
Refl. temp.	2 °C

25/08/2016 09:32:33



IR_2348.jpg

FLIR T640

55901867

25/08/2016 09:32:33



DC_2349.jpg

Fyrst er birt mynd sem sýnir hitastig á andlitum manna við undirbúning útlagnar, en það mælist 30 til 31 °C, sem telja má geti verið nærri lagi (sbr. EI1 til EI4). Hitastig á vegyfirborði fyrir útlögn er um 15 °C að meðaltali (sbr. EI5).

Measurements

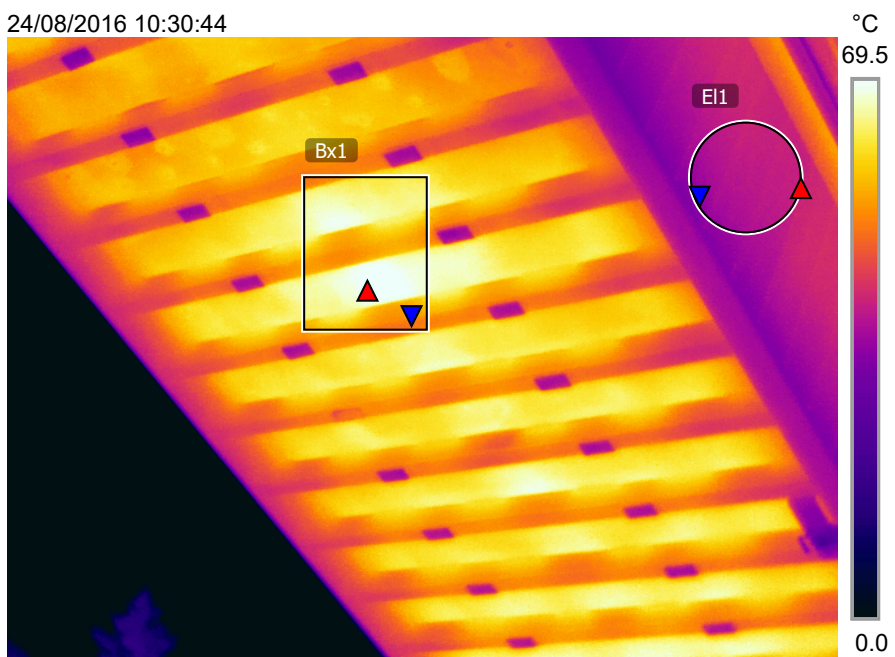
Bx1	Max	71.1 °C	⚠
	Min	52.9 °C	⚠
	Average	63.5 °C	⚠
E11	Max	47.5 °C	⚠
	Min	38.9 °C	⚠
	Average	44.1 °C	⚠

Parameters

Emissivity	0.93
Refl. temp.	2 °C

Hér má sjá undir vagn og er mestur hiti sem hér sést yfir 70°C (sbr. Bx1), en annars er hitinn yfirleitt ætthvað lægri. Á hlið vagnsins er hitastigið lægra, eða 40 til 50°C.

24/08/2016 10:30:44



IR_2050.jpg

FLIR T640

55901867

24/08/2016 10:30:44



DC_2051.jpg

Measurements

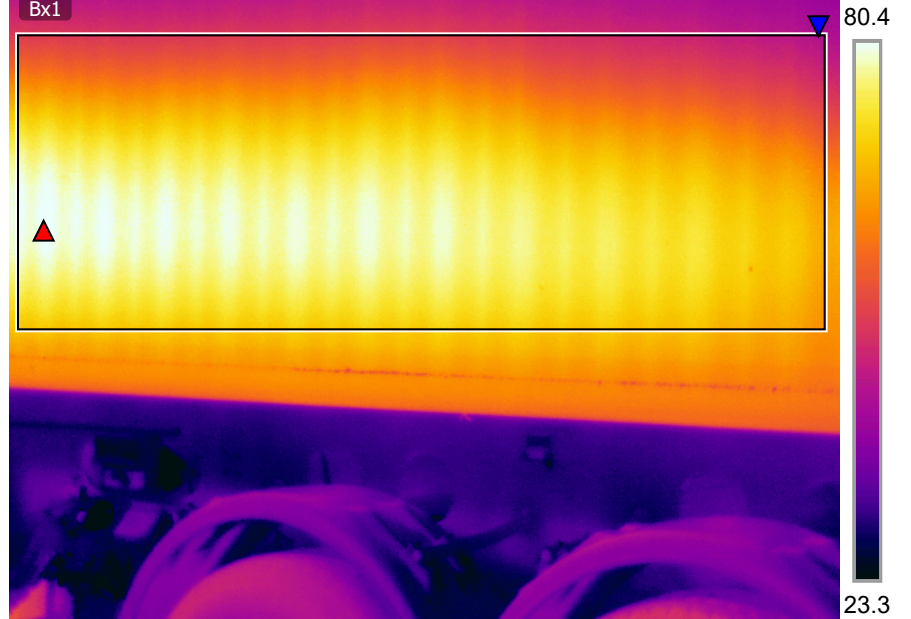
Bx1	Max	81.9 °C	⚠
	Min	45.6 °C	⚠
	Average	69.8 °C	⚠

Parameters

Emissivity	0.93
Ref. temp.	2 °C

Hér er hliðin á vagninum yfir 80°C heit þar sem hún er heitust, en kólnar ofar og er þar um 45°C heit.

24/08/2016 10:31:41



IR_2058.jpg

FLIR T640

55901867

24/08/2016 10:31:41



DC_2059.jpg

Measurements

Bx1	Max	75.7 °C	⚠
	Min	23.5 °C	⚠
	Average	53.4 °C	⚠
Bx2	Max	25.6 °C	⚠
	Min	16.9 °C	⚠
	Average	21.3 °C	⚠

Parameters

Emissivity	0.93
Refl. temp.	2 °C

Varmatap úr hlið á vagni er hér á bilinu 24 til 76°C (sbr. Bx1). Til samanburðar er yfirborð umferðareyju á bilinu 17 til 26°C sem telja má trúverðugt.

24/08/2016 10:31:09



IR_2054.jpg

FLIR T640

55901867

24/08/2016 10:31:09



DC_2055.jpg

Measurements

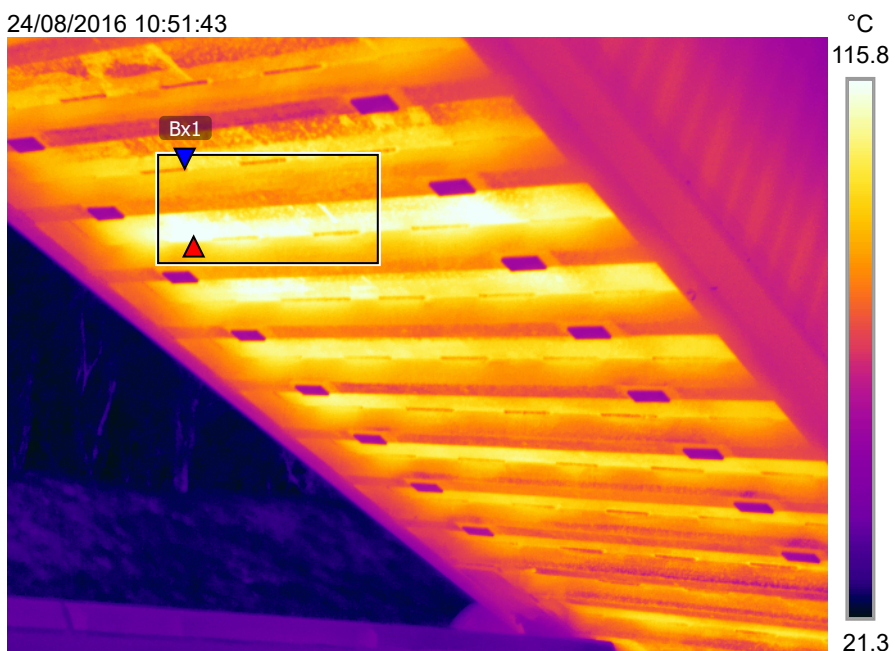
Bx1	Max	120.1 °C	
	Min	84.5 °C	⚠
	Average	100.4 °C	⚠

Parameters

Emissivity	0.93
Refl. temp.	2 °C

Varmatapið úr botni þessa vagns er allt að 120°C, sem verður að teljast allhætt.

24/08/2016 10:51:43



IR_2114.jpg

FLIR T640

55901867

24/08/2016 10:51:43



DC_2115.jpg

Measurements

Bx1	Max	70.2 °C	⚠
	Min	43.8 °C	⚠
	Average	63.2 °C	⚠

Parameters

Emissivity	0.93
Refl. temp.	2 °C

Varmatap um hlið þessa vagns mælist allt að 70°C.

24/08/2016 11:03:09



IR_2134.jpg

FLIR T640

55901867

24/08/2016 11:03:09



DC_2135.jpg

Measurements

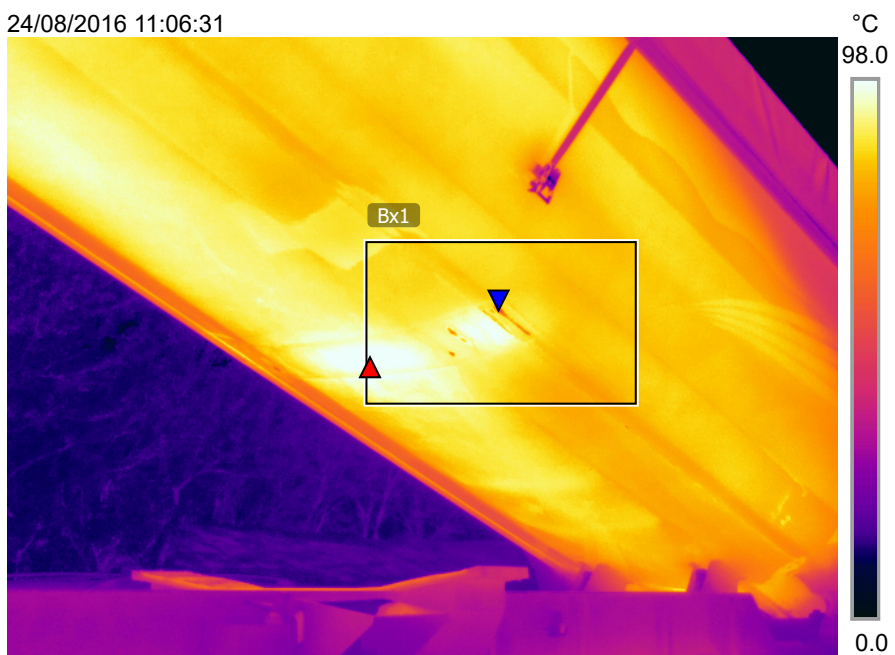
Bx1	Max	101.2 °C	
	Min	61.6 °C	⚠
	Average	89.3 °C	⚠

Parameters

Emissivity	0.93
Ref. temp.	2 °C

Hér mælist varmatap á botni vagns um 100°C.

24/08/2016 11:06:31



IR_2146.jpg

FLIR T640

55901867

24/08/2016 11:06:31



DC_2147.jpg

Measurements

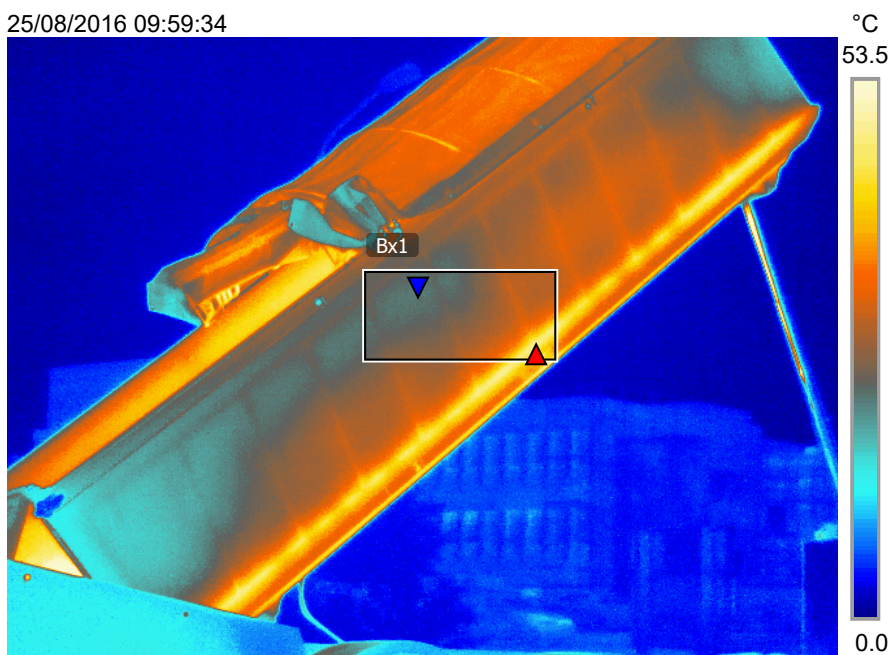
Bx1	Max	50.2 °C	⚠
	Min	23.9 °C	⚠
	Average	30.6 °C	⚠

Parameters

Emissivity	0.93
Ref. temp.	2 °C

Þessi vagn virðist vera nokkuð vel einangraður og mælist varmatap mest 50°C neðst á hlið hans.

25/08/2016 09:59:34



IR_2376.jpg

FLIR T640

55901867

25/08/2016 09:59:34



DC_2377.jpg

Measurements

Bx1	Max	42.4 °C	⚠
	Min	7.8 °C	⚠
	Average	17.5 °C	⚠
E11	Max	157.9 °C	
	Min	5.2 °C	⚠
	Average	64.5 °C	⚠

Parameters

Emissivity	0.93
Refl. temp.	2 °C

Það sést á myndinni að varmatap er sáralítið á hlið þessa vagns og mælist mest 42°C, mjög staðbundið, en annars um og undir 10°C (sbr. Bx1). Til samanburðar sést í tæplega 160° C heitt malbik sem verið er að hella í skúffu útlagnarvélar (sbr. E11)

25/08/2016 10:03:51



IR_2390.jpg

FLIR T640

55901867

25/08/2016 10:03:51



DC_2391.jpg

Measurements

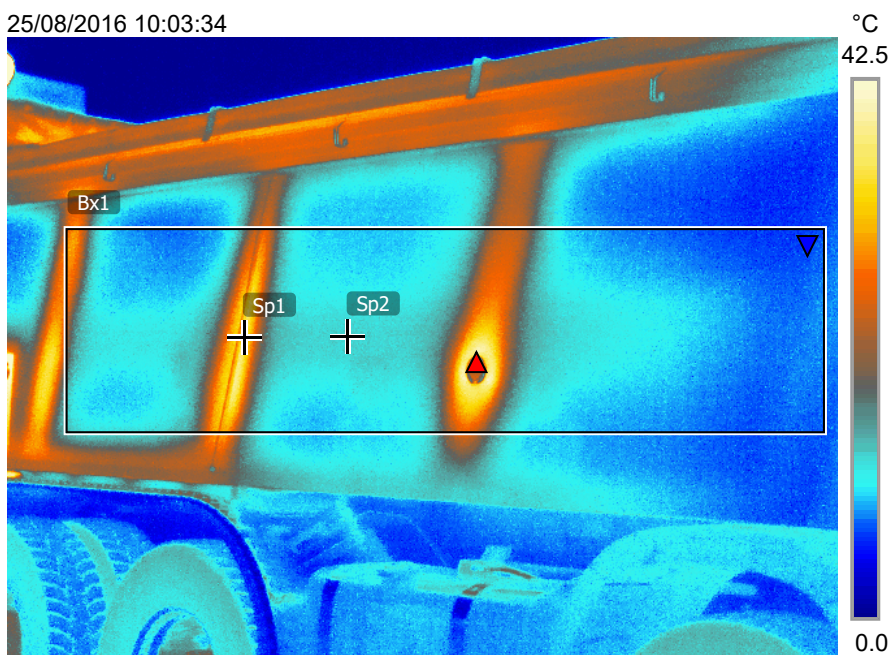
Bx1	Max	42.7 °C	⚠
	Min	5.1 °C	⚠
	Average	14.7 °C	⚠
Sp1		37.0 °C	⚠
Sp2		15.0 °C	⚠

Parameters

Emissivity	0.93
Ref. temp.	2 °C

Hér sést að varmatap er lítið á hlið vagnsins og mælist hæst um 43°C (sbr. Bx1). Á samskeytum mælist hitinn 37° C (sbr. Sp1), en um 15°C á þilinu (sbr. Sp2).

25/08/2016 10:03:34



IR_2388.jpg

FLIR T640

55901867

25/08/2016 10:03:34



DC_2389.jpg

Measurements

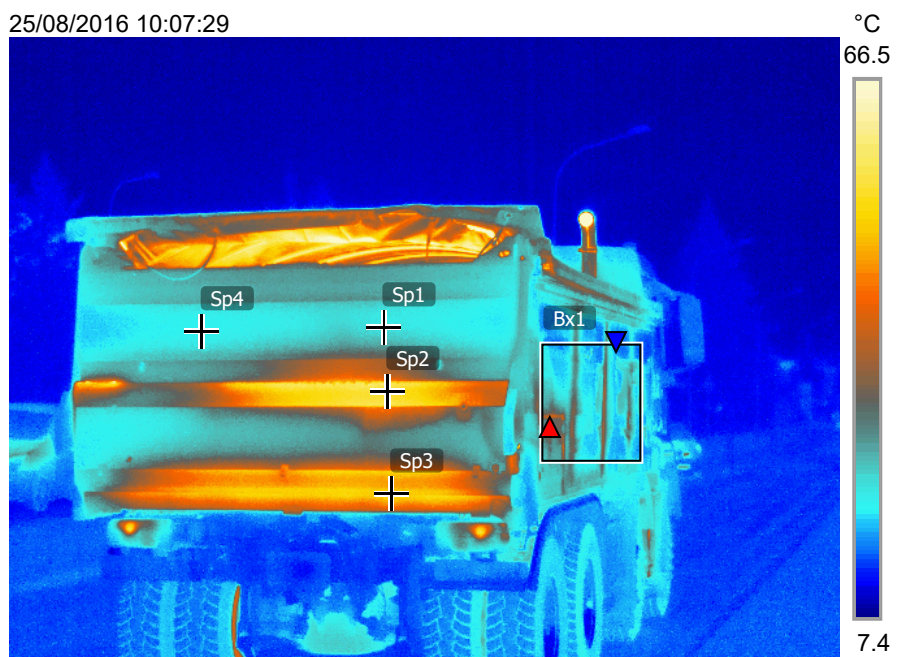
Bx1	Max	42.9 °C	⚠
	Min	14.9 °C	⚠
	Average	25.5 °C	⚠
Sp1		25.2 °C	⚠
Sp2		56.9 °C	⚠
Sp3		52.7 °C	⚠
Sp4		22.6 °C	⚠

Parameters

Emissivity	0.93
Ref. temp.	2 °C

Þessi vagn virðist nokkuð vel einangraður og varmatap mest um 47°C á hlið (sbr. Bx1). Að aftan gildir það sama, nema þar sem eru opnanleg fög þar sem hitinn mælist um 60°C (sbr. Sp2 og 3), annars mun lægri (sbr. Sp1 og 4).

25/08/2016 10:07:29



IR_2400.jpg

FLIR T640

55901867

25/08/2016 10:07:29



DC_2401.jpg

Measurements

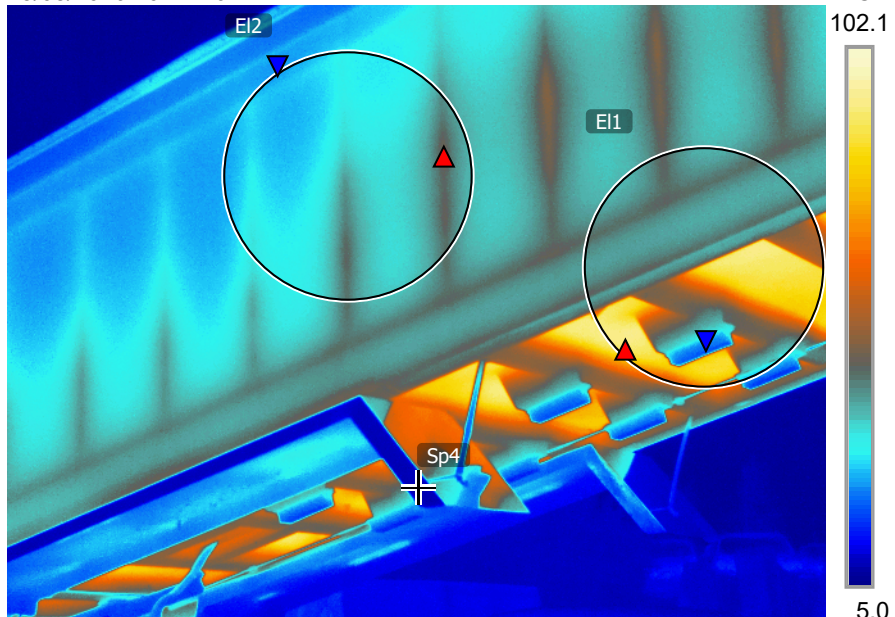
E11	Max	96.0 °C	⚠
	Min	23.8 °C	⚠
	Average	60.2 °C	⚠
E12	Max	55.0 °C	⚠
	Min	30.2 °C	⚠
	Average	40.5 °C	⚠
Sp4		9.7 °C	⚠

Parameters

Emissivity	0.93
Ref. temp.	2 °C

Hér má sjá varmatap á vagni, en mest tapast í botninum og fer hitastig þar hæst í 96°C (sbr. E11). Varmatap er minna um hliðarnar sem eru 30 til 55°C heitar (sbr. E12). Kaldi stálbitinn er um 10°C (sbr. Sp4), sem er nokkuð trúverðugt.

25/08/2016 10:21:46



IR_2436.jpg

FLIR T640

55901867

25/08/2016 10:21:46



DC_2437.jpg

Measurements

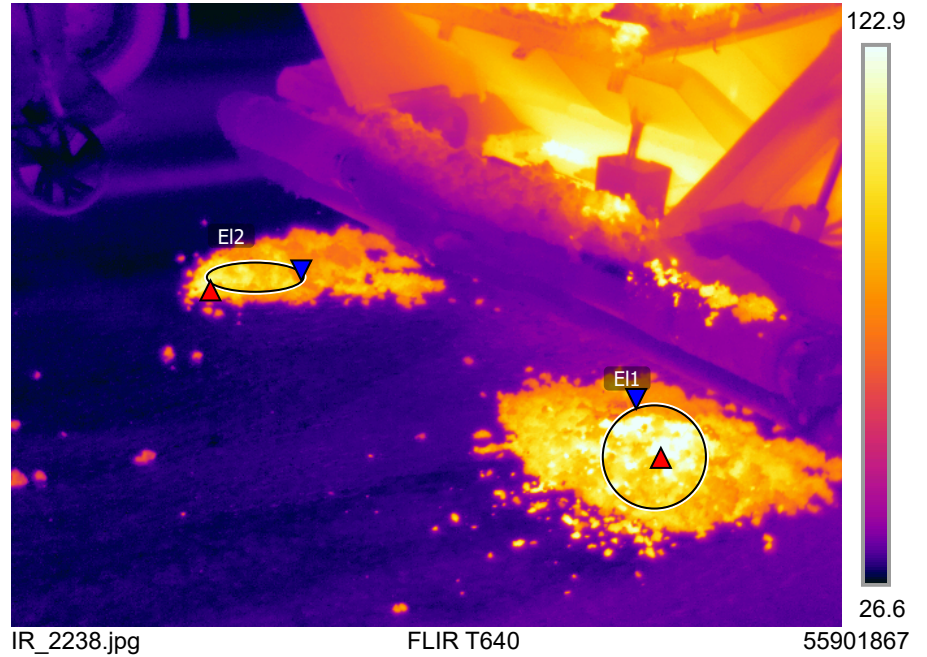
EI1	Max	135.8 °C	
	Min	78.0 °C	⚠
	Average	106.9 °C	⚠
EI2	Max	117.6 °C	
	Min	80.3 °C	⚠
	Average	98.9 °C	⚠

Parameters

Emissivity	0.93
Refl. temp.	2 °C

Hér hefur átt sér stað óhapp og heitt malbik lent á límingunni aftan við útlagnarvélina þegar skúffu er lokað. Hitastigið er mest um 136° C, en kólnar væntanlega hratt og því ekki vænlegt að moka því aftur í skúffuna. Það má alltaf reikna með svona óhöppum og ætti í raun að gera ráðstafanir til að fjarlægja svona malbik alveg út úr verkinu.

24/08/2016 11:46:01



24/08/2016 11:46:01



DC_2239.jpg

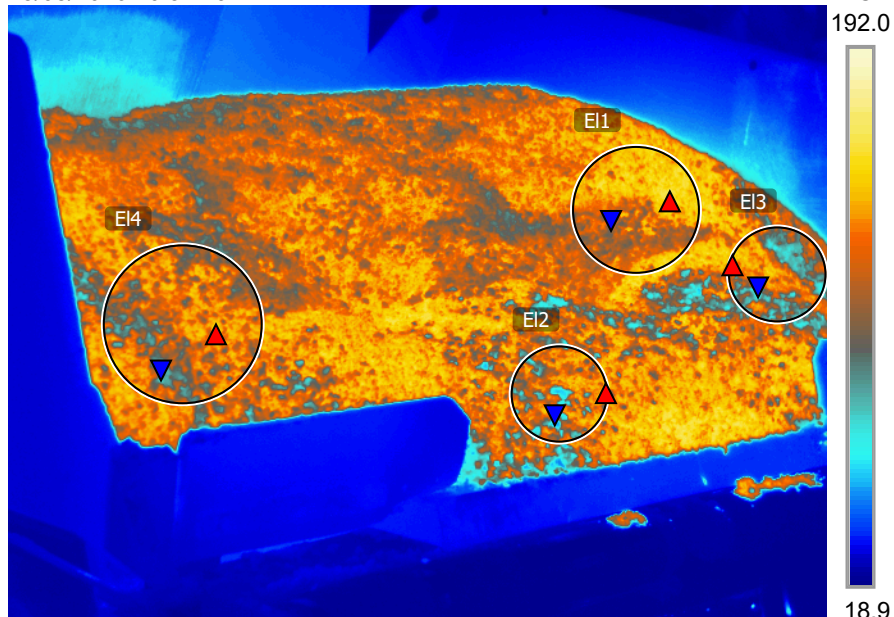
Measurements

E11	Max	173.3 °C
	Min	111.8 °C
	Average	148.7 °C
E12	Max	163.8 °C
	Min	66.4 °C
	Average	135.6 °C
E13	Max	167.4 °C
	Min	78.6 °C
	Average	127.8 °C
E14	Max	164.1 °C
	Min	93.0 °C
	Average	137.6 °C

Parameters

Emissivity	0.93
Refl. temp.	2 °C

25/08/2016 10:31:49



IR_2466.jpg

FLIR T640

55901867

Hér má sjá nokkuð mikla hitadreifingu í yfirborði malbiks í skúffu (sbr. E11 til E14) og mælist yfirborðið allt frá um 170°C og niður í tæpar 70°C þar sem það er kaldast. Mest virðist þó vera yfir 100°C í yfirborðinu.

25/08/2016 10:31:49



DC_2467.jpg

Measurements

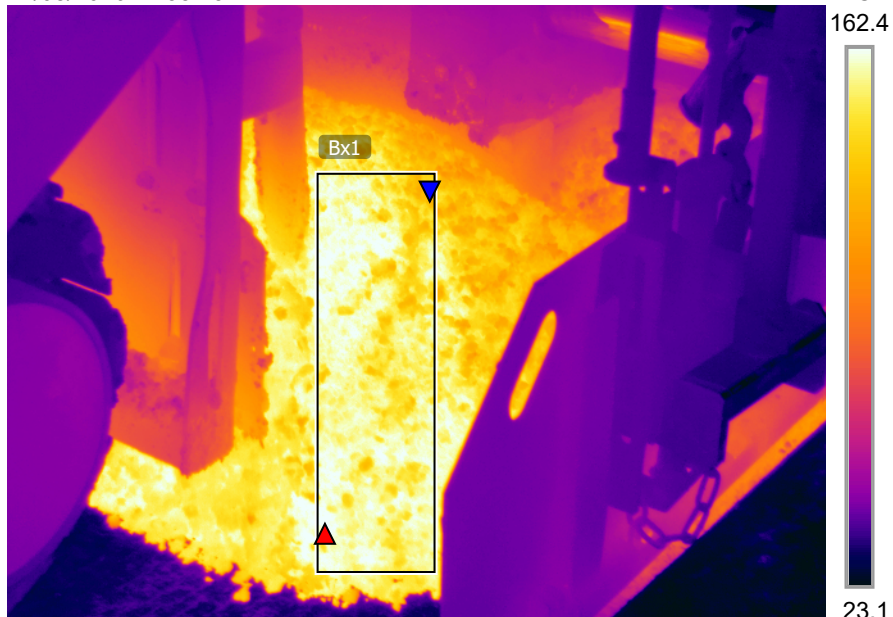
Bx1	Max	164.2 °C
	Min	126.9 °C
	Average	155.3 °C

Parameters

Emissivity	0.93
Refl. temp.	2 °C

Hér má sjá að hiti í malbikinu í sniglinum er frá 164°C til tæplega 130°C, en það er munur upp á um 35°C. Það verður að teljast óheppilegt að svona mikill munur komi fram, en kemur þó e.t.v. ekki að sök ef jöfn og nægilega há hitadreifing er á malbikinu undan útlagnarvélinni

24/08/2016 11:38:13



IR_2232.jpg

FLIR T640

55901867

24/08/2016 11:38:13



DC_2233.jpg

Measurements

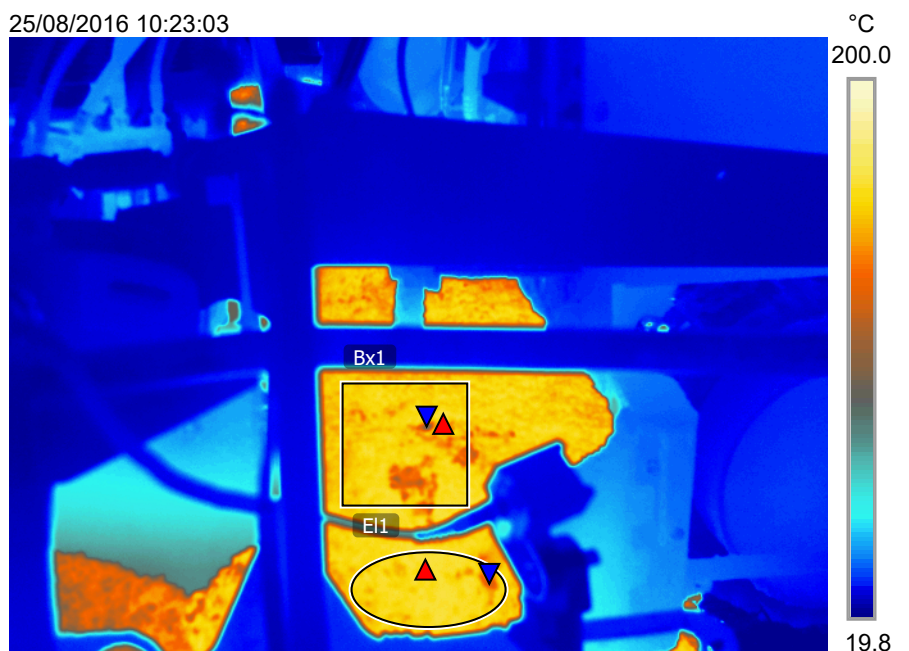
Bx1	Max	177.1 °C
	Min	119.6 °C
	Average	167.5 °C
E11	Max	177.9 °C
	Min	144.3 °C
	Average	171.5 °C

Parameters

Emissivity	0.93
Refl. temp.	2 °C

Hér er tekin hitamynd inn í snigil útlagnarvélar og mælist hitinn óvenju hár þar sem hann er hæstur, eða um 178°C. Í Bx1 sést að lægsti hiti er rétt hjá þeim hæsta og er þar einungis um 120°C, en það bendir til þess að tiltölulega kaldur köggull hrærist með í sniglinum. Ekki er þar með sagt að það komi að sök þegar malbiksblandan kemur undan vélinni

25/08/2016 10:23:03



IR_2444.jpg

FLIR T640

55901867

25/08/2016 10:23:03



DC_2445.jpg

Measurements

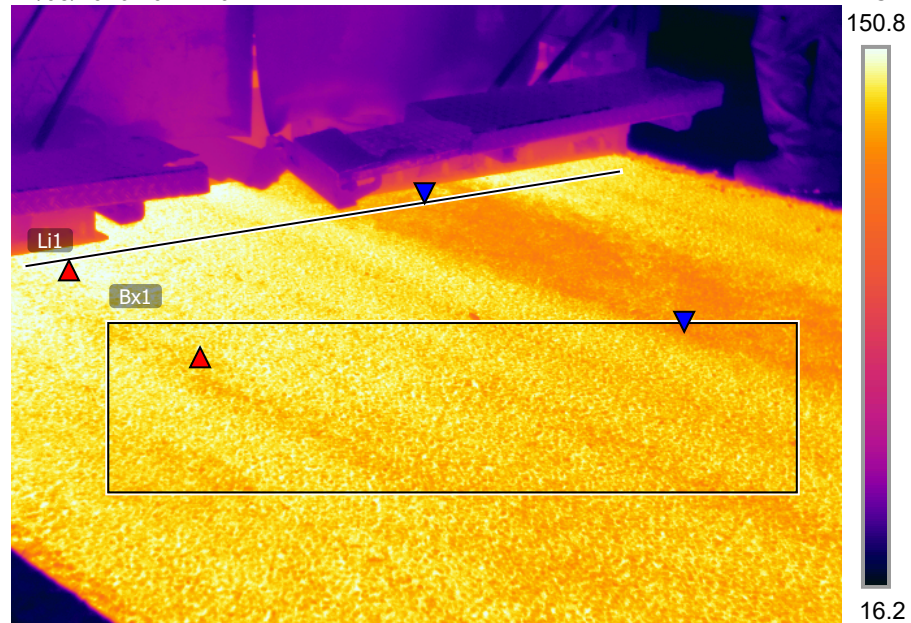
Bx1	Max	153.1 °C
	Min	125.2 °C
	Average	140.8 °C
Li1	Max	154.0 °C
	Min	131.8 °C
	Average	143.6 °C

Parameters

Emissivity	0.93
Refl. temp.	2 °C

Hiti malbiks undan útlagnarvél er frá 130°C þar sem hann er lægstur og upp í um 154°C þar sem hann er hæstur. Þetta er því um 25°C munur á hitastigi og má segja að kaldasta röndin aftan við vélin sé við neðri hitamörk til að tryggja góða þjöppun (sbr. Li1). Sama má sjá á fletinum sem markaður er inn, að malbikið er komið nokkuð undir 130°C á rönd undan vélinni og þarf að fá þjöppun sem allra fyrst.

24/08/2016 10:47:40



IR_2102.jpg

FLIR T640

55901867

24/08/2016 10:47:40



DC_2103.jpg

Measurements

E11	Max	146.3 °C
	Min	121.6 °C
	Average	134.4 °C
E12	Max	141.2 °C
	Min	112.7 °C
	Average	131.2 °C
Li1	Max	143.3 °C
	Min	134.1 °C
	Average	138.6 °C

Parameters

Emissivity	0.93
Refl. temp.	2 °C

Myndin sýnir að hitastig undan vél er hér á bilinu 143 til 134°C, sem er í sjálfu sér ekki mikill hitamunur, en ekki mjög hátt hitastig (sbr. Li1). Nokkru aftar er hitastigið enn nokkuð hátt þar sem það er hæst, en fallið niður undir 110°C þar sem það er lægst. Hér þarf valti að koma strax og þjappa áður en malbikið verður enn kaldara.

24/08/2016 11:51:58



IR_2280.jpg

FLIR T640

55901867

24/08/2016 11:51:58



DC_2281.jpg

Measurements

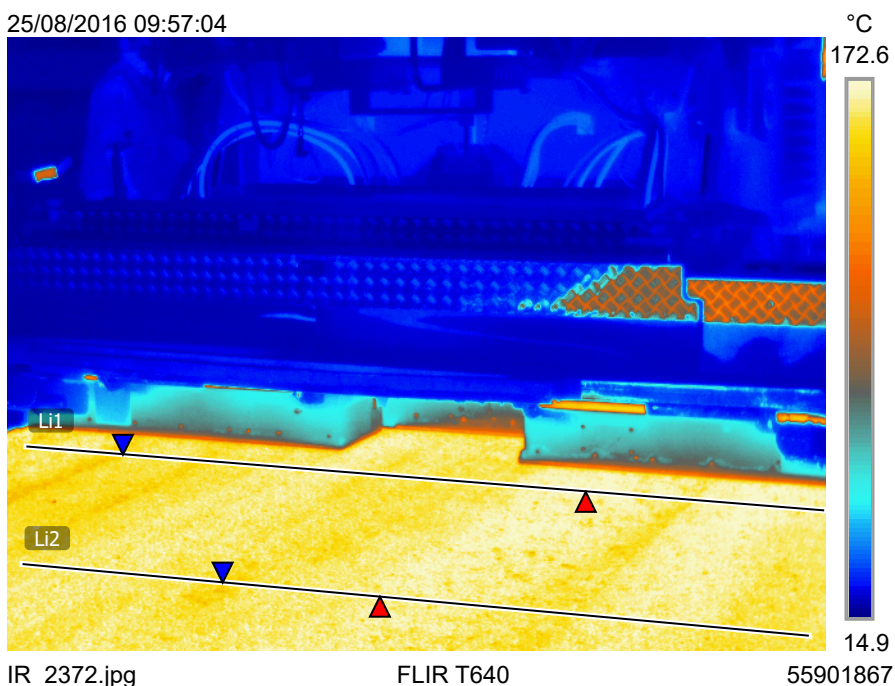
Li1	Max	173.9 °C
	Min	157.1 °C
	Average	166.5 °C
Li2	Max	173.1 °C
	Min	150.5 °C
	Average	166.0 °C

Parameters

Emissivity	0.82
Refl. temp.	2 °C

Hér má sjá að hitadreifing malbiksins undan útlagnarvélinni er tiltölulega jafnt yfir allt þversniðið, hæsta gildi um 174°C og lægsta gildi 157°C, eða 17°C munur á hæsta og lægsta gildi (sbr. Li1). Aðeins fjær vélinni liggur hitasmunur á hæsta og lægsta mældu gildi heldur meira, en samt í góðu lagi.

25/08/2016 09:57:04



25/08/2016 09:57:04



DC_2373.jpg

Measurements

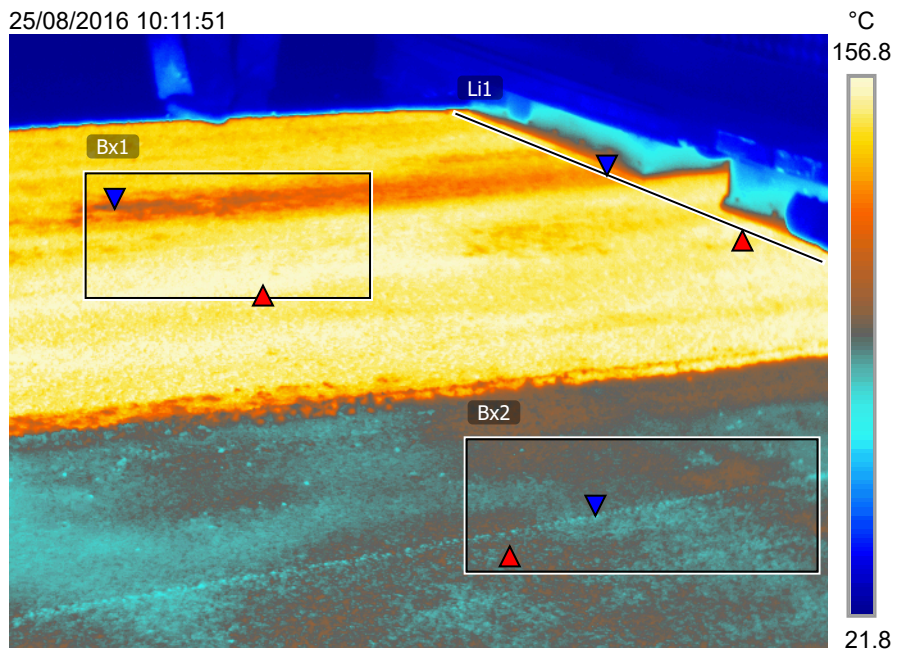
Bx1	Max	160.4 °C
	Min	108.4 °C
	Average	145.9 °C
Bx2	Max	110.6 °C
	Min	88.3 °C
	Average	103.4 °C
Li1	Max	156.2 °C
	Min	135.2 °C
	Average	148.2 °C

Parameters

Emissivity	0.93
Refl. temp.	2 °C

Myndin sýnir að hitastig malbiksins rétt undan vél er á bilinu 135 til 156°C sem ætti að vera í lagi (sbr. Li1). Þó má benda á að kaldari rönd liggur undan vélinni þar sem hitastigið er komið niður í 108°C fyrir þjöppun sem er þá orðið frekar kalt í yfirborðinu fyrir völtun. Við hliðina er nývaltað malbik sem er um 100°C heitt (sbr. Bx2).

25/08/2016 10:11:51



IR_2408.jpg

FLIR T640

55901867

25/08/2016 10:11:51



DC_2409.jpg

5 ÁLYKTANIR

Samanburðarprófanir á hjólfaramyndun í íslensku og norsku malbiki. Öll íslensku hjólfaragildin eru hærri en þau norsku, í sumum tilfellum umtalsvert hærri, nema í einu tilfelli (SBS breytt malbik frá Noregi), þar sem gildin eru sambærileg.

Þessar niðurstöður gefa tilefni til að ætla að norska hjólfaratækið og/eða norska verklagið valdi því að minni hjólfaramyndun mælist í sams konar malbiki. Nýlega voru norskir kröfuflokkar um leyfilega hjólfaramyndun tengda umferðarmagni settir fram í Efnisgæðariti Vegagerðarinnar til viðmiðunar. Jafnframt hafa verið settar fram íslenskar kröfur hvað hjólfaramyndun varðar og það með tilliti til norskra krafna í útboðsgögn. Það eru reyndar ekki ítrustu kröfur, en rétt getur verið að staldra aðeins við og kanna betur hvort unnt sé að taka upp sambærilegar kröfur og Norðmenn hafa sett fram í sinni handbók (N200).

Ekki er hægt að skýra með vissu hvað veldur því að malbikssýnin sem prófuð voru í þessari samanburðarrannsókn mælast með minni hjólfaramyndun í Noregi en héraendis í öllum tilfellum nema SBS malbikinu sem fær mjög lág gildi. Líklegt er að Norðmenn þakki betur með hliðum malbikssýna, t.d. með gifsi eða á annan hátt. Verklagsreglum hefur nú verið breytt á NMÍ varðandi allan stuðning við sýni við prófun, þannig að ákvæðum prófunarstaðalsins varðandi undirbúning sýna fyrir próf sé fylgt betur eftir en var í þessari samanburðarrannsókn. Þó er ekki hægt að útiloka að enn sé munur á mælingum í íslenska tækinu og öðrum tækjum, nema með frekari samanburðarprófunum. Þó má benda á að skýrsla verður gefin út á þessu ári með upplýsingum um samanburð á nokkrum fjölda hjólfaratækja í Noregi, þar sem íslensku prófanirnar verða hafðar með, skv. upplýsingum frá norsku vegagerðinni í Þránheimi.

Átak til að innleiða prófanir á filler-eiginleikum í malbiki. Holrýmdarmælingarnar gefa gildi sem liggja að mestu á bilinu 30 til 40 % holrýmd. Breytileiki í kornarúmþyngd fillers er allnokkur og virðist megin reglan vera sú að lægst er rúmþyngdin þegar verið er að framleiða malbik með erlendum, súrum berggerðum, en hæst þegar framleitt er malbik með íslensku basalti. Þetta er þó ekki einhlýtt, en fillerinn er sjaldnast úr hreinum berggerðum við framleiðslu, heldur að hluta blandaður öðrum berggerðum. Í ljós kom að kornadreifing fillersýna hefur áhrif á holrýmd þeirra og því mikilvægt að fylgjast vel með kornadreifingu fillers við framleiðslu malbiks. Þar sem fillermagn og hlutfallið filler/bik eru mikilvægir þættir sem varða eiginleika malbiks getur verið varasamt að fillergerðin sé breytileg. Þessi ályktun er sett fram með það í huga að filler er vigtaður inn í framleiðsluna og ef fillergerðin og þar með rúmþyngd hans er breytileg verður rúmmál fillers í malbiksgerðinni breytilegt. Einnig getur holrýmd fillersins verið breytileg ef kornadreifing hans breytist, en samkvæmt heimildum er holrýmd fillers mikilvægur stiki við hönnun malbiksgerðaa. Það út af fyrir sig getur haft áhrif á eiginleika þess malbiks sem verið er að framleiða.

Reiknað er með að haldið verði áfram prófunum á þeim fillersýnum sem tekin voru á sínum tíma, m.a. verði yfirborðsflatarmál mælt með Blaine-aðferð.

Könnun á notkun hitamyndavéla við útlögn malbiks. Ákveðið var að leigja mann með myndavél í einn dag og endurtaka hitamyndir við útlögn malbiks, þar sem ástæða þótti til að fá betri mynd af hitadreifingu í malbiki við útlögn. Mælt var bæði hjá Malbikunarstöðinni Hlaðbæ-Colas (MHC) á Sæbraut 24. ágúst og hjá Malbikunarstöðinni Höfða á Snorrabraut 25. ágúst. Almennt séð virðist hitadreifing í malbiki undan útlagnarvél vera nokkuð jöfn og góð, en í sumum tilfellum er mikill hitamunur í sniglum og skúffu útlagnarvéla, en ekki síður á ytra byrði flutningavagna.

Heimildir og ítarefni:

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

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

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

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

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

Efnisrannsóknir og efniskröfur. Leiðbeiningar við hönnun, framleiðslu og framkvæmd. Kafli 6: Slitlag. — Vegagerðin, janúar 2017.

Håndbok N200 Vegbygging – Juni 2014. Statens Vegvesen, Noregi.

ÍST EN 1097-4: Test for mechanical and physical properties of aggregates - Part 4: Determination of the voids of dry compacted filler.

ÍST EN 1097-7: Test for mechanical and physical properties of aggregates - Part 7: Determination of the particle density of filler - Pycnometer method.

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 2016: Malbiksrannsóknir 2015 – áfangaskýrsla VIII. – PP ráðgjöf. Reykjavík 2016.

Pétur Pétursson 2015: Malbiksrannsóknir 2014 – áfangaskýrsla VII. – PP ráðgjöf. Reykjavík 2015.

Pétur Pétursson 2014: Malbiksrannsóknir 2013 – áfangaskýrsla VI. – PP ráðgjöf. Reykjavík 2014.

Pétur Pétursson 2013: Malbiksrannsóknir 2012 – áfangaskýrsla V. – PP ráðgjöf. Reykjavík 2013.

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

VIÐAUKI I Niðurstöður prófana

RANNSÓKN Á MALBIKI

Skýrsla:	M16-012	Dagsetning:	13.05.16	Klukkan:	10:00	Framkv. af:	Ó.R.Ó.
----------	---------	-------------	----------	----------	-------	-------------	--------

Stöð:	Vía Nova	Verktaki:	Malbikunarstöð	Verk:	Stóragerði
-------	----------	-----------	----------------	-------	------------

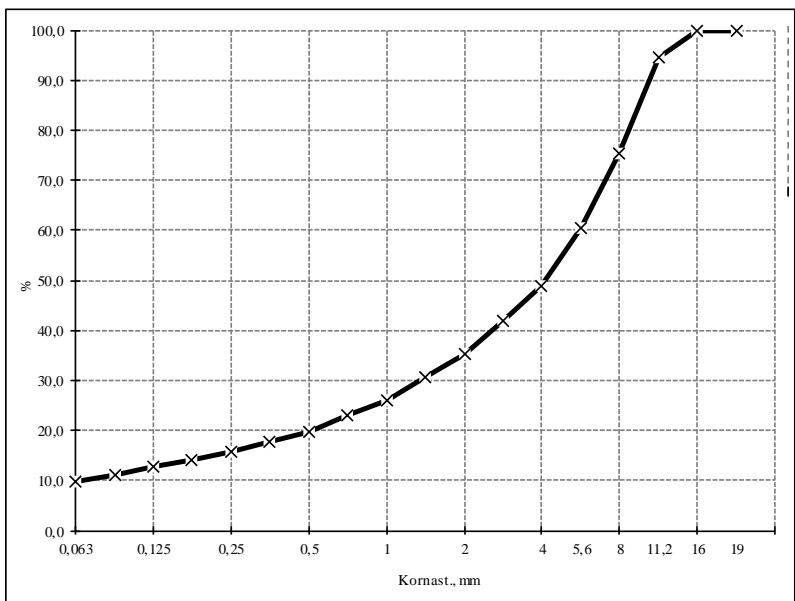
Kafl:	Heiðargerði-Brekkugerði	Aðrir í sama	Reykjavíkurborg
-------	-------------------------	--------------	-----------------

Tegund:	SL11 - 160/220 AC	Gerð:	Y11 Seljad	Sýni tekið af:	Ó.R.Ó.	Uppskrift:	A21
---------	-------------------	-------	------------	----------------	--------	------------	-----

Hráefni	Uppruni	Hráefni	Uppruni	Íblöndunare.			
Perla 16	0	Sandur 0-8	Bjö	Viðloðunare.	660	Leiðrétt.st.	0,12
Perla 11	Seljad	Annað st.	0	Trefjar	0	Hiti v.p.	172
Perla 8	Seljad	Bindiefni	160/220	Vax	0	Hiti v. þj.:	139
Salli 0-8	Seljad	Fræs, %	0	Modifisering	0	Méla/asfalti	1,7
Salli 0-4	0	Annað	0	Annað	0	Max hitast.	626

Rúmp. kjama	2,598	Asf. þunga-%	5,84	Holr. malb., %	1,0	Festa, kN	8,32
Mesta rúmp.	2,604	Asf., rúmm-%	14,9	Holr. steine., %	15,9	Sig, mm	3,56
Rúmp. malb.	2,625	Asf.f. holr., %	93,6	Fylliefni, %	84,1	Festa/sigi	2,34

Korna- stærð, mm	Þyngd %
Botn	0,0
0,063	9,7
0,125	12,7
0,25	15,6
0,5	19,8
1	25,9
2	35,2
4	48,9
5,6	60,4
8	75,4
11,2	94,6
16	100,0
19	100,0
22,4	100,0



K.rúmp. steine.	2,909
-----------------	-------

Athugasemdir:	Loftorka var einnig í sama efni: Hofstaðarbraut (Espilundur-Efstilundur)
---------------	--

Staðlar:	Holr. malbiks: ÍST EN 12697:8	Rúmp. kjama: ÍST EN 12697:6	Kornakúrfra: ÍST EN 12697:2
	Festa: ÍST EN 12697:34	Rúmp. malbiks: ÍST EN 12697:5	Aðrar niðurstöður eru mældar
	Sig: ÍST EN 12697:34	Asfalt, þunga-%: ÍST EN 12697:39	beint eða fundnar skv. formúlum

RANNSÓKN Á MALBIKI

Skýrsla:	M16-078	Dagsetning:	04.08.16	Klukkan:	15:50	Framkv. af:	Ó.R.Ó.
----------	---------	-------------	----------	----------	-------	-------------	--------

Stöð:	Via Nova	Verktaki:	Malbikunarstöð	Verk:	Álftamýri
-------	----------	-----------	----------------	-------	-----------

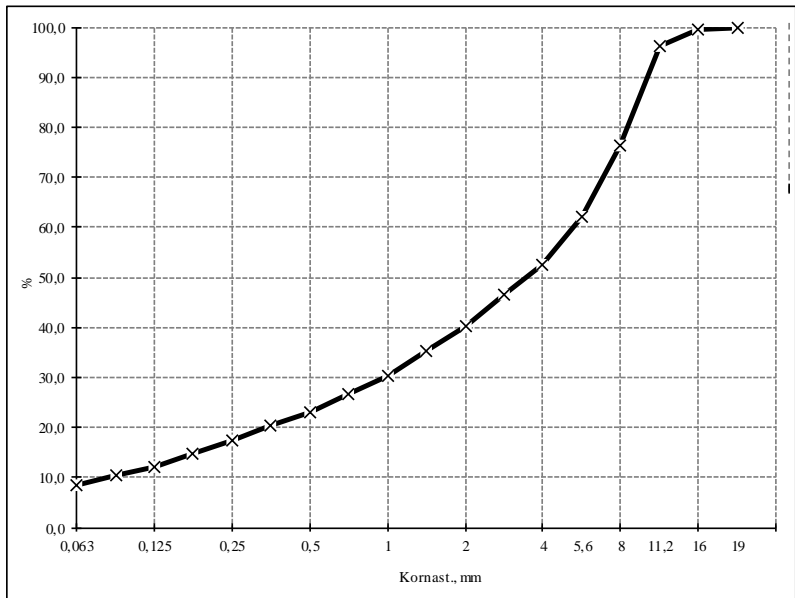
Kafl:	Safamýri-Álftamýri 9	Aðrir í sama	Reykjavíkurborg
-------	----------------------	--------------	-----------------

Tegund:	SL11 - 70/100 AC	Gerð:	Y11 Seljad	Sýni tekið af:	Ó.R.Ó.	Uppskrift:	A21
---------	------------------	-------	------------	----------------	--------	------------	-----

Hráefni	Uppruni	Hráefni	Uppruni	Íblöndunare.			
Perla 16	0	Sandur 0-8	Bjö	Viðloðunare.	660	Leiðrétt.st.	0,12
Perla 11	Seljad	Annað st.	0	Trefjar	0	Hiti v.p.	162
Perla 8	Seljad	Bindiefni	70/100	Vax	0	Hiti v. þj.:	153
Salli 0-8	Seljad	Fræs. %	0	Modifisering	0	Méla/asfalti	1,4
Salli 0-4	0	Annað	0	Annað	0	Max hitast.	542

Rúmp. kjama	2,587	Asf. þunga-%	5,99	Holr. malb., %	0,9	Festa, kN	14,48
Mesta rúmp.	2,594	Asf., rúmm-%	15,2	Holr. steine., %	16,1	Sig, mm	4,76
Rúmp. malb.	2,611	Asf.f. holr., %	94,4	Fylliefni, %	83,9	Festa/sigi	3,07

Korna- stærð, mm	Þyngd %
Botn	0,0
0,063	8,6
0,125	12,2
0,25	17,4
0,5	23,2
1	30,3
2	40,2
4	52,6
5,6	62,1
8	76,3
11,2	96,0
16	99,4
19	100,0
22,4	100,0



K.rúmp. steine.	2,899
-----------------	-------

Athugasemdir:	0
---------------	---

Staðlar:	Holr. malbiks: ÍST EN 12697:8	Rúmp. kjama: ÍST EN 12697:6	Kornakúrfra: ÍST EN 12697:2
	Festa: ÍST EN 12697:34	Rúmp. malbiks: ÍST EN 12697:5	Aðrar niðurstöður eru mældar
	Sig: ÍST EN 12697:34	Asfalt, þunga-%: ÍST EN 12697:39	beint eða fundnar skv. formúlum

Arbeidsresept for bituminøse vegdekker og bærelag

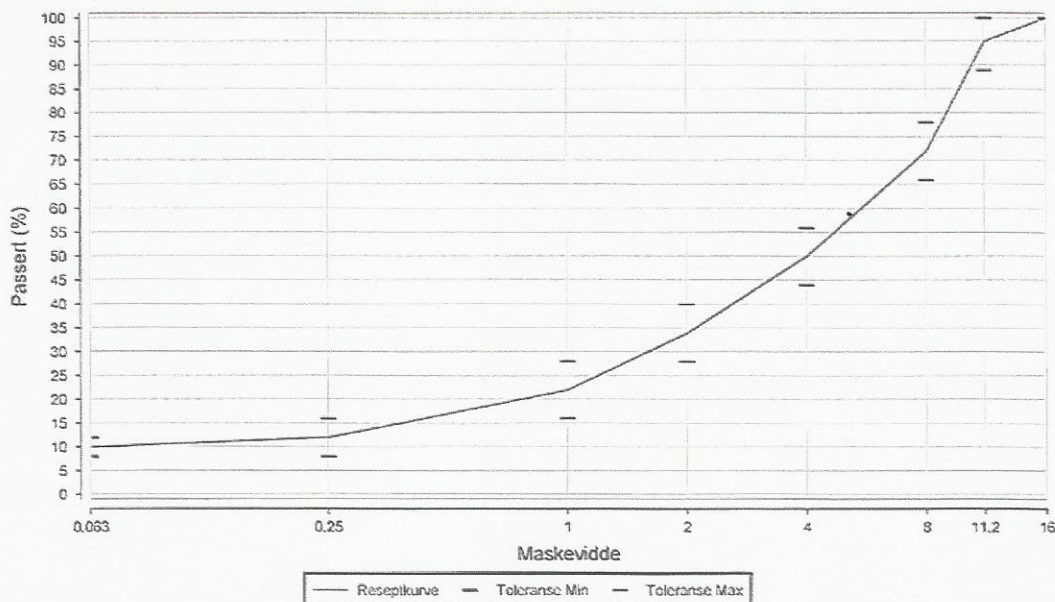
Reseptnr. **2015252**
Dekketype **Ab 11**
Asfaltleverandør **PEAB Asfalt Norge AS**

Produksjonssted **Tiller**
Reseptdato **08.04.2015**

	Tilsiktet	Toleranse	Kompaktering	Marshall 2*50 slag
Bindemiddel (%)	5.9	0.4	Densitet (g/cm ³)	2.398
Hulrom (%)	3.5	1.5	Hulrom (%)	4.2
Forbruk (kg/m ²)			Bitumenfylt hulrom (%)	76.9
Massetemp prod. (°C)	160.0	20.0	Stabilitet (N)	
Dekkets densitet Pd (g/cm ³)	2.415		Flyt (mm)	
Maks.teoretisk densitet Ps (g/cm ³)	2.503		Stab:Flyt (N/mm)	
Maks. vanninnhold (%)			Ind. strekkst. (kPa)	

Bindemiddeltipe	70/100
-----------------	--------

	µm		mm					
	63	250	1	2	4	8	11.2	16
Tils	10.0	12.0	22.0	34.0	50.0	72.0	95.0	100.0
Tol.	2.0	4.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	0.0



Tilslag	Forekomst	Dens.	Fl	LA	Mølle	Sort	Andel
Pukk	Ottersbo	2.76	15.0	15	7.0	0-4 K	32.0
Pukk	Ottersbo	2.76	15.0	15	7.0	0-8 K	25.0
Pukk	Ottersbo	2.76	15.0	15	7.0	8-11 K	37.0
Filler	Kalkfiller	2.73				Bitufil	6.0

Tilsetningsstoff		Mengde (% av bindem.)	
Vedheftningsmiddel	Ad here LOF	Mengde (% av bindem.)	0.5

Arbeidsresepten godkjent:

Entreprenør

Sted: _____, Den: _____

Dato: 13.4.15 Underskrift: [Signature]

Underskrift: _____



Arbeidsresept for bituminøse vegdekker og bærelag

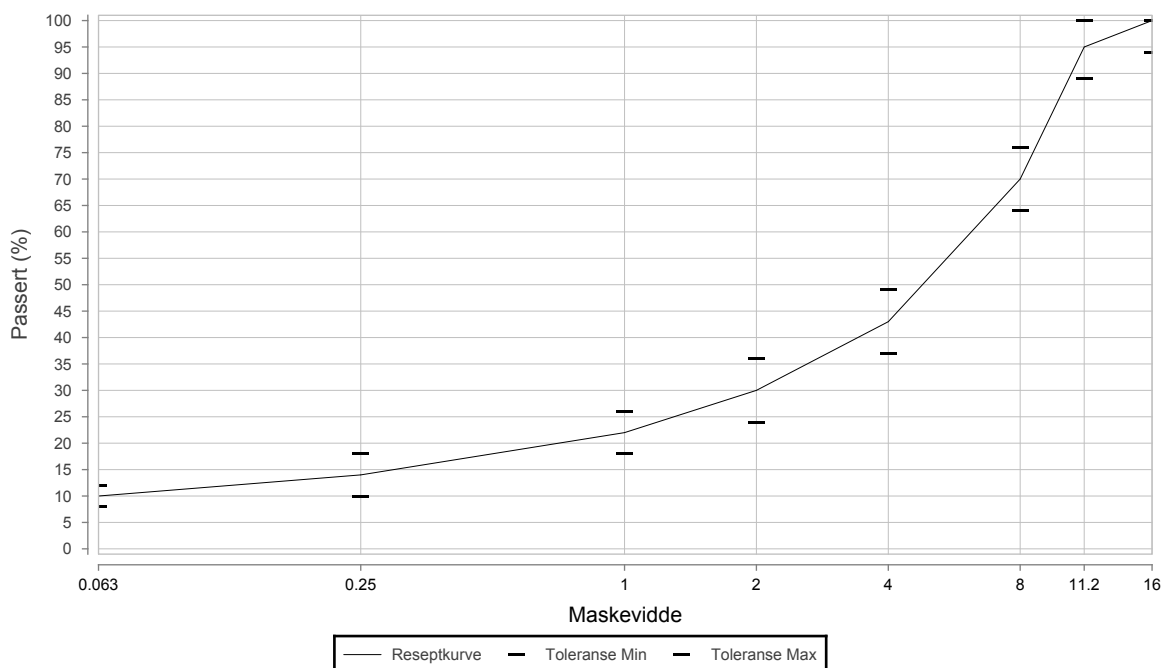
Reseptnr. **2015210**
 Dekketype **AC 11 surf PMB Ab 11**
 Asfaltleverandør **PEAB Asfalt Norge AS**

Produksjonssted **Tiller asfaltfabrikk PEAB**
 Reseptdato **16.06.2015**

	Tilsiktet	Toleranse	Kompaktering	Marshall 2*50 slag
Bindemiddel (%)	5.4	0.4	Densitet (g/cm ³)	2.669
Hulrom (%)	3.5	1.5	Hulrom (%)	2.1
Forbruk (kg/m ²)			Bitumenfylt hulrom (%)	76.9
Massetemp prod. (°C)	160.0	20.0	Stabilitet (N)	
Dekkets densitet Pd (g/cm ³)	2.633		Flyt (mm)	
Maks.teoretisk densitet Ps (g/cm ³)	2.728		Stab:Flyt (N/mm)	
Maks. vanninnhold (%)			Ind. strekkst. (kPa)	

Bindemiddeltipe	PmB		
Gradbenevning	40/100-75	Produktnavn	Nypol 73

	µm		mm					
	63	250	1	2	4	8	11.2	16
Tils	10.0	14.0	22.0	30.0	43.0	70.0	95.0	100.0
Tol.	2.0	4.0	4.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0



Tilslag	Forekomst	Dens.	FI	LA	Mølle	Sort	Andel
Pukk	Ramlo Sjøla	3.04	20.0	20	14.0	0-4 K	50.0
Pukk	Ramlo Sjøla	3.04	20.0	20	14.0	4-8 K	14.0
Pukk	Ramlo Sjøla	3.04	20.0	20	14.0	8-11 K	30.0
Filler	Kalkfiller	2.73				0-0,05	6.0

Tilsetningsstoff		Mengde (% av bindem.)	
Vedheftningsmiddel	Ad here LOF	Mengde (% av bindem.)	0.5

Arbeidsresepten godkjent:

Entreprenør

Sted: _____, Den: _____

Dato: _____ Underskrift: _____

Underskrift: _____



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

Fyrir: Rannsóknaverkefni hjá Vegagerðinni, verknr. 1350-1808-01
Próf á aðsendu kjörnum úr götu. Próf framkvæmt á Nýsköpunarmiðstöð.

Malbik: Framleiðandi: Malbikunarstöðin HÖFÐI hf.
Malbiksgerð: SL 11 - 70/100, Y 11 Seljadalur
Sýni tekið þann 06.09.16 úr götu við Álftamýri. Kafli Safamýri-Álftamýri 9.
Skýrsla M16-078

Aths.: Gifs fór utaná kjarnann sem gæti leitt auknu rúmþyngdina eftir próf.

Rúmp. Rúmþyngd malbiks er er fengin úr mælingum HÖFÐA á framleiðsludegi.
Rúmþyngd malbiks, (teoretisk) kg/m³ **2611**

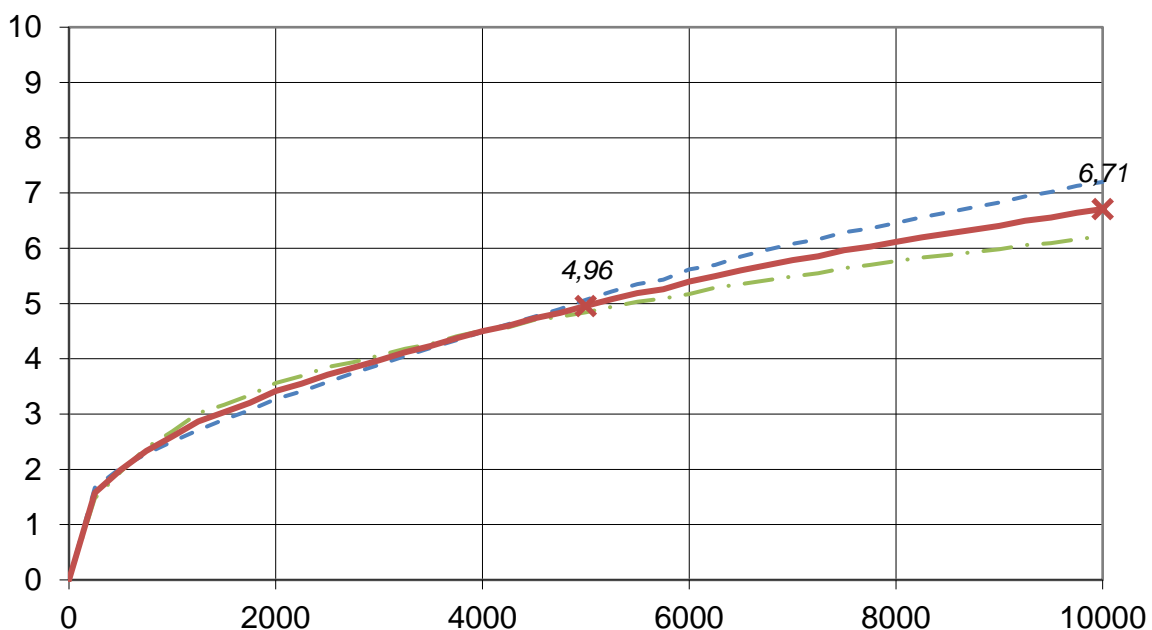
Þjöppuð plata <i>P*h kjarna er um 291*52 mm</i>	<i>Vigtun og mælingar m. rennimáli</i>			<i>Rúmþyngd mæld í lofti og vatni á hluta sýnis eftir próf</i>		
	<i>HÁ-5</i>	<i>HÁ-2</i>	<i>Meðaltal</i>	<i>HÁ-5</i>	<i>HÁ-2</i>	<i>Meðaltal</i>
Þyngd kjarna	kg	8,696	8,916			
Meðalþykkt	mm	50,7	52,1	51,4		
Rúmmál kjarna	cm ³	3400	3491			
Reiknuð rúmþyngd	kg/m ³	2557	2554	2556	2593	2595
Reiknað holrúm	rm%	2,1	2,2	2,1	0,7	0,6

Hjólfarapróf við 45°C

Upphaf sett á 0 mm

	<i>HÁ-5</i>	<i>HÁ-2</i>	<i>Meðaltal</i>
Sig við 5000 umferðir, mm	5,07	4,84	4,96
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD _{AIR})	7,20	6,22	6,71
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (PRD _{AIR})	14,2	11,9	13,0
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS _{AIR})	0,426	0,276	0,351

Sig í mm og umferðir



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

Fyrir: Rannsóknaverkefni hjá Vegagerðinni, verknr. 1350-1808-01

Próf á aðsendu kjörnum úr götu. Próf framkvæmt á Nýsköpunarmiðstöð.

Malbik: Framleiðandi: Malbikunarstöðin HÖFÐI hf.

Malbiksgerð: SL 11 - 160/220, Y 11 Seljadalur

Sýni tekið þann 06.09.16 úr götu við Stóragerði. Kafli Heiðargerði til Brekkugerði.

Skýrsla M16-012

Aths.: Gifs fór utaná kjarnann sem gæti leitt auknu rúmþyngdina eftir próf.

Rúmp. Rúmþyngd malbiks er er fengin úr mælingum HÖFÐA á framleiðsludegi.

Rúmþyngd malbiks, (teoretisk) kg/m³ **2625**

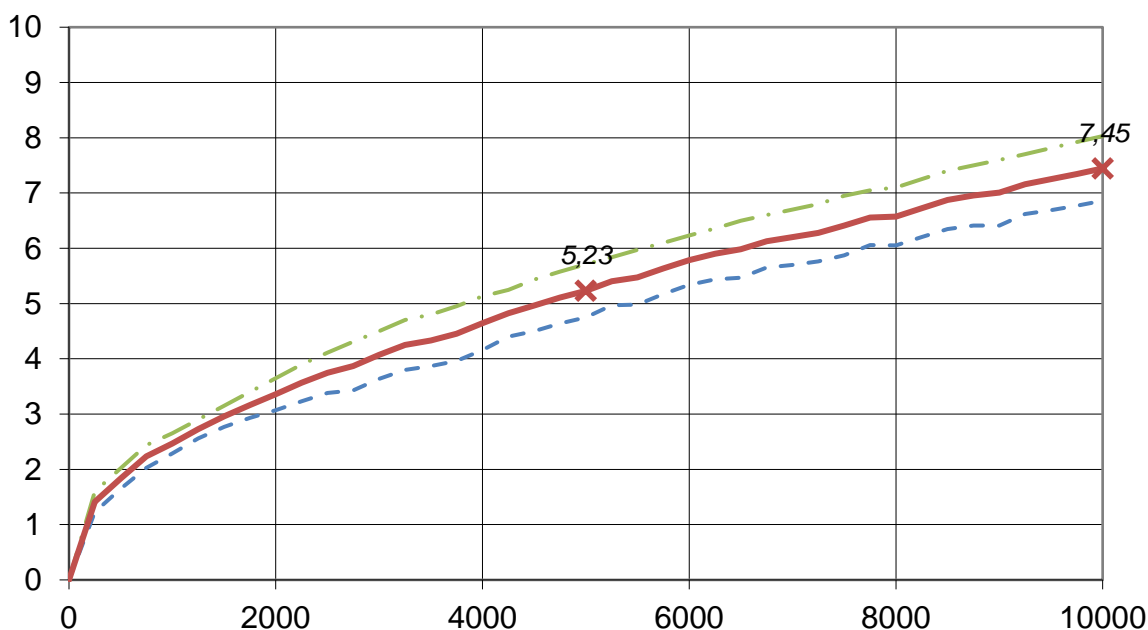
Þjöppuð plata <i>P*h kjarna er um 291*52 mm</i>	<i>Vigtun og mælingar m. rennimáli</i>			<i>Rúmþyngd mæld í lofti og vatni á hluta sýnis eftir próf</i>		
	<i>MS-5</i>	<i>MS-2</i>	<i>Meðaltal</i>	<i>MS-5</i>	<i>MS-2</i>	<i>Meðaltal</i>
Þyngd kjarna kg	9,002	8,803				
Meðalþykkt mm	52,2	51,2	51,7			
Rúmmál kjarna cm ³	3480	3418				
Reiknuð rúmþyngd kg/m ³	2587	2575	2581	2620	2604	2612
Reiknað holrúm rm%	1,4	1,9	1,7	0,2	0,8	0,5

Hjólfarapróf við 45°C

Upphaf sett á 0 mm

	<i>MS-5</i>	<i>MS-2</i>	<i>Meðaltal</i>
Sig við 5000 umferðir, mm	4,75	5,71	5,23
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD _{AIR})	6,86	8,03	7,45
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (PRD _{AIR})	13,1	15,7	14,4
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS _{AIR})	0,422	0,464	0,443

Sig í mm og umferðir



Hjólfarapróf skv. ÍST EN 12697-22:2003 Aðferð B í lofti - Hiti 50°C

Fyrir: Rannsóknaverkefni hjá Vegagerðinni, verknr. 1350-1808-01
Próf á aðsendu kjörnum úr götu. Próf framkvæmt á Nýsköpunarmiðstöð.

Malbik: P7-Ab11-PMB (5-7) og P16-Ab11-PMB (6-7)
Malbiksgerð: Nypol 73(40/100-75), Pukk-Ramlo Sjøla
Sýni komu á Nýsköpunarmiðstöð í byrjun desember 2016.

Aths.: Rúmþyngd á kjarna P34 er 2,608 kg/m³ og Holrýmud 4,8%)

Rúmp. Rúmþyngd malbiks er er fengin úr mælingum Nýsköpunarmiðstöðvar úr **Kjarna P34**.
Rúmþyngd malbiks, (teoretisk) kg/m³ **2738**

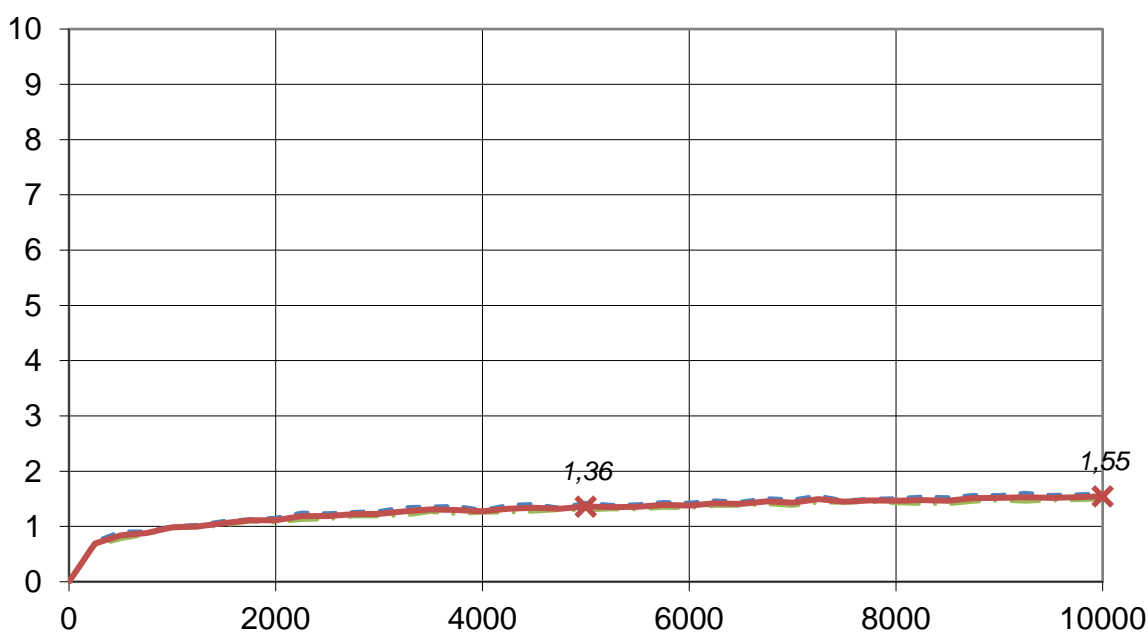
Pjöppuð plata	Vigtun og mælingar m. rennimáli			Rúmþyngd mæld í lofti og vatni á hluta sýnis eftir próf		
	P7	P16	Meðaltal	P7	P16	Meðaltal
<i>P*h kjarna er um 291*52 mm</i>						
Þyngd kjarna	kg	2,842	2,985			
Meðalþykkt	mm	36,3	38,0			37,2
Rúmmál kjarna	cm ³	1138	1196			
Reiknuð rúmþyngd	kg/m ³	2496	2496	2612	2600	2606
Reiknað holrúm	rm%	8,8	8,8	4,6	5,1	4,8

Hjólfarapróf við 45°C

Upphaf sett á 0 mm

	P7	P16	Meðaltal
Sig við 5000 umferðir, mm	1,43	1,29	1,36
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD _{AIR})	1,60	1,49	1,55
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (PRD _{AIR})	4,4	3,9	4,2
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS _{AIR})	0,034	0,040	0,037

Sig í mm og umferðir





Hjólfarapróf skv. ÍST EN 12697-22:2003 Aðferð B í lofti - Hiti 50°C

Fyrir: Rannsóknaverkefni hjá Vegagerðinni, verknr. 1350-1808-01
Próf á aðsendu kjörnum úr götu. Próf framkvæmt á Nýsköpunarmiðstöð.

Malbik: U7-Ab11 (1-7) og U16-Ab11 (2-7)
Malbiksgerð: SL11 Ottersbo+ Kalkfiller (6%), PG 70/100.
Sýni komu á Nýsköpunarmiðstöð í byrjun desember 2016.
Max rúmpýngd var fengin úr kjarna U34-Ab11-(4-7)

Aths.: Niðurstöður úr Hjólfaratæki voru með 0,2-0,3 mm sveiflu. Líklega vegna of lítills kjarna.

Rúmp. Rúmpýngd malbiks er er fengin úr mælingum PEAB Asphalt Norge AS.

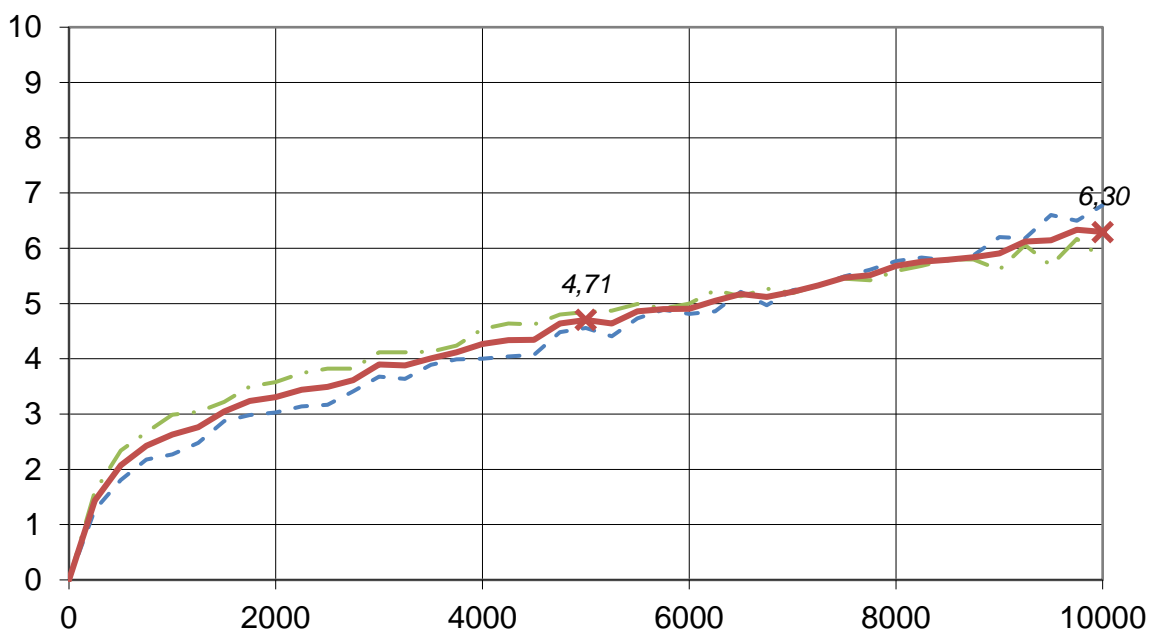
Rúmpýngd malbiks, (teoretisk)		kg/m ³	2722	Holrým	3,7%		
Þjöppuð plata							
Þ*h kjarna er um 291*52 mm		Vigtun og mælingar m. rennimáli			Rúmpýngd mæld í lofti og vatni á hluta sýnis eftir próf		
		U7	U16	Meðaltal	U7	U16	Meðaltal
Þýngd kjarna	kg	2,757	2,728				
Meðalþykkt	mm	34,0	33,4	33,7			
Rúmmál kjarna	cm ³	1074	1058				
Reiknuð rúmpýngd	kg/m ³	2568	2578	2573	2586	2626	2606
Reiknað holrúm	rm%	5,7	5,3	5,5	5,0	3,5	4,3

Hjólfarapróf við 45°C

Upphaf sett á 0 mm

	U7	U16	Meðaltal
Sig við 5000 umferðir, mm	4,56	4,85	4,71
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD _{AIR})	6,78	5,81	6,30
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (PRD _{AIR})	20,0	17,4	18,7
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS _{AIR})	0,444	0,192	0,318

Sig í mm og umferðir





Rannsókn nr.	H16-8
Dags.	2016-03-10
Framkv. af	EMH

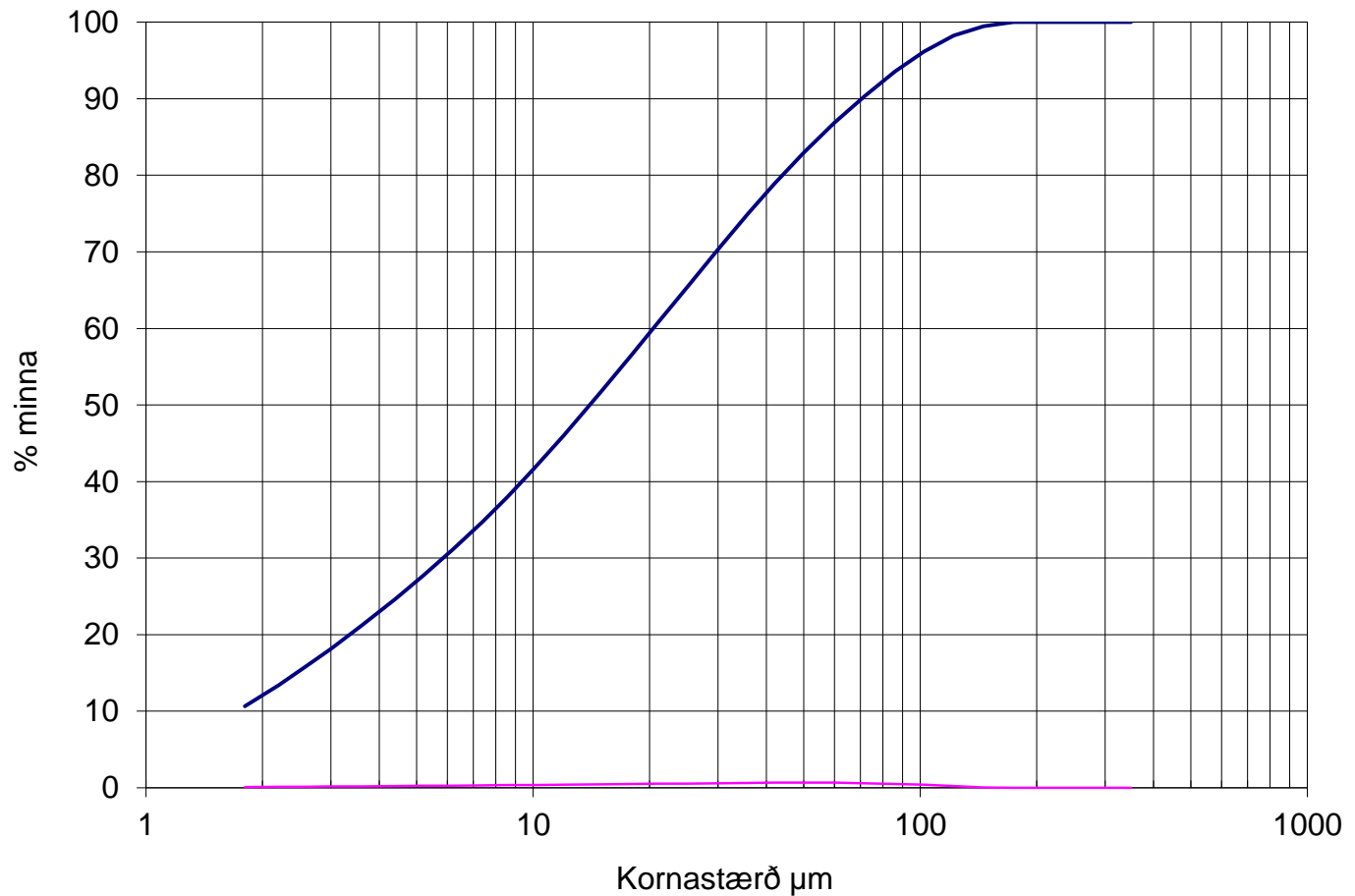
Mæling á kornadreifingu með ljörva

Fyrir:	Tökustaður:
Malbiksrannsókn 1800-342	Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas
Verkbeiðandi:	Merki:
Pétur Pétursson	Fin-1-15
Tengiliður:	Heiti:
Pétur Pétursson	Co-1
Athugasemdir:	
Sýni sigtuð á 125 µm. Eitt sýni mælt fjórum sinnum.	

Mæliaðferð
Sympatec HELOS / RODOS þurrmæling á sýnishlutanum undir 125 µm

Upplýsingar frá mælingum:
Efni: Steinefni u. 125µm - Merking: H16-8 CO1
Niðurstöður eru meðaltal fjögurra hlutamælinga.

µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	%	d10	d16
%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,5	98,3	96,1	93,5	90,4	86,9	µm	1,7	2,6
Stfrv. %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	+/-	0,0	0,0
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d50	d84
%	83,0	78,9	75,1	70,3	65,4	60,7	56,6	51,8	46,1	41,6	38,1	µm	14,1	52,7
Stfrv. %	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	+/-	0,2	1,7
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8			%	d90	d99
%	34,8	31,1	27,7	24,7	21,2	18,2	15,9	13,4	10,7	> Blá lína		µm	70,7	136,4
Stfrv. %	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	> Fjólublá lína		+/-	2,1	2,1





Rannsókn nr.	H16-8
Dags.	2016-03-10
Framkv. af	EMH

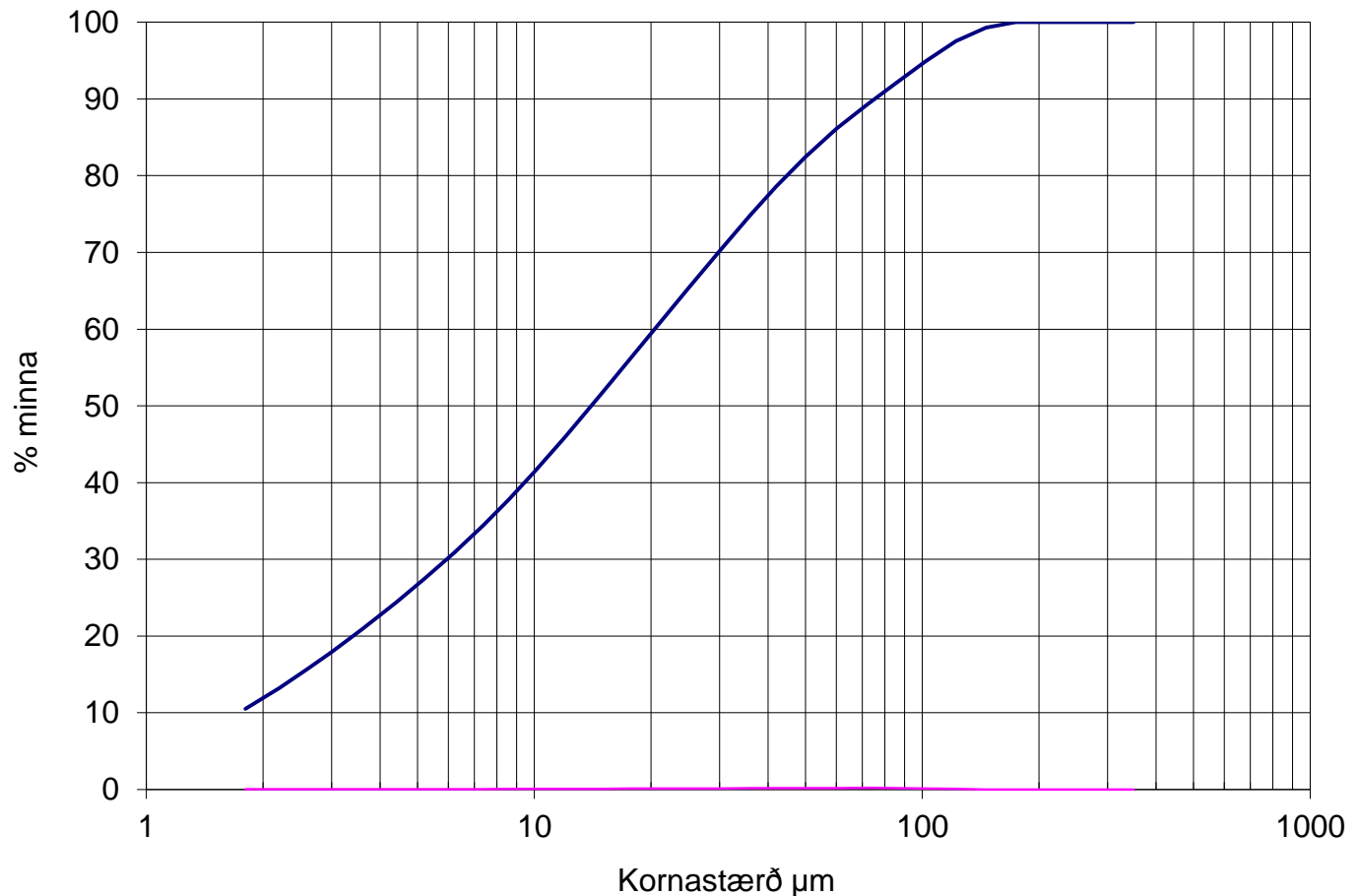
Mæling á kornadreifingu með ljörva

Fyrir:	Tökustaður:
Malbiksrannsókn 1800-342	Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas
Verkbeiðandi:	Merki:
Pétur Pétursson	Fin-2-15
Tengiliður:	Heiti:
Pétur Pétursson	Co-2
Athugasemdir:	
Sýni sigtuð á 125 µm. Eitt sýni mælt þrisvar sinnum.	

Mæliaðferð
Sympatec HELOS / RODOS þurrmæling á sýnishlutanum undir 125 µm

Upplýsingar frá mælingum:
Efni: Steinefni u. 125µm - Merking: H16-8 CO2
Niðurstöður eru meðaltal þriggja hlutamælinga.

µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	%	d10	d16
%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	97,5	94,9	92,2	89,3	86,1	µm	1,7	2,7
Stfrv. %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	+/-	0,0	0,0
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d50	d84
%	82,5	78,6	74,8	70,2	65,4	60,8	56,7	51,8	45,9	41,4	37,8	µm	14,1	54,2
Stfrv. %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	+/-	0,1	0,5
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8			%	d90	d99
%	34,5	30,8	27,4	24,4	20,9	17,9	15,7	13,2	10,5	> Blá lína		µm	75,5	142,1
Stfrv. %	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	> Fjólublá lína		+/-	1,0	0,3





Rannsókn nr.	H16-8
Dags.	2016-03-15
Framkv. af	EMH

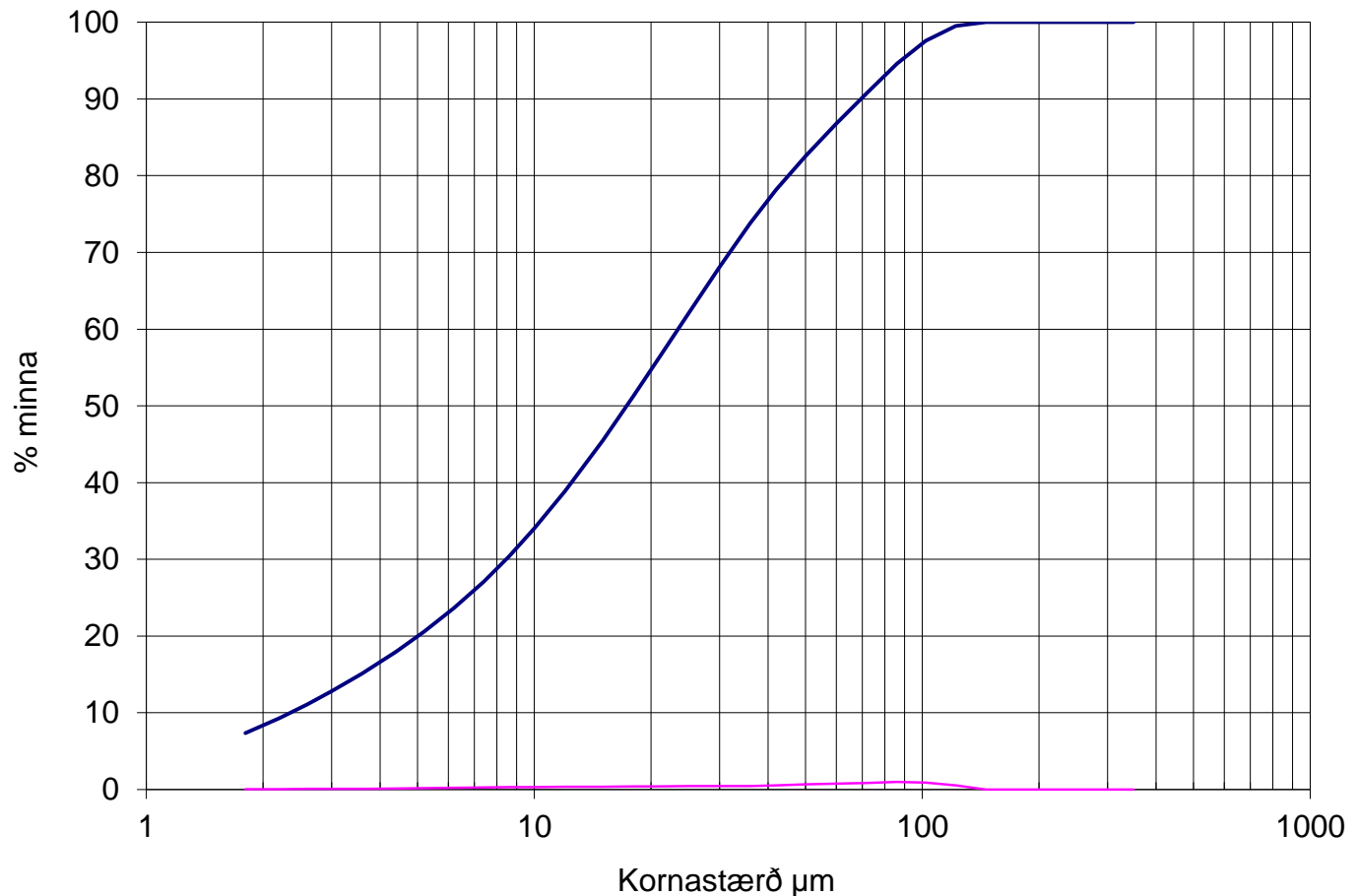
Mæling á kornadreifingu með ljörva

Fyrir:	Malbiksrannsókn 1800-342	Tökustaður:	Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas
Verkbeiðandi:	Pétur Pétursson	Merki:	Fin-03-15
Tengiliður:	Pétur Pétursson	Heiti:	Co-3
Athugasemdir:	Sýni sigtuð á 125 µm. Eitt sýni mælt þrisvar sinnum.		

Mæliaðferð
Sympatec HELOS / RODOS þurrmæling á sýnishlutanum undir 125 µm

Upplýsingar frá mælingum:
Efni: Steinefni u. 125µm - Merking: H16-8_Co-3
Niðurstöður eru meðaltal þriggja hlutamælinga.

µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	%	d10	d16
%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,5	97,6	94,6	90,8	86,8	µm	2,4	3,9
Stfrv. %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,9	1,0	0,9	0,8	+/-	0,0	0,0
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d50	d84
%	82,6	78,2	73,8	68,1	62,1	56,3	51,3	45,5	38,9	34,0	30,4	µm	17,4	53,4
Stfrv. %	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	+/-	0,2	1,6
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8			%	d90	d99
%	27,1	23,6	20,6	18,0	15,1	12,8	11,1	9,3	7,3	> Blá lína		µm	69,6	116,3
Stfrv. %	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	> Fjólublá lína		+/-	2,5	6,9





Rannsókn nr.	H16-8
Dags.	2016-03-10
Framkv. af	EMH

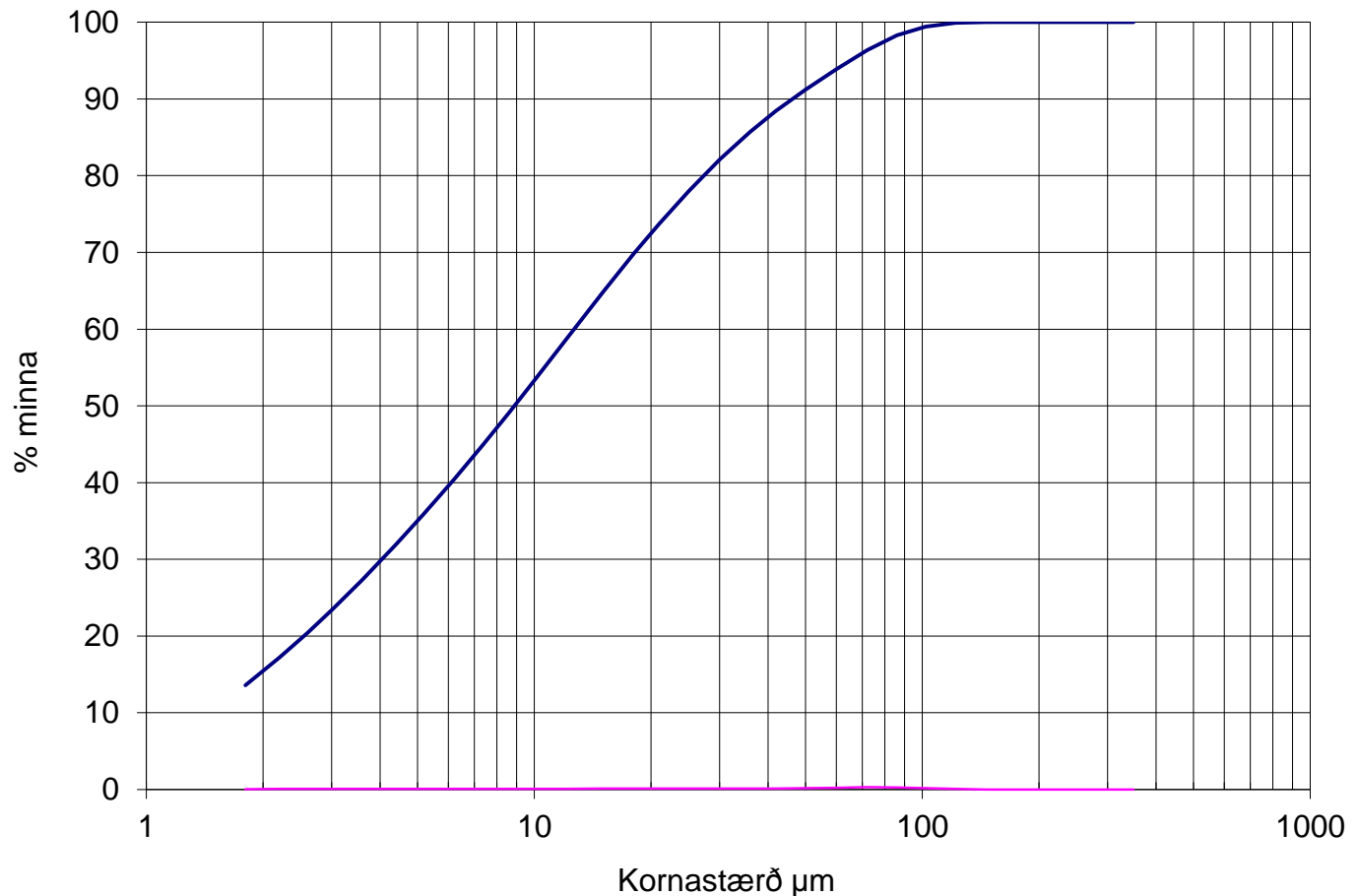
Mæling á kornadreifingu með ljörva

Fyrir:	Tökustaður:
Malbiksrannsókn 1800-342	Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas
Verkbeiðandi:	Merki:
Pétur Pétursson	Fin-4-15
Tengiliður:	Heiti:
Pétur Pétursson	Co-4
Athugasemdir:	
Sýni sigtuð á 125 µm. Eitt sýni mælt þrisvar sinnum.	

Mæliaðferð
Sympatec HELOS / RODOS þurrmæling á sýnishlutanum undir 125 µm

Upplýsingar frá mælingum:
Efni: Steinefni u. 125µm - Merking: H16-8 CO4
Niðurstöður eru meðaltal þriggja hlutamælinga.

µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	%	d10	d16
%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	99,4	98,3	96,4	93,9	µm	1,5	2,1
Stfrv. %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	+/-	0,0	0,0
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d50	d84
%	91,2	88,5	85,7	82,1	78,0	73,8	69,8	64,8	58,5	53,3	49,1	µm	8,9	33,2
Stfrv. %	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	+/-	0,0	0,2
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8			%	d90	d99
%	45,0	40,4	36,0	31,9	27,3	23,4	20,4	17,2	13,6	> Blá lína		µm	46,5	95,6
Stfrv. %	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	> Fjólublá lína		+/-	0,5	3,3





Rannsókn nr.	H16-8
Dags.	2016-03-10
Framkv. af	EMH

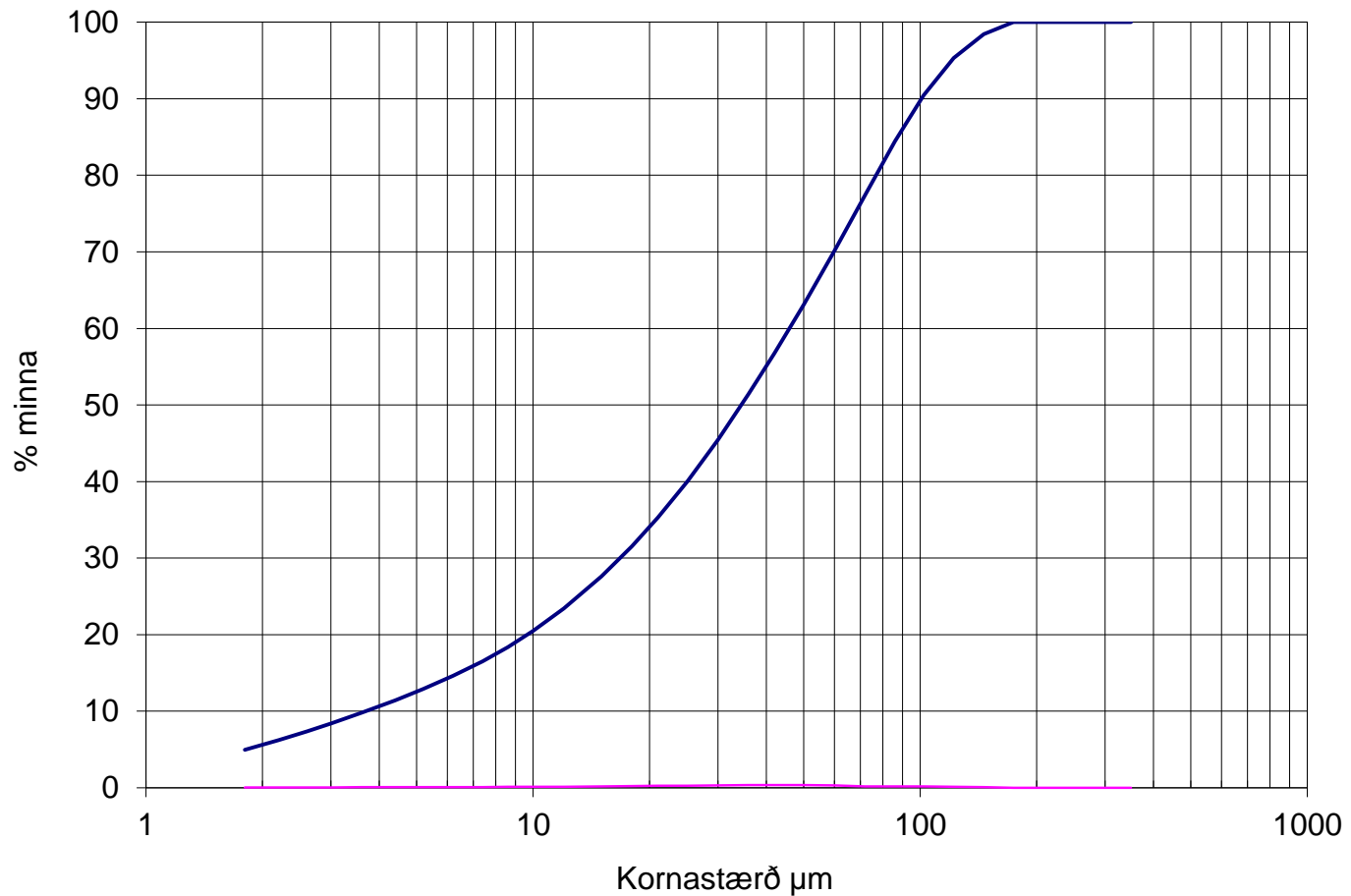
Mæling á kornadreifingu með ljörva

Fyrir:	Tökustaður:
Malbiksrannsókn 1800-342	Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas
Verkbeiðandi:	Merki:
Pétur Pétursson	Fin-5-15
Tengiliður:	Heiti:
Pétur Pétursson	Co-5
Athugasemdir:	
Sýni sigtuð á 125 µm. Eitt sýni mælt þrisvar sinnum.	

Mæliaðferð
Sympatec HELOS / RODOS þurrmæling á sýnishlutanum undir 125 µm

Upplýsingar frá mælingum:
Efni: Steinefni u. 125µm - Merking: H16-8 CO5
Niðurstöður eru meðaltal þriggja hlutamælinga.

µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	%	d10	d16
%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,4	95,3	90,4	84,5	77,4	70,1	µm	3,7	7,1
Stfrv. %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	+/-	0,0	0,1
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d50	d84
%	63,1	56,8	51,4	45,5	40,0	35,3	31,6	27,6	23,4	20,5	18,4	µm	34,6	85,1
Stfrv. %	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	+/-	0,4	0,4
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8			%	d90	d99
%	16,5	14,6	12,9	11,4	9,8	8,4	7,4	6,2	5,0	> Blá lína		µm	100,8	156,3
Stfrv. %	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	> Fjólublá lína		+/-	0,5	0,8





Rannsókn nr.	H16-8
Dags.	2016-03-10
Framkv. af	EMH

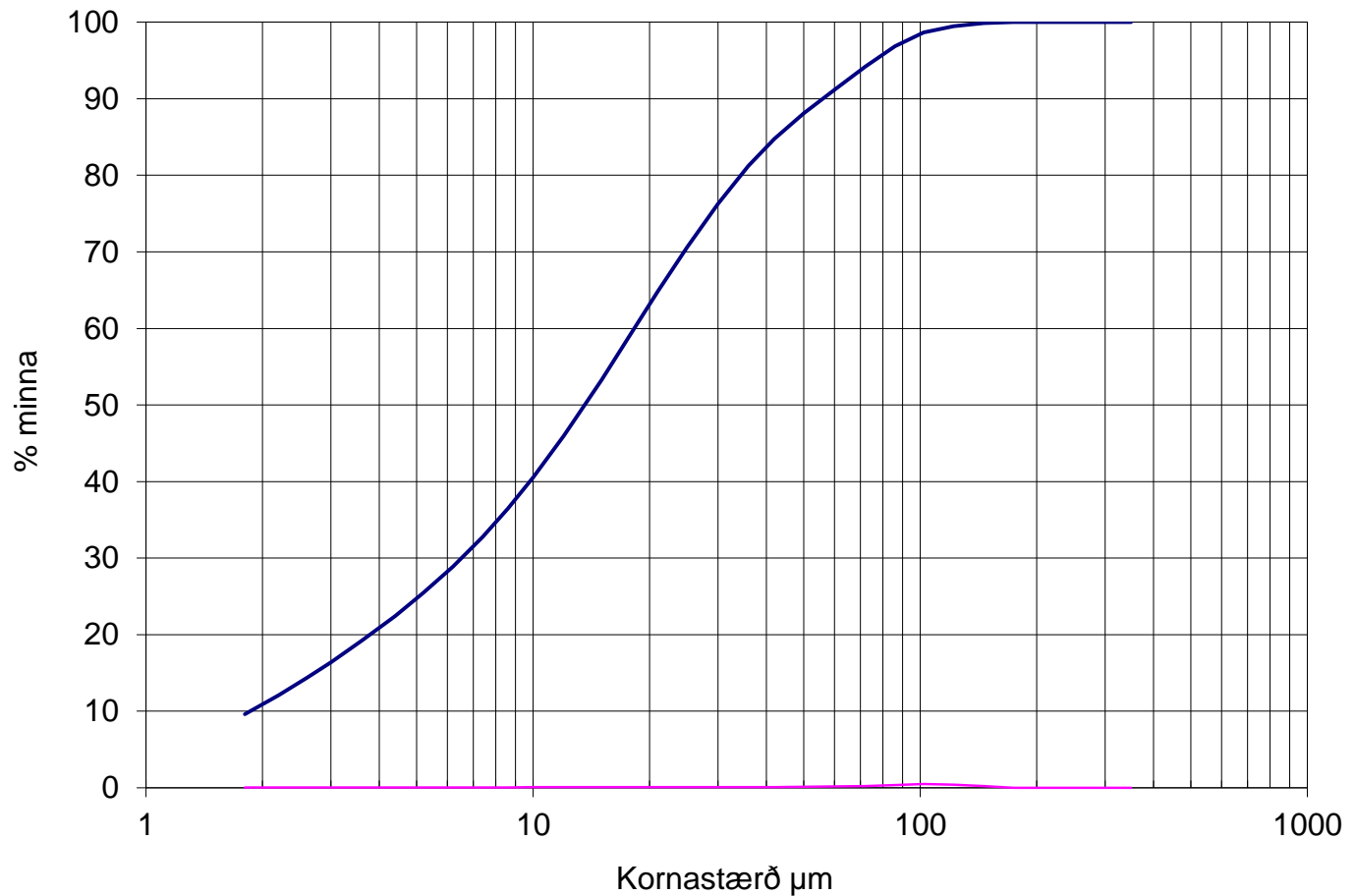
Mæling á kornadreifingu með ljörva

Fyrir:	Tökustaður:
Malbiksrannsókn 1800-342	Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas
Verkbeiðandi:	Merki:
Pétur Pétursson	Fin-6-15
Tengiliður:	Heiti:
Pétur Pétursson	Co-6
Athugasemdir:	
Sýni sigtuð á 125 µm. Eitt sýni mælt þrisvar sinnum.	

Mæliaðferð
Sympatec HELOS / RODOS þurrmæling á sýnishlutanum undir 125 µm

Upplýsingar frá mælingum:
Efni: Steinefni u. 125µm - Merking: H16-8 CO6
Niðurstöður eru meðaltal þriggja hlutamælinga.

µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	%	d10	d16
%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	99,5	98,7	96,9	94,2	91,2	µm	1,9	2,9
Stfrv. %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,5	0,4	0,2	0,2	+/-	0,0	0,0
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d50	d84
%	88,1	84,8	81,2	76,3	70,7	64,8	59,5	53,3	46,0	40,6	36,5	µm	13,7	40,7
Stfrv. %	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	+/-	0,0	0,1
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8			%	d90	d99
%	32,8	28,9	25,4	22,5	19,2	16,4	14,4	12,1	9,6	> Blá lína		µm	56,2	110,8
Stfrv. %	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	> Fjólublá lína		+/-	0,5	10,2





Rannsókn nr.	H16-8
Dags.	2016-03-10
Framkv. af	EMH

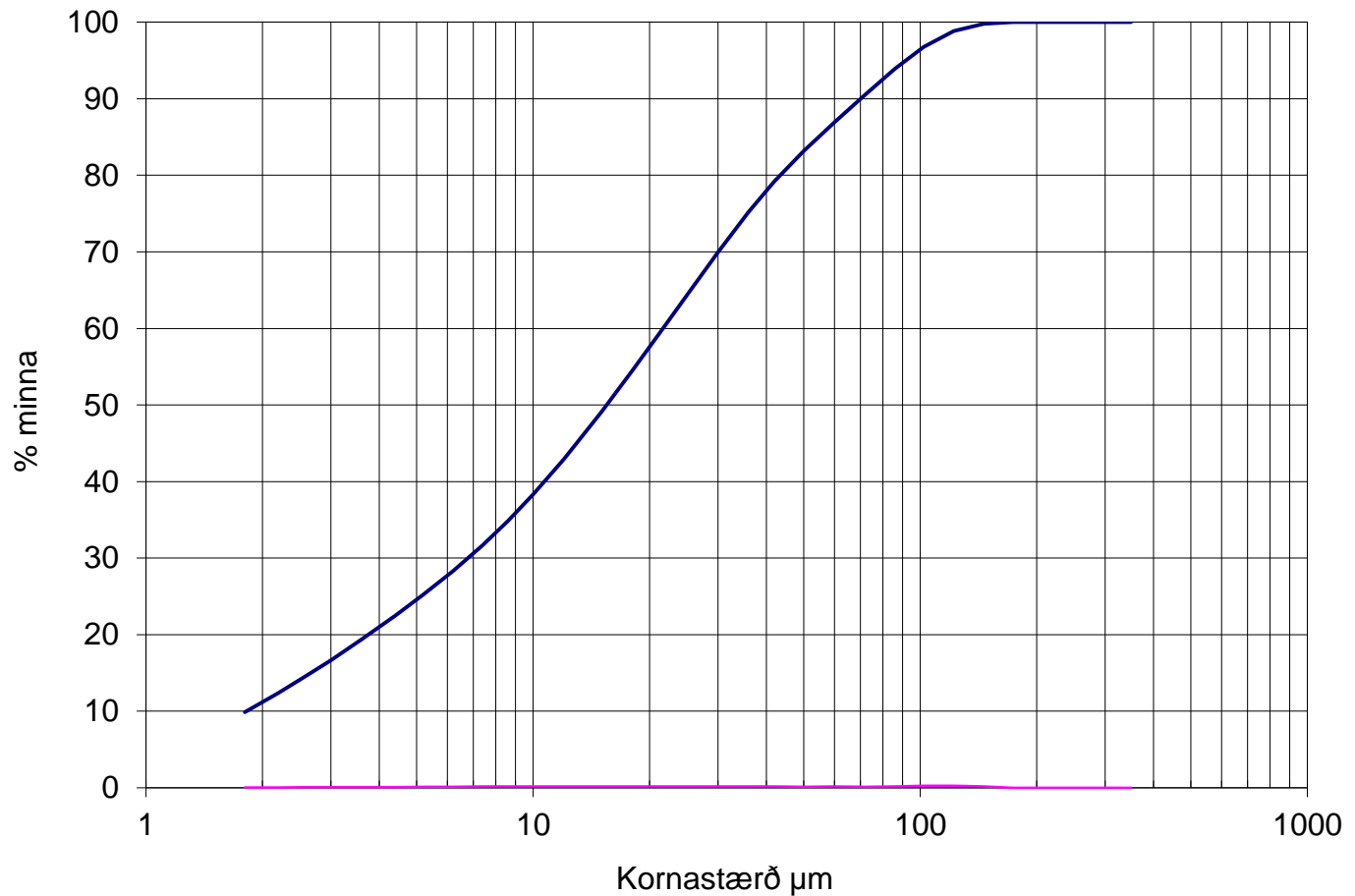
Mæling á kornadreifingu með ljörva

Fyrir:	Tökustaður:
Malbiksrannsókn 1800-342	Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas
Verkbeiðandi:	Merki:
Pétur Pétursson	Fin-7-15
Tengiliður:	Heiti:
Pétur Pétursson	Co-7
Athugasemdir:	
Sýni sigtuð á 125 µm. Eitt sýni mælt þrisvar sinnum.	

Mæliaðferð
Sympatec HELOS / RODOS þurrmæling á sýnishlutanum undir 125 µm

Upplýsingar frá mælingum:
Efni: Steinefni u. 125µm - Merking: H16-8 CO7
Niðurstöður eru meðaltal þriggja hlutamælinga.

µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	%	d10	d16
%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	98,8	96,8	93,9	90,5	86,9	µm	1,8	2,9
Stfrv. %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	+/-	0,0	0,0
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d50	d84
%	83,2	79,2	75,2	69,9	64,4	59,1	54,5	49,1	42,9	38,3	34,8	µm	15,5	52,2
Stfrv. %	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	+/-	0,1	0,4
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8			%	d90	d99
%	31,7	28,3	25,2	22,5	19,4	16,7	14,7	12,4	9,9	> Blá lína		µm	70,3	126,4
Stfrv. %	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	> Fjólublá lína		+/-	0,5	5,1





Rannsókn nr.	H16-8
Dags.	2016-03-10
Framkv. af	EMH

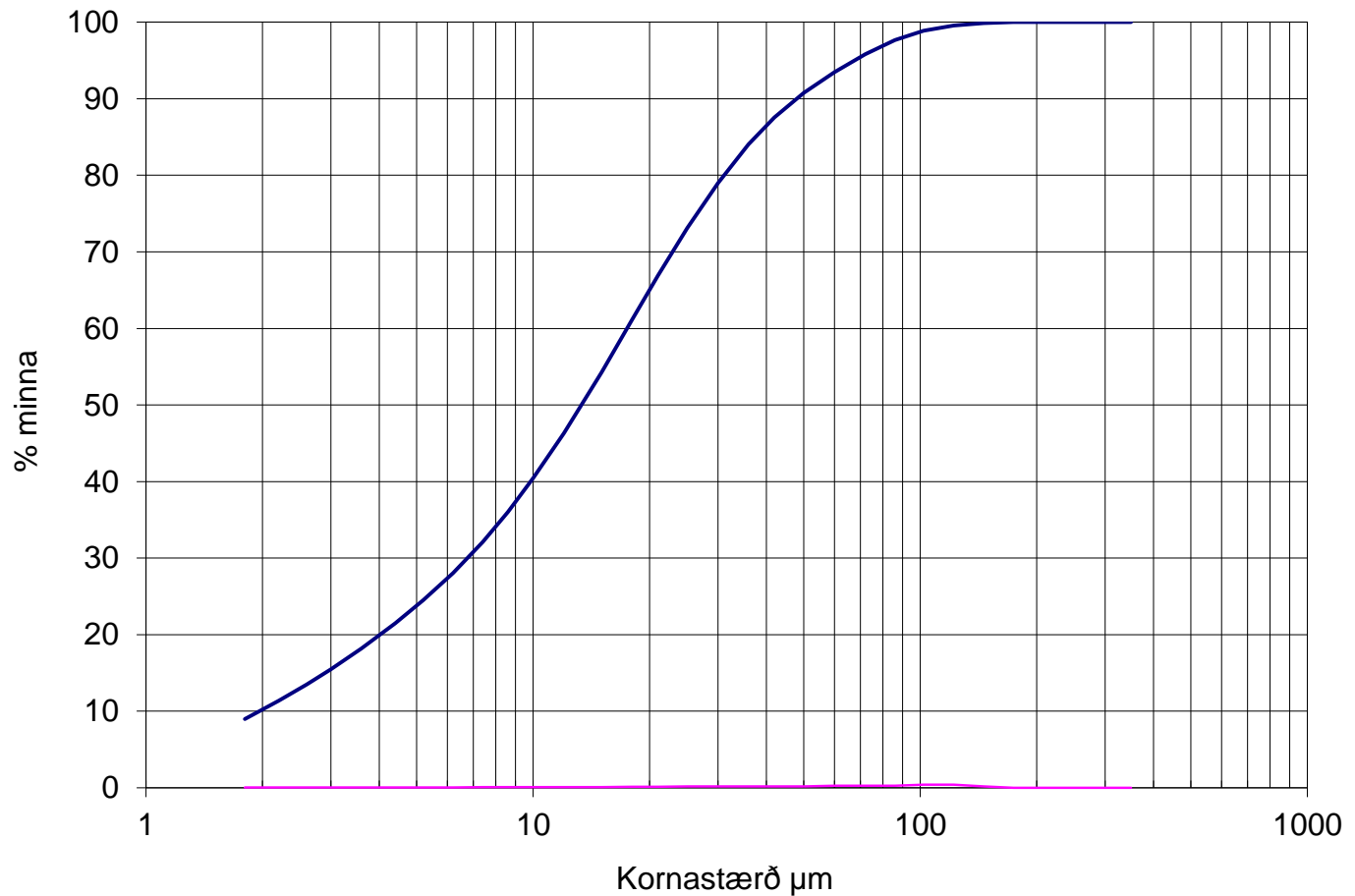
Mæling á kornadreifingu með ljörva

Fyrir:	Tökustaður:
Malbiksrannsókn 1800-342	Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas
Verkbeiðandi:	Merki:
Pétur Pétursson	Fin-8-15
Tengiliður:	Heiti:
Pétur Pétursson	Co-8
Athugasemdir:	
Sýni sigtuð á 125 µm. Eitt sýni mælt þrisvar sinnum.	

Mæliaðferð
Sympatec HELOS / RODOS þurrmæling á sýnishlutanum undir 125 µm

Upplýsingar frá mælingum:
Efni: Steinefni u. 125µm - Merking: H16-8 CO8
Niðurstöður eru meðaltal þriggja hlutamælinga.

µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	%	d10	d16
%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	99,6	98,9	97,7	95,8	93,5	µm	2,0	3,1
Stfrv. %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	+/-	0,0	0,0
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d50	d84
%	90,8	87,6	84,1	79,0	73,1	66,9	61,1	54,3	46,3	40,4	36,0	µm	13,4	36,0
Stfrv. %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	+/-	0,0	0,2
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8			%	d90	d99
%	32,1	28,0	24,5	21,5	18,2	15,5	13,5	11,4	9,0	> Blá lína		µm	48,1	107,5
Stfrv. %	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	> Fjólublá lína		+/-	0,4	8,7





Rannsókn nr.	H16-8
Dags.	2016-03-10
Framkv. af	EMH

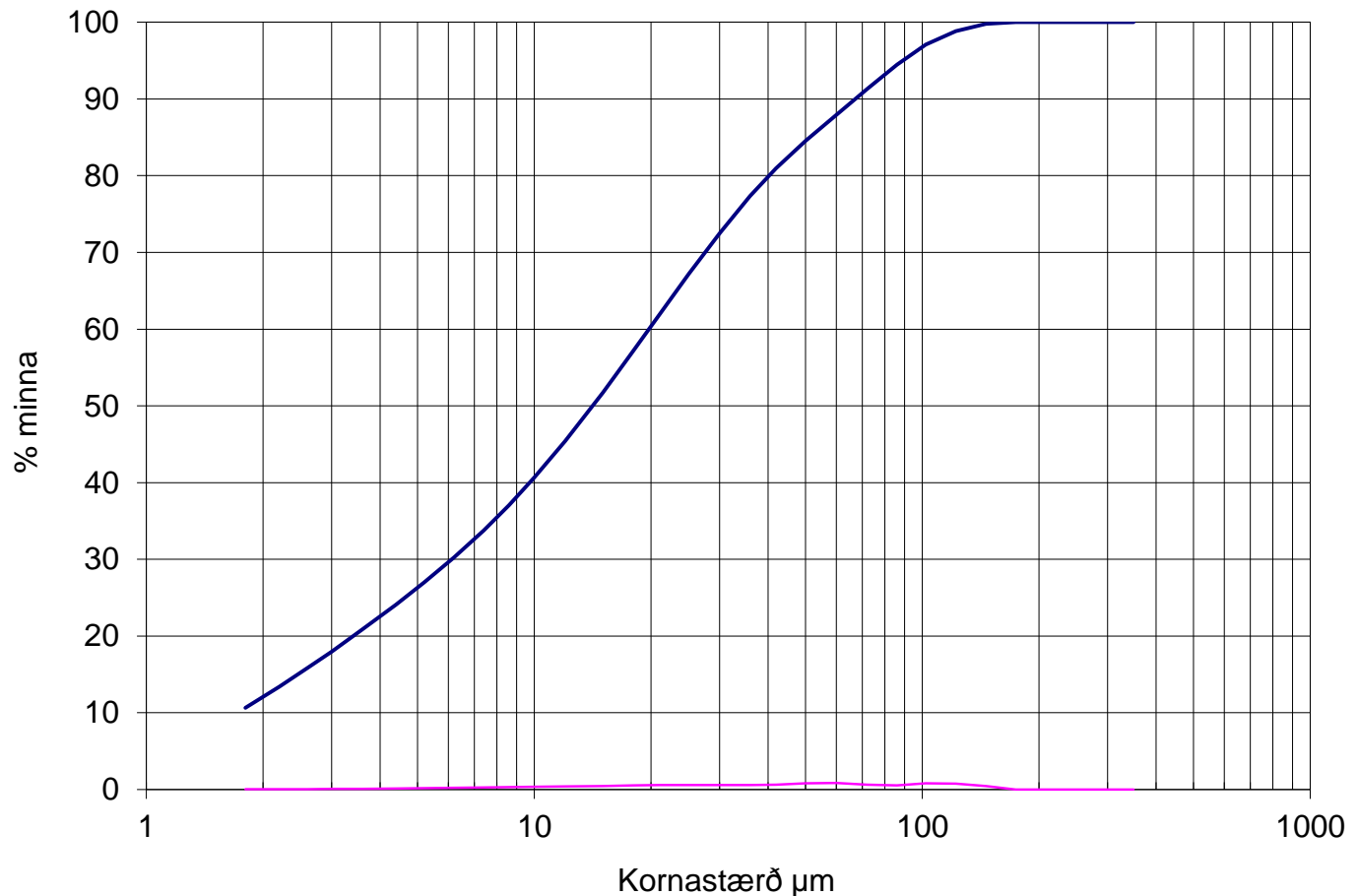
Mæling á kornadreifingu með ljörva

Fyrir:	Tökustaður:
Malbiksrannsókn 1800-342	Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas
Verkbeiðandi:	Merki:
Pétur Pétursson	Fin-9-15
Tengiliður:	Heiti:
Pétur Pétursson	Co-9
Athugasemdir:	
Sýni sigtuð á 125 µm. Eitt sýni mælt fjórum sinnum.	

Mæliaðferð
Sympatec HELOS / RODOS þurrmæling á sýnishlutanum undir 125 µm

Upplýsingar frá mælingum:
Efni: Steinefni u. 125µm - Merking: H16-8 CO9
Niðurstöður eru meðaltal fjögurra hlutamælinga.

µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	%	d10	d16
%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	98,8	97,1	94,5	91,3	87,9	µm	1,7	2,6
Stfrv. %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,8	0,8	0,6	0,6	0,9	+/-	0,0	0,0
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d50	d84
%	84,5	81,0	77,4	72,5	67,2	61,9	57,2	51,7	45,4	40,7	37,1	µm	14,2	49,0
Stfrv. %	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	+/-	0,2	1,9
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8			%	d90	d99
%	33,8	30,2	27,0	24,1	20,8	18,0	15,8	13,4	10,7	> Blá lína		µm	67,2	125,8
Stfrv. %	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	> Fjólublá lína		+/-	2,5	12,6





Rannsókn nr.	H16-8
Dags.	2016-03-10
Framkv. af	EMH

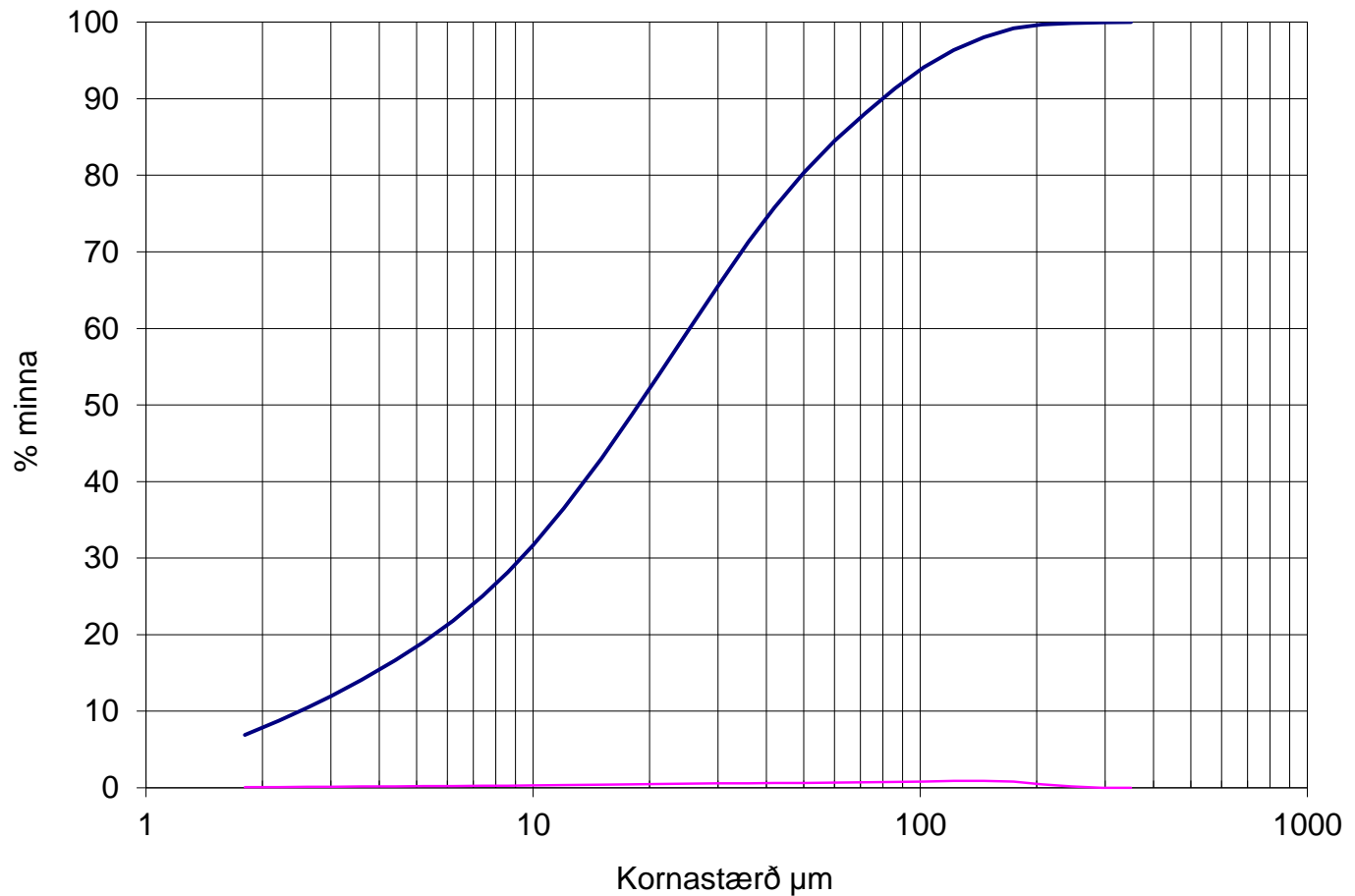
Mæling á kornadreifingu með ljörva

Fyrir:	Malbiksrannsókn 1800-342	Tökustaður:	Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas
Verkbeiðandi:	Pétur Pétursson	Merki:	Fin-10-15
Tengiliður:	Pétur Pétursson	Heiti:	Co-10
Athugasemdir:	Sýni sigtuð á 125 µm. Eitt sýni mælt þrisvar sinnum.		

Mæliaðferð
Sympatec HELOS / RODOS þurrmæling á sýnishlutanum undir 125 µm

Upplýsingar frá mælingum:
Efni: Steinefni u. 125µm - Merking: H16-8 CO10
Niðurstöður eru meðaltal þriggja hlutamælinga.

µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	%	d10	d16
%	100,0	100,0	99,9	99,7	99,2	98,0	96,4	94,1	91,4	88,1	84,5	µm	2,5	4,2
Stfrv. %	0,0	0,0	0,2	0,4	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	+/-	0,0	0,1
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d50	d84
%	80,3	75,8	71,3	65,5	59,5	53,8	48,7	43,0	36,5	31,7	28,2	µm	18,8	58,9
Stfrv. %	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	+/-	0,3	1,7
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8			%	d90	d99
%	25,0	21,8	19,0	16,6	14,1	12,0	10,4	8,7	6,9	> Blá lína		µm	80,2	171,4
Stfrv. %	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	> Fjólublá lína		+/-	3,2	25,6





Rannsókn nr.	H16-8
Dags.	2016-03-03
Framkv. af	EMH

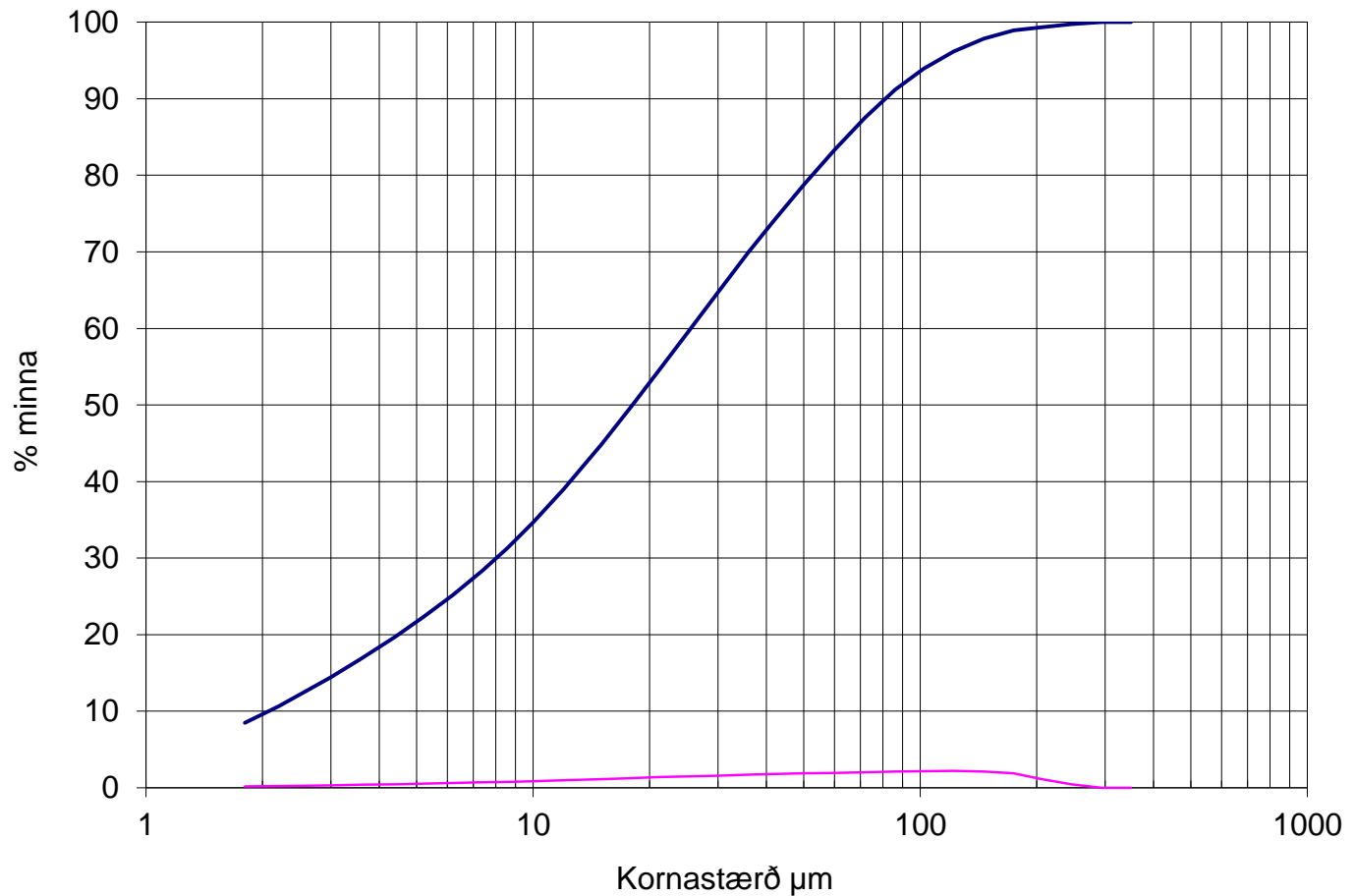
Mæling á kornadreifingu með ljörva

Fyrir:	Malbiksrannsókn 1800-342	Tökustaður:	Malbikunarstöðin Höfði
Verkbeiðandi:	Pétur Pétursson	Merki:	Höfði sýni 1
Tengiliður:	Pétur Pétursson	Heiti:	Ho-1
Athugasemdir:	Sýni sigtað á 125 µm. Eitt sýni mælt þrisvar sinnum.		

Mæliaðferð
Sympatec HELOS / RODOS þurrmæling á sýnishlutanum undir 125 µm

Upplýsingar frá mælingum:
Efni: Steinefni u. 125µm - Merking: H16-8 HO1
Niðurstöður eru meðaltal þriggja hlutamælinga.

µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	%	d10	d16
%	100,0	100,0	99,7	99,4	98,9	97,9	96,2	93,9	91,2	87,6	83,3	µm	2,1	3,4
Stfrv. %	0,0	0,0	0,5	1,1	1,9	2,1	2,2	2,2	2,1	2,0	2,0	+/-	0,0	0,1
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d50	d84
%	78,7	74,2	69,9	64,7	59,4	54,3	49,9	44,9	39,0	34,7	31,4	µm	18,1	62,2
Stfrv. %	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	+/-	0,8	5,4
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8			%	d90	d99
%	28,4	25,2	22,3	19,7	16,9	14,5	12,7	10,7	8,5	> Blá lína		µm	82,4	176,2
Stfrv. %	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	> Fjólublá lína		+/-	9,6	54,3





Rannsókn nr.	H16-8
Dags.	2016-03-10
Framkv. af	EMH

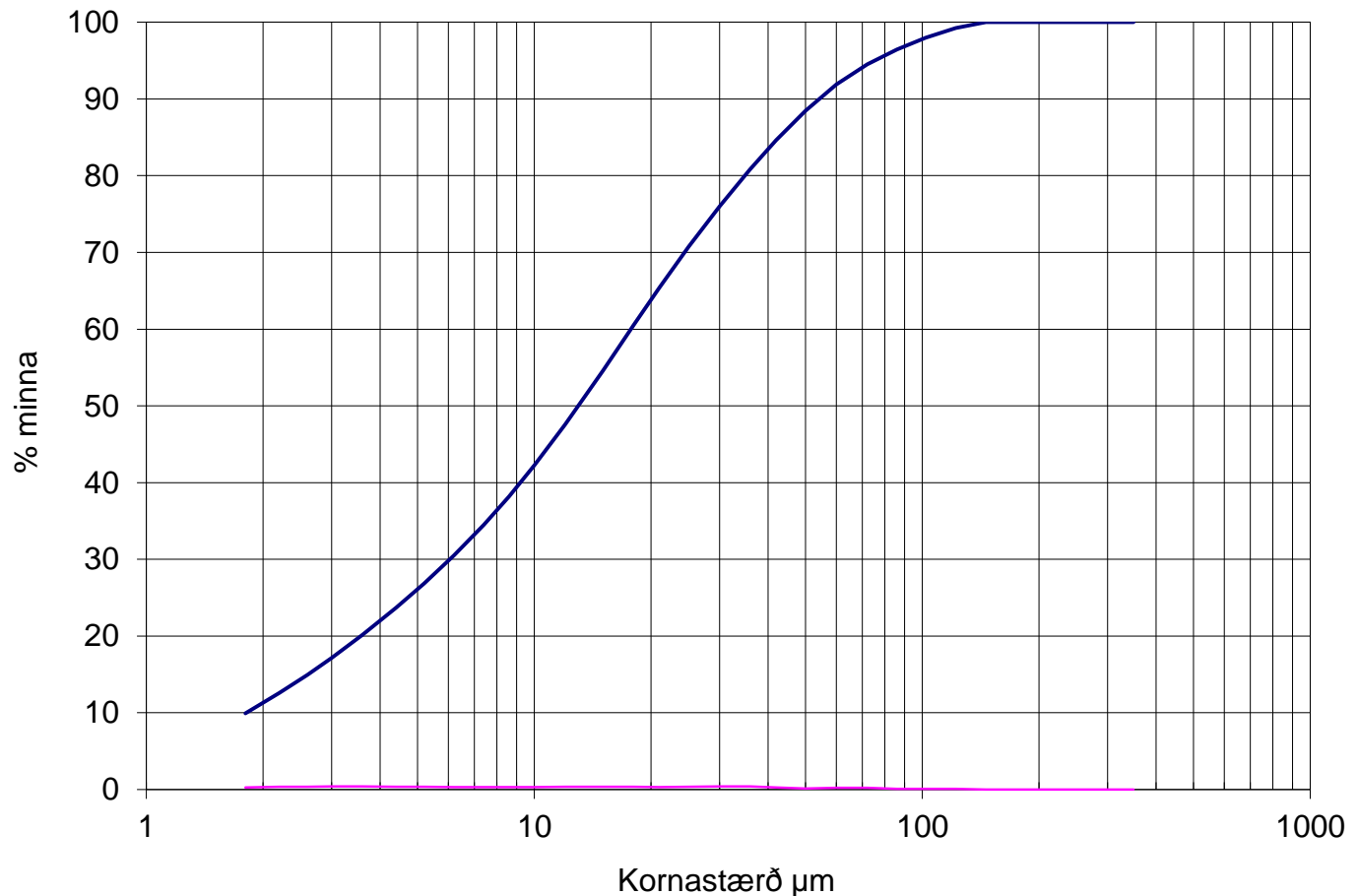
Mæling á kornadreifingu með ljörva

Fyrir:	Tökustaður:
Malbiksrannsókn 1800-342	Malbikunarstöðin Höfði
Verkbeiðandi:	Merki:
Pétur Pétursson	Höfði sýni 2
Tengiliður:	Heiti:
Pétur Pétursson	Ho-2
Athugasemdir:	
Sýni sigtað á 125µm. Eitt sýni mælt fjórum sinnum.	

Mæliaðferð
Sympatec HELOS / RODOS þurrmæling á sýnishlutanum undir 125 µm

Upplýsingar frá mælingum:
Efni: Steinefni u. 125µm - Merking: H16-8 HO2
Niðurstöður eru meðaltal fjögurra hlutamælinga.

µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	%	d10	d16
%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	98,0	96,4	94,5	91,9	µm	1,8	2,8
Stfrv. %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	+/-	0,0	0,1
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d50	d84
%	88,5	84,6	80,9	76,0	70,8	65,4	60,5	54,6	47,6	42,2	38,2	µm	13,1	41,0
Stfrv. %	0,1	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	+/-	0,2	0,5
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8			%	d90	d99
%	34,5	30,5	26,9	23,7	20,1	17,2	15,0	12,6	9,9	> Blá lína		µm	54,5	117,8
Stfrv. %	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	> Fjólublá lína		+/-	0,4	1,6





Rannsókn nr.	H16-8
Dags.	2016-03-10
Framkv. af	EMH

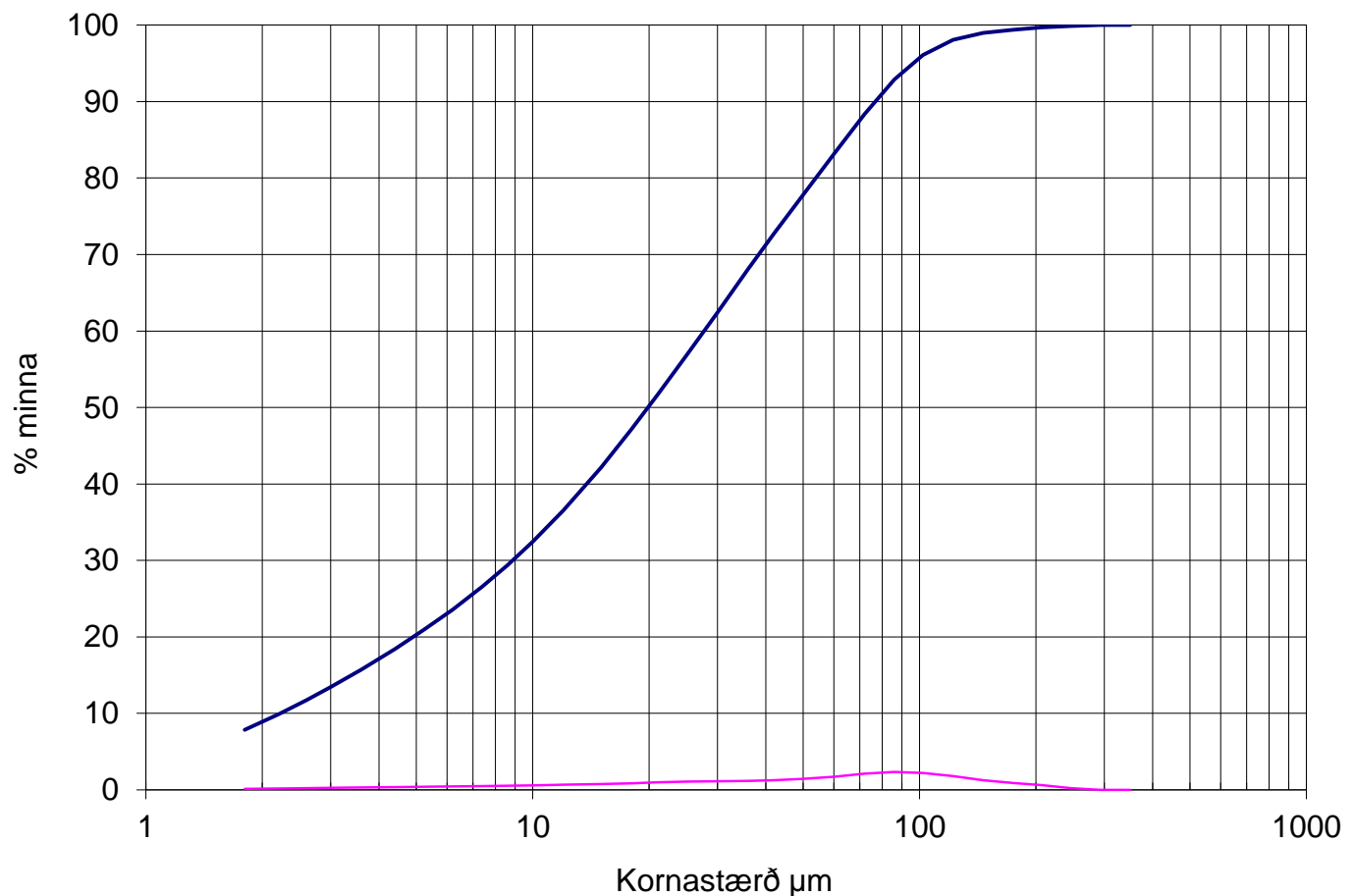
Mæling á kornadreifingu með ljörva

Fyrir:	Malbiksrannsókn 1800-342	Tökustaður:	Malbikunarstöðin Höfði
Verkbeiðandi:	Pétur Pétursson	Merki:	Höfði sýni 3
Tengiliður:	Pétur Pétursson	Heiti:	Ho-3
Athugasemdir:	Sýni sigtað á 125µm. Eitt sýni mælt fjórum sinnum.		

Mæliaðferð
Sympatec HELOS / RODOS þurrmæling á sýnishlutanum undir 125 µm

Upplýsingar frá mælingum:
Efni: Steinefni u. 125µm - Merking: H16-8 HO3
Niðurstöður eru meðaltal fjögurra hlutamælinga.

µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	%	d10	d16
%	100,0	100,0	99,9	99,7	99,4	99,0	98,1	96,1	92,9	88,4	83,1	µm	2,2	3,7
Stfrv. %	0,0	0,0	0,2	0,6	0,9	1,3	1,8	2,2	2,3	2,1	1,7	+/-	0,0	0,1
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d50	d84
%	77,8	72,7	68,0	62,4	56,9	51,6	47,2	42,2	36,6	32,4	29,4	µm	19,9	62,3
Stfrv. %	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	+/-	0,6	4,0
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8			%	d90	d99
%	26,6	23,6	20,8	18,4	15,7	13,4	11,7	9,9	7,8	> Blá lína		µm	77,4	152,1
Stfrv. %	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	> Fjólublá lína		+/-	6,6	49,1





Rannsókn nr.	H16-8
Dags.	2016-03-03
Framkv. af	EMH

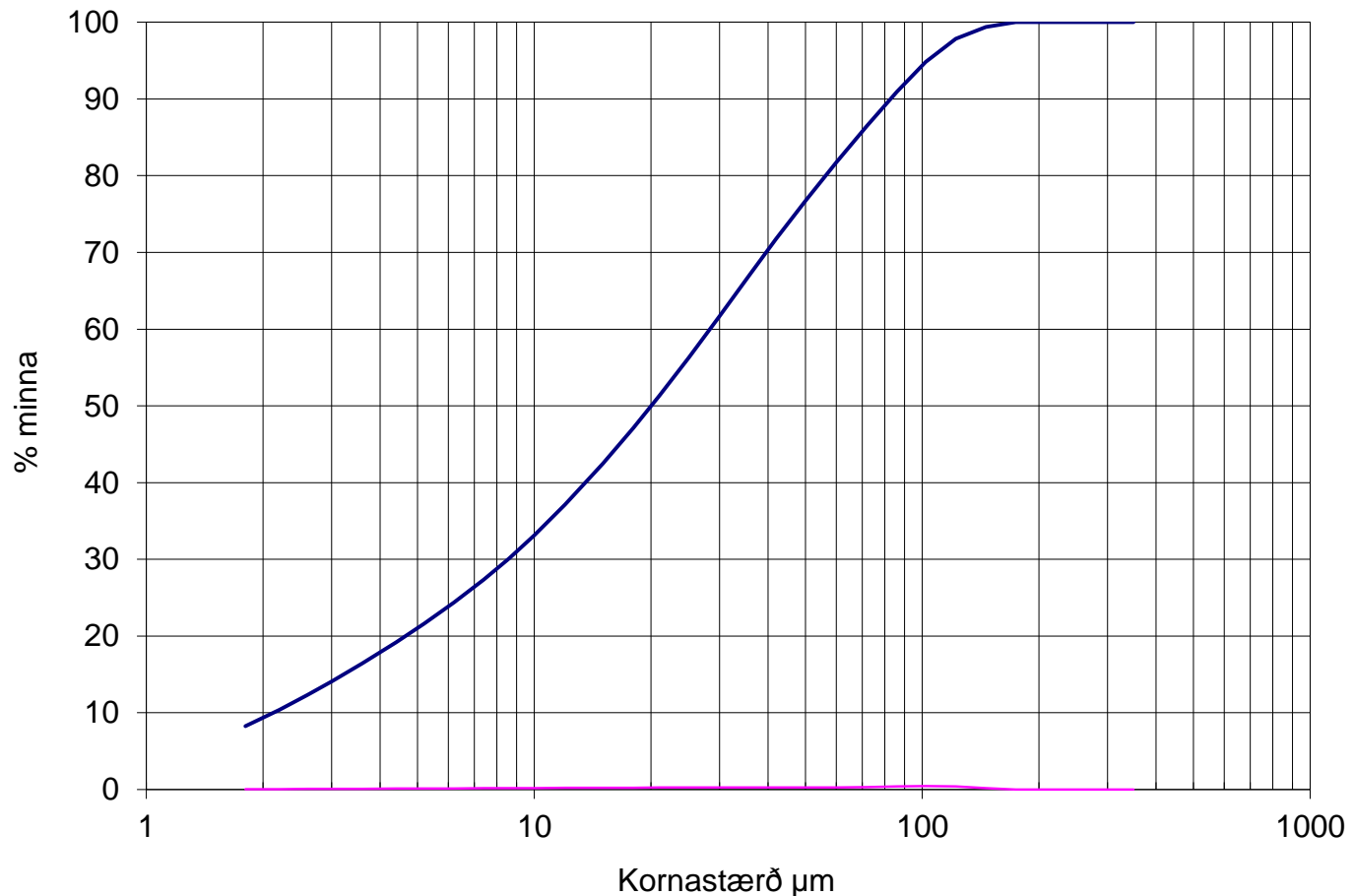
Mæling á kornadreifingu með ljörva

Fyrir:	Tökustaður:
Malbiksrannsókn 1800-342	Malbikunarstöðin Höfði
Verkbeiðandi:	Merki:
Pétur Pétursson	Höfði sýni 4
Tengiliður:	Heiti:
Pétur Pétursson	Ho-4
Athugasemdir:	
Sýni sigtað á 125µm. Eitt sýni mælt fjórum sinnum.	

Mæliaðferð
Sympatec HELOS / RODOS þurrmæling á sýnishlutanum undir 125 µm

Upplýsingar frá mælingum:
Efni: Steinefni u. 125µm - Merking: H16-8 HO4
Niðurstöður eru meðaltal fjögurra hlutamælinga.

µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	%	d10	d16
%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,4	97,9	94,8	90,9	86,5	81,7	µm	2,1	3,5
Stfrv. %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	+/-	0,0	0,0
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d50	d84
%	76,7	71,7	67,2	61,7	56,3	51,3	47,1	42,5	37,1	33,1	30,1	µm	20,1	65,7
Stfrv. %	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	+/-	0,2	0,8
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8			%	d90	d99
%	27,4	24,4	21,6	19,2	16,4	14,1	12,3	10,4	8,2	> Blá lína		µm	83,0	139,6
Stfrv. %	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	> Fjólublá lína		+/-	1,2	3,7





Rannsókn nr.	H16-8
Dags.	2016-03-03
Framkv. af	EMH

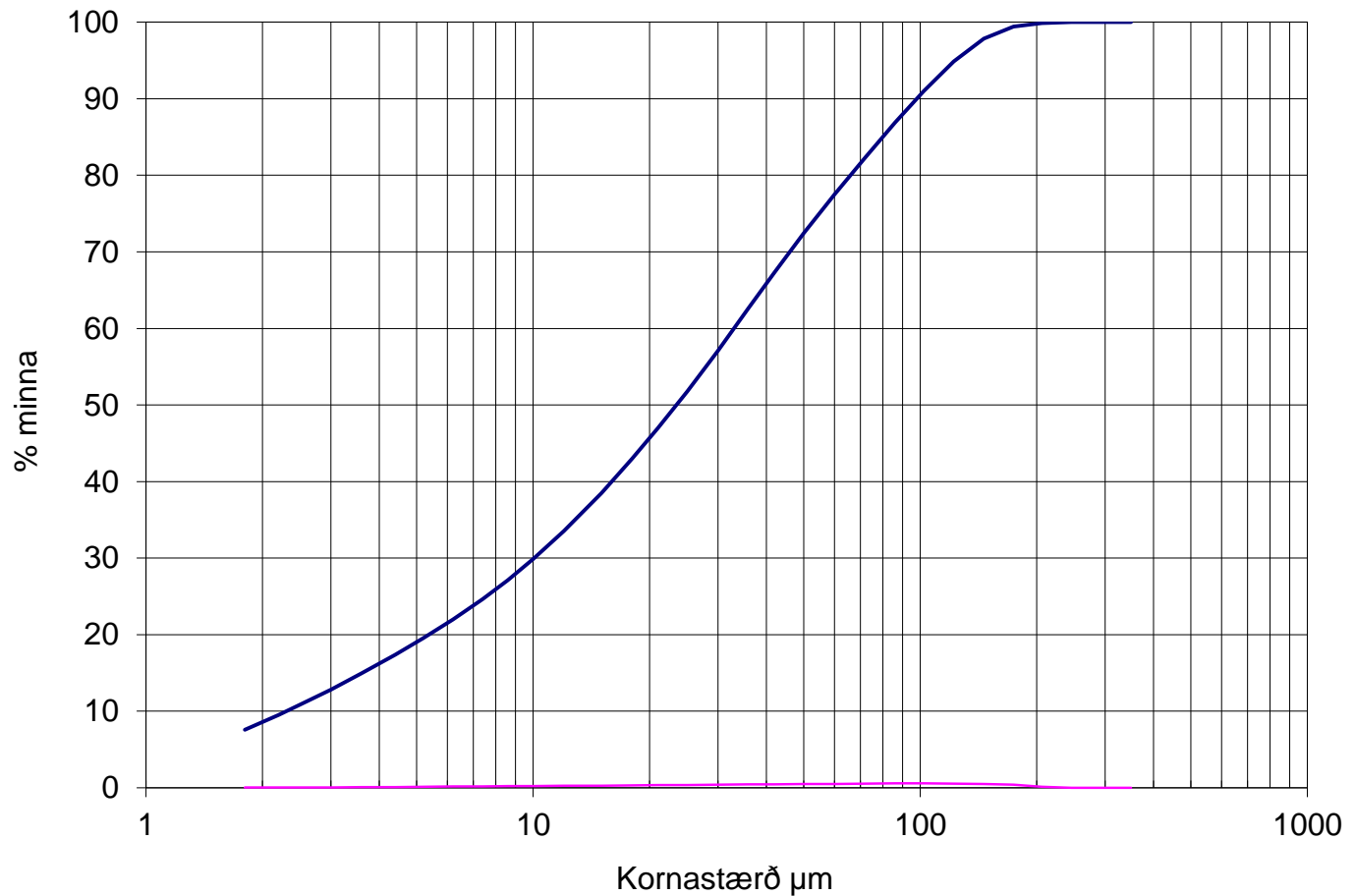
Mæling á kornadreifingu með ljörva

Fyrir:	Tökustaður:
Malbiksrannsókn 1800-342	Malbikunarstöðin Höfði
Verkbeiðandi:	Merki:
Pétur Pétursson	Höfði sýni 5
Tengiliður:	Heiti:
Pétur Pétursson	Ho-5
Athugasemdir:	
Sýni sigtað á 125µm. Eitt sýni mælt fjórum sinnum.	

Mæliaðferð
Sympatec HELOS / RODOS þurrmæling á sýnishlutanum undir 125 µm

Upplýsingar frá mælingum:
Efni: Steinefni u. 125µm - Merking: H16-8 HO5
Niðurstöður eru meðaltal fjögurra hlutamælinga.

µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	%	d10	d16
%	100,0	100,0	100,0	99,9	99,4	97,8	94,9	91,0	86,9	82,3	77,5	µm	2,3	4,0
Stfrv. %	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	+/-	0,0	0,0
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d50	d84
%	72,4	67,3	62,6	57,1	51,8	47,0	43,0	38,5	33,5	29,9	27,1	µm	23,5	77,2
Stfrv. %	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	+/-	0,3	1,7
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8			%	d90	d99
%	24,6	22,0	19,5	17,4	14,9	12,8	11,3	9,5	7,6	> Blá lína		µm	98,1	166,5
Stfrv. %	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	> Fjólublá lína		+/-	2,3	7,9





Rannsókn nr.	H16-8
Dags.	2016-03-03
Framkv. af	EMH

Mæling á kornadreifingu með ljörva

Fyrir:	Tökustaður:
Malbiksrannsókn 1800-342	Malbikunarstöðin Höfði
Verkbeiðandi:	Merki:
Pétur Pétursson	Höfði sýni 6
Tengiliður:	Heiti:
Pétur Pétursson	Ho-6
Athugasemdir:	
Sýni sigtað á 125µm. Eitt sýni mælt fjórum sinnum.	

Mæliaðferð
Sympatec HELOS / RODOS þurrmæling á sýnishlutanum undir 125 µm

Upplýsingar frá mælingum:
Efni: Steinefni u. 125µm - Merking: H16-8 HO6
Niðurstöður eru meðaltal fjögurra hlutamælinga.

µm	350	294	246	206	174	146	122	102	86	72	60	%	d10	d16
%	100,0	99,9	99,5	99,0	98,5	97,3	93,8	87,6	80,2	72,5	65,2	µm	3,0	5,8
Stfrv. %	0,0	0,1	0,6	1,2	1,8	2,5	2,6	2,4	2,1	1,8	1,7	+/-	0,1	0,3
µm	50	42	36	30	25	21	18	15	12	10	8,6	%	d50	d84
%	58,5	52,6	47,8	42,7	38,1	34,3	31,4	28,3	24,9	22,3	20,4	µm	38,8	94,4
Stfrv. %	1,6	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	+/-	1,8	4,8
µm	7,4	6,2	5,2	4,4	3,6	3	2,6	2,2	1,8			%	d90	d99
%	18,6	16,7	15,0	13,4	11,6	10,0	8,8	7,5	6,0	> Blá lína		µm	110,1	195,5
Stfrv. %	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	> Fjólublá lína		+/-	7,7	58,4

