



Malbiksrannsóknir 2018 – áfangaskýrsla XI



Pétur Pétursson
mars 2019

Ljósmynd á forsíðu: Kjarnasýni, 300 mm í þvermál, liggur á hvolfi eftir borun og er tilbúið í snyrtingu í steinsmiðju þar sem efstu 50 mm eru sagaðir og teknir frá. Það sýni er þá tilbúið til prófunar á skriðeiginleikum í hjólfaraprófi.

Höfundur skýrslunnar ber ábyrgð á innihaldi hennar. Niðurstöður hennar og ályktanir ber ekki að túlka sem yfirlýsta stefnu Vegagerðarinnar.

INNGANGUR

Í umsókn til Rannsóknarsjóðs Vegagerðarinnar fyrir tímabilið frá 2018 til marsloka 2019 voru eftirtaldir rannsóknættir skilgreindir:

- a) Samanburður á hjólfaramyndun í malbiki með PMB og PMA með hjólfaraprófi
- b) Samræming á gagnakerfum um malbik milli Reykjavíkurborgar og Vg
- c) Hitadreifing í malbiki við útlögn
- d) Malbiksskel – hagkvæmni og raunhæfur valkostur
- e) Endurvinnsla malbiks
- f) Samantekt malbiksraunanna fyrir ára

Segja má að unnið hafi verið að öllum þáttum að einhverju leyti, en sumt hefur frestast af ýmsum ástæðum og verður haldið áfram með vinnu nokkurra þátta á næsta tímabili. Þar má nefna samræmingu gagnakerfa um malbik og hitadreifingu í malbiki við útlögn, en í umsókn fyrir næsta tímabil er m.a. sótt um að unnið verði áfram að þessum þáttum. Þá má nefna að horfið var frá verkþætti um malbiksskel eftir nokkra heimildavinnu og samskipti við erlenda sérfræðinga. Í ljósi þess var í staðinn sótt um prófanir og tilraunalagnir með þunnu AC stífmalbiki næsta sumar, þar sem prófað verður að framleiða malbik með íslensku steinefni nálægt verkstað. Þá má nefna að tilraunalagnir með íblönduðu malbikskurli í óbundið burðarlag frestaðist margsinis allt fram á síðasta haust og verður því áhersla á að leggja tilraunalagnir strax og viðrar til þess í vor. Þó var ákveðið að blandað yrði 25% af malbikskurli í valdar nýlagnir undir malbik nálægt höfuðborgarsvæðinu til að byrja með og kanna með aukið hlutfall þegar niðurstöður tilraunalagna liggja fyrir. Loks má nefna að í vinnslu er skýrsla þar sem safnað er saman öllum gögnum um rannsóknir á íslensku malbiki síðasta áratug. 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, þótt malbiksraunir verði áfram stundaðar eins og hingað til.

Í þessari skýrslu er fjallað um valdar niðurstöður malbiksraunanna ársins 2018, svo og samanburður gerður við fyrri rannsóknir þar sem það á við. Það sem fjallað er um í skýrslunni eru niðurstöður tveggja verkþátta sem nú er lokið:

1. **Breytileiki í framleiðslu og útlögn malbiks.** Í síðasta áfanga voru tekin þrjú hlutasýni af malbiki af bílpalli við afgreiðslu, svo og þrjú sýni úr skúffu útlagnarvélar við útlögn hjá malbikunarstöðvunum Höfða og Hlaðbæ-Colas (MHC). Sýnin voru meðhöndluð á rannsóknastofu með Marshall þjöppun, kornadreifingu steinefnis, bindiefnisinnihaldi, rúmþyngd og holrýmd, bæði hjá framleiðanda hvorrar malbiksgerðar og hjá NMÍ til samanburðar. Segja má að ákveðins misræmis hafi orðið vart, t.d. hvað varðar magn bindiefnis og mélu (e. filler) milli rannsóknastofa. Tekið var fram í umræðu um niðurstöður þessara mælinga að full ástæða væri til að framleiðendur og NMÍ beri nánar saman bækur sínar til að samræma mæliniðurstöður á bindiefnisinnihaldi og magni mélu. Helst þyrftu prófunarstofur NMÍ, MHC og Höfði að prófa endurtekið sömu malbiksgerðirnar frá báðum framleiðendum. Því var ákveðið að gera enn frekari mælingar á bindiefnismagni og

mélumagni og leita samvinnu við noska prófunarstofu til að taka þátt. Tekin var röð hlutasýna af tveimur gerðum af framleiddu malbiki af bílpalli við afgreiðslu hjá malbikunarstöðvunum Höfða og MHC. Sýnin voru greind á rannsóknastofu með tilliti til kornadreifingar steinefnis og bindiefnisinnihalds, bæði hjá báðum framleiðendum, hjá NMÍ og hjá norski prófunarstofu í samvinnu við norsku vegagerðina í Þrándheimi, Statens vegvesen.

- Hjólfarapróf og Prall slitpolspróf á fjölliðubreyttu stímalbiki.** Malbikunarstöðin Hlaðbær-Colas stóð fyrir innflutningi á gámum með fjölliðubreyttu bikbindiefni (e. Polymer Modified Bitumen, PMB) síðast liðið sumar til tilraunalagna í malbik. Um var að ræða annars vegar PMB-bindiefni, Styrelf 90/150-75 A frá TOTAL og hins vegar PMB-bindiefni, Colflex 85 J, frá Colas í Danmörku. Til samanburðar framleiddu MHC sitt eigið fjölliðubreytta bikbindiefni með íblöndun við framleiðslu (e. Polymer Modified Asphalt, PMA) með 10% malbikskurli, sem sagt PMA-bindiefni, 10% RAP (e. Reclaimed Asphalt Pavement) og 3% SBS. MHC sá um að láta þjappa sýni af þessum þremur gerðum malbiks til að setja í hjólfarapróf hjá NMÍ. Þetta rannsóknarverkefni stóð hins vegar fyrir kjarnatöku úr þessum malbiksgerðum við Borgarfjarðarbrú, þar sem malbiksgerðirnar voru lagðar samliggjandi. Bæði voru teknir stórir kjarnar (300 mm í þvermál) í hjólfarapróf og einnig minni kjarnar (100 mm í þvermál) í Prall slitpolspróf. Fjallað er um niðurstöður þessara prófana í skýrslunni.

Efnisyfirlit

INNGANGUR.....	3
1 Fyrri áfangar	7
2 Breytileiki í framleiðslu og útlögn malbiks	8
2.1 Mæling á bindiefnisinnihaldi.....	10
2.2 Mæling á fínefnainnihaldi	14
2.3 Hlutfallið milli magns fínefnis og bindiefnis	17
2.5 Mæling á kornadreifingu malbikssýna	20
2.5 Umræða	27
3 Hjólfarapróf og Prall slitþolspróf á fjölliðubreyttu stífmalbiki	28
3.1 Almenn um malbiksgerðirnar	28
3.2 Niðurstöður hjólfaraprófa	30
3.3 Umræða um hjólfaraprófin	31
3.4 Niðurstöður Prall slitþolsprófa	32
3.5 Umræða um Prall slitþolsprófin	35
Íslenskar heimildir og ítarefni:	36
Viðauki I Malbiksgerðir í hjólfarapróf og Prall slitþolspróf	37
Viðauki II Niðurstöður hjólfaramælinga á malbikssýnum	37
Viðauki III Niðurstöður Prall slitþolsprófana á borkjarnasýnum	37

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.

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

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 Arnþór Óli Arason, Erla María Hauksdóttir, Hafsteinn Hilmarsson og Sigurlaug María Hreinsdóttir hjá Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Halldór Torfason hjá Malbikunarstöðinni Höfða, Sigþór Sigurðsson hjá Malbikunarstöðinni Hlaðbæ-Colas og Theodór Guðfinnsson hjá Reykjavíkurborg verið í verkefnishópum. Pétur Pétursson hefur verið verkefnisstjóri þessa verkefnis frá upphafi.

Þess má geta að í vinnslu er skýrsla þar sem safnað er saman öllum gögnum um rannsóknir á íslensku malbiki síðasta áratug. Þar verður lagt mat á hverju rannsóknirnar hafa skilað í formi efnisgerða, framleiðslu, útlagnar og endingar malbiks hingað til. Malbiksrannsóknir halda áfram, en segja má að þar með verði þessu yfirgripsmikla rannsóknaverkefni skilað inn í einni heild.

2 Breytileiki í framleiðslu og útlögn malbiks

Eins og fram kemur í inngangi þótti áhugavert að kanna nánar hvort mikill breytileiki væri í niðurstöðum mælinga á bindiefnisinnihaldi og magni mélu milli prófunarstofa, en fyrri áfangi benti til að svo væri, sjá:

[http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/slitlog_malbik_afangi_2017/\\$file/Slit%C3%B6g%20-%20malbik%20-%C3%A1fangi%202017.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/slitlog_malbik_afangi_2017/$file/Slit%C3%B6g%20-%20malbik%20-%C3%A1fangi%202017.pdf). Tekin voru þrjú hlutasýni fyrir hverja prófunarstofu við framleiðslu af bílpalli við afgreiðslu af tveimur gerðum malbiks frá malbikunarstöðvunum Höfða og Hlaðbæ-Colas (MHC). Öll sýnin voru greind á fjórum rannsóknastofum (Höfði, MHC, NMÍ og Statens vegvesen í Þrándheimi) hvað varðar kornadreifingu steinefnis og bindiefnisinnihald og var því um að ræða 12 sýni alls af hverri gerð malbiks. Mynd 1 a) og b) sýnir aðferðir við sýnatöku hjá báðum malbikunarstöðvunum sem tóku þátt.



a) Höfði



b) MHC

Mynd 1 Malbikssýni sem send voru í prófanir á bindiefnisinnihaldi og magni mélu eru tekin af palli

Það skal tekið fram að ekki var lögð áhersla á að malbikið sem framleitt var þennan dag væri af einhverri tiltekinni gerð, en þó var lagt upp með að fá annað sýnið af 11 mm malbiki og hitt af 16 mm malbiki frá hvorri stöð. Auk þess var lagt upp með að annað sýnið væri af stífmalbiki og hitt af steinríku malbiki.

Í ljós kom að malbiksgerðirnar sem verið var að framleiða þann dag þegar sýnin voru tekin eru eftirfarandi:

Colas 1: SMA 16 með 10% fræs og Durasplitt steinefni

Colas 2: AC 11 með 10% malbiskurli og steinefni frá Hólabrú (ekki framleitt fyrir Vegagerðina)

Höfði 1: AC16 með steinefni frá Hyllestad

Höfði 2: AC 11 með steinefni frá Lambafellsnámu

Fjallað er um niðurstöður mælinga á bindiefnisinnihaldi, málumagni (< 0,063 mm) samkvæmt kornagreiningu, svo og mélu/bindiefnis hlutfallið hér á eftir. Lagt er mat á dreifingu í mæligildum, bæði á sýnum sem prófuð eru innan prófunarstofa og einnig á milli prófunarstofa.

2.1 Mæling á bindiefnisinnihaldi

Það skal tekið fram hér að við mælingu á bindiefnisinnihaldi malbiks eru tvær aðferðir algengastar, annars vegar að leysa það upp og skola því burt í skilvindu (reiknað sem hlutfallsleg þyngd af upphaflegu sýni) og hins vegar að brenna það burt við ákveðið hitastig í ofni og reiknað út á sama hátt. Bæði NMÍ og Statens vegvesen nota skilvinduaðferðina, en báðar malbikunarstöðvarnar notast við brennsluofna. Tafla 1 sýnir niðurstöður allra mælinga á bindiefnisinnihaldi, svo og meðalgildin.

Tafla 1 Niðurstöður allra mælinga á bindiefnisinnihaldi og meðalgildin

Colas 1 - SMA16				
Sýni	MHC	NMÍ	Höfði	NO
Hlutasýni 1	4,9	4,1	5,3	4,9
Hlutasýni 2	5,0	4,1	4,8	5,0
Hlutasýni 3	4,7	5,4	5,0	4,9
Meðaltal, %	4,9	4,5	5,0	4,9
Colas 2 - AC11				
Sýni	MHC	NMÍ	Höfði	NO
Hlutasýni 1	6,4	6,8	6,1	5,6
Hlutasýni 2	6,3	6,7	6,4	5,7
Hlutasýni 3	6,4	6,7	6,1	5,8
Meðaltal, %	6,4	6,7	6,2	5,7
Höfði 1 – AC16				
Sýni	MHC	NMÍ	Höfði	NO
Hlutasýni 1	6,7	6,5	6,5	6,1
Hlutasýni 2	6,5	6,8	6,5	5,9
Hlutasýni 3	6,6	6,7	6,2	6,0
Meðaltal, %	6,6	6,7	6,4	6,0
Höfði 2 – AC11				
Sýni	MHC	NMÍ	Höfði	NO
Hlutasýni 1	5,5	6,1	5,7	5,6
Hlutasýni 2	5,5	6,1	5,8	5,7
Hlutasýni 3	5,7	6,0	5,9	5,7
Meðaltal, %	5,6	6,1	5,8	5,6

Skýringar á skammstöfunum:

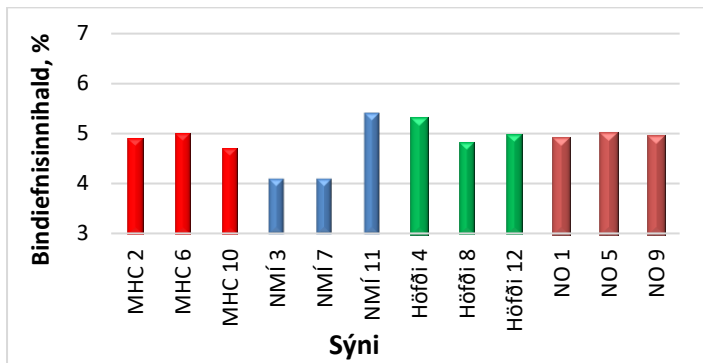
MHC: Prófunarstofa malbikunarstöðvarinnar Hlaðbær-Colas

NMÍ: Prófunarstofa Rannsóknastofu byggingariðnaðarins hjá Nýsköpunarmiðstöð Íslands

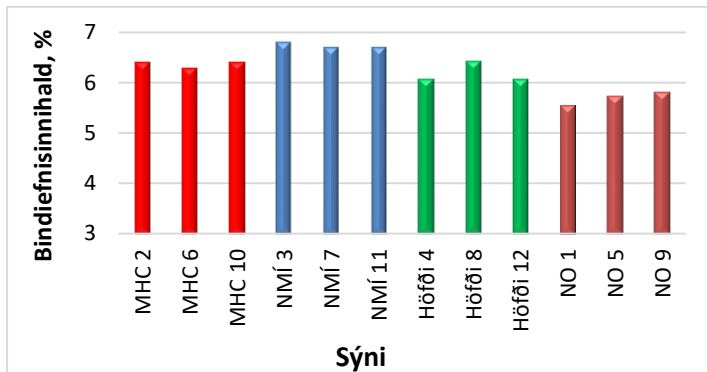
Höfði: Prófunarstofa malbikunarstöðvarinnar Höfði

NO: Prófunarstofa norsku vegagerðarinnar í Prándheimi, Statens Vegvesen

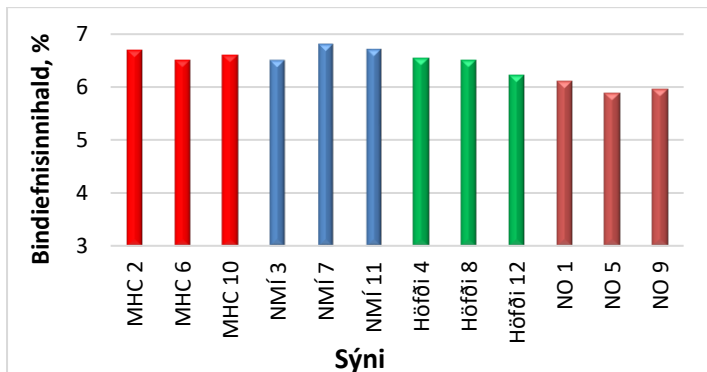
Mynd 2 a) til d) sýnir niðurstöður mælinga á bindiefnisinnihaldi malbikssýna hjá MHC og NMÍ. Hvert súlurit sýnir mælingu á einni gerð malbiks hjá prófunarstofunum sem tóku þátt. Til að sjá mun milli prófunarstofa, svo og innan hversrar stofu greinilega hefur kvarðinn á Y-ási verið settur á bilinu 3% til 7% bindiefnismagn í öllum fjórum súluritunum.



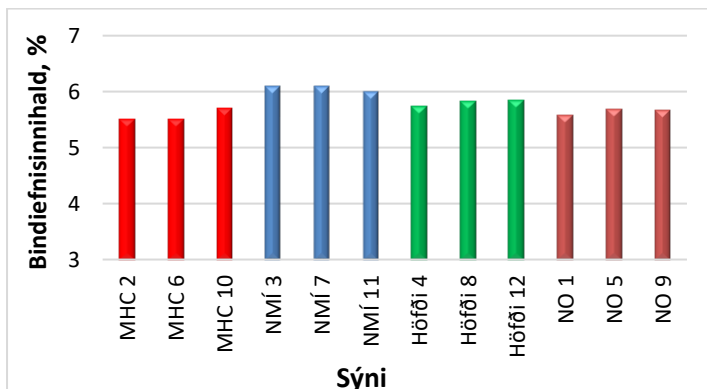
a) Malbikssýni Colas 1: SMA 16 með 10% malbikskurli og Durasplitt steinefni



b) Malbikssýni Colas 2: AC 11 með 10% malbikskurli og steinefni frá Hólabrú



c) Malbikssýni Höfði 1: AC16 með steinefni frá Hyllestad



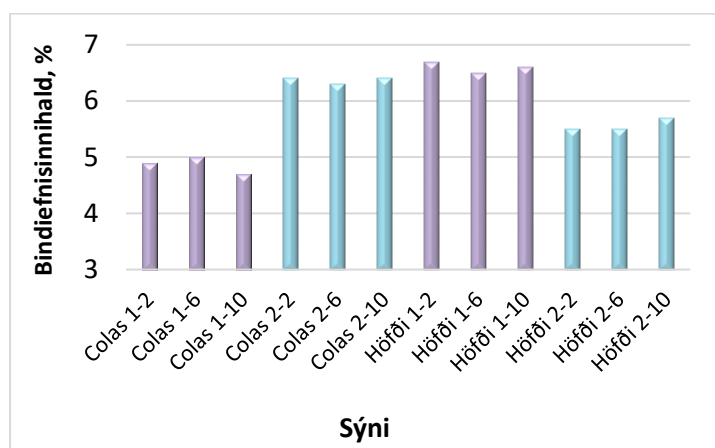
d) Malbikssýni Höfði 2: AC 11 með steinefni frá Lambafellsnámu

Mynd 2 a) til d) Niðurstöður mælinga á bindiefnisinnihaldi fjögurra malbikssýna

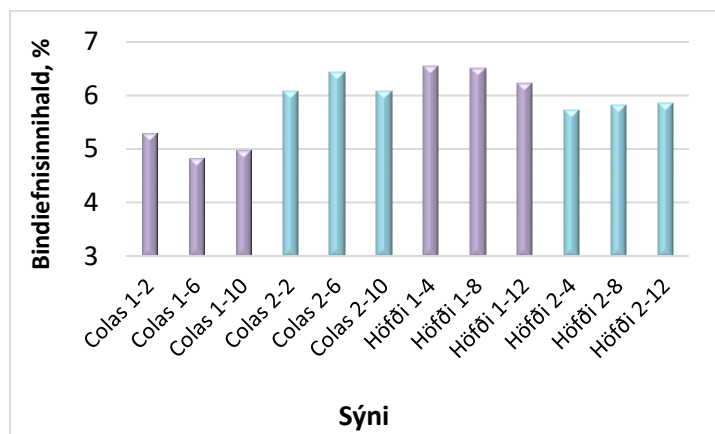
Það sést á töflu 1 og mynd 2 a) til d) að mælingar á bindiefnismagni á þremur hlutasýnum innan prófunarstofu eru í flestum tilfellum í nokkuð góðu samræmi og munar yfirleitt ekki nema 0,2%

til 0,3% á mælingum innan prófunarstofu. Ein undantekning er þó á því, en það er mæling NMÍ á sýni Colas 1, þar sem tvisvar mælist bindiefnismagnið 4,1% og í einu tilfelli 5,4%, en hinar stofurnar mæla að meðaltali 4,9% til 5,0% bindiefnismagn. Því má ætla að eitthvað hafi farið úrskeiðis hjá NMÍ við mælingar á bindiefnisinnihaldi Colas 1 hlutasýnanna og þær niðurstöður því ekki túlkaðar frekar. Það vekur athygli að NO (Statens vegvesen) mælir í flestum tilfellum tiltölulega lágt bindiefnisinnihald miðað við hinar stofurnar. Það er áberandi munur í sýni Colas 2 þar sem NO mælir magnið 5,7%, NMÍ mælir 6,7% og hinar stofurnar eru þar á milli. Það munar sem sagt heilu prósentustigi á hæstu og lægstu meðaltölunni, en munur milli hlutasýna á prófunarstofunum er sáralítill. Þessi mikli munur er varla tilviljun þar sem öll mæld gildi NO á hlutasýnum Colas 2 eru undir 6%, en öll önnur mæld gildi hjá öllum hinum stofunum eru yfir 6% og sum verulega. Sama er að segja um sýnið Höfði 1, að öll mæld gildi NO á hlutasýnum eru lægri en öll önnur gildi hjá hinum stofunum. Hvað varðar sýnið Höfði 2 eru MHC og NO lægst með 5,6% bindiefnismagn, en hinar stofurnar eru heldur hærrí. Loks má benda á að NMÍ er með hæstu gildin á bindiefnismagni fyrir þrjár malbiksgerðir af fjórum, en eins og áður er getið getur mælingin þar sem NMÍ var ekki hæst (Colas 1) varla talist marktæk.

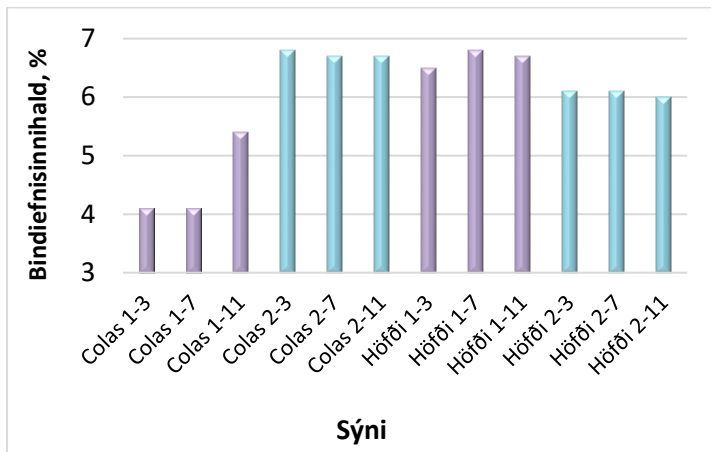
Mynd 3 a) til d) sýnir niðurstöður mælinga á bindiefnisinnihaldi malbikssýnanna fjögurra hjá hverri prófunarstofu fyrir sig.



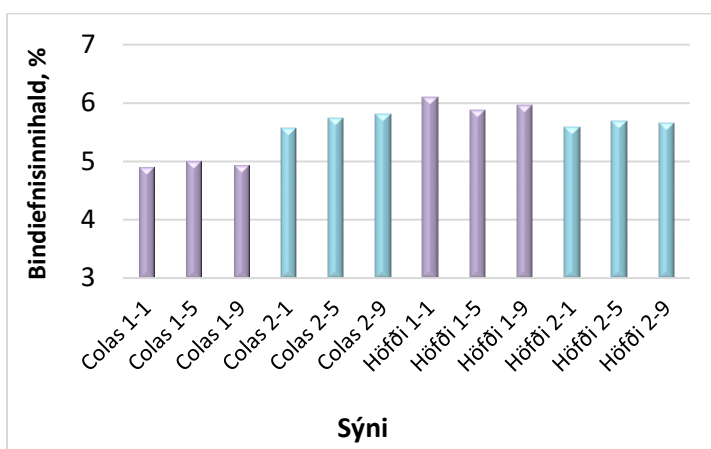
a) Mælingar MHC á bindiefnismagni á þremur hlutasýnum af fjórum malbiksgerðum



b) Mælingar Höfða á bindiefnismagni á þremur hlutasýnum af fjórum malbiksgerðum



c) Mælingar NMÍ á bindiefnismagni á þremur hlutasýnum af fjórum malbiksgerðum



d) Mælingar NO á bindiefnismagni á þremur hlutasýnum af fjórum malbiksgerðum

Mynd 3 a) til d) Niðurstöður mælinga á bindiefnismagni hjá hverri prófunarstofu fyrir sig

Þótt prófunarstofurnar mæli mismikið bindiefnismagn fyrir malbiksgerðirnar fjórar, eins og fjallað var um hér að framan, sést á myndum 3 a) til d) að röðin er nokkurn veginn sú sama, Colas 1 (SMA 16) er með minnsta bindiefnið (4,8% að meðaltali allra mælinga), Colas 2 (AC 11) og Höfði 1 (AC 16) eru hæst (6,2% og 6,4% að meðaltali allra mælinga) og með svipað magn og Höfði 2 (AC 11) er þarna mitt á milli í öllum tilfellum (5,8% að meðaltali allra mælinga). Það er því ljóst að mælingar prófunarstofanna eru innbyðis í réttu samhengi, þ.e.a.s. þær raða malbiksgerðunum eins hvað bindiefnismagn varðar. Hins vegar virðist vera kerfislægur mismunur á mælingunum eins og fram hefur komið, NO alltaf með lægstu gildin og NMÍ með hæstu gildin. Þó er ljóst að báðar stofurnar notast við skilvinduáferðina og það hefði mátt ætla að mæld gildi með þeirri aðferð gæfu svipaðar niðurstöður. Það eru því í raun engar forsendur til að fullyrða að ein prófunarstofa mæli „réttara“ bindiefnisinnihald en önnur samkvæmt þessum niðurstöðum.

Rétt er að halda því til haga almennt séð að niðurstöður ofangreindra mælinga benda ekki til þess að orðið hafi aðskilnaður á bindiefnisinnihaldi, þar sem yfirleitt er ekki afgerandi munur á milli hlutasýna sem mæld voru innan prófunarstofu. Hins vegar má benda á að nær allar mælingar prófunarstofu NO á bindiefnismagni liggja á tiltölulega þröngu bili, eða á milli 4,9% og 6,1% (eða 1,2% munur á hæstu og lægstu mælingu) og auk þess er afar lítil munur á hlutasýnum. Mælingar

á bindiefnimagni allra sýna hjá prófunarstofu MHC liggja á bilinu 4,7% til 6,7%, mælingar Höfða á bilinu 4,8% til 6,5% og mælingar NMÍ á bilinu 4,1% til 6,8% (að vísu var dregið í efa að lægra gildi NMÍ væri rétt mæling).

Þótt markmið þessa verkþáttar hafi ekki verið að kanna hversu mikið eða lítið bindiefni var í þeim malbiksgerðum sem sýni voru tekin úr er ekki úr vegi að skoða hversu langt frá ráðlögðu bindiefnimagni prófunarstofunnar voru. Í Efnisgæðariti Vegagerðarinnar er leiðbeinandi tafla nr. 64-3 þar sem mælt er með ákveðnu magni bindiefnis fyrir mismunandi malbiksgerðir. Í töflu 2 eru sýndar tillögur að bindiefnimagni skv. Efnisgæðaritinu, svo og meðaltal á niðurstöðum mælinga prófunarstofanna fyrir hverja gerð malbiks.

Tafla 2 Tillögur að bindiefnimagni samkvæmt Efnisgæðaritinu og niðurstöður mælinga

Slitlagsgerð	Tillaga, %	MHC	NMÍ	Höfði	NO
Colas 1: SMA 16	5,7-7,2	4,9	4,5	5,0	4,9
Colas 2: AC 11	5,8-6,3	6,4	6,7	6,2	5,7
Höfði 1: AC 16	5,6-6,1	6,6	6,7	6,4	6,0
Höfði 2: AC 11	5,8-6,3	5,6	6,1	5,8	5,6

Það sést á töflunni að sýni Colas 1 mælist í öllum tilfellum með lægra hlutfall bindiefnis en mælt er með í Efnisgæðaritinu, eða rétt um 5% (mælingar NMÍ ekki teknar með). Sýnið Colas 2 er innan marka hjá bæði MHC og Höfða, of hátt hjá NMÍ, en aðeins of lágt hjá NO. Sýnið Höfði 1 er yfir viðmiðunarmörkum hjá öllum prófunarstofunum nema NO, en meðaltalið mælist á nokkuð breiðu bili (6,0% hjá NO og upp í 6,7% hjá NMÍ). Sýnið Höfði 2 mælist innan viðmiðunarmarka hjá NMÍ og Höfða, en aðeins undir þeim hjá MHC og NO. Það sem segja má um þennan samanburð er að sýni Colas 1 er að meðaltali utan þeirra viðmiðunarmarka sem sett eru fram í Efnisgæðaritinu hjá öllum prófunarstofunum. Hinar malbiksgerðirnar eru innan marka hjá að minnsta kosti einni prófunarstofu (meðalgildi þriggja hlutasýna). Reyndar má benda á að bilið sem mælt er með fyrir AC 11 og AC16 stífmalbik spannar 0,5%, en fyrir SMA 16 steinríkt malbik spannar bilið 1,5%, þannig að samanburðurinn milli malbiksgerðanna er ekki byggður á sama bili.

2.2 Mæling á fínefnainnihaldi

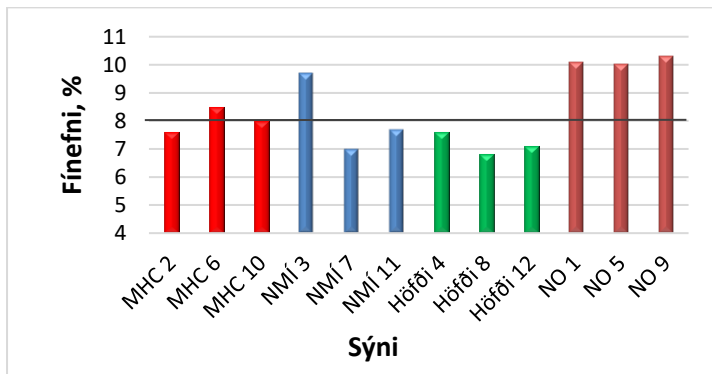
Mæling á fínefnainnihaldi eða magni mélu (e. filler) er í sjálfu sér hluti af mælingu á kornadreifingu sýnis eftir að bindiefni hefur verið skolað burt í skilvindu eða þá brennt burt í ofni. Þó er ástæða til að fjalla sérstaklega um magn fínefna þar sem mélan hefur afgerandi áhrif á eiginleika malbiks og samspil mélu og bindiefnis er mikilvægt varðandi eiginleika malbiksins, svo sem stífni, blæðingu o.fl. Tafla 3 sýnir niðurstöður allra mælinga á mélumagni, svo og meðalgildin.

Tafla 3 Niðurstöður allra mælinga á mélumagni og meðalgildin (%)

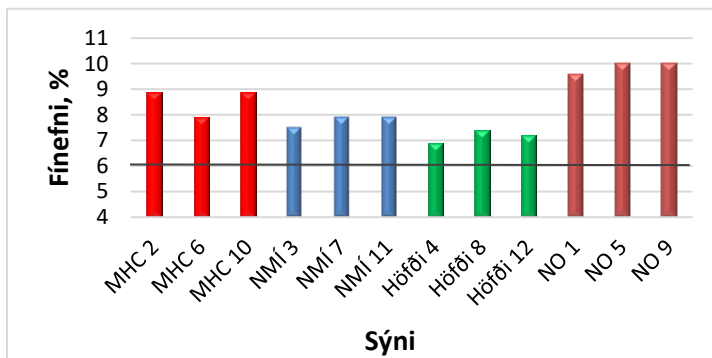
Colas 1 - SMA16				
Sýni	MHC	NMÍ	Höfði	NO
Hlutas. 1	7,6	9,7	7,6	10,1
Hlutas. 2	8,5	7,0	6,8	10,0
Hlutas. 3	8,0	7,7	7,1	10,3
Meðaltal, %	8,0	8,1	7,2	10,1
Colas 2 - AC11				
Sýni	MHC	NMÍ	Höfði	NO
Hlutas. 1	8,9	7,5	6,9	9,6
Hlutas. 2	7,9	7,9	7,4	10,0
Hlutas. 3	8,9	7,9	7,2	10,0
Meðaltal, %	8,6	7,8	7,2	9,9
Höfði 1 - AC16				
Sýni	MHC	NMÍ	Höfði	NO
Hlutas. 1	8,1	7,1	6,0	9,2
Hlutas. 2	7,9	6,8	5,8	9,0
Hlutas. 3	8,2	7,1	5,6	8,9
Meðaltal, %	8,1	7,0	5,8	9,0
Höfði 2 - AC11				
Sýni	MHC	NMÍ	Höfði	NO
Hlutas. 1	8,0	6,8	6,0	8,9
Hlutas. 2	8,4	7,1	6,2	8,8
Hlutas. 3	7,4	6,9	6,2	8,7
Meðaltal, %	7,9	6,9	6,1	8,8

Það er sláandi að sjá á töflunni að öll mæld gildi á magni mélu fyrir hverja malbiksgerð hjá prófunarstofu NO eru hærri (öll þrjú hlutasýnin) en hinna prófunarstofanna þriggja. Einnig er ljóst að allar mælingar Höfða á fínefnamagni eru lægri en hinna stofanna þriggja. Það sem fram kom í síðasta áfanga, að sú stofa sem mældi minnst magn bindiefnis mældi einnig mest magn mélu (og öfugt) á einnig við nú varðandi mælingar NO með minnsta magn bindiefnis í öllum tilfellum og mest magn mélu, einnig í öllum tilfellum. Hins vegar vill svo til nú að mælingar á mélumagni hjá NMÍ, sem mældi hvað mest af bindiefni nú, eru ekki þær lægstu, heldur mælir Höfði minnst fínefni í öllum gerðunum.

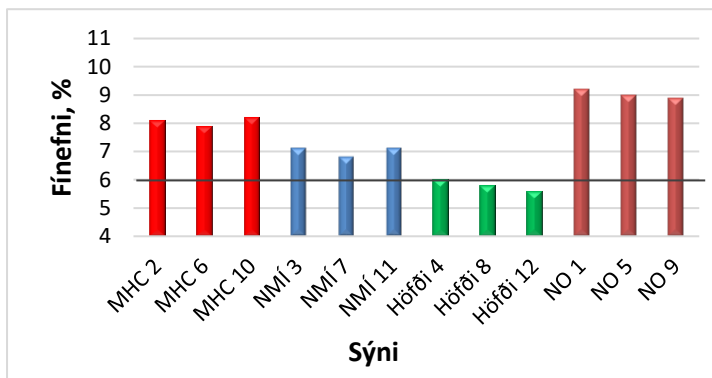
Mynd 4 a) til d) sýnir niðurstöður mælinga hvarrá prófunarstofu á fínefnamagni malbikssýnanna fjögurra, þrjú hlutasýni sem tekin voru við framleiðslu. Athugið að kvarði fyrir fínefnamagn á Y-ás er látinn byrja í 4% og endar í 11% fyrir öll malbikssýnin til að sýna glegggra mun milli prófunarstofa, svo og hlutasýna innan prófunarstofu. Einnig hafa verið teiknuð inn neðri mörk mélu (svört, þykk lína) fyrir viðkomandi malbiksgerð, sem er 6% fyrir AC11 og AC16 stífmalbik og 8% fyrir SMA16 steinríkt malbik til glöggvunar.



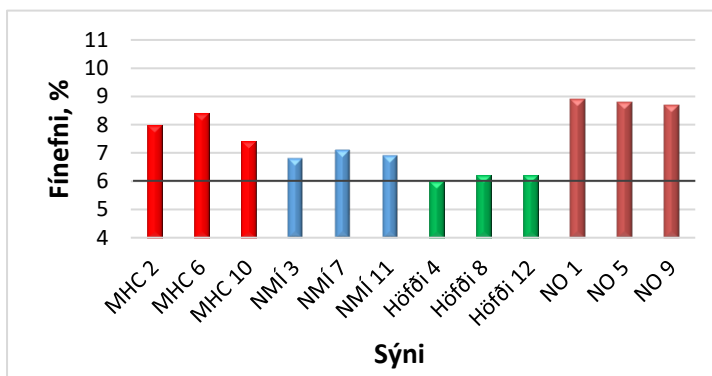
a) Malbikssýni Colas 1: SMA 16 með 10% fræs og Durasplitt steinefni



b) Malbikssýni Colas 2: AC 11 með 10% malbikskurli og steinefni frá Hólabrú



c) Malbikssýni Höfði 1: AC 16 með steinefni frá Hyllestad



d) Malbikssýni Höfði 2: AC 11 með steinefni frá Lambafellsnámu

Mynd 4 a) til d) Niðurstöður mælinga á fínefnainnihaldi fjögurra malbikssýna

Það sést glögg á mynd 4 a) til d) að prófunarstofa NO mælir í öllum tilfellum meira málumagn en hinar prófunarstofurnar, minnst tæp 9% (sýni Höfði 2) og mest rúm 10% (sýni Colas 1). Einnig má benda á að mælingar á öllum hlutasýnunum eru afar líkar og munar yfirleitt ekki meiru en 0,2% til 0,4% á stökum mælingum. Reyndar á það við í nánast öllum tilfellum að mæling hlutasýna er áþekkt, en þó ekki eins og það sem NO mælir. Reyndar er talsverður munur á mælingu málumagns hlutasýna í einu tilfalli, en það er mæling NMÍ á sýni sem nær frá 7,0% til 9,7%, eða tæp 3%. Eins og fyrr sagði mælir prófunarstofa Höfða lægst hlutfall mélu í malbikssýnunum, en NMÍ mælir næst lægsta hlutfallið og MHC næst hæsta hlutfallið. Röðin er því sú sama í öllum tilfellum, þótt það endurspeglar ekki alveg hvað varðar mælingu á bindiefnisinnihaldi þar sem NMÍ og Höfði skipta um sæti hér. Þó má segja að ekki sé afgerandi munur á mælingum þessara prófanastofa, hvorki hvað varðar bindiefnimagn, né málumagn.

Hvað sem öðru líður er nokkuð áhyggjuefni að mæling á hlutfalli mélu er talsvert breytilegt á milli prófunarstofa og má segja að norska prófunarstofan NO skeri sig úr bæði hvað varðar magn bindiefnis (lægstu gildin) og mélu (hæstu gildin). Það er líka athyglisvert að munur milli hlutasýna er yfirleitt sáralítill hjá NO prófunarstofunni. Í fyrri áfanga (sjá áfangaskýrslu X) má segja að komið hafi í ljós að MHC mældi almennt séð hærra málumagn og lægra bindiefnimagn en NMÍ, en í tilfalli mælinga Höfða snerist þetta við. Segja má að sama gerist aftur í þessum samanburði að Höfði mælir lágt málumagn og reyndað það lægsta í öllum tilfellum og MHC mælir ívið meira málumagn en NMÍ eins og áður. Þetta endurspeglar þó ekki greinilega í mælingum á bindiefnisinnihaldinu.

Þótt þetta verkefni snúist ekki um að kanna hvort viðkomandi malbikssýni standist einhverjar kröfur sem gerðar eru, verður þó ekki hjá því komist að skoða hvort málumagnið falli innan marka. Samkvæmt Efnisgæðaritinu eru mörk fínefnis (< 0,063 mm) 6% til 10% fyrir AC11 og AC16 malbik, en 8% til 13% fyrir SMA16 malbik. Segja má að allar mælingar bendi til að AC11 og AC16 malbiksgerðirnar falli innan markanna, þó um eða undir neðri mörkunum hjá Höfða, en nær efri mörkunum á NO stofunni. Hins vegar eru mæld gildi á SMA16 sýnunum (sýni Colas 1) í sumum tilfellum undir mörkunum, en þar eru öll mæld gildi (hlutasýni) á prófunarstofu Höfða undir viðmiðunarmörkunum, en bæði stofa MHC og NMÍ mæla gildi sem liggja á neðri mörkunum og NO mælir vel yfir neðri mörkunum. Í tilfalli malbiksgerðar Höfði 1 mælir prófunarstofa Höfða fínefnamagn aðeins undir viðmiðunarmörkunum, en aðrar stofur eru yfir neðri mörkunum.

2.3 Hlutfallið milli magns fínefnis og bindiefnis

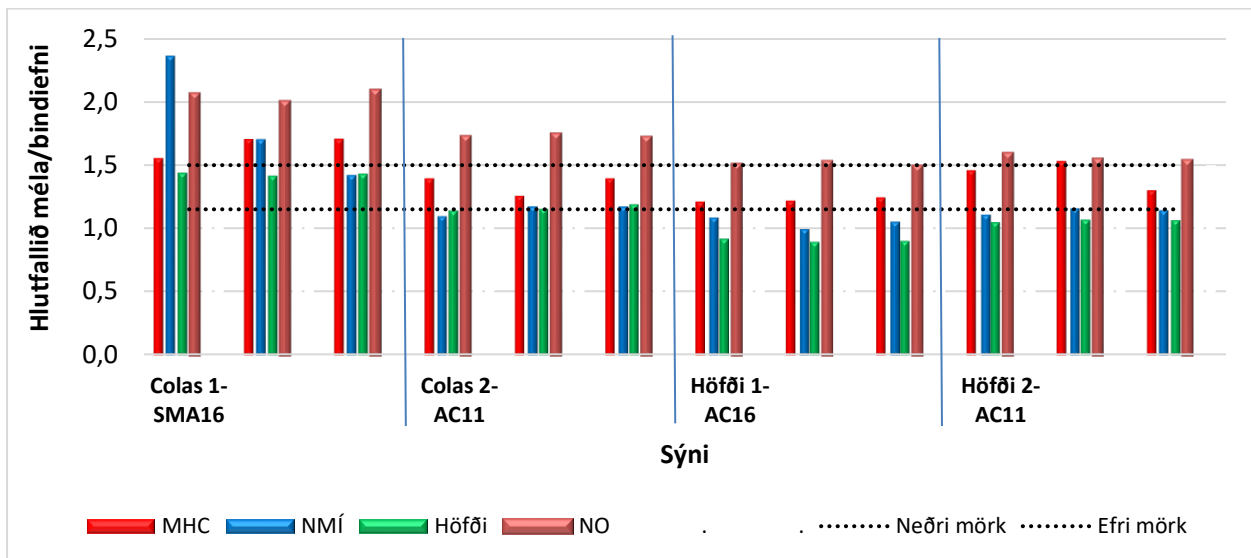
Til að rýna aðeins betur í niðurstöður mælinga á bindiefnisinnihaldi og magni fínefnis var útreiknað hlutfall milli þessara þátta skoðað. Tafla 4 sýnir hlutfallið eins og það reiknast fyrir öll hlutasýnin, svo og meðaltal hlutfallsins.

Tafla 4 Hlutfallið milli fínefnamagns og bindiefnismagns

Sýni	Bindiefnisinnihald, %				< 0,063 mm, %				Fínefna/bik hlutfall			
	MHC	NMÍ	Höfði	NO	MHC	NMÍ	Höfði	NO	MHC	NMÍ	Höfði	NO
Colas 1 - SMA16	4,9	4,1	5,3	4,9	7,6	9,7	7,6	10,1	1,6	2,4	1,4	2,1
	5,0	4,1	4,8	5,0	8,5	7,0	6,8	10,0	1,7	1,7	1,4	2,0
	4,7	5,4	5,0	4,9	8,0	7,7	7,1	10,3	1,7	1,4	1,4	2,1
Colas 2 - AC11	6,4	6,8	6,1	5,6	8,9	7,5	6,9	9,6	1,4	1,1	1,1	1,7
	6,3	6,7	6,4	5,7	7,9	7,9	7,4	10,0	1,3	1,2	1,2	1,7
	6,4	6,7	6,1	5,8	8,9	7,9	7,2	10,0	1,4	1,2	1,2	1,7
Höfði 1 - AC16	6,7	6,5	6,5	6,1	8,1	7,1	6,0	9,2	1,2	1,1	0,9	1,5
	6,5	6,8	6,5	5,9	7,9	6,8	5,8	9,0	1,2	1,0	0,9	1,5
	6,6	6,7	6,2	6,0	8,2	7,1	5,6	8,9	1,2	1,1	0,9	1,5
Höfði 2 - AC11	5,5	6,1	5,7	5,6	8,0	6,8	6,0	8,9	1,5	1,1	1,0	1,6
	5,5	6,1	5,8	5,7	8,4	7,1	6,2	8,8	1,5	1,2	1,1	1,5
	5,7	6,0	5,9	5,7	7,4	6,9	6,2	8,7	1,3	1,2	1,1	1,5
Meðaltal	5,9	6,0	5,9	5,6	8,2	7,5	6,6	9,5	1,4	1,3	1,1	1,7

Það sést á töflunni, eins og við var að búast að prófunarstofa NO er með hæsta hlutfallið fínefnamagn/bindiefnismagn í öllum tilfellum og Höfði með lægsta hlutfallið. Prófunarstofur MHC og NMÍ eru með frekar svipuð hlutföll, en MHC er þó ívið hærri og endurspeglar þessar tölur sömu röð og kemur fram varðandi fínefnamagn hér á undan.

Mynd 5 sýnir hlutfallið á hlutasýnum Colas 1 og 2 og hlutasýnum Höfði 1 og 2. Einnig skal bent á það hér að í Efnisgæðariti Vegagerðarinnar (bls. 6-65) er lagt til að hlutfallið méla/bindiefni liggja á bilinu 1,15 til 1,5, en rauðu punktalínurnar á myndinni sýna þessi mörk.



Mynd 5 Hlutfallið fínefni/bindiefni á hlutasýnum malbiksgerðanna – mælt á fjórum prófunarstofum

Eins og sjá má á myndinni er hlutfallið fínefni/bindiefni mun hærri hjá prófunarstofu NO heldur en hjá hinum þremur, sérstaklega fyrir sýni Colas 1 og Colas 2, sem sagt mikil méla miðað við bindiefnismagn. Hlutfallið er um og yfir 2 fyrir sýni Colas 1 og 1,7 fyrir sýni Colas 2, en það er nokkuð yfir ráðlögðum mörkum. Fyrir sýni Höfði 1 og Höfði 2 er prófunarstofa NO nálægt efri

mörkunum með hlutfallið 1,5 fyrir öll hlutasýni þeirra gerða nema eitt (1,6). Samkvæmt mælingum NO og þessum viðmiðum í Efnisgæðaritinum væri of mikið af fínefni miðað við bindiefni í sýnum Colas 1 og Colas 2, en sýni Höfði 1 og Höfði 2 væru innan viðmiða eða við efri mörk þeirra. Prófunarstofa MHC hefur hlutfallið rétt yfir mörkum fyrir sýni Colas 1, en er innan marka fyrir hin sýnin þrjú. Prófunarstofa NMÍ er með hlutfall um og undir neðri viðmiðunarmörkum fyrir þrjú sýni af fjórum, en við mælingu á Colas 1 kom fram misræmi í mælingum, sérstaklega á bindiefnismagni og því óvarlegt að túlka það hlutfall frekar. Mælingar prófunarstofu Höfða er innan viðmiðunarmarka fyrir sýni Colas 1, við neðri mörkin fyrir sýni Colas 2 (eins og NMÍ), en nokkuð undir mörkum fyrir sýni Höfði 1 og Höfði 2.

Eins og fram kom í fyrri áfanga þessa verkefnið mældist hlutfallið fínefni/bindiefni mun lægra hjá prófunarstofu Höfða heldur en hjá NMÍ og féll utan leiðbeinandi marka Efnisgæðaritsins (meðaltal 0,9), þ.e.a.s. fínefnamagnið mældist of lágt miðað við bindiefnismagnið. Hjá NMÍ voru öll gildi innan leiðbeinandi marka (meðaltal 1,4). Í tilfelli samanburðar á hlutfalli fínefna/bindiefnis milli prófunarstofu MHC og NMÍ snérist dæmið við og MHC féll utan leiðbeinandi marka Efnisgæðaritsins (meðaltal 1,8). Hjá NMÍ voru öll gildi hins vegar innan leiðbeinandi marka (meðaltal 1,4) eins og í samanburðinum við prófunarstofu Höfða. Þótt hlutfallstölurnar séu aðrar nú eins og gefur að skilja, má samt sjá að hlutfallstölur NMÍ á fínefni/bindiefni hlutfallinu eru aftur að jafnaði á milli hlutfallstalna MHC (sem er hærri) og Höfða (sem er lægri). Nú er það sem sagt prófunarstofa NO sem sker sig verulega frá íslensku prófunarstofunum með lægra mældu bindiefni og herra fínefnamagni og þar með hæstu hlutfallstölurnar fyrir fínefni/bindiefni.

2.5 Mæling á kornadreifingu malbikssýna

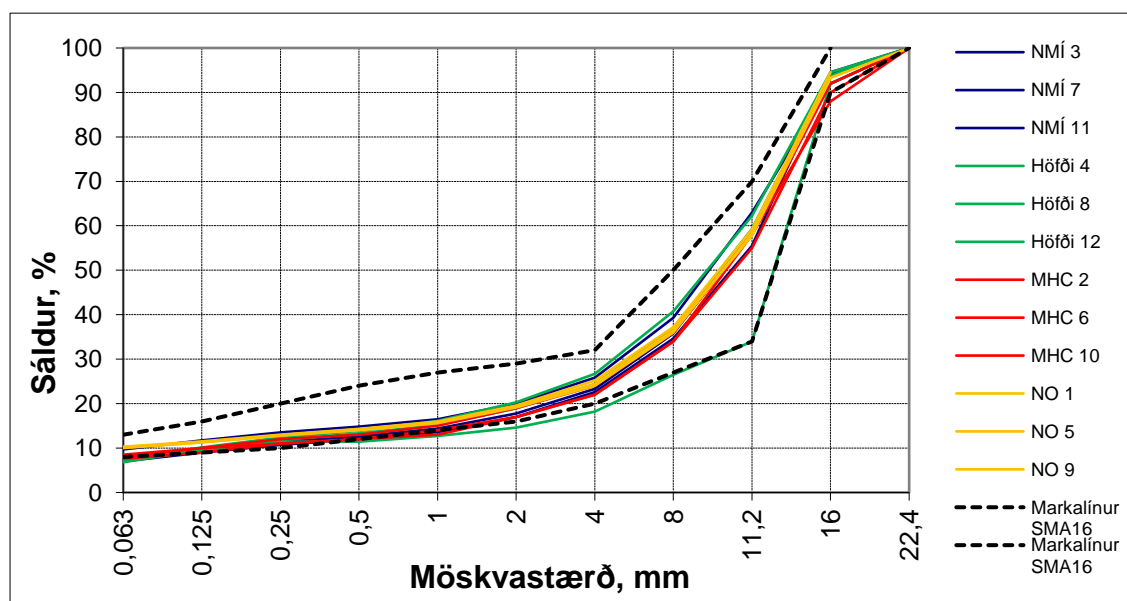
Þótt fjallað hafi verið sérstaklega um magn fínafna (0,063 mm) og mismunandi gildi þar að lútandi milli prófunarstofa er fróðlegt að skoða líka kornadreifinguna í heild sinni. Tafla 5 sýnir kornadreifingu stakra sýna af sýni Colas 1 (SMA 16) sem tekin voru úr stöð hjá MHC.

Tafla 5 Kornadreifing stakra sýna af sýni Colas 1 (SMA 16)

Kornakúrfur Colas 1												
Sigti	NMÍ 3	NMÍ 7	NMÍ 11	Höfði 4	Höfði 8	Höfði 12	MHC 2	MHC 6	MHC 10	NO 1	NO 5	NO 9
0,063	7,0	9,7	7,7	7,6	6,8	7,1	7,6	8,5	8,0	10,1	10	10,3
0,125	9	12	10	10	10	10	9	10	10	11	11	12
0,25	11	14	11	12	11	12	11	12	11	13	13	13
0,5	12	15	13	14	11	13	12	13	12	14	14	14
1	14	17	14	16	13	15	13	15	14	16	16	16
2	17	20	18	20	15	19	17	19	17	19	19	20
4	23	26	23	27	18	24	22	24	22	24	24	25
8	35	39	36	41	27	37	34	36	34	37	36	37
11,2	56	63	59	62	34	59	55	58	58	58	58	59
16	95	92	94	95	92	94	90	88	92	93	93	95
22,4	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Taflan sýnir heilt á litið að ekki er afgerandi munur á mældri kornadreifingu milli prófunarstofa. Þó mælist fínafnamagnið hæst hjá prófunarstofu NO eins og fjallað hefur verið ítarlega um hér að framan. Annað sem vekur athygli þegar rýnt er í töfluna er að munur á kornakúrfum hlutasýna prófunarstofa á einstökum sigtum er um eða undir 1% á prófunarstofu NO (munar reyndar 2% á 16 mm sigti í einu tilfalli). Hjá öðrum prófunarstofum munar oft 3% til 5% á hlutasýnum á stökum sigtum (reyndar mun meiru í einu tilfalli), en það telst varla vera mikill munur.

Mynd 6 sýnir kornadreifingu stakra mælinga hjá fjórum prófunarstofum af sýni Colas 1 (SMA 16) sem tekin voru úr stöð hjá MHC.



Mynd 6 Kornadreifingu stakra sýna af sýni Colas 1 (SMA 16) á fjórum prófunarstofum

Það sést á myndinni að allar mælingar eru svipaðar nema ein af þremur sem prófunarstofa Höfða gerði, en þar mælist steinefnið mun grófara en í hinum tveimur hlutasýnunum. Hér virðast því hafa orðið mistök í kornagreiningu, þar sem afar ólíklegt er að hér sé um raunverulegan mun að ræða, ekki síst í ljósi þess að allar aðrar kúrfur eru á svipuðum nótum. Að þeirri kornakúrfu slepptri falla allar mælingar á kornadreifingu innan markalína fyrir SMA 16 malbik, nema hvað varðar fínefnamagn sem er undir 8% í þó nokkrum tilfellum.

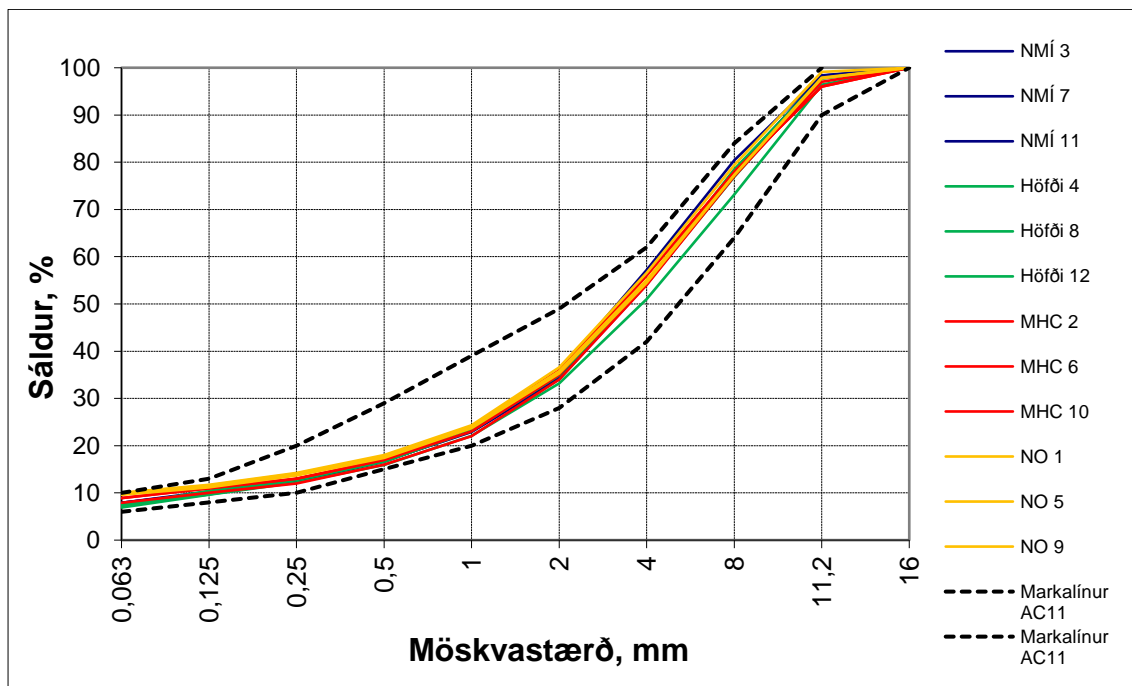
Tafla 6 sýnir kornadreifingu stakra sýna af sýni Colas 2 (AC 11) sem tekin voru úr stöð hjá MHC.

Tafla 6 Kornadreifing stakra sýna af sýni Colas 2 (AC 11)

Kornakúrfur Colas 2												
Sigti	NMÍ 3	NMÍ 7	NMÍ 11	Höfði 4	Höfði 8	Höfði 12	MHC 2	MHC 6	MHC 10	NO 1	NO 5	NO 9
0,063	7,5	7,9	7,9	6,9	7,4	7,2	8,9	7,9	8,9	9,6	10	10
0,125	10	10	10	10	10	10	11	10	11	11	12	12
0,25	12	13	13	12	13	13	13	12	13	14	14	14
0,5	17	17	17	16	17	17	17	16	17	17	18	18
1	23	23	23	22	23	23	23	22	24	24	24	24
2	36	35	34	33	35	35	35	34	36	35	36	37
4	57	54	54	51	55	54	56	54	56	55	55	57
8	80	78	77	73	79	77	78	77	78	77	77	79
11,2	98	98	98	96	98	98	96	97	96	98	98	99
16	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Taflan sýnir að allar kornakúrnar af öllum hlutasýnunum eru mjög svipaðar, þótt ein kúrfa Höfða sé heldur grófari en allar hinar á 4 mm og 8 mm sigtum. Það munar þó ekki meira en sem nemur 6% á 8 mm sigtinu.

Mynd 7 sýnir kornadreifingu stakra mælinga hjá fjórum prófunarstofum af sýni Colas 2 (AC 11) sem tekin voru úr stöð hjá MHC.



Mynd 7 Kornadreifingu stakra sýna af sýni Colas 2 (AC 11) á fjórum prófunarstofum

Myndin sýnir greinilega að kornadreifing allra sýnanna er sláandi lík, bæði milli prófunarstofa og einnig milli hlutasýna, nema ein kúrfa hjá Höfða sem er aðeins grófari en allar hinar. Öll mæld gildi falla innan markalína fyrir AC 11 malbik, einnig hvað fínefnamagn varðar, þótt þar sé munur á milli prófunarstofa eins og fjallað hefur verið um hér að framan.

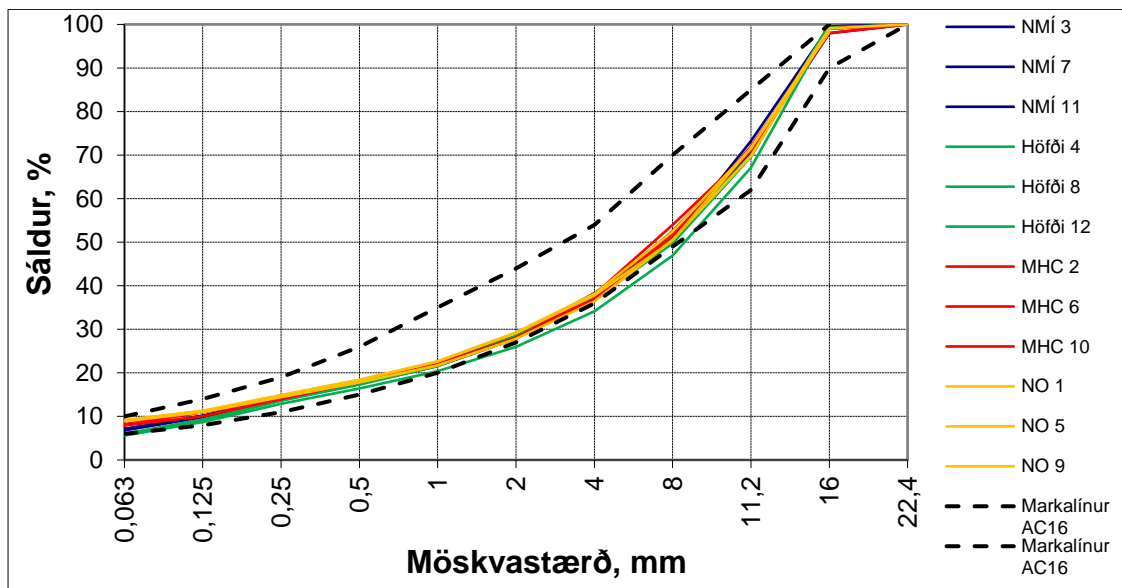
Tafla 7 sýnir kornadreifingu stakra sýna af sýni Höfði 1 (AC 16) sem tekin voru úr stöð hjá Höfða.

Tafla 7 Kornadreifing stakra sýna af sýni Höfði 1 (AC 16)

Kornakúrfur Höfði 1												
Sigti	NMÍ 3	NMÍ 7	NMÍ 11	Höfði 4	Höfði 8	Höfði 12	MHC 2	MHC 6	MHC 10	NO 1	NO 5	NO 9
0,063	7,1	6,8	7,1	6,0	5,8	5,6	8,1	7,9	8,2	9,2	9,0	8,9
0,125	10	10	10	9	9	9	11	10	11	11	11	11
0,25	14	14	14	14	14	13	14	14	14	15	15	14
0,5	18	18	18	18	17	16	18	18	18	18	18	18
1	22	22	22	22	22	20	22	22	22	23	23	22
2	29	28	28	29	28	26	28	28	28	29	29	28
4	38	38	37	38	37	34	38	37	37	38	38	36
8	51	51	53	51	50	47	54	51	52	52	50	51
11,2	71	73	71	70	70	67	71	72	71	72	72	70
16	98	100	100	100	100	99	99	98	99	99	98	99
22,4	100					100	100	100	100	100	100	100

Segja má að munur á milli mælinga á kornadreifingu er hverfandi, bæði milli hlutasýna hvorrar prófunarstofu, en einnig á milli stofa.

Mynd 8 sýnir kornadreifingu stakra mælinga hjá fjórum prófunarstofum af sýni Höfði 1 (AC 16) sem tekin voru úr stöð hjá Höfða.



Mynd 8 Kornadreifingu stakra sýna af sýni Höfði 1 (AC 16) á fjórum prófunarstofum

Eins og sjá má á myndinni eru kornakúrfurnar allar svipaðar, bæði innan og milli rannsóknastofa (að undanskildu fínefnamagni). Það má sjá að kornadreifingin fellur innan markalína fyrir AC 16 stífmalbik, en er þó alveg við eða rétt undir neðri markalínu, sérstaklega í stærðum 1 mm til 8 mm. Fínefnamagn er einnig innan marka utan prófunarstofu Höfða sem er rétt undir 6% neðri mörkunum. Þessi malbiksgærd uppfyllir því að mestu leyti ákvæði Efnisgæðaritsins (byggt á framleiðslustaðli ÍST EN 13108-1) til kornadreifingar AC 16 malbiks.

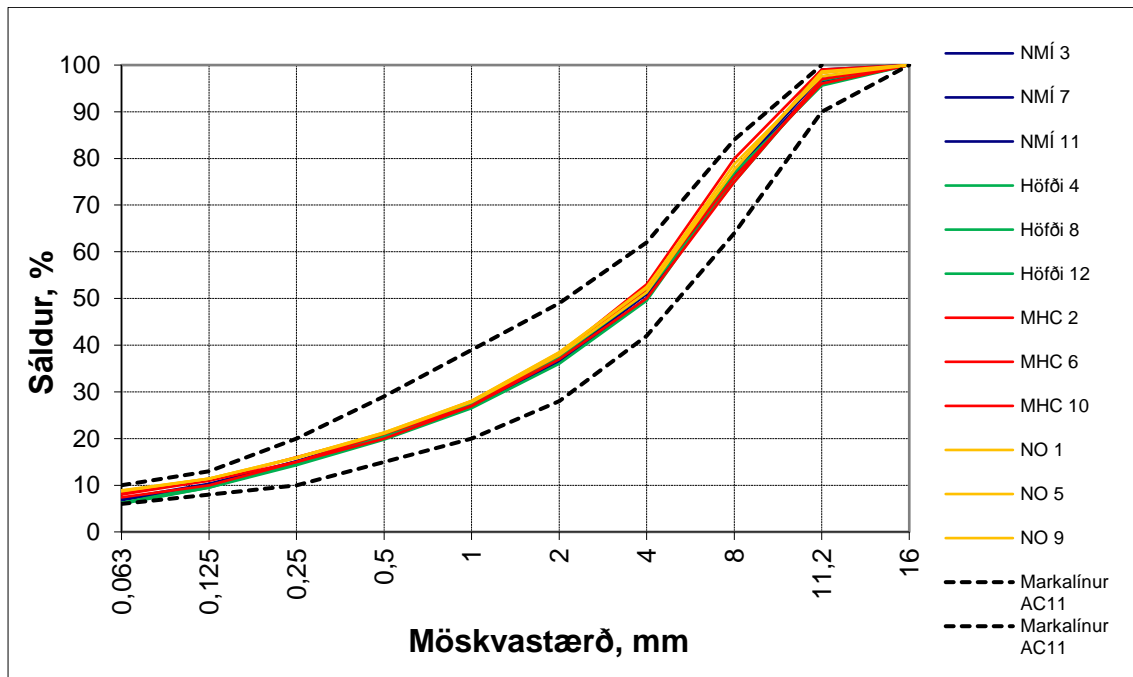
Tafla 8 sýnir kornadreifingu stakra sýna af sýni Höfði 2 (AC 11) sem tekin voru úr stöð hjá Höfða.

Tafla 8 Kornadreifingu stakra sýna af sýni Höfði 2 (AC 11)

Kornakúrfur Höfði 2												
Sigti	NMÍ 3	NMÍ 7	NMÍ 11	Höfði 4	Höfði 8	Höfði 12	MHC 2	MHC 6	MHC 10	NO 1	NO 5	NO 9
0,063	6,8	7,1	6,9	6,0	6,2	6,2	8,0	8,4	7,4	8,9	8,8	8,7
0,125	10	10	10	10	10	10	11	11	10	11	11	11
0,25	15	15	15	14	15	15	15	16	15	16	16	16
0,5	21	21	21	20	20	21	21	21	20	21	21	21
1	27	27	27	27	27	27	27	28	27	28	28	28
2	36	37	37	36	38	38	37	38	38	38	39	38
4	50	51	51	50	52	51	50	52	53	51	52	53
8	77	77	76	76	77	75	75	76	80	78	79	78
11,2	97	98	99	96	96	97	97	96	99	99	98	98
16	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Það sést á töflunni að öll mæld gildi á öllum prófunarstofunum eru nánast þau sömu á öllum sigtum og munar yfirleitt ekki nema 1% til 2% á línuna á öllum sigtum. Þar að auki er fínefnamagn innan marka í öllum tilfellum.

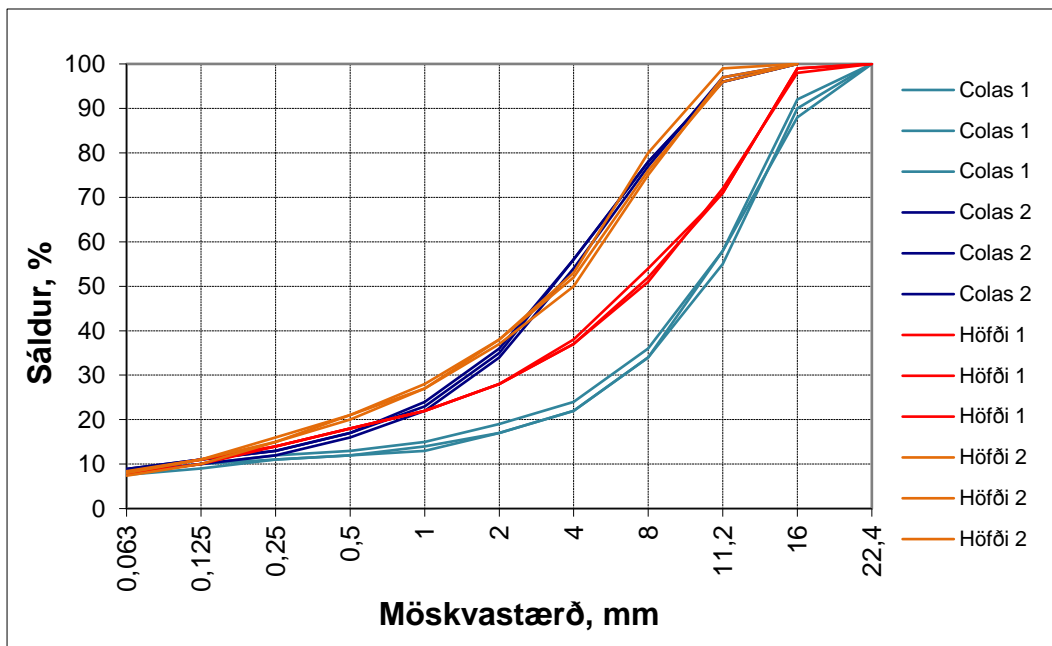
Mynd 9 sýnir kornadreifingu stakra mælinga hjá fjórum prófunarstofum af sýni Höfði 2 (AC 11) sem tekin voru úr stöð hjá Höfða.



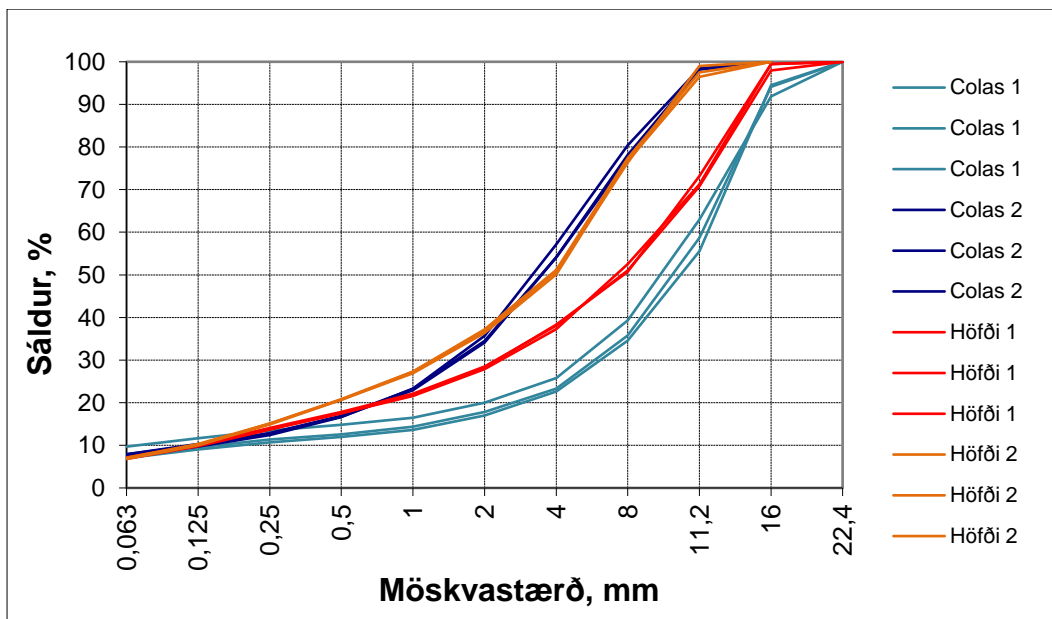
Mynd 9 Kornadreifingu stakra sýna af sýni Höfði 2 (AC 11) á fjórum prófunarstofum

Myndin sýnir vel að nánast öll mæld gildi á öllum sigtum liggja nokkurn veginn saman og því má segja að í þessu tilfalli hafi örugglega engin frávik eða aðskilnaður orðið þess valdandi að nokkur munur sé á einstökum hlutasýnum sem prófunarstofurnar fengu í hendurnar til prófana. Að auki má benda á að allar kúrfurnar eru vel innan markalína fyrir AC 11 stífmalbik og einnig fínefnamagnið.

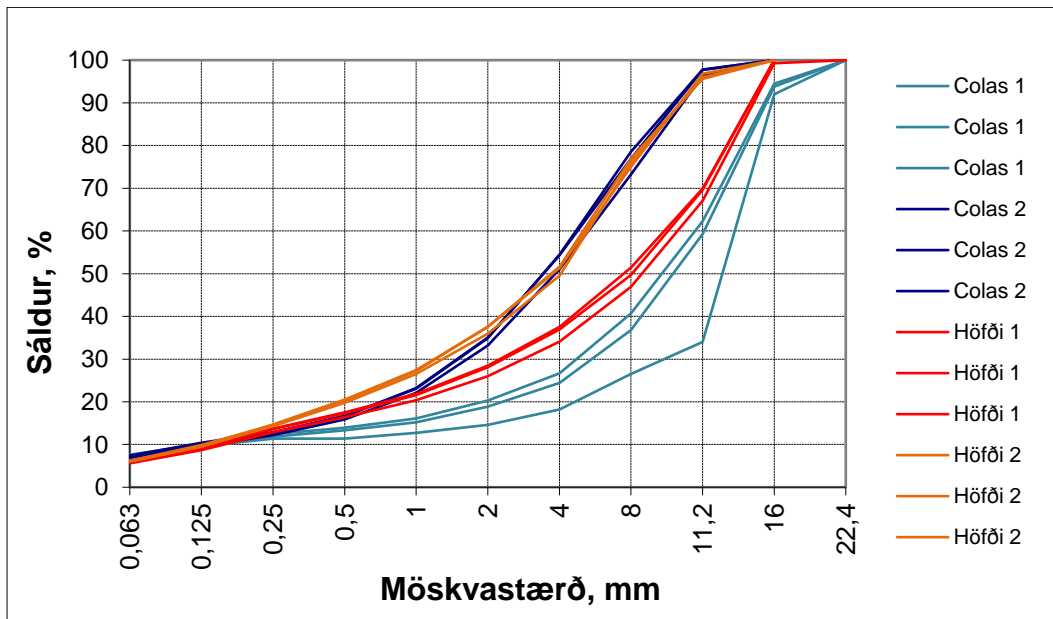
Myndir 10 til 13 sýna allar mælingar á kornadreifingu hjá hverri prófunarstofu fyrir sig. Tilgangurinn með því er fyrst og fremst til að sjá myndrænt hversu mikil dreifing í gildum fyrir hlutasýni malbiksgerðanna fjögurra er hjá hverri prófunarstofu.



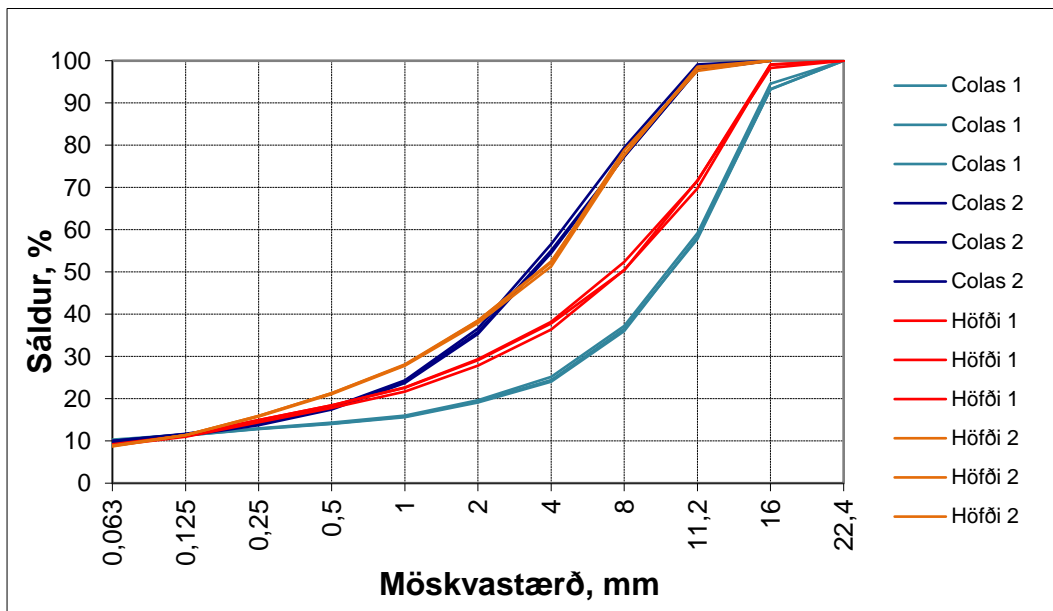
Mynd 10 Allar mælingar á kornadreifingu hjá prófunarstofu MHC



Mynd 11 Allar mælingar á kornadreifingu hjá prófunarstofu NMÍ



Mynd 12 Allar mælingar á kornadreifingu hjá prófunarstofu Höfða



Mynd 13 Allar mælingar á kornadreifingu hjá prófunarstofu NO

Af myndum 10 til 13 að dæma virðist helst að munur milli hlutasýna sé einna mestur í sýnum Colas 1 og Colas 2 hjá íslensku prófunarstofunum, en lítill sem enginn í sýnum Höfði 1 og Höfði 2. Norsku gildin fyrir hlutasýni allra malbiksgerðanna eru nokkurn veginn alveg eins og skeikar varla meira en 1% á hverju sigti. Það út af fyrir sig bendir til þess að sýnatakan hafi tekist vel í öllum tilfellum og aðskilnaður í kornastærðum sé lítill sem enginn, en ekki er gott að segja hvað veldur lítilsháttar flökti í niðurstöðum hlutasýna hjá íslensku stofunum.

2.5 Umræða

Í þessum verkþætti var leitað var til norskrar prófunarstofu um þátttöku í samanburði mælinga á bindiefnis- og mólumagn í íslenskum malbikssýnum, en auk þess mældu prófunarstofur framleiðenda einnig sýni hins framleiðandans (sem var ekki gert í fyrri áfanga). Segja má að megin tilgangurinn hafi verið að fá úr því skorið hvort norska stofan væri samstíga einhverri af íslensku stofunum í niðurstöðum og styddi þar með þær niðurstöður. Í raun má segja að sú hafi ekki verið raunin, þar sem prófunarstofa NO skar sig úr, bæði með lágur mælingar í bindiefnismagni, en ekki síður hvað hátt fínefnamagn varðar. Einnig kom í ljós að mælingar, bæði á bindiefnis- og fínefnamagni allra hlutasýna voru afar líkar og nánast eins innbyrðis fyrir hverja malbiksgerð hjá þeirri stofu.

Nú er þrautin þyngri að kveða upp með það hvaða prófunarstofa mælir „réttast“. Eru það íslensku prófunarstofurnar þrjár, sem eru með nokkuð flökt í niðurstöðum milli hlutasýna, en eiga það sameiginlegt að mæla meira bindiefnismagn en sú norska og auk þess mun minna fínefnamagn en sú norska? Eða er það norska prófunarstofan sem er með lítið sem ekkert flökt í niðurstöðum milli hlutasýna? Þá vaknar líka grunnsurningin um það hvort hugsast geti að sú prófunarstofa sem mælir mest fínefni eftir þvott með skilvindu eða brennslu sé líklegri til að mæla rétt en hinar sem þá tapa þá með einhverjum hætti hluta af mólunni við meðhöndlun og sigtun? Það verður að segjast eins og er að höfundur treystir sér ekki til að svara þessum spurningum afdráttarlaust á þessu stigi. Hann telur frekari rannsóknir nauðsynlegar, þ.e.a.s. ef áhugi er á að komast til botns í þessu misræmi milli prófunarstofa, sem vissulega er umtalsvert. Þá yrði að setja saman þekkta (leyni)kúrfu með föstu bindiefnismagni og einnig með föstu fínefnamagni. Þá fengist afdráttarlaus niðurstaða um það hvaða stofa væri næst því að mæla þessa mikilvægu þætti rétt.

Mælingar á kornadreifingu hvers hinna fjögurra sýna er nær undantekningalaust sambærileg milli hlutasýna, svo og milli prófunarstofa. Þó ber að halda til haga að í sumum tilfellum mælist fínefnamagn of lítið til að vera innan marka um fínefni fyrir viðkomandi malbiksgerð. Norsku gildin fyrir hlutasýni allra malbiksgerðanna eru nokkurn veginn alveg eins, en lítilsháttar flökt er í niðurstöðum hlutasýna hjá íslensku stofunum og reyndar eitt afgerandi frábrigði (eitt sýni sem prófunarstofa Höfða prófaði á sýni Colas 1). Norsku gildin benda til að lítill sem enginn aðskilnaður hafi átt sér stað milli hlutasýna, þar sem gildin eru nánast þau sömu á öllum hlutasýnum.

3 Hjólfarapróf og Prall slitþolspróf á fjölliðubreyttu stífmalbiki

3.1 Almennt um malbiksgerðirnar

Eins og minnst er á í inngangi stóð Malbikunarstöðin Hlaðbær-Colas (MHC) fyrir innflutningi á gámum með tveimur gerðum af fjölliðubreyttu bikbindiefni (e. Polymer Modified Bitumen, PMB). Innflutningurinn var meðal annars til að bera saman tvær erlendar gerðir af PMB bindiefni, önnur frá TOTAL og hin frá Colas í Danmörku (DK) við fjölliðubreytt malbik sem MHC framleiða sjálfir með íblöndun SBS fjölliðu í malbiksblönduna (e. Polymer Modified Asphalt, PMA). Það skal tekið skýrt fram að fjölliðubreytta bindiefnið sem kom frá Colas DK var líklega ætlað til nota í klæðingar. Það var að sögn einungis með 1,5% SBS og auk þess ethylester mýkingarefni í einhverjum mæli (munnl. upplýsingar frá Gísli Eymarssyni hjá MHC).

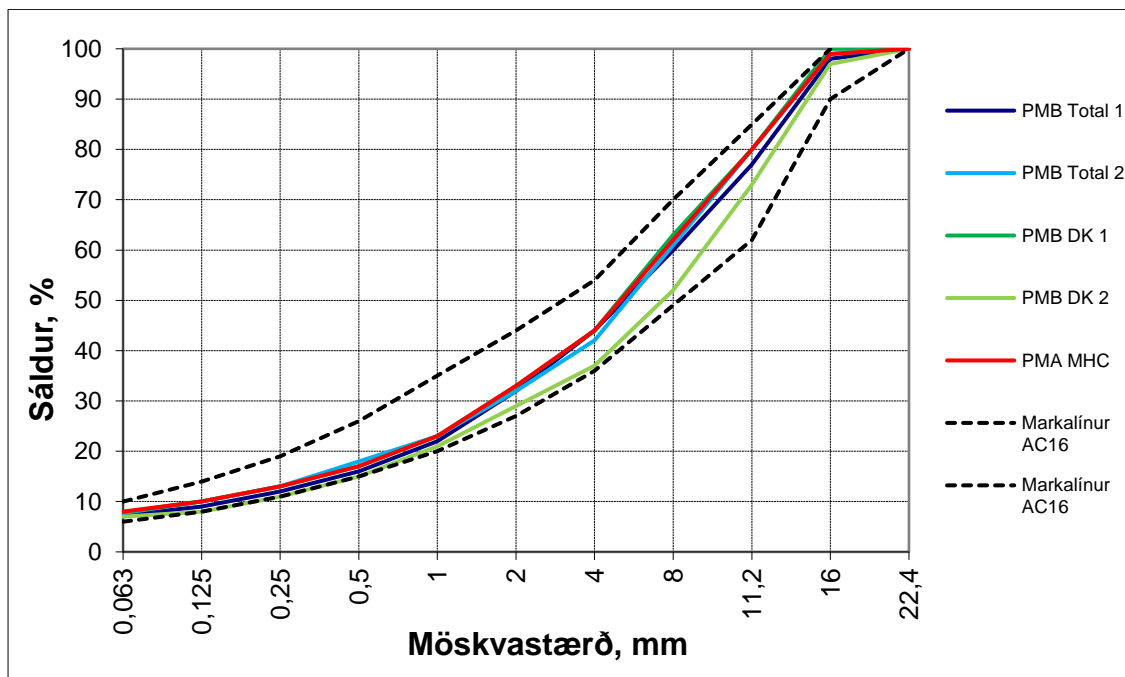
Niðurstöður úr korngreiningu og fleiri prófunum á sýnunum sem prófunarstofa MHC stóð fyrir eru sýndar í töflu 10 og nánar í Viðauka I.

Tafla 10 Niðurstöður korngreiningar og fleiri prófana á sýnunum af mismunandi malbiksgerðum

Sigti	Kornakúrfur MHC				
	PMB Total 1	PMB Total 2	PMB DK 1	PMB DK 2	PMA MHC
0,063	7,3	7,7	7,9	7,0	8,0
0,125	9	10	10	8	10
0,25	12	13	13	11	13
0,5	16	18	17	15	17
1	22	23	23	21	23
2	32	32	33	29	33
4	44	42	44	37	44
8	60	61	63	52	62
11,2	77	80	80	73	80
16	98	99	100	97	99
22,4	100	100	100	100	100
Bindiefnismagn, %	5,3	5,6	5,6	4,7	5,6
Rúmþyngd, Mg/m ³	2,460	2,495	2,485	2,461	2,489
Holrýmd, %	2,8	1,6	1,8	2,9	1,2
Hlutf. méla/fínefni	1,38	1,38	1,41	1,49	1,43

Taflan sýnir að tekin voru tvö hlutasýni af malbiki með báðum innflutta bindiefnisgerðunum og er það borið saman við íslensku gerðina, en allar þrjár malbiksgerðirnar áttu að vera nokkurn veginn eins samsettar, en með mismunandi bindiefnisgerð.

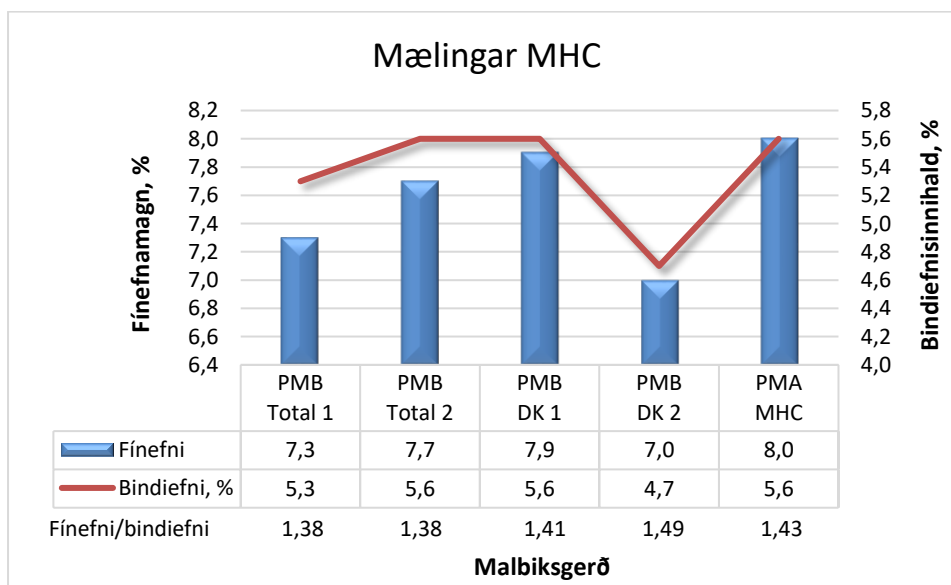
Mynd 14 sýnir kornadreifingu sýna af þessum þremur malbiksgerðum, en eins og fram kemur í töflunni hér að ofan voru tekin tvö sýni af malbikinu með innflutta PMB bikinu þar sem um tilraunir var að ræða.



Mynd 14 Kornadreifing samtals 5 sýna af þremur malbiksgerðum

Það sést á myndinni að mæld kornadreifing allra sýna er mjög svipuð, nema sýni Colas DK2 sem er áberandi grófgerðast.

Mynd 15 sýnir niðurstöður mælinga á bindiefnismagni og fínefnamagni í sýnunum fimm sem um ræðir.



Mynd 15 Niðurstöður mælinga á bindiefnisinnihaldi og fínefnainnihaldi malbikssýna

Myndin sýnir að fínefnamagnið er ekki mjög breytilegt, en það munar 1 prósentustigi á hæsta og lægsta gildinu eða frá 7% (Colas DK2) og upp í 8% (MHC) fínefnamagn. Það vekur athygli að malbikssýnið sem mælist með minnst fínefni (Colas DK2) mælist einnig með minnst bindiefnisinnihald, en eins og fram kemur í kafla 2 hér að ofan er tilhneigingin yfirleitt sú að ef

annar stikinn mælist hár þá mælist hinn lágur. Það má því segja að sýnið DK2 skeri sig að einhverju leyti frá hinum sýnunum sem öll mælast með svipaða kornadreifingu og bindiefnismagn.

3.2 Niðurstöður hjólfaraprófa

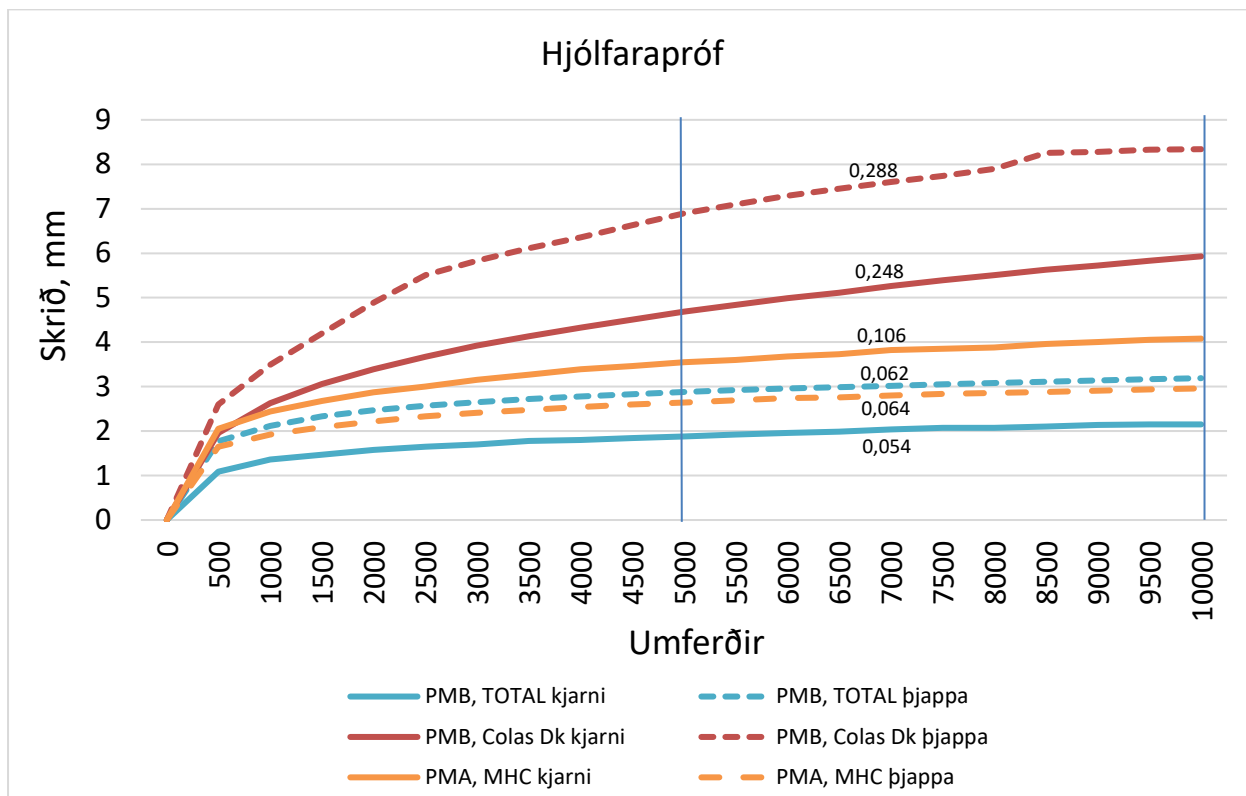
Eins og fyrr segir voru bæði tekin kjarnasýni úr útlögðu malbiki af malbiksgerðunum þremur og einnig voru þjöppuð sýni á rannsóknastofu NMÍ í hjólfarapróf. Tafla 11 sýnir niðurstöður hjólfaraprófa á malbikssýnum frá TOTAL, Colas DK og MHC, annars vegar kjarnasýna úr götu og hins vegar sýnum hituðum og þjöppuðum á rannsóknastofu, sjá einnig viðauka II.

Tafla 11 Niðurstöður hjólfaraprófa á malbikssýnum frá TOTAL, Colas DK og MHC

	KJARNASÝNI			ÞJAPPAÐ Á RANNS.STOFU		
	PMB, TOTAL kjarni	PMB, Colas Dk kjarni	PMA, MHC kjarni	PMB, TOTAL þjappa	PMB, Colas Dk þjappa	PMA, MHC þjappa
Umf.	Skrið, mm	Skrið, mm	Skrið, mm	Skrið, mm	Skrið, mm	Skrið, mm
0	0	0	0	0	0	0
500	1,09	1,96	2,05	1,77	2,60	1,65
1000	1,36	2,63	2,44	2,12	3,49	1,92
1500	1,47	3,06	2,68	2,33	4,20	2,09
2000	1,58	3,39	2,87	2,47	4,89	2,22
2500	1,65	3,67	3,00	2,57	5,51	2,33
3000	1,70	3,92	3,15	2,65	5,83	2,41
3500	1,78	4,13	3,27	2,72	6,11	2,48
4000	1,80	4,33	3,39	2,78	6,36	2,54
4500	1,84	4,51	3,46	2,83	6,63	2,60
5000	1,88	4,69	3,55	2,88	6,90	2,64
5500	1,92	4,84	3,60	2,92	7,10	2,69
6000	1,96	4,99	3,68	2,96	7,29	2,74
6500	1,99	5,11	3,73	2,99	7,45	2,76
7000	2,04	5,26	3,82	3,02	7,60	2,80
7500	2,07	5,39	3,85	3,05	7,74	2,84
8000	2,07	5,51	3,88	3,08	7,90	2,86
8500	2,10	5,63	3,96	3,11	8,26	2,88
9000	2,14	5,72	4,00	3,14	8,28	2,91
9500	2,15	5,83	4,05	3,17	8,33	2,94
10000	2,15	5,93	4,08	3,19	8,34	2,96
	PMB, TOTAL kjarni	PMB, Colas Dk kjarni	PMA, MHC kjarni	PMB, TOTAL þjappa	PMB, Colas Dk þjappa	PMA, MHC þjappa
WTS	0,054	0,248	0,106	0,062	0,288	0,064

Í töflunni er skráð mæld hjólfaradýpt (meðaltal tveggja hlutasýna) á 500 umferða millibili frá 0 umferðum upp í 10000 umferðir (e. Rut Depth, RD). Einnig er sýnd hjólfaradýpt á hverjar 1000 umferðir síðustu 5000 umferðirnar (e. Wheel Tracking Slope, WTS) neðst í töflunni.

Mynd 16 sýnir alla hjólfaraferlana dregna upp saman, bæði sýni sem tekin voru úr götu og sýni sem þjöppuð voru á rannsóknastofu NMÍ.



Mynd 16 Niðurstöður hjólfaraprófana á sýnum úr þjöppu og kjarnasýnum

Myndin sýnir glögg að miklu munar á hjólfaramyndun malbiksgerðanna þriggja og er áberandi að sýni PMB Colas DK koma lakast út og það sem var þjappað á rannsóknastofu sýnu verst. Þetta á við bæði þegar notaður er mælikvarðinn RD (ferlar á línuriti) og WTS (tölur á myndinni við hvern hjólfaraferil). Öll hin sýnin eru nálægt því að standast ítrustu kröfu Vegagerðarinnar fyrir umferð > 30000 ÁDU, en fyrir þá umferð skal TR vera < 4 mm og eða WTS < 0,1. Kjarninn af PMA MHC sýninu er þó rétt yfir þessum mörkum, svo lítillega að það telst varla vera marktækt. Krafan í Efnisgæðaritinu miðar hins vegar við að sýni sé hitað upp og þjappað á rannsóknastofu og þá eru sýni PMB TOTAL og PMA MHC nánast með sömu mæligildi með báðum mælikvörðum, TR rétt um 3 mm og WTS um 0,06 mm/1000 umferðir. Sýnið út PMB TOTAL tilraunakaflanum koma langbest út í þessum samanburði með TR 2,15 mm og WTS 0,054 mm/1000 umferðir.

3.3 Umræða um hjólfaraprófin

Það er vert að benda á það hér að í fyrri áföngum þessa verkefnis, þar sem borin er saman mæld hjólfaramyndun í kjarnasýnum og sýnum þjöppuðum á rannsóknastofu, hafa kjarnasýni ætíð komið ver út en sambærileg rannsóknastofusýni. Um þetta er fjallað í kafla 4.3 í áfangaskýrslu VII, en þar er að auki bent á að sagaðar plötur úr malbikslögn koma jafnvel enn ver út en kjarnar (30 cm í þvermál). Einnig er birt mynd sem sýnir að oft eru kjarnasýni með hærri gildi en þjöppusýni í norskum prófunum, þótt það sé ekki einhlítt. Í kafla 3.2 í áfangaskýrslu VIII er fjallað um samanburð á íslenskum sýnum sem voru þjöppuð á rannsóknastofu og prófuð bæði á NMÍ og í Noregi. Sýnin stóðust ítrustu kröfur samkvæmt Efnisgæðaritinu, bæði hjá NMÍ og í Noregi, en norsku gildin voru í öllum tilfellum með lægri gildi TR og WTS. Í kafla 2 í áfangaskýrslu IX er samantekt á samanburði hjólfaraprófa áfanganna sem bent er á hér að framan, en auk þess nýjan samanburð þar sem bæði íslensk og norsk kjarnasýni voru prófuð á báðum stöðum. Í ljós kom

eins og áður að norsku mælingarnar voru lægri en þær íslensku, bæði á norsku og íslensku sýnunum, nema í einu tilfelli þar sem mælingarnar voru sambærilegar. Þar var um að ræða norska kjarna sem útbúnir höfðu verið með fjölliðubreyttu PMB bindiefni og voru RD gildin um 1,5 mm og WTS gildin um 0,03 mm/1000 umferðir, sem telst með því allra lægsta sem mælt hefur verið í hjólfaratækinu héraendis.

Sá samanburður sem fjallað er um í kafla 3.2 hér að framan er að því leyttinu sérstakur fyrir þær sakir að lægsta mælda gildið er á kjarnapari sem tekið var úr vegi og er TR gildið rétt yfir 2 mm og WTS gildið um 0,05 mm/1000 umferðir, en þessi gildi verða að teljast afar góð. Malbissýnin sem voru þjöppuð á rannsóknastofu af PMB TOTAL gerðinni og PMA MHC gerðinni fá einnig mjög lág gildi eins og áður segir, eða TR um 3 mm og WTS um 0,06 mm/1000 umferðir. Hins vegar sker malbiksblandan PMB Colas DK sig verulega frá hinum og sýnið sem þjappað var á rannsóknastofu er með RD gildið 8,3 mm og WTS gildið 2,88 mm/1000 umferðir og stenst því ekki kröfur til skriðeiginleika malbiks þar sem umferð er > 8000 ÁDU. Þessi mældu gildi eru áberandi hærra en gildin sem mældust á kjarnasýnum af sömu malbiksgerð, þó þau hafi einnig mælst nokkuð há, sérstaklega með það í huga að hér er um að ræða fjölliðubreytt bindiefni. Þó ber að hafa í huga munnlegar upplýsingar frá Gísli Eymarssyni hjá MHC að um að síðar hafi komið fram að um hafi verið að ræða PMB sem er ætlað í klæðingar en ekki malbik. Hafa ber í huga að það er nokkuð óvenjulegt að kjarnasýni komi betur út í hjólfaraprófi en sýni hituð og þjöppuð á rannsóknastofu, samanber umfjöllun í fyrri áfangaskýrslum sem minnst er hér að framan.

Yfirleitt eru niðurstöður mældra gilda á hlutasýnunum tveimur (sem eru grundvöllur meðalgildisins) mjög svipuð og nánast þau sömu í öllum tilfellum nema einu, en það er sýni hitað og þjappað á rannsóknastofu af PMB Colas DK, þar sem RD gildin eru 9,4 mm og 7,3 mm og WTS gildin 0,496 og 0,082 mm/1000 umferðir. Báðir ferlar þessa sýnis eru með óreglum, sjá viðauka II (þótt meðalferillinn á mynd 16 sýnist eðlilegur) og ekki verður farið í nánari túlkanir á þessum mikla mun á ferlum þessara tveggja hlutasýna. Þess má geta að ferlar tveggja kjarnasýna af þessu sama malbiki (Colas DK) sem mælast með næstmestu hjólförin eru mjög svipaðir og enda í RD 5,91 mm og 5,94 mm.

3.4 Niðurstöður Prall slitþolsprófa

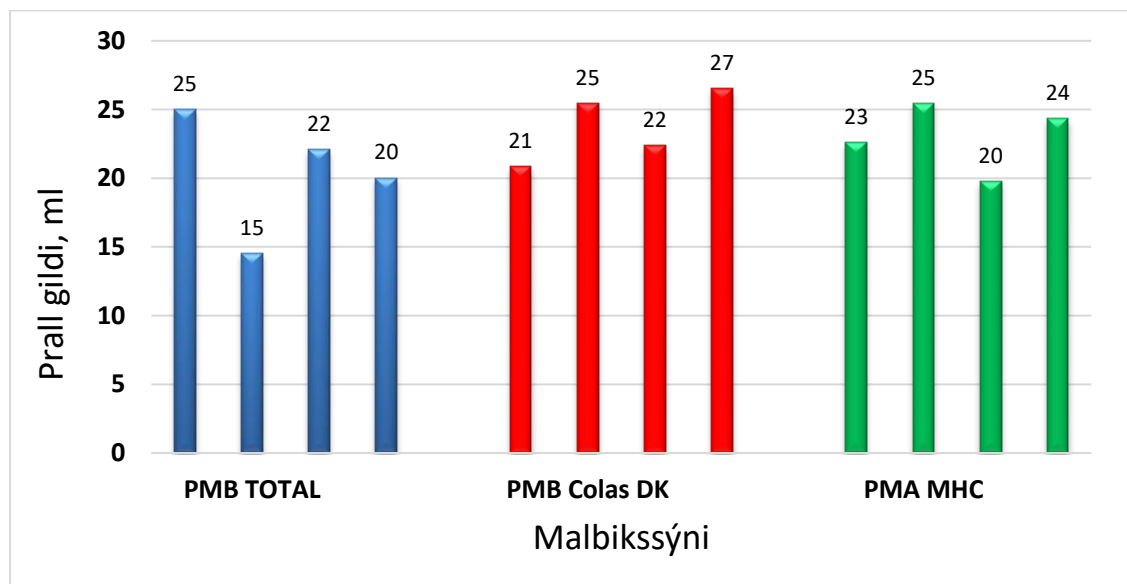
Þegar kjarnataka á stórum kjörnum í hjólfaraprófið fór fram var ákveðið að taka einnig fjóra minni kjarna af hverri malbiksgerð til að setja í Prall slitþolspróf. Tekið skal fram að eftir á að hyggja hefði mátt vanda betur til kjarnatökunnar á minni kjörnunum, en ekki var notast við kjarnabor á gálga, heldur handstýrðum bor. Það leiddi til þess að sumir kjarnarnir voru ekki teknir alveg lóðrétt, en það gæti hafa haft áhrif á niðurstöður, eða að minnsta kosti við frágang sýna í mót. Niðurstöður Prall prófana eru sýndar í töflu 12 og viðauka III.

Tafla 12 Niðurstöður Prall prófana á malbiksgerðunum þremur

Malbiksgerð	Fyrir próf, g	Eftir próf, g	Efnistap, g	Rúmþyngd, Mg/m ³	Prallgildi, ml	Meðal Prall, ml
PMB TOTAL	542,0	482,1	59,9	2,394	25	20
	580,2	545,2	35,0	2,409	15	
	596,9	544,3	52,6	2,382	22	
	554,8	507,0	47,8	2,386	20	
PMB Colas DK	533,0	483,2	49,8	2,390	21	24
	520,8	459,8	61,0	2,395	25	
	555,8	502,2	53,6	2,395	22	
	543,9	481,1	62,8	2,368	27	
PMA MHC	597,3	541,5	55,8	2,470	23	22
	543,9	482,9	61,0	2,395	25	
	576,6	527,8	48,8	2,470	20	
	624,6	564,5	60,1	2,469	24	

Eins og taflan sýnir virðist varla vera marktækt munur á slitþolsgildum hlutasýna á malbiksgerðunum þremur, þótt malbiksgerðin PMB TOTAL slitni minnst að meðaltali og PMB Colas DK slitni mest að meðaltali. Því er ekki hægt að segja með afgerandi hætti að bindiefnisgerðin hafi áhrif á slitþol malbiksgerðanna byggt á þessum niðurstöðum.

Mynd 17 sýnir niðurstöður stakra gilda á súluriti fyrir malbiksgerðirnar.



Mynd 17 Niðurstöður Prall slitþolsprófa á malbiksgerðunum þremur

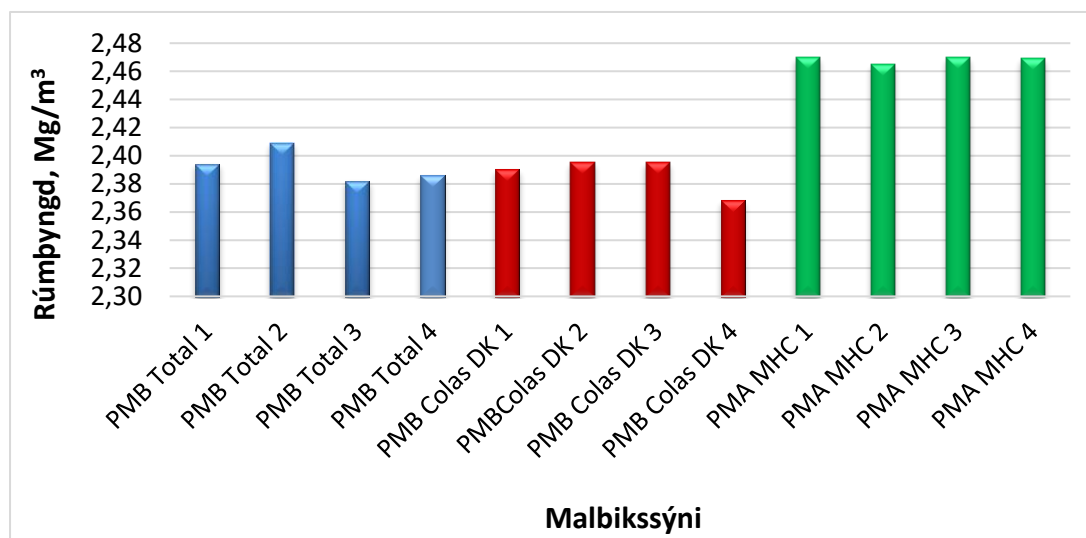
Eins og myndin sýnir glögglega liggja nær öll Prall gildin á bilinu 20 til 25 ml og á það við um allar þrjár malbiksgerðirnar. Þó er eitt gildi í gerðinni PMB TOTAL mun lægra, eða 15 ml og það er sá kjarni sem veldur því að sú malbiksgerð mælist með minnst slit að meðaltali. Einn kjarni af gerðinni PMB Colas DK mælist með 27 ml slit, en tveir kjarnar eru með mun lægri gildi, eða 21 og 22 ml.

Rétt er að halda til haga að rúmþyngd kjarnasýnanna sem óhjákvæmilega er reiknuð til að geta reiknað úr slit í ml úr Prall prófinu er áberandi hæst í PMA MHC malbiksgerðinni, sjá töflu 13.

Tafla 13 Rúmþyngdarmælingar á kjarnasýnum sem prófuð voru með Prall aðferð

Kjarnasýni	Rúmþyngd, Mg/m ³	Meðal-rúmþyngd, Mg/m ³	Meðal-holrýmd, %
PMB Total 1	2,394	2,393	5,6
PMB Total 2	2,409		
PMB Total 3	2,382		
PMB Total 4	2,386		
PMB Colas DK 1	2,390	2,387	5,7
PMB Colas DK 2	2,395		
PMB Colas DK 3	2,395		
PMB Colas DK 4	2,368		
PMA MHC 1	2,470	2,469	2,5
PMA MHC 2	2,465		
PMA MHC 3	2,470		
PMA MHC 4	2,469		

Taflan sýnir að öll mæld rúmþyngdargildi PMA MHC kjarnanna eru hærri en gildin fyrir hinar malbiksgerðirnar, samanber einnig mynd 18.



Mynd 18 Rúmþyngdarmælingar á kjarnasýnum sem prófuð voru með Prall aðferð

Myndin sýnir að mæld rúmþyngdargildi bæði hjá PMB TOTAL og PMB Colas DK eru nokkuð svipuð, um 2,39 Mg/m³, bæði milli malbiksgerða og einnig hlutasýnanna, en fyrir PMA MHC kjarnasýni mælist rúmþyngdin mun hærri, eða 2,47 Mg/m³. Einnig eru mæld gildi hlutasýna mjög lík og í raun nokkuð trúverðugar niðurstöður mælinga. Þetta gæti bent til betri þjöppunar í vegi á PMA MHC malbikinu, þótt ekki séu haldbærar upplýsingar um þjöppumælingar eftirlits með þessum útlögnum. Holrýmdarmælingarnar á kjörnum sem sýndar eru í töflu 13 benda til að talsverður munur sé einnig á holrýmd á milli malbiksgerða, samanber gögn úr Prallprófum sem birt eru í

Viðauka III í þessari skýrslu. Holrýmdin mælist að vísu nokkuð há í sýnum PMB TOTAL og PMB Colas DK, eða 5,6 og 5,7%, en er talsvert lægri í PMA MHC, eða 2,5%. Þær mælingar benda einnig til að þjöppun hafi tekist betur í PMA MHC malbikinu. Ekki verður farið út í nánari túlkanir á rúmþyngdar- og holrýmdarmælingum á kjarnasýnum sem fóru í Prall prófið. Rétt þótti þó að halda þessum niðurstöðum til haga hér í megin-texta ef vera kynni að þær nýttust síðar ef nánari úrvinnsla eða samantekt á niðurstöðum rúmþyngdarmælinga verður gerð.

3.5 Umræða um Prall slitþolsprófin

Niðurstöður Prall slitþolsprófana í þessu verkefni benda ekki til með óyggjandi hætti að bindiefnisgerðin hafi teljandi áhrif á slitþol malbiksgerðanna þriggja, enda er lítil munur á meðalgildunum í raun, frá 20 ml upp í 24 ml, eða 4 ml munur. Ef meðaltal allra kjarnanna af öllum gerðunum er tekið verður útkoman 22 ml og má segja að Prall gildi allra malbiksgerðanna sé því $22 \pm 2 \text{ ml}$, sem er í sjálfu sér ekki hátt frávik. Hafa þer í huga að slitþol malbiks yfir höfuð ræðst fyrst og fremst af slitþoli steinefnis sem í því er og kornadreifingu þess í malbikinu. Því má segja að það sé fullkomlega eðlilegt að slittala úr Prall prófinu sé svipuð í öllum gerðunum þremur, þar sem sama steinefni var notað í allar blöndurnar og auk þess er kornadreifing þess svipuð í öllum blöndunum, sbr. mynd 14 hér að framan.

Samkvæmt Efnisgæðaritinu eru kröfur um Prall slitþolsgildi $< 24 \text{ ml}$ upp að 30000 ÁDU (eða samgbærilegt álag), en þar yfir er slitþolsgildið $< 20 \text{ ml}$. Því er ljóst að þessar malbiksgerðir væru í raun ekki að standast kröfu fyrir umferð meiri en 30000 ÁDU, nema PMB TOTAL blandan sem fær meðalgildið 20 ml. Þó þer að hafa í huga að kröfugildin miðast við kjarnasýni sem eru þjöppuð á prófunarstofu með Marshall hamri, en ekki kjarnasýni úr vegi. Því er ekki hægt að útiloka að Marshall sýni af umræddum malbiksblöndum fengju lægri tölugildi úr Prall prófinu. Ekki hefur verið gerður markviss samanburður á slitþoli kjarnasýna sem boruð eru úr vegi og sýnum sem þjöppuð eru á prófunarstofu sömu gerðar og því ekki hægt að túlka þessar niðurstöður frekar hvað varðar kröfur Efnisgæðaritsins um slitþol malbiks.

Íslenskar heimildir og ítarefni:

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

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

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

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

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

Ásgeir Rúnar Harðarson 2010: Áhrif fjölliðubreyttra bikbindiefna á eiginleika malbiks. Skýrsla í BSc ritgerð við Háskólann í Reykjavík. Rannís – Nýsköpunarsjóður námsmanna 2010.

Efnisrannsóknir og efniskröfur 2018. Leiðbeiningar við hönnun, framleiðslu og framkvæmd. Kafli 6: Slitlag. – Vegagerðin, janúar 2018.

Pétur Pétursson 2018: Malbiksrannsóknir 2017 – áfangaskýrsla X. – PP ráðgjöf. Reykjavík 2018.

Pétur Pétursson 2017: Malbiksrannsóknir 2016 – áfangaskýrsla IX. – PP ráðgjöf. Reykjavík 2017.

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 Malbiksgerðir í hjólfarapróf og Prall slitpolspróf

Viðauki II Niðurstöður hjólfaramælinga á malbikssýnum

Viðauki III Niðurstöður Prall slitpolsprófana á borkjarnasýnum

Viðauki I Malbiksgerðir í hjólfarapróf og Prall slitþolspróf

KVM stöð - Malbikssýni H18252 - 33986 SL16 Durasplitt - 13.09.2018

Print: 25-09-2018

Product: AB SL 16 70-E4-3SBS

Plant No: 97

Client: Vegagerðin

Place: Borgarbraut - Viðbót

Recipe: 33986-Z38

Analysis No: 22953

Sample date: 13-09-2018

Received: 13-09-2018

Signed: BÚ

Sample temp. 155

Time: 10:45

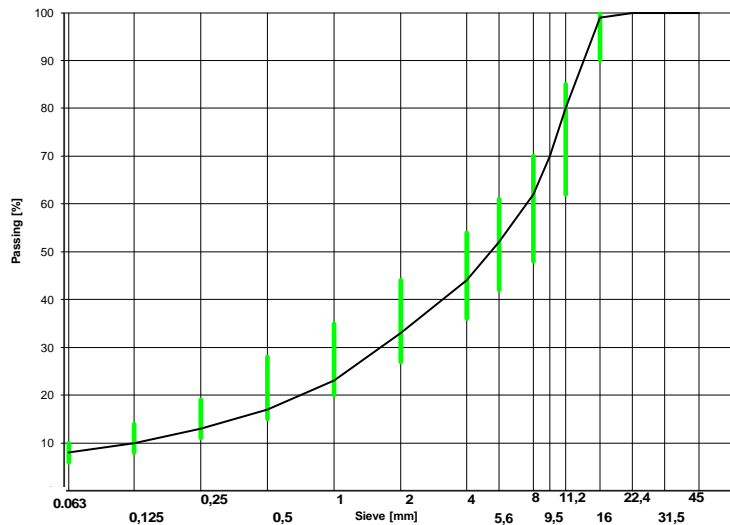
Order No: 650

Plant ref. 97

Material data:	Result	Spec.	Min.	Max.	Method
Particle dens, Mg/m ³	2,76				
Bulk density Mg/m ³	2,489				
Air voids, %	1,2		1,0	3,0	DS/EN 12697-8
VMA, %	14,9				DS/EN 12697-8
VFA, %	92,0				DS/EN 12697-8
Vb/Vsb	0,161				
Stability, N	12300		5000		
Flow, mm	5,4		1,5	5,0	
Light reflection					
R&B, Deg.Cel.					
Binder content %	5,6	5,1	4,6	5,6	Max ignition temp 595-610C
Penetration, 1/10mm					
Max.spec.gr. Mg/m ³	2,519				DS/EN 12697-5
					Troxler model NTO - MHC

Grading, % passing

Sieve mm	Niðurstöður	Min.	Max.
45	100		
31,5	100		
22,4	100	100	100
16	99	90	100
11,2	80	62	85
9,5	70		
8	62	48	70
5,6	52	42	61
4	44	36	54
2	33	27	44
1	23	20	35
0,5	17	15	28
0,25	13	11	19
0,125	10	8	14
0,063	8,0	6,0	10,0



Analysemetode DS/EN 12697-2

Remarks: H18252: SL16 Durasplitt

H18252 uppfyllir kröfur verkkaupa. MHC skráir ekki frábrigði vegna sigs(flow) í SBS-malbiki

KVM stöð - Malbikssýni H18256 - 33986 SL16 Durasplitt - 17.09.2018
Prufa með PMB bindiefni frá TOTAL

Print: 25-09-2018

Product: SL16 (test - PMB frá Total)

Plant No: 97

Client: Vegagerðin

Place: Hringvegur við Borgarnes

Recipe: 33986-Z38

Analysis No: 22976

Sample date: 17-09-2018

Received: 17-09-2018

Signed: BÚ

Sample temp. 160

Time: 15:00

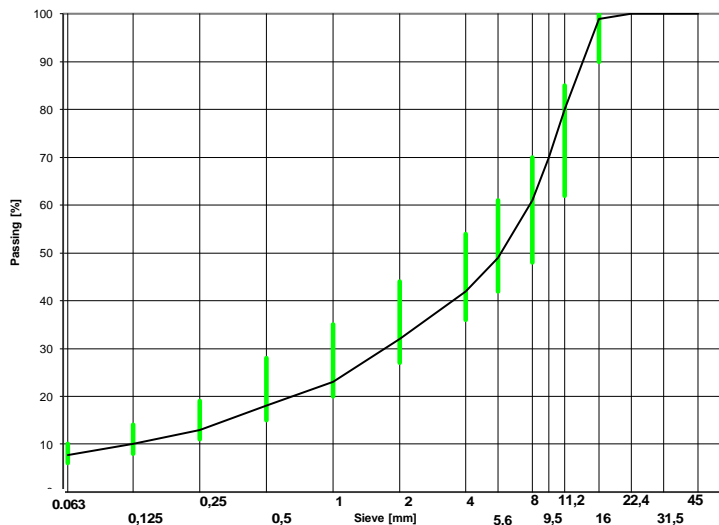
Order No: 650

Plant ref. 97

Material data:	Result	Spec.	Min.	Max.	Method
Particle dens, Mg/m ³	2,78				
Bulk density Mg/m ³	2,495				
Air voids, %	1,6		1,0	3,0	DS/EN 12697-8
VMA, %	15,3				DS/EN 12697-8
VFA, %	89,0				DS/EN 12697-8
Vb/Vsb	0,162				
Stability, N	12100		5000		
Flow, mm	5,7		1,5	5,0	
Light reflection					
R&B, Deg.Cel.					
Binder content %	5,6	5,1	4,6	5,6	Max ignition temp 595-610C
Penetration, 1/10mm					
Max.spec.gr. Mg/m ³	2,537				DS/EN 12697-5
Stab/Flow, N/mm	2133		1000		
					Troxler model NTO - MHC 1

Grading, % passing

Sieve mm	Niður-stöður	Min.	Max.
45	100		
31,5	100		
22,4	100	100	100
16	99	90	100
11,2	80	62	85
9,5	70		
8	61	48	70
5,6	49	42	61
4	42	36	54
2	32	27	44
1	23	20	35
0,5	18	15	28
0,25	13	11	19
0,125	10	8	14
0,063	7,7	6,0	10,0



Analysemetode DS/EN 12697-2

Remarks: H18256: SL16 Durasplitt

H18256 uppfyllir kröfur verkkaupa. MHC skráir ekki frábrigði vegna sigs(flow) í SBS-malbiki

KVM stöð - Malbikssýni H18258 - SL16 Durasplitt - 18.09.2018
Prufa með PMB bindiefni frá COLAS DK

Print: 25-09-2018

Product: SL16 (test - PMB frá Colas DK)

Plant No: 97

Client: Vegagerðin

Place: Hringvegur við Borgarnes

Recipe: 33986-Z38

Analysis No: 22999

Sample date: 18-09-2018

Received: 18-09-2018

Signed: BÚ

Sample temp. 155

Time: 08:45

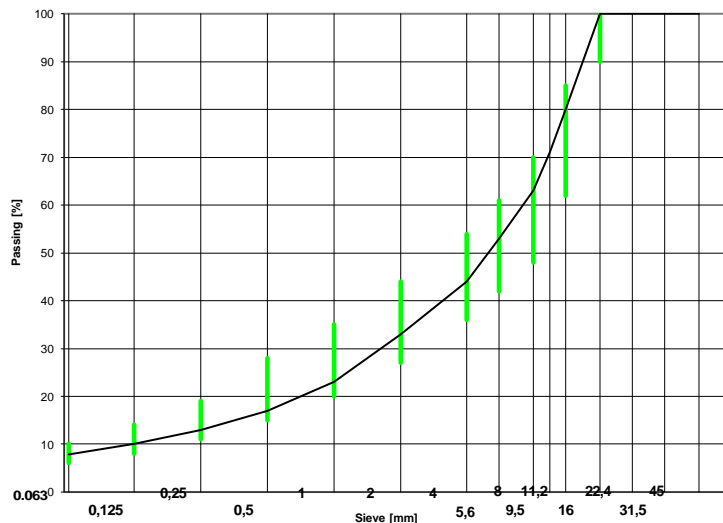
Order No: 650

Plant ref. 97

Material data:	Result	Spec.	Min.	Max.	Method
Particle dens, Mg/m ³	2,77				
Bulk density Mg/m ³	2,485				
Air voids, %	1,8		1,0	3,0	DS/EN 12697-8
VMA, %	15,4				DS/EN 12697-8
VFA, %	88,0				DS/EN 12697-8
Vb/Vsb	0,161				
Stability, N	11000		5000		
Flow, mm	5,7		1,5	5,0	
Light reflection					
R&B, Deg.Cel.					
Binder content %	5,6	5,1	4,6	5,6	Max ignition temp 595-610C
Penetration, 1/10mm					
Max.spec.gr. Mg/m ³	2,531				DS/EN 12697-5
Stab/Flow, N/mm	1914		1000		
					Troxler model NTO - MHC 2

Grading, % passing

Sieve mm	Niður-stöður	Min.	Max.
45	100		
31,5	100		
22,4	100	100	100
16	100	90	100
11,2	80	62	85
9,5	71		
8	63	48	70
5,6	53	42	61
4	44	36	54
2	33	27	44
1	23	20	35
0,5	17	15	28
0,25	13	11	19
0,125	10	8	14
0,063	7,9	6,0	10,0



Analysemetode DS/EN 12697-2

Remarks: H18258: SL16 Durasplitt

H18258 uppfyllir kröfur verkkaupa. MHC skráir ekki frábrigði vegna sigs(flow) í PMB-malbiki

KVM stöð - Malbikssýni H18260 - 33986 SL16 Durasplitt - 18.09.2018
Prufa með PMB bindiefni frá COLAS DK

Print: 25-09-2018

Product: SL16 (test -PMB frá Colas DK)

Plant No: 97

Client: Vegagerðin

Place: Hringvegur vuð Borgarnes

Recipe: 33986-Z38

Analysis No: 23002

Sample date: 18-09-2018

Received: 18-09-2018

Signed: BÚ

Sample temp. 155

Time: 11:10

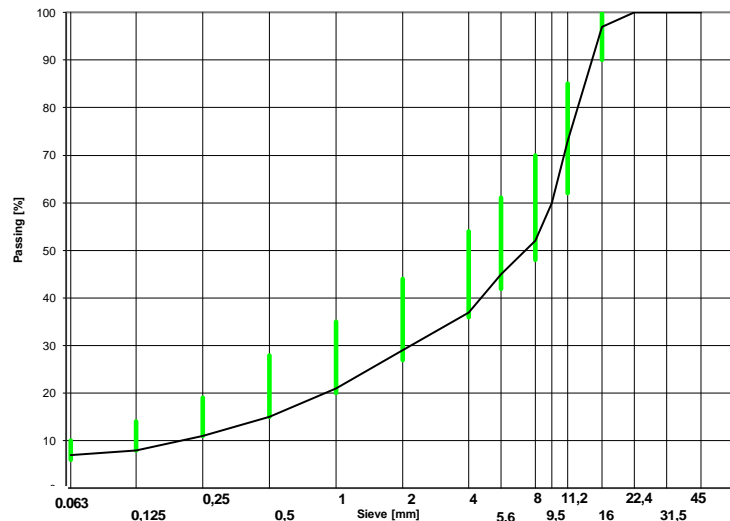
Order No: 650

Plant ref. 97

Material data:	Result	Spec.	Min.	Max.	Method
Particle dens, Mg/m ³	2,73				
Bulk density Mg/m ³	2,461				
Air viods, %	2,9		1,0	3,0	DS/EN 12697-8
VMA, %	14,2				DS/EN 12697-8
VFA, %	80,0				DS/EN 12697-8
Vb/Vsb	0,132				
Stability, N	11500		5000		
Flow, mm	5,5		1,5	5,0	
Light reflection					
R&B, Deg.Cel.					
Binder content %	4,7	5,1	4,6	5,6	Max ignition temp 595-610C
Penetration, 1/10mm					
Max.spec.gr. Mg/m ³	2,533				DS/EN 12697-5
Stab/Flow, N/mm	2102		1000		
					Troxler model NTO - MHC

Grading, % passing

Sieve mm	Result	Min.	Max.
45	100		
31,5	100		
22,4	100	100	100
16	97	90	100
11,2	73	62	85
9,5	60		
8	52	48	70
5,6	45	42	61
4	37	36	54
2	29	27	44
1	21	20	35
0,5	15	15	28
0,25	11	11	19
0,125	8	8	14
0,063	7,0	6,0	10,0



Analysemetode DS/EN 12697-2

Remarks: H18260: SL16 Durasplitt

H18260 uppfyllir kröfur verkkaupa - MHC skráir ekki frábrigði vegna sigs(flow) í PMB-malbiki

Viðauki II Niðurstöður hjólfaramælinga á malbikssýnum

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

Fyrir: Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas

Sýnanúmer; 33986

Próf á aðsendu malbiki. Sýni hitað og þjappað á Nýsköpunarmiðstöð.

Malbik: Framleiðandi: Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas

Malbiksgerð: SL16 Durasplitt, 10% RAP, 3% SBS.

Beiðni nr; RNMÍ 18008 (Sama og RNMÍ 18001 (H18-126))

Aths.: SB 70/100 bik

Rúmp. Gefnar upplýsingar frá MHC; Bik 5,5%, Holrýmnd 1,4% og max density 2,533

Rúmpyngd malbiks, (teoretisk) kg/m³ **2533** mæld á Nmí

Þjöppuð plata

Vigtun og mælingar m. rennimáli

Rúmpyngd mæld í lofti og vatni á hluta sýnis eftir próf

B*L plötu er um 300*400 mm

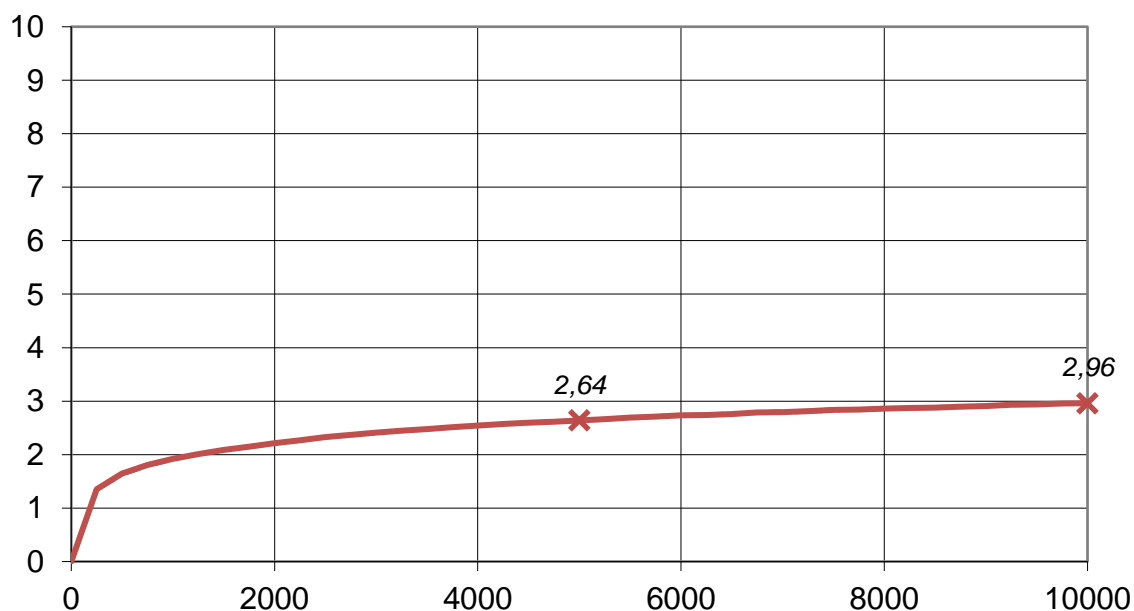
		P1	P2	Meðaltal	P1	P2	Meðaltal
Þyngd plötu	kg	14,818	14,822				
Meðalþykkt	mm	50,9	50,7	50,8			
Rúmmál plötu	cm ³	6093	6107				
Reiknuð rúmpyngd	kg/m ³	2432	2427	2430	2500	2495	2498
Reiknað holrúm	rm%	4,0	4,2	4,1	1,3	1,5	1,4

Hjólfarapróf við 45°C

Upphaf sett á 0 mm

	P1	P2	Meðaltal
Sig við 5000 umferðir, mm	2,65	2,63	2,64
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD _{AIR})	2,96	2,96	2,96
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (PRD _{AIR})	5,8	5,8	5,8
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS _{AIR})	0,062	0,066	0,064

Sig í mm og umferðir



Unnið fyrir Malbikunarstöðina Höfði

Hjólfarapróf við 45°C: Mæligögn

Malbikið:**Framleiðandi:** Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas**Malbiksgerð:** SL16 Durasplitt (33986) RNMÍ-18008

(Sama og H18-126 (RNMÍ 18001))

Plata:	P1	P2	Meðal
Umferðir	Hjölför, mm - (Byrjun núllstillt)		
0	0,00	0,00	0,00
250	1,34	1,36	1,35
500	1,63	1,66	1,65
750	1,79	1,82	1,81
1000	1,91	1,93	1,92
1250	2,01	2,01	2,01
1500	2,09	2,08	2,09
1750	2,15	2,15	2,15
2000	2,22	2,21	2,22
2250	2,27	2,27	2,27
2500	2,32	2,33	2,33
2750	2,37	2,37	2,37
3000	2,41	2,41	2,41
3250	2,45	2,45	2,45
3500	2,48	2,47	2,48
3750	2,51	2,51	2,51
4000	2,54	2,54	2,54
4250	2,57	2,57	2,57
4500	2,60	2,59	2,60
4750	2,62	2,61	2,62
5000	2,65	2,63	2,64
5250	2,67	2,66	2,67
5500	2,69	2,69	2,69
5750	2,72	2,70	2,71
6000	2,74	2,73	2,74
6250	2,75	2,73	2,74
6500	2,77	2,75	2,76
6750	2,79	2,79	2,79
7000	2,81	2,78	2,80
7250	2,82	2,80	2,81
7500	2,85	2,82	2,84
7750	2,85	2,84	2,85
8000	2,86	2,86	2,86
8250	2,88	2,86	2,87
8500	2,89	2,87	2,88
8750	2,90	2,89	2,90
9000	2,91	2,90	2,91
9250	2,94	2,92	2,93
9500	2,95	2,93	2,94
9750	2,95	2,96	2,96
10000	2,96	2,96	2,96

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

Fyrir: Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas

Verkefni: Hringvegur/Vesturlandsvegur, sunnan við Borgarfjarðarbrú (Sýnat. 18.09.2018)

Beiðnanúmer: RNMÍ-18010

Próf á aðsendu malbiki. Sýni hitað og þjappað á Nýsköpunarmiðstöð.

Malbik: Framleiðandi: Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas

Malbiksgerð (33986): SL16 Durasplitt m/PMB-bindiefni, Colflex 85 J, frá Colas í Dk.

Sýni afhent 26.09.2018

Aths.: SB ca. 130 skv. framleiðanda

Rúmp. Gefnar upplýsingar frá MHC; Bik 5,15%, Holrýmnd 2,4% og max density 2,532

Rúmpýngd malbiks, (teoretisk) kg/m³ **2532** mæld á Nmí

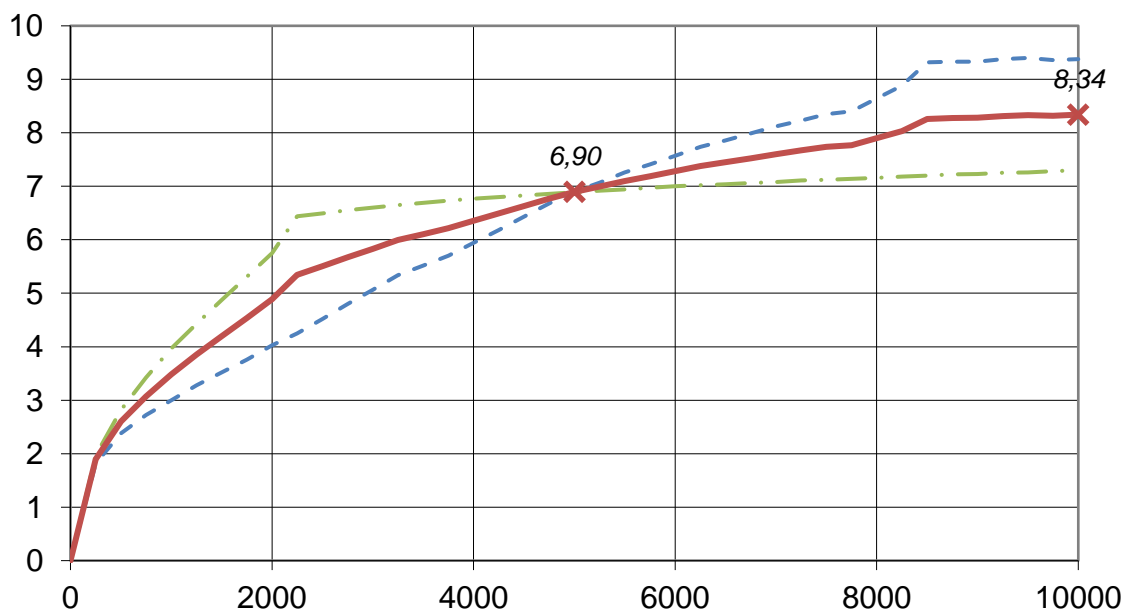
Þjöppuð plata B*L plötu er um 300*400 mm	Vigtun og mælingar m. rennimáli			Rúmpýngd mæld í lofti og vatni á hluta sýnis eftir próf		
	P1	P2	Meðaltal	P1	P2	Meðaltal
Pýngd plötu kg	14,814	14,819				
Meðalþykkt mm	50,8	51,0	50,9			
Rúmmál plötu cm ³	6119	6088				
Reiknuð rúmpýngd kg/m ³	2421	2434	2428	2487	2492	2490
Reiknað holrúm rm%	4,4	3,9	4,1	1,8	1,6	1,7

Hjólfarapróf við 45°C

Upphaf sett á 0 mm

	P1	P2	Meðaltal
Sig við 5000 umferðir, mm	6,90	6,89	6,90
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD _{AIR})	9,38	7,30	8,34
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (PRD _{AIR})	18,5	14,3	16,4
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS _{AIR})	0,496	0,082	0,289

Sig í mm og umferðir



Unnið fyrir Malbikunarstöðina Hlaðbær Colas

Hjólfarapróf við 45°C: Mæligögn

Malbikið:

Framleiðandi: MHC

Malbiksgerð (33986):

SL16 Durasplitt með innfluttu PMB-bindiefni, Colflex 85 J, frá Colas í Danmörku

Plata:	P1	P2	Meðal
Umferðir	Hjölför, mm - (Byrjun núllstillt)		
0	0,00	0,00	0,00
250	1,82	1,97	1,90
500	2,38	2,82	2,60
750	2,72	3,42	3,07
1000	3,00	3,97	3,49
1250	3,28	4,43	3,86
1500	3,52	4,87	4,20
1750	3,76	5,31	4,54
2000	4,03	5,75	4,89
2250	4,25	6,44	5,35
2500	4,52	6,49	5,51
2750	4,80	6,55	5,68
3000	5,06	6,60	5,83
3250	5,34	6,65	6,00
3500	5,52	6,69	6,11
3750	5,70	6,73	6,22
4000	5,94	6,77	6,36
4250	6,18	6,80	6,49
4500	6,43	6,83	6,63
4750	6,68	6,86	6,77
5000	6,90	6,89	6,90
5250	7,07	6,92	7,00
5500	7,26	6,94	7,10
5750	7,41	6,97	7,19
6000	7,57	7,00	7,29
6250	7,74	7,02	7,38
6500	7,86	7,04	7,45
6750	7,99	7,06	7,53
7000	8,12	7,08	7,60
7250	8,23	7,11	7,67
7500	8,35	7,12	7,74
7750	8,40	7,14	7,77
8000	8,64	7,16	7,90
8250	8,88	7,18	8,03
8500	9,32	7,20	8,26
8750	9,33	7,22	8,28
9000	9,33	7,23	8,28
9250	9,38	7,25	8,32
9500	9,40	7,26	8,33
9750	9,36	7,28	8,32
10000	9,38	7,30	8,34

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

Fyrir: Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas

Verkefni: Hringvegur/Vesturlandsvegur, sunnan við Borgarfjarðarbrú (Sýnat. 17.09.2018)

Beiðnanúmer: RNMÍ-18009

Próf á aðsendu malbiki. Sýni hitað og þjappað á Nýsköpunarmiðstöð.

Malbik: Framleiðandi: Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas

Malbiksgerð (33986): SL16 Durasplitt m/PMB-bindiefni, Styrelf 90/150-75 A frá TOTAL

Sýni afhent 26.09.2018

Aths.: SB 90/150-75 A

Rúmp. Gefnar upplýsingar frá MHC; Bik 5,45%, Holrýmnd 2,2% og max density 2,534

Rúmpýngd malbiks, (teoretisk) kg/m³ **2534** mæld á Nmí

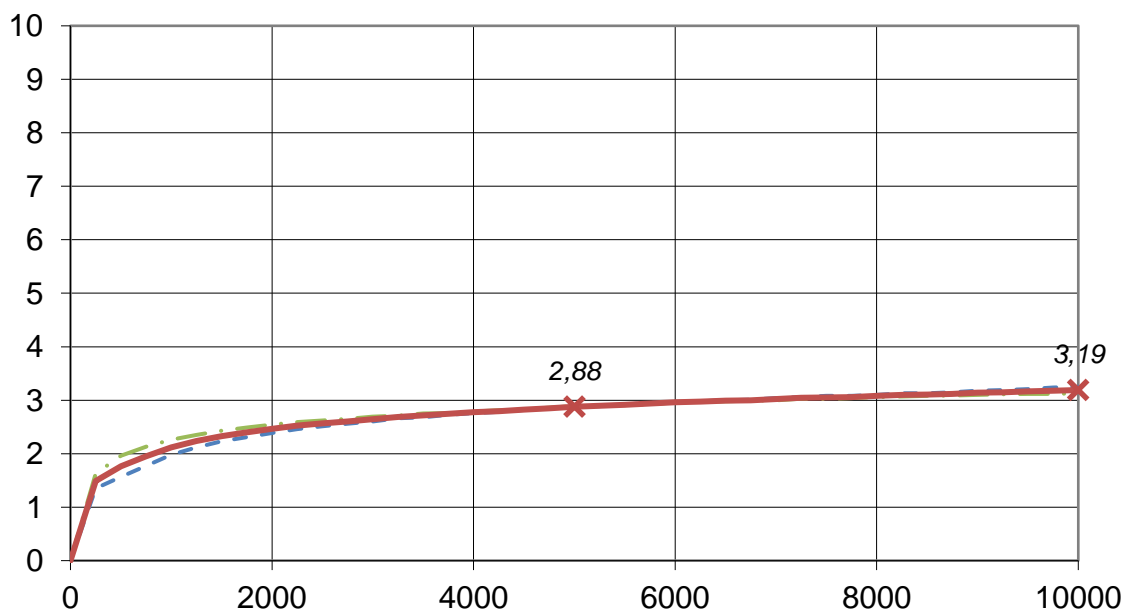
Þjöppuð plata	Vigtun og mælingar m. rennimáli			Rúmpýngd mæld í lofti og vatni á hluta sýnis eftir próf		
	P1	P2	Meðaltal	P1	P2	Meðaltal
B*L plötu er um 300*400 mm						
Þyngd plötu	kg	14,868	14,861			
Meðalþykkt	mm	50,7	50,7	50,7		
Rúmmál plötu	cm ³	6097	6059			
Reiknuð rúmpýngd	kg/m ³	2439	2453	2446	2477	2482
Reiknað holrúm	rm%	3,8	3,2	3,5	2,2	2,1

Hjólfarapróf við 45°C

Upphaf sett á 0 mm

	P1	P2	Meðaltal
Sig við 5000 umferðir, mm	2,87	2,89	2,88
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD _{AIR})	3,25	3,13	3,19
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (PRD _{AIR})	6,4	6,2	6,3
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS _{AIR})	0,076	0,048	0,062

Sig í mm og umferðir



Unnið fyrir Malbikunarstöðina Hlaðbær Colas

Hjólfarapróf við 45°C: Mæligögn

Malbikið:

Framleiðandi: MHC

Malbiksgerð (33986):

SL16 Durasplitt með innfluttu PMB-bindiefni (Styrelf90/150-75 A frá TOTAL)

Plata:	P1	P2	Meðal
Umferðir	Hjölför, mm - (Byrjun núllstillt)		
0	0,00	0,00	0,00
250	1,35	1,63	1,49
500	1,57	1,96	1,77
750	1,77	2,13	1,95
1000	1,98	2,26	2,12
1250	2,12	2,35	2,24
1500	2,23	2,43	2,33
1750	2,31	2,49	2,40
2000	2,39	2,54	2,47
2250	2,46	2,59	2,53
2500	2,51	2,62	2,57
2750	2,56	2,65	2,61
3000	2,60	2,69	2,65
3250	2,66	2,71	2,69
3500	2,68	2,75	2,72
3750	2,73	2,76	2,75
4000	2,76	2,79	2,78
4250	2,78	2,81	2,80
4500	2,82	2,83	2,83
4750	2,84	2,86	2,85
5000	2,87	2,89	2,88
5250	2,89	2,90	2,90
5500	2,92	2,91	2,92
5750	2,95	2,92	2,94
6000	2,96	2,96	2,96
6250	2,98	2,97	2,98
6500	3,00	2,98	2,99
6750	3,01	2,99	3,00
7000	3,04	3,00	3,02
7250	3,06	3,03	3,05
7500	3,08	3,02	3,05
7750	3,08	3,04	3,06
8000	3,10	3,06	3,08
8250	3,13	3,07	3,10
8500	3,13	3,08	3,11
8750	3,15	3,09	3,12
9000	3,18	3,10	3,14
9250	3,19	3,11	3,15
9500	3,21	3,12	3,17
9750	3,24	3,12	3,18
10000	3,25	3,13	3,19

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

Fyrir: Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas

Verkefni: Hringvegur/Vesturlandsvegur, sunnan við Borgarfjarðarbrú (Sýnat. 18.09.2018)
Próf á kjarnasýnum

Malbik: Framleiðandi: Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas

Malbiksgerð (33986): SL16 Durasplitt m/PMB-bindiefni, Colflex 85 J, frá Colas í Dk.
Sýni afhent 26.09.2018

Aths.: SB ca. 130 skv. framleiðanda

Rúmp. Gefnar upplýsingar frá MHC; Bik 5,15%, Holrýmnd 2,4% og max density 2,532

Rúmpýngd malbiks, (teoretisk) kg/m³ **2532** mæld á Nmí

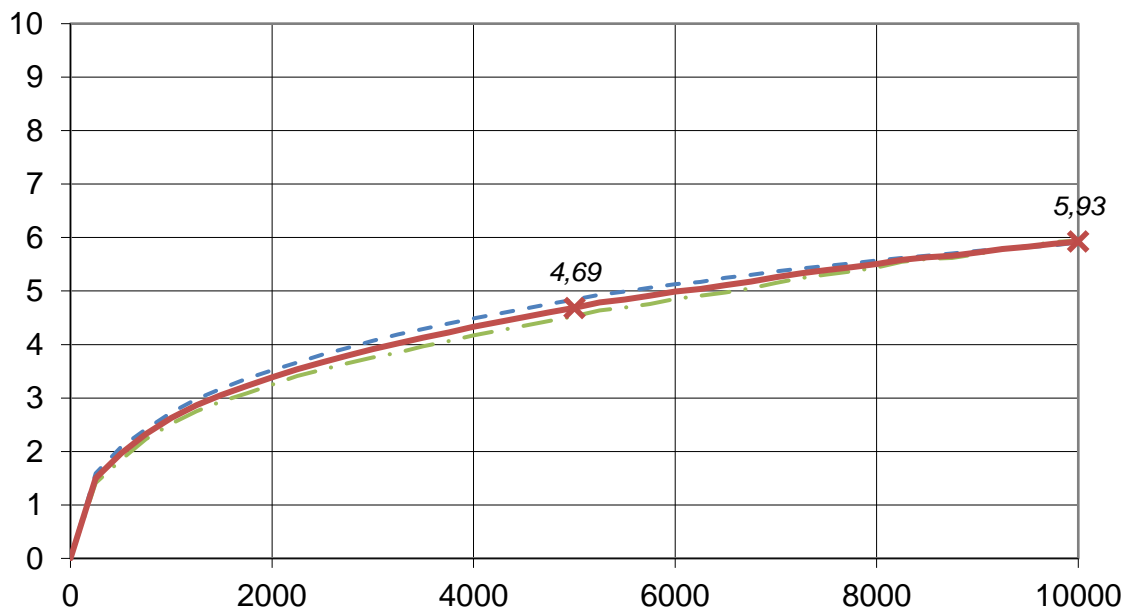
Þjöppuð plata B*L plötu er um 300*400 mm	Vigtun og mælingar m. rennimáli			Rúmpýngd mæld í lofti og vatni á hluta sýnis eftir próf		
	P1	P2	Meðaltal	P1	P2	Meðaltal
Pýngd plötu kg	7,546	7,599				
Meðalþykkt mm	49,1	49,3	49,2			
Rúmmál plötu cm ³	3269	3285				
Reiknuð rúmpýngd kg/m ³	2308	2313	2311	2369	2384	2377
Reiknað holrúm rm%	8,8	8,6	8,7	6,4	5,8	6,1

Hjólfarapróf við 45°C

Upphaf sett á 0 mm

	P1	P2	Meðaltal
Sig við 5000 umferðir, mm	4,84	4,53	4,69
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD _{AIR})	5,91	5,94	5,93
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (PRD _{AIR})	12,0	12,1	12,1
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS _{AIR})	0,214	0,282	0,248

Sig í mm og umferðir



Unnið fyrir Malbikunarstöðina Hlaðbær Colas

Hjólfarapróf við 45°C: Mæligögn

Malbikið:

Framleiðandi: MHC

Malbiksgerð (33986):

SL16 Durasplitt með innfluttu PMB-bindiefni, Colflex 85 J, frá Colas í Danmörku

Plata:	P1	P2	Meðal
Umferðir	Hjölför, mm - (Byrjun núllstillt)		
0	0,00	0,00	0,00
250	1,59	1,41	1,50
500	2,08	1,84	1,96
750	2,42	2,23	2,33
1000	2,73	2,52	2,63
1250	2,98	2,75	2,87
1500	3,18	2,94	3,06
1750	3,36	3,09	3,23
2000	3,52	3,25	3,39
2250	3,66	3,41	3,54
2500	3,81	3,53	3,67
2750	3,94	3,65	3,80
3000	4,07	3,76	3,92
3250	4,19	3,85	4,02
3500	4,29	3,97	4,13
3750	4,39	4,06	4,23
4000	4,49	4,17	4,33
4250	4,58	4,26	4,42
4500	4,67	4,35	4,51
4750	4,76	4,44	4,60
5000	4,84	4,53	4,69
5250	4,93	4,64	4,79
5500	4,99	4,69	4,84
5750	5,06	4,76	4,91
6000	5,13	4,85	4,99
6250	5,17	4,91	5,04
6500	5,25	4,97	5,11
6750	5,30	5,05	5,18
7000	5,37	5,15	5,26
7250	5,42	5,24	5,33
7500	5,47	5,31	5,39
7750	5,52	5,37	5,45
8000	5,57	5,44	5,51
8250	5,62	5,55	5,59
8500	5,66	5,60	5,63
8750	5,70	5,62	5,66
9000	5,75	5,69	5,72
9250	5,79	5,78	5,79
9500	5,82	5,84	5,83
9750	5,85	5,92	5,89
10000	5,91	5,94	5,93

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

Fyrir: Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas
Verkefni: Hringvegur/Vesturlandsvegur, sunnan við Borgarfjarðarbrú (Sýnat. 18.09.2018)
Próf á kjarnasýnum

Malbik: Framleiðandi: Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas
Malbiksgerð (33986): SL16 Durasplitt + 3% SBS
Sýni afhent 15.10.2018

Aths.: SB 70/100 bik

Rúmp. Gefnar upplýsingar frá MHC; Bik 5,4%, Holrýmnd 1,7% og max density 2,533

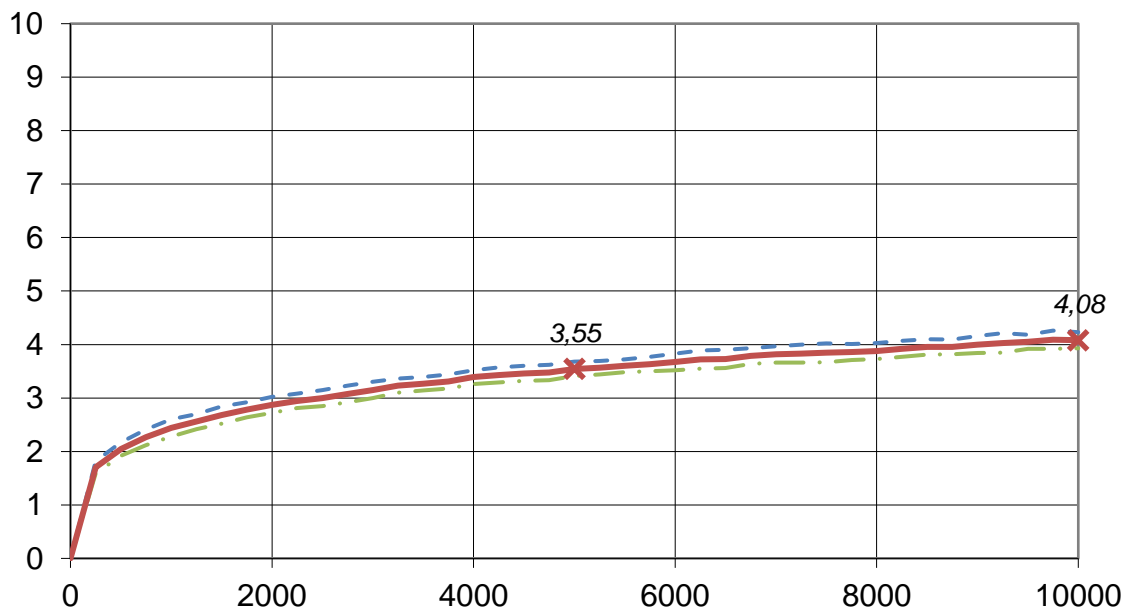
Rúmþyngd malbiks, (teoretisk)		kg/m ³			2533			mæld á Nmí					
Þjöppuð plata		Vigtun og mælingar m. rennimáli						Rúmþyngd mæld í lofti og vatni á hluta sýnis eftir próf					
B*L plötu er um 300*400 mm		P1		P2		Meðaltal		P1		P2		Meðaltal	
Þyngd plötu	kg	7,999		8,054		49,2							
Meðalþykkt	mm	49,1		49,3		49,2							
Rúmmál plötu	cm ³	3283		3300									
Reiknuð rúmþyngd	kg/m ³	2436		2441		2439		2477		2449		2463	
Reiknað holrúm	rm%	3,8		3,6		3,7		2,2		3,3		2,8	

Hjólfarapróf við 45°C

Upphaf sett á 0 mm

	P1	P2	Meðaltal
Sig við 5000 umferðir, mm	3,68	3,41	3,55
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD _{AIR})	4,23	3,93	4,08
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (PRD _{AIR})	8,6	8,0	8,3
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS _{AIR})	0,110	0,104	0,107

Sig í mm og umferðir



Unnið fyrir Malbikunarstöðina Hlaðbær Colas

Hjólfarapróf við 45°C: Mæligögn

Malbikið:

Framleiðandi: Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas

Malbiksgerð (33986): SL16 Durasplitt + 3% SBS

Plata:	P1	P2	Meðal
Umferðir	Hjölför, mm - (Byrjun núllstillt)		
0	0,00	0,00	0,00
250	1,82	1,59	1,71
500	2,17	1,92	2,05
750	2,41	2,12	2,27
1000	2,60	2,28	2,44
1250	2,70	2,42	2,56
1500	2,84	2,52	2,68
1750	2,92	2,64	2,78
2000	3,02	2,72	2,87
2250	3,08	2,81	2,95
2500	3,15	2,85	3,00
2750	3,23	2,92	3,08
3000	3,30	3,00	3,15
3250	3,36	3,10	3,23
3500	3,39	3,14	3,27
3750	3,44	3,18	3,31
4000	3,52	3,26	3,39
4250	3,57	3,29	3,43
4500	3,60	3,32	3,46
4750	3,62	3,33	3,48
5000	3,68	3,41	3,55
5250	3,69	3,44	3,57
5500	3,72	3,48	3,60
5750	3,77	3,50	3,64
6000	3,83	3,52	3,68
6250	3,89	3,55	3,72
6500	3,90	3,56	3,73
6750	3,93	3,64	3,79
7000	3,97	3,66	3,82
7250	4,00	3,66	3,83
7500	4,02	3,67	3,85
7750	4,01	3,71	3,86
8000	4,03	3,73	3,88
8250	4,07	3,77	3,92
8500	4,10	3,81	3,96
8750	4,09	3,82	3,96
9000	4,16	3,84	4,00
9250	4,21	3,85	4,03
9500	4,18	3,92	4,05
9750	4,26	3,92	4,09
10000	4,23	3,93	4,08

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

Fyrir: Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas

Verkefni: Hringvegur/Vesturlandsvegur, sunnan við Borgarfjarðarbrú (Sýnat. 17.09.2018)
Próf á kjarnasýnum

Malbik: Framleiðandi: Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas

Malbiksgerð (33986): SL16 Durasplitt m/PMB-bindiefni, Styrelf 90/150-75 A frá TOTAL
Sýni afhent 15.10.2018

Aths.: SB 90/150-75 A

Rúmp. Gefnar upplýsingar frá MHC; Bik 5,45%, Holrýmnd 2,2% og max density 2,534

Rúmpýngd malbiks, (teoretisk) kg/m³ **2534** mæld á Nmí

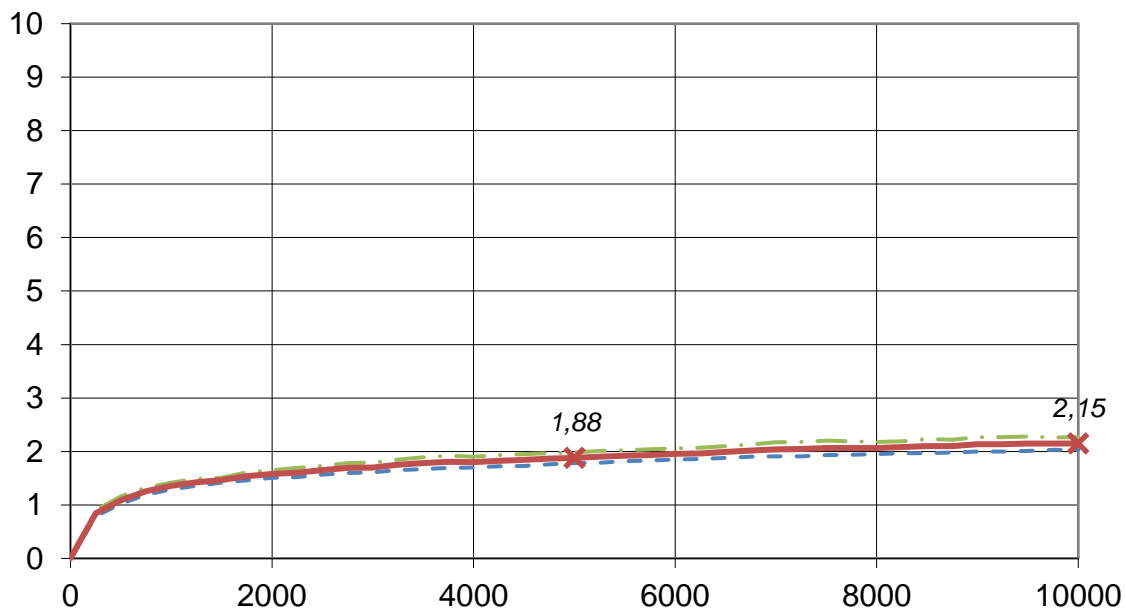
Þjöppuð plata B*L plötu er um 300*400 mm	Vigtun og mælingar m. rennimáli			Rúmpýngd mæld í lofti og vatni á hluta sýnis eftir próf		
	P1	P2	Meðaltal	P1	P2	Meðaltal
Þýngd plötu kg	7,632	7,519				
Meðalþykkt mm	49,1	49,1	49,1			
Rúmmál plötu cm ³	3259	3266				
Reiknuð rúmpýngd kg/m ³	2342	2302	2322	2405	2377	2391
Reiknað holrúm rm%	7,6	9,1	8,4	5,1	6,2	5,6

Hjólfarapróf við 45°C

Upphaf sett á 0 mm

	P1	P2	Meðaltal
Sig við 5000 umferðir, mm	1,78	1,98	1,88
Sig við 10 000 umferðir, mm (RD _{AIR})	2,03	2,27	2,15
Sig 0-10000 umf., % af malbiksþykkt (PRD _{AIR})	4,1	4,6	4,4
mm á 1000 umf síðustu 5000 umf. (WTS _{AIR})	0,050	0,058	0,054

Sig í mm og umferðir



Unnið fyrir Malbikunarstöðina Hlaðbær Colas

Hjólfarapróf við 45°C: Mæligögn

Malbikið:

Framleiðandi: MHC

Malbiksgerð (33986):

SL16 Durasplitt með innfluttu PMB-bindiefni (Styrelf90/150-75 A frá TOTAL)

Plata:	P1	P2	Meðal
Umferðir	Hjölför, mm - (Byrjun núllstillt)		
0	0,00	0,00	0,00
250	0,79	0,90	0,85
500	1,02	1,16	1,09
750	1,19	1,32	1,26
1000	1,29	1,42	1,36
1250	1,36	1,49	1,43
1500	1,42	1,51	1,47
1750	1,46	1,61	1,54
2000	1,51	1,65	1,58
2250	1,52	1,69	1,61
2500	1,57	1,73	1,65
2750	1,60	1,78	1,69
3000	1,61	1,79	1,70
3250	1,65	1,85	1,75
3500	1,67	1,89	1,78
3750	1,69	1,92	1,81
4000	1,70	1,90	1,80
4250	1,72	1,93	1,83
4500	1,73	1,95	1,84
4750	1,76	1,97	1,87
5000	1,78	1,98	1,88
5250	1,79	2,01	1,90
5500	1,82	2,02	1,92
5750	1,83	2,04	1,94
6000	1,85	2,06	1,96
6250	1,86	2,07	1,97
6500	1,88	2,10	1,99
6750	1,90	2,13	2,02
7000	1,91	2,17	2,04
7250	1,91	2,18	2,05
7500	1,93	2,20	2,07
7750	1,94	2,19	2,07
8000	1,95	2,18	2,07
8250	1,97	2,19	2,08
8500	1,97	2,23	2,10
8750	1,98	2,22	2,10
9000	2,00	2,27	2,14
9250	2,00	2,27	2,14
9500	2,01	2,28	2,15
9750	2,03	2,26	2,15
10000	2,03	2,27	2,15

Viðauki III Niðurstöður Prall slitþolsprófana á borkjarnasýnum

Slitpolsmælingar - Prall

ÍST EN 12697-16: Method A

Mælingar á stökum kjarnasneiðum

<i>Malbiksgerð, holrými og rúmþyngd mg/m³</i>	<i>Próf- sneið</i>	<i>Ybb fyrir g</i>	<i>Ybb eftir g</i>	<i>Efnis- tap g</i>	<i>Rúm- þyngd mg/m³</i>	<i>Prall gildi ml</i>	<i>Meðal Prall ml</i>
Total	1	542,0	482,1	59,9	2,394	25	
5,6	2	580,2	545,2	35,0	2,409	15	
2,534	3	596,9	544,3	52,6	2,382	22	
	4	554,8	507,0	47,8	2,386	20	20
SBS	1	597,3	541,5	55,8	2,470	23	
2,5	2	543,9	482,9	61,0	2,465	25	
2,533	3	576,6	527,8	48,8	2,470	20	
	4	578,3	523,2	55,1	2,469	22	22
COLAS	1	533,0	483,2	49,8	2,390	21	
5,7	2	520,8	459,8	61,0	2,395	25	
2,532	3	555,8	502,2	53,6	2,395	22	
	4	543,9	481,1	62,8	2,368	27	24

Ath. Sneið nr. 2 í "Total" seríunni sker sig talsvert úr.

Ef henni er slept, verður meðaltals Prallgildi "Total" = 22ml

Slitpolsmælingar - Prall

ÍST EN 12697-16: Method A

Unnið fyrir Vegagerðina í Reykjavík, co. Pétur Pétursson

Aðsendir borkjarnar úr slitlagi, sýni söguð á rannsóknarstofu.

Malbiksgerðir: Total

SBS

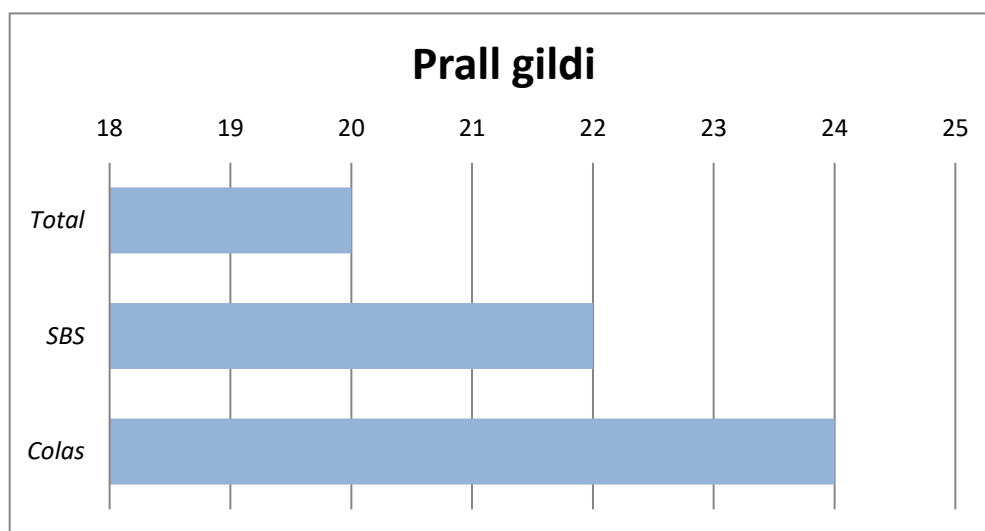
Colas

<i>Kjarnasýni mrk.</i>	<i>Efnistap grömm</i>	<i>Rúm- þyngd Mg/m3</i>	<i>Prall ml</i>
Total	48,8	2,393	20
SBS	55,2	2,469	22
Colas	56,8	2,387	24

Ath.

Prall gildi er meðaltal fjögurra sneiða.

Rúmþyngd er meðaltal allra sneiða í hverri malbiksgerð fyrir sig.



Ath. Ein sneiðin í Total seríunni sker sig talsvert úr. Ef henni er sleppt úr meðaltalinu, verður meðaltals Prallgildi Total = 22ml