



## Prófanir á dæmigerðum mélusýnum sem notuð eru í malbik hérlendis

Pétur Pétursson, PP ráðgjöf,  
petursson.p@gmail.com

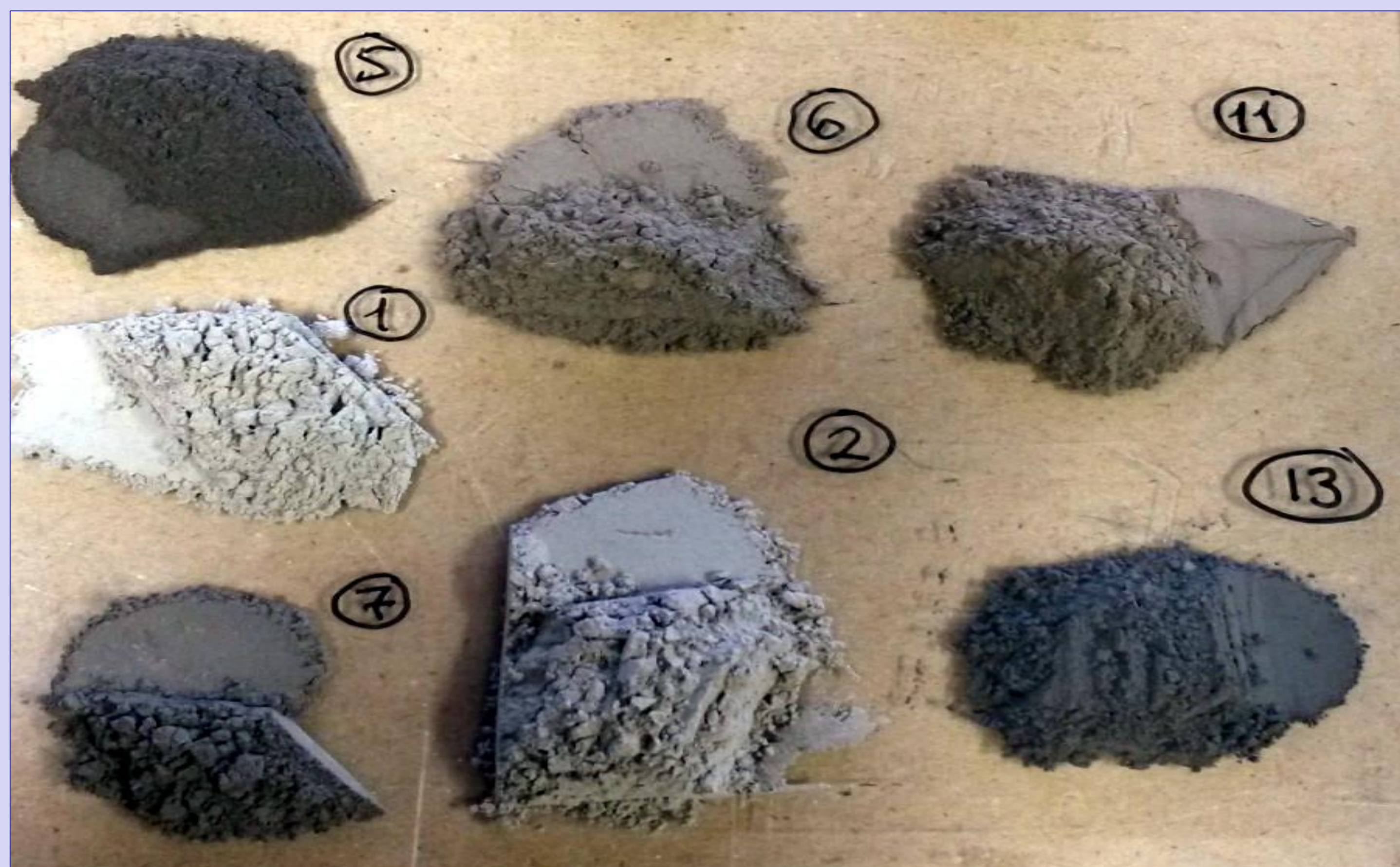
### INNGANGUR

Tekin voru mélusýni (e. filler) við framleiðslu malbiks sumarið 2015, bæði hjá Höfða (6 sýni) og hjá MHC (16 sýni). Í ljós kom að mélusýnin eru misleit að sjá, enda af mismunandi uppruna. Hingað til hafa sýnin (ásamt hreinum, möluðum "móðurbergssýnum") verið prófuð á ýmsan hátt. Nú þegar hefur verið fjallað um það í Efnisgæðariti Vg að framleiðendur fylgja með vissum þáttum málunnar við framleiðslu malbiks, í þeirri viðleitni að 1) leiðrétta rúmmál þeirrar mélu sem vigtuð er inn í malbiksblönduna og 2) að leiðrétta fyrir fínleika málunnar, en það sýndi sig að hún er misfín, sem fer væntanlega eftir uppruna hennar, framleiðslu og geymslu.

### PRÓFUNARADFERÐIR

Mélusýnin hafa verið prófuð með fjölda aðferða og hafa þær mælingar sýnt áhugaverðar niðurstöður. Sýnin eru af mismunandi uppruna eins og mynd 1 sýnir glögg. Prófunum á málusýnunum má skipta í fernt:

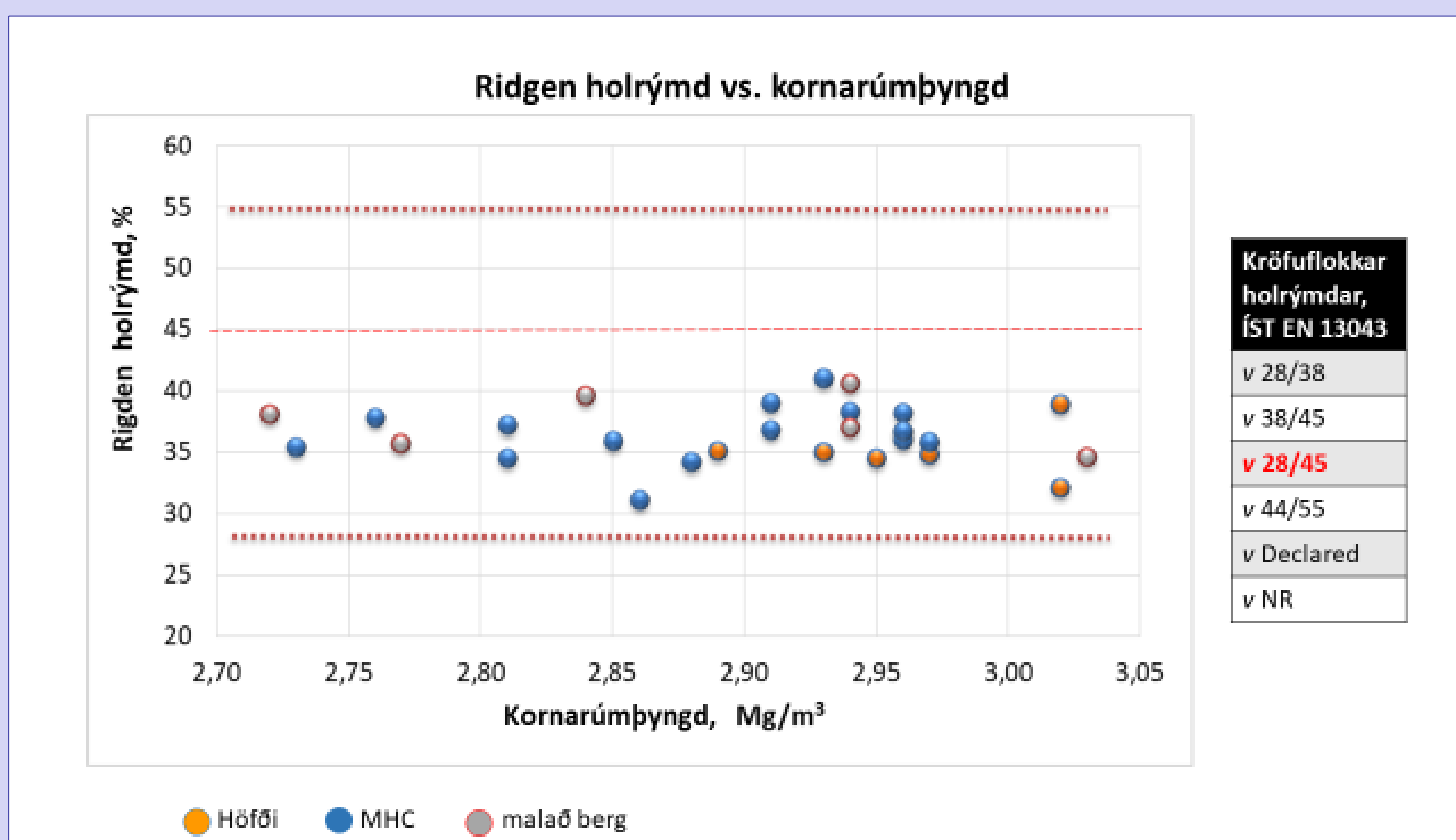
1. Mælingar á holrýmnd með Rigden aðferð (ÍST EN 1097-4)
2. Mælingar á kornarúmpyngd (ÍST EN 1097-7)
3. Kornadreifing með laser aðferð (Sympatec helos/rodos)
4. Yfirborðsflatarmál með Blaine aðferð (ÍST EN 196-6)



Mynd 1. Litur og áferð nokkurra málusýna sem tekin voru til prófana

### NIÐURSTÖÐUR

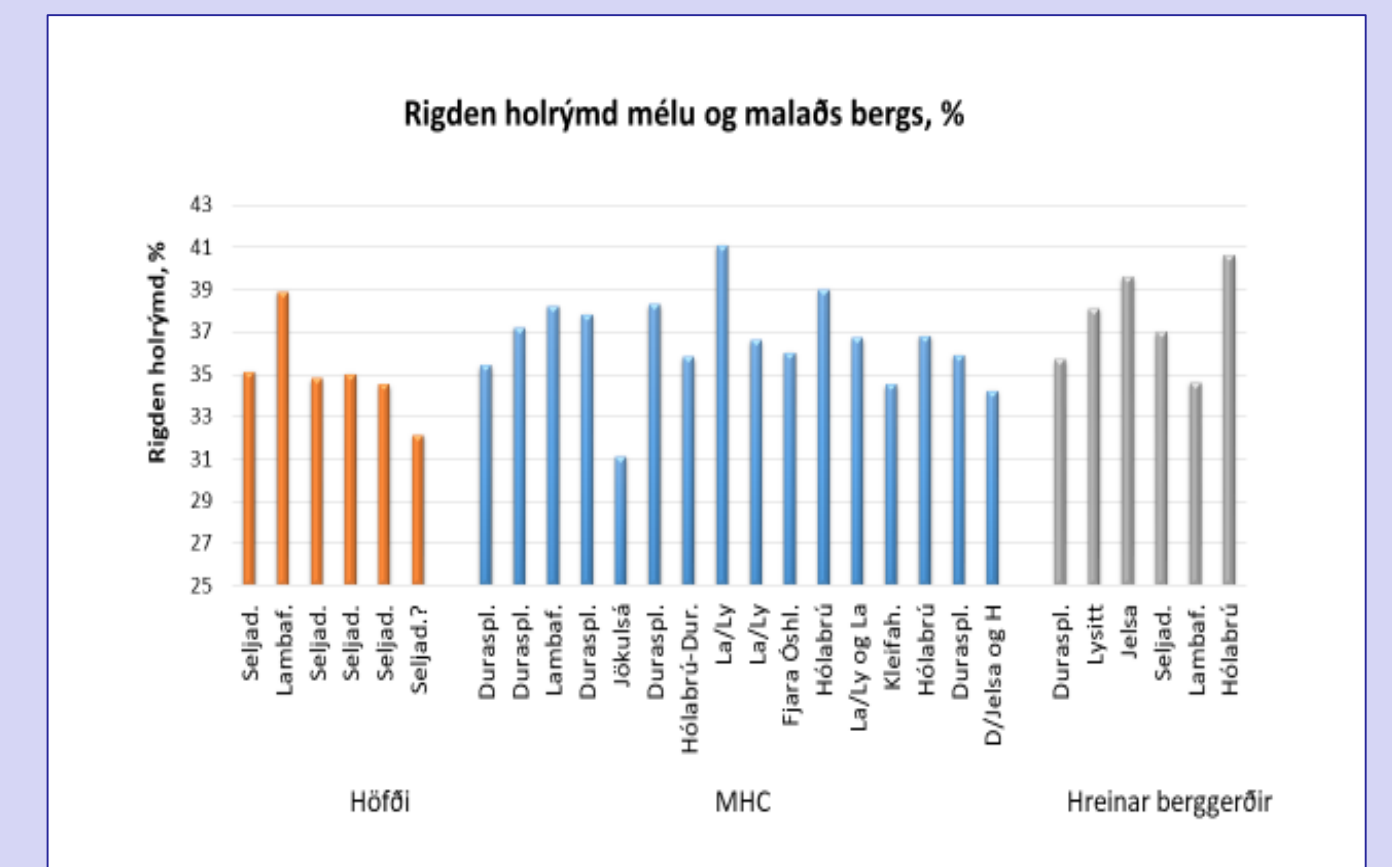
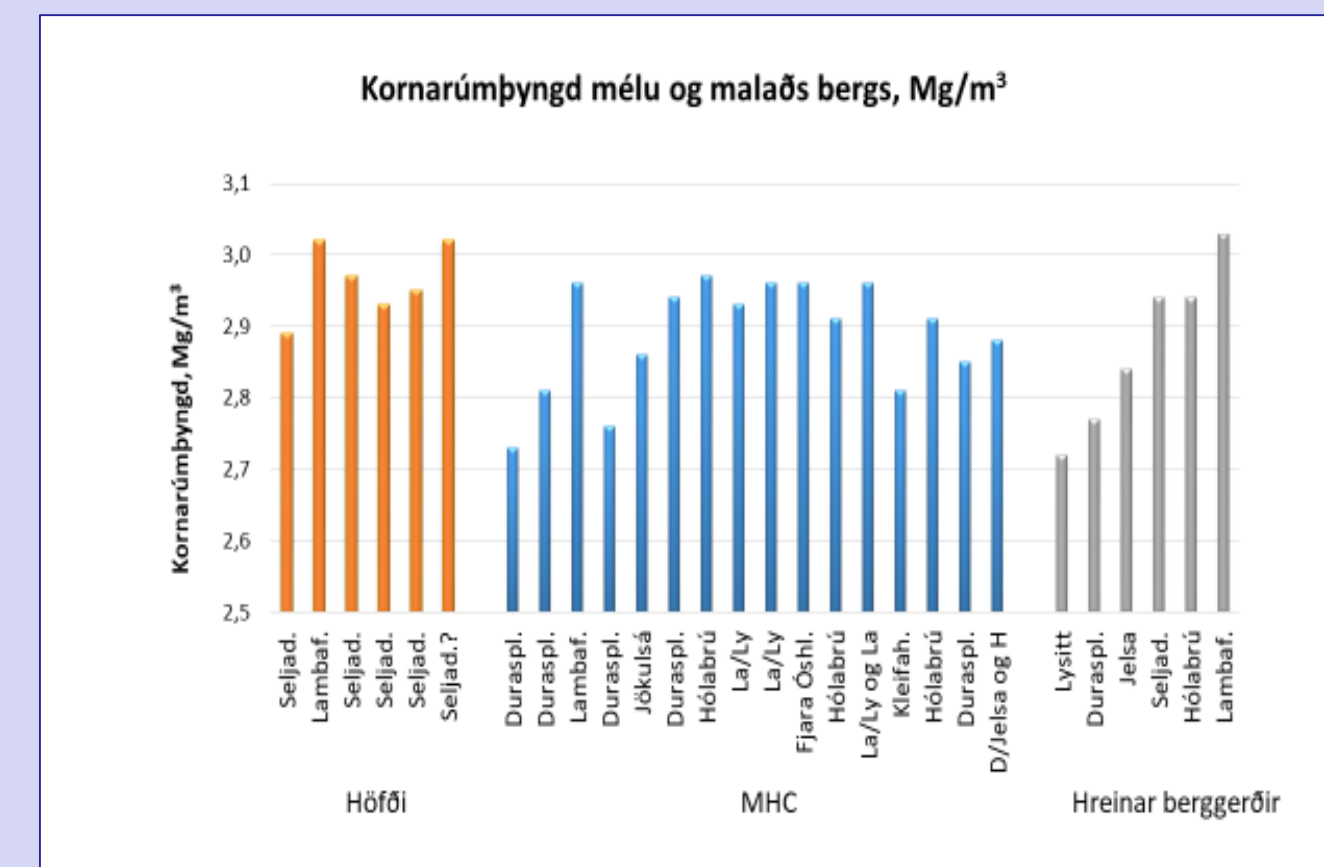
Hér að neðan eru sýnd nokkur dæmi um niðurstöður sem fengist hafa við mælingar á málusýnum og sýnum úr möluðu móðurbergi þeirra. Mynd 2 sýnir sambandið milli Rigden holrýmndar og kornarúmpyngdar.



Mynd 2. Sambandið milli Rigden holrýmndar og kornarúmpyngdar

Það vekur athygli að mæld holrýmnd er ekki mjög breytileg, eða á milli 30 og 40%. Rúmpyngd málunnar er hins vegar breytileg, enda er hún mynduð úr mismunandi bergtegundum. Því er ljóst að þegar méla er vigtuð inn í malbiksblöndu verður hún mismikil að rúmmáli af þessum sökum.

Mynd 3 a) og b) sýnir niðurstöður mælinga á kornarúmpyngd og holrýmnd stakra sýna frá malbikunarstöð Höfða og Hlaðbæ-Colas, auk mælinga á hreinum berggerðum sem gjarnan eru notaðar í malbik hérlendis. Þess ber að geta að mólun á rannsóknastofu er ólík mólun við framleiðslu steinefna, en mælingarnar eru áhugaverðar þrátt fyrir það.



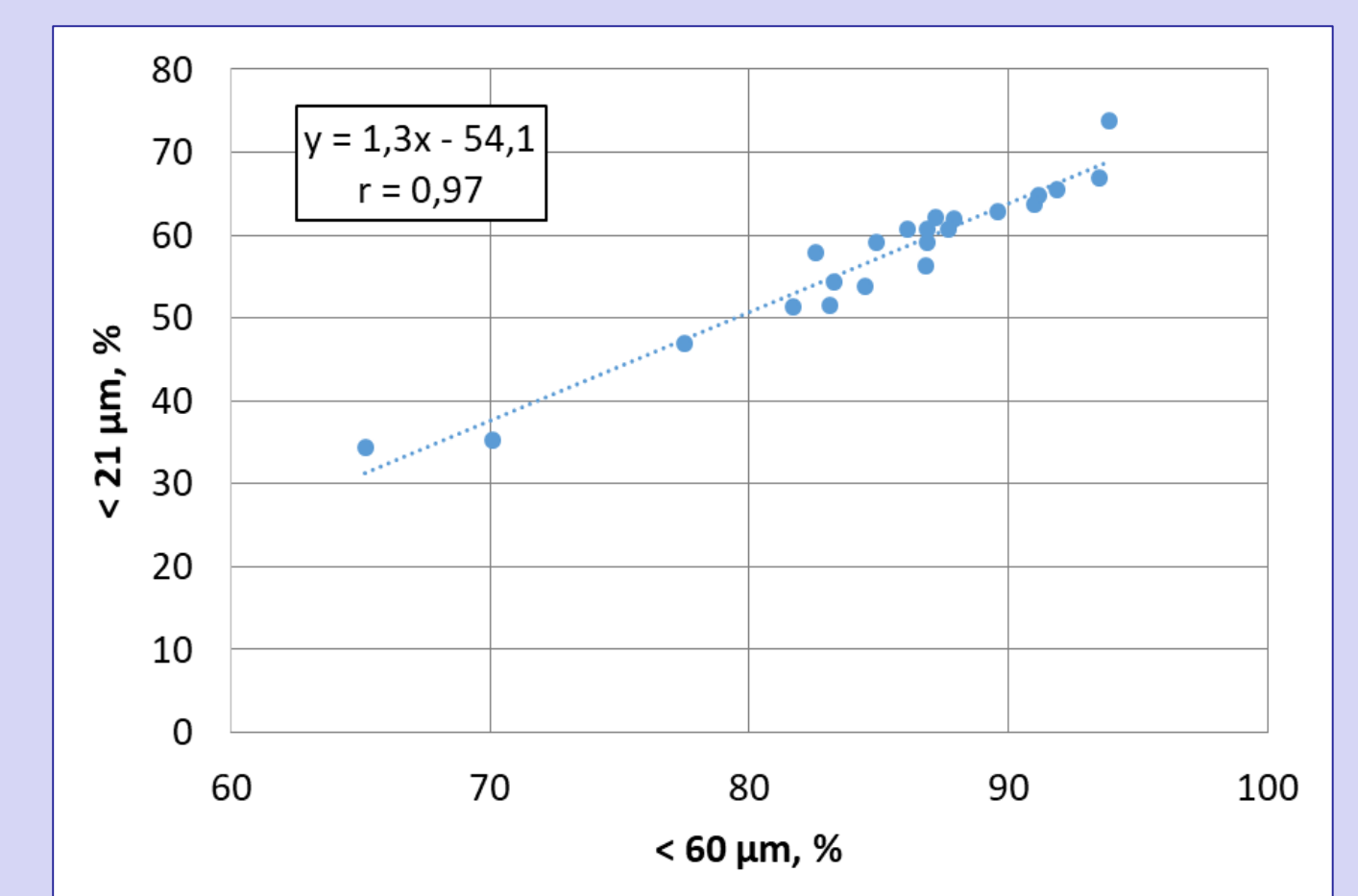
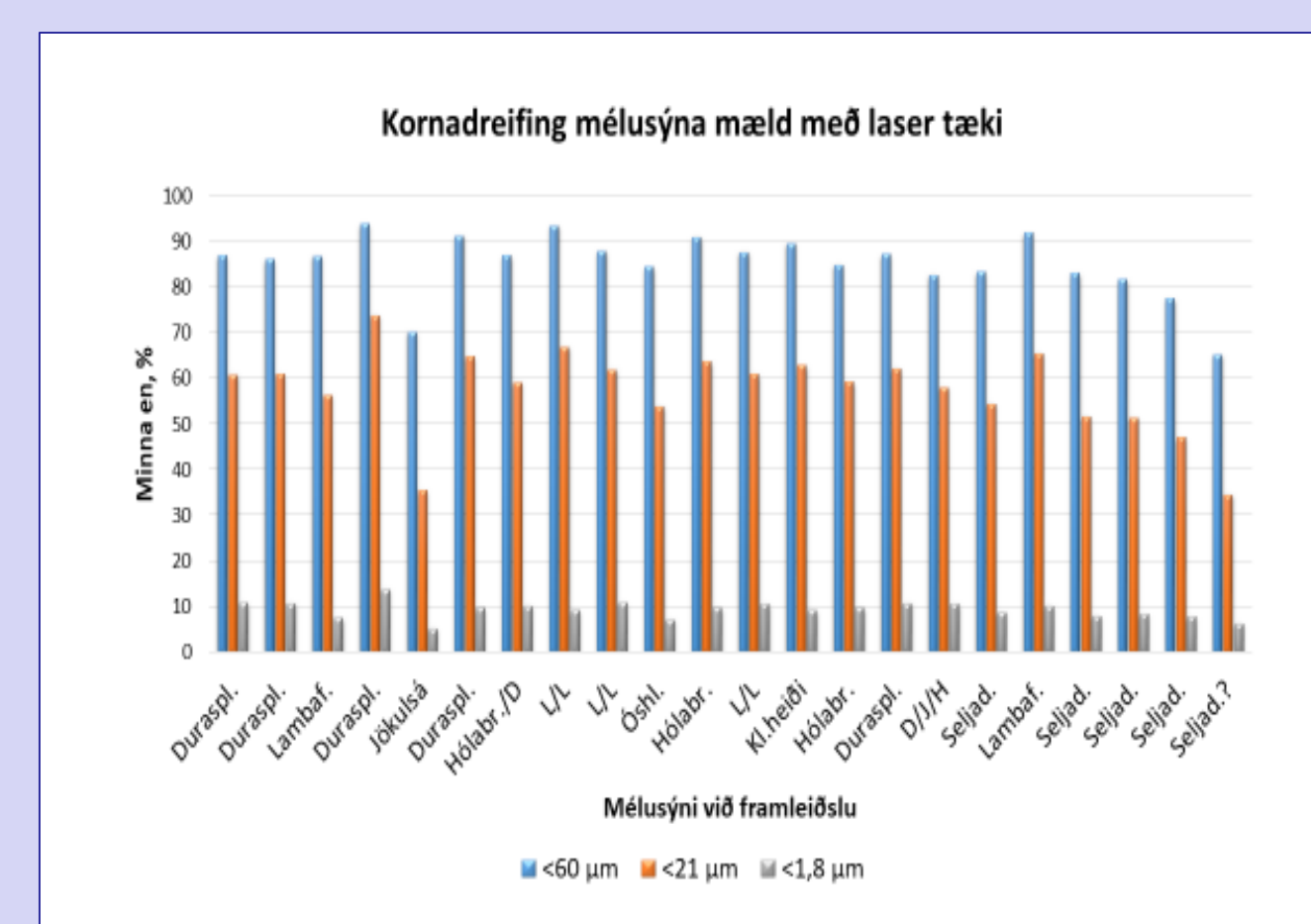
a)

b)

Mynd 3 a) og b). Niðurstöður mælinga á kornarúmpyngd og holrýmnd málusýna

Bent skal á að nöfn námanna á súluritunum frá Höfða og Hlaðbæ-Colas eru einungis til viðmiðunar og segja meira um hvers konar malbik var í framleiðslu þegar málusýnin voru tekin en uppruna málunnar sjálfra. Engu að síður má benda á að kornarúmpyngdir málusýna af hreinum, innfluttum berggerðum eru umtalsvert lægri en rúmpyngdir íslenskra berggerða eins og vænta mátti.

Mynd 4 a) og b) sýnir niðurstöður kornagreininga með laser tæki og fylgni milli hlutfalls tveggja mældra kornastærða hvers málusýnis.



a)

b)

Mynd 4. Kornadreifing málusýna og fylgni milli hlutfalls <math>< 60 \mu\text{m}</math> og <math>< 21 \mu\text{m}</math>

Það sést glögg á myndunum að kornadreifing málusýnanna er talsvert mismunandi milli sýna, en einnig að sterk fylgni er á milli hlutfalls kornstærða sem eru minni en  $60 \mu\text{m}$  og þeirra sem eru minni en  $21 \mu\text{m}$ . Því væri auðvelt fyrir framleiðanda að sigta sýni af mélu, t.d. í upphafi dags, á sigti  $0,063 \text{ mm}$  ( $63 \mu\text{m}$ ), sem liggur mjög nálægt þeirri stærð sem laser búnaðurinn mælir ( $60 \mu\text{m}$ ). Þar með væri þekkt hversu fínleiki málunnar er sem notuð er í viðkomandi malbiksblöndu. Þannig er kominn grundvöllur til þess að fylgjast með fínleika þeirrar mélu sem notuð er í framleiðslu malbiks hverju sinni.

### UMRÆÐA

- Rigden holrýmnd allra málusýnanna (og malaðra bergsýna) er á tiltölulega þröngu bili þar sem flest gildi eru á milli 30 og 40% holrýmnd. Því er e.t.v. ekki rík ástæða til að fylgjast með holrýmnd málunnar við framleiðslu malbiks.
- Kornarúmpyngd málusýnanna var mæld á bilinu frá  $2,7$  til  $3,05 \text{ Mg/m}^3$ . Aðalástæða þessa munar er sú að móðurberg málugerðanna er mismunandi; innflutta bergið sem notað er í malbik (kvarsdíorít/granodíorít) er með tiltölulega lága kornarúmpyngd ( $2,6$  til  $2,85 \text{ Mg/m}^3$ ), en íslenska móðurbergið (basalt) er með tiltölulega háa kornarúmpyngd ( $2,85$  til  $3,05 \text{ Mg/m}^3$ ).
- Full ástæða er til að íhuga að leiðrétta rúmmál mélu að teknu tilliti til kornarúmpyngdar hennar. Sett hefur verið fram tillaga í þessa veru í Efnisgæðariti Vegagerðarinnar, en lítið mál ætti að vera fyrir framleiðendur malbiks að mæla kornarúmpyngd mélu sem notuð er hverju sinni, jafnvel daglega, til að leiðrétta þyngd mélu í malbiksblöndu hverju sinni.
- Kornadreifing málusýnanna er talsvert breytileg og til dæmis er magn undir  $60 \mu\text{m}$  allt frá  $65\%$  upp í  $94\%$  af málunni.
- Það er sterk fylgni á milli þess hluta mélu sem er minni en  $60 \mu\text{m}$  og þess hluta sem er minni en  $21 \mu\text{m}$  og einnig þess sem er minna en  $21 \mu\text{m}$  og  $1,8 \mu\text{m}$ . Einföld sigtun á  $0,063 \text{ mm}$  sigti (t.d. á meðan að kornarúmpyngd er mæld) gæti því gefið mikilvægar upplýsingar um fínleika málunnar hverju sinni. Til greina kemur að vigta inn meira magn af mélu ef mikið er grófara en  $0,063 \text{ mm}$  heldur en gert væri með fínleiki málunnar.
- Til stendur að hræra saman prófblöndur þar sem allir þættir verða fastir, nema málugerðirnar sjálfar.

Þessi rannsókn á mélu sem notuð er í malbik hérlendis er unnin fyrir styrk úr rannsóknasjóði Vegagerðarinnar og er hluti af verkefninu Slitlög, en verkefnisstjóri verkefnisins í heild sinni er Birkir Hrafn Jóakimsson hjá Vg.