



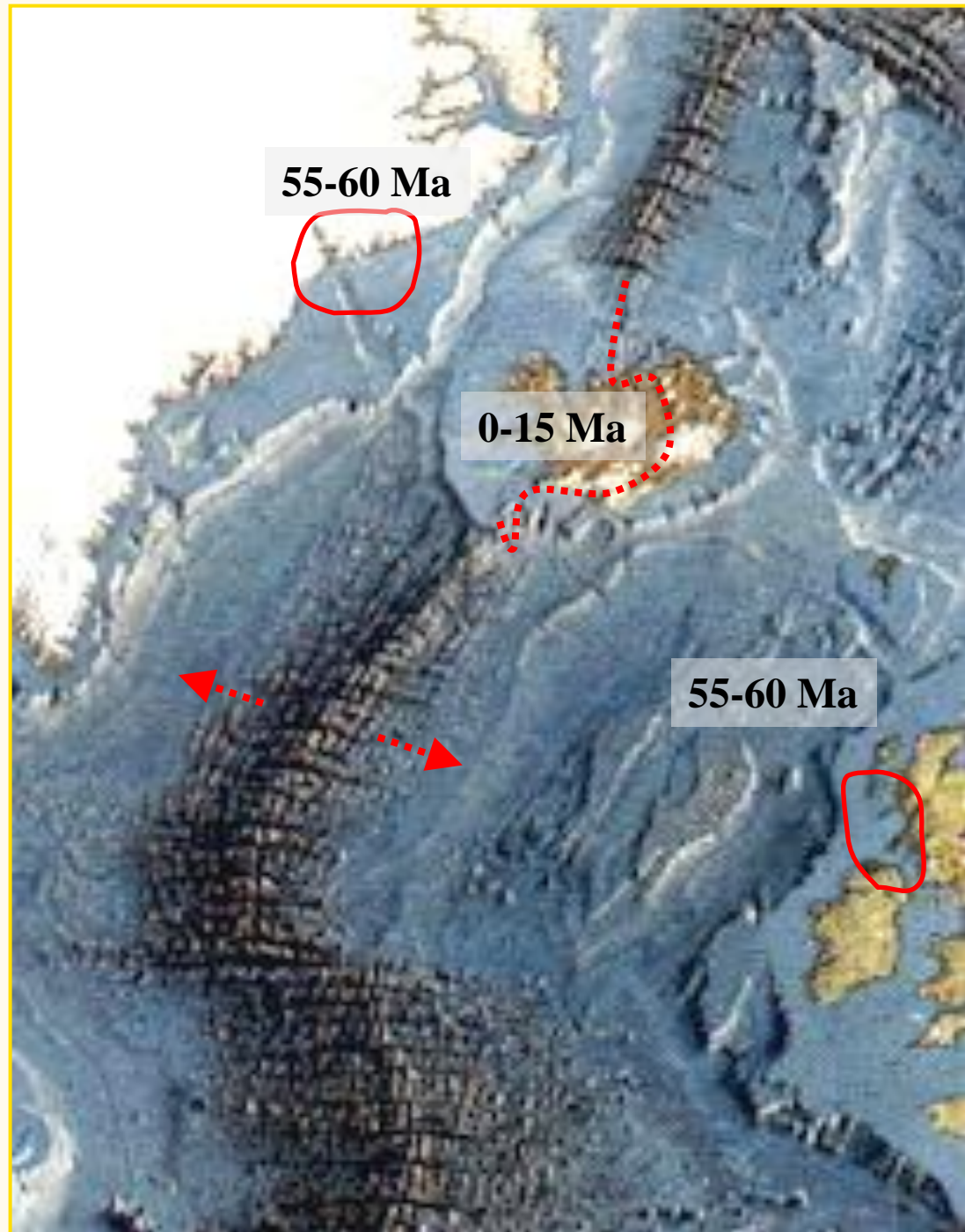
Námskeið um Efnisgæðarit Vegagerðarinnar, apríl 2023

Sýnataka og prófanir Eiginleikar steinefna- samanburður við kröfur

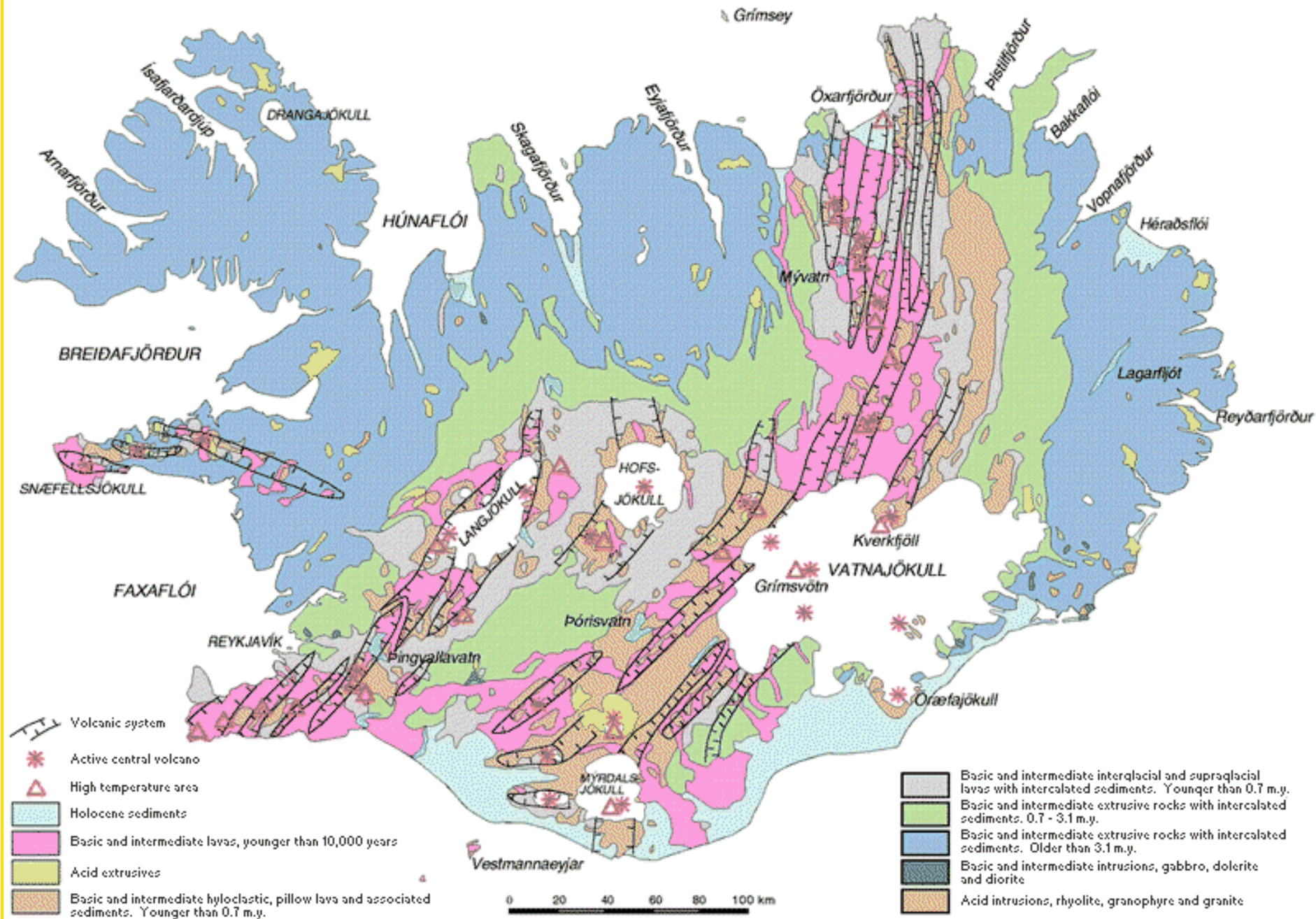
Pétur Pétursson
Sérfræðingur á stoðdeild Vg



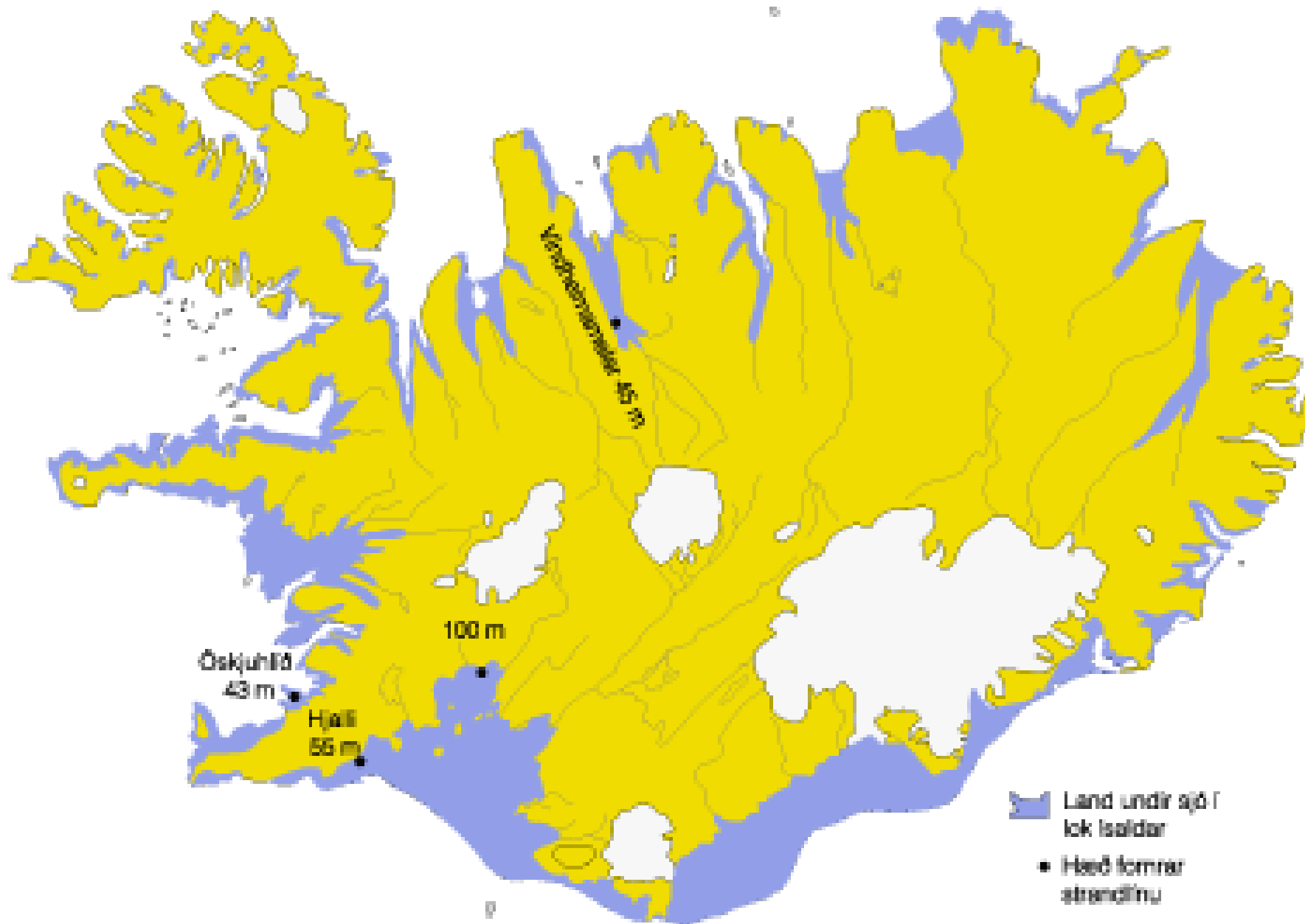
Rekbeltið á N-Atlantshafi, eldvirkni út frá Íslandi



Jarðfræði Íslands



Landsvæði undir sjó í lok ísaldar

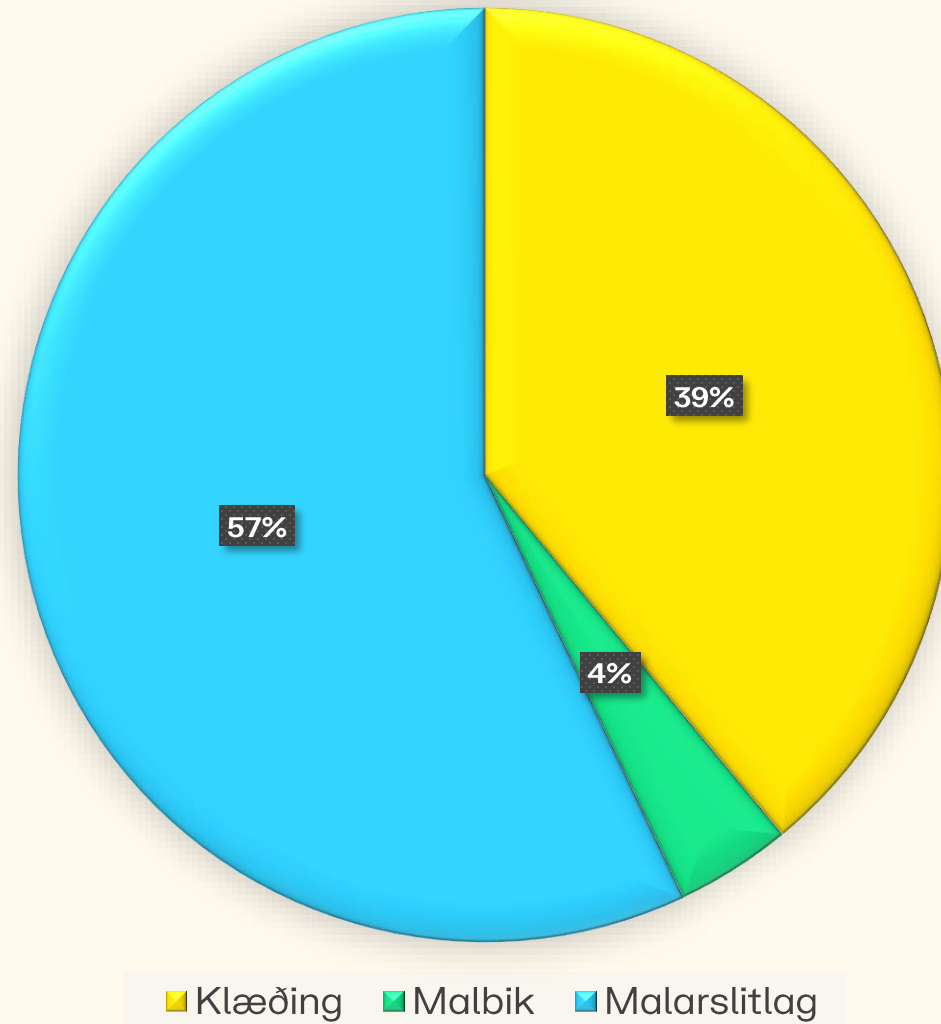


Malarhjallar – Vindheimamelar í Skagafirði

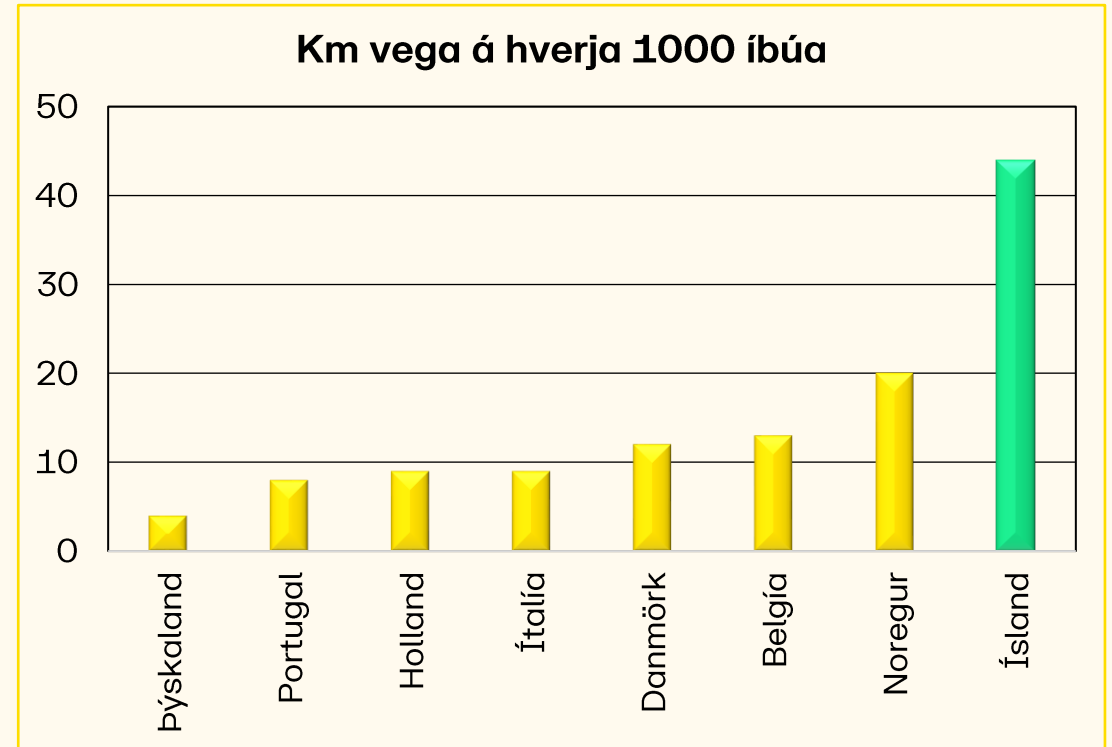
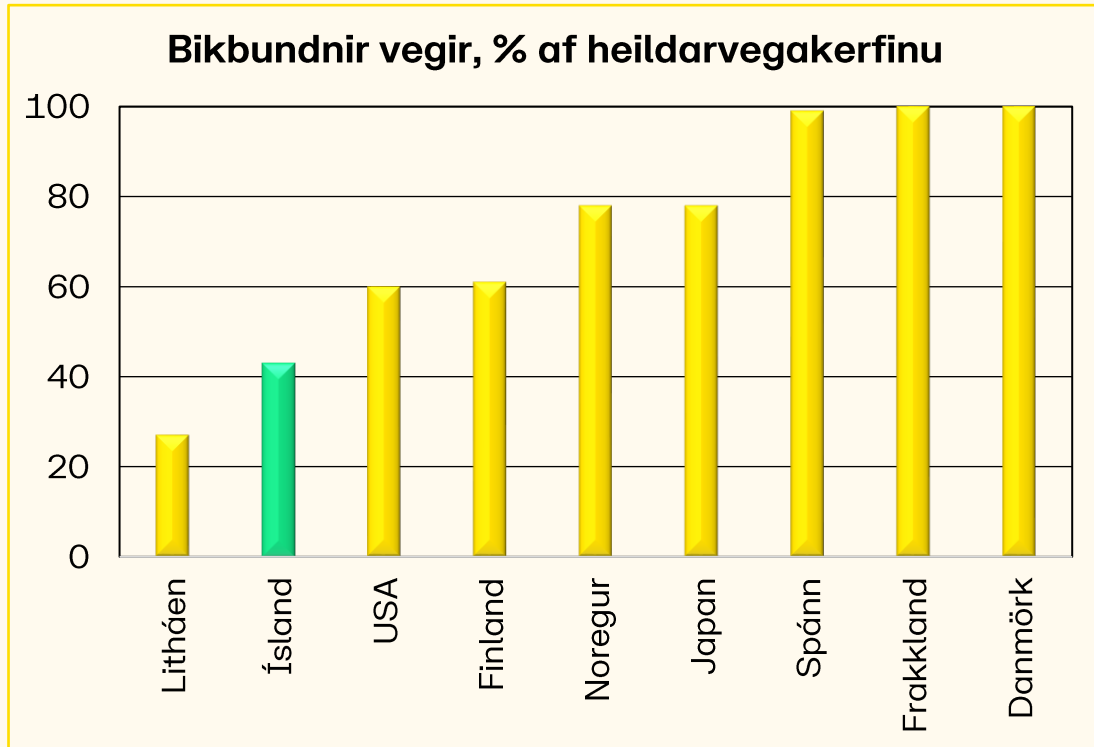


- Óseyri
- Skálagað set
- Forn fjörður

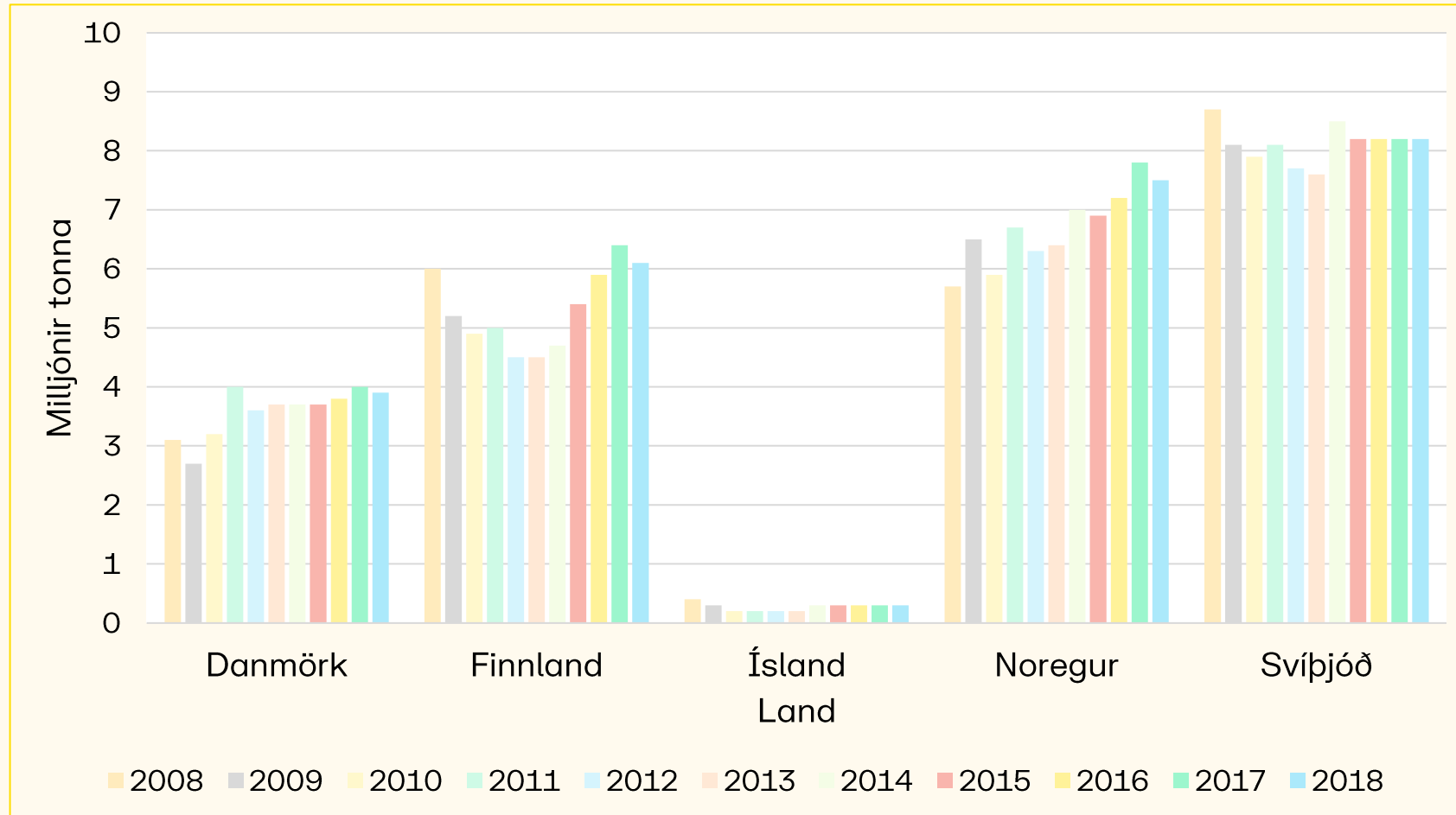
Vegakerfið á Íslandin er um 13000 km



Íslenska vegakerfið miðað við önnur lönd



Árleg framleiðsla malbiks á Norðurlöndunum



Sýnataka steinefna og skipting sýna

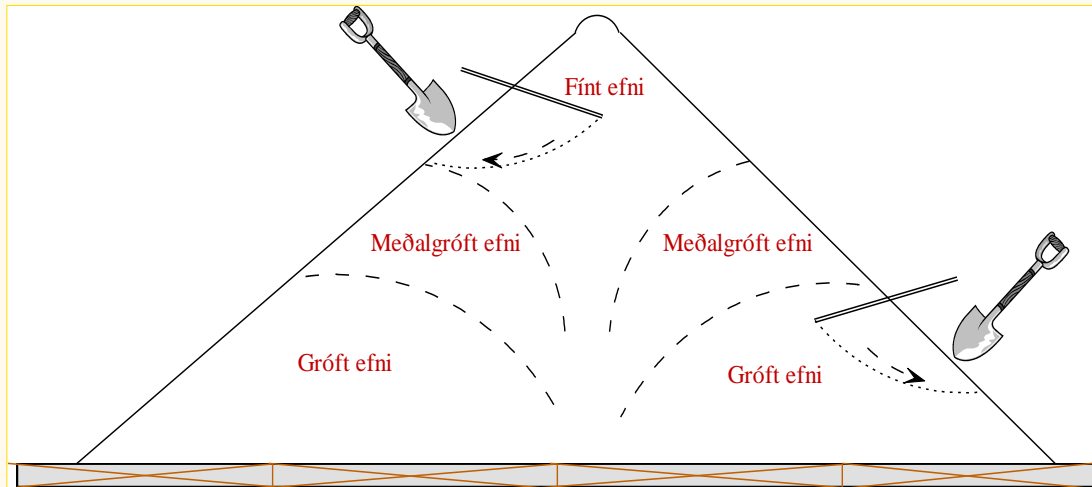
- Rétt og nákvæm vinnubrögð við sýnatöku er forsenda þess að niðurstöður rannsókna á sýninu gefi rétta mynd af eiginleikum efnisins sem um ræðir
- Fjöldi sýna miðar að því að gefa gott yfirlit yfir efnið á staðnum
- Setsýni eru oftast tekin sem blanda af öllu laginu sem á að vinna en ekki tekin sýni af einstökum þynnri lögum innan setlagsins
- Þegar sýnum er skipt (splittað) niður í hentugar stærðir til prófana er mikilvægt að hlutasýni sem fást með skiptingu verði marktæk fyrir heildarsýnið
- Ef um stór sýni er að ræða (t.d. fiskiker) er byrjað á fjórðungsskiptingu sýnisins, annars er því gjarnan helt í gegn um rifflubox, sem ætlað er að skipta sýni í tvo jafn stóra hluta

Sýnataka - gryfja

Mesta kornastærð sýnis D_{\max}	Lágmarksþyngd sýnis, kg
125	120
90	100
63	85
45	70
22,4	50
8	30
< 4 mm	20



Sýnataka, efni undan færibaldi, af færibaldi, eða úr haug undir færibaldi



ATH: Hægt er að taka sýni beint **undan** færibaldi eða að stöðva færibaldið og taka sýni milli sniðmáta

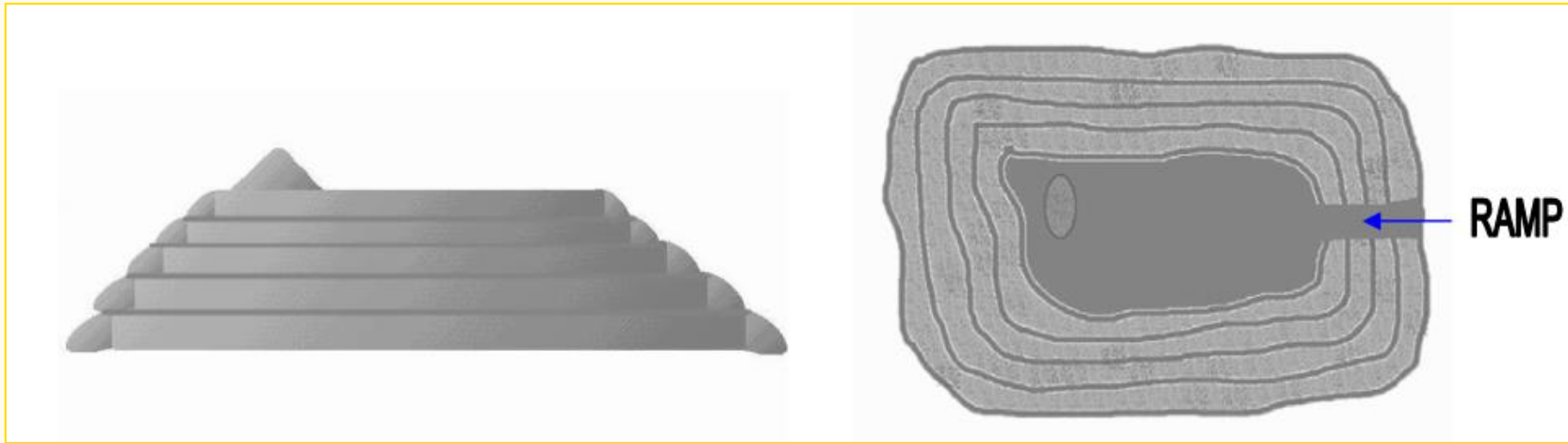
Aðskilnaður í haug undir færíbandi



Unnið efni haugsett (e. stockpiling)



Unnið efni haugsett



Sýnataka og skipting sýna



Sýnatökumiði Vegagerðarinnar



Vegagerðin
Sýnataka
kt. 680269-2899

Náma/vegur:.....

Námunr.:.....

Stöð:.....

Gryfjunr.

Dags.:.....

Sýni nr.

Sendandi:.....@vegagerdin.is

Unnið efni/lýsing:.....

Fj. poka

Verknr./verkþ.:.....

Dýpt í gryfju:.....

Rannsóknir: sjá bakhlið



Vegagerðin
Sýnataka - bakhlið
kt. 680269-2899

Merking prófunarstofu:

Rannsóknir:

Kornadr.....

Kúlnakv.....

Húmus.....

Frostþ.próf.....

Viðl.próf.....

Kleyfnist.....

Berggr.....

Brothlutf.....

LA-próf.....

Annað, sjá hér að neðan:

.....

..... Geyma sýni

Ath: Magn sýnis þarf að vera nægilegt til að unnt sé að gera umbeðnar prófanir

Skipting sýna (splittun) - fjórðungsskipting



Hefðbundið og stórt rifflubox, 20 cm rifflur



Kornadreifing

- Mæling á **kornadreifingu** er yfirleitt fyrsta prófið sem gert er á steinefnasýni sem ætlað er til nota sem byggingarefni.
- Niðurstöður kornadreifingar eru settar fram á eyðublaði, þar sem lesa má þyngdarhluta efnis sem smýgur ákveðið sigti.
- Sérstaklega er litið til þess hvort magn efnis $< 0,063$ mm, er innan tilskilinna marka. Fínefni ($< 0,02$ mm), þótt í litlum mæli sé, getur haft afgerandi áhrif á efniseiginleika steinefna, t.d. frostnæmi.
- Yfirleitt eru gerðar kröfur um magn fínefna í byggingarefni og einnig er notast við markalínur fyrir kornadreifingu.

Sigti



U.þ.b. 125 til 16 mm



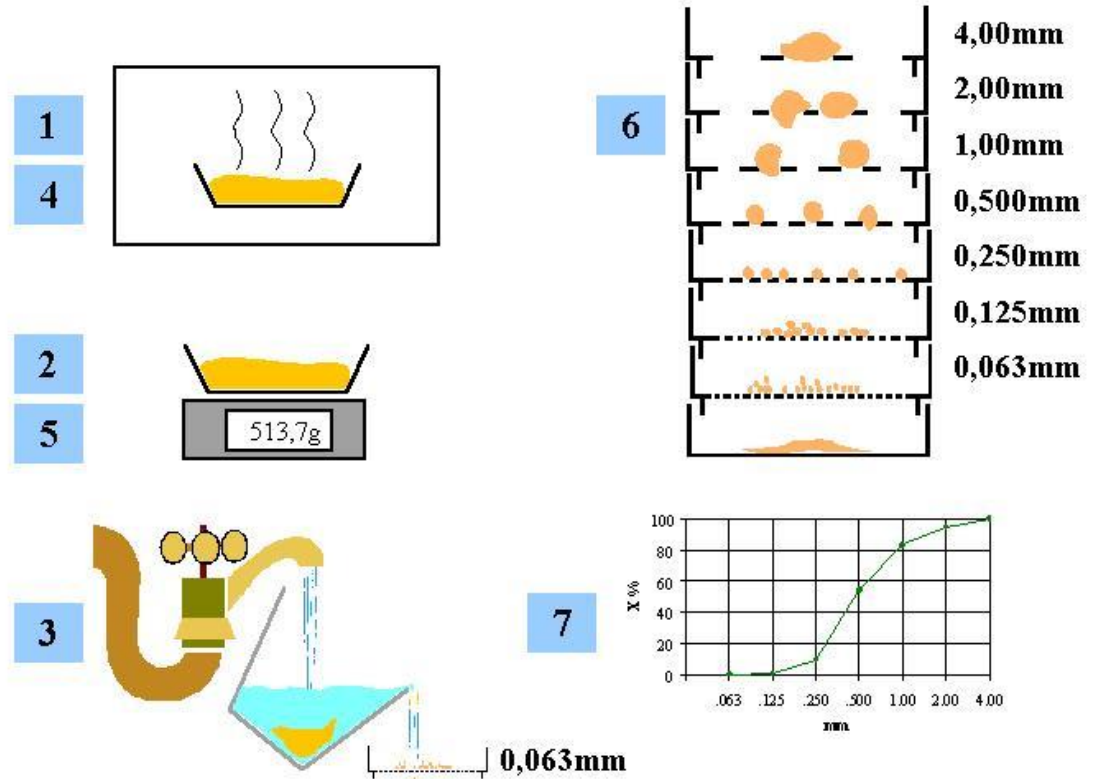
U.þ.b. 16 til 0,063 mm

Kornadreifing-framkvæmd

SKÝRINGAR:

- 1 Þurrkað við 110°C í 24 klst.
- 2 Vigtað og þyngd skráð með einum aukastaf (1/10 úr gr.)
- 3 Skolað til að fjarlægja fínefni sem er < 0,063 mm
- 4 Þurrkað, sbr. 1
- 5 Vigtað, sbr. 2
- 6 Sett í sigtaröð og hrist í hristara
- 7 Vigtað af hverju sigti og fundið þungahlutfall sem smýgur viðkomandi sigti. Kornakúrfúlínurit dregið upp

CEN prófunaraðferðir: Kornastærðadreifing (EN 933-1).



Leyfileg sýnisþyngd á hverju sigti eftir sigtun

Samkvæmt jöfnu:
 $(A \times \sqrt{d}) / 200$

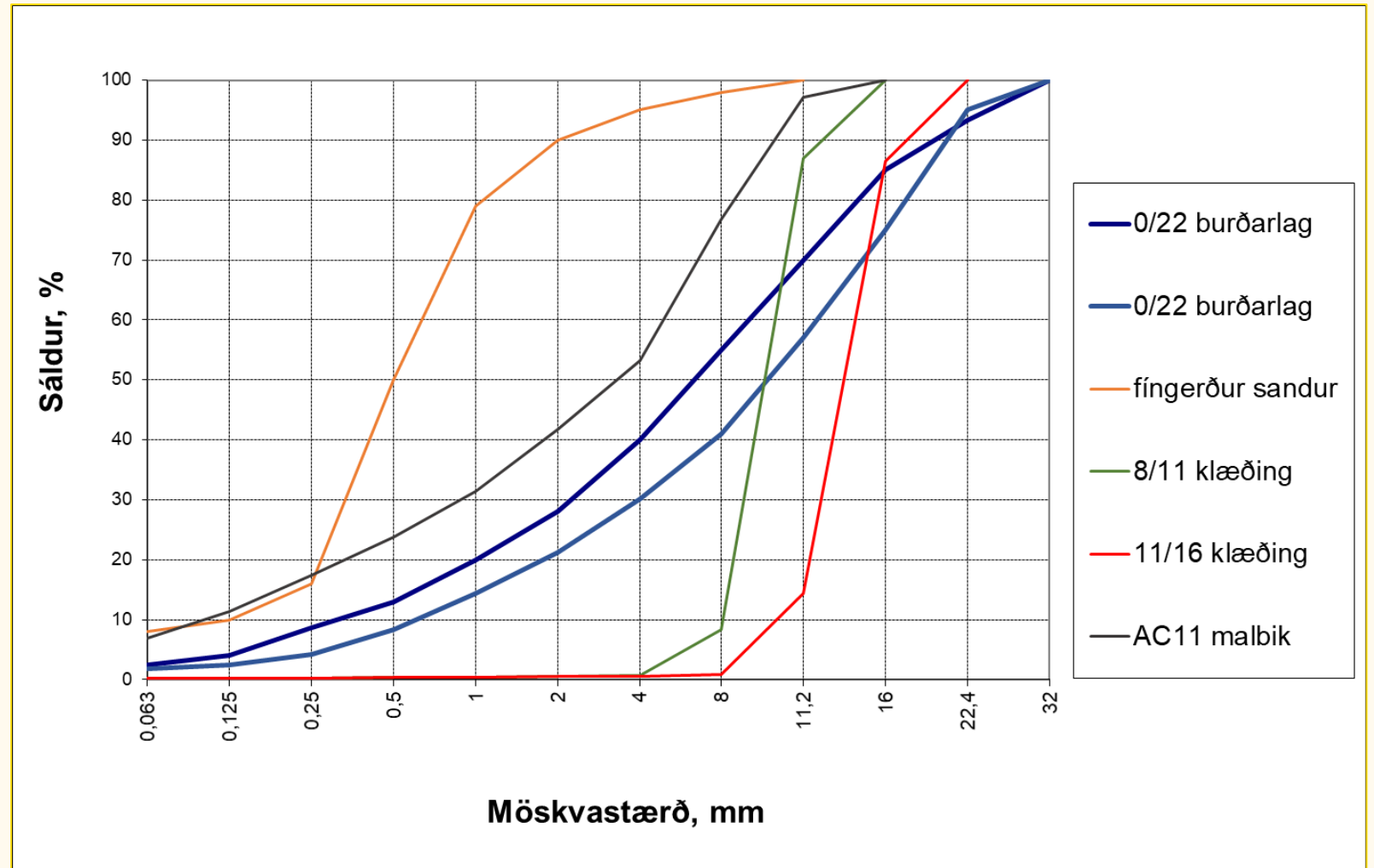
þar sem A er flatarmál sigtis í mm² og d er möskvastærð sigtis í mm. Flatarmál er $r^2 \times \pi$

Dæmi: Hvað má mikið vera á 4 mm sigtinu eftir sigtun ef notuð eru sigti með 300 mm þvermál?

Svar:
 $(150^2 \times \pi \times \sqrt{4}) / 200 = 707 \text{ g}$

Möskva-stærð, mm	Þyngd á 300 mm sigtum, g	Þyngd á 200 mm sigtum, g
16	1.413	628
12,5	1.249	555
11,2	1.182	525
10	1.117	496
8	1.000	444
5,6	836	372
4	707	314
2	500	222
1	353	157
0,5	250	111
0,25	177	78,5
0,125	125	55,5
0,063	89	39,4

Kornadreifing

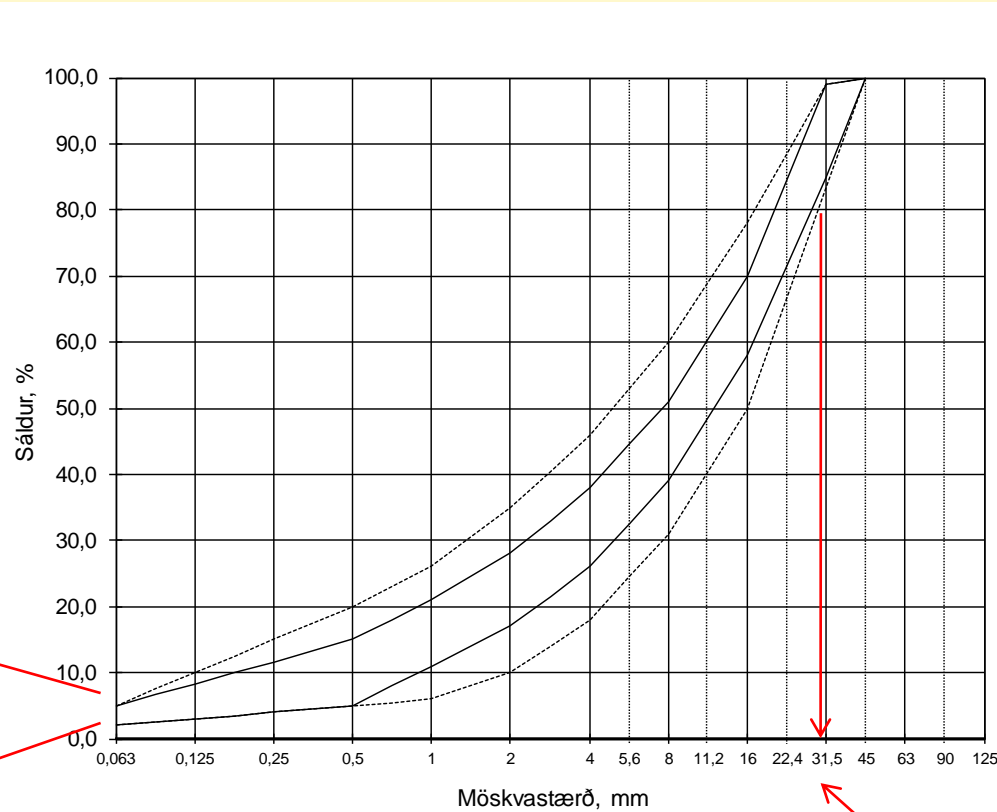


Markalínur fyrir malað 0/32 mm set í burðarlag

Ytri markalínurnar sýna hvar allar kornagreiningar skulu liggja, en innri markalínur sýna hvar meðaltal allra kornagreininga skal liggja

Malað set Stærðarflokkur: 0/32
Kröfuflokkur: G₀ OC₈₅ LF₂ UF₅

ÍST_EN 13285, markalínur



Stærðarflokkur: 0/32
Kröfuflokkur G₀ OC₈₅ LF₂ UF₅

	Sigti	Ytri mörk		Innri mörk	
		2	5	2	5
G	0,063	2	5	2	5
		3	8	3	7
F	0,125	3	10	3	8
		4	13	4	10
E	0,25	4	15	4	12
		5	18	5	13
C	0,5	5	20	5	15
		6	23	6	18
B	1	6	26	11	21
		8	31	14	25
A	2	10	35	17	28
		14	41	22	33
	4	18	46	26	38
	5,6	25	53	33	45
	8	31	60	39	51
	11,2	41	69	49	61
	16	50	78	58	70
	22,4	67	89	72	85
	31,5	83	99	85	99
	45	100	100	100	100
	63				
	90				
	125				

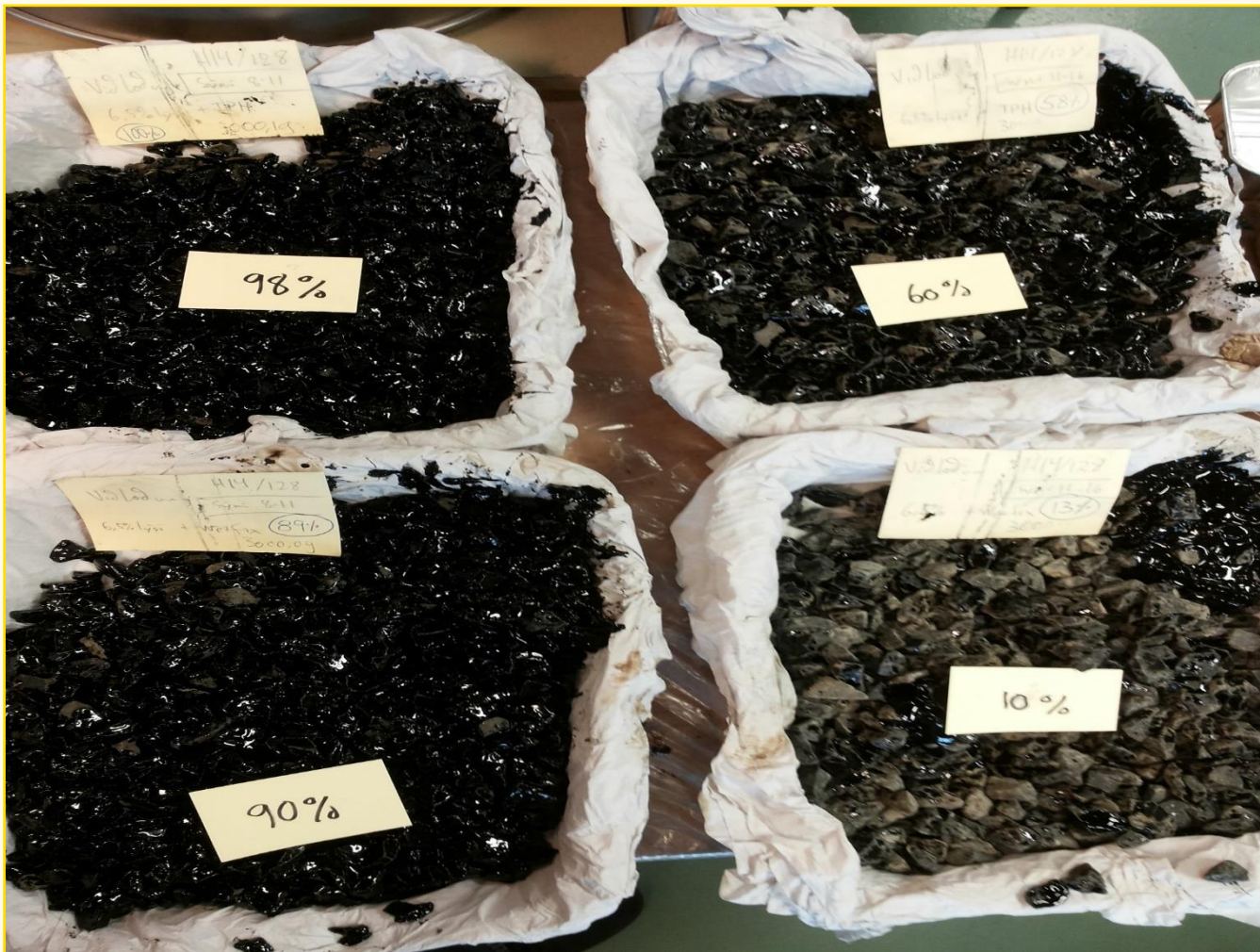
Efri flokkunarstærð



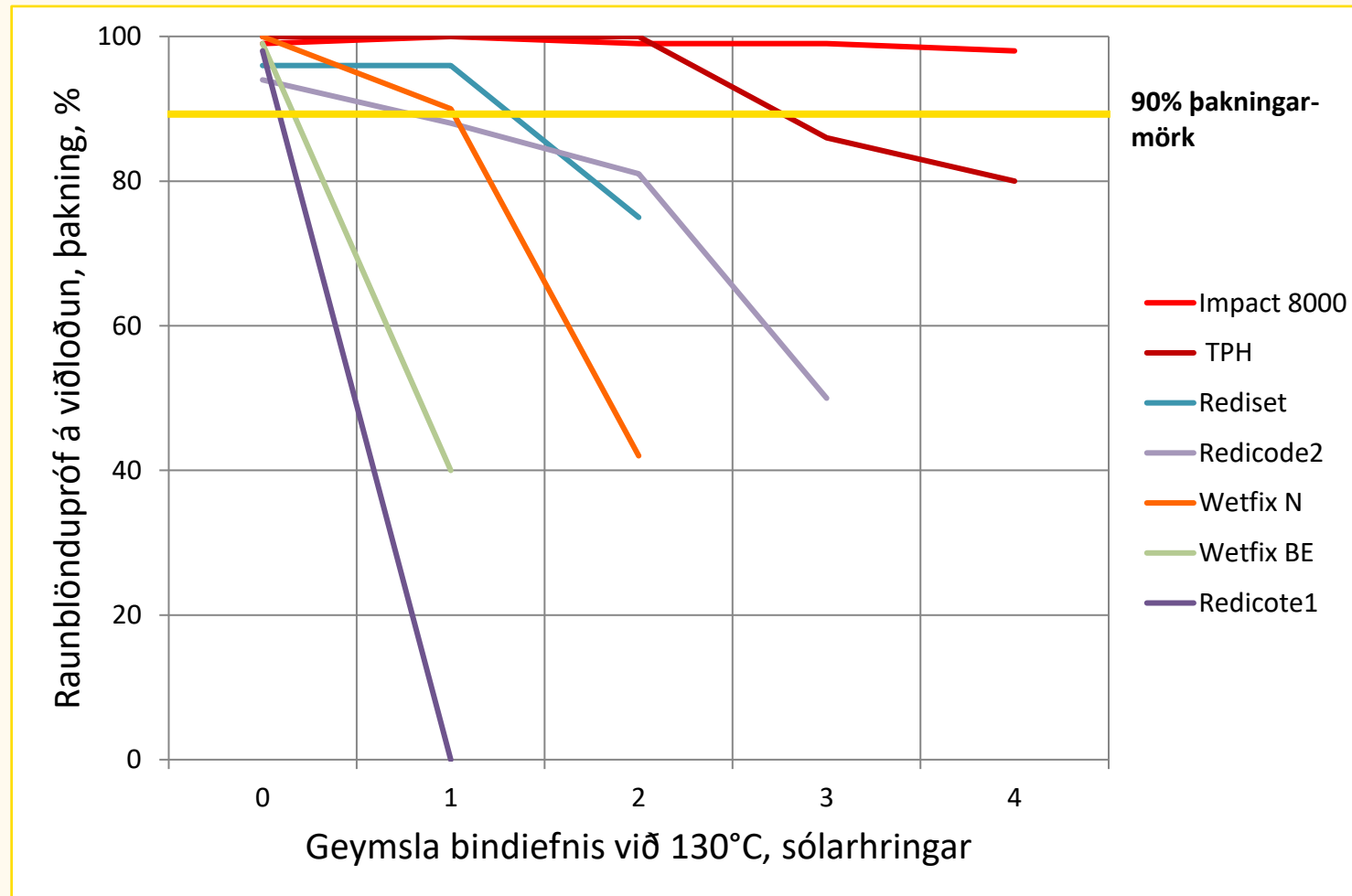
Hrærslupróf á viðloðun, raunblöndupróf

- Viðkomandi steinefni, bindiefni, mýkingarefni og viðloðunarefni er blandað saman í ákveðnum hlutföllum og hrært í vatni í 1 klst.
- Mismunandi steinefni ná mismikilli viðloðun við bindiefni
- Fínefni steinefna hefur áhrif á niðurstöður
- Mismunandi viðloðunarefni henta misvel íslenskum steinefnum
- Virkni viðloðunarefna minnkar með tíma, þó mismikið eftir gerðum

Hrærslupróf á viðloðun, þakning metin eftir próf



Áhrif tíma á virkni mismunandi viðloðunarefna, sama steinefni og bik



Berggreining: Viðauki 10 í Efnisgæðaritinu

- Berggreining er fyrsta skrefið í mati á gæðum efnis til mannvirkjagerðar. Yfirleitt eru nokkur hundruð korn tekin til greiningar. Hvert korn eru flokkað eftir bergtegund, ummyndun, þéttleika og öðrum einkennum.
- Hún gefur ákveðnar upplýsingar um væntanlega efniseiginleika, svo sem styrk, slitþol og frostþol, þótt það komi ekki í stað beinna mælinga á eiginleikum.
- Það krefst nokkurrar þjálfunar og þekkingar að lesa úr berggreiningum um gæði viðkomandi sýnis til notkunar í vegagerð. Því er venjan héraendis að flokka efni í þrjá gæðaflokka.



Berggreining, víðsjá og hamar



Algengustu bergbrigði og gæðaflokkun þeirra til mismunandi nota

Nr.	Berg- eða steindartegund	Gæðaflokkur í bikbundið slitlag	Gæðaflokkur í steinsteypu	Gæðaflokkur í burðar- eða styrktarlag
000	Ýmis bergbrigði (góð eða meðalgóð)	2	2	2
001	Basalt	1	1	1
002	Íslandít (andesít)	1	2	1
003	Ríólít (líparít)	2	2	2
004	Móberg	3	3	3
005	Setberg	3	3	3
006	Holufyllingar	3	3	3
007	Skeljabrot	2	2	2
009	Basaltgler	3	2	2
010	Ríólítgler (líparítgler)	3	3	2
011	Gjall	3	3	3
012	Óþekkt bergbrigði	3	3	3
014	Hrafninna	2	3	2
015	Biksteinn	2	3	2
017	Vikur	3	3	3
018	Leirsteinn	3	3	3
019	Syltarsteinn	3	3	3
020	Sandsteinn	3	3	3
021	Völuberg	3	3	2
022	Leirsteinsvöluberg	3	3	3
023	Jökulberg	3	3	2
024	Ýmis bergbrigði (lökust)	3	3	3
025	Dólerít	1	1	1
026	Granófýr	1	2	1
027	Gabbró	1	2	1
028	Díórít	1	2	1
029	Granít	1	1	1
055	Dasít	1	2	1
058	Frumsteindir	1	1	1
059	Kvars	1	2	1
063	Kalífeldspat	1	1	1
066	Oxíð	1	1	1
070	Seólítar	3	3	3
087	Ummyndunarsteindir	3	3	3
089	Kísilsteindir	1	2	1
100	Rauðaberg	3	3	3
101	Ýmis bergbrigði (óskilgreind gæði)	3	3	3

Berggreining - eyðublað

Náma:		Námunúmer:		Heiti námu:		Stokksnes	
Sýnatökustaður: Krókur		Vinnslustaður: Krókur		Efnisflokkur:		1/6 fínmöl	
VR - númer:				LI - hnit:			
				OS - hnit:			
Sýni:							
Sýnisgerð:		Set		Greint í:		Vfösjá	
Kornastærð greind:		4,0-8,0 mm		Punnarneið nr.:			
Berggerð:							
Gæða flokkur		Lykill		Fjöldi korna		%	
+	*					Berg / steintegund, ummyndun, þéttleiki, annað	
1	1	0111		114		62,6 Basalt, ferskt, þétt, oft glerkennt	
2	1	0112		9		4,9 Basalt, ferskt, blöðrött, oft glerkennt	
2	2	0121		3		1,6 Basalt, ummyndað, þétt*	
3	3	013		1		0,5 Basalt, mikið ummyndað	
3	2	09		2		1,1 Basaltgler	
3	3	10		4		2,2 Gler	
2	2	03		23		12,6 Líparít*	
1	2	26		8		4,4 Granófýr*	
1	1	25		4		2,2 Díabas*	
1	2	27		7		3,8 Gabbró*	
3	3	06		2		1,1 Holufylling	
2	2	00		5		2,7 Ýmis kom*	
Alls:				182		100,0	
Gæðaflokkun:							
				v/ bundins stítlags %		v/ steinsteypu %	
1. flokkur				73		70	
2. flokkur				22		26	
3. flokkur				5		4	
Kornalögun:				Tæknileg atriði:			
Kýlni:				Hreinleiki:			
Ávali: Núin				Styrkur korna:			
Áferð: Slétt							
Athugasemdir:				*Óeinsleitt			

Húmuspróf

- Í flestum tilvikum er auðvelt að sjá hvort set er blandað lífrænum efnum.
- Ef grunur leikur á að lífræn óhreinindi (t.d. mold) geti verið í sýni er lagt til að gert verði húmuspróf á því.
- Prófið felst í því að setja sýni í NaOH lausn, en lífræn óhreinindi lita lausnina, mismikið eftir magni óhreininda.
- Einnig kemur til greina að mæla glæðitap steinefnasýna til að mæla hlutfall efnis sem brennur burt við ákveðið hitastig.



Fínefnamælingar

**Laser tæki
(ljörvi)**



**Flotvog
(hydrometer)**



Fínefni ($< 0,063$ mm) hafa mikil áhrif á eiginleika jarðefna, svo sem þjálmi og frostnæmi. Hefðbundin sigti geta mælt kornadreifingu sýna niður í $0,063$ mm, en stærðir þar fyrir neðan þarf að mæla með öðrum aðferðum

Flæðimark – Þjálmimark = Þjálmistuðull

Flæðimark (Liquid limit): Hæsta rakagildi sem hrært efni getur haft án þess að missa þjálmni sína.

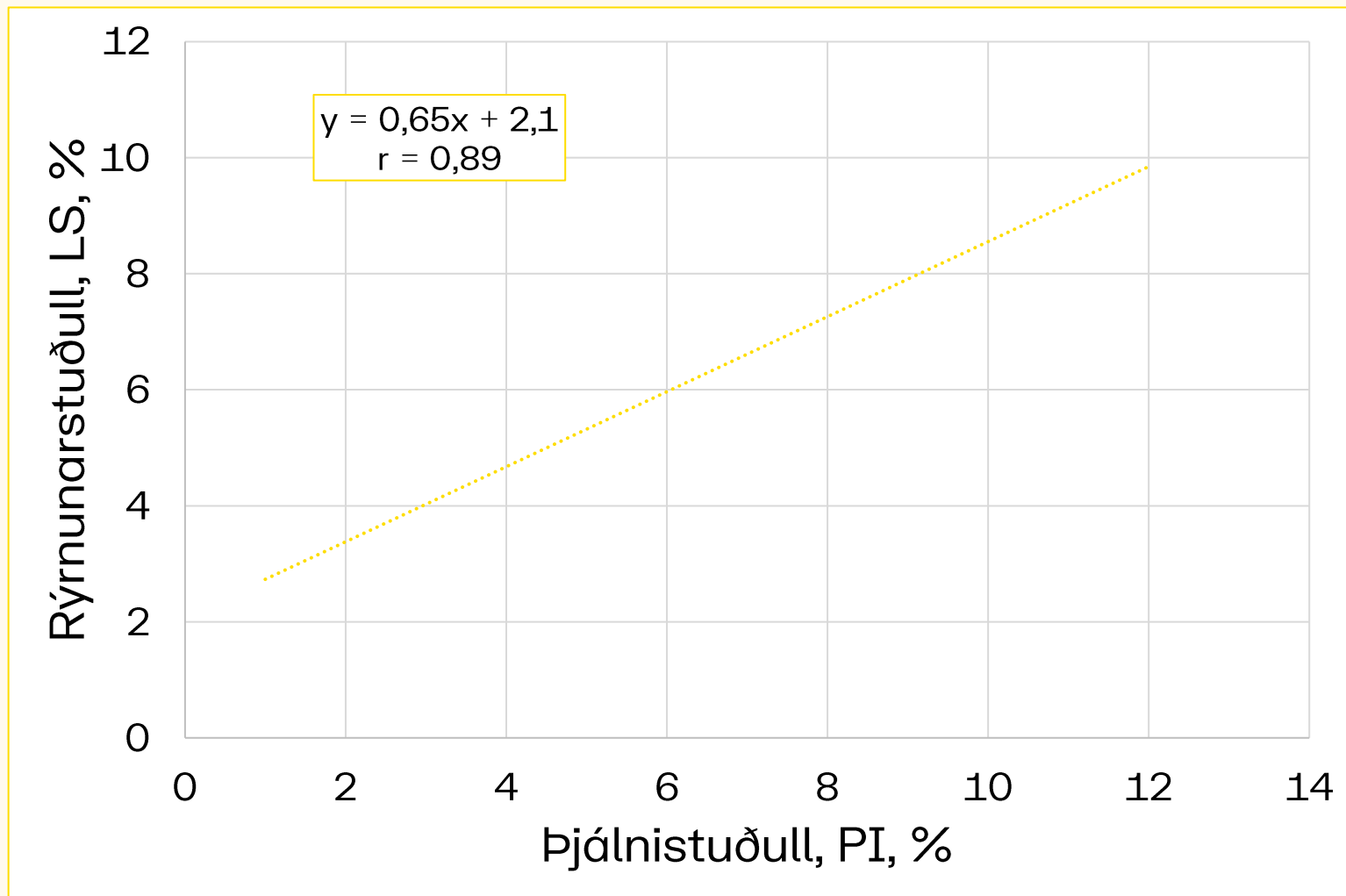
Þjálmimark (Plastic limit): Lægsta rakagildi sem hrært efni getur haft án þess að missa þjálmni sína.

Þjálmistuðull (Plasticity index, PI): Mismunur á flæðimarki og þjálmimarki.

Rýrnunarstuðull (e. Linear Shrinkage, LS): % rýrnun við þornun frá flæðimarki

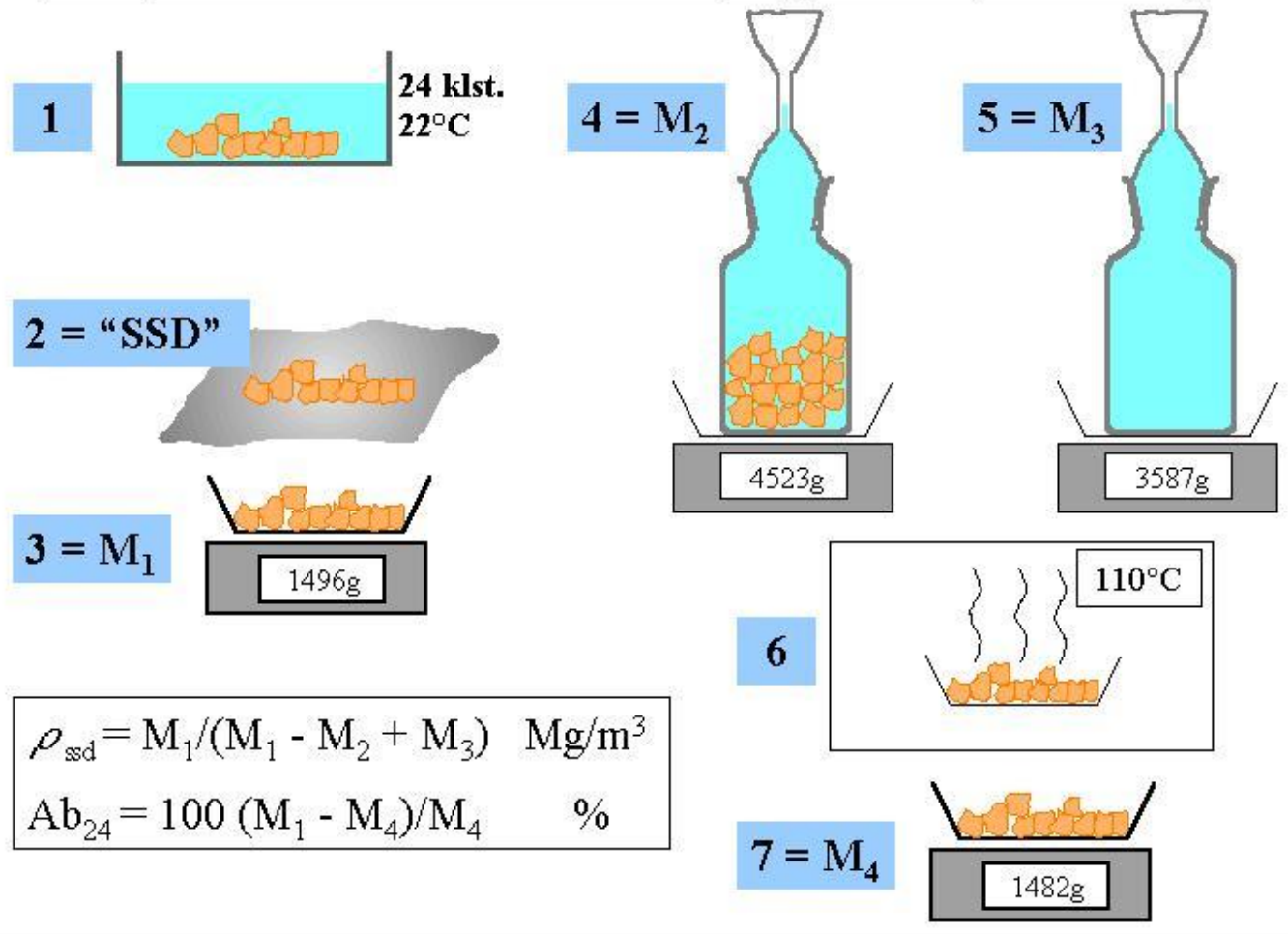


Tengsl LS stuðuls og PI stuðuls



Kornarúþyngd og mettvatn

CEN prófunaraðferðir: Kornarúþ. og mettv. (EN 1097-6).



SKÝRINGAR:

1. Sýnið vatnsmettað í 24 klst.
2. Tekið úr vatnsbaði og yfirborðsperrað (samt vatnsmettað)
3. Vigtað yfirborðspurt og vatnsmettað og þyngd skráð
4. Sett í pyknometer, fyllt að marki með vatni, vigtað og þyngd skráð
5. Pyknometer með vatni, en án sýnis vigtaður og þyngd skráð
6. Þurrkað við 110°C í 24 klst. eða þar til þyngdarbreyting er hverfandi
7. Vigtað og þyngd skráð með einum aukastaf

Kornarúmpyngd og mettvatn



Kornarúmpyngd: Sýni sett í pyknometer með þekkt rúmmál og vigtað í vatn

Mettivatn: Sýni tekið úr vatnsbaði og yfirborðsperrað borið saman við ofnþurrt sýni



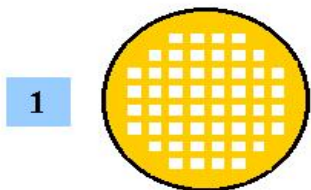
Kornalögun

- Lögun einstakra korna hefur áhrif á tæknilega eiginleika þeirra. Oft er lögun korna lýst með hugtökum svo sem teningslaga (kúbísk), hnöttótt, flöt, plötulaga, ílöng og staflaga. Til þess að fá samanburð á milli efna svo og töluleg gildi á lögun er nauðsynlegt að mæla hana á einhvern hátt.
- Lögun steina hefur áhrif á notkunarmöguleika þeirra. Brotstyrkur teningslaga korna er að öðru jöfnu meiri en styrkur flatra og ílangra korna. Einnig má nefna að stæðni óbundinnar malar er betri ef efni er teningslaga en ef það er flatt og ílangt. Algengt er að notuð séu vinnslutæki (brjótar) sem stuðla að teningslögun korna.



Kornalögun

CEN prófunaraðferðir: Kleyfnistuðull, FI (EN 933-3).



d/D	D/2
63,0/80,0	40,0
50,0/63,0	31,5
40,0/50,0	25,0
31,5/40,0	20,0
25,0/31,5	16,0
20,0/25,0	12,5
16,0/20,0	10,0
12,5/16,0	8,00
10,0/12,5	6,30
8,00/10,0	5,00
6,30/8,00	4,00
5,00/6,30	3,15
4,00/5,00	2,50

$$FI = \% < D/2$$

SKÝRINGAR:

1. Ákveðið kornastærðarbil sigtað á ferningssigtum, d/D
2. Sama kornastærðarbil sigtað á stafsigtum sem hefur bilið $D/2$ á milli rimla



Brothlutfall malar

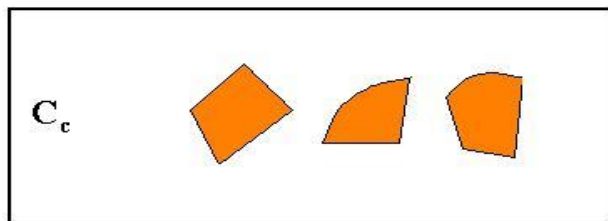
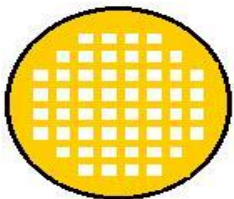
- Mæling á brothlutfalli gefur upplýsingar um hlutfall brotinna og óbrotinna korna í malarsýni sem greint er.
- Brothlutfall er ekki mælt á möluðu bergi þar sem það er allt brotið.
- Í brothlutfallsmælingu kemur fram hversu stór hluti einstakra korna hefur brotflöt.
- Brotfletir á kornum varna því að skrið eigi sér stað og eykur þar með t.d. stæðni.
- Almenn er mikilvægt að vegagerðarefni hafi nokkuð hátt hlutfall brotinna korna til þess að stuðla að viðunandi efniseiginleikum.



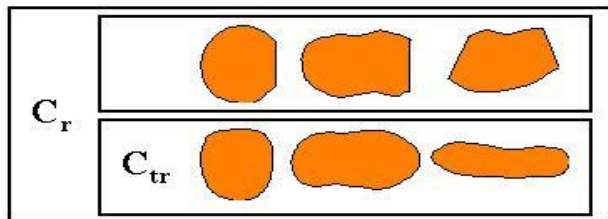
Brothlutfall

CEN prófunaraðferðir: Brothlutfall (EN 933-5).

1



2



SKÝRINGAR:

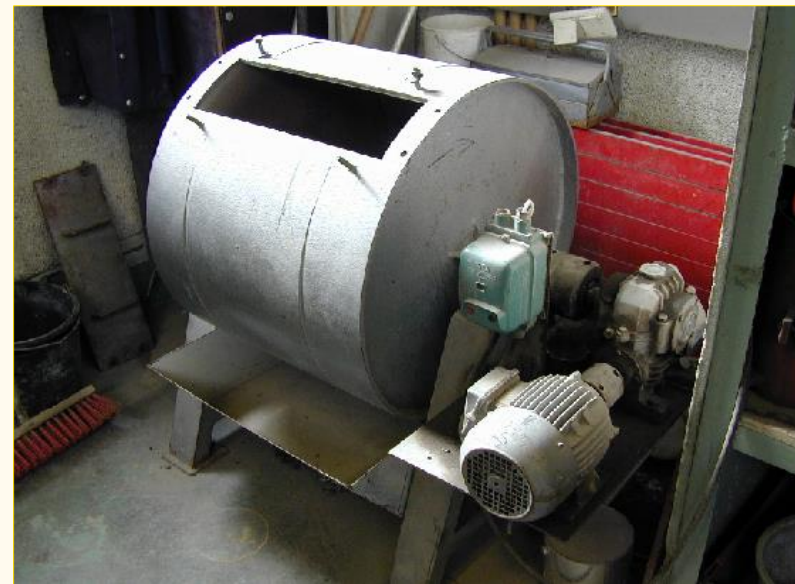
1. Sýnið er sigtað niður í ákveðið kornastærðarbil, d/D
2. Einstök korn eru skoðuð m.t.t. brotflata og metið hvort þau eru: a) alveg brotin, b) að meirihluta brotin, c) alveg rúnnuð og d) að meirihluta rúnnuð

Dæmi: ÁDU (klæðing)	Flokkun
< 200	$C_{50/30}$
200-1000	$C_{50/30}$
1000-2000	$C_{50/10}$
> 2000	$C_{90/1}$

Í töflunni þýðir $C_{X/Y}$ að X% af þunga efniskorna á að vera brotið að meirihluta eða að öllu leyti, en Y% má vera alnúið

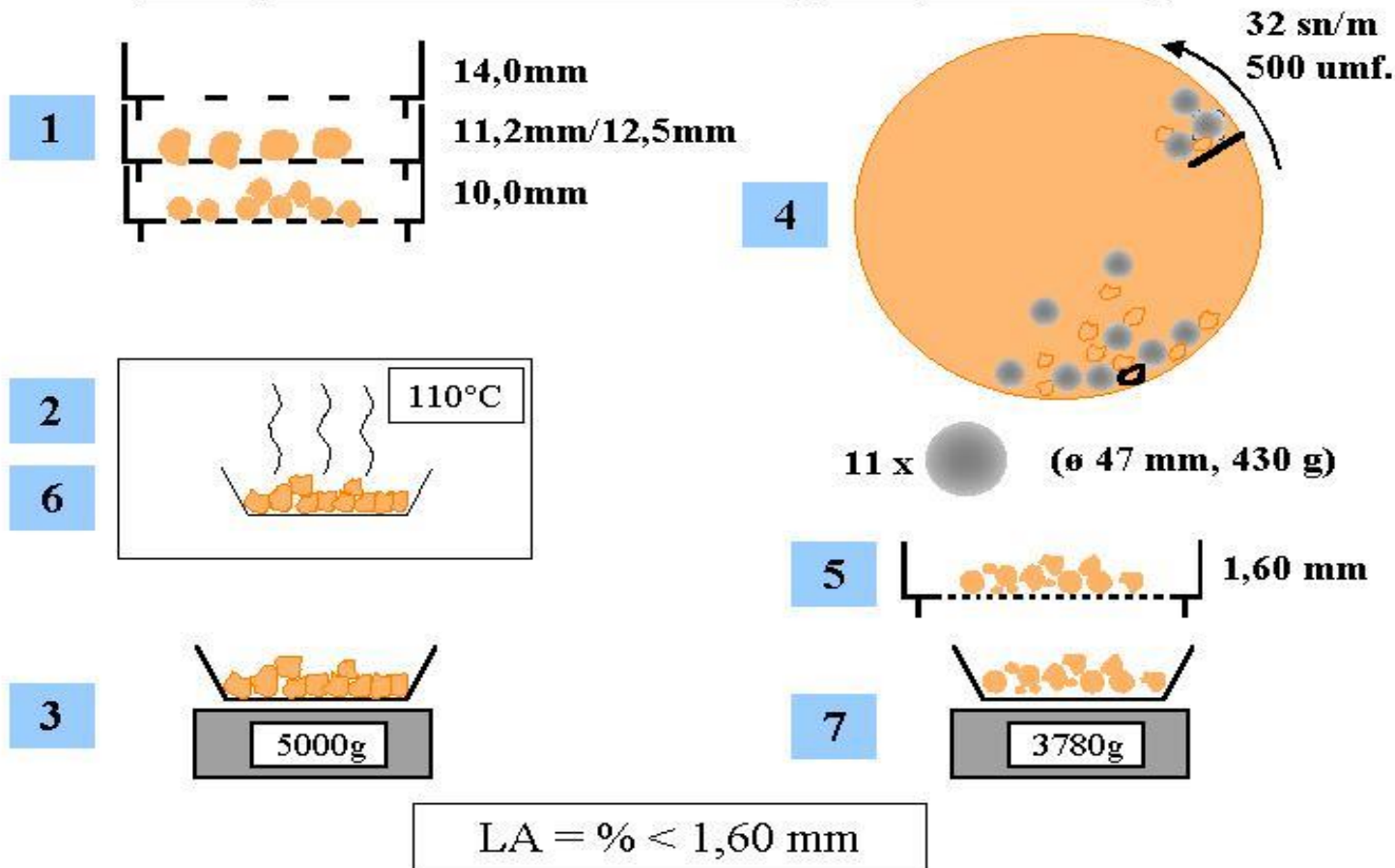
Brotstyrkur steinefnasýna, LA próf

- Styrkur korna er mikilvægur eiginleiki, enda getur álag á steinefni verið mikið, t.d. vegan völtunar og umferðar
- Ef styrkur steinefna er ekki nægilegur er hættu á að þau molni niður undan álagiu
- Ef bergið er mikið ummyndað myndast fínefni við niðurbrotið, sem getur gert efnið frostnæmt
- LA-prófið veldur höggáraun og er niðurstaða prófsins mæld sem hluti sýnis sem brotnar niður fyrir 1,6 mm möskvastærð



Styrkleiki steinefnis, Los Angeles próf

CEN prófunaraðferðir: Los Angeles (EN 1097-2).



SKÝRINGAR:

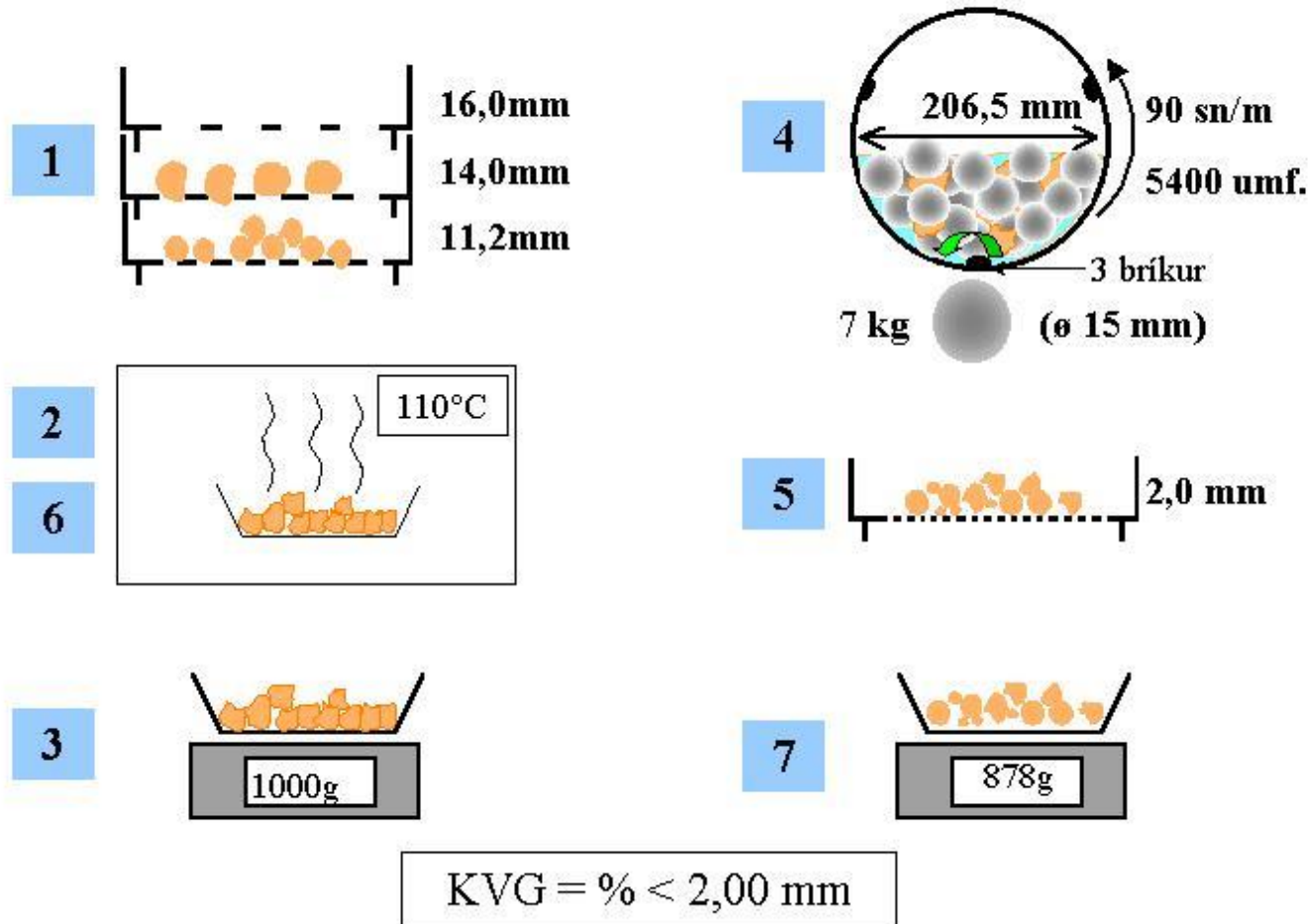
- 1 Sýnið flokkað á 10 og 14 mm sigti
- 2 Ofnþurrkað við 110°C
- 3 U.þ.b. 5000 g vigtuð nákvæmlega
- 4 Prófun í Los Angeles tromlu
- 5 Sigtað á 1,6 mm sigti
- 6 Það sem situr á sigtinu er ofnþurrkað
- 7 Vigtað og reiknað % < 1,6 mm

Slitpol steinefnis, kúlnakvarnarpróf

- Steinefni í klæðingu og malbik þurfa að vera slitpolin til þess að geta staðist áraun negldra hjólbarða, sérstaklega ef umferð er mikil.
- Slitpol er mælt í kúlnakvarnarprófi, en það mælir þol steinefnanna gagnvart núningsáraun, en Los Angeles prófið sem nefnt er hér að framan mælir þol þeirra gagnvart höggáraun.



CEN prófunaraðferðir: Kúlnakvörn (EN 1097-9).



SKÝRINGAR:

- 1 Sýnið flokkað á 11,2 og 16 mm sigti með 14 mm millisigti.
- 2 Ofnþurrkað við 110°C.
- 3 U.þ.b. 1000 g vigtuð nákvæmlega.
- 4 Prófað í kúlnakvörninni.
- 5 Votsigtað á 2 mm sigti.
- 6 Efni > 2 mm ofnþurrkað.
- 7 Vigtað og reiknað % < 2 mm.



Frostþol steinefnis í saltlausn

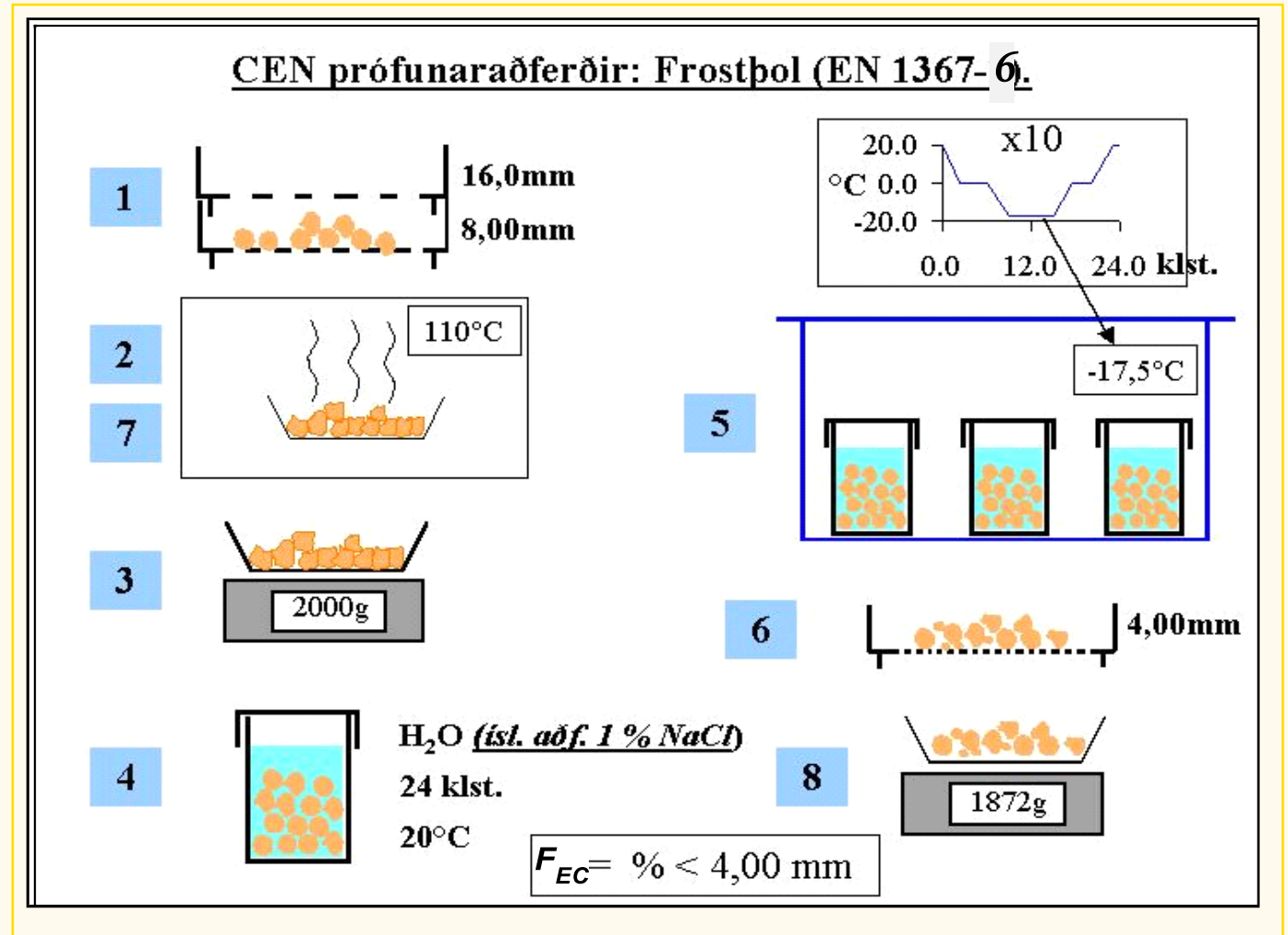
- Í sumum tilfellum getur verið nauðsynlegt að gera frostþolspróf á steinefnum sem ætluð eru til nota þar sem frost/þíðu áhrifa gætir
- Það á helst við ef berggreining bendir til ummyndunar, þannig að frostnæm fínefni geti myndast við niðurbrot efnisins
- Frostþolsprófi á steinefnum er fyrst og fremst ætlað að gefa upplýsingar um hæfi þeirra til þess að standast endurteknar frost/þíðu-sveiflur án þess að brotna niður

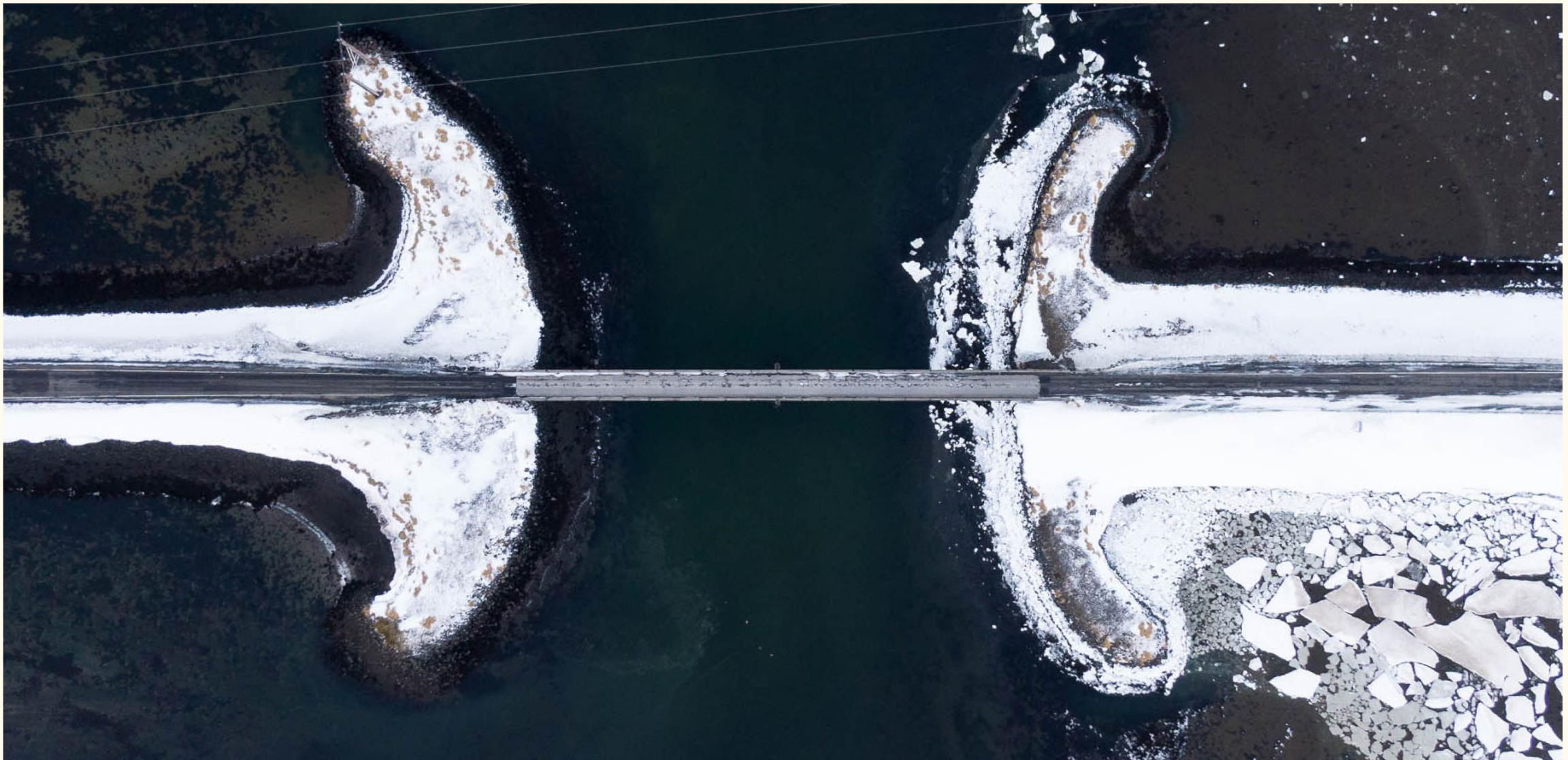


Frostþolspróf

SKÝRINGAR:

- 1 Sýnið flokkað á milli 8 og 16 mm sigta.
- 2 Ofnþurrkað við 110°C.
- 3 U.þ.b. 3 x 2000 g vigtuð nákvæmlega.
- 4 Sett í þrjár dósir með 1% NaCl í 24 klst.
- 5 Sýni verður fyrir 10 frost/þíðu sveiflum, +20/-17,5°C.
- 6 Sýni þvegið á 4 mm sigti.
- 7 Efni > 4 mm ofnþurrkað.
- 8 Vigtað og reiknað % < 4 mm.





Takk fyrir