



Námskeið um Efnisgæðarit Vegagerðarinnar, apríl 2023

Styrktarlag

Eiginleikar steinefna- samanburður við kröfur

Pétur Pétursson
Sérfræðingur á stoðdeild Vg



Kafli 4: Styrktarlag

- Hlutverk styrktarlags er ásamt burðarlagi, að dreifa umferðarálagi á undirbygginguna þannig að ekki komi fram formbreytingar á slitlaginu.
- Efnisgerðir eru bæði set og berg
- Oft óunnið efni en í vaxandi mæli malað í efra styrktarlag
- Settar eru fram skýrar “reynslukröfur” þar sem grunnkrafa er að efni sé frostfrítt



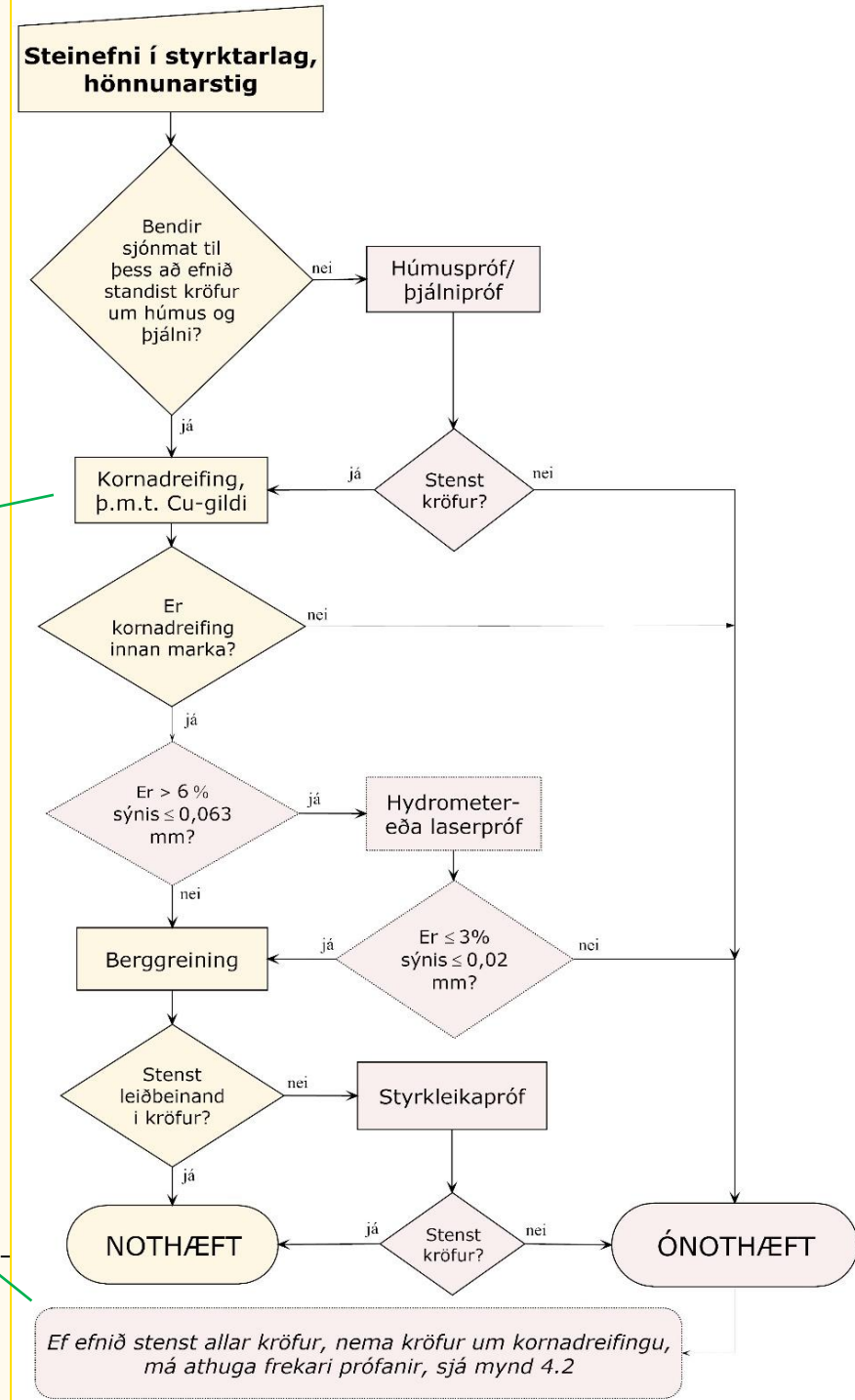
Rannsóknir á styrktarlagsefnum

- Styrktarlag þarf að vera frostþolið og stöðugt en meiri kröfur eru gerðar til efra styrktarlags
- Kröfur aukast með aukinni umferð þungra bíla
- Flæðirit fyrir rannsóknir gilda um efra styrktarlag
- Kröfur til kornadreifingar miðast við rannsóknir í námu
- Vinnsla á styrktarlagsefni (efri hluta) fer vaxandi m.a. vegna aukinnar notkunar sprengds bergs
- Notkun á hraunkarga, bólstrabergi, gjalli og skriðuefnum fer minnkandi vegna umhverfissjónarmiða

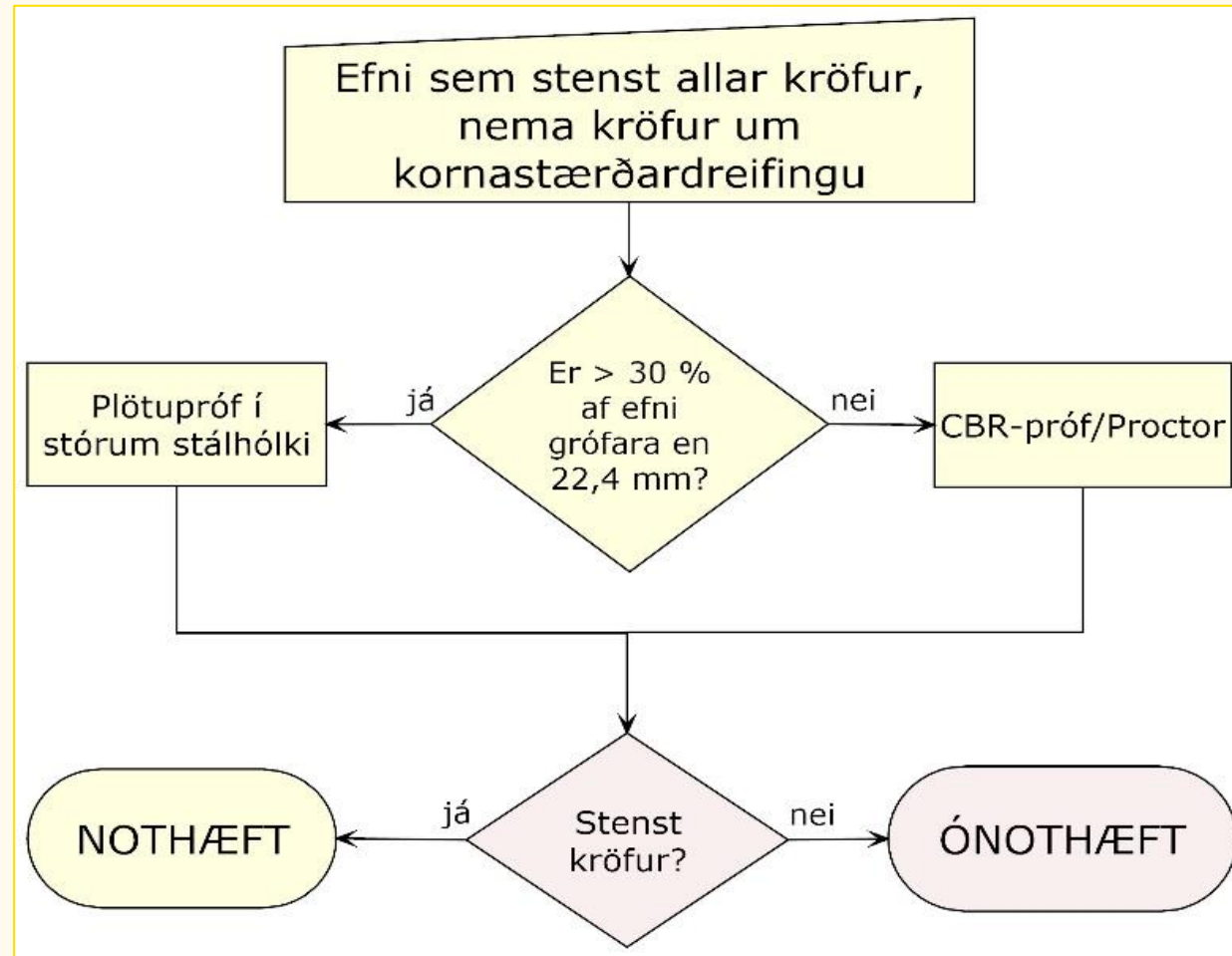
Flæðirit fyrir mat á steinefni til notkunar í styrktarlag á hönnunarstigi

Cu gildi, magn fínefna, sandhlutfall

Dæmi: grjótrík skriðuefni með hagstæða kornalögun getur haft hátt burðarþol en hætta á frostlyftingu



Flæðirit fyrir burðarþolspróf á efni í Styrktarlag



Lágmarksfjöldi prófsýna á styrktarlagsefni á hönnunarstigi

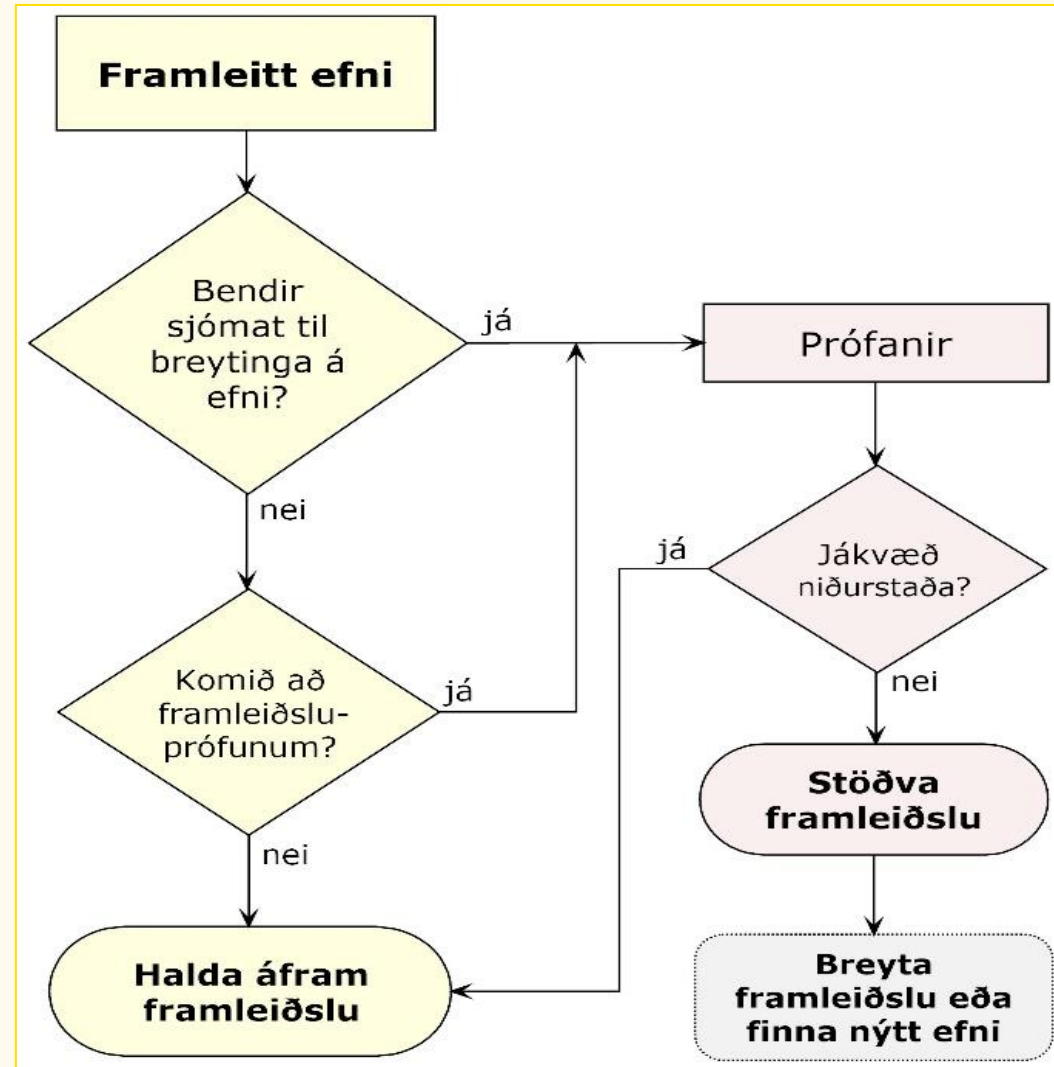
Við forrannsóknir, þegar valið er á milli náma, þarf að meta það sérstaklega hversu mörg próf þarf að framkvæma.

Efnismagn, þús. m ³	Þjálmi/húmus (sjónmat*)	Kornadreifing	Berggreining	Styrkur (Bg/LA)**
0-10	2-4	2-4	1	(1)
10-30	4-6	4-6	1	(1)
30-60	6-10	6-10	1-2	(1-2)

* Ef sjónmat bendir til að efni geti verið þjálmt eða með lífræn óhreinindi þarf að prófa efnið

** Ekki er gert ráð fyrir að gera styrkleikapróf nema gæðaflokkun berggreiningar gefi tilefni til

Flæðirit fyrir prófun styrktarlagsefna á framleiðslustigi



Lágmarkstíðni prófa á styrktarlagsefni á framleiðslustigi

Próf/umferðarflokkur ADU_p	≥ 400	≥ 100	≥ 10	< 10
Kornadreifing				
Húmus (sjónmat)	3000	4000	5000	5000
Þjálmi (sjónmat)				
Berggreining	15000	15000	15000	-
Styrkleikapróf*	-	-	-	-

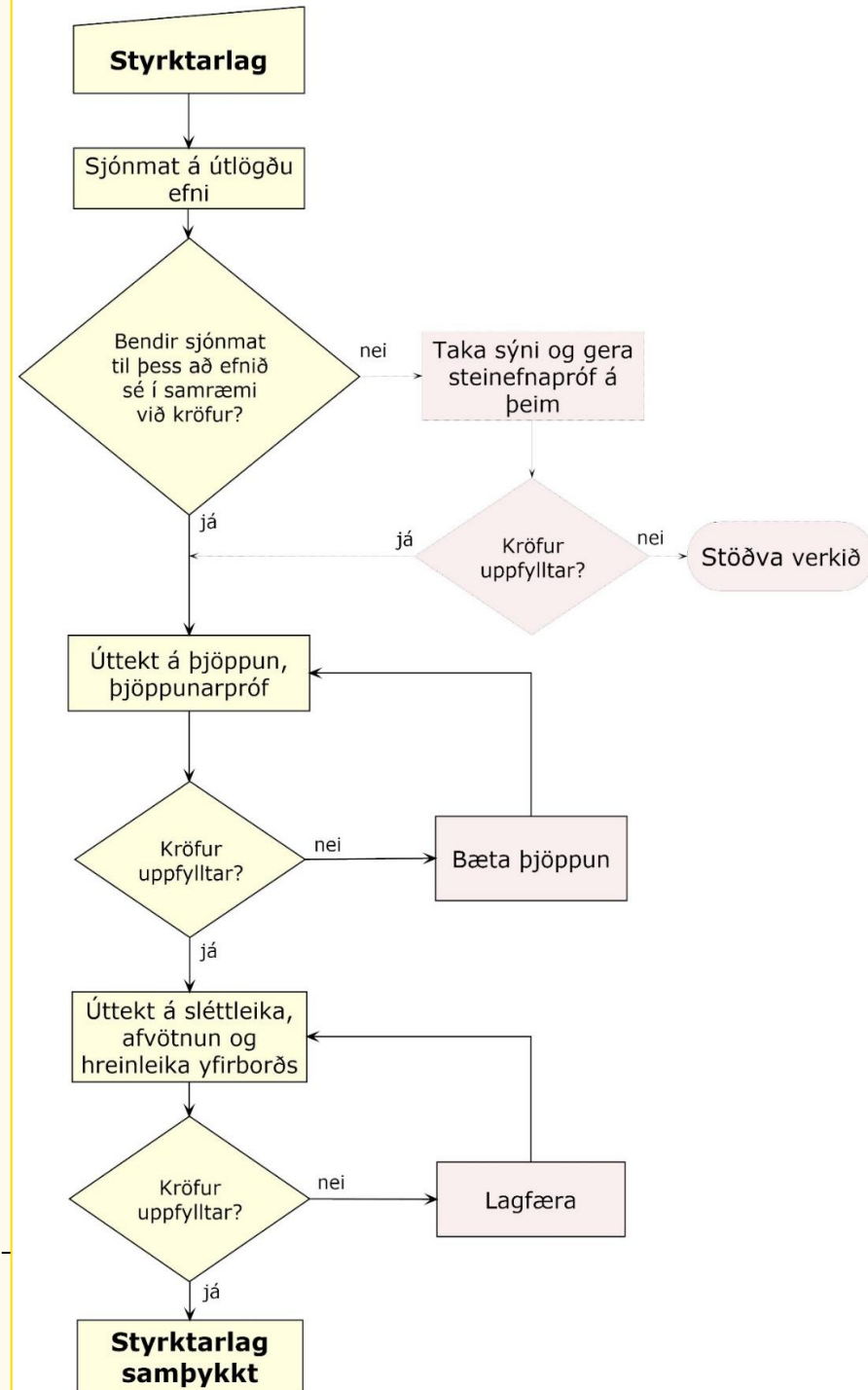
Gera skal eitt próf fyrir það magn sem tilgreint er í töflunni (rúmmetrar).

Til dæmis ein kornadreifing fyrir hverja 4000 m³ ef fjöldi þungra ökutækja er áætlaður $\geq 100 \text{ ADU}_p$. Auka þarf tíðni prófana ef prófanir á hönnunarstigi voru ekki gerðar í samræmi við leiðbeiningar.

**Ef steinefni stenst ekki leiðbeinandi kröfur um gerð og magn 3. flokks efnis samkvæmt berggreiningu getur það kallað á að einnig sé gert styrkleikapróf á framleiðslustigi.*

Flæðirit fyrir prófanir og mælingar við gerð styrktarlags

Ef vel var staðið að rannsóknum á hönnunarstigi og framleiðslustigi ættu efnisrannsóknir á framkvæmdastigi úti í vegi einungis að vera nauðsynlegar í undantekningatilfellum



Gæðaeftirlit og frávik

- Kröfur til efnisgæða miðast við áætlaðan fjölda þungra bíla (ÁDU_p) á opnunarári vegarins
- Sú grundvallarkrafa er gerð til styrktarlagsefnis að það sé frostfrítt og laust við frostlyftingar
- Eitt sýni af hverjum fimm (20%) má víkja frá gildandi kröfu en þó má ekkert frávik vera meira en 10% af tölugildi kröfuflokksins í átt til lakari efnisgæða
- 90% mælinga á kornadreifingu skulu liggja innan marka sem framleiðandi lýsir yfir um yfir- og undirstærðir og fínefnaflokk
- Verktaki skal tryggja að gæði steinefna og verkgæði séu skráð með fullnægjandi hætti

Kröfur til kornadreifingar styrktarlags (oft ekki settar fram markalínur)

- Val á stærðarflokki t.d. 0/90 mm
- Kröfur um hámarks magn fínefna ($<0,063$ mm og $<0,02$ mm)
- Kröfur um grófleikatölu (Cu)
- Kröfur um sandhlutfall
- Kröfur um stærstu steina
- Kröfuflokkur, undir-, yfir- og millistærðir



Algengir stærðarflokkar (d/D) efnis sem unnið er í styrktarlag

Óflokkað efni, mm	Flokkað efni, mm
0/45	
0/63	
0/90	22/90*
0/125	22/125*
0/180	22/180*

**Stærðarflokkar sem geta hentað vel fyrir sprengt og flokkað grjót þar sem fínefnaríkur millimassi hefur verið flokkaður frá*

D'_{98} mest 250 mm og 2/3 lagþykktar. Efri flokkunarstærð (D) ekki meiri en hálf lagþykkt og ekki meiri en 150 mm í efra styrktarlag.

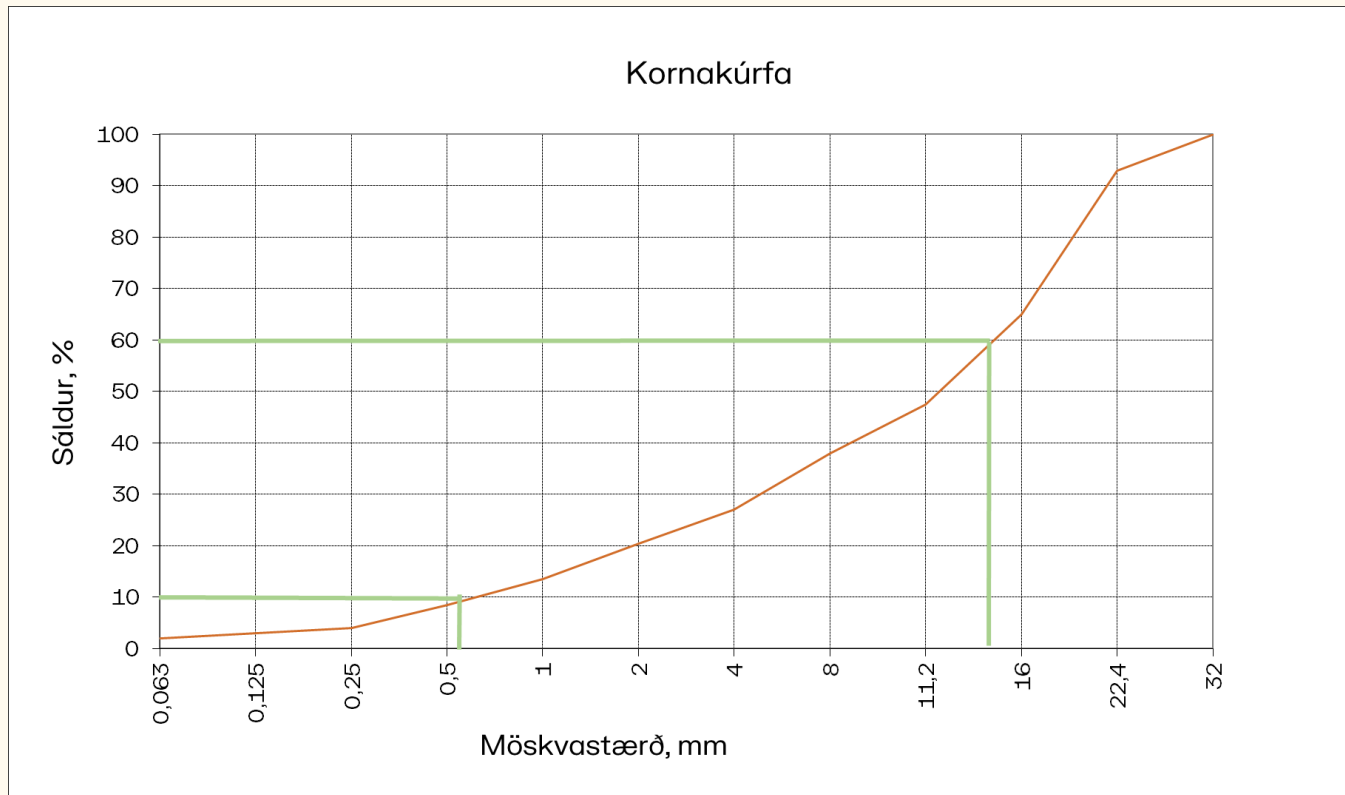
Kröfur um kornadreifingu styrktarlagsefnis

Grófleikatala, Cu (= D_{60}/D_{10}) [*]	Fjöldi þungra ökutækja	
	$\text{ÁDU}_p \geq 10$	$\text{ÁDU}_p < 10$
Efri hluti styrktarlags	$Cu \geq 15$	$Cu \geq 10$
Neðri hluti styrktarlags	$Cu \geq 5$	

** $Cu = D_{60}/D_{10}$, þar sem D_{60} er sú steinastærð sem 60% af efninu smýgur og D_{10} er sú steinastærð sem 10% af efninu smýgur*

- Auk þess gildir um efra styrktarlag að hlutfall efnis minna en 4 mm má ekki vera meira en 45%. Einnig eru gerðar sérstakar kröfur m.a. um undir- og yfirstærðir.
- Fínefnainnihald miðast við flokk UF₇, þ.e. að fínefni minna en 0,063 mm skal ekki vera meira en 7%. Miðað er við efni í námu í flokki 0/63 mm. Fínefni < 0,02 mm skal þó vera minna en 3% (einungis prófað ef > 6% er ≤ 0,063).
- Krafan er UF₁₂ fyrir sprengt berg (steinn í stein) miðað við efni í flokki 0/63
- Stærstu steinar (D'_{98}) í styrktarlagi skulu ekki vera stærri en 250 mm. Í efra styrktarlagi skal efri flokkunarstærð efnis ekki vera meiri en 150 mm eða ekki meiri en hálf lagþykkt, en síðarnefnda krafan gildir einnig í neðri hlutanum.

Dæmi um Cu stuðla



$$Cu = D_{60} / D_{10}$$

$$Cu = 14 / 0,6 = \mathbf{23}$$

Kröfur til kornadreifingar styrktarlags

- Val á stærðarflokki
- Kröfur um hámarksmagn fínefna ($<0,063$ mm og $<0,02$ mm)
- Kröfur um grófleikatölu (Cu)
- Kröfur um sandhlutfall (<4 mm)
- Kröfur um stærstu steina
- Kröfuflokkur, undir- og yfirstærðir

Aðrar kröfur sem gerðar eru til styrktarlagsefna

Lífræn efni og þjálni í styrktarlagi

- Efni sem nota á í styrktarlag (efri og neðri hluta) skal vera laust við lífræn óhreinindi (sjónmat - kröfur samkvæmt staðallaun í NaOH prófi)
- Efni sem nota á í styrktarlag (efri og neðri hluta) má ekki flokkast sem þjálnt efni (sjónmat – þjálnipróf)
- Ef fínefni (þ.e. efni minna en 0,063 mm) er minna en 3% er ekki ástæða til að gera þjálnipróf

Leiðbeinandi kröfur fyrir styrktarlag um leyfilegt magn í gæðaflokkum við berggreiningu

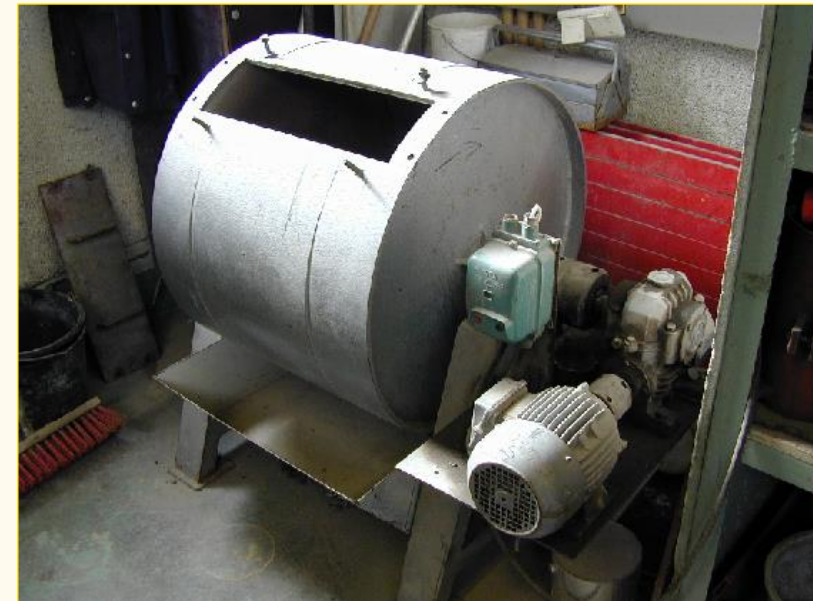


	Hluti sýnis (%) í 3. gæðaflokki samkvæmt berggreiningu	
Fjöldi þungra ökutækja, ÁDU _p	Mjög ummyndað efni*	Ferskt, finblöðrótt efni*
≥ 400	≤ 10	≤ 25
≥ 100	≤ 15	≤ 30
≥ 10	≤ 20	≤ 35
< 10	≤ 25	≤ 40

**Þar sem mjög ummynduð bergbrigði eru talin mun óæskilegri fyrir styrktarlag en ferskt, sérstaklega við niðurbrot, eru gerðar minni kröfur til ferskra efna en ummyndaðra*

Kröfur til styrkleika styrktarlagsefna

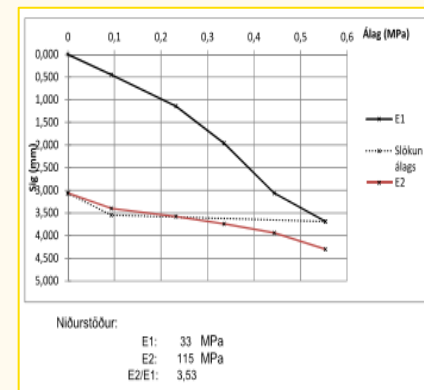
	LA flokkun skv. ÍST EN 13242	
Fjöldi þungra ökutækja, ÁDU _p	Ef 3. flokks efni er mjög ummyndað	Ef 3. flokks efni er ferskt og fínblöðrótt
≥400	LA ₂₀	LA ₃₅
≥100	LA ₂₅	LA ₄₀
≥10	LA ₃₀	LA ₄₀
<10	LA ₃₅	LA ₅₀



Los Angeles tromla

Kröfur um þjöppun í vegi

- Talning umferða valta
- Þjöppumælir á valta
- Plötupróf, burðarþol E2 = 140, 130, 120 MPa
- Plötupróf, þjöppun $E2/E1 = 2,5, 3,0, 3,5$
- Sandkeilupróf
- Geisla mæling / rafsegulmæling
- Hæðarmælingar



Kröfur um burðarþol styrktarlags

Kröfur til CBR-gilda (byggðar á Standard Proctor þjöppun)

(Ekki ætlað fyrir grófara efni en 22,4 mm)

Styrktarlag	CBR
<i>Efri hluti</i>	> 40%
<i>Neðri hluti</i>	> 20%



CBR próf

Takk fyrir

