

Námskeið um Efnisgæðaritið

Haldið sem fjarfundur í „Teams“ föstudaginn 23. október 2020

- 09:30-10:30 Fylling og styrktarlag (Gunnar Bjarnason (GBj))
- 10:30-10:45 Kaffihlé
- 10:45-11:30 Burðarlag (GBj)
- 11:30-12:15 Sýnataka og prófunaraðferðir - eiginleikar steinefna, samanburður við kröfur. (Pétur Pétursson (PP))
- 12:15-13:15 Matarhlé
- 13:15-14:00 Malbik (PP)
- 14:00-14:45 Klæðing (PP)
- 14:45-15:15 Malarslitlag (GBj)
- 15:15-15:30 Kaffihlé
- 15:30-16:15 Steinsteypa (PP og GBj)
- 16:15-16:45 Gagnakerfi Vegagerðarinnar - námukerfi, rannsóknakerfi, jarðtæknikerfi, námur.is, namur.vegagerdin.is, vegordasafn.vegagerdin.is (GBj)
- 16:45-17:00 Umræður

Jarðfræðirannsóknir og Jarðtæknirannsóknir við hönnun, framleiðslu og framkvæmd

- Efnisleit, námurannsóknir jarðvegs- og berggrunnskönnun
- Steinefnarannsóknir og jarðefnarannsóknir
- Jarðtæknirannsóknir á undirstöðu vega-, brúa- og hafnarmannvirkja
- Jarðfræðirannsóknir vegna jarðganga og umhverfismats
- Umsjón gagnagrunna um námur, steinefnarannsóknir og jarðtækni
- Vefsíður namur.vegagerdin.is, namur.is, vegordasafn.vegagerdin.is, kortasjár
- Umsjón með námufrágangi

Jarðfræðirannsóknir og Jarðtæknirannsóknir við hönnun, framleiðslu og framkvæmd

- Burðarþolshönnun vega og jarðtæknileg hönnun vegfyllinga
- Burðarþolsmælingar m.a. með falllóði
- Boranir með borvagni – CPT mælingar, sigmælitæki, höggbor (borrobor)
- Mælingar á vegum með veggreini m.a. jarðsjármælingar
- Rekstur rannsóknarstofa Vegagerðarinnar.
- Leiðbeiningar og handbækur m.a. Efnisgæðaritið og námskeiðshald
- Þátttaka í gerð evrópustaðla og íslenskra fylgistaðla
- Þátttaka í rannsóknarverkefnum



Efnisgæðaritið

Efnisrannsóknir og efniskröfur

Leiðbeiningar við hönnun, framleiðslu og framkvæmd

23. október 2020

Gunnar Bjarnason Jarðefnadeild

Efnisrannsóknir og efniskröfur

Leiðbeiningar við hönnun, framleiðslu og framkvæmd

- Ritstjóri Gunnar Bjarnason
- Ritari Pétur Pétursson
- Vefslóð: <http://www.vegagerdin.is/upplýsingar-og-utgafa/leidbeiningar-og-stadlar/efnisrannsoknir/>
- Ritið er nú birt bæði á pdf og docx formi. Hægt er að sækja í „word“ skjölin myndir og markalínur til birtingar í útboðsgögnum.
- Á sömu vefslóð eru handbækur og skýrslur um efnismál
- Leiðbeiningar um gerð útboðsgagna (Alverk) eru á vefslóðinni <http://www.vegagerdin.is/upplýsingar-og-utgafa/leidbeiningar-og-stadlar/alverk/>



Efnisgæðaritið - Efnisrannsóknir og efniskröfur -

Leiðbeiningar við hönnun, framleiðslu og framkvæmd

Kaflí 1	Formáli
Kaflí 2	Inngangur
Kaflí 3	Fylling
Kaflí 4	Styrktarlag
Kaflí 5	Burðarlag
Kaflí 6	Slitlag
Kaflí 7	Steinsteypa

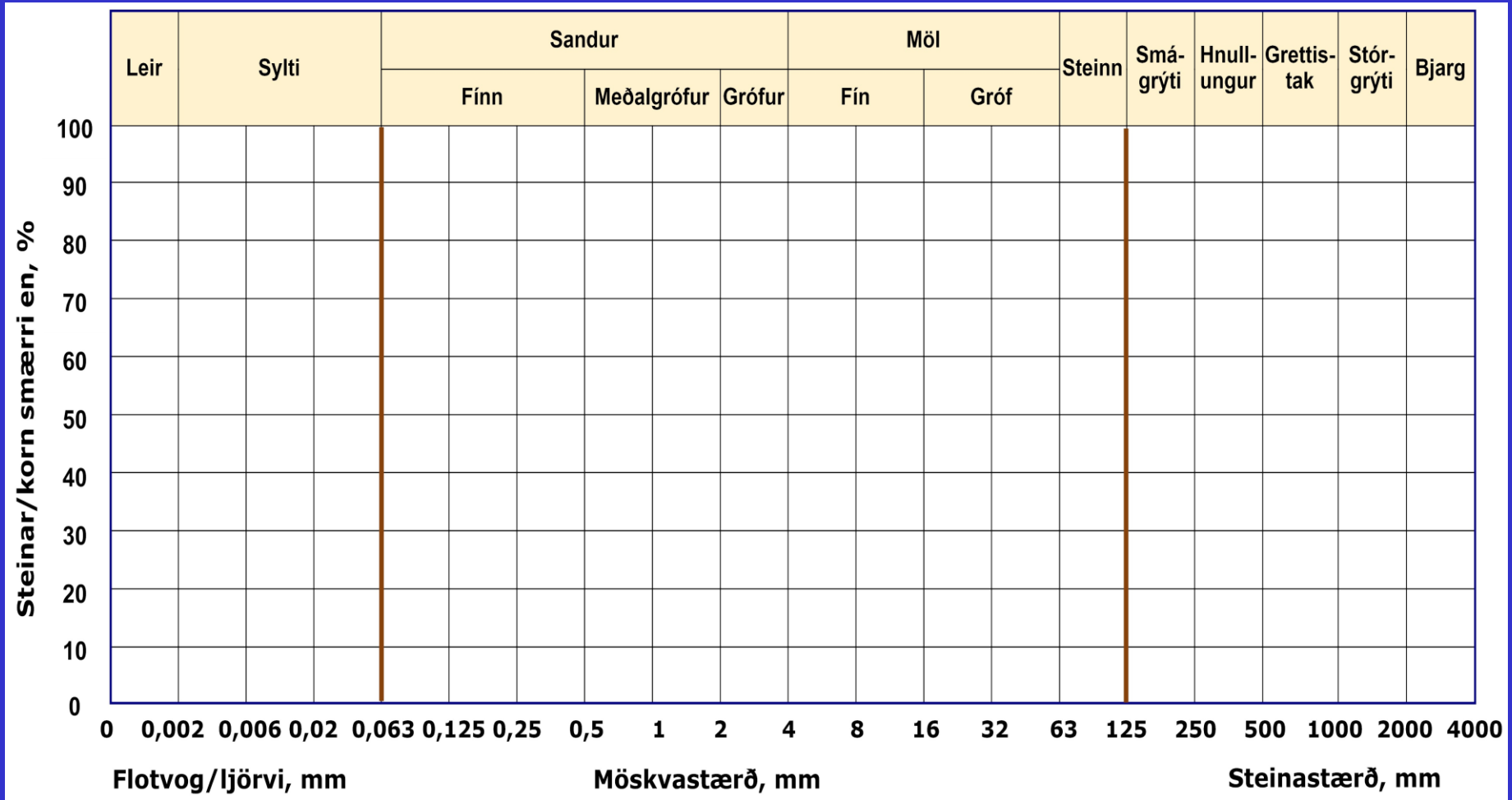
Viðauki 1	Lýsing á prófunaraðferðum
Viðauki 2	Efnisgerðir við vega- og gatnagerð
Viðauki 3	Jarðmyndanir – byggingarefni við vegagerð
Viðauki 4	Gerðarprófanir, framleiðslueftirlit og frávíkskröfur
Viðauki 5	Sýnataka
Viðauki 6	Vinnsluaðferðir
Viðauki 7	Orðalisti – skilgreiningar og skýringar
Viðauki 8	Ýtarefni um malbik
Viðauki 9	Samanburður á eiginleikum steinefna og kröfum
Viðauki 10	Berggreining og gæðaflokkun

Ýmis umfjöllunarefni í inngangi

- Uppbygging veghlots, ágríp af síukröfum
- Steinefnanotkun í vegagerð
- Val á efnistöðum
- Evrópustaðlar og íslenskir fylgistaðlar
- Stærðarflokkun steinefna
- Sandur undir hellur, götusteina, við rör og jarðstrengi og einnig hálkuvarnarsandur.
- Eftirlit með framkvæmdum

Stærðarflokkun steinefna

Mynd til að birta sáldurgreiningar (kornastærðargreiningar)



Samræmd kaflaskipting

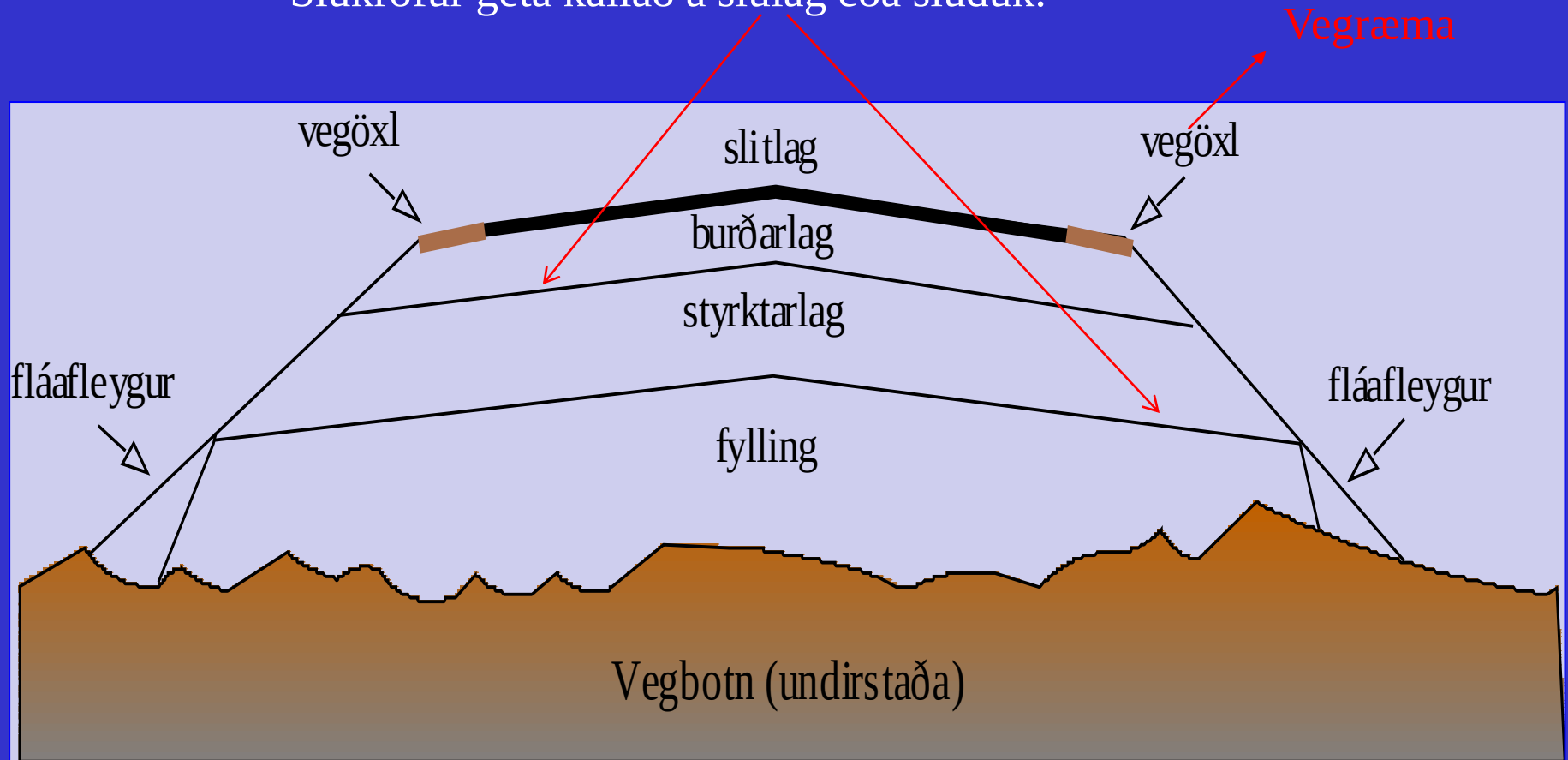
Dæmi kafli 5, Burðarlag

5	Burðarlag.....	5-1
5.1	<i>Hlutverk, eiginleikar og efnisgerðir.....</i>	<i>5-1</i>
5.2	<i>Próf við hönnun.....</i>	<i>5-4</i>
5.2.1	Verkferlar.....	5-4
5.2.2	Steinefnapróf.....	5-10
5.2.3	Próf á efnismassa	5-13
5.2.4	Fjöldi prófa við hönnun	5-14
5.3	<i>Próf við framleiðslu</i>	<i>5-15</i>
5.3.1	Verkferlar.....	5-15
5.3.2	Steinefnapróf.....	5-16
5.3.3	Próf á efnismassa	5-16
5.3.4	Tíðni prófa við framleiðslu	5-17
5.4	<i>Próf og mælingar við framkvæmd.....</i>	<i>5-18</i>
5.4.1	Verkferlar.....	5-18
5.4.2	Steinefnapróf.....	5-19
5.4.3	Próf og mælingar.....	5-20
5.4.4	Tíðni prófa við framkvæmd	5-22
5.5	<i>Kröfur.....</i>	<i>5-24</i>
5.5.1	Kröfur til steinefna	5-25
5.5.2	Kröfur til efnismassa	5-41
5.5.3	Kröfur við framkvæmd	5-42

Á námskeiðinu er ekki fjallað um
kröfur við framkvæmd svo sem
þjöppun, sléttleika og frávík
yfirborðs

Lagskipting veghlotsins

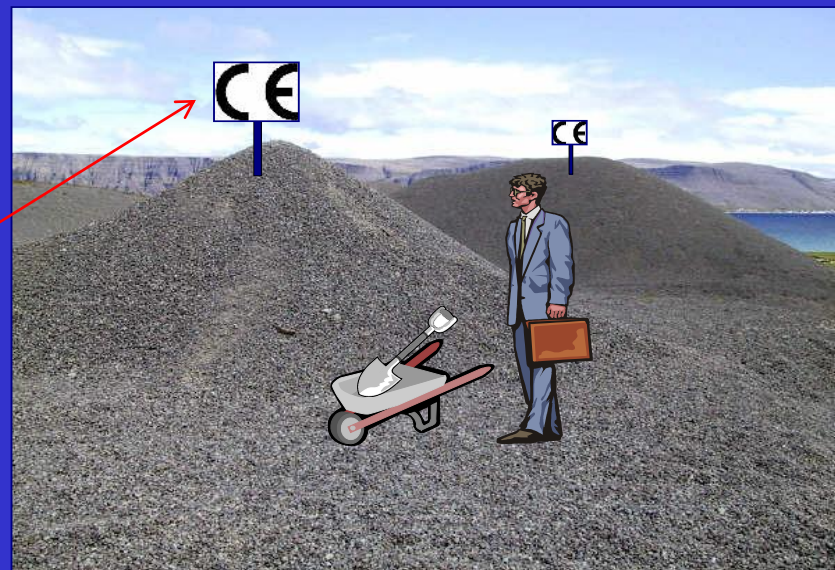
Kornadreifing þannig að fínefni gangi ekki inn í grófara efni
Síukröfur geta kallað á síulag eða síudúk.



Áfangaskipting rannsókna

- **Forhönnun** (umfang rannsókna metið hverju sinni)
 - val á námum, tillaga að matsáætlun, frummatsskýrsla matsskýrsla, framkvæmdaleyfi ([sjá namur.is](http://sjá.namur.is))
- **Verkhönnun** (lokið við hönnunarrannsóknir)
 - útboðsgögn
- **Framleiðsla steinefna**
- **Framkvæmd**

Leiðbeiningarnar uppfylla Evrópustaðla
CEN/TC 154 Steinefni
CEN/TC 227 Vegagerðarefni
Fylgistaðlar ÍST 75, malbik og ÍST 76,
steinefni – ákvæði um prófanir, tíðni og
eftirlitskerfi, (PP, GBj, Arngrímur Blöndahl)



Efnisrannsóknir á hönnunarstigi

- Fylling
- Styrktarlag (~~neðra burðarlag~~)
 - neðra styrktarlag sem áður var nefnt ~~neðri hluti~~
neðra burðarlags
 - efra styrktarlag
- Burðarlag (~~efra burðarlag~~)
 - neðra burðarlag
 - efra burðarlag

Flokkun prófunaraðferða

- Með steinefnaprófunum er lagt mat á gæði efnis út frá kornadreifingu og grunneiginleikum korna
 - Kornastærðardreifing (kk, magn fínefna (hydrometer, laser))
 - Berggerð og ásýnd bergs (berggreining, kornalögun, brothlutfall)
 - Berggæði (styrkur, veðrunarþol, slitþol)
 - Eiginleikar fínefna (húmus, þjálmi)
 - Ástand efnis (rakastig, hitastig)

Flokkun prófunaraðferða

- Með massaprófunum er lagt mat á burðarþol efnisheildarinnar og þjöppunareiginleika hennar, sem eru eiginleikar sem eru háðir grunneiginleikum
 - Þjöppunareiginleikar (Proctorpróf)
 - Burðarþol - skerstyrkur (CBR, þríasapróf, plötupróf í stórum stálhólki, kónpróf)
 - Mælingar á bundnum (festum) efnum (kleyfnibrotþol á bikkbundnum, þrýstibrotþol á sementsbundnum)

Fyllingarefni

- Undirstaða undir berandi hluta veghlotsins
- Efnisgerðirnar set, storkuberg og endurunnin efni eru notaðar í fyllingar
- Algengar setgerðir í fyllingum eru t.d sandur, möl, skriðuefni og jökulruðningur
- Algengt er að sprengt berg, til dæmis úr skeringum, sé notað sem fyllingarefni

Rannsóknir á fyllingarefnum

- Grunnkröfur til fyllingarefna eru takmarkaðar og eru kröfur háðar aðstæðum á hverjum stað.
- Framkvæma þarf mismiklar rannsóknir eftir efnisgerð og aðstæðum.
- Jarðtæknileg hönnun sker úr um hvort og með hvaða hætti efnið nýtist til viðkomandi vegagerðar
- Besta efnið er nýtt þar sem áraunin er mest
- Ysti hluti fyllingar utan fyllingarfláa, fláafleygur, má vera úr lakara efni

Rannsóknir á fyllingarefnum

- Heildarkostnaður við fyllingar er oft mikill vegna mikils magns
- Hönnun fyllinga er oft flóknasti hluti hönnunar
- Gæði fyllingar mikilvæg í burðarþolshönnun
- Það er því rangt að tala af óvirðingu um fyllingarefni með því að segja “**bara fyllingarefni**” og undirbúa verkið eins og fyllingar muni koma af sjálfu sér
- Ekki nýta hágæðaefni í fyllingar nema að þörf sé á slíkum efnum vegna aðstæðna við veginn

Samband kornadreifingar og frostflokkunar

Frostbrigð / Frostflokkur	Hlutfall af efni < 22,4 mm		
	Hlutfall efnis %		
	< 2 μ m (< 0,002 mm)	< 20 μ m (< 0,02 mm)	< 200 μ m (< 0,2 mm)
Ekki frostbrigt (frostnæmt) F1		< 3	
Lítilllega frostbrigt F2		3 – 12	
Meðal frostbrigt F3	(> 40)	> 12	< 50
Mikið frostbrigt F4	< 40	> 12	> 50

Frostbrigð: 1) hneigð jarðefnis (bergmols) til að mynda íslinsur 2) mælikvarði á hvort og hversu frostbrigt/frostnæmt jarðefni er. Frostbrigt jarðefni: jarðefni sem dregur vatn upp í frosna hlutann og missir burðarþol þegar ísinn þiðnar

Rannsóknir á fyllingarefnum á hönnunarstigi

Frostflokkar	F1	F1/F2	F2	F3	F4
Gerð efnis Halli veg- botns, veghæð	Storkuberg (sprengt berg, grjót)	Set (möl, sandur)	Set (möl,sandur jökulruðn., skriðuefni)	Set (jökulruðn., skriðuefni)	Set (sylti, leir)
Halli vegbotns < 1:3 lág fylling	Berggerð (sjónmat)	Kornadreifing, berggreining.	Kornadreifing, raki, standard proctor	Kornadreifing, hydrometer, raki, standard proctor	Kornadreifing, hydrometer, raki, standard proctor, þjálmi, kónpróf
Halli vegbotns < 1:3 há fylling (>5-10 m)	Berggerð (sjónmat)	Kornadreifing, berggreining.	Kornadreifing, raki, standard proctor	Kornadreifing, hydrometer, þjálmi, raki, standard proctor, þrías (stæðni)	Kornadreifing, hydrometer, raki, standard proctor, þjálmi, þrías, kónpróf.
Halli vegbotns > 1:3 lág fylling	Berggerð (sjónmat)	Kornadreifing, berggreining.	Kornadreifing, raki, standard proctor	Kornadreifing, hydrometer, þjálmi, raki, standard proctor, þrías	Kornadreifing, hydrometer, raki, standard proctor, þjálmi, þrías, kónpróf.
Halli vegbotns > 1:3 há fylling (>5-10 m)	Berggerð (sjónmat)	Kornadreifing, berggreining.	Kornadreifing, raki, standard proctor	Kornadreifing, hydrometer, raki, standard proctor, þjálmi, berggreining, LA-gildi, þrías	Kornadreifing, hydrometer, raki, standard proctor, þjálmi, þrías, Kónpróf (skúfstyrkur).

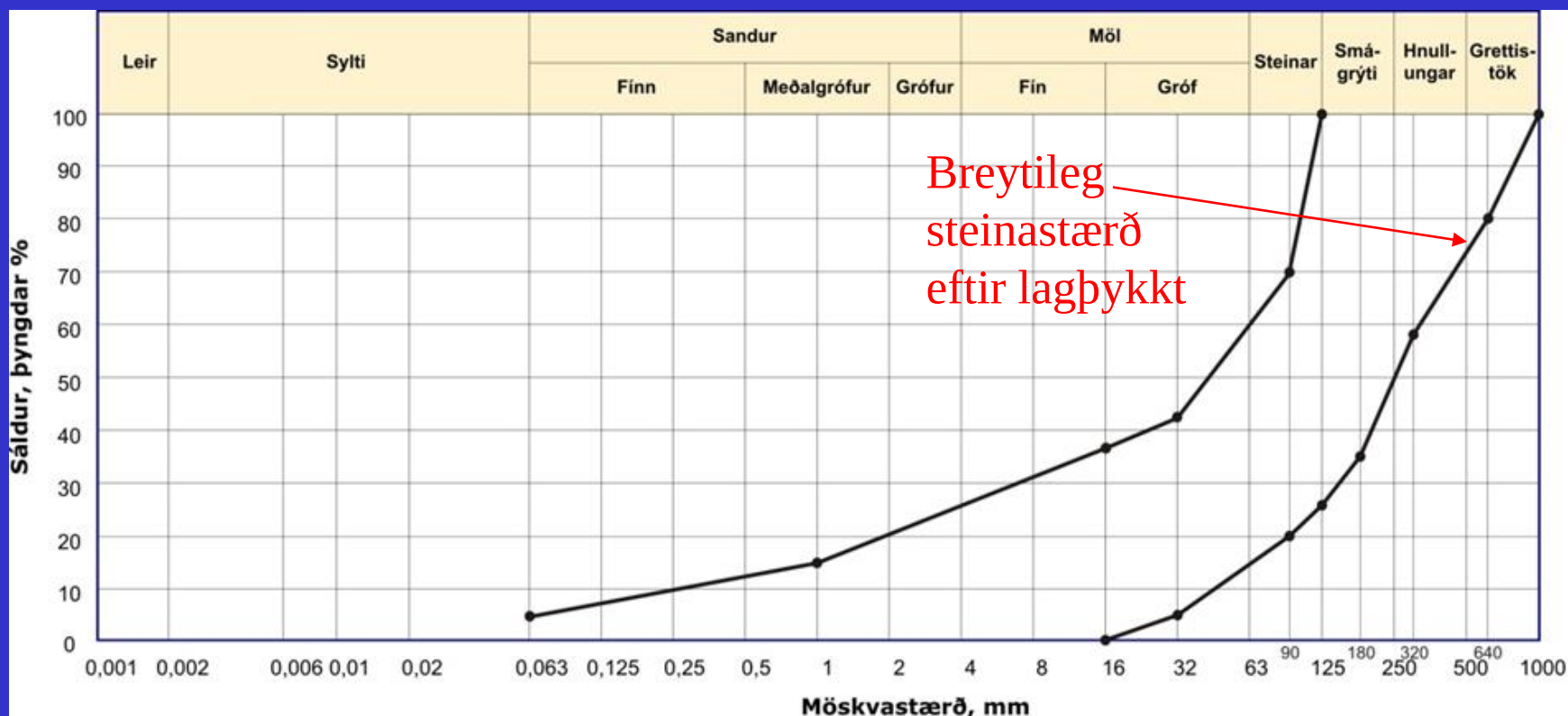
Kröfur til fyllingarefna

- Magn lífrænna efna sé ekki meira en 3% af þyngd alls efnisins, mælt með glæðitapsprófi
- Ekki frosið í köggla eða blandað ís eða snjó
- Mesta steinastærð (D'98) minni en 2/3 lagþykktar
- Ef valið stendur á milli nokkurra efna til að nota í fyllingu, ætti að jafnaði að nota burðarmesta efnið og einnig skal nota hæfasta efnið efst í fyllinguna
- Sé fylling sett ofan á mýri, skal neðsta lag fyllingar vera gert úr frostfríu efni

Kröfur til fyllingarefna

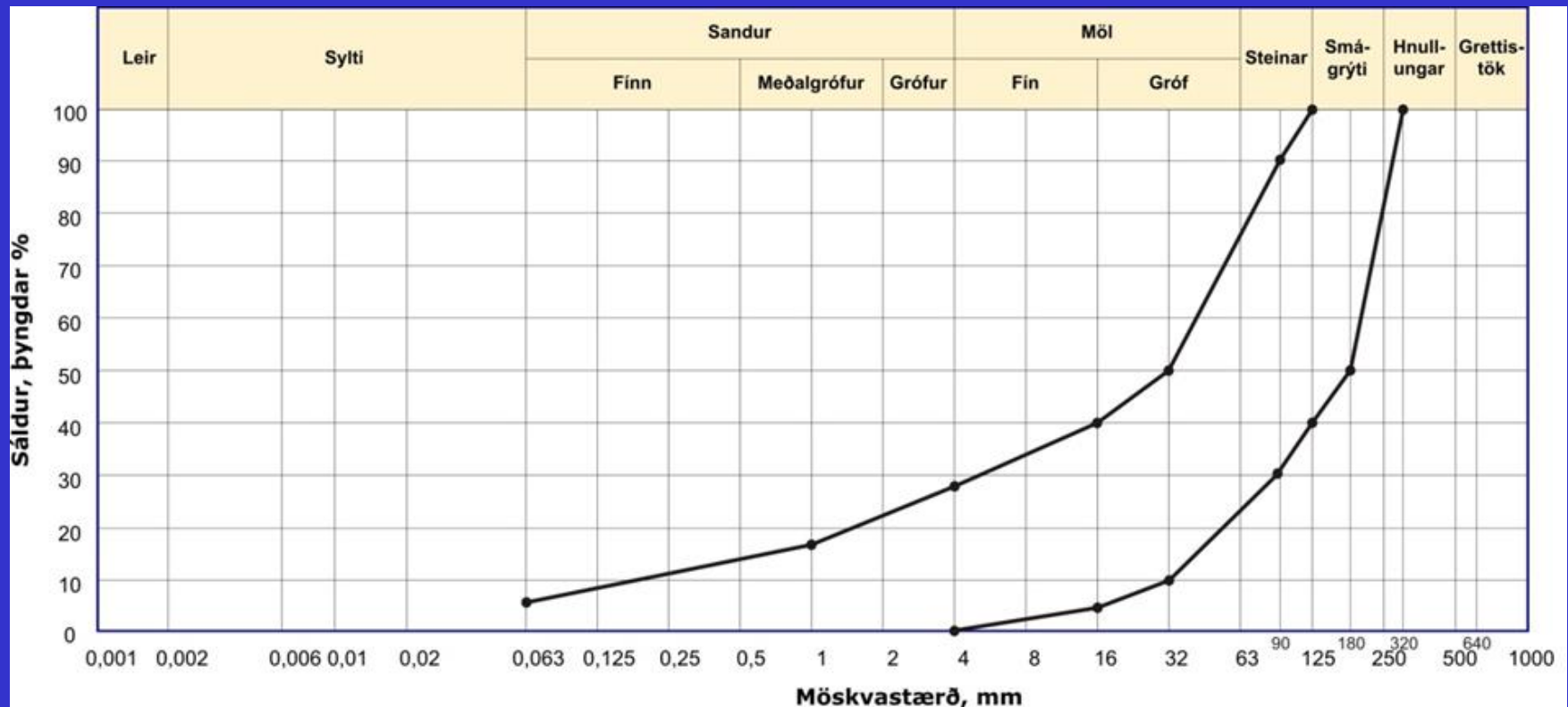
- Leiðbeiningarit Vg “Notkun bergs til vegagerðar - vinnsla, efniskröfur og útlögn” og „Sprengt berg í Vegagerð“
- Ofar en 1500 mm undir vegyfirborði gildir að steinar stærri en 500 mm í þvermál skulu ekki vera nær yfirborði hvers lags vegfyllingar en sem nemur 1,5 x þvermál steinanna.
- Settar m.a. fram markalínur fyrir grjót í fyllingum 0/250 mm og 0/640 mm
- Milli fyllingar úr sprengdu bergi og burðarlags skal koma minnst 200 mm þykkt styrktarlag
- Evrópustaðlanefnd fyrir fyllingar CEN TC 396 Earthworks

Sprengt og flokkað berg – efri flokkunarstærð 640 mm



Í fyllingu sem er ofan við 1500 mm undir vegyfirborði kemur til greina að nota sprengt og flokkað berg með efri flokkunarstærð ≤ 640 mm og 20 % yfirstærðir (GA 80). Þykkt slíkrar fyllingar þarf að vera minnst 800 mm og D'98 takmarkast við 2/3 af lagþykkt. D'98 má ekki vera meiri en helmingur lagþykktar.

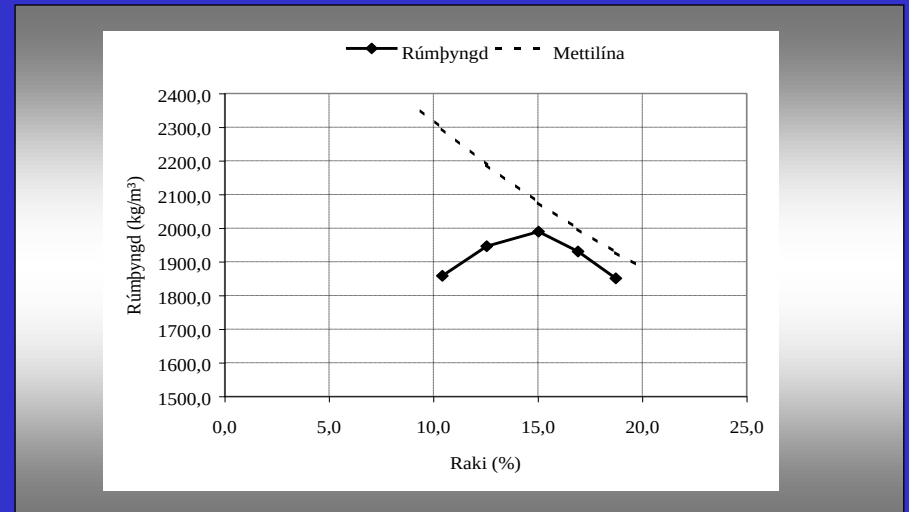
Sprengt og mulið berg – efri flokkunarstærð 250 mm



Í fyllingu sem er ofan við 1500 mm undir vegyfirborði kemur einnig til álit á að nota sprengt og mulið berg með efri flokkunarstærð ≤ 250 mm og 20 % yfirstærðir (GA 80). D'_{98} má ekki vera meiri en helmingur lagþykktar

Ástand fyllingarefna

- Rakstig þarf að vera hæfilegt fyrir uppbyggingu og þjöppun fyllingarinnar
- Bestur árangur við þjöppun næst við rakastig fyllingarefnisins nálægt hagstæðasta rakastigi sem mælt er við Proctor þjöppun
- Ef rakastig er yfir flæðimarki efnisins getur verið ógerlegt að vinna við gerð fyllinga



Jarðtæknileg hönnun

- Jarðtæknileg hönnun ákvarðar notkunarstað efnis í fyllingu
- Burðarþol og frostnæmi fyllingarefnisins eru ráðandi þættir við að ákvarða þykkt og eiginleika styrktarlags og burðarlags.
- Mikilvægt er að þekkja stæðni efnisins þegar halli fyllingafláa er ákvarðaður

Jarðtæknilegar hönnunarleiðir

- hert eftirlit og auknar prófanir á fyllingarefnum
- burðarþolshönnun t.d. ákvörðun um þykkara eða burðarmeira styrktarlag
- hreinsun lífrænna efna af vegbotni
- notkun jarðvegsdúka
- stöllun vegbotns
- flatari fláar
- halli laga í vegfyllingu
- frostfrí drenlög, lárétt og lóðrétt
- vönduð þjöppun fyllingar
- afvötnun í vegrásum
- grjóthleðsla við fláafót
- fínefnaríkt fyllingarefni sett innan í burðarhæfa fyllingu
- styrking fláa með grjótkössum, grjótfyllingu eða stoðveggjum
- þurrkun eða önnur vinnsla efnis

Fjöldi mælinga á kornastærð fyllingarefna á hönnunarstigi

Efnismagn þús. m ³	Kornadreifing
0 – 30	2 – 6
30 – 50	3 – 9
50 – 100	6 – 13
100 – 200	10 – 17
200 – 300	13 – 19
300 – 400	15 - 20

Prófanir á fyllingarefnum á framleiðslustigi

Frostflokkar	F1	F1	F2	F3	F4
Gerð efnis	Storkuberg (sprengt berg, grjót)	Set (möl, sandur)	Set (möl, jökulruðn., skriðuefni)	Set (jökulruðn., skriðuefni)	Set (sylti, leir)
Prófanir					
Kornadreifing	S	P	P	P	P
Rakastig	-	-	S/P	P	P
Humus	-	S/P	S/P	S/P	S/P
Þjálmi	-	S/P	S/P	S/P	S/P
Berggæði	S	S	S	S	-

Próf eða sjónrænt mat skal gera minnst einu sinni fyrir hverja 5000 m³ fyllingarefnis og ekki sjaldnar en einu sinni í verki, einu sinni á hverjum efnistökuastað eða einu sinni á ári

Styrktarlagsefni

- 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

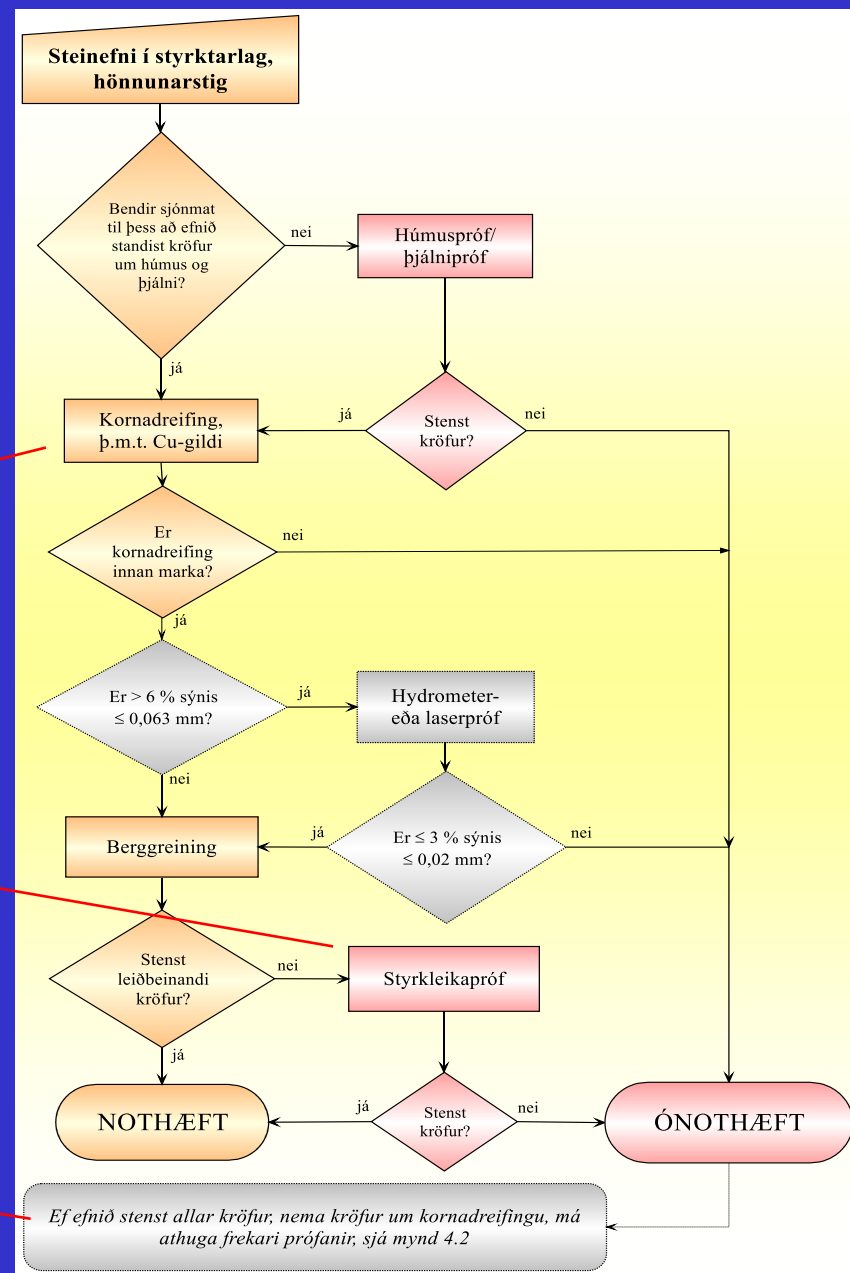
- Styrktarlag þarf að vera frostþolið og stöðugt en meiri kröfur eru gerðar til efra styrktarlags
- Kröfur aukast með aukinni umferð þungra bíla
- Flæðirit fyrir rannsóknir gilda um efra styrktarlag
- Kröfur til kornadreifingar miðast við rannsóknir í námu
- Vinnsla á styrktarlagsefni (efri hluta) fer 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

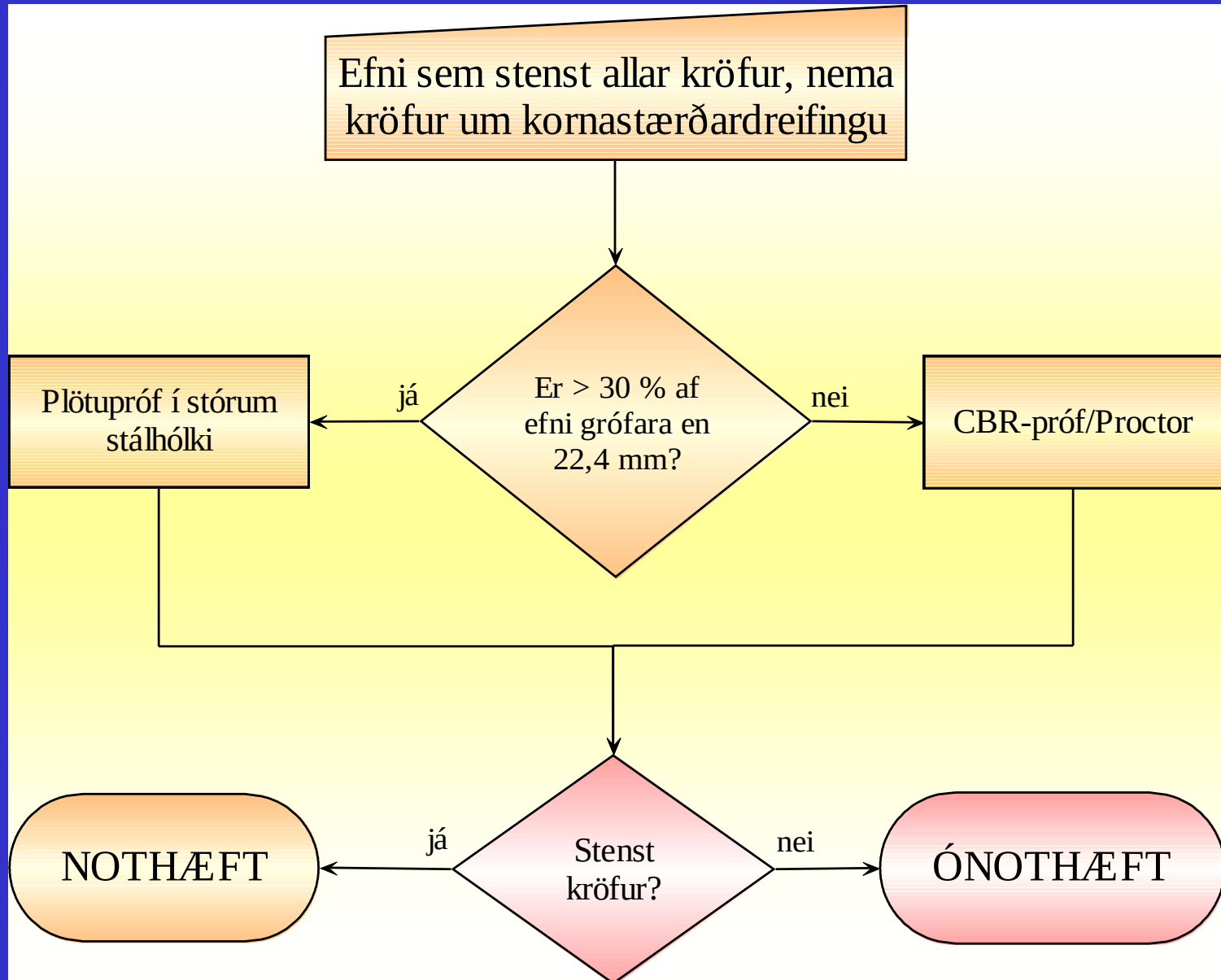
Cu gildi, magn fínefna, sandhlutfall

Í LA prófi er sýni þurrt en rakt í Bg prófi.
Raki í mikið ummynduðu steinefni getur veikt steinefnið verulega

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



Flæðirit fyrir burðarþolspróf á efni í Styrktarlag



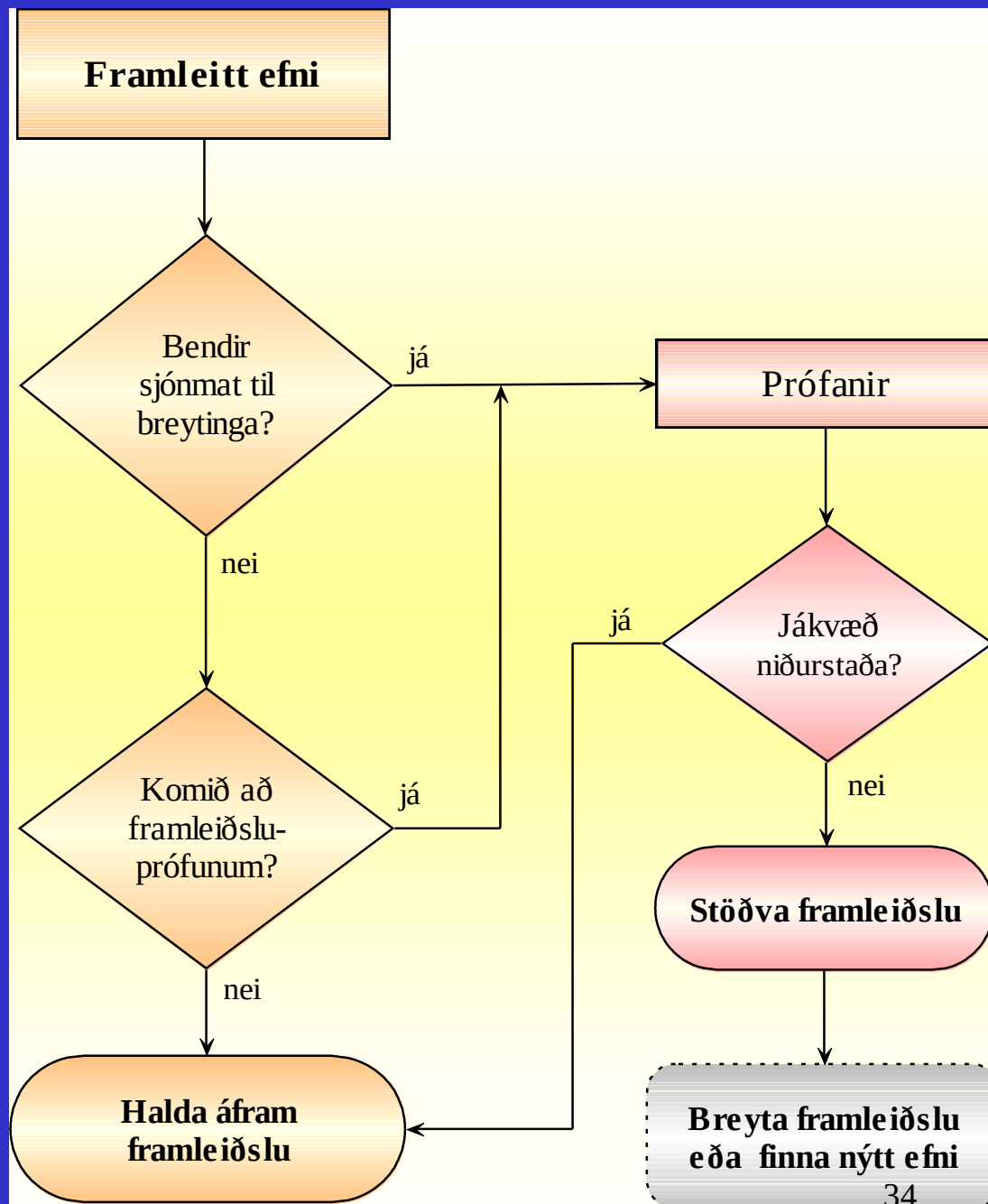
Lágmarksfjöldi prófsýna á styrktarlagsefni á hönnunarstigi

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

Efnismagn þús. m ³	Þjálni/húmus sjónmat	Korna- dreifing	Berggreining	Styrkur*
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)

*Styrkleikapróf aðeins framkvæmt ef gæðaflokkun berggreiningar gefur tilefni til

Flæðirit fyrir prófun styrktarlagsefna á framleiðslustigi



Lágmarkstíðni prófa á styrktarlagsefni á framleiðslustigi

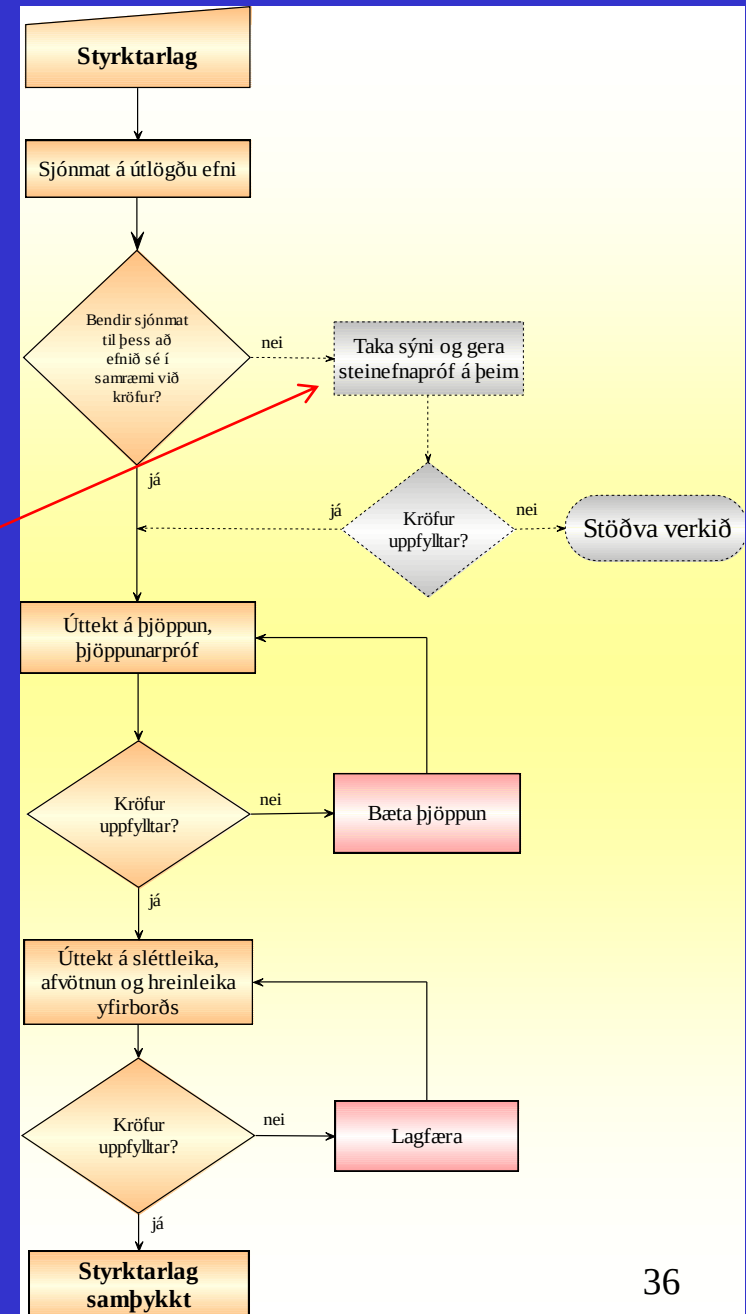
Próf/umferðarflokkur ÁDU _B	> 400	>100	>10	<10
Kornadreifing	3000	4000	5000	5000
Húmus (sjónmat)				
Þjálmi (sjónmat)				
Berggreining	15000	15000	15000	-
Styrkleikapróf*	-	-	-	-

Minnst einu sinni í verki, einu sinni í námu eða tvisvar sinnum á ári. Auka þarf tíðni prófana ef prófanir á hönnunarstigi voru ekki gerðar í samræmi við leiðbeiningar.

*Ef kröfur til berggreiningar eru ekki uppfylltar þarf að gera styrkleikapróf

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 frávík

- 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 frávík 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.
- ~~Gæðastýringaráætlun~~ og eftirlitsáætlun á innri vef Vegagerðarinnar. Unnið að leiðbeiningum um eftirlit.

Kröfur til kornadreifingar styrktarlags

Oft ekki settar fram markalínur

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

Stærðarflokkar styrktarlags

- 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

Algengir stærðaflokkar (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*

**sprengt og flokkað grjót þar sem fínefnaríkur millimassi hefur verið flokkaður frá*

Kröfur um kornadreifingu styrktarlagsefnis

Grófleikatala Cu (=D₆₀/D₁₀)* (D60 er sú sigtastærð sem 60% efnisins smýgur)	Fjöldi þungra ökutækja, ÁDU _p	
	≥10	<10
Efra styrktarlag	≥15	≥10
Neðra styrktarlag	≥5	

- 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 (D₉₈) 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



Rannsókn á kornastærðum

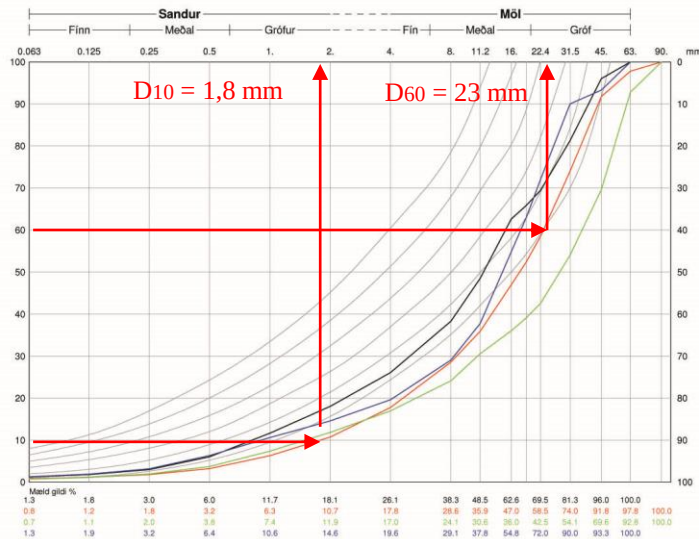
Náma: 22321 (643-03-03) Bjarnafjarðarvöð Svanshöfð
Gerð námu: Setnáma
Staðarflokkun: Náma
Vegur: 643-03
Stöð námuv.: 6233
Dags.: 05.05.2009

Rnr.	Sýni	Hönnunarst.	Gryfja	Dýpt	Max. kornast.	Raki	Cu	Frostfl.	Efnisfl.	Hlutfall <63µm
						%			USCS	Af 20mm Af 63mm
—	2009-Vg-0023	001	159	0.60-3.00	7.1	18	F1	GW	1.9	1.3
—	2009-Vg-0023	002	162	0.20-3.00	7.2	13	F1	GW	1.5	0.9
—	2009-Vg-0023	003	163	0.00-2.50	9.5	23	F1	GW	1.9	0.8
—	2009-Vg-0023	004	165	0.70-3.40	7.9	19	F1	GP	2.0	1.3

Umsögn

- Ómálað. Ekki harpað.
- Ómálað. Ekki harpað.
- Ómálað. Ekki harpað.
- Ómálað. Ekki harpað.

Aths.



Markalínur: Burbarlag

$$23/1,8 = 13$$



Rannsókn á kornastærðum

Náma: 22695 (901-39-11) Hornafjarðarfjót neðan ármóta
Gerð námu: Setnáma
Staðarflokkun: Náma
Vegur: 1-v9
Stöð námuv.: 3708
Dags.: 21.5.2014

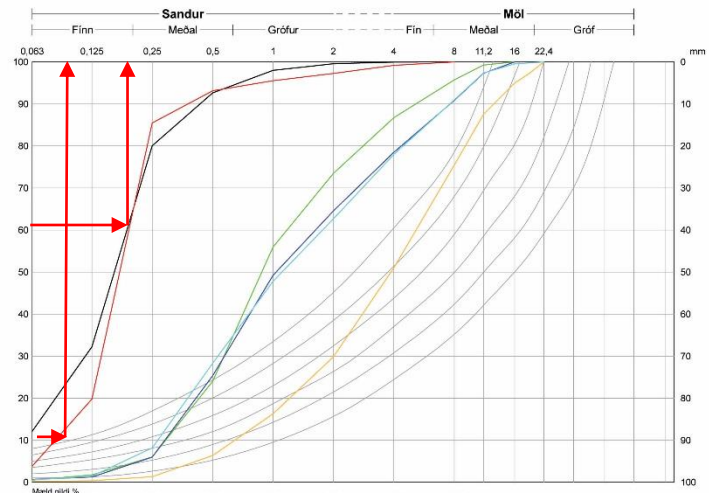
Rnr.	Sýni	Hönnunarst.	Gryfja	Dýpt	Max. kornast.	Raki	Cu	Frostfl.	Efnisfl.	Hlutfall <63µm
						%			USCS	Af 20mm Af 63mm
—	2013-Vg -0042	001	130	0,00-1,00	28,2	2	F3	SM**	12,1	12,1
—	2013-Vg -0042	002	131	0,00-1,00	32,3	4	F1/F2	SP/SM	3,8	3,8
—	2013-Vg -0042	003	132	0,00-1,00	21,4	4	F1	SP	0,5	0,5
—	2013-Vg -0042	004	133	0,00-1,00	15,5	6	F1	SP	0,7	0,7
—	2013-Vg -0042	005	134	0,00-1,00	7,2	8	F1	SW	0,2	0,2
—	2013-Vg -0042	006	135	0,00-1,00	14,6	7	F1	SP	0,6	0,6

Umsögn

- Ómálað. Ekki harpað.
- Ómálað. Ekki harpað.
- Ómálað. Ekki harpað.
- Ómálað. Ekki harpað.
- Ómálað. Ekki harpað.
- Ómálað. Ekki harpað.

Aths.

- 22695. Sandur.
- 22695. Sandur.
- 22695. Sandur.
- 22695. Sandur.
- 22695. Sandur.
- 22695. Sandur.



Markalínur: Tí viðmörkun

Dæmi um kröfuflokka kornadreifingar fyrir efni í styrktarlag samkvæmt ÍST EN 13242

- Í staðli ÍST EN13242 er einungis gefinn upp stærðarflokkur t.d. 22/125 og upplýsingar um undir- og yfirstærðir samkvæmt kröfuflokkum
- Í töflunni eru dæmi úr staðlinum þ.e. kröfuflokkar Gc 85-15 og GA 85
- Gc 85-15 táknar að minnst 85% efnisins smjúgi efri flokkunarstærð (125) og mest 15% mega smjúga neðri flokkunarstærð (22). GA 85 táknar að minnst 85% efnisins smjúgi sigti efri flokkunarstærðar en hér er engin neðri flokkunarstærð þ.e. $d = 0$ (t.d. 0/90)
- Hentar vel fyrir kröfur til undir- og yfirstærða malaðs flokkaðs bergs í styrktarlag ($d \geq 1$ og $D > 2$) en einnig fyrir styrktarlagsefni með $d=0$ enda birtum við engar markalínur fyrir slíkt efni.

	2D	1,4 D	D	d	d/2	Kröfuflokkur
Flokkað	100	98-100	85-99	0-15	0-5	Gc 85-15
Óflokkað	100	98-100	85-99	-	-	GA 85

Einnig eru í staðlinum ákvæði fyrir flokkað efni $D/d > 2$ um millistærðir $D/1,4$ og $D/2$

Ákvæði um sáldurdreifingu millistærða

Hlutfall D/d	Stærð millisigtis mm	Sáldur %
<4	$D/1,4$	25-80
		20-70
≥ 4	$D/2$	20-70

Auk ákvæðanna um yfirstærðir og undirstærðir eru í staðli ÍST EN 13242 ákvæði, fyrir flokkað efni ($D/d > 2$), um millistærðir $D/1,4$ og $D/2$. Sem dæmi má taka að fyrir flokkað efni 22/125 ($D/d \geq 4$), má á bilinu 20-70% af efninu smjúga 63 mm sigti ($D/2$).

Og þá höfum við sett fram allar 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-, yfir- og millistærðir,

Humus og þjálni í styrktarlagi

- Efni sem nota á í styrktarlag (efri og neðri hluta) skal vera laust við lífræn óhreinindi (sjónmat - kröfur samkvæmt staðallausn í NaOH prófi)
- Efni sem nota á í styrktarlag (efri og neðri hluta) má ekki flokkast sem þjált 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, ADU_p	Mjög ummyndað efni*	Ferskt, fínblöðrótt efni*
≥ 400	≤ 10	≤ 25
≥ 100	≤ 15	≤ 30
≥ 10	≤ 20	≤ 35
< 10	≤ 25	≤ 40

- Þar sem mjög ummyndað bergbrigði eru talin mun óæskilegri fyrir styrktarlag en fersk, sérstaklega við niðurbrot, eru gerðar minni kröfur til ferskra efna en ummyndaðra.
- Ef setberg er í efninu þarf að meta sérstaklega hvort hætta er á því að við niðurbrot þess hækki fínefni efnisins yfir leyfileg mörk

Kröfur til styrkleika styrktarlagsefna

	LA flokkun skv. ÍST EN 13242	
Fjöldi þungra ökutækja, $\dot{A}DU_p$	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

Við niðurbrot mikið ummyndaðs bergs geta skaðlegar leirsteindir leyst úr læðingi, en við niðurbrot ferskra efna er afurð niðurbrotsins skaðlaus.

Kröfur til styrkleika styrktarlagsefna



Proctor hamar notaður til þjöppunar á sýni í Bg próf

	Bg-stuðull –modified	
Fjöldi þungra ökutækja, $\dot{A}DU_p$	Ef 3. flokks efni er mjög ummyndað	Ef 3. flokks efni er ferskt og fínblöðrótt
≥ 400	≤ 8	≤ 14
≥ 100	≤ 10	≤ 16
≥ 10	≤ 12	≤ 16
< 10	≤ 14	≤ 20

Kröfur um þjöppun í vegi

- Talning umferða valta
- Þjöppumælir á valta
- Plötupróf, burðarþol $E_2 = 140, 130, 120 \text{ MPa}$
- Plötupróf, þjöppun $E_2/E_1 = 2,5, 3,0, 3,5$
- Sandkeilupróf
- Geislamæling
- Hæðarmælingar

Kröfur um burðarþol styrktarlags

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

Ekki ætlað fyrir gróf efni

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



CBR próf

Kröfur um burðarþol styrktarlags

Kröfur til E_2 í stórum stálhólki



Plötupróf í stórum stálhólki

Styrktarlag	E_2
<i>Efri hluti</i>	$> 120 \text{ Mpa}$
<i>Neðri hluti</i>	$> 65 \text{ MPa}$

Burðarlagsefni

- Burðarlag tekur við álagi af umferðinni og dreifir því niður á styrktarlag þannig að ekki komi fram formbreytingar á slitlaginu
- Gerð burðarlags m.a kornastærð er háð slitlagsgerð
- Efnisgerðir eru bæði set og berg
- Vaxandi notkun á möluðu bergi í burðarlag
- Efri hluti burðarlagsins er stundum bundinn með sementi eða biki eða með íblöndun malbikskurls
- Burðarlagsmalbik getur gegnt hlutverki burðarlags
- Oftast malað efni og lagið tvískipt til að tryggja að efri flokkunarstærð korna sé ekki minni en fjórðungur lagþykktar og ekki stærri en helmingur hennar.
- Settar eru fram skýrar “reynslukröfur” til burðarlagsefna

Rannsóknir á burðarlagsefnum

- Burðarlag þarf að vera stíft, stöðugt, sterkt, lekt og frostþolið. Kröfur aukast með umferð ($\dot{A}DU_p$)
- Flæðirit fyrir rannsóknir gilda fyrir bæði efri og neðri hluta burðarlags
- Kröfur um kornadreifingu miðast við unnið efni í námu
- Mikilvægt er að tilraunavinnsla fari fram á efninu til að raunhæft mat fáist t.d. á kornadreifingu, brothlutfalli og kornalögun.
- Frostþolspróf, brothlutfall og kornalögun bætast við frá styrktarlagsrannsóknum

Stærðarflokkar burðarlags

- Efri flokkunarstærð (D) ekki meiri en hálf lagþykkt og helst ekki minni en fjórðungur lagþykktar. D'_{98} mest $2/3$ lagþykktar í púkki.
- Til að auðvelda fínjöfnun burðarlagsins undir klæðingu er æskilegt að efri flokkunarstærð efra lagsins sé 22 mm þannig að D'_{98} fari ekki yfir 32 mm.

Algengir stærðaflokkar (d/D) efnis sem unnið er í burðarlag			
Óflokkað efni [mm]		Flokkað efni [mm]	
Efri hluti	Neðri hluti	Efri hluti Kílingarefni	Neðri hluti
0/22			
0/32			
	0/45	8/11	16/45
	0/63	8/16	22/63
	0/90	16/22	22/90

Lagþykktir burðarlags

- Algeng lagþykkt 200 mm sem skiptist í 120 mm þykkt neðra lag og 80 mm þykkt efra lag.
- Æskilegt er að á vegum með mikinn umferðarþunga, sem byggðir eru úr möluðu bergi, sé heildarþykkt burðarlags 250 mm og skiptist í tvö lög neðri hluta 150 mm þykkan og efri hluta 100 mm þykkan en slík þykkt auðveldar djúpheflun til að laga aðskilnað kornastærða.

Flæðirit fyrir mat á efni til notkunar í burðarlag

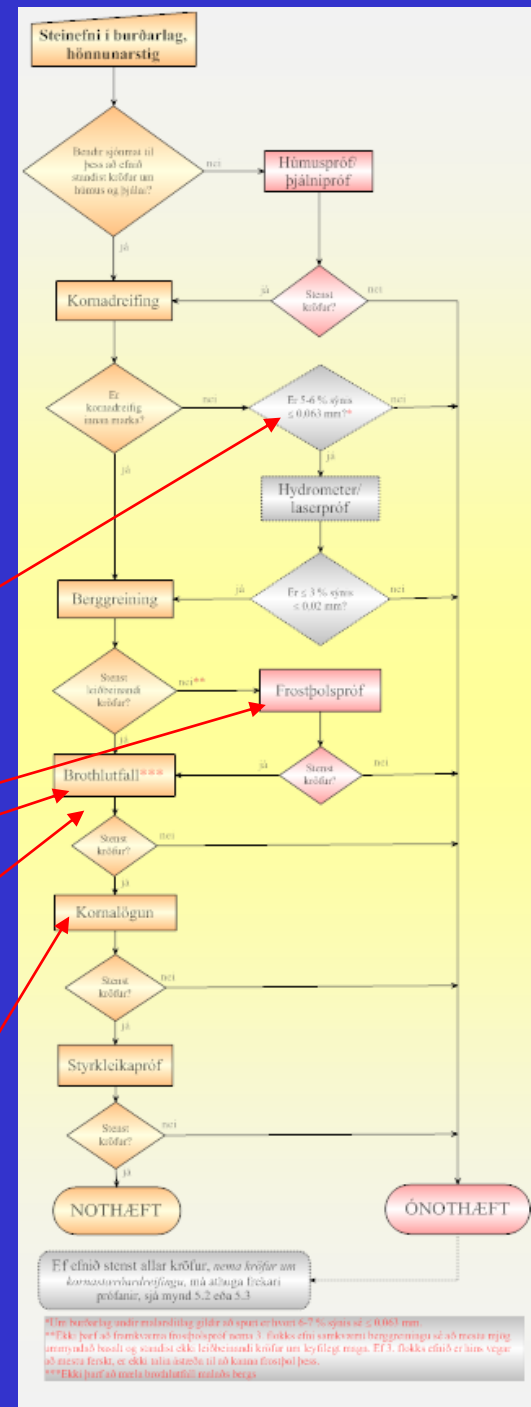
Mikilvægt er að framkvæma ýtarlegar prófanir þegar fyrirhuguð er efnistaka á nýjum efnistöðum. Ef efnisnám er fyrirhugað á námusvæði sem er í stöðugri vinnslu skulu nýlegar niðurstöður efnisrannsókna liggja fyrir á hönnunarstigi

Fyrir burðarlag undir **malarslitlag** gildir hvort 6-7% sé $\leq 0,063 \text{ mm}$

Ekki þörf á **frostþolsprófi** ef 3. flokkur er ferskt basalt

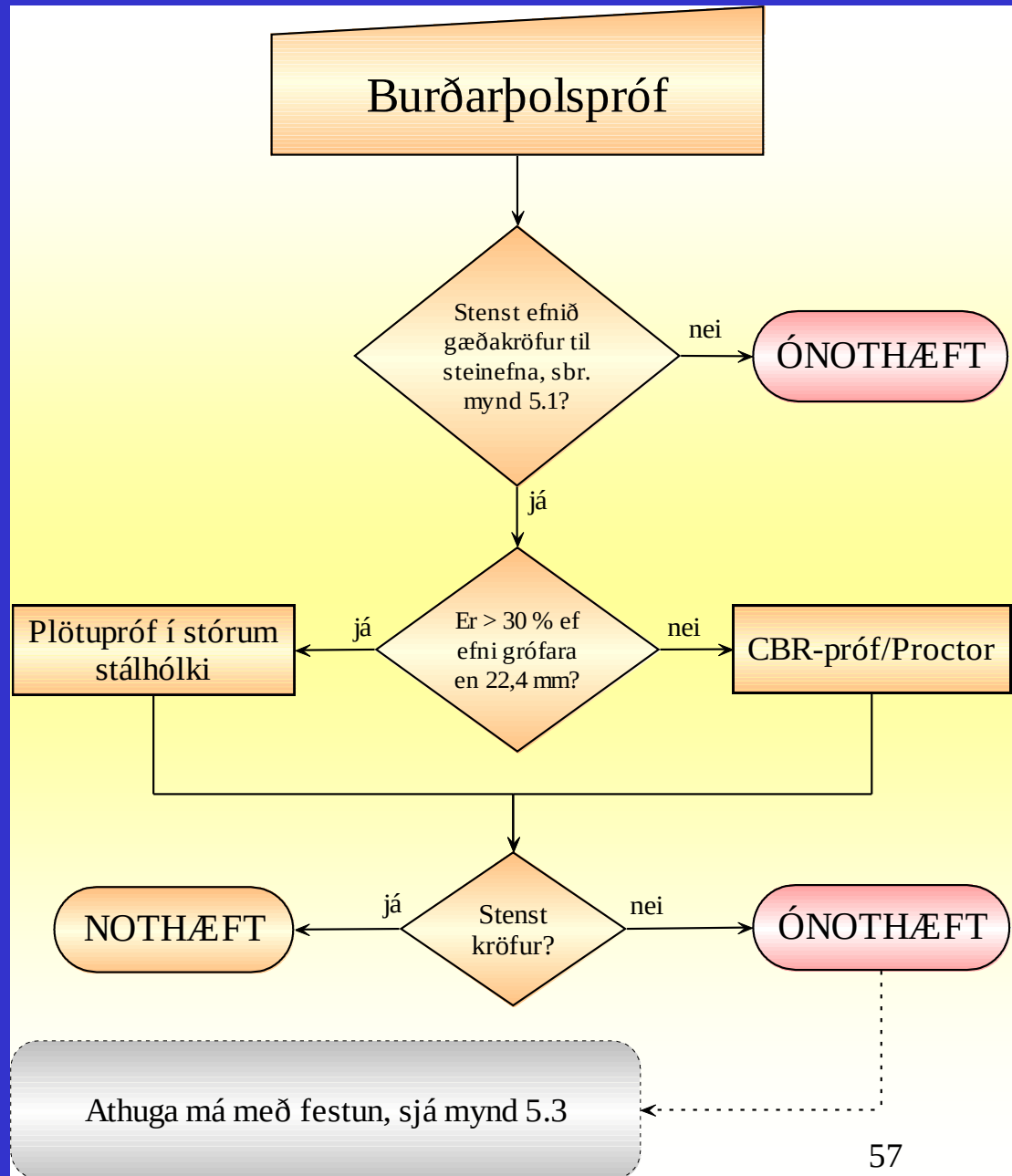
Ekki þarf að meta **brothlutfall** malaðs bergs

Vinnsla efnis svipuð og fyrirhugað er á framkvæmdastigi fyrir **brothlutfall** og **kornalögun**.

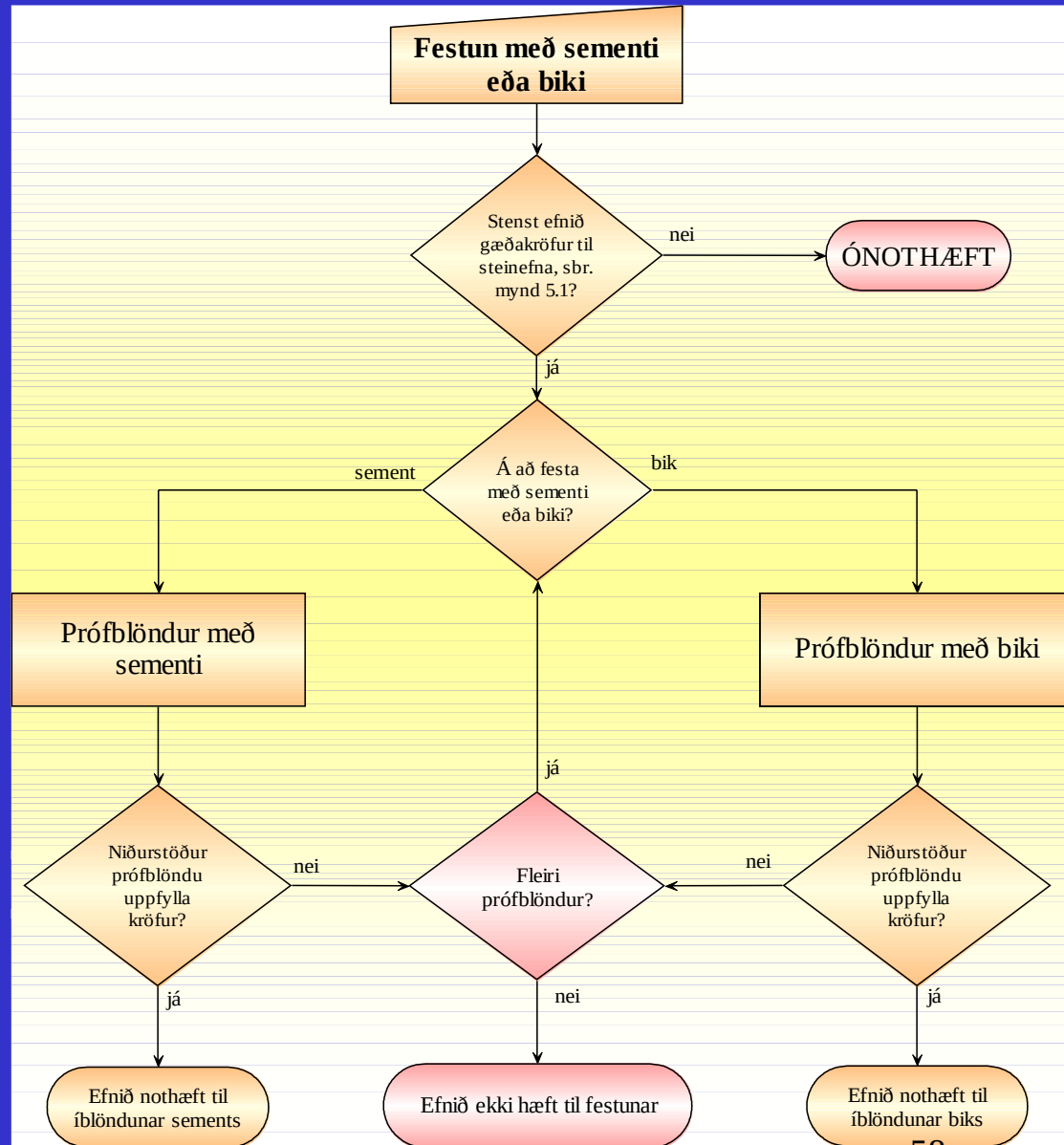


Flæðirit fyrir próf á burðarþoli efna sem nota á í burðarlag

Próf á efnismassa eru gerð til að fá upplýsingar um hvernig efnið hegðar sér sem heild við þjöppun og eftir að það hefur verið þjappað



Flæðirit fyrir próf ef festa á efni í Burðarlag

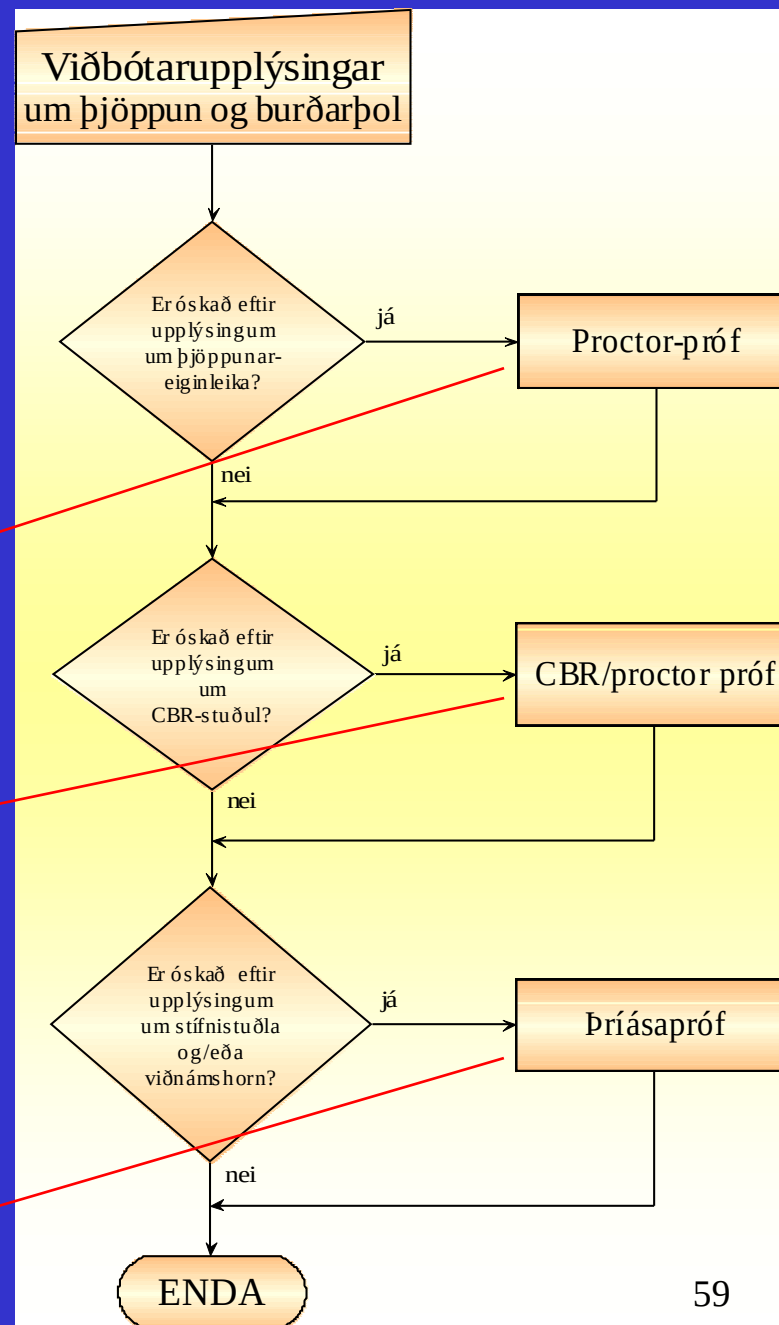


Flæðirit fyrir rannsóknir á þjöppun og burðarþoli burðarlagsefna

Gefur upplýsingar um þjöppunareiginleika efnisins við mismunandi rakastig

Þykkt hönnuð samkvæmt 2. þrepi í norsku handbókinni (Vegbygging N200)

Stífnistuðlar, sem notaðir eru ef fræðilegar aðferðir eru notaðar við þykktarhönnun (3. þrep samkvæmt norsku handbókinni)



Lágmarksfjöldi prófana á burðarlagsefni á hönnunarstigi

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

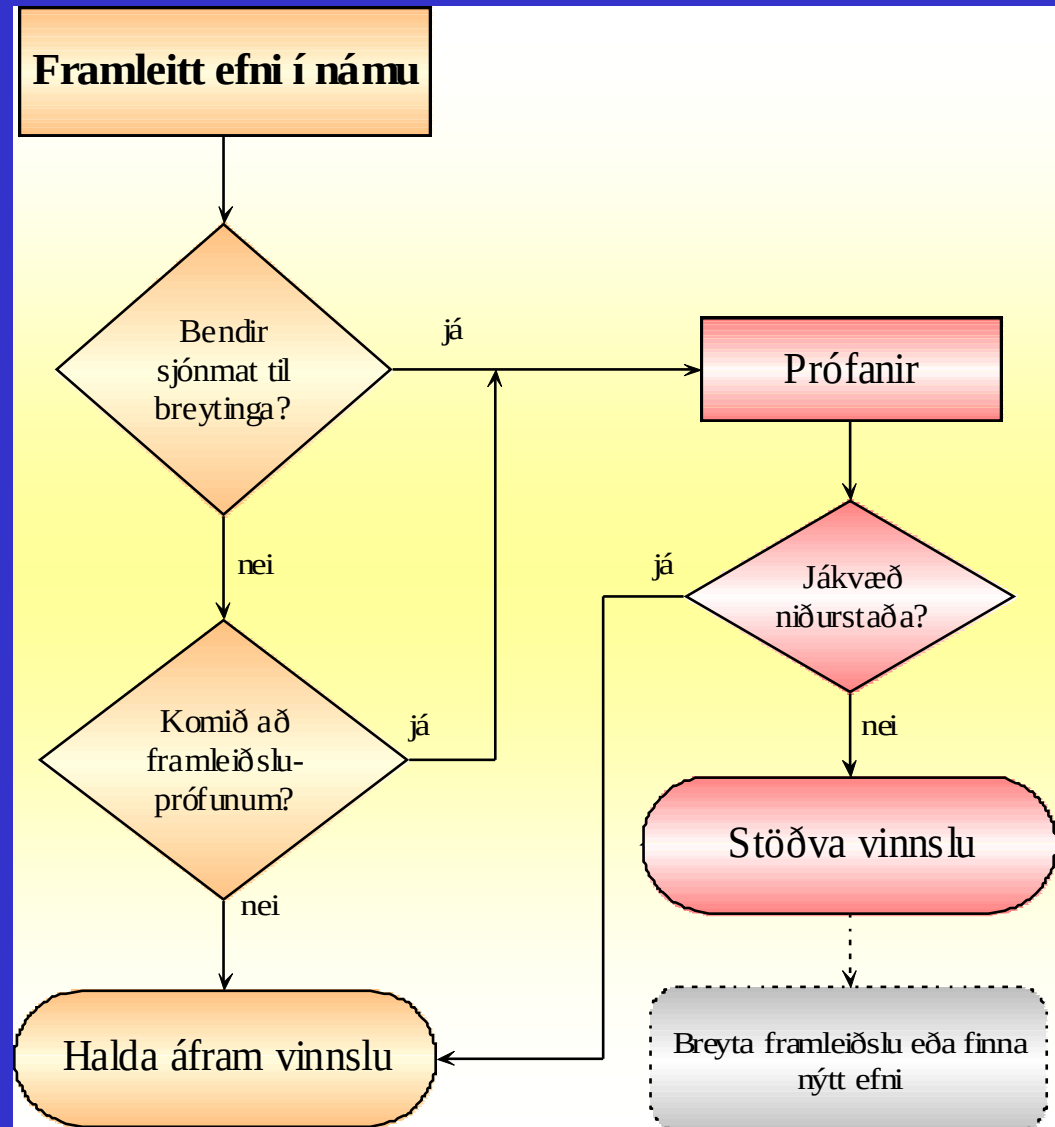
Efnismagn þús. m ³	Kornadreifing	Þjálmi/húmus (sjónmat)**	Berggreining	Brothlutfall /kornalögun	Frostþol*	Styrkur (Bg/LA)
0 – 10	4 – 5	4 – 5	1	1	(1)	1
10 – 20	5 – 7	5 – 7	1	1	(1)	1
20 – 30	7 – 8	7 – 8	1 – 2	1 – 2	(1 – 2)	2
30 – 40	8 – 10	8 – 10	2 – 3	2 – 3	(2 – 3)	1 – 2
40 – 60	10 – 12	10 – 12	3 – 4	3 – 4	(3 – 4)	2 – 3

* Frostþolspróf aðeins ef niðurstöður berggreiningar gefa tilefni til

** Rannsóknir um leið og kornastærðarmæling

Flæðirit fyrir framleiðslupróf

Þar sem kröfur miðast við efni á framleiðslustað er mjög mikilvægt að ekki verði aðskilnaður kornastærða í efnishaugum. Mikil hættu er á aðskilnaði í keilulaga haugum og því skal haugsetja efnið í láréttum lögum sem ekki eru meira en 2 m á þykkt. Slíkir haugar geta þó skapað ákveðin vandamál á framleiðslustað, þar sem þeir þurfa verulegt rými á haugsvæðinu



Próf við framleiðslu

- Tilgangur með efnisprófum við framleiðslu, er að tryggja að efni sem framleitt er, hafi þá eiginleika, sem stefnt var að á hönnunarstigi
- Mikilvægt er að ekki verði aðskilnaður kornastærða í efnishaugum. Mikil hættu er á aðskilnaði í keilulaga haugum og því er nauðsynlegt að haugsetja efnið í láréttum lögum sem ekki eru meira en 2 m á þykkt til að forðast aðskilnað.

Lágmarkstíðni steinefnaprófa á framleiðslustigi

Próf/ umferð, ÁDU _p	≥400	≥10	<10
Kornadreifing*	1000	1000	2000
Húmus (sjónmat)			
Þjálmi (sjónmat)			
Berggreining	6000	9000	9000
Kornalögun			
Brothlutfall	1500	3000	3000
Styrkleikapróf	6000	9000	9000
Frostþolspróf**	-	-	-

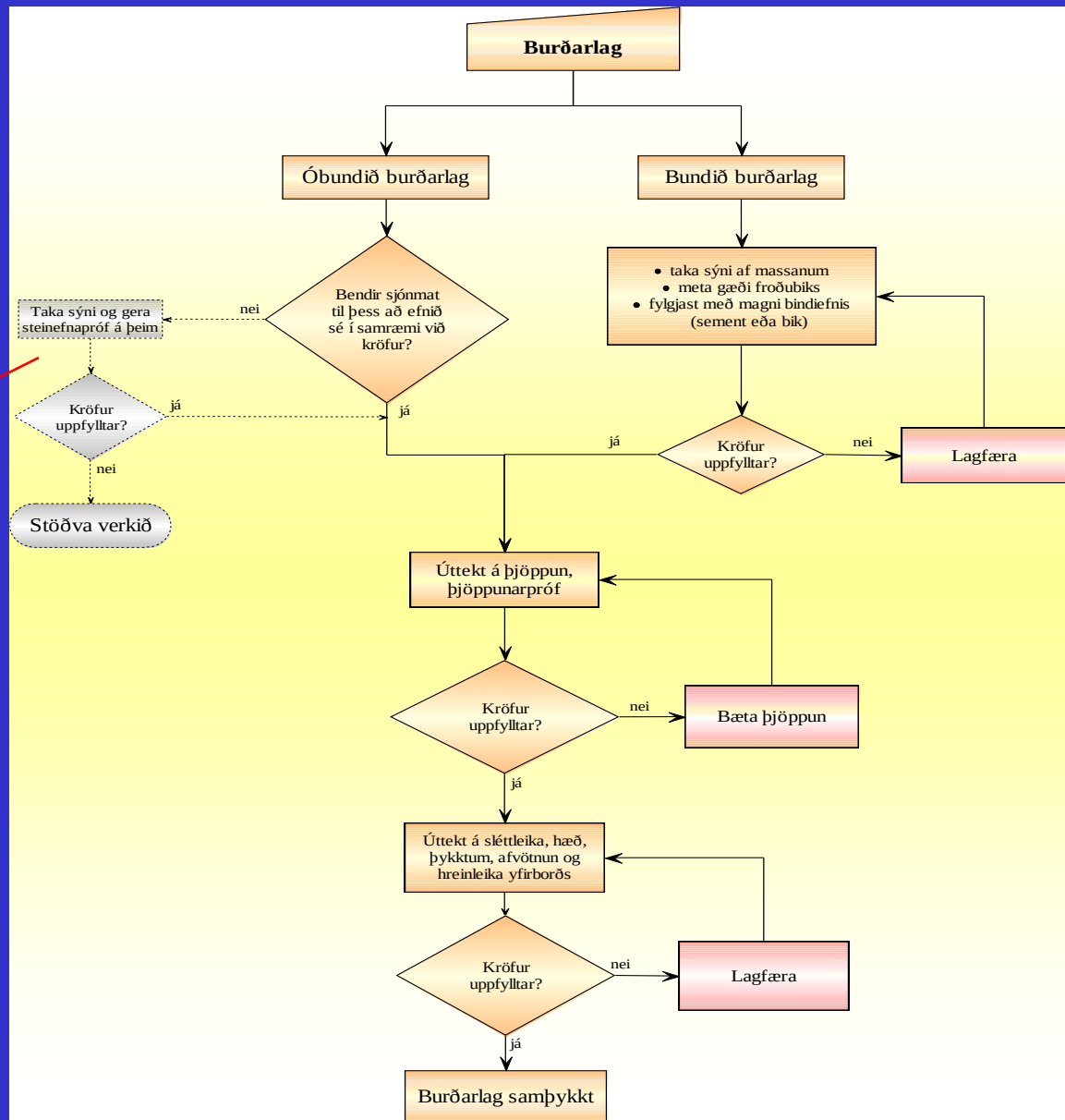
Eitt próf við upphaf framleiðslu og síðan eins og taflan tilgreinir. Ekki sjaldnar en einu sinni í verki, einu sinni í námu eða tvisvar á því ári sem vinnsla fer fram. Auka þarf tíðni ef prófanir á hönnunarstigi voru ekki gerðar í samræmi við leiðbeiningar

*Ef kröfur um fínefnahlutfall eru ekki uppfylltar þarf að greina magn fínefna

** Ef of mikið er af mjög ummynduðu 3. flokks efni í berggreiningu þá skal gera frostþolspróf

Flæðirit fyrir próf og mælingar við gerð burðarlags

Ætti ekki að koma til ef vel var staðið að prófunum á hönnunarstigi og framleiðslustigi



Markalínur fyrir malað 32 mm set í burðarlag

0/32 er kornastærðarbilið d/D , UF_5 er fínefni að hámarki 5%, LF_2 er fínefni að lágmarki 2%

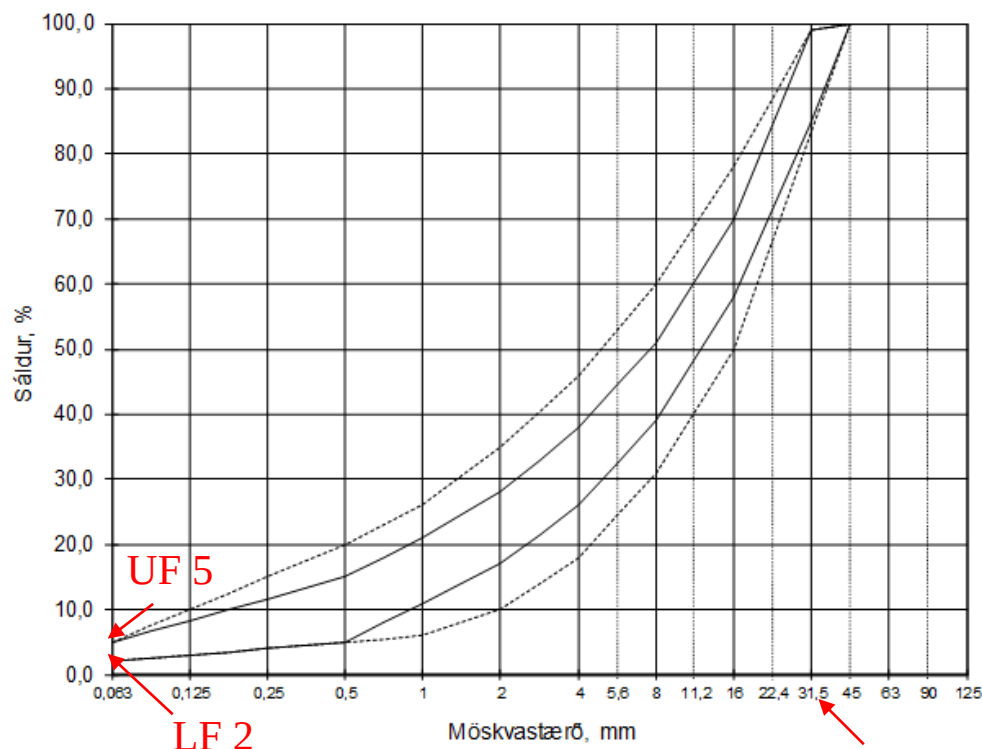
OC_{85} þýðir að 85 til 99 % efnisins skuli smjúga 31,5 mm sigtið

G_O lýsir kúrfunni í heild með kornastærðarbilum á viðkomandi sigtum (markalínur)

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

Malað set Stærðarflokkur: 0/32
Kröfuflokkur: G_O OC_{85} LF_2 UF_5

ÍST_EN 13285, markalínur



Stærðarflokkur: 0/32
Kröfuflokkur G_O OC_{85} LF_2 UF_5

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

Efri flokkunarstærð

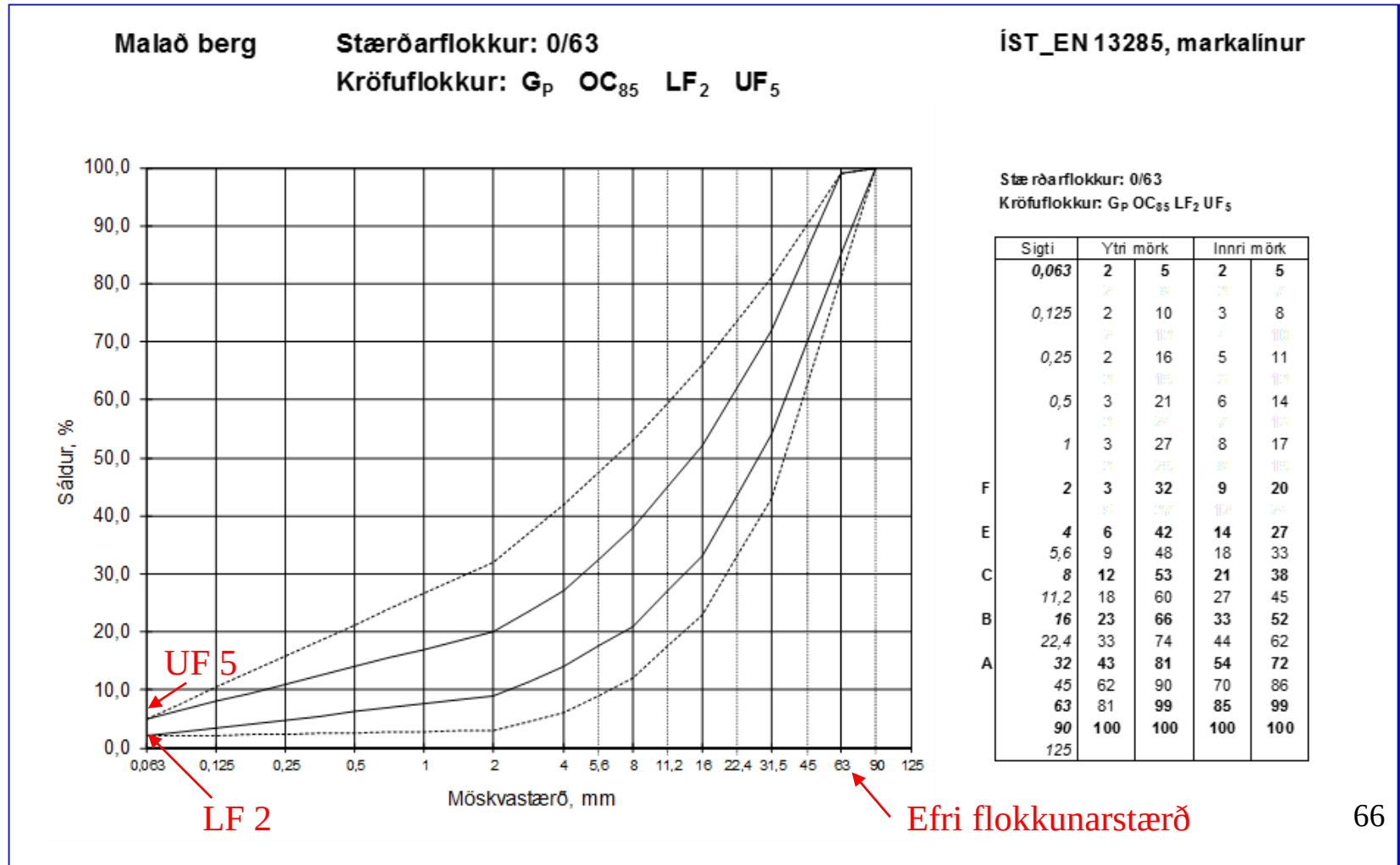
Markalínur fyrir malað 63 mm berg í burðarlag

0/63 er kornastærðarbilið d/D , UF_5 er fínefni að hámarki 5%, LF_2 er fínefni að lágmarki 2%

OC_{85} þýðir að 85 til 99 % efnisins skuli smjúga 63 mm sigtið

G_p lýsir kúrfunni í heild með kornastærðarbilum á viðkomandi sigtum (markalínum)

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



Dæmi um kröfuflokka kornadreifingar fyrir efni í burðarlag samkvæmt ÍST EN 13242

- Í staðli ÍST EN13242 er einungis gefinn upp stærðarflokkur t.d. 22/63 og upplýsingar um undir- og yfirstærðir samkvæmt kröfuflokkum
- Í töflunni eru dæmi úr staðlinum þ.e. kröfuflokkar Gc 85/15 og GA 85
- Gc 85/15 táknar að minnst 85% efnisins smjúgi grófara sigtið og mest 15% eiga að smjúga það fínna. GA 85 táknar að minnst 85% efnisins smjúgi sigti efri flokkunarstærðar en hér er engin neðri flokkunarstærð þ.e. $d = 0$ (dæmi 0/45)
- Hentar vel fyrir kröfur til undir- og yfirstærða malaðs flokkaðs bergs í burðarlag ($d \geq 1$ og $D > 2$) en einnig fyrir burðarlagsefni með $d=0$ t.d. 0/90 ef valið er að miða ekki við markalínur staðals ÍST EN 13285 t.d. þegar nota skal þúkk í burðarlag.
- Einnig eru í staðlinum ákvæði fyrir flokkað efni $D/d > 2$ um millistærðir D/1,4 og D/2

	2D	1,4 D	D	d	d/2	Kröfuflokkur
Flokkað	100	98-100	85-99	0-15	0-5	Gc 85/15
Óflokkað	100	98-100	85-99	-	-	GA 85

Ýmis ákvæði um kornastærðir

- Kröfur til kornadreifingar eru miðaðar við efni í námu, en gera má ráð fyrir að fínefnainnihald (efni minna en 0,063 mm) sé 1 til 2% hærra í frágengnu efni í vegi
- Heimilt er að nota efnið í burðarlag þó að fínefnið sé á bilinum 5-6% (7%) ef þyngdarhluti sýnis undir 0,02 mm er minni en 3% (í stærðarflokki 0-22 mm)
- Ekki eru gerðar kröfur um lágmark fínefna (LF_N) í púkkmulningi undir *malbiki* eða *steypu*
- Fínefnakröfur fyrir burðarlög malarvega eru LF4 og UF7 til að rakapéttleiki gagnvart malarslitlaginu sé tryggður en efnið þó væntanlega frostfrítt
- Í efri hluta burðarlags undir klæðingu skal ekki vera grófara efni en í stærðarflokki 0/32 en hér er fremur mælt með stærðaflokki 0/22
- Ef slitlagsgerðin er *malbik* eða *steypa* er efni í efri hluta burðarlagsins oft í stærðarflokkum 0/45 eða 0/63 en undir malarslitlagi 0/32 eða 0/45
- Púkkmulningur í burðarlagi er oft af stærðarflokkum 0/45 eða 0/63

Humus og þjálmi í burðarlagi

- Efni sem nota á í burðarlag skal vera laust við lífræn óhreinindi (sjónmat - kröfur samkvæmt staðallausn í NaOH prófi)
- Efni sem nota á í burðarlag má ekki flokkast sem þjálmt efni sjónmat – þjálmipróf
- Ef fínefni (þ.e. efni minna en 0,063 mm) er minna en 3% er ekki ástæða til að gera þjálmipróf

Leiðbeinandi kröfur um leyfilegt magn steinefna í gæðaflokkum við berggreiningu



	Hluti sýnis (%) í 3. gæðaflokki samkvæmt berggreiningu	
Fjöldi þungra ökutækja, ÁDU_p	Mjög ummyndað efni	Ferskt, fínblöðrótt efni*
≥ 400	≤ 7	≤ 12
≥ 100	≤ 10	≤ 20
≥ 10	≤ 15 (20)	≤ 30 (35)
< 10	≤ 15 (25)	≤ 30 (40)

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

Ef setberg er í efninu þarf að meta hvort hætta sé á að við niðurbrot þess hækki fínefni efnisins yfir leyfileg mörk

Kröfur innan sviga gilda fyrir burðarlag vega með malarslitlagi.

Kröfur til niðurstöðu frostþolsprófs fyrir steinefni í burðarlög



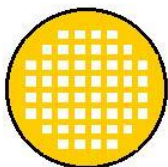
Frost/þíðu skápur með sýnadósum

Fjöldi þungra ökutækja, ÁDU_p	Niðurbrot, % Flokkun skv. ÍST EN 13242
≥ 400	$F_{EC}8$
≥ 100	$F_{EC}14$
≥ 10	$F_{EC}14$
< 10	$F_{EC}25$

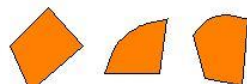
Kröfur til niðurstöðu mælinga á brothlutfalli steinefna í burðarlög

CEN prófunaraðferðir: Brothlutfall (EN 933-5).

1



C_c



2



C_r



C_{tr}



Fjöldi þungra ökutækja, $\dot{A}DU_p$	Malað set Flokkun skv. ÍST EN 13242	Malað harpað grjót** Flokkun skv. ÍST EN 13242
≥ 400	$C_{50/10}^*$	$C_{90/3}$
≥ 100	$C_{50/10}^*$	$C_{90/3}$
≥ 10	$C_{50/30}$	$C_{50/10}^*$
< 10	$C_{Ekr/50}$	$C_{50/10}^*$

*Hér er að auki gerð sú krafa að $>30\%$ þess efnis sem flokkast brotið sé albrotið. **Ekki þarf að mæla brothlutfall malaðs bergs.

Í töflunni merkir $C_{X/Y}$ að $\geq X\%$ efnisins á að vera brotið, en $\leq Y\%$ má vera alnúið. Steinefnakorn telst vera brotið ef minnst helmingur yfirborðs kornsins er brotið

Kröfur til kornalögunar steinefna í burðarlög



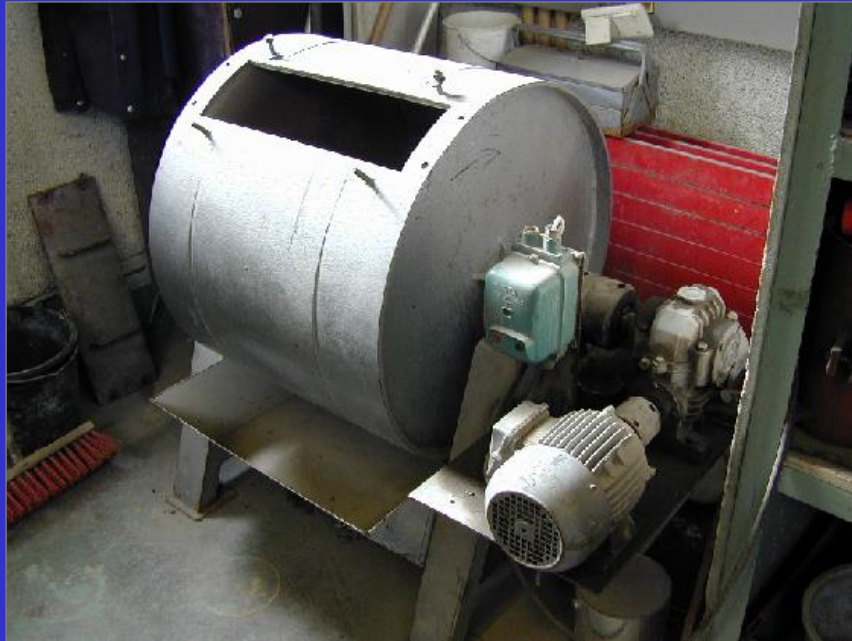
Stafsígti til mælingar á kleyfnistuðli.

Fjöldi þungra ökutækja, ÁDU_p	Flokkun samkvæmt staðli ÍST EN 13242
≥ 400	FI ₂₀
≥ 100	FI ₂₅ *
≥ 10	FI ₃₀ *
< 10	FI ₃₅

*FI25 og FI30 eru nýir kröfuflokkar í staðli ÍST EN13242

Engar kröfur eru gerðar um kornalögun fyrir burðarlag vega með malarslitlagi

Kröfur til styrkleika fyrir steinefni í burðarlög



Los Angeles tromla

LA prófið mælir þurrt sýni en mjög ummynduð steinefni eru veikari ef þau innihalda 5 – 10% raka.

	LA flokkun skv. ÍST EN 13242	
Fjöldi þungra ökutækja, ÁDU_p	Ef 3. flokks efni skv. berggr. er mjög ummyndað	Ef 3. flokks efni skv. berggr. er ferskt, finblöðrótt basalt
≥ 400	LA_{20}	LA_{25}
≥ 100	LA_{20}	LA_{30}
≥ 10	$\text{LA}_{25} (30)$	$\text{LA}_{35} (40)$
< 10	$\text{LA}_{30} (35)$	$\text{LA}_{40} (50)$

Kröfur innan sviga gilda fyrir burðarlag vega með malarslitlagi

Kröfur um þjöppun í vegi

- Talning umferða valta (helst GPS þakning)
- Þjöppumælir á valta
- Plötupróf, burðarþol $E_2 = 150, 140, 130 \text{ MPa}$
- Plötupróf, þjöppun $E_2/E_1 = 2,5, 2,7, 3,0$
- Sandkeilupróf
- Geislamæling
- Hæðarmælingar

Kröfur til styrkleika steinefna í burðarlag



Proctor hamar notaður til þjöppunar á sýni í Bg-próf. Sýni mælt með 6% rakastigi.

	Bg-stuðull - modified	
Fjöldi þungra ökutækja, $\dot{A}DU_p$	Ef 3. flokks efnið er mjög ummyndað	Ef 3. flokks efni er ferskt, fínblöðrótt basalt
≥ 400	≤ 8	≤ 10
≥ 100	≤ 8	≤ 11
≥ 10	≤ 10 (12)	≤ 14 (16)
< 10	≤ 12 (14)	≤ 16 (20)

Kröfur innan sviga gilda fyrir burðarlag vega með malarslitlagi

Kröfur til burðarþols efnis í burðarlag vega

CBR próf



Plötupróf

Fjöldi þungra ökutækja, ÁDU_p	CBR Standard Proctor	CBR Modified Proctor
≥ 400	> 80	$> 110^*$
≥ 100	> 75	$> 100^*$
≥ 10	> 70	$> 100^*$
< 10	> 65	$> 85^*$

*Tillögur að CBR kröfum eftir Modified Proctor þjöppun.
Vegbygging N200 $> 100-110$ ($\text{ÁDU} > 1500$) (Modified)

Fyrir plötupróf í stórum stálhólki, er krafan sú að E_2 sé hærra en 220 Mpa

Ekki eru gerðar kröfur um CBR né E gildi fyrir burðarlag vega með malarslitlagi

Síukröfur

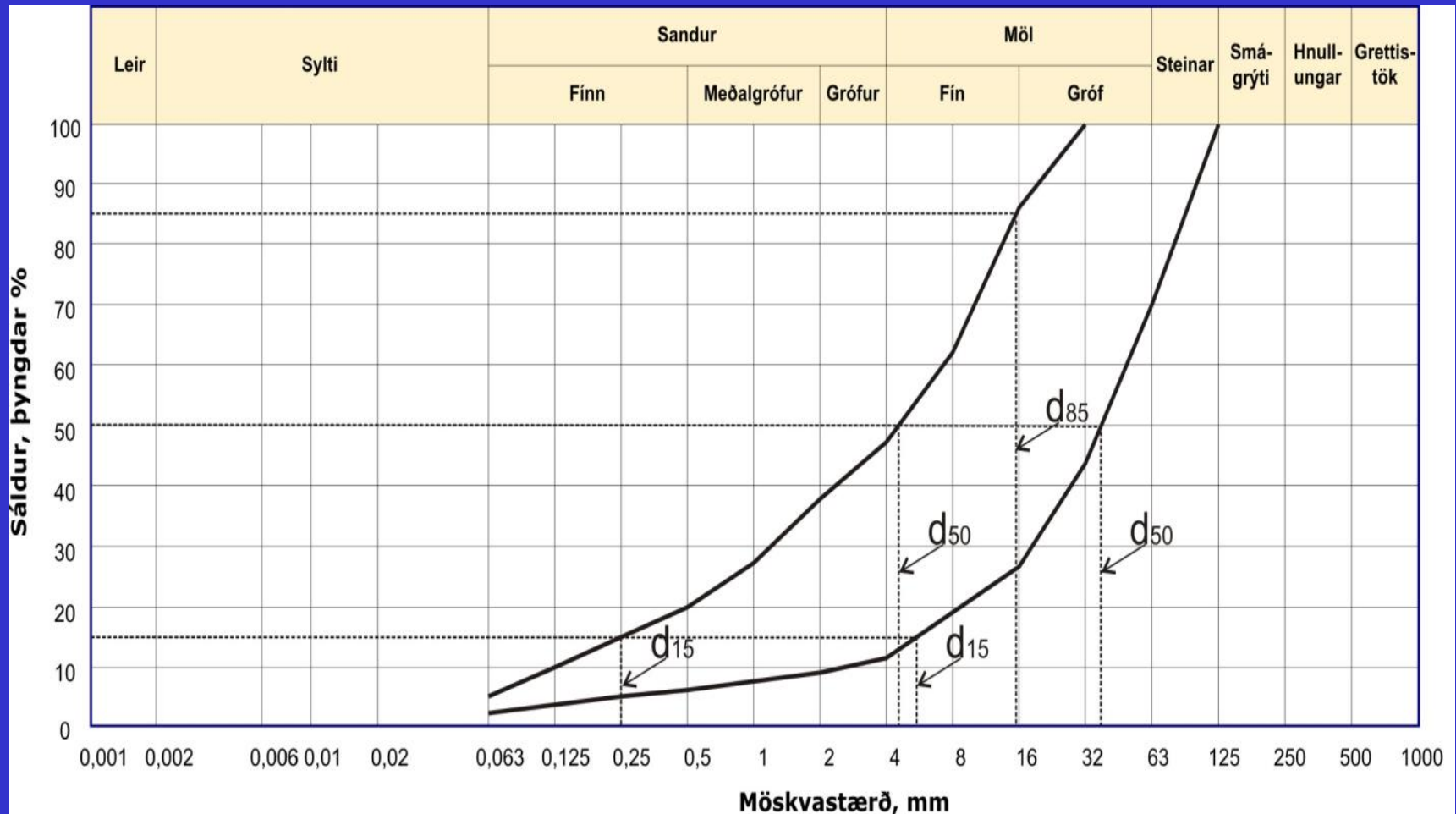
- Reikna þarf hvort síukröfur eru uppfylltar milli laga vegarins til að tryggja að efni úr einu lagi gangi ekki inn í grófari efni í næsta lagi fyrir ofan eða neðan
- Ef kröfur eru ekki uppfylltar þá þarf síulag eða jafnvel síudúk
- Í töflunni getur S verið síulag eða styrktarlag og G verið fyllingarefni en ef fyllingarefnið er smágerðara efnið þá snýst þetta við
- d_{15G} táknar þá sigtastærð (mm) sem 15% af grófara efninu smýgur í gegnum
- Til að tryggja að síulag sem byggt er ofan á vegbotn eða fyllingu afvatnist mun betur en efnið sem það er lagt ofan er reiknað milli viðkomandi laga með reiknireglunni í neðstu röð töflunnar

Stærðarhlutfall Grófara (G)/Smágerðara (S)	Kröfur
d_{15G}/d_{85S}	<5
d_{50G}/d_{50S}	<25
d_{15G}/d_{15S}	>5

Síukröfur

- Ekki þörf fyrir sérstakt síulag ef þess er gætt að hæfilegur munur sé á kornadreifingu samliggjandi laga í veghlotinu
- Síuefnið skal uppfylla sömu kröfur og efnin sem það er síuefni fyrir
- Gerð síuefnis ákvarðast af kornadreifingu í þeim efnum sem það á að skilja að
- Umfjöllun um síukröfur og kröfur til síuefnis er í kafla 2, Inngangur
- Dæmi: síukröfur eru uppfylltar þegar 0/22 mm burðarlagsefni er lagt ofan á 0/90 efni

Sáldurferlar fíngerðasta 0/22 mm og grófasta 0/90 mm efnis



Samanburður við síukröfurnar gefur eftirfarandi niðurstöður:

- a) $d_{15G}/d_{85S} = 5/15 < 5$ (d_{15G} táknar þá sigtastærð (mm) sem 15% af grófara efninu smýgur).
- b) $d_{50G}/d_{50S} = 37/4 < 25$ Samanburður við síukröfur sýnir að hér er ekki þörf á síulagi

Gæðaeftirlit og frávik

- Verktaki skal í upphafi verks leggja fram nákvæma áætlun um gæðaeftirlit.
- Kröfur til efnisgæða burðarlags miðast við áætlaðan fjölda þungra bíla ($\dot{A}DU_p$) á opnunarári vegarins
- Frávik frá sáldurferli miðast við markalínur (EN13285)
- Ef kröfuflokkur (EN 13242) þá skulu 90% mælinga á kornadreifingu liggja innan marka sem framleiðandi lýsir yfir um yfir- og undirstærðir og fínefnaflokk.
- Almennt gildir að 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.
- Vegagerðin gerir eftirlitsáætlun fyrir öll stærri verk.

Það er að á valdi veghönnuðar hvaða kröfur til steinefna hann velur að gera hverju sinni. Þó er mikilvægt að rökstyðja slíka ákvörðun vel ef valið er að slaka á kröfum miðað við kröfur Efnisgæðaritsins. Kröfur Efnisgæðaritsins eru leiðbeinandi og miðast við að byggður verði traustur vegur með langan líftíma.

Önnur sjónarmið geta komið til álita:

- stytta hannaðan líftíma vegarins
- kostnaður við að framleiða steinefni sem standast kröfur á viðkomandi svæði.
- kröfur um styrk steinefna í burðarlag miðast við að bundna slitlagið sé klæðing.
- ef lagt er slitlagsmalbik og burðarlagsmalbik ofan á óbundið burðarlag, þá kemur til greina að draga úr kröfum til styrks steinefna í óbundna burðarlaginu. Ástæðan er sú að spennur (álag) frá umferð ökutækja minnka hratt með auknu dýpi í veghlotinu og þar með minnkar niðurbrot steinefna í óbundna burðarlaginu.
- draga úr kröfum fyrir styrk steinefna í burðarlag ef fyrirhugað er að styrkja það með sementi eða biki.
- gera minni kröfur til neðri hluta burðarlags en efri hluta.
- kröfur til steinefna í burðarlag miðast við heildarfjölda þungra bíla á tveggja akreina vegi

Vandaðar efnisrannsóknir

- Forsenda nákvæmrar burðarþolshönnunar með hæfilegum efnisgæðum og lagþykktum
- Forsenda vitrænnar umræðu um skemmdir á vegi og umræðu um ágreining við verktaka
- Forsenda framþróunar þar sem reynsla af endingu vegar er tengd skráðum efnisgæðum
- Þekking á uppbyggingu vegar er mikilvæg við túlkun mælinga á vegi (burðarþol, frostdýpi, raki)
- Vönduð skráning á rannsóknaniðurstöðum tryggir að þekking glatist ekki við mannaskipti í störfum

Til umhugsunar

- Rekstrargrundvöllur vegrannsóknastofa er erfiður vegna of fárra verkefna
 - Tíðni eftirlitsrannsókna hefur ekki verið samkvæmt ákvæðum í Alverki
 - Í leiðbeiningum er tíðni minnkuð en ætlast til að farið sé eftir henni við eftirlit
- Æskilegt að eftirlitsrannsóknir færist nær framkvæmdastað
 - til svæða Vg
 - til verktaka

Efnistaka sem ávallt er háð mati á umhverfisáhrifum

- Ávallt þarf að meta umhverfisáhrif efnistöku ef áætluð efnistaka raskar 50.000 m² svæði eða stærra eða er 150.000 m³ eða meiri.



Tilkynningarskyld efnistaka

Skipulagsstofnun úrskurðar um matsskyldu

- Áætluð efnistaka raskar 25.000 m² svæði eða stærra
- Áætluð efnistaka er 50.000 m³ eða meiri
- Efnistökuastaðir ná til samans yfir stærra en 25.000 m² svæði
- Efnistaka á verndarsvæðum (felld út úr 2. viðauka umhverfismatslaganna og þar með ekki lengur tilkynningarskyld)
 - friðlýstar náttúruvinjar
 - landslagsgerðir og jarðmyndanir sem njóta sérstakrar verndar
 - vatnsverndarsvæði
 - vernd samkvæmt sérlögum og/eða alþjóðlegum samningum
 - svæði innan 100 m fjarlægðar frá fornminjum
 - hverfisvernd samkvæmt skipulagsáætlunum
 - náttúruverndarsvæði m.a. svæði á náttúruvinjaskrá
 - önnur vernd m.a. skv. 3. viðauka umhverfismatslaga

Ákvæði um framkvæmdaleyfi-nýtingarleyfi

Lög um náttúruvernd og skipulags- og byggingarlög

- Öll efnistaka á landi og af eða úr hafsbotni innan netlaga er háð framkvæmdaleyfi hlutaðeigandi sveitarstjórnar
- Forsætisráðuneytið (Orkustofnun) veitir nýtingarleyfi á landi almennings á **þjóðlendum og hafsbotni utan netalaga**
- Eftir 1. júlí 2012 hefur verið lagaskylda að afla framkvæmdaleyfis fyrir allri efnistöku
- Á vefslóðinni <http://www.namur.is/> er vefrit með ýtarlegum upplýsingum um námur og námufrágang