



Námskeið um Efnisgæðarit Vegagerðarinnar, apríl 2023

Malarlitlag

Eiginleikar steinefna- samanburður við kröfur

Pétur Pétursson
Sérfræðingur á stoðdeild Vg



Val á slitlagsgerð háð umferð (ÁDU)

Slitlagsgerð	Ársgagnsumferð, ÁDU						
	100	300	1500	2500	3000	8000	15000
Malarslitlag	—————						
Klæðing með óflokkuðu steinefni	—————	—————					
Klæðing með flokkuðu steinefni, efri flokkunarstærð 11 mm	—————	—————	—————				
Klæðing með flokkuðu steinefni, efri flokkunarstærð 16 mm	—————	—————	—————	—————			
Slitlagsmalbik (AC og SMA)	—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————

Malarslitslagsefni

- Þarf að mynda öruggt og slétt yfirborð án skemmda svo sem þvottabretta, hola eða djúpra hjólfara
- Þarf að þola áraun frá umferð, heflun og veðrun þ.e. áraun frá vatni, vindi og frost/þíðu sveiflum
- Á góðu malarslitalagi er ekki mikil lausamöl og ryk þyrlast ekki upp úr slitlaginu
- Hafa oftast verið unnin úr setlögum en nokkuð úr hraungjalli
- Erlendis er góð reynsla af notkun mulins bergs í malarslitalög
- Með réttum vinnsluaðferðum má hafa veruleg áhrif á flesta eiginleika efnisins svo sem kornadreifingu, fínefnahlutfall og hlutfall leirs og löggun korna

Grunneiginleikar malar slitlaga og áhrif þeirra á gæði slitlagsins

- Kornadreifing
 - *fínefnahlutfall*
 - *lögun kornaferils – opinn eða lokaður*
- Magn og gerð fínefna ráðandi fyrir vatnsgeymd
 - *hlutfall leirs*
 - *þjálni fínefna (PI) – rýrnunarstuðull (LS)*
- Styrkur korna og veðrunarþol
 - *niðurbrot vegna umferðar og heflunar*
 - *niðurbrot vegna frost/þíðu áhrifa*
- Kornalögun
 - *teningslaga, köntótt og hrjúf korn bindast vel*



Vinnuaðferðir geta verið ráðandi varðandi gæði malarslitlaga

→ Efnisvinnsla

- *mölun (stýring á kornadreifingu, brothlutfalli og kornalögun)*
- *hörpun*
- *íblöndun fínefna*
- *úttekt fínefna*

→ Útlagnaraðferðir og viðhald

- *útlögn (gjarnan með dreifara)*
- *þjöppun (mjög mikilvægt að valta malarslitlag)*
- *rykbinding*



Aðstæður geta verið ráðandi varðandi endingu malarslitlaga

→ Veðurfar

- *úrkoma* (mikil áhrif á endingu og kröfur til fínefna)
- *veðurhæð* (fínefni fýkur úr slitlagi ef rakaheldni fínefna er lág)
- *frost-þíða* (niðurbrot steinefna – frostlyftingar)

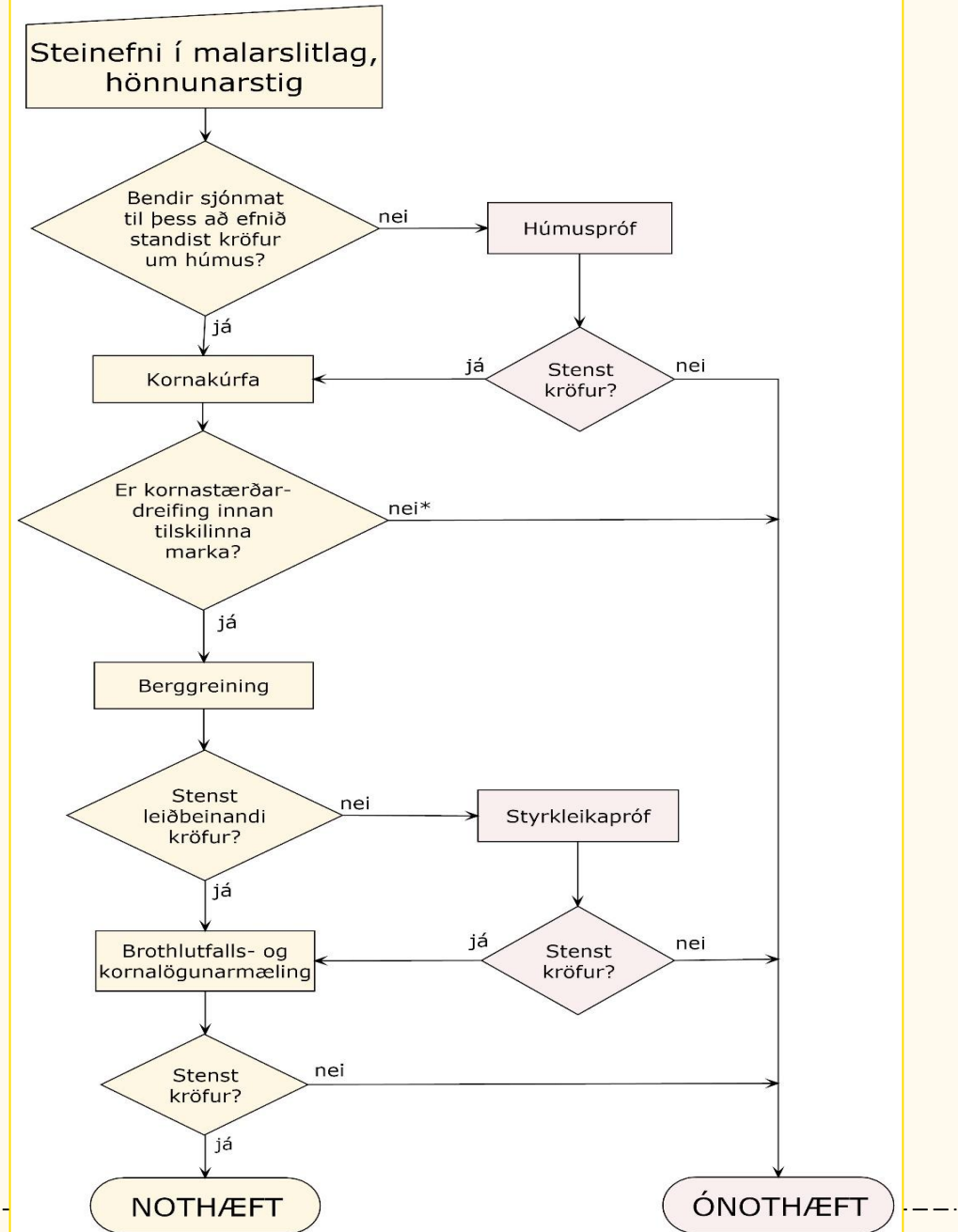
→ Afvötnun: Mjög mikilvæg fyrir endingu slitlags

- *lekt undirlags* (burðarlag má ekki vera of lekt)
- *halli yfirborðs* (góður þverhalli eða langhalli færri holur)

→ Umferðarálág (helst <100 bílar og varla meira en 300 bílar?)

→ Burðarþol (malarvegir oft byggðir úr frostnæmum efnum og því hætt við frostlyftingum og burðarþolstapi sem skemmir slitlagið)

Flæðirit fyrir rannsóknir á malarslitlagi á hönnunarstigi (þegar markmiðið er að framleiða gæða-malarslitlag)



*Ef ekki er völ á öðru efni kemur til greina að nota efni þótt það standist ekki kröfur varðandi leirinnihald og LS-stuðul.

Rýrnunarstuðull (LS) og Þjálnistuðull (PI)

- Rýrnunarstuðull og þjálnistuðull eru mælikvarðar á rakaheldni fínefna og góð fylgni er á milli stuðlanna
- Þjálnistuðull PI er mismunurinn á flæðimarki og þjálnimarki (Atterbergsmörk) þ.e. mælikvarði á rakabil sem fínefni eru þjál (hnoðanleg)
- Rýrnunarstuðull (LS) Lengdarrýrnun við ofnþurrkun frá flæðimarki.

Efnismagn, m ³	Húmus (sjónmat)	Korna-dreifing	Leir-innihald	Rýrnunar-stuðull (LS)	Berg-greining	Styrkur	Brot-hlutfall	Korna-lögun
< 5000	2-4	2-4	1	1	1	(1)	1	1
> 5000	4-6	4-6	1	1	1	(1)	1	1

Lágmarksfjöldi prófsýna af malarlitlagsefni úr námu, miðað við áætlað efnismagn - hönnunarstig

Tíðni steinefnaþrófa við framleiðslu

Próf	Magn, m ³
Húmus (sjónmat)	1000
Kornadreifing	
Brothlutfall	2000
Rýrnunarstuðull (LS)	6000
Berggreining	
Kornalögun	
Styrkur (LA próf)*	-

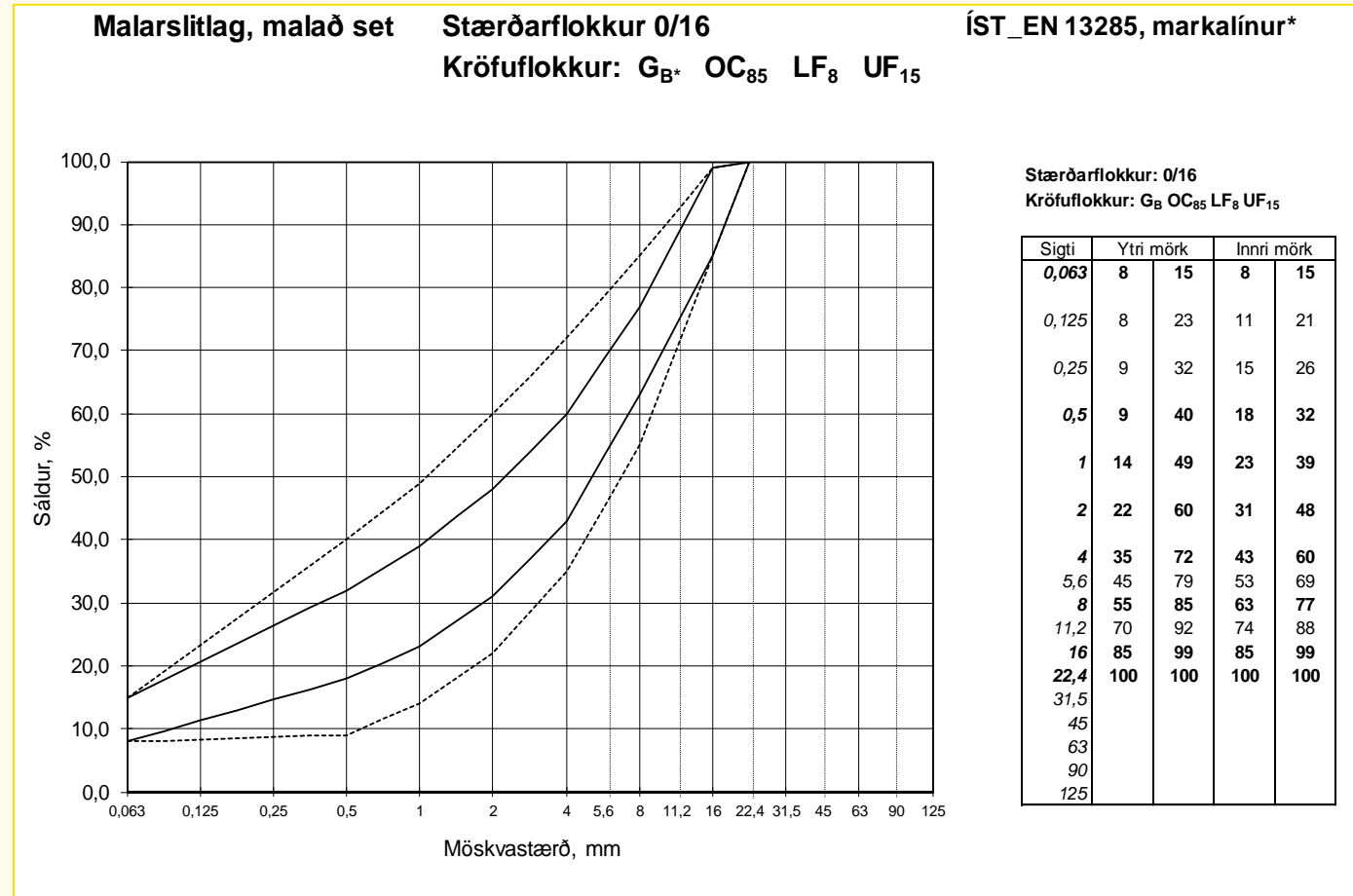
**Ef steinefni stenst ekki leiðbeinandi kröfur um gerð og magn 3. flokks efnis samkvæmt berggreiningu, getur það kallað á að einnig sé gert styrkleikapróf á framleiðslustigi.*

Ekkert af þessum prófunum skal gera sjaldnar en einu sinni í verki, einu sinni í námu eða tvisvar á því ári sem vinnsla fer fram

Hönnun malarlitlags og útlögn

- Þykkt malarlitlags skal vera að lágmarki 50 mm við endurlögn og 70 mm á nýbyggingum.
- Efri flokkunarstærð má að hámarki vera hálf lagþykkt
- Góður árangur við lögn malarlitlaga næst með því að dreifa mölinni með malardreifara og þjappa með valta og nást þá jafnari þykktir og betur þjappað efni yfir allt yfirborðið
- Mikilvægt er að efnið sé hæfilega rakt við útlögn

Dæmi um markalínur fyrir malarslitlag úr möluðu seti



Helstu kröfur fyrir malarslitlagsefni

Humus: Ekki meira en 1% glæðitap; sjónmat yfirleitt látið nægja.

Hlutfall leirs (efni minna en 0,002 mm) skal vera á bilinu 10 – 30% af heildarmagni fínefna <0,063 mm

Meðalárs- úrkoma, mm	< 1000	≥ 1000
LS stuðull	2–10%	2-7%

Ársgaugsumferð (ÁDU)	< 75	≥ 75
LA – gildi	LA ₄₀	LA ₃₅

Ársgaugsumferð (ÁDU)	< 75	≥ 75
% í 3. gæðaflokki	< 30	< 25

Ársgaugsumferð (ÁDU)	< 75	≥ 75
Brothlutfall – gildi	C _{Ekki krafa/50}	C _{50/30}

Ársgaugsumferð (ÁDU)	< 75	≥ 75
Kleyfnistuðull, FI	FI ₃₅	FI ₃₀

Kröfur til þverhalla, sléttleika og legu fyrir yfirborð útlagðs malarslitlags

Frávik	stök mæling	meðaltal
Leyft frávik á staðsetningu í láréttum fleti (breidd) (mm)	+100/0	
Leyft frávik á lagþykkt (mm)	+15/-15	+5/-5
Leyft frávik á sléttleika mældum með 3 m réttsskeið (mm)	10	
Leyft frávik á þverhalla (0/00)	10	
Mesta frávik frá hönnuðu yfirborði (mm)	+50 / -50	
Mesta hæðarbreyting á 10 m (mm)	+25 / -25	

- Þakhalli skal vera að lágmarki 4% og einhliða þverhalli minnst 5,5% og ekki meiri en 8% og skal hann mótaður með burðarlaginu en malarslitlagið lagt ofan á í 50 – 70 mm þykku lagi. Mælt er með að lagþykkt malarslitlags sé að lágmarki 70 mm á nýbyggingu.
- Einhliða þverhalli á mjóum vegum og í beygjum. Varasamt að nota rishalla m.a. vegna þess að bílar geta kastast til við framúrakstur þegar þeir aka yfir miðhrygginn en kosturinn er sá að leið vatnsins er styttri út af veginum.
- Varast skal að hryggir myndist á vegöxlum sem koma í veg fyrir að vatn nái að renna út af veginum.

Tvö dæmi um malarvegi, annar góður – hinn lélegur



*19 mm aurkeiluefni
11,1% fínefni, LS = 6,2
Góð afvötnun engar holur*



*Sandríkt 19 mm efni
6,6% fínefni, LS = 0
Léleg afvötnun holóttur vegur*