

# Efnisrannsóknir - malar slitlög

Námskeið um efnisrannsóknir  
Gunnar Bjarnason Jarðfræðideild

# Malarslitslagsefni

- Þarf að mynda öruggt og slétt yfirborð
- Þarf að þola áraun frá umferð, heflun og veðrun
- Hafa oftast verið unnin úr setlögum en nokkuð úr hraungjalli
- Erlendis er góð reynsla af notkun mulins bergs í malarslitolög
- Með réttum vinnsluaðferðum má hafa veruleg áhrif á flesta eiginleika efnisins svo sem kornadreifingu, fínefnahlutfall og hlutfall leirs og lögun korna

# Grunneiginleikar malarslitlaga 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

- Mólun (stýring á kornadreifingu, brothlutfalli og kornalögun)
- Hörpun
- Íblöndun fínefna
- Úttekt fínefna

- Útlagnaraðferðir og viðhald

- Útlögn
- Þjöppun
- 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)
- **Umferðarálag** (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)

# Kröfur Alverks verklýsingar Vg

- Góð köntuð mól, mulið berg eða hraun.  
Grófi hlutinn slitsterkur og molni ekki niður undan frost-þíðu áhrifum eða umferð  
– Engar prófunaraðferðir nefndar eða kröfur
- Innan markalína  
– og sem mest samsíða þeim
- fínefnahlutfall (<63  $\mu\text{m}$ ) á bilinu 10 – 15%

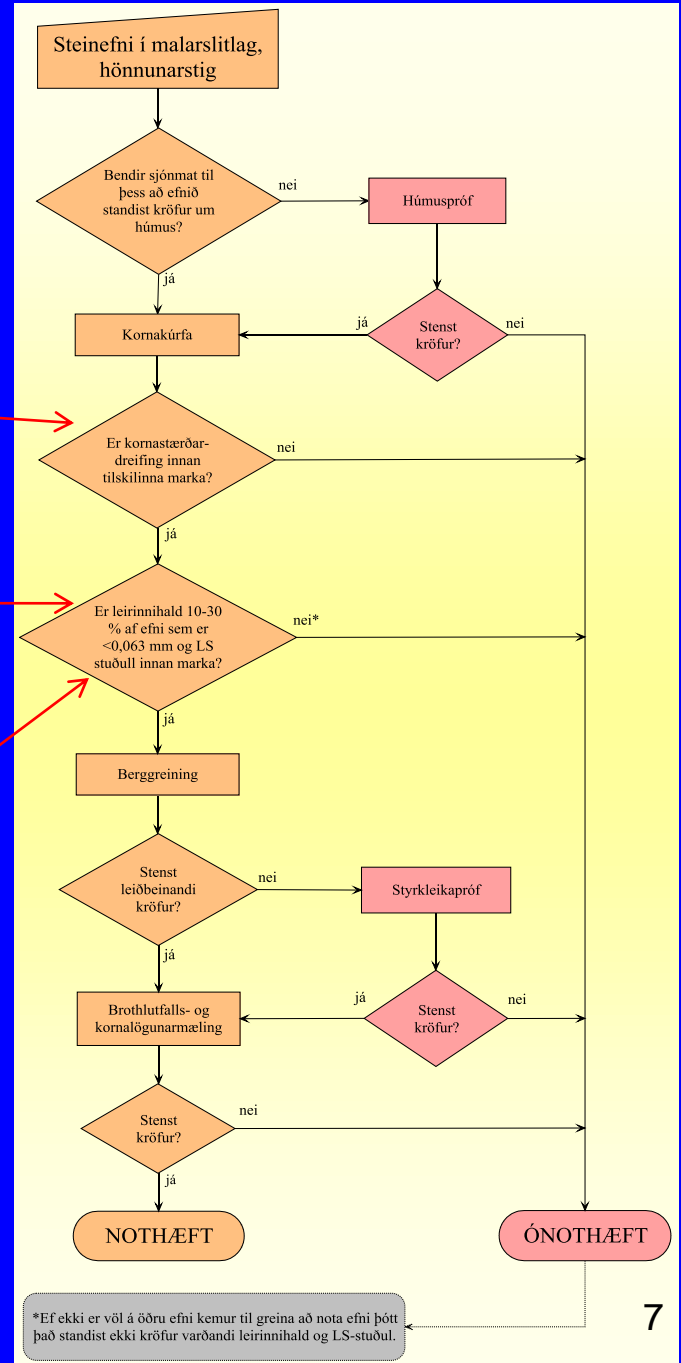
# Leiðbeiningarit um efnisrannsóknir

Flæðirit fyrir rannsóknir á malarslitlagi á hönnunarstigi ef markmiðið er að framleiða gæða malarslitlag

Set:  $LF_8$  og  $UF_{15}$ , Berg:  $LF_4$  og  $UF_{12}$

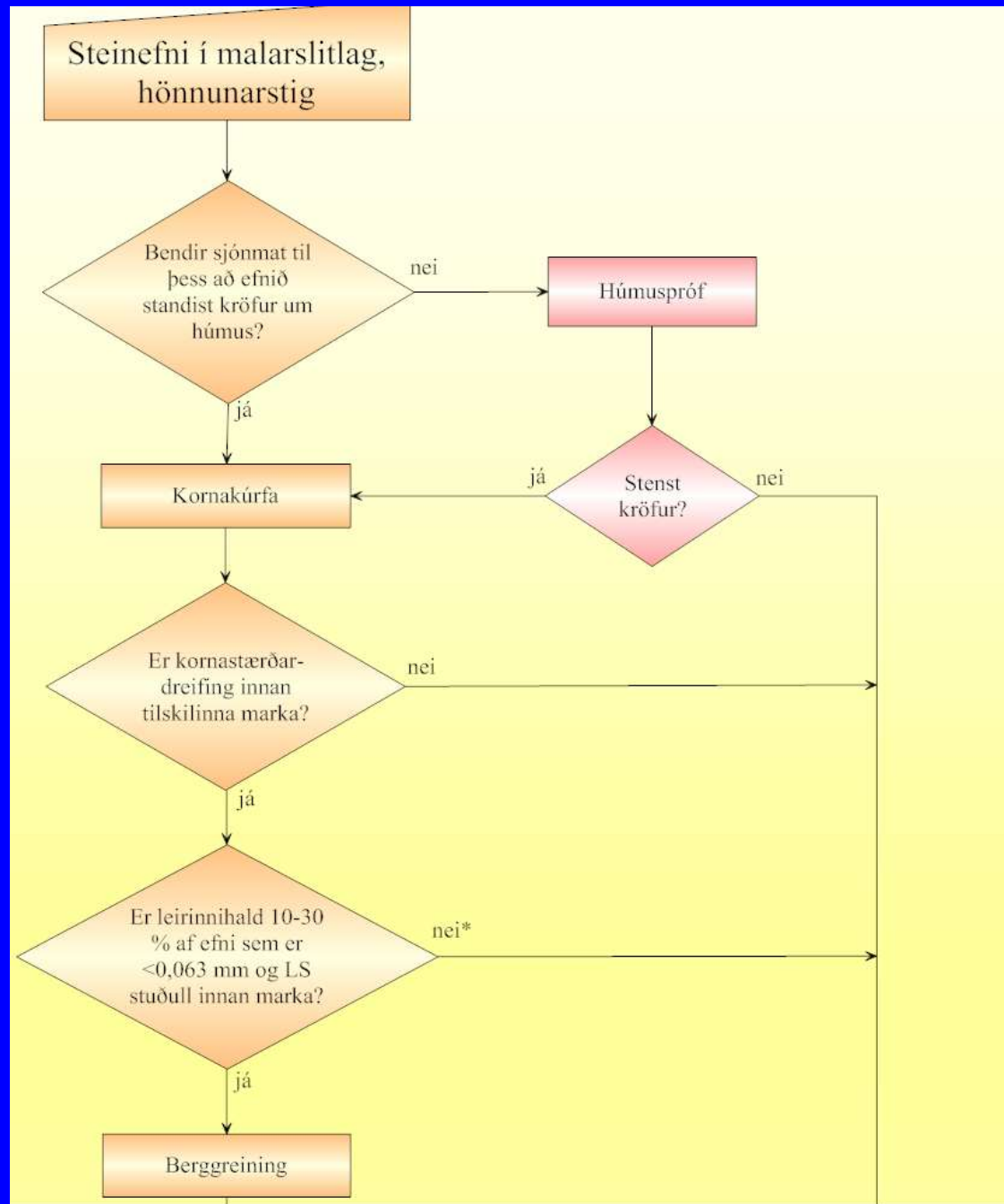
mælt með hydrometer eða ljörva (laser)

Rýrnunarstuðull LS er mælikvarði á þjálni fínafna með góða fylgni við PI gildi

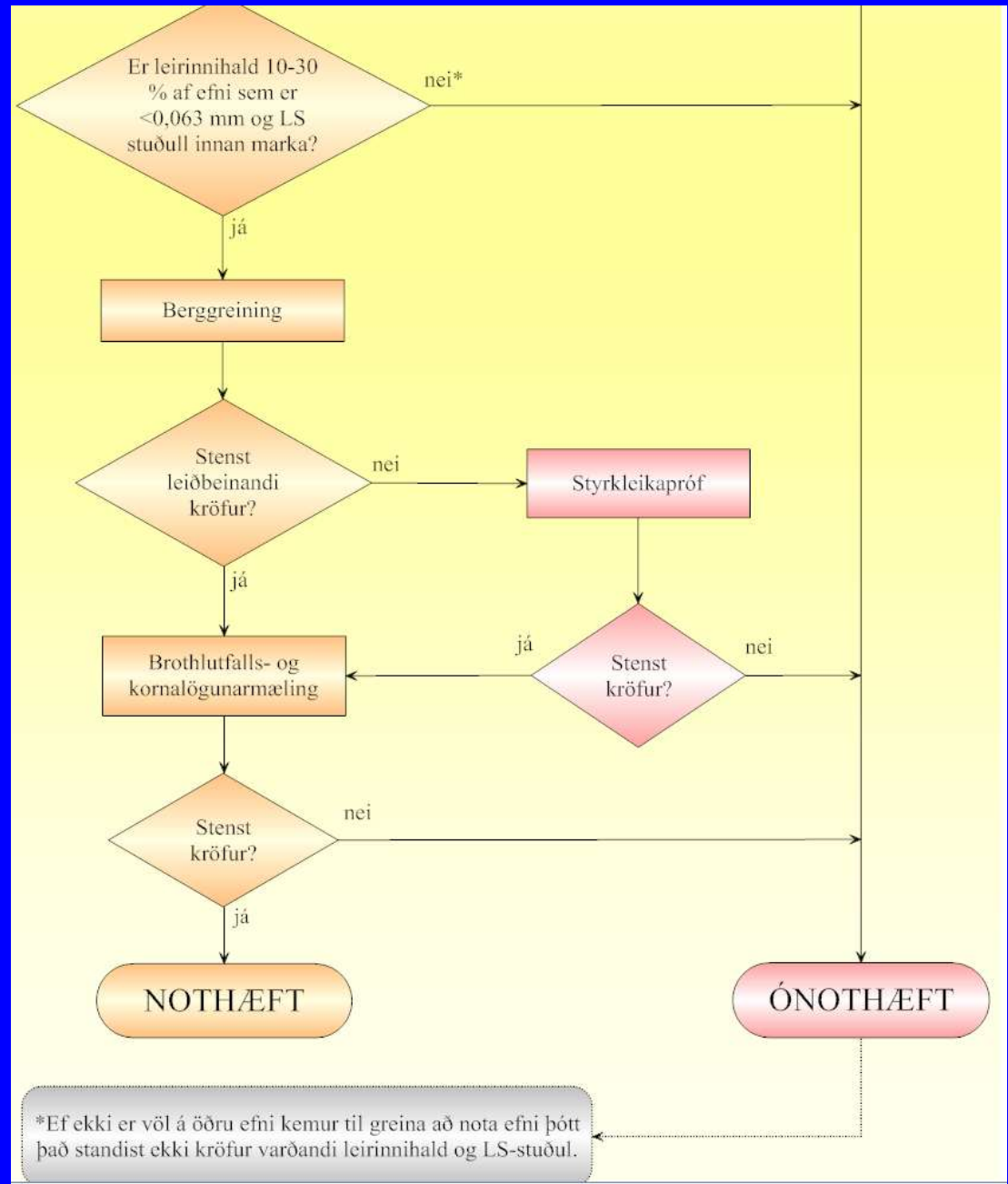


\*Ef ekki er völ á öðru efni kemur til greina að nota efni þótt það standist ekki kröfur varðandi leirinnihald og LS-stuðul.

# Rannsóknir á steinefnum í malarslitlag á hönnunarstigi



# Rannsóknir á steinefnum í malarslitlag á hönnunarstigi framhald



# 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.

## Lágmarksfjöldi prófsýna af malarslitlagsefni úr námu miðað við áætlað efnismagn

| Efnismagn, þús. m <sup>3</sup> | Húmus (sjónmat) | Kornadreifing | Leirinnihald | Rýrunarstuðull (LS) | Berggreining | Styrkur * | Brot hlutfall | Kornalögun |
|--------------------------------|-----------------|---------------|--------------|---------------------|--------------|-----------|---------------|------------|
| 0-5                            | 2-4             | 2-4           | 1            | 1                   | 1            | (1)       | 1             | 1          |
| >5                             | 4-6             | 4-6           | 1            | 1                   | 1            | (1)       | 1             | 1          |

\* Styrkleikapróf er einungis framkvæmt ef berggreining stenst ekki kröfur

# Tíðni steinefnaprófa við framleiðslu

| <b>Próf</b>          | <b>Magn<br/>m<sup>3</sup></b> |
|----------------------|-------------------------------|
| Húmus (sjónmat)      | 1000                          |
| Kornadreifing        |                               |
| Rýrnunarstuðull (LS) | 6000                          |
| Berggreining         | 6000                          |
| Brothlutfall         | 2000                          |
| Kornalögun           | 6000                          |

Alltaf skal gera eitt próf við upphaf framleiðslu og síðan með þeirri tíðni sem taflan tilgreinir

Ekki sjaldnar en einu sinni í verki, einu sinni í námu eða tvisvar á ári

Styrkleikapróf ef berggreining stenst ekki kröfur

# Hönnun malarslitlags og útlögn

- Þykkt malarslitlags skal vera að lágmarki 50 mm
- Efri flokkunarstærð má að hámarki vera hálf lagþykkt
- Góður árangur við lögn malarslitlaga 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

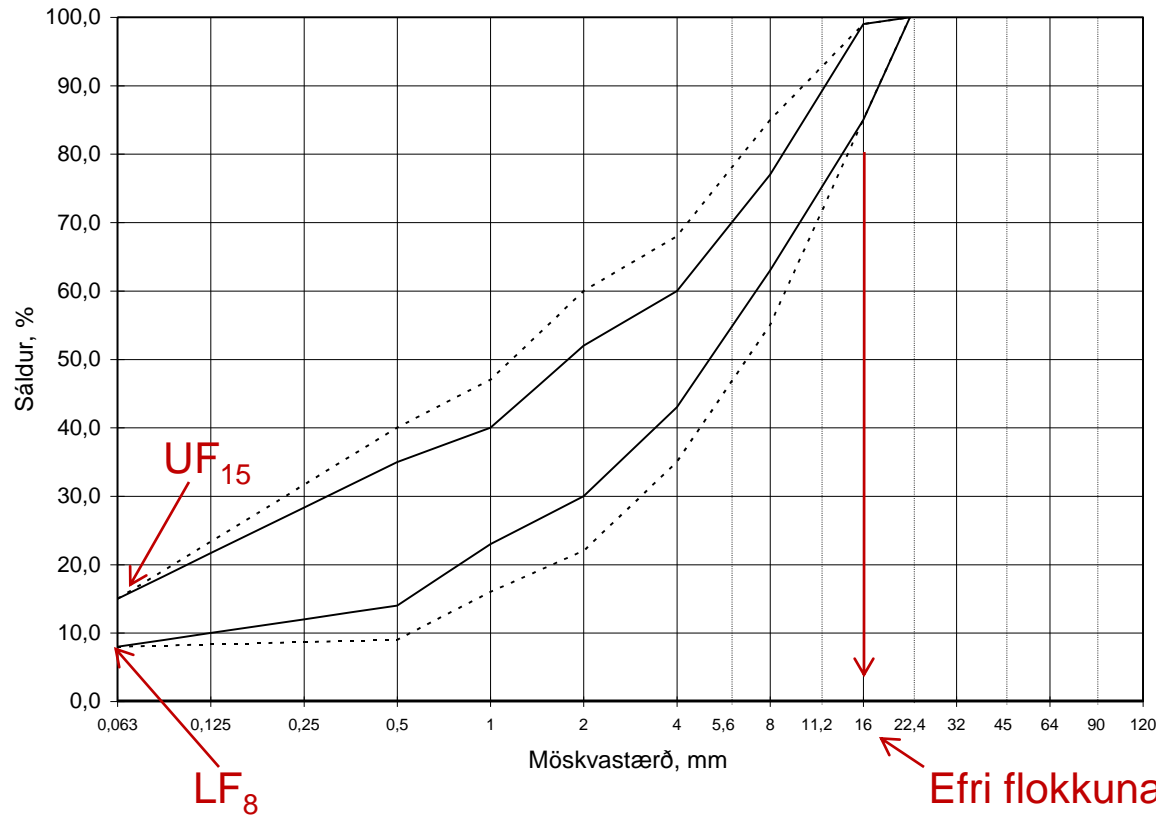
# Markalínur fyrir malarslitlag – malað set

Malarslitlag, malað set

Flokkunarstærð 0/16

ÍST\_EN 13285, markalínur

Kröfuflokkur:  $G_B$   $OC_{85}$   $LF_8$   $UF_{15}$



Flokkunarstærð: 0/16  
Kröfuflokkur:  $G_B$   $OC_{85}$   $LF_8$   $UF_{15}$

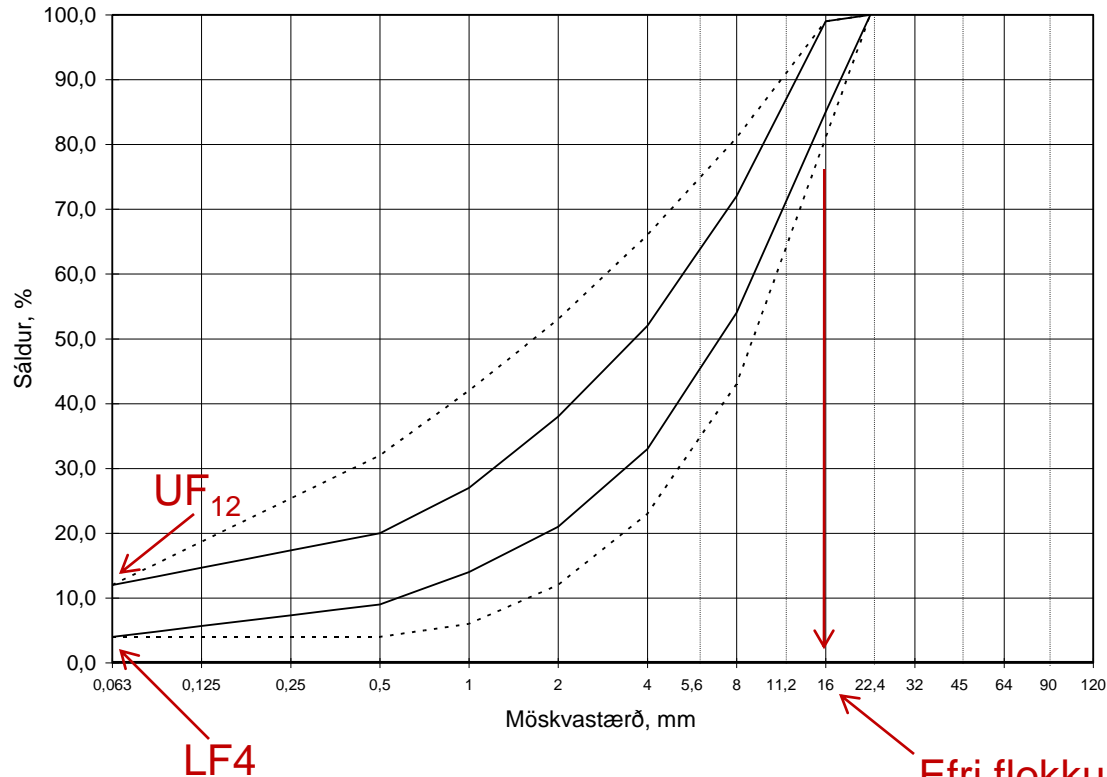
| Sigti        | Ytri mörk  |            | Innri mörk |            |
|--------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>0,063</b> | <b>8</b>   | <b>15</b>  | <b>8</b>   | <b>15</b>  |
| 0,125        | 8          | 23         | 10         | 22         |
| 0,25         | 9          | 32         | 12         | 28         |
| <b>F 0,5</b> | <b>9</b>   | <b>40</b>  | <b>14</b>  | <b>35</b>  |
| <b>E 1</b>   | <b>16</b>  | <b>47</b>  | <b>23</b>  | <b>40</b>  |
| <b>C 2</b>   | <b>22</b>  | <b>60</b>  | <b>30</b>  | <b>52</b>  |
| <b>B 4</b>   | <b>35</b>  | <b>68</b>  | <b>43</b>  | <b>60</b>  |
| 5,6          | 45         | 77         | 53         | 69         |
| <b>A 8</b>   | <b>55</b>  | <b>85</b>  | <b>63</b>  | <b>77</b>  |
| 11,2         | 70         | 92         | 74         | 88         |
| <b>16</b>    | <b>85</b>  | <b>99</b>  | <b>85</b>  | <b>99</b>  |
| <b>22,4</b>  | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |
| 31,5         |            |            |            |            |
| 45           |            |            |            |            |
| 63           |            |            |            |            |
| 90           |            |            |            |            |
| 120          |            |            |            |            |

# Markalínur fyrir malarslitlag – malað berg

Malarslitlag, malað berg

Flokkunarstærð 0/16  
Kröfuflokkur: G<sub>P</sub> OC<sub>85</sub> LF<sub>4</sub> UF<sub>12</sub>

ÍST\_EN 13285, markalínur



Flokkunarstærð: 0/16  
Kröfuflokkur: G<sub>P</sub> OC<sub>85</sub> LF<sub>8</sub> UF<sub>15</sub>

| Sigti        | Overall    |            | S          |            |
|--------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>0,063</b> | <b>4</b>   | <b>12</b>  | <b>4</b>   | <b>12</b>  |
| 0,125        | 4          | 19         | 6          | 15         |
| 0,25         | 4          | 25         | 7          | 17         |
| <b>F 0,5</b> | <b>4</b>   | <b>32</b>  | <b>9</b>   | <b>20</b>  |
| <b>E 1</b>   | <b>6</b>   | <b>42</b>  | <b>14</b>  | <b>27</b>  |
| <b>C 2</b>   | <b>12</b>  | <b>53</b>  | <b>21</b>  | <b>38</b>  |
| <b>B 4</b>   | <b>23</b>  | <b>66</b>  | <b>33</b>  | <b>52</b>  |
| 5,6          | 33         | 74         | 44         | 62         |
| <b>A 8</b>   | <b>43</b>  | <b>81</b>  | <b>54</b>  | <b>72</b>  |
| 11,2         | 62         | 90         | 70         | 86         |
| <b>16</b>    | <b>81</b>  | <b>99</b>  | <b>85</b>  | <b>99</b>  |
| <b>22,4</b>  | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |
| 31,5         |            |            |            |            |
| 45           |            |            |            |            |
| 63           |            |            |            |            |
| 90           |            |            |            |            |
| 120          |            |            |            |            |

# Kröfur fyrir malarslitlagsefni

## Rýrnunarstuðull

|                       |           |           |
|-----------------------|-----------|-----------|
| <b>Meðalársúrkoma</b> | < 1000 mm | > 1000 mm |
| <b>LS stuðull</b>     | 2–10%     | 2-7%      |

## Berggreining

|                           |      |      |
|---------------------------|------|------|
| <b>Árdagsumferð (ÁDU)</b> | <75  | >75  |
| <b>% í 3. gæðaflokki</b>  | < 30 | < 25 |

## Styrkleikapróf

|                                      |                  |                  |
|--------------------------------------|------------------|------------------|
| <b>Árdagsumferð (ÁDU)</b>            | <75              | >75              |
| <b>Flokkun samkvæmt ÍST EN 13242</b> | LA <sub>40</sub> | LA <sub>35</sub> |

# 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

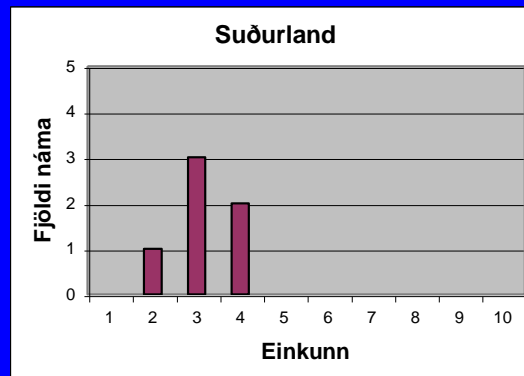
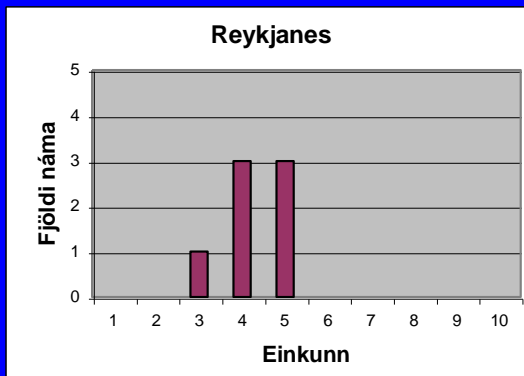
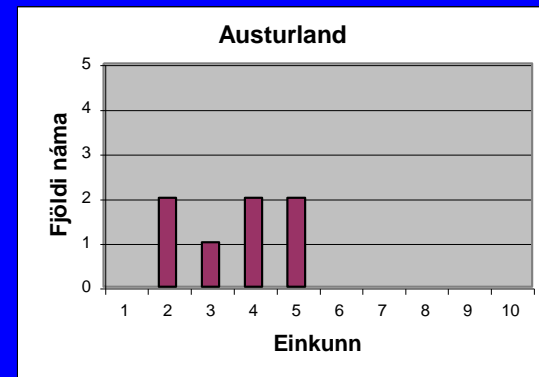
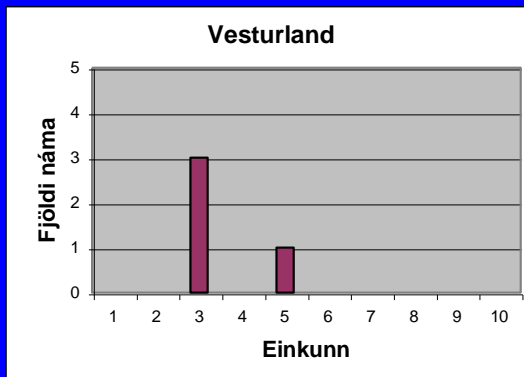
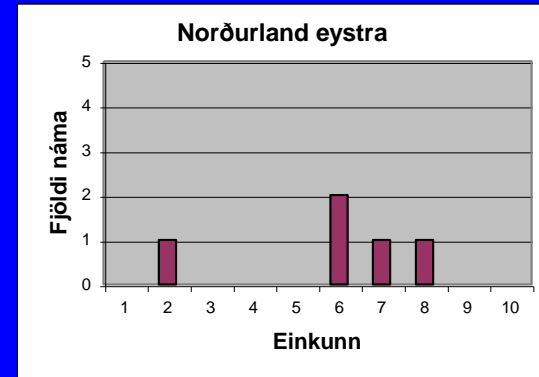
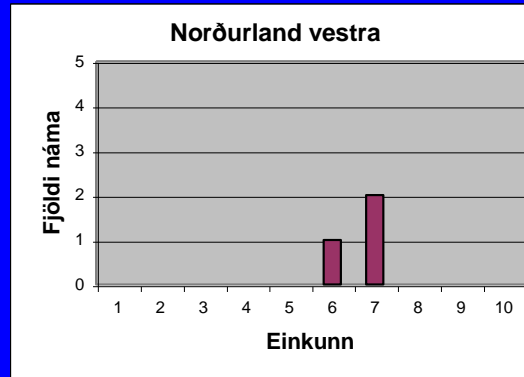
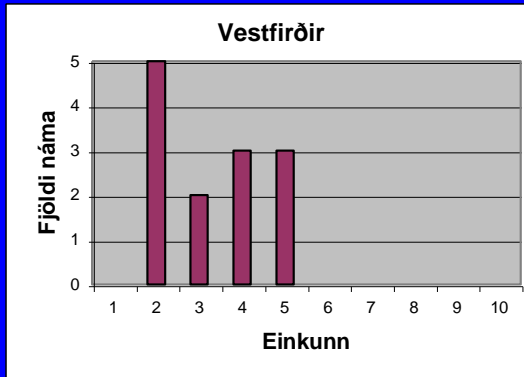
## Brothlutfall

| Árdagssumferð (ÁDU)         | <75                | >75                |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|
| Flokkun samkv. IST EN 13242 | C <sub>NR/50</sub> | C <sub>50/30</sub> |

## Kornalögun

| Árdagssumferð (ÁDU)         | <75              | >75              |
|-----------------------------|------------------|------------------|
| Flokkun samkv. IST EN 13242 | Fl <sub>50</sub> | Fl <sub>35</sub> |

# Samræmt gæðamat malarslitlaga eftir landshlutum



# Samanburður á mældum eiginleikum náma með góða einkunn og meðaltali allra náma

| Efniseiginleiki                              | Frávik frá meðaltali allra náma |                             |
|--|---------------------------------|-----------------------------|
|  | Námur með einkunn 7 og 8        | Námur með einkunn 6, 7 og 8 |
| Hluti efnis smærri en 75 $\mu\text{m}$       | + 70%                           | + 47%                       |
| Hluti efnis smærri en 20 $\mu\text{m}$       | + 70%                           | + 52%                       |
| Hluti efnis smærri en 2 $\mu\text{m}$ (leir) | + 81%                           | + 66%                       |
| Kornastærð við 10 % sáldur (D10)             | - 78%                           | - 71%                       |
| Þjálmi                                       | + 52%                           | + 42%                       |
| Rýrnunarstuðull (LS)                         | + 53%                           | + 54%                       |



Hlíðarendanáma 3420203 Einkunn 2  
Krísuvíkurvegur rykbinding NaCl  
Efni malað 25 mm úr hrauni  
6,8% fínefni, LS = 0

Góð afvötnun engar holur



Eiði 6601101 Einkunn 2  
Skálmarfjörður rykbinding NaCl  
Sandríkt 19 mm efni  
6,6% fínefni, LS = 0

Léleg afvötnun holóttur vegur



Léleg afvötnun margar holur

Betri afvötnun færri holur

Hamarsnáma 6620202 Einkunn 4  
Barðastrandarvegur rykbinding  
NaCl

Skriðuefni 25 mm lagt 1985

10,9% fínefni, LS = 4,4



Góð afvötnun engar holur



Góð afvötnun

Lítill halli niðurundan brekku

Rishalli

Austurá 5600203 Einkunn 5

Vestfjarðavegur rykbinding NaCl

19 mm aurkeiluefni

11,1% fínefni, LS = 6,2

Góð afvötnun engar holur





Hraunsnáma 7760901 Einkunn 7  
Siglufjarðarvegur rykbinding CaCl  
Framhlaup 25 mm, rauð millilög  
13,5% fínefni, LS = 3,6



Víkurhólar 8830202 Einkunn 8  
Grenivíkurvegur gott án rykbindingar  
Framhlaup 19 mm, rauð millilög  
14,8% fínefni, LS = 8,9