

Fínefni í malarslitlög

Nokkrir grunneiginleikar steinefna
og áhrif þeirra á gæði malarslitlaga



Fínefni í malarslitolög - lokaskýrsla -

Ásbjörn Jóhannesson
Gunnar Bjarnason
Pétur Pétursson
Pórir Ingason



BUSL er samstarf
Vegagerðarinnar,
Borgarverkfræðingsins
í Reykjavík
Rannsóknastofnunar
byggingariðnaðarins
og
Verkfræðideildar
Háskóla Íslands
um rannsókn- og þróunar-
verkefni á sviði vega- og
gatnagerðar.

Samstarfinu er stýrt af
verkefnisstjórn með fulltrúum
frá framangreindum stofnunum.
Starfinu er skipt niður á þrjú
svið, efnisgæði, slitlög og
burðarlög. Um hvern af þessum
málaflokkum hefur verið skipuð
nefnd sem ber faglega ábyrgð á
honum.

**Höfundar hverrar skýrslu
bera ábyrgð á innihaldi
hennar.**

**Niðurstöður skýrslna ber ekki
að túlka sem yfirlýsta stefnu
eða álit þeirra stofnana sem
standa að BUSL-samstarfinu.**

Í verkefnisstjórn BUSL
eru:

Frá Vegagerðinni:

Hreinn Haraldsson
Rögnvaldur Jónsson

Frá Borgarverkfræðingi:

Valur Guðmundsson
Sigurður Skarphéðinsson

Frá Verkfræðideild
Háskóla Íslands:

Sigurður Erlingsson

Verkefnisstjóri BUSL-
samstarfsins:

Þórir Ingason,
Rannsóknastofnun
byggingariðnaðarins.

BUSL - samstarf um rannsókn- og þróunar- verkefni í vega- og gatnagerð	Skýrsla númer: E-44
Vegagerðin , Borgartúni 7, 105 Reykjavík sími: 522 1000 Borgarverkfræðingurinn í Reykjavík , Skúlatúni 2, 105 Reykjavík sími: 563 2300 Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins , Rb-Keldnaholti, 112 Reykjavík sími: 570 7300 Verkfræðideild HÍ , Hjarðarhaga 2-6, 107 Reykjavík sími: 525 4645	Dagsetning: Ágúst 2004 Heiti verkefnis: Fínefni í malarslitlög
Höfundar: Ásbjörn Jóhannesson, Gunnar Bjarnason, Pétur Pétursson og Þórir Ingason	Verkefnið kostað af: Rannsókn- og þróunarsjóði Vegagerðarinnar
Verkefnishópur: Ásbjörn Jóhannesson, Gunnar Bjarnason, Pétur Pétursson og Þórir Ingason	
Heiti skýrslu: Fínefni í malarslitlög – Nokkrir grunneiginleikar steinefna og áhrif þeirra á gæði malarslitlaga	
Ágrip (markmið, aðferðir, niðurstöður):	
<p>Viðhaldskostnaður á malarslitlögum og aksturseiginleikar þeirra fara að verulegu leyti eftir efnisgæðum slitlaganna. Í þessari skýrslu er fjallað um æskilega eiginleika efnis í malarslitlög. Þar eru rakin ýmis atriði sem almennt eru talin hafa áhrif á gæði malarslitlaga, meðal annars með skírskotun til innlendra og erlendra staðla, en meginefni skýrslunnar fjallar um niðurstöður margháttaðra mælinga á sýnum úr íslenskum setnámum og samband þeirra við gæðamat á malarslitlögum úr sömu námum.</p> <p>Tekin voru sýni úr 49 námum og gæði malarslitlaga úr sömu námum voru metin. Við prófanir á sýnum úr námunum var megináhersla lögð á eiginleika tengda sáldurferli (12 mælikvarðar) og eiginleika sem tengja mætti samloðun (5 mælikvarðar). Gæði slitlaganna voru metin huglægt af verkstjórum og fulltrúa Vegagerðarinnar og þeim gefin einkunn á bilinu 0-10. Við úrvinnslu gagnanna var meðal annars beitt fjölbreytuaðhvarfi (multiple regression analysis).</p> <p>Helstu niðurstöður eru þessar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mældir eiginleikar sýnanna skýra aðeins um 35-40 % af breytileikanum í gæðum malarslitlaga. Það getur bent til að gæðamatið sé ekki sérlega nákvæmt, eða hins, að einhverja (ef til vill óþekkt) eiginleika vanti. - Rýrnunarstuðull (LS), ef hann á annað borð stendur til boða sem skýringarbreyta í gagnasafninu, virðist vera sá eiginleiki sem er drýgstur til að skýra gæði malarslitlaga, og skýrir um 35 % breytileikans í gæðamati. Í skýrslunni er sett fram spájafna um gæði malarslitlaga sem byggir eingöngu á rýrnunarstuðli en óvissa í spánni er mikil, ± 2 einingar á skalanum 0-10. Ef rýrnunarstuðull stendur ekki til boða skýrast gæðin fyrst og fremst af þyngdarhlutfalli fínefna (smærri en 75 μm) og þyngdarhlutfalli leirs af fínefnum. - Gæði malarslitlaga virðast fara batnandi með hækkandi rýrnunarstuðli. Gögnin gefa þó ekki tilefni til að álykta um áhrif rýrnunarstuðuls sem er hærri en 10 %. - Milli rýrnunarstuðuls og þjálmi sýnist vera sterkt samband en nokkru lausara milli rýrnunarstuðuls og leirinnihalds en fremur veikt milli rýrnunarstuðuls og fínefnainnihalds. - Ef marka má gæðamatið sýnist vera heppilegast að hlutfall efnis smærra en 75 μm sé 10-18 % eða þar um bil og hlutfall leirs af efni smærra en 75 μm á bilinu 10-25 % eða svo. Þetta er í samræmi við reynslu. - Gagnagreiningin styður ekki tilgátur um að lögum sáldurferilsins (mælt með CU og CC) hafi áhrif á gæði malarslitlagsins. Á hinn bóginn er líklegt að búið sé að taka tillit til þessara eiginleika (og ef til vill fleiri) með vali á námum, þannig að þessir eiginleikar hafi verið innan æskilegra marka í malarslitlögum sem tekin voru til athugunar í rannsókninni. <p>Með stoð í niðurstöðum þessarar rannsóknar hefur verkefnishópurinn sett fram tillögur að breytingum á verklýsingum fyrir malarslitlög. Tillögurnar eru birtar í skýrslunni.</p>	
<small>Höfundar skýrslunnar bera ábyrgð á innihaldi hennar, niðurstöðum og ályktunum. Niðurstöður ber ekki að túlka sem yfirlýsta stefnu eða álit þeirra stofnana sem standa að BUSL-samstarfinu</small>	
Lykilorð: Fínefni, malarslitlög, gæðamat, verklýsingar.	
Fjöldi blaðsíðna: 28 + 4 viðaukar.	

BUSL - co-operation in the field of road research in Iceland.	Report number: E - 44
Public Roads Administration, Borgartún 7, IS-105 Reykjavík tel: +354 522 1000 Public Works, Municipality of Reykjavík, Skúlatún 2, IS-105 Reykjavík tel: +354 563 2300 Icelandic Building Research Institute, Rb-Keldnaholt, IS-112 Reykjavík tel: +354 570 7300 University of Iceland, Faculty of Engineering, Hjarðarhaga 2-6, IS-107 Reykjavík tel: +354 525 4654	Date: August 2004 Project: Fines in gravel wearing courses
Authors: Ásbjörn Jóhannesson, Gunnar Bjarnason, Pétur Pétursson and Þórir Ingason	Sponsor: The Public Roads Administration, Reykjavík
Working group: Ásbjörn Jóhannesson, Gunnar Bjarnason, Pétur Pétursson and Þórir Ingason	
Report title: Fines in gravel wearing courses – Some basic aggregate characteristics and their role in gravel wearing courses	
Abstract: <p>Concerning gravel wearing courses, their driving comfort and maintaining costs depend to a substantial extent on the properties of the surfacing aggregate. This report deals with desirable properties of wearing course aggregate for Icelandic conditions. The report adverts some features known to influence the quality of wearing course aggregate, partly by referring to domestic and foreign specifications, but the main subject of the report concerns measurements of various quality parameters of samples from Icelandic gravel pits and the relations of these parameters with performance ratings of wearing surface aggregate from the same deposits.</p> <p>Samples from 49 gravel pits were analyzed and the results compared to quality ratings of wearing course aggregate from these pits. The analyses focused on properties related to particle sizes (12 parameters) and properties pertaining to cohesion (5 parameters). The performance of the wearing surface aggregate was estimated subjectively by a geologist, aided by information from the maintenance manager of the district in question and graded on 0-10 scale. The performance rating was then modeled as a function of the properties analyzed, mainly through multiple regression analysis.</p> <p>The main conclusions are as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> -The models considered explain only 35-40 % of the variability in performance rating. That may either indicate inaccurate performance rating or too few parameters (some perhaps unknown) in the performance models. -Linear shrinkage (LS), if available as an independent variable, seems to be the most efficient variable to explain performance rating (PR), explaining some 35 % of the variability in PR. Of a few prediction models considered, the most promising one has LS as a single independent variable. That model, however, exhibits rather large prediction error, ± 2 units on 0-10 scale. If LS is not available as an independent variable, the PR is best modeled through two factors; fines content ($<75 \mu\text{m}$) and the proportion of clay sizes in fines. -The PR seems to improve along with increasing LS, at least up to 10 %. Outside that range, the data does not allow further conclusions. -LS seems to be strongly related to the plasticity index of the fines; somewhat less strongly related to the clay size ($<2 \mu\text{m}$) content of fines and feebly, although significantly, correlated to fines content ($<75 \mu\text{m}$). -Presuming that the ride performance rating is reliable, the optimal fines content seems to be in the 10-18 % range, and the optimal clay sized content (as percentage of fines) in the 10-25 % range. This is in reasonable keeping with experience. -The results do not support a hypothesis stating that CU and CC (parameters describing the shape of the grading curve) are of importance for the performance rating. Probably, these parameters have already been taken into account by using only reasonably well graded aggregate for wearing courses. <p>Based on the results presented, the working group has proposed amendments on the material specifications for gravel surface courses. These are presented in the report.</p> <p>The authors of this report are responsible for its contents and conclusions. The conclusions in the report should not be interpreted as the declared policy or opinions of the individual members of the BUSL co-operation</p>	
Keywords: Fines, wearing course aggregate, specifications, performance rating.	
Language: Icelandic	Number of pages: 28 + 4 appendices

FORMÁLI

Sem stendur hafa um 50 % stofn- og tengivega í veghaldi Vegagerðarinnar malarlitlag og eru þá ótaldir safn- og landsvegir. Malarvegir eru oft tiltölulega erfiðir í viðhaldi vegna þess að heppilegt slitlagsefni er ekki alltaf tiltækt í nágrenni veganna og fínefnið sem á að binda mölina í þeim saman rýkur úr þeim, misjafnlega fljótt, slitlagið trosnar sundur, verður holótt eða breytist í versta falli í þvottabretti. Vegagerðin hefur þess vegna sett ákvæði í verklýsingar sínar um efni í malarlitlög með það fyrir augum að tryggja að viðunandi efni sé notað í malarlitlög. Engu að síður er oft notað slitlagsefni sem ekki uppfyllir kröfurnar, sumpart af illri nauðsyn, þegar annað skárri efni er ekki tiltækt, sumpart í von um að efni sem ekki uppfyllir kröfurnar geti samt sem áður reynst nothæft slitlagsefni.

Undanfarna áratugi hefur Vegagerðin beitt sér fyrir rannsóknum á íslenskum malarlitlagsefnum. Árið 1994 var stofnað til umfangsmikils rannsóknaverkefnis að frumkvæði Hreins Haraldssonar, jarðfræðings hjá Vegagerðinni, sem fékk nafnið FÍNEFNI Í MALARSLITLÖG. Markmið þessa verkefnis var, eins og segir í verkefnislýsingu, að „*fá upplýsingar til að geta sett raunhæf ákvæði og kröfur um prófanir á efnunum í malarlitlög inn í verklýsingar, sem leiði til sem besta malarlitlaga*“. Þegar samstarfsnefnd Vegagerðarinnar, Borgarverkfræðingsins í Reykjavík, Rannsóknastofnunar byggingariðnaðarins og Verkfræðideildar Háskóla Íslands (BUSL) var sett á laggirnar tók Efnisgæðanefnd BUSL við umsjón verkefnisins og skipaði verkefnishóp til að stjórna því. Í hann völdust Hreinn Haraldsson og Gunnar Bjarnason, Vegagerðinni svo og Edda Lilja Sveinsdóttir, Haraldur Haraldsson og Þórir Ingason Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins. Í byrjun gegndi Hreinn Haraldsson formennsku í verkefnishópnum en vék síðar úr honum vegna anna á öðrum sviðum og Gunnar Bjarnason tók við. Árið 2003 bættust Ásbjörn Jóhannesson og Pétur Pétursson í hópinn.

Í apríl 1996 gaf Efnisgæðanefnd BUSL út áfangaskýrslu um verkefnið. Þar er meðal annars greint frá rannsóknum á hartnær 50 sýnum úr malarlitlagnámum víðs vegar um landið og reynslu vegaverkstjóra af malarlitlögum úr þessum námum. Aðeins fimmtungur þessara sýna stóðst kröfur í verklýsingum Vegagerðarinnar. Jafnframt kom í ljós að góð reynsla hafði fengist af mörgum þeirra malarlitlagsefna sem ekki stóðust kröfurnar. Í framhaldi af þessum niðurstöðum var ákveðið að endurskoða og samræma mat á reynslu af áður nefndum malarlitlögum og bera niðurstöður þess saman við prófanir á efniseiginleikum sýna úr námunum sem slitlagsefnin voru tekin úr.

Í fyrirliggjandi skýrslu, sem er lokaskýrsla verkefnisins, er greint frá afrakstrinum af þessum samanburði í síðustu tveim köflunum. Í fyrstu fjórum köflunum eru fyrri niðurstöður verkefnisins raktar í stórum dráttum og drepið á ýmiss konar fróðleik um malarlitlög, hvorutveggja til að birta nokkurn veginn heildstæða mynd af þekkingu um efniseiginleika íslenskra malarlitlaga, sem gæti greitt leiðina að ofangreindu markmiði verkefnisins.

Kostnaður við verkefnið hefur verið greiddur af Rannsókn- og þróunarsjóði Vegagerðarinnar. Að rannsóknum fyrir verkefnið á einn eða annan hátt hafa fjölmargir komið fyrir og síðar, bæði starfsmenn Vegagerðarinnar og Rannsóknastofnunar byggingariðnaðarins, og er of langt mál upp að telja. Fyrir hönd verkefnishópsins þakka ég þeim aðstoðina svo og öðrum sem hafa lagt hönd á plóginn.

Reykjavík, í ágúst 2004,

Gunnar Bjarnason.

EFNISYFIRLIT

FORMÁLI	1
1. INNGANGUR	5
2. NOKKUR SKILYRÐI FYRIR VELHEPPNUÐU MALARSLITLAGI	6
2.1 Áhrif grunneiginleika á gæði malarslitlagsefna	6
2.2 Áhrif vinnsluaðferða á gæði malarslitlaga	7
2.3 Áhrif útlagnaraðferða og viðhalds á gæði malarslitlaga	7
2.4 Áhrif aðstæðna á gæði malarslitlaga	7
3. KRÖFUR NOKKURRA VERKLÝSINGA TIL MALARSLITLAGS- EFNA OG GLEFSUR ÚR ERLENDUM RANNSÓKNUM	9
4. ÍSLENSKAR RANNSÓKNIR Á MALARSLITLÖGUM	11
5. SAMRÆMT GÆÐAMAT Á MALARSLITLÖGUM OG TENGL ÞESS VIÐ EFNISEIGINLEIKA SLITLAGSINS	15
5.1 Nokkrar niðurstöður fengnar úr samræmdu gæðamati	16
5.2 Röntgengreiningar	17
5.3 Glæðitap	17
6. SPÁJAFNA FYRIR GÆÐI Á MALARSLITLÖGUM	19
6.1 Valin spájafna	19
6.2 Mat á spájöfnum	19
6.3 Aðrar tillögur að spájöfnum og nokkrir fróðleiksmolar úr gagnagreiningu	20
7. ÍGRUNDUN OG ÁLYKTANIR	22
HEIMILDIR	27
MYNDIR	
Mynd 3.1: Eiginleikar malarslitlaga sem fall af tveim efniseiginleikum, SP og Gc	10
Mynd 4.1: Heppileg samsetning leirblandaðra malarslitlaga	12
Mynd 5.1: Skipting náma eftir einkunn í samræmdu gæðamati	15
Mynd 5.2: Dreifing einkunna fyrir malarslitlagsgæði eftir landshlutum	16
Mynd 6.1: Óvissumörk fyrir spá um gæði malarslitlags út frá mældum rýrnunar- stuðli, LS	19
Mynd 6.2: Svarflötur gæðamats sem fall af tveim skýribreytum, MIN0075 og LEIR0075	21
Mynd 7.1: Líklegir eiginleikar íslenskra malarslitlagsefna samkvæmt suður-afrísku flokkunarkerfi	24

TÖFLUR

Tafla 5.1: Samanburður á mældum eiginleikum náma með góða einkunn og meðaltali allra náma	16
Tafla 5.2: Glæðitap í nokkrum sýnum með hátt fínefnainnihald	17

VIÐAUKAR

Viðauki 1: Skoðun og gæðamat á malarslitlögum
Viðauki 2: Niðurstöður mælinga á sýnum
Viðauki 3: Niðurstöður XRD-greininga á leir
Viðauki 4: Úrvinnsla mælinga og niðurstöður

1. INNGANGUR

Fram undir 1970 voru nær allir vegir utan þéttbýlis með malarslitlagi. Nú, rúmum þrjátíu árum síðar, hefur mikil breyting orðið. Af stofn- og tengivegum í veghaldi Vegagerðarinnar, sem samtals eru um 8200 km, hefur réttur helmingur fengið bundið slitlag. Aðrir vegir utan þéttbýlis eru að langmestu leyti með malarslitlagi og samanlögð lengd þeirra er um 4700 km. Af þessu má sjá að enn er mikill meirihluti vegakerfisins með malarslitlagi og verður fyrirsjáanlega um langa framtíð. Fé sem varið er til viðhalds malarslitlaga er lítið að tiltölu við vegalengdir, um 200 milljónir króna á ári [SS 2004]. Á hitt ber að líta að hluti ekinna km á malarvegum er aðeins um 5-10 % af heildarfjölda ekinna km á þjóðvegakerfinu.

Enda þótt mikill meirihluti vega utan þéttbýlis hafi til skamms tíma verið og sé enn lagður malarslitlagi hefur furðu lítil áhersla verið lögð á að komast að því hvaða efniseiginleikar einkenna gott malarslitlag eins og Hreinn Haraldsson hefur bent á [HrH 1994a]. Að því er virðist hefur reynsla af einstökum námum fremur en skipuleg leit að heppilegum efniseiginleikum ráðið því hvaða námur hafa verið notaðar til framleiðslu á malarslitlagi, þótt nokkrar tilgátur hafi verið settar fram um heppilega eiginleika.

Verkefninu FÍNEFNI Í MALARSLITLÖG er ætlað að afla upplýsinga sem geta komið að notum við val á efni í malarslitlög, en er þó að mestu takmarkað við fínefnishluta þess í samræmi við verkefnislýsinguna [HrH 1994b]. Í henni segir efnislega:

Endanlegt markmið með þessu verkefni er að fá upplýsingar til að geta sett raunhæf ákvæði og kröfur um prófanir á eignum í malarslitlög inn í verklýsingar, sem leiði til sem bestra slitlaga. Til að nálgast þetta markmið þarf að fá svör við spurningum eins og:

- Hvaða samband er á milli gæða slitlags og magns fínefna <0,075 mm, kornadreifingu þeirra (funduð með hydrometer) og þjálmi þeirra?
- Hvaða þættir ráða því hversu vel slitlagsefni halda raka?
- Hvaða þátt eiga gerð og lögun fínefnakorna í gæðum malarslitlaga og hvernig eru þau miðað við erlend efni?
- Hvaða próf eru hentugust fyrir malarslitlagsefni? Á að taka upp svonefnt LS-próf í stað mælinga á PI-gildi (plasticity index). Kemur til greina að nota Sand Equivalent (SE) próf ásamt Metýlen Blue prófi?

Ennfremur segir í greinargerð í sömu verkefnislýsingu:

Eitt mikilvægasta atriðið varðandi malarslitlög er hversu vel efnin halda raka. Þau slitlagsefni, sem þorna fljótt, rjúka gjarnan og slitlagið endist stutt. Það er hinsvegar þekkt hér að „rauður leir“ þ. e. fínefni úr tertiera berggrunninum, hefur oftast góða bindieiginleika í malarslitlögum og heldur vel raka.

Í erlendum verklýsingum fyrir malarslitlög er oft að finna kröfur um þjálmi og magn fínefna. Reynsla hérlendis er sú að mörg íslensk efni eru ekki þjál (plastísk). Einnig hefur verið rætt um að jarðtæknilegir eiginleika íslenskra fínefna séu frábrugðnir erlendum og er það ekki ótrúlegt vegna mismunandi uppruna. Íslenskur sandur hefur til dæmis töluvert aðra eiginleika en erlendur.

Eins og tæpt er á í greinargerðinni að ofan geta íslensk malarslitlagsefni margra hluta vegna verið frábrugðin erlendum. Þar vegur þyngst að íslenskar jarðmyndanir eru mjög ungar á jarðfræðilegan mælikvarða og ýmsar berggerðir sem eru æskilegar í malarslitlögum, svo sem leir, hafa ekki haft nægilegan tíma til að myndast nema þá við sérstakar aðstæður sem óvísða er að finna. Af þessari ástæðu er ekki fyrirfram gefið að erlendar verklýsingar henti óbreyttar fyrir íslenskar aðstæður. Þess vegna var megináhersla lögð á að kortleggja efniseiginleika íslenskra malarslitlagsefna annars vegar og gæði malarslitlaga úr sömu eignum hinsvegar og leita að tengslum þarna á milli. Í þessari leit var höfð hliðsjón af erlendum verklýsingum fyrir malarslitlög þar sem ætla má að í þeim megi finna vísbendingar um heppilega eiginleika íslenskra malarslitlagsefna.

2. NOKKUR SKILYRÐI FYRIR VELHEPPNUÐU MALARSLITLAGI

Enda þótt margt sé enn á huldu um íslensk malarslitlög er þó ljóst að nokkur atriði öðrum fremur hafa áhrif á gæði þeirra og endingu. Í þessum kafla eru dregin saman nokkur slík sem talin eru skipta verulegu máli. Listinn er þó engan veginn tæmandi.

Í meginráttum eru gæði malarslitlaga háð efniseiginleikum, sem bæði ráðast af grunneiginleikum efnisins í námunni en ekki síður vinnsluaðferðum sem notaðar eru við framleiðslu efnisins svo sem hörpun, mölun og íblöndun; ennfremur aðferðum við útlögn efnisins og viðhaldi svo sem þjöppun, rykbindingu og heflun. Gæði slitlagsins á veginum eru einnig háð aðstæðum við og á veginum svo sem úrkomu, afvötnun og umferðarálagi.

2.1 Áhrif grunneiginleika á gæði malarslitlagsefna

Kornadreifing

Kornadreifing hefur afgerandi áhrif á gæði malarslitlagsefna. Í verklýsingum Vegagerðarinnar eru gerðar kröfur um að fínefni < 0,063 mm séu á bilinu 10 – 15 %. Við mat á malarslitlagsefnum er mikilvægt að gera sér grein fyrir að fínefni geta bæði verið of mikil og of lítil í efninu. Ef t.d. fínefni eru lítil í efninu þá dugar ekki að fínefni séu þjál til að nægur bindingur náist í efninu. Einnig skiptir máli að kornadreifing myndi lokaða kúrfu þannig að sem minnst holrými séu á milli korna í efninu. Með tímanum breytist kornadreifing malarslitlags talsvert í veginum bæði vegna niðurbrots efnisins en einnig vegna foks sands og fínefna úr veginum.

Magn og gerð fínefna - Rýrnunarstuðull og þjálni

Talið er æskilegt að hlutfall leirs af heildarmagni fínefna sé á bilinu 10 – 30 %. Þetta hlutfall er t.d. mælt með flotvog (hydrometerprófi). Ef fínefni eru nægilega mikil og hlutfall leirs er nægilega hátt er líklegt að nægilegur bindingur sé í efninu þ.e. að fínefnin nái að binda saman sandinn og steinana í efninu þannig að efninu haldist stöðugt í veginum. Oft má meta þennan eiginleika með sjónmati en einnig má gera þjálnipróf eða rýrnunarpróf til að mæla eiginleika fínefnanna. Í þjálniprófi [ASTM 1999a] er fundið flæðimark og þjálnimark efnisins en þjálni er mismunur á flæðimarki og þjálnimarki. Eftir því sem þjálnin er meiri helst fínefnið þjált á breiðara rakabili og efninu heldur betur í sér raka. Í rýrnunarprófi [SV 1997a] er fundinn rýrnunarstuðull (LS) sem er mælikvarði á rýrnun efnisins þegar það þornar. Gott samband er á milli rýrnunarstuðuls og þjálni. Þegar áhrif þjálni á gæði malarslitlags eru metin er mikilvægt að athuga jafnframt hvort fínefni eru í hæfilegu magni þar sem góð þjálni hefur ekki tilætluð áhrif á binding efnisins ef magn fínefna er of lítið. Samkvæmt norskum verklýsingum [SV 1999:209] má þjálni efnisins ekki fara yfir ákveðin mörk sem eru háð úrkomu. Ef meðalársúrkomu er minni en 1000 mm á LS gildið að liggja á bilinu 2- 5 % en að öðrum kosti má gildið má ekki fara yfir 3%.

Styrkur korna

Mikilvægt er að steinar í malarslitlagi hafi ákveðið viðnám gegn frost – þíðu áraun svo og niðurbroti og sliti vegna umferðar og heflunar. Ending malarslitlaga ræðst að talsverðu leyti af styrk steinefnanna.

Kornalögun

Kornalögun og áferð steina hefur talsverð áhrif á það hversu vel efnið binst og hversu stöðugt malarslitlag er í vegi. Því hrjúfari, köntóttari og teningslagaðri sem kornin eru því betur bindast þau saman. Hraun, bólstraberg, vikur og gjall eru dæmi um efni sem geta reynst sæmilega þrátt fyrir of lítil fínefni vegna þess að kornalögunin er hagstæð.

2.2 Áhrif vinnsluáðferða á gæði malarslitlaga

Með heppilegum vinnsluáðferðum má hafa veruleg áhrif á flesta grunneiginleika efnisins til hins betra svo sem kornadreifingu, kornalögun, fínefnahlutfall og leirhluta. Breyta má kornadreifingu með mólun, hörpun, íblöndun og jafnvel þvotti. Algengt er að taka burtu sand eða fínefni en einnig er algengt að blanda fínefnum og jafnvel sandi í efnið sem verið er að vinna. Mikilvægt er að mala malarslitlagsefni fremur en að harpa það vegna þess að með mólun má bæta brothlutfall og kornalögun og þar með stöðugleika efnisins verulega.

2.3 Áhrif útlagnaraðferða og viðhalds á gæði malarslitlaga

Útlögn og þjöppun

Malarslitlögum er yfirleitt dreift með því að sturta efninu á veginn af vörubílspalli og jafna svo úr efninu með veghefli. Veghefillinn þjappar efnið talsvert en síðan er umferðin um veginn látin sjá um þjöppun að öðru leyti. Þessi aðferð veldur því að efnið leggst nokkuð misþykkt á veginn og ekki næst jöfn og góð þjöppun yfir allt yfirborðið. Sérstaklega er þjöppunin léleg á umferðarlitlum og mjóum vegum þar sem einungis myndast tvenn þjöppuð hjólför en á milli þeirra eru lítt þjappaðar malarrastir. Betri árangur næst með því að dreifa mölinni með malardreifara og þjappa með valta og nást þá jafnari þykktir og betur þjappað efni yfir allt yfirborðið sérstaklega ef rakastig í efninu við völtun er nálægt hagstæðasta rakastigi.

Viðhald og rykbinding

Mjög er misjafnt hvernig staðið er að rykbindingu malarslitlaga og er það bæði háð umferðarálagi og gæðum malarslitlagsefnisins hvort og með hvaða hætti er rykbundið. Vegir eru rykbundnir með vatni og sjó en einnig með natríumklóríði (NaCl) eða kalsíumklóríði (CaCl₂). Gerðar hafa verið tilraunir með notkun magnesíumklóríðs (MgCl₂).

2.4 Áhrif aðstæðna á gæði malarslitlaga

Úrkoma

Úrkoma hefur mikil áhrif á endingu malarslitlaga. Í Noregi eru kröfur til malarslitlagsefna mismunandi eftir því hvort meðalársúrkoma á viðkomandi svæði er undir eða yfir 1000 mm. Hér á landi er meðalársúrkoman víða undir 1000 mm á norðan- og norðaustanverðu landinu en yfir 1000 mm á sunnan- og vestanverðu landinu. Þó að kröfur til malarslitlagsefna miðist ekki við ársúrkomu hér á landi þá hefur reynslan kennt mönnum að taka mið af úrkomunni þegar malarslitlagsefni eru valin. Úrkomian er sérstaklega mikil á suðaustanverðu landinu og taka menn tillit til þess með því að hafa fínefnahluta malarslitlagsins (< 63 µm) í lægri kantinum og jafnvel undir 10 % sem þó er lágmark samkvæmt verklýsingum Vegagerðarinnar.

Afvötnun

Afvötnun yfirborðs á malarlitlagi getur haft úrslitaáhrif á endingu slitlagsins. Þótt burðarþol vegarins sé nægjanlegt þá myndast holur í veginum einkum þar sem vatn nær að sitja á honum. Vatnið situr á veginum þar sem afvötnun er ekki nægjanleg þ.e. á flatlendi og t.d. við brúarenda. Þar sem þakhalli, þverhalli eða langhalli vegarins er í lagi t.d. í brekkum eru holur tiltölulega sjaldgæfar, jafnvel á malarvegum með fremur lélegu malarlitlagi. Ef afvötnun er léleg myndast holur mjög fljótt eftir úrkomu í lélegum malarlitlögum og jafnvel bestu malarlitlög standast ekki áraun vatnsins mjög lengi ef yfirborðið nær ekki að afvatna sig. Í viðauka 1 eru sýnd mörg dæmi í máli og myndum um áhrif mismunandi afvötnunar á gæði malarlitlags.

Umferðarálag

Í langtímaáætlun um vegagerð [SÁ 2001:89] er stefnt að því að allir stofnvegir og allir vegir með meira en 100 bíla dagsumferð að meðaltali (ÁDU) fái bundið slitlag. Umferðarálag hefur mikil áhrif á endingu malarlitlaga og jafnvel bestu malarlitlög þola ekki meira en 300 – 700 bíla meðalumferð á dag nema með dýru viðhaldi, sérstaklega ef veðráttu er óhagstæð.

Annað

Sem dæmi um aðra umhverfisþætti sem hafa áhrif á endingu malarlitlaga má nefna veðurþætti, svo sem mikil veðurhæð, sem veldur foki úr malarvegum, og frost/þíðu-sveiflur sem valda niðurbroti efnisins. Gott burðarþol malarvega er nauðsynleg forsenda þess að malarlitlag endist vel.

3. KRÖFUR NOKKURRA VERKLÝSINGA TIL MALARSLITLAGSEFNA OG GLEFSUR ÚR ERLENDUM RANNSÓKNUM

Í nágildandi verklýsingum Vegagerðarinnar [AL 1995] er tilgreint um efniseiginleika að steinefni í malarslitlög skuli vera góð köntuð mól, mulið berg eða mulið hraun. Einnig er gerð krafa um að grófi hluti efnisins skuli vera slitsterkur og hvorki molna niður við frost og þíðu né umferðarálág, þannig að kornalína lendi utan marka. Þá skal sáldurferill efnisins liggja innan tiltekinna markalína og sem mest samsíða þeim. Markalínurnar sýna að fínefnainnihald (smærra efni en $63 \mu\text{m}$) skuli vera á bilinu 10-15 %, en annars eru engar kröfur gerðar sem tengja mætti leirinnihaldi steinefnisins eða þjálni.

Í norskum verklýsingum [SV 1999:206] er, auk krafna til styrkleikaflokks steinefna, kleyfni og brothlutfalls, gerðar kröfur til sáldurferils og þjálni. Kröfur til þjálni eru mismunandi eftir úrkomu, ef ársúrkoman er minni en 1000 mm á rýrnunarstuðull¹ fínefnisins að vera á bilinu 2-5 %, annars að hámarki 3 %. Markalínur sáldurferilsins eru tvennskonar eftir því hvort efnið er malað berg eða malað set. Í möluðu bergi á fínefnainnihaldið ($< 75 \mu\text{m}$) að vera á bilinu 5-10 %, í möluðu seti 7-18 %. Hér má geta þess að endurskoðuð útgáfa þessara verklýsinga [SV 2004:282] hefur verið lögð fram. Þar hefur verið bætt við kröfu um að lífræn óhreinindi, ákvörðuð með glæðitapi, í þeim hluta efnisins sem er smærri en 0,5 mm, séu ekki meiri en 1 %. Fínefnainnihald, sem nú er miðað við $63 \mu\text{m}$, á að vera á bilinu 5-9 % í möluðu bergi en 7-17 % í möluðu seti. Að öðru leyti eru efniskröfurnar óbreyttar.

Í sænskum verklýsingum [AT 2003], kafla E12, eru gerðar kröfur um hlutfall malaðs efnis, hámarksinnihald af lífrænum efnum og styrkleika. Sáldurferill efnisins á að liggja innan tilgreindra marka og fínefnahlutfallið ($< 63 \mu\text{m}$) á að vera 10-15 %. Þar að auki er gerð krafa um að leirinnihald (skilgreint sem $0,002/0,063$)² skuli vera 10-33 %. Í verklýsingunum er ekki minnst á þjálni.

Á upplýsingasíðu sem Federal Highway Administration heldur úti [LTAP] er tekið sem dæmi að heppilegt fínefnainnihald ($< 74 \mu\text{m}$) í malarslitlagsefni sé 4-15 % og þjálni á bilinu 4-12. Önnur síða [DSAS 2003], sem einnig er bandarísk, tilgreinir hinsvegar 10-20 % sem hæfilegt fínefnainnihald.

Bráðabirgðaniðurstöður finnskrar rannsóknar á malarslitlögum [AV 2002] sýna að leirinnihald (hluti efnis sem er smærri en $2 \mu\text{m}$) skýrir stundum endingu malarslitlaga með ágætum. Þar sem leirinnihaldið sé lítið og loftslag þurrt megi búast við steinlosi og ryki, en sé leirinnihald hátt á úrkomusömum svæðum megi búast við hjólförum og brotholum. Jökuluðningur reynist oft vel sem ofaníbúður, sömuleiðis jarðvegsblönduð mól og annars flokks steinefni, einnig malað berg, hæfilega blandað fínefni frá steinefnaframleiðslu. Síðast en ekki síst hafa aðstæður, við og á vegi, mikil áhrif á endingu malarslitlaga.

Í doktorsritgerð um rannsóknir á malarslitlögum í Namibíu [KD 1992] er meðal annars stillt upp líkani fyrir breytingu á γ ³ sem falli af nokkrum breytum. Marktækar skýribreytur í líkaninu sem lýsa efniseiginleikum eru þjálni, fínefnainnihald ($< 74 \mu\text{m}$)

¹ Rýrnunarstuðull (LS) sýnir hvað sýnið skreppur mikið saman frá því að rakastig þess tilsvavar flæðimörkum efnisins [ASTMa 1999] og þar til það er orðið þurrt. Ef þjálnimörkin eru lág getur verið erfitt að mæla þau, en mæling á LS er fremur einföld. Norskar verklýsingar segja að þjálni megi áætla sem tvöfalt LS-gildið [SV 1999:208].

² Hér mun átt við hlutfall leirs af fínefni.

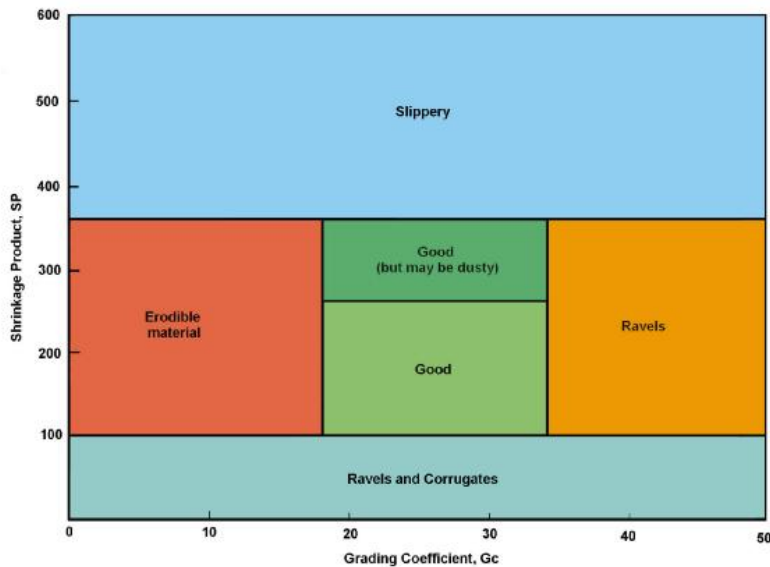
³ γ fi; á ensku: *roughness*.

og berggerð. Aðrar marktækar breytur eru umferð, þakhalli á slitlagi og tími (frá síðustu mælingu á ýfi). Varla þarf að taka fram að aðstæður og malarslitlagsefni eru gerólík því sem gerist á Íslandi, ársúrcoma er 20-400 mm eftir landshlutum [EP 1980] og slitlagsefnið er oft fínkorna, flögótt setmyndun (shale) eða kalksteinsmyndanir (calcareous mix).

Tæplega 1500 kaflar voru athugaðir og skýringarhlutfall líkansins er 38 %. Gæði slitlagsins jukust með hækkandi þjálni. Nánar tiltekið voru líkurnar 48 % á velheppnuðu slitlagi ef þjálninn var 4 eða minni, 67 % ef þjálninn var á bilinu 4-8 og 76 % ef þjálni var meiri en 8, þó þannig að líkurnar minnkuðu lítillega ef þjálninn fór yfir 12. Gæði slitlagsins voru mest ef fínefnainnihaldið var á bilinu 10-20 % en minnkuðu aðeins lítillega þótt fínefnainnihaldið væri á bilinu 20-40 %.

Einn breyta enn sýndist hafa áhrif á slitlagsgæði, þótt hún næði ekki fótfestu í ofangreindu líkani. Þessi breyta er nefnd „fineness index“ (FI) og er margfeldi fínefnainnihalds og þjálni. Slitlagsgæðin reyndust mest ef FI var á bilinu 100-200.

Á heimasíðu IFG [IFG 2004] má meðal annars finna leiðbeiningar um val á efni í malarslitlög sem líkast til eru miðaðar við aðstæður í hita- og heittempraða beltinu. Þar er tekið fram að val á efni í malarslitlag sé að öllu jöfnu málamiðlun; efni þurfi að hafa nægilega mikla þjálni til að koma í veg fyrir efnistap á þurrviðrisskeiðum en jafnframt nógu litla þjálni til að koma í veg fyrir slæm hjólför og aflögun á rigningartímabilum. Hæfileg þjálnimörk taki þess vegna mið af veðurfari.



Mynd 3.1: Eiginleikar malarslitlaga sem fall af tveim efniseiginleikum, SP og Gc. SP er skilgreint sem margfeldi rýmunarstuðuls (LS) og hundraðshluta efnis sem er smærri en 425 μ m en Gc er skilgreint sem $(P_{26,5}-P_{2,0}) \cdot (P_{4,75})/100$, þar sem P táknar hundraðshluta efnis smærri (í mm) en talan sem fer á eftir [IFG 2004].

Mynd 3.1 er sótt á áður nefnda heimasíðu IFG. Myndin er ætluð úr suður-afrískum leiðbeiningum um malarslitlög og sýnir hvernig eiginleikar malarslitlags breytast með tveim efniseiginleikum, SP og Gc. Tekið er fram að mörkin milli flokka geti breyst eftir landslagi, veðurfari og umferð. Enda þótt myndin sé byggð á reynslu af malarslitlögum við aðstæður sem eru gerólíkar því sem gerist hérlendis, má samt sem áður búast við að hún gefi nokkra hugmynd um eiginleika íslenskra malarslitlaga.

4. ÍSLENSKAR RANNSÓKNIR Á MALARSLITLÖGUM

Jón Skúlason [JS 1975] gerði kerfisbundnar rannsóknir á nokkrum eiginleikum íslenskra malarslitlagsefna. Hann rannsakaði sýni úr um 20 slitlögum, víðs vegar af landinu, sem ýmist voru flokkuð sem góð eða slæm. Markmiðið var að kanna hvort einfaldar prófanir, sem hægt væri að framkvæma í umdæmunum, gætu sagt fyrir um notagildi efna í malarslitlag og gera tillögur að leiðbeiningum um val á efni í malarslitlög. Rannsóknir Jóns gáfu eftirfarandi til kynna:

- Mælingar á rannsóknastofu á rakastigi efnisins sem fall af tíma, eða í veginum þegar sýnið var tekið, gáfu ekki nothæfa niðurstöðu til að velja slitlagsefni.
- Kleyfni- og hrökkniþróf hentar ekki til að flokka slitlögin, sem skoðuð voru, í góð og slæm.
- Með því að ákveða kornastærðir með flotvog (hydrometer) og/eða siktun opnast möguleikar til að velja á milli góðs og slæms slitlags. Þrjár möguleikar koma til greina; a) á grundvelli sambands milli fínefnis $< 0,02$ mm og hlutfallsins mól/sandur; b) á grundvelli sambands milli fínefnis $< 0,074$ mm og hlutfallsins mól/sandur; c) á grundvelli sambands milli fínefnis $< 0,074$ mm og Cu (D60/D10). Þegar þessir eiginleikar eru teiknaðir upp á línurit má afmarka reiti á þeim sem gefa til kynna hversu heppilegt efnið er í malarslitlög.

Út frá þessum niðurstöðum ályktaði Jón að ákvörðun á kornastærðum væri heppilegasta aðferðin til að meta gæði malarslitlaga út frá einföldum prófunum, en tók fram að athuganirnar hefðu eingöngu gildi fyrir ákveðna umferð (200-300 bíla á dag) og aðstæður. Jafnframt lagði hann til að fleiri slitlagskaflar yrðu athugaðir á sama hátt en það var aldrei gert. Þess má geta að um tíma byggðust kröfur í verklýsingu Vegagerðarinnar [AL 1985] til efniseiginleika malarslitlags að nokkru leyti á þessum rannsóknnum. Í nágildandi útgáfu verklýsinganna [AL 1995] hafa kröfur sem byggðust á ofangreindum rannsóknnum verið felldar út þar sem þær þóttu ekki samrýmast reynslu.

Í framhaldi af þessum rannsóknnum var ákveðið að athuga breytingar á endingu og gæðum fjögurra malarslitlagsefna eftir að þau voru komin í veginn [AV 1979]. Sú rannsókn var einnig í umsjá Jóns Skúlasonar. Markmið hennar var meðal annars að athuga hvernig mismunandi malarslitlög breytast í vegum á einu sumri. Annars vegar var athugað hvernig sáldurferill sýna úr veginum breyttist með tíma (athugað nokkrum sinnum yfir eitt sumar), hins vegar var styrkleiki malarefnanna athugaður á rannsóknastofu með brotstuðli (Bg) eftir áraun frá álagsstýrðum lofthamri⁴.

Prófanirnar gáfu eftirfarandi til kynna:

- Ofaníburður breyttist mikið á tilraunaköflunum og breytingarnar virðast stjórnast af niðurbroti efnisins frá umferðinni og foki.
- Engin von virðist vera til þess að geta líkt eftir jafn flóknu fyrirbrigði og breytingum á ofaníburði í vegi með lofthamrinum.
- Við prófanirnar kom fram veruleg dreifing á niðurstöðum.
- Athuganir á niðurbroti efnanna gefa tilefni til að ætla að brotstuðullinn (Bg) sé nothæfur til að meta hvort efni brotni mikið eða lítið niður.
- Athuganir ásamt reynslu Vegagerðarinnar af malarslitlögum, gefa tilefni til að ætla að efni sem brotna mikið niður endist einnig illa.

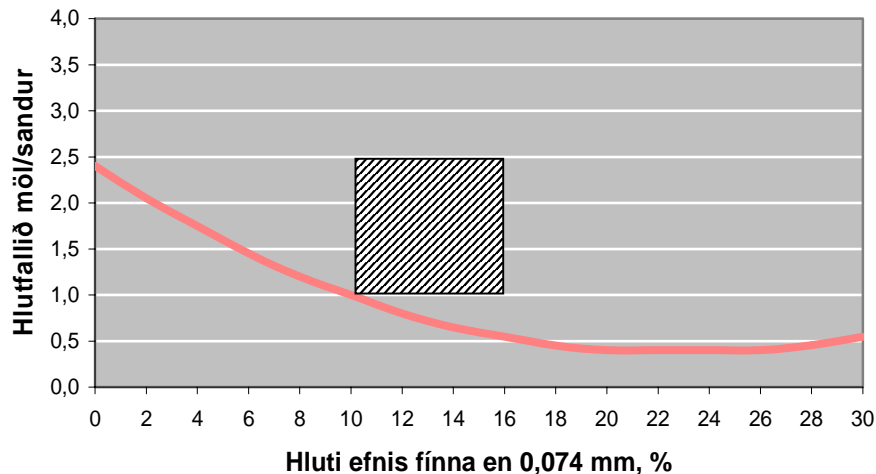
⁴ Hamarinn var stilltur á fast álag, $2,9 \text{ kg/cm}^2$ og sveiflandi álag $1,1 \text{ kg/cm}^2$ til viðbótar við fasta álagið. Sveiflandi álag stóð á sýninu í 0,5 sek í hvert skipti en á milli hoggva var 1,5 sek. Sýnið var þjappað í stálhólk í samræmi við þjöppun fyrir Standard Proctor próf [ASTM 1999b] og við um það bil 10 % raka.

Á grundvelli prófananna var sett fram eftirfarandi tillaga að sambandi endingar ofaníbúðar og brotstuðuls (B_g):

Endist vel	$B_g < 3$
Endist sæmilega	$3 < B_g < 8$
Endist illa	$B_g > 8$

Tekið er fram að mörkin séu óörugg þar sem eingöngu sé tekið mið af fáum prófunum, og jafnframt að þær séu miðaðar við ofaníbúð á vel undirbyggðum vegi með 200-400 SDU (bíla á dag að sumarlagi). Þessar tillögur að notagildi efna í malarslitlög rötuðu hinsvegar aldrei inn í verklýsingar Vegagerðarinnar.

Á árunum 1977-1982 var unnið að rannsóknum á malarslitlögum á Norðurlöndum að frumkvæði Norrænu ráðherranefndarinnar undir heitinu FÖRBÄTTRING OCH UNDERHÅLL AV GRUSVÄGAR (FUG). Þar var reyndar ekki gert ráð fyrir athugun á efniseiginleikum malarslitlaga og áhrifum þeirra á endingu, en í minnisblaði frá hluta íslensku rannsókna [FUG 1982] er sagt stuttlega frá reynslu af malarslitlögum sem gerð eru úr framhlaupi í fjöllum þar sem leirlög eru áberandi. Slík framhlaup finnast víða á landinu í eldri berglögum og leirinn er talinn vera leifar af jarðvegi eða eldfjallaösku sem hefur orðið á milli hraunlaga og hefur að hluta til ummyndast í leir. Malarslitlög af þessu tagi eru viðkvæm fyrir langvarandi úrkomu strax eftir útlögn, þá vaðast þau upp og verða slæm yfirferðar. Nái þau hinsvegar að setjast, þurfa þau lítið viðhald, halda vel raka og missa ekki burðarþol þrátt fyrir langvarandi úrkomu. Þegar best lætur þarf ekki að rykbinda slitlög af þessu tagi, mölburðartíðnin minnkar um helming og heflunartíðnin er aðeins fimmtungur af því sem annars er venjulegt. Um efniseiginleika þessara slitlaga er lítið vitað, þó er talið heppilegt að hlutfalli malar og sands annars vegar og hluta fínefnis ($<75 \mu\text{m}$) hinsvegar sé þannig hátt að punktar sem einkenna slitlagsefnið á þennan hátt lendi ofan línunnar og helst innan ferhyrningsins á mynd 4.1.



Mynd 4.1: Heppileg samsetning leirblandaðra malarslitlaga. Gott malarslitlagsefni lendir ofan línunnar og helst innan ferhyrningsins. Með sandi er átt við efni sem er smærra en 4,75 mm [FUG 1982].

Í tengslum við sama verkefni (FUG) voru valdir 15 kaflar á íslenskum malarvegum víðs vegar um landið og sýni úr þeim borin saman við kröfur til sáldurferils í íslenskum og norskum verklýsingum [ÁJ 1980]. Jafnframt var slitlagið á köflunum metið af rekstrarstjóra Vegagerðarinnar á viðkomandi svæði. Niðurstaðan var í stuttu máli sú að lítið samræmi væri á milli mats á slitlaginu og sáldurferilsins og alls ekki marktækt. Á hinn bóginn verður að hafa í huga að slitlögin voru ekki metin af sama

manni sem ótvírætt hefur spillt fyrir möguleikum á að finna sambengi milli efniseiginleika og endingar vegna ósamræmis í matinu.

Sumarið 1994 voru lagðir átta tilraunakaflar með malarslitlagi á Kjósarskarðsveg fyrir tilstilli Slitlaganefndar BUSL. Fjórir þeirra voru úr möluðu bögglabergi með 19, 16, 14 og 12 mm hámarks kornastærð. Hinir fjórir voru úr áreyraefni en að öðru leyti sams konar. Umferðin var ríflega 100 ÁDU 1993. Þessari tilraun lauk aldrei með formlegri skýrslu en í stöðuskýrslu er tilgreint að akstursþægindi aukist með minnkandi kornastærð malarslitlags. Lausamöl og steinkast reyndist meira í áreyraefninu en í bögglaberginu. Hinsvegar voru holur fleiri, stærri og dýpri og brúnir þeirra hvassari í bögglabergsefninu en áreyraefninu [ÁJ 1998]. Af áreyraefninu reyndist 14 mm efnið einna best (sjá viðauka 1, náma 11). Hvað bögglabergsefnið snertir er það blöðrótt, köntótt og hvasst á brúnum. Áhöld eru um hvort reyndist betur, 14 mm eða 16 mm efnið (sjá viðauka 1, námur 12 og 13).

Vegagerðin hefur á liðnum árum gert allmargar tilraunir með rykbindingu malarslitlaga. Tvær þeirra, sem gefa til kynna að eiginleikar malarefnanna hafi haft áhrif á gæði rykbindingarinnar, eru raktar stuttlega hér á eftir.

Sumarið 1976 var gerð tilraun með rykbindingu í Mosfellsdal [RM 1985]. Kaflarnir voru sjö, allir nema einn rykbundnir með kalsíumklóríði, ýmist 0,2 eða 0,4 kg/m². Fínefnainnihaldið (hluti efnis smærra en 74 µm) var ýmist 5 %, 10 % eða 15 %. Kaflinn með 15 % fínefnainnihaldi og 0,4 kg/m² af kalsíumklóríði reyndist bestur þetta sumar og að jafnaði entist rykbindiefnið lengst í köflunum með mesta fínefnainnihaldið. Niðurstöðurnar eru þó ekki einhlítar og tilraunin mistókst að mestu leyti vegna óvenju mikillar úrkomu.

Hina tilraunina gerði framkvæmdadeild Vegagerðarinnar sumarið 1993 [SG 1995]. Markmiðið var að bera saman nokkur rykbindiefni; salt, kalsíumklóríð, Dustex⁵ og bikþeytu, hvað varðar yfirborðseiginleika, rykmyndun, efnistap og kostnað. Tilraunakaflar voru gerðir á þrem stöðum á landinu, við Laugarvatn, í Borgarfirði og í Fnjóskadal, bikþeytan var þó aðeins reynd við Laugarvatn og í Borgarfirði. Salt, kalsíumklóríð og Dustex voru prófuð í mismunandi miklu magni á hverjum stað fyrir sig, og órykbundinn kafli hafður til samanburðar, einnig á hverjum stað. Sumarið eftir var síðan einni gerð enn bætt við, magnesíumklóríði og auk þess voru gerðar nokkrar prófanir á rannsóknastofu, meðal annars með hæfni rykbindiefnanna til að halda í sér raka við mismunandi aðstæður.

Niðurstöðurnar voru hvorki einhlítar né afgerandi. Ályktanir sem snerta eiginleika malarefnisins eru þessar (nokkuð stytta):

- Mikilvægi slitlagsefnisins, einkum magn og gæði fínefnisins er ótvírætt og virðist hafa úrslitaáhrif á rykbindingu, bæði hvað varðar magn og endingu rykbindiefnanna.
- Dustex virðist vera hægt að nota í mjög fínefnaríku og leirkenndu malarslitlagi. Gæði rykbindingar á vegum með sylvarkennara fínefni voru ekki nógu góð.
- Ýmislegt virðist benda til þess að styrkur kalsíumklóríðs sem rakadrægs efnis sé ekki aðalkostur þess heldur hæfileikinn til að harðna í slitlaginu og mynda með fínefnunum slitsterka skel í yfirborði slitlagsins og vernda þannig slitlagið og um leið halda raka í veginum.

Í skýrslunni [SG 1995:23] kemur fram að í einu tilfelli skipti litlu máli hvaða efni var notað til að rykbinda slitlagið eða hvort það var yfir höfuð rykbundið. Þarna átti í hlut mjög fínefnaríkt slitlag (úr Arnstapanámu, nnr. 801-15-05, um 30 % < 75 µm). Í sömu skýrslu eru færð rök að tilgátu þess efnis að við rykbindingu með kalsíumklóríði

⁵ Dustex er framleitt úr lignosulphonati sem fellur til við framleiðslu á súlfitsellulósa [MH 1995].

verði til kalk í hæfilega fínefnaríkum slitlögum, sem við heppilegar aðstæður myndi harða og slitsterka skel í slitlagsyfirborðinu og þessi skel hindri að einhverju leyti uppgufun vatns neðan úr slitlaginu.

Í erindi sem flutt var á ráðstefnu um þjónustu og viðhald malarvega [HrH 1994a] veltir Hreinn Haraldsson fyrir sér hvort ekki sé rétt að setja kröfu í verklýsingar Vegagerðarinnar um þjálni malarlitlagsefna. Jafnframt bendir hann á að þekking á íslenskum fínefnum sé of lítil til að hægt sé að setja fram ákveðnar kröfur. Hann minnst einnig á þrjú rannsóknaverkefni sem nýlega hafi verið hleypt af stokkunum með fulltingi Vegagerðarinnar. Einu þeirra, SKOÐUN MALARSLITLAGA, var ætlað að þróa aðferðir við skoðun malarlitlaga og skráningu þeirra. Annað var tilraun með að mala efni smærra en áður hafði tíðkast og kanna hvort það sæti betur í vegi en eftir hefðbundna vinnslu (lýst hér á undan sem tilraunaköflum á Kjósarskarðsvegi). Hvorugu verkefninu lauk með skýrslu. Hið þriðja er FÍNEFNI Í MALARSLITLÖG, sem hér er til umfjöllunar.

Áfangaskýrsla um síðastnefnda verkefnið kom út 1996 [ÞI 1996]. Þar er gerð grein fyrir efniseiginleikum 49 sýna sem höfðu verið tekin úr malarlitlagsnámum Vegagerðarinnar víðs vegar um landið. Sáldurferill þeirra var ákvarðaður (í flestum tilfellum niður fyrir 2 μm) svo og flæðimörk, þjálnimörk og rýrnunarstuðull ef efniseiginleikar sýnanna leyfðu. Auk þess var kornalögun fínefnis (meðalþvermál korna, ílengd og hringlögun) í 14 sýnum greind í rafeindasmásjá. Jafnframt var safnað upplýsingum um reynslu Vegagerðarinnar af notkun efnis úr viðkomandi námum í malarlitlög, með og án rykbindingar, þar á meðal tíðni heflunar, rykmyndun, gerð skemmda og ending, sem þó reyndust að nokkru leyti gloppóttar.

Hringlögun sýnanna var borin saman við rýrnunarstuðul þeirra (aðeins 12 sýni höfðu báða þessa eiginleika mældu) og sömuleiðis var ílengd borin saman við rýrnunarstuðul (einnig 12 sýni). Hvorugur samanburðurinn sýndi markvert samhengi milli eiginleikanna.

Niðurstöðurnar bentu ekki til náins sambands á milli áðurnefndra prófana og reynslu. Helst sýndist hlutfall leirs af efni undir 75 μm tengjast reynslu, því hærra sem hlutfallið er, þeim mun líklegra er að reynslan sé góð. Tæpur helmingur sýnanna uppfyllti kröfur verklýsinga Vegagerðarinnar um sáldurferil, að því tilskildu að grófara efni en 19 mm væri harpað frá, að öðrum kosti aðeins um fimmtungur. Fram komu vísbendingar um að malarlitlagsefni með slæma reynslu stæðist síður kröfur um sáldurferil en hin sem höfðu reynst vel. Engu að síður fundust mörg dæmi um sýni úr námum sem höfðu reynst vel, bæði með og án rykbindingar, sem stóðust ekki kröfur verklýsingarinnar til sáldurferils. Samanburður á kornalögun (hringlögun eða ílengd) sýndi ekkert markvert samhengi við rýrnunarstuðul.

Höfundar skýrslunnar lögðu meðal annars til að reynt yrði að samræma mat á reynslu, nýtt mat yrði síðan borið saman við fyrirliggjandi mælingar á efniseiginleikum og meðal annars kannað hvort samspil ýmissa efniseiginleika gætu skýrt reynslu af mismunandi malarlitlögum.

5. SAMRÆMT GÆÐAMAT Á MALARSLITLÖGUM OG TENGLS ÞESS VIÐ EFNISEIGINLEIKA SLITLAGSINS

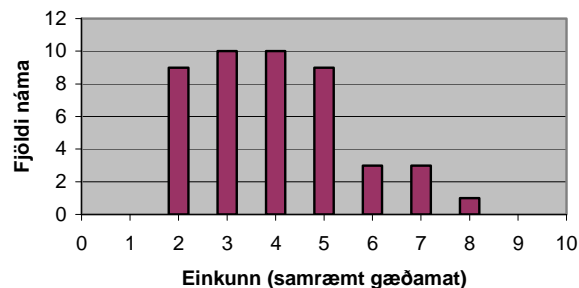
Eins og verkefnishópurinn bendir á í lokakafla áfangaskýrslunnar um FÍNEFNI Í MALARSLITLÖG hefur traust mat á gæðum malarslitlaga afgerandi áhrif á niðurstöður verkefnisins. Í samræmi við þetta ákvað verkefnishópurinn að samræma matið á malarslitlagasköflunum sem þar voru teknir til umfjöllunar, og reyna til þrautar að komast að niðurstöðu um samhengi efniseiginleika og endingar. Einnig var ákveðið að beita fjölbreytuadhvarfi (multiple regression analysis) á gögnin, ef vera kynni að þannig fengjust frekari vísbendingar um samband efniseiginleika og endingar.

Í þessu skyni fór Gunnar Bjarnason frá Vegagerðinni um landið haustið 1996 og samræmdi fyrra mat (frummat) á slitlagasköflunum sem lagðir voru til grundvallar í áfangaskýrslunni. Var það gert með því að ræða við þá sem mátu slitlögin 1994 og skoða um leið kafla, einn eða fleiri, með malarslitlagi úr viðkomandi námum. Jafnframt studdist hann við ábendingarnar í kafla 2 um samspil umhverfis og endingar og lagði áherslu á að taka tillit til aðstæðna á hverjum kafla fyrir sig við matið.

Niðurstöður Gunnars (samræmt mat) ásamt minnispunktum hans eru birtar í viðauka 1. Námunum eru gefnar einkunnir á skalanum 0–10 í samræmi við reynslu af slitlögum úr þeim. Við einkunnagjöfina var reynt að meta gæði efnisins í malarslitlögum að teknu tilliti til aðstæðna við veginn og viðhalds vegarins m.a. hvort og með hvaða aðferðum hann er rykbundinn. Þannig gátu t.d. tvö slitlög með álfka miklar skemmdir á yfirborði fengið misháa einkunn ef annað þeirra var rykbundið en hitt ekki, ef mislangt var frá heflun eða ef umferð á þeim var mismikil.

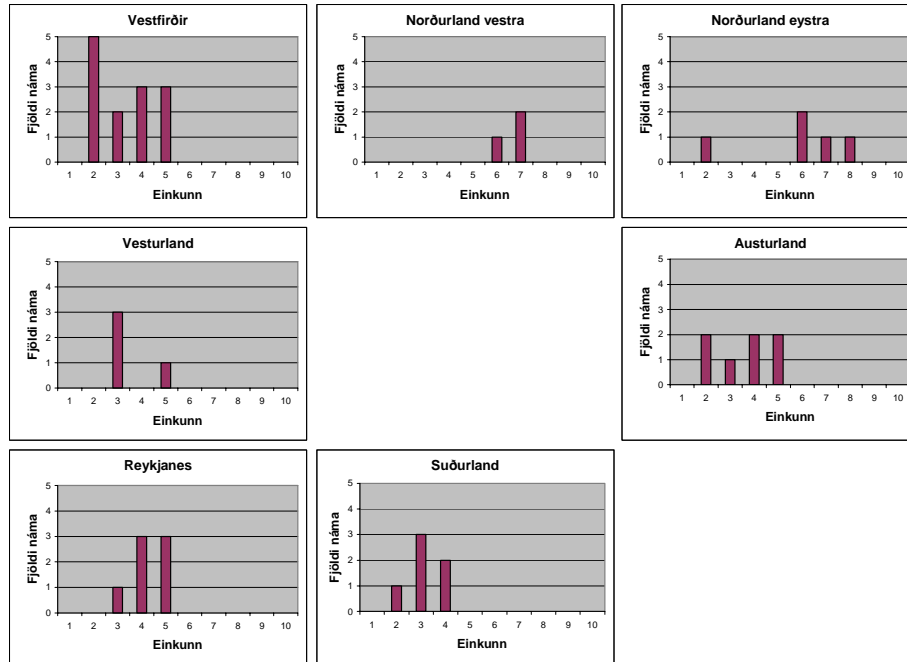
Gæðamat á þessum forsendum hlýtur alltaf að vera ónákvæmt og alveg sérstaklega þegar matsmaðurinn þarf, auk alls annars, að taka tillit til aðstæðna þannig að matið endurspegli einungis slitlagsgæði sem rekja má til efniseiginleika. Reynt var að nálgast sanngjarnt mat enn frekar með því að gefa námunum einkunn til vara (birt í sviga í viðauka 1) sem valin var eftir því hvort líklegt þótti að einkunn gæti hækkað, lækkað eða staðið í stað ef til álita kæmi að breyta henni. Varaeinkunnirnar (endurskoðað gæðamat) komu aldrei til nota í framhaldinu.

Í viðauka 2 er birt skrá yfir mælda efniseiginleika allra sýna sem rannsökuð voru og sömuleiðis niðurstöður gæðamats (samræmds mats og endurskoðaðs mats) á malarslitlögum úr sömu námum. Upphaflega voru námurnar 49 en fjórar voru felldar út á seinni stigum þar sem efni í þeim var ekki ætlað í malarslitlag.



Mynd 5.1: Skipting náma eftir einkunn í samræmdu gæðamati.

Mynd 5.1 sýnir hvernig heildarfjöldi náma skiptist á einkunnir í samræmdu gæðamati. Hún sýnir greinilega að dreifing námanna eftir gæðum er skekkt og námur í gæðaflokknum 6-10 eru miklu færri en þær sem eru í gæðaflokknum 1-5.



Mynd 5.2: Dreifing einkunnna fyrir malarslitlagsgæði eftir landshlutum.

Mynd 5.2 sýnir hvernig einkunnir námanna skiptast eftir umdæmum Vegagerðarinnar. Myndin gefur til kynna að gæði malarslitlaga skiptist mjög ójafnt eftir landshlutum, allar námur með einkunn 6 eða hærri eru á Norðurlandi vestra eða Norðurlandi eystra. Rétt er að taka fram að námurnar eru ekki valdar af handahófi og því ekki tryggt að þær gefi raunsanna mynd af gæðum malarslitlaga eftir landshlutum.

5.1 Nokkrar niðurstöður fengnar úr samræmdu gæðamati

Meðaleinkunn úr samræmdu gæðamati er 3,8. Því má telja raunhæft að líta á námur með einkunn 6, 7 og 8 sem góðar námur. Fjórar námur ná einkunninni 7 eða 8, Kerhóll (715-01-01), Hraunsnáma (776-09-01), Arnstapi (801-15-05) og Víkurhólar (883-02-02). Athugað var í hvaða tilvikum meðaltal nokkurra efniseiginleika fyrir þessar námur vikur meira en 50 % frá meðaltali allra náma (að þessum meðtöldum).

Tafla 5.1 sýnir niðurstöðurnar. Hún sýnir einnig hvernig frávikin breytast ef námur með einkunn 6 eru einnig teknar með en það eru Hnausanáma (722-02-02), Námaskarð (801-23-02) og Rípill (882-05-09).

Tafla 5.1: 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 μm	+ 70%	+ 47%
Hluti efnis smærri en 20 μm	+ 70%	+ 52%
Hluti efnis smærri en 2 μm (leir)	+ 81%	+ 66%
Kornastærð við 10 % sáldur (D10)	- 78%	- 71%
Þjálmi	+ 52%	+ 42%
Rýmnunarstuðull (LS)	+ 53%	+ 54%

Niðurstöðurnar þurfa ekki að koma á óvart. Leirinnihald malarslitlagsefna sem tengjast góðri reynslu er greinilega yfir meðaltalinu og eins er ljóst að kornastærð við 10 % sáldur (D10) er mun smærri í efnunum sem reynast vel heldur en heildinni. Þetta undirstrikar mikilvægi þess að næg fínefni séu í malarslitlögum ef þau eiga að reynast vel.

Mæling á þjálni og rýrnunarstuðli gefa vísbendingar um eiginleika fínefnanna. Athyglisvert er að sýni úr tveim námanna, Hraunsnámu og Námaskarði, voru metin sem svo að efnið hefði ekki mælanlega þjálni svo engin tilraun var gerð til að mæla hana. Þær eru því undanskildar í meðaltalinu sem notað er í ofangreindum samanburði. Rýrnunarstuðull var hins vegar mældur á efni úr þessum námum öllum. Hann virðist því ekki vera eins sértækur eiginleiki og þjálni og geta gefið upplýsingar um fjölbreyttari efni en þjálnimælingin.

5.2 Röntgengreiningar

Röntgengreining var gerð á á fjórum sýnum, úr Kerhól (715-01-01), Hraunsnámu (776-09-01), Námaskarði (801-23-02) og Víkurhólum (883-02-02). Markmiðið var að kanna hvort einhver munur væri á leirgerðum sýna sem ekki mældust með þjálni og hinna sem gerðu það. Gerð var svokölluð XRD-greining á leirnum⁶ og greiningarnar eru birtar í viðauka 3. Samkvæmt þeim eru öll sýnin smektít (leirtegund sem getur drukkið í sig vatn og þanist út).

5.3 Glæðitap

Glæðitap var mælt á fjórum sýnum, úr Kerhól (715-01-01), Hraunsnámu (776-09-01), Námaskarði (801-23-02) og Víkurhólum (883-02-02). Mælingin var gerð í samræmi við norska prófunaraðferð [SV 1994b] á þeim hluta sýnisins sem er smærri en 425 µm. Niðurstöðurnar eru sýndar í töflu 5.2.

Tafla 5.2: Glæðitap í nokkrum sýnum með hátt fínefnainnihald.

Náma	Glæðitap, %
Kerhól (715-01-01)	1,7
Hraunsnáma (776-09-01)	1,4
Námaskarð (801-23-02)	3,9
Víkurhólar (883-02-02)	2,0

Þessar mælingar geta bent til þess að sýnið frá Námaskarði sé leirríkast og þyngdartapið hafi orðið vegna þess að vatn losni úr leirsteindunum. Hitt getur líka verið að þyngdartapið stafi að einhverju eða öllu leyti af lífrænum óhreinindum í sýninu. En sé um vatn að ræða er það svo lítið (0,3-1,4 % af heildarþyngd) að það skiptir tæpast nokkru máli fyrir hæfileika efnisins til að halda í sér raka. Það útilokar hinsvegar ekki að glæðitapið sé á einhvern hátt mælikvarði á notagildi efnisins í malarslitlag en mælingarnar eru alltof fáar til að hægt sé að álykta eitthvað í þá veru.

Af niðurstöðunum hér á undan verður tæpast ályktað mikið um gæði malarslitlaga út frá röntgengreiningu eða glæðitapi. Hinsvegar sýnist megaætla að fínefnainnihald efnisins skipti talsverðu máli þar sem bestu kaflarnir í hópnum hafa allir fínefnainnihald langt yfir meðallagi. Sömuleiðis er líklegt að leirinnihald fínefnisins

⁶ XRD (X-Ray Diffraction): „Röntengeislar eru sendir í gegnum kristalla, þar sem þeir ýmist brotna eða endurkastast frá einstökum frumeindum í kristöllum eftir gerð kristalgrindarinnar, svo að greina má kristallanna til tegundar“ [ÞE 1971:14].

skipti verulegu máli, því leirhluti fínefnisins er einnig langt yfir meðallagi í köflunum sem taldir eru bestir. Þessi eiginleiki virðist endurspeglast að nokkru í þjálni efnisins eða rýrnunarstuðli. Í næsta kafla eru þessi atriði og fleiri könnuð nánar með það fyrir augum að búa til spájöfnu fyrir gæði malarslitlega út frá efniseiginleikum þeirra.

6. SPÁJAFNA FYRIR GÆÐI Á MALARSLITLÖGUM

Með stoð í niðurstöðum rannsókna á sýnum af malarslitlagsefnum og gæðamati á malarslitlögum á sömu efnum var reynt að smíða líkön fyrir gæði malarslitlaga út frá einum eða fleiri efniseiginleikum sem auðvelt er að mæla á rannsóknastofu. Í þessu skyni var beitt fjölbreytuaðhvarfi, en þá eru nokkrir efniseiginleikar látnir keppa sín á milli um það hverjir þeirra, einn eða fleiri saman í líkani, séu líklegastir til að segja fyrir um gæði malarslitlaga. Sem dæmi um eiginleika sem hafa verið taldir heppilegir til að spá um gæði malarslitlaga eru rýrnunarstuðull, leirinnihald, efnishluti undir 75 μm , lögum sáldurferilsins og fleiri eiginleikar, sjá kafla 2.1.

Líkanagerðin var grundvölluð á mælingum á efniseiginleikum sýna úr 45 námum (sjá viðauka 2) og huglægu mati (samræmdu) á gæðum malarslitlaga úr efni úr þessum sömu námum, sjá kafla 5. Í viðauka 4 er rakið nokkuð nákvæmlega hvernig líkönin voru gerð, hvernig spájafna var valin á grundvelli þeirra og hverjir eru helstu kostir hennar og gallar. Auk þess er gerð grein fyrir ýmsum niðurstöðum frá úrvinnslu gagnanna.

6.1 Valin spájafna

Nokkrar spájöfnur komu til greina, sjá viðauka 4, en þessi varð fyrir valinu:

$$\text{GMAT} = 2,9 + 0,4 * \text{LS}$$

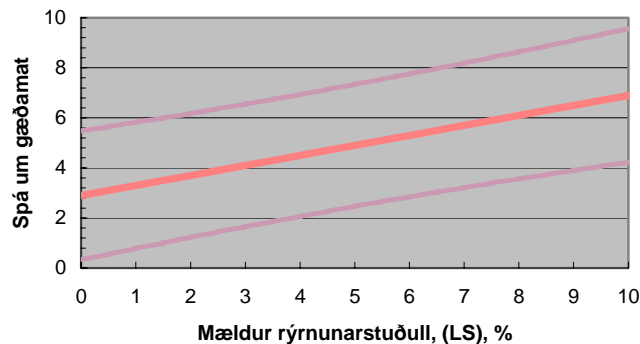
þar sem:

- GMAT er huglægt gæðamat (samræmt) malarslitlags á einkunnaskalanum 0-10, þar sem 0 er lakast en 10 er best.
- LS er rýrnunarstuðull efnis sem smýgur 425 μm sikti [SV 1997a].

Notagildi spájöfnunnar takmarkast við að rýrnunarstuðullinn sé á bilinu 1-10.

6.2 Mat á spájöfnunni

Spájafnan hefur af tveim ástæðum ekki mikið forsagnargildi. Í fyrsta lagi skýrir hún aðeins um 35 % af breytileikanum í gæðamati sem er lágt hlutfall (fullkomin spájafna skýrir 100 % af breytileikanum) og óvissa á spánni er að sama skapi mikil. Mynd 6.1 sýnir líkleg óvissumörk á spá sem fall af mældu gildi á rýrnunarstuðli (LS).



Mynd 6.1: Óvissumörk fyrir spá um gæði malarslitlags út frá mældum rýrnunarstuðli, LS. Rauða línan táknar spá um gæði en rauðbrúna línurnar sýna óvissumörkin á spánni.

Myndina má túlka svo að fyrir tiltekið gildi á rýrnunarstuðli muni gæðamatið í 95 tilvikum af 100 lenda á bilinu sem rauðbrúnu línurnar afmarka. Eins og myndin ber með sér er spáin ónákvæm.

Í öðru lagi má búast við að í stöku tilfellum verði spá um gæði malarslitlags út í hött og oftast nær er engin leið að vita með vissu hvort svo er eða ekki. Í viðauka 4 er drepíð á ástæður fyrir þessum vanköntum.

Jákvæðir eiginleikar spájöfnunnar eru þeir að hún er afar einföld og það er tiltölulega auðvelt að mæla rýrnunarstuðul. Einnig sýnist hún vera í nokkru samræmi við reynslu, því samkvæmt henni aukast gæðin með hækkandi rýrnunarstuðli og líkur eru á að hann sé eins konar samnefni fyrir eiginleika sem eru jákvæðir fyrir malarslitlög, svo sem leirinnihald og þjálmi.

Að lokum er rétt að benda á að ónákvæmni spájöfnunnar þarf ekki að koma á óvart. Í fyrsta lagi er afar erfitt að meta gæði malarslitlags á huglægan hátt þannig að vel sé, ekki síst vegna þess að aðstæður á hverjum stað (umferð, úrkoma, afvötnun og undirbygging, svo eitthvað sé nefnt) hljóta alltaf að setja mark sitt á ástand malarslitlagsins og þar með matið. Í öðru lagi má telja víst að einhverja (ef til vill óþekkta) efniseiginleika vanti í spájöfnuna. Í þriðja lagi er gagnasafnið of lítið til að stilla upp áreiðanlegri spájöfnu á ströngum tölfræðilegum forsendum. Og í fjórða lagi er dreifing námanna eftir gæðum talsvert skekkt, sem getur orðið til þess að námum sé kastað út úr líkönum á hæpnum forsendum.

6.3 Aðrar tillögur að spájöfnum og nokkrir fróðleiksmolar úr gagnagreiningu

Enda þótt eitt líkan hafi verið valið sem spájafna er ekki þar með sagt að fleiri hafi ekki komið til greina. Eitt þeirra sem kemur til álita (ef mælingar á rýrnunarstuðli eru ekki tiltækar) og verðskulda athygli er:

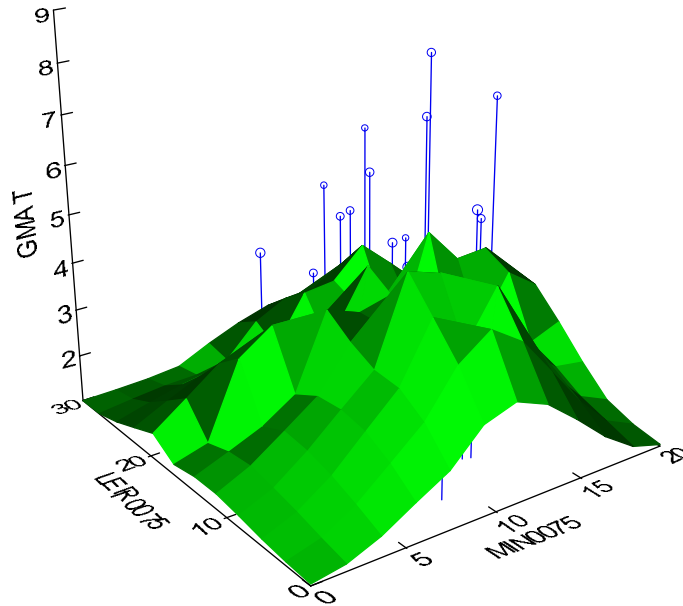
$$\text{GMAT} = 0,3 * \text{MIN0075} + 0,1 * \text{LEIR0075}.$$

þar sem:

- GMAT er huglægt gæðamat (samræmt) malarslitlags á einkunnaskalanum 0-10, þar sem 0 er lakast en 10 er best.
- MIN0075 er þyngdarhluti sýnis í % sem er fíngerðari en 75 μm .
- LEIR0075 er þyngdarhluti sýnis í % sem er fíngerðari en 2 μm , reiknaður af þeim hluta sýnisins sem smýgur 75 μm sikti.

Þetta líkan skýrir 42 % af breytileikanum í gæðamati sem er lítið eitt meira en spájafnan gerir, sem varð fyrir valinu. Í annan stað er þetta líkan í samræmi við reynslu að því leyti að það notar fínefnainnihald og leirinnihald til að spá um gæði á malarslitlögum. Enda þótt líkanið sé athyglisvert var annað tekið framyfir með rökum sem eru tilgreind í viðauka 4.

Mynd 6.2 sýnir hvernig gæðamat breytist sem fall af tveim efniseiginleikum, hlutfalli efnis smærra en 75 μm (MIN0075) og hlutfalli leirs af efni smærra en 75 μm (LEIR0075). Myndin er fróðleg að því leyti að hún gefur í skyn að svarflöturinn sé kúptur en ekki flatur eins og líkanið gerir ráð fyrir og það er út af fyrir sig í samræmi við reynslu, sbr. kafla 2.1. *Ef gengið er út frá að samræmt gæðamat gefi rétta mynd af malarslitlögum sýnist heppilegast af myndinni að dæma að hlutfall efnis smærra en 75 μm sé 10-18 % eða þar um bil og hlutfall leirs af efni smærra en 75 μm á bilinu 10-25 % eða svo. Hins vegar er þessi tilhneiging hjá svarfletinum ekki nægilega afgerandi til þess að hægt sé að stilla upp líkani með kúptum svarfleti í líkingu við þann sem myndin gefur til kynna.*



Mynd 6.2. Svarflötur gæðamats (GMAT) sem fall af tveim skýribreytum, MIN075 (hlutfall efnis smærra en 75 μm) og LEIR075 (hlutfall leirs af efnis smærra en 75 μm). Títuprjónshausarnir tákna niðurstöðu gæðamats, hluti þeirra er í hvarfi undir svarfletinum eða bak við hann.

Með tilvísun í viðauka 4, V4.3.4, má geta þess að þegar námur með fínefnainnihald utan 10-15 % bilsins eru felldar út úr gagnasafninu, þá eykst skýringarhlutfall líkans með fínefnainnihald og leirinnihald sem skýribreytur í rúm 60 %. Þó er ekki útilokað að þarna sé um tilviljun að ræða.

Í viðauka 4, V4.6, er einnig fjallað nokkuð um samband rýrnunarstuðuls við þjálmi, fínefnainnihald og leirinnihald. Af gagnasafninu má ráða að samband rýrnunarstuðuls og þjálmi sé sterkt eins og vænta mátti en samband rýrnunarstuðuls og leirinnihalds sé nokkru lausara, en þó greinilegt. Ennfremur er marktækt samband á milli rýrnunarstuðuls og fínefnainnihalds, þótt það sé sýnu veikast af þessum þrem. Í ljósi þessa er rökrétt að rýrnunarstuðullinn einn og sér skýri gæði malarslitlaga nokkurn veginn til jafns við leirinnihald og fínefnainnihald eins og fram kemur hér á undan; ástæðan er tengsl hans við þessar breytur báðar. Hins vegar þarf rýrnunarstuðull ekki endilega að standa í nánú sambandi við fínefnainnihald, til dæmis geta fínefni verið sýlti að miklum hluta og leirinnihald þeirra lítið (og rýrnunarstuðullinn þar af leiðandi lágur) þótt fínefnainnihald sýnisins sé hátt.

7. ÍGRUNDUN OG ÁLYKTANIR

Tilraunir til að tengja saman efniseiginleika malarslitlaga og gæði þeirra eða endingu, hljóta alltaf að verða erfiðleikum bundnar. Ástæðurnar eru margar. Þyngst vegur líklega að mat á gæðum malarslitlaga er skeikult þar sem það er huglægt⁷ í þessu tilfelli og þess vegna háð meiri óvissu en ef það væri hlutlægt⁸. Í öðru lagi má telja víst að aðstæður við og á vegi hafi mikil áhrif á gæði malarslitlagsins. Í þriðja lagi er sennilegt að gæði malarslitlags sé tengt mörgum efniseiginleikum, sumum ef til vill óþekktum, og áhrif þeirra séu aukin heldur breytileg með aðstæðum á hverjum stað, ekki síst veðurfari og umferð.

Þessi rannsókn er takmörkuð við um það bil 45 mismunandi malarslitlagskafla og rannsóknir á álfka mörgum sýnum. Um 15 breytur sem á einn eða annan hátt tengjast efniseiginleikum voru teknar til athugunar og reynt að tengja þær við gæði og endingu malarslitlagskaflanna.

Í grófum dráttum eru niðurstöður þessarar rannsóknar í samræmi við ákvæði í norskum og sænskum verklýsingum um kröfur til efnis í malarslitlög. Vel má vera að það sem ber á milli skýrist af mismun í veðurfari, jarðfræðilegum uppruna og vól á góðum malarslitlagsefnum. Hitt kemur meira á óvart að um það bil helmingur slitlagsefnanna, sem skoðuð voru í þessari rannsókn, uppfyllir ekki kröfur íslenskrar verklýsingar til fínefnainnihalds, og þar á meðal finnast dæmi um malarslitlög sem kalla mætti góð, það er með einkunn á bilinu 6-8, sjá mynd 5.1.

Tvennt sýnist öðru fremur koma fram í rannsókninni. Annars vegar virðast sterk tengsl milli efniseiginleika og gæða malarslitlags vera vandfundin, fylgni⁹ milli gæða og einstakra efniseiginleika er ríflega 0,5 hið mesta. Hins vegar sýnast þessi tengsl einkum liggja í fínefnainnihaldi malarslitlagsins og hversu leirkennt það er. Það er í samræmi við viðteknar hugmyndir sem settar eru fram í kafla 2 um helstu skilyrði þess að malarslitlög heppnist vel.

Fínefnainnihald (þungahlutfall efnis sem er smærri en 75 μm) slitlagsefnisins virðist hafa umtalsverð áhrif á gæði og endingu íslenskra malarslitlaga; fínefnainnihald í slitlögum sem reynast vel er langt yfir meðaltali, sbr. töflu 5.1. Mynd 6.2 gefur í skyn að fínefnainnihald á bilinu 10-18 % eða þar um bil sé einna heppilegast og jafnframt að gæði malarslitlagsins fari vaxandi með auknu fínefnainnihaldi allt upp í 18 % eða svo. Með hliðsjón af mynd 6.2 og í ljósi þess að meðaleinkunn allra slitlaganna er aðeins 3,8, er hugsanlegt að neðri mörkin megi teygja niður í 8 % eða svo án þess að einkunnin fari niður fyrir meðaltal, þótt þar með sé ekki sagt að það sé heppileg ráðstöfun. Þessi túlkun er í viðunandi samræmi við núverandi ákvæði í verklýsingum Vegagerðarinnar, þar er mælt til að fínefnainnihald sé á bilinu 10-15 %. Í sænskum verklýsingum eru þessi mörk einnig 10-15 %, en í norskum verklýsingum eru þau nokkru rýmri eða 7-18 % fyrir malað set.

Þess má geta að þegar gagnasafnið er takmarkað við 10-15 % fínefnainnihald nær skýringarhlutfall spájöfnunnar í kafla 6.3 ríflega 60 % sem er óvenju hátt í samanburði við skýringarhlutfall annarra spájafna sem voru prófaðar í þessari rannsókn. Þó eru talsverðar líkur á að þarna séu tilviljanir að verki fremur en orsakasamband, því aðrar skýribreytur en rýrnunarstuðull (fínefnainnihald og

⁷ *Huglægur*; á ensku: *subjective*.

⁸ *Hlutlægur*; á ensku: *objective*.

⁹ Fylgni er mælikvarði á línulegt samband tveggja breytistærða og tekur gildi á bilinu -1 til +1. Ef ekkert samband er á milli breytistærðanna er fylgnin 0, ef sambandið er fullkomið, þannig að önnur breytistærðin geti að skaðlausu komið í stað hinnar er fylgnin 1 (eða -1 eftir atvikum).

leirinnihald) koma ýmist inn í spájöfnuna eða hverfa úr henni þegar gagnasafnið er takmarkað í þrepum við ákveðið fínefninnihald, sjá viðauka 4, kafla V4.3.4.

Af áður nefndri mynd að dæma virðast gæðin minnka skyndilega þegar fínefninnihald nálgast 20 %. Líklegt er að malarslitlög með mjög miklu fínefninnihaldi séu gjörn á að vaðast upp í úrkomutíð og séu þess vegna að jafnaði lakari að gæðum en malarslitlög með hóflegu fínefninnihaldi. Hins vegar er fínefninnihald eitt sér alls ekki einhlítur mælikvarði, því í gagnasafninu finnast dæmi um velheppnuð malarslitlög með miklu (meira en 15 %) fínefninnihaldi og eins eru dæmi um léleg malarslitlög með fínefninnihald á bilinu 10-15 %. Þar eru einnig dæmi um viðunandi slitlög með fínefninnihaldi undir 10 %. Bent hefur verið á að malað skriðuefni geti verið mjög gott slitlag þrátt fyrir lítið fínefni og skiptar skoðanir séu um hvort betra sé að hafa meira eða minna af fínefnum [HJ 1994]. Það er því fleira en fínefninnihaldið eitt sem ræður gæðum malarslitlaga og jafnvel umhugsunarvert hvort ekki sé rétt að leyfa fínefninnihald á breiðara bili, til dæmis 7-18 %, fremur en að einskorða það við 10-15 %, einkum ef rýrnunarstuðullinn er hár.

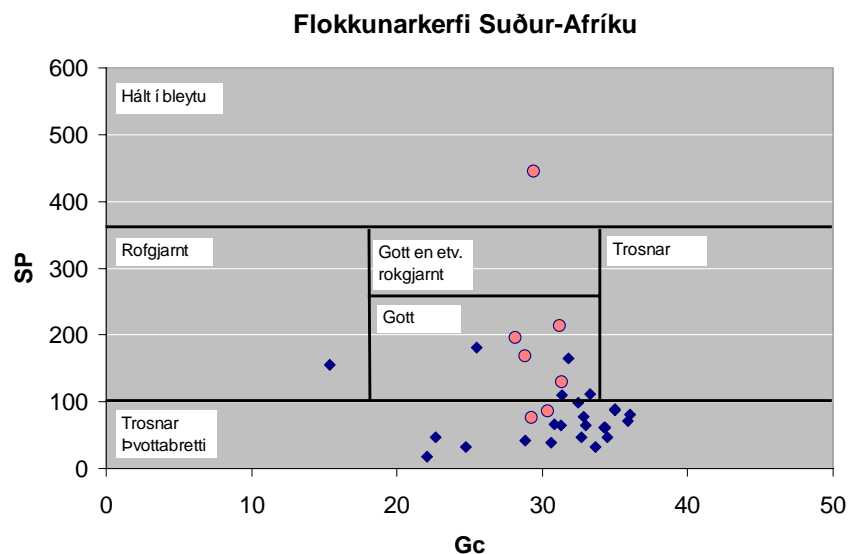
Annar eiginleiki sem einnig hefur umtalsverð áhrif á gæði malarslitlaga er leirinnihald; tafla 5.1 sýnir að leirinnihald í bestu malarslitlögunum í þessari rannsókn er langt yfir meðallagi. Mynd 6.2 gefur til kynna að árangurinn sé bestur ef hlutfall leirs af efni sem er smærra en 75 μm er á bilinu 10-25 %. Þetta er í góðu samræmi við reynslu, sbr. kafla 2.1. Myndin gefur einnig vísbendingar um að malarslitlag muni ekki reynast vel ef áður nefnt hlutfall er minna en 10 %, en þar fyrir ofan skipti hlutfallið ekki ýkja miklu máli. Frá þessu eru þó undantekningar.

Í töflu 5.1 kemur einnig fram að rýrnunarstuðull er langt ofan við meðaltal í góðum malarslitlögunum. Ef marka má niðurstöður fjölbreytuaðhvarfs, sjá kafla 6, virðist rýrnunarstuðull nægja einn og sér til að skýra gæði malarslitlaga, ef hann á annað borð stendur til boða í gagnasafninu (rýrnunarstuðull var aðeins mældur á tveim þriðju hlutum sýnanna). Þetta kemur á óvart, því ætla mætti að fínefninnihald réði einnig miklu um gæði malarslitlaga. Rýrnunarstuðullinn endurspeglar vissulega leirinnihald og þjálni efnisins að einhverju leyti, sem hvorutveggja eru breytur sem taldar eru mikilvægar fyrir malarslitlög, en samband hans við fínefninnihald er sáralítið. Nærtækasta skýringin er sú að fínefni í malarslitlögunum séu að jafnaði sylti (fremur en leir) sem hefur takmarkaða getu til að tempra uppgufun vatns eða binda saman efniskorn, og þess vegna hafi rýrnunarstuðull til muna meiri áhrif á gæði malarslitlaga en fínefna-innihald. Þegar rýrnunarstuðull stendur ekki til boða í gagnasafninu kemur fínefninnihald og leirhluti (þungahlutfall leirs af efni smærra en 75 μm) í staðinn. Með öðrum orðum; rýrnunarstuðull virðist skýra gæði malarslitlaga betur en fínefninnihald ef valið stendur um þessa tvo möguleika.

Aðrir mældir eiginleikar en þessir þrír virðast hafa síðra forspárgildi fyrir gæði malarslitlaga, en margir þeirra efniseiginleika sem voru prófaðir voru náskyldir þeim sem þegar hafa verið nefndir. Í annan stað hafa sumir efniseiginleikarnir aðeins verið ákvarðaðir á fáeinum sýnum og þar af leiðandi er ekki grundvöllur til að álykta um samband þeirra við gæði viðkomandi malarslitlaga. Þetta á við um lögum korna sem var mæld í smásjá, en að svo miklu leyti sem hægt er að túlka niðurstöður mælinganna, benda þær ekki til sambendis milli lögunar fínefniskorna og gæðamats malarslitlaga. Sama er að segja um niðurstöður röntgengreininga og glæðitaps. Þá er rétt að taka fram að eiginleikar eins og styrkleiki steinefnanna, kornalögun og brothlutfall hafa ekki verið mældir í þessu verkefni þótt verklýsingar geri ráð fyrir að þeir hafi áhrif á gæði malarslitlaga, enda orkar tvímælis að slíkar mælingar falli innan ramma verkefnisins. Mælingar á Sand Equivalent og Methylen Blue hafa heldur ekki

verið gerðar, og verkefnishópurinn hefur ekki tekið afstöðu til þess hvort þær komi til greina sem mælikvarðar á gæði efnis í malarslitlög.

Að öðru jöfnu er talið æskilegt að malarslitlög séu úr efni með jafnan og þéttan (lokaðan) sáldurferil, en þetta fékkst ekki staðfest í fyrirliggjandi gagnasafni. Efnis-eiginleikar sem voru prófaðir og lýsa lögun sáldurferilsins eru CU og CC. Hvorugur þeirra kemur fyrir í líkönum sem koma til álita sem spájöfnur og tilraunir til að þvinga CU inn í líkön sýndu að þessi eiginleiki hefur litla eða enga hæfni til að skýra eiginleika malarslitlaga umfram þá sem áður voru fengnir með óbreyttum líkönum. Í þessu tilviki er líklegt að í raun sé búið að taka tillit til þessa eiginleika (og sennilega fleiri) á óbeinan hátt með vali á malarslitlagsefni, reynslan hefur kennt mönnum að sneiða hjá efnum sem hafa óheppileg gildi á CU og CC. Þó er hugsanlegt að aðrir mælikvarðar á þéttan sáldurferil myndu reynast betur, til dæmis uppsöfnuð vik frá Fuller-ferli¹⁰ en athugun á því er utan ramma þessa verkefnis.



Mynd 7.1: Líklegir eiginleikar íslenskra malarslitlagsefna samkvæmt suður-afrísku flokkunarkerfi. Rauðir deplar tákna malarslitlagsefni sem fengu einkunn 6 eða meira í samræmdu gæðamati, bláir tíglar tákna malarslitlagsefni sem fengu einkunnina 5 eða minna. Um SP og Gc, sjá skýringar við mynd 3.1.

Mynd 7.1 er afrit af mynd 3.1 með eiginleika malarslitlagsefnanna í þessari rannsókn færða inn á afritið. Myndin sýnir að 21 malarslitlagsefni af 31 hættir við að trosna og mynda þvottabretti, og aðeins 8 efni (af 31) teljast góð í þessu suður-afrísku flokkunarkerfi. Samræmið milli íslenska gæðamatsins og flokkunarkerfisins getur talist viðunandi (malarslitlagsefni með einkunnina 6 eða meira samkvæmt samræmdu mati eru sýnd með rauðum deplum á myndinni og tíglarnir sem lenda á svæðinu „gott“ tákna allir nema einn malarslitlagsefni sem fengu einkunnina 5), ekki síst þar sem suður-afrísku flokkunarkerfið er gert fyrir aðstæður sem eru gerólíkar íslenskum aðstæðum. Þess má geta að breytturnar SP og Gc skýra sameiginlega um 39 % af breytileikanum í samræmdu gæðamati sem er svipað og fæst með því nota

¹⁰ Fuller ferill er skilgreindur þannig:

$$p=100*(d/D)^n$$

þar sem d er möskvastærð siktisins sem á í hlut, p er hlutfall efnis í prósentum smærra en þetta sikti, D er hámarks kornastærð sýnisins og n er veldisvísir, sem oftast er valinn 0,45 eða 0,5 til að fá þéttasta feril [RK 1971:250].

rýrnunarstuðul, eða fínefnainnihald ásamt hlutfalli leirs af fínefnum, til að skýra breytileika í samræmdu gæðamati. Líklegast er að það sé tilviljun en getur líka bent til þess að gæði malarslitlaga verði ekki skýrð öllu betur en þetta með efniseiginleikum einum saman í einföldum líkönum.

Í norskum verklýsingum fyrir malarslitlög er tilgreint að þjálni megi áætla sem 2*LS, en niðurstöður þessarar rannsóknar gefa til kynna að margföldunarstuðullinn sé um 1,4. Þetta þarf ekki að koma á óvart, norskar og íslenskar berggerðir eru afar ólíkar, sömuleiðis aðstæður til leirmyndunar og þar af leiðandi getur íslenskur og norskur leir verið mjög mismunandi. Krafa í norskum verklýsingum um að rýrnunarstuðull skuli vera á bilinu 2-5 % svarar til þjálni á bilinu 4-10 sem aftur svarar til rýrnunarstuðuls á íslenskum efnum á bilinu 3-7 samkvæmt ofangreindum margföldunarstuðli. Niðurstöður þessarar rannsóknar benda til þess að rýrnunarstuðullinn megi vera að minnsta kosti 10 %, án þess að neikvæðra áhrifa fari að gæta.

Í ljósi takmarkana sem rannsókninni eru settar eru meginniðurstöður hennar á þessa leið:

- Mældir eiginleikar sýnanna skýra aðeins um 35-40 % af breytileikanum í gæðum malarslitlaga. Það getur bent til þess að gæðamatið sé ekki sérlega nákvæmt eða hins að einhverjar (ef til vill óþekktar) breytur vanti í gagnasafnið.
- Rýrnunarstuðull, ef hann á annað borð stendur til boða sem skýringarbreyta, virðist vera sá eiginleiki sem er drýgstur til að skýra gæði malarslitlaga. Hann skýrir um 35 % breytileikans í gæðamati.
- Milli rýrnunarstuðuls (LS) og þjálni er sterkt samband og þjálni má meta sem 1,4*LS. Milli rýrnunarstuðuls og leirinnihalds er sambandið veikara og fremur lítið milli rýrnunarstuðuls og fínefnainnihalds.
- Spájafna um gæði malarslitlaga gerir ráð fyrir að þau aukist jafnt og þétt með hækkandi rýrnunarstuðli upp að 10 %. Óvíst er um áhrif rýrnunarstuðuls á gæði malarslitlaga ef hann fer yfir 10 %.
- Sennilega er heppilegast að hlutfall leirs af efni smærra en 75 µm sé á bilinu 10-25 % eða svo.
- Um hæfilegt fínefnainnihald (hluti efnis smærra en 75 µm) ríkir nokkur óvissa, líklega er hæfilegt að það sé á bilinu 10-18 % en vera má að þessum mörkum megi að skaðlausu breyta í 7-18 % að teknu tilliti til rýrnunarstuðuls.
- Mælingar á lögum fínefniskorna, glæðitapi fínefnis og kristallagerð þess voru of fáar til að hægt sé að álykta um áhrif þessara breyta á gæðamat malarslitlaga, en gögnin benda ekki til sambands þarna á milli.

Líta má á ofangreindar niðurstöður sem vísbendingar um eiginleika sem skipta máli í góðu malarslitlagsefni. Verkefnishópnun er ljóst að kostnaður við öflun og vinnslu malarslitlagsefna hlýtur að ráða miklu um val á efni hverju sinni. Engu að síður telur verkefnishópurinn efni til að setja fram eftirfarandi tillögur með framangreindar niðurstöður að bakhjarli, og leggja þær undir dóm reynslunnar:

- Rýrnunarstuðull verði tekinn upp sem gæðastiki¹¹ fyrir malarslitlagsefni¹². Verkefnishópurinn telur sýnt að gæði malarslitlaga fari batnandi með hækkandi rýrnunarstuðli, líklega upp að 10 %, en telur að svo stöddu ekki fært að ákvarða mörkin nánar.

¹¹ *Stiki*; á ensku: *parameter*.

¹² Verkefnishópurinn telur heppilegra að nota rýrnunarstuðul sem gæðastika fremur en þjálni, þar sem mælingin er einfaldari. Einnig getur verið gerlegt að mæla rýrnunarstuðul á efnum sem ekki henta til mælinga á þjálni.

- Mörk fyrir fínefnainnihald verði rýmkuð í 7-18 %, þó ef til vill með hliðsjón af líklegri sumarúrkomu eftir landshlutum.
- Að leirhluti (þungahlutfall leirs af efni smærra en 75 μm) skuli vera á bilinu 10-25 %.
- Með hliðsjón af erlendum verklýsingum telur verkefnishópurinn rétt að taka upp kröfur um lágmarks styrk, veðrunarþol, slitþol, brothlutfall og kornalögun steinefna í malarslitlög, sömuleiðis hámarksgildi á lífrænum óhreinindum, en niðurstöður fyrirbyggjandi rannsóknar nægja ekki til að ákveða slíkt lágmark.

Að lokum vill verkefnishópurinn áréttu að þessi rannsókn hefur tvær veikar hliðar. Önnur er sú að huglægt en óþjagað gæðamat á malarslitlögum er ákaflega miklum erfiðleikum bundið, þar sem matsmaðurinn þarf að leiðrétta mat sitt með tilliti til aðstæðna svo að það tjái einungis áhrif frá efniseiginleikum. Í annan stað er fjöldi náma í rannsókninni helst til lítill og góðar námur eru tilfinnanlega fáar, sbr. mynd 5.1. Þetta tvennt verður til þess að ályktanagrundvöllurinn er ekki eins traustur og skyldi og spár um gæði malarslitlaga út frá efniseiginleikum að sama skapi ónákvæmar. Sterka hliðin er hinsvegar sú að niðurstöður rannsóknarinnar, svo langt sem þær ná, eru í viðunandi samræmi við reynslu, svo tillögur verkefnishópsins eru væntanlega skref í rétta átt.



HEIMILDIR

- [AL 1985]. *Vegagerð. Almenn verklýsing*. Vegagerðin, Reykjavík.
- [AL 1995]. *Alverk '95. Almenn verklýsing fyrir vega- og brúargerð*. Vegagerðin, Reykjavík.
- [ASTM 1999a]. *D 4318-98. Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils*. Í *1999 Annual Book of ASTM Standards*, vol. 04.08. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken.
- [ASTM 1999b]. *D698-91. Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort*. Í *1999 Annual Book of ASTM Standards*, vol. 04.08. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken.
- [AT 2003]. http://www.vv.se/publ_blank/bokhylla/ATB/atb_vag/Texter_2003/E.pdf.
- [AV 1979]. *Athugun á malarlitlögum*. Unnið fyrir Vegagerð ríkisins. Almenna verkfræðistofan, Reykjavík.
- [AV 2002]. A. Valkonen. *Modeling Gravel Road Detioration*. 9th Nordic Aggregate Research Conferance, 12-14 September 2002, Reykjavik, Iceland. Nordiska Sten- och Grusindustriförbundet (NGS).
- [ÁJ 1980]. Ásbjörn Jóhannesson. *V121. Endurbætur á malarvegum og viðhald þeirra (FUG)*. Áfangaskýrsla 1. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, Reykjavík.
- [ÁJ 1998]. Ásbjörn Jóhannesson. *SLAG 1997. Stöðuskýrslur*. Keldnaholti.
- [DSAS 2003]. http://www.mri.psu.edu/centers/cdgrs/Downloads/Aggregate_handbook_101303.pdf
- [EP 1980]. Pearce, E.A., and Smith, C.G. *The World Weather Guide*. 2. ed. Hutkinson & Co, London.
- [FUG 1982]. FUG/ÁJ. *Leirblandet slitelagsgrus*. Minnisblað dagsett 82-05-27. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, Reykjavík.
- [HJ 1994]. Haukur Jónsson o.fl. *Efnisvinnsla í malarlitlög*. Í *Ráðstefna um þjónustu og viðhald malarvega 1994*. Vegagerðin, Reykjavík.
- [HrH 1994a]. Hreinn Haraldsson. *Eiginleikar efna í malarlitlög*. Í *Ráðstefna um þjónustu og viðhald malarvega 1994*. Vegagerðin, Reykjavík.
- [HrH 1994b]. Hreinn Haraldsson. *Fínefni í malarlitlög*. Umsókn til Rannsókn- og þróunarsjóðs Vegagerðarinnar.
- [IFG 2004]. Heimasíða. *International Focus Group on Rural Road Engineering*. http://www.otis-connect.com/subsites/documents/document_view.asp?siteid=1&id=3
- [JN 1996:332]. Neter, J. o. fl. *Applied Linear Statistical Models*, 4. ed. McGraw-Hill, Boston.
- [JS 1975]. Jón Skúlason. *Athuganir á malarlitlögum*. Lokaskýrsla, T – 1/74. Vegagerð ríkisins, Reykjavík.
- [KD 1992]. Dierks, K. *Technical Aspects for Appropriate Low-Volume Roads in Namibia*. <http://www.klausdierks.com/>
- [LTAP]. <http://www.ltapt2.org/gravel/gravelroads4.htm>
- [MH 1995]. Magnús Hjartarson. *Rykbinding og viðhald malarvega*. Lokaverkefni. Tækniskóli Íslands, Reykjavík.
- [RK 1971]. Krebs, R. D., and Walker, R. D. *Highway Materials*. McGraw-Hill Book Company. New York.
- [RM 1985]. *Rykbinding malarlitlaga*. Lokaskýrsla. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, Reykjavík.
- [SÁ 2001]. *Samgönguáætlun 2003-2014. Tillaga stýrihóps*. Samgönguráðuneytið, Reykjavík.
- [SG 1995]. Sigurpór Guðmundsson og Helgi Júlíusson: *Skýrsla um rykbindingu framkvæmdar 1993 og 1994*. Vegagerðin, framkvæmdadeild. Reykjavík.

- [SP 1998]. *SigmaPlot 5.0 Users Guide*. SPSS Inc., Chicago.
- [SS 2004]. *Skýrsla samgönguráðherra um framkvæmd samgönguáætlunar 2003. Vegáætlun*. Lögð fyrir Alþingi á 130. löggjafarþingi 2003-2004. <http://www.althingi.is/vefur/tingmal.html>
- [SV 1997a]. *Lineær krymp (LS)*. Í *Laboratorieundersökelse*. *Håndbok 014*. Statens vegvesen, Veidirektoratet, Oslo.
- [SV 1997b]. *Humusinnhold ved glødning*. Í *Laboratorieundersökelse*. *Håndbok 014*. Statens vegvesen, Veidirektoratet, Oslo.
- [SV 1997c]. *Konusflytegrensen*. Í *Laboratorieundersökelse*. *Håndbok 014*. Statens vegvesen, Veidirektoratet, Oslo.
- [SV 1999]. *Vegbygging*. *Håndbok 018*. Statens vegvesen, Veidirektoratet, Oslo.
- [SV 2004]. http://www.vegvesen.no/vegnormaler/hb/018/Kapittel_6.pdf
- [SY 2000]. *Systat 10 Statistics I*. SPSS Inc., Chicago.
- [PE 1971]. Þorleifur Einarsson. *Jarðfræði*. Heimskringla, Reykjavík.
- [PI 1996]. Þórir Ingason og Edda Lilja Sveinsdóttir. *Fínefni í malarslitleg – áfangaskýrsla*. BUSL – Efnisgæðanefnd. Skýrsla E-10. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, Reykjavík.

Nokkrar heimildir sem ekki er vísað til í textanum:

- Daníel Árnason 1998. *Rykbinditilraun 1997*. Vegagerðin, Þjónustudeild/rannsóknaráð Vegagerðarinnar, Reykjavík.
- Dawitt; S. 1997. *Plasticity of Fines in Unbound Granular Materials Used for Road Pavements*. PAFOG Meeting, Helsinki.
- Gunnar Bjarnason o. fl. 2004. *Leiðbeiningar um efnisrannsóknir og efniskröfur*. *Malarslitleg*. Handrit að óbirtri skýrslu, dags. 2004-03-04. Vegagerðin, Reykjavík.
- Hlynur Guðmundsson 1997. *Malarslitlegrannsóknir 1997*. Vegagerðin, Ísafirði, rannsóknadeild.
- Sara Fuxén 2002: *Minnisblað –handrit*. Petromodel, Reykjavík. (Tölfræðileg greining á gögnum úr verkefninu FÍNEFNI Í MALARSLITLÖG).

VIÐAUKI 1

LÝSING Á NÁMUM
SKOÐUN Á MALARSLITLÖGUM
NIÐURSTÖÐUR GÆÐAMATS

Skoðun á malarslitlögum og gæðamat á malarslitlagsefnum

Hér á eftir er lýsing á malarslitlögum úr alls 49 malarslitlagsnámum, sem lesin var inn á segulband í september 1996 samhliða skoðun á slitlögum og námunum sem efnið var tekið úr. Gefnar eru einkunnir fyrir námurnar á skalanum 0 – 10 en innan sviga er önnur einkunn sem valin var eftir því hvort líklegt þótti að einkunn gæti hækkað, lækkað eða staðið í stað. Gæði malarslitlaga eru háð efniseiginleikum sem bæði eru háðir eiginleikum efnisins í námunni en ekki síður þeim vinnsluaðferðum sem notaðar eru svo sem hörpun, mölun, íblöndun og rykbindingu. Gæði slitlagsins á veginum eru einnig háð aðstæðum við veginn svo sem úrkomu, afvötnun, umferðarálagi og einnig viðhaldi vegarins. Við einkunnargjöfina var reynt að meta gæði efnanna í malarslitlögum að teknu tilliti til aðstæðna við veginn og viðhalds vegarins m.a. hvort og með hvaða aðferðum hann er rykbundinn. Þannig t.d. geta tvö slitlög með álíka miklar skemmdir á yfirborði fengið misháa einkunn ef annað þeirra er rykbundið en hitt ekki, ef mislangt er frá heflun eða ef mismikil umferð er á þeim vegarköflum sem skoðaðir eru. Rekstrarstjórar voru með í för og sögðu frá reynslu sinni af viðkomandi efni. Álit rekstrarstjóra hafði því áhrif á einkunnagjöfina t.d. þegar lagt var afstætt mat á gæði mismunandi efna í þeirra umdæmi. Myndir merktar með bókstafnum a er filma 8099, b er 7454 og c er 7453. Í texta er sagt frá öðrum myndum sem ekki eru birtar. Flestar óbirtar myndir eru af þeim námum sem efnin voru tekin úr.

Hagaflatur, náma 1. Námunúmer 332-02-15. Einkunn 3 (3)

Náman er á keilu sem er niður undan gili vestan við Gaukshöfða. Í námunni er mjög breytilegt efni sem er víða nokkuð hrein burðarlagismöl, en inn á milli er hún talsvert moldarblönduð. Malarslitlagsefnið var unnið neðarlega á keilunni, niður undir Þjórsá. Efnið er malað á 19 mm sigti. **Mynd 32** (óbirt) er tekin af námunni. Þetta efni var malað fyrir um 4 árum og þá ekið í veginn. Efnið er rykbundið með kalsíumklóríði á hverju ári. Á veginum hafa verið miklir þungaflutningar með vikur. Mikil rykmyndun er í þessu efni þegar það er ekki rykbundið. Vegurinn var heflaður viku fyrir þessa skoðun. Slitlagið er orðið mjög þunnt á veginum og skín víða í burðarlagið undir, en yfirborðið á þeim stöðum þar sem hann afvatnar sig er ekki mjög holótt, en mjög holótt í lægðum þar sem hann afvatnar sig illa. **Mynd 31a** er tekin af veginum. Þetta efni fær einkunnina 3, en nokkuð erfitt er að dæma það, þar sem það er orðið mjög þunnt á veginum. Einkunnin er gefin með tilliti til þess hversu miklar holur eru þarna þó einungis sé vika liðin frá heflun og að þetta efni virðist engan veginn standa sig ef það er ekki rykbundið. Nýbúið er að leggja þetta efni á veginn að Skaftholti, en þar er það ekki rykbundið. Nokkrar holur virðast hafa myndast í veginum og nokkur röst á miðjunni af lausamöl. Efnið dugar þó ágætlega í heimreið að sveitabæ. Efnið var lagt út í 10-15 sm þykkt.



Mynd 31 a Malarslitlag frá Hagaflötum

Syðri- Brúarnáma, náma 2. Námunúmer 336-01-11. Einkunn 4 (4)

Náman er árkeila niður af Skriðugili og þarna hefur verið unnið keiluefni, sem er inn á milli nokkuð moldarblandað. Við mölunina hefur verið blandað lítilsháttar af sylti í efnið.

Syltin er tekin austan við Þingvallaveg í landi Syðri-Brúar. Efnið hefur verið malað á 25 mm sigti. Efnið í haugnum var malað fyrir um 5 árum síðan.

Efnið var borið í Þingvallaveg fyrir um 4 árum síðan og er sá vegur skoðaður norðan við Steingrímsstöð. **Mynd 34** (óbirt) er af námunni. Þetta efni hefur verið rykbundið á hverju ári með kalsíumklóríði. Efnið þjappast vel órykbundið og með rykbindingu hefur það reynst mjög vel. Vegurinn hefur verið heflaður u.þ.b. þrisvar sinnum á ári. Yfirborðið hefur haldist lengi óskemmt og því hafa menn reynt að

láta fyrstu heflun með rykbindingu endast fram á mitt sumar. Vegurinn var heflaður tæpum hálfum mánuði fyrir þessa skoðun. Talsverð lausamaldreif er á yfirborði á miðju og í köntum. Hins vegar eru hjólförin í ágætis standi, allavega þar sem þau eru vel afvötnuð svo sem brekkunni fyrir ofan Steingrímsstöð. Þó eru í brekkunni nokkrar holur í slitlaginu. Þegar kemur upp á brekkubrúnina þar sem vegurinn er ver afvatnaður er talsvert mikið um holur. Mjög mikil þungaumferð var á þessum vegi við akstur á malaða efninu úr Miðfelli, en enginn slíkur akstur hefur átt sér stað síðan hann var heflaður síðast. Holurnar á veginum eru ekki margar og er yfirborðið ágætt inn á milli, en holurnar eru nokkuð krappar og djúpar þar sem þær eru. Gunnar Ólsen telur að þetta sé besta malarslitlagið í hans umdæmi. **Mynd 33a** er af veginum. Þetta efni fær einkunnina 4 og þá með tilliti til þess að það þarfnast góðrar rykbindingar með kalsíumklóríði á hverju ári til þess að vera gott, en með því móti er það ágætt. Efnið virðist hafa verið malað á 19 mm sigti. Syltin sem notuð er til íblöndunar er mjög sandrík.



Mynd 33 a Malarslitlag frá Syðri-Brúarnámu

Syðra-Langholt, náma 3. Námunúmer 340-01-09. Einkunn 3 (4)

Um 2 ár eru síðan efnið var malað í námunni og 1 ár síðan efninu var ekið í veginn. Efnið er á Auðsholtsvegi og var hann heflaður daginn fyrir þessa athugun. Talsvert mikil lausamöl er því enn í veginum, en hjólför byrjuð að þjappast og á nokkrum stöðum eru grunnar holur. Holur hafa á þessum skamma tíma myndast í lautum, þar sem afvötnun er



Mynd 28 a Malarslitlag frá Syðra- Langholti



Mynd 29 a Malarslitlag frá Syðra- Langholti

léleg, en eru ekki á mörgum stöðum. Efnið hefur verið rykbundið með salti og reiknað er með að gera það á hverju ári. Þessi rykbinding er gerð, þrátt fyrir að umferðin sé of lítil fyrir rykbindingu. Náman er í landi Syðra-Langholts og er suðvestan í Langholtsfjalli og er þarna í strandlínuhæð. Ekki er ósennilegt að þetta efni sé myndað við hæstu sjávarstöðu.

Mynd 30 (óbirt) er af námunni. **Mynd 29a** er af veginum. Einnig er skoðaður vegkaflí í brekku en um mánuður er síðan vegurinn var heflaður á þeim stað. Ástæðan fyrir að hann hefur ekki verið heflaður í brekkunni er væntanlega að vegurinn afvatnar sig svo vel að ekki hafa myndast holur þarna. Í brekkunni eru hjólförin ágætlega þjöppuð og ekki holótt, en mikil lausamöl á miðjunni og í köntunum. Tekin var önnur mynd af veginum þarna, í brekkunni (**mynd 28a**). Niðurstaðan er að gefa þessu efni einkunnina 3 og þá frekar með hækkun upp í 4, en lækkun.

Hlíðarendanáma, náma 4. Námunúmer 342-02-03. Einkunn 2 (2)

Efnið var malað fyrir mörgum árum á 25 mm sigti, en fyrir 3-4 árum var það borið í veginn. Fyrsta árið var þetta efni rykbundið með salti, en síðan hefur vegurinn ekki verið rykbundinn. Vegurinn er heflaður u.þ.b. 4 sinnum á ári. Hlíðarendanáma er hraunnáma og efnið hefur verið malað úr hrauninu. Ekki hefur verið ýtt ofan af því og er lítilsháttar jarðvegur látinn fara með í vinnsluna

til að auka fínefni í efninu. **Mynd 36** (óbirt) er tekin í námunni. Efnið vill brotna talsvert upp og er talsvert rykmyndun í því. Það brotnar upp í rigningum í nokkuð krappar holur. Efnið er á Krísuvíkurveginum. Það þjappast nokkuð sæmilega í hjólförum, en mikil lausamöl er í röstum, bæði í kantinum og á miðjunni. **Mynd 35 a** er af veginum. Vegurinn var heflaður fyrir tæpri viku og eru hjólförin orðin nokkuð þjöppuð, en talsvert er af kröppum holum í slitlaginu. Niðurstaðan er sú að þetta slitlag fær einkunnina 2, með mögulegri hækkun. Ef einhverju ætti að breyta, þá væri það hækkun upp í 3. Líklega á efnið þó að halda þessari einkunn.



Mynd 35 a Malarslitlag frá Hlíðarendanámu

Stíflisdalur á Mosfellsheiði, náma 5. Námunúmer 348-02-03. Einkunn 3 (3)

Mynd 20 (óbirt) er af Stíflisdalsnámu. Þarna hefur verið opin náma frá því eftir 1960. Efnið sem sýnið var tekið af er líklega malað fyrir talsvert mörgum árum. Þetta efni er unnið úr sandríkum mel, sem virðist vera með fínsandi og líklega sylti inn á milli. Líklega er ekki mikill grófleiki í þessu efni. Efnið úr námunni er hugsanlega á vegkafla rétt framhjá námunni, en efnið er örugglega á Grafningsvegi og því er þeim kafla lýst



Mynd 19 a Malarslitlag frá Stíflisdalsnámu

(mynd 19 a).

Líklega eru um 3 ár síðan efninu var ekið á Grafningsveg. Vegurinn var heflaður fyrir u.þ.b. þremur vikum síðan. Yfirborðið er nokkuð þokkalegt á löngum köflum þar sem afvötnun er góð og er ekki mikil lausamöl á miðju vegar, en nokkur lausamöl í köntum. Þar sem afvötnunin er lakari, t.d. í lægðum, er vegurinn talsvert holóttur. Þetta efni mun sporast talsvert í bleytu ef umferð er mikil, en líklega hefur umferð verið fremur lítil á veginum síðan hann var síðast heflaður. Efnið verður talsvert sleipt í rigningu, þolir illa bleytu og holur myndast í lægðum. Þetta efni myndar gott yfirborð þar sem aðstæður eru góðar. Niðurstaðan er að gefa þessu efni einkunnina 3, en líklegt er að þetta sé ívið betra efni en efnið úr Laxá við Hækingsdal. Sérstaklega er áberandi á þessum vegi að lítil lausamalarmyndun er í þessu efni. Þetta virðist vera fíngert efni og líklega brotnar það ekki mikið í vinnslunni. Þetta efni er aldrei rykbundið og virðist það standa sig þokkalega miðað við það. Mikil rykmyndun er þó á þessum vegi á sumrin í þurrum veðrum.

Villingavatn í Grafningi, náma 6. Námunúmer 360-02-04. Einkunn 4 (4)

Efnið er notað óunnið úr námunni og er reynt að blanda í hæfilegu magni brúnleitu móbergssandi sem er í námunni saman við efnið til að fá það til að bindast. Þetta efni er ekki eins sterkt eins og Stíflisdalsefnið, þar sem þetta er brunnið efni og gropið. Hins vegar þolir þetta efni betur raka og virðist vera betra ef talsverður raki er í efninu. Efnið vill rjúka í burtu ef það þornar upp.

Mynd 18a er af veginum með Villingavatnsefninu.

Þetta efni er ágætlega þjappað yfir mest allt vegyfirborðið. Lausamöl er nokkur í köntunum en ekki mikil. Lítið er um holur í veginum og nær engar þar sem vegurinn er vel afvatnaður. Í brekkum virðist efnið ekki verja sig sérlega vel gegn vatnsúrrennsli. Þar sem afvötnun er lélegust er talsvert af holum. U.þ.b. 3 vikur eru síðan vegurinn var heflaður.

Þetta efni er ekki rykbundið. Eyvindur Jónasson telur að þegar þetta efni er rétt blandað, sé það betra en Stíflisdalsefnið. Þetta efni veðst ekki upp, jafnvel í mikilli úrkomu.

Mynd 17 (óbirt) er af námustálinu við Villingavatn. Í stálinu skiptast á fíngerð malarlög sem virðast ekki vera með stærri steinum en 2-3 sm og inn á milli eru rauðleit sandlög. Líklega er þetta efni með köntóttum steinum og hrjúfum. Stálið virðist standa mjög bratt, þrátt fyrir hvað þetta er sandríkt efni, þannig að efnið virðist bindast vel saman. Niðurstaðan er að gefa þessu efni einkunnina 4 og þá þrátt fyrir að steinefnið eru ekki sterk í efninu. Áberandi holóttur vegur sitt hvoru megin við brú, þar sem vegurinn er láréttur.

Bolöldur, náma 7. Námunúmer 401-01-02. Einkunn 5 (6)

Skóðað er slitlag úr Bolöldum á Hafravatsvegi. Efnið er malað á 19 mm sigti. Um 1 mánuður er síðan þessu efni var ekið í veginn og hefur hann verið heflaður einu sinni síðan. Hann hefur ekki verið rykbundinn þar sem ekki hefur unnist tækifæri til þess, en annars er þessi vegur rykbundinn margsinnis á ári. Mikil umferð er á þessum vegi þar sem grjóttflutningarnir úr grjótnámi Reykjavíkur eru um þennan veg og auk þess Nesjavallaumferðin, bæði rútur og ferðamannaumferð. **Mynd 16a** er af Bolöldu-efninu á



Mynd 18 a Malarslitlag frá Villingavatni

Hafravatnsvegi. Vegyfirborðið virðist vera mjög vel bundið og mjög lítið um lausamöl á yfirborðinu og nær ekkert um holur. Inn á milli hafa fínefnin vaðist lítilllega upp eftir miklar rigningar.

Ef þessi vegur helst vel blautur, þá stendur hann sig mjög vel órykbundinn, jafnvel með þessari miklu umferð. Á sumrin þarf þó að rykbinda hann oft. Í þurrkum á sumrin þarf að bleyta veginn upp oft og bera í hann rykbindiefni til að halda efninu góðu, en reynslan af þessu efni hefur verið mjög góð.

Þegar þessi lýsing er gerð er sérlega gott yfirborð á þessum vegi. Miðað við skoðun á yfirborðinu eins og það er núna lítur það mjög vel út. Eyvindi finnst þetta vera úrvals gott efni, en þó þannig að fínefnin eru nokkuð rokgyörn í efninu og það þolir ekki að þorna upp. Það er brúnleitur fínsandur og sylti í efninu sem er rokgyörn. **Myndir 15 og 14** eru teknar í Bolöldunámunni. **Mynd 14** (óbirt) sýnir vel stálið þar sem efnið er rípað úr. Þetta er bólstraberg, þar sem sumir bólstrarnir eru mjög fallega lagaðir. Talsvert mikil fínefni eru í sprungum inn á milli bólstranna. Efnið er unnið með því að mala það niður og blanda því saman við fínefni úr botni námunnar sem hefur borist þar inn með læk sem rennur um þetta svæði. Til umræðu er að gefa þessu efni einkunn á bilinu 5 - 6, enda metur Eyvindur það svo að þetta efni sé besta efnið af þeim sem við höfum verið að skoða, en athuga þarf þessa einkunnargjöf þó betur vegna þess að Bolölduefnið hafði fengið lakari einkunn í fyrra mati og þarf því að fara betur ofan í þetta mál. Fara þarf vel yfir hvort þetta sé e.t.v. of há einkunn fyrir Bolöldur og miðað við fyrri einkunnargjöf, virðist sem þetta efni ætti allavega að lækka ofan í 5, en Eyvindur vill meina að þetta sé betra efni en hin. Það sem gerir matið á efnunum í Reykjanesumdæmi erfiðara en mat á efni úr öðrum umdæmum er hvað Reyknesingar virðast rykbinda þessa vegi mikið og þá með kalsíumklóríði og jafnvel oft á ári.



Mynd 16 a Malarslitlag frá Bolöldum

Kiðafell, náma 8 og 9. Námunúmer er 401-16-06. Einkunn 4 og 5 (4 og 5)

Það var tekið efni úr 2 haugum í námunni. **Mynd 27** (óbirt) er tekin af námunni. Efnið er yfirleitt malað sem 19 mm efni. Námustálið er þannig að það skiptast á nokkuð hrein malarlög, en síðan syltarlög inn á milli og hefur reynst vera alveg nóg af fínefnum í efninu með því að taka námustálið eins og það kemur fyrir og mala það. Efnið er á Eyrarfjallsvegi, en var áður notað á Vesturlandsvegi (nú Hvalfjarðarvegi) áður en bundna slitlagið kom og taldist reynast ágætlega á þeim vegi. Norðurkotsnáman sem er rétt vestar reyndist hins vegar vera með of miklum fínefnum. Efnið er nokkuð rokjarnt ef það er ekki rykbundið, en það hefur verið rykbundið á Eyrarfjallsvegi með kalsíumklóríði. Yfirborð vegarins er nokkuð gott og lítið um holur. Nokkuð er um lausamöl á miðjunni og í köntunum, en breið hjólför eru ágætlega þjöppuð. Vegurinn er heflaður á hálfsmánaðar til þriggja vikna fresti á sumrin. Um það bil mánuður er síðan þessi vegur var heflaður síðast og sums staðar er talsvert af holum á veginum og þá jafnvel á stöðum, sem eru nokkuð þokkalega vel afvatnaðir á yfirborði. Þetta efni er ekki mjög sterkt og brotnar niður, bæði við heflun og við umferðaralagið og þarf því að hefla veginn nokkuð oft. Vegurinn er bara rykbundinn framhjá bæjunum. Þar sem hann er órykbundinn er

meiri lausamalarröst á miðjunni og í köntunum. Um 2 ár eru síðan borið var ofan í þennan veg. Við brýr er mikið af holum, þar sem vegurinn er láréttur að brúnum. Eins er nokkuð af holum jafnvel þar sem vegurinn er afvatnaður. Á milli er yfirborðið ágætlega bundið og gott. Vegurinn er rykbundinn 2-3 sinnum á ári framhjá bæjunum. Þar virðist hann verja sig vel fyrir holum, nema í lægðum, þar sem vegurinn er illa afvatnaður, þar eru holur. Niðurstaða er að gefa þessu efni einkunnina 5 og mundi hún ekki hækka, frekar lækka. Við Kiðafell voru sýnin tekin úr 2 haugum möluðum misgróft og var ákveðið að láta muna um 1 í einkunnargjöf á milli hauganna. Ekki var tekin mynd af vegyfirborði með efni frá Kiðafelli.

Sýrfellsdrög, náma 10. Námunúmer 425-02-03. Einkunn 4 (3)

Mynd 4 (óbirt) er tekin af námunni. Efnið er malað úr hrauni og eru fínefni og mold af yfirborði möluð með. Talsvert er af rauðleitu gjalli inn á milli. Efnið úr námunni er á Nesvegi og reynist ágætlega á þessum vegi sem hefur litla umferð. Vegurinn var heflaður fyrir 2 mánuðum. Efnið er ekki rykbundið. Vegurinn er annars heflaður hálfsmánaðarlega yfir sumarið. Talsverð lausamöl er í yfirborðinu en vegyfirborðið er nokkuð gott víðast hvar og er vegurinn ekki holóttur. Þetta er nokkuð niðurgrafinn vegur, þannig að ekki er auðvelt að forma á hann rishalla. Hjólför eru þokkalega þjöppuð víðast hvar.



Mynd 3a Malarslittlag frá Sýrfellsdrögum

Mynd 3 a er af Nesvegi með efni úr Sýrfellsdrögum. Inn á milli er talsverð rútuumferð á veginum. Þetta efni virðist verjast vel vatni og ekki verða mikið holótt og ekki myndast þvottabretti í þessu efni. Talsvert er um lausamöl á yfirborðinu. Þegar mikil rigning er myndast holur á veginum þar sem vatn situr á honum. Um þrjár vikur eru síðan síðast var borið ofan í kafla af veginum. Þar er hann byrjaður að þjappast ágætlega í hjólförum, en lausamöl er í köntum og á miðjunni. Þarna er umferð kannski full lítil á þessum tíma til að ná að þjappa veginn nægjanlega. Niðurstaðan er að þetta efni fær einkunnina 4 og þetta er hámarkseinkunn, þannig að ef á að breyta henni þá yrði það niður á við.

Laxá við Hækingsdal, náma 11. Námunúmer 448-02-02. Einkunn 3 (3)

Gerð var tilraun á Kjósarskarðsvegi með það að nota mismunandi fínt malað efni og voru mörkin við 12, 14, 16 og 19 mm. Efnið var tekið bæði við Laxárberg og Hækingsdal og var niðurstaðan í grófum dráttum sú að mönnum virtist sem 14 mm efnið reyndist einna best. Þetta efni hefur reynst hafa lítinn binding og þarf því að rykbinda það. Efnið hefur verið rykbundið 2-3var sinnum á ári með kalsíumklóríði en samt er á veginum talsvert mikil lausamöl á miðjunni og í köntunum. Hins vegar er vegurinn ekki holóttur, nema á fáum stöðum. Um hálfur mánuður er síðan vegurinn var heflaður og borið ofan í hann. Reynslan hefur verið sú að þegar efnið er malað smærra þá myndast meira fínefni við mölunina og þá batnar efnið. Sýnið sem var sent í rannsókn er 19 mm efni, en þannig efni er hvergi í veginum núna. Núna er eingöngu fínna malað efni í veginum. Efnið er aðallega rykbundið upp fyrir Vindás, þannig að það efni sem kennt er við Laxá í Hækingsdal er ekki rykbundið nema einstöku sinnum. Talsverð lausamöl er á veginum og rýkur talsvert úr efninu á þessu órykbundna svæði. **Mynd 26a** er af Eyrarfjallsvegi,



Mynd 24 a Malarslitlag frá Laxá í Hækingsdal



Mynd 26 a Malarslitlag frá Laxá í Hækingsdal

mynd 25 (óbirt) er af námunni við Laxá í Hækingsdal, **mynd 24a** er tekin af Kjósarskarðsvegi. Þar er 16 mm efni sem líklega er frá Laxá í Hækingsdal, en sýnið sem fór í rannsókn var 19 mm efni. Vegurinn er í nokkuð góðu ástandi þarna. Talsvert mikil lausamöl er á honum, enda er hann órykbundinn, en hjólför eru nokkuð vel þjöppuð. Á veginum sem er lýst hér er 16 mm efni sem hefur reynst betur en 19 mm efnið sem vildi brotna meira upp í holur og skolast meira úr því. Laxá við Hækingsdal fær einkunnina 3.

Laxárberg, námur 12 og 13. Námunúmer 448-02-04. Einkunn 4 og 5 (5 og 6)

Þarna voru tveir haugar og var sent efni úr þeim báðum. **Mynd 23** (óbirt) er af námunni í Laxárbergi. Þarna hefur verið rippað upp bögglaberg sem er með talsvert miklum fínefnum. Þarna hefur einnig verið unnið klæðingarefni, en þá hafa fínefnin verið skoluð úr efninu. Efnið er blöðrótt og þegar það er malað verður það köntótt og hvasst á brúnum. Kjósarskarðsvegur með Laxárbergsefninu er ekki ósvipaður köflunum með áreyrarefnum sem ekið var um á undan. Þó virðist þetta efni þjappast betur og hjólförin verða breiðari og minni röst á miðjunni. Það virðist hinsvegar vera meira um holur, nokkuð slæmar holur á einstaka stað, á þessum kafla. Þetta mun vera tilfellið að meðan efnið stendur sig, þá þjappast það nokkuð vel, en ef vatn kemst í efnið, þá myndast nokkuð slæmar holur í efninu þar sem afvötnun er ekki mjög góð. **Mynd 22 a** er tekin af veginum við Sýslulæk af efni úr Laxárbergsnámu, en ekki er vitað hvaða kornastærð var í efninu á þessum stað í tilrauninni sem gerð var. Inn á milli er mest allt yfirborðið nokkuð vel bundið, en e.t.v. lausamöl í köntunum, en sums staðar er nokkur lausamöl á miðjunni. Þetta efni er ekkert rykbundið. Annar haugurinn við Laxárberg var 16 mm efni, en hinn var 19 mm. Mér finnst líklegra að myndin hafi verið tekin þar sem 16 mm efnið er, enda var yfirborðið þar mjög gott og ekki holótt. Niðurstaðan er að líkleg einkunn fyrir 19 mm efnið er 4, en fyrir 16 mm einkunnin 5. Eyvindur telur að þetta efni sé mjög álíka gott og Kiðafellsefnið, en að í þessu efni sé sterkara steinefni en við Kiðafell. Til greina kæmi að hækka einkunnina við Laxárberg og þarf að bera það saman við aðrar námur sem hafa fengið einkunnina 6. Taka verður tillit til að þetta efni er alveg órykbundið og umferðin er talsvert mikil, en bindingurinn í hjólförum á þessu efni virðist vera nokkuð góður. Fyrir síðustu heflun



Mynd 22 a Malarslitlag (16 mm) frá Laxárbergi

höfðu verið miklar rigningar og hafði vegurinn þá hlaupið upp í miklar holur. Við síðustu heflun virðist ekki hafa náðst alveg að eyða þeim holum. Þess vegna er nokkuð um holur á veginum. Slitlagið er mjög gott þar sem það er þjappað en sums staðar er þó lausamöl.

Mynd 21 a var tekin á Kjósarskarðsvegi af Laxárbergsefninu af 19 mm efni, þannig að fyrri myndin er örugglega af 16 mm efni eða hugsanlega fínna en það. Mikill munur er á yfirborði veganna á þessum 2 stöðum, þar sem mun meira er af grófri lausamöl á veginum þar sem 19 mm efnið er og það er talsvert mikil röst, bæði á miðju og í köntum. Minna en þrjár vikur eru síðan þetta 19 mm efni var lagt, þannig að ekki er víst að það hafi náð að þjappast alveg. Þjöppunin er nokkuð góð í hjólförum. Íhuga má hvort einkunnar mismunur gæti verið meiri en 1 á 19 mm efni og fínna möluðu efni. Mönnum ber ekki alveg saman um það hvort 14 mm eða 16 mm efni hafi reynst best. **Mynd 21 a** er af veginum milli Stíflisdalsnáunnar og Þingvallavegar.



Mynd 21 a Malarslitlag (19 mm) frá Laxárbergi

Norðurreykir, náma 14 eða 48. Námunúmer 518-01-15. Einkunn 3 (2)

Efnið er á Hálsasveitarvegi á leiðinni yfir hálsinn frá Reykholtssdal. Efnið var sett á veginn fyrir um 3 vikur síðan og hefur ekki verið rykbundið síðan. Þarna var bara blettað í veginn, þannig að lýsingin hér á eftir er af Hálsasveitarvegi í Hálsasveit. Þetta efni var notað í tilraunum Sigurþórs á rykbindiefnum. Þetta efni er nokkuð hreint malarefni sem sýlti er blandað saman við. Menn nota

eingöngu salt á Vesturlandi í rykbindingu, nema um hlaðið á sveitabæjum. **Mynd 13** (óbirt) er af námunni við Norðurreyki, en mölin sem er uppistaðan í þessu efni er hrein áreyrarmöl og sýltin er undir áreyrarmölinni. U.þ.b. vika er síðan vegurinn var heflaður síðast. Vegurinn er rykbundinn einu sinni á ári í júnímánuði, en hann er heflaður 6 sinnum á ári. Vegurinn mun hafa fengið minna viðhald í sumar en oft áður, þar sem það stendur til að byggja hann upp. Yfirborðið er þannig að hjólförin eru ágætlega þjöppuð en mikil lausamöl bæði á miðjunni og í köntunum. Ekki er mikið um holur á veginum, en á sumrin keyrist vegurinn öðruvísi. Þá er meira um að menn þurfi að mætast og þjappast þá bæði miðjan og kantarnir. Til viðbótar við áður nefnda rykbindingu, þá er vegurinn stundum rykbundinn með sjó. Það þarf að setja mikið af salti í þetta efni til þess að það komi að gagni og ef hann er ekki rykbundinn þá er mikið ryk á veginum. Slitlagið er orðið mjög þunnt á veginum og eru steinar úr burðarlaginu talsvert mikið á yfirborðinu í lausamölinni. Þetta efni er mjög viðkvæmt fyrir bleytu og verður holótt þar sem afvötnunin er ekki mjög góð. Niðurstaðan er að gefa þessu efni einkunnina 3 og ef það ætti að breyta einkunninni þá ætti frekar að lækka hana ofan í 2. **Mynd 12 a** er af Hálsasveitarvegi.



Mynd 12 a Malarslitlag frá Norðurreykjum

Sámsstaðahöfði, náma 15. Námunúmer 523-02-01. Einkunn 3 (2)

Fyrst er skoðað efnið í veginum, en það er á Hvítársíðuvegi. Verulegur mismunur er á umferð á þessum tveimur vegum, annars vegar um ÁDU 50 á Hvítársíðuvegi og hins vegar um ÁDU 400 á Hálsasveitarvegi. Þetta efni er rykbundið með svipuðum hætti og Norður-Reykja efnið. Náman Sámsstaðahöfði er unnin þannig að það er tekið áreyrarefni sem er uppi á bökkunum og blandað saman við það sylti og því er þetta mjög svipuð vinnsla og við Norður-Reyki. Hugsanlegt er þó að þessi staður sé heldur grófari, með heldur stærri steinum en við Norður-Reyki, enda ofar við ána. Þetta efni er ekki talið vera sterkt. **Mynd 10** (óbirt) er af námunni við Sámsstaðahöfða. Að sjá er slitlagið á þessum vegi nokkuð svipað og á Norður- Reykjaefninu, þar eð það er talsvert mikil lausamöl, bæði á miðju og í köntum.

Mynd 11a er af Hvítársíðuvegi.

Hvítársíðuvegur er mjög holóttur á köflum. Vegurinn var heflaður fyrir 6-7 vikum síðan. Ekki eru mjög víða holur, en þær eru bæði á stöðum sem eru fremur illa afvatnaðir, en líka einstaka holur í vel afvötnuðum brekkum. Þrátt fyrir holurnar, þá gef ég þessu efni einkunnina 3, en eins og í Norður- Reykjanámunni ætti þessi einkunn frekar að lækka en að hækka. Þessi vegur er heflaður sjaldnar en Hálsasveitarvegur.

Eðlilegt er að Hvítársíðuvegur sé holóttari en Hálsasveitarvegur enda er umferð mun jafnari á haustin á þessum vegum, talsverðir fjárflutningar en lengra er síðan Hvítársíðuvegur var heflaður.

Greinilegt er að þetta efni þolir illa vatn og eru miklar holur þar sem afvötnunin er lökust. Holurnar verða mun skarpari á rykbundnum vegum því þá er bindingin í yfirborðinu mun meiri og líkari því sem hún er á klæðingu. Af þessum sökum verða skarpar holur, þar sem þær myndast á annað borð.



Mynd 11 a Malarslittlag frá Sámsstaðahöfða

Austurá, náma 16. Námunúmer 560-02-03. Einkunn 5 (4)

Mynd 9 (óbirt) er af námunni. Efnið er úr bökkum, sem eru norðan við Austurá, og er malað á 19 mm sigti. Einhverjum fínefnum annars staðar frá er blandað í efnið. Nokkur mold er þarna ofan á og er henni ýtt ofan af áður en efnið er tekið. Þetta virðist vera nokkuð gróft og talsvert fínefnaríkt efni. Skoðaður er kaflinn sunnan við Austurá, en þessu efni er ekið í veginn í þunnum lögum og þá frekar reynt að aka því oftar í veginn. Þetta efni hefur verið rykbundið með lítilsháttar af salti einu sinni á ári, innan við 2 tonn á km. Yfirborðið er mjög gott þar sem afvötnun er góð, en talsvert um holur þar sem afvötnun er lakari. Fremur lítið er um lausamöl á yfirborði og virðist efnið ná að þjappast nokkuð vel. Reynst hefur best að aka því á veginn í þunnum lögum, vegna þess að efnið er það



Mynd 8 a Malarslittlag frá Austurá

fínefnaríkt að það veðst upp í bleytu ef það er í þykkara lagi. Efnið vill þá skerast og koma hjólför í það. Þetta efni hefur reynst vel á þurrum tíma á sumrin, en er fljótt að vaðast upp í bleytu, sérstaklega ef það er heflað blautt.

Mynd 8a er af veginum þar sem sést að öðru megin á veginum er yfirborðið nokkuð gott, en þar sem vatnið situr á honum vinstra megin er yfirborðið mjög holótt. U.þ.b. 3-4 vikur eru síðan vegurinn var heflaður síðast og væntanlega hefur verið mikil bleytutíð á því tímabili, enda er vegurinn mjög holóttur þar sem hann er illa afvatnaður. Yfirborðið virðist standa sig þökkalega þar sem afvötnun er betri. Myndin er tekin þar sem holurnar eru einna mestar, en þó er hægri hluti vegarins tiltölulega góður. Á einum stað er nýlega búið að leggja efni á veginn og er hann þar talsvert öldóttur og sporaður. Efnið varð full blautt m.a. af því að það var lagt ofan á blautt efni. Í brekkum er yfirborð þessa slitlags ágætt. Efnið er keiluefni fram úr gili sem rennur þvert á Austurá.

Mynd 7 (óbirt) er tekin af námunni og gilinu og **mynd 6a** er tekin af efninu í nokkuð brattri brekku ofan við Austurá. Mismunurinn á þessum myndum sem teknar eru af veginum sýnir hversu afvötnun virðist skipta miklu máli í endingu og því hversu gott yfirborðið er. Efst á seinni myndinni sést upp á hæðina þar sem eru holur á hæðarbrúninni. Þetta efni mun vera mjög gott á sumrin þegar sæmilega þurrt er í veðri og eins er nokkuð langt síðan vegurinn var heflaður síðast. Taka verður tillit til þess hversu litla rykbindingu þessi vegur fær. Mjög lítil lausamöl er á yfirborði vegarins. **Mynd 5a** sýnir enn betur, hvernig vegurinn er holóttur nær á myndinni þó að það sé nokkur langhalli á veginum. Fjar á myndinni er vegurinn alveg óskemmdur, enda er langhallinn þar mun meiri. Niðurstaðan er sú að erfitt er að átta sig á því hvort þetta efni á að fá einkunnina 4 eða 5 og kemur vel til greina að efnið fái einkunnina 5, en varla hærrí einkunn en það.

Hvalskersnáma, náma 17. Námunúmer 612-01-01. Einkunn 3 (3)

Efnið er lagt á Örlygshafnarveg nokkru utan við Skápadalsnámu. Efnið í Hvalskersnámu er malað efni og vegurinn er með lausamaldreif í köntum og á miðjunni. Vegurinn er lítið holóttur þar sem hann er afvatnaður, en holóttur í lægðum þar sem afvötnun er ekki góð. Efnið var lagt á veginn á árunum 1985 - 1988. Efnið er rykbundið á vorin með salti. Vegurinn var heflaður lauslega með greiðuheflun fyrir um hálfum mánuði. Slitlagið er orðið mjög þunnt á þessum vegi og það er gamalt, þannig að erfitt er að leggja mat á gæði efnisins, eins og það hefur verið upphaflega. **Mynd 7** (óbirt) er af Hvalskersnámu. Líklega er efnið malað úr gömlum framburði úr Mikladalsárgili en efnið er uppi á bökkunum við gilið. **Mynd 6b** er af Hvalskersefninu á Örlygshafnarvegi. Hvalskersefnið virðist



Mynd 6 a Malarslitlag frá Austurá



Mynd 5 a Malarslitlag frá Austurá

leggjast betur en efnið á Kleifaheiði, en talsverð lausamöl samt og fær efnið einkunnina 3. Þar sem þetta efni virðist verða nokkuð holótt þar sem vatn liggur á veginum og er fremur laust í sér, þarf að hefла veginn nokkuð oft. Yfirborðið verður alveg ágætt eftir heflun. Taka verður tillit til þess að úrkoma hefur verið mjög mikil upp á síðkastið á þessu svæði og að vegirnir eru rykbundnir einungis einu sinni á ári og þá með salti.



Mynd 6 b Malarslittlag frá Hvalskeri

Skápadalur, náma 18. Námunúmer 612-01-02. Einkunn 2 (3)

Þetta er malað efni og var lagt á í sumar í u.þ.b. 5 sm lagi. Vegurinn var hefлаður fyrir um 2 vikum síðan. Ekki er búið að rykbinda þetta efni, en annars hefur efnið verið rykbundið með salti á vorin. Þar sem vegurinn er skoðaður í brekkunni á norðanverðri Kleifaheiði eru hjólförin í ágætu lagi og virðast vera ágætlega þjöppuð. Mikil lausamaldreif er á miðjunni og í köntunum. Ef til vill nær umferðin ekki að þjappa nema bara hjólförin. Steinastærð virðist vera allt upp í 50 mm á veginum, en spurning hvort að þeir steinar eru komnir úr burðarlaginu.

Mynd 9 b er af efninu á Kleifaheiðarvegi. Hjólförin eru lítið sem ekkert holótt í brekkum, en nokkuð er um holur þar sem afvötnunin er verri. Reynslan af þessu efni er góð. Það þykir vera sterkt og leggjast nokkuð vel í veginum. Það er áberandi í lausamölinni á veginum að þetta eru mikið upp í tommu steinar og eru lítil fínefni sjáanleg.

Það er ekki eins góður bindingur í þessu efni og efninu á Dynjandisheiði, en á móti kemur að þetta efni veðst ekki upp á vorin, væntanlega vegna þess að fínefnin eru ekki mjög

mikil í þessu efni. **Mynd 8** (óbirt) er af haugnum og af námunni. Efnið er malað á ár-eyrum Skápadalsár og ekki blönduð neinum fínefnum. Hugsanlegt er að við síðustu heflun, þar sem efnið var ekki rykbundið, hafi fínefnin fokið eitthvað úr efninu. Nokkur aðskilnaður virðist hafa orðið í þessu efni og lausamaldreifin hefði átt að þjappast eitthvað meira, þrátt fyrir að umferðin leiti í hjólför. Sérstaklega vegna þess að vegurinn er í nokkurri breidd þarna. Þessu efni er gefin einkunnin 3 og er þá tekið mið af því að reynslan er sögð „góð“ af þessu efni. Líklega ætti þessi einkunn alls ekki að hækka og þá frekar að lækka. Það sem mönnum finnst vera mikill kostur við efnið frá Skápadal er, að þar sem vegurinn hefur mjög lágt burðarþol á Kleifaheiði, þá lagaði efnið burðarþolið nokkuð, þar sem þetta mun vera burðarmikið efni, með lítið af fínefnum. Vel kemur til álita að lækka einkunn Skápadals niður í 2.



Mynd 9 b Malarslittlag frá Skápadal

Sýnið sem fór í rannsókn er væntanlega malað af Vegagerðinni, en verktaki malaði efni á sama tíma. Það er stærri haugurinn á myndinni. Það efni virðist líta mjög vel út, þetta er Skápadalsefnið, það virðist líta mun betur út í veginum og hefur mun minni lausamöl. Fremur lítil lausamöl er á veginum, þar sem verktakaefnið er. Verktakaefnið er þjappað nokkuð jafnt yfir allt þversniðið og sýnir þetta að ástæðan fyrir lausamölinni á miðjunni og í köntunum á Skápadalsefninu sem lýst var er ekki vegna þess að umferðin þjappi það ekki. Kaflar með þessum efnum eru með stuttu millibili á Kleifaheiði.

Hafnardalur, náma 19. Námunúmer er 635-01-01. Einkunn 2 (2)

Efnið er í sjávarbökkum sem eru fremur lágt yfir núverandi sjávarmáli. Þarna stendur haugur sem virðist standa frekar brattur. Náman í Hafnardal er harpað efni, sandríkt og vantar í það fínefni. **Mynd 29** (óbirt) er af haugnum og melnum. Magnús Guðmundsson hefur ekki unnið með þetta efni fyrr en síðastliðið sumar, en þá heflaði hann veginn og rykbatt með sjó. Þrátt fyrir mjög litla umferð mun vegurinn hafa farið í þvottabretti og orðið mjög laus í sér fljótlega og verið laus í sér eftir heflunina. Vegurinn sem er skoðaður, Snæfjallastrandarvegur var heflaður þremur vikum áður. Það er mikil lausamöl í miðri röstinni og í köntum og er grjótstærð mjög mikil í þessari miðjuröst. Sums staðar er komið niður í burðarlagið. Vegurinn er með nokkru þvottabretti. Vegurinn er væntanlega skoðaður nokkurn veginn í því besta ástandi sem hann getur orðið í. Ekki er mikið um holur á veginum. Rétt eftir að vegurinn var heflaður fóru fjárflutningabílar eftir veginum og var þá raki mjög hagstæður í efninu og hafa því hjólför náð að þjappast nokkuð vel. Síðan hefur væntanlega verið lítil umferð á þessum vegi, þannig að hjólförin líta nokkuð vel út á veginum. Þetta efni hefur greinilega verið lagt á í þunnu lagi. Vegurinn er sums staðar nokkuð holóttur. **Mynd 28b** er tekin af Snæfjallastrandarvegi. Efnið virðist standa sig nokkuð vel á þessum umferðarlitla vegi. Þessi náma fær einkunnina 2.



Mynd 28 b Malarslitlag frá Hafnardal

Mýrartungumelur, náma 20. Námunúmer 660-03-04. Einkunn 2 (3)

Mynd 3 (óbirt) er tekin af haugnum og námusvæðinu. Þetta eru sandbakkar sem eru talsvert neðan við árgil og gæti verið að þetta sé gamall framburður úr þessi árgili, en mögulegt er að þetta sé sjávarkambur. Efnið er sandríkt efni og virðist vera með fáa steina stærri en 5 sm. Efnið var malað. Greinilegt er á haugnum að hann er mjög sandríkur, en þó væntanlega með einhverjum fín-efnum, því efsti hlutinn af honum stendur nokkuð bratt. Efnið er í afleggjaranum að bænum Mýrartungu (**mynd 2 b**). Í veginum að Mýrartungu eru hjólförin nokkuð vel troðin, en mikil



Mynd 2 b Malarslitlag frá Mýrartungumel

lausamöl í köntum og á miðjunni. Vegurinn hefur ekki verið hefлаður síðan á síðasta ári. Hann er talsvert holóttur, en þó eru kaflar inn á milli sem eru ekki holóttir. Í brekkum er lítilsháttar úrrennsli. Nokkuð erfitt er að meta þennan veg, vegna þess hversu lítil umferð er á honum, en í hjólförum virðist efnið troðast nokkuð vel. Talsvert mikil lausamöl er á yfirborði og nokkuð um holur, þó ekki mikið. Mjólkurbíll keyrir þessa heimreið tvisvar í viku. Manni virðist að það sé allt of lítið af fínefnum í efninu, en að þau fínefni sem eru, ná að troðast nokkuð vel. Mönnum hefur fundist þetta vera lélegt malarslitlag og vilja ekki nota það sem axlaefni, af því að það bindist of illa. Niðurstaða er að gefa þessu efni einkunnina 2. Að sjá í veginum er þetta ekkert ósvipað Hvalskersefninu, þ.e.a.s. varðandi magn af lausamöl og hvernig hjólförin troðast og tel ég að þessi einkunn ætti ekki að lækka. Ég var frekar með í huga hvort mögulegt væri að þetta ætti að hækka um 1. Við Geiradalsá eru leirlög með dökkum leir. Theodór á Brekku minnir að efnið hafi verið sjóbleytt einu sinni í þessum vegi. Væntanlega er lítið brot í þessu efni. Ekki er ósennilegt að það verði tilflutningur á því litla fínefni, sem er í efninu, upp í yfirborðið og bindi það þannig í hjólförum.

Eiði, náma 21. Námunúmer 660-11-01. Einkunn 2 (3)

Mynd 5 (óbirt) er af námunni. Þarna virðist sandríku efni hafa verið skrapað í fremur þunnu lagi ofan af klöppum og það malað. Þetta efni virðist vera malað fremur fínt. Efnið úr þessari námu var lagt norðan við Vattarfjörð u.þ.b. árið 1983. Í Skálmarfirðinum er nýlega lagt slitlag úr þessu sama efni. Sínið sem fór í rannsókn er úr sama haug eins og báðar þessar slitlagslagnir voru. Þessir kaflar voru báðir hefлаðir fyrir hálfum mánuði. Eldra slitlagið frá '83 er rykbundið að vori með salti, en nýja slitlagið hefur ekki verið rykbundið. Þetta slitlag er ágætlega slétt og virðist þjappast nokkuð vel og þar sem það er á annað borð í lagi, er ekki lausamöl á yfirborði. Stutt er síðan var hefлаð en þetta efni mun hlaupa fljótt í fremur krappar og djúpar holur ef eitthvert vatn liggur á yfirborðinu. Kaflar í brekkum sem afvatna sig vel eru í góðu lagi.

Mynd 4 b er af þessu efni á veginum í Skálmarfirði og er myndin tekin þannig að á neðri hluta myndarinnar er vegur með lélegri afvötnun og þar er vegurinn mjög holóttur, en ofar á myndinni sér upp í brekku, þar sem vegurinn afvatnar sig og þar er slitlagið í mjög góðu ástandi eftir hálfan mánuð og enga rykbindingu. Þar sem vegurinn er vel afvatnaður er lítilsháttar lausamaldreif á yfirborðinu, sérstaklega á miðjunni, en þar sem holur eru á annað borð eru þær margar og krappar. Matsatriði er hvort þetta efni á að fá einkunnina 2 eða 3. Það hvað yfirborðið er gott þar sem vegurinn er afvatnaður bendir til hærri einkunnar, en hins vegar hvað holurnar verða slæmar og margar svona fljótt veldur því að ég gef efninu einkunnina 2.



Mynd 4 b Malarslitlag frá Eiði

Seljadalsvatn, náma 22. Námunúmer 660-16-02. Einkunn 4 (5)

Náman er unnin úr jökulruðningi uppi á Dynjandisheiði. Efnið virðist vera með mikið af lélegum steinefnum, mikið af ummynduðu basalti. Eitthvað er af rauðu millilagi í þessu efni. **Mynd 15** (óbirt) er af námunni, en enginn haugur er eftir í þessari námu. Þarna er ýtt ofan af urðinni fremur þunnu lagi enda er stutt á klöpp. Urðin virðist vera stórgrýtt,

en talsvert fínefnarík og virðist vera mikið af gjalli í efninu. Þetta malarslitlag var lagt á veginn árin '89 eða '90. Vegurinn er hefлаður tvisvar til þrisvar sinnum á ári og rykbundinn á vorin með salti. Fyrst á vorin eftir að snjó er mokað af veginum er efnið mjög uppvaðið og sporast mikið í bleytu. Efnið er orðið mjög þunnt í veginum. Vegurinn er nokkuð holóttur þar sem hann er illa afvatnaður, en í brekkum er hann með nokkuð góðu yfirborði víða. Ekki er mikil lausamaldreif á yfirborðinu og þar sem þykkt malarslitlagsins er einhver virðist yfirborðið vera ágætlega þjappað og bundið. Vegurinn var lagfærður með heflun rúmri viku fyrir þessa skoðun. Nokkuð víða skín í burðarlagið undir slitlaginu. Efnið var mjög gott fyrsta árið eftir að það var lagt í allt að 10 sm þykkt. Þetta efni var síðast notað og haugurinn kláraður á kafla neðan við Þverdalsá sunnan í Dýnjandisheiðinni og var það lagt á veginn 1994. Slitlagið neðan við Þverdalsá er nokkuð gott. Það er ekki mikið um holur þar í brekkunni, en slitlagið er nokkuð skorið af vatni. Þetta virðist vera mjög þunnt lag, vegna þess að það eru stórir steinar úr burðarlagi á yfirborðinu. Rásirnar eru mun dýpri heldur en rásirnar við Geldingadalsá. Vegurinn var hefлаður um mitt sumar og yfirborðið, þar sem ekki er vatnsskorið er með lítilli lausamaldreif á yfirborðinu og virðist vera ágætlega þjappað. Nokkur sanddreif er efst í yfirborðinu. Á vorin mun renna nokkuð mikið yfir veginn þarna og vegurinn rofnar stundum. Þetta getur haft áhrif, þannig að við slíkar aðstæður skemmist slitlagið. Það skolast úr því í miklum vatnagangi og er erfitt að blanda því saman aftur, þannig að fínefnið nýtist eins vel. **Mynd 14 b** er tekin af umræddu efni á veginum. Kristján verkstjóri á Patreksfirði er mjög hrifinn af þessu efni og telur að það leggist mjög vel og sé ágætis ending í því. Niðurstaðan er að gefa þessu efni einkunnina 4 með hugsanlegri hækkun.



Mynd 14 b Malarslitlag frá Seljadalsvatni

Grjóteyri, náma 23. Námunúmer 660-18-03. Einkunn 2 (3)

Það virðist vera lítil bindingur í fínefninum í Grjóteyrarefninu og er mikil lausamaldreif á yfirborði, en steinefni eru talin sterk í þessu efni. Þetta efni er laust í sér en virðist ná einhverri þjöppun í hjólförum, en mikil lausamaldreif er á miðju og í köntum og einnig að hluta til í hjólförum. Rykbinding með salti hefur ekki dugað á þetta efni og hefur orðið að nota kalsúmklóríð. Vegurinn hefur verið hefлаður og rykbundinn á vorin, en vegna peningaskorts er ekki rykbundið aftur. Meðaltals heflun á þessum vegi er ein heflun á vorin og svo blettaheflun eftir það, þannig að í allt er hann yfirleitt hefлаður tvisvar sinnum yfir árið. Vegurinn var nýlega hefлаður með lagfæringarheflun og er því væntanlega mun meiri lausamaldreif á honum núna en fyrst eftir heflun og rykbindingu að vori.



Mynd 17 b Malarslitlag frá Grjóteyri

Mynd 17 b var tekin af veginum, en þarna er vegurinn með blöndun af efni frá Geldingadalsá. Dreift var e.t.v. 4-5 bílum af efni frá Geldingadalsá, þannig að það er mjög lítið magn sem hefur farið úr þeirri námu í veginn,

en það mun þó hafa bætt bindinginn í efninu. Sú binding sem er í hjólförunum gæti verið því að einhverju leyti að þakka. Haugurinn sem er núna í námunni er haugurinn sem sendur var í rannsóknina, en fyrri malanir á þessum stað var mjög lélegt efni og alltof hreint. Þessi framleiðsla er talin mun betri. Vegurinn hefur verið heflaður 4 sinnum í sumar, en rykbundinn einu sinni. Hálfur mánuður er síðan vegurinn var heflaður síðast. Sums staðar er lausamaldreif yfir allt yfirborðið. **Mynd 16 (finnst ekki)** er af námunni, sem er brött keila, niður undan bröttu, nokkuð vatnsmiklu gili. Í klettunum efst í gilinu má sjá talsvert af rauðum millilögum. Þar sem þjöppun næst í þetta efni skiptir líklega kalsíumklóríði mjög miklu máli og ég gef þessu einkunnina 2, en hugsanlega með hækkun upp í 3.

Geldingadalsá, náma 24. Námunúmer 660-19-07. Einkunn 5 (5)

Slitlagið var lagt á sunnanverða Hrafnsseyrarheiði og Skipadal árið 1992. Slitlagið hefur staðið sig mjög vel og verið heflað aðallega á vorin og hefur það dugað mest allt sumarið. Efnið hefur verið rykbundið með kalsíumklóríði eða salti. Yfirleitt hefur þetta frekar verið rykbundið með salti, vegna þess að efnið er mjög fínefnaríkt og við útlögn hefur það verið þannig að það hefur verið frekar erfitt að dreifa því. Þegar það hefur þjappast í veginum hefur það reynst mjög vel og virðist verja sig vel og ekki verða holótt. Slitlags-yfirborðið er víða nokkuð gott, en helstu skemmdir eru þær að í brekkunum sunnan í Hrafnsseyrarheiði hefur vatn sem runnið hefur niður brekkuna rofið vatnsrás í yfirborð slitlagsins. Náman var mjög sýltarrík og vantaði steina í mölunina og varð því að keyra steina að í mölunina til að tryggja að nægilegt brot væri í efninu.

Mynd 19 b er af yfirborði vegarins, fremur neðarlega í brekkunum á mótis við námuna og þar sést að vegurinn ver sig ekki nema sæmilega gegn vatni sem rennur niður brekkuna, en slitlagið er lítið holótt í brekkunni, þar sem hann er ágætlega afvatnaður. Valið hefur verið að nota salt við rykbindinguna frekar en kalsíumklóríð vegna þess að vegurinn



Mynd 19 b Malarslitlag frá Geldingadalsá

verður sleipur og fínefnin vaðast upp með kalsíumklóríði. Á flata neðan við námuna er nýbúið að rífa veginn upp með hefli og er vegurinn blautur og eru fínefnin talsvert uppvaðin í veginum. Þetta er á flötum kafla á veginum sem hefur orðið holóttur vegna þess hve afvötnunin er lakari þar en í brekkunum. Umferð er lítil á þessum vegi og þungaumferð líklega mun minni en á Djúpveginum. Fremur lítil maldreif er víðast á yfirborði þessa vegar, en sums staðar lítillaga í miðjunni og í köntunum. Þetta malarslitlag mun vera eina malarslitlagið og eina náman þar sem hefur verið malað efni í malarslitlag í umdæmi Flateyrar í gegnum árin. **Mynd 18** (óbirt) sýnir námasvæðið. Menn hafa notast við óunnin efni í yfirborði vega á þessu svæði í gegnum árin að mestu leyti. Í góðri tíð á sumrin getur yfirborð þessa slitlags orðið mjög gott og mjög slétt og lítur út eins og malbik á yfirborði, en fyrst eftir heflun er þetta laust og sporað og dálítið uppvaðið. Þar sem afvötnunaraðstæður eru ekki góðar verður þetta slitlag holótt. Niðurstaðan er að gefa þessari námu einkunnina 5.

Lágidalur, náma 25 og 26. Námunúmer 661-04-01. Einkunn 0 og 1 (Var sleppt)

Mynd 30 (óbirt) er af haugunum tveimur í Lágadal. Þessir tveir haugar voru annars vegar malaðir í 0 - 19 mm og hins vegar 0 - 25 mm stærðir og 19 mm efnið átti að mala sem klæðingarefni, en 25 mm efnið var hugsað sem malarslitlag, en hvorugt af þessum efnum voru nokkurn tíma notuð í malarslitlag. Verktakinn Hagvirki gerði þau mistök að ýta moldinni illa ofan af efninu, þannig að hún blandaðist saman við efnið. 25 mm efnið hefur verið notað í axlir og hefur reynst sæmilega í öxlum, en þó viljað skriða til og fara útaf veginum. Menn treystu því ekki sem malarslitlagsefni, þar sem moldin var saman við og menn héldu að hún gæti vaðist upp í efninu. Á þessum grundvelli og án þess að geta neinsstaðar skoðað þessi malarslitlög í vegi, þá gef ég 19 mm efninu einkunnina 0 og 25 mm efninu 1. Væntanlega myndi þetta efni ef ýtt væri ofan af malast sem nokkuð hreint efni með mólunarryki í og mold bætir engum bindingi í efnið, en veðst bara inn í efnið sem drulla. Önnur fínefni munu vera mjög lítil í þessu efni. Ákveðið var að hafa þessi tvö sýni frá Lágadal ekki með í samanburði á milli náma.

Ísafjarðará, náma 27. Námunúmer 661-06-02. Einkunn 5 (6)

Slitlagið var lagt fyrir 4 árum og það er rykbundið eftir þörfum með sjó. Líklega er um hálfur mánuður síðan vegurinn var heflaður, en þegar þessi skoðun er gerð er vegurinn mjög blautur og líklega hefur rignt talsvert upp á síðkastið. Vegurinn er inn á milli mjög þokkalega góður og með lítið af holum, en nokkuð ríflóttur. Lausamalardreif er nokkur á

miðjunni og í köntunum, en hjólför eru breið og ágætlega þjöppuð. Inn á milli þar sem vegurinn er síður afvatnaður er nokkuð um holur, en almennt er þetta slitlag í mjög þokkalegu lagi. Nokkur þungaumferð er á veginum, þar sem 5-6 flutningabílar fara um veginn daglega. Segja má að yfirborðið sé nokkuð gott á löngum köflum, en holurnar eru í lægðum, eða í hæðarbrúnum þar sem afvötnun er léleg á flötum köflum. Náman er í nokkuð brattri keilu sem er upp af ósum Ísafjarðarár í hliðargili. Ekki eru sjáanleg rauð millilög í fjallinu sem gilið fellur um. Efsti hluti malarhaugsins stendur brattur, en með lausum skriðum neðst í honum. Ég gef þessari námu einkunnina 5 og ef eitthvað þá ætti einkunnin að hækka upp í 6 og þá m.a. sérstaklega með tilliti til þess hvað efnið virðist standa sig ágætlega þó einungis sé sjóbleytt. Um mánuður er síðan heflað var í Ísafirðinum. **Mynd 27** (óbirt) er af námunninni en **mynd 26 b** af veginum, en slitlagið er á Djúpvegi í Ísafirði milli Múla og Ísafjarðarár. Þar sem afvötnunaraðstæður eru lélegar á þessum vegi, er hann mikið holóttur og þéttar holur, en eins og áður segir er það einungis á stuttum köflum.



Mynd 26 b Malarslitlag frá Ísafjarðará

Hvítaness, náma 28. Námunúmer 661-13-01. Einkunn 3 (3)

Slitlagið var lagt á kaflann í Skötufirði fyrir um 4 árum síðan. Áður fyrr var harpað í þessari námu, en þá voru allt of mikil fínefni í efninu og vantaði grjótt í efnið. Sú lögn sem hér er skoðuð var möluð á 19 mm sigti. Þetta efni er nokkuð rokgjarnt, ef það er ekki sjóborið, en tekur vel rykbindingu og hefur staðið sig ágætlega. Þó þolir það ekki mikil vatnsveður og vill þá verða holótt. Um hálfur mánuður er síðan vegurinn var heflaður. Í þessu efni eru fínefni sem eru rokgjörn í þurrki og hafa ekki reynst binda vel efnið í blautu veðri, né í þurru. Vegurinn er verulega holóttur á köflum þar sem afvötnunin er

einna verst, en jafnvel á þokkalega afvötnuðum svæðum er hann talsvert holóttur. Inn á milli er yfirborðið þó ágætt eða nokkuð gott og þar er áferðin ekkert ósvipuð áferðinni í Ísafirðinum á köflum sem eru á annað borð góðir, en mun meira er um holur á þessum vegi. **Mynd nr. 25 b** er tekin af veginum í Skötufirði. Inn á milli er dálítið þvottabretti á veginum. Áberandi er að þar sem afvötnunin er mjög góð er vegurinn með alveg ágætt yfirborð, enda er stutt síðan hann var heflaður. Námunni Hvítanesi er gefin einkunnin 3. Fremur lítil lausamaldreif er á yfirborðinu á þessum vegi og plúsarnir eru hvað vegurinn er með þokkalegu yfirborði þar sem hann virðist ná að afvatna sig. Mjög gott burðarlag er í veginum og gæti það verið hagstætt fyrir slitlagið. Vegurinn er mjög mikið holóttur á köflum. Efsti hlutinn úr sjávarkambi sem er þarna neðan vegar var notaður í burðarlag. Efnið sem hefur verið notað í mölun og hefur verið ýtt fram í námuna er jökulruðningur sem virðist hafa verið nokkuð stórgrýttur. **Mynd nr. 24** (óbirt) er af námunni þar sem ýtt hefur verið fram úr hlíðinni.



Mynd 25 b Malarslitlag frá Hvítanesi

Hestfjarðarkot, náma 29. Námunúmer 661-13-02. Einkunn 4 (4)

Náman er á keilu niður undan bröttu gili sem rennur þvert á Hestfjarðará, nokkur hundruð metrum ofan við brú. Þetta er mjög bratt gil og sér maður í því rauð millilög í kletta-veggjunum. Efnið var malað á 19 mm sigti, en er orðið mjög þunnt í veginum og kemur mikið af steinum úr burðarlaginu upp í slitlagið. Þess vegna er mjög erfitt að meta gæði slitlagsins á veginum. Á síðasta ári var vegurinn djúpheflaður og grjóthreinsaður með grjóttínu og er því malarslitlagið sem maður sér í veginum orðið blandað burðarlaginu. Nokkrir dagar eru síðan þessi vegur var heflaður. Vegurinn er nokkuð holóttur, en ekki mjög mikið, en mikil grjótdreif er á yfirborðinu. Erfitt er að gefa þessu slitlagi einkunn, eingöngu með því að skoða yfirborðið og reiddi ég mig því á Kristinn Jónsson en hann telur þessa námu að gæðum vera mitt á milli Ísafjarðará og Hvítaness, en þó heldur nær Ísafjarðará og fær hún því einkunnina 4. Þessi vegur er á köflum talsvert holóttur og talsvert mikil maldreif í yfirborðinu. Þetta slitlag í Hestfirðinum hefur verið sjóbleytt, en upp á síðkastið hefur það verið rykbundið með kalsíumklóríði og eru tvær ástæður fyrir því að þetta efni hefur frekar verið rykbundið með kalsíumklóríði en Ísafjarðaráin. Annars vegar er ódýrara, vegna styttri fjarlægðar frá Ísafjarðarkaupstað, að rykbinda þetta efni. Sjóbleyting hefur reynst duga betur á Ísafjarðarefninu, en frekar þurft að bæta við rykbindingu á þessum vegi. **Mynd 23** (óbirt) er af námunni en **mynd 22 b** af veginum og sýnir hún hversu vel burðarlagið er blandað saman við malarslitlagið. Ef taka á mið af gæðum yfirborðsins og hversu holótt það er á köflum, virðist hæpið að hækka þessa námu upp í einkunn.



Mynd 22 b Malarslitlag frá Hestfjarðarkoti

Seljadalur, náma 30. Námunúmer 661-

25-01. Einkunn 5 (6)

Efnið er í háum hrauk framundan Seljadal og er spurning hvort að þarna er um framhlaupsefni að ræða eða hvort þetta er jökulgarður. Vestar í námunni breytist efnið smátt og smátt yfir í það að verða hreint skriðuefni með talsvert mikilli moldarblöndun og fín-efnablöndun. Efnið virðist vera grjótríkast þar sem malarslitlagið var malað. **Mynd 21** (óbirt) er af námustálinu. Nokkur rauðbrúnn blær er á fínefnunum í námustálinu og þar er talsvert mikið af steinum sem eru stærri en 20-30 sm. Þetta efni reyndist nokkuð vel, bæði með og án rykbindingar á mjög umferðarmiklum vegi sem var með 400-500 bíla umferð á dag áður en vegurinn milli Ísafjarðar og Bolungarvíkur fékk bundið slitlag. Líklega eru rauð millilög blönduð í þetta efni, enda eru rauð millilög þarna á milli basaltlaga. Eini vegurinn sem þetta efni er á er Skálavíkurvegur sem er vegur að ratsjárstöðinni á Bolafjalli.

Mynd 20 b er af veginum. Vegurinn er lítið holóttur. Hann er í talsverðri brekku. Talsvert mikil lausamöl er á miðjunni og á köntunum, en hjólförin virðast ná ágætri þjöppun. Almennt er ekki mikil umferð á þessum vegi, en þegar keyrt var grjót í hafnargarðinn í Bolungarvík, var talsvert mikil þungaumferð eftir veginum og virðist slitlagið hafa staðist þá áraun. Þessi vegur fær enga rykbindingu og rykmyndun er ekki mikil í þessu efni. Vegurinn var heflaður um mitt sumar.



Mynd 20 b Malarslitlag frá Seljadal

Niðurstaðan er að gefa þessu efni einkunnina 5 og er þá fyrst og fremst miðað við að þetta efni sé álíka gott og efnið í Ísafirði. Slitlagið virðist verja sig nokkuð vel fyrir vatnsstraumi þarna niður brekkuna, þó að það vatn hljóti að talsverðu leyti að renna í hjólförinum. Holumyndun er mjög lítil.

Hamar, náma 31. Námunúmer 662-02-02. Einkunn 4 (4)

Lítið er eftir af þessu efni í veginum, en þó eitthvað á kafla sem verður lýst. Efninu var ekið í þennan veg á árunum '84 eða '85 og hefur lítið af malarslitlagi verið keyrt í veginn síðan. Þetta er nokkuð breiður vegur. Inn á milli er yfirborðið þokkalegt, en mjög holótt þar sem afvötnunin er léleg. Vegurinn var greiðuheflaður fyrir um hálfum mánuði. Vegurinn er rykbundinn með salti á vorin og heflaður u.þ.b. 6 sinnum yfir árið. Efnið virðist þola mjög illa bleytu og verður hann strax eftir rigningu mjög holóttur og þarf þá að hefla hann. Sums staðar er nánast hola við holu, þar sem vatnið situr á veginum. Fremur lítil lausamaldreif er víðast á þessum vegi. Spurning hvort ekki hafi orðið verulegar breytingar á þessu efni í veginum, miðað við það efni sem er tekið til sýnis úr haugnum. **Mynd 12 b** er af veginum, þar sem bæði sést þokkalegur kafla aftan við miðann, en mjög holóttur ofar á myndinni. **Mynd 11** (óbirt) er af námunni séð frá



Mynd 12 b Malarslitlag frá Hamarsnámu

veginum, en náman er neðst í mjög brattri skriðu. Þar sem slitlagið er vel afvatnað með góðum lang- og hliðarhalla, þar virðist yfirborðið vera nokkuð gott. Áberandi nokkuð mikil fínefni við yfirborðið, en ekki mikil lausamaldreif. Einnig var tekin nærmynd af námunni við skriðuna (**mynd 10** (óbirt)). Í þessari skriðu virðist vera talsvert mikið af fínefnum, en einnig talsvert af steinum, þó ekki mikið af steinum stærri en 15-20 sm. Ekki eru sjáanleg rauð millilög í hömrnunum ofan við þessa skriðu. Steinarnir munu vera frekar veikir í þessu efni. Fínefni hafa þótt vera full mikil í þessu efni.

Mynd 9 b er tekin af veginum þar sem hann er vel afvatnaður og slitlagið lítur ágætlega út þar, þó það virðist vera orðið þunnt á veginum. Niðurstaðan er að gefa efninu einkunnina 4. og, þá með tilliti til þess hvað efnið er skoðað löngu eftir að það var lagt í veginn og ég geri ráð fyrir að það hafi versnað mikið á þeim árum. Efnið virðist þola illa vatn og hlaupa fljótt upp í holur, þar sem vatnið liggur, en slitlagið er ágætt í brekkum.



Mynd 9 b Malarslitlag frá Hamarsnámu

Kerhóll, náma 32. Námunúmer 715-01-01. Einkunn 7 (8)

Efnið úr Kerhólsnámu er nýtt á veginum og hefur verið bætt á hann í þremur áföngum. Efnið er ekki rykbundið og virðist ekki hafa verið þörf fyrir hana. Efnið var notað á Norðurlandsveginn áður en hann fékk klæðingu og var þá ekki talin þörf á því að rykbinda þetta efni. Norðurlandsvegur var bara hefлаður á 4-5 vikna fresti og við hefningu var efnið bleytt og bleytt eftir hefningu til að fá það til að setjast. Þetta efni er talið vera betra en Hnausanámuefnið, en hefur þó þann ókost að steinefnið eru veikari. Með tímanum, á umferðarmiklum vegi eins og Norðurlandsveginum, þá brotnar efnið niður og myndast þá fínefni smátt og smátt, þannig að með tímanum þolir vegurinn síður mikla bleytu. Þetta efni rýkur ekki mikið, en ein ástæða fyrir því að það er ekki rykbundið er að umferðin í Víðidalnum leyfir varla rykbindingu. Áferðin á veginum er mjög svipuð og á Vatnsdalsveginum, það er talsvert mikil lausamöl á miðju og í köntum. Væntanlega getur sama ástæða verið eins og þar að umferðin liggur þannig á veginum, að hún þjappar eingöngu hjólförin, en þau eru ágætlega þjöppuð. Þó virðast hjólförin ekki eins þjöppuð með fínefnum og á Vatnsdalsveginum, en þetta slitlag er mjög nýlegt. Þessi lýsing á við um veg þar sem efnið er eldra á veginum og hefur ekki verið hefлаð síðan í ágúst. Vegurinn er að mestu holulaus eða mjög holulítill. **Mynd 31** (óbirt) er af Kerhólsnámu og **mynd 30 b** er af nýlagða efninu í veginum. Þetta er líklega jökulruðningshóll og í honum mun hafa verið dálítið af rauðum millilögum. Steinefnið virðast vera frekar léleg í þessu efni, enda brotnaði það talsvert mikið niður. Efnið verður mjög fast í stálinu og sést á stálinu og hvað það stendur bratt hvað efnið virðist vera vel bundið. Það sem áður var sagt um að steinar stæðu uppúr í hjólförum og virtust ekki eins vel bundnir, það á



Mynd 30 b Malarslitlag frá Kerhólsnámu

engan veginn við um nýlagða efnið. Það er mjög vel bundið í fínefnamassa í hjólförinum, en mikil lausamöl þar sem umferðin hefur ekki þjappað efnið. Hnausanámu-efnið er fyrra til að verða holótt, þrátt fyrir að það sé rykbundið. Þetta efni er því tvímælalaust betra efni og fær einkunnina 7 og er það einkunn sem ætti frekar að hækka en lækka.

Hnausanáma, náma 33. Námunúmer 772-02-02. Einkunn 6 (5)

Mynd 33 (óbirt) er af námunni. Náman er framhlaups náma og virðast ekki vera rauð millilög í efninu. Efnið var lagt á veginn í þunnu lagi fyrir um 5 árum. Vegurinn var heflaður fyrir 3 vikum. Vegurinn er almennt rykbundinn einu sinni á vorin með kalsíumklóríði. Smá rauðleitur eða rauðbrúnn blær virðist vera á þessu efni. Yfirborð slitlagsins er nokkuð gott og er víða í hjólförinum ágætlega sléttur vegur, en í miðjunni og í köntunum er talsvert um malardreif og sjást þar steinar sem eru komnir úr burðarlaginu, enda er slitlagið verulega farið að þynnast. **Mynd 32 b** er tekin af Vatnsdalsvegi með efninu á. Hjólförin eru mjög þétt og virðast steinar vera mjög vel fastir í fínefnum, en lausamalardreif inn á miðjunni og í köntunum er talsvert mikil. Vegurinn er lítið holóttur, nema á stöku stað þar sem afvötnun virðist vera fremur slök. Þar sem afvötnun er góð er hann nokkuð vel sléttur í hjólförum. Ekki hefur rignt mjög mikið upp á síðkastið en e.t.v. hæfilega til að halda efnunum rökum í veginum. Ef efnið er ekki rykbundið, er nokkur rykmyndun í því og er því talið nauðsynlegt að rykbinda veginn. Þetta efni hefur verið rykbundið með um 1200 kg á km og hafa verður það í huga, auk þess sem umferðin á þessum vegi er fremur lítil. Lausamölin er nokkuð mikil á yfirborði, en hjólförin eru mjög bundin. Þorvaldur Böðvarsson virðist ekki vera mjög hrifinn af þessu efni, en miðað við það sem ég sé gef ég því einkunnina 6. Þorvaldur vill meina að almennt vanti sand í efnið og verði því steinlos meira úr efninu af þeim sökum og hann telur að kornakúrfan sé rétt neðan við markalínur í sandhluta. Hann segir að vegna þessa sandleysis í efninu sé það hart í heflun. Ef tekið er mið af álitum Þorvaldar á efninu og þess hvað mikil lausamöl er á yfirborði og að efnið þarfnast rykbindingar, þá er frekar að einkunnin ætti að lækka en hækka.



Mynd 32 b Malarslitlag frá Hnausanámu

Hraunsnáma, náma 34. Námunúmer 776-09-01. Einkunn 7 (7)

Mynd 0 (óbirt) er af námunni. Náman er í stórgrýttu framhlaupi og virðist vera mikið af rauðum millilögum í efninu. Slitlagið sem er skóðað er á Siglufjarðarvegi og var lagt fyrir þremur árum. Þetta lag var rykbundið í júní með kalsíumklóríði og vegurinn var síðast heflaður í ágúst. Þetta efni hefur komið nokkuð vel út órykbundið og virðist nægja að rykbinda það einu sinni á ári. Slitlagið var lagt út í 5-7 sm þykkt. Á



Mynd 36 b malarslitlag frá Hraunsnámu

nokkrum stöðum sér í burðarlagið. Lítið er um lausamaldreif á yfirborði og yfirborð slitlagsins er víða mjög gott. Þar sem það er best er það sérlega mjúkt og gott yfirferðar, en á stöðum þar sem afvötnun er léleg hafa myndast holur, en hlutfallslega lítið af yfirborðinu er holótt.

Orðið er erfitt að hefла veginn vegna þess hve þunnt malarslitlagið er og sést í grjóti í burðarlaginu. **Myndir 36 b og 35 b** eru af veginum, sú fyrri er tekin af mjög góðu yfirborði en sú seinni er tekin þar sem vegurinn er einna mest skemmdur. Þetta slitlagsyfirborð er víðast hvar tvímælaust mjög gott sérstaklega þegar tekið er tillit til þess að talsverð umferð er um þennan veg. Með tilliti til þess að slitlagið er rykbundið einu sinni á



Mynd 35 b Malarslitlag frá Hraunsnámu

ári, fær slitlagið einkunnina 7. Efnið úr námunni var fyrst órykbundið og stóðst það vel í talsverðan tíma og rauk þá lítið úr því, en þegar umferð var mikil og þurrkar miklir, fór efnið að brotna nokkuð niður og rjúka úr því og er því talið rétt að rykbinda það einu sinni á ári. Eingöngu hefur verið notað kalsíumklóríð við rykbindinguna.

Hrísgerði, náma 35. Námunúmer 801-14-04. Einkunn 1 (Var sleppt)

Náman er í háum bakka í Fnjóskadal við gatnamót Norðurlandsvegur og Illugastaðavegar. **Mynd 13** (óbirt) er af námunni. Í námunni í Hrísgerði var efnið eingöngu unnið harpað. Náman var mjög fínefnarík og sandrík og efnið óðst mikið upp í bleytu og reyndist mjög illa sem malarslitlag og var mikil rykmyndun í veginum. Reynt var að nota rykbindiefni, en það reyndist mjög erfitt út af því hversu fínefnaríkt efnið var. Hrísgerðisefnið er ekki lengur notað neinstaðar í vegum og þar sem efnið reyndist mjög illa, fær það einkunnina 1. Hafa verður þann fyrirvara að efnið var ekki skoðað í vegi. Ákveðið var að sleppa námunni Hrísgerði úr samanburði náma.

Námaskarð, náma 36. Námunúmer 801-23-02. Einkunn 6 (6)

Efnið hefur verið lagt á veg 801-23 austan Jökulsár. Vegurinn er víða talsvert mikið holóttur og einnig er nokkuð um grjótdreif á yfirborði. Inn á milli er minna um holur á talsverðum köflum og þar sem vegurinn er óskemmdur er nokkuð þokkalega gott að aka á þessu slitlagi. Í holum er slitlagið brotið af og sést þar í burðarlagið og virðist slitlagið ekki hafa verið lagt út þykkt á þessum kafla. Í yfirborði sjást allt upp í 50 mm steinar. Meira en 1 mánuður er síðan vegurinn var hefлаður. Efnið var unnið þannig að fínefnaríkt efni við Námaskarð var blandað klæðingarefni frá flugvallarsvæðinu við Reynihlíð. Efnið hefur reynst illa þegar þurrt er og er talið að það hafi e.t.v. verið blandað fullmikið af klæðingarefninu saman við og vanti því fínefni í efnið, en með rykbindingu hefur þetta reynst í lagi. Lagið sem var lagt á þennan veg var u.þ.b. 3 sm þykkt. Þetta efni er besta malarslitlagsefnið á svæði Húsavíkur, og er talið að ef það væri rétt blandað þá væri það mjög gott. En eins og áður segir þá hefur fulllítið verið sett af fínefnum úr Námaskarðsnámunni í þetta lag sem er í veginum. Efnið vill brotna af því hvað það er þunnt og ekki síst vegna þess að undir er hreint sandríkt efni sem heldur ekki í sér neinum raka eða hleypir í gegnum sig öllum raka úr malarslitlaginu. Talsverð rykmyndun var í veginum áður en hann var rykbundinn. Efnið var rykbundið 1994 og hefur ekki þurft að rykbinda það síðan, þannig að rykbindingin virðist haldast vel í efninu. Gott er að hefла þetta og með bleytingu virðist slitlagið taka mjög vel við raka og eftir hefningu verður þessi vegur

renni sléttur og góður að keyra hann og treðst vel. Nokkuð mikið virðist vera af holum í veginum en liðinn er rúmur mánuður frá hefningu. Spurning hvort steinarnir í yfirborði séu komnir úr burðarlaginu sem er undir. Hafa verður í huga að talsverð umferð er á þessum vegi, m.a. talsverð þungaumferð og að slitlagið er þunnt.

Mynd 18 c er tekin af efninu í veginum og **mynd 17** (óbirt) er tekin af námustáli þar sem fínefnaríka efnið var tekið við Námaskarði. Efnið var tekið norðan við veginn, en það efni sem var unnið í sumar og telst vera mun réttar blandað, var tekið í hól sunnan við veginn.



Mynd 18 c Malarslitlag frá Námaskarði

Það efni var notað sem fínefnaíblöndun. Námaskarðsnáman fær einkunnina 6, en miðað við yfirborðið eins og það var skoðað gæti þetta verið full há einkunn og ætti samkvæmt því frekar að lækka, en niðurstaðan er einkunnin 6. Betra efni frá því í sumar var lagt á Mývatnsheiði. Sá vegur er nokkuð góður inn á milli, en talsvert holóttur og hefur efni vaðist talsvert upp í veginum á köflum, í talsverðum rigningum. Þar er einnig talsverð lausamalandreif á yfirborði, sérstaklega úti í köntunum. Hugsanlegt er að efnið sem er á Mývatnsheiði fengi hærri einkunn, en það efni fór ekki í rannsóknina.

Gilbakki, náma 37. Námunúmer 824-01-02. Einkunn 2 (2)

Gilbakkanáma var náma í fínefnaríkum bakka og var efnið mjög sandríkt og fínefnaríkt og var mjög rokgjarnt, en með söltun var þó hægt að nota það. Efnið er talið ívið skárna en Hrísgærðisefnið, en ekki mikið. Bæði Gilbakkaefnið og Rýpillsefnið voru möluð. Hvorki Gilbakkaefnið, né Rýpillsefnið er til neins staðar í vegi og ekkert efni er nú til í námunum. Út frá lýsingu Jóns Hauks gef ég Gilbakkaefninu einkunnina 2, en Rýpillsefninu einkunnina 7, sem er örugglega það hæsta sem efnið ætti að fá, frekar að lækka það ofaní 6. Upplýsingar sem ég hef eru varla nógu góðar til þess að meta þessar tvær námur og reyndar varla Hrísgærðisnámuna heldur. Afstætt mat Jóns Hauks Sigurbjörnssonar á malarslitlagsefnum á þessu svæði er að Víkurhólaefnið sé best, Arnstapaefnið næstbest og Rýpillsefnið þriðja best. Spurning í þessum afstæða samanburði, hvort að Víkurhólarnir ættu að fá 9, Arnstapi 8 og Rýpill 7, eða hvort einkunnin eigi að vera einum lægri fyrir allar. **Mynd 9** er af Gilbakkagryfjunni, en þar er ekkert efni eftir, en leifar af efninu sýna að þetta virðist vera malað efni með fremur litlum fínefnum. Sýnið sem var sent var með 11,7% fínefnum, rykmyndun var í þessu efni og í bleytu var það mjög fljótt að verða holótt. Eini staðurinn þar sem Gilbakkaefnið er á vegi er heimreiðin að bænum Gilbakka. Talsvert mikil lausamöl er á yfirborðinu og í brattri brekku heim að bænum eru nokkur þvottabretti. Gilbakki virðist því ekki eiga skilið hærri einkunn en 2.

Rípill, náma 38. Námunúmer 882-05-09. Einkunn 6 (7)

Námunni hefur verið lokað og efnið er nú hvergi á vegi. Rípillsefnið reyndist mjög vel og hefði jafnvel verið hægt að nota það órykbundið, en það var þó yfirleitt rykbundið lítilsháttar með salti. Þar sem Jón Haukur hafði mjög góða vitneskju um gæði þessa efnis í samanburði við önnur efni á hans svæði var ákveðið að náman verði tekin með í samanburði náma.

Víkurhólar, náma 39. Námunúmer 883-02-02. Einkunn 8 (9)

Mynd 12 (óbirt) er tekin af Víkurhólanámu. Náman er berghlaup fram úr fjalli sem virðist vera með mikið af rauðum millilögum. Efnið í Víkurhólum hefur verið malað á 19 mm sigti og er talið besta malarslitlagsefnið í umdæmi Akureyrar. Vegyfirborðið er víða mjög gott, en þar sem vatn hefur setið á yfirborði eftir mikla rigningar undanfarið, er vegurinn orðinn nokkuð holóttur. Um 3-4 ár eru síðan efnið var lagt, en alltaf hefur verið bætt í á ýmsum stöðum á hverju ári. Nokkrar vikur eru síðan vegurinn var heflaður. Sums staðar sést í burðarlagið, en þar sem nóg virðist eftir af slitlaginu og vatn situr ekki mikið á, þar er yfirborðið mjög gott. Lítið er af grjótdreif á yfirborði. Efnið hefur reynst mjög vel án rykbindingar, en er núna með nokkurri rykbindingu í. Eftir miklar rigningar eru kaflar inn á milli sem eru talsvert holóttir þar sem mikið vatn er á veginum. Fyrst eftir að efnið er lagt er það nokkuð laust í sér og nokkuð mikið af fínefnum sem setjast á bíla, en eftir að það leggst getur það enst í góðri tíð í margar vikur og er þá yfirborðið mjög gott. Framan af þessu sumri hefur yfirborð þessa slitlags verið mjög gott en hefur nú látið nokkuð mikið á sjá eftir rigningarnar. Náman Víkurhólar fær einkunnina 8 og frekar að sú einkunn gæti hækkað og alls ekki lækkað. **Myndir 11 c** og **10 c** voru teknar af veginum, mynd 11 þar sem nokkuð er um holur og mynd 10 þar sem yfirborðið er einna best, eftir mjög slæmt tíðarfar.



Mynd 11 c Malarslitlag frá Víkurhólum



Mynd 10 c Malarslitlag frá Víkurhólum

Hesthál, náma 40. Námunúmer 901-18-03. Einkunn 5 (4)

Efnið hefur ýmist verið keyrt út óunnið eða harpað, en sýnið sem fór í rannsóknina var harpaða efnið. Þetta efni stendur sig fremur illa án rykbindingar og hefur því verið rykbundið með salti. Efnið virðist leggjast nokkuð vel rykbundið og mynda þokkalegt yfirborð. U.þ.b. mánuður er síðan vegurinn var heflaður og er ekki mikið um holur á honum, en skemmdirnar eru aðallega vegna úrrennslis í brekkunni, sunnan í Breiðdalsheiðinni.

Nokkuð er um lausamaldreif á yfirborði. Malarslitlagið var lagt út fremur þunnt og skín því sums staðar í burðarlagið undir. Þetta efni er með talsverðum fínefnum og er mikilvægt þegar það er lagt út að gera það ekki í of miklu vatnsveðri, vegna þess að þá blotna fínefnin alltof mikið upp og efnið nær ekki að leggjast. Þegar vegurinn byrjar að brotna upp vill hann verða nokkuð holóttur. Með rykbindingu er þetta besta malarslitlagsefni í umdæmi Reyðar-



Mynd 27 c Malarslitlag frá Hesthál

fjarðar og fyrsta sumarið eftir að það var lagt, entist það allt sumarið, án þess að þyrfti neitt að halda því við. Þessu efni er gefin einkunnin 5 og þá mest fyrir það hvað það tekur vel rykbindingu og reynist vel með rykbindingu. Án rykbindingar myndi þetta efni rjúka mikið og brotna mikið upp og vera laust í sér. Efnið hefur verið harpað á allt upp í 32 mm sigti, enda er yfirborðið sums staðar nokkuð gróft. Rykbindinefnið er natríumklórið. Til greina kæmi að færa einkunnina niður eitthvað ef eingöngu væri miðað við órykbundinn veg. Efnið er líparít úr líparíthjalla sem er neðan til í fjallinu og hefur líparítinu verið ýtt ofan af, en þar undir virðist vera fast líparít sem þarf að rippa til að ná upp. Þetta malar-slitlag er undir mikilli áraun í brekkunni uppi á Breiðdalsheiðina og er myndin tekin í brekkunni. **Mynd 28** (óbirt) er af námunni og **mynd 27 c** er af veginum 901-18.

Hamarsá, náma 41. Námunúmer 901-28-02. Einkunn 2 (2)

Efnið er tekið úr áreyri Hamarsár, þar sem áin rennur út í bugðu og væntanlega setjast þar fyrir einhver fínefni og fínsandur í efninu (**mynd 30** (óbirt)). Efnið er sandríkt og af þeim sökum ekki mjög gott efni, en hefur reynst vera betra en menn gætu búist við fyrirfram. Efnið hefur verið lagt á Hamarsselsveg. Efnið í Hamarsselsvegi hefur ekki verið rykbundið. Það er mjög laust í yfirborði og er mikil sand- og malardreif á yfirborðinu og vegurinn er með nokkuð þvottabretti og er nokkuð holóttur, en sæmilegt yfirborð yfir það heila.

Mynd 31 c er af Hamarsselsvegi. Efnið var lagt á Austurlandsveg fyrir þremur árum. Austurlandsvegur hefur verið rykbundinn með salti. Vegurinn er nokkuð holóttur og lítilsháttar þvottabretti á honum og í brekkum er nokkuð úrrennsli úr slitlaginu. Nokkuð langt er síðan síðast var heflað. Vegurinn er talsvert mikið holóttur inn á milli. Talsvert malardreif er í yfirborði vegarins. Inn á milli er yfirborðið nokkuð sæmilega slétt og ekki holótt á stuttum köflum inn á milli. Ákveðið var að gefa þessu slitlagsefni einkunnina 2 og hækka einkunn Sellækjarnámunnar upp í 3. Hamarsáin er því metin lægra, þrátt fyrir að yfirborðið á órykbundnu Sellækjarefninu hafi litið talsvert ver út. **Mynd 29 c** er af Hamarsárefninu á Austurlandsvegi 901-28. Efnið reynist illa án rykbindingar en nokkuð þokkalega með rykbindingu. Sandurinn á yfirborðinu er í röstum úti í öxlunum, en einnig talsvert af sanddreif og malardreif á veginum.



Mynd 31 c Malarslitlag frá Hamarsá



Mynd 29 c Malarslitlag frá Hamarsá

Sellækjarnáma, náma 42. Námunúmer 901-36-05. Einkunn 3 (3)

Náman er í brattri skriðukeilu (**mynd 33**(óbirt)). Efnið er mismunandi fínefnaríkt eftir því hvar er í námunni, en reynt hefur verið að blanda því saman við vinnslu. Efnið hefur verið malað á 19 mm sigti. Efnið er svipað og Brunnaefnið og hefur reynst hafa svipuð gæði, en er þó talið heldur lakara en Brunnaefnið. Þetta efni er með heldur minni fín-efnum. Þetta slitlag er ekki lengur á neinum umferðarmiklum vegi, en það hefur verið lagt á afleggjara að útsýnispalli uppi á Almannaskarði. Efnið virðist þar mjög laust í yfirborði og er nánast samfelld malardreif yfir allt yfirborðið og virðist því vera léleg binding í þessu efni. Lausamölin hefur safnast í talsverðan hrygg á miðjum veginum og er nokkuð jöfn lausamaldreif yfir allt yfirborðið. Mjög lítil umferð er á þessum slóða, þannig að þarna hafa ekki myndast miklar holur eða skemmdir. Efnið fær einkunnina 3, en hafa verður í huga að mjög stuttur kafli var skoðaður með þessu efni.

Mynd 32 c er tekin af efninu úr námu 42 á slóðanum. Efni við Sellæk er rokgjarnt og mikil rykmyndun í því og hefur það verið rykbundið með salti. Reynslan af ryk-bindingu hefur verið nokkuð góð. Kaflinn sem var skoðaður er órykbundinn. Hafa verður í huga að í einkunnargjöfni er einkunnin gefin á efni sem er órykbundið.



Mynd 32 c Malarslitlag frá Sellæk

Brunnar, náma 43. Námunúmer 901-41-02. Einkunn 4 (4)

Náman er keiluefni, en efnið er tekið nokkru neðan við bröttustu keiluna. **Mynd 36** er af Brunnanámu. Efnið hefur verið lagt á Brunnavallarveg sem er vegur heim að sveitabæ. Þetta efni lagðist ágætlega og myndaði nokkuð gott yfirborð, en er í dag talsvert mikið holótt og er burðarlagið sums staðar farið að koma upp úr yfirborði slitlagsins. Reynir Gunnarsson telur að ekki þýði að hafa of mikil fínefni í malarslitlögum. Vegna þess hve úrkoman á hans svæði er mikil vilja fínefnin færast til og mynda fínefnarík svæði í efninu. Brunnavallavegurinn er orðinn talsvert holóttur og er nokkuð um malardreif á yfirborðinu og einnig sést sums staðar í burðarlagið. Kaflar inn á milli eru með nokkuð góðu yfirborði, en víðast er nokkuð um lausa steina og malardreif á yfirborðinu. Slitlaginu hefur verið haldið við með því að bæta í malarslitlagið á verstu köflunum. Austurlandsvegurinn er mjög holóttur inn á milli, en einnig eru á milli kaflar þar sem eru holur á stangli. Nær



Mynd 35 c Malarslitlag frá Brunnum



Mynd 34 c Malarslitlag frá Brunnum

alls staðar á veginum er mikil malardreif á yfirborði og sést í steina sem eru komnir úr burðarlaginu. Malarslitlagið er farið að þynnast verulega á þessum vegi. Rigningar hafa verið nokkuð lengi áður en þessi skoðun á köflunum er gerð. Veginir eru því í óvenju slæmu ásigkomulagi. Reynir telur að þetta malarslitlagsefni sé besta malarslitlagsefni sem hann hefur yfir að ráða sunnan við Hvalnes. Brunnavallarvegur hefur ekki verið heflaður síðan í vor, en Austurlandsvegur var nýlega heflaður. Brunnavallavegur er ekki rykbundinn, en Austurlandsvegur hefur verið rykbundinn þrisvar í sumar. Malarslitlagið hefur reynst sæmilega án rykbindingar, en það rýkur þó nokkuð mikið úr því. Vegurinn hefur verið rykbundinn með salti (natríumklóríði) og hefur malarslitlagið tekið rykbindingu nokkuð vel. Þetta malarslitlag fær einkunnina 4, en hafa verður í huga hvernig veðráttan hefur verið undanfarið, hversu mikil áraun er á Austurlandsvegi, auk þess hve langt er síðan malarslitlagið var lagt á þessa vegi.

Mynd 35 c er af Brunnavallavegi og **mynd 34 c** er af Austurlandsvegi 901-41-02.

Hrútagil, náma 44. Námunúmer 917-06-05. Einkunn 5 (4)

Mynd 20 (óbirt) er af námunni. Náman er unnin þannig að fyrst er tekið ofan af malarlag sem er yfir rauðu millilagi og síðan er fremur þunnt lag af rauða millilagini notað sem malarslitlag, en undir rauða millilagini er basaltklöpp. Rauða millilagið hefur verið notað eitt og sér og harpað á 32 mm sigti. Líklega hefur við vinnsluna eitthvað komið með af basaltmölinni, en fyrst og fremst hefur verið lögð áhersla að nota rauða millilagið.

Þetta efni er besta eða annað besta malar-slitlagsefnið í umdæmi Vopnafjarðar.

Efnið var lagt út í líklega innan við 5 sm þykkt og er notað þannig að það blandast ofan í burðarlagið sem er undir og myndar með því malarslitlag.

Á veginum er talsvert um lausamöl, bæði úti í kantinum og á miðju vegarins (**mynd 19**). Líklega hefur þykktin verið á bilinu 3-5 sm þegar það var lagt út, og ástæðan fyrir því að það var lagt svona þunnt er að þetta efni er ekki talið vera sjálfberandi, líklega vegna of mikils fínefnainnihalds. Veðst það því upp í veginum ef það er í of þykku lagi. Rauða lagið virðist þjappast vel í hjólförum ofan í lagið sem er undir, en nokkuð er um holur í veginum og eru þær holur í burðarlaginu. Þar er slitlagið eytt upp og skín í burðarlagið undir. Meira en mánuður er síðan vegurinn var heflaður. Í lausamölinni á yfirborðinu er talsvert um steina sem eru mun stærra heldur en 32 mm og virðast vera allt upp í 100 mm steinar í köntunum. Líklega hefur efnið að hluta til verið tekið í gegnum um það bil 100 mm rist og síðan sett 32 mm harpað efni í þunnu lagi yfir. Gallinn við þetta efni er að steinastærðin er of mikil og styrkur steinefnanna er mjög lítil, þannig að slitlagið brotnar upp og eyðist niður að burðarlaginu, en þetta slitlag hefur reynst vel og er mjúkt að keyra á þessu efni þar sem vegurinn er óskemmdur. Um 4 ár eru síðan þetta slitlag var lagt, en samt er vegurinn ekki mjög holóttur, nema á smá köflum inn á milli, þar sem er nokkuð um holur á stuttum köflum. Inn á milli er yfirborð malarslitlagsins fullgróft. Þetta efni fær einkunnina 5, en frekar kemur til álita að lækka einkunnina vegna margra galla við slitlagið. Þetta efni þarf hvorki né er hægt að rykbinda og er því þessi einkunn án rykbindingar, en einkunn með rykbindingu myndi væntanlega vera mun lægri. Hins vega má



segja um þennan stað að þarna væri örugglega hægt að framleiða mjög gott malarslitlag með því að mala basalt mölina og blanda rauða millilagini í basalt mölina samhliða mölun. Þannig gæti þetta efni verið berandi malarslitlag í þykkara lagi. Meðal annars sem gerir þetta efni erfitt að dæma er að burðarlagið undir er mikilvægur hlekkur í burði eða sliti malarslitlagsins, þar sem malarslitlagið er haft svona þunnt á veginum, en þrátt fyrir gallana er þetta slitlag talið hafa endingu í 10 ár sem er örugglega of hátt metið miðað við hvað það er eytt niður í burðarlagið eftir 4-5 ár. Einar Friðbjörnsson telur að efni sem hann vinnur úr rauðu millilagi á Vopnafjarðarheiði sé betra en þetta efni. Spurning hvernig þetta efni var sigtað, þar sem þetta á að vera að mestu leyti rautt millilag. Hlutfall sýltar og leirs ætti að vera mjög hátt í efninu. Hafa verður alla þessa þætti í huga þegar gæði sýnisins eru borin saman við einkunnina.

Eyrará, náma 45. Námunúmer 996-02-09. (Einkunn 4) (Var sleppt)

Við Eyrará hefur verið tekið malarslitlag í bökkum sem eru ofan við veginn. Þessir bakkar eru væntanlega gamalt áreyrarefni úr ánni. **Mynd 22** (óbirt) sýnir námuna. **Guðjón Þórarinnsson telur líklegt að efnið sem var sent í rannsókn hafi verið tekið úr ár-eyrum neðan og norðan við veginn. Það efni var unnið sem axlarefni og því getum við ekki séð þetta efni neins staðar í vegi þ.e. sama efnið og fór í rannsóknina. Þessari námu á áreyrinni er ekki gefin einkunn og verður væntanlega að taka hana út úr sýnaskránni í þessari rannsókn.**

Talsverð fínefni eru í bökkunum ofan við veginn enda er gilið talsvert bratt þarna fyrir ofan. Þetta efni hefur reynst ágætlega sem malarslitlag. Vel er hægt að nýta efnið órykbundið, en með nokkurri rykbindingu batnar það þó. Þetta efni getur staðið sig ágætlega í nokkurn tíma, en þegar holur byrja að myndast, þá virðast talsverðar skemmdir myndast fremur fljótt í veginum og myndast skán efst í veginum. Hér á eftir verður kaflanum lýst nokkuð, þar sem hið rétta Eyrarárefni er í veginum. Vegurinn er á **mynd 21** (óbirt) en hann er talsvert holóttur og skemmdur eftir úrrennsli, þrátt fyrir að einungis hafi rignt í einn dag, en rigningin hefur verið mjög mikil. Á milli eru nokkrir kaflar með góðu yfirborði, en vegurinn er talsvert holóttur víðast hvar. Þetta efni fengi einkunnina 4 og myndi frekar lækka en hækka. Nokkuð er um lausamöl á yfirborði, þó mest út við axlirnar, en einnig sums staðar um allan veginn. Efnið við Eyrará var harpað á 32 mm sigti. Efnið sem fær þessa einkunn er ekki efnið sem fór í rannsóknina.

Hvanná, náma 46. Námunúmer 996-03-02. Einkunn 4 (3)

Þetta efni hefur reynst nokkuð vel og virðist hafa nokkurn binding án rykbindingar og reynist nokkuð vel með rykbindingu. Án rykbindingar eru holur þó fremur fljótar að myndast í efninu. Vegurinn er með fremur lítið af lausu efni á yfirborði. Hann er töluvert holóttur, en inn á milli er nokkuð gott yfirborð. Í rigningum er vegurinn fljóttur að verða mjög holóttur. Efnið hefur verið harpað á 50 mm grind og náman er skriðuefni. **Mynd 24** (óbirt) er af námunni. Vegurinn var hefлаður í vor og svo aftur hálfum mánuði fyrir þessa athugun, en einn rigningardagur virðist hafa nægt til þess að talsvert hefur myndast af holum í



Mynd 23 c Malarslitlag frá Hvanná

veginum. **Mynd 23 c** er af Hvannárefninu á 996-03. Þetta efni fær einkunnina 4 og ef eitthvað þá ætti að lækka einkunnina um 1. Aðaleinkenni efnisins virðist vera, hversu fljótt holur myndast í vatnsveðri, en menn eru mjög ánægðir með efnið, meðan veðrið er sæmilega gott. Guðjón Þórarinsson telur efnið lakara en Hesthálsfnið og byggir einkunnin mikið á því álit.

Færivallaskriður, náma 47. Námunúmer 996-11-01. Einkunn 2 (1)

Efnið hefur verið harpað á 50 mm sigti. Í skriðunni er mjög gróft efni. Í efninu voru alltof mikil fínefni. Þessi miklu fínefni ollu því og eins hvað efnið er gróft, að fínefnin skildu sig frá grófara efninu og settust í yfirborðið og varð slitlagið því mjög sleipt. Þegar efnið þornaði lögðust steinarnir við yfirborð, með fínefni á milli og myndaðist nokkurs konar smágerð hellulögn. Hestháls fékk einkunnina 5, en sú einkunn gæti hugsanlega lækkað, en Færivallaskriður fá einkunnina 2 og kæmi frekar til greina að lækka þá einkunn, en hækka hana. Hér er miðað við einkunn á efni sem var nánast ekki hægt að skoða í veginum, vegna þess að annað efni hefur verið lagt yfir, en myndin er tekin þar sem Guðjón taldi að eingöngu þetta efni væri í yfirborði. Einkunnargjöfin byggist því mest á umsögn Guðjóns um efnið. Vel má vera að úr þessu efni mætti vinna betra malarslitlag, en þetta efni er unnið of gróft og með allt of miklum fínefnum. **Mynd 26** (óbirt) sýnir námuna en **mynd 25 c** veginn.



Mynd 25 c Malarslitlag frá Færivallaskriðum

Norður Reykir, náma 48 eða 14. Námunúmer 518-02-04. Einkunn 3 (2)

Náman er á bökkum Hvítár við Norður- Reyki. Þetta er sama náman og náma 14 en líklega eldri framleiðsla, sem Sigurþór Guðmundsson tók sýni af.

Arnstapi, náma 49. Námunúmer 801-15-05. Einkunn 7 (8)

Myndir 3 og 2 (óbirt) eru af námunni. Arnstapi er unnin í framhlaupi sem er rétt austan við Ljósavatn. Malarslitlagið er unnið þannig að tekið er heldur hreinna efni úr framhlaupinu og blandað við leir sem er inn á milli í framhlaupinu. Menn verða því að velja efnið og er mikilvægt að taka ekki of mikið af leirnum. Það hefur skeð að of mikið hafi verið af leir, en einnig hefur verið nokkuð algengt í námunni að menn hafi verið með of mikið af steinum á móti fínefnum. Mat Svavars Jónssonar er það að Arnstapi sé álíka gott malarslitlag eins og Námaskarð í Mývatnssveit og alls ekki betra. Ekkert hefur þurft að rykbinda efnið frá Arnstapa. Efnið er á Bárðardalsvegi og var hann heflaður síðast um miðjan ágúst. **Mynd 1 c** sýnir yfirborð vegarins. Talsverð lausamöl er á yfirborði á miðjunni og í köntunum. Yfirborð í hjólförum er víða ágætt, en inn á milli eru holur. Efnið var lagt á veginn sumarið 1995, líklega í 5 sm þykku lagi. Þar sem



Mynd 1 c Malarslitlag frá Arnstapa

ekki eru holur er mjög gott að keyra á þessu slitlagi. Slitlagið er sums staðar brotið niður að burðarlaginu. Það hefur líklega verið full mikið af grjóti hlutfallslega miðað við fínefni í þessari framleiðslu, enda er lausamaldreifin full mikil miðað við aldur slitlagsins. Í brekkum þar sem vatn hefur náð að renna af yfirborðinu, er mjög lítið um holur og yfirborðið ágætt, nema hvað talsvert er um lausamöl. Niðurstaða er því að gefa þessu einkunnina og 7. Mikill plús við þessa námu er að ekki þarf að rykbinda hana.

VIÐAUKI 2
NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Á SÝNUM

Skýringar á kóðum á næstu síðu:

NÁMA	Heiti námu.
NÁMUNR	Tilvísunarnúmer skv. námuskráningarkerfi Vegagerðarinnar
MIN19	Hluti sýnis smærri en 19 mm, þyngdarhluti í %.
MIN4	Hluti sýnis smærri en 4 mm, þyngdarhluti í %.
MS)	Þyngdarhlutfall malar og sands, skipt við 4 mm möskvastærð.
MIN0075	Hluti sýnis smærri en 75 µm, þyngdarhluti í %.
MIN002	Hluti sýnis smærri en 20 µm, þyngdarhluti í %.
LEIR	Hluti sýnis smærri en 2 µm, þyngdarhluti í %.
LEIR0075	Hluti sýnis smærri en 2 µm af efni sem er smærra en 75 µm, þyngdarhluti í %.
D60	Möskvastærð sem 60 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
D30	Möskvastærð sem 30 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
D10	Möskvastærð sem 10 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
CU	Hlutfallið D60/D10. Lágt gildi táknar einskorna sáldurferil.
CC	Hlutfallið $(D30)^2/(D60 \cdot D10)$. Æskileg mörk eru $1 < CC < 3$. Hátt gildi bendir til sandhlykks á sáldurferlinum, lágt gildi bendir til að efnið sé einskorna í grófa hlutanum.
LL	Flæðimark skv. ASTM D4318 [ASTM1999a], sjá heimildaskrá í meginmáli.
PL	Þjálnimark skv. ASTM D4318 [ASTM1999a], sjá heimildaskrá í meginmáli.
PI	Þjálmi skv. ASTM D4318 [ASTM1999a], sjá heimildaskrá í meginmáli.
LLKON	Flæðimark í kónprófi á þeim hluta sýnisins sem er smærri en 425 µm [SV 1997c], sjá heimildaskrá í meginmáli.
LS	Rýrnunarstuðull þess hluta sýnisins sem er smærri en 425 µm [SV 1997a], sjá heimildaskrá í meginmáli, %.
ILE	$E=(b/a)^{1/2}$ þar sem E er flengd en a og b eru aðalásar kornsins, lengd og breidd. Greiningin nær til korna sem eru smærri en 50 µm.
HRNGLG	$F=(4\pi A)/Lp^2$ þar sem F er hringlöggun, A er flatarmál kornsins og Lp er heildarummál korns. Greiningin nær til korna sem eru smærri en 50 µm.
MEDST	Meðalþvermál korna, µm (Feret).
GMAT	Samræmt mat á gæðum malarslitlags, gert af Gunnari Bjarnasyni.
EGMAT	Endurskoðað mat á gæðum malarslitlags, endurskoðun Gunnars Bjarnasonar.

Skyggðum línunum var sleppt í úrvinnslu.

NÁMU-NÚMER	NÁMA	MIN 19	MIN 4	MS	MIN 0075	MIN 002	LEIR	LEIR 0075	D60	D30	D10	CU
332-02-15	Hagaflatur	100	52	0,9	8,7	3,4	0,3	3,4	6,59	0,98	0,10	65,9
336-01-11	S-Brúarnáma	99	46	1,2	10,2	4,8	0,6	5,9	7,95	1,62	0,07	113,6
340-01-09	S-Langholt	100	70	0,4	7,5	3,9	1,0	13,3	2,69	0,57	0,12	22,4
342-02-03	Hlíðarendanáma	69	28	2,6	6,8	3,1	0,6	8,8	16,23	5,49	0,21	77,3
348-02-03	Stíflisdalur	100	67	0,5	8,5	3,4	0,9	10,6	3,39	0,56	0,09	37,7
360-02-04	Villingavatn	100	85	0,2	2,3	1,7	0,6	26,1	1,12	0,57	0,32	3,5
401-01-02	Bolöldur	99	57	0,8	9,3	4,1	0,8	8,6	5,40	0,95	0,09	60,0
401-16-06	Kiðafell 1	100	59	0,7	10,5	5,7	0,8	7,6	4,96	0,95	0,07	70,9
401-16-06	Kiðafell 2	94	54	0,9	4,9	2,7	0,8	16,3	6,01	1,20	0,25	24,0
425-02-03	Sýrfellsdrög	100	68	0,5	7,4	3,5	1,0	13,5	2,76	0,63	0,11	25,1
448-02-02	Laxá	99	46	1,2	7,5	4,0	0,9	12,0	7,51	2,06	0,15	50,1
448-02-04	Laxárberg 1 (0-16)	100	60	0,7	15,6	9,5	2,0	12,8	4,80	0,89	0,02	240,0
448-02-04	Laxárberg 2 (0-19)	96	45	1,2	10,4	7,1	1,3	12,5	7,31	2,69	0,06	121,8
518-01-15	Norður Reykir	100	60	0,7	12,3	6,1	1,1	8,9	4,80	0,50	0,05	96,0
523-02-01	Sámstaðahöfði	100	40	1,5	7,9	4,4	1,0	12,7	9,85	2,20	0,15	65,7
560-02-03	Austurá	98	49	1,0	11,1	8,1	2,1	18,9	6,72	1,63	0,04	168,0
612-01-01	Hvalsker	95	54	0,9	11,1	6,0	1,0	9,0	6,07	0,97	0,05	121,4
612-01-02	Skápadalur	92	36	1,8	5,2	3,2	0,6	11,5	11,31	3,12	0,30	37,7
635-01-01	Hafnardalur	85	52	0,9	2,5	1,6	0,3	12,0	6,87	1,38	0,42	16,4
660-03-04	Mýrartungumelur	93	47	1,1	3,7	1,5	0,4	10,8	7,15	2,45	0,71	10,1
660-11-01	Eiði	99	63	0,6	6,6	4,1	0,6	9,1	4,30	1,45	0,21	20,5
660-16-02	Seljadalsvatn	82	33	2,0	10,8	5,5	1,1	10,2	13,33	3,52	0,06	222,2
660-18-03	Grjóteyri	98	49	1,0	8,7	4,9	0,8	9,2	6,95	1,67	0,10	69,5
660-19-07	Geldingadalsá	96	53	0,9	12,0	9,4	2,9	24,2	6,72	0,73	0,02	336,0
661-04-01	Lágidalur, 0-19 mm	100	55	0,8	7,1	3,6	0,6	8,5	5,65	1,44	0,19	29,7
661-04-01	Lágidalur, 0-25 mm	74	38	1,6	9,0	2,7	0,5	5,6	11,11	2,55	0,11	101,0
661-06-02	Ísafjarðará	95	53	0,9	10,8	4,8	0,8	7,4	5,98	1,38	0,06	99,7
661-13-01	Hvítanes	79	54	0,9	13,0	7,5	2,0	15,4	7,20	0,73	0,03	240,0
661-13-02	Hestfjarðarkot	81	45	1,2	9,6	4,8	1,2	12,5	8,76	1,67	0,08	109,5
661-25-01	Seljadalur	93	55	0,8	10,3	7,7	1,9	18,4	6,20	0,54	0,05	124,0
662-02-02	Hamar	96	51	1,0	10,9	6,2	1,2	11,0	6,39	1,83	0,06	106,5
715-01-01	Kerhóll	96	55	0,8	18,1	11,2	2,8	15,5	6,35	0,48	0,02	317,5
722-02-02	Hnausanáma	94	44	1,3	14,5	10,8	3,5	24,1	9,59	1,35	0,02	479,5
776-09-01	Hraunsnáma	97	45	1,2	13,5	7,0	2,0	14,8	9,40	1,78	0,04	235,0
801-14-04	Hrísgærði	96	66	0,5	19,3	7,0	1,1	5,7	3,57	0,34	0,03	119,0
801-23-02	Námaskarð	89	48	1,1	11,0	6,4	1,8	16,4	9,81	0,85	0,06	163,5
824-01-02	Gilsbakki	91	40	1,5	11,7	6,0	0,8	6,8	11,11	1,82	0,05	222,2
882-05-09	Rípill	96	44	1,3	12,1	5,6	0,8	6,6	8,72	1,97	0,05	174,4
883-02-02	Víkurhólar	95	48	1,1	14,8	7,8	2,5	16,9	7,95	1,20	0,03	265,0
901-18-03	Hestháls	98	50	1,0	15,5	9,2	1,9	12,3	6,35	1,20	0,02	317,5
901-28-02	Hamarsá	100	40	1,5	7,5	4,2	1,0	13,3	8,22	2,40	0,15	54,8
901-36-05	Sellækjarnáma	100	52	0,9	11,9	6,1	1,5	12,6	6,20	1,40	0,05	124,0
901-41-02	Brunnar	100	53	0,9	8,7	4,8	1,6	18,4	5,75	1,54	0,11	52,3
917-06-05	Hrútagil	61	44	1,3	21,3	14,5	4,6	21,6	17,53	0,42	0,01	1753,0
996-02-09	Eyará	100	61	0,6	4,6	2,3	0,7	15,2	4,63	1,43	0,33	14,0
996-03-02	Hvanná	82	44	1,3	14,8	11,0	2,9	19,6	9,04	1,58	0,02	452,0
996-11-01	Færvallaskriður	67	30	2,3	16,1	8,7	2,1	13,0	16,71	4,80	0,02	835,5
518-02-04	Norður-Reykir	100	37	1,7	9,7	4,2	2,0	20,6	7,90	1,30	0,08	98,8
801-15-05	Armstapi	98	71	0,4	26,2	14,2	4,0	15,3	2,40	0,10	0,01	240,0

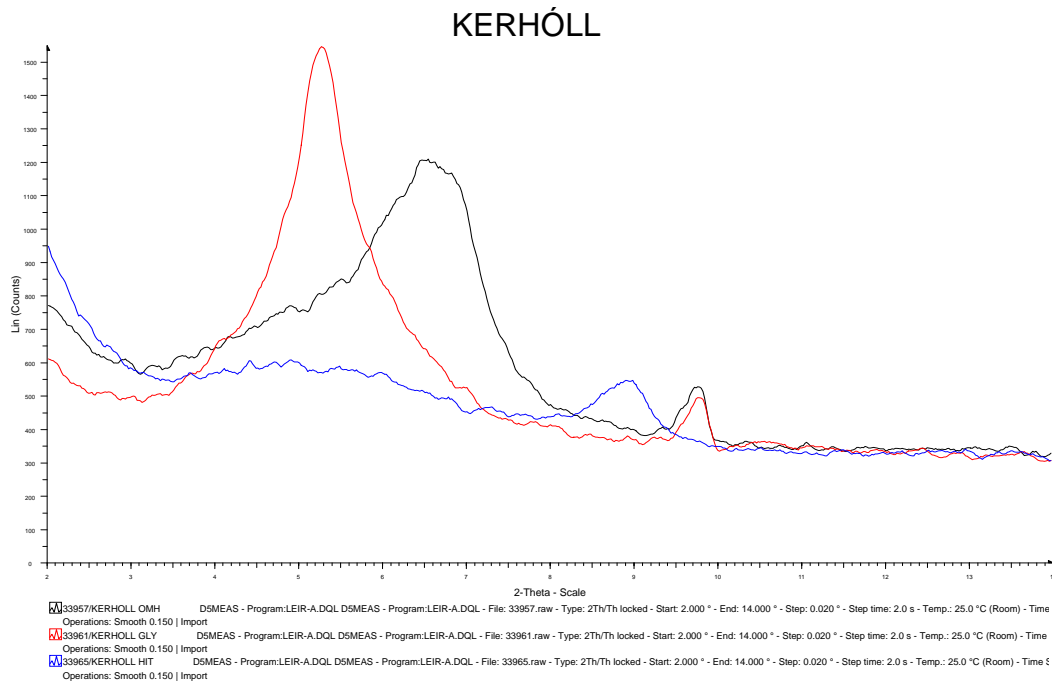
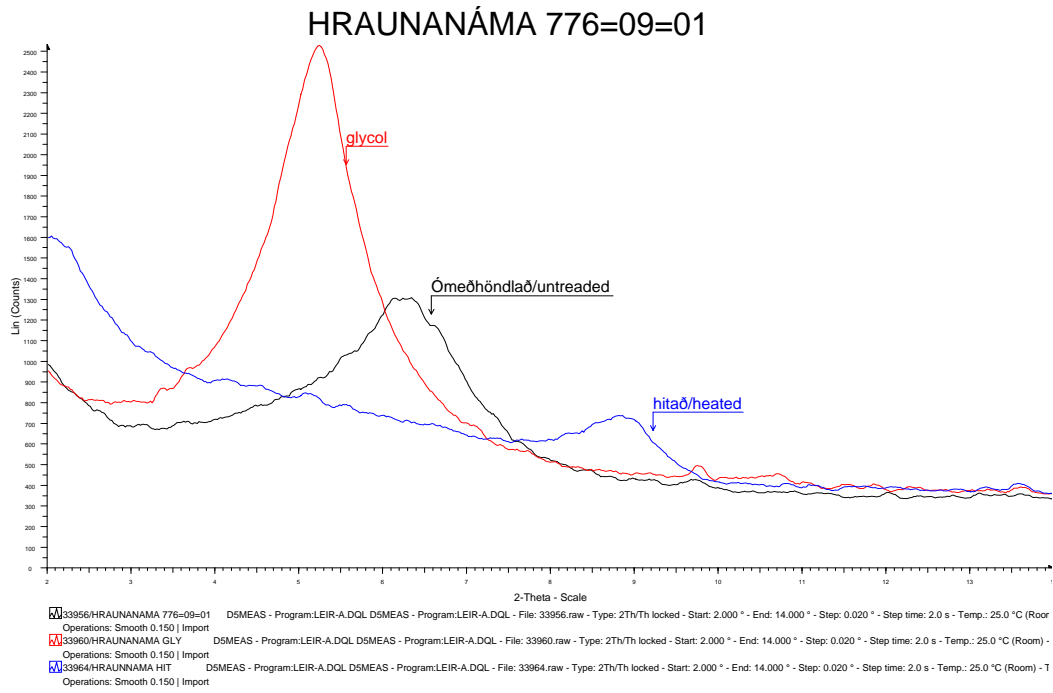
Skýringar á kóðum á næstu síðu:

NÁMA	Heiti námu.
NÁMUNR	Tilvísunarnúmer skv. námuskráningarkerfi Vegagerðarinnar
MIN19	Hluti sýnis smærri en 19 mm, þyngdarhluti í %.
MIN4	Hluti sýnis smærri en 4 mm, þyngdarhluti í %.
MS)	Þyngdarhlutfall malar og sands, skipt við 4 mm möskvastærð.
MIN0075	Hluti sýnis smærri en 75 μm , þyngdarhluti í %.
MIN002	Hluti sýnis smærri en 20 μm , þyngdarhluti í %.
LEIR	Hluti sýnis smærri en 2 μm , þyngdarhluti í %.
LEIR0075	Hluti sýnis smærri en 2 μm af efni sem er smærra en 75 μm , þyngdarhluti í %.
D60	Möskvastærð sem 60 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
D30	Möskvastærð sem 30 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
D10	Möskvastærð sem 10 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
CU	Hlutfallið D60/D10. Lágt gildi táknar einskorna sáldurferil.
CC	Hlutfallið $(D30)^2/(D60 \cdot D10)$. Æskileg mörk eru $1 < CC < 3$. Hátt gildi bendir til sandhlykks á sáldurferlinum, lágt gildi bendir til að efnið sé einskorna í grófa hlutanum.
LL	Flæðimark skv. ASTM D4318 [ASTM1999a], sjá heimildaskrá í meginmáli.
PL	Þjálnimark skv. ASTM D4318 [ASTM1999a], sjá heimildaskrá í meginmáli.
PI	Þjálmi skv. ASTM D4318 [ASTM1999a], sjá heimildaskrá í meginmáli.
LLKON	Flæðimark í kónprófi á þeim hluta sýnisins sem er smærri en 425 μm [SV 1997c], sjá heimildaskrá í meginmáli.
LS	Rýrnunarstuðull þess hluta sýnisins sem er smærri en 425 μm [SV 1997a], sjá heimildaskrá í meginmáli, %.
ILE	$E=(b/a)^{1/2}$ þar sem E er flengd en a og b eru aðalásar kornsins, lengd og breidd. Greiningin nær til korna sem eru smærri en 50 μm .
HRNGLG	$F=(4\pi A)/Lp^2$ þar sem F er hringlöggun, A er flatarmál kornsins og Lp er heildarummál korns. Greiningin nær til korna sem eru smærri en 50 μm .
MEDST	Meðalþvermál korna, μm (Feret).
GMAT	Samræmt mat á gæðum malarslitlags, gert af Gunnari Bjarnasyni.
EGMAT	Endurskoðað mat á gæðum malarslitlags, endurskoðun Gunnars Bjarnasonar.

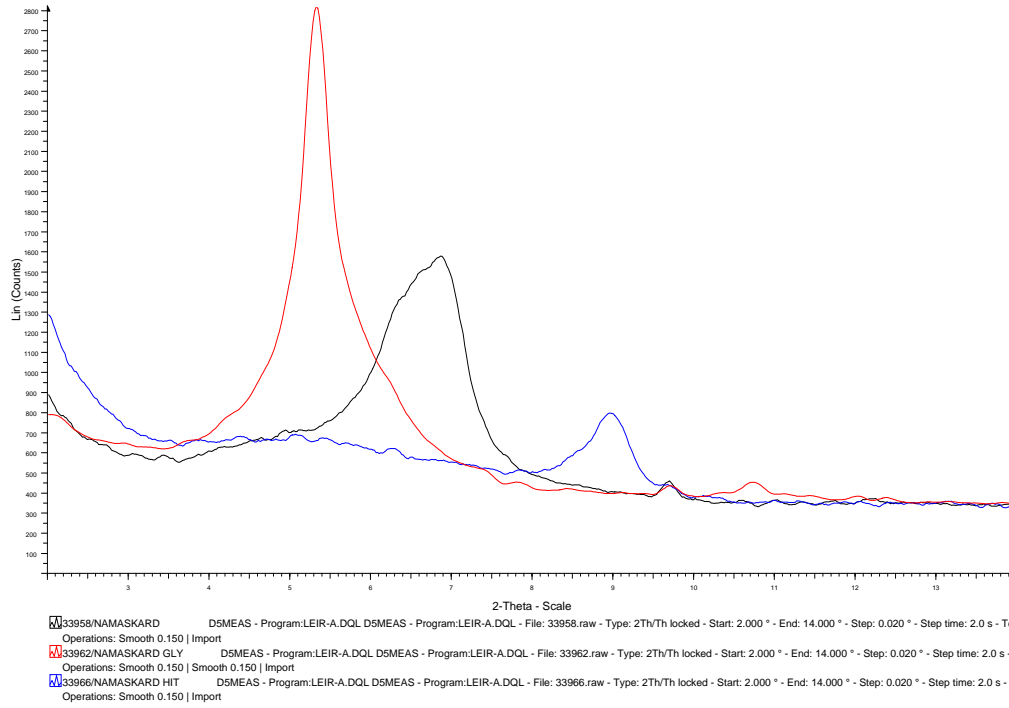
Skyggðum línnum var sleppt í úrvinnslu.

NÁMU-NÚMÉR	NÁMA	CC	LL	PL	PI	LL KON	LS	ILE	HRN GLG	MED ST	G MAT	EG MAT
332-02-15	Hagaflatir	1,5				39,5	3,7	0,76	0,78	10	3	3
336-01-11	S-Brúarnáma	4,7				41,3	3,2				4	4
340-01-09	S-Langholt	1,0									3	4
342-02-03	Hlíðarendanáma	8,8									2	2
348-02-03	Stíflisdalur	1,0									3	3
360-02-04	Villingavatn	0,9				39,4	0,8	0,74	0,81	11	4	4
401-01-02	Bolöldur	1,9				26,5	1,6	0,77	0,86	18	5	6
401-16-06	Kiðafell 1	2,6				28,1	2,9				4	4
401-16-06	Kiðafell 2	1,0						0,75	0,88	23	5	5
425-02-03	Sýrfellsdrög	1,3				23,6	1,6				4	3
448-02-02	Laxá	3,8				32,3	3,4	0,76	0,75	10	3	3
448-02-04	Laxárberg 1 (0-16)	8,3				28,7	3,4				4	5
448-02-04	Laxárberg 2 (0-19)	16,5									5	6
518-01-15	Norður Reykir	1,0				28,3	3,3				3	2
523-02-01	Sámsstaðahöfði	3,3	24	22	2						3	2
560-02-03	Austurá	9,9	34	29	5	36,7	6,2				5	4
612-01-01	Hvalsker	3,1				26,5	2,8				3	3
612-01-02	Skápadalur	2,9									2	3
635-01-01	Hafnardalur	0,7									2	2
660-03-04	Mýrartungumelur	1,2	35	29	6	37,9	5,9				2	3
660-11-01	Eiði	2,3	34	31	3						2	3
660-16-02	Seljadalsvatn	15,5	31	29	2	16,3	2,0	0,77	0,81	10	4	5
660-18-03	Grjóteyri	4,0									2	3
660-19-07	Geldingadalsá	4,0	31	24	7	34,6	6,6	0,79	0,81	4	5	5
661-04-01	Lágidalur, 0-19 mm	1,9										
661-04-01	Lágidalur, 0-25 mm	5,3										
661-06-02	Ísafjarðará	5,3				41,2	4,4				5	6
661-13-01	Hvítanes	2,5				15,7	1,9				3	3
661-13-02	Hestfjarðarkot	4,0	25	23	2						4	4
661-25-01	Seljadalur	0,9	23	21	2	25,8	3,8	0,76	0,78	9	5	6
662-02-02	Hamar	8,7	26	23	3	29,3	4,4				4	4
715-01-01	Kerhóll	1,8	23	19	4	26,1	4,3	0,75	0,87	16	7	8
722-02-02	Hnausanáma	9,5	41	29	12	43,7	8,9				6	5
776-09-01	Hraunsnáma	8,4				29,2	3,6				7	7
801-14-04	Hrísgerði	1,1										
801-23-02	Námaskarð	1,2				47,0	7,0	0,76	0,80	13	6	6
824-01-02	Gilsbakki	6,0									2	2
882-05-09	Rípill	8,9	28	27	1	31,3	4,3				6	7
883-02-02	Víkurhólar	6,0	31	22	9	35,5	8,9	0,77	0,81	4	8	9
901-18-03	Hestháls	11,3				43,6	3,8				5	4
901-28-02	Hamarsá	4,7	26	21	5	26,3	2,6				2	2
901-36-05	Sellækjarnáma	6,3				28,8	3,1				3	3
901-41-02	Brunnar	3,7	28	24	4	30,8	4,9				4	4
917-06-05	Hrútagil	1,0	33	28	5	37,5	5,0	0,77	0,85	17	5	4
996-02-09	Eyrará	1,3										
996-03-02	Hvanná	13,8	40	31	9	44,1	7,9				4	3
996-11-01	Færvallaskriður	68,9						0,76	0,90	16	2	1
518-02-04	Norður-Reykir	2,7									3	2
801-15-05	Arnstapi	0,4	45	35	10	48,5	9,9	0,77	0,82	7	7	8

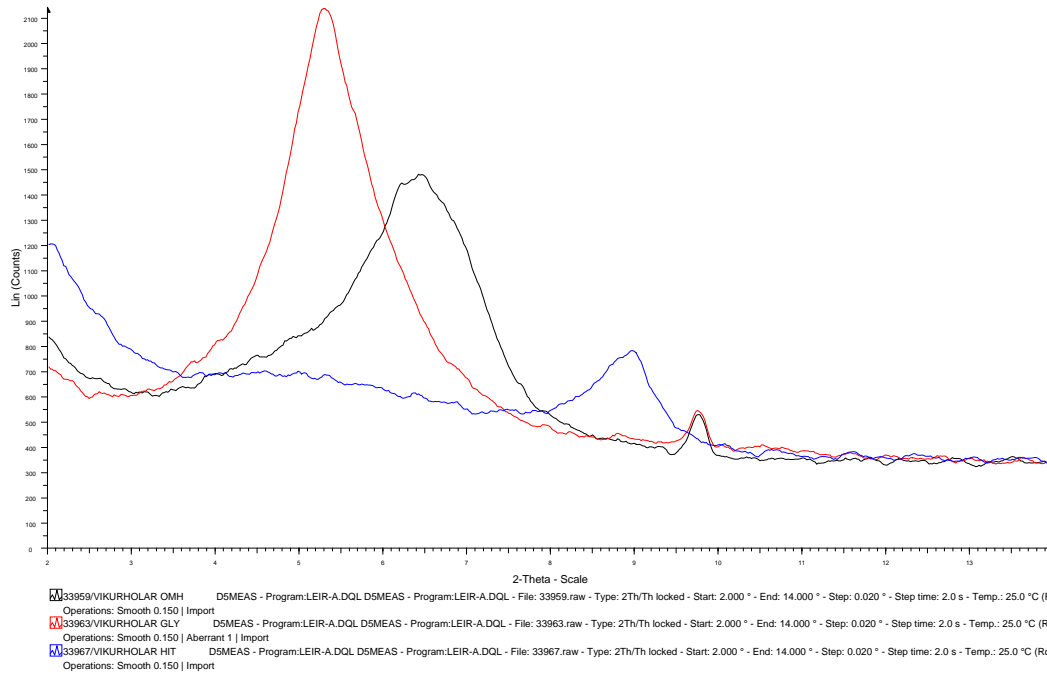
VIÐAUKI 3
NIÐURSTÖÐUR XRD GREININGA Á LEIR



NÁMASKARÐ



VIKURHÓLAR



VIÐAUKI 4
ÚRVINNSLA MÆLINGA
OG NIÐURSTÖÐUR

V4.1 INNGANGUR

Sýnin voru tekin úr haug í námunum og endurspeglar efniseiginleika slitlagsins að svo miklu leyti sem sýnin og rannsóknir á þeim leyfa.

Heildarsafn mælinga á sýnunum, sem tekið er til úrvinnslu í þessum kafla, er birt í viðauka 1. Þar eru skráðar niðurstöður mælinga á efniseiginleikum sýna úr 49 námum ásamt mati á gæðum malarslitlaga úr efni úr viðkomandi námum. Þetta safn er ekki fullkomið því sum sýni voru ekki rannsökuð með tilliti til allra efniseiginleikanna.

Í áður nefndu heildarsafni eru eftirfarandi breytur (kóðar fyrir gagnavinnslu í svigum):

(NÁMA)	Heiti námu.
(NÁMUNR)	Tilvísunarnúmer skv. námskráningarkerfi Vegagerðarinnar.
(MIN19)	Hluti sýnis smærri en 19 mm, þyngdarhluti í %.
(MIN4)	Hluti sýnis smærri en 4 mm, þyngdarhluti í %.
(MS)	Þyngdarhlutfall malar og sands, skipt við 4 mm möskvastærð.
(MIN0075)	Hluti sýnis smærri en 75 μm , þyngdarhluti í %.
(MIN002)	Hluti sýnis smærri en 20 μm , þyngdarhluti í %.
(LEIR)	Hluti sýnis smærri en 2 μm , þyngdarhluti í %.
(LEIR0075)	Hluti sýnis smærri en 2 μm af efni sem er smærra en 75 μm , þyngdarhluti í %.
(D60)	Möskvastærð sem 60 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
(D30)	Möskvastærð sem 30 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
(D10)	Möskvastærð sem 10 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
(CU)	Hlutfallið D60/D10. Lágt gildi táknar einskorna sáldurferil.
(CC)	Hlutfallið $(D30)^2/(D60 \cdot D10)$. Æskileg mörk eru $1 < CC < 3$. Hátt gildi bendir til sandhlykks á sáldurferlinum, lágt gildi bendir til að efnið sé einskorna í grófa hlutanum.
(LL)	Flæðimark skv. ASTM D4318 [ASTM1999a], sjá heimildaskrá í meginmáli.
(PL)	Þjálmark skv. ASTM D4318 [ASTM1999a], sjá heimildaskrá í meginmáli.
(PI)	Þjálmi skv. ASTM D4318 [ASTM1999a], sjá heimildaskrá í meginmáli.
(LLKON)	Flæðimark í kónprófi á þeim hluta sýnisins sem er smærri en 425 μm [SV1997c], sjá heimildaskrá í meginmáli.
(LS)	Rýrnunarstuðull þess hluta sýnisins sem er smærri en 425 μm , %, [SV1997a], sjá heimildaskrá í meginmáli, %.
(ILE)	$E=(b/a)^{1/2}$ þar sem E er ílengd en a og b eru aðalásar kornsins, lengd og breidd. Greiningin nær til korna smærri en 50 μm .
(HRNGLG)	$F=(4\pi A)/Lp^2$ þar sem F er hringlöggun, A er flatarmál kornsins og Lp er heildarummál korns. Greiningin nær til korna sem eru smærri en 50 μm .
(MEDST)	Meðalþvermál korna, μm (Feret).
(GMAT)	Samræmt mat á gæðum malarslitlags, gert af Gunnari Bjarnasyni.
(EGMAT)	Endurskoðað mat á gæðum malarslitlags, endurskoðun Gunnars Bjarnasonar.

V4.2 Gagnaskrár og megindrættir úrvinnslu

Gerðar voru allmargar tilraunir til að finna spájöfnu fyrir malarslitlög út frá efniseiginleikum. Í þessu skyni voru gerðar fjórar mismunandi gagnaskrár, sem allar byggjast á heildarsafninu. Allar skrárnar eiga þetta sameiginlegt:

- Fjórar námur voru felldar út úr heildarsafninu af gildum ástæðum¹ (Lágidalur 0-19 mm, Lágidalur 0-25 mm, Hrísgærði og Eyrará).
- Þrjár efniseiginleikar (breytur) voru felldir út, einnig af gildum ástæðum² (í lengd, hringlöggun og meðalstærð).
- Námur og efniseiginleikar voru valdir þannig að skrárnar eru heillegar, það er að segja; ef litið er á skrána sem fylki, þá er engin eyða í fylkinu.
- Aðeins ein breyta var notuð til að mæla gæði malarslitlaga (GMAT).

Skrárnar eru birtar í forsk. V4.1. Stutt lýsing á þeim fer hér á eftir:

Skrá 1. Í þessari skrá eru 45 námur. Í henni eru 13 breytur (kóðar í svigum):

(MIN19)	Hluti sýnis smærri en 19 mm, þyngdarhluti í %.
(MIN4)	Hluti sýnis smærri en 4 mm, þyngdarhluti í %.
(MS)	Þyngdarhlutfall malar og sands, skipt við 4 mm möskvastærð.
(MIN0075)	Hluti sýnis smærri en 75 μ m, þyngdarhluti í %.
(MIN002)	Hluti sýnis smærri en 20 μ m, þyngdarhluti í %.
(LEIR)	Hluti sýnis smærri en 2 μ m, þyngdarhluti í %.
(LEIR0075)	Hluti sýnis smærri en 2 μ m af efni sem er smærri en 75 μ m, þyngdarhluti í %.
(D60)	Möskvastærð sem 60 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
(D30)	Möskvastærð sem 30 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
(D10)	Möskvastærð sem 10 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
(CU)	Hlutfallið D60/D10. Lágt gildi táknar einskorna sáldurferil.
(CC)	Hlutfallið $(D30)^2/(D60 \cdot D10)$. Æskileg mörk eru $1 < CC < 3$. Hátt gildi bendir til sandhlykks á sáldurferlinum, lágt gildi bendir til að efnið sé einskorna í grófa hlutanum.
(GMAT)	Samræmt mat á gæðum malarslitlags.

Skrá 2. Í þessari skrá eru 31 náma. Í henni eru 15 breytur (kóðar í svigum):

(MIN19)	Hluti sýnis smærri en 19 mm, þyngdarhluti í %.
(MIN4)	Hluti sýnis smærri en 4 mm, þyngdarhluti í %.
(MS)	Þyngdarhlutfall malar og sands, skipt við 4 mm möskvastærð.
(MIN0075)	Hluti sýnis smærri en 75 μ m, þyngdarhluti í %.
(MIN002)	Hluti sýnis smærri en 20 μ m, þyngdarhluti í %.
(LEIR)	Hluti sýnis smærri en 2 μ m, þyngdarhluti í %.
(LEIR0075)	Hluti sýnis smærri en 2 μ m af efni sem er smærri en 75 μ m, þyngdarhluti í %.
(D60)	Möskvastærð sem 60 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
(D30)	Möskvastærð sem 30 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
(D10)	Möskvastærð sem 10 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
(CU)	Hlutfallið D60/D10. Lágt gildi táknar einskorna sáldurferil.
(CC)	Hlutfallið $(D30)^2/(D60 \cdot D10)$. Æskileg mörk eru $1 < CC < 3$. Hátt gildi bendir til sandhlykks á sáldurferlinum, lágt gildi bendir til að efnið sé einskorna í grófa hlutanum.
(LLKON)	Flæðimark í kónprófi á þeim hluta sýnisins sem er smærri en 425 μ m.
(LS)	Rýrnunarstuðull þess hluta sýnisins sem er smærri en 425 μ m, %.
(GMAT)	Samræmt mat á gæðum malarslitlags.

¹ Þegar til átti að taka kom í ljós að efnið í námunum hafði ekki verið ætlað í malarslitlag.

² Þessir efniseiginleikar voru ekki taldir líklegir til að hafa áhrif á gæði malarslitlaga að neinu marki.

Skrá 3. Í þessari skrá er 31 náma. Hún er gerð upp úr skrá 2, þannig að breyturnar MIN4, MS, MIN0075, MIN002 og LEIR eru endurskoðaðar og tákna nú eiginleika þess hluta efnisins sem smýgur 19 mm sikti. Jafnframt er breytan MIN19 felld niður. Í skránni eru 14 breytur (kóðar í svigum):

(MIN4)	Hluti sýnis smærri en 4 mm, þyngdarhluti í %.
(MS)	Þyngdarhlutfall malar og sands, skipt við 4 mm möskvastærð.
(MIN0075)	Hluti sýnis smærri en 75 μm , þyngdarhluti í %.
(MIN002)	Hluti sýnis smærri en 20 μm , þyngdarhluti í %.
(LEIR)	Hluti sýnis smærri en 2 μm , þyngdarhluti í %.
(LEIR0075)	Hluti sýnis smærri en 2 μm af efni sem er smærra en 75 μm , þyngdarhluti í %.
(D60)	Möskvastærð sem 60 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
(D30)	Möskvastærð sem 30 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
(D10)	Möskvastærð sem 10 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
(CU)	Hlutfallið D60/D10. Lágt gildi tákna einskorna sáldurferil.
(CC)	Hlutfallið $(D30)^2/(D60 \cdot D10)$. Æskileg mörk eru $1 < CC < 3$. Hátt gildi bendir til sandhlykks á sáldurferlinum, lágt gildi bendir til að efnið sé einskorna í grófa hlutanum.
(LLKON)	Flæðimark í kónprófi á þeim hluta sýnisins sem er smærri en 425 μm .
(LS)	Rýrnunarstuðull þess hluta sýnisins sem er smærri en 425 μm , %.
(GMAT)	Samræmt mat á gæðum malarslittlags.

Skrá 4. Í þessari skrá er 15 námur. Í henni eru 18 breytur (kóðar í svigum):

(MIN19)	Hluti sýnis smærri en 19 mm, þyngdarhluti í %.
(MIN4)	Hluti sýnis smærri en 4 mm, þyngdarhluti í %.
(MS)	Þyngdarhlutfall malar og sands, skipt við 4 mm möskvastærð.
(MIN0075)	Hluti sýnis smærri en 75 μm , þyngdarhluti í %.
(MIN002)	Hluti sýnis smærri en 20 μm , þyngdarhluti í %.
(LEIR)	Hluti sýnis smærri en 2 μm , þyngdarhluti í %.
(LEIR0075)	Hluti sýnis smærri en 2 μm af efni sem er smærra en 75 μm , þyngdarhluti í %.
(D60)	Möskvastærð sem 60 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
(D30)	Möskvastærð sem 30 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
(D10)	Möskvastærð sem 10 þyngdarprósent af sýninu smjúga, mm.
(CU)	Hlutfallið D60/D10. Lágt gildi tákna einskorna sáldurferil.
(CC)	Hlutfallið $(D30)^2/(D60 \cdot D10)$. Æskileg mörk eru $1 < CC < 3$. Hátt gildi bendir til sandhlykks á sáldurferlinum, lágt gildi bendir til að efnið sé einskorna í grófa hlutanum.
(LL)	Flæðimark skv. ASTM D4318.
(PL)	Þjálmark skv. ASTM D4318.
(PI)	Þjálmi skv. ASTM D4318.
(LLKON)	Flæðimark í kónprófi á þeim hluta sýnisins sem er smærri en 425 μm .
(LS)	Rýrnunarstuðull þess hluta sýnisins sem er smærri en 425 μm , %.
(GMAT)	Samræmt mat á gæðum malarslittlags.

Í úrvinnslunni var leitað að spájöfnu sem gæti sagt fyrir um gæði á malarslittlagi út frá fáeinum efniseiginleikum. Notað var svokallað fjölbreytuaðhvarf, þar sem GMAT var háð breyta en aðrar breytur í viðkomandi gagnaskrá voru skýribreytur. Notuð var gagnvirk³ greining, nánar tiltekið „backward interaction”, það er að segja; greinandinn ákveður í hvaða röð breyturnar eru teknar inn eða felldar út úr líkaninu. Við greininguna var fylgt hefðbundnum aðferðum, það er; leitast við að taka inn breytur sem höfðu einna mesta skýringargetu en jafnframt sneitt hjá fjölsamlínuáhrifum⁴, þ.e.a.s. forðast

³ Gagnvirk; á ensku: *interactiv*.

⁴ Fjölsamlínuáhrif; á ensku; *multicollinearity*.

að taka inn skýringarbreytur sem höfðu mikla fylgni við breytur sem áður voru komnar inn í líkanið. Jafnframt var haft í huga hvaða breytur væru líklegar til að skýra gæði malarslittaga og reynt að halda þeim inni í líkaninu innan skynsamlegra marka. Þá var haft til viðmiðunar að líkur á að breytan hefði engu við skýringar-hlutfall líkansins að bæta væru ekki til muna meiri en 0,1. Fyrir hverja gagnaskrá voru allmörg líkön reynd. Að lokinni hefðbundinni könnun á dreifingu leifa og ákvörðun um örlög útlaga voru þrjú líkön valin til frekari athugunar. Að lokum var eitt þeirra valið úr og notkunarprófað⁵ með því að ákvarða stuðla í líkaninu með hluta gagnanna í viðkomandi skrá og bera spá á grundvelli þeirra saman við afganginn af gögnunum.

Gögnin einkennast af mikilli fylgni milli sumra skýribreyta innbyrðis en fremur lítilli fylgni milli hvernar um sig og gæða malarslittagsins skv. samræmdu gæðamati (GMAT). Í þessu sambandi verður að taka með í reikninginn að gagnasafnið hefur þegar verið takmarkað á þann veg að þar er búið að sneiða hjá námum sem ætla má að muni reynast illa. Niðurstöðurnar eiga í raun aðeins við úrval af námum þar sem búið er að útiloka þær sem reynslan hefur sýnt að hafa slæma efniseiginleika. Í raun er því verið að leita að hámarki á kalli svarflatar sem ætla má að sé tiltölulega flatur og breyturnar þess vegna lítt afgerandi fyrir gæði malarslittagsins. Eða svo vitnað sé í John Neter ([JN 1996:332] sjá heimildaskrá í meginmáli):

...danger with observational data is that important explanatory variables may be observed over only narrow ranges. As a result, such important explanatory variables may be omitted just because they occur in a sample within a narrow range of values and therefore turn out to be statistically nonsignificant.

Líkön sem byggja á fyrirliggjandi gögnum og geta talist raunhæf, skýra í besta falli aðeins um 40 % af breytileikanum í gæðamati. Það bendir til að annaðhvort sé gæðamatið ekki nægilega traust eða þá að mikilvægar skýribreytur vanti í líkanið, eina eða fleiri. Einnig er mögulegt að líkanið sé ekki skynsamlega valið. Tilraunir með einfaldar varpanir til að bæta fylgni báru yfirleitt engan árangur en reyndar verður seint fullleitað í þeim efnum.

Tölfræðilegar forsendur gera kröfu um að fjöldi eininga (hér; námur í hverri gagnaskrá) sé minnst 6-10 fyrir hverja þá skýribreytu í gagnaskránni sem kemur til álita við uppbyggingu líkans. Miðað við þessa þumalfingursreglu eru námurnar alltof fáar í öllum gagnaskránum. Af þessum sökum getur val á líkani verið tilviljunarkennt.

Tafla V4.1: Fylgnistuðlar breyta í skrá 1.

BREYTA	MIN 19	MIN 4	MS	MIN 0075	MIN 002	LEIR	LEIR 0075	D 60	D 30	D 10	CU	CC	GM AT
MIN19	1												
MIN4	,50	1											
MS	-,58	-,94	1										
MIN0075	-,23	-,04	,00	1									
MIN002	-,28	-,05	-,01	,93	1								
LEIR	-,31	-,03	-,00	,83	,92	1							
LEIR0075	-,12	,15	-,11	,18	,40	,65	1						
D60	-,79	-,86	,88	,19	,22	,22	-,01	1					
D30	-,45	-,75	,87	-,22	-,24	-,28	-,26	,68	1				
D10	,02	,04	,00	-,70	-,65	-,52	-,08	-,09	,22	1			
CU	-,66	-,26	,25	,64	,71	,72	,35	,60	-,00	-,35	1		
CC	-,44	-,44	,54	,24	,22	,13	-,01	,49	,60	-,22	,35	1	
GMAT	,12	,17	-,25	,56	,55	,57	,36	-,12	-,39	-,45	,22	-,10	1

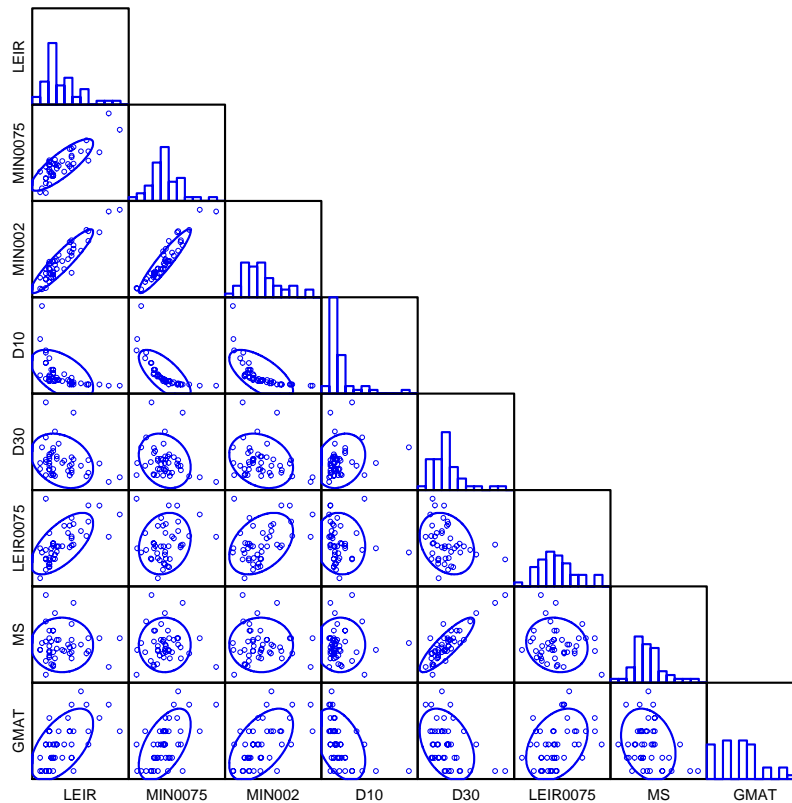
Aths: Fjöldi eininga (náma) í skrá 1 er 45. Fylgnistuðlar hærri en 0,25 hrekja tilgátu um að reiknuð fylgni milli breytanna sé einber tilviljun, og er þá miðað við 10 % marktæktarkröfu.

⁵ Notkunarprófun; á ensku: validation.

V4.3 Niðurstöður úrvinnslu

V.4.3.1 Líkөн byggð á skrá 1 (45 námur)

Innbyrðis fylgni breyta í þessari skrá er sýnd í í töflu V4.1. Mynd V4.1 er punktarit⁶ yfir breytur í þessari skrá sem hafa fylgni 0,25 eða meira við gæði malarslitlags, en þessi fylgni hrekur tilgátu um að reiknuð fylgni milli breytanna sé einber tilviljun ef miðað er við 10 % marktektarkröfu. Mesta fylgni milli gæðamats malarslitlaga (GMAT) og skýribreytu er 0,55-0,57 við þrjár slíkar (MIN0075, MIN002 og LEIR). Innbyrðis fylgni skýribreyta er 0,94 hið mesta.



Mynd V4.1: Punktarit yfir breytur sem hafa marktæka fylgni við gæði malarslitlags (GMAT) í skrá 1. Marktektarkrafan er 10 %.

Fyrstu tilraunir til að skýra mismunandi gæðamat á malarslitlögum út frá niðurstöðum mælinga á skýribreytum gáfu eftirfarandi líkan:

$$\text{GMAT} = 0,13_{(0,70)} + 0,26_{(0,05)} * \text{MIN0075} + 0,11_{(0,04)} * \text{LEIR0075} - 0,002_{(0,001)} * \text{CU}.$$

Staðalfrávik stuðlanna í líkaninu er tilgreint sem hnévísir⁷ við hvern stuðul um sig. Skýringarhlutfall líkansins (R^2) er 0,43 og staðalskekkja matsins⁸ er 1,20. Tvær námur hafa grunsamlega mikið vægi í líkaninu, Hrutagil með vægið 0,77 og Arnstapi með

⁶ Punktarit; á ensku: *scatterplot*.

⁷ Hnévísir; á ensku: *subscript*.

⁸ Staðalskekkja; á ensku: *standard error of estimate*.

vægið 0,45. Leifar gefa ekki ástæðu til að draga normaldreifingu þeirra í efa, K-S próf á normaldreifingu gefur $p=0,44$.

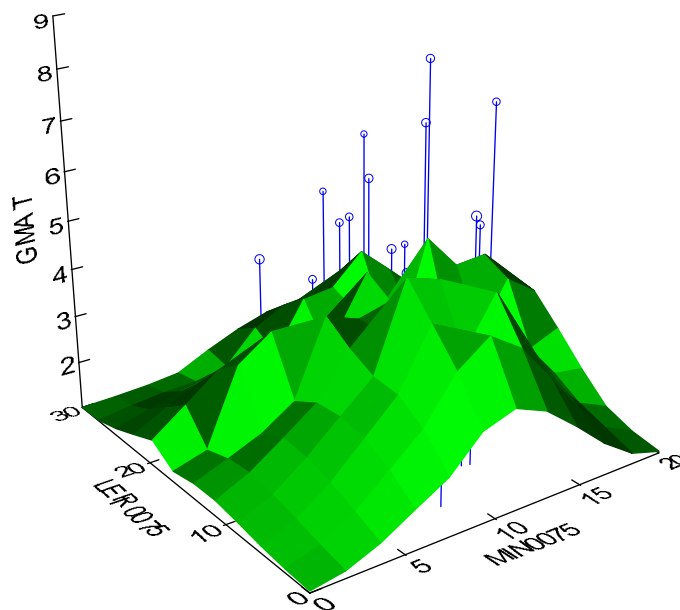
Þar sem Hrútagil og Arnstapi hafa grunsamlega mikið vægi voru áhrif þeirra á líkanið athuguð sérstaklega. Þegar Hrútagil var tekin út úr gagnasafninu til reynslu kom í ljós að enn ein náma hefur grunsamlega mikið vægi (Færivallaskriður) auk þess sem stuðlarnir breyttust lítillega. Þegar upp var staðið höfðu fjórar námur verið teknar út úr gagnasafninu (Hrútagil, Færivallaskriður, Arnstapi og Villingavatn) og breytan CU var horfin úr líkaninu sem var orðið:

Líkan I:

$$GMAT = 0,26_{(0,70)} + 0,26_{(0,06)} * MIN0075 + 0,08_{(0,04)} * LEIR0075.$$

Skýringarhlutfall líkansins (R^2) er 0,42 og staðalskekkja matsins er 1,18. Engin náma hefur grunsamlega mikið vægi í líkaninu. Leifar gefa ekki ástæðu til að draga normaldreifingu þeirra í efa, K-S próf gefur $p=0,73$. Tilraunir til að bæta skýringarhlutfall líkansins með einfaldri vörpun á skýribreytum (1/D10 í stað D10 og 1/D30 í stað D30) báru engan árangur.

Niðurstaðan úr tilraunum með gögnin í skrá 1 er sú að skýringarhlutfall líkananna byggist að mestu leyti á skýribreytunum MIN0075 og LEIR0075 (fastinn í upphafi líkananna er ekki marktækur) og skýribreytan CU sé lítils virði. Þá er athyglisvert að stuðlarnir við fyrrnefndu breytturnar breytast lítið þótt fjórum námum (með óeðlilega mikið vægi) sé kastað út og skýribreytan CU fjarlægð.



Mynd V4.2: Svarflötur gæðamats sem fall af tveim skýribreytum, MIN0075 og LEIR0075. Títuprjónshausarnir tákna niðurstöðu gæðamats.

Mynd V4.2 sýnir hvernig gæðamat breytist sem fall af skýribreytunum MIN0075 og LEIR0075. Myndin gefur í skyn að svarflöturinn sé kúptur en ekki flatur eins og líkönin hér á undan gera ráð fyrir, en tilraunir með að bæta við liðum með MIN0075

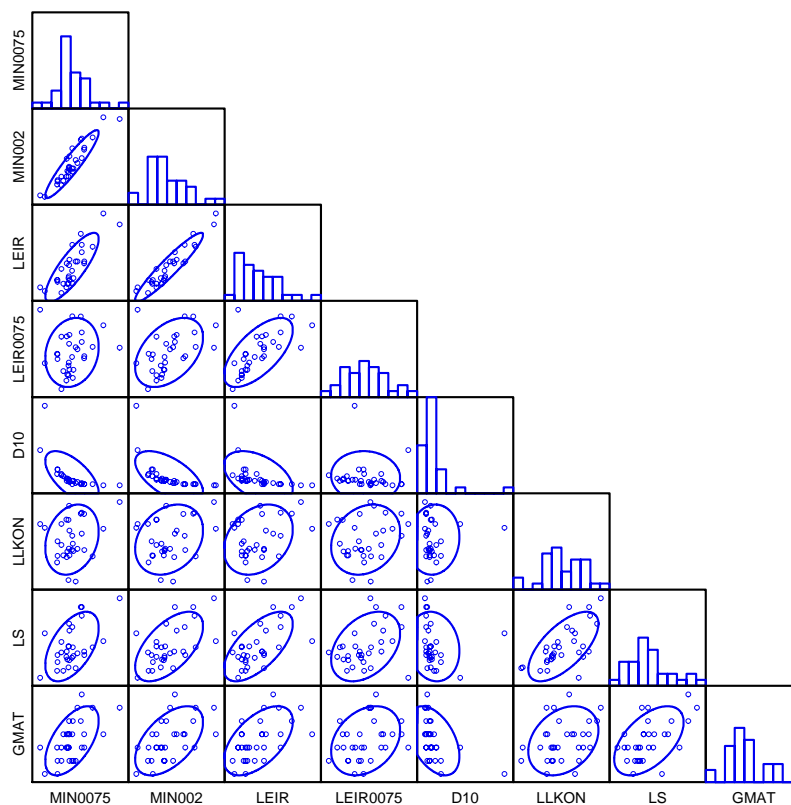
og LEIR0075 í öðru veldi sem skýribreytum báru engan árangur. Sömuleiðis reyndust tilraunir með LEIR*MIN0075 sem skýribreytu árangurslausar.

Líkan I sýnist vera nokkuð í samræmi við reynslu, það er að fínefni undir 75 μm hluti leirs af þessu efni hafi áhrif á gæði malarslitlags. Líkanið er ótvírætt marktækt, líkur á að gæðamat á malarslitlögum standi ekki í neinu samhengi við MIN0075 og LEIR0075 eru langt undir 1 %. Gallinn á líkaninu er hins vegar sá að þar er búið að kasta út fjórum námunum sem einhverra hluta vegna falla ekki að þessu líkani. Þess vegna má búast við að líkanið spái rangt um gæði á malarslitlagi úr stöku námu, á að giska í einu tilfalli af hverjum 10.

V4.3.2 Líkön byggð á skrá 2 (31 náma)

Megin munurinn á skrá 2 og skrá 1 er að í þá fyrrnefndu hefur verið bætt tveim skýringarbreytum sem tengjast leirinnihaldi, LLKON og LS. Jafnframt hafa námur, sem ekki hafa mælingar á þessum breytum, verið felldar út.

Innbyrðis fylgni breyta í skrá 2 er sýnd í töflu V4.2. Mynd V4.3 er punktarit yfir breytur í þessari skrá sem hafa fylgni 0,30 eða meira við gæði malarslitlags, en þessi fylgni hrekur tilgátu um að reiknuð fylgni milli breytanna sé einber tilviljun ef miðað er við 10 % marktæktarkröfu. Mesta fylgni milli gæðamats malarslitlaga (GMAT) og skýribreytu er 0,53-0,58 við fjórar slíkar (MIN0075, LEIR, MIN002 og LS). Innbyrðis fylgni skýribreyta er 0,95 hið mesta.



Mynd V4.3: Punktarit yfir breytur sem hafa marktæka fylgni við gæði malarslitlags (GMAT) í skrá 2. Marktæktarkraftan er 10 %.

Tafla V4.2: Fylgnistuðlar breyta í skrá 2.

Breyta	MIN 19	MIN 4	MS	MIN 0075	MIN 002	LEIR	LEIR 0075	D 60	D 30	D 10	CU	CC	LL KON	LS	GM AT
MIN19	1														
MIN4	,37	1													
MS	-,41	-,95	1												
MIN 0075	-,36	-,06	,01	1											
MIN002	-,46	-,09	,04	,92	1										
LEIR	-,51	-,07	,04	,82	,94	1									
LEIR 0075	-,29	,18	-,11	,15	,43	,65	1								
D60	-,77	-,80	,82	,25	,32	,36	,09	1							
D30	-,00	-,69	-,79	-,39	-,40	-,39	-,27	,39	1						
D10	,12	,11	-,05	-,62	-,59	-,45	-,05	-,17	,31	1					
CU	-,80	-,26	,25	,59	,70	,74	,39	,70	-,22	-,29	1				
CC	-,10	-,55	,61	,11	,17	,08	,01	,34	,63	-,28	,05	1			
LLKON	,03	-,08	-,10	,23	,26	,29	,21	-,00	-,19	,07	,18	-,00	1		
LS	-,14	-,19	,12	,53	,58	,65	,37	,17	-,10	-,12	,27	,14	,65	1	
GMAT	-,05	,02	-,04	,58	,53	,55	,30	,11	-,28	-,44	,25	,10	,30	,53	1

Ath: Fjöldi eininga (náma) í skrá 2 er 31. Stuðlar hærri en 0,30 hrekja tilgátu um að reiknuð fylgni milli breytanna sé einber tilviljun, og er þá miðað við 10 % marktæktarkröfu.

Tilraunir til að skýra mismunandi gæðamat á malarslittlögum út frá niðurstöðum mælinga á skýribreytum gáfu eftirfarandi líkan:

$$GMAT = 3,50_{(0,50)} + 0,32_{(0,09)} * LS - 4,4_{(1,6)} * D10.$$

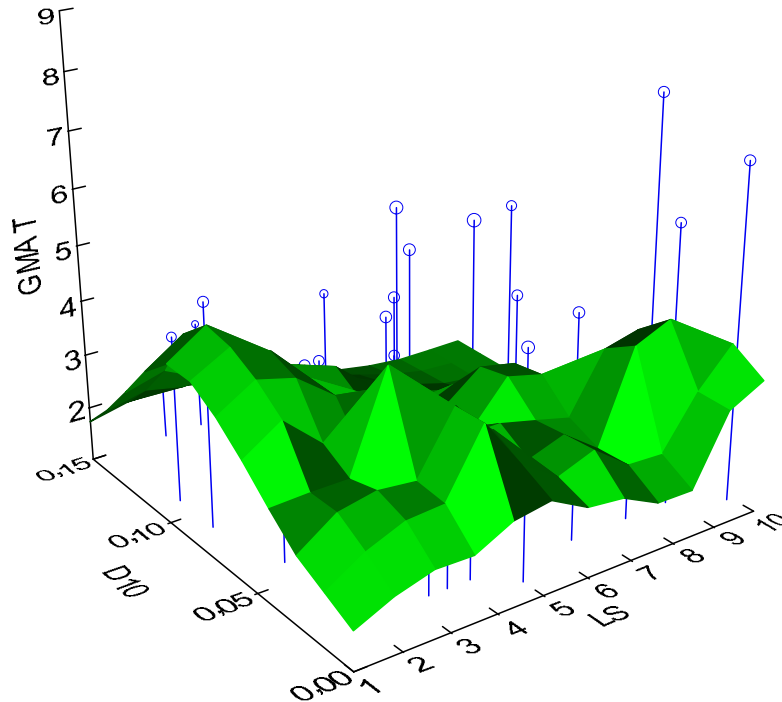
Skýringarhlutfall líkansins (R^2) er 0,39 og staðalskekkja matsins er 1,17. Ein náma hefur grunsamlega mikið vægi í líkaninu, Mýrartungumelar, sem hefur vægið 0,85. Leifar gefa ekki ástæðu til að draga normaldreifingu þeirra í efa, K-S próf gefur $p=0,25$.

Þar sem Mýrartungumelar hafa grunsamlega mikið vægi voru áhrif þessarar námu á líkanið athuguð sérstaklega. Þegar náman er tekin út úr gagnasafninu til reynslu gerbreyst líkanið og stuðull við D10 verður marklaus. Jafnframt fær ný náma (Villingavatn) grunsamlega mikið vægi. Þegar þessar námur báðar eru teknar út úr gagnasafninu fæst nýtt líkan:

$$GMAT = 3,96_{(0,76)} + 0,30_{(0,11)} * LS - 12,2_{(6,4)} * D10.$$

Skýringarhlutfall líkansins (R^2) er 0,41 og staðalskekkja matsins er 1,13. Engin náma hefur óeðlilega mikið vægi í líkaninu. Leifar gefa ekki ástæðu til að draga normaldreifingu þeirra í efa, K-S próf gefur $p=0,32$. Á hinn bóginn er líklegt að D10 sé ekki traust breyta þar sem hún flakkar inn og út úr líkaninu eftir því hvort tilteknar námur eru með í gagnasafninu eða ekki.

Mynd V4.4 sýnir svarflöt fyrir gæðamat með LS og D10 sem óháðar breytur. Lögum hans gefur ekki ástæðu til að ætla að betra líkan fái með því að bæta þessum skýribreytum með veldisvísi inn í líkanið og tilraunir með að nota margfeldi LS og D10 sem skýringarbreytu báru engan árangur.



Mynd V4.4. Svarflötur gæðamats sem fall af tveim skýribreytum, LS og D10 úr skrá 2. Títuprjónshausarnir tákna niðurstöðu gæðamats.

Ef D10 er hafnað sem skýribreytu og einungis Mýrartungumelar teknir út úr gagnasafninu, fæst:

Líkan II:

$$\text{GMAT} = 2,94_{(0,46)} + 0,38_{(0,09)} * \text{LS}.$$

Skýringarhlutfall þessa líkans (R^2) er 0,35 og staðalskekkja matsins er 1,17. Engin náma hefur óeðlilega mikið vægi í líkaninu (þegar Mýrartungumelar hefa verið teknir út). Leifar gefa ekki ástæðu til að draga normaldreifingu þeirra í efa, K-S próf gefur $p=0,63$.

Reynslan hefur sýnt að MIN0075 er mikilvæg skýribreyta fyrir gæði malarslitlaga og þess vegna er nærtækt að reyna líkan þar sem þessi skýribreyta er þvinguð inn í líkanið. Í þessu sambandi má taka fram að því lægra sem D10 er, þeim mun herra er MIN0075 að öðru jöfnu.

Ef MIN0075 er þvingað inn í líkanið, og aðrar skýribreytur teknar með á sömu forsendum og áður, verður það svona:

Líkan III:

$$\text{GMAT} = 1,77_{(0,73)} + 0,22_{(0,12)} * \text{LS} + 0,15_{(0,06)} * \text{MIN0075}.$$

Skýringarhlutfall líkansins (R^2) er 0,31 og staðalskekkja matsins er 1,21. Engin náma hefur óeðlilega mikið vægi í þessu líkani en ein náma (Arnstapi) hefur verið felld út, þar sem hún hefði annars grunsamlega mikið vægi. Leifar gefa ekki ástæðu til að draga normaldreifingu þeirra í efa, K-S próf gefur $p=0,42$.

Allmörg fleiri líkön sem einnig byggjast á skrá 2 voru prófuð. Öll eiga þau það sameiginlegt að taka LS með sem skýribreytu. D10 er, eins og áður er sagt, fremur óstöðug skýribreyta sem sést á því að þegar ein náma (Mýrartungumelar) er felld út úr gagnasafninu, þá hverfur D10 um leið sem skýribreyta, en kemur inn aftur þegar önnur náma til viðbótar (Villingavatn) er felld út. Þar sem stuðlarnir í líkingunum taka miklum breytingum þegar námur með óeðlilega mikið vægi eru felldar út er varhugavert að treysta mikið á þátt D10 í líkaninu, og D10 er þess vegna hafnað sem skýribreytu í framhaldinu.

Þegar líkanið úr skrá 1 (líkan I) er borið saman við líkön úr skrá 2 (líkön II og III) kemur í ljós að skýribreytan LS kemur í stað skýribreytunnar LEIR0075. Af þessu virðist mega álykta að LS sé sterkari skýribreyta en LEIR0075, þar sem sú fyrrnefnda er tekin fram yfir þegar þessar skýribreytur keppa innbyrðis með gögn úr skrá 2.

Líkön II og III eru ótvírætt marktæk, líkur á að gæðamat á malarslittögum standi ekki í neinu samhengi við skýribreyturnar í líkönunum eru langt undir 1 %. Skýringargeta þeirra er hinsvegar lítil.

V4.3.3 Líkön byggð á skrá 3 (31 náma)

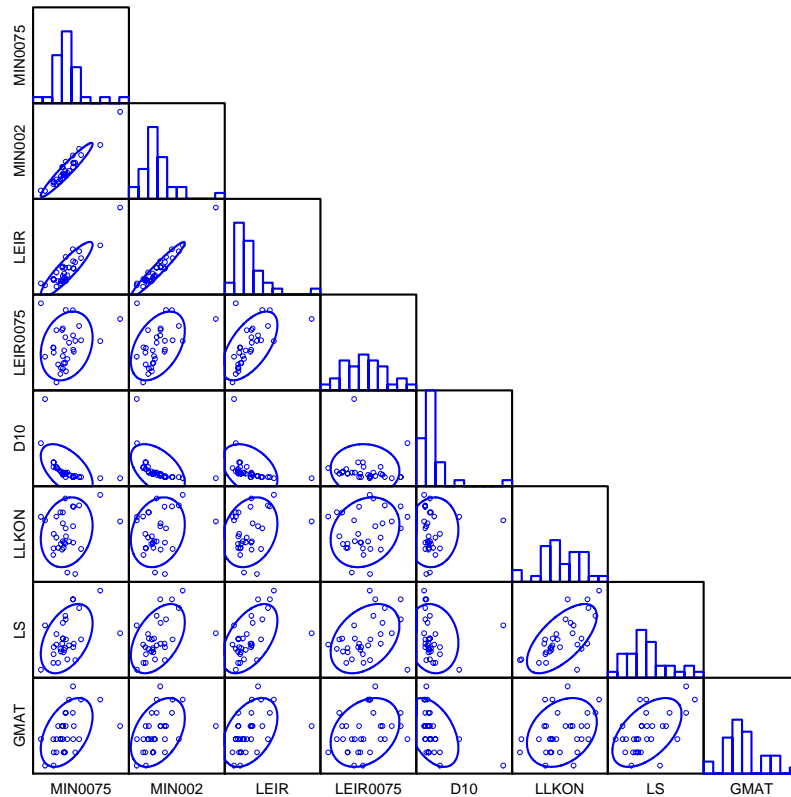
Skrá 3 er að því leyti frábrugðin skrá 2 að í fyrrnefndu skránni hafa skýribreyturnar MIN4, MS, MIN0075, MIN002 og LEIR verið umreiknaðar og tákna eiginleika þess hluta efnisins sem smýgur 19 mm sikti.

Innbyrðis fylgni breyta í skrá 3 er sýnd í töflu V4.3. Mynd V4.5 er punktarit yfir breytur í þessari skrá sem hafa fylgni 0,30 eða meira við gæði malarslittlags, en þessi fylgni hrekur tilgátu um að reiknuð fylgni milli breytanna sé einber tilviljun ef miðað er við 10 % marktæktarkröfu. Mesta fylgni milli gæðamats malarslittlaga (GMAT) og skýribreytu er 0,53, aðrar skýribreytur hafa snöggum minni fylgni. Innbyrðis fylgni skýribreyta er 0,97 hið mesta.

Tafla V4.3: Fylgnistuðlar breyta í skrá 3.

	MIN 4	MS	MIN 0075	MIN 002	LEIR	LEIR 0075	D 60	D 30	D 10	CU	CC	LL KON	LS	GM AT
MIN4	1													
MS	-,97	1												
MIN 0075	,24	-,26	1											
MIN 002	,25	-,27	,95	1										
LEIR	,29	-,29	,89	,96	1									
LEIR 0075	,36	-,30	,24	,44	,60	1								
D60	-,39	,42	,49	,52	,52	,09	1							
D30	-,76	,84	-,35	-,36	-,36	-,27	,39	1						
D10	,03	,01	-,53	-,50	-,39	-,05	-,17	,31	1					
CU	,22	-,21	,83	,88	,89	,39	,71	-,22	-,29	1				
CC	-,56	,59	,07	,10	,03	,01	,34	,63	-,28	,05	1			
LLKON	,07	-,09	,19	,22	,25	,21	-,00	-,19	,07	,18	-,00	1		
LS	-,12	,06	,44	,48	,52	,37	,17	-,10	-,12	,27	,14	,65	1	
GMAT	,04	-,07	,47	,42	,44	,30	,11	-,28	-,44	,25	,10	,30	,53	1

Aths: Fjöldi eininga (náma) í skrá 3 er 31. Stuðlar hærri en 0,30 hrekja tilgátu um að reiknuð fylgni milli breytanna sé einber tilviljun, og er þá miðað við 10 % marktæktarkröfu.



Mynd V4.5: Punktarit yfir breytur sem hafa marktæka fylgni við gæði malarslitlags (GMAT) í skrá 3 þegar nokkrar þeirra hafa verið leiðréttar með tilliti til þungdarhluta sem smýgur 19 mm sikti. Marktæktarkrafan er 10 %.

Líkönin sem komu fram þegar þessi gagnaskrá var notuð voru hin sömu og þau sem byggjast á gagnaskrá 2. Með öðrum orðum; leiðréttar skýribreytur (með þungahlutfalli efnis á 19 mm sikti) geta ekki skýrt gæðamatið betur en þær sem þegar hafa verið notaðar í líkönunum II og III.

V4.3.4 Áhrif af takmörkun á MIN0075 á líkanagerð

Þungahlutfall efnis undir 75 μ m (MIN0075) hefur oft verið notað sem mælikvarði á gæði malarslitlags. Þess vegna var talið forvitnilegt að athuga hvernig líkön fyrir gæði malarslitlaga breytast með takmörkunum á MIN0075. Skrá 2 var valin sem gagnasafn. Í henni eru 31 náma og MIN0075 er á bilinu 2-26 %.

Þrjú líkön voru gerð með takmörkun á MIN0075. Fyrir fyrsta líkanið (líkan IV) voru námur valdar þannig úr skránni að $10 < \text{MIN0075} < 15$. Næsta líkan (V) byggist á samsvarandi hátt á námum úr sömu skrá með $8 < \text{MIN0075} < 17$ og hið þriðja (líkan VI) þannig að $6 < \text{MIN0075} < 19$. Hugmyndin með þessu vali var að kanna hvaða áhrif flokkun náma eftir þungahlutfalli efnis undir 75 μ m hefði á gæðamat malarslitlaga.

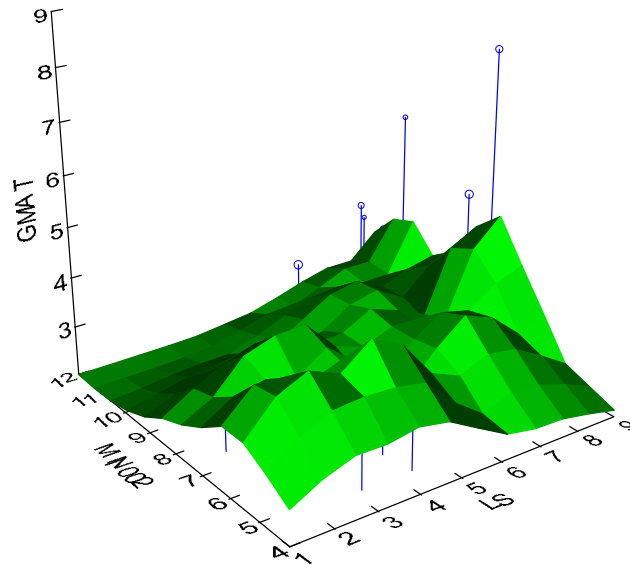
Líkan IV. Með úrvalsskilyrðinu ($10 \leq \text{MIN0075} \leq 15$) eru 18 námur eftir í gagnasafninu. Þar eru 14 skýribreytur við háðu breytuna sem er gæði malarslitlags (GMAT). Fjórar skýribreytur, LS, LLKON, MIN0075 og LEIR ná marktækri fylgni (0,40) við háðu breytuna þegar miðað er við 10 % marktæktarkröfu. Í fyrstu tilraun

kom fram einfari (Hraunsnáma) en þegar hún hafði verið tekin út úr gagnasafninu fékkst:

Líkan IV:

$$\text{GMAT} = 4,18_{(0,78)} + 0,67_{(0,12)} * \text{LS} - 0,40_{(0,15)} * \text{MIN002}$$

Skýringarhlutfall líkansins (R^2) er 0,66 og staðalskekkja matsins er 0,80. Engin náma hefur óeðlilega mikið vægi í líkaninu (að Hraunsnámu útskúfaðri). Leifar gefa ekki ástæðu til að draga normaldreifingu þeirra í efa, K-S próf gefur $p=0,85$.



Mynd V4.6. Svarflötur gæðamats sem fall af tveim skýribreytum, LS og MIN002 (með takmörkun, $10 \leq \text{MIN0075} \leq 15$) úr skrá 2. Títuprjónshausarnir tákna niðurstöðu gæðamats.

Mynd V4.6 sýnir svarflöt fyrir gæðamat með LS og MIN002 sem óháðar breytur. Löggun hans gefur ekki ástæðu til að ætla að skýribreyturnar hafi meiri áhrif þó þeim sé gefinn veldisvísir í líkaninu.

Líkan V. Með úrvalsskilyrðinu ($8 \leq \text{MIN0075} \leq 17$) eru 23 námur eftir í gagnasafninu. Þar eru 14 skýribreytur við háðu breytuna sem er gæði malarslitlags (GMAT). Sex skýribreytur, LS, LEIR, LEIR0075, D60, MIN4 og CU og ná marktækri fylgni (0,35) við háðu breytuna þegar miðað er við 10 % marktæktarkröfu.

Eins og áður reynist Hraunsnáma vera einfari en þegar hún hafði verið tekin út úr gagnasafninu fékkst þetta líkan:

Líkan V:

$$\text{GMAT} = 2,77_{(0,49)} + 0,39_{(0,10)} * \text{LS}$$

Skýringarhlutfall líkansins (R^2) er 0,41 og staðalskekkja matsins er 0,97. Engin náma (að Hraunsnámu útskúfaðri) hefur óeðlilega mikið vægi í líkaninu. Leifar gefa ekki ástæðu til að draga normaldreifingu þeirra í efa, K-S próf gefur $p=1,00$.

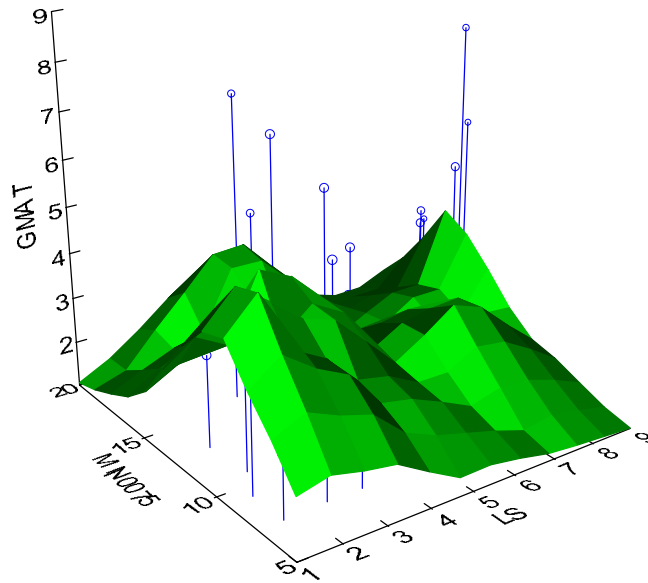
Líkan VI. Með úrvalsskilyrðinu ($6 \leq \text{MIN0075} \leq 19$) eru 27 námur eftir í gagnasafninu. Þar eru 14 skýribreytur við háðu breytuna sem er gæði malarslitlags (GMAT). Sex skýribreytur, LS, MIN0075, LEIR, D10, CU, MIN002 og LEIR0075 ná marktækri fylgni (0,32) við háðu breytuna þegar miðað er við 10 % marktæktarkröfu.

Með þessu gagnasafni fæst:

Líkan VI:

$$GMAT = 0,95_{(0,99)} + 0,28_{(0,12)} * LS + 0,21_{(0,09)} * MIN0075$$

Skýringarhlutfall líkansins (R^2) er 0,38 og staðalskekkja matsins er 1,14. Engin náma hefur óeðlilega mikið vægi í líkaninu (Hraunsnáma er ekki lengur útlagi). Leifar gefa ekki ástæðu til að draga normaldreifingu þeirra í efa, K-S próf gefur $p=0,74$.



Mynd V4.7. Svarflötur gæðamats sem fall af tveim skýribreytum, LS og MIN0075 (með takmörkun, $6 \leq \text{MIN0075} \leq 19$) úr skrá 2. Títuprjónshausarnir tákna niðurstöðu gæðamats.

Mynd V4.7 sýnir svarflöt fyrir gæðamat með LS og MIN0075 sem óháðar breytur. Enda þótt lögun hans vekur grunsemdir um að veldisvísir á skýribreytunum kunni að bæta líkanið, báru slíkar tilraunir engan árangur.

Mat á áhrifum af takmörkunum á gagnasafni á líkansmíð: Skýribreytan LS er með í öllum líkönunum. Aðrar skýribreytur eru ýmist mismunandi eða alls ekki með. Þetta gefur í skyn að LS sé mikilvæg skýribreyta, án tillits til þess hvort fínefnainnihald liggur á tiltölulega þröngu bili (10-15 %) eða breiðu (6-19 %). Í annan stað má ætla af þessu að LS sé nokkuð áreiðanleg skýribreyta en aðrar slíkar (MIN0075 og MIN002) séu að elta áhrif frá einstökum námum og séu ekki ýkja mikilvægar í líkaninu. Þá er einnig athyglisvert að með takmörkun á fínefni við 10-15 % þá er skýringarhlutfall líkans með LS og MIN002 sem skýribreytur 66 % sem er miklu meira en í nokkru öðru líkani sem hér hefur verið sett fram.

V4.3.5 Líkön þar sem CU er þvinguð skýribreyta.

CU er mælikvarði á lögun sáldurferilsins. Þar sem ætla má að hún hafi áhrif á gæði malarslittlags og þar með gæðamatið, var þessi skýribreyta þvinguð inn í nokkur líkön og áhrifin athuguð.

Ef CU er þvingað inn í líkan I, þá fær Hnausanáma grunsamlega mikið vægi í líkaninu (áður var búið að taka Hrutagil, Færivallaskriður, Arnstapa og Villingavatn út

af sömu ástæðu). Skýringarhlutfallið breytist nánast ekkert (úr 0,42 í 0,41) en stuðlarnir breytast nokkuð. Líkur á að CU sé marktæk skýribreyta eru litlar, $p=0,43^9$.

Ef CU er þvingað inn í líkan II verður svipað uppi á teningnum. Hrótagil fær grunsamlega mikið vægi í líkaninu (áður var búið að taka Mýrartungumela út af sömu ástæðu). Skýringarhlutfallið lækkar óverulega (úr 0,35 í 0,33). Stuðlarnir breytast lítið sem ekkert og stuðullinn við CU verður 0 svo þvingunin hefur nánast engin áhrif á líkanið. Líkur á að CU sé marktæk skýribreyta eru mjög litlar, $p=0,72$.

Ef CU er þvingað inn í líkan III, þá fær Hrótagil óeðlilega mikið vægi í líkaninu. (áður var búið að taka Mýrartungumela út af sömu ástæðu). Skýringarhlutfallið breytist mjög lítið (úr 0,31 í 0,32). Stuðullinn við LS breytist sáralítið en aðrir stuðlar lítillaga. Stuðullinn við CU verður 0, svo þvingunin hefur nánast engin áhrif á líkanið. Líkur á að CU sé marktæk skýribreyta eru litlar, $p=0,27$.

Af þessu má sjá að þvingun á CU inn í þegar fundin líkön er einber markleysa, ef verið er að leita að besta líkaninu. Þar með er ekki sagt að lögum sáldurferilsins hafi ekki áhrif á gæði malarslitlaga. Niðurstöðurnar hér á undan sýna einungis að í þessu gagnasafni hefur CU litla eða enga hæfni til skýringar á gæðum malarslitlaga umfram það sem áður var fengið með líkönunum. Jafnframt er rétt að hafa í huga að lögum sáldurferlanna í gagnasafninu fylgir nokkurn veginn viðteknum hugmyndum um heppilega lögum sáldurferilsins og þar með er að einhverju leyti búið að taka tillit til CU með vali á námum í gagnasafnið. Niðurstöðurnar sýna hins vegar hvaða námur fara á kreik sem afbrigðilegar þegar CU er þvingað inn í líkanið, en vandséð er hvaða gagn er hægt að hafa af þeirri vitneskju.

V4.4 Val á spájöfnu

Markmiðið með spájöfnu er tvíþætt, annars vegar að auðvelda val á efni í malarslitlag þegar fleiri en eitt koma til greina, hins vegar að setja fram kröfur til efnis í malarslitlög, til að sporna við notkun á óheppilegum efnum. Slík spájafna byggist gjarna á efniseiginleikum sem er tiltölulega auðvelt að mæla á sýnum af efninu og á að segja fyrir um gæði væntanlegs malarslitlags.

Í kafla V4.3 er gerð grein fyrir þeim þrem líkönum (I, II og III) sem helst sýnast koma til greina. Engar afgerandi vísbendingar koma fram um það hvaða líkan henti best. Þó má færa nokkur rök að því að líkan II sé álitlegast af þessum þrem sem spájafna. Kostir þess eru:

- Það hefur rýrnunarstuðul (LS) sem skýribreytu. Líkön sem á annað borð leyfa rýrnunarstuðul sem skýribreytu taka hana með og hún virðist vera sterkari skýribreyta en til dæmis hluti leirs af efni undir $75 \mu\text{m}$ (LEIR0075) og fínefnahlutfall (MIN0075) þar sem hún er tekin fram yfir báðar síðastnefndu breytur þegar allar þrjár standa til boða í líkanasmíðinni.
- Líkanið er afar einfalt og rýrnunarstuðull er breyta sem fremur auðvelt er að mæla.
- Samkvæmt K-S prófi eru litlar líkur á að líkanið uppfylli ekki kröfur um normaldreifingu leifa ($p=0,42$).
- Líkanið er í nokkru samræmi við reynslu að því leyti að það tekur tillit til leirinnihalds í malarslitlaginu á jákvæðan hátt (og er þá gert ráð fyrir að leirinnihald aukist með hækkandi gildi á rýrnunarstuðli, þar sem fylgnistuðull milli LS og LEIR er jákvæður, sjá töflu V4.2).

⁹ Oft er miðað við $p<0,15$, eða $p<0,10$ til að skýribreyta geti talist marktæk í fjölbreytuaðhvarfi.

En líkanið hefur einnig sína vankanta sem spájafna og þessir eru helstir:

- Skýringarhlutfallið er lágt, aðeins 35 % og það bendir til að einhverjar (ef til vill óþekktar) skýribreytur vanti í líkanið. Á hinn bóginn er skýringarhlutfallið ekki til muna minna en hjá keppinautunum, skýringarhlutfall þeirra er mest 42 % (líkan I).
- Líkanið virkar ekki fyrir allar námur í gagnasafninu, eina námu af 31 þurfti að fella út, sem skerðir áreiðanleika líkansins og notagildi þess.
- Líkanið gerir ráð fyrir að gæði malarslittaga aukist ótakmarkað með hækkandi rýrnunarstuðli. Það er að sjálfsögðu ekki raunhæft. Notagildi líkansins er takmarkað vegna þess að það byggist á gögnum þar sem rýrnunarstuðull sýnanna er á bilinu 1-10. Utan þessara marka fyrir rýrnunarstuðul hefur líkanið enga stoð í gögnum eða reynslu af malarslittögum.

Á grundvelli fyrirbyggjandi gagna, úrvinnslu þeirra og undangengnum rökstuðningi er eftirfarandi líkan valið sem heppilegasta spájafnan:

$$\text{GMAT} = 2,9 + 0,4 * \text{LS}$$

þar sem:

- GMAT er væntanlegt gæðamat malarslittags á einkunnaskalanum 0-10.
- LS er rýrnunarstuðull (linear shrinkage) efnis sem smýgur 425 µm sikti.

Notagildi jöfnunnar takmarkast við að rýrnunarstuðullinn sé á bilinu 1-10.

Þar sem ein náma af 31 hefur verið felld út úr gagnasafninu sem útlagi, má búast við að stöku spá sem byggist á þessari spájöfnu verði út í hött.

V4.5 Prófun á spájöfnu

Áðurnefnd spájafna var notkunarprófuð með því að skipta gögnunum í skrá 2 í tvo hópa, þannig að í öðrum hópnum voru um 80 % gagnanna og um 20 % í hinum, en áður hafði ein náma, Mýrartungumelar, verið teknar út úr skránni þar sem hún hafði óeðlilega mikið vægi í líkaninu, sjá kafla V4.3.2. Námur í hópana voru valdar með slembiáðferð, það er; tilviljun ein réð því hvort náma fór í stærri eða minni hópinn. Stærri hópurnir var síðan notaður til að ákvarða að nýju stuðlana í ofangreindri spájöfnu og henni var síðan beitt á minni hópinn og gerð spá um gæðamatið. Þessi spá var síðan borin saman við mat á slitlagi úr viðkomandi námu.

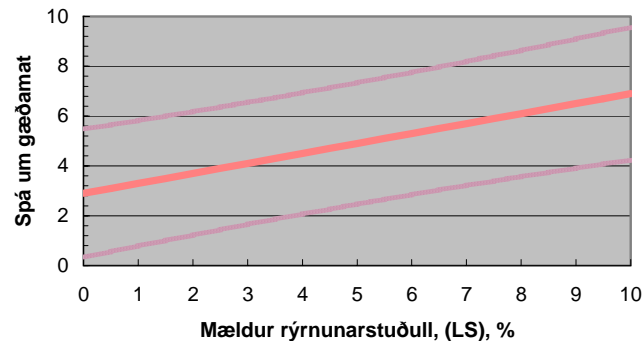
Jafna með nýjum stuðlum á grundvelli stærri hópsins en með sömu skýribreytum verður:

$$\text{GMAT} = 3,44 + 0,31 * \text{LS}$$

Þessi jafna er nokkuð frábrugðin spájöfnunni því að stuðlarnir hafa breyst nokkuð. Skýringarhlutfallið er talsvert minna en fyrir spájöfnuna, aðeins 25 %. Að öðru leyti hefur hún góða eiginleika, engin náma hefur óeðlilega mikið vægi (að Mýrartungumelum frágenginni) og leifar gefa ekki ástæðu til að draga normaldreifingu þeirra í efa. Þegar reynt er að bæta fleiri skýribreytum inn í jöfnuna kemur í ljós að þær hafa ekki marktæk áhrif, líklegasta viðbótarbreyta er MIN0075 með $p=0,32$. Uppbygging spájöfnunnar virðist því vera skynsamleg, þ. e. að LS sé heppilega valin skýribreyta. Skýringarhlutfallið er hins vegar lágt.

Þegar jafnan er notuð til að spá um gæðamat á námunum í minni hópnum (sex námur) kemur í ljós að frávikið er að jafnaði 1,2 einingar í gæðamati og mest 2,3 einingar. Staðalskekkja matsins er 1,4 einingar, sem er viðunandi með hliðsjón af staðalskekkju spájöfnunnar sem er 1,2 einingar. Með hliðsjón af upprunalega líkaninu

(II) er spá um gæðamat viðunandi og uppbygging spájöfnunnar virðist vera skynsamleg. Á hinn bóginn verður að hafa í huga að skýringarhlutfall er orðið mjög lágt og virðist vera á reiki eftir því hvaða námur eru teknar með í gagnasafnið.



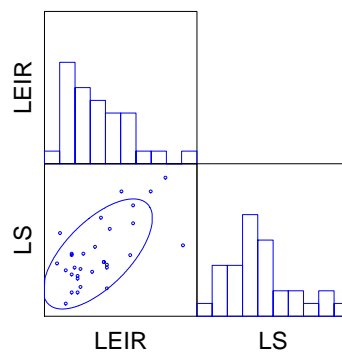
Mynd V4.8: Óvissumörk, 95 %, fyrir spá um gæði malarslittags út frá mældum rýrnunarstuðli (LS). Rauða línan táknar spá um gæði en rauðbrúnu línurnar tákna óvissumörkin.

Mynd V4. 8 sýnir óvissumörk þegar jafnan $GMAT = 2,9 + 0,4 * LS$ er notuð til að spá um gæðamat á malarslittagi út frá rýrnunarstuðli (LS) efnisins. Myndina má túlka svo að fyrir gefið gildi á rýrnunarstuðli muni gæðamatið falla á milli rauðbrúnu línanna í 95 tilvikum af hverjum 100. Eins og myndin ber með sér er spáin ónákvæm.

V4.6 Samband rýrnunarstuðuls og nokkurra annarra breytistærða

V4.6.1 Samband milli rýrnunarstuðuls og leirinnihalds.

Samband milli rýrnunarstuðuls (LS) annars vegar og leirinnihalds (LEIR) hinsvegar má sjá af mynd V4.9. Myndin er byggð á gögnum úr skrá 2 (og er í raun hluti af mynd V4.3) en þar er 31 náma með mælingu á þessum stærðum báðum. Fylgni milli LS og LEIR er 0,65.



Mynd V4.9. Punktarit yfir samband LS og LEIR.

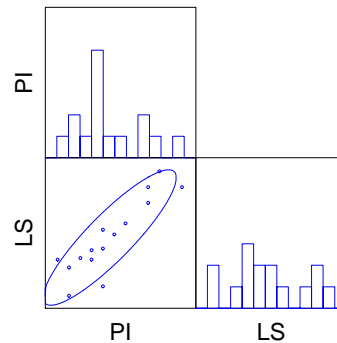
Sambandinu milli LS og LEIR má lýsa á viðunandi hátt með línulegri aðhvarfsgreiningu, en skýringarhlutfall líkansins (R^2) er fremur lágt eða 0,40. Líkingin verður:

$$LS = 2,05_{(0,60)} + 1,39_{(0,30)} * LEIR$$

Staðalskekkja matsins er 1,77. Engin náma hefur óeðlilega mikið vægi í líkaninu. Leifar gefa ekki ástæðu til að draga normaldreifingu þeirra í efa, K-S próf gefur $p=1,00$.

V4.6.2 Samband milli rýrnunarstuðuls og þjálni.

Samband milli rýrnunarstuðuls (LS) annars vegar og þjálni (PI) hinsvegar má sjá af mynd V4.10. Myndin er byggð á gögnum úr skrá 4 en þar eru 15 námur með mælingu á þessum stærðum báðum. Fylgni milli LS og PI er 0,89.



Mynd V4.10. Punktarit yfir samband LS og PI.

Sambandinu milli LS og PI má lýsa á viðunandi hátt með línulegri aðhvarfsgreiningu, þegar Hamarsá hefur verið felld út, en hún er útlagi í gagnasafninu. Þá verður aðhvarfslíkingin:

$$LS = 2,35_{(0,46)} + 0,64_{(0,07)} * PI$$

Skýringarhlutfall líkansins (R^2) er 0,86 og staðalskekkja matsins er 0,86. Engin náma (þegar Hamarsnáma hefur verið tekin út) hefur óeðlilega mikið vægi í líkaninu. Leifar gefa ekki ástæðu til að draga normaldreifingu þeirra í efa, K-S próf gefur $p=0,93$.

Í verklýsingum norsku vegagerðarinnar¹⁰ er tilgreind nálgunarformúla fyrir þjálmi sem fall af LS; að PI megi áætla sem $\approx 2 \times LS$. Ef gögnin í skrá 4 (að Hamarsá undantekinni, sem er útlagi) eru notuð til að finna samsvarandi samband fæst jafnan:

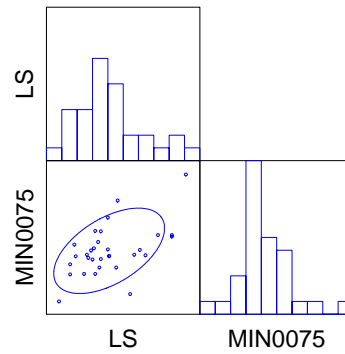
$$PI = -2,47_{(0,97)} + 1,36_{(0,15)} * LS$$

Skýringarhlutfall jöfnunnar er 86 %. Samkvæmt þessari jöfnu má áætla PI sem $\approx 1,4 \times LS$ og hún er marktækt frábrugðin áður nefndri nálgunarformúlu norsku vegagerðarinnar. Þvingun aðhvarfslínunnar gegnum upphafspunkt bætir ekki úr skák nema síður sé, enda er upphafsfastinn marktækur. Miðað við fyrirbyggjandi gögn er hæpið að nota nálgunarformúlu norsku vegagerðarinnar til að áætla þjálmi efnis í íslenskum malar-slittlagsefnum út frá mælingum á rýrnunarstuðli.

V4.6.3 Samband milli rýrnunarstuðuls og fínefnainnihalds.

Samband milli rýrnunarstuðuls (LS) annars vegar og fínefnainnihalds (MIN0075) hinsvegar má sjá af mynd V4.11. Myndin er byggð á gögnum úr skrá 2 en þar er 31 náma með mælingu á þessum stærðum báðum. Fylgni milli LS og MIN0075 er 0,53.

¹⁰ Statens vegvesen, 1999. Vegbygging. Håndbok 018, bls. 209, sjá heimildalista í meginmáli.



Mynd V4.11. Punktarit yfir samband LS og MIN0075

Sambandinu milli LS og MIN0075 verður naumast lýst á viðunandi hátt með línulegri aðhvarfsgreiningu. Þegar Arnstapi (sem er útlagi í gagnasafninu) hefur verið felld út fæst aðhvarfslíkingin:

$$LS = 1,91_{(1,14)} + 0,20_{(0,10)} * MIN0075$$

Skýringarhlutfall líkansins (R^2) er einungis 0,14 og staðalskekkja matsins er 1,97. Engin náma (þegar Arnstapi hefur verið tekin út) hefur óeðlilega mikið vægi í líkaninu en leifarnar eru ekki normaldreifðar, K-S próf gefur $p=0,01$. Sambandið milli LS og MIN0075 er fremur veikt og aðhvarfslíkingin lítills virði til að lýsa því.

Fsk. V4.1, skrá 1

NÁMA	MIN19	MIN4	MS	MIN0075	MIN002	LEIR	LEIR0075	D60	D30	D10	CU	CC	GMAT
Hagaflatur	100	52	0,9	8,7	3,4	0,3	3,4	6,59	0,98	0,10	65,9	1,5	3
S-Brúarnáma	99	46	1,2	10,2	4,8	0,6	5,9	7,95	1,62	0,07	113,6	4,7	4
S-Langholt	100	70	0,4	7,5	3,9	1,0	13,3	2,69	0,57	0,12	22,4	1,0	3
Hlíðarendanáma	69	28	2,6	6,8	3,1	0,6	8,8	16,23	5,49	0,21	77,3	8,8	2
Stiffilsdalur	100	67	0,5	8,5	3,4	0,9	10,6	3,39	0,56	0,09	37,7	1,0	3
Villingavatn	100	85	0,2	2,3	1,7	0,6	26,1	1,12	0,57	0,32	3,5	0,9	4
Boiöldur	99	57	0,8	9,3	4,1	0,8	8,6	5,40	0,95	0,09	60,0	1,9	5
Kiðafell 1	100	59	0,7	10,5	5,7	0,8	7,6	4,96	0,95	0,07	70,9	2,6	4
Kiðafell 2	94	54	0,9	4,9	2,7	0,8	16,3	6,01	1,20	0,25	24,0	1,0	5
Sýrfellsdrög	100	68	0,5	7,4	3,5	1,0	13,5	2,76	0,63	0,11	25,1	1,3	4
Laxá	99	46	1,2	7,5	4,0	0,9	12,0	7,51	2,06	0,15	50,1	3,8	3
Laxárberg 1 (0-16mm)	100	60	0,7	15,6	9,5	2,0	12,8	4,80	0,89	0,02	240,0	8,3	4
Laxárberg 2 (19mm)	96	45	1,2	10,4	7,1	1,3	12,5	7,31	2,69	0,06	121,8	16,5	5
Norður Reykir	100	60	0,7	12,3	6,1	1,1	8,9	4,80	0,50	0,05	96,0	1,0	3
Sámsstaðhöfði	100	40	1,5	7,9	4,4	1,0	12,7	9,85	2,20	0,15	65,7	3,3	3
Austurá	98	49	1,0	11,1	8,1	2,1	18,9	6,72	1,63	0,04	168,0	9,9	5
Hvalsker	95	54	0,9	11,1	6,0	1,0	9,0	6,07	0,97	0,05	121,4	3,1	3
Skápadalur	92	36	1,8	5,2	3,2	0,6	11,5	11,31	3,12	0,30	37,7	2,9	2
Hafnaradalur	85	52	0,9	2,5	1,6	0,3	12,0	6,87	1,38	0,42	16,4	0,7	2
Mýrtungumelur	93	47	1,1	3,7	1,5	0,4	10,8	7,15	2,45	0,71	10,1	1,2	2
Eiði	99	63	0,6	6,6	4,1	0,6	9,1	4,30	1,45	0,21	20,5	2,3	2
Seljadalsvatn	82	33	2,0	10,8	5,5	1,1	10,2	13,33	3,52	0,06	222,2	15,5	4
Grjóteyri	98	49	1,0	8,7	4,9	0,8	9,2	6,95	1,67	0,10	69,5	4,0	2
Geldingadalsá	96	53	0,9	12,0	9,4	2,9	24,2	6,72	0,73	0,02	336,0	4,0	5
Ísafjarðará	95	53	0,9	10,8	4,8	0,8	7,4	5,98	1,38	0,06	99,7	5,3	5
Hvítanes	79	54	0,9	13,0	7,5	2,0	15,4	7,20	0,73	0,03	240,0	2,5	3
Hestfjarðarkot	81	45	1,2	9,6	4,8	1,2	12,5	8,76	1,67	0,08	109,5	4,0	4
Seljadalur	93	55	0,8	10,3	7,7	1,9	18,4	6,20	0,54	0,05	124,0	0,9	5
Hamar	96	51	1,0	10,9	6,2	1,2	11,0	6,39	1,83	0,06	106,5	8,7	4
Kerhöll	96	55	0,8	18,1	11,2	2,8	15,5	6,35	0,48	0,02	317,5	1,8	7
Hnausanáma	94	44	1,3	14,5	10,8	3,5	24,1	9,59	1,35	0,02	479,5	9,5	6
Hraunsnáma	97	45	1,2	13,5	7,0	2,0	14,8	9,40	1,78	0,04	235,0	8,4	7
Námaskarð	89	48	1,1	11,0	6,4	1,8	16,4	9,81	0,85	0,06	163,5	1,2	6
Gilsbakki	91	40	1,5	11,7	6,0	0,8	6,8	11,11	1,82	0,05	222,2	6,0	2
Rípill	96	44	1,3	12,1	5,6	0,8	6,6	8,72	1,97	0,05	174,4	8,9	6
Víkurhólar	95	48	1,1	14,8	7,8	2,5	16,9	7,95	1,20	0,03	265,0	6,0	8
Hestháls	98	50	1,0	15,5	9,2	1,9	12,3	6,35	1,20	0,02	317,5	11,3	5
Hamarsá	100	40	1,5	7,5	4,2	1,0	13,3	8,22	2,40	0,15	54,8	4,7	2
Sellekjarnáma	100	52	0,9	11,9	6,1	1,5	12,6	6,20	1,40	0,05	124,0	6,3	3
Brunnar	100	53	0,9	8,7	4,8	1,6	18,4	5,75	1,54	0,11	52,3	3,7	4
Hrútagil	61	44	1,3	21,3	14,5	4,6	21,6	17,53	0,42	0,01	1753,0	1,0	5
Hvanná	82	44	1,3	14,8	11,0	2,9	19,6	9,04	1,58	0,02	452,0	13,8	4
Færivallaskriður	67	30	2,3	16,1	8,7	2,1	13,0	16,71	4,80	0,02	835,5	68,9	2
Norður-Reykir	100	37	1,7	9,7	4,2	2,0	20,6	7,90	1,30	0,08	98,8	2,7	3
Arnstapi	98	71	0,4	26,2	14,2	4,0	15,3	2,40	0,10	0,01	240,0	0,4	7

Fsk. V4.1, skrá 2

NÁMA	MIN19	MIN4	MS	MIN0075	MIN002	LEIR	LEIR0075	D60	D30	D10	CU	CC	LLKON	LS	GMAT
Villingavatn	100	85	0,2	2,3	1,7	0,6	26,1	1,12	0,57	0,32	3,5	0,9	39,4	0,8	4
Bolöldur	99	57	0,8	9,3	4,1	0,8	8,6	5,40	0,95	0,09	60,0	1,9	26,5	1,6	5
Sýrfellsdrög	100	68	0,5	7,4	3,5	1,0	13,5	2,76	0,63	0,11	25,1	1,3	23,6	1,6	4
Hvítanes	79	54	0,9	13,0	7,5	2,0	15,4	7,20	0,73	0,03	240,0	2,5	15,7	1,9	3
Sejfadalsvatn	82	33	2,0	10,8	5,5	1,1	10,2	13,33	3,52	0,06	222,2	15,5	16,3	2,0	4
Hamarsá	100	40	1,5	7,5	4,2	1,0	13,3	8,22	2,40	0,15	54,8	4,7	26,3	2,6	2
Hvalsker	95	54	0,9	11,1	6,0	1,0	9,0	6,07	0,97	0,05	121,4	3,1	26,5	2,8	3
Kiðafell 1	100	59	0,7	10,5	5,7	0,8	7,6	4,96	0,95	0,07	70,9	2,6	28,1	2,9	4
Sellakjarnáma	100	52	0,9	11,9	6,1	1,5	12,6	6,20	1,40	0,05	124,0	6,3	28,8	3,1	3
S-Brúarnáma	99	46	1,2	10,2	4,8	0,6	5,9	7,95	1,62	0,07	113,6	4,7	41,3	3,2	4
Norður Reykir	100	60	0,7	12,3	6,1	1,1	8,9	4,80	0,50	0,05	96,0	1,0	28,3	3,3	3
Laxá	99	46	1,2	7,5	4,0	0,9	12,0	7,51	2,06	0,15	50,1	3,8	32,3	3,4	3
Laxárberg 1 (0-16mm)	100	60	0,7	15,6	9,5	2,0	12,8	4,80	0,89	0,02	240,0	8,3	28,7	3,4	4
Hraunsnáma	97	45	1,2	13,5	7,0	2,0	14,8	9,40	1,78	0,04	235,0	8,4	29,2	3,6	7
Hagaflatir	100	52	0,9	8,7	3,4	0,3	3,4	6,59	0,98	0,10	65,9	1,5	39,5	3,7	3
Sejfadalur	93	55	0,8	10,3	7,7	1,9	18,4	6,20	0,54	0,05	124,0	0,9	25,8	3,8	5
Hestháls	98	50	1,0	15,5	9,2	1,9	12,3	6,35	1,20	0,02	317,5	11,3	43,6	3,8	5
Kerhóll	96	55	0,8	18,1	11,2	2,8	15,5	6,35	0,48	0,02	317,5	1,8	26,1	4,3	7
Rípill	96	44	1,3	12,1	5,6	0,8	6,6	8,72	1,97	0,05	174,4	8,9	31,3	4,3	6
Ísafjarðará	95	53	0,9	10,8	4,8	0,8	7,4	5,98	1,38	0,06	99,7	5,3	41,2	4,4	5
Hamar	96	51	1,0	10,9	6,2	1,2	11,0	6,39	1,83	0,06	106,5	8,7	29,3	4,4	4
Brunnar	100	53	0,9	8,7	4,8	1,6	18,4	5,75	1,54	0,11	52,3	3,7	30,8	4,9	4
Hrútagil	61	44	1,3	21,3	14,5	4,6	21,6	17,53	0,42	0,01	1753,0	1,0	37,5	5,0	5
Mýrartungumelur	93	47	1,1	3,7	1,5	0,4	10,8	7,15	2,45	0,71	10,1	1,2	37,9	5,9	2
Austurá	98	49	1,0	11,1	8,1	2,1	18,9	6,72	1,63	0,04	168,0	9,9	36,7	6,2	5
Geldingadalsá	96	53	0,9	12,0	9,4	2,9	24,2	6,72	0,73	0,02	336,0	4,0	34,6	6,6	5
Námaskarð	89	48	1,1	11,0	6,4	1,8	16,4	9,81	0,85	0,06	163,5	1,2	47,0	7,0	6
Hvanná	82	44	1,3	14,8	11,0	2,9	19,6	9,04	1,58	0,02	452,0	13,8	44,1	7,9	4
Hnausanáma	94	44	1,3	14,5	10,8	3,5	24,1	9,59	1,35	0,02	479,5	9,5	43,7	8,9	6
Víkurhólar	95	48	1,1	14,8	7,8	2,5	16,9	7,95	1,20	0,03	265,0	6,0	35,5	8,9	8
Arnstapi	98	71	0,4	26,2	14,2	4,0	15,3	2,40	0,10	0,01	240,0	0,4	48,5	9,9	7

Fsk. V4.1, skrá 3

NÁMA	MIN4	MS	MIN007	MIN002	LEIR	LEIR0075	D60	D30	D10	CU	CC	LLKON	LS	GMAT
Hagaflatir	52	0,9	8,7	3,4	0,3	3,4	6,59	0,98	0,10	65,9	1,5	39,5	3,7	3
S-Brúarnáma	46	1,2	10,3	4,8	0,6	5,9	7,76	1,62	0,07	113,6	4,7	41,3	3,2	4
Villingavatn	85	0,2	2,3	1,7	0,6	26,1	1,12	0,57	0,32	3,5	0,9	39,4	0,8	4
Boöldur	58	0,7	9,4	4,1	0,8	8,6	5,40	0,95	0,09	60,0	1,9	26,5	1,6	5
Kiðafell 1	59	0,7	10,5	5,7	0,8	7,6	4,96	0,95	0,07	70,9	2,6	28,1	2,9	4
Sýrfellsdrög	68	0,5	7,4	3,5	1,0	13,5	2,76	0,63	0,11	25,1	1,3	23,6	1,6	4
Laxá	46	1,2	7,6	4,0	0,9	12,0	7,51	2,06	0,15	50,1	3,8	32,3	3,4	3
Laxárberg 1 (0-16mm)	60	0,7	15,6	9,5	2,0	12,8	4,80	0,89	0,02	240,0	8,3	28,7	3,4	4
Norður Reykir	60	0,7	12,3	6,1	1,1	8,9	4,80	0,50	0,05	96,0	1,0	28,3	3,3	3
Austurá	50	1,0	11,3	8,3	2,1	18,9	6,72	1,63	0,04	168,0	9,9	36,7	6,2	5
Hvalsker	57	0,8	11,7	6,3	1,1	9,0	6,07	0,97	0,05	121,4	3,1	26,5	2,8	3
Mýrartungumelur	51	1,0	4,0	1,6	0,4	10,8	7,15	2,45	0,71	10,1	1,2	37,9	5,9	2
Seljadalsvatn	40	1,5	13,2	6,7	1,3	10,2	13,33	3,52	0,06	222,2	15,5	16,3	2,0	4
Geldingadalásá	55	0,8	12,5	9,8	3,0	24,2	6,72	0,73	0,02	336,0	4,0	34,6	6,6	5
Ísafjarðará	56	0,8	11,4	5,1	0,8	7,4	5,98	1,38	0,06	99,7	5,3	41,2	4,4	5
Hvítanes	68	0,5	16,5	9,5	2,5	15,4	7,20	0,73	0,03	240,0	2,5	15,7	1,9	3
Seljadalur	59	0,7	11,1	8,3	2,0	18,4	6,20	0,54	0,05	124,0	0,9	25,8	3,8	5
Hamar	53	0,9	11,4	6,5	1,3	11,0	6,39	1,83	0,06	106,5	8,7	29,3	4,4	4
Kerhóll	57	0,7	18,9	11,7	2,9	15,5	6,35	0,48	0,02	317,5	1,8	26,1	4,3	7
Hnausanáma	47	1,1	15,4	11,5	3,7	24,1	9,59	1,35	0,02	479,5	9,5	43,7	8,9	6
Hraunsnáma	46	1,2	13,9	7,2	2,1	14,8	9,40	1,78	0,04	235,0	8,4	29,2	3,6	7
Námaskarð	54	0,9	12,4	7,2	2,0	16,4	9,81	0,85	0,06	163,5	1,2	47,0	7,0	6
Rípill	46	1,2	12,6	5,8	0,8	6,6	8,72	1,97	0,05	174,4	8,9	31,3	4,3	6
Víkurbólar	51	1,0	15,6	8,2	2,6	16,9	7,95	1,20	0,03	265,0	6,0	35,5	8,9	8
Hestháls	51	1,0	15,8	9,4	1,9	12,3	6,35	1,20	0,02	317,5	11,3	43,6	3,8	5
Hamarsá	40	1,5	7,5	4,2	1,0	13,3	8,22	2,40	0,15	54,8	4,7	26,3	2,6	2
Sellekjarnáma	52	0,9	11,9	6,1	1,5	12,6	6,20	1,40	0,05	124,0	6,3	28,8	3,1	3
Brunnar	53	0,9	8,7	4,8	1,6	18,4	5,75	1,54	0,11	52,3	3,7	30,8	4,9	4
Hrútagil	72	0,4	34,9	23,8	7,5	21,6	17,53	0,42	0,01	1753,0	1,0	37,5	5,0	5
Hvanná	54	0,9	18,0	13,4	3,5	19,6	9,04	1,58	0,02	452,0	13,8	44,1	7,9	4
Arnstapi	72	0,4	26,7	14,5	4,1	15,3	2,40	0,10	0,01	240,0	0,4	48,5	9,9	7

Fsk. V4.1, skrá 4

NÁMA	MIN19	MIN4	MS	MIN0075	MIN002	LEIR	LEIR0075	D60	D30	D10	CU	CC	LL	PL	PI	LLKON	LS	GMAT
Austurá	98	49	1,0	11,1	8,1	2,1	18,9	6,72	1,63	0,04	168,0	9,9	34	29	5	36,7	6,2	5
Mýrartungumelur	93	47	1,1	3,7	1,5	0,4	10,8	7,15	2,45	0,71	10,1	1,2	35	29	6	37,9	5,9	2
Seljadalsvatn	82	33	2,0	10,8	5,5	1,1	10,2	13,33	3,52	0,06	222,2	15,5	31	29	2	16,3	2,0	4
Geldingadalásá	96	53	0,9	12,0	9,4	2,9	24,2	6,72	0,73	0,02	336,0	4,0	31	24	7	34,6	6,6	5
Seljadalur	93	55	0,8	10,3	7,7	1,9	18,4	6,20	0,54	0,05	124,0	0,9	23	21	2	25,8	3,8	5
Hamar	96	51	1,0	10,9	6,2	1,2	11,0	6,39	1,83	0,06	106,5	8,7	26	23	3	29,3	4,4	4
Kerhóll	96	55	0,8	18,1	11,2	2,8	15,5	6,35	0,48	0,02	317,5	1,8	23	19	4	26,1	4,3	7
Hnausanáma	94	44	1,3	14,5	10,8	3,5	24,1	9,59	1,35	0,02	479,5	9,5	41	29	12	43,7	8,9	6
Rípill	96	44	1,3	12,1	5,6	0,8	6,6	8,72	1,97	0,05	174,4	8,9	28	27	1	31,3	4,3	6
Víkurbólar	95	48	1,1	14,8	7,8	2,5	16,9	7,95	1,20	0,03	265,0	6,0	31	22	9	35,5	8,9	8
Hamarsá	100	40	1,5	7,5	4,2	1,0	13,3	8,22	2,40	0,15	54,8	4,7	26	21	5	26,3	2,6	2
Brunnar	100	53	0,9	8,7	4,8	1,6	18,4	5,75	1,54	0,11	52,3	3,7	28	24	4	30,8	4,9	4
Hrútagil	61	44	1,3	21,3	14,5	4,6	21,6	17,53	0,42	0,01	1753,0	1,0	33	28	5	37,5	5,0	5
Hvanná	82	44	1,3	14,8	11,0	2,9	19,6	9,04	1,58	0,02	452,0	13,8	40	31	9	44,1	7,9	4
Arnstapi	98	71	0,4	26,2	14,2	4,0	15,3	2,40	0,10	0,01	240,0	0,4	45	35	10	48,5	9,9	7

Útkomnar skýrslur BUSL-samstarfsins eru:

Efnisgæðanefnd:

- E-1: NET viðloðunarpróf - lokaskýrsla, desember 1995.
- E-2: Frost resistance test on aggregates, Nordtest project no. 1214-95, nóvember 1995.
- E-5: Niðurbrot steinefna í óbundnum burðarlögum - Staða þekkingar, júní 1996.
- E-8: Eiginleikar og gæði steinefna í vega- og gatnagerð - áfangaskýrsla, júní 1996.
- E-9: Vatnspolspróf - lokaskýrsla, febrúar 1996.
- E-10: Fínefni í malarslitlög - áfangaskýrsla, apríl 1996.
- E-11: Kúlnakvarnarpróf - lokaskýrsla, júlí 1996.
- E-12: Frost resistance test on aggregates, Nordtest project no. 1214-95 - lokaskýrsla, nóvember 1996.
- E-13: Durability and strength assessment of Icelandic basalt, lokaskýrsla, desember 1996.
- E-15: Alfræðilegir eiginleikar bikbundina slitlaga - ákvörðun á tilraunastofu, janúar 1997.
- E-16: Staða bindiefnismála á Íslandi, júní 2001.
- E-17: Resilient modulus of an Icelandic bituminous mix estimated from indirect tensile test, október 1997.
- E-18: Innri gerð slitlaga - smjásjargreining, lokaskýrsla, nóvember 1997.
- E-19: Niðurbrot steinefna í óbundnum burðarlögum – áhrifavaldar og útreikningar, október 2000.
- E-20: Niðurbrot steinefna - styrkleiki - veðrunarþol - slitþol, lokaskýrsla, janúar 1998.
- E-21: „Vialit plate“ viðloðunarpróf (VPT), apríl 1998.
- E-23: Slitmælingar með Prall-aðferð - lokaskýrsla júlí 1998.
- E-24: Mælingar og mælitæki í tilraunaköflum, mars 1998.
- E-26: Berggreining – leiðbeiningar Efnisgæðanefndar við staðalinn ÍST EN 932-3:1996 – áfangaskýrsla 2, desember 2000.
- E-27: Athuganir á blöðróttum gosefnum, maí 1998.
- E-28: Tillögur um breytingar á Alverki, október 1998.
- E-29: Afifræðileg hegðun malbiksslitlaga - ákvörðun í tilraunastofu, febrúar 1998.
- E-31: COURAGE - The Icelandic status report, febrúar 1999.
- E-32: Þáttur veðrunar og ummyndunar steinefnis í gæðaflokkum þess - 2. áfangi, mars 1999.
- E-33: Íslensk malbiksslitlög. Afifræðilegir eiginleikar, apríl 1999.
- E-34: Veðrunarþol malbiks, lokaskýrsla, júní 1999.
- E-35: Efnisvinnsla - verktækni og þekking, maí 1999.
- E-36: COURAGE - Icelandic Final Report, nóvember 1999.
- E-37: COURAGE - Aggregate resistance to fragmentation weathering and abrasion, nóvember 1999.
- E-38: Prófanir á steinefnabanka með tveimur CEN aðferðum, MDE og FI, lokaskýrsla, febrúar 2000.
- E-39: Áhrif þenjanlegra leirsteinda á frostþoli steinefnis, lokaskýrsla, febrúar 2000.
- E-40: Bikbundin burðarlög, prófanir á tilraunastofu, mars 2000.
- E-41: Viðloðunarpróf á steinefnabanka, lokaskýrsla, mars 2000.
- E-42: Tillögur verkefnishóps Efnisgæðanefndar um breytingar á Alverki, maí 2001.
- E-43: Berggreining – Athugun á nákvæmni berggreininga gerðum í samræmi við ÍST EN 932-3:1996 og leiðbeiningar Efnisgæðanefndar – áfangaskýrsla 3, júní 2001.
- E-44: Fínefni í malarslitlög – lokaskýrsla, ágúst 2004.

Burðarlaganefnd:

- B-1: Athugun á efnum í stórum stálhólki - lokaskýrsla, desember 1995.
- B-2: Samanburður falllóðs og plötuprófs - lokaskýrsla, janúar 1996.
- B-3: Athugun á eldri tilraunavegum - lokaskýrsla, desember 1995.
- B-4: Sementsfestun burðarlaga - framkvæmdatilraunir á Nesvegi við Hafnir, desember 1995.
- B-5: Sementsfestun burðarlaga - Vegstyrking með sementsfestu - stutt greinargerð - áfangaskýrsla, janúar 1996.
- B-7: Athugun á lágmarksþykkt burðarlaga vega með lítilli umferð - lokaskýrsla, desember 1996.
- B-8: Athugun á CBR aðferðinni við hönnun burðarlaga - lokaskýrsla, apríl 1997.
- B-9: Þjöppunarpróf fyrir burðarlög vega - heimildakönnun, lokaskýrsla, júní 1997.
- B-10: Tillaga að endurskoðun á kaflanum um burðarlög (5) og fyllingar(33) í ALVERK, júlí 1997.
- B-12: Bikinnihald sýna úr festum burðarlögum og samband þess við styrkeiginleika blöndunnar, júlí 1997.
- B-13: Sementsfestun burðarlaga - Tilraunakafli í Langadal, júlí 1997.
- B-14: Festun burðarlaga með froðubiki - prófanir á rannsóknastofu, lokaskýrsla, mars 1998.
- B-15: Athugun á formbreytingum í efra burðarlagi í götum og vegum, febrúar 1998.
- B-16: Sveiflufræðileg þríasapróf á steinefnum, mars 1998.
- B-19: Skilgreining á þúkki, mars 1999.
- B-20: Þátttaka Íslands í Cost verkefni: „Development of New Bituminous Pavement Design Method Cost 333“, lokaskýrsla, maí 1999.
- B-21: Athugun á efra burðarlagi í götum og vegum með þunnu slitlagi, ágúst 1999.
- B-22: Mat á yfirlagi - lokaskýrsla, október 1999.
- B-23: Bikfestun burðarlaga – reynsla af tilraunum, lokaskýrsla, janúar 2000.

Framhald

Útkomnar skýrslur BUSL-samstarfsins eru:

- B-24: Athugun á efra burðarlagi í Suðurlandsvegi og Landssveit, janúar 2000.
- B-25: Jarðdúkar og jarðgrindur í vega- og gatnagerð, janúar 2001.
- B-26: Sementsfestun burðarlaga – sementsþörf malarefna, mars 2000.
- B-27: Dynamic Triaxial Testing of Unbound Granular Materials, apríl 2000.
- B-28: AMADEUS: (Advance Models for Analytical Design of European Pavement Structures), ágúst 2000.
- B-29: Tillaga að endurskoðun á kafla 5 um burðarlög í Alverk 95, júlí 2000.
- B-30: Samanburður á rúmþyngd efna í vegum eftir völtun og á rannsóknastofu, janúar 2001.
- B-31: Athugun á hagkvæmni nokkurra gerða af slitlagi og burðarlagi, mars 2001.
- B-32: Steinlagnir í vega- og gatnagerð, lokaskýrsla, mars 2001.
- B-33: Sveiflufræðileg þríasapróf á lausum jarðefnum, maí 2002.

Slitlaganefnd:

- S-2: Hágæðamalbik – lokaskýrsla, mars 2000.
- S-3: Klæðingar með bikþeytu - tilraunakaflar - lokaskýrsla, desember 1997.
- S-5: Hjólfaramyndun í malbiki að sumarlagi - lokaskýrsla, febrúar 1998.
- S-6: Viðnámsstuðlar á malbiki - áfangaskýrsla, mars 1998.
- S-7: Hjólfarafylling undir klæðingar - lokaskýrsla, febrúar 1999.
- S-8: Klæðingar með lágu white spirit innihaldi - lokaskýrsla, júní 1999.
- S-9: Sig og skrið í asfaltbundnum slitlögum, febrúar 1999.
- S-11: Viðhaldsaðferðir, mars 2003.
- S-13: Slit á Vesturlandsvegi ofan Mosfellsbæjar - áfangaskýrsla 1, mars 1999.
- S-14: Bindiefnismagn í klæðingar - lokaskýrsla, mars 1999.
- S-15: Tilraunakaflar Steinefnanefndar á Sæbraut – lokaskýrsla, janúar 2000.
- S-16: Endurskoðun á markalínunum fyrir malbik – lokaskýrsla, apríl 2000.
- S-17: Tilraunakaflar á Reykjanesbraut – lokaskýrsla, desember 1999.
- S-18: Hönnun malbiks, janúar 2000.
- S-19: Binding finefna í efra burðarlagi, júní 2000.
- S-20: Tæki til slit- og ýfímælinga, lokaskýrsla, nóvember 2000.
- S-21: Drenmalbik-tilraunakaflar, lokaskýrsla, nóvember 2000.
- S-22: Klæðingar með umhverfisvænna leysiefni, lokaskýrsla, mars 2001.
- S-23: Úttekt á stöðu nagladekkjamála – nýjar naglagerðir, önnur þróun, janúar 2002.
- S-24: Ending malbiksslitlaga á Reykjanesbraut, júní 2002.
- S-25: Steypt slitlög – áfangaskýrsla, júní 2004.

Verkefnisstjórn:

- V-1: Leiðbeiningar fyrir nefndir og verkefnishópa um skipulag og vinnu verkefna í BUSL-samstarfinu - 5. útgáfa, október 1998.
-