

# Vegmerkingaprófanir 2002-2004 (Umhverfis Selfoss 2002)

Lokaskýrsla  
September '04



## Samantekt

Í þessu prófunarverkefni sem staðið hefur yfir í tvö ár frá sumrinu 2002 eru prófaðar nokkrar gerðir sprautumassa og málningar til vegmerkinga. Jafnframt eru prófaðar aðrar yfirborðsperlur sem gefa eiga betra endurskin í bleytu og prófað að þvo hluta veganna til að fá mat á hvort vegmerkingarnar endist þá betur.

Prófunin fór fram á vegum í nágrenni Selfoss, með mismikilli umferð, mismunandi slitlagi og misbreiðum köntum. Miðlínur og kantlínur voru merktar með hefðbundnum hætti. Línurnar voru síðan skoðaðar og endurskinsmældar öðru hvoru.

Miðlínurnar voru einungis mældar fyrra árið, þá voru þær orðnar það slitnar að ekki þótti ástæða til að gefa þeim annað ár, en fylgst hefur verið með kantlínunum í tvö ár.

Helstu niðurstöður prófananna eru að:

- Hefðbundnar massategundir hafa mestan slitstyrk, nýlegri tegund sem nú er mikið notuð í Svíþjóð slitnar aðeins hraðar og þeir tveir massar sem höfðu óvenju hátt glerinnihald slitnuðu hraðast.
- Málning hefur mun minni slitstyrk en sprautumassi á miðlínunni.
- Endurskin sprautumassaðra miðlína fellur niður í 100-150 mcd/m<sup>2</sup>/lux á malbiki og 50-100 mcd/m<sup>2</sup>/lux á grófri klæðingu þegar yfirborðsperlurnar hafa slitnað burt.
- Endurskin slitinnar sprautumassalínu er meira eftir því sem perlumagnið í henni er meira og ekki fjarri að finnska þumalputtareglan um 20-30 mcd/m<sup>2</sup>/lux aukningu fyrir hver 10% í perlum standist.
- Þar sem keyrt er út á öxl slitna kantlínur eins og miðlínur slitna á lítið keyrðum vegum.
- Þar sem öxl er hins vegar óklædd þá uppfylla kantlínurnar fyrsta árið kröfur um 100 mcd/m<sup>2</sup>/lux endurskin og voru enn um og yfir því marki eftir tvö ár. Hugsanlega hefðu einhverjar sprautumassalínur getað staðist kröfur þriðja árið. Niðurstöðurnar staðfesta fyrri prófanir að ódýrar kantlínur virki jafn vel og nánast jafn lengi og dýrar, ef yfirborðsperlurnar virka vel frá upphafi.
- Blandaðar perlur (stórar og litlar) í kantlínu gefa ökumönnum skýrustu leiðsögnina þegar saman fer bleyta og myrkur. Þær nálega tvöfalda endurskinið að jafnaði fyrsta árið, eftir það hafa þær minna að segja.
- Blönduðu perlurnar gáfu einnig betra endurskin á þurru vegi.
- Skert ending er á málningarlínunum sem gerðar eru síðla hausts í kulda og raka, enda eru kröfur Vegagerðarinnar um lágmarkshitastig þá ekki uppfylltar.
- Þær prófanir þar sem ýmist var þvegið undir merkingarnar eða ekki, hafa ekki sýnt neinn ávinning af því að þvo veg fyrir merkingu að vori. Hvorki er hægt að greina mun á endingu með útlitsskoðun né með endurskinsmælingum.

Þessar áfanganiðurstöður verkefnisins samræmast að öllu leyti niðurstöðum prófana í kringum Akrafjall á árunum '00-'02 þar sem prófanirnar skarast.

## Efnisyfirlit

|  |           |
|--|-----------|
| <b>SAMANTEKT</b> .....                                 | <b>2</b>  |
| <b>EFNISYFIRLIT</b> .....                              | <b>3</b>  |
| <b>1 INNGANGUR</b> .....                               | <b>4</b>  |
| <b>2 FYRRI PRÓFANIR</b> .....                          | <b>5</b>  |
| <b>3 MARKMIÐ</b> .....                                 | <b>7</b>  |
| <b>4 SÝNI</b> .....                                    | <b>8</b>  |
| <b>5 UPPSETNING PRÓFUNAR OG FRAMKVÆMD</b> .....        | <b>9</b>  |
| <b>6 SÝNILEIKI Í DAGSBIRTU - MAT Á SLITSTYRK</b> ..... | <b>12</b> |
| <b>7 MÆLINGAR Á ENDURSKINI</b> .....                   | <b>16</b> |
| <b>8 ENDURSKIN Í BLEYTU</b> .....                      | <b>19</b> |
| <b>9 ÞVOTTUR UNDIR VEGMERKINGU</b> .....               | <b>21</b> |
| <b>10 NIÐURSTÖÐUR</b> .....                            | <b>22</b> |

## 1 Inngangur

Vegmerkingum er ætlað að leiðbeina öikumönnum um staðsetningu akreinar og umferð á aðliggjandi akreinum. Til að tryggja umferðaröryggi er mikilvægt að þær sjáist sem best við ólíkar aðstæður. Þar eru fjórir þættir sem huga þarf að:

Slitstyrkur. Hann þarf að vera nægjanlegur til að merkingarnar endist þar til mögulegt er að endurnýja þær, það er bara hægt á sumrin. Vegna nagladekkja og veðurfars slitna vegmerkingar mun hraðar hér á landi en í nokkru öðru Evrópulandi.

Sýnileiki í birtu. Vegmerkingarnar eru hvítar á dökku slitlagi, þær sjást því í birtu þar til þær slitna niður eða flagna af.

Sýnileiki í myrkri. Glerperlum er stráð í blauta vegmerkingu, þær sökkva nokkuð og festast í yfirborðinu og gefa línunni endurskin. Í vegmerkingarmassa eru jafnframt íblandaðar perlur sem koma fram þegar hann slitnar niður.

Sýnileiki í bleytu og myrkri. Bleyta (vatnsfilma) á veginum kemur í veg fyrir virkni hefðbundinna glerperla því þær standa einungis 0,1-0,2 mm upp úr yfirborðinu og ná ekki upp úr vatnsfilmunni. Ýmsar lausnir hafa verið prófaðar út um víða veröld, engin ein hefur slegið í gegn og nokkrar dýrar lausnir sem virkað hafa þokkalega í Mið-Evrópu hafa ekki virkað eins vel á nagladekkjasvæðum. Nokkuð ódýr lausn sem nú er víða til skoðunar er að nota stórar glerperlur sem ná betur upp úr bleytunni, en þær eru einnig mun viðkvæmari fyrir umferðarálagi.

Valkostunum í vegmerkingarefnum má skipta í tvo grunn flokka. Annar er málning sem er að jafnaði 0,2 mm þykk eftir þornun, 0,3 mm þykkt er set á ný slitlög. Hinn er massi sem er bræddur við um 200°C hita og storknar á veginum. Ef honum er sprautað heitum á veginn (sprautumassi) er hann 1,0 eða 1,5 mm þykkur, á gangbrautum og línunum á Keflavíkurvegi og sumum götum borgarinnar er hann mótaður heitur í þykkari línur.

Vegmerkingar eru dýrari eftir því sem þær eru þykkari og oftast endingarbetri, þótt það sé ekki algilt. Til að hámarka þá leiðsögn og umferðaröryggi sem vegmerkingar veita öikumönnum fyrir það fé sem í vegmerkingar fara er nauðsynlegt vita hvernig mismunandi vegmerkingar virka við mismunandi aðstæður.

Í þessari prófun eru nokkrir valkostir í vegmerkingum skoðaðir við nokkrar mismunandi aðstæður. Verktakarnir Vegmerking og Vegamál önnuðust gerð vegmerkinganna undir umsjón Iðntæknistofnunar. Þjónustudeild Vegagerðarinnar annaðist endurskinsmælingar.

Fyrstu ályktanir voru dregnar af prófununum fyrir útboð 2003. Áfangaskýrsla um prófanirnar var gefin út í júlí 2003 þar sem niðurstöðurnar voru að mestu tíundaðar, en þessi skýrsla er lokaskýrsla með heildarniðursöðum.

## 2 Fyrri prófanir

Áhugi á betri vegmerkingum hefur orðið til þess að ný efni og nýjar aðferðir hafa verið prófaðar hér á landi á nokkra ára fresti síðustu tvo áratuginum og í nágrannalöndunum hefur verið svipaða sögu að segja. Ekki þykir ástæða til að telja þær allar upp, sumt af því sem hefur verið prófað virkaði ekki og annað þykir orðið sjálfsagt. Það er hins vegar ekki úr vegi að geta hér um nýjustu prófanirnar og þær erlendu prófanir sem hafa haft áhrif á þessa prófun.

Tveimur árum áður en þessu prófun byrjaði hófust umfangsmiklar tveggja ára prófanir á vegmerkingum. Þó nokkrar breytingar áttu sér stað á þeim tveimur árum. Vegagerðin hætti að mála sjálf en fór að sprautumassa, ný efni komu fram og nýjar væntingar um betri árangur sem ástæða var til að skoða.

Helstu niðurstöður vegmerkingaprófananna í kringum Akrafjall '00-'02 voru:

- Ekki er að sjá að sprautumassi í þykktum undir 1 mm hafi neinn kost fram yfir málningu, en nokkra ókosti. Ný kynslóð þunnsprautumassa frá NorSkilt virðist ekki líkleg til að hafa góða endingu í 0,5mm þykkt við íslenskar aðstæður, hann virðist þurfa að vera þykkari. Þetta er í samræmi við niðurstöður af kantlínunum í N-Noregi.
- Ekki er sjá að sprautumassi hafi neina kosti fram yfir málningu í kantlínunum á klæddum vegum, en í kantlínunum á meira keyrðum og malbikuðum vegum má á öðrum vetri greina að sprautumassinn heldur endurskininu betur en málning.
- Kostir sprautumassa á miðlínu fram yfir málningu eru sýnileiki í birtu og 40-80mcd/m<sup>2</sup>/lux endurskin yfir mesta skammdegið og fram á vorið. Það er háð umferðarálagi hvað málningin hverfur fljótt eftir 1. nóvember þegar nagladekkin eru sett undir, en sprautumassinn endist einhverjum mánuðum lengur.
- Munur á endurskini íblandaðra (premix) perla í þeim tveimur tegundum sprautumassa sem notaðar hafa verið hér á landi á umliðnum árum er í samræmi við þumalputtareglu um að hver auka 10% í glerinnihaldi auki endurskin massa um 20-30 mcd/m<sup>2</sup>/lux.
- Sílanhúðaðar perlur eins og þær hafa verið framleiddar passa ekki hér á landi.
- Frávik frá réttum gæðum voru mun algengari í vinnu með sprautumassa en málningu og sama saga var í norskum prófunum. Þetta samræmist þeirri viðteknu skoðun að við sprautumössun geti miklu fleira farið úrskeiðis og hún krefjist mun meiri þjálfunar starfsmanna og viðhalds búnaðar.
- Lengi býr að fyrstu gerð. Fylgni er nokkuð góð milli hlutfallslegs endurskins nýlegrar lína og endurskins þeirra þar til þær slitna í gegn.

Á umliðnum árum hefur Vegagerðin undirbúið sig mjög vel fyrir hugsanlega breytingu á efnisnotkun úr leysiefnamálningu yfir í vatnsmálningu. Sýnt hefur verið fram á að sú breyting er möguleg. Á grundvelli prófunarniðurstaðna, reynslu erlendis og þekktis munar á leysiefnamálningu af öðrum notkunar sviðum má leggja mat á kosti hvors um sig eins og sýnt er í töflu 2.1.

**Tafla 2.1 Samanburður á leysiefnamálningu og vatnsmálningu**

| Leysiefnamálning á veg   | Vatnsmálning á veg  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Var áður fyrr ódýrari kostur</li> <li>• Þolir betur að óhreinindi séu á vegi</li> <li>• Innlend framleiðsla</li> <li>• Hentar vel málningarbílnum sem notaður hefur verið síðustu tuttugu árin</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hefur nokkuð betra endurskin</li> <li>• Umhverfisvænni</li> <li>• Að jafnaði hraðari þornun</li> </ul> |

Leysiefnamálningin hefur lengst af verið talin ódýrari kostur, en það hefur breyst, m.a. vegna spilliefnagjalda og vegna þess hve stórir sumir framleiðendur vatnsmálningar eru orðnir.

Ein vatnsmálningartegund, frá Geveko, hafði verið prófuð og samþykkt til notkunar, en um leið og breyting yfir í vatnsmálningu á sér stað er nauðsynlegt að prófa fleiri málningartegundir. Þar koma til greina vatnsmálningin frá Teknos og hugsanlega innlend framleiðsla. Prófanir á innlendri málningu eru í raun þegar hafnar og ganga vel.

Á árinu 1995 voru gerðar nokkrar prófanir á þvotti undir sprautumössun, aðallega á miðlínu. Niðurstöður voru þær að þvotturinn hafði ekkert að segja, en í ljósi þess að Skandínavar stórauka þvott fyrir merkingar kantlína og að vatnsmálning þolir ekki eins vel óhreinindi á undirlagi eins og leysiefnamálning þótti ástæða til að setja upp prófun á þvotti undir kantlínu. Þetta er eðlilegt að tengja við hugsanlega breytingu á efnisnotkun úr leysiefnamálningu í vatnsmálningu.

Nokkur þróun er í nágrennalöndunum í átt til herra glerinnihalds massa. Í skýrslunni “The effect of in-mixed beads on performance of road marking” sem finnska tæknistofnunin VTT gaf út árið 2002 og byggir á tveggja ára nokkuð umfangsmiklun prófunum er það ein af helstu niðurstöðunum að hver auka 10% í glerinnihaldi auki endurskin massa um 22-29 mcd/m<sup>2</sup>/lux. Víðast hvar er ekki notað efni með lægra glerinnihaldi en 20%, en miðað við þessar niðurstöður má búast við að fleiri feti í fótspor Norðmanna, Svía og okkar og glerinnihaldið haldi áfram að þökast upp. Áhugavert þótti að fá massa frá Norskilt eða Cleanosol með 40-50% glerinnihaldi til prófunar hér. Ef Finnarnir hafa á réttu að standa haldast þær merkingar yfir 100 mcd/m<sup>2</sup>/lux allan veturinn.

Mikið hefur verið reynt að ná betra endurskini, sérstaklega í bleytu með stórum yfirborðsperlum (drop-on perlum) og þá oftast notaðar tvær perlusprautur með mismunandi perlum. Það er flóknara fyrir verktakana og hefur ekki náð miklum vinsældum. Á undanförunum árum hafa einnig verið prófaðar perlublöndur með stórum og smáum perlum sem sprautað er með hefðbundnum hætti og hefur árangur verið ágætur bæði í Svíþjóð og Frakklandi. Áhugavert þótti að fá slíka blöndu til prófunar hér.



### 3 Markmið

Markmið prófananna var að leiða í ljós hvernig ný efni og nýjar aðferðir virka á íslenskum vegum. Sérstök áhersla var lögð á efni sem gefa aukið endurskin frá því sem áður hafði verið, bæði endurskin hálfslitinna lína og endurskin í bleytu. Þær spurningar sem ætlunin var að reyna að fá svör við eru:

- Hvert er endurskin og hver er ending sprautumassa með hærra glerinnihaldi en 20% sem aðallega hefur verið notað hér á landi ?
- Gefa blandaðar eða stórar yfirborðsperlur betra endurskin, sérstaklega á blautum vegum ?
- Fæst betri ending línu ef vegyfirborð er þvegið áður ?
- Hafa vegmerkingarefni frá öðrum framleiðendum á Norðurlöndum sambærilega virkni og þau efni sem nú eru samþykkt til notkunar ?

## 4 Sýni

### Sprautumassi (“spray”)

Sex tegundir sprautumassa eru í prófuninni, fjórar frá Cleanosol og ein frá Prismo og ein frá EKC. Sýnin eru:

- 31S25 frá Cleanosol sem hefur verið algengt vegmerkingarefni hér á landi
- X31S37 frá Cleanosol, 700kg
- 45S30 frá Cleanosol, 700kg
- X45S50 frá Cleanosol, 700kg
- SP SR55RA REF 25% gler frá Prismo
- EKC 24% gler

Jafnframt var ákveðið að hafa með sýni frá Prismo með 30% perlum og EKC með 28% perlum, en þau sýni bárust ei.

Í heiti efnanna frá Cleanosol merkir X tilraunaefni, 31 og 45 er tegund bindiefnis, S stendur fyrir sprautumassa og síðustu tveir stafirnir tákna glerperlu innihaldið í prósentum.

Tröger slitprófun er notuð til að meta slit vegmerkingarefna gagnvart nagladekkjum. Útboðskrafa Vegagerðarinnar hefur verið trögerslit sé  $< 2,5 \text{ cm}^3$  eftir 16 umferðir. Þetta er sterkasta krafan til nagladekkjapöls massa í Evrópustaðlinum fyrir vegmerkingarefni (EN 1871:2000). Á sprautumassa eru oftast ekki farnar nema 5 umferðir og er sterkasta krafa staðalsins þá  $< 1,5 \text{ cm}^3$ . Tröger slit var mælt hjá Cleanosol á þremur þeirra efna:

$$\begin{aligned} 31S25 &= 0,13 \text{ cm}^3 \\ 45S30 &= 0,07 \text{ cm}^3 \\ X45S50 &= 1,36 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Samsvarandi mæling VTI í Svíþjóð á Prismo massanum er  $0,9 \text{ cm}^3$ .

### Málning

Þrjár gerðir vatnsmálningar voru fengnar til prófunar en einnig er talin til sýna sú málning sem var í málningarbílnum sem málaði aðliggjandi línur þegar málun annarra sýna var lokið. Sýni eru:

- 6010 frá Geveko sem nokkuð hefur verið prófuð hér á landi á umliðnum árum, 800 lítrar
- 6014 frá Geveko, 80 lítrar
- 3030 frá Teknos, 80 lítrar
- Vegamálning 5677-1000 frá Málningarverksmiðju Slippfélagsins

### Yfirborðsperlur

Auk hefðbundinna yfirborðsperla voru prófaðar stærri perlur sem vonast var til að gæfu betra endurskin í bleytu. Í heild voru þrjár perlutegundir notaðar:

- Hefðbundnar sílíkonhúðaðar “class B” perlur.
- “Mix”, perlublanda með 60% “class B” og 40% Starlight stórar perlur. Perlurnar eru frá Potters og húðaðar með AC07 sílani til að fá betri viðloðun við vegmerkingarefnið.
- Starlight stórar perlur. Perlurnar eru frá Potters og húðaðar með AC07 sílani til að fá betri viðloðun við vegmerkingarefnið.



## 5 Uppsetning prófunar og framkvæmd

Prúfulínur voru málaðar sumarið 2002 á vegum í Flóa og Ölfusi með svipuðu sniði og í prófunin sem var umhverfis Akrafjall 2000-2002.

Ákveðið var að framkvæma prófanirnar á vegum í Ölfussi og Flóa og prófa mismunandi vegmerkingarefni á miðlínunum og kantlínunum, bæði á malbiki og klæðingu. Prófanir fóru fram á eftirtöldum vegum:

**Tafla 5.1 Vegir í prófuninni**

| Vegur                | ÁDU  | Ástand vegar fyrir prófanir |         |                    |
|----------------------|------|-----------------------------|---------|--------------------|
|                      |      | Miðlína                     | Kantur  | Slitlag            |
| 1 Austan Kögunarhóls | 4550 | Spray                       | Spray   | Ljóst malbik       |
| 1 Austan Selfoss     | 2500 | 60% Spray                   | Málað * | Gróf klæðing       |
| 34 Eyrbakkavegur     | 1350 | Spray                       | Autt    | Slétt klæðing      |
| 33 Stokkseyrarvegur  | 750  | Málað                       | Málað   | Frekar slétt klæð. |
| 34 Óseyrarvegur      | 950  | Spray                       | Málað   | Milligróf klæðing  |

\* Vatnsmálning og leysiefnamálning

**Tafla 5.2 Prófuð kerfi á malbiki Hringvegar, milli Kögunarhóls og Biskupstungnabr.**

| Tákn | Merkingarefni                    | Yfirborðs perlur | Kantlína * | Miðlína * | Þykkt** (mm) |
|------|----------------------------------|------------------|------------|-----------|--------------|
| C1   | 31S25 (áður 6731B) frá Cleanosol | B                |            | x         | 1,0-1,5      |
| C2   | X31S37 frá Cleanosol             | B                | x          | x         | 1,0-1,5      |
| C3   | 45S30 frá Cleanosol              | Stórar           | x          | x         | 1,0-1,5      |
| C4   | X45S50 frá Cleanosol             | B                | x og Þ     | x         | 1,0-1,5      |
| P    | SP SR55RA REF 25% gler, Prismo   | B                | x          |           | 1,0-1,5      |
| E    | EKC 24% gler                     | B                | x          |           | 1,0-1,5      |
| M1   | Merkalin AQ6010 vatnsm., Geveko  | Mix              | x          | x         | 0,4-0,6      |
| M2   | Merkalin AQ6014 vatnsm., Geveko  | Mix              | x og Þ     | x         | 0,4-0,6      |

\* x táknar að línan sé til staðar á ópvegnum vegi og Þ á þvegnum vegi.

\*\* Þykktin er fyrirfram áætluð þurrfilmþykkt. Gekk eftir.

**Tafla 5.3 Prófuð kerfi á grófri klæðingu á Hringvegi**

| Tákn | Merkingarefni                    | Yfirborðs perlur | Kantlína * | Miðlína * | Þykkt** (mm) |
|------|----------------------------------|------------------|------------|-----------|--------------|
| C1   | 31S25 (áður 6731B) frá Cleanosol | B                |            | x         | 1,0-1,5      |
| C2   | X31S37 frá Cleanosol             | B                | x og Þ     |           | 1,0-1,5      |
| C3   | 45S30 frá Cleanosol              | Stórar           | x          | x         | 1,0-1,5      |
| C4   | X45S50 frá Cleanosol             | B                | x og Þ     | x og Þ    | 1,0-1,5      |
| P    | SP SR55RA REF 25% gler, Prismo   | B                | x          |           | 1,0-1,5      |
| M0   | Merkalin AQ6010 vatnsm., Geveko  | B                | x          |           | 0,2-0,3      |
| M1   | Merkalin AQ6010 vatnsm., Geveko  | Mix              | Þ          |           | 0,4-0,6      |

\* x táknar að línan sé til staðar á ópvegnum vegi og Þ á þvegnum vegi.

\*\* Þykktin er fyrirfram áætluð þurrfilmþykkt. Gekk eftir.

**Tafla 5.4** Prófuð kerfi á Eyrarbakka vegi og Stokkseyrarvegi

| Tákn | Merkingarefni                    | Yfirborðsperlur | Kantlína* | Miðlína* | Þykkt** (mm) |
|------|----------------------------------|-----------------|-----------|----------|--------------|
| C1   | 31S25 (áður 6731B) frá Cleanosol | B               |           | x        | 1,0-1,5      |
| C2   | X31S37 frá Cleanosol             | B               | x         |          | 1,0-1,5      |
| C3   | 45S30 frá Cleanosol              | Stórar          | x og Þ    |          | 1,0-1,5      |
| C3   | 45S30 frá Cleanosol              | B               |           | x        | 1,0-1,5      |
| C4   | X45S50 frá Cleanosol             | B               | x og Þ    | x        | 1,0-1,5      |
| P    | SP SR55RA REF 25% gler, Prismo   | B               | x og Þ    | x        | 1,0-1,5      |
| E    | EKC 24% gler                     | B               | x og Þ    |          | 1,0-1,5      |
| M0   | Merkalin AQ6010 vatnsm., Geveko  | B               | x         | x        | 0,2-0,3      |
| M1   | Merkalin AQ6010 vatnsm., Geveko  | Mix             | x og Þ    | x        | 0,3-0,6      |
| M2   | Merkalin AQ6014 vatnsm., Geveko  | Mix             | x og Þ    | x        | 0,4-0,6      |
| T    | Teknos                           | B               | x         | x        | 0,2          |
| U    | Vegam. 5677-1000 frá Slippf. *** | B               | x og Þ    | x        | 0,2          |

\* x táknar að línan sé til staðar á óþvegunum vegi og Þ á þvegunum vegi.

\*\* Þykktin er fyrirfram áætluð þurffilmþykkt. Gekk eftir nema T varð 0,4 mm.

\*\*\* Ragnar Egilsson á málningarbílnum segir leysiefnamálninguna líklega vera frá Slippf. og hafa verið málaða við u.þ.b. 1°C seint um haustið (með síðustu línum).

Gerð prufulínanna gekk misjafnlega eins og eðlilegt má teljast þegar tiltölulega stuttar línur eru gerðar með nýjum efnum. Ætlunin var að prufulínurnar væru gerðar á tímabilinu 15. júní til 15. júlí og síðan væri merkt með hefðbundnum hætti að þeim línum. Áætlun stóðst með þær línur sem Vegmerking átti að leggja sem C1, C2, C3, C4, M0, M1, M2 og T, en Vegamál var nokkuð seint til, E var lagt í lok ágúst og P í byrjun september. Það veldur ákveðinni óvissu í túlkun niðurstaðna að P var lagt tveimur á hálfum mánuði á eftir C. Erfiðleikar í vinnslu Vegamála á E gerði það jafnframt að verkum að það var einungis lagt í fáeinar kantlínur en ekkert í miðlínur eins og ætlunin hafði verið. Sömuleiðis var mun minna lagt af P en ætlunin hafði verið og einungis á einum stað í miðlínu.

Það tókst að mála M0 í hefðbundinni málningarþykkt 0,20-0,25mm og M2 í 0,45mm til að stóru perlurnar í perlublöndunni héldust vel í henni. Ætlunin hafði verið að mála T í hefðbundinni málningarþykkt og M1 í tvöfaldri þykkt eins og M2, en ekki tókst sem skildi að áætla rétt málningarmagn þannig að T varð 0,4mm og M1 rokkaði frá 0,3mm til 0,65mm.

Þegar hefðbundnum (class B) perlum er dreift í línurnar eru notuð 350 g/m<sup>2</sup>, en blönduðu og stóru perlurnar eru notaðar í meira magni, 500 g/m<sup>2</sup>.

Þær línur sem bornar eru saman í prófunum eru misdýrar. Um leið og þær eru metnar er nauðsynlegt að hafa í huga hvað þær kosta. Í töflu 5.5 er kostnaður áætlaður fyrir mismunandi línur. Lagður er saman áætlaður kostnaður sem verktakanum er greiddur í dag og kostnaður við kaup á yfirborðsperlum. Kostnaðaráætlunin byggir á rauntölum fyrir árið 2004. Kostnaði við formerkingar er sleppt í þessum samanburði, en almennt má segja að þykkari miðlína minnkar að jafnaði líkur á að það þurfi að formerkja að vori.

Við mat á kostnaði er lína með hefðbundnum efnum verðlögð á raunkostnaði 2003 en tekið tillit til aukins efniskostnaðar þar sem dýrari vegmerkingarefni (M2, C3 og C4)

eða dýrari yfirborðsperla (M1, M2 og C3) er notuð. Raunkostnaður 2004 er alls ekki óumdeildur mælikvarði á kostnað, t.d. er óvenjulegt er að sjá sama verð borgað fyrir málaðar miðlínur og kantlínur, nema það sé eitthvert jafnaðarverð.

**Tafla 5.5** *Kostnaður við mismunandi línur*

| Tákn          | Þykkt (mm) | Merkingarefni                    | Kostnaður (kr/m)* |                  |
|---------------|------------|----------------------------------|-------------------|------------------|
|               |            |                                  | Kantlína          | Miðlína          |
| U, M0 og T    | 0,2        | Málning, hefðbundnar perlur      | 21+3 = <b>24</b>  | 22+3 = <b>25</b> |
| M1            | 0,4        | Málning, blandaðar perlur        | 32+6 = <b>38</b>  | 33+6 = <b>39</b> |
| M2            | 0,4        | Málning, blandaðar perlur        | 38+6 = <b>44</b>  | 39+6 = <b>45</b> |
| C1,C2, P og E | 1,0        | Sprautumassi, hefðbundnar perlur | 56+3 = <b>59</b>  | 62+3 = <b>65</b> |
| C1,C2, P og E | 1,5        | Sprautumassi, hefðbundnar perlur |                   | 73+3 = <b>76</b> |
| C3            | 1,0        | Sprautumassi, stórarar perlur    | 58+9 = <b>67</b>  |                  |
| C4            | 1,0        | Sprautumassi, hefðbundnar perlur | 58+3 = <b>61</b>  |                  |

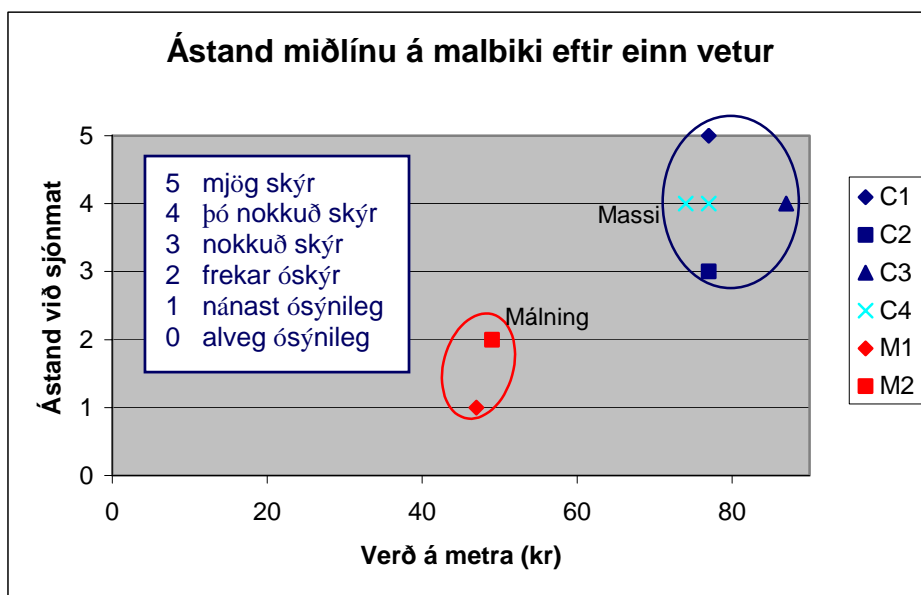
\* verktaki + yfirborðsperlur = kostnaður við línu

## 6 Sýnileiki í dagsbirtu - mat á slitstyrk

Sýnileiki í dagsbirtu og slitstyrkur voru metinn þannig að prufulínurnar voru þykktarmældar þegar þær voru málaðar á sumrinu 2002 og útlitsskoðaðar í lok maí 2003 eftir slit í einn vetur og eftir að vorregnið hafði hreinsað línurnar að mestu leyti. Sjónmat á kantlínunum var endurtekið í júní 2004. Þetta var gert með því að keyra eftir veginum og meta hvort línan væri;

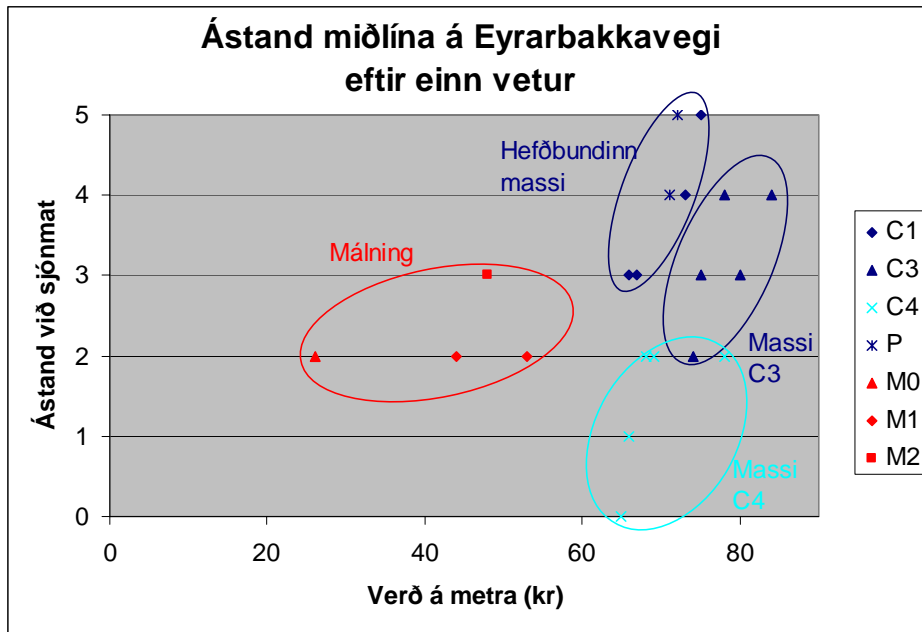
- 5 mjög skýr
- 4 þó nokkuð skýr
- 3 nokkuð skýr
- 2 frekar óskýr
- 1 nánast ósýnileg
- 0 alveg ósýnileg.

Niðurstöður þessa mats eru sýndar á myndum 6.1 til 6.7 hér á eftir. Sjónmatið í dagsbirtu er mælikvarði hversu skýrar línurnar eru í dagsbirtu, en sá skýrleiki byggist bæði á slitstyrk og hreinleika línu. Matið er huglægt og því ekki víst að það sé eins vorið 2003 og vorið 2004, vel getur verið að matið sé aðeins jákvæðara í annað hvort skiptið eða rigningar náð að hreinsa línuna betur. Það þarf því að túlka niðurstöðurnar með varúð. Kostnaður við hverja línu er metinn út frá þykkt hennar, tegund og magni endurskinsperla og hvað Vegagerðin hefur greitt fyrir málaðar og massaðar línur á árinu 2004.



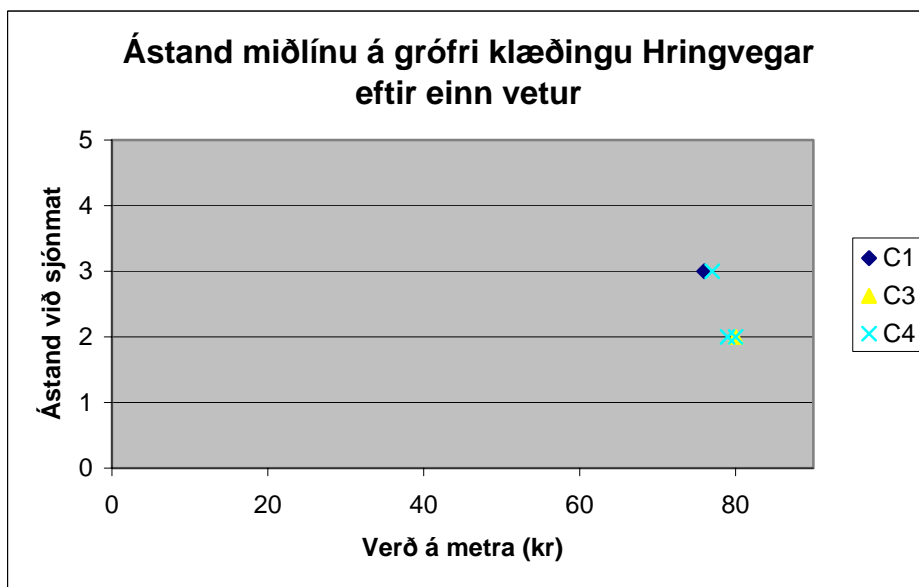
**Mynd 6.1** Sjónmat á miðlínu malbikaðs Hringvegar.

Á malbikaðri miðlínu Hringvegar endist sprautumassi miklu betur en þykk málning eins og sjá má á mynd 6.1. Á Eyrarbakkavegi (sem sýndur er á mynd 6.2), sem bæði er með klæðingu og mun minni umferð, er þessi munur minni og því málningin hlutfallslega hagstæðari en á malbikinu.



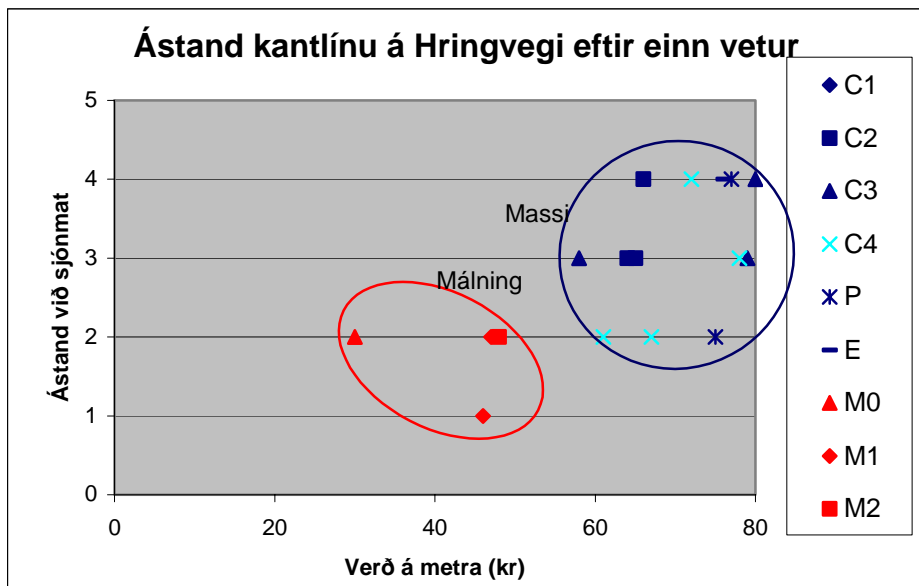
Mynd 6.2 Sjónmat á miðlínu Eyrarbyggavegar.

Á miðlínu Eyrarvegar má greina mun á slitstyrk einstakra tegunda massa. Hefðbundinn massi frá Cleanosol og Prismo er slitsterkastur, 45-serían frá Cleanosol hefur hins vegar minni slitstyrk (C3 og C4). Hann er mest notaði massinn í Svíþjóð á þessu ári með 30% glerperlum (C3), slitnar hraðar en hefðbundinn massi, en á að halda endurskininu betur fyrir vikið. Þegar hann er kominn með 50% glerperlu (C4) til að gefa enn betra endurskin, þá fellur slitstyrkurinn verulega.



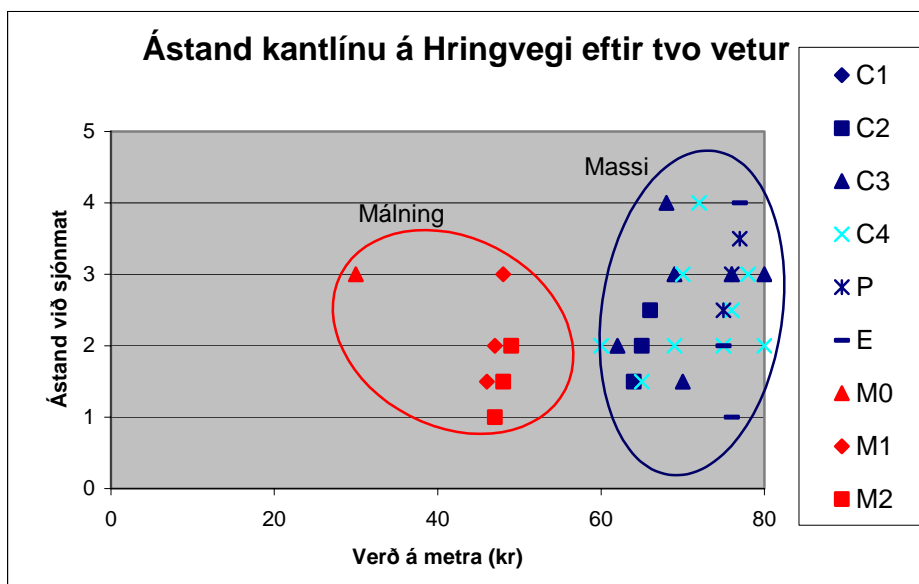
Mynd 6.3 Sjónmat á miðlínu Hringvegar með grófri klæðingu.

Á grófu klæðingunni eru allar línur slitnar af steintoppunum og allar vel sýnilegar. Axlir eru breiðar og með sömu klæðingu og vegurinn. Bílar virðast því keyra nokkuð á kantlínunum og þær hafa slitnað af steintoppunum eins og miðlínurnar. Vegna þess hve klæðingin er gróf ver hún vel vegmerkinguna milli steinanna. Á svona undirlagi er því lítill munur á þeim vegmerkingarefnum sem hafa mikinn og lítinn slitstyrk.



*Mynd 6.4 Sjónmat á kantlínu Hringvegjar eftir einn vetur.*

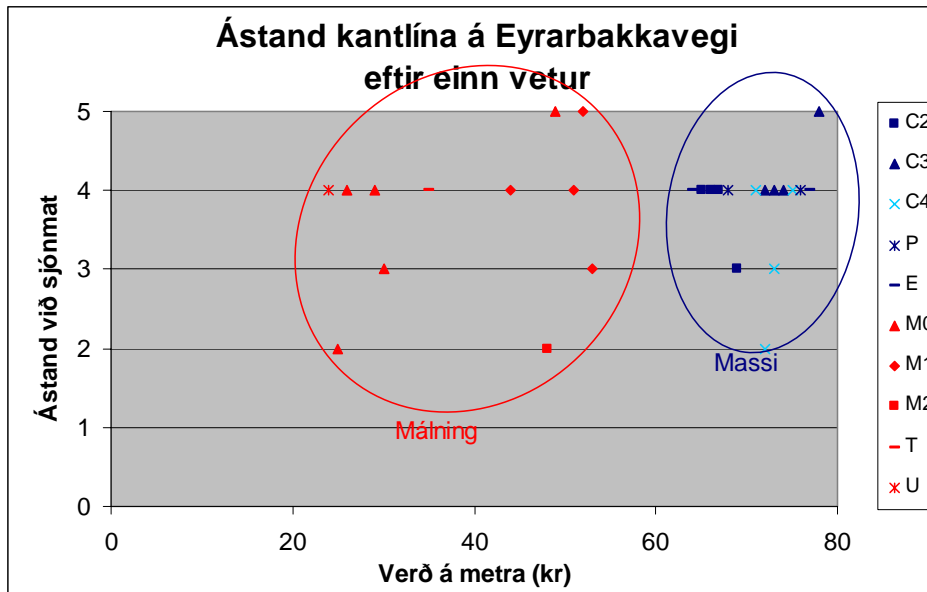
Á þeim hluta Hringvegarins sem er í prófuninni er góð öxl sem veldur því að slit er þó nokkuð á kantlínunum. Merkingarnar líta að jafnaði betur út eftir því sem þær eru þykkari og málningin mjög áberandi verri en sprautumassinn á malbiki, en á grófu klæðingunni fyrir austan Selfoss fær bæði málningin og massinn einkunnina 2.



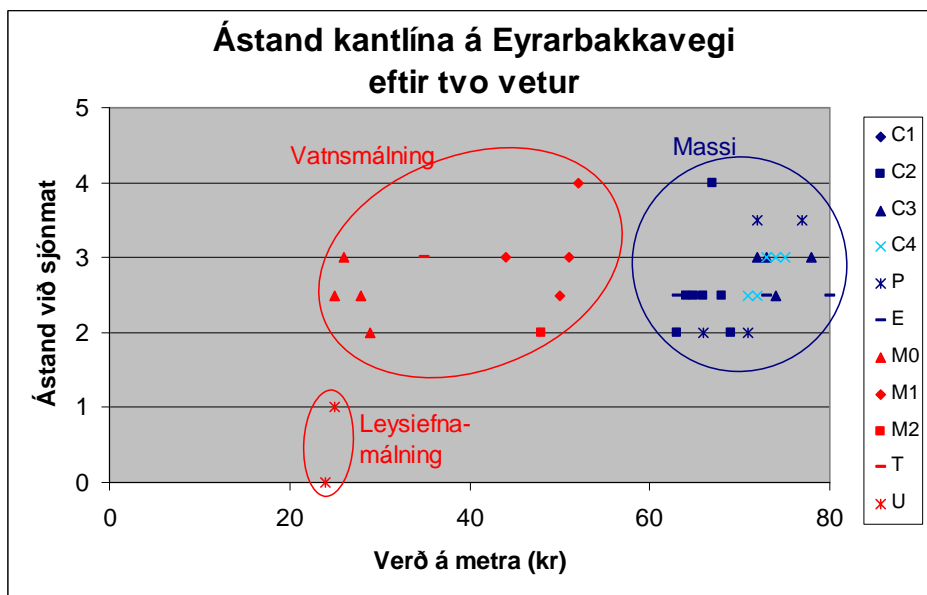
*Mynd 6.5 Sjónmat á kantlínu Hringvegjar eftir tvo vetur.*

Eftir tvo vetur er ekki lengur eins áberandi munur á málningu og massa (sjá mynd 6.5). Massinn hefur látið nokkuð meira á sjá, en málningin virðist hafa haldið sér. Á grófu klæðingunni fyrir austan Selfoss virðist hún jafnvel skárri en massi.





Mynd 6.6 Sjónmat á kantlínu Eyrarbyggavegar eftir einn vetur.



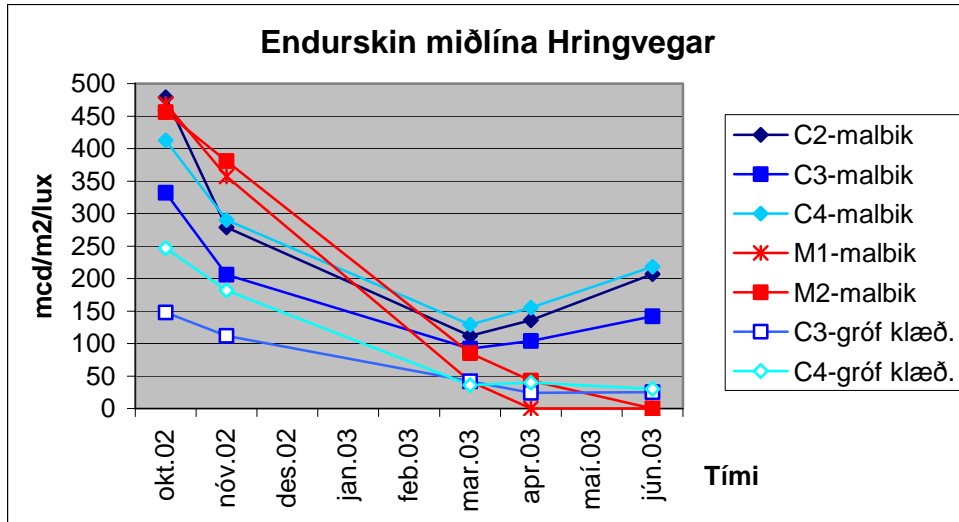
Mynd 6.7 Sjónmat á kantlínu Eyrarbyggavegar eftir tvo vetur.

Á kantlínunum Eyrarvegur er lítill munur á útliti vatnsmálningar og massa, eins og sjá má á myndunum hér að ofan. Leysiefnamálningin er hinsvegar alveg búin eftir tvo vetur. Undirritaður hefur haft efasemdir um að það sé hægt að taka mark á þessari prófun varðandi leysiefnamálningu vegna þess hve kalt var við málun.

Stokkseyrarvegur hefur minnstu umferðina af þeim vegum sem eru í prófuninni og samsvarar því best stærsta hluta vegakerfisins sem hefur færri en 1000 bíla á dag. Flestir eru þeir vegir með málaða miðlínu og kantlínu svo nærri klæðingarbrún að á þeim er nánast ekkert ekið. Kantlínan eyðileggst frekar þannig að yfirborðið molnar (veðrun) eða lína verður svo skítug að hún sést illa.

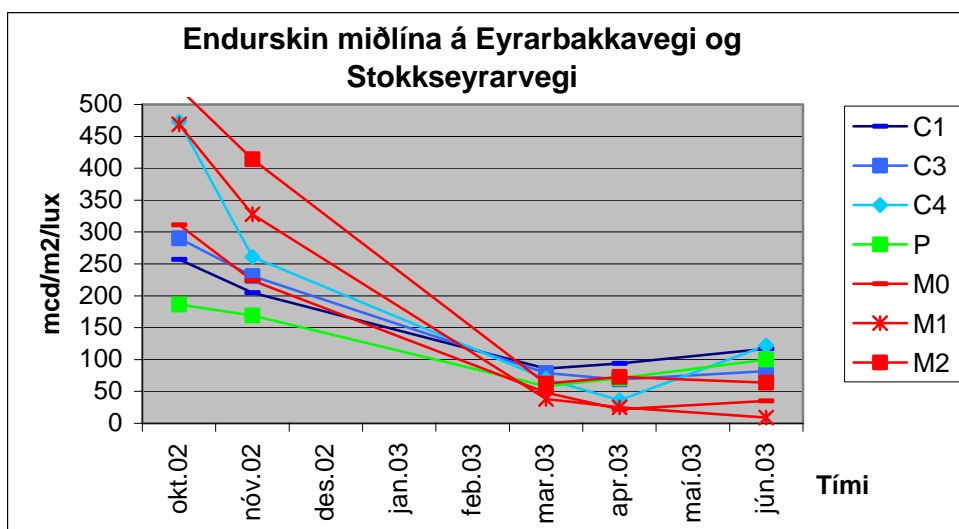
## 7 Mælingar á endurskini

Endurskin hefur verið mælt nokkrum sinnum með LTL2000 mæli Vegagerðarinnar. Niðurstöður þeirra mælinga eru sýndar á línuritunum hér á eftir.



Mynd 7.1 Endurskin á miðlínu Hringveggar.

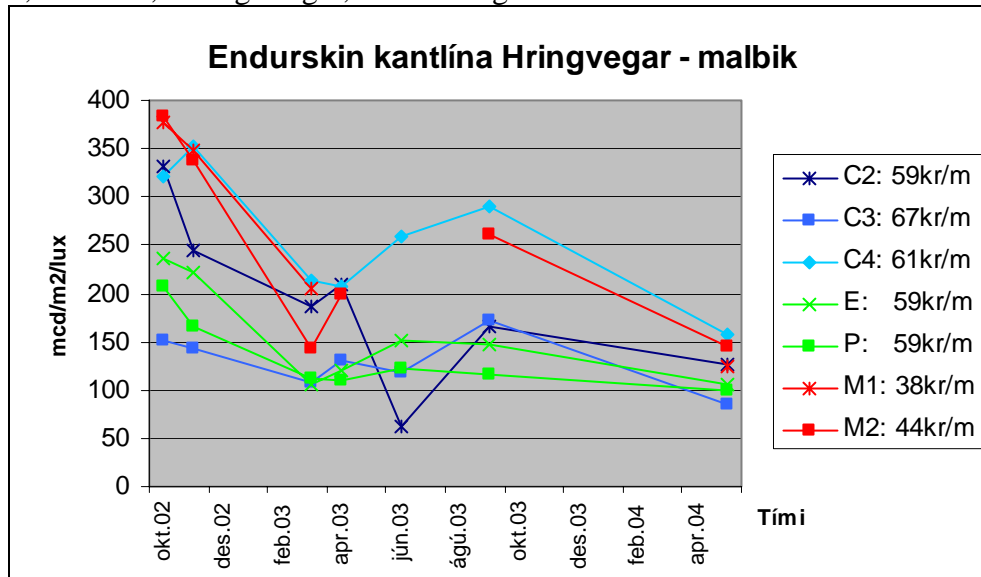
Mælingarnar á miðlínu í október og nóvember 2002 eru mælingar á “drop-on” perlum, en í apríl 2003 eru þær nær horfnar og “premix” perlur gefa endurskinið (sjá mynd 7.1). Málningarlínurnar sem gáfu svo gott endurskin fyrsta haustið eru búnar um vorið og sprautumassinn raðar sér þá á línuritið í samræmi við glerinnihald í ágætu samræmi við finnsku þumalputtaregluna sem nefnd er í inngangi. Það er ekki einungis vegna hærra glerinnihalds sem C4 og C2 gefa betra endurskin en C3, þeir virðast einnig slitna hraðar og perlurnar endurnýjast því hraðar. Sama röð er á grófu klæðingunni, en munurinn er minni vegna þess að línurnar verða svo gótóttar.



Mynd 7.2 Endurskin á miðlínu á Eyrarbyggavegi og Stokkseyrarvegi.

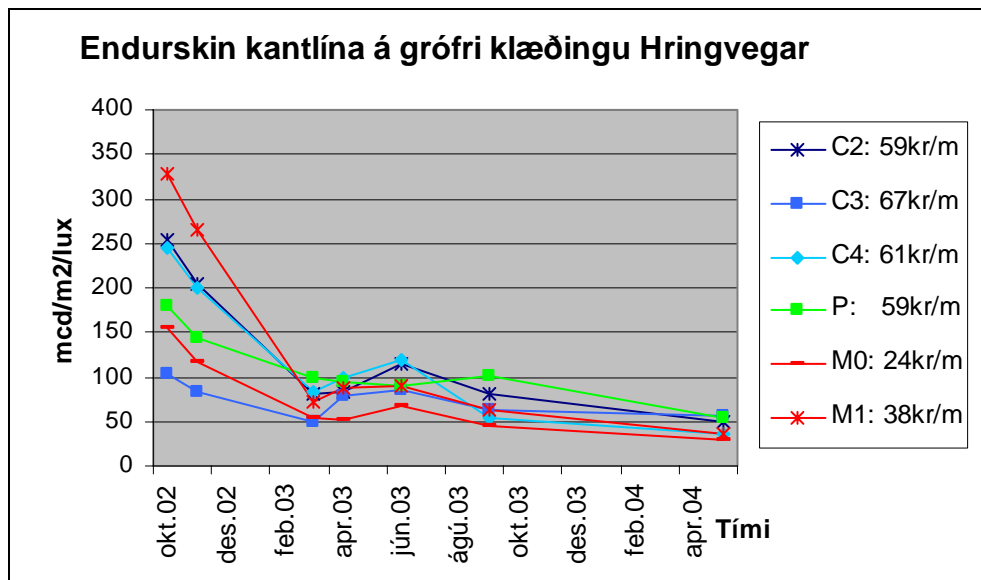
Svipaða sögu er að segja af miðlínunum á Eyrarvegi og Stokkseyrarvegi og áður var rakinn af Hringveginum (sjá mynd 7.2). Málningin er of þunn til að þola nagladekk yfir veturinn.

Á myndum 7.3 til 7.5 er endurskin kantlína sýnt. Inn á myndina er settur kostnaður við línurnar miðað við þá þykkt sem ætlunin var að hafa, þ.e. 1,0mm sprautumassa, 0,4mm M1, M2 og T og 0,2mm M0 og U.



**Mynd 7.3** Endurskin á kantlínu á malbiki Hringvegur. Málningarlínurnar hurfu á kafla eftir fyrsta veturinn en annarsstaðar voru þær fínar eins og sjá má hægra megin á myndinni.

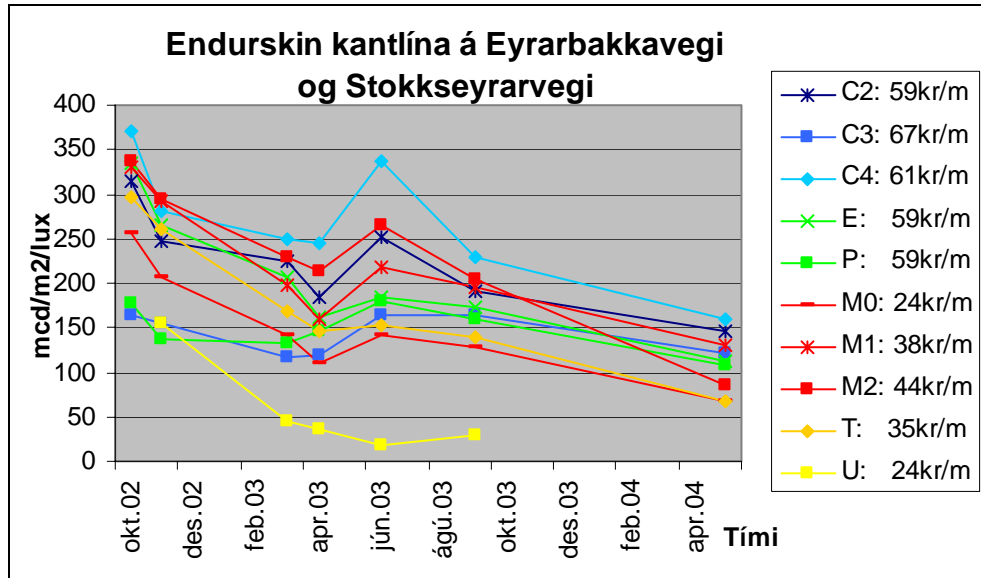
Kantlínur á malbikuðum hluta hringvegur hafa nokkuð látið á sjá. Vegna góðrar axlar virðast þær slitna nokkuð og þær með minnsta slitþolið (M1, M2 og C2) eru mjög slitnar undir vorið. Línurnar hafa samt allar endurskin yfir 100mcd/m<sup>2</sup>/lux í mars.



**Mynd 7.4** Endurskin á kantlínu á grófri klæðingu Hringvegur.

Breið öxl og gróft yfirborð veldur því að kantlínur fara tiltölulega illa, allar hafa endurskin milli 50 og 100 mcd/m<sup>2</sup>/lux um vorið.

Þetta mikla slit á kantlínunum sem við sjáum bæði á malbikinu og á grófu klæðingunni er dæmigerðara fyrir miðlínur á Íslandi, en þekktist ekki í kantlínunum nema þar sem öxlin er nánast jafn góð til aksturs og vegurinn.



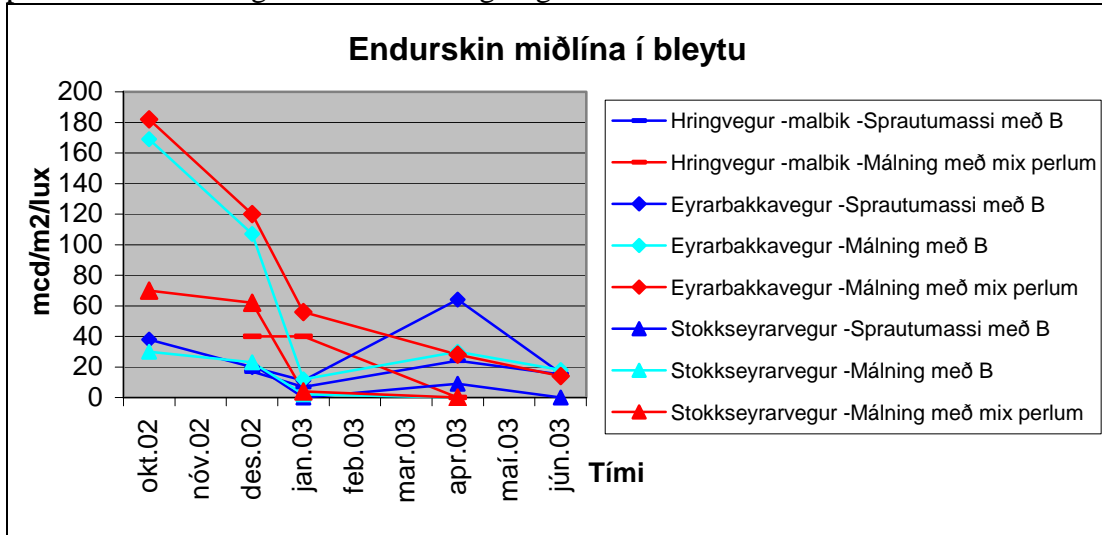
*Mynd 7.5 Endurskin á kantlínunni á Eyrarbakkegi og Stokkseyrarvegi.*

“Lengi býr að fyrstu gerð” var ein af niðurstöðum prófananna í kringum Akrafjall 2000-2002. Þetta línurit hér fyrir ofan staðfestir að svo gildir allaveganna um þessar kantlínur þar sem ekki er klædd öxl. Línuritið sýnir líka að málun í kulda eins og var þegar leysiefnamálningin (U) var tekin er ekki árangursrík, enda banna verklýsingar Vegagerðarinnar það. Aðrar línur eru yfir 100 mcd/m<sup>2</sup>/lux eftir veturinn og yfir 140 mcd/m<sup>2</sup>/lux í júní eftir eitt ár.

Eftir tvö ár hefur endurskinið minnkað enn frekar. Í maí voru allir massarnir yfir 100 mcd/m<sup>2</sup>/lux, en málningarlínurnar að skriða undir mörkin. Þær hafa hugsanlega getað farið yfir mörkin yfir sumarið, en alla veganna ekki á þriðja veturinn setjandi. Sama má segja um sprautumassana, þeir hefðu verið lélegar línur á þriðja ári.

## 8 Endurskin í bleytu – virkni stórra perla

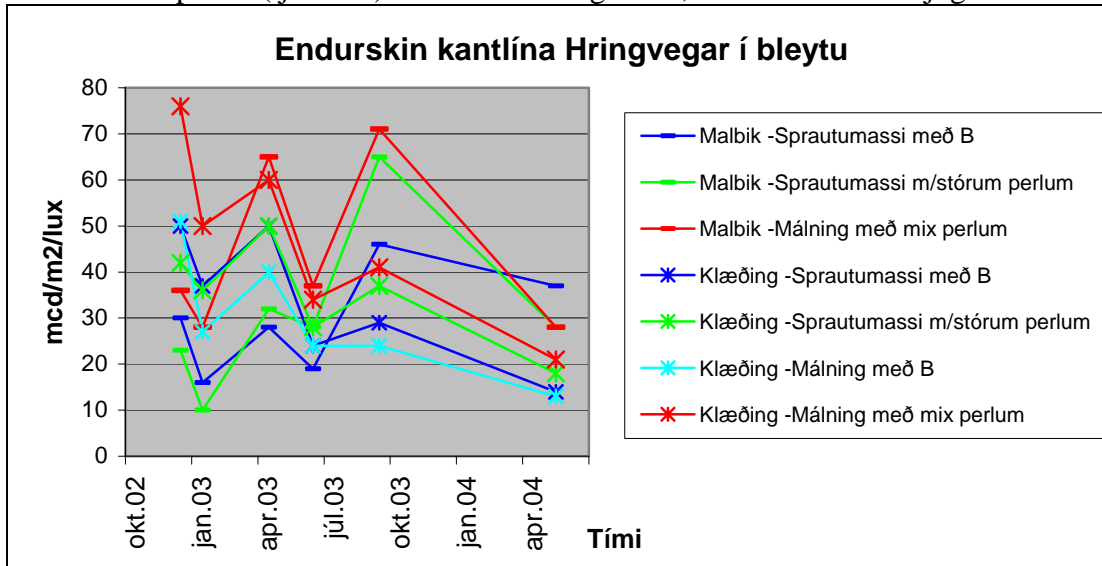
Það var eitt af markmiðum verkefnisins að kanna virkni stórra perla og blöndu af stórum og litlum perlum í bleytu. Hefðbundnar (class B) perlur eru táknaðar með bláum lit á mynd 8.1, ljósbláum í málningu og dökkbláum í sprautumassa. Blönduðu perlurnar eru einungis settar í málningu og eru táknaðar með rauðum lit.



**Mynd 8.1** Endurskin miðlína í bleytu. Kostnaður við merkingarnar er:

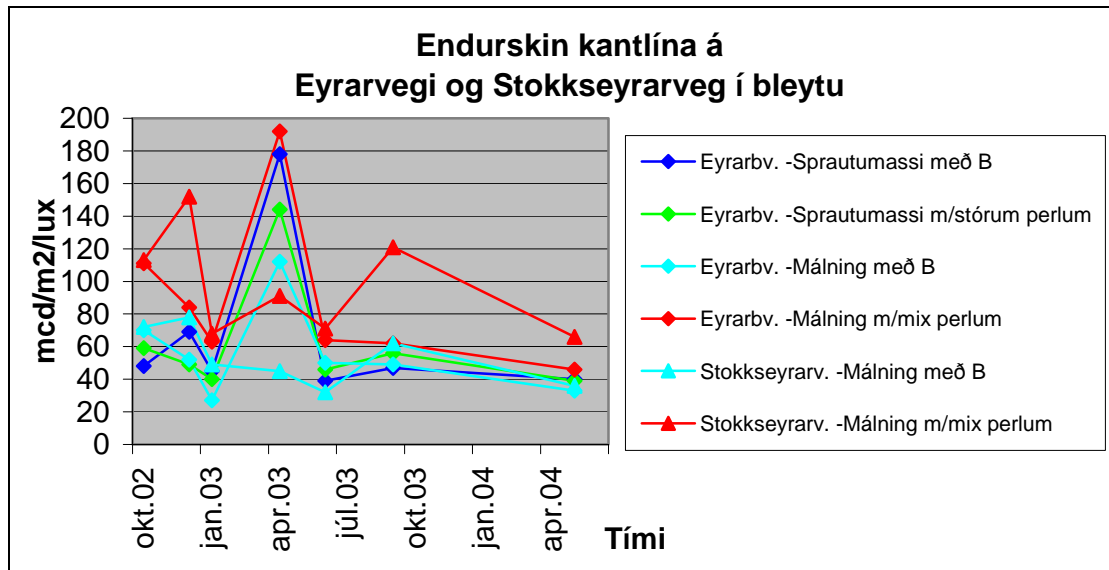
|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| Ljósbláar (málning með B-perlum)      | ~ 24 kr/m |
| Rauðar (málning með mix perlum)       | ~ 38 kr/m |
| Dökkbláar (sprautumassi með B-perlum) | ~ 59 kr/m |

Mynd 8.1 sýnir að blönduðu perlurnar (rautt) gefa greinilega betra endurskin en hefðbundnar perlur (ljósblátt) í blautri málningarlínu, en munurinn er mjög mismikill.



**Mynd 8.2** Endurskin kantlína á Hringvegi í bleytu. Kostnaður við merkingarnar er:

|   |           |
|---|-----------|
| Ljósbláar (málning með B-perlum)        | ~ 24 kr/m |
| Rauðar (málning með mix perlum)         | ~ 38 kr/m |
| Dökkbláar (sprautumassi með B-perlum)   | ~ 59 kr/m |
| Grænar (sprautumassi með stórum perlum) | ~ 67 kr/m |



**Mynd 8.3** Endurskin kantlína á Eyrarbyggavegi og Stokkseyrarvegi í bleytu.

Kostnaður við merkingarnar er:

|   |           |
|---|-----------|
| Ljósbláar (málning með B-perlum)        | ~ 24 kr/m |
| Rauðar (málning með mix perlum)         | ~ 38 kr/m |
| Dökkbláar (sprautumassi með B-perlum)   | ~ 59 kr/m |
| Grænar (sprautumassi með stórum perlum) | ~ 67 kr/m |

Til viðbótar þeim kerfum sem voru á mynd 8.1 eru á myndum 8.2 og 8.3 grænar línur sem tákna stórar perlur í sprautumassa. Þar eru notuð 500g/m<sup>2</sup> sem eru tiltölulega fáar perlur vegna þess hvað þær eru stórar og virðast alls ekki bæta endurskinið í bleytu þótt kostnaður hafi aukist nokkuð.

Áhugaverðasta niðurstaðan á myndum 8.2 og 8.3 er hins vegar að blönduðu perlurnar virðast auka endurskin blautrar málningarlínu verulega, nálega tvöfalda endurskinið að jafnaði fyrsta árið. Á öðru ári minnka yfirburðirnir vegna þess að stóru perlurnar losna smám saman úr línunni.

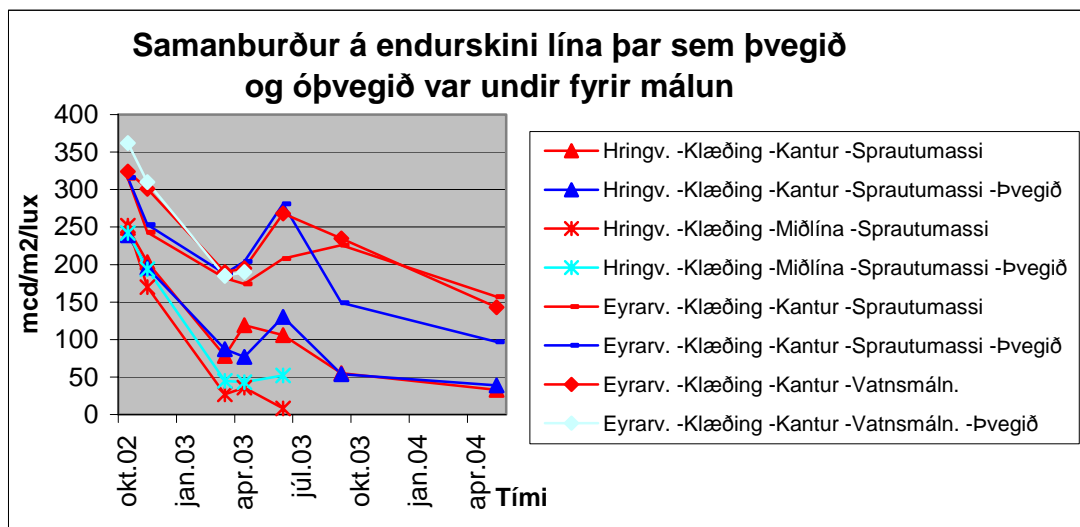
Þegar saman fer myrkur og bleyta eru það meðal erfiðustu aðstæðna á vegunum og ökumenn njóta þá einna minnstrar leiðsagnar af vegmerkingunum. Niðurstöðurnar sýna að við þessar aðstæður er málning með stórum perlum besta kantlína af þeim sem prófaðar voru og raunar einnig besta miðlína þar til hún fór að slitna. Þessi vegmerking er að vísu dýrari en hefðbundin málning en mun ódýrari en þunnur sprautumassi.



## 9 Þvottur undir vegmerkingu

Á þeim vegum sem skoðaðir voru eftir veturinn með tilliti til slits var reynt að greina hvort munur væri á línunum þar sem slitlag hafði verið þvegið nokkrum dögum áður en merkt var. Ekki var hægt að greina neinn mun.

Einnig var reynt að greina áhrif þvottsins með endurskinsmælingum, þar sem sambærilegar línur á annarsvegar þvegnum vegi og hins vegar óþvegnum voru bornar saman. Niðurstöður eru sýndar á mynd hér að neðan. Bláar línur eru þar sem þvegið var undir og rauðar línur þar sem óþvegið var.



*Mynd 9.1 Samanburður á endurskini lína sem þvegið og óþvegið var undir fyrir málun.*

Enginn marktækur munur er á þeim línunum sem þvegið var undir og á þeim sem ekki var þvegið undir.

## 10 Niðurstöður

Margt hefur verið skoðað í þessum prófunum og fjölbreytilegar ályktanir hægt að draga af þeim niðurstöðum sem fengist hafa. Það styrkir líka niðurstöðurnar að þær samræmast að öllu leyti niðurstöðum prófana sem gerðar voru í kringum Akrafjall 2000 - 2002, þar sem sambærilegir hlutir eru prófaðir. Í eftirfarandi fjórum undirköflum er lýst helstu niðurstöðum prófananna varðandi slitstyrk, endurskin, endurskin í bleytu og þvott á vegi.

### 10.1 Slitstyrkur

Slit er mest í miðlínunum. Við mat á slitstyrk kemur greinilega fram að þykktin skiptir miklu máli, 1,5mm þykkur sprautumassi endist best, þá 1mm sprautumassi og slökust er málning. Í miðlínunum er vart hægt að greina mun á slitstyrk þykkar og þunnar málningar.

Af sprautumössunum frá Cleanosol virðist 45S30 hafa svipaðan eða eitthvað minni slitstyrk en 31S25 sem notað hefur verið hér á undanförunum árum, enda glerinnihaldið þar nokkru hærra. Það er þó á mörkunum að þessi munur sé innan skekkjumarka prófunarinnar. Þegar glerinnihaldið er komið í 37% í 31-seríunni og 50% í 45-seríunni hefur slitstyrkurinn minnkað verulega. Þessar prófanir eru því í ágætu samræmi við þær viðmiðanir sem framleiðendur hafa gefið, að slitstyrkur minnki nokkuð þegar perlumagnið er fer yfir 25-30% í hefðbundnum massa eins og 31- seríunni frá Cleanosol og massanum frá Prismo og EKC, en 45-serían þoli eitthvað hærra hlutfall og 47-serían frá Cleanosol og massinn frá Norskilt þoli yfir 40% perlur án þess að slitstyrkur minnki.

Prismo massinn með 25% gleri virðist hafa sambærilegan slitstyrk við 31S25. Prófun á EKC efninu var of takmörkuð til að hægt sé að draga víðtækar ályktanir af henni en vísbendingar eru um að það hafi einnig sambærilegan slitstyrk.

Leysiefnamálningin entist afar stutt, enda voru reglur um lágmarkshitastig við málun brotnar. Þetta sýnir mikilvægi þess að reglum um hitastig sé fylgt eigi línurnar að hafa eðlilega endingu.

### 10.2 Endurskin

Endurskin sprautumassaðra miðlína fellur niður í 100-150 mcd/m<sup>2</sup>/lux á malbiki og 50-100 mcd/m<sup>2</sup>/lux á klæðingu þegar yfirborðsperlurnar hafa slitnað burt. Þótt X45S50 og X31S37 sé sýnilega meira slitnið en aðrar sprautumassaðar línur, eða hugsanlega vegna þess að það slitnar hraðar þá gefur það mesta endurskinið þar til það er orðið mikið slitnið. Það sést sæmilega á myndum 6.1 og 6.2 að endurskin slitinnar línu er meira eftir því sem perlumagnið í henni er meira og ekki fjarri að finnska þumalputtareglan um 20-30 mcd/m<sup>2</sup>/lux aukningu fyrir hver 10% í perlum standist.

Þar sem keyrt er út á öxl slitna kantlínur eins og miðlínur á lítið keyrðum vegum. Þar sem öxl er hins vegar óklædd þá uppfylla kantlínurnar fyrsta árið kröfur um 100 mcd/m<sup>2</sup>/lux endurskin og kantlínur sem höfðu yfir 300 fyrsta sumarið voru á bilinu 150 til 250 í apríl og 220 til 340 í júní árið eftir. Endurskin þeirra lækkaði því hóflega frá því árið áður. Á öðru ári féllu þær fyllilega jafn mikið og voru þá massarnir allir enn yfir 100 mcd/m<sup>2</sup>/lux mörkunum en málningin að skríða undir þau. Vafasamt hefði

verið að láta massana endast þriðja árið. Almennt má því segja að tilraunin staðfesti niðurstöðurnar fyrri prófana að ódýrar kantlínur virki eins vel og endist nánast jafn lengi og dýrar.

### 10.3 Endurskin í bleytu

Blönduðu perlurnar auka endurskin málningarlínu á blautum vegi verulega, nálega tvöfalda endurskinið að jafnaði. Línan er að vísu dýrari en hefðbundin málningarlína sem stafar aðallega af því að málningin þarf að vera tvöfalt þykkari til að halda stórum perlum, en hún er mun ódýrari en sprautumössuð lína. Aukið endurskin í bleytu er ekki það eina sem vinnst með þessum aukna kostnaði, línan er slitsterkari og einnig skiluðu blönduðu perlurnar sér í hærra endurskini í þurru veðri, enda eru stóru perlurnar í blöndunni tærari og endurkasta betur en hefðbundnar perlur.

Tilraun til að ná góðu endurskini í bleytu með stórum perlum eingöngu tókst ekki sérlega vel, kostnaður er nokkur og ávinningur lítill með einungis 500g/m<sup>2</sup> af perlum. Líklega þarf að fara í 1000g/m<sup>2</sup> til að ná árangri, þá hefur perlukostnaðurinn aukist um 15kr/m frá því sem nú er ef verktakarnir á annað borð ná að dreifa perlunum. Að nota einungis stórar perlur er því ekki spennandi valkostur við núverandi aðstæður.

### 10.4 Þvottur á vegi

Þær prófanir sem ýmist var þvegið undir eða ekki hafa ekki sýnt neinn ávinning af því að þvo veg fyrir merkingu að vori. Hvorki er hægt að greina útlitsmun né mun í endurskini. Á hluta Eyrarvegur var að vísu mikil mól og sandur í kantinum sem olli því að lína var strax nokkuð gloppótt. Þetta er óvenjulegt, yfirleitt er svona vegur sópaður áður en kemur að merkingum skv. upplýsingum frá Vegmerkingu. Þegar frá líður er þessi kaflur hins vegar ekki áberandi öðruvísi en aðrir kaflar og endurskin línunnar svipuð.