

Viðhaldsaðferðir

Valgeir Valgeirsson
Sigursteinn Hjartarson
Theodór Guðfinnsson
Ásbjörn Jóhannesson

| | |
|--|--|
| BUSL - samstarf um rannsókn- og þróunar- verkefni í vega- og gatnagerð | Skýrsla númer: S - 11 |
| Vegagerðin , Borgartúni 7, 105 Reykjavík sími: 563 1400, bréfasími: 562 2332 Borgarverkfræðingurinn í Reykjavík , Skúlatúni 2, 105 Reykjavík sími: 563 2300, bréfasími: 562 8082 Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins , Rb-Keldnaholti, 112 Reykjavík sími: 570 7300, bréfasími: 570 7311 Verkfræðideild HÍ , Hjarðarhaga 2-6, 107 Reykjavík sími: 525 4645, bréfasími: 525 4632 | Dagsetning: Mars 2003 |
| Höfundar: Valgeir Valgeirsson Sigursteinn Hjartarson Theodór Guðfinnsson Ásbjörn Jóhannesson | Heiti verkefnis: Viðhaldsaðferðir |
| Verkefnishópur: Valgeir Valgeirsson og Sigursteinn Hjartarson, Vegagerðinni, verkefnisstjórar Theodór Guðfinnsson, Gatnamálastofu Reykjavíkurborgar Ásbjörn Jóhannesson, Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins | Verkefnið kostað af: Rannsókn- og þróunarsjóði Vegagerðarinnar Gatnamálastofu Reykjavíkurborgar |
| Heiti skýrslu: Viðhaldsaðferðir | |
| Ágrip (markmið, aðferðir, niðurstöður): <p>Markmið verkefnisins er að leggja grundvöll að traustu og hagkvæmu viðhaldi á bundnum slitlögum. Snar þáttur í þessu markmiði eru tillögur um mismunandi viðhaldsaðferðir eftir slitlagsgerðum, ásamt upplýsingum um kostnað við þær, sem gera kleift að taka tillit til væntanlegs viðhaldskostnaðar þegar slitlagstegund er valin.</p> <p>Höfundar skýrslunnar hafa safnað saman ýmsum upplýsingum sem þeir telja að komi að gagni við mat á viðhaldsþörf, tiltækar viðhaldsaðferðir og kostnað við þær. Þeir hafa fyrst og fremst stuðst við eigin reynslu af viðhaldi í umsjá Vegagerðarinnar og Reykjavíkurborgar, en einnig sótt nokkuð í erlendar heimildir. Megináherslan er lögð á orsakir skemmda á bundnum slitlögum, viðhaldsaðferðir sem geta hentað í hverju tilviki fyrir sig og kostnað við þær. Fjallað er um viðhaldsstjórnun og sagt frá aðferðum til að safna gögnum um ástand slitlaga. Að síðustu er kynnt líkan sem má nota til að áætla endingu á bundnum slitlögum að teknu tilliti til slitlagsgerðar, efnisæða, umferðar og leyfilegrar hjólfaradýptar.</p> <p>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</p> | |
| Lykilorð: Viðhaldsaferðir, viðhaldskostnaður, skemmdir á slitlögum, PMS-kerfi, endingarlíkön | |
| Fjöldi blaðsíðna: 76 + 2 viðaukar | |

| | |
|--|---|
| BUSL - co-operation in the field of road research in Iceland. | Report number: S - 11 |
| Public Roads Administration , Borgartún 7, IS-105 Reykjavík tel: +354 563 1400, fax: +354 562 2332 Public Works, Municipality of Reykjavík , Skúlatún 2, IS-105 Reykjavík tel: +354 563 2300, fax: +354 562 8082 Icelandic Building Research Institute , Rb-Keldnaholt, IS-112 Reykjavík tel: +354 570 7300, fax: +354 570 7311 University of Iceland, Faculty of Engineering , Hjarðarhaga 2-6, IS-107 Reykjavík tel: +354 525 4654, fax: +354 525 4632 | Date: March 2003 |
| | Project: Maintenance methods for road surfacings |
| Author: Valgeir Valgeirsson Sigursteinn Hjartarson Theodór Guðfinnsson Ásbjörn Jóhannesson | Sponsor: Public Roads Administration Public Works, Municipality of Reykjavík |
| Working group: Valgeir Valgeirsson and Sigursteinn Hjartarson (project leaders), Theodór Guðfinnsson and Ásbjörn Jóhannesson. | |
| Report title: Maintenance methods for road and street surfacings | |
| Abstract: <p>The aim of this project is to establish a foundation for solid and economical maintenance of road and street surfacings. A substantial part of this undertaking is compelled to include explications of different maintenance methods regarding type of surfacing, as well as information on pertinent costs.</p> <p>The authors of this report have gathered various information which, in their opinion, could be of assistance in maintenance planning, especially on available maintenance methods and relevant costs. In this task, they have mainly drawn on their experience from maintenance projects carried out at The Municipality of Reykjavík and Public Roads Administration but some of the material is lent from foreign literature. The main emphasis is put on causes leading to road surface damages or deficiencies, appropriate repairing methods and appurtenant costs. Pavement management systems are touched upon as well as methods to collect information on the condition of road surfacings. Further, a model to predict the durability of road surfacings, given type, traffic, material quality and allowed rut depth, is presented.</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: Maintenance methods, maintenance costs, surface course damages, pavement management systems, durability model | |
| Language: Icelandic | Number of pages: 76 + 2 appendices |

FORMÁLI

Markmið þessa verkefnis er að leggja grundvöll að traustu og hagkvæmu viðhaldi á bundnum slitlögum. Viðhald á slitlögum krefst mikils fjármagns, og skiptir miklu að verja því á sem hagkvæmastan hátt. Einn liður í þeirri viðleitni er að semja viðhaldsstaðla sem tilgreina hvenær þörf sé á viðhaldi, hvert sé lágmarksviðhald, hvaða viðhaldsaðferðir komi til greina og hvernig framkvæmdum skuli hagað. Þessari skýrslu er ætlað að vera til hliðsjónar við samningu slíkra staðla. Hana má einnig nota sem leiðbeiningar um viðhald og viðhaldsaðferðir sem koma til greina hverju sinni, en notandanum er ætlað að vega þær og meta með hliðsjón af kringumstæðum.

Skýrslan er í tveim hlutum. Efnið í fyrri hlutanum er í stórum dráttum yfirlit um helstu slitlagsgerðir sem notaðar eru hérlendis, og líklegar orsakir skemmda með hliðsjón af niðurstöðum úttekta á slitlaginu. Í lokin er gerð stutt grein fyrir ýmsum mælitækjum til að meta nauðsyn á viðhaldi og kerfum til að forgangsraða viðhaldsverkefnum. Auk þess eru kynntir norskir og sænskir viðhaldsstaðlar og verklýsingar sem má hafa til hliðsjónar.

Í seinni hlutanum eru upplýsingar um viðhaldsaðferðir sem geta komið til álita þegar viðhalds er þörf, reynslu af þeim og upplýsingar um kostnað við viðhaldsaðferðir. Kostnaðartölurnar eru frá árinu 2000 og úreltar, en þær má nota til samanburðar á viðhaldsaðferðum. Í viðaukum eru töflur sem má nota til að spá um endingu helstu slitlagsgerða með hliðsjón af umferð, eiginleikum steinefnis og leyfðri hjólfaradýpt.

Verkefnið var sett á laggirnar að frumkvæði Slitlaganefndar BUSL. Það var kostað til helminga af Reykjavíkurborg og Rannsókn- og þróunarsjóði Vegagerðarinnar. Valgeir Valgeirsson, Vegagerðinni, stýrði verkefninu lengst af en Sigursteinn Hjartarson, Vegagerðinni, tók við stjórninni eftir að Valgeir hvarf til annarra starfa. Með þeim í verkefnisstjórn sátu Ásbjörn Jóhannesson, Rannsóknastofnun byggingar-iðnaðarins og Theodór Guðfinnsson, Gatnamálastofu Reykjavíkurborgar.

EFNISYFIRLIT

| | |
|---|-----------|
| 1. INNGANGUR | 7 |
| 2. FYRIRMÆLI UM VIÐHALD | 9 |
| 2.1 Ákvæði laga og reglugerða | 9 |
| 2.2 Viðhaldsstaðlar og verklýsingar | 9 |
| 2.3 Erlendir staðlar og verklýsingar | 9 |
| 3. HELSTU GERÐIR BURÐARLAGA OG SLITLAGA | 11 |
| 3.0 Almenn | 11 |
| 3.1 Burðarlög úr mól og púkki | 11 |
| 3.2 Bikbundin burðarlög | 12 |
| 3.3 Sementsbundin burðarlög | 12 |
| 3.4 Malarslitlög | 12 |
| 3.5 Húðir | 13 |
| 3.6 Klæðingar | 14 |
| 3.7 Malbik | 15 |
| 3.8 Repave | 16 |
| 3.9 Aðrar slitlagsgerðir | 17 |
| 4. ORSAKIR SKEMMDA Á BIKBUNÐNUM SLITLÖGUM | 18 |
| 4.0 Almenn | 18 |
| 4.1 Hjólför | 18 |
| 4.2 Kantsprungur | 19 |
| 4.3 Langsprungur | 19 |
| 4.4 Þversprungur | 20 |
| 4.5 Sprungur í hjólförum | 21 |
| 4.6 Opnir saumar | 21 |
| 4.7 Sprungunet | 21 |
| 4.8 Ýfi | 22 |
| 4.9 Aðskilnaður í malbiki | 23 |
| 4.10 Blæðingar | 24 |
| 4.11 Steintap | 25 |
| 4.12 Brotholur | 25 |
| 4.13 Flögnun | 26 |
| 4.14 Öldrun | 26 |
| 4.15 Slit á klæðingum | 27 |
| 5. ORSAKIR SKEMMDA Á STEYPTUM SLITLÖGUM | 28 |
| 5.0 Almenn | 28 |
| 5.1 Hjólför | 28 |
| 5.2 Langsprungur | 28 |
| 5.3 Þversprungur | 28 |
| 5.4 Hornsprungur | 29 |
| 6. VIÐHALDSSTJÓRNUN | 30 |
| 6.0 Almenn | 30 |
| 6.1 Stýring á viðhaldi með viðhaldsstjórnunarkerfum | 30 |
| 6.2 Ákvarðanir um viðhald | 30 |
| 6.3 Mælingar og úttektir á ástandi | 31 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 7 | VIÐHALDSADFERÐIR | 35 |
| 7.0 | Almennt | 35 |
| 7.1 | Styrkingar | 35 |
| 7.1.0 | Almennt | 35 |
| 7.1.1 | Festun með froðubiki | 37 |
| 7.1.2 | Festun með bikþeytu | 38 |
| 7.1.3 | Festun með sementi | 39 |
| 7.1.4 | Styrking með biksmygnu þúkki | 40 |
| 7.1.5 | Styrking með þúkki | 41 |
| 7.1.6 | Styrking með mulinni grús | 42 |
| 7.1.7 | Styrking með undirlagsmalbiki | 43 |
| 7.2 | Afrétting á bundnum slitlögum | 44 |
| 7.3 | Viðhald á malarslitlögum | 45 |
| 7.3.1 | Endurnýjun malarslitlaga með unnu efni | 45 |
| 7.3.2 | Endurnýjun malarslitlaga með óunnu efni | 46 |
| 7.3.3 | Endurnýjun malarslitlaga með unnu efni lagt með malardreifara | 47 |
| 7.4 | Viðhald á klæðingum | 48 |
| 7.4.1 | Einföld klæðing með þunnbiki og óflokkaðri mól | 48 |
| 7.4.2 | Einföld klæðing með þunnbiki og flokkaðri mól | 49 |
| 7.4.3 | Tvöföld klæðing með þunnbiki og flokkaðri mól | 50 |
| 7.4.4 | Tvöföld klæðing með þunnbiki, með mól í fyrra lagi en flokkuðu efni í seinna lagi | 51 |
| 7.4.5 | Hjólfarafylling með klæðingu | 52 |
| 7.4.6 | Hjólfarafylling með Ralumac | 53 |
| 7.4.7 | Hjólfarafylling og yfirlögn með Repave | 54 |
| 7.4.8 | Viðgerð á klæðingu | 55 |
| 7.5 | Viðhald á malbiksslitlögum | 56 |
| 7.5.1 | Hjólfarafylling og yfirlögn með Repave | 56 |
| 7.5.2 | Hjólfarafylling með Ralumac | 57 |
| 7.5.3 | Hjólfarafylling með malbiki | 58 |
| 7.5.4 | Fræsun og yfirlögn | 59 |
| 7.5.5 | Malbikun, yfirlag 8 | 60 |
| 7.5.6 | Malbikun, yfirlag 8 SMA | 61 |
| 7.5.7 | Malbikun, yfirlag 12 | 62 |
| 7.5.8 | Malbikun, yfirlag 12 SMA | 63 |
| 7.5.9 | Malbikun, yfirlag 16 | 64 |
| 7.5.10 | Malbikun, yfirlag 16 SMA | 65 |
| 7.5.11 | Viðgerðir á brotholum í malbiki | 66 |
| 7.5.12 | Viðgerðir á veituskurðum í malbiki | 67 |
| 7.5.13 | Viðgerðir á flögnun og slitholum í malbiki | 68 |
| 7.6 | Viðhald á steiptum slitlögum | 69 |
| 7.6.0 | Almennt | 69 |
| 7.6.1 | Hjölför | 69 |
| 7.6.2 | Sprungur og fúgur | 71 |
| 7.6.3 | Sár og fleiður | 71 |
| 7.6.4 | Ýfi | 71 |
| 7.6.5 | Hemlunarviðnám | 72 |

| | | |
|----------|----------------------|-----------|
| 8 | ENDINGARLÍKÖN | 73 |
| 8.0 | Almennt | 73 |
| 8.1 | Malbik | 73 |
| 8.2 | Steypa | 74 |

| | |
|------------------|-----------|
| HEIMILDIR | 75 |
|------------------|-----------|

TÖFLUR

| | | |
|-----|--|----|
| 3.1 | Burðarlagsstyrkingar með mól 1995-1999 | 11 |
| 3.2 | Burðarlagsstyrkingar með biki 1995-1999 | 12 |
| 3.3 | Endurnýjun malarslitlaga 1995-1999 | 13 |
| 3.4 | Notkun klæðinga á þjóðvegum 1995-1999 | 14 |
| 3.5 | Framleiðsla malbiks 1995-1999 | 15 |
| 3.6 | Endurnýjun slitlaga með Repave í veghaldi Vegagerðarinnar 1996-1999 | 17 |

MYNDIR

| | | |
|------|---|----|
| 4.1 | Hjólför vegna slits | 18 |
| 4.2 | Hjólför vegna sigs | 18 |
| 4.3 | Hjólför frá skriði | 19 |
| 4.4 | Kantsprungu | 19 |
| 4.5 | Langsprungur, lélegt burðarlag og frostlyfting | 20 |
| 4.6 | Langsprungur vegna breikkunar | 20 |
| 4.7 | Þversprungu | 20 |
| 4.8 | Opinn saumur | 21 |
| 4.9 | Smágert sprungunet, veikleiki í efra burðarlagi | 22 |
| 4.10 | Ýfi | 23 |
| 4.11 | Aðskilnaður | 23 |
| 4.12 | Blæðing | 24 |
| 4.13 | Steintap í malbiki | 25 |
| 4.14 | Steintap á háu stigi | 25 |
| 4.15 | Brotholur | 26 |
| 4.16 | Flögnun | 26 |
| 4.17 | Öldrun í slitlagi | 26 |
| 4.18 | Slit á klæðingu, steinlos | 27 |
| 5.1 | Langsprunga í steyptu slitlagi | 28 |
| 5.2 | Þversprungu í steyptu slitlagi | 28 |
| 5.3 | Hornsprunga í steyptu slitlagi | 29 |
| 6.1 | Mæling á sliti | 32 |
| 8.1 | Ending Y16 SMA úr steinefni með kvarnargildi 7 við umferðarhraðann 60 km/klst. | 74 |

VIÐAUKAR

- Viðauki 1
- Viðauki 2

1. INNGANGUR

Á síðastliðnum 25 árum hafa orðið miklar breytingar á umferð og vegakerfinu. Helstar eru þessar:

- Í fyrsta lagi hefur hlutur bundinna slitlaga aukist mikið á vegakerfinu. Árið 1975 voru aðeins um 160 km (2 %) þjóðvega (sýsluvegir¹ ótaldir) lagðir bundnu slitlagi². Í Reykjavík voru á sama tíma 220 km (86 %) gatna með bundnu slitlagi³. Árið 1999 voru samsvarandi tölur 3560 km (43 %) fyrir stofn- og tengivegi⁴ og 380 km (100 %) í Reykjavík⁵ en þá eru meðtaldir 40 km sem nú tilheyra stofn- og tengivegum (í veghaldi Vegagerðarinnar).
- Í öðru lagi komu negldir hjólbardar til sögunnar fyrir um það bil 35 árum⁶. Þeir náðu fljótt miklum vinsældum og allar götur síðan hefur um fjórðungur bílaumferðar á höfuðborgarsvæðinu verið akstur á negldum hjólbörðum.
- Í þriðja lagi hefur umferðin aukist og þyngst. Nákvæmar tölur um fjölda ekinna km eru ekki tiltækar en lauslegar áætlanir gefa til kynna að á stofn- og tengivegum hafi hann að minnsta kosti tvöfaldast á tímabilinu 1975-2000 þótt lengd vega af þessari gerð hafi staðið í stað. Ljóst er að þungaflutningar, taldir í eignum tonnkm, hafa aukist enn meira því vöruflutningar með strandferðaskipum hafa dregist saman á þessu tímabili en aukist á vegum að sama skapi. Þar til viðbótar koma verulegir flutningar á fiski frá fiskmörkuðum í vinnslustöðvar. Lauslega áætlað hafa þessir flutningar þrefaldast á tímabilinu 1975-2000, úr 200 í 600 milljónir tonnkm. Jafnframt hefur leyfður öxulþungi aukist úr 6 tonnum⁷ í 10 tonn⁸ og þar á ofan er notkun einfaldra hjóla á breiðum dekkjum (supersingles) undir þungaflutningabilum farin að ryðja sér til rúms. Á mótí kemur að vegir hafa víða verið styrktir á þessu tímabili og takmarkanir á öxulþunga vegna aurbleytu dregist verulega saman.

Áhrif framantalinna breytinga á viðhald eru í stuttu máli:

- Viðhald á malarslitlögum hefur dregist saman en aukist á bundnum slitlögum.
- Við breytingu úr malarslitlagi í bundið hefur viðhaldstíðni minnkað en hver viðhaldsaðgerð er orðin dýrari og tæknilega flóknari.
- Meginorsök viðhalds á vegum og götum með umferð um og yfir 3000 ÁDT eru hjólför sem stafa af nagladekkjasliti.
- Aukin þungaumferð og hærri öxulþungi á vegum með bundið slitlag hefur orðið til þess að skemmdir á þeim vegna of lítils burðarþols fara vaxandi, einkum á þjóðvegakerfinu. Skemmdir af þessum toga krefjast styrkingar á burðarlagi. Þar við bætist að vegir, sem voru styrktir undir bundið slitlag á tímabilinu 1975-1980, voru hannaðir til 20 ára svo að ending þeirra er nú á þrotum og þeir þarfnast frekari styrkingar.

Af þessari upptalningu ætti að vera ljóst að viðhald hefur tekið miklum breytingum á síðasta aldarfjórðungi. Auk þess hefur mikið fjármagn þegar verið sett í bundin

¹ Sýsluvegir heita nú safnvegir. Til þeirra teljast vegir að öllum býlum sem búseta er á og ekki eru tengd með stofnvegi eða tengivegi. Ennfremur vegir að kirkjustöðum, opinberum skólum og öðrum opinberum stofnunum í dreifbýli, og í þéttbýli með minna en 200 íbúa [Lög nr. 45, 1994].

² Samgönguráðherra 1975.

³ NVF 1976.

⁴ Samgönguráðherra 2000.

⁵ Gatnamálastjóri 2000.

⁶ Ingi Ú. Magnússon og Stefán Hermannsson 1973.

⁷ Dóms- og kirkjumálaráðuneytið 1964.

⁸ Dóms- og kirkjumálaráðuneytið 1995.

slitlög og markvisst viðhald er nauðsynlegt til að þessi fjárfesting nýtist eins vel og kostur er. Þeir sem stýra viðhaldi á vegum og götum eiga í stöðugum línudansi milli nauðsynlegs viðhalds og frestunar á því vegna fjárskorts, sem leiðir til skerðingar á fjárfestingunni. Þeir eru þess vegna sífellt á höttunum eftir hagkvæmum viðhaldsaðferðum og reyna eftir föngum að minnka viðhaldskostnað án þess þó að skerða nauðsynlegt viðhald um of.

Ein leið af mörgum til að hagræða í viðhaldi er að semja viðhaldsstaðla sem kveða á um hvenær sé kominn tími til viðhalds og í hverju viðhaldið skuli vera fólgið. Enda þótt viðhald sé orðið snar þáttur í veghaldi, bæði í þéttbýli og utan þess, er lítið til af íslenskum fyrirmælum um viðhald sem nefna mætti viðhaldsstaðla þótt þeir, ásamt PMS-kerfum⁹, séu snar þáttur í hagkvæmu og markvissu viðhaldi. Nauðsynleg undirstaða fyrir slíka staðla eru upplýsingar um viðhaldsaðferðir sem eiga við hverju sinni, hvaða þær kosta og hvernig þær muni duga. Þessi skýrsla er samantekt á ýmsum upplýsingum um viðhaldsaðferðir og kostnað við viðhald, með öðrum orðum vísir að viðhaldsstaðli.

⁹ PMS er ensk skammstöfun fyrir PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEM sem er einskona stýrikerfi eða hjálpartæki sem stjórnandi viðhalds getur notað til að leita uppi hagkvæmstu aðferðina til að halda vegakerfi í viðunandi ástandi yfir tiltekið tímabil.

2. FYRIRMÆLI UM VIÐHALD

2.1 Ákvæði laga og reglugerða

Vegalög¹⁰ fjalla lítillega um viðhald á vegum. Í 5. grein þeirra segir að Vegagerðin sé veghaldari þjóðvega og í 2. grein sömu laga eru taldar upp skyldur veghaldara, þar á meðal viðhald vega. Ennfremur segir í 50. grein að Vegagerðin skuli, svo fljótt sem við verður komið eftir að hún hefur fengið vitneskju um skemmdir á þjóðvegum sem eru hættulegar umferð, láta gera við þær eða merkja hina hættulegu staði þar til viðgerð hefur farið fram.

2.2 Viðhaldsstaðlar og verklýsingar

Vegagerðin hefur gefið út rit sem fjallar um hlutverk og markmið Vegagerðarinnar¹¹. Þar eru sett fram markmið um viðhald vega samkvæmt staðli. Eiginlegur viðhaldsstaðall hefur enn ekki verið saminn, en hann er í undirbúningi hjá Vegagerðinni. Til er þjónustustaðall, sem segir til um hvenær eigi að fara í minniháttar viðgerðir¹². Einnig er lítillega fjallað um viðhald í almennri verklýsingu Vegagerðarinnar¹³ sem eiginlega er verklýsing fyrir nýbyggingar. Ennfremur gefur Vegagerðin út orðsendingar og tilmæli sem að efni til eru áréttingar um þjónustu.

Reykjavíkurborg hefur engan viðhalds- eða þjónustustaðal, en vísar til almennrar verklýsingar Vegagerðarinnar auk eigin verklýsinga.

Reykjavíkurborg og Vegagerðin eru um þessar mundir (2000) að skoða möguleika á að taka í notkun vélrænt viðhaldsstjórnunarkerfi (ROSY) og þar verða skilgreind viðmiðunarmörk fyrir viðunandi ástand vega og gatna.

2.3 Erlendir staðlar og verklýsingar

Vegagerðin hefur notað norska staðla til hönnunar og að nokkru leyti sótt fyrirmyndir að eigin stöðlum og verklýsingum þangað. Þess vegna er efnið í þessum kafla að nokkru miðað við norska staðla en til samanburðar er einnig sagt frá sænskum stöðlum og verklýsingum, enda eru aðstæður í þessum löndum um sumt svipaðar því sem gerist hérlendis.

*Norskur viðhaldsstaðall*¹⁴ notar skilakröfur til að stýra viðhaldi. Gerðar eru kröfur um ástand vegakerfisins sem taka mið af umferð og séu kröfurnar ekki uppfylltar kallar það á viðhald. Kröfurnar eru miðaðar við þjóðhagslega hagkvæmni en gera einnig ráð fyrir að endingartími og skil mannvirkjanna verði í samræmi við fyrirfram gerðar áætlanir.

Í norska viðhaldsstaðlinum eru meðal annars ákvæði sem varða leyfilega hjólfaradýpt, ýfi, hemlunarviðnám, sprungur, þverhalla, holur og hæðarmismun milli slitlags og axlar.

*Sænskur viðhaldsstaðall*¹⁵ hefur verið felldur inn í almennar verklýsingar sænsku vegagerðarinnar. Hvað viðhald snertir eru þær annars vegar hjálpartæki til að meta ástand vega, þar á meðal slitlaga, hins vegar hönnunarstaðall fyrir úrbætur sem taldar eru nauðsynlegar á grundvelli ástandskönnunar. Í staðlinum eru kaflar um mat á

¹⁰ Lög nr. 45, 1994.

¹¹ Vegagerðin 1994.

¹² Vegagerðin 1998.

¹³ Vegagerðin 1995.

¹⁴ Statens vegvesen 1999.

¹⁵ Vägverket 2000.

ástandi malarslitlaga og steyptra slitlaga, en um bikbundin slitlög er látið nægja að vísa í handbækur frá sænsku vegagerðinni¹⁶ og sænska sveitarfélagasambandinu¹⁷.

Í fyrirnefndu handbókinni er meðal annars kveðið á um að yfirborð vega skuli vera einsleitt og samfelt; að sprungur í slitlagi eða hæðarmismunur milli slitlags og axla, sem geti skapað hættu fyrir vegfarendur, þar á meðal á reiðhjóli, megi ekki koma fyrir; um hámarksýfi á slitlagi langs og þvers, þar á meðal hjólfaradýpt; um hemlunarviðnám og um þverhalla, þannig að vegfarendur geti ferðast um veginn hættulaust. Einnig er gerð krafa um að vegurinn sé nægilega sléttur til að vetrarviðhald komi að fullu gagni. Fyrir vegakerfið sem heild er gerð krafa um að því sé haldið í viðunandi ástandi þannig að virði veganna (vægkapitalet) minnki ekki og einnig á að lágmarka samanlagðan kostnað vegna umhverfis, slysa, flutninga og viðhalds. Undir þessum lið er megináherslan lögð á ýfi og hjólfaradýpt. Ákvæði um hjólfaradýpt og ýfi eru sundurliðuð eftir vegflokki (þ. e. umferð) og eru flóknari en svo að hægt sé að gera grein fyrir þeim í stuttu máli.

Síðarnefnda handbókin fjallar fyrst og fremst um skemmdir á bundnum slitlögum, orsakir þeirra og umfang, hværrar tegundar þær eru og hversu alvarlegar. Hún kemur að notum við úttektir á ástandi bundinna slitlaga en fjallar ekki um skemmdir á malarslitlögum eða steypum slitlögum. Þeim eru hins vegar gerð skil í almennum verklýsingum sænsku vegagerðarinnar¹⁸.

¹⁶ Vägverket 1990.

¹⁷ Svenska Kommunförbundet 1994.

¹⁸ Vägverket 2000:kafar I og J.

3. HELSTU GERÐIR BURÐARLAGA OG SLITLAGA

3.0 Almennt

Til yfirlits má skipta slitlögum og burðarlögum í nokkra flokka. Helstu gerðir burðarlaga eru:

- Burðarlag úr mól og púkki.
- Bikbundið burðarlag.
- Sementsbundið burðarlag.

Helstu gerðir slitlaga eru:

- Malarslitlag.
- Klæðing.
- Malbik.
- Steypa.
- Húð.

Auk þessara gerða má nefna olíumöl sem var talsvert notuð á tímabili en er nú aðeins notuð á takmörkuðu svæði á Austurlandi; olíumalbik, sem var notað nokkuð í þéttbýli úti á landi um tíma en er nú úrelt; froðumalbik og þeytumalbik sem hvorutveggja hefur aðeins verið notað í tilraunaskyni hérlendis og að lokum bikþeytuklæðingar, sem einnig voru lagðar í tilraunaskyni en reyndust misjafnlega.

Hér á eftir er helstu gerðum burðarlaga og slitlaga lýst með áherslu á notkun þeirra til viðhalds.

3.1 Burðarlög úr mól og púkki

Þetta er algengasti flokkur burðarlaga. Burðarlag er oftast tvískipt, efra og neðra burðarlag, og í efra burðarlag er notað vandaðra efni en það neðra. Jafnframt er efra burðarlag oftast gert úr tveim lögum, hið neðra úr 50 mm efni en hið efra er þunnt jöfnunarlag úr 25 mm efni. Efniskröfur eru tilgreindar í ALVERK '95¹⁹ en megináhersla er lögð á að efnið sé nægilega sterkt, ekki frostnæmt og að sáldurferillinn sé innan tiltekinna marka.

Efra burðarlag er ýmist malað eða harpað, oftast úr lausum jarðsetum og stærsta kornastærð er venjulega um 50 mm. Neðra burðarlag er venjulega óunnið.

Púkk hefur einkum verið notað í burðarlög undir þunga umferð. Efnið er malað, oftast úr sterku, sprengdu bergi eða bögglabergi. Stærsta kornastærð er á bilinu 50 til 100 mm.

Tafla 3.1 sýnir styrkingar burðarlaga með mól á fimm ára tímabili í veghaldi Vegagerðarinnar, mældar í efnismagni og styrktum km²⁰.

Tafla 3.1: Burðarlagsstyrkingar með mól 1995-1999.

| Ár | Efnismagn þús. m ³ | Styrkingar km |
|------|----------------------------------|------------------|
| 1995 | 220 | 103 |
| 1996 | 149 | 112 |
| 1997 | 117 | 78 |
| 1998 | 153 | 103 |
| 1999 | 261 | 181 |

¹⁹ Vegagerðin 1995:45ff.

²⁰ Samgönguráðherra 2000 og tilsvareandi þingskjöl aftur til ársins 1996.

3.2 Bikbundin burðarlög

Bikbundin burðarlög eru gerð úr möluðu eða hörpuðu steinefni með sáldurferil innan tiltekinna marka og bikbindiefni, venjulega SB 180 eða froðubiki. Algengustu gerðir eru U16, festun með froðubiki og biksmygið púkk.

U16. Þetta er malbik sem er blandað í malbikunarstöð, lagt með útlagningarvél og síðan valtað. Stærsta kornastærð er 16 mm. Efniskröfur eru tilgreindar í ALVERK '95²¹. Þær eru svipaðar og fyrir slitlag en nokkuð vægari.

Festun með froðubiki. Þetta burðarlag er blandað á staðnum og er notað til að binda finefni, sem hefur myndast undir umferð í gömlu burðarlagi, og hindra vatnsdrægni þess. Venjulega er notað malarefni úr burðar- og slitlagi sem fyrir er, en aukið með viðbótarefni ef þurfa þykir. Kröfur til steinefnis eru vægar en grófara efni en 50 mm er fjarlæggt. Síðan er malarlagið fræst í 10-15 cm dýpt eða svo og 3,5-4,0 % af bindiefni í formi bikfroðu blandað saman við um leið. Efniskröfur eru tilgreindar í ALVERK '95²¹.

Biksmygið púkk. Fyrst er púkkið lagt í 50-100 mm þykku lagi með hefli eða útlagningarvél, því næst valtað, þétt með smærra steinefni og valtað aftur, en síðan er bindiefninu, sem venjulega er þunnbik, dreift yfir. Efniskröfur eru tilgreindar í ALVERK '95²² en kröfur til steinefnis eru nokkuð strangar.

Tafla 3.2 sýnir styrkingar burðarlaga með biki á fimm ára tímabili í veghaldi Vegagerðarinnar, mældar í efnismagni og styrktum km²³.

Tafla 3.2: Burðarlagsstyrkingar með biki 1995-1999.

| Ár | Efnismagn þús. m ³ | Styrkingar km |
|------|----------------------------------|------------------|
| 1995 | 14 | 12 |
| 1996 | 21 | 24 |
| 1997 | 14 | 14 |
| 1998 | 9 | 10 |
| 1999 | 20 | 27 |

3.3 Sementsbundin burðarlög

Aðeins ein gerð af sementsbundnum burðarlögum, sementsfestun, hefur verið notuð hérlandis, og hingað til aðeins í tilraunaskyni. Aðferðin er um margt svipuð festun með froðubiki nema hvað sement er notað sem bindiefni í stað froðubiks. Henni er lýst stuttlega í kafla 7.1.3. Steypt slitlög virka einnig sem sementsbundin burðarlög þegar malbik hefur verið lagt yfir þau.

3.4 Malarslitlög

Í malarslitlög er notað efni með þéttum sáldurferli, 0-16 eða 0-20 mm, oftast malað, sjaldnar harpað, einstaka sinnum óunnið. Fínefnið sem er oftast 10-15 %, virkar sem bindiefni og er gjarna haft leirkennt ef kostur er. Malarslitlög eru oft rykbundin, oftast með venjulegu salti eða sjó, sjaldnar með kalsíumklóríði.

Malarslitlag er yfirleitt ekki notað þar sem sumarumferð er meiri en 500 bílar/dag og þessi mörk fara lækkanði. Nú eru um það bil 4600 km af stofn- og tengivegum Vegagerðarinnar með malarslitlagi og eru þá ótaldir safnvegir, um 2300 km, og

²¹ Vegagerðin 1995:48ff.

²² Vegagerðin 1995:50ff.

²³ Samgönguráðherra 2000 og tilsvarendi þingskjöl aftur til ársins 1996.

landsvegir, um 2200 km, sem flestir eru með malarslitlagi. Af stofn- og tengivegum með malarslitlagi eru um 2700 km með sumarumferð minni en 100 bílar/dag og 4000 km með sumarumferð minni en 200 bílar/dag. Umferð á malarvegum talin í eignum km er lítil (8%) í samanburði við bundin slitlög (92%)²⁴.

Skilyrði fyrir velheppnuðu malarslitlagi er góð afvötnun og rásir til að taka við vatninu. Í slitlaginu verður að vera nóg finefni til að binda mólina saman og til að rykbinding komi að fullu gagni. Burðarlagið þarf að vera í lagi og slitlagið ryklaust og slétt. Á mörgum stöðum er erfitt að útvega malarefni með nógu finefni. Þá er oft látið duga að nota nærtækt efni þótt það sé ekki að öllu leyti heppilegt, og hefur það oft átt sinn þátt í að til eru malarslitlög með lausamöl og mikilli rykmyndun. Í mörgum tilfellum hefur þessum slitlögum ekki verið sinnt sem skyldi í viðhaldinu og má áætla að um helmingur malarvega hafi ekkert eiginlegt slitlag vegna vöntunar á mölburði. Sumir þessara vega eru ekki uppbyggðir og því varla viðhaldshæfir.

Helstu gerðir malarslitlags eru:

- Malarslitlag með möluðu efni.
- Malarslitlag með hörpuðu efni.
- Malarslitlag með óunnu efni.

Helstu viðhaldsaðferðir eru endurmótun með “djúpheflun”, heflun, rykbinding, styrking og mölburður. Tafla 3.3 sýnir endurnýjun malarslitlaga á fimm ára tímabili í veghaldi Vegagerðarinnar, mældi í km²⁵.

Tafla 3.3: Endurnýjun malarslitlaga 1995-1999.

| <i>Ár</i> | <i>Óunnið efni km</i> | <i>Unnið efni km</i> | <i>Alls km</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|--------------------|
| 1995 | 35 | 335 | 370 |
| 1996 | 51 | 439 | 490 |
| 1997 | 59 | 469 | 528 |
| 1998 | 55 | 502 | 557 |
| 1999 | 63 | 464 | 527 |

Meginkostur malarslitlaga er lítil stofnkostnaður og ódýrt viðhald ef umferðin er lítil. Helstu gallarnir eru rykmyndun, lausamöl og steinkast, óþrif á bílum, óslétt, oft holótt yfirborð og viðhaldskostnaður eykst hratt með umferð.

3.5 Húðir (húðun)

Húðir (slurry seal, microseal) eru eingöngu notaðar til viðhalds á gömlum slitlögum. Þær eru blanda af steinefnum með þéttum sáldurferli, 0-5, 0-8 eða 0-11 mm og bindiefni. Efnunum er blandað saman á staðnum jafnharðan og efnið er lagt út. Blandan er lögð með sleða í þunnu lagi, oftast 10-15 mm, þó allt upp í 30 mm í hjólförum. Slitlagið þolir umferð 15-30 mínútum eftir útlögn.

Eina gerðin af húðum sem hefur verið notuð hérlandis er Ralumac. Í hana er notuð bikþeyta sem er blönduð gúmmíefni (latex), viðloðunarefni (Peral) og fjölliðum (polymer). Auk þess er bætt sementi í blönduna. Úr þessu verður seig, þunn húð sem hefur mjög gott hemlunarviðnám.

Notkun Ralumac er lítil hérlandis. Það hefur fyrst og fremst verið notað til afréttingar (hjólfarafyllinga) og til viðgerða á klæðingaköntum. Í litlum mæli hefur það verið notað sem yfirlag á gömul bikbundin slitlög sem farin eru að trosna, og til

²⁴ Samgönguráðherra 2000.

²⁵ Samgönguráðherra 2000 og tilsvarendi þingskjöl aftur til ársins 1996.

yfirlagnar þar sem blæðing hefur átt sér stað. Steinefnið þarf að vera hreint og hafa góða viðloðunareiginleika gagnvart bindiefninu. Slitlagið má leggja á rakt undirlag, þó ekki pollótt.

Hérlandis hefur Ralumac ekki reynst vel sem slitlag (til dæmis sem hjólfarafylling án yfirlagnar) þar sem umferð er mikil, vegna þess að það slitnar mjög hratt undir negldum hjólbörðum. Það hefur einnig tilhneigingu til að flagna af gömlum slitlögum, sem ef til vill stafar af ónógum undirbúningi.

Erlendis hefur Ralumac verið notað með góðum árangri þar sem negldir hjólbarðar eru lítið eða ekkert notaðir, meðal annars sem yfirlag á hraðbrautir²⁶.

3.6 Klæðingar

Klæðing er blanda af steinefni (möluðu) og stungubiki sem er þynnt með terpentínu (white spirit). Þó eru til klæðingar úr bikþeytum og jafnvel froðubiki. Í bindiefnið er ávallt blandað viðloðunarefni. Steinefnið er ýmist flokkað (algengustu flokkarnir eru 8-11 mm og 11-16 mm) eða óflokkað (0-20 mm). Bindiefnið er oftast þunnbik, stungubik (SB 180) sem er blandað 8-11 % af white spirit. Útlögnin gengur þannig fyrir sig að fyrst er bindiefninu, u.þ.b. 2 l/m², sprautað á veginn með sérstökum dreifibíl og ofan á það er dreift steinefni (u.þ.b. 15 kg/m²). Ofan á jöfnunarlag (í nýbyggingum) eru venjulega lögð tvö lög strax en eftir það (í viðhaldi) er eitt lag látið nægja.

Klæðing með flokkuðu efni hefur verið notuð í tilraunaskyni á vegi með allt að 5000 bíla/dag en að jafnaði er hún ekki notuð þar sem umferð er meiri en 3000 bílar/dag. Klæðing með óflokkuðu efni er yfirleitt ekki notuð nema þar sem umferð er undir 300 bílar/dag.

Um það bil 3600 km af stofn- og tengivegum Vegagerðarinnar eru með bundnu slitlagi og þar af eru um 95 % klæðing, enda er hún algengasta bundna slitlag í öllum umdæmum Vegagerðarinnar öðrum en Reykjanesumdæmi. Klæðing er ekki notuð í þéttbýli á höfuðborgarsvæðinu en nokkuð í öðrum sveitarfélögum.

Helstu gerðir klæðinga eru:

- Klæðing með flokkuðu efni.
- Klæðing með mól.

Auk þess er klæðingum með flokkuðu efni skipt niður eftir hámarksstærð efnis.

Tafla 3.4 sýnir notkun klæðinga á þjóðvegum 1995-1999²⁷.

Tafla 3.4: Notkun klæðinga á þjóðvegum 1995-1999.

| Ár | Útlögð klæðing, þús. m ² | | |
|------|-------------------------------------|---------------|------|
| | Flokkað efni | Óflokkað efni | Alls |
| 1995 | 988 | 1313 | 2301 |
| 1996 | 1400 | 851 | 2251 |
| 1997 | 1396 | 742 | 2138 |
| 1998 | 1544 | 935 | 2479 |
| 1999 | 1555 | 1078 | 2633 |

Helstu kröfur til steinefnis eru góð viðloðun við bindiefni og nægilegur styrkleiki. Undirlagið þarf að hafa nægilegt burðarþol og vera slétt, til dæmis þarf að fylla hjólför í undirlagi ef einhver eru. Klæðing réttir ekki af ójöfnur í undirlagi.

²⁶ Københavns asfaltkompagni s.a.

²⁷ Samgönguráðherra 2000 og tilsvarendi þingskjöl aftur til ársins 1996.

Algengasta viðhald á klæðingum eru blettanir með klæðingu eða nýtt klæðingarlag. Stundum þarf þó að styrkja burðarlagið, sem ýmist er gert með festun eða styrkingu með mól, og þá þarf yfirleitt að leggja tvöfalda klæðingu yfir á sama ári.

Helsti gallinn á klæðingu er að hún styrkir veginn ekkert og lagfærir ekki ýfi, en á móti kemur hversu ódýr hún er. Ending klæðinga hefur verið mjög misjöfn og eru margar ástæður fyrir því, t.d lélegt efra burðarlag, of mikil umferð, skemmdir eftir snjómokstur og lélegt steinefni. Tilraunir hafa verið gerðar með klæðingar úr bikþeytum²⁸ (m. a. Surphalt) og þeim verður haldið áfram.

3.7 Malbik

Malbik (stungumalbik) er framleitt úr upphituðum steinefnum með sáldurferli innan tiltekinnna marka, ýmist þéttum eða með stökki, og heitu bindiefni. Margar gerðir eru til og aðstæður á vegi ráða hvaða malbiksgerð er notuð í hverju tilviki fyrir sig eins og umferðarmagn, umferðarhraði og notkun negldra hjólbarða. Bindiefnið getur verið af ýmsum gerðum (mismunandi stungudýpt) en hér á landi er venja að nota SB180, sem er fremur mjúkt bindiefni. Ýmsum viðbótarefnum er hægt að blanda í malbik t.d viðloðunarefnum, fjölliðum og trefjum til að fá mismunandi eiginleika. Eiginleikar malbiksins ráðast af bikinnihaldi, gæðum steinefnisins (kvarnargildi), sáldurferli steinefnis, stærstu steinastærð, holrýmd, gerð bindiefnis og íblöndunarefna. Slit á malbiki vegna negldra hjólbarða ræður að jafnaði langmestu um endingu ef umferð er meiri en 2000-3000 bílar/dag og þá skipta gæði grófa steinefnisins (kvarnargildi) og hlutfall þess í blöndunni miklu máli. Um slit af völdum negldra hjólbarða er nánar fjallað síðar. Í húsagötum og annarsstaðar þar sem umferð er lítil ráða aðrir þættir endingu, meðal annars veðrunarþol og öldrun.

Hjá Vegagerðinni er miðað við að leggja malbik á vegi með umferð yfir 3000 bíla/dag en það er ekki algild regla. Götur í Reykjavík eru nánast undantekningarlaust malbikaðar, án tillits til umferðar. Auk þess er malbik algengt í stórum þéttbýliskjörnum. Tafla 3.5 sýnir malbiksframleiðslu á landinu 1995-1999. Að jafnaði eru um 80 % malbiksins framleidd á höfuðborgarsvæðinu.

Tafla 3.5: Framleiðsla malbiks 1995-1999.

| Ár | Þús. tonn |
|------|-----------|
| 1995 | 160 |
| 1996 | 190 |
| 1997 | 200 |
| 1998 | 240 |
| 1999 | 200 |

Helstu kröfur til steinefna í malbik varða sáldurferil og styrkleika. Mikil áhersla er lögð á slitstyrkleika steinefnis þegar umferðin er komin yfir 5000 bíla/dag. Ennfremur þarf undirlagið að hafa nægilegt burðarþol. Þegar nýtt slitlag er lagt yfir gamalt þarf að fylla holur og djúp hjólför, en minniháttar ójöfnur má rétta af með yfirlaginu.

Algengustu malbiksgerðir eru U16, Y8, Y12, Y16 og SMA16. U táknar undirlag, Y yfirlag og SMA er skammstöfun úr “Splitt Mastix Asphalt” sem er steinríkt malbik, stundum kallað trefjabik. Talan á eftir bókstöfunum táknar stærstu steinastærð í sáldurferlinum. Bindiefnið er bik, yfirleitt SB180 (mjúkt bindiefni), en stundum SB85 (hart bindiefni), einkum þar sem umferð er þung og hæg eða kyrrstæð.

²⁸ Þórir Ingason 1997.

Undirlag 16 (U16) er samsett úr 8-12 og 12-16 mm perlu, salla, sandi og biki. Það er notað í burðarlög þar sem umferð er mikil. Að jafnaði eru ekki gerðar strangar kröfur til steinefnis í undirlagsmalbik. Þó er undirlag stundum notað sem bráðabirgðaslitlag í 1-2 ár og þá eru gerðar samskonar kröfur til malbiksins og þegar yfirlag á í hlut. Bráðabirgðaslitlagið þjónar svo hlutverki burðarlags eftir fyrstu yfirlögn.

Yfirlag 8 (Y8) er samsett úr salla, sandi og biki. Það er hentugt sem yfirlag á bílastæði og húsagötur þar sem umferð er lítil (undir 2000 ÁDU) og hæg. Það er einnig notað í hjólfaraafréttingar og holuviðgerðir.

Yfirlag 12 (Y12) er samsett úr 8-12 mm perlu, salla, sandi og biki. Það er notað í slitlög af ýmsu tagi, allt frá göngustígum upp í götur með mikilli umferð. Umferð ræður miklu um val á steinefni, ef hún er meiri en 12.000 ÁDU þarf að nota slitsterk efni.

Yfirlag 16 (Y16) er samsett úr 12-16 og 8-12 mm perlu, salla, sandi, biki og stundum blandað kalki. Það er öðru fremur notað á vegi og götur með mikilli umferð. Að jafnaði er gerð krafa um Y16 (eða sterkara malbik) ef umferð fer yfir 12.000 bíla á dag.

SMA 8 er samsett úr salla, sandi, biki og blandað trefjum. Sáldurferillinn er opnari en í hefðbundnu Y8 og hlutfallslega meira í honum af grófu steinefni. Það hefur hingað til aðeins verið lagt í tilraunaskyni. Það er sennilega slitsterkara en hefðbundið Y8 og gæti hentað þar sem umferð er minni en 5000 ÁDU svo sem á safngötur og umferðarmeiri húsagötur og komið þar í stað Y12.

SMA 12 er samsett úr 8-12 mm perlu, salla, sandi, biki og blandað trefjum. Sáldurferillinn er opnari en í hefðbundnu Y12 og hlutfallslega meira í honum af grófu steinefni. SMA 12 hefur hingað til aðeins verið lagt í tilraunaskyni. Það er talið vera slitsterkara en hefðbundið Y12 og gæti komið í stað Y12 eða Y16.

SMA 16 er samsett úr 12-16 og 8-12 mm perlu, salla, sandi, biki og blandað trefjum. Sáldurferillinn er opinn og hlutfall grófra steinefna er hátt. Þetta malbik hefur mestan slitstyrk af malbiksgerðunum og er þess vegna notað þar sem umferð er mikil, 12.000 ÁDU og þaðan af meiri.

Langalgengasta viðhald á malbiksslitlögum er nýtt yfirlag, oft að undangenginni afréttingu á hjólförum eða fræsing. Á síðustu árum hefur ný viðhaldsaðferð, Repave, náð nokkurri fótfestu. Stöku sinnum þarf að styrkja burðarlag á vegum en í Reykjavík heyrir það til undantekninga.

Framleiðsla og útlögn á malbiki, einkum SMA, er vandasöm, en reynslan er góð ef undirlagið hefur nægilegt burðarþol og framleiðsla og útlögn fylgja settum reglum.

3.8 Repave

Repave er viðhaldsaðferð fyrir bikbundin slitlög og hentar best þar komin eru djúp hjólför í slitlag sem að öðru leyti er lítt eða ekki skemmt. Aðferðin byggist á því að hita slitlagið sem fyrir er, jafna það það út, leggja síðan þunnt lag af nýju efni yfir og valta meðan bæði gamla og nýja slitlagið er heitt. Með þessu móti sparast fræsing og líming milli laga, malbikið sem fyrir er nýtist að fullu, og þar eð gamla slitlagið er upphitað er möguleiki að leggja nýja malbikslagið þynnra en venjulega, t.d. 20 mm þykkt en annars er ekki ráðlegt að leggja malbik á Íslandi í þynnri lögum en 35 mm vegna hraðrar kólnunar. Nýja malbikið getur verið Y12, Y16 eða SMA 16.

Tafla 3.6 sýnir endurnýjun slitlaga með Repave í veghaldi Vegagerðarinnar 1996-1999.

Reynsla af Repave hér á landi nær aftur til ársins 1996 og allt bendir til að aðferðin dugi vel. Henni hefur fyrst og fremst verið beitt á malbiksslitlög en einnig á

klæðingar, en eingöngu verið notuð þar sem hjólför hafa myndast vegna slits frá nagladekkjum.

Tafla 3.6: Endurnýjun slitlaga með Repave í veghaldi Vegagerðarinnar 1996-1999.

| Slitlagsgerð/ Ár | Útlagt Repave, þús. m ² | | | |
|---------------------|------------------------------------|---------------|-----------------|------|
| | Repave Y12 | Repave Y16 | Repave SMA16 | Alls |
| 1996 | 5 | 6 | 50 | 61 |
| 1997 | 13 | 2 | 13 | 27 |
| 1998 | - | 51 | 15 | 66 |
| 1999 | - | 101 | 46 | 147 |

Aðferðin er ekki notuð þar sem hjólför hafa myndast vegna skriðs (deformation) í malbikinu og hún hentar heldur ekki fyrir þunn slitlög. Ekki er vitað hversu oft er hægt að endurnýja Repave á sama stað en Slitlaganefnd BUSL vinnur að úttekt á þessari viðhaldsaðferð.

3.9 Aðrar slitlagsgerðir

Steypa er blanda af 8-25 mm perlu, sandi og sementi ásamt íblöndunarefnum. Stofn- og tengivegir í umsjá Vegagerðarinnar með steypu slitlagi eru nú um 15 km. Auk þess er nokkuð um steyppt slitlög í þéttbýli. Síðastliðin 30 ár hafa hvorki Reykjavíkurborg eða Vegagerðin steyppt slitlög að undanteknum fáeinum stuttum tilraunaköflum.

Olíumöl er blanda af hálf- eða óþurrkuðum steinefnum og vegolíu (sem er blanda af SB180, svartolíu og þynni) og viðloðunarefnum. Sáldurferillinn er fremur þéttur en með lágu méluinnihaldi. Stofn og tengivegir með olíumalarslitlagi eru um 70 km. Notkun olíumalar hefur algerlega lagst af nema lítilsháttar í þéttbýliskjörnum á Austurlandi og til bráðabirgðaviðgerða að vetrarlagi.

Olíumalbik er gert úr bindiefni, þynntu með rokgjörnum efnum (white spirit) og hálfþurrkuðu steinefni. Olíumalbik var talsvert notað í þéttbýliskjörnum víða um land á árunum 1975-1980 en ekkert síðan.

Þeytumalbik (emulsionsgrus) er blandað úr óþurrkuðum steinefnum og bikþeytu. Þeytumalbik hefur eingöngu verið notað sem styrkingar- og afréttingarlag í litlum mæli á Íslandi. Ein stöð (færanleg) á landinu getur framleitt þeytumalbik.

Froðumalbik er kaldblandað úr steinefnum og froðubiki. Froðumalbik hefur eingöngu verið notað sem styrkingar- og afréttingarlag í litlum mæli hérlandis.

4. ORSAKIR SKEMMDA Á BIKBUNNUM SLITLÖGUM

4.0 Almennt

Ein af forsendum skynsamlegs vals á viðhaldsaðgerðum er þekking á orsökum skemmda sem viðhaldið á að lagfæra. Þessum kafla er ætlað að vera hjálpartæki til að gera sér grein fyrir orsökum skemmda. Hann er að hluta til staðfærð þýðing á samskonar efni í sænsku hefti sem var gefið út í sama tilgangi²⁹. Einnig hefur verið stuðst við kafla í breskri kennslubók um bikbundin slitlög³⁰.

4.1 Hjólför

LÝSING: Útlit og einkenni eru mismunandi eftir orsökum hjólfaramyndunarinnar.

ORSAKIR:

- Slit af völdum negldra hjólbarða.
- Sig vegna ónógs burðarþols.
- Skrið í slitlagi.



Mynd 4.1: Hjólför vegna slits.

Slit af völdum negldra hjólbarða (mynd 4.1). Í þéttbýli stafar hjólfaramyndun að langmestu leyti frá negldum hjólbörðum, ef umferðin er meiri en 2000 bílar á dag. Sé umferðin minni er ekki líklegt að negldir hjólbarðar séu orsakavaldurinn, nema slitlagið sé orðið mjög gamalt (15-20 ára) eða steinefnið í slitlaginu sé mjög lélegt (kvarnargildi > 25). Hjólförin eru einsleit, regluleg og jafndjúp í lengdaráttina og laus við sprungur.



Mynd 4.2: Hjólför vegna sigs.
[Ljós: Statens vegvesen, 1996]

Sig vegna ónógs burðarþols (mynd 4.2). Hjólförin eru venjulega misdjúp í lengdaráttina. Sprungur í hjólförunum og til hliðar við þau, einkum langsprungur, greina þessar skemmdir frá hjólförum vegna negldra hjólbarða. Þessar skemmdir geta stafað af skertu burðarþoli á meðan frost er að fara úr efra burðarlagi sem er vatnsnæmt. Þá eru hjólförin mjög kröpp og koma skyndilega í ljós. Eftirþjöppun í burðarlagi getur einnig verið ástæða hjólfara af þessu tagi.

²⁹ Svenska Kommunförbundet 1994.

³⁰ Hunter 1995, 10. kafli.



Mynd 4.3: Hjólför frá skriði.

[Ljósmynd: Svenska kommunförbundet 1994]

Hjólför vegna skriðs í slitlagi (mynd 4.3). Slitlagið gúlpast upp við hliðina á hjólfarinu og þar sem bílar á tvöföldum hjólum fara um eða standa (til dæmis við strætisvagnabíðstöðvar) kemur hryggur á milli hjólanna í parinu. Athuganir á fáeinum stöðum í Reykjavík benda til þess að skrið í slitlagi eigi sök á 10-25 % af hjólfaramynduninni³¹. Skrið kemur ekki fyrir í klæðingum, til þess eru þær of þunnar.

4.2 Kantsprungur

LÝSING: Sprungur langs eftir slitlaginu, allt að 100 cm innan við slitlagsbrún. Sprungurnar eru oft tiltölulega breiðar og djúpar.

ORSAKIR:

- Ófullnægjandi hliðarstuðningur.
- Sig í undirbyggingu.
- Vatnsuppistaða við slitlagsbrúnina.
- Mjór vegur.



Mynd 4.4: Kantsprungu.

[Ljósmynd: Statens vegvesen, 1996]

Ófullnægjandi hliðarstuðningur. Öxlin skríður út vegna of lítills hliðarstuðnings.

Sig í efra burðarlagi. Það getur stafað af lélegu efni í burðarlaginu eða of þunnu slitlagi.

Vatn á öxlum. Vatn sem safnast fyrir á öxlum eða rennur eftir þeim gerir ýmist að skola burt efni við og undir slitlagsbrúninni eða síga niður í undirbygginguna og veikja burðarþol hennar þannig að þessi hluti sígur og afleiðingin er sprungumyndun.

Mjór vegur. Ef vegurinn er mjór þvingast breiðir og þungir bílar út á kantinn þegar þeir mæta öðrum (stórum) bílum, sem reynir um of á undirbyggingu axlarinnar.

4.3 Langsprungur

LÝSING: Langsprungur liggja langs eftir veginum. Þær geta verið hvar sem er í veginum, í miðju, í hjólförum eða út við kantana.

ORSAKIR:

- Ófullnægjandi hliðarstuðningur.
- Langvarandi lækun á grunnvatnsborði.
- Frostþenslur í burðarlagi.
- Breikkun á vegi.

³¹ Ásbjörn Jóhannesson o. fl. 1998a.



Mynd 4.5: Langsprungur, lélegt burðarlag og frostlyfting.

[Ljósmynd: Svenska kommunförbundet 1994]



Mynd 4.6: Langsprungur vegna breikkunar.

[Ljósmynd: Statens vegvesen, 1996]

4.4 Þversprungur



Mynd 4.7: Þversprungu.

[Ljósmynd: Svenska kommunförbundet 1994]

Ófullnægjandi hliðarstuðningur. Ef vegfyllingin er tiltölulega há og brött getur hún skriðið til hliðar undan þunga umferðarinnar og við það myndast sprungur í slitlaginu.

Varanleg lækun á grunnvatnsborði. Lækun á grunnvatnsborði í mýrarjarðvegi fylgir venjulega sig, a. m. k. ef lækunin er varanleg.

Frostþenslur í burðarlagi. Þær eru sjaldgæfar en koma helst þar sem vegur er auður, en snjór yfir öxlum langtímum saman sem draga úr frostþenslum í köntunum. Sprungurnar eru venjulega bæði breiðar og djúpar, gapa á veturna en lokast að mestu eftir að frost fer úr jörðu. Ef slitlagið er þunnt, geta myndast sprungur til hliðar við frostsprungur og seinna sprungunet. Á 5-6 metra breiðum vegum er algengast að frostsprungur myndist út við kanta slitlagsins, en frekar í miðju ef vegurinn er 7-9 m breiður.

Breikkun á vegi. Þegar gamall vegur er breikkaður er hætta á að sprungur myndist á mótum gamla vegarins og breikkunarinnar vegna mismunandi hegðunar efnisins í hvorum hluta um sig.

LÝSING: Beinar sprungur, um það bil þvert á veginn, sem venjulega ná milli brúna á slitlaginu. Þversprungur eru sjaldgæfar. Þær tengjast ekki umferðarlagi nema óbeint, en það getur gert illt verra og ýtt undir sprungumyndunina.

ORSAKIR:

- Gegnumslag.
- Missig.

Gegnumslag. Þversprungur koma oft fram þegar malbiklag (einkum þunnt) er lagt ofan á steipt slitlag. Orsökina er mismunarahreyfing á flekaskilum í steipta slitlaginu, sem smám saman orsakar þreytusprungur yfir skilunum. Samskonar sprungur koma stundum fram þegar sementsfest burðarlag sprungur eða rifnar.

Missig. Þversprungur koma stundum við brýr og ræsi eða þar sem nýbygging mætir gamalli veguppbyggingu. Þversprungur geta einnig myndast vegna frostlyftinga í fyllingum upp við brýr eða ræsi, fyllingin lyftist en mannvirkið hreyfist ekki svo að slitlagið rifnar.

4.5 Sprungur í hjólförum

LÝSING: Sprungur af þessu tagi eru fremur fátíðar og koma helst fyrir í malbiki. Þær verða ýmist í hjólförunum miðjum eða í brúnum þeirra og liggja samsíða þeim. Þung umferð veldur láréttum togspennum í miðju hjólfaranna og á neðra byrði slitlagsins sem valda sprungum á sama stað. Sprungurnar breikka með tímanum og fíkra sig jafnframt upp í gegnum slitlagið þar til þær koma fram á yfirborði þess. Á yfirborði slitlagsins geta líka komið fram togspennur sem valda sprungum með tímanum. Þær eru oftast í brúnum hjólfaranna en geta einnig komið fram sem stuttar þversprungur í hjólförunum.

ORSAKIR:

- Endingartími vegarins er á þrotum.
- Ófullnægjandi hönnun.

Endingartími vegarins er á þrotum. Burðarþol vegarins er þrotið vegna þess að vegurinn var ekki hannaður fyrir lengri endingu í upphafi.

Ófullnægjandi hönnun. Vegurinn er ekki hannaður fyrir umferðina á honum, til dæmis vegna þess að umferðin hefur reynst meiri eða þyngri en ætlað var þegar vegurinn var hannaður eða vegurinn er veikbyggðari en hönnun gerir ráð fyrir.

4.6 Opnir saumar



Mynd 4.8: Opinn saumur.

[Ljósmynd: Svenska kommunförbundet 1994]

LÝSING: Langsprungur á skilum milli tveggja útlagningarfæra, eða á milli akbrautar og vegaxlar með bundnu slitlagi.

ORSAKIR: Óvönduð vinnubrögð við útlagningu. Saumur á milli færa er alltaf hætt við skemmdum. Hættan á sprungum á færuskilum eykst ef ekki er vandað til frágangs á saumum. Of lítil yfirhæð í lögn upp að fyrri færur getur valdið skemmdum vegna þess að þjöppunin verður ófullnægjandi á færuskilum.

4.7 Sprungunet

LÝSING: Sprungunet er meira eða minna reglulegt mynstur af sprungum sem stafar af því að bikbundin lög hafa látið undan síendurteknu umferðarálagi. Sprungunet byrjar oft með þver- eða langsprungum. Með tímanum fjölga sprungunum, þær tengjast saman og mynda sprungunet, sem einkennist af skarpköntuðum



Mynd 4.9: Smáger sprungunet, veikleiki í efra burðarlagi.

[Ljósmynd: The Asphalt Institute 1983]

marghyrningum og mynstrið minnir oft á krókódíflaskinn (þaðan er komið enska nafnið *alligator cracking*). Sprungunet eru venjulega bein afleiðing of lítils burðarþols, en koma einnig fram í tengslum við þversprungur, kantsprungur, viðgerðir og víðar. Algeng frumorsök sprungunets er of fínefnaríkt burðarlag, einkum undir klæðingum. Ef vatn smitar upp úr klæðingum þegar þíða er, þá er það merki um vatnsdrægt efra burðarlag sem er í þann veginn að bila, einkum ef það skilur eftir moldarlitaða flekki á klæðingunni þegar hún þornar.

ORSAKIR:

- Fínefnaríkt efra burðarlag.
- Endingartími vegarins er á þrotum.
- Ófullnægjandi hönnun, of lítið burðarþol.
- Ófullnægjandi framræsing.
- Sprungur í köntum.

Fínefnaríkt (frostnæmt) efra burðarlag. Þetta er langalgengasta orsök sprungunets í klæðingum. Oft má fara nærri um hvar í vegaruppbyggingunni veikleikinn er út frá möskvastærðinni á sprungunetinu, því stærri möskvar, þeim mun dýpra liggur veikleikinn.

Endingartími vegarins er á þrotum. Þessi ástæða á stundum við ef vegurinn er ekki hannaður fyrir lengri endingu í upphafi.

Ófullnægjandi hönnun. Vegurinn er ekki hannaður fyrir umferðina á honum, til dæmis vegna þess að umferðin hefur reynst meiri eða þyngri en ætlað var þegar vegurinn var hannaður eða vegurinn er veikbyggðari en hönnun gerir ráð fyrir.

Ófullnægjandi framræsing (drenering). Þetta á einkum við óbundin lög í vegarþversniðinu. Burðarþol þeirra skerðist ef vatn stendur uppi í þeim.

Sprungur í köntum. Þar sem veikleiki er fyrir í slitlaginu er að öðru jöfnu hættara við að frekari sprungur myndist, ekki síst ef sprungurnar hleypa vatni niður í óbundin lög.

4.8 Ýfi

LÝSING: Með ýfi er átt við ójöfnur sem hafa truflandi áhrif á akstursskilyrði, hvort heldur er langsum eftir veginum eða þvert á hann. Í þessum kafla eru hjólför undanskilin, þeim eru gerð skil í sérstökum kafla.

ORSAKIR:

- Sig.
- Óreglubundnar frostlyftingar.
- Grjóthnullungar í undirbyggingu.
- Missig við ræsi og brýr.
- Viðgerðir.

Sig. Það getur verið meira eða minna staðbundið. Það má venjulega rekja til þess að burðarþol vegbotnsins er ófullnægjandi eða misleitt, breyttrar grunnvatnsstöðu eða

skeytingarleysis við byggingu vegarins. Sig kemur oft fram í vegum sem byggðir eru að vetrarlagi úr vatnsmettuðu og frosnu efni, sem ekki hefur náð tilskilinni þjöppun.



Mynd 4.10: Ýfi.

[Ljósm: Svenska kommunförbundet 1994]

Óreglubundnar frostlyftingar. Algeng orsök, einkum á vegum með lítilli umferð, er ræsi eða annars konar lagnir þvert í gegnum veginn. Oft er grafið fyrir ræsi niður fyrir frost en til hliðar við þau er frostnæmt efni, þannig að á veturna myndast dæld í veginn yfir ræsinu. Frostlyftingar af þessu tagi geta einnig stafað af því að frostnæmt efni hefur blandast saman við annað efni, þar sem grunnvatnsborð er hátt.

Grjóthnullungar í undirbyggingu. Stórir steinar sem sitja í frostnæmu lagi í undirbyggingunni geta með tímanum færst upp undir slitlagið vegna síendurtekinnna frostlyftinga.

Missig við ræsi og brýr. Sjá kafla 4.4.

Viðgerðir. Alls kyns viðgerðum á slitlagi fylgir oftast nær meira ýfi en áður. Þær eiga sér ýmsar ástæður en nokkur dæmi eru gröftur fyrir lögnum, viðgerðir á brotholum eða sprunguneti, þétting á sprungum, staðbundið slit, o. fl. Þessar viðgerðir eru oft viðkvæmar fyrir áraun, einkum á samskeytum við slitlagið, og þar koma oft fram nýjar skemmdir. Skemmdirnar geta verið allt frá lélegum samskeytum (saumum) og ójöfnum (ýfi) upp í slæmar sprungur, sprungunet eða brotholur. Þegar mikið er orðið um slíkar skemmdir er það vísbending um að slitlagið sé orðið lélegt og yfirlagnar sé þörf.

4.9 Aðskilnaður í malbiki

LÝSING: Aðskilnaður í einhverjum mæli er óhjákvæmilegur í blöndun, flutningi og útlagningu bikbundins efnis, það er, grófi hlutinn skilur sig frá þeim finni.



Mynd 4.11: Aðskilnaður.

(myndin er af steypu slitlagi en einkennin eru hin sömu og í malbiki)

Dæmigerð merki um aðskilnað eru langar, mjóar rákir langsum í útlagningarfærurni og flekkir, oftast gróf hreiður, í slitlaginu og með nokkurn veginn reglulegu millibili, venjulega með 20 – 40 m, eða sem svarar einum bílfarmi af slitlags efni. Flekkirnir verða oft að fleiðrum eða holum seinna meir. Stundum uppgötvast aðskilnaður meðan á útlagningu stendur, allt frá því að vera dauf blæbrigði á áferð slitlagsins upp í greinilegan mismun á áferð. Stundum kemur aðskilnaður þó ekki í ljós fyrr en eftir einn eða fleiri vetur.

HELSTU ORSAKIR AÐSKILNAÐAR: Þeim má skipta í tvo flokka:

- Óheppileg samsetning blöndu.
- Röng meðferð blöndu (þegar hún er flutt úr einum stað í annan).

Óheppileg samsetning blöndu. Einskorna blöndur, blöndur með stærstu kornastærð yfir 16 mm og magrar, finefnasnaugar blöndur hafa sterka tilhneigingu til aðskilnaðar.

Röng meðferð blöndu. Blandan hefur mörg tækifæri til aðskilnaðar. Hann getur átt sér stað í blandaranum; þegar blandan fer úr blandara í flutningsvagn í síló; þegar blandan fer úr síló í bíl; þegar blandan fer af bíl í útlagningarvél og í útlagningarvélinni. Ennfremur er hættu á að síðustu leifarnar af hverju bílhlassi í útlagningarvélinni séu grófari en ella, sömuleiðis fyrsta efnið sem lagt er eftir að nýtt hlass kemur í útlagningarvélina. Þetta er oft ástæðan fyrir grófum flekkjum sem endurtaka sig með reglulegu millibili.

4.10 Blæðingar

LÝSING: Blæðingar þekkjast á bindiefnislikju á yfirborði slitlagsins, sem oftast takmarkast við hjólförin. Þær eru algengastar í klæðingum en koma einnig fyrir í malbiksslitlögum. Negldir hjólbarðar eyða slíkjunni venjulega á veturna, en hún getur komið aftur næsta sumar, einkum ef heitt er í veðri.

ORSAKIR:

- Of hátt bindiefnishlutfall í blöndunni.
- Aðskilnaður í malbiki.
- Smit í gegnum yfirlag.
- Mjúkt undirlag.
- Rigning ofan í nýlagða klæðingu.
- Hitablæðingar.
- Vetrarblæðingar.



Mynd 4.12: Blæðing.

[Ljósmynd: Svenska kommunförbundet 1994]

Of hátt bindiefnisinnihald í blöndunni. Þetta er lang algengasta orsökina, einkum þó í klæðingum. Í klæðingum þarf að öðru jöfnu að draga úr bindiefnis magni þegar umferð er mikil eða þung og þegar undirlagið er mjúkt. Einnig eykst bindiefnisinnihald í klæðingum hlutfallslega með tímanum, steinefnið tínist úr en bindiefnið verður eftir.

Aðskilnaður í malbiki. Bindiefnið getur skilist frá steinefni í flutningi á bílum einkum á langri leið á ósléttum vegi. Venjulega eiga mistök í samsetningu blöndunnar þá einhvern hlut að máli.

Smit í gegnum yfirlag. Þegar þunnt lag er lagt yfir blæðandi undirlag getur blæðingin komið í gegn með tímanum. Einnig getur lím á milli laga komið upp í gegnum þunnt yfirlag. Hvorutveggja er sjaldgæft.

Mjúkt undirlag. Ef undirlag klæðingar er mjúkt þrýstast steinarnir í klæðingarefninu niður í undirlagið og við það tapast nokkuð af holrýmdinni sem reiknað er með að sé í steinefninu þegar bindiefnisinnihald er ákveðið. Afleiðingin er of mikið bindiefnis magn miðað við aðstæður.

Rigningarblæðing. Ef rignir ofan í klæðingu meðan verið er að leggja hana eða næstu einn eða tvo sólarhringa á eftir, getur vatnið hindrað uppgufun þynnissins úr bindiefninu. Mikil umferð við þessar aðstæður getur þeytt bindiefnið (myndað bikþeytu) svo að það stirðnar ekki og þvingað það upp á yfirborðið í formi þunnfljótandi eðju sem sest á undirvagna og í hjólskálar.

Hitablæðingar. Í miklum og langvarandi hitum getur eftirþjöppun í malbiki valdið blæðingum ef bindiefnið er mjúkt og holrýmdin lítil. Í klæðingum hjálpast margt að,

rúmmálshluti bindiefnis í klæðingum er tiltölulega mikill svo að rúmmálsaukningin verður mikil í hitum, bindiefnið helst mjúkt árum saman, og í sumum tilfellum er orsökina mjúkt undirlag þar sem mörg klæðingarlög hafa verið lögð hvert ofan á annað. Hitablæðingar eru mun algengari í klæðingum en malbiki.

Vetrarblæðingar. Dæmi eru um að blæðingar verði í klæðingum að vetrarlagi. Orsakirnar eru ekki kunnar. Þær virðast ekki stjórnað af hitastigi, dæmi eru um slíkar blæðingar í allt að 10 stiga frosti. Svo virðist sem þunnt smit setjist í hjólbarða, smjúgi inn í raufar og myndi stóra klumpa á hliðunum. Þessir klumpar þeytast síðan af hjólbörðunum þegar þeir eru orðnir nógu stórir.

4.11 Steintap (fleiddur)

LÝSING: Steintap getur verið af ýmsu tagi og í misjafnlega stórum stíl. Algengast er steintap í klæðingum, þegar steinar losna upp úr bindiefnisluginu sem á að halda þeim á sínum stað og steinlagið gisnar, jafnvel svo að skallablettir myndast. Steinar geta einnig losnað upp úr mögrum malbiks- eða olíumalarblöndum og eftir verða gróf hreiður eða fleiddur.



Mynd 4.13: Steintap í malbiki.
[Ljósmynd: The Asphalt Institute 1983]

ORSAKIR STEINTAPS Í KLÆÐINGUM:

- Of lítið bindiefni.
- Ójöfn bindiefnisdreifing.
- Breytileiki í áferð á undirlagi.
- Gallaðir saumar.
- Of mikið fínefni í klæðingarefni.
- Of langt á milli bindiefnisdreifara og malardreifara við útlögn.
- Úrkoma strax að lokinni útlögn.
- Ófullnægjandi viðloðun.
- Skemmdir eftir vélar, t. d. snjóruðningstæki.



Mynd 4.14: Steintap á háu stigi, (fleiddur), hola í uppsiglingu.

ORSAKIR STEINTAPS Í MALBIKI:

- Ófullnægjandi viðloðun.
- Aðskilnaður, skortur á fínefni verður til þess að steinarnir hafa litla festu í slitlagsyfirborðinu. Í steinríkum blöndum (SMA og drenmalbiki) getur bindiefnið runnið af steinefninu í geymslusíló og meðan á flutningi stendur. Þetta verður til þess að steinarnir hafa minni festu í slitlagsyfirborðinu en ella.
- Skemmdir eftir vélar, t. d. snjóruðningstæki.

4.12 Brotholur

LÝSING: Pottlaga holur í slitlaginu. Þær myndast stundum án tengsla við aðrar skemmdir en oftast þær frá öðrum skemmdum svo sem sprunguneti, aðskilnaði, steintapi eða ófullnægjandi viðloðun.



Mynd 4.15: Brotholur.

[Ljósmynd: Svenska kommunförbundet 1994]

- ORSAKIR:
- Sprungunet.
 - Aðskilnaður.
 - Ófullnægjandi viðloðun.
 - Ófullnægjandi framræsing í undirbyggingunni.
 - Of þunnt slitlag.
 - Ófullnægjandi líming á milli laga.
 - Burðarpolsveikleiki í næsta lagi fyrir neðan.

4.13 Flögnun

LÝSING: Flögnun kallast það þegar nýtt eða nýlegt slitlag flysjar sig frá eða flettist af næsta bundnu lagi fyrir neðan. Þessar skellur eru oftast takmarkaðar við litla bletti á hverjum stað, en geta þó náð yfir nokkra fermetra.

ORSAKIR:

- Ófullnægjandi líming milli laga.
- Aðskilnaður í efni.



Mynd 4.16: Flögnun.

[Ljósmynd: Statens vegvesen, 1996]

Ófullnægjandi líming. Ástæðan getur verið of lítið lím á milli laga, gljúpt undirlag sem hefur gleypst megnið af líminu svo það kemur ekki að gagni, gallað lím eða óhreinindi á undirlagi svo að límið festist ekki við það.

Aðskilnaður í slitlagssefni. Í byrjun eru holurnar með grófu hröngli í botninum sem hreinsar sig fljótlega af undirlaginu. Þessi orsök á aðeins við um flögnun í malbiki. Um aðskilnað í malbiki, sjá kafla 4.9.

4.14 Öldrun

LÝSING: Skemmdir af völdum öldrunar koma venjulega fram á bikbundnum slitlögum með lítilli umferð eftir að þau eru orðin 15-20 ára. Öldrunin gerir bindiefnið stökkt, svo að efjan, þ. e. blanda af fínefni og bindiefni molnar upp úr yfirborðinu,



Mynd 4.17: Öldrun í slitlagi.

sem verður magurt útlits og tætingslegt. Efjutapið verður smám saman til þess að steinar losna upp úr yfirborði slitlagsins, og haldi þessi þróun áfram geta myndast brotholur.

ORSAKIR:

- Hörðun á biki í framleiðslu.
- Hörðun í biki í slitlagi.

Hörðun á biki í framleiðslu. Bikbindiefni harðna með tímanum og verða stökkt, bæði vegna þess að rokgjörn efni gufa upp og eins fyrir áhrif súrefnisins í loftinu. Hörðunarhraðinn eykst hratt með hækkandi hitastigi. Bindiefni í malbiki harðnar óhjákvæmilega mikið við

blöndun, þar eð steinefnið er heitt og loft á tiltölulega greiðan aðgang að malbikinu við blöndun. Aðstæður við blöndun geta þess vegna haft afgerandi áhrif á hörðnun bindiefnisins og endingu slitlagsins.

Hörðnun í slitlagi. Hörðnunin heldur áfram eftir útlögn, meðal annars fyrir áhrif útfjólubláa hlutans í sólarljósinu, en miklu hægar en við blöndun. Slitlagi með grófri áferð (til dæmis þar sem aðskilnaðar gætir) er hættara við hörðnun en þéttu slitlagi.

4.15 Slit á klæðingum

LÝSING: Klæðingin þynnist smám saman og springur.

ORSAKIR:

- Lélegar steindir.
- Slit af völdum negldra hjólbarða.
- Steinlos.
- Skemmdir eftir snjómoksturstæki.



Mynd 4.18: Slit á klæðingu, steinlos.

[Ljósmynd: Svenska kommunförbundet 1994]

Lélegar steindir. Algengasta orsök slits á klæðingum eru lélegar steindir í steinefninu sem klotna eða kurlast undir umferð, svo eftir verða hreiður í slitlaginu.

Slit af völdum negldra hjólbarða. Þegar ekki er völ á öðru betra er stundum notað steinefni í klæðingar sem er ekki slitþolið og klæðingin slitnar hratt fyrir vikið.

Steinlos. Oft fer saman að steinefnið hefur lítið slitþol og slaka viðloðun sem ýtir undir steinlos og flýtir enn frekar fyrir sliti á klæðingum.

Skemmdir eftir snjómoksturstæki. Stundum ná tennur á snjómoksturstækjum að særa ofan af klæðingum, einkum á vegmiðju og þar sem slitlagið er óslétt.

5. ORSAKIR SKEMMDA Á STEYPTUM SLITLÖGUM

5.0 Almennt

Þessum kafla er ætlað að auðvelda greiningu á orsökum skemmda í steyptum slitlögum. Þar eð steypt slitlög eru óalgeng er látið nægja að stikla á stóru.

5.1 Hjólför

ORSAKIR:

- Slit af völdum negldra hjólbarða.

Á steyptum slitlögum stafa hjólför einungis frá negldum hjólbörðum. Ef umferðin er lítil, < 2000 bílar á dag, er ekki líklegt að hjólför geri út um endingu slitlagsins.

5.2 Langsprungur

ORSAKIR:

- Miðfúgan söguð of seint eða of grunnt.
- Of þunnt slitlag.
- Hreyfingar í undirlagi.

Miðfúgan söguð of seint eða of grunnt. Þegar steypa harðnar myndast í henni togspennur vegna rýrnunar, því meiri sem hún er sterkari. Sé miðfúgan ekki söguð í tæka tíð til að létta á togspennunum má búast við langsprungum í steypunni. Ef fúgan



Mynd 5.1: Langsprunga í steyptu slitlagi.

[Ljósm: Vägverket 2000]

langsprungum.

5.3 Þversprungur



Mynd 5.2: Þversprungu í steyptu slitlagi.

[Ljósm: Vägverket 2000]

er of grunnt söguð eða of seint er hætta á langsprungum, oftast í grennd við miðlínu eða þar sem veikleikar eru í steypunni.

Of þunnt slitlag. Ójárnþent steypa hefur tiltölulega lítið togþol. Burðarþol steypst slitlags er þess vegna mjög háð undirbyggingu og þykkt slitlagsins. Þar af leiðandi eru gerðar lágmarkskröfur um slitlagsþykkt sem er nátengd umferð og þyngd ökutækja. Ef þessar kröfur eru ekki uppfylltar má búast við að slitlagið springi eða kurlist.

Hreyfingar í undirlagi. Missig undir steyptu slitlagi veldur togspennum í slitlaginu, sem geta meðal annars valdið

LÝSING: Beinar sprungur sem ná þvert yfir plötuna og liggja nokkurn veginn hornrétt á akstursstefnuna.

ORSAKIR:

- Þverfúgur sagaðar of seint eða of grunnt.
- Of þunnt slitlag.
- Hreyfingar í undirlagi.

Nánari skýringar eru hliðstæðar við þær sem taldar eru upp í kafla 5.2.

5.4 Hornsprungur



Mynd 5.3: Hornsprunga í steyptu slitlagi.

[Ljósm: Vägverket 2000]

LÝSING: Sprungur skáhallt yfir plötuhorn.

ORSAKIR:

- Of þunnt slitlag.
- Útskolun á undirlagi.

Of þunnt slitlag. Sjá skýringar þessa efnis í kafla 5.2

Útskolun á undirlagi. Stundum skolast hluti af undirlaginu undir plötuhorni í burtu, einkum ef fúgur eru ekki þéttar með listum og vatn safnast fyrir á undirlaginu. Af þessum sökum getur myndast holrúm undir plötuhorninu og togspennur orðið meiri en platan þolir.

6. VIÐHALDSSTJÓRNUN

6.0 Almennt

Vegir og götur eru að jafnaði hannaðar til 20 ára. Hitt er svo staðreynd að endingin, einkum slitlagsins, er oft ekki nema 10-12 ár, stundum miklu minna, án verulegs viðhalds eða endurnýjunar. Með markvissu viðhaldi getur endingin hins vegar staðið fyllilega undir væntingum í hönnunarforsendum.

Verkefni þeirra sem stjórna viðhaldi er að forgangsraða verkefnum og velja hagkvæmstu viðhaldsaðferðirnar með tilliti til handbærs fjármagns og samanlagðs kostnaðar vegfarenda og veghaldara. Stundum er ódýrasta viðhaldsaðferðin valin án tillits til aukins kostnaðar í framtíðinni eða kostnaðar og óþæginda vegfarenda vegna lakari gæða viðkomandi viðhaldsaðferðar. Þessi leið er óheppileg, meðal annars vegna þess að viðhaldspörfin safnast upp. Í versta falli er afleiðingin skemmdir sem kostar meira að lagfæra en sem nemur viðhaldi sem hefði komið í veg fyrir skemmdirnar. Þegar til lengdar lætur er oftast hagkvæmara að stýra viðhaldinu á einhvern hátt sem lágmarkar heildarkostnað, með eða án tillits til kostnaðar vegfarenda.

6.1 Stýring á viðhaldi með viðhaldsstjórnunarkerfum

Viðhaldsstýring getur verið af ýmsu tagi, allt frá daglegum ákvörðunum verkstjóra um viðgerðir á því sem aflaga hefur farið á einhverjum tilteknum vegarkafla, upp í tölvustýrð kerfi sem eru mötuð reglulega á upplýsingum um ástand vegakerfisins og stjórna viðhaldi í heilum umdæmum eða jafnvel á vegakerfinu sem heild. Slík kerfi ganga oft undir nafninu PMS.

PMS er ensk skammstöfun fyrir PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEM. Slíkt kerfi lýtur forskrift notandans um kostnað og endingu einstakra viðhaldsaðgerða og áhrifa þeirra á ástand vegakerfisins. Það er matað á upplýsingum um veguppbyggingu, vegtegund, umferð, núverandi ástand vegakerfisins, kostnað vegfarenda við notkun þess, þar á meðal vegna tafa meðan á viðhaldi stendur, ástandskröfur, kostnað við mismunandi viðhaldsaðferðir og endingu þeirra og fjármagn sem hægt er að verja til viðhalds. PMS-kerfi er einskona stýrikerfi eða hjálpertæki sem stjórnandi viðhalds getur notað til að leita uppi hagkvæmstu aðferðina til að halda vegakerfinu í viðunandi ástandi yfir tiltekið tímabil. Kerfinu er hægt að beita þannig að notandinn ákveður lágmarkskröfur til ástands vegakerfisins og PMS tiltekur lágmarksviðhald til að svara þessum kröfum. Annar möguleiki er að notandinn tiltaki hvað hann geti lagt mikið fé í viðhaldið og PMS ráðstafar því á hagkvæmasta hátt með endingu í fyrirrími.

Vegagerðin og Reykjavíkurborg eiga PMS kerfi sem eru í þróun. Eins og áður segir þarf meðal annars að mata kerfin á upplýsingum um ástand vegakerfisins sem á í hlut. Í næsta kafla er gerð stutt grein fyrir þessum upplýsingum. Til að afla þeirra má styðjast við úttektir eða nota ýmis mælitæki, meira eða minna sjálfvirk. Nokkrum þeirra er lýst stuttlega í kafla 6.3.

6.2 Ákvarðanir um viðhald

Áður en ákvörðun er tekin um viðhald á tilteknum vegi eða götu er æskilegt að hafa upplýsingar um eftirfarandi atriði:

- a. *Vegtegund* (stofnvegur, tengivegur, safnvegur, húsagata, o. s. frv.) og *umferð*
Þessi atriði ákvarða mikilvægi vegarins eða götunnar og hafa áhrif á val viðhaldsaðferðar t.d. hvort nota skuli klæðingu eða malbik.
- b. *Ástandsmat* (sjónrænt og/eða mælt)

Matið er mikilvægt til að átta sig á hvaða viðhaldsaðferðir eru nothæfar og einnig til að meta hvort smáviðgerðir geti dugað.

- c. *Byggingar- og viðhaldssaga*
Skoða þarf hvaða viðhaldsaðferðum hefur verið beitt og endingu þeirra. Þetta getur útilokað ýmsar viðhaldsaðferðir.
- d. *Orsakir skemmda*
Til að meta hvaða viðhaldsaðferðir koma til greina þarf vitneskju um orsök skemmdanna.
- e. *Hönnunarkröfur*
Athugun á kröfum um burðarþol, ýfi, hjólfaradýpt, slitþol og hemlunarviðnám.
- f. *Valkostir*
Athugun á viðhaldsaðferðum sem til greina koma eftir að framangreindar kröfur hafa verið metnar.
- g. *Kostnaður*
Útreikningur á stofnkostnaði, áætluðum árlegum viðhaldskostnaði, áætlaðri endingu og núvirði viðhaldsaðgerðar. Þetta er æskilegt að gera fyrir sérhverja líklega viðhaldsaðgerð og bera síðan saman núvirði þeirra allra.
- h. *Niðurstöður*
Val á viðhaldsaðgerð.

6.3 Mælingar og úttektir á ástandi

6.3.1 Sjónmat á ástandi slitlaga

Í viðhaldsstjórnunarkerfum Vegagerðarinnar og Reykjavíkurborgar er ástand vega og gatna metið sjónmati. Til stuðnings má nota ýmiss konar mælingar, meðal annars á burðarþoli, hjólfaradýpt, hemlunarviðnámi og ýfi.

Sjónmat er öflug aðferð til að meta ástand vega og gatna ef það er framkvæmt á kerfisbundinn hátt og ástandið skráð niður. Með góðu PMS-kerfi og vel þjálfuðum skoðunarmönnum er hægt að byggja upp öflugt viðhaldsstjórnunarkerfi. Helsti gallinn er hversu seinvirkt sjónmatið í samanburði við fjölnota tæki.

Almenna reglan er að skrá aðeins eina skemmd á hverjum bletti, þá skemmd sem kallar á róttækustu viðhaldsaðferðina hverju sinni. Þannig ræður mat skoðunarmannsins alfarið hvaða aðferðum er beitt í viðgerðinni.

Í viðhaldskerfi Vegagerðarinnar eru skilgreindar tíu gerðir skemmda og fyrir hverja skemmd eru skilgreindar viðhaldsaðferðir sem eru nothæfar til úrbóta. Á hverri þeirra eru einnig skilgreindar viðgerðir til bráðabirgða þannig að kerfið getur ákveðið bráðabirgðaviðgerð.

Í viðhaldskerfinu er gerður greinarmunur á vegum með klæðingum (á malarburðarlagi) og vegum með malbiki vegna ólíkrar uppbyggingar. Stýring á viðhaldi malarvega eða steyptra vega hefur enn ekki verið sett inn í kerfið en ekkert ætti að vera því til fyrirstöðu.

Skilgreindir eru eftirfarandi þættir sem skal skrá í ástandsmatinu:

- Þröngar sprungur
- Víðar sprungur
- Sprungunet
- Öldrun (á aðeins við um malbik)
- Þykkt (á aðeins við um klæðingar)
- Hjólför
- Flögnun (á aðeins við um malbik)
- Brotholur
- Steintap

Slitgöt (á aðeins við um klæðingar)

Sig

Kantskemmdir

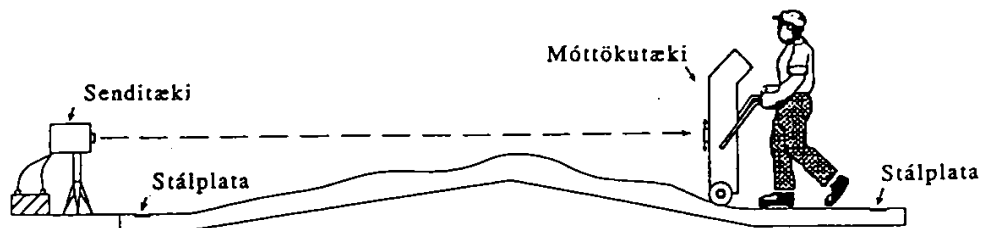
Bætur

Langstærsti hluti þjóðvega á höfuðborgarsvæðinu fær viðhald vegna hjólfara eingöngu. Vegir með klæðingu skemmast oftast vegna lélegs burðarþols og svo slits vegna þess að klæðingin verður of þunn.

6.3.2 Hjólfara- og slitmælingar

Malbikunarstöðin Höfði og Vegagerðin eiga og reka í sameiningu tæki til þess að mæla slit á bundnum slitlögum. Vegagerðin hefur séð um mælingarnar og rekur einnig forritasafn til að vinna úr þeim. Úr niðurstöðum mælinganna má lesa hjólfaradýpt, vatnsdýpi í hjólförum, efnismagn sem þarf til að fylla hjólförin og þverhalla. Ef umferð er þekkt og upplýsingar um notkun negldra hjólbarða liggur fyrir er hægt að reikna út kvarðað slit (meðalslit í g/km á hvern léttan bíl á fjórum negldum hjólbörðum sem fer um viðkomandi vegarkafli). Að auki er hægt að nota tækið til að mæla ýfi á stuttum sniðum³².

Í grófum dráttum vinnur slitmælitækið þannig að mjór ljósgeisli er sendur þvert yfir götuna og hæðin frá götuyfirborði að ljósgeislanum er mæld og skráð á tölvutæku formi, sjá mynd 6.1. Á þennan hátt fæst línurit af götuyfirborðinu í mælisniðinu, en með mælisniði er átt við lóðrétt plan sem liggur hornrétt á lengdarstefnu götunnar.



Mynd 6.1: Mæling á sliti.

Mismunandi mæliaðferðum er beitt eftir því hvert markmiðið er með mælingunum og hvaða nákvæmni er krafist í niðurstöðunum. Þeim er lýst stuttlega hér á eftir.

Hjólfaramælingar. Markmiðið með þeim er eingöngu að mæla hjólfaradýpt, til dæmis þegar á að meta hvort þörf sé á yfirlögn vegna slits. Að jafnaði er hvert snið aðeins mælt einu sinni. Úrvinnslan er gerð í tölvu og er fólgin í útreikningum á hjólfaradýpt, þverhalla, vatnsdýpi í hjólförum og efnispörf til hjólfarafyllinga. Einnig er hægt að teikna þversniðin á pappír ef þurfa þykir í ýmsum hæðar- og lengdarkvörðum. Kostnaður við mælingar á Reykjavíkursvæðinu og tilheyrandi úrvinnslu er um 3500 kr/snið.

Slitmælingar (nákvæmnismælingar). Markmið þeirra er eingöngu að bera saman slit milli ára eða slitlagsgerða. Sniðin eru merkt með slitmælimerkjum, stálplötum sem eru festar í slitlagið í upphafs- og endapunktum mælisniðsins, þannig að hjól mælitækisins standa á plötunum í byrjun og enda mælingarinnar. Venjulega eru mæld fimm snið í hverjum kafla. Auk mælinganna þarf að telja umferð og kanna naglanotkun, hvorutveggja á ársgrundvelli, ef upplýsingar um þetta liggja ekki fyrir.

³² Ásbjörn Jóhannesson, 1997.

Þessar niðurstöður gera kleift að bera saman slit á mismunandi slitlagsgerðum og frá ári til árs. Kostnaður við mælingar á Reykjavíkursvæðinu og úrvinnslu eru um 7500 kr/snið, en þá er undanskilinn kostnaður vegna umferðartalninga, athugana á notkun negldra hjólbarða og slitmælimerkja.

6.3.3 Ýfímælingar

Slitmælitæki Malbikunarstöðvarinnar Höfða hf og Vegagerðarinnar má nota til ýfímælinga en takmörkuð reynsla er fengin af þeim. Hægt er að mæla snið langsum eftir veginum, en lengd þeirra takmarkast af fjölda mælipunkta sem tækið getur lagt á minnið í einu, en þeir eru að minnsta kosti 800. Með því að velja 5 cm milli mælipunkta má fá a.m.k. 40 m löng snið ef aðstæður til mælinga eru góðar. Niðurstöður eru birtar í svokölluðum RN- og/eða IRI-einingum (mm/km) sem hvortveggja eru alþjóðlegir mælikvarðar á ýfi (sléttleika)³³. Ennfremur er hægt að teikna mælisniðin á pappír í hentugum mælikvarða, oftast 1:1 í hæð og 1:50 í lengd. Ef vill má mæla frávik frá réttskeið á teikningunni. Á þennan hátt má meta ýfi í (ekki fullkomnu) samræmi við ákvæði ALVERK '95 um mælingar á sléttleika³⁴. Kostnaður við mælingar á Reykjavíkursvæðinu ásamt tilheyrandi úrvinnslu er 3000-5000 kr/snið eftir því hve mikið er lagt í úrvinnsluna.

6.3.4 Mælingar á hemlunarviðnámi

Vegagerðin á og rekur mælitæki til mælinga á hemlunarviðnámi, Skiddometer BV 11. Tækið er byggt á litla kerru (2,3 x 1,4 m) á þrem hjólum, eitt þeirra er viðnámsmælihjólið. Hún er dregin af pallbíl sem jafnframt er notaður undir vatnsgeymi sem skammtar vatn á viðnámsmælihjólið. Tækið getur mælt hemlunarviðnám hvort heldur er á þurru eða blautu slitlagi.

Mælingarnar byggjast á svokölluðu “fixed-slip” fyrirkomulagi, hjólin eru tengd saman með keðjum, þannig að viðnámsmælihjólið snýst 17 % hægar en burðarhjólin undir kerrunni og skrensar á slitlaginu sem því nemur. Í pallbílnum er tölva sem skráir hraða bílsins og átaksmerki frá viðnámsmælihjólinu sem hægt er að breyta í viðnámsstuðul á bilinu 0-1, þar sem 0 táknar ekkert hemlunarviðnám og 1 fullkomið. Eitt mæligildi er skráð fyrir hverja 2 metra, og mæligildin eru skráð jafnharðan á pappírstrimil. Þau eru einnig skráð á tölvutæku formi til síðari úrvinnslu auk upplýsinga um mælistað, tíma, mælda vegalengd, hitastig o. fl. Kostnaður við mælingar á Reykjavíkursvæðinu og frumúrvinnslu eru um 5000 kr/snið og er þá miðað við að mælisniðið sé um 500 m langt.

6.3.5 Mælingar á burðarþoli

Vegagerðin á og rekur mælitæki til burðarþolsmælinga. Það er falllóðsmælir af gerðinni KUAB 50. Mælitækið er á sjálfstæðum vagni sem dreginn er af litlum jeppa og er algerlega sjálfvirkt.

Mælingar með falllóði byggjast á því að láta þungt lóð falla á hringlaga plötu sem komið er fyrir á veginum, og mæla hámarksdýpt dældarinnar sem myndast, bæði undir plötunni og í nokkrum punktum í tiltekinni fjarlægð frá henni. Á þennan hátt er líkt eftir niðurbeygju vegarins undir hjóli sem ber 50 kN þunga sem er svipað álag og frá fullhlöðnum 10 tonna flutningabíl.

Mæling í hverjum stað tekur 30-60 sekúndur og bílstjórinn annast stjórn mælitækjanna úr jeppanum.

³³ Ásbjörn Jóhannesson o. fl. 2000.

³⁴ Vegagerðin 1995:5.

Venjulega er mælt í ytra hjólfari með 25 m bili á milli mælipunkta og mælipunktarnir valdir til skiptis á hægri og vinstri akrein vegarins. Hægt er að mæla u. þ. b. 45 punkta á klst. eða 300-400 punkta á dag sem svarar til 10 km vegarkafla ef mælt er með 25 m millibili.

Niðurstöðurnar birtast jafnharðan og eru einnig skráðar á tölvutæku formi til frekari úrvinnslu. Mælingarnar eru umreiknaðar þannig að þær gefa upplýsingar um burðarþol vegarins í tonnum, miðað ástand vegarins þegar mælt er og tiltekna umferð sem hægt er að velja að vild í úrvinnsluforriti.

Niðurstöður falllóðsmælinga má meðal annars nota til að hanna styrkingar á vegum með of lítið burðarþol og mælingunum má haga þannig að þær sýni í hvaða dýpt í veginum veikleikinn liggur. Línurit eru tiltæk sem sýna nauðsynlega styrkingu sem fall af umferð og niðurstöðum burðarþolsmælinga. Rétt er að benda á að falllóðsmælingar eru ekki hentugar til að finna og mæla veikleika í efstu 5-10 cm vegarins.

Kostnaður við mælingar og úrvinnslu er um 7000 kr/km miðað við 20 mælipunkta á km.

6.3.6 Ástandsmælingar með fjölnota mælitæki

Á síðari árum hafa verið smíðaðar margar gerðir mælitækja til að safna gögnum fyrir PMS-kerfi. Þessi tæki eru mjög hraðvirk, venjulega byggð í og utan á sendiferðabíl sem safnar gögnunum á sama hraða og önnur umferð. Eitt af mörgum slíkum er Laser RST, sænskt tæki sem Vegagerðin hefur í tvígang (1991 og 1994) leigt með áhöfn hingað til lands til mælinga. Tækið mælir allt í senn, ýfi, hjólfaradýpt, þverhalla, legu vegarins í þrívíðu rúmi (*hilliness and curvature*) hrýfi og langsnið. Það mælir hins vegar hvorki hemlunarviðnám né burðarþol. Mælihraði er allt að 90 km/klst. Gögnin eru skráð á tölvutæku formi og unnið úr þeim jafnharðan og mælt er og niðurstöðurnar birtast mælingamanninum samstundis. Útskriftir eru fánlegar hvort heldur er á tölvutæku eða myndrænu formi³⁵.

Tæki sem þessi eru mjög dýr og miðað við líklega notkun er ekki rekstrargrundvöllur héraendis fyrir fjölnota mælitæki. Hins vegar hefur komið til tals að leigja tæki annað eða þriðja hvert ár til að safna gögnum fyrir PMS-kerfi.

³⁵ Ásbjörn Jóhannesson o. fl. 2000.

7. VIÐHALDSAÐFERÐIR

7.0 Almenn

Þessi kafli er einskonar verklýsingarágríp um viðhaldsaðferðir. Fyrir hverja viðhaldsaðferð um sig er dregið á atriði sem takmarka notkun hennar, gefin hugmynd um kostnað og líklega endingu þar sem það á við. Áður hefur verið fjallað um ástæður til viðhalds, það er orsakir skemmda, sem er nauðsynlegur undanfari ákvarðana um viðhaldsaðferðir.

Áður en lengra er haldið er tímabært að áréttta nokkur atriði:

1. **Öll verð eru viðmiðunarverð og eru miðuð við verðlag árið 2000.** Þau geta verið háð mörgum breytum, þar á meðal akstri að og frá framkvæmdastað. Þegar klæðingar eiga í hlut miðast verðin yfirleitt við 100 km flutning á bindiefni og 5 km flutning á malarefni. Malbiksverð eru hins vegar miðuð við flutning innan höfuðborgarsvæðisins.
2. **Innbyrðis hlutföll kostnaðarliða eru sífellt að breytast.** Af þessum sökum er varhugavert að framreikna verð með vísitölum án umhugsunar. Helstu kostnaðarliðir eru laun, tækjakostnaður og efniskostnaður en í sumum verkþáttum getur einn kostnaðarliður, sem ekki fylgir vísitölubreytingum, skekkt niðurstöðuna til muna þegar kostnaður er framreiknaður með vísitölu. Olíuverð, sem hefur verið mjög breytilegt frá ári til árs hefur til dæmis veruleg áhrif á verð bikbundinna slitlaga.
3. **Umferð á malarvegum er miðuð við SDU en umferð á malbiki við ÁDU.** Ástæðan er sú að sumarumferðin ræður mestu um viðhaldsþörf og endingu malarvega enda er umferð á þeim að jafnaði mest yfir sumartímam. Umferð á klæðingum og malbiki er jafnari yfir árið og því er eðlilegt að miða heldur við ÁDU, sem er meðalumferð á dag yfir allt árið. SDU er hins vegar meðalumferð á dag yfir mánuðina júní-september.
4. **Umferðartölur eiga við samanlagða umferð á tveim akreinum.**

7.1 Styrkingar

7.1.0 Almenn

Þegar viðhaldsaðferð er valin þarf í flestum tilfellum að meta hvort burðarþol sé nægilegt. Ef ekki, þarf að gera ráðstafanir til að bæta úr, og þá kemur tvennt til greina:

- *Endurnýja burðarlög vegarins.* Þá þarf að hanna burðarþol vegarins að nýju með tilliti til umferðar og aðstæðna, fjarlægja gömul burðarlög með uppmokstri eða fræsingum og setja ný í staðinn. Þetta er dýr framkvæmd en getur átt fullan rétt á sér þegar svo ber undir, meðal annars þegar skipta þarf um lagnir í götum. Þessari aðferð eru engin skil gerð hér, enda er hún skyldari nýbyggingum en viðhaldi.
- *Styrkja burðarlagið sem fyrir er.* Vegna kostnaðar er styrking oft látin duga ef þess er nokkur kostur. Í þessum kafla eru raktar nokkrar styrkingaraðferðir.

Helstu ástæður til styrkinga eru þessar:

- Efra burðarlag mylst smátt og smátt niður undan umferð og myndar vatnsdrægt finefni. Með tímanum verður finefnið svo mikill hluti af burðarlaginu að það tapar burðarþolseiginleikum sínum í vorleysingum og skemmdir myndast í slitlaginu. Þessar skemmdir eru einkum algengar í klæðingum, í vorleysingum byrjar vatn (stundum leirlitað) að vætla upp í gegnum klæðinguna, stundum staðbundið, stundum á stórum flákum. Þetta fyrirbrigði er nánast óbrigðult merki um

fínefnamyndun í efra burðarlagi. Þegar svona stendur á er oft heppilegt að binda fínefnið með festun, til þess má nota froðubik, bikþeytu eða sement, og endurheimta þannig fyrra burðarþol.

- Burðarlögin (efra og neðra) tapa smátt og smátt burðargetu sinni. Vegir og götur eru yfirleitt hannaðar til að endast ákveðinn tíma og að honum loknum má búast við að burðargetan sé fullnýtt. Svipað gerist þegar umferðin vex og þyngist hraðar en hönnun gerði ráð fyrir.
- Þegar bundið slitlag er sett á malarvegi er algengt að styrkja burðarlagið til að tryggja endingu nýja slitlagsins.
- Stundum hefur vegur verið byggður með neðra burðarlag úr lítt eða ekki burðarhæfu efni. Í þessu tilfalli er raunhæfast að skipta um burðarlag (eftir endurhönnun ef með þarf).
- Erlendis hefur stundum þurft að endunýja bikbundin burðarlög vegna skriðs í þeim. Þess gætir helst á bílastæðum, á biðstöðvum strætisvagna og við gatnamót. Orsök skriðs er óheppilegt efnisval í bikbundin lög, oftast nær of mikið eða of mjúkt bindiefni, of sandríkar blöndur eða of lítið brotið efni. Talið er að skúfspenna í bikbundnum lögum nái hámarki um það bil 80 mm undir snertifleti slitlags og hjóls³⁴. Af því má ætla að hætta á skriði aukist að vissu marki með þykktinni.
- Af öðrum burðarþolsvandamálum má nefna sig í undirbyggingu. Þá getur verið nægilegt að rétta veginn af með eða án burðarlagsfestunar.

Á götum með sívaxandi umferð, einkum í Reykjavík, hefur tíðkast að byggja upp burð í samsvörun við vaxandi umferð með því að leggja hvert slitlagið ofan á annað þannig að slitlag fær hlutverk burðarlags þegar búið er að leggja yfir það.

Á þjóðvegum er algengast að styrkja burðarlag með mól en styrkingar með festun eru að vinna á, einkum þar sem hörgull er á góðum burðarlagsefnum. Hingað til hefur festun með froðubiki verið algengust en fleiri aðferðir hafa verið reyndar, þar á meðal sementsfestun. Allar þessar aðferðir hafa reynst vel.

³⁴ Lindahl 1994:31.

7.1.1 Festun með froðubiki

ALMENNT. Til undirbúnings festun efra burðarlags í vegi með froðubiki skal taka sýni úr veginum til að athuga hvort framkvæmdin er tæknilega möguleg og til að ákvarða bikmagn í festunina. Ef þörf krefur má meta burðargetu með falllóði.

Yfir bikfestun skal leggja bundið slitlag.

HENTAR:

- Til að binda fínefni í efra burðarlagi sem er orðið of fínefnaríkt og veldur burðarþolsskemmdum í slitlagi.
- Sem afrétting.
- Á vegi þar sem erfitt er að koma við styrkingum með mól vegna breiddar og hæðarlegu.

HENTAR EKKI:

- Þegar burðarþol neðri burðarlaga er lélegt.

ENDING:

- Áætluð ending 20 ár, hannað til 20 ára.

VERKLÝSING:

1. Afrétting.
 - a) Þurrfræsun.
 - b) Grófjöfnun með hefli og grjóttínsla steina > 50 mm. (Efni bætt við ef þurfa þykir).
 - c) Þjöppun með valta.
2. Fræsun með froðubiki.
3. Fínjöfnun með hefli og grjóttínsla steina > 50 mm.
4. Þjöppun með valta 5-7 tónna.

Ef þverhalli er nægilegur og missig er ekki vandamál er hægt að sleppa lið 1.

KOSTNAÐUR:

Kostnaður er miðaður við 12 cm festun, 3,8 % bikleif og 70 km flutning á bindiefni.

Viðmiðunarverð: 470 kr/m².

7.1.2 Festun með bikþeytu

ALMENNT. Til undirbúnings festun efra burðarlags í vegi með bikþeytu skal taka sýni úr veginum til að athuga hvort framkvæmdin er tæknilega möguleg og til að ákvarða bikmagn í festunina. Ef þörf krefur má meta burðargetu með falllóði.

Yfir bikfestun skal leggja bundið slitlag.

HENTAR:

- Til að auka burðarþol vega.
- Til að binda fínefni í efra burðarlagi sem er orðið of fínefnaríkt og veldur burðarþolsskemmdum í slitlagi.
- Sem afrétting.
- Á vegi þar sem erfitt er að koma við styrkingum með mól vegna breiddar og hæðarlegu.

HENTAR EKKI:

- Þegar burðarþol neðri burðarlaga er lélegt.

ENDING:

- Áætluð ending 20 ár, hannað til 20 ára.

VERKLÝSING:

1. Afrétting.
 - a) Þurrfræsun.
 - b) Grófjöfnun með hefli og grjóttínsla steina > 50 mm.
(Efni bætt við ef þurfa þykir).
 - c) Þjöppun með valta.
2. Fræsun með bikþeytu.
3. Fínjöfnun með hefli og grjóttínsla steina > 50 mm.
4. Þjöppun með valta 5-7 tonna.

Ef þverhalli er nægilegur og missig er ekki vandamál er hægt að sleppa lið 1.

KOSTNAÐUR:

Kostnaður er miðaður við 12 cm festun, 3,8 % bikleif og 70 km flutning á bindiefni.

Viðmiðunarverð: 450 kr/m².

7.1.3 Festun með sementi

ALMENNT. Til undirbúnings festun efra burðarlags í vegi með sementi skal taka sýni úr veginum til að athuga hvort framkvæmdin er tæknilega möguleg og til að ákvarða sementsmagn í festunina. Ef þörf krefur má meta burðargetu með falllóði.

Yfir sementsfestunina skal leggja slitlag úr malbiki eða tvöfaldri klæðingu.

HENTAR:

- Til að auka burðarþol vega.
- Þegar efra burðarlagið er orðið of fínefnaríkt og veldur burðarþolsskemmdum í slitlagi.
- Sem afrétting í langsáttina og til að lagfæra þverhalla.
- Á vegi þar sem erfitt er að koma við styrkingum með mól ofan á vegi vegna breiddar og hæðarlegu.

HENTAR EKKI:

- Þegar burðarþol neðri burðarlaga er lélegt.

ENDING:

- Áætluð ending 20 ár, hannað til 20 ára.

VERKLÝSING:

1. Afrétting.
 - a) Þurrfræsun.
 - b) Grófjöfnun með hefli og grjóttínsla steina > 50 mm.
(Efni bætt við ef þurfa þykir).
 - c) Þjöppun með valta.
2. Fræsun með sementi og vatni.
3. Forþjöppun með valta.
4. Fínjöfnun með hefli og grjóttínsla steina > 50 mm.
5. Þjöppun með valta, 5-7 tonna.
6. Titurvöltun.

Ef þverhalli er nægilegur og missig er ekki vandamál er hægt að sleppa lið 1.

KOSTNAÐUR:

Kostnaður er miðaður við 15 cm festun.

Viðmiðunarverð: 480 kr/m².

7.1.4 Styrking með biksmýgnu púkki

ALMENNT. Til undirbúnings skal meta burðargetu með falllóði og ákvarða þykkt styrkingar. Yfir styrkinguna má leggja tvöfalda klæðingu eða malbik.

HENTAR:

- Til að auka burðarþol vegna.
- Sem afrétting.

HENTAR EKKI:

- Þegar hæðarlega vegar verður að vera óbreytt.

ENDING:

- Áætluð ending 20 ár, hannað til 20 ára.

VERKLÝSING:

1. Púkk lagt út.
2. Valtað með tromluvalta.
3. Þétt með smærra efni, háð stærð á púkki.
4. Bindiefni, 3,0-3,5 l/m², dreift yfir og látið síga í nokkrar mínútur.
5. Valtað með tromluvalta.
6. Sandborið (ef nauðsyn krefur).

KOSTNAÐUR:

Kostnaður er miðaður við 8 cm þykkt á biksmýgnu púkki og 10 km flutning á bindiefni.

Viðmiðunarverð: 490 kr/m².

7.1.5 Styrking með púkki

ALMENNT. Til undirbúnings skal meta burðargetu með falllóði og ákvarða þykkt styrkingar. Yfir styrkinguna má leggja malbik eða tvöfalda klæðingu.

HENTAR:

- Til að auka burðarþol vega.
- Sem afrétting.

HENTAR EKKI:

- Þegar hæðarlega verður að haldast óbreytt.

ENDING:

- Áætluð ending er 20 ár.

VERKLÝSING:

1. Púkk lagt út.
2. Vegur tekinn í rétta hæð og þverhalla með hefli.
3. Jöfnunarlag lagt yfir.
4. Afrétting með hefli.
5. Þjöppun með valta.

KOSTNAÐUR:

Kostnaður er miðaður við 30 cm þykkt lag af 50 mm púkki sem er þétt með efra burðarlagsefni.

Viðmiðunarverð: 410 kr/m².

7.1.6 Styrking með mulinni grús

ALMENNT. Malarvegir eru eingöngu styrktir með þessari aðferð og hún hefur verið algengasta aðferðin til styrkingar á vegum með klæðingu. Vegurinn er oft réttur af í leiðinni og legu hans jafnvel breytt og þá eru skilin milli viðhalds og nýbyggingar orðin óljós.

Til undirbúnings skal meta burðargetu (t. d. með falllóði) og ákvarða þykkt styrkingar. Lágmarksþykkt styrkingar er 20 cm.

HENTAR:

- Til að auka burðarþol vega.
- Sem afrétting.

Styrkingu með mól eru annars lítil takmörk sett, en þar sem umferð er mikil kunna aðrar styrkingaraðferðir að vera hagkvæmari.

ENDING:

- Áætluð ending er 20 ár.

VERKLÝSING (malarvegur):

1. Fínefnaríkt malarslitlag fjarlægt.
2. Vegur tekinn í rétta hæð og þverhalla með hefli.
3. Styrkingarlag lagt út.
4. Afrétting með hefli.
5. Þjöppun með valta.

VERKLÝSING (vegur með klæðingu):

1. Styrking lögð ofan á bundið slitlag (ef efra burðarlag er orðið fínefnaríkt er stundum nauðsynlegt að fletta bundna slitlaginu af og fjarlægja hluta af burðarlaginu).
2. Afrétting með hefli.
3. Þjöppun með valta.

KOSTNAÐUR:

Kostnaður er miðaður við 20 cm þykkt lag af mulinni grús.

Viðmiðunarverð: 200 kr/m².

7.1.7 Styrking með undirlagsmalbiki

ALMENNT. Til undirbúnings skal ganga úr skugga um að burðarþol neðra burðarlags sé nægilegt.

HENTAR:

- Þar sem þarf að auka burð í götum og vegum.

HENTAR EKKI:

- Sem slitlag. (Ef styrkingin verður notuð sem bráðabirgðaslitlag verður hún að vera úr slitlagsmalbiki).

VERKLÝSING:

1. Undirbúningur (á undirlagi)
2. Undirlagsmalbik lagt út
3. Völtun

KOSTNAÐUR:

Viðmiðunarverð: 830 kr/m² (miðað við 5-6 cm lagþykkt).

7.2 Afrétting á bundnum slitlögum

Með afréttingu er átt við lagfæringu á þverhalla vegarins og á ójöfnum (ýfi) í lengdarátt um leið. Þegar vegur er styrktur er hann venjulega réttur af eftir þörfum þannig að styrkingaraðferðirnar sem taldar eru upp hér á undan eru jafnframt afréttingar. Ýmsar lagfæringar eru stundum gerðar án þess að að styrkja veginn um leið, til dæmis þegar þverhalli er lagfærður vegna afvötnunar, lagfæring á einstökum ójöfnum (t.d. svonefnd ræsaþopp), hann sléttaður í lengdarátt og hjólfarafyllingar.

Helstu afréttingaraðferðir og lagfæringar eru:

- Afrétting með undirlagsmalbiki.
- Afrétting með malbiksyfirlagi.
- Afrétting með óbundnu burðarlagi.
- Afrétting með bundnu burðarlagi.
- Afrétting með fræsingu á malbiki.
- Afrétting með bikfestun (froðubiki eða bikþeytu).
- Afrétting með þurrfræsingu.
- Lagfæring á hjólförum.
- Sléttun með Repave aðferðinni.
- Afrétting með Ralumac.

Ekki verður fjallað sérstaklega um afréttingaraðferðir sem falla undir styrkingar og slitlög enda er greint frá þeim hér að framan.

Afrétting með fræsingu á malbiki. Algengt er að fræsa hluta af gamla malbiksslitlaginu í burtu þannig að hæðarbreytingin verður engin með nýju slitlagi. Þetta er ekki eiginleg afrétting nema hvað undirlagið er sléttað undir nýtt malbikslag.

Afrétting með þurrfræsingu. Vegurinn er fræstur án íblöndunar bindiefna í allt að 200 mm þykkt. Ef þörf krefur er bætt við efni og síðan er yfirborðið er tekið í rétta hæð og þverhalla með hefli og nýtt slitlag sett ofan á. Þessi aðferð hefur verið nær eingöngu notuð við að fjarlægja svonefnd ræsaþopp á vegum með klæðingum en til greina kemur að nota þessa aðferð á vegi með lítilli umferð til afréttingar. Gæta verður þess að finefnahlutfallið verði ekki of hátt í þurrfræsingunni.

Lagfæring á hjólförum: Algengt er að lagfæra hjólför utan höfuðborgarsvæðisins með hjólfarafyllingum. Notaðar hafa verið klæðingar, olíumöl, malbik og Ralumac. Klæðingar eru lakasti kosturinn hvað sléttleika snertir og yfirleitt þarf hjólfarafylling með klæðingu meira en ár til að samlagast fyrra slitlagi. Hjólfarafyllingar með Ralumac eru sléttar en slitna tiltölulega hratt. Hjólfarafylling með malbiki er árangursríkust en jafnframt dýrust.

Sléttun með Repave aðferðinni. Þessi aðferð er fyrst og fremst notuð til að endurnýja slitlag með djúpum hjólförum en um leið eyðir hún ójöfnum í lengdaráttina.

Afrétting með Ralumac. Auk þess sem Ralumac hefur verið notað í hjólfarafyllingar hefur það einnig verið notað til að lagfæra hæðarlegu þvert á veginn og til að rétta upp kantsig.

7.3 Viðhald á malarslitlögum

7.3.1 Endurnýjun malarslitlaga með unnu efni

ALMENNT. Til undirbúnings þarf að athuga hvort burður sé nógur í veginum, hvort þverhalli sé viðunandi og rásir séu í lagi.

HENTAR:

- Á alla malarvegi.

ENDING (miðuð við 7-10 cm þykkt malarslitlag):

| <i>Umferð (SDU)</i> | <i>Ending (ár)</i> |
|-------------------------|------------------------|
| < 200 | 7-10 |
| 200-500 | 4-7 |
| > 500 | 2-4 |

VERKLÝSING:

1. Heflun og bleyting á undirlagi.
2. Yfirlögn með malarslitlagi.

KOSTNAÐUR:

Kostnaður er miðaður við 5 km flutning á malarefni og 7-10 cm þykkt lag.
Viðmiðunarverð: 100 kr/m².

7.3.2 Endurnýjun malarlitlaga með óunnu efni

ALMENNT. Til undirbúnings þarf að athuga hvort burður sé nógur í veginum, hvort þverhalli sé viðunandi og rásir séu í lagi. Einnig þarf að velja nothæft efni til ofaniburðar.

HENTAR:

- Á malarvegi með $SDU < 30$.

HENTAR EKKI:

- Á malarvegi með $SDU > 30$.

ENDING: (miðuð við 10 cm þykkt malarlitlag)

| <i>Umferð</i> | <i>Ending</i> |
|---------------|---------------|
| <i>(SDU)</i> | <i>(ár)</i> |
| < 30 | 7-10 |

VERKLÝSING:

1. Heflun og bleyting á undirlagi.
2. Yfirlögn með malarlitlagi.

KOSTNAÐUR:

Kostnaður er miðaður við 5 km flutning á malarefni og 7-10 cm þykkt lag.
Viðmiðunarverð: 60 kr/m².

7.3.3 Endurnýjun malarlitlaga með unnu efni lagt með malardreifara

ALMENNT. Efni ekið út með malardreifara í 3-5 cm þykku lagi.

HENTAR:

- Á malarvegi með ÁDU <100.

HENTAR EKKI:

- Á malarvegi með ÁDU >100.

ENDING: (miðuð við 3 cm þykkt malarlitlag)

| <i>Umferð</i> <i>(SDU)</i> | <i>Ending</i> <i>(ár)</i> |
|-------------------------------|------------------------------|
| < 50 | 4-6 |
| 50-100 | 3-5 |

Ef endingartími er 5 ár má reikna með smáviðgerðum (blettun) á 20 % yfirborðsins á 3. ári.

VERKLÝSING:

1. Vegur er hefлаður áður en malarlitlagi er ekið út.
2. Malarlitlag lagt út með malardreifara. Æskilegt er að rykbinda yfirborðið fljótlega eftir mölburð, enda hefur það veruleg áhrif á endingartíma slitlagsins og eykur umferðaröryggi.

KOSTNAÐUR:

Kostnaður er miðaður við 5 km flutning á malarefni og 5 cm þykkt lag.

Viðmiðunarverð: 50 kr/m².

7.4 Viðhald á klæðingum

7.4.1 Einfeld klæðing með þunnbiki og óflokkaðri mól

ALMENNT. Til undirbúnings skal ganga úr skugga um að burðarþol sé nægilegt, athuga hörku undirlags til að ákveða bindiefnismagn og athuga hvort þörf sé á hjólfarafyllingu. Efnislýsing, sjá kafla 3.6.

HENTAR:

- Til endurnýjunar á slitlögum.

HENTAR EKKI:

- Ef $\dot{A}DU > 300$.

ENDING: (viðmiðun, háð ástandi burðarlags, veðurfari og snjómokstri)

| <i>Umferð</i> | <i>Ending</i> |
|---------------------------------|---------------|
| <i>($\dot{A}DU$)</i> | <i>(ár)</i> |
| < 300 | 5-9 |

VERKLÝSING:

1. Viðgerðir á holum.
2. Þunnbiki dreift.
3. Malarefni dreift í þunnbikið.
4. Valtað með hjólavalta og/eða gúmmíklæddri tromlu.
5. Sópað þegar steinar hafa fest sig.

KOSTNAÐUR:

Kostnaður er miðaður við 100 km flutning á bindiefni og 5 km flutning á malarefni.

Viðmiðunarverð: 140 kr/m².

7.4.2 Einföld klæðing með þunnbiki og flokkaðri mól

ALMENNT. Til undirbúnings skal ganga úr skugga um að burðarþol sé nægilegt, athuga hörku undirlags til að ákveða bindiefnismagn og athuga hvort þörf sé á hjólfarafyllingu. Efnislýsing, sjá kafla 3.6.

HENTAR:

- Til endurnýjunar á slitlögum.

HENTAR EKKI:

- Ef $\text{ÁDU} > 3000$.

ENDING: (viðmiðun, háð ástandi burðarlags, veðurfari og snjómokstri)

| <i>Umferð</i> (<i>ÁDU</i>) | <i>Ending</i> (<i>ár</i>) |
|---------------------------------|--------------------------------|
| < 300 | 6-10 |
| 300 - 750 | 4-7 |
| 750 - 1500 | 3-6 |
| 1500 -2000 | 2-4 |
| 2000 - 3000 | 2-3 |

VERKLÝSING:

1. Viðgerðir á holum.
2. Þunnbiki dreift.
3. Malarefni dreift í þunnbikið.
4. Valtað með hjólavaltu og/eða gúmmíklæddri tromlu.
5. Sópað innan sólarhrings.

KOSTNAÐUR:

Kostnaður er miðaður við 100 km flutning á bindiefni og 5 km flutning á malarefni.

Viðmiðunarverð: 150 kr/m².

7.4.3 Tvöföld klæðing með þunnbiki og flokkaðri mól

ALMENNT. Til undirbúnings skal ganga úr skugga um að burðarþol sé nægilegt, athuga hörku undirlags til að ákveða bindiefnismagn og athuga hvort þörf sé á hjólfarafyllingu. Efnislýsing, sjá kafla 3.6.

HENTAR:

- Sem slitlag ofan á fest burðarlag (mikið notað á nýbyggingar).

HENTAR EKKI:

- Ef ÁDU > 3000.

ENDING: (viðmiðun, háð ástandi burðarlags, veðurfari og snjómokstri. Endingaráætlunin gerir ráð fyrir sliti á báðum lögum, að öðrum kosti svo og í nýlögnum, verður að gera ráð fyrir styttri endingartíma).

| <i>Umferð</i> (ÁDU) | <i>Ending</i> (ár) |
|------------------------|-----------------------|
| < 300 | ≈10 |
| 300-750 | 8-10 |
| 750-1500 | 6-8 |
| 1500-2000 | 4-6 |
| 2000-3000 | 3-4 |

VERKLÝSING:

1. Viðgerðir á holum.
2. Þunnbiki dreift.
3. Malarefni dreift í þunnbik.
4. Valtað með hjólavalta og/eða gúmmíklæddri tromlu.
5. Sópað þegar steinar hafa fest sig.
6. Þunnbiki dreift.
7. Malarefni dreift í þunnbik.
8. Valtað með hjólavalta og/eða gúmmíklæddri tromlu.
9. Sópað innan sólarhrings.

KOSTNAÐUR:

Kostnaður er miðaður við 100 km flutning á bindiefni og 5 km flutning á malarefni.

Viðmiðunarverð: 300 kr/m².

7.4.4 Tvöföld klæðing með þunnbiki, með mól í fyrri lagi en flokkuðu efni í seinna lagi

ALMENNT. Til undirbúnings skal ganga úr skugga um að burðarþol sé nægilegt, athuga hörku undirlags til að ákveða bindiefnismagn og athuga hvort þörf sé á hjólfarafyllingu. Efnislýsing, sjá kafla 3.6.

HENTAR:

- Sem slitlag ofan á fest burðarlag (einnig notað í nýbyggingar).

HENTAR EKKI:

- Ef $\text{ÁDU} > 3000$.

ENDING: (viðmiðun, ending er einnig háð ástandi burðarlags, veðurfari og snjómokstri. Endingaráætlunin gerir ráð fyrir sliti á báðum lögum, að öðrum kosti svo og í nýlögnum, verður að gera ráð fyrir styttri endingartíma).

| <i>Umferð (ÁDU)</i> | <i>Ending (ár)</i> |
|-------------------------|------------------------|
| < 300 | ≈10 |
| 300-750 | 8-10 |
| 750-1500 | 6-8 |
| 1500-2000 | 4-6 |
| 2000-3000 | 3-4 |

VERKLÝSING:

1. Viðgerðir á holum.
2. Þunnbiki dreift.
3. Malarefni dreift í þunnbik.
4. Valtað með hjólavalta og/eða gúmmíklæddri tromlu.
5. Sópað þegar steinar hafa fest sig.
6. Þunnbiki dreift.
7. Malarefni dreift í þunnbik.
8. Valtað með hjólavalta og/eða gúmmíklæddri tromlu.
9. Sópað innan sólarhrings.

KOSTNAÐUR:

Kostnaður er miðaður við 100 km flutning á bindiefni og 5 km flutning á malarefni.

Viðmiðunarverð: 290 kr/m².

7.4.5 Hjólfarafylling með klæðingu

ALMENNT. Til undirbúnings skal ganga úr skugga um að burðarþol sé nægilegt og athuga hörku undirlags til að ákveða bindiefnismagn. Efnislýsing, sjá kafla 3.6.

HENTAR:

- Í hjólför.

HENTAR EKKI:

- Ef $\text{ÁDU} > 3000$.

ENDING:

Gert er ráð fyrir að slitlag sé lagt yfir hjólfarafyllinguna samsumars.

VERKLÝSING:

1. Viðgerðir á holum.
2. Þunnbiki dreift í hjólför.
3. Malarefni dreift í þunnbik.
4. Valtað með hjólavalta og/eða gúmmíklæddri tromlu.
5. Sópað innan sólarhrings.

KOSTNAÐUR:

Kostnaður er miðaður við 100 km flutning á bindiefni og 5 km flutning á malarefni.

Viðmiðunarverð: 130 kr/m².

7.4.6 Hjólfarafylling með Ralumac

ALMENNT. Ralumac er kaldblandað slitlagsefni úr bikþeytu og fingerðu steinefni. Efnislýsing, sjá kafla 3.5.

HENTAR:

- Sem afrétting í hjólför.

HENTAR EKKI:

- Ef ÁDU > 3000.

ENDING:

Yfir hjólfarafyllinguna skal leggja slitlag samsumars.

VERKLÝSING:

1. Viðgerðir á holum.
2. Ralumac lagt í hjólför.

KOSTNAÐUR:

Kostnaður er miðaður við 100 km flutning á bindiefni og 5 km flutning á malarefni.

Viðmiðunarverð: 230 kr/m².

7.4.7 Hjólfarafylling og yfirlögn með Repave

ALMENNT. Gamla slitlagið er hitað, rifið upp og jafnað út í hjólförin, síðan er nýtt malbiksslitlag lagt yfir jafnharðan og með sömu vélasamstæðu. Algeng þykkt á yfirlögn er 20-25 mm eða sem svarar 60 kg/m². Efnislýsing, sjá kafla 3.8.

HENTAR:

- Til að lagfæra hjólför þar sem samanlögð þykkt bikbundinna laga er minnst 50 mm.

HENTAR EKKI:

- Þar sem þunnt slitlag liggur á malarburðarlagi.

ENDING:

Sjá kafla 8.1 og viðauka 1, endingu malbiksslitlags af sömu gerð og fer í yfirlögnina.

VERKLÝSING:

1. Hitun, upprif, jöfnun og útlögn malbiks.
2. Völtun.

KOSTNAÐUR:

Viðmiðunarverð: 510 kr/m².

7.4.8 Viðgerð á klæðingu

ALMENNT. Viðgerðarsvæðið þarf að undirbúa þannig að það sé hæft fyrir eitt eða tvö lög með klæðingu. Meðal annars þarf að fylla holur. Efnislýsing, sjá kafla 3.6.

HENTAR:

- Til staðbundinna viðgerða á öllum gerðum klæðinga.

VERKLÝSING:

1. Viðgerðir á holum.
2. Hreinsun undirlags.
3. Þunnbiki dreift.
4. Malarefni dreift í þunnbikið.
5. Valtað.
6. Sópað innan sólarhrings.

KOSTNAÐUR:

Kostnaður er miðaður við 100 km flutning á bindiefni og 5 km flutning á malarefni.

Viðmiðunarverð: 150 kr/m².

7.5 Viðhald á malbiksslitlögum

7.5.1 Hjólfarafylling og yfirlögn með Repave

ALMENNT. Til undirbúnings skal ganga úr skugga um að burðarþol sé nægilegt. Efnislýsing, sjá kafla 3.8.

HENTAR:

- Til lagfæringa á hjólförum vegna slits frá negldum hjólbörðum.

ENDING:

Sjá kafla 8.1, endingu malbiksyfirlags af sömu gerð og notuð er í yfirlögnina.

VERKLÝSING:

1. Holu- og sprunguviðgerðir.
2. Hreinsun undirlags.
3. Hitun, upprif, jöfnun og útlögn nýs malbiks.
4. Völtun.

KOSTNAÐUR:

Viðmiðunarverð: 510 kr/m².

Kostnaður við viðgerðir og hreinsun undirlags undanskilinn.

7.5.2 Hjólfarafylling með Ralumac

ALMENNT. Efnislýsing, sjá kafla 3.5.

HENTAR:

- Til afréttingar á hjólförum.

HENTAR EKKI:

- Ef ÁDU > 3000.

ENDING:

Slitlag skal lagt yfir hjólfarafyllinguna innan árs.

VERKLÝSING:

1. Viðgerðir á holum.
2. Ralumac lagt í hjólför.

KOSTNAÐUR:

Kostnaður er miðaður við 100 km flutning á bindiefni og 5 km flutning á malarefni.

Viðmiðunarverð: 230 kr/m².

Kostnaður við viðgerðir á holum undanskilinn.

7.5.3 Hjólfarafylling með malbiki

ALMENNT. Efnislýsing, sjá kafla 3.7. Í hjólfarafyllingu er oftast notað Y12.

HENTAR:

- Til afréttingar á hjólförum.

ENDING:

Ending fer eftir umferð. Slitlag skal lagt yfir hjólfarafyllinguna innan tveggja ára.

VERKLÝSING:

1. Viðgerðir á holum.
2. Hreinsun undirlags.
3. Líming með bikþeytu.
4. Malbik lagt í hjólför.
5. Völtun.

KOSTNAÐUR:

Viðmiðunarverð: 510 kr/m².

Kostnaður við viðgerðir á holum undanskilinn.

7.5.4 Fræsun og yfirlögn

ALMENNT. Gamalt slitlag er fræst upp og nýtt malbik lagt í fræsifarið.

HENTAR:

- Til að lagfæra hjólför þar sem hæð er bundin.

HENTAR EKKI:

- Ef slitlagið er svo þunnt að fræsunin nái niður í burðarlagið.

ENDING:

Sjá kafla 8.1 og viðauka 1, endingu samskonar malbiks og lagt er í fræsifarið.

VERKLÝSING:

1. Fræsun á slitlagi.
2. Hreinsun úr fræsifari.
3. Bikþeytu sprautað á undirlag.
4. Útlögn malbiks.
5. Völtun.

KOSTNAÐUR:

Viðmiðunarverð: Fræsun 230 kr/m².

Yfirlögn 880 kr/m² miðað við 45 mm þykkt slitlag.

ATHUGASEMD:

Fræsisvarfið má nýta á ýmsa vegu; sem burðarlagsefni, til íblöndunar í nýtt malbik og til bindingar á malarslitlagi til skamms tíma. Í áðurnefndum kostnaðartölum er fræsisvarfið ekki verðlagt.

7.5.5 Malbikun, yfirlag 8 (Y8)

ALMENNT. Til undirbúnings skal ganga úr skugga um að burðarþol sé nægilegt. Algeng þykkt slitlags er 2,5-3,5 cm. Efnislýsing, sjá kafla 3.7.

HENTAR:

- Sem yfirlag á bílastæði og húsagötur. Er einnig mjög hentugt sem afrétting undir yfirlag og sem yfirlag á götur með lítilli umferð sem eru farnar að trosna í yfirborðið.

HENTAR EKKI:

- Ef umferð er > 2000 ÁDU.
- Ef þykkt malbikslagsins verður að vera > 3,5 cm.

ENDING:

- Vissa er fyrir 10 ára endingu og talið líklegt að hún geti verið 15 ár, jafnvel meira.

VERKLÝSING:

1. Viðgerðir á undirlagi, ef þarf:
 - a) Holu- og sprunguviðgerðir.
 - b) Afrétting.
2. Hreinsun undirlags:
 - a) Sópun.
 - b) Þvottur (ef gata hefur verið söltuð eða er mjög óhrein).
3. Upphækkun á brunnum og niðurföllum.
4. Bikþeytu dreift á undirlag.
5. Útlögn malbiks.
6. Völtun.

KOSTNAÐUR:

Viðmiðunarverð: 660 kr/m² (miðað við 2,5-3,0 cm þykkt).

Kostnaður við liði 1, 2 og 3 er undanskilinn.

7.5.6 Malbikun, yfirlag 8 SMA (treffabik)

ALMENNT. Til undirbúnings skal ganga úr skugga um að burðarþol sé nægilegt. Algeng þykkt slitlags er 2,5-3,5 cm. Efnislýsing, sjá kafla 3.7.

HENTAR:

- Sem yfirlag á safn- og húsagötur.
- Þar sem umferð leitar mikið í hjólför.

HENTAR EKKI:

- Ef umferð er > 5000 ÁDU.
- Ef þykkt malbikslagsins þarf að vera > 3,5 cm.

ENDING:

- SMA 8 hefur hingað til aðeins verið lagt í tilraunaskyni á nokkrar húsagötur og enn er engin veruleg reynsla fengin af endingu. Þó má telja víst að SMA 8 endist á móta og Y8, jafnvel betur, miðað við sömu umferð.

VERKLÝSING:

1. Viðgerðir á undirlagi, ef þarf:
 - a) Holu- og sprunguviðgerðir.
 - b) Afrétting.
2. Hreinsun undirlags:
 - c) Sópun.
 - d) Þvottur (ef gata hefur verið söltuð eða er mjög óhrein).
3. Upphækkun á brunnum og niðurföllum.
4. Bikþeytu dreift á undirlag.
5. Útlögn malbiks.
6. Völtun.

KOSTNAÐUR:

Viðmiðunarverð: 690 kr/m² (miðað við 2,5-3,0 cm þykkt).

Kostnaður við liði 1, 2 og 3 er undanskilinn.

7.5.7 Malbikun, yfirlag 12 (Y12)

ALMENNT. Til undirbúnings skal ganga úr skugga um að burðarþol sé nægilegt. Lágmarksþykkt er 3,5 cm og algeng þykkt er 3,5-5,0 cm. Steinefni þarf að velja með hliðsjón af umferð. Efnislýsing, sjá kafla 3.7.

HENTAR:

- Sem yfirlag á bílastæði, húsagötur, safngötur og tengibrautir.
- Í hjólfarafyllingar.

HENTAR EKKI:

- Ef ÁDU er > 12.000 bílar.
- Ef þykkt malbikslagsins verður að vera < 3,5 cm.

ENDING:

- Sjá kafla 8.1 og viðauka 1.

VERKLÝSING:

1. Viðgerðir á undirlagi, ef þarf:
 - a) Holu og sprunguviðgerðir.
 - b) Afrétting.
2. Hreinsun undirlags:
 - a) Sópun.
 - b) Þvottur (ef gata hefur verið söltuð eða er mjög óhrein).
3. Upphækkun á brunnnum og niðurföllum.
4. Bikþeytu dreift á undirlag.
5. Útlögn malbiks.
6. Völtun.

KOSTNAÐUR:

Viðmiðunarverð: 860 kr/m² (miðað við 4,0 cm þykkt).

Kostnaður við liði 1, 2 og 3 er undanskilinn.

7.5.8 Malbikun, yfirlag 12 SMA (treffabik)

ALMENNT. Til undirbúnings skal ganga úr skugga um að burðarþol sé nægilegt. Lágmarksþykkt er 3,5 cm. Steinefni þarf að velja með hliðsjón af umferð. Efnislýsing, sjá kafla 3.7.

HENTAR:

- Sem yfirlag á safn- og tengibrautir.
- Þar sem umferð leitar mikið í hjólför.

HENTAR EKKI:

- Ef ÁDU > 12.000 bílar.
- Ef þykkt malbikslagsins verður að vera < 3,5 cm.
- Þar sem útlögn er erfið s.s. vegna breikkana þar sem mikið er um handlögn.

ENDING:

- SMA 12 hefur hingað til aðeins verið lagt í tilraunaskyni og engin teljandi reynsla er fengin af endingu. Þó verður að teljast líklegt að það endist betur en Y 12 miðað við sömu umferð.

VERKLÝSING:

1. Viðgerðir á undirlagi, ef þarf:
 - a) Holu- og sprunguviðgerðir.
 - b1) Afrétting, hjólfarafylling (hjólför > 2 cm).
 - b2) Afrétting með fræsun og hreinsun.
2. Hreinsun undirlags:
 - c) Sópun.
 - d) Þvottur (ef gata hefur verið söltuð eða er mjög óhrein).
3. Upphækkun á brunnum og niðurföllum.
4. Bikþeytu dreift á undirlag.
5. Útlögn malbiks.
6. Völtun.

KOSTNAÐUR:

Viðmiðunarverð: 900 kr/m² (miðað við 4,0 cm þykkt).

Kostnaður við liði 1, 2 og 3 er undanskilinn.

7.5.9 Malbikun, yfirlag 16 (Y16)

ALMENNT. Til undirbúnings skal ganga úr skugga um að burðarþol sé nægilegt. Lágmarksþykkt er 4,5 cm. Algeng lagþykkt er 4,5-6,0 cm en þykktin má vera 7,0 cm ef þörf krefur. Steinefni þarf að velja með hliðsjón af umferð. Efnislýsing, sjá kafla 3.7.

HENTAR:

- Sem yfirlag á stofn- og tengibrautir með ÁDU > 12.000 bíla.
- Til að auka burð í götum samtímis endurnýjun á slitlagi.

HENTAR EKKI:

- Sem slitlag á húsagötur og bílastæði.
- Ef þykkt malbikslagsins verður að vera minni en 4,5 cm.

ENDING:

- Sjá kafla 8.1 og viðauka 1.

VERKLÝSING:

1. Viðgerðir á undirlagi, ef þarf:
 - a) Holu- og sprunguviðgerðir.
 - b1) Afrétting (ef hjólför eru > 2 cm skal rétta af með Y12).
 - b2) Afrétting með fræsun og hreinsun.
2. Hreinsun undirlags:
 - c) Sópun.
 - d) Þvottur (ef gata hefur verið söltuð eða er mjög óhrein).
3. Upphækkun á brunnum og niðurföllum.
4. Bikþeytu dreift á undirlag.
5. Útlögn malbiks.
6. Völtun.

KOSTNAÐUR:

Viðmiðunarverð: 880 kr/m² (miðað við 4,5 cm þykkt).

Kostnaður við liði 1, 2 og 3 er undanskilinn.

7.5.10 Malbikun, yfirlag 16 SMA (treffabik)

ALMENNT. Til undirbúnings skal ganga úr skugga um að burðarþol sé nægilegt. Lágmarksþykkt er 4,5 cm en algeng lagþykkt er 4,5-5,0 cm. Steinefni þarf að velja með hliðsjón af umferð. Efnislýsing, sjá kafla 3.7.

HENTAR:

- Sem yfirlag á safn- og tengibrautir þar sem ÁDU > 12.000 bílar.

HENTAR EKKI:

- Sem slitlag á húsagötur og bílastæði.
- Ef þykkt malbikslagsins verður að vera minni en 4,5 cm.
- Þar sem útlögn er erfið s.s. vegna breikkana þar sem mikið er um handlögn.

ENDING:

- Sjá kafla 8.1 og viðauka 1.

VERKLÝSING:

1. Viðgerðir á undirlagi, ef þarf:
 - a) Holu- og sprunguviðgerðir.
 - b1) Afrétting, hjólfarafylling (ef hjólför eru > 2 cm skal nota Y12 í afréttingu).
 - b2) Afrétting með fræsun og hreinsun.
2. Hreinsun undirlags:
 - c) Sópun.
 - d) Þvottur (ef gata hefur verið söltuð eða er mjög óhrein).
3. Upphækkun á brunnum og niðurföllum.
4. Bikþeytu dreift á undirlag.
5. Útlögn malbiks.
6. Völtun.

KOSTNAÐUR:

Viðmiðunarverð: 940 kr/m² (miðað við 4,5 cm þykkt).

Kostnaður við liði 1, 2 og 3 er undanskilinn.

7.5.11 Viðgerðir á brotholum í malbiki

ALMENNT. Brotholur skal gera við strax og þeirra verður vart, annaðhvort með olíumöl til bráðabirgða eða til frambúðar með malbiki. Ákvörðun um fullnaðarviðgerð skal tekin með tilliti til þess hvort í hlut eiga brotholur í umferðarþungum götum eða í húsagötum.

VERKLÝSING, FULLNAÐARVIÐGERÐ:

1. Sögun. Stærð viðgerðar skal taka mið af ástandi slitlagsins næst holunni.
2. Hreinsun. Hreinsa skal allt frostnæmt efni upp úr holunni.
3. Efnisskipti. Ef þurfa þykir skal skipta um burðarlagsefni eða bæta við þannig að þykkt malbiks eftir viðgerð verði óbreytt.
4. Líming. Allir malbikskantar skulu límbornir með bikþeytu (emulsion).
5. Malbikun. Í stærri viðgerðum (>100 m²) skal leitast við að nota samskonar malbik og fyrir er, annars Y12. Malbika skal í lögum í samræmi við þykkt malbiks, þó aldrei meira en 7 cm í einu.
6. Þjöppun. Þjappa skal hvert lag fyrir sig og skal velja stærð titurvaltara eftir stærð viðgerðar.

KOSTNAÐUR:

Þykkt malbiks < 7 cm, viðmiðunarverð 4500 kr/m².

Þykkt malbiks 7-12 cm, viðmiðunarverð 6000 kr/m².

7.5.12 Viðgerðir á veituskurðum í malbiki

ALMENNT. Gera skal við veituskurði strax og skurði hefur verið lokað, annaðhvort með olíumöl til bráðabirgða eða til frambúðar með malbiki. Ákvörðun um fullnaðarviðgerð skal taka með tilliti til þess hvort um er að ræða veituskurði í umferðarpungum götum eða í húsagötum.

VERKLÝSING, FULLNAÐARVIÐGERÐ:

1. Þjöppun fyllingar. Ganga þarf úr skugga um að þjöppun fyllingar í skurðum sé nægileg.
2. Frágangur undir malbik. Fjarlægja skal efsta lag fyllingar sem nemur þykkt malbiks í sárinu, að viðbættri þykkt jöfnunar- eða burðarlags, ef slíkt lag er nauðsynlegt. Síðan skal leggja og þjappa jöfnunarlag/burðarlag.
3. Sögun. Alla kanta skal saga beina.
4. Líming. Allir malbikskantar skulu límbornir með bikþeytu (emulsion).
5. Malbikun. Malbika skal í lögum í samræmi við þykkt malbiks, þó aldrei meira en 7 cm í einu. Ef þykkt er meiri en 7 cm skal gengið frá neðra malbikslagi 7 cm neðan við endanlegt yfirborð og skal fræsa lás um það bil 10 cm breiðan í slitlagið áður en efsta lag er malbikað.
6. Þjöppun. Þjappa skal hvert lag fyrir sig og skal velja stærð titurvaltara eftir stærð viðgerðar.

KOSTNAÐUR:

Þykkt malbiks < 7 cm, viðmiðunarverð 4500 kr/m².

Þykkt malbiks 7-12 cm, viðmiðunarverð 6000 kr/m².

7.5.13 Viðgerðir á flögnun og slitholum í malbiki

ALMENNT. Gera skal við flögnun og slitholur í stofnbrautum eins fljótt og unnt er og veður leyfir.

VERKLÝSING:

1. Fræsing. Ákvörðun um stærð fræsiflatar skal taka mið af ástandi slitlagsins næst slitholunni, þannig að viðgerðin verði sem heillegust og þykkt slitlags verði > 4 cm.
2. Hreinsun. Viðgerðarflöturinn þarf að vera laus við finefni áður en hann er límborinn.
3. Líming. Allur fræsiflöturinn skal límborinn með bikþeytu (emulsion).
4. Malbikun. Í stærri viðgerðum (>100 m²) skal leitast við að nota samskonar malbik og fyrir er, annars Y12. Malbikað er í einu lagi.
5. Þjöppun. Stærð titurvaltara skal velja í samræmi við stærð viðgerðar.

KOSTNAÐUR:

Þykkt malbiks 4-7 cm, viðmiðunarverð 3500 kr/m².

7.6 Viðhald á steiptum slitlögum

7.6.0 Almenn

Áður en ráðist er í viðhald á steiptum vegum þarf að kanna hvers konar viðhalds er þörf. Algengast er að steiptir vegir þurfi viðhald vegna hjólfaraslits eða vegna þess að steypuflekar eru sprungnir. Ef þörf er á viðhaldi vegna hjólfara, en slitlagið er ósprungið, kemur til greina að fræsa hjólförin burtu, þó því aðeins að gert hafi verið ráð fyrir fræsun þegar slitlagið var hannað (þá er þykkt slitlagsins aukin sem nemur fyrirhugaðri fræsun). Ef þykkt slitlagsins leyfir ekki fræsun kemur ásteypa til greina, eða malbiksyfirlögn. Ef slitlagið er mjög sprungið eða missigið vegna lélegrar undirbyggingar er hæpið að steypa ofan á slitlagið að nýju eða malbika, án þess að lagfæra undirlagið. Þá kemur til greina að mylja slitlagið niður á staðnum með fallhamri og nota mulninginn sem burðarlag undir nýtt slitlag. Þessi aðferð er velþekkt erlendis en hefur ekki verið notuð hér. Malbiksyfirlögn hefur verið langalgengasta aðferðin til viðhalds á steiptum slitlögum, eins þótt þau hafi sýnt ótvíræð merki um burðarþolsskemmdir, en orkar þá tvímælis.

Aðrar ástæður viðhalds eru helst fleiður, skemmdir á fúgum og ýfi.

Hérlendis er lítil reynsla fengin af viðhaldi á steiptum slitlögum og það hefur nánast eingöngu verið fólgið í yfirlögn með malbiki. Af sömu ástæðu eru eftirfarandi lýsingar á viðhaldsaðferðum og áætlaður kostnaður við þær að mestu sóttar í áðurnefndar heimildir frá norsku vegagerðinni^{35,36}. Kostnaðartölur eru ónákvæmar. Þær eru að stofni til úr áðurnefndum heimildum en umreiknaðar til íslensks verðlags með margföldunarstuðlinum 10,5 (fyrst leiðréttar með breytingu á norskri framleiðslu-vísitölu milli árána 1992 og 2000, síðan umreiknaðar til íslensks verðlags með gengi norskrar krónu á miðju ári 2000).

7.6.1 Hjólför

Fræsun

HENTAR. Þegar meginástæða viðhalds er of djúp hjólför, engin merki sjást um skert burðarþol (til dæmis sprungur eða hreyfing á steypuflekum) og slitlagið er nægilega þykkt til að fræsun skerði ekki burðarþol þess um of.

HENTAR EKKI. Þegar merki sjást um skert burðarþol eða slitlagið er of þunnt til að burðarþol verði nægilegt eftir fræsun.

VERKLÝSING:

1. Fræsun með þungum tannfræsara.
2. Sópun, uppmokstur, akstur og förgun á fræsi.

KOSTNAÐUR: Um 550 kr/m² miðað við 20 mm fræsidýpt (ágiskun út frá norskum forsendum).

Ásteypa

HENTAR. Þegar meginástæða viðhalds eru of djúp hjólför, fræsun er útilokuð vegna þess að slitlagið er ekki nægilega þykkt, og lítil sem engin merki sjást um skert burðarþol (til dæmis sprungur eða hreyfing á steypuflekum).

HENTAR EKKI. Þegar ótvíræð merki sjást um skert burðarþol eða þar sem hæð er bundin.

³⁵ Statens Vegvesen 1993a.

³⁶ Statens Vegvesen 1993b.

VERKLÝSING:

1. Hreinsun (til dæmis með háþrýstipvotti, grunnri fræsun eða slípun eða öðrum aðferðum). Ef ásteypan nær 10 cm þykkt er hreinsun óþörf.
2. Líming með epoxy við kanta og fúgur. Þar nægir að líma 30 cm breiða rönd með epoxy, annarsstaðar dugar latexblönduð sementsefja.
3. Ásteypa með skriðmótavél, að lágmarki 5 cm þar sem ásteypan er þynnst.
4. Aðhlyning. Mikilvægast er að koma í veg fyrir útgufun (með steypuþekju, yfirbreiðslu eða vökvun) og frostsKemmdir.
5. Sögun á fúgum.

KOSTNAÐUR: Að lágmarki 1700 kr/m² miðað við 5 cm þykka ásteypu. Aukakostnaður fyrir hvern cm í þykkt til viðbótar 5 cm er um 160 kr/m². Þessar kostnaðartölur eru ágiskun út frá norskum forsendum.

Fræsun og ásteypa

HENTAR. Þegar engin merki sjást um skert burðarþol (til dæmis sprungur eða hreyfing á steypuflekum) og meginástæða viðhalds er hjólför, en slitlagið er of þunnt til að fræsing dugi ein sér. Ennfremur þegar þykktaraukning á slitlagi er æskileg, til dæmis vegna þrepauppbyggingar eða aukins umferðarþunga.

HENTAR EKKI: Þegar merki sjást um skert burðarþol eða aðrar ástæður en hjólför kalla á viðhald.

VERKLÝSING:

1. Gróffræsing. Slípun kemur líka til greina en er dýrari.
2. Hreinsun (með þrýstilofti eða sópun).
3. Líming með epoxy við kanta og fúgur. Þar nægir að líma 30 cm breiða rönd með epoxy, annarsstaðar dugar latexblönduð sementsefja.
4. Ásteypa með skriðmótavél.
5. Aðhlyning. Mikilvægast er að koma í veg fyrir útgufun (með steypuþekju, yfirbreiðslu eða vökvun) og frostsKemmdir.
6. Sögun á fúgum.

KOSTNAÐUR: 1700-2500 kr/m² eftir þykkt ásteypu (ágiskun út frá norskum forsendum).

Fræsun úr hjólförum og fylling í fræsifar

HENTAR: Þegar meginástæða viðhalds er hjólför og engin merki sjást um skert burðarþol (til dæmis sprungur eða hreyfing á steypuflekum).

HENTAR EKKI: Þegar merki sjást um skert burðarþol eða aðrar ástæður en hjólför kalla á viðhald.

VERKLÝSING:

1. Fræsun úr hjólförum, ef vill einnig á milli hjólfara.
2. Hreinsun með sópun, þvotti eða þrýstilofti.
3. Epoxylíming á lóðréttum fræsiflötum og á 25 cm breiðum röndum við kanta. Aðra fleti er nægilegt að líma með latexblandaðri sementsefju.
4. Ásteypa.
5. Aðhlyning. Mikilvægast er að koma í veg fyrir útgufun (með steypuþekju, yfirbreiðslu eða vökvun) og frostsKemmdir.
6. Sögun á fúgum.

KOSTNAÐUR: Allir verkþættir samanlagðir: 1400 kr/m² (minnst 2000 m kafli, ágiskun út frá norskum forsendum).

Malbiksyfirlögn

HENTAR: Þegar meginástæða viðhalds er hjólför og lítil eða engin merki sjást um skert burðarþol (til dæmis sprungur eða hreyfing á steypuflekum).

HENTAR EKKI: Þegar slitlag er mikið sprungið vegna skerts burðarþols eða aðrar ástæður en hjólför kalla á viðhald.

VERKLÝSING:

1. Líming með bikþeytu.
2. Hjólfarafylling.
3. Líming með bikþeytu.
4. Malbiksyfirlag, 40-50 mm þykkt.

KOSTNAÐUR: Allir verkþættir samanlagðir: 1000-1200 kr/m² (ágiskun).

ATHUGASEMD: Hérlendis hefur malbiksyfirlögn verið langalgengasta aðferðin til viðhalds á steypum slitlögum, eins þótt þau hafi sýnt ótvíræð merki um burðarþolsskemmdir.

7.6.2 Sprungur og fúgur

VIÐGERÐIR Á SPRUNGUM. Sprungur stafa að jafnaði frá frostlyftingu eða sigi, einnig getur jöfnunarlagið undir plötunum skolast burt á blettum með vatni, sem fer niður um fúgur. Stakar langsprungur og sprungur á plötuhornum má fylla með fúgumassa eða sérhönnuðum blöndum (til dæmis Densit), og þversprungur má stundum að skaðlausu gera að fúgum.

Ef skemmdirnar eru útbreiddar kemur til greina að skipta um plötur. Ef sprungurnar stafa af lélegri undirbyggingu getur þurft að rústa slitlagið, fjarlægja það og gera við undirbygginguna.

VIÐHALD Á FÚGUM. Hérlendis tíðkast ekki lengur að fylla fúgur, hvorki með fúgumassa né fúgulistum. Reynsla hérlendis sýnir að fúgufylling er óþörf ef undirbygging er vönduð. Lítils háttar viðhald kann að falla til þegar flísast út úr fúgum eða horn brotna af plötum, en reynsla af steypu slitlagi á Reykjanesbraut og Vesturlandsvegi sýnir að það er sjaldgæft.

Ef ekki eru notuð tengijárn til að flytja álag yfir fúgurnar má búast við einhverju viðhaldi vegna hreyfinga á plötuskilum. Orsökina er venjulega útskolun á jöfnunarlagi undir plötunni. Þá kemur til greina að dæla sérhannaðri steypublöndu undir plötuna. Í versta falli getur þurft að saga burtu um það bil meters breidd af slitlaginu á plötuskilum og endurnýja.

7.6.3 Sár og fleiður

Venjulega stafa sár og fleiður af aðskilnaði í steypunni. Stundum dugar að fylla þau með sementsefju, en stundum þarf meira til. Þá þarf að höggva burtu gallaða steypu, saga kanta lóðrétt, jafnvel inn undir sig, límbra snertifleti og fylla sárið með nýrri steypu eða sérhönnuðum blöndum (t. d. Densit). Ef verkið er vandað í upphafi er þetta viðhald hverfandi lítið. Þar sem aðskilnaður er útbreiddur verður slitnið misjafnt og slitlagið óslétt með tímanum.

7.6.4 Ýfi

Venjulega nægir að taka fáeina mm ofan af slitlagi sem er óslétt ef orsökina er gallar í útlagningu og þá dugar að slípa það. Það kostar 400 – 700 kr/m² (ágiskun út frá

norskum forsendum). Sé orsökinn hins vegar hreyfingar í undirbyggingu þarf róttækari aðgerðir, og kostnaðurinn fer eftir umfangi.

7.6.5 *Hemlunarviðnám*

Ef hemlunarviðnám er ófullnægjandi er algengast að slípa slitlagið. Hérlandis hefur ekki þurft sérstakt viðhald vegna hemlunarviðnáms vegna fágunar (polishing) á yfirborði slitlagsins. Negldir hjólbarðar sjá um að halda slitlaginu nægilega hrjúfu til að tryggja viðunandi hemlunarviðnám. Þar af leiðandi er ekki ástæða til að gera ráð fyrir viðhaldi af þessum sökum að óbreyttu.

8. ENDINGARLÍKÖN

8.0 Almennt

Ef umferð á bundnum slitlögum er meiri en 2000 ÁDU ráða hjólförin endingu að öðru jöfnu. Einungis lítill hluti hjólfara í bundnum slitlögum stafar af skriði ef marka má athuganir sem gerðar hafa verið á malbiki í Reykjavík³⁷ og, ef undirbyggingin er ósvikin, sigi í undirbyggingu. Mestur hluti þeirra á rót sína að rekja til negldra hjólbarða og að öðru jöfnu stendur hjólfaradýptin í réttu hlutfalli við umferðina. Ef umferðin er lítil, undir 2000 ÁDU, verður hjólfaradýptin sjaldnast afgerandi fyrir endingu slitlagsins.

Í þessum kafla eru kynntar töflur yfir áætlaða endingu bundinna slitlaga. Þær geta verið til hjálpar til að meta endingu og auðveldað hagkvæmnissamanburð þegar fleiri en ein slitlagsgerð stendur til boða í viðhaldi. Hinu má þó ekki gleyma að fjölmargir þættir aðrir en ending geta haft áhrif á hagkvæmni slitlaga.

Hér er gert er ráð fyrir að ending sé háð tegund slitlags, leyfðri hjólfaradýpt, kvarnartölu steinefnis í slitlaginu, þrýstipóli steypu þar sem það á við, umferðarhraða, og umferðarmagni. Miklu fleiri þættir hafa áhrif á endingu slitlags, sumir mikil, þótt fyrrnefndir þættir skipti líklega mestu. Af þessu leiðir að endingarspárnar eru ekki nákvæmar, þar getur hæglega skakkað um ár til eða frá á stuttum endingartíma og meiru á löngum. Í annan stað er líklegt að spárnar muni vanmeta endingu þegar fram í sækir. Til þess liggja tvær ástæður öðrum fremur. Annars vegar hafa naglar í hjólbarða tekið breytingum og valda minna slitu en áður, og sú þróun er líkleg til að halda áfram. Hins vegar má telja sennilegt að þörf á negldum hjólbörðum minnki eitthvað með betri vetrarhjólbörðum.

Töflurnar ná aðeins yfir tvær slitlagsgerðir, malbikuð slitlög og steipt. Orsökina er sú að umferð á klæðingum er oftast nær minni en 2000 ÁDU (klæðingar eru sjaldan notaðar fyrir meiri umferð) svo að hjólför í þeim eru líklegri til að stafa af öðrum orsökum en slitu.

Umferðartölur eru miðaðar við umferð á tveim akreinum, annað hvort í sömu átt (á annarri akbrautinni af fjögurra akreina vegi) eða umferð á tveggja akreina vegi með umferð í gagnstæðar áttir. Umferðartölur eru tilgreindar í 2000 ÁDU stökkum á bilinu 2000 til 30.000 ÁDU.

Leyfð hjólfaradýpt er látin hlaupa á 5 mm á bilinu 20 mm til 45 mm. Hjólfaradýpt er miðuð við mesta bil á milli slitlags og réttsskeiðar sem lögð er á akreina³⁸.

Kvarnartala er notuð til að meta áhrif frá styrkleika steinefnis á slit. Þrjár kvarnartölur eru teknar með, 7, 10 og 15, sem spanna nokkurn veginn kvarnartölur steinefna sem notuð eru í malbikuð og steipt slitlög.

Ending er reiknuð fyrir tvo umferðarhraða, 60 og 90 km/klst. Áhrif umferðarhraða á slit eru reiknuð samkvæmt sænsku líkani³⁹.

8.1 Malbik

Endingarspár fyrir malbik byggjast á mælingum á slitu í Reykjavík og að hluta til á Reykjanesbraut um 10 ára skeið⁴⁰. Í spánum er gert ráð fyrir að hámarksending malbiks sé 25 ár. Þá er reiknað með að öldrun (hörðun bindiefnis) takmarki frekari endingu. Spárnar eru gerðar fyrir þrjár algengustu malbikstegundirnar, SMA 16, Y 16

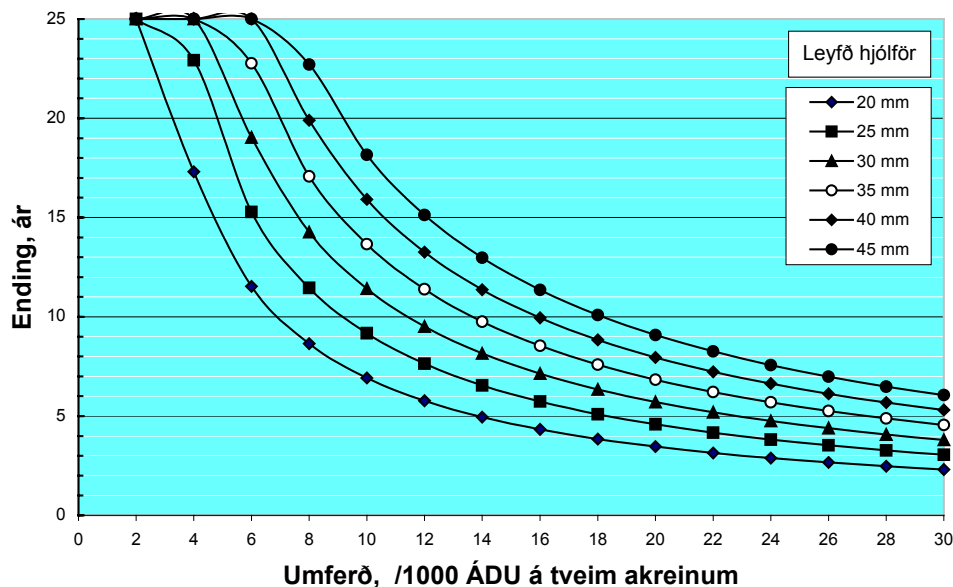
³⁷ Ásbjörn Jóhannesson, 1998a.

³⁸ Raunhæfari mælikvarði á ástand slitlagsins með tilliti til aksturseiginleika er vatnsdýpi í hjólförum en það er háð þverhalla vegarins og er þess vegna ekki nothæfur stiki í endingarlíkani.

³⁹ Jacobson, 1997.

⁴⁰ Þórir Ingason og Ásbjörn Jóhannesson 1999.

og Y 12, en þær eru traustastar fyrir SMA 16 og Y 16, hvorutveggja með kvarnartölu 7, því mestur hluti slitmælinganna hefur verið gerður á þessháttar malbiki. Í spánum er jafnframt gert ráð fyrir að breytingar kvarnartölu hafi sömu áhrif á slit óháð malbiksgerð, en þessi forsenda hefur ekki verið sannprófuð. Spánnar, ásamt forsendum, eru birtar í töflum í viðauka 1. Dæmi um eina slíka spá á línuritsformi er sýnt á mynd 8.1.



Mynd 8.1: Ending Y16 SMA úr steinefni með kvarnartölu 7 við umferðarhraðann 60 km/klst.

8.2 Steypa

Rétt er að taka fram að hérlendar mælingar á slitþoli steyptra slitlaga eru af mjög skornum skammti og áætlanir um endingu byggjast að nokkru leyti á erlendum heimildum og verulegu leyti á efniseiginleikum mældum á rannsóknastofu. Engin víska er fyrir því að þessar spár gefi rétta mynd af raunveruleikanum, því lítil reynsla er komin á þær. Þessvegna eru endingarspár fyrir steyptr slitlög háðar talsverðri óvissu, og þær þarf að endurskoða þegar og ef traustari upplýsingar um endingu koma fram.

Í spánum er án frekari rökstuðnings gert ráð fyrir að hámarksending steyptra slitlaga sé 40 ár. Spánnar eru gerðar fyrir tvo styrkleikaflokka, annars vegar C45, hins vegar C60 (líklegt þrýstipól eftir hörðun í 28 daga við staðalaðstæður er í sömu röð 55 MPa og 70 MPa). Í spánum er jafnframt gert ráð fyrir að breytingar á kvarnartölu hafi sömu áhrif á slit óháð styrkleikaflokki, en þessi forsenda hefur ekki verið sannprófuð. Spánnar, ásamt forsendum, eru birtar í töflum í viðauka 2.

HEIMILDIR

- Ásbjörn Jóhannesson 1998a: *Hjólframmyndun í malbiki að sumarlagi – lokaskýrsla. BUSL – Slitlaganefnd. Skýrsla S-5. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, Reykjavík.*
- Ásbjörn Jóhannesson 1998b: *Viðhaldsaðferðir. Viðhald á steiptum slitlögum. Tillaga til umræðu. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins.*
- Ásbjörn Jóhannesson o. fl. 2000: *Tæki til slit- og ýfímælinga - lokaskýrsla. BUSL – Slitlaganefnd. Skýrsla S-20. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, Reykjavík.*
- Ásbjörn Jóhannesson, 1997: *Slit- og hryfímælingar með slitmælitæki Malbikunarstöðvarinnar Höfða og Vegagerðarinnar. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, Reykjavík.*
- Dóms- og kirkjumálaráðuneytið 1964: *Reglugerð nr. 51 um gerð og búnað ökutækja o. fl. Stjórnartíðindi 1964, B-deild.*
- Dóms- og kirkjumálaráðuneytið 1995: *Reglugerð nr. 425 um gerð og búnað ökutækja. Stjórnartíðindi 1995, B-deild.*
- Gatnamálastjóri 2000: *Starfsáætlun fyrir árið 2001. Gatnamálastjórinn í Reykjavík.*
- Hunter, R. N. 1995 (editor): *Bituminous Mixtures in Road Construction. Thomas Telford Services Ltd, London.*
- Ingi Ú. Magnússon og Stefán Hermannsson, 1973: *Skýrsla um skemmdir á götum í Reykjavík 1973. Gatnamálastjórinn í Reykjavík.*
- Jacobson, T.; Wågberg, L-G. 1997: *Utveckling av prognosemodell för beläggningsslitage, slitageprofil och årskostnad. VTI-notat nr. 21-1997. Linköping.*
- Københavns asfaltkompagni s. a: *Upplýsingabæklingar og bréf til Rannsóknastofnunar byggingariðnaðarins, 1990.*
- Lindahl, T. 1994: *FAS Tekniska utskott. Studieresa till södra Tyskland och Schweiz i september 1994. Asfaltnytt 5/94, FAS Service AB, Stockholm.*
- Lög nr. 45, 1994. *Vegalög.* <http://althingi.is>
- NVF 1976: *Íslandsk rapport til udvalgs møde i Tylösand 8.-9. juni 1976. Norræna vegtæknisambandið, íslenska deildin, nefnd 31. Reykjavík.*
- Samgönguráðherra 1975: *Skýrsla samgönguráðherra um framkvæmd vegáætlunar 1975.*
- Samgönguráðherra 1996: *Skýrsla samgönguráðherra um framkvæmd vegáætlunar 1995. Lögð fyrir Alþingi á 121. löggjafarþingi 1995-1996.*
- Samgönguráðherra 1997: *Skýrsla samgönguráðherra um framkvæmd vegáætlunar 1996. Lögð fyrir Alþingi á 122. löggjafarþingi 1996-1997.*
- Samgönguráðherra 1998: *Skýrsla samgönguráðherra um framkvæmd vegáætlunar 1997. Lögð fyrir Alþingi á 123. löggjafarþingi 1997-1998.*
- Samgönguráðherra 1999: *Skýrsla samgönguráðherra um framkvæmd vegáætlunar 1998. Lögð fyrir Alþingi á 124. löggjafarþingi 1998-1999.*
- Samgönguráðherra 2000: *Skýrsla samgönguráðherra um framkvæmd vegáætlunar 1999. Lögð fyrir Alþingi á 125. löggjafarþingi 1999-2000.*

- Statens Vegvesen 1993a: *Prosjektrapport; FOU-prosjektet "Dekker i betong"*. Intern rapport nr. 1644. Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens Vegvesen 1993b: *Betongdekker. Veiledning*. Håndbok nr. 179. Vegdirektoratet, Oslo.
- Statens vegvesen 1999: *Standard for drift og vedlikehold av riksveger*. Håndbok 111. Vegdirektoratet, Oslo.
- Svenska Kommunförbundet 1994: *bära eller brista. Håndbok i tilstandsbedömning av belagda gator och vägar*. Tredje upplagan. Svenska Kommunförbundet, Stochholm.
- Vägverket 1990: *Regler för underhåll och drift*. Vägverket, publ. 1990:51. Borlänge.
- Vägverket 1994: *Allmän teknisk beskrivning för vägkonstruktioner, VÄG 1994*. Vägverket, publ. 1994:21-30. Borlänge.
- Vägverket 2000: *ATB VÄG*. Útgáfa á CD. Borlänge.
- Vegagerðin 1994: *Vegagerðin. Hlutverk og markmið*. 3 útgáfa. Reykjavík.
- Vegagerðin 1995: *ALVERK '95. Almenn verklýsing fyrir vega- og brúargerð*. Vegagerðin, Reykjavík.
- Vegagerðin 1998: *Þjónustuverkefni. Þjónustudeild*. Vegagerðin, Reykjavík.
- Þórir Ingason 1997: *Klæðingar með bikþeytu – tilraunakaflar*. Lokaskýrsla. BUSL – Slitlaganefnd. Skýrsla S-3. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, Reykjavík.
- Þórir Ingason og Ásbjörn Jóhannesson 1999: *Tilraunakaflar á Reykjanesbraut – lokaskýrsla*. BUSL – Slitlaganefnd, skýrsla S-17. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, Reykjavík.

VIÐAUKI 1
ENDINGARLÍKÖN
FYRIR MALBIKSSLITLÖG

ENDINGARÁÆTLUN

TÖFLURNAR SÝNA ÁÆTLAÐA ENDINGU Í ÁRUM

SLITLAG: SMA 16

KVARNARTALA: 7

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 60 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 7 |
| SPS við 60 km/klst | 23 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 90 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 7 |
| SPS við 90 km/klst | 36 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

| UMFERÐARHRAÐI: 60 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 4.000 | 17 | 22 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 6.000 | 11 | 15 | 18 | 22 | 25 | 25 |
| 8.000 | 8 | 11 | 14 | 16 | 19 | 22 |
| 10.000 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 |
| 12.000 | 6 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 |
| 14.000 | 5 | 6 | 8 | 9 | 11 | 12 |
| 16.000 | 4 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 |
| 18.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 |
| 20.000 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 22.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 24.000 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 |
| 26.000 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 28.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| 30.000 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 |

| UMFERÐARHRAÐI: 90 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 21 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 4.000 | 11 | 14 | 18 | 21 | 24 | 25 |
| 6.000 | 7 | 9 | 12 | 14 | 16 | 19 |
| 8.000 | 5 | 7 | 9 | 11 | 12 | 14 |
| 10.000 | 4 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 |
| 12.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 14.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 16.000 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 18.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| 20.000 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 |
| 22.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 24.000 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 26.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 28.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 30.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |

ENDINGARÁÆTLUN
TÖFLURNAR SÝNA ÁÆTLAÐA ENDINGU Í ÁRUM

Slitlag: SMA 16
Kvarnartala : 10

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 60 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 10 |
| SPS við 60 km/klst | 28 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 90 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 10 |
| SPS við 90 km/klst | 44 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

| UMFERÐARHRAÐI: 60 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 4.000 | 14 | 18 | 23 | 25 | 25 | 25 |
| 6.000 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 |
| 8.000 | 7 | 9 | 11 | 14 | 16 | 18 |
| 10.000 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 14 |
| 12.000 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| 14.000 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 |
| 16.000 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 18.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 20.000 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 |
| 22.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 24.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| 26.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 28.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 30.000 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 |

| UMFERÐARHRAÐI: 90 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 17 | 23 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 4.000 | 9 | 12 | 14 | 17 | 20 | 23 |
| 6.000 | 6 | 8 | 10 | 11 | 13 | 15 |
| 8.000 | 4 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 |
| 10.000 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 12.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 14.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 16.000 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 |
| 18.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 20.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 22.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 24.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 26.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 28.000 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 30.000 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |

ENDINGARÁÆTLUN
TÖFLURNAR SÝNA ÁÆTLAÐA ENDINGU Í ÁRUM

Slitlag: SMA 16
Kvarnartala : 15

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 60 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 15 |
| SPS við 60 km/klst | 36 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 90 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 15 |
| SPS við 90 km/klst | 56 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

| UMFERÐARHRAÐI: 60 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 21 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 4.000 | 11 | 14 | 18 | 21 | 24 | 25 |
| 6.000 | 7 | 9 | 12 | 14 | 16 | 19 |
| 8.000 | 5 | 7 | 9 | 11 | 12 | 14 |
| 10.000 | 4 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 |
| 12.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 14.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 16.000 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 18.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| 20.000 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 |
| 22.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 24.000 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 26.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 28.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 30.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |

| UMFERÐARHRAÐI: 90 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 14 | 18 | 23 | 25 | 25 | 25 |
| 4.000 | 7 | 9 | 11 | 14 | 16 | 18 |
| 6.000 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| 8.000 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10.000 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 |
| 12.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| 14.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 16.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 18.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 20.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 22.000 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 24.000 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 26.000 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 28.000 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 30.000 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |

ENDINGARÁÆTLUN
TÖFLURNAR SÝNA ÁÆTLAÐA ENDINGU Í ÁRUM

Slitlag: Y 16
Kvarnartala : 7

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 60 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 7 |
| SPS við 60 km/klst | 29 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 90 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 7 |
| SPS við 90 km/klst | 45 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

| UMFERÐARHRAÐI: 60 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 4.000 | 13 | 18 | 22 | 25 | 25 | 25 |
| 6.000 | 9 | 12 | 15 | 17 | 20 | 23 |
| 8.000 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 |
| 10.000 | 5 | 7 | 9 | 10 | 12 | 14 |
| 12.000 | 4 | 6 | 7 | 9 | 10 | 12 |
| 14.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 |
| 16.000 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 |
| 18.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 20.000 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 22.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 |
| 24.000 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 |
| 26.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 28.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 30.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 |

| UMFERÐARHRAÐI: 90 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 17 | 23 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 4.000 | 9 | 11 | 14 | 17 | 20 | 22 |
| 6.000 | 6 | 8 | 9 | 11 | 13 | 15 |
| 8.000 | 4 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 |
| 10.000 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 12.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 7 |
| 14.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 |
| 16.000 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 |
| 18.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 20.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 22.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 24.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 26.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 28.000 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 30.000 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |

ENDINGARÁÆTLUN
TÖFLURNAR SÝNA ÁÆTLAÐA ENDINGU Í ÁRUM

Slitlag: Y 16
Kvarnartala : 10

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 60 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 10 |
| SPS við 60 km/klst | 34 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 90 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 10 |
| SPS við 90 km/klst | 53 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

| UMFERÐARHRAÐI: 60 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 23 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 4.000 | 11 | 15 | 19 | 22 | 25 | 25 |
| 6.000 | 8 | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 |
| 8.000 | 6 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 |
| 10.000 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 | 12 |
| 12.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 |
| 14.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 16.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 | 7 |
| 18.000 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 20.000 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 |
| 22.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 24.000 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 26.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 28.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 30.000 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |

| UMFERÐARHRAÐI: 90 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 14 | 19 | 24 | 25 | 25 | 25 |
| 4.000 | 7 | 10 | 12 | 14 | 17 | 19 |
| 6.000 | 5 | 6 | 8 | 10 | 11 | 13 |
| 8.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 12.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 |
| 14.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 16.000 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 18.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 20.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 22.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 24.000 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 26.000 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 28.000 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 30.000 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |

ENDINGARÁÆTLUN
TÖFLURNAR SÝNA ÁÆTLAÐA ENDINGU Í ÁRUM

Slitlag: Y 16
Kvarnartala : 15

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 60 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 15 |
| SPS við 60 km/klst | 42 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 90 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 15 |
| SPS við 90 km/klst | 65 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

| UMFERÐARHRAÐI: 60 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 18 | 24 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 4.000 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 |
| 6.000 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 8.000 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| 10.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 |
| 12.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 14.000 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 16.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| 18.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 20.000 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 22.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 24.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 26.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 28.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 30.000 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |

| UMFERÐARHRAÐI: 90 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 12 | 16 | 19 | 23 | 25 | 25 |
| 4.000 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 15 |
| 6.000 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 |
| 8.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 10.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| 12.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 14.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 16.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 18.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 20.000 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 22.000 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 24.000 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 26.000 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 28.000 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 30.000 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |

ENDINGARÁÆTLUN

TÖFLURNAR SÝNA ÁÆTLAÐA ENDINGU Í ÁRUM

Slitlag: Y 12

Kvarnartala : 7

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 60 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 7 |
| SPS við 60 km/klst | 35 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 90 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 7 |
| SPS við 90 km/klst | 54 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

| UMFERÐARHRAÐI: 60 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 22 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 4.000 | 11 | 15 | 18 | 22 | 25 | 25 |
| 6.000 | 7 | 10 | 12 | 14 | 17 | 19 |
| 8.000 | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 14 |
| 10.000 | 4 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 |
| 12.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 |
| 14.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 16.000 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 |
| 18.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 |
| 20.000 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 |
| 22.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 24.000 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 26.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 28.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 30.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |

| UMFERÐARHRAÐI: 90 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 14 | 19 | 23 | 25 | 25 | 25 |
| 4.000 | 7 | 9 | 12 | 14 | 16 | 19 |
| 6.000 | 5 | 6 | 8 | 9 | 11 | 12 |
| 8.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 7 |
| 12.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| 14.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 16.000 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 18.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 20.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 22.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 24.000 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 26.000 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 28.000 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 30.000 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |

ENDINGARÁÆTLUN

TÖFLURNAR SÝNA ÁÆTLAÐA ENDINGU Í ÁRUM

Slitlag: Y 12

Kvarnartala : 10

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 60 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 10 |
| SPS við 60 km/klst | 40 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 90 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 10 |
| SPS við 90 km/klst | 62 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

| UMFERÐARHRAÐI: 60 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 19 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 4.000 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | 25 |
| 6.000 | 6 | 8 | 11 | 13 | 15 | 17 |
| 8.000 | 5 | 6 | 8 | 9 | 11 | 13 |
| 10.000 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 |
| 12.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 14.000 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 |
| 16.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 |
| 18.000 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 |
| 20.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 22.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 24.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 26.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 28.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 30.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |

| UMFERÐARHRAÐI: 90 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 12 | 16 | 20 | 24 | 25 | 25 |
| 4.000 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 6.000 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 | 11 |
| 8.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 10.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 |
| 12.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 14.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 16.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 18.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 20.000 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 22.000 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 24.000 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 26.000 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 28.000 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 30.000 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |

ENDINGARÁÆTLUN
TÖFLURNAR SÝNA ÁÆTLAÐA ENDINGU Í ÁRUM

Slitlag: Y 12
Kvarnartala : 15

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 60 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 15 |
| SPS við 60 km/klst | 48 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 90 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 4,6 |
| Kvarnargildi: | 15 |
| SPS við 90 km/klst | 75 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 25 |

| UMFERÐARHRAÐI: 60 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 16 | 21 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 4.000 | 8 | 11 | 13 | 16 | 18 | 21 |
| 6.000 | 5 | 7 | 9 | 11 | 12 | 14 |
| 8.000 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 10.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 12.000 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 14.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| 16.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 18.000 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 20.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 22.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 24.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 26.000 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 28.000 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 30.000 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |

| UMFERÐARHRAÐI: 90 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 10 | 14 | 17 | 20 | 24 | 25 |
| 4.000 | 5 | 7 | 8 | 10 | 12 | 13 |
| 6.000 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 8.000 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 10.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 12.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 14.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 16.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| 18.000 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 20.000 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 22.000 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 24.000 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 26.000 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 28.000 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 30.000 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |

VIÐAUKI 2
ENDINGARLÍKÖN
FYRIR STEYPT SLITLÖG

ENDINGARÁÆTLUN

TÖFLURNAR SÝNA ÁÆTLAÐA ENDINGU Í ÁRUM

SLITLAG: STEYPA C45

KVARNARTALA: 7

Forsendur:

| | |
|---|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 60 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 3,0 |
| Kvarnargildi: | 7 |
| SPS við 60 km/klst | 14 |
| Hjölfarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 40 |

Forsendur:

| | |
|---|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 90 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 3,0 |
| Kvarnargildi: | 7 |
| SPS við 60 km/klst | 22 |
| Hjölfarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 40 |

| UMFERÐARHRAÐI: 60 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 4.000 | 30 | 39 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 6.000 | 20 | 26 | 32 | 38 | 40 | 40 |
| 8.000 | 15 | 20 | 24 | 28 | 33 | 37 |
| 10.000 | 12 | 16 | 19 | 23 | 26 | 30 |
| 12.000 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | 25 |
| 14.000 | 9 | 11 | 14 | 16 | 19 | 21 |
| 16.000 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 19 |
| 18.000 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 |
| 20.000 | 6 | 8 | 10 | 11 | 13 | 15 |
| 22.000 | 5 | 7 | 9 | 10 | 12 | 14 |
| 24.000 | 5 | 7 | 8 | 9 | 11 | 12 |
| 26.000 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 |
| 28.000 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 11 |
| 30.000 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 |

| UMFERÐARHRAÐI: 90 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 38 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 4.000 | 19 | 25 | 31 | 36 | 40 | 40 |
| 6.000 | 13 | 17 | 20 | 24 | 28 | 32 |
| 8.000 | 10 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 |
| 10.000 | 8 | 10 | 12 | 14 | 17 | 19 |
| 12.000 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 14.000 | 5 | 7 | 9 | 10 | 12 | 14 |
| 16.000 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| 18.000 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 11 |
| 20.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 10 |
| 22.000 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 24.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 26.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 | 7 |
| 28.000 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 30.000 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 |

ENDINGARÁÆTLUN
TÖFLURNAR SÝNA ÁÆTLAÐA ENDINGU Í ÁRUM

Slitlag: Steypa C45
Kvarnartala: 10

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 60 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 3,0 |
| Kvarnargildi: | 10 |
| SPS við 60 km/klst | 19 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrörunarmark, ár: | 40 |

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 90 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 3,0 |
| Kvarnargildi: | 10 |
| SPS við 60 km/klst | 30 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrörunarmark, ár: | 40 |

| UMFERÐARHRAÐI: 60 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 4.000 | 22 | 29 | 35 | 40 | 40 | 40 |
| 6.000 | 15 | 19 | 24 | 28 | 32 | 37 |
| 8.000 | 11 | 14 | 18 | 21 | 24 | 28 |
| 10.000 | 9 | 12 | 14 | 17 | 19 | 22 |
| 12.000 | 7 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| 14.000 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 16.000 | 6 | 7 | 9 | 10 | 12 | 14 |
| 18.000 | 5 | 6 | 8 | 9 | 11 | 12 |
| 20.000 | 4 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 |
| 22.000 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 |
| 24.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 26.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 28.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 30.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 | 7 |

| UMFERÐARHRAÐI: 90 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 28 | 37 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 4.000 | 14 | 18 | 22 | 27 | 31 | 35 |
| 6.000 | 9 | 12 | 15 | 18 | 20 | 23 |
| 8.000 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 |
| 10.000 | 6 | 7 | 9 | 11 | 12 | 14 |
| 12.000 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 | 12 |
| 14.000 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 |
| 16.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 18.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 20.000 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 22.000 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 |
| 24.000 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 |
| 26.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |
| 28.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 30.000 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 |

ENDINGARÁÆTLUN
TÖFLURNAR SÝNA ÁÆTLAÐA ENDINGU Í ÁRUM

Slitlag: Steypa C45
Kvarnartala: 15

Forsendur:

| | |
|---|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 60 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 3,0 |
| Kvarnargildi: | 15 |
| SPS við 60 km/klst | 27 |
| Hjölfarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 40 |

Forsendur:

| | |
|---|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 90 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 3,0 |
| Kvarnargildi: | 15 |
| SPS við 60 km/klst | 42 |
| Hjölfarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 40 |

| UMFERÐARHRAÐI: 60 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 31 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 4.000 | 16 | 20 | 25 | 30 | 34 | 39 |
| 6.000 | 10 | 14 | 17 | 20 | 23 | 26 |
| 8.000 | 8 | 10 | 12 | 15 | 17 | 19 |
| 10.000 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 15 |
| 12.000 | 5 | 7 | 8 | 10 | 11 | 13 |
| 14.000 | 4 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 |
| 16.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 |
| 18.000 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 20.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 22.000 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 |
| 24.000 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 |
| 26.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| 28.000 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 |
| 30.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |

| UMFERÐARHRAÐI: 90 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 20 | 26 | 32 | 38 | 40 | 40 |
| 4.000 | 10 | 13 | 16 | 19 | 22 | 25 |
| 6.000 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 |
| 8.000 | 5 | 7 | 8 | 9 | 11 | 12 |
| 10.000 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 |
| 12.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 14.000 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 |
| 16.000 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| 18.000 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 |
| 20.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 22.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 24.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 26.000 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 28.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| 30.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |

ENDINGARÁÆTLUN
TÖFLURNAR SÝNA ÁÆTLAÐA ENDINGU Í ÁRUM

Slitlag: Steypa C60
Kvarnartala: 7

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 60 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 3,0 |
| Kvarnargildi: | 7 |
| SPS við 60 km/klst | 11 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrörunarmark, ár: | 40 |

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 90 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 3,0 |
| Kvarnargildi: | 7 |
| SPS við 60 km/klst | 18 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrörunarmark, ár: | 40 |

| UMFERÐARHRAÐI: 60 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 4.000 | 38 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 6.000 | 26 | 33 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 8.000 | 19 | 25 | 31 | 36 | 40 | 40 |
| 10.000 | 15 | 20 | 24 | 29 | 34 | 38 |
| 12.000 | 13 | 17 | 20 | 24 | 28 | 32 |
| 14.000 | 11 | 14 | 17 | 21 | 24 | 27 |
| 16.000 | 10 | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 |
| 18.000 | 9 | 11 | 14 | 16 | 19 | 21 |
| 20.000 | 8 | 10 | 12 | 14 | 17 | 19 |
| 22.000 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 |
| 24.000 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 26.000 | 6 | 8 | 9 | 11 | 13 | 15 |
| 28.000 | 5 | 7 | 9 | 10 | 12 | 14 |
| 30.000 | 5 | 7 | 8 | 10 | 11 | 13 |

| UMFERÐARHRAÐI: 90 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 4.000 | 24 | 30 | 37 | 40 | 40 | 40 |
| 6.000 | 16 | 20 | 25 | 30 | 34 | 39 |
| 8.000 | 12 | 15 | 19 | 22 | 26 | 29 |
| 10.000 | 9 | 12 | 15 | 18 | 20 | 23 |
| 12.000 | 8 | 10 | 12 | 15 | 17 | 19 |
| 14.000 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 |
| 16.000 | 6 | 8 | 9 | 11 | 13 | 15 |
| 18.000 | 5 | 7 | 8 | 10 | 11 | 13 |
| 20.000 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 | 12 |
| 22.000 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 11 |
| 24.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 |
| 26.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 28.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 30.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

ENDINGARÁÆTLUN
TÖFLURNAR SÝNA ÁÆTLAÐA ENDINGU Í ÁRUM

Slitlag: Steypa C60
Kvarnartala: 10

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 60 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 3,0 |
| Kvarnargildi: | 10 |
| SPS við 60 km/klst | 16 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrörunarmark, ár: | 40 |

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 90 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 3,0 |
| Kvarnargildi: | 10 |
| SPS við 60 km/klst | 26 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrörunarmark, ár: | 40 |

| UMFERÐARHRAÐI: 60 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 4.000 | 26 | 34 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 6.000 | 18 | 23 | 28 | 33 | 38 | 40 |
| 8.000 | 13 | 17 | 21 | 25 | 29 | 33 |
| 10.000 | 11 | 14 | 17 | 20 | 23 | 26 |
| 12.000 | 9 | 11 | 14 | 17 | 19 | 22 |
| 14.000 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 19 |
| 16.000 | 7 | 9 | 11 | 12 | 14 | 16 |
| 18.000 | 6 | 8 | 9 | 11 | 13 | 15 |
| 20.000 | 5 | 7 | 8 | 10 | 12 | 13 |
| 22.000 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 |
| 24.000 | 4 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 |
| 26.000 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 |
| 28.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 30.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

| UMFERÐARHRAÐI: 90 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 33 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 4.000 | 16 | 21 | 26 | 31 | 35 | 40 |
| 6.000 | 11 | 14 | 17 | 20 | 24 | 27 |
| 8.000 | 8 | 11 | 13 | 15 | 18 | 20 |
| 10.000 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 12.000 | 5 | 7 | 9 | 10 | 12 | 13 |
| 14.000 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 |
| 16.000 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 |
| 18.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 20.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 22.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 | 7 |
| 24.000 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 26.000 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| 28.000 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 |
| 30.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 |

ENDINGARÁÆTLUN
TÖFLURNAR SÝNA ÁÆTLAÐA ENDINGU Í ÁRUM

Slitlag: Steypa C60
Kvarnartala: 15

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 60 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 3,0 |
| Kvarnargildi: | 15 |
| SPS við 60 km/klst | 24 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 40 |

Forsendur:

| | |
|--|------|
| Umferðarhraði, km/klst: | 90 |
| Byrjunarhjölför, mm: | 3,0 |
| Kvarnargildi: | 15 |
| SPS við 60 km/klst | 38 |
| Hjólarsdýpkun pr. SPS pr. jafngildi, mm: | 0,11 |
| Hluti bíla á negldum hjólbörðum: | 0,25 |
| Hrönnunarmark, ár: | 40 |

| UMFERÐARHRAÐI: 60 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 35 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 4.000 | 18 | 23 | 28 | 33 | 38 | 40 |
| 6.000 | 12 | 15 | 19 | 22 | 26 | 29 |
| 8.000 | 9 | 11 | 14 | 17 | 19 | 22 |
| 10.000 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 |
| 12.000 | 6 | 8 | 9 | 11 | 13 | 15 |
| 14.000 | 5 | 7 | 8 | 9 | 11 | 12 |
| 16.000 | 4 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 |
| 18.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 10 |
| 20.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 22.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 24.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 | 7 |
| 26.000 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 28.000 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| 30.000 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 |

| UMFERÐARHRAÐI: 90 KM/KLST | | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|----|----|----|----|
| UMFERÐ, ÁDU | LEYFÐ HJÓLFÖR, MM | | | | | |
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2.000 | 22 | 29 | 35 | 40 | 40 | 40 |
| 4.000 | 11 | 14 | 18 | 21 | 24 | 28 |
| 6.000 | 7 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| 8.000 | 6 | 7 | 9 | 10 | 12 | 14 |
| 10.000 | 4 | 6 | 7 | 8 | 10 | 11 |
| 12.000 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 14.000 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 16.000 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 18.000 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 6 |
| 20.000 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 |
| 22.000 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 24.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 |
| 26.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 28.000 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 30.000 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |