

---

# BREYTTAR ÁHERSLUR Í VALI SLITLAGA

Ásbjörn Jóhannesson  
Guðmundur Heiðreksson  
Ingvi Árnason  
Pétur Pétursson



---

Rannsóknaverkefni Vegagerðarinnar:

**Breyttar áherslur í vali slitlaga**

Reykjavík: Nýsköpunarmiðstöð Íslands 2010

Höfundar skýrslunnar bera ábyrgð á innihaldi hennar. Niðurstöður skýrslunnar ber ekki að túlka sem yfirlýsta stefnu Vegagerðarinnar né heldur sem álit þeirra stofnana eða fyrirtækja sem höfundar skýrslunnar starfa hjá.

## FORMÁLI

Slitlag á vegi er yfirleitt valið á grundvelli hagkvæmni og að jafnaði er umferð notuð sem tengiliður milli slitlagsgerðar og hagkvæmni. Hins vegar er ekki alltaf ljóst hvar setja skuli mörkin í umferð þegar valið stendur á milli slitlagsgerða, enn síður ef ekki er fyrirfram ákveðið hvaða kostnaðarþættir skuli lagðir til grundvallar þegar hagkvæmni er metin.

Í þessari skýrslu eru settar fram tillögur að umferðarmörkum sem gefa til kynna hvort eða hvenær megi teljast hagkvæmt að skipta um slitlagsgerð á tveggja akreina vegi í dreifbýli, þ.e. úr malarslitlagi í klæðingu eða úr klæðingu í malbik. Einnig má hafa hliðsjón af niðurstöðum skýrslunnar við val á slitlagi á nýjan eða endurbyggðan veg. Hagkvæmnimatið er grundvallað á núvirðisreikningum fyrir 20 ára tímabil og tekur fyrst og fremst mið af stofn- og viðhaldskostnaði en einnig er höfð hliðsjón af kostnaði vegfarenda svo og samfélagslegum kostnaði. Talsverð óvissa ríkir um ýmsa liði í tveim síðastnefndu kostnaðarflokkunum og í sumum tilfellum varð ekki komist lengra en svo að tilgreina hvort tilteknir kostnaðarliðir væru einni slitlagsgerð til framdráttar fremur en annarri.

Skýrslan er sett saman af verkefnishópi. Hann var skipaður Ásbirni Jóhannessyni, verkfræðingi á Nýsköpunarmiðstöð Íslands, Guðmundi Heiðrekssyni og Ingva Árnasyni deildarstjórum á Vegagerðinni og Pétri Péturssyni, forstöðumanni á Nýsköpunarmiðstöð Íslands.

Við samningu skýrslunnar var stuðst við ýmsar skýrslur, innlendar og erlendar, auk erlendra verklýsinga og leiðbeininga um arðsemisreikninga. Efnið er m.a. sótt í gögn frá Vegagerðinni en auk þess var leitað til margra aðila um upplýsingar, öðrum fremur til starfsmanna Vegagerðarinnar. Þeir Hersir Gíslason og Sigurður Björn Reynisson, báðir verkefnisstjórar hjá Vegagerðinni, settu saman skrá yfir tíðni og einkenni slysa á mismunandi slitlagsgerðum, sem þeir unnu upp úr umferðar-, slitlaga- og slysaskráum Vegagerðarinnar. Skúli Þórðarson, verkfræðingur hjá Vegsýn ehf, veitti upplýsingar um skiptingu þungra bíla á vegakerfinu í samræmi við EUR ökutækjaflokkunarkerfið. Birgir Guðmundsson og Magnús Valur Jóhannsson, svæðisstjórar hjá Vegagerðinni, lásu yfir drög að skýrslunni og komu með ýmsar mikilvægar ábendingar. Margir aðrir létu góðfúslega í té upplýsingar af ýmsu tagi ásamt leiðbeiningum um notkun þeirra, þar á meðal starfsmenn Hagstofu Íslands og Háskóla Íslands. Verkefnishópurinn þakkar þeim öllum aðstoðina.

Kostnaður við verkið var greiddur af Rannsókn- og þróunarsjóði Vegagerðarinnar en auk þess lagði Vegagerðin fram talsverða vinnu við gagnasöfnun og úrvinnslu.

## EFNISYFIRLIT

<b>ÁGRIP</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INNGANGUR</b> .....	<b>5</b>
1.1 Um forsendur fyrir vali á slitlagsgerðum .....	5
1.2 Um arðsemi einstakra slitlagstegunda héraðs og erlendis .....	6
1.3 Þættir sem hafa áhrif á kostnað vegfarenda en er erfitt að meta til fjár ...	8
1.4 Leiðir til að meta hagkvæmni.....	10
1.5 Ákvörðun verkefnishópsins.....	12
<b>2. LÍKANID</b> .....	<b>14</b>
2.1 Kostnaðarliðir í líkaninu .....	14
2.2 Stíkar og fastar í arðsemislíkani .....	15
2.3 Nánar um nokkra kostnaðarliði.....	17
2.3.1 Slysakostnaður eftir slitlagsgerð .....	17
2.3.2 Tafakostnaður .....	19
2.3.3 Kostnaðarauki vegna aksturs á malarvegum.....	20
2.3.4 Umhverfiskostnaður .....	20
<b>3. SAMANBURÐUR Á VALKOSTUM</b> .....	<b>22</b>
3.1 Malarvegi breytt í klæddan veg .....	22
3.2 Klæddum vegi breytt í malbikaðan veg .....	26
3.3 Næmnigreining .....	29
<b>4. UMRÆÐA</b> .....	<b>32</b>
<b>5. ÁLYKTANIR</b> .....	<b>35</b>
<b>HEIMILDIR</b> .....	<b>36</b>
<b>VIÐAUKAR</b>	
I. Verkpátta- og verðskrá	
II. Öflun og úrvinnsla gagna um slysatíðni og slysakostnað	
III. Útreikningar á töfum	
IV. Verðlagning á töfum	
V. Um auðlindanotkun	
VI. Áhrif breytinga á heimsmarkaðsverði hráolíu á slitlagsverð	
VII. Malarslitlög, klæðingar og malbik. Kostir og gallar	
VIII. Reiknilíkan ásamt forsendum og skýringum	

## ÁGRIP

Þessari skýrslu er öðru fremur ætlað að svara tveim spurningum:

- Við hvaða umferð er hagkvæmt að breyta malarvegi í notkun í klæddan veg?
- Við hvaða umferð er hagkvæmt að breyta klæddum vegi í notkun í malbik-aðan veg?

Svörin eru þessi:

- Vegi með malarslitlagi er hagkvæmt að breyta í klæddan veg þegar umferðin hefur náð 65-70 ÁDU. Þá er jafnframt gert ráð fyrir nýju burðarlagi auk nauðsynlegra lagfæringa á öryggissvæði til samræmis við veghönnunarstaðla.
- Klæðingarslitlagi er ekki hagkvæmt að breyta í malbiksslitlag meðan umferðin er undir 5000 ÁDU en samanburðurinn nær ekki til meiri umferðar. Sé kostnaður vegfarenda á hvern ekinn aukinn um 1-2 kr umfram það sem forsendur skýrslunnar gera ráð fyrir, verður malbiksslitlag þó hagkvæmt þegar umferðin er orðin 2000 ÁDU eða meiri.

Helstu forsendur ofangreindra niðurstaðna eru þessar:

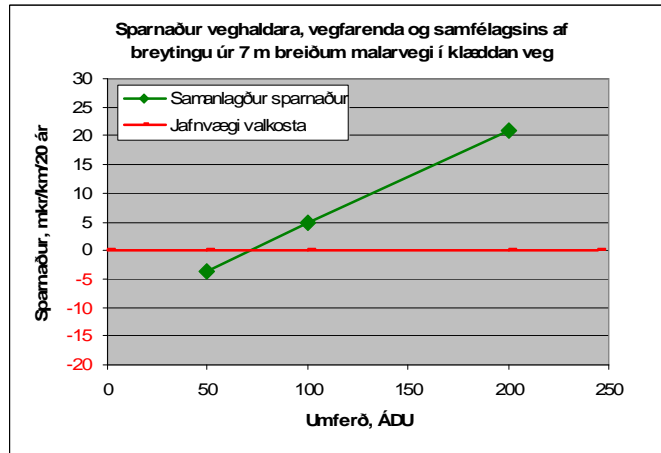
- Kostnaðarmismunur á valkostum á 20 ára tímabili er færður til núvirðis með 6 % vöxtum og að frádrögnum hrakvirði þar sem það á við.
- Til grundvallar útreikningi á kostnaðarmismun á valkostum er lagður kostnaður veghaldara (stofn- og viðhaldskostnaður), kostnaður vegfarenda (tafa- og aksturskostnaður) og kostnaður samfélagsins (slysakostnaður) *að svo miklu leyti sem verkefnishópnun hefur tekist að afla upplýsinga um þessa kostnaðarliði.*

Ýmsir kostnaðarliðir eru ótvírætt vantaldir vegna skorts á upplýsingum. Enginn umhverfiskostnaður (mengun, notkun á takmörkuðum auðlindum) er tekinn með og kostnaður vegfarenda er að öllum líkindum vantalin af framangreindri ástæðu.

Eftirfarandi tafla sýnir núvirtan, samanlagðan sparnað á 20 árum af breytingu malarslitlags í klæðingu á 7 m breiðum vegi og 1 km á lengd með 100 ÁDU og ennfremur af breytingu klæðingar í malbiksslitlag á jafnlöngum vegi, 10 m breiðum og með 3000 ÁDU, sundurliðaðan á helstu kostnaðarliði.

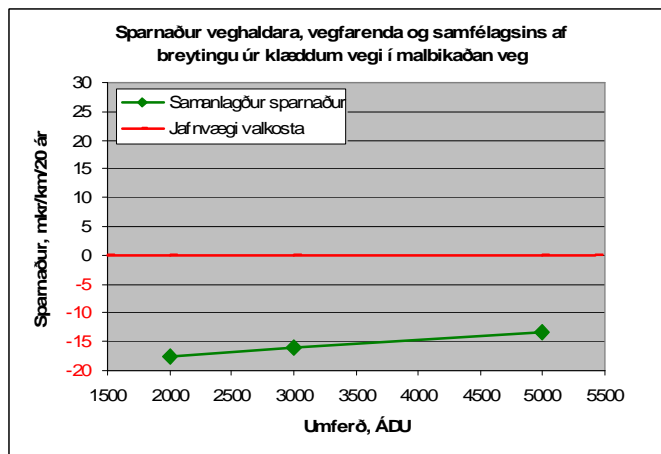
Mismunur á:	Sparnaður af breytingu, millj. kr/km/20 ár	
	a) Möl → klæðing C <sub>7</sub> , 100 ÁDU	b) Klæðing → malbik C <sub>10</sub> , 3000 ÁDU
Stofnkostnaði	-12,5	-20,7
Viðhaldskostnaði	4,1	2,6
Hrakvirði	0	1,8
Tafakostnaði	1,5	0,2
Aksturskostnaði	6,7	0
Slysakostnaði	4,8	0
<b>Kostnaði alls</b>	<b>4,7</b>	<b>-16,0</b>

Á næstu mynd sést hvernig sparnaður af breytingu úr malarslitlagi í klæðingu á 7 m breiðum vegi og 1 km löngum breytist með umferð. Breytingin er hagkvæm þegar umferðin hefur náð 65 ÁDU eða svo.



Sparnaður (græn lína) af breytingu á 7 m breiðum malarvegi í jafnbreiðan klæddan veg sem fall af umferð, þegar kostnaður veghaldara, vegfarenda og samfélagsins er tekinn með. Rauða línan táknar jafnvægi valkosta.

Næsta mynd sýnir samsvarandi niðurstöður þegar klæðingu er breytt í malbik. Breytingin er óhagkvæm, að minnsta kosti meðan umferðin er undir 5000 ÁDU, en samanturðurinn nær ekki til þaðan af meiri umferðar.



Sparnaður (græn lína) af breytingu á klæddum vegi í malbikaðan veg sem fall af umferð, þegar kostnaður veghaldara, vegfarenda og samfélagsins er tekinn með. Rauða línan táknar jafnvægi valkosta.

Helstu niðurstöður breytast ekki til muna þótt forsendum sé breytt innan hóflegra marka. Ef vöxtum er breytt úr 4 % í 8 % færast núllpunktur fyrir sparnað af breytingu úr malarlitlagi í klæðingu úr 60 ÁDU í 85 ÁDU. Ef einingaverðum er breytt um  $\pm 20$  %, breytist sparnaðurinn í sama hlutfalli.

Í skýrslunni eru færð rök að því að slysatíðni sé marktækt meiri á malarlitlögum (1,9 slys á hverja milljón ekna km) en á bundnum slitlögum (0,7 slys á hverja milljón ekna km) og slysakostnaður sé þar af leiðandi meiri á malarlitlögum en á bundnum slitlögum. Þessi mismunur er talinn nema 10 kr/ekinn km. Þessar tölur eiga aðeins við vegi í dreifbýli með umferð undir 500 ÁDU.

## 1. INNGANGUR

Ætlunarverk veghaldara hefur tekið talsverðum breytingum á undanförunum aldarfjórðungi eða svo. Áður fyrr var hlutverk veghaldara fyrst og fremst að byggja vegi og halda þeim við, hvoru tveggja með takmörkuðum fjármunum. Á síðari árum hefur færst í vöxt að veghaldaranum sé í vaxandi mæli ætlað að taka tillit til annarra þátta svo sem umferðaröryggis, kostnaðar vegfarenda og, á allra síðustu árum, umhverfiskostnaðar. En fjárframlög til vegagerðar eru takmörkuð eftir sem áður og þar af leiðandi er lykilatriði í byggingu og rekstri vegakerfisins að verja framlögum til vegagerðar á eins hagkvæman hátt og kostur er.

Eitt af því sem veghaldari þarf að vega og meta er hvaða slitlagsgerð hann skuli velja á tiltekinn vegarkafla og jafnframt hvort og hvenær sé hagkvæmt að skipta yfir í endingarbetra slitlag. Stofnkostnaður slitlaga er mismunandi eftir gerð, sömuleiðis er viðhaldskostnaður þeirra mismunandi, þau hafa áhrif á kostnað vegfarenda og að öllum líkindum slysatíðni, og eru misjafnlega umhverfisvæn. Öll þessi áhrif eru í sterkum tengslum við umferðina.

Í stuttu máli er tilgangur þessa verkefnis að setja fram tillögur að hagkvæmu vali á slitlagsgerð á vegum utan þéttbýlis þar sem umferðin, talin í ÁDU, er notuð sem stiki<sup>1</sup>. Svo vitnað sé í verkefnislýsinguna [Ingvi Árnason 2009] er viðfangsefnið að:

*„...setja fram leiðbeiningar um val á slitlagstegundum miðað við mismunandi umferð þar sem tekið verður tillit til arðsemi, þarfa, öryggis og þæginda vegfarenda.“*

Í verkefnislýsingunni segir svo um tilgang verkefnisins:

*„Umferðarmörk verði skilgreind fyrir hvar malbik eða aðrar slitlagstegundir taka við af klæðingu að teknu tilliti til arðsemi, umferðaröryggi, umhverfisþátta og þæginda vegfarenda.  
Umferðarmörk verði skilgreind fyrir hvar klæðing tekur við af malar-yfirborði að teknu tilliti til arðsemi, umferðaröryggis, umhverfisþátta og þæginda vegfarenda.“*

Í framkvæmdalýsingu verkefnisins segir ennfremur:

*„Yfirfara og skoða forsendur við val á þeim slitlagsgerðum sem notaðar eru við vegagerð á landinu.  
Safna saman fyrirliggjandi gögnum um arðsemi einstakra slitlagstegunda bæði hér og erlendis.  
Skoða þætti sem hafa áhrif á vegfarendur en erfitt reynist að meta til fjár.“*

### 1.1 Um forsendur fyrir vali á slitlagsgerðum

Val á slitlögum á vegi í dreifbýli hefur lengst af ekki hlítt neinum sérstökum fyrirmælum af hálfu samgönguyfirvalda. Lengst af var látið nægja að leitast við að koma einhvers konar bundnu slitlagi á umferðarmestu vegina, og ekki endilega að undangengnum hagkvæmniathugunum, enda hafa aðrir þættir vegagerðar löngum staðið framar í forgangsröðinni. Á síðari árum hafa gilt eins konar óskráðar reglur um val á slitlag á vegi í dreifbýli, í stuttu máli á þá leið að leggja skuli bundið slitlag á nýja vegi með umferð yfir 100 ÁDU; klæðingu meðan umferðin er undir 3000 ÁDU,

<sup>1</sup> Stiki; á ensku: *parameter*.

annars malbik. Í samgönguáætlun fyrir árin 2009-2012 [Alþingi 2009-2010] er einnig tilgreint að umferðarmörk milli klæðingar og malbiks séu 3000 bílar á sólarhring (ÁDU). Með nýjum veghönnunarreglum Vegagerðarinnar [Vegagerðin 2009a] er slegið föstu að allir nýir og endurbyggðir vegir með hönnunarumferð<sup>2</sup> yfir 50 ÁDU skuli fá bundið slitlag. Þar með er aðeins gert ráð fyrir einni tegund vega með malarslitlagi (sem þó getur fengið bundið slitlag ef svo ber undir) sem eru einbreiðir vegir með hönnunarumferð undir 50 ÁDU. Að öðru leyti er ekki gert upp á milli slitlagsgerða í veghönnunarreglunum.

Hérlendis hafa verið gerðar all margar tilraunir til að meta hvers konar slitlög séu hagkvæmust með hliðsjón af umferð. Ýmsar forsendur hafa verið lagðar til grundvallar. Oftast hafa slíkir hagkvæmnireikningar einungis byggst á stofn- og viðhaldskostnaði veghaldara en sjaldnar hefur kostnaður vegfarenda verið tekinn með í reikninginn og þaðan af síður samfélagslegur kostnaður. Í næsta kafla er sagt stuttlega frá niðurstöðum nokkurra slíkra athugana.

## 1.2 Um arðsemi einstakra slitlagstegunda hérlendis og erlendis

Þegar valið stendur á milli mismunandi slitlagsgerða snýst viðfangsefnið um að lágmarka heildarkostnað en ekki að meta ávinning þjóðfélagsins af því að byggja og reka vegakerfi<sup>3</sup>. Þess vegna var horfið frá því að fjalla um arðsemi einstakra slitlagstegunda í þessum kafla en látið nægja að telja upp allmörg dæmi, erlend og innlend, um val á slitlagsgerðum eftir umferð, sem væntanlega gefur einhverja hugmynd um hagkvæmustu slitlagsgerðina miðað við umferð. Jafnframt verður að hafa í huga að val á slitlagsgerð stjórnast af ýmsum sjónarmiðum. Sumstaðar ræður hefð nokkru um slitlagsval, slitlagsvalkostir eru víða takmarkaðir, framkvæmdafé getur verið takmarkað og vextir á fjármagni hafa áhrif á valið; háir vextir ýta undir val á ódýru slitlagi þótt viðhaldið sé kostnaðarsamara þegar fram í sækir.

Hér á eftir eru raktar leiðbeiningar um slitlagsval á Norðurlöndunum með hliðsjón af umferð.

- Í Danmörku eru næstum allir vegir með bundnu slitlagi, aðallega malbiki [Berg 2008].
- Með tilliti til umferðar er slitlag í stórum dráttum valið þannig á vegi utan þéttbýlis í Noregi [Statens vegvesen 2009, bls. 286-337 og bls. 341]:
  - Malarslitlag er ekki notað á stofnvegi<sup>4</sup> og að jafnaði ekki notað á safnvegi<sup>5</sup> með umferð yfir 100 ÁDU. Á tengivegi<sup>6</sup> er malarslitlag notað upp að 300 ÁDU.
  - Klæðingar með óflokkaðri mól eru notaðar án neðri umferðartakmarka og upp að 1.500 ÁDU.
  - Klæðingar með flokkaðri mól eru notaðar án neðri umferðartakmarka og upp að 3.000 ÁDU, stundum þótt umferð sé meiri.
  - Grúsarmalbik<sup>7</sup> (Agb) er notað án neðri umferðartakmarka og upp að 3.000 ÁDU.

<sup>2</sup> Hönnunarumferð; ársdagsumferð (ÁDU) 20 árum eftir opnun vegarins. Ársdagsumferð vegar er skilgreind sem heildarfjöldi bíla, sem fer á einu ári um snið þvert á veginn, deilt með 365.

<sup>3</sup> Orðið *arðsemi* er engu að síður notað hér á eftir í svipaðri merkingu og *hagkvæmi* við samanburð á kostnaði og ávinningi mismunandi valkosta.

<sup>4</sup> *Stofnvegur*; á norsku: *hovedveg*.

<sup>5</sup> *Safnvegur*; á norsku: *samleveg*.

<sup>6</sup> *Tengivegur*; á norsku: *atkomstveg*.

<sup>7</sup> *Grúsarmalbik*; á norsku: *asfaltgrusbetong*, ódýrt malbik með rúmar kröfur til bindiefnis og steinefna.



- Yfirlagsmalbik (Ab, hefðbundið malbik, svarar til SL) er notað án umferðar-takmarka, fremur þó þar sem umferð er mikil.
- Steinríkt malbik (Ska, svarar til SMA) er notað frá 1.500 ÁDU og upp úr, aðallega þar sem umferð er meiri en 5.000 ÁDU.
- Þunn slitlög<sup>8</sup> eru notuð fyrir vegi með meiri umferð en 3.000 ÁDU.
- Steypt slitlög má nota fyrir alla umferðarflokka, en kemur einkum til álita á vegi með meiri umferð en 3.000 ÁDU.
- Samkvæmt upplýsingum frá Svíþjóð ráðleggur sænska vegagerðin (Vägverket) þannig um val á slitlagi eftir heildarumferð í báðar áttir [Enocksson 2009]:
  - Malarslitlag; upp að 200 ÁDU<sup>9</sup>.
  - Klæðing á óbundið undirlag; 100-500 ÁDU.
  - Klæðing á bikbundið undirlag; 100-2.000 ÁDU.
  - Malbik; 100-100.000 ÁDU eftir gerðum<sup>10</sup>.
  - Þunn slitlög; 1.000-30.000 ÁDU.
  - Steypa; frá 15.000 ÁDU í samkeppni við malbik, en annars 30.000 ÁDU og upp úr<sup>11</sup>.
- Frá Finnlandi bárust eftirfarandi upplýsingar [Lehtonen 2009]:
  - Malarslitlög eru notuð fyrir allt að 400 ÁDU; á mjög þurrum vegum með gott burðarþol þó aðeins upp að 200 ÁDU, þar sem viðhald á þurrum malarslitlögum er dýrt.
  - Þar sem malarslitlögum sleppir tekur mjúkt malbik<sup>12</sup> við og er notað upp að 1.300-1.500 ÁDU. Klæðingar eru að jafnaði ekki taldar samkeppnisfærar við mjúkt malbik vegna miklu styttri endingar.
  - Hefðbundið malbik tekur við af mjúku malbiki upp að 3.000 ÁDU (5.000 ÁDU í Norður-Finnlandi).
  - Ef umferðin er meiri er steinríkt malbik (SMA) notað.
- Veghönnunarreglur Vegagerðarinnar [Vegagerðin 2009a] mæla svo fyrir að malarslitlag komi því aðeins til greina á nýjan veg að umferðin sé undir 50 ÁDU. Þar er hins vegar ekkert sagt um það hvaða gerð bundins slitlags skuli valin. Á síðustu árum hefur Vegagerðin tíðkað að leggja malarslitlag á nýja vegi ef umferðin eru undir 100 ÁDU, klæðingu ef umferðin er milli 100 og 3.000 ÁDU, en annars malbik. Þessi umferðarmörk hafa þó ekki verið sett í verklýsingar.

Hérlendis hafa verið gerðar nokkrar tilraunir til að meta hvenær sé hagkvæmt (á grundvelli umferðarmagns) að skipta úr einni slitlagsgerð í aðra. Matið hefur verið byggt á núvirðisreikningum og þeir hafa oftast snúist um það hvort og hvenær sé

<sup>8</sup> *Þunn slitlög*; á norsku: *tynndekker*, slitlög af ýmsum gerðum, oft 6-30 mm þykk og lögð með sérstökum vélum. Bindiefnið er oft breytt og útlagnaraðferðin minnir á klæðingu. Holrýmdin er há, 11-15 %.

<sup>9</sup> Í annarri sænskri heimild [Vägverket 2003, bls. 9] er lagt til að malarvegir fái bundið slitlag ef: a) umferðin er meiri en 250 ÁDU, b) umferðin er 125-250 ÁDU en svæðið næst veginum er byggt (randbyggelse), c) útreikningar sýna að bundið slitlag sé hagkvæmara en malarslitlag. Önnur sænsk heimild [Vägverket 2008a, bls. 94] staðhæfir að umferð á malarvegum sé minni en svo að það svari kostnaði að leggja í endurbætur á þeim.

<sup>10</sup> Önnur heimild [Vägverket 2005, bls. F13] tiltekur 3.000 ÁDU á *akrein*, sem efra mark fyrir hefðbundið malbik (en ekkert neðra mark) og 500 ÁDU á *akrein* sem neðra mark fyrir steinríkt malbik (SMA) en ekkert efra mark. Umferðartölurnar tákna umferð eftir leiðréttingu, m.a. vegna vegbreiddar, naglanotkunar og umferðarhraða.

<sup>11</sup> Samkvæmt annarri sænskri heimild [Hultqvist 2009] geta steypt slitlög keppt við malbik þegar umferðin er komin yfir 10.000 ÁDU.

<sup>12</sup> *Mjúkt malbik*; á ensku: *soft asphalt*.

hagkvæmt að nota steipt slitlag í staðinn fyrir malbikað [Hákon Ólafsson 1987; Páll Jensson 1993; Ásbjörn Jóhannesson 1997; Gatnamálastjórnin í Reykjavík 2001; Gunnar Freyr Freysson og Hreinn Sigurðsson 2008]. Í þessum útreikningum hefur eingöngu verið tekið tillit til kostnaðar veghaldara en að öðru leyti eru forsendurnar mismunandi og sömuleiðis niðurstöðurnar. Í mjög stuttu máli eru þær á þann veg að steypa geti þá fyrst keppt við malbik þegar umferð á hverri akrein hefur náð 3.000-5.000 ÁDU.

Ein tilraun a.m.k. hefur verið gerð til að bera saman hagkvæmni malbiks og klæðingar, einnig á grundvelli umferðarmagns [Ásbjörn Jóhannesson o.fl. 2005]. Miðað við forsendur (2,5 % árleg umferðaraukning og 35 ára samanburðartímabil) reyndist klæðing vera ódýrari valkostur en malbik meðan umferð á opunarári er minni en 4.000 ÁDU. Í þessum samanburði var tekið tillit til umferðartafa en áhrif þeirra reyndust lítil.

Að lokum má nefna tvö samburði á hagkvæmni malarslitlags og klæðingar. Í öðrum þeirra er niðurstaðan m.a. sú að sé reiknað með 3 % vöxtum þá sé bundið slitlag hagkvæmara en malarslitlag ef umferðin er meiri en 80 ÁDU eða þar um bil [Gísli Eiríksson 2005]. Í hinum er reiknað með 5 % vöxtum og útkoman gefur til kynna að klæðing sé hagkvæmari en malarslitlag þótt umferðin sé aðeins 25 ÁDU [Kristján Kristjánsson 2007].

### 1.3 Þættir sem hafa áhrif á kostnað vegfarenda en er erfitt að meta til fjár

Í þessari skýrslu er kostnaður vegfarenda vísast vantalinn. Ástæðan er sú að tölulegar upplýsingar um þessa kostnaðarliði eru oft ekki tiltækar. Í mörgum tilfellum er þó hægt að fara nærri um hvort kostnaðurinn er einni slitlagsgerð í óhag fremur en annarri og þessa vitneskju má hafa til hliðsjónar þegar valið er á milli slitlagsgerða. Svipað má segja um umhverfiskostnað, en þó er sýnu erfiðara að afla upplýsinga um áhrif hans. Hér á eftir eru taldir upp nokkrir kostnaðarliðir sem erfitt er að meta til fjár og reynt að gera grein fyrir líklegum áhrifum þeirra á niðurstöðuna. Áhrifin eru miðuð við ekinn km á slitlagsgerðinni sem á í hlut. Upptalningin er engan veginn tæmandi.

*Viðhaldskostnaður á bílum.* Malarslitlög eru að jafnaði ósléttari en klæðingar og malbik. Viðhaldskostnaður á bílum eykst með vaxandi ýfi, þó fyrst eftir að ýfi hefur náð 3 IRI<sup>13</sup> [Vägverket 2008a, bls. 49]. Mælingar Árangurs- og eftirlitsdeildar Vegagerðarinnar [Vegagerðin 2008, bls. 33; Vegagerðin 2009b, bls. 35] gefa vísbendingu um að ýfi sé undir 3 IRI á miklum meirihluta íslenskra vega með bundnu slitlagi, svo að trúlega hefur ýfi á bundnum slitlögum lítil áhrif á viðhaldskostnað á bílum. Ýfi á malarvegum hefur ekki verið mælt, en að öllum líkindum er það að jafnaði mun meira en á vegum með bundnu slitlagi og sumstaðar miklu meira. Starfsmaður fyrirtækis í Reykjavík sem selur vöruflutningabíla hefur staðfest að bílar sem flytja vörur til og frá sunnanverðum Vestfjörðum (hluti þeirrar leiðar er malarvegur sem að sögn er langtímum saman mjög ósléttur) komi oftast til viðgerðar en bílar sem eingöngu aka á bundnu slitlagi.

Skemmdir á bílum, einkum lakki og framrúðum, vegna steinkasts úr klæðingum eru umtalsverðar hér á landi. Árið 2005 voru þær áætlaðar 450 millj. kr á ári á öllum bílaflotanum [Ásbjörn Jóhannesson o.fl. 2005] sem svarar til 630 millj. kr á verðlagi 2009 (miðað við lánskjaravísitölu til verðtryggingar) en í heimildinni er tekið fram að

<sup>13</sup> IRI; mælikvarði á ýfi, skammstöfun fyrir *International Roughness Index*.

grundvöllur þessarar áætlunar sé ótryggur. Þá eru ótaldar skemmdir á bílum frá steinkasti af margvíslegum öðrum orsökum<sup>14</sup>.

Engar tölur eru tiltækar sem má nota til að meta skemmdir á bílum vegna steinkasts eftir slitlagsgerð. Skráning tryggingafélaganna í tjónaskýrslur um rúðubrot er afar lausleg hvað staðsetningu snertir og slitlagsgerðin er ekki skráð. Þó má telja víst að skemmdir af steinkasti séu mestar á malarlitlögum en minnstar á malbiki, allt miðað við ekna km á hverri slitlagsegund.

Ferðakostnaðarnefnd hefur ákvarðað að svokallað sérstakt akstursgjald í aksturs-samningum ríkisstarfsmanna og ríkisstofnana skuli vera 15 % herra en almennt gjald [Fjármálaráðuneytið 2008]. Að sögn ritara nefndarinnar, Sigríðar Vilhjálmsdóttur, hefur þrenns konar akstursgjald verið við lýði síðan 1974; almennt gjald, sérstakt gjald og torfærugjald (sem þá var bundið við jeppabifreiðar). Mismuninum á almennu gjaldi og sérstöku gjaldi var ætlað að standa straum af kostnaðarauka við akstur við erfið skilyrði utanbæjar (1974 var mestur hluti vega utan þéttbýlis með malarlitlagi) og átti, að því er virðist, að bæta upp aukakostnað vegna fleiri verkstæðistíma og meiri varahlutakaupa. Samkvæmt eftirgrennslan Sigríðar í gögnum Ferðakostnaðarnefndar verður ekki séð að nefndin hafi tekið tillit til aukins eldsneytiskostnaðar, meiri afskrifta eða aukinna þrifa við ákvörðun sína á sérstöku akstursgjaldi. Það vekur grun um að kostnaðarauki við akstur á malarvegum geti verið meiri en sem nemur þeim 15 % sem Ferðakostnaðarnefnd reiknar með. Á hinn bóginn má gera ráð fyrir að malarvegir séu til muna betri nú en þeir voru þegar nefndin tók ákvörðun sína.

*Slysakostnaður.* Orsakir slysa eru margvíslegar og mjög oft er óljóst hvort og hvernig slys tengjast slitlagsgerð. Af þessari ástæðu er afar erfitt að meta hvort slysakostnaður á hvern ekinn km sé mismunandi eftir slitlagsgerðum en ýmislegt bendir til að svo sé.

Ökuhraði er að jafnaði minni á malarlitlögum en bundnum slitlögum sem dregur að öðru jöfnu úr slysaþættu. Á hinn bóginn getur rykmökkur frá malarlitlögum og eins steinkast hugsanlega valdið slysum. Lausamöl á malarlitlögum er vafalítið verulegur slysaþættur, einkum fyrir þá sem eru óvanir akstri á malarlitlögum, ekki síst erlenda ferðamenn. Kröfur til veglínna eru hinar sömu þegar vegir eru byggðir, hver sem slitlagsgerðin er. Hins vegar er líklegt að malarvegur, valinn af handahófi hafi lakari veglínna en vegur með bundnu slitlagi, valinn á sama hátt, vegna þess að vegir með malarlitlagi eru oft eldri en vegir með bundnu slitlagi, sem eykur líkur á slysum.

Slys eru líklega tíðari á klæðingum en malbiki af ýmsum ástæðum. Í fyrsta lagi er meiri hætt á truflun við akstur á klæðingum en malbiki vegna steinkasts og sömuleiðis er bílum hætt við að rása á nýlagðri klæðingu sem ekki er búð að sópa, líkt og á lausamöl. Vetrarviðhald ákvarðast af umferð og þar eð umferð er að jafnaði minni á klæddum vegum en malbikuðum fá þeir fyrrnefndu að öðru jöfnu minna vetrarviðhald en þeir síðarnefndu, einkum hvað snertir hálfkuvarnir. Klæðingar eiga til að blæða, sem er sjaldgæft á malbiki, og geta þá orðið hálar í bleytu.

<sup>14</sup> Að lokinni klæðingu á vegi liggur umframmöl, sem hefur verið sópað útaf, oft í köntunum og getur kastast á bíla við mætningar. Sandur sem er notaður til hálfkuvarna er ekki alltaf steinahreinsaður. Steinlos úr slitlagi þegar slitlag er rífið upp fyrir slysi í snjómokstri er enn ein orsök, fyrst og fremst þó á klæðingum, sjaldan á malbiki. Áfok í hvassviðri af sandi utan vegar getur einnig valdið skemmdum á bílum en er ekki tengt slitlagsgerð.

Vegbreidd hefur líklega áhrif á skemmdir af steinkasti, á mjóum vegum, m.a. malarvegum, eru bílstjórar líklegri til að hægja á við mætningar, sem dregur úr líkum á skemmdum.

Viðhald er tíðara á malarslitlögum en klæðingum, og tíðara á klæðingum en malbiki. Þess hefur verið getið til að slysatíðni aukist um 50 % meðan á viðhaldi stendur [Nilsson 1991, bls. 15].

Að öllu samanlögðu er líklega meiri hættu á slysum á klæddum vegum en malbikuðum. Í skýrslunni kemur fram að slysatíðni er mun meiri á malarvegum en á bundnum slitlögum, ef marka má athuganir á slysatíðni á fjögurra ára tímabili á vegum í dreifbýli hérlandis.

*Umhverfiskostnaður.* Telja má víst að svifryk sé meira frá malarslitlögum en nokkurri annarri slitlagsgerð. Bindiefni í klæðingar er í undantekningartilfellum blandað þynni<sup>15</sup> í mismiklum mæli. Það er mengunarvaldur en er ekki notað í aðrar gerðir slitlaga. Hávaði er nokkru meiri frá klæðingum en malbiki, einkum fyrsta árið eftir útlögn, en er væntanlega svipaður frá malarslitlögum og klæðingum. Blæðingar eru nánast einskorðaðar við klæðingar (aðallega nýlagðar klæðingar; þekkjast þó einnig að vetrarlagi undir vissum kringumstæðum) en geta varla talist verulegt umhverfisvandamál og eru líklega óverulegar eftir að tekið var að blanda repju í bindiefnið. Eldsneytiseyðsla, og þar með koltvísýringismengun er að öðru jöfnu minnst á malbiki, en mest á malarslitlögum. Í þessari skýrslu er engin tilraun gerð til að áætla umhverfiskostnað eftir slitlagsgerð. Sennilega er mismunurinn tiltölulega lítill, minnstur á malbiki en mestur fyrir malarslitlög.

Auðlindanotkun er mismunandi eftir slitlagsgerð. Samanburður [Ásbjörn Jóhannesson o.fl. 2005, bls. 21] sem gerður var á líklegri bindiefnis- og steinefnisnotkun í malbik annars vegar og klæðingu hinsvegar á 35 ára tímabili fyrir veg með 3000 ÁDU (nánari forsendur í heimild) sýndi að bindiefnisnotkunin yrði ríflega tvöfalt meiri fyrir klæðingu en malbik og steinefnisnotkunin um 30 % meiri. Malarslitlög voru ekki tekin með í þessum samanburði. Í 3. kafla eru birtar niðurstöður samanburðar á bindiefnis- og steinefnisnotkun fyrir bundið og óbundið slitlag að gefnum forsendunum sem eru notaðar í þessari skýrslu.

*Niðurstæða.* Atriðin sem hafa verið dregin saman hér á undan benda öll til þess að því vandaðra (og dýrara) sem slitlagið er, þeim mun minni verði kostnaður vegfarenda og samfélagsins. Þessar niðurstöður má hagnýta á þann veg að sé sá hluti kostnaðar sem hægt er að meta álíka mikill fyrir tvær slitlagsgerðir, þá er vandaðri slitlagsgerðin líklegri til að vera hagkvæmari.

#### 1.4 Leiðir til að meta hagkvæmni

Kostnaður sem fylgir hinum ýmsu gerðum slitlaga er talsvert mismunandi og þar sem megin viðfangsefni verkefnisins er að setja fram leiðbeiningar um val á slitlögum er óhjákvæmilegt að þær séu rökstuddar á sannfærandi hátt. Þá vaknar samstundis spurningin; hvernig rökstuddar? Í þessu tilfelli sýnist nærtækast að leggja einhvers konar hagkvæmnimat á slitlagsgerðirnar þar sem útgjöld og ávinningur eru í aðalhlutverki. Þessi aðferð, oft kölluð arðsemis- eða hagkvæmnireikningar, er mjög oft notuð, og í ýmsum myndum.

Önnur spurning; hvaða kostnaðarþætti er rétt að taka með í hagkvæmnireikninga? Eingöngu kostnað veghaldara (þ.e. stofnkostnað og viðhaldskostnað) eða er rétt að taka aðra kostnaðarþætti með, s.s. kostnað vegfaranda, slysakostnað og umhverfis-

<sup>15</sup> Þynnir sá sem er notaður í bindiefni í klæðingar heitir á ensku *white spirit*, sem hefur verið þýtt á íslensku sem *hvítspíri* eða *lakkbensín*.

kostnað? Fyrri leiðin í sinni einföldustu mynd hefur í för með sér að kostnaður vegfarenda er eins konar gjald sem hann greiðir fyrir að nota veginn, slysakostnaður leggst að miklu leyti á þjóðfélagið og umhverfiskostnaðurinn allur. Sé hún valin er viðfangsefnið fremur einfalt. Ef síðarnefnda leiðin verður ofan á er strax ljóst að það flækist til muna.

Ef til vill er rétt að líta á viðfangsefnið frá annarri hlið; hvaða slitlagsval er heppi- legast út frá þjóðhagslegu sjónarmiði? Þetta sjónarhorn sýnist hafa nokkuð til síns máls og sé það valið er rökrétt að taka kostnað vegfaranda, slysakostnað og jafnvel umhverfiskostnað með í reikninginn.

Enn ein leið til að komast að niðurstöðu er að leggja markmið þau til grundvallar sem Vegagerðinni er ætlað að ná með lagningu vega. Í vegalögum [Lög nr. 80/2007] eru engin skýr ákvæði um það hvaða aðferðum skuli beita til að forgangsraða útgjöldum til vegamála. Hins vegar hefur Vegagerðin sett fram skilgreiningu á hlutverki sínu og þar stendur meðal annars [Vegagerðin 2009c]:

*„Að þróa og sjá um vegakerfið á sem hagkvæmastan hátt með þarfir samfélagsins, öryggi vegfarenda og umhverfissjónarmið að leiðarljósi.*

*Með þessu er átt við að samgöngur séu tryggar allt árið með eins litlum tilkostnaði og hægt er fyrir vegfarendur.“*

Af þessari skilgreiningu má ráða að Vegagerðin telji sér skylt að lágmarka kostnað veghaldara (þ.e. stofn- og viðhaldskostnað) og jafnframt að halda kostnaði vegfarenda niðri af fremsta megni<sup>16</sup>. Hins vegar er skilgreiningin tvíræð hvað varðar slysa- og umhverfiskostnað, en hana má þó skilja svo að Vegagerðinni beri að taka tillit til þessara kostnaðarliða. Á þessari forsendu er ótvírætt rökrétt að taka kostnað vegfarenda með í reikninginn auk stofn- og viðhaldskostnaðar, en meiri vafi leikur á slysa- og umhverfiskostnaði.

Vegmálastjóri skipaði vinnuhóp 2007 „sem ætlað var að skoða hagkvæmni byggingar vega og koma með mælikvarða þar að lútandi“ eins og það er orðað í skýrslu vinnuhópsins. Í skýrslu hans segir [Vegagerðin 2009d, bls. 4]:

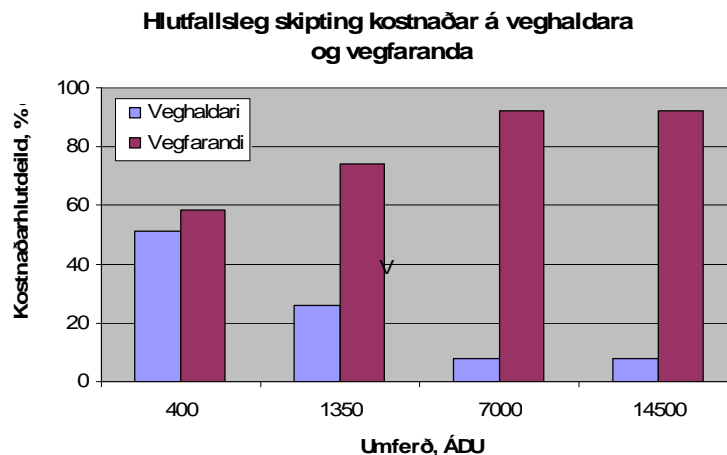
*„Hópurinn komst að þeirri niðurstöðu að hagkvæmni væri fólgin í því að byggja vegi í samræmi við staðla og þarfir á hverjum tíma með sem minnstum tilkostnaði.“*

Þessa niðurstöðu vinnuhópsins má skilja sem svo að hann álíti að mat á hagkvæmni skuli miðast við stofnkostnað eingöngu, þó þannig að kröfur í stöðlum og þarfir fyrir vegi séu uppfylltar. Með öðrum orðum skuli viðhaldskostnaður veghaldara, kostnaður vegfarenda ásamt slysa- og umhverfiskostnaði vera undanskilinn í hagkvæmni máti. Hins vegar er í sömu skýrslu (bls. 4) bent á það að hjá nágrannaþjóðunum sé farið að tíðkast að meta arðsemi meiriháttar vegagerðarverkefna, ekki einungis út frá kostnaði við vegagerðina sjálfa og umferðarkostnaði, heldur einnig út frá þjóðfélagslegum kostnaði. Höfundar skýrslunnar telja einnig ástæðu til að Vegagerðin skoði það að taka upp slíka greiningu á vegagerðarverkefnum með það fyrir augum að finna hvað sé hagkvæmast.

Þessi skoðun á fullan rétt á sér. Slysakostnaður lendir á þjóðfélaginu að miklu leyti. Umhverfiskostnaður gerir það sennilega að verulegu leyti líka. Með öðrum orðum er þessi kostnaður í stórum dráttum greiddur úr sömu sjóðum og bygging og rekstur vega. Kostnaður af þessu tagi helst í hendur við umferð á viðkomandi vegarkafli og sé hún mikil verður kostnaður veghaldarans tiltölulega lítill hluti af

<sup>16</sup> Raunar er nokkuð djúpt í árinna tekið með orðalaginu „eins litlum tilkostnaði og hægt er fyrir vegfarendur“.

heildarkostnaðinum. Kostnaður veghaldara einn og sér gefur þar af leiðandi ranga mynd af heildarkostnaði vegna vegarins. Mynd 1.4.1 er gerð á grundvelli upplýsinga í sænskri heimild [Jansson 1992, bls. 9] um kostnað veghaldara og vegfarenda á hvern ekinn km og gefur til kynna að kostnaður vegfarenda (tíma-, eldsneytis-, viðhalds- og slysakostnaður, umhverfiskostnaður er ekki meðtalinn) sé verulegur og í sumum tilfellum margfaldur á við kostnað veghaldara (stofn- og viðhaldskostnað) þegar miðað er við hvern ekinn km.



**Mynd 1.4.1.** Hlutfallsleg skipting kostnaðar á veghaldara og vegfaranda á hvern ekinn km eftir umferð [byggt á Jansson 1992, bls. 9]. Slysakostnaður er talinn með kostnaði vegfaranda, en umhverfiskostnaður er undanskilinn.

Af framanskráðum vangaveltum er nærtækast að álykta að í hagkvæmnireikningum sé réttast að taka kostnað vegfarenda, slysakostnað og umhverfiskostnað með í reikninginn auk kostnaðar veghaldara. Hins vegar er í sumum tilfellum afar erfitt og jafnvel ógerlegt að slá einhverju föstu um kostnað vegna skorts á upplýsingum, sér í lagi hvað umhverfiskostnað varðar.

Að þessum forsendum gefnum er eftir að ákveða hvernig skuli vinna úr kostnaðarupplýsingunum. Nærtækast er líklega að bera saman kostnað (við tiltekna umferð) fyrir mismunandi valkosti með einhverskonar líkani en svo virðist sem ekki séu allir á einu máli um hvers konar líkan sé heppilegast [Huvstig 2000, bls. 20]. Af heimildum að dæma virðist þó vera langtum algengast að nota núvirðisreikninga í þessu skyni, þ.e. að reikna út samanlagt núvirði allra kostnaðarpátta yfir endingartíma slitlagsins og nota niðurstöðuna sem samanburðargrundvöll.

### 1.5 Ákvörðun verkefnishópsins

Niðurstaða verkefnishópsins varð sú að leggja kostnað veghaldara til grundvallar, taka kostnað vegfarenda og samfélagskostnað með að svo miklu leyti sem það reynist mögulegt, en undanskilja allan umhverfiskostnað. Nánar tiltekið er kostnaður veghaldara tekinn með, kostnaður vegfarenda af töfum vegna viðhalds á vegum, kostnaður vegna hraðatakmarkana, rekstrarkostnaður farartækja og ennfremur slysa-kostnaður að svo miklu leyti sem tiltæk gögn leyfa. Hvað aðra kostnaðarliði snertir er látið nægja að vega og meta hvort þeir séu einni slitlagsgerð í óhag fremur en annarri.

Af heimildum að dæma virðist vera langtum algengast að nota núvirði valkosta til samanburðar á hagkvæmni, þ.e. að reikna út samanlagt núvirði allra kostnaðarliða

(eða mismun þeirra) yfir endingartíma slitlagsins. Verkefnishópurinn hefur orðið ásáttur um að stilla upp líkani sem notar núvirði sem samanburðargrundvöll.

Rétt er að taka fram að í hagkvæmnireikningunum hér á eftir er kostnaðarliðum sleppt ef þeir eru samhljóða fyrir þær tvær slitlagsgerðir sem verið er að bera saman. Ef þeir eru mismunandi og hægt að komast af með mismuninn einan í hagkvæmnireikningunum, er mismunurinn tekinn með í annarri slitlagsgerðinni. Ennfremur eru niðurstöðurnar birtar sem kostnaðarmismunur, þegar einhverjar tvær slitlagsgerðir eru bornar saman. *Þar af leiðandi segja kostnaðartölur, sem eru tilgreindar í líkaninu, ekkert um heildarkostnað vega með mismunandi slitlagsgerðum.*

## 2. LÍKANIÐ

Í þessum kafla er líkaninu lýst í megindráttum. Markmið kaflans er að kynna kostnaðarliði sem eru teknir með í líkanið, hvernig kostnaðurinn er fundinn, tilgreina nauðsynlega stika og fasta sem eru notaðir í líkaninu og setja fram rökstuðning fyrir vali á tölugildum þeirra.

### 2.1 Kostnaðarliðir í líkaninu

Fjölmargir kostnaðarliðir hafa áhrif á val á slitlagi en þeim má til hægðarauka skipta í fjóra hópa [Huvstig 2000, bls. 9-10]:

- *Kostnaður veghaldara*, þ.e. stofnkostnaður, þar með talinn kostnaður við áætlanagerð og hönnun, viðhalds- og rekstrarkostnaður. Þennan kostnað er tiltölulega auðvelt að meta. Milli stofnkostnaðar slitlags annars vegar og viðhalds- og rekstrarkostnaðar hins vegar eru sterk tengsl.
- *Kostnaður vegfarenda*, einkum tafakostnaður, eldsneytiskostnaður og slit á farartækjum. Þennan kostnað er oft erfitt að meta því hann er samsettur úr mörgum þáttum sem sumir hverjir tengjast innbyrðis. Sumir þessara kostnaðarþátta eru heldur ekki nægilega vel þekktir. Tafakostnaður tengist m.a. gerð slitlagsins, ástandi þess svo og viðhaldi og viðgerðum á slitlaginu. Eldsneytiskostnaður tengist m.a. ástandi slitlagsins og gerð þess.
- *Slysakostnaður* er kostnaður vegna slasaðra og látinna í umferðarslysum og auk þess skemmdir á farartækjum og vegbúnaði<sup>17</sup>. Þessi kostnaður lendir að miklu leyti á samfélaginu en að hluta til á vegfarendum. Þennan kostnað er oft erfitt að meta og sömuleiðis er skipting hans á samfélagið og vegfarendur vandkvæðum bundin. Slysakostnaður er m.a. tengdur slitlagsgerð, hemlunarviðnámi slitlagsins, hjólfaradýpt og umferðartruflunum vegna viðhalds og viðgerða á slitlaginu.
- *Umhverfiskostnaður*. Hann fellur einnig að miklu leyti á samfélagið. Undir umhverfiskostnað heyrir hvers konar mengun, þ.á.m. umferðarhávaði, útblástur og uppgufun af mengandi lofttegundum ýmis konar og auðlinda-notkun. Hann er samsettur úr mjög mörgum þáttum, er sér á parti fyrir margra hluta sakir og er mjög oft erfitt að meta, ekki síst vegna þess að hann kemur ekki endilega fram strax heldur allt eins mörgum árum seinna. Umhverfiskostnaður er óbeint tengdur slitlaginu og gerð þess.

Eins og fram kemur hér á undan getur verið talsverðum vandkvæðum bundið að meta suma kostnaðarþætti. Í sumum tilfellum getur verið nauðsynlegt að hafa vitneskju um ástandsþróun slitlagsins og hún er ekki alltaf fyrir hendi. Af þessum sökum verður líkanið ónákvæmt, í besta falli vel rökstudd vísbending. Hvað suma kostnaðarliði varðar liggur ekki fyrir mat á þeim fyrir íslenskar aðstæður og þá er stuðst við tiltækar erlendar upplýsingar, einkum sóttar í norskar og sænskar handbækur. Suma kostnaðarþætti hefur reynst ógerlegt að verðleggja. Þá er reynt að meta á huglægan hátt hvort þeir eru einni slitlagsgerð til framdráttar en annarri; að öðrum kosti er þeim sleppt með öllu.

<sup>17</sup> *Vegbúnaður*; á sænsku: *vägutrustning*.



## 2.2 Stikar og fastar í arðsemislíkani

Nokkrir stikar og fastar eru nauðsynlegir í arðsemislíkani sem byggist á núvirðisreikningum:

- *Reiknivextir.* Tilgangurinn með útreikningi á núvirði er í stuttu máli að finna út hversu háa upphæð þurfi að leggja á bankareikning (sem ber reiknivexti) þegar ákvörðun er tekin um fjárfestingu, til þess að upphæðin nægi til að greiða kostnað af framkvæmdum sem eru rökréttar afleiðingar af fjárfestingunni, t.d. viðhaldi, þegar að því kemur. Reiknivextir hafa talsverð áhrif á niðurstöðuna, því að háir reiknivextir gera minna úr kostnaði sem fellur til í framtíðinni heldur en lágir reiknivextir. Með öðrum orðum er út af fyrir sig skynsamlegt að nota háa reiknivexti ef óvissa um framtíðina er mikil, þar sem þeir draga úr vægi ákvarðana sem ekki verða teknar fyrir en síðar. Að öðru leyti er umdeilt hversu háa reiknivexti skuli nota. Erlendis tíðkast víða að nota reiknivexti á bilinu 4-8 %, oftar þó nær hærri tölunni [Degerman 2003, bls. 27]. Norska vegagerðin mælir sem stendur með 4,5 % reiknivöxtum [Statens vegvesen 2006, bls. 81] og sænska vegagerðin hefur um hríð notað 4 % vexti við samanburð á arðsemi vegagerðarverkefna. Hérlandis hafa verið notaðir reiknivextir á bilinu 5,5-7 % í nokkrum samanburðarreikningum á hagkvæmni malbiks og steypu [Hákon Ólafsson 1987; Páll Jensson 1993; Ásbjörn Jóhannesson 1997; Gatnamálastjórnin í Reykjavík 2001; Gunnar Freyr Freysson og Hreinn Sigurðsson 2008]. Verkefnishópurinn hefur orðið sammála um að nota 6 % reiknivexti.
- *Reiknitímabil.* Meginreglur um val á reiknitímabili þegar núvirði fyrir vegaf framkvæmdir er reiknað er að það [Walls 1998, bls. 9-10]:
  - sé nægilega langt til að endurspeglar sérhvern kostnaðarmismun á valkostum til lengri tíma
  - sé að jafnaði lengra en hönnunarskeið<sup>18</sup> vegarins
  - spanni minnst eina megin viðhaldsaðgerð (t.d. endurnýjun á slitlagi)
  - sé jafnlangt fyrir alla valkosti sem eru bornir saman

Ef reiknitímabilið er valið mjög langt eykst óvissa um mikilvæg atriði, til dæmis kostnað vegna viðhalds, eftir því sem þau eru fjarlægari í tíma. Þetta á líka við um þróun umferðarinnar og þar með ástand slitlagsins. Á hinn bóginn verður reiknitímabilið að vera nægilega langt til að samanburður á mismunandi valkostum sé raunhæfur. Í áður nefndri heimild segir að FHWA<sup>19</sup> mæli með minnst 35 ára reiknitímabili fyrir allar vegaf framkvæmdir, þó geti styttra reiknitímabil stundum átt rétt á sér.

Huvstig [2000, bls. 31] telur að reiknitímabilið eigi að vera a.m.k. 35-40 ár, jafnvel allt að 50 árum fyrir vegi og 100-120 ár fyrir brýr. Í sænskum leiðbeiningum um arðsemisreikninga [Vägverket 2008b, bls. 6:11] segir að reiknitímabilið sé oft valið jafnlangt hagkvæmum endingartíma<sup>20</sup> framkvæmdarinnar, en sé það valið styttra þurfi að reikna með hrakvirði. Í sömu heimild (bls. 9:2) segir að endingartími bundins slitlags sem er lagt á malarveg sé 15 ár. Í norskum leiðbeiningum um arðsemisreikninga [Statens vegvesen 2006, bls. 80] segir aftur á móti að reiknitímabilið sé venjulega 25 ár (reiknað frá opnunarári). Hins vegar sé endingartími vegaf framkvæmda oft mun lengri,

<sup>18</sup> Hönnunarskeið; sá tími sem hönnunarforsendur ætla mannvirki að endast.

<sup>19</sup> FHWA; skammstöfun fyrir *Federal Highway Administration*.

<sup>20</sup> Hagkvæmur endingartími; á sænsku: *ekonomisk livslängd*.

yfirleitt 40 ár nema sérstakar aðstæður gefi tilefni til annars. Áhrifin af þessum (15 ára) mismun eru tekin með í reikningana með því að reikna með hrakvirði (sjá næsta lið).

Við mat á heppilegu reiknitímabili er rétt að hafa í huga að íslenskir vegir eru að jafnaði hannaðir til 20 ára. Í ljósi þess sýnist vafasamt að nota 25 ára reiknitímabil, hvað þá lengra. Hins vegar er raunin í flestum tilfellum sú að vegir endast miklu lengur en 20 ár og þessvegna er raunhæft að nota lengra reiknitímabil en 20 ár. Þar sem þessir hagkvæmnireikningar ná eingöngu til samanburðar á slitlagsgerðum, sem allar hafa styttri endingartíma en 20 ár varð verkefnishópurinn ásáttur um að nota 20 ára reiknitímabil, en taka jafnframt tillit til hrakvirðis í hagkvæmnireikningunum.

- *Hrakvirði.* Þegar svo stendur á að eitthvað er eftir af endingartíma framkvæmdar þegar reiknitímabilinu lýkur þarf að taka tillit til þess í útreikningunum, nema því aðeins að reiknitímabilið sé svo langt (t.d. 40 ár eða lengra) að hrakvirðið hafi óveruleg áhrif á niðurstöðu hagkvæmnireikninganna. Verðmæti ónotaðrar endingar er kallað hrakvirði. Bæði sænskar [Vägverket 2008b, bls. 6-11] og norskar [Statens vegvesen 2006, bls. 130] leiðbeiningar um arðsemisreikninga mæla svo fyrir að hrakvirði skuli reiknað þannig:

$$\text{Hrakvirði} = \text{Stofnkostnaður} \times \text{ónotuð ending} / \text{heildarending}$$

Hrakvirðið er síðan fært til núvirðis í hagkvæmnireikningunum og kemur sem slíkt til frádráttar á kostnaði.

- *Árleg umferðaraukning.* Hér er reiknað með 1,6 % árlegri umferðaraukningu sem svarar til væntanlegrar umferðaraukningar á næstu 20 árum samkvæmt svokallaðri lágsþá [Vegagerðin 2009e, bls. 1-6]. Verkefnishópurinn valdi lágsþá fremur en miðþá eða háþá [sama heimild] á þeirri forsendu að síðustu tölur Vegagerðarinnar um þróun umferðar benda til að hún hafi staðnað í bili a.m.k. Áðurnefnd umferðaraukning er notuð óbreytt öll árin.
- *Verðlagsviðmiðun.* Innlend verð eru miðuð við júlí 2009. Verð úr verðbanka Vegagerðarinnar eru umreiknuð með vísitölu Vegagerðarinnar fyrir áætlanir.
- *Verðgildi gjaldmiðla.* Í sumum tilfellum eru upplýsingar um kostnað fengnar erlendis frá og eru þá í erlendum gjaldmiðli. Verð í erlendum gjaldmiðli eru fyrst framreiknuð innan heimalandsins með breytingu á samræmdri vísitölu neysluverðs þar í landi fram til júlí 2009 [Hagstofa Íslands 2010] og síðan breytt í íslenskar krónur með kaupgetustuðli<sup>21</sup> viðkomandi gjaldmiðils [OECD 2010]. Miðað við gengi í júlí 2009 má reikna með að<sup>22</sup>:
  - 1 EUR samsvari 180 ÍSK
  - 1 GBP samsvari 210 ÍSK
  - 1 USD samsvari 125 ÍSK
  - 1 DKK samsvari 24 ÍSK
  - 1 NOK samsvari 20 ÍSK
  - 1 SEK samsvari 16 ÍSK
- *Ending slitlaga.* Ending íslenskra malbiksgerða er nokkuð vel þekkt. Hér er reiknað með að ending á hefðbundnu malbiki ráðist eingöngu af sliti.

<sup>21</sup> *Kaupgetustuðull*; á ensku: *purchasing power parity*, oft skammstafað PPP.

<sup>22</sup> Breytingar á gengi íslensku krónunnar, sem orðið hafa síðan í júlí 2009, skipta litlu máli fyrir niðurstöður skýrslunnar, þar sem erlend verð eru einna helst notuð í útreikningum á tafakostnaði (sjá viðauka IV) og hann er óverulegur hluti af heildarkostnaði.

Ennfremur er gert ráð fyrir að kvarnargildi steinefnisins sé 10, malbiksgerðin sé SL 16 og endingartíma slitlags sé lokið þegar hjólför hafa náð 25 mm. Á þessum forsendum má álykta út frá mælingum á tilraunaköflum að slit á malbiki sé 34 SPS við staðalaðstæður, þ.e. þar sem umferðarhraðinn er 60 km/klst [Ásbjörn Jóhannesson 2005, viðauki 2, minnisblað 5]. Eftir leiðréttingu vegna umferðarhraða er líklegt slit 53 SPS þar sem umferðarhraðinn er 90 km/klst [Jacobson 2007, bls. 17].

Um slit á klæðingu er minna vitað, en vissar upplýsingar (en ekki samhljóða) um endingu eftir gerð og umferðarflokkum liggja þó fyrir [Haukur Jónsson 2008, Kristján Kristjánsson 2007]. Hér er reiknað með að klæðing sé K1F, úr steinefni með kvarnartölu 10 og að ending hennar sé:

- 10 ár ef umferðin er um 100 ÁDU eða minni
- 9 ár ef umferðin er um 200 ÁDU
- 8 ár ef umferðin er um 400 ÁDU
- 5 ár ef umferðin er um 2000 ÁDU
- 3 ár ef umferðin er um 3000 ÁDU
- 2 ár ef umferðin er 5000 ÁDU eða meiri.

Reynslutölur um endingu klæðingar eru í langflestum tilfellum takmarkaðar við 3000 ÁDU eða minna og þar af leiðandi eru ekki til nothæf gögn um endingu klæðingar fyrir meiri umferð en 3000 ÁDU. Tveggja ára ending fyrir 5000 ÁDU eða meiri er þess vegna ágiskun. Malbik er að jafnaði endurnýjað þegar hjólför hafa náð 25 mm, þó ekki sjaldnar en á 15 ára fresti. Klæðingar eru að jafnaði endurnýjaðar samkvæmt töflunni hér að ofan, þó ekki sjaldnar en á 10 ára fresti þótt umferð sé lítil sem engin, eins og á öxlum. Þó er gert ráð fyrir að endurnýjun malbiks eða klæðingar megi flýta eða fresta um eitt til tvö ár, ef það býður upp á vinnuhagræðingu, til dæmis ef endurnýjun klæðingar á öxlum fellur á árið áður en á að endurnýja slitlagið, þá er endurnýjun klæðingar á öxlum frestað um eitt ár.

Hjólför í klæðingu eru fyllt með K1F 8-11 í fjórðu hverri yfirlögn. Malbik er endurnýjað þegar hjólför hafa náð 25 mm; í tvö fyrstu skiptin af hverjum þrem með endurlögn en í þriðja sinn með hjólfarafyllingu og yfirlögn.

- *Einingaverð.* Einingaverð, notuð í skýrslunni, eru birt í viðauka I. Þau eru miðuð við verðlag í júlí 2009. Verð sem eru sótt í verðbanka Vegagerðarinnar eru framreiknuð með svæðisálagi og sérstöku álagi (samtals 2,5 %) ásamt ófyrirséðum kostnaði sem er mismunandi eftir því hvers konar framkvæmd á í hlut (5 % fyrir bundin slitlög, annars 15 %). Þar sem við á er einnig gert ráð fyrir hönnunarkostnaði og kostnaði við uppsetningu aðstöðu, samtals 6 % af áætluðum framkvæmdakostnaði. Sum einingaverðanna eru fengin frá verk-tökum og þau eru framreiknuð á sama hátt og verð úr verðbanka Vegagerðarinnar.

## 2.3 Nánar um nokkra kostnaðarliði

### 2.3.1 Slysakostnaður eftir slitlagsgerð

Með slysakostnaði er átt við samfélagsleg slysaútgjöld (kostnaður sem samfélagið greiðir í formi bóta, þjónustu o.s.frv.) og persónulegt slysatjón (sú upphæð sem þarf að greiða einstaklingi þannig að hann sé jafn vel settur eftir umferðarslys og fyrir það) [Línuhönnun 2006, bls. 4]. Við mat á kostnaði vegna umferðarslysa eftir tegund (alvarleika) var stuðst við sömu skýrslu (bls. 12).

Við útreikninga á slysakostnaði þarf að skipta umferðarslysum niður í flokka eftir tegund. Umferðarstofa skiptir þeim í fjóra flokka, þannig [Gunnar Geir Gunnarsson 2009]:

- Banaslys
- Slys með alvarlegum meiðslum
- Slys með minniháttar meiðslum
- Slys án meiðsla (eignatjón, óhöpp)

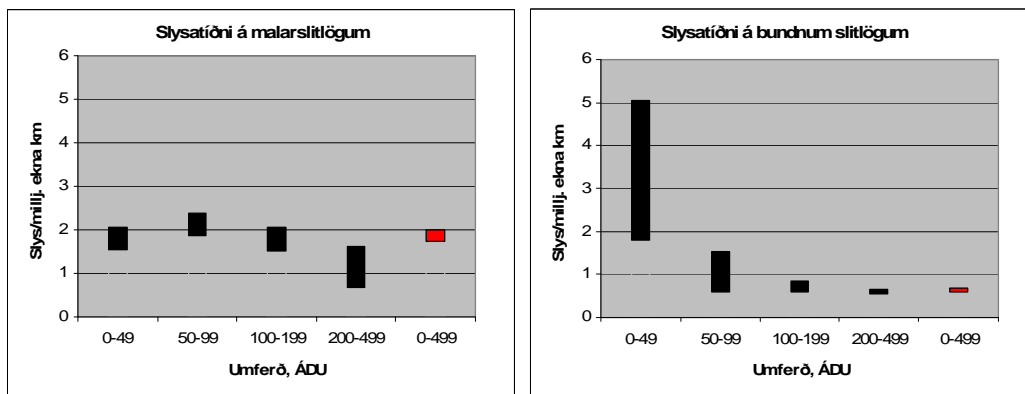
Vinnuhópurinn lét kanna hver slysatíðnin er í hverjum þessara flokki slysa eftir slitlagsgerðum og umferð. Könnunina önnuðust þeir Hersir Gíslason og Sigurður Björn Reynisson, báðir verkefnastjórar hjá Vegagerðinni. Könnuninni og úrvinnslu gagna er lýst í viðauka II, en helstu atriðum hennar eru gerð skil hér á eftir.

Könnunin tók til ríflega 1800 vegarkafla í veghaldi Vegagerðarinnar sem voru valdir úr slitlagabanka Vegagerðarinnar með eftirfarandi skilyrðum:

- Vegarkafllinn var annað hvort með malarslitlagi, óslitið frá 2005-01-01 til 2008-12-31 eða óslitið með bundnu slitlagi sama tímabil. M.ö.o. eru kaflar þar sem skipt var um slitlagsgerð einhvern tíma á þessu tímabili ekki teknir með.
- ÁDU < 500 árið 2006.

Úr þessu safni voru fjarlægðir átta vegarkaflar, allir á vegi 955. Ástæðan er sú að þeir fluttust á milli umferðarflokka þegar Fáskrúðsfjarðargöngin voru tekin í notkun 2005.

Síðan var athugað í slysabanka Vegagerðarinnar hversu mörg slys hefðu orðið á hverjum þessara kafla á tímabilinu 2005-2008 og hvaða flokk hvert og eitt þeirra fyllti. Þessar upplýsingar ásamt upplýsingum um lengd hvers kafla og umferð á honum gerðu kleift að reikna fjölda ekinna km samanlagt á köflunum, flokkaðan eftir slitlagsgerð og umferð. Slysini voru flokkuð á sama hátt og auk þess eftir tegund (alvarleika) þeirra. Á þessum forsendum var reiknuð tíðni skráðra slysa eftir slitlagsgerðum og umferð, sjá mynd 2.3.1.



**Mynd 2.3.1.** Slysatíðni árin 2005-2008 á samtals 1802 vegaköflum með umferð undir 500 ÁDU, flokkuð eftir umferð. Myndin sýnir vikbil með 95 % öryggisstig fyrir slysatíðni í hverjum umferðarflokki. *Til vinstri*; slysatíðni á malarslitlögum (806 kaflar). *Til hægri*; slysatíðni á bundnum slitlögum (996 kaflar). Vikbilið lengst til hægri (rautt) á hvorri mynd á við slysatíðni á öllum köflum í úrtakinu með hvorri slitlagsgerð.

Tíðni skráðra slysa er marktækt meiri á malarslitlögum (1,86 slys á hverja milljón ekinna km) en á bundnum slitlögum (0,64 slys á hverja milljón ekinna km). Þar af leiðandi verður að teljast líklegt að slysakostnaður sé í raun mismunandi á þessum tveimur slitlagsgerðum. Útreikningar á slysakostnaði gefa til kynna að hann sé um 18 kr/ekinn km á malarslitlögum en um 8 kr/ekinn km á bundnum slitlögum, sjá viðauka

II. Í samræmi við þessar niðurstöður er reiknað með að slysakostnaður á malarvegum sé 10 kr hærri á hvern ekinn km en á bundnu slitlagi.

Rétt er að taka fram að þessi slysatíðni er til muna lægri en meðal slysatíðni á öllu landinu árin 1999-2008 sem var 3,07 skráð slys á hverja milljón ekinna km [Gunnar Geir Gunnarsson 2009, bls. 48]. Vera má að skráningarhlutfall sé lakara í dreifbýli en útreikningar á slysakostnaði gera ráð fyrir; einnig er líklegt að slysatíðni sé minni í dreifbýli en í þéttbýli vegna minni umferðarþéttleika. Það er heldur ekki víst að mismun í slysatíðni megi að öllu leyti rekja til slitlagsgerðarinnar. Þegar bundið slitlag er lagt á malarvegi eru þeir oft lagfærðir um leið. Af þessum sökum hafa vegir með bundnu slitlagi oft betri veglínu en malarvegir og hið sama gildir um öryggissvæði. Ætla má að hvorutveggja hafi einhver áhrif og fleiri þættir kunna að hafa áhrif á slysatíðnina.

### 2.3.2 Tafakostnaður

Tafakostnaður er einkum tvenns konar. Annars vegar tafir vegna viðvarandi takmarkana á ökuhraða. Dæmi um þetta er lægri hámarkshraði á malarvegum en á klæðingum og malbiki. Hins vegar tímabundnar tafir, oft á stuttum kafla, vegna vinnu við veginn t.d. viðhald. Um raunhraða á malarvegum er lítið vitað, hann hefur ekki verið mældur kerfisbundið. Þar af leiðandi er miðað við leyfðan (skiltaðan) hámarkshraða, þar sem slíkar upplýsingar liggja fyrir, annars ágiskanir.

Í viðauka III eru sýndir útreikningar á töfum sem hljótast af breytingum á einni slitlagsgerð í aðra og sömuleiðis töfum vegna viðhalds.

Verðlagning á töfum er sá þáttur í kostnaði vegfaranda sem er langtum umdeildastur [Walls III 1998, bls. 19] og tölur um tafakostnað eru mismunandi eftir heimildum. Hér var farin sú leið að nota íslenskar heimildir fyrir tafakostnað léttra bíla, en tilgreina tafakostnað úr nokkrum erlendum heimildum til samanburðar. Engar íslenskar heimildir fundust um tafakostnað þungra bíla. Þá varð að ráði að nota erlenda heimild (frá EES), staðfæra hana eftir föngum, að hluta til með ágiskunum, og taka fáein önnur erlend dæmi um tafakostnað þungra bíla til samanburðar. Í viðauka IV er gerð grein fyrir þessum athugunum en niðurstöðurnar eru sýndar í töflu 2.3.1. Rétt er að taka fram að talan fyrir létta bíla er 25-60 % lægri en samanburðartölur erlendis frá.

**Tafla 2.3.1.** Áætlaður tafakostnaður bíla á verðlagi í júlí 2009.

Gerð	Tafakostnaður kr/klst/bíl.
Léttir bílar	1.700
Þungir bílar án tengivagns	2.100
Þungir bílar með tengivagn	11.700
Vegið meðaltal allra bíla	2.200

Í hagkvæmnireikningunum eru áhrif af mismunandi hámarkshraða á malarslitlögum og bundnum slitlögum sett fram sem kostnaðarmismunur sem íþyngir akstri á malarvegum. Þá er reiknað með að hámarkshraði á vegum með malarslitlagi sé 80 km/klst, en 90 km/klst á öllum vegum með bundnu slitlagi. Kostnaður af töfum sem stafa af lækkuðum hámarkshraða vegna breytinga á slitlagsgerð eða viðhalds er hins vegar lagður að fullu á valkostinn sem á í hlut. Þessi málsmeðferð kemur ekki að sök þar sem niðurstöður eru birtar sem (núvirtur) kostnaðarmismunur tveggja slitlagsgerða. Á hinn bóginn gefa tölur fyrir einstaka kostnaðarþætti alranga hugmynd um

heildarkostnað við þá, þar sem tölurnar eru ýmist mismunur á kostnaði tveggja valkosta, heildarkostnaður þeirra, eða settar saman úr hvorutveggja.

### 2.3.3 *Kostnaðarauki vegna aksturs á malarvegum*

Ferðakostnaðarnefnd metur þennan kostnaðarauka sem 15 % af almennu akstursgjaldi í aksturssamningum ríkisstarfsmanna og ríkisstofnana [Fjármálaráðuneytið 2008], sjá kafla 1.3. Samkvæmt samningi um akstursgjald sem var í gildi í júlí 2009 jafngildir þetta 14 kr/km. Í heimildinni er ekki tekið fram að samningurinn eigi aðeins við um létta bíla en telja má víst að svo sé. Þessi upphæð er notuð óbreytt (sem mismunarkostnaður) í skýrslunni við samanburð á kostnaði við akstur á malarslitlagi og á bundnu slitlagi, og án frekari rökstuðnings.

Ýmis rök hníga að því að mismunurinn ætti að vera meiri, sjá kafla 1.3. Þá er heldur ekki gerður greinarmunur á léttum og þungum bílum (til þess eru engar forsendur) en að öllum líkindum er rekstrarkostnaður þungra bíla til muna hærri við akstur á malarvegum en á bundnum slitlögum, meðfram vegna þess að nútíma vöruflutningabílar eru að jafnaði ekki byggðir fyrir akstur á malarvegum. Að öllu samanlögðu má gera ráð fyrir að þessi kostnaðarauki sé vantalinn, malarslitlögum í hag.

### 2.3.4 *Umhverfiskostnaður*

Helstu þættir í umhverfiskostnaði sem snertir slitlög eru loftmengun (koltvísýringur, svifryk), hávaðamengun og auðlindanotkun. Í þessari skýrslu er engin tilraun gerð til að verðleggja áhrif slitlagsgerðar á umhverfisspjöll og látið nægja að lýsa áhrifunum með fáum orðum.

Þar eð malarslitlög eru yfirleitt ósléttari en bundin slitlög má gera ráð fyrir að eldsneytiseyðsla sé að öðru jöfnu meiri við akstur á malarslitlögum en á bundnum slitlögum og koltvísýringslosun að sama skapi meiri. Hversu mikill þessi mismunur er, er allsendis óvíst.

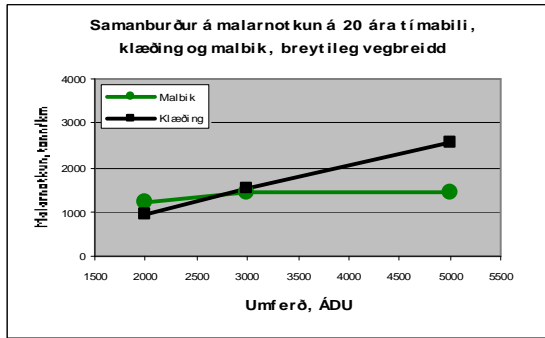
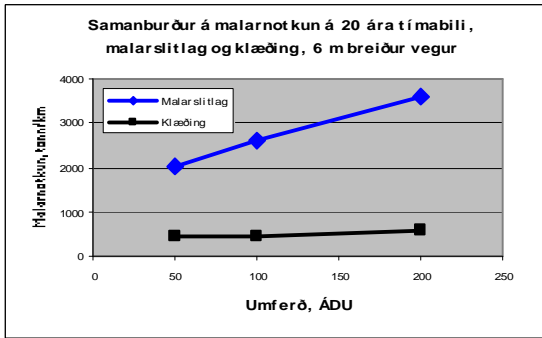
Að vetrarlagi er einhver svifryksmyndun frá bundnum slitlögum vegna slits af völdum negldra hjólbarða. Frá malarslitlögum má búast við einhverri svifryksmyndun, en hún fer að einhverju leyti eftir rykbindingu og einnig gerð malarefnisins. Líklega er svifryksmyndun að jafnaði meiri frá malarslitlagi en bundnu slitlagi, en það er aðeins ágiskun.

Bindiefni í klæðingar er stöku sinnum blandað þynni sem er spilliefni.

Hljóðmengun fer eftir ástandi slitlaganna, en er líklega að jafnaði meiri frá malarslitlögum en bundnum slitlögum.

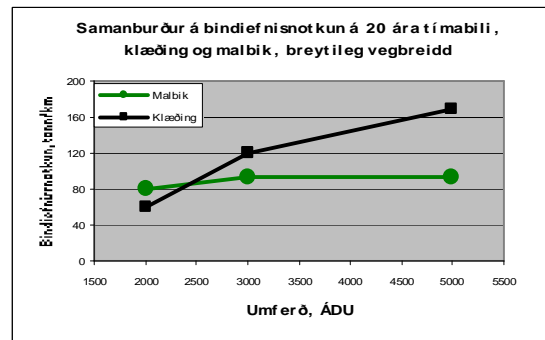
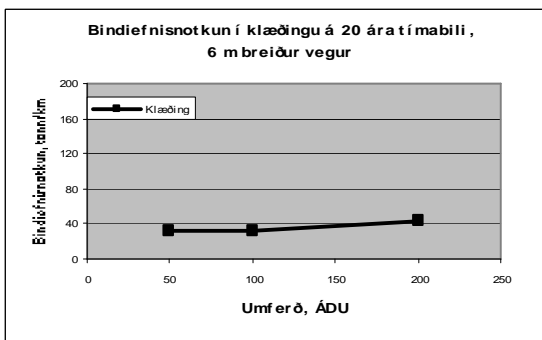
Í viðauka V er gerður lauslegur samanburður á auðlindanotkun (þó aðeins bindiefni og steinefni) fyrir malarslitlag annars vegar og bundið slitlag hins vegar. Helstu niðurstöður sjást á myndum 2.3.2 og 2.3.3. Hér er rétt að taka fram að samanburðurinn miðast við 20 ára tímabil í samræmi við forsendur í skýrslunni, en það er tæplega nógu langt til að gefa rétta mynd af auðlindanotkun. Línuritin gefa líka takmarkaða mynd af auðlindanotkun sem fall af umferð, vegna þess að vegbreidd (og þar með auðlindanotkun) breytist með umferðarflokkum, sbr. veggönnunarreglur [Vegagerðin 2009a].

Mynd 2.3.2 sýnir að til viðhalds á 6 m breiðum malarvegi með 100 ÁDU þarf um það bil sexfalt meira steinefni en til þess að breyta malarslitlaginu í klæðingu og halda henni við. Hins vegar þarf álíka mikið steinefni til að breyta klæðingu í malbiksslitlag og halda því við eins og til að halda klæðingunni við að því tilskildu að umferðin sé um 3000 ÁDU.



**Mynd 2.3.2.** Málarnotkun á 20 ára tímabili. *Til vinstri;* í malarslitlag og klæðingu. *Til hægri;* í klæðingu og malbik. Á báðum línuritum er miðað við breytingu á slitlagsgerð; úr malar-slitlagi í klæðingu eða úr klæðingu í malbik. Á línuritinu til vinstri er reiknað með 6 m breið-um vegi en á línuritinu til hægri er reiknað með 8 m breiðum vegi fyrir 2000 ÁDU, annars 10 vegbreidd.

Bindiefnisnotkun í klæðingu breytist lítið meðan umferðin er á bilinu 50-200 ÁDU. Sama er að segja um bindiefnisnotkun í malbik meðan umferðin er á bilinu 2000-5000 ÁDU. Bindiefnisnotkun í klæðingu er heldur minni en í malbik þegar umferðin er 2000 ÁDU, vex nokkuð hratt með umferð og er orðin nálega tvöfalt meiri en fyrir malbik þegar umferðin hefur náð 5000 ÁDU.



**Mynd 2.3.3.** Bindiefnisnotkun á 20 ára tímabili. *Til vinstri;* í klæðingu. *Til hægri;* í klæðingu og malbik með sambærilega umferð. Á báðum línuritum er miðað við breytingu á slitlagsgerð; úr malar-slitlagi í klæðingu eða úr klæðingu í malbik. Á línuritinu til vinstri er reiknað með 6 m breiðum vegi en á línuritinu til hægri er reiknað með 8 m breiðum vegi fyrir 2000 ÁDU, annars 10 vegbreidd.

Í stórum dráttum er niðurstaðan á þann veg að malbiksslitlög eru heppilegust frá umhverfissjónarmiði en malarslitlög síst. Með öðrum orðum ýta umhverfissjónarmið undir val á vönduðum (og dýrum) slitlögum.

### 3. SAMANBURÐUR Á VALKOSTUM

Megintilgangurinn með samanburði á valkostum er að komast að því við hvaða umferð sé hagkvæmt að:

- a) Breyta malarvegi í notkun í klæddan veg.
- b) Breyta klæddum vegi í notkun í malbikaðan veg.

Í þessum samanburði er gert ráð fyrir að malarvegir séu að jafnaði ekki með neinu burðarlagi í venjulegum skilningi heldur hafi malarslitlagið verið lagt á styrktarlag.

Nýverið tóku nýjar veghönnunarreglur gildi [Vegagerðin 2009a]. Samkvæmt þeim skulu tveggja akreina vegir vera minnst 7 m breiðir, en margir malarvegir eru nú aðeins 6 m breiðir. Verkefnishópurinn telur líklegt að 6 m breiðir vegir verði við lýði enn um sinn og telur jafnframt koma til álita að leggja bundið slitlag á þá án breikkunar til samræmis við nýjar veghönnunarreglur. Verkefnishópurinn ákvað þess vegna að taka breytingu á 6 m breiðum malarvegi í jafnbreiðan klæddan veg með í samanburðinn.

Þegar breytt er um slitlagsgerð á vegi er ekki gert ráð fyrir neinum breytingum á honum í samanburðinum öðrum en þeim sem eru nauðsynlegar vegna breytinga á slitlagi. Hins vegar er höfð auð lína í reiknilíkaninu þar sem hægt er að setja inn breytingar á stofnkostnaði (til dæmis vegna lagfæringar á veglínu) og sjá áhrif þeirra á kostnaðinn, ef þurfa þykir.

Skrá yfir einingaverð er að finna í viðauka I. Einingaverðin eru í öllum tilfellum færð til verðlags í júlí 2009. Ofan á kostnaðartölur úr gagnabönkum er lagt svæðisálag (1,5 %), sérstakt álag (1,0 %) og auk þess 5% (bundin slitlög) eða 15 % álag (annað) til að mæta ófyrirséðum kostnaði. Þar sem við á er bætt 6 % ofan á stofnkostnað til að mæta hönnunar- og aðstöðukostnaði.

Í viðauka II eru færð rök að mismunandi slysakostnaði á malarvegum og vegum með bundnu slitlagi og sýndir útreikningar á mismuninum.

Í viðauka III eru sýndir útreikningar á ýmis konar töfum sem tekið er tillit til í hagkvæmniútreikningunum. Í viðauka IV er gerð grein fyrir verðlagningu á töfum.

Reiknilíkanið ásamt ýmsum forsendum og skýringum er birt í viðauka VIII.

#### 3.1. Malarvegi breytt í klæddan veg

Hér er gengið út frá malarvegi sem er í notkun. Ekki er gert ráð fyrir neinni breytingu á veglínu eða hæðarlegu. Tilgangurinn er að bera saman kostnað af notkun malarvegarins á 20 árum og bera hann saman við kostnað við að leggja klæðingu á sama malarveg og nota síðan jafnlengi.

Samanburðurinn er gerður fyrir 50 ÁDU, 100 ÁDU og 200 ÁDU og 1,6 % árlega umferðaraukningu (lágspá). Samanburðurinn er gerður annars vegar fyrir 6 m breiðan veg (vegtegund C<sub>6</sub>) og hins vegar fyrir veg með breidd í samræmi við núgildandi reglur um vegtegundir (C<sub>7</sub> eða C<sub>8</sub> eftir því hver umferðin er).

*Stofnkostnaður.* Ef malarvegurinn er notaður áfram óbreyttur kemur enginn stofnkostnaður á hann. Ef honum er breytt í klæddan veg þarf að hefла malarslitlagið af honum og endurmóta vegstæðið. Ef malarslitlagið er tekið upp til nota annars staðar er litið svo á að sá kostnaður greiðist af verkinu þar sem það verður notað. Síðan þarf að bæta að jafnaði 80 mm þykkt við styrktarlagið, bæta við 150 mm þykku burðarlagi, breyta halla á vegfláum í 1:3 og ganga frá þeim. Að lokum þarf að leggja tvöfalda klæðingu á veginn og mála vegmerkingar. Reiknað er með að klæðing sé lögð út á axlarbrún, óháð breidd vegarins.



*Viðhaldskostnaður.* Fyrir malarveg sem er notaður áfram í óbreyttri mynd er viðhaldskostnaður sóttur í viðhaldslíkan Vegagerðarinnar fyrir malarvegi [Vegagerðin 2009f] sem tilgreinir árlegan viðhaldskostnað malarlitlaga sem fall af umferð. Líkanið gerir ráð fyrir óaðfinnanlegu viðhaldi. Það er miðað við viðhald á 6 m breiðum vegi ( $C_6$ ) en tölur fyrir viðhald á 7 eða 8 m breiðum vegi eru fengnar með því að hækka viðhaldskostnað á 6 m breiðum vegi í réttu hlutfalli við vegbreiddina.

Í líkaninu er viðhaldskostnaður reiknaður í þrepum sem eru tengd við umferð<sup>23</sup>. Samkvæmt forsendu um aukningu umferðar (1,6 % á ári) eykst hún um rétt 40 % á 20 árum sem er minna en bil milli þrepa. Þar af leiðandi flyst viðhaldskostnaðurinn ekki á milli þrepa á 20 ára tímabili, svo að árlegur viðhaldskostnaður er sá sami allan tímann. Þetta gerir kleift að reikna viðhaldskostnað á malarvegi með tiltekinni umferð út sem eina upphæð fyrir allt tímabilið og núvirða hana um leið. Margfeldisstuðullinn 11,470 breytir viðhaldskostnaði 1. árs í samanlagðan núvirtan viðhaldskostnað á 20 ára tímabili (ef vextir eru 6 %).

Fyrir klæðingar er viðhaldskostnaður reiknaður hverju sinni sem hann fellur til.

*Tafakostnaður.* Fyrir malarvegi er tafakostnaður tvenns konar. Annars vegar mismunarkostnaður vegna minni hámarks hraða á malarlitlagi (sem er áætlaður 80 km/klst að meðaltali) en á bundnu slitlagi (90 km/klst). Þar sem hér er um mismunarkostnað að ræða leggst hann aðeins á akstur á malarlitlagi. Hins vegar kostnaður vegna umferðartafa sem verða vegna viðhalds á malarlitlaginu. Sá kostnaður er reiknaður í hvert sinn sem hann fellur til.

Tafakostnaður vegna lægri hámarks hraða á malarvegum en á bundnum slitlögum eykst í réttu hlutfalli við umferð en tekur að öðru leyti ekki breytingum. Þetta gerir kleift að reikna út tafakostnaðarmismuninn sem eina upphæð fyrir allt tímabilið og núvirða hana um leið. Margfeldisstuðullinn 13,201 breytir tafakostnaðarmismun 1. árs í samanlagðan núvirtan tafakostnaðarmismun á 20 ára tímabili (ef vextir eru 6 % og árleg aukning í umferð 1,6 % verður stikinn í núvirðisfallinu 4,33 % í stað 6 % þegar vextirnir einir hafa áhrif á núvirðisfallið).

Kostnaður af umferðartöfum vegna viðhalds á malarlitlaginu eykst með heflunartíðni sem er mismunandi eftir umferð. Auk þess breytist kostnaður af umferðartöfum vegna viðhalds í réttu hlutfalli við umferð en tekur að öðru leyti ekki breytingum. Umferðartafir eru reiknaðar fyrir hvern umferðarflokk (50 MDU, 100 MDU og 200 MDU) en síðan er tafakostnaður vegna viðhalds á malarvegum reiknuð sem ein upphæð fyrir allt tímabilið til hægðarauka og núvirt um leið. Þetta er gert með því að nota margfeldisstuðulinn 13,201 á tafakostnað 1. árs í hverjum umferðarflokki fyrir sig.

Fyrir klæðingar kemur einnig tvenns konar tafakostnaður við sögu. Annars vegar af töfum vegna nauðsynlegra breytinga á malarvegi til að hægt sé að leggja á hann klæðingu. Sá kostnaður fellur aðeins einu sinni til, í byrjun tímabilsins. Hins vegar tafakostnaður vegna viðhalds sem er reiknaður fyrir hverja viðhaldsaðgerð.

Tafakostnaður vegna viðhalds á vegmerkingu er talinn óverulegur og honum er sleppt.

*Kostnaðarauki vegna aksturs á malarvegum.* Þessi kostnaðarauki á rót sína m. a. að rekja til skemmda á bílum vegna steinkasts, meiri eldsneytiseyðslu vegna ósléttara

<sup>23</sup> Viðhaldskostnaður fyrir malarvegi er tengdur við MDU ( $MDU=0,3 \times SDU + 0,7 \times \acute{A}DU$ ). Til hægðarauka í hagkvæmnireikningunum var ekki gerður greinarmunur á MDU og  $\acute{A}DU$  í samanburði á vegum með malarlitlagi (umferðarstíki í viðhaldslíkani er MDU) annars vegar og klæðingu (umferðarstíki í viðhaldslíkani er  $\acute{A}DU$ ) hins vegar.

slitlags, aukins slits af sömu ástæðu og aukinna þrifa í samanburði við akstur á bundnu slitlagi.

Við mat á þessum kostnaði er gengið er út frá tilkynningu fjármálaráðuneytisins um akstursgjald ríkisstarfsmanna sem var í gildi í júlí 2009 [Fjármálaráðuneytið 2008]. Í útreikningunum er kostnaðaraukinn talinn nema mismuninum á almennu akstursgjaldi og sérstöku akstursgjaldi sem þá var 14 kr/ekinn km. Þessi upphæð er notuð óbreytt og án frekari rökstuðnings.

Þar sem hér er um mismunarkostnað að ræða kemur hann eingöngu á akstur á malarslitlögum.

*Slysakostnaður.* Í kafla 2.3.1 er færð rök fyrir því að slysakostnaður sé mismunandi á vegum með malarslitlagi annars vegar og bundu slitlagi hins vegar. Þessi kostnaður er lægri fyrir bundin slitlög og mismunurinn er færður sem kostnaðarauki við akstur á malarslitlögum í samanburði við akstur á klæðingu.

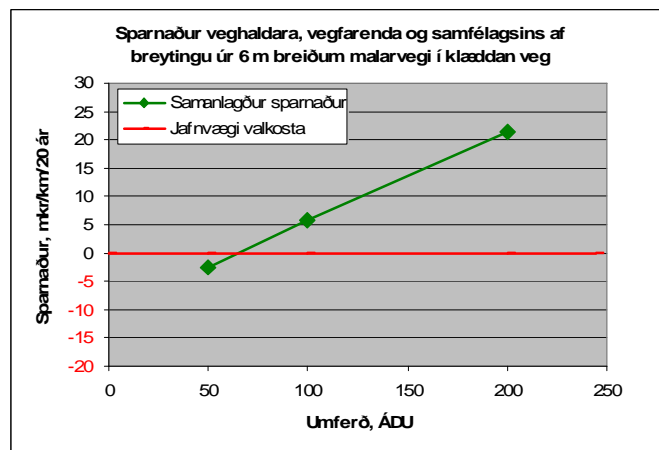
Mismunur á slysakostnaði eftir slitlagsgerðum er tilgreindur sem föst upphæð á hvern ekinn km. Þar af leiðandi vex slysakostnaður í réttu hlutfalli við umferð. Mismun á slysakostnaði eftir slitlagsgerðum er hægt að reikna í eitt skipti fyrir öll fyrir allt tímabilið og núvirða hann um leið með því að margfalda mismuninn á fyrsta ári með stuðlinum 13,201.

*Kostnaður vegna vegmerkingar.* Einungis bundin slitlög eru merkt og kostnaður vegna vegmerkingar kemur því bara á þau. Vegmerkingar þarf að mála á nýlagt slitlag og annað hvert ár eftir það.

*Niðurstöður.* Á mynd 3.1.1 er sýndur samanlagður sparnaður (b-a), skilgreindur sem mismunur á kostnaði veghaldara, vegfarenda og samfélagsins við að:

- Breyta malarvegi, 6 m breiðum ( $C_6$ ) í klæddan veg og reka sem slíkan í 20 ár.
- Reka sama malarveg (án breytinga) í 20 ár.

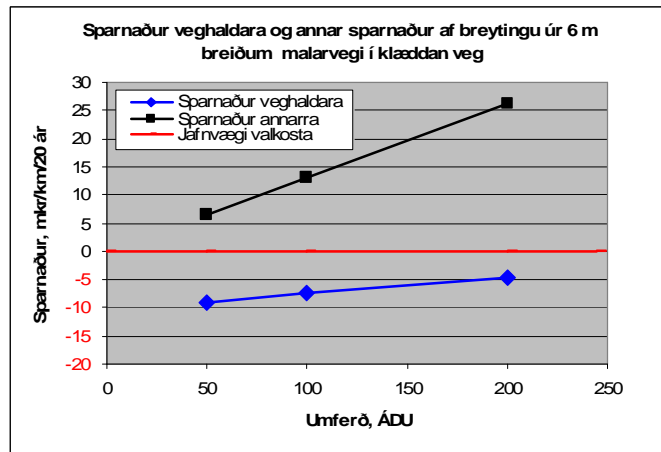
Græna línan sýnir sparnaðinn (mismuninn á b og a) en rauða línan markar kostnaðarjafnvægi valkosta. Þegar græna línan er ofan við rauðu línuna er sparnaður af breytingu (úr b í a), annars tap. Myndin gefur til kynna að það borgi sig að breyta 6 m breiðum malarvegi í klæddan veg ef umferðin er um 65 ÁDU eða meiri.



**Mynd 3.1.1.** Sparnaður (græn lína) af breytingu á 6 m breiðum malarvegi í jafnbreiðan klæddan veg sem fall af umferð, þegar kostnaður veghaldara, vegfarenda og samfélagsins er tekinn með. Rauða línan táknar jafnvægi valkosta.

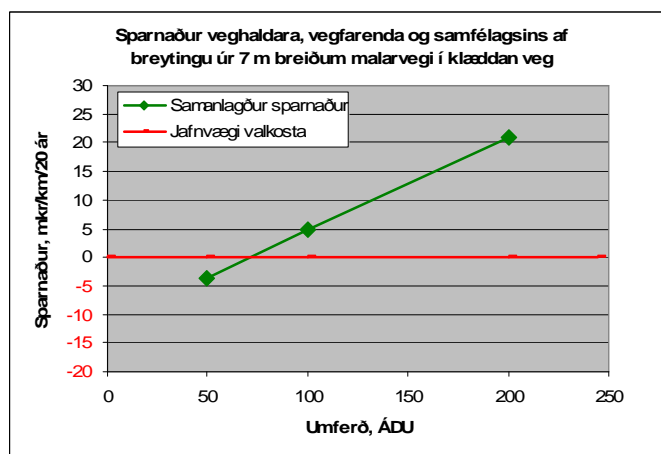
Mynd 3.1.2 sýnir lítið eitt nánari útlístu á gögnunum sem notuð eru í mynd 3.1.1. Þar er mismunur á kostnaði við valkostina sundurliðaður eftir hluta veghaldara annars vegar og hluta vegfarenda og samfélagsins hins vegar. Kostnaður veghaldara er samsettur af stofn- og viðhaldskostnaði, en kostnaður vegfarenda og samfélagsins er tafa-, aksturs- og slyskostnaður að svo miklu leyti sem tekist hefur að afla upplýsinga um þessa kostnaðarliði, sjá kafla 1.5.

Myndin gefur til kynna að meðan umferðin er á bilinu 50-200 ÁDU hafi vegfar- endur og samfélagið verulegan hag af breytingunni en hún sé óhagstæð fyrir veghald- arann, þegar umferðin er á áðurnefndu bili.



**Mynd 3.1.2.** Sparnaður veghaldara (blá lína) svo og samanlagður sparnaður vegfarenda og samfélagsins (svört lína) af breytingu á 6 m malarvegi í klæddan veg sem fall af umferð. Rauða línan táknar jafnvægi valkosta.

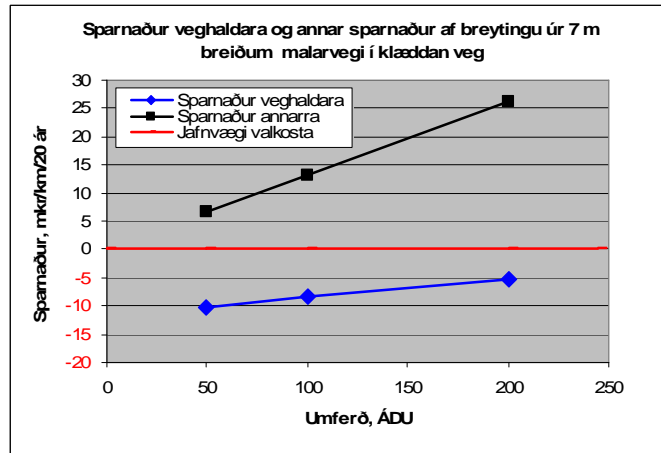
Hvort vegbreiddin er 6 m eða 7 m virðist mjög litlu máli skipta í þessu samhengi. Mynd 3.1.3 er gerð á sömu forsendum og mynd 3.1.1, nema hvað vegbreiddin er 7 m í stað 6 m. Myndin gefur til kynna að það borgi sig að breyta 7 m breiðum malarvegi í klæddan veg ef umferðin er 70 ÁDU eða meiri.



**Mynd 3.1.3.** Sparnaður (græn lína) af breytingu á 7 m breiðum malarvegi í jafnbreiðan klæddan veg sem fall af umferð, þegar kostnaður veghaldara, vegfarenda og samfélagsins er tekinn með. Rauða línan táknar jafnvægi valkosta.

Mynd 3.1.4 er gerð á sömu forsendum og mynd 3.1.2, nema hvað vegbreiddin er 7 m í stað 6 m. Niðurstöðurnar eru keimlíkar þeim sem birtast á mynd 3.1.2; meðan

umferðin er á bilinu 50-200 ÁDU hafa vegfarendur og samfélagið verulegan hag af breytingunni, en hún er óhagstæð fyrir veghaldarann þegar umferðin er á þessu bili.



**Mynd 3.1.4.** Sparnaður veghaldara (blá lína) svo og samanlagður sparnaður vegfarenda og samfélagsins (svört lína) af breytingu á 7 m malarvegi í klæddan veg sem fall af umferð. Rauða línan táknar jafnvægi valkosta.

*Athugasemdir.* Niðurstöðurnar hér á undan eru miðaðar við forsendur þær sem vinnuhópurinn hefur lagt til grundvallar og eru ekki hafnar yfir gagnrýni. En að þeim óbreyttum gefa myndir 3.1.1 og 3.1.3 til kynna að hagkvæmt sé að skipta úr malarslitlagi í klæðingu þegar umferðin hefur náð 65-70 ÁDU, þó því aðeins að kostnaður vegfarenda og samfélagskostnaður sé tekinn með í reikninginn. Ef umhverfissjónarmið eru líka tekin með færast mörkin sennilega enn neðar. Af þessu tagi má nefna ryk frá malarslitlögum og sóun á malarefni sem fer til að endurnýja slitlögum. Eldsneytiseyðsla er að líkindum heldur meiri á malarslitlögum en á bundnum slitlögum og þar með samsvarandi aukning í koltvísýringismengun. Sömuleiðis er hávaði líklega meiri frá malarslitlögum en klæðingum, að minnsta kosti eftir að klæðingar hafa troðist að fullu. Þá eru ótaldar skemmdir á bílum vegna grjótkasts sem er ótvírætt meira á malarvegum en klæddum vegum, sömuleiðis aukin þrif á bílum sem ekið er á malarvegum. Einnig verður að teljast líklegt að kostnaður af viðhaldi á malarslitlögum sé vantallinn þar sem umferð er mikil. Malarvegir eiga til að vaðast upp eftir umferð þungra bíla í rigningartíð og þá getur þurft að bíða dögum saman með að hefla vegina að nýju vegna bleytu í malarslitlaginu. Þess eru jafnvel dæmi að þurft hafi að setja þungatakmarkanir á vegi af þessu orsökum, en í þessari skýrslu hefur ekki verið reiknað með áhrifum af þungatakörkunum. Allt þetta hefur hefur þau áhrif að ýta umferðarmörkunum niður á við.

Á hinn bóginn sýna myndirnar einnig að frá sjónarmiði veghaldarans er enginn akkur í að skipta úr malarslitlagi í klæðingu, að minnsta kosti ekki meðan umferðin er undir 200 ÁDU (lengra nær samanburðurinn ekki). Þó er rétt að taka fram að hér er gengið út frá vegi með malarslitlagi sem er í notkun og er í viðunandi ástandi, og jafnframt að kosta þurfi talsverðu fé til breytinga á veginum áður en hægt er að leggja klæðingu á hann. Sennilega horfir málið nokkuð öðruvísi við ef nýr vegur ætti í hlut og valið stæði um að að leggja á hann malarslitlag eða klæðingu.

### 3.2. Klæddum vegi breytt í malbikaðan veg.

Hér er gengið út frá klæddum vegi sem er í notkun og kannað hvort hagkvæmt sé að leggja á hann malbiksslitlag. Ekki er gert ráð fyrir neinni breytingu á veglínu eða

hæðarlegu. Tilgangurinn er að bera saman rekstrarkostnað sem fellur til vegna notkunar klædda vegarins á 20 árum og kostnað við að leggja malbik á veginn (ofan á klæðingu sem er fyrir) og reka hann síðan í 20 ár. Samanburðurinn er gerður fyrir 2000 ÁDU, 3000 ÁDU og 5000 ÁDU og árleg umferðaraukning er 1,6 % (lágspá). Samanburðurinn gerir enn fremur ráð fyrir vegbreiddum í samræmi við núgildandi reglur [Vegagerðin 2009a] um vegtegundir ( $C_8$  fyrir 2000 ÁDU,  $C_{10}$  fyrir 3000 og 5000 ÁDU).

*Stofnkostnaður.* Ef klæddi vegurinn er notaður áfram óbreyttur þarf að fylla hjólför og leggja einfalt klæðingarlag yfir. Ef honum er breytt í malbikaðan veg þarf að fylla hjólför í klæðingunni og leggja malbik á akbrautina. Frágangur á öxlum fer eftir vegtegund. Ef hún er  $C_8$  (0,5 m breiðar axlir) er malbikið lagt út á axlarbrún og hið sama gildir um klæðinguna. Ef vegtegundin er  $C_{10}$  (1,5 m breiðar axlir) er gert ráð fyrir að malbikið sé lagt út á miðja öxlina en afganginum af öxlinni (0,75 m breidd) sé lyft með kaldblönduðu malbiki og einföld klæðing lögð yfir.

*Viðhaldskostnaður.* Fyrir klæddan veg er viðhaldskostnaður reiknaður hverju sinni sem hann fellur til. Hið sama á við um malbikaðan veg.

*Tafakostnaður.* Tafakostnaður vegna breytinga á klæddum vegi í malbikaðan veg er tekinn með. Annar tafakostnaður er einungis vegna viðhalds og hann er reiknaður í hvert sinn sem hann fellur til.

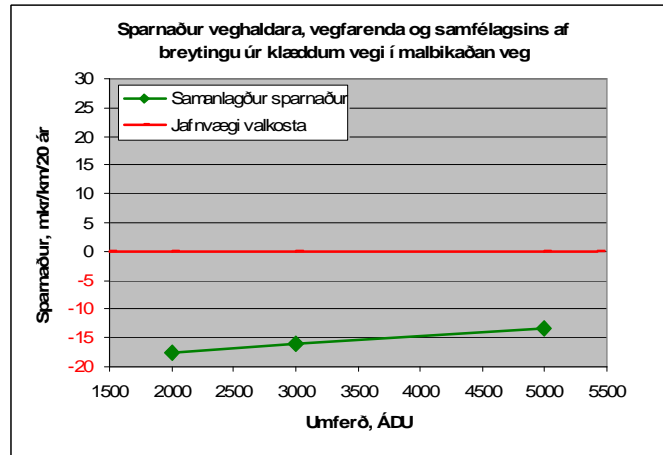
*Slysakostnaður.* Slysakostnaður er að öðru jöfnu talinn vera svipaður á öllum bundnum slitlögum og er þess vegna sleppt í samanburði á klæðingu og malbiki.

*Kostnaður vegna vegmerkingar.* Kostnaði við vegmerkingu er sleppt þar eð hann er talinn vera svipaður hvort sem slitlagið er malbik eða klæðing, að öðrum forsendum óbreyttum.

*Niðurstöður.* Á mynd 3.2.1 er sýndur samanlagður sparnaður (d-c), skilgreindur sem mismunur á kostnaði veghaldara, vegfarenda og samfélagsins við að:

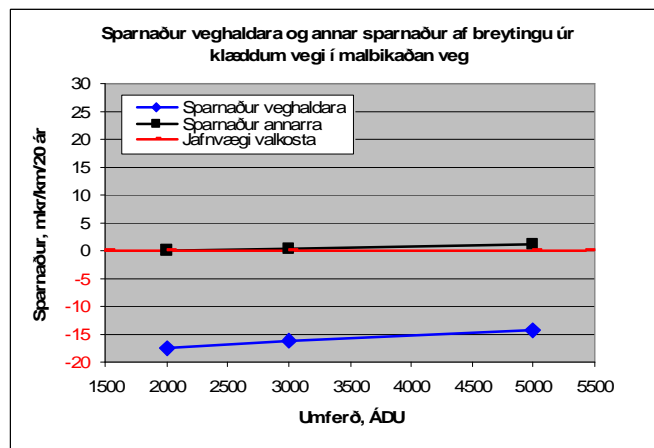
- c) Breyta klæddum vegi, ( $C_8$  eða  $C_{10}$ ) í malbikaðan veg og reka sem slíkan í 20 ár.
- d) Reka sama veg klæddan (án breytinga) í 20 ár.

Græna línan sýnir sparnaðinn (mismuninn á d og c) en rauða línan markar kostnaðarjafnvægi valkostanna. Þegar græna línan er ofan við rauðu línuna er sparnaður af breytingu (úr d í c), annars tap. Myndin gefur til kynna að það borgi sig ekki að breyta klæddum vegi í malbikaðan veg ef umferðin er á bilinu 2000-5000 ÁDU.



**Mynd 3.2.1.** Sparnaður (græn lína) af breytingu á klæddum vegi í malbikaðan veg sem fall af umferð, þegar kostnaður veghaldara, vegfarenda og samfélagsins er tekinn með. Vegbreidd breytist úr 8 m í 10 m við 3000 ÁDU. Rauða línan táknar jafnvægi valkosta.

Mynd 3.2.2 sýnir frekari útlistun á gögnunum sem notuð eru í mynd 3.2.1. Þar er mismunur á kostnaði við valkostina sundurliðaður eftir hluta veghaldara annars vegar og hluta vegfarenda og samfélagsins hins vegar. Kostnaður veghaldara er samsettur af stofn- og viðhaldskostnaði, en kostnaður vegfarenda og samfélagsins er tafa-, aksturs- og slysakostnaður að svo miklu leyti sem tekist hefur að afla upplýsinga um þessa kostnaðarliði, sjá kafla 1.5.



**Mynd 3.2.2.** Sparnaður veghaldara (blá lína) svo og samanlagður sparnaður vegfarenda og samfélagsins (svört lína) af breytingu á klæddum vegi í malbikaðan veg sem fall af umferð. Vegbreidd breytist úr 8 m í 10 m við 3000 ÁDU. Rauða línan táknar jafnvægi valkosta.

Myndin gefur til kynna að það skipti litlu sem engu fyrir vegfarandann og samfélagið hvort vegur með umferð á bilinu 2000-5000 ÁDU er klæddur eða malbikaður. Fyrir veghaldarann er breytingin óhagstæð meðan umferðin er á áður nefndu bili.

*Athugasemdir.* Umhverfiskostnaður er ekki tekinn með í reikninginn, en mismunur á umhverfiskostnaði eftir því hvort slitlagið er malbik eða klæðing er sennilega mjög lítil. Eldsneytiseyðsla er sennilega mjög svipuð á klæðingum og malbiki og þar af leiðandi mengun af koltvísýringi. Hávaðamengun er eitthvað meiri frá klæðingum en

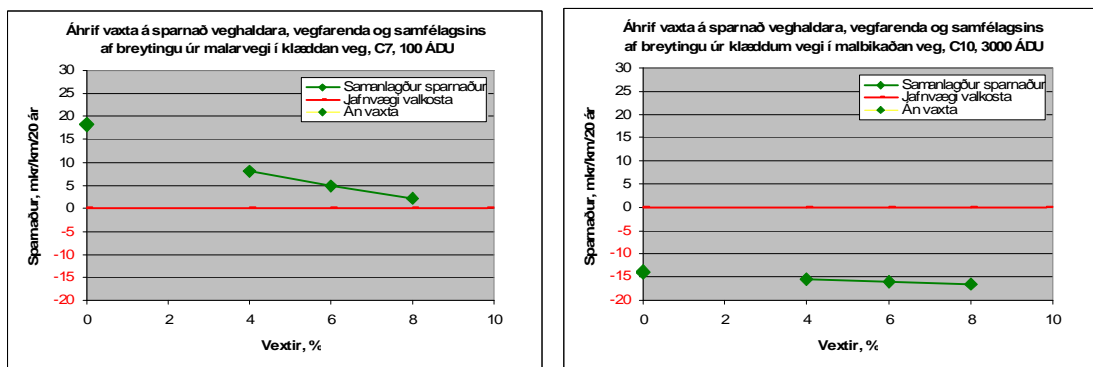
malbiki, að minnsta kosti meðan klæðingin er að troðast. Í undantekningartilfellum má búast við lítilsháttar mengun frá þynni í klæðingum sem ekki gætir frá malbiki. Sömuleiðis er hugsanlegt að slysakostnaður sé meiri á klæddum vegum en malbikuðum, meðal annars vegna steinkasts og lausamalar rétt eftir útlögn, en ekki hefur verið sýnt fram á það. Að öllu samanlögðu er ólíklegt að þessi atriði hafi teljandi áhrif, jafnvel þótt þau væru verðlögð og tekin með í samanburðinn.

Skýlt er að áréttu að samanburðurinn miðast við að skipta um slitlagsgerð á klæddum vegi í notkun. Ef nýbyggður vegur ætti í hlut og valið stæði um slitlagsgerð er sennilegt að mismunurinn myndi minnka.

### 3.3. Næmnigreining.

Tilgangur næmnigreiningar er að leiða í ljós hvaða áhrif hóflegar breytingar á forsendum kunni að hafa á niðurstöðurnar. Tiltölulega lítil áhrif auka líkur á að líkanið sé stöðugt gagnvart minniháttar skekkjum í forsendum, t.d. einingaverðum. Hins vegar er sjaldnast vinnandi vegur að kanna áhrif af breytingum á forsendum til fulls, til þess eru breytingamöguleikarnir allt of margir. Þess vegna er yfirleitt látið nægja að takmarka næmnigreiningu við forsendur sem líklegar til að breyta niðurstöðunum að einhverju ráði og eru um leið líklegar til að taka gildi sem eru að ráði frábrugðin þeim sem eru notuð í úreikningunum.

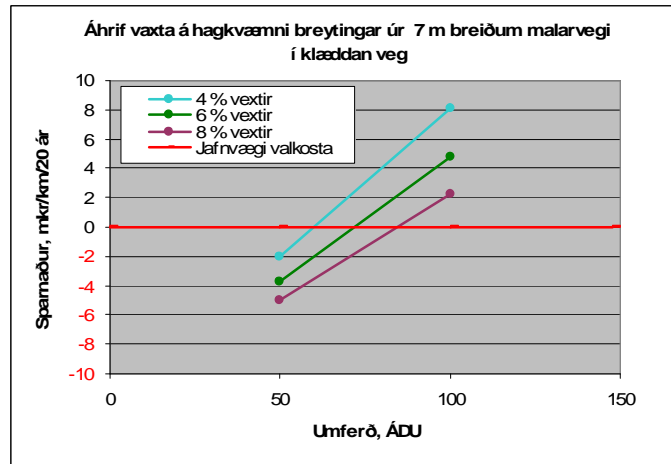
Áhrif vaxta á niðurstöður núvirðisreikninga geta verið veruleg. Gott dæmi um þetta er þegar ódýrt slitlag er valið í byrjun sem þarfnast mikils viðhalds síðar meir. Mynd 3.3.1 sýnir áhrif vaxta á niðurstöður í tveim tilfellum, annars vegar þegar umferðin er 100 ÁDU, hins vegar þegar hún er 3000 ÁDU.



**Mynd 3.3.1.** Áhrif vaxta á sparnað á 20 ára tímabili af breytingu á slitlagsgerð. *Til vinstri;* malarlitlagi á 7 m breiðum vegi með 100 ÁDU breytt í klæðingu. *Til hægri;* klæðingu á 10 m breiðum vegi með 3000 ÁDU breytt í malbikslitlag. Staki punkturinn lengst til vinstri á hvoru línuriti fyrir sig sýnir sparnaðinn ef ekki er reiknað með neinum vöxtum. Rauða línan sýnir jafnvægi valkosta.

Mynd 3.3.1 sýnir að vextir hafa talsverð (hlutfallsleg) áhrif þegar malarlitlagi er breytt í klæðingu. Hins vegar eru áhrif vaxta lítil þegar klæðingu er breytt í malbik.

Í framhaldi af þessari niðurstöðu er forvitnilegt að skoða hvaða áhrif vextir hafa á lágmarksumferð til þess að hagkvæmt sé að breyta malarlitlagi í klæðingu. Mynd 3.3.2 er gerð fyrir 7 m breiðan veg og sýnir sambengi vaxta, umferðar og sparnaðar af breytingu úr malarlitlagi í klæðingu.



**Mynd 3.3.2.** Samhengi vaxta, umferðar og sparnaðar (vegghaldara, vegfarenda og samfélagsins) á 20 ára tímabili af breytingu á slitlagsgerð á 7 m breiðum vegi úr malarslitlagi í klæðingu. Rauða, lárétta línan sýnir jafnvægi valkosta.

Af myndinni er ljóst að áhrif vaxta á slíka ákvörðun eru fremur lítil; þótt vextirnir hækki úr 4 % í 8 % breytast tilsvaramandi umferðarmörk aðeins úr 60 ÁDU í 85 ÁDU eða svo. Með öðrum orðum er líkanið nokkuð traust þótt vextir breytist innan áðurnefndra marka. Hliðstæð athugun á áhrifum vaxta á sparnað af breytingu úr klæðingu í malbiksslitlag er tilgangslítill þar sem slík breyting er alltaf óhagkvæm miðað við þær forsendur sem notaðar eru í þessari skýrslu.

Tafla 3.3.1 sýnir sundurliðun á kostnaðarmismun, annars vegar þegar malarslitlagi á 7 m breiðum vegi með 100 ÁDU er breytt í klæðingu, hins vegar þegar klæðingu á 10 m breiðum vegi með 3000 ÁDU er breytt í malbikað slitlag.

**Tafla 3.3.1.** Samanlagður sparnaður á 20 árum a) af breytingu malarslitlags í klæðingu á 7 m breiðum vegi með 100 ÁDU og b) af breytingu klæðingar í malbiksslitlag á 10 m breiðum vegi með 3000 ÁDU.

Mismunur á:	Sparnaður af breytingu, millj. kr/km/20 ár	
	a) Möl → klæðing C <sub>7</sub> , 100 ÁDU	b) Klæðing → malbik C <sub>10</sub> , 3000 ÁDU
Stofnkostnaði	-12,5	-20,7
Viðhaldskostnaði	4,1	2,6
Hrakvirði	0	1,8
Tafakostnaði	1,5	0,2
Aksturskostnaði	6,7	0
Slysakostnaði	4,8	0
Kostnaði alls	4,7	-16,0

Taflan sýnir að mismunur á kostnaðarliðum, öðrum en stofnkostnaði, er tiltölulega lítill þegar klæðingu er breytt í malbik. Öðru máli gegnir þegar malarslitlagi er breytt í klæðingu. Mismunurinn er vissulega mestur á stofnkostnaði en er einnig umtalsverður á aksturs-, slysa- og viðhaldskostnaði. Útreikningar sýna einnig að sé einingaverðum breytt um ±20 % breytast hlutaðeigandi kostnaðarmismunur í sama hlutfalli. Áhrif af breytingum á einingaverðum eru þar af leiðandi mest ef þeim er beitt á stærstu liðina. Af töflunni má ráða að mikil lækkun á aksturskostnaði og slysakostnaði gæti gert breytingu úr malarslitlagi í klæðingu óhagkvæma (ef umferðin er 100 ÁDU, og að gefnum þeim forsendum sem liggja að baki tölunum í töflunni). Að þessu leyti er lík-



anið viðkvæmt fyrir miklum breytingum á aksturs- og slysakostnaði. Hins vegar þurfa mjög miklar breytingar að verða á stofnkostnaði til þess að breyting úr klæðingu í malbik verði hagkvæm.

#### 4. UMRÆÐA

Samkvæmt niðurstöðunum hér að framan er hagkvæmt að breyta vegi með malarslitlagi í klæddan veg þegar umferðin hefur náð 60-70 ÁDU eða svo. Þetta er í viðunandi samræmi við fyrri athuganir íslenskar (sjá kafla 1.2). Á hinn bóginn stinga þessar niðurstöður nokkuð í stúf þegar þær eru bornar saman við slitlagsval í Finnlandi, Noregi og Svíþjóð (sjá sama kafla). Þar virðast malarslitlög vera notuð á vegi með umferð upp að 200-300 ÁDU, jafnvel upp í 400 ÁDU, nema sérstakar ástæður komi til. Innan verkefnishópsins er skýringin talin vera sú að þar sé gott malarslitlagsefni algengara en hér og enn fremur meira framboð á ódýrum efnum til rykbindingar.

Ef forsendur skýrslunnar eru réttar er alls ekki hagkvæmt að breyta klæðingar-slitlagi í malbiksslitlag, jafnvel þótt umferðin sé komin í 5000 ÁDU. Þessar niðurstöður koma á óvart, enda koma þær í bága við staðhæfingu í samgönguáætlun (sjá kafla 1.1) þess efnis að umferðarmörk milli malbiks og klæðingar séu um 3000 ÁDU. Því má bæta við að íslenskar hagkvæmniathuganir frá 2005 gáfu til kynna að malbik stæði jafnfætis klæðingu þegar umferðin hefði náð 4000 ÁDU (sjá kafla 1.2), reyndar á forsendum sem eru nokkuð frábrugðnar þeim sem hér eru notaðar.

Í norskum verklýsingum er reiknað með að malbik taki við af klæðingu þegar umferðin hefur náð 1500-3000 ÁDU og sænskar verklýsingar gera ráð fyrir malbiki eftir að umferðin hefur náð 2000 ÁDU (sjá kafla 1.2). Í Finnlandi eru klæðingar ekki notaðar. Í stað þeirra er notað mjúkt malbik upp að 1300-1500 ÁDU en þá tekur hefðbundið malbik við. Í þessu ljósi mætti ætla að malbiksslitlag væri hagkvæmara en klæðing við 2000 ÁDU eða þar um kring.

Tilraunir verkefnishópsins til að afla upplýsinga erlendis frá um röksemdir fyrir umferðarmörkum milli klæðingar og malbiks hafa lítinn árangur borið. Í norskri skýrslu [Berntsen 2007, bls. 9-10] er þó tilgreint að árlegur kostnaður (án virðisauka-skatts, vaxta er ekki getið) fyrir einfalda klæðingu (Eo, 22 kg/m<sup>2</sup>) þar sem umferðin er á bilinu 0-1500 ÁDU sé 1,4 NOK/m<sup>2</sup> en samsvarandi kostnaður fyrir ódýrasta malbiksvalkost (Agb11, 60 kg/m<sup>2</sup>) sé um 2,7 NOK/m<sup>2</sup>. Hins vegar er reiknað með að árlegur kostnaður afréttingar undir einfalda klæðingu sé 3,2 NOK/m<sup>2</sup> en undir malbik (Agb11) 1,9 NOK/m<sup>2</sup>. Ef þessar tölur eru lagðar til grundvallar er árlegur kostnaður malbiks og klæðingar jafn (4,6 NOK/m<sup>2</sup>) þegar umferðin er á bilinu 0-1500 ÁDU og útséð um að klæðingin geti keppt við malbik þar sem umferðin er meiri. Ef Ab16, 110 kg/m<sup>2</sup> er valið sem slitlag í stað Agb11 (líkara því sem reiknað er með í skýrslunni) verður samanlagður árskostnaður slitlags og afréttingar þó um 5,6 NOK/m<sup>2</sup>.

Það sem einkum ber milli í norskum og íslenskum kostnaðarsamanburði er í fyrsta lagi að í norsku skýrslunni er reiknað með mun meiri kostnaði við afréttingu undir klæðingu en hér tíðkast (lauslega reiknað ríflega tvöfalt slitlagsverð þar á móti þriðjungi slitlagsverðs hér). Í öðru lagi er verðhlutfallið milli malbiksyfirlagnar og klæðingaryfirlagnar mun lægra í Noregi en hér (lauslega reiknað 3:1 þar á móti 7:1 hér) þegar afréttingin er undanskilin. Á hinn bóginn virðist afrétting undir klæðingar vera miklu efnisfrekari þar en hér.

Verkefnishópurinn hefur dregið saman nokkur atriði sem geta varpað ljósi á ósamræmi milli landa í verklýsingum varðandi val á slitlagsgerð sem fall af umferð. Þau eru öll af því tagi að verkefnishópurinn hefur ekki treyst sér til að meta kostnaðaráhrif þeirra og eru þar af ekki tekin með í kostnaðarútreikningum. Þau helstu eru:

- Meiri líkur eru á mistökum í lagningu klæðingar en malbiks með tilheyrandi kostnaði við lagfæringar. Þ.á.m. má nefna blæðingar í klæðingum og

magra bletti, einkum á skilum milli færa, sem verða að skemmdum með tímanum. Sömuleiðis er hætta á skemmdum af mikilli rigningu á nýlagðar klæðingar með mikilli umferð.

- Skemmdir á bílum af steinkasti eru ótvírætt meiri á klæðingum en malbiki.
- Vetrarviðhald fer verr með klæðingar en malbik. Snjómoksturstaeki hrufna stundum ofan af klæðingum en það er sjaldgæft á malbiki. Sömuleiðis eru klæðingar viðkvæmari fyrir hálkuvárnarefnum, svo sem salti, heldur en malbik.
- Slysahætta er ef til vill meiri á klæðingum en malbiki, bæði vegna steinkasts og tíðara viðhalds. Nýlögðum klæðingum sem ekki er búið að sópa fylgir slysahætta vegna þess að bílar eiga til að rása á þeim.
- Malbik er að jafnaði umhverfisvænna en klæðing, bæði hvað varðar hráefna- og spilliefnanotkun.
- Yfirborðsmerkingar eru auðveldari og endingarbetri á malbiki en klæðingum, sem e.t.v. hefur áhrif á slysahættu. Til dæmis er hægt að fræsa rifflur í malbik en ekki í klæðingu.
- Malbikslag er líklega þéttara en klæðingarlag og ver undirbygginguna að sama skapi betur fyrir vatni.
- Malbikslag réttir betur af heldur en klæðingarlag.
- Malbik er að jafnaði þægilegra slitlag að aka á en klæðing.
- Hljóðmengun er sennilega heldur meiri frá klæðingum en malbiki.
- Aksturskostnaður (eldsneyti, viðhald) er sennilega eitthvað meiri á klæðingum en malbiki, fyrsta eða fyrstu árin. Líklega á það sama við um hjólbarðaslit.

Ef horft er fram í tímann koma fleiri atriði til álita:

- Malbiksyfirlagnir byggja burðargetu vegarins hraðar upp en klæðingar<sup>24</sup>.
- Að jafnaði eru klæðingar frekari á bindiefni en malbik (sjá kafla 2.3.4). Þegar fram í sækir er líklegt að verð á bindiefni muni hækka með vaxandi hraða og sá kostnaðarauki íþyngir klæðingum meira en malbiki, sjá viðauka VI.

Enn eitt atriði getur átt þátt í áðurnefndu misræmi:

- Vegfarendur gera sífellt meiri kröfur til slitlaga á vegum. Þau eiga m.a. að vera slétt, hljóðlát, hafa gott hemlunarviðnám árið um kring og tafir eiga

<sup>24</sup> Í forsendunum er gert ráð fyrir að burðarlagið endist út hönnunarskeið vegarins sem er 20 ár. Þar af leiðandi má halda því fram að aukaleg burðargeta frá malbiksyfirlögnum sé ónauðsynleg nema því aðeins að ætlunin sé að nota veginn lengur en sem nemur hönnunarskeiði vegarins. Hitt er þó líklegt að vegurinn verði notaður áfram eftir að hönnunarskeiðinu lýkur, og með styrkingum sem ef til vill hefðu sparast ef malbiksslitlag hefði komið í stað klæðingar.

Vissa hugmynd um verðmæti slíkrar burðarþolsaukningar má fá með því að bera saman kostnað við malarburðarlag sem hefur sömu burðargetu og samanlögð malbikþykkt í lok hönnunarskeiðsins. Þetta má gera með burðargildisaðferðinni (indeksmetoden). Ef gengið er út frá að samanlögð malbikþykkt í lok hönnunarskeiðsins sé 40 mm, burðarvísir (index) malbiksins sé 3,0 og burðarvísir malarburðarlags 1,25 samsvarar burðarþolsviðbótin frá malbikinu um það bil 100 mm þykktaraukningu á malarburðarlagi. Með sömu verðforsendum og notaðar eru í skýrslunni má verðleggja þessa þykktaraukningu á 2 millj. kr/km. Þar sem burðargetan kemur ekki að notum fyrir en eftir 20 ár verður núvirði hennar með 6 % vöxtum um 0,6 millj. kr/km.

Rétt er að taka fram að klæðingar leggja líka eitthvað til burðarþolsaukningar, en samanlögð klæðingarþykkt þarf að vera um það bil 10 cm til að jafngilda burðarþolsaukningu frá 4 cm þykku malbikslagi.

að vera í lágmarki að mati vegfarenda. Vera má að þessar kröfur hafi hlotið meiri hljómgrunn í nágrannalöndunum en hér.

Þessi atriði eru ekki metin til verðs í skýrslunni eins og áður segir og þar af leiðandi koma áhrif þeirra ekki fram í niðurstöðunum. Hins vegar er hægt að snúa dæminu við og spyrja: Hvað mega þessi atriði hafa mikinn kostnað í för með sér í kr/ekinn km án þess að malbikið verði hagstæðara val en klæðing?

Í töflu 3.3.1 má sjá að núvirði sparnaðar á 20 árum af breytingu úr klæðingu í malbik er neikvætt um 16 mkr. Þegar umferðin er 3000 ÁDU. Ef þessari upphæð er breytt í jafnar árlegar greiðslur á 20 árum með 6 % vöxtum verður hver greiðsla um 1,4 mkr. Sé þessari greiðslu skipt niður á ekna km á ári og jafnframt tekið tillit til umferðaraukningar standa valkostirnir jafnfætis ef kostnaðarauki af klæðingum nær 1,1 kr á ekinn km. Samsvarandi upphæðir eru 1,8 kr fyrir 2000 ÁDU og 0,6 kr fyrir 5000 ÁDU. Í ljósi þess að kostnaður vegfaranda af litlum fólksbíl, einungis vegna notkunar, er um 25 kr/ekinn km [FÍB 2010] eru þessar upphæðir fremur lágar.

Í skýrslunni er reiknað með að slysakostnaður lækki um 10 kr/ekinn km ef malarslitlagi er breytt í klæðingu og þessi upphæð er meðal annars byggð á samanburði á slysatíðni á þessum tveim slitlagsgerðum, sjá viðauka II. Þessi kostnaðarmismunur hefur verið gagnrýndur á þeirri forsendu að veglína malarvega sé lakari en veglína klæddra vega, sem eigi þátt í hærri slysatíðni á vegum með malarslitlagi en á klæddum vegum. Þar sem veglínan sé ekki endilega lagfærð þegar klæðing kemur í stað malarslitlags geti lækkun slysakostnaðar við breytinguna verið ofmetin.

Þessi gagnrýni á eflaust við rök að styðjast. Verkefnishópurinn telur þó að aðrar aðgerðir sem fylgja slitlagsbreytingunni, svo sem breikkun öryggissvæðis við veginn og lagfæring á fláa auk öruggara slitlags, minnki slysatíðnina til muna og hefur þess vegna haldið mismuninum óbreyttum. Þess má geta að þótt ávinningurinn af lægri slysatíðni við breytinguna væri minnkaður um helming (í 5 kr/ekinn km) myndi breytingin samt sem áður svara kostnaði þegar umferðin nær 80 ÁDU á 7 m breiðum vegi (að öðrum forsendum óbreyttum).

Fleiri óvissuþættir en þeir sem eru gerð skil í kaflanum um næmnigreiningu geta haft áhrif á niðurstöður skýrslunnar. Einn þeirra gengi íslensku krónunnar (sem er miðað við júlí 2009). Eini kostnaðarliðurinn í skýrslunni sem er beinlínis tengdur gengi hennar er tafakostnaður, sem er að hluta byggður á kostnaðarupplýsingum í erlendri mynt. Tafakostnaður er hins vegar léttvægur í samanburðinum. Ýmsir kostnaðarliðir aðrir, þar sem erlend aðföng koma við sögu svo sem vélakaup, eldsneyti og bikbindiefni, eru óbeint tengdir gengi íslensku krónunnar. Áhrif gengisþróunar á þá hefur ekki verið athuguð sérstaklega en sennilega eru áhrifin svipuð á allar slitlagsgerðir, þó líklega minnst á malarslitlög.

## 5. ÁLYKTANIR

Miðað við þær forsendur sem verkefnishópurinn hefur lagt til grundvallar eru megin niðurstöður skýrslunnar þessar:

- Á vegi sem er í notkun og með malar slitlagi er hagkvæmt að skipta yfir í klæðingu (og leggja auk þess í talsverðan kostnað vegna styrkingar burðarlags og frágangs á vegfláum) þegar umferðin hefur náð 60-70 ÁDU, að því tilskildu að kostnaður vegfarenda og samfélagslegur kostnaður sé tekinn með í reikninginn. Ef einungis er miðað við kostnað veghaldara (stofn- og viðhaldskostnað) er hagkvæmara að reka veginn áfram sem malarveg, að minnsta kosti meðan umferðin er undir 200 ÁDU.
- Á klæddum vegi sem er í notkun er ekki hagkvæmt að skipta yfir í malbikslitlag, hvort sem miðað er við kostnað veghaldara (stofn- og viðhaldskostnað) eða heildarkostnað (þ.e. kostnað vegfarenda og samfélagslegan kostnað að svo miklu leyti sem þessir kostnaðarliðir eru teknir með í hagkvæmnisamanburðinn) a.m.k. meðan umferðin er undir 5000 ÁDU.
- Ef ýmsir kostnaðarliðir sem ekki eru teknir með í kostnaðarsamanburðinn (einkum liðir í kostnaði vegfarenda og umhverfiskostnaður) vegna óvissu um stærð þeirra, nema samanlagt 2 kr/ekinn km verður breytingin hagkvæm þegar umferðin hefur náð ríflega 2000 ÁDU.

Mikilvægustu forsendur fyrir þessum ályktunum eru 6 % vextir, 20 ára samanburðartímabil og talsverðar lagfæringar á malarvegi áður en honum er breytt í klæddan veg. Ennfremur er, auk kostnaðar veghaldara, tekið tillit til kostnaðar vegfarenda og samfélagsins, að svo miklu leyti sem verkefnishópnum tókst að afla sér upplýsinga um þessa kostnaðarliði, en þeir eru að öllum líkindum vantaldir.

**HEIMILDIR**

- Alþingi. 2009-2010. *Tillaga til þingsályktunar um fjögurra ára samgönguáætlun fyrir árin 2009-2012*. Lögð fyrir Alþingi á 138. löggjafarþingi 2009-2010. Þskj. 973 – 582. mál.
- Ásbjörn Jóhannesson, Ingvi Árnason, Sigursteinn Hjartarson, Sigbór Sigurðsson og Þorsteinn Þorsteinsson. 2005. *Samanburður á arðsemi malbiks og klæðingar á þjóðvegum*. Unnið fyrir Rannsókn- og þróunarsjóð Vegagerðarinnar. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins.
- Ásbjörn Jóhannesson. 1997. *Hagkvæmnissamanburður á malbikuðum og steiptum slitlögum í vegagerð*. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins. Skýrsla nr. 97-09 (lokuð skýrsla).
- Berg, Flemming. 2008. Tölvupóstur til Ásbjarnar Jóhannessonar, dags. 2009-09-18.
- Berntsen, G., Myre, J., Refsdal, G. 2007. *Dekkestrategi 2007 for Statens vegvesen, Region øst*. Teknologirapport nr. 2491. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Teknologivdelingen.
- Degerman, Per og Mattias Haraldsson. 2003. *Vägverket, kalkyler vid val av överbyggnad – ett val med konsekvenser*. Magisteruppsats. Företagsekonomiska institutionen, Lunds universitet. Sótt 2009-05-25 á <http://en.scientificcommons.org/7572362>
- Enocksson, Carl-Gösta. 2009. Tölvupóstur til Ásbjarnar Jóhannessonar, dags. 2009-05-25.
- FÍB. 2010. *Rekstrarkostnaður bifreiða – janúar 2010*. Sótt 2010-09-28 á <http://www.fib.is/?ID=2160>
- Fjármálaráðuneytið. 2008. *Akstursgjald ríkisstarfsmanna – auglýsing nr. 5/2008*. Sótt 2010-02-19 á <http://www.fjarmalaraduneyti.is/starfsmenn-rikisins/yfirlit/kjarasamningar/>
- Gatnamalastjórinn í Reykjavík. 2001. *Steinsteypt slitlög*. Skýrsla frá verkfræðistofunni Línuhönnun.
- Gísli Eiríksson. 2005. Tölvupóstur til nokkurra starfsmanna Vegagerðarinnar, þ. á. m. Guðna Nikulássonar, dags. 9.12.2005.
- Gunnar Freyr Freysson og Hreinn Sigurðsson. 2008. *Samanburður á malbikuðum og steiptum slitlögum*. Lokaverkefni í tæknifræði. Háskólinn í Reykjavík.
- Gunnar Geir Gunnarsson o. fl. 2009. *Skýrsla um umferðarslys á Íslandi árið 2008*. Umferðarstofa. Reykjavík.
- Hagstofa Íslands. 2010. *Samræmd vísitala neysluverðs*. Sótt 2010-02-13 á: <http://www.hagstofa.is/Hagtolar/Verdlag-og-neysla/Samraemd-visitala-neysluverds>
- Hákon Ólafsson (formaður starfshóps). 1987. *Hagkvæmni mismunandi slitlaga. Aðferðir við hönnun og kostnaðarmat*. Starfshópur um hagkvæmni mismunandi slitlaga. Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins.
- Haukur Jónsson o.fl. 2008. *Ending og hagkvæmni klæðinga*. Vegagerðin.
- Hultqvist, C-G. 2009. Tölvupóstur til Ásbjarnar Jóhannessonar, dags. 2009-03-13.
- Huvstig, Anders. 2000. *Livscykelkostnader, teorier och användningsområden*. Via Nordica 2000. Sótt 2000-05-27 á <http://www.vianova.no/vianordica.nsf/>
- Ingvi Árnason. 2009. *Umsókn um rannsóknafé*. Vegagerðin.
- Jacobson, T., Wågberg, L.-G. 2007. *Utveckling och uppgradering av prognosemodell för beläggningsslitage från dubbade däck samt en kunskapsöversikt över inverkan av faktorer*. VTI notat 7-2007. Väg- och trafikforskningsinstitutet, Linköping.
- Jansson, J. Owen. 1992. *Vägväsendet i samhällsekonomisk belysning*. VTI meddelande nr 701. Väg- och TrafikInstitutet, Linköping.
- Kristján Kristjánsson. 2007. *Athugun á arðsemi bundins slitlags á fáfarna vegi*. Minnisblað. Vegagerðin, Veghönnunardeild.
- Lehtonen, Kari. 2009. Tölvupóstur til Ásbjarnar Jóhannessonar, dags. 2009-05-29.
- Línuhönnun. 2006. *Kostnaður umferðarslysa eftir alvarleika*. Sótt 2010-02-10 á [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/2006\\_rannum\\_kostn\\_alvarl/](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/2006_rannum_kostn_alvarl/)
- Lög nr. 80/2007. Lagasafn. Íslensk lög 1. janúar 2009. Útgáfa 136a. Sótt 2009-05-18 á <http://www.althingi.is/lagas/136a/2007080.html>.
- Nilsson, M. 1991. *Modell för nuvärdesberäkning av en vägs funktionstidskostnad*. Användarmanual Excel. Publ 1991:053. Vägverket, Produktionsdivisionen, Borlänge.
- OECD. 2010. *Purchasing Power Parities (PPPs) Data*. Sótt 2010-03-22 á

- [http://www.oecd.org/document/47/0,3343,en\\_2649\\_34357\\_36202863\\_1\\_1\\_1\\_1,00&&en-USS\\_01DBC.html](http://www.oecd.org/document/47/0,3343,en_2649_34357_36202863_1_1_1_1,00&&en-USS_01DBC.html)
- Páll Jenson. 1993. *Á að gefa steypu tækifæri í gatna- og vegagerð?* Erindi á Steinsteypudegi 12/2 1993. Steinsteypufélag Íslands.
- Statens vegvesen. 2006. *Konsekvensanalyse, veiledning*. Håndbok 140. Sótt 2009-05-29 á <http://www.vegvesen.no/binary?id=14144>
- Statens vegvesen. 2009. *Tillegg til håndbok 018, Januar 2009*. Vegdirektoratet. Oslo.
- Vägverket. 2003. *Den goda resan. Förslag till nationell plan för vägtransportsystemet 2004-2015*. Vägverket, publikation 2003:99.
- Vägverket. 2005. *ATB VÅG. Kapittel F Bitumenbundna lager*. VV Publ 2005:112. Sótt 2009-12-07 á <http://www.vv.se/PageFiles/12968/F.pdf?epslanguage=sv>
- Vägverket. 2008a. *Effektsamband för vägtransportsystemet. Drift och underhåll. Effektkatalog*. Publikation 2008:8. Sótt 2009-05-29 á [http://publikationswebbutik.vv.se/upload/3908/2008\\_9\\_effektsamband\\_for\\_vagtransportsystemet\\_gemensamma\\_forutsattningar.pdf](http://publikationswebbutik.vv.se/upload/3908/2008_9_effektsamband_for_vagtransportsystemet_gemensamma_forutsattningar.pdf)
- Vägverket. 2008b. *Effektsamband för vägtransportsystemet. Gemensamma förutsättningar*. Publikation 2008:9. Sótt 2009-05-29 á [http://publikationswebbutik.vv.se/upload/3908/2008\\_9\\_effektsamband\\_for\\_vagtransportsystemet\\_gemensamma\\_forutsattningar.pdf](http://publikationswebbutik.vv.se/upload/3908/2008_9_effektsamband_for_vagtransportsystemet_gemensamma_forutsattningar.pdf)
- Vegagerðin. 2008. *Árangurs- og eftirlitsdeild. Ársskýrsla 2007*. Sauðárkróki.
- Vegagerðin. 2009a. *Veghönnunarreglur. 02 Þversnið*. Útgáfa 01.04.2009. Reykjavík.
- Vegagerðin. 2009b. *Árangurs- og eftirlitsdeild. Ársskýrsla 2008*. Sauðárkróki.
- Vegagerðin. 2009c. Sótt 2009-03-10 á <http://www.vegagerdin.is/um-vegagerdina/>
- Vegagerðin. 2009d. *Hagkvæm bygging vega*. Skýrsla vinnuhóps (Svanur Bjarnason, Eymundur Runólfsson, Guðmundur Heiðreksson, Auður Eyvinds). Reykjavík.
- Vegagerðin. 2009e. *Veghönnunarreglur. 01 Grunnatriði*. Útgáfa 01.04.2009. Reykjavík.
- Vegagerðin. 2009f. *Líkan fyrir viðhaldskostnað malarvega*. Tafla með EXCEL-sniði, gerð af Ásbirni Ólafssyni.
- Walls III, J. and Smith, M. R. 1998. *Life Cycle Cost Analysis in Pavement Design*. Interim Technical Bulletin. Federal Highway Administration, Report No. FHWA-SA-98-079. Sótt 2010-01-13 á <http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/013017.pdf>

## VIÐAUKI I

## VERKÞÁTTA- OG VERÐSKRÁ

Einingaverðin eru miðuð við verðlag í júlí 2009. Innifalið er svæðisálag, sérstakt álag og ófyrirséður kostnaður. Þar sem það á við er hönnunarkostnaður og kostnaður við uppsetningu aðstöðu einnig innifalinn í einingaverðunum.

Verkþáttur	Eining	Einingarverð, kr.
Lyfting á öxlum	m <sup>2</sup>	1.367
Fastur kostnaður, malarslitlagi breytt í klæðingu, C6	km	643.660
Fastur kostnaður, malarslitlagi breytt í klæðingu, C7	km	736.009
Viðhald malarvega, C6, 50 ÁDU	km	300.207
Viðhald malarvega, C6, 100 ÁDU	km	438.378
Viðhald malarvega, C6, 200 ÁDU	km	698.838
Viðhald malarvega, C7, 50 ÁDU	km	350.241
Viðhald malarvega, C7, 100 ÁDU	km	511.441
Viðhald malarvega, C7, 200 ÁDU	km	815.310
Styrktarlagsefni, 5 km akstur	m <sup>3</sup>	1.203
Burðarlagsefni, 6 km akstur	m <sup>3</sup>	3.266
Yfirlögn á bundið slitlag, K1F	m <sup>2</sup>	333
Heflun undirbyggingar	m <sup>2</sup>	88
Einföld klæðing með flokkaðri möl, K1F	m <sup>2</sup>	406
Tvöföld klæðing með flokkaðri möl, K2F	m <sup>2</sup>	791
Hjólfarafylling með klæðingu	m <sup>2</sup>	406
Yfirlögn, SL16 á klæðingu, 100 kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	2.358
Endurlögn, SL16	m <sup>2</sup>	2.047
Frágangur og græðsla	m <sup>2</sup>	108
Hjólfarafylling m. Ralumac	lm vegar	3.628
Hækkun á öxlum með Ralumac, 72 kg/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	905
Kostnaðarauki af akstri á malarvegi, slys	ekinn km	10
Kostnaðarauki af akstri á malarvegi, rekstur bíls	ekinn km	14
Vegmerking, málning, einungis miðlína	km vegar	25.800
Tafakostnaður	klst	2.200



**VIÐAUKI II****ÖFLUN OG ÚRVINNSLA GAGNA UM SLYSATÍÐNI OG SLYSAKOSTNAÐ****Inngangur.**

Markmið þessa viðauka er að áætla slysakostnað á vegum undir nánar tilteknum skilyrðum. Viðaukinn greinir í stórum dráttum frá öflun gagna og úrvinnslu þeirra í þessum tilgangi. Gagnasöfnunin er takmörkuð við vegi í dreifbýli og niðurstaðan gildir þess vegna ekki fyrir götur í þéttbýli, né heldur fyrir umferðaræðar á landinu almennt. Slysakostnaður er sundurliðaður eftir slitlagsgerð (malarslitlag eða bundið slitlag) og umferðarþunga, en að auki er slysatíðni á þessum tveim slitlagsgerðum tilgreind.

**Efniviður.**

Gagnasafnið var fengið frá Vegagerðinni. Það er sett saman úr upplýsingum úr gagnabönkum Vegagerðarinnar; umferðarbanka, veggagnabanka og slysabanka.

Umferðarbankinn nær yfir alla vegarkafila í veghaldi Vegagerðarinnar. Í hann eru m.a. skráðar upplýsingar um ársdagsumferð (ÁDU<sup>1</sup>) sumardagsumferð (SDU<sup>2</sup>) og vetrardagsumferð (VDU<sup>3</sup>). Staðsetning kaflans, vegtegund, lengd hans og slitlagsgerð er skráð í veggagnabanka. Í slysabankann eru skráð öll slys sem hafa orðið á vegum í veghaldi Vegagerðarinnar og hafa verið skráð hjá Umferðarstofu. Þar er meðal annars skráð dagsetning slyssins og staðsetning þess. Einnig er skráð tegund slyssins í samræmi við flokkunarlykil Umferðarstofu [Gunnar Geir Gunnarsson o.fl. 2009]. Flokkarnir eru fjórir:

- Banaslys
- Slys með alvarlegum meiðslum
- Slys með minniháttar meiðslum
- Slys án meiðsla (eignatjón, óhöpp)

Umferðarslys er skilgreint sem óhapp sem a.m.k. eitt ökutæki á aðild að og á sér stað á opinberum vegi, einkavegi eða svæði sem er opið almennri umferð. Eins og gefur að skilja geta fleiri en einn slasast í einu og sama slysinu og þá er slysið flokkað í samræmi við alvarlegasta áverka. Slys án meiðsla er stundum kallað eignatjón eða óhapp til aðgreiningar frá slysi með meiðslum.

Í stórum dráttum var gögnum safnað þannig að fyrst voru leitaðir uppi vegarkafilar í veggagnabankanum sem uppfylltu tiltekin skilyrði, síðan var hver einstakur vegarkafli borinn saman við slysabankann og þaðan var tekinn fjöldi slysa á vegarkafilanum ásamt nánari upplýsingum um þau.

**Takmarkanir.**

Fyrirfram var gert ráð fyrir að slysatíðni væri svipuð á klæðingu og malbiki og þar af leiðandi var gagnasafnið takmarkað við tvær slitlagsgerðir, malarslitlög og bundin slitlög. Ennfremur var ákveðið að takmarka umferð við 500 ÁDU á þeirri forsendu að malarslitlög eru mjög fátíð á vegum með meiri umferð. Hins vegar voru allir vegar-

<sup>1</sup> ÁDU (ársdagsumferð) er skilgreind sem meðalumferð á dag yfir árið.

<sup>2</sup> SDU (sumardagsumferð) er skilgreind sem meðalumferð á dag mánuðina júní, júlí, ágúst og september.

<sup>3</sup> VDU (vetrardagsumferð) er skilgreind sem meðalumferð á dag mánuðina janúar, febrúar, mars og desember.

kaflar teknir með, óháð vegtegund. Það kann þó að orka tvímælis vegna þess að sumir veganna eru heimreiðir, oft einbreiðar, aðrir geta verið fjallvegir sem eru nánast slóðar.

Á þessum forsendum var leit að hentugum vegarköflum í umferðarbankanum takmörkuð við eftirfarandi skilyrði:

- Vegarkaflinn var annað hvort með malarlitlagi, óslitið frá 2005-01-01 til 2008-12-31 eða óslitið með bundnu slitlagi sama tímabil. M.ö.o. eru kaflar þar sem skipt var um slitlagsgerð einhverntíma á þessu tímabili ekki teknir með.
- ÁDU < 500 árið 2006.
- Vegarkaflinn er í veghaldi Vegagerðarinnar.

Úr þessu safni voru fjarlægðir átta vegarkaflar, allir á vegi 955. Ástæðan er sú að þeir fluttust á milli umferðarflokka þegar Fáskrúðsfjarðargöngin voru tekin í notkun 2005.

### Gagnasafn.

Á þennan hátt fengust samanlagt 1802 vegarkaflar til frekari úrvinnslu, 806 með malarlitlagi og 996 með bundnu slitlagi. Fyrir sérhvern kafla í gagnasafninu eru skráðar upplýsingar um:

- Staðsetningu (upphafs- og endastöð ásamt vegnúmeri).
- Slitlagsgerð (bundið slitlag eða malarlitlag).
- Umferð (ÁDU, SDU, VDU, í öllum tilfellum miðuð við árið 2006).
- Vegtegund (stofnvegur, tengivegur, héraðsvegur, landsvegur).
- Fjöldi slysa að sumarlagi á árunum 2005-2008, flokkuð í samræmi við skráningarlykil Umferðarstofu.
- Fjöldi slysa að vetrarlagi á árunum 2005-2008 flokkuð í samræmi við skráningarlykil Umferðarstofu.
- Skráningarlykill fyrir kaflann (sem gerir kleift að afla nánari upplýsinga um kaflann eða einstök slys á honum).

### Úrvinnsla.

Meginatriði úrvinnslunnar eru þessi:

1. Fjöldi ekinna km samanlagt á vegarköflum sem uppfylltu skilyrði um upptöku í gagnasafnið var reiknaður út, annars vegar á bundnum slitlögum, hins vegar á malarvegum. Ennfremur var þessum fjölda ekinna km skipt niður eftir umferð á báðum slitlagsgerðum; 0-49 ÁDU, 50-99 ÁDU, 100-199 ÁDU og 200-499 ÁDU.
2. Fjöldi skráðra slysa á tímabilinu (2005-2008) sem urðu á áðurnefndum vegarköflum var reiknaður út og skipt í flokka eftir slitlagsgerð, slysattegund og umferð.
3. Skráður fjöldi slysa í hverjum áðurgreindra flokka var leiðréttur vegna meintrar vanskráningar.
4. Aflað var upplýsinga um meðalfjölda slasaðra í hverju slysi.
5. Þar næst var reiknaður meðalkostnaður við hverja tegund umferðarslysa (þar á meðal óhöpp, þ.e. eignatjón eingöngu).
6. Reiknaður líklegur kostnaður við umferðarslys á vegarköflum í gagnasafninu á árunum 2005-2009. Kostnaðurinn var sundurgreindur á slitlagsgerð, tegund slyssins og umferðarflokka.
7. Að lokum var reiknaður slysakostnaður á hvern ekinn km, annars vegar á malarlitlagi, hins vegar á bundnu slitlagi. Auk þess var reiknuð tíðni slysa (á hverja milljón ekinna km) á bundnu slitlagi og óbundnu.

Niðurstöður úrvinnslunnar hér á eftir eiga aðeins við þar sem aðstæður eru sambærilegar þeim sem ríkja á vegarköflunum í úrtakinu, þ.e. í dreifbýli og með umferð undir 500 ÁDU.

### Nánar um úrvinnsluna.

*Fjöldi ekinna km.* Á grundvelli upplýsinga um lengd sérhvers vegarkafla og umferð á honum var reiknaður fjöldi ekinna km á kaflanum á tímabilinu. Kaflarnir voru flokkaðir eftir umferð og síðan reiknaður samanlagður fjöldi ekinna km í hverjum umferðarflokki, skipt á slitlagsgerðir. Niðurstöðurnar eru sýndar í töflum 1 og 2.

*Skráður fjöldi slysa.* Fyrir hvern vegarkafla var lagður saman skráður fjöldi slysa að sumarlagi og að vetrarlagi en flokkun slysanna eftir tegund (alvarleika) haldið. Kaflarnir voru flokkaðir eftir umferð og síðan reiknaður samanlagður fjöldi skráðra slysa, skipt á slitlagsgerð, umferðarflokk og tegund. Niðurstöðurnar eru sýndar í töflum 1 og 2.

**Tafla 1.** Ekin vegalengd og skráður fjöldi slysa á malarvegum árin 2005-2008 á vegum í veghaldi Vegagerðarinnar með umferð undir 500 ÁDU og með sama slitlag óslitið á tímabilinu.

Umferð ÁDU	Ekin vegalengd millj. km.	Fjöldi slysa flokkuð sem				Fjöldi kafla
		eignatjón	lítil meiðsl	mikil meiðsl	bani	
0-49	115,564	161	32	13	1	523
50-99	134,134	239	37	8	0	182
100-199	88,432	121	30	4	2	82
200-499	22,264	21	1	1	1	19
<b>Samtals</b>	<b>360,394</b>	<b>542</b>	<b>100</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>806</b>

**Tafla 2.** Ekin vegalengd og skráður fjöldi slysa á vegum með bundnu slitlagi árin 2005-2008 á vegum í veghaldi Vegagerðarinnar með umferð undir 500 ÁDU og með sama slitlag óslitið á tímabilinu.

Umferð ÁDU	Ekin vegalengd millj. km.	Fjöldi slysa flokkuð sem				Fjöldi kafla
		eignatjón	lítil meiðsl	mikil meiðsl	bani	
0-49	5,148	15	0	1	0	98
50-99	20,370	16	4	0	0	91
100-199	153,160	93	10	5	1	240
200-499	785,414	366	77	22	6	567
<b>Samtals</b>	<b>964,092</b>	<b>490</b>	<b>91</b>	<b>28</b>	<b>7</b>	<b>996</b>

*Leiðréttur fjöldi slysa.* Reynslan sýnir að langt í frá öll slys rata í lögregluskýrslur<sup>4</sup>. [Elvik o.fl. 2000, bls. 3]. Af þessari ástæðu þarf að leiðrétta fjölda slysa sem kemur fram í lögregluskýrslum með margföldunarstuðli til samræmingar við raunverulegan fjölda slysa. Þessir stuðlar eru mismunandi eftir löndum [Elvik 2000, bls. 4] og þar af leiðandi er hæpið að yfirfæra þá frá einu landi til annars. Í töflu 3 eru sýndir leiðréttingarstuðlar sem hafa verið notaðir hérlandis en þeir eru ágískanir [Línuhönnun

<sup>4</sup> Samkvæmt upplýsingum frá Umferðarstofu byggist skráning hennar á umferðarslysum (núorðið) á lögregluskýrslum og skýrslum frá einkafyrirtæki (Aðstoð & Öryggi ehf) sem kemur á vettvang og gerir tjónaskýrslu ef þess er óskað. Lögregla kemur því aðeins á vettvang og gerir skýrslu að slys hafi orðið á fólki. Umferðarstofa fær ekki tilkynningar um óhöpp frá tryggingafélögum.

2006, bls. 10] þar sem engin rannsókn hefur verið gerð hérlandis á vanskráningu umferðarslysa. Í töflunni eru einnig sýndir samsvarandi leiðréttingarstuðlar úr sænskri heimild [Vägverket 2008, bls. 9-7] og annarri norskri [Elvik 2000, bls. 4].

**Tafla 3.** Margföldunarstuðlar fyrir slysafjölda vegna vanskráningar. Íslensku margföldunarstuðlarnir eru byggðir á ágiskuðum skráningarhlutföllum [Línuhönnun 2006, bls. 10].

	Ísland	Svíþjóð	Noregur
Banaslys	1,0	1,0	~1,0
Slys með alvarlegum meiðslum	1,1	1,7 <sup>5</sup>	~2
Slys með minniháttar meiðslum	2,0 <sup>5</sup>	1,7 <sup>5</sup>	~3
Eignatjón (slys án meiðsla)	2,5 <sup>5</sup>	7	-

Áætlaður raunfjöldi slysa á vegaköflum í úrtakinu var fundinn með því að margfalda skráðan fjölda slysa með stuðlunum fyrir Ísland í töflu 3. Þar sem íslensku skráningarhlutföllin eru ágiskanir getur vel verið að íslensku leiðréttingarstuðlarnir séu of lágir. Hitt er líka mögulegt að þeir séu nærri lagi og íslensk slyaskráning sé mun betri en gerist í Noregi og Svíþjóð. Úr því verður ekki skorið hér en vegna þessarar óvissu verður að gera ráð fyrir að tölur í þessari skýrslu um slysatíðni og slysakostnað séu ónákvæmar.

Áætlaður raunfjöldi slysa á vegarköflum í úrtakinu á tímabilinu 2005-2008 er sýndur í töflum 4 og 5.

**Tafla 4.** Ekin vegalengd og áætlaður raunfjöldi slysa á malarvegum árin 2005-2008 á vegum í veghaldi Vegagerðarinnar með umferð undir 500 ÁDU og með sama slitlag óslitið á tímabilinu. Áætlaður raunfjöldi slysa er ónákvæmur.

Umferð ÁDU	Ekin vegalengd millj. km.	Áætlaður raunfjöldi slysa flokkuð sem				Fjöldi kafla
		eignatjón	lítill meiðsl	mikil meiðsl	bani	
0-49	115,564	403	64	14	1	523
50-99	134,134	598	74	9	0	182
100-199	88,432	303	60	4	2	82
200-499	22,264	53	2	1	1	19
<b>Samtals</b>	<b>360,394</b>	<b>1.357</b>	<b>200</b>	<b>28</b>	<b>4</b>	<b>806</b>

**Tafla 5.** Ekin vegalengd og áætlaður raunfjöldi slysa á vegum með bundnu slitlagi árin 2005-2008 á vegum í veghaldi Vegagerðarinnar með umferð undir 500 ÁDU og með sama slitlag óslitið á tímabilinu. Áætlaður raunfjöldi slysa er ónákvæmur.

Umferð ÁDU	Ekin vegalengd millj. km.	Áætlaður raunfjöldi slysa flokkuð sem				Fjöldi kafla
		eignatjón	lítill meiðsl	mikil meiðsl	bani	
0-49	5,148	38	0	1	0	98
50-99	20,370	40	8	0	0	91
100-199	153,160	233	20	6	1	240
200-499	785,414	915	154	24	6	567
<b>Samtals</b>	<b>964,092</b>	<b>1.226</b>	<b>182</b>	<b>31</b>	<b>7</b>	<b>996</b>

*Meðalfjöldi slasaðra í hverju slysi.* Skráningu slysa er þannig háttað að sérhvert slys er flokkað eftir alvarlegasta áverka í slysinu. Svo dæmi sé tekið getur banaslys innifalið (auk þess eða þeirra sem bíða bana) aðra sem eru ýmist mikið slasaðir eða lítið

<sup>5</sup> Þessi tala er miðuð við dreifbýli.

slasaðir. Við útreikninga á slysakostnaði þarf að taka tillit til þessa. Tafla 6 sýnir margföldunarstuðla sem má nota til að finna áætlaðan meðalfjölda slasaðra í hverju einstöku umferðarslysi eftir tegund þess [Línuhönnun 2006, bls. 6].

**Tafla 6.** Áætlaður meðalfjöldi látinna, með mikil meiðsl og með lítil meiðsl í hverju einstöku umferðarslysi, flokkað eftir tegund slyss.

Tegund slyss	Áætlaður meðalfjöldi		
	látinna	með mikil meiðsl	með lítil meiðsl
Banaslyss	1,260	0,587	1,077
Mikil meiðsl	-	1,144	0,602
Lítill meiðsl	-	-	1,428

*Meðal slysakostnaður á hvern einstakling.* Tafla 7 sýnir meðal slysakostnað á hvern einstakling sem slasast í umferðarslysi og auk þess meðal eignatjón á hvert ökutæki sem er viðriðið slysið. Taflan er að mestu leyti samin upp úr samskonar töflu í skýrslu Línuhönnunar [Línuhönnun 2006, bls. 5] en upphæðir færðar til verðlags 2009 með meðalvísitölu launa 2005 (267,2 stig) og samskonar vísitölu fyrir júlí 2009 (358,0 stig) [Hagstofa Íslands 2010]. Tafla Línuhönnunar er að sínu leyti unnin upp úr gögnum um slysakostnað í skýrslu Hagfræðistofnunar [Hagfræðistofnun 1998].

Kostnaður vegna eignatjóna er fenginn þannig að mat Hagfræðistofnunar á samfélagslegu eignatjóni á hvert ökutæki (0,122 millj. á verðlagi 1996) var lagt til grundvallar [Hagfræðistofnun 1998, bls. 36]. Við þessa upphæð var bætt 20 % til að mæta óbættu munatjóni [Línuhönnun 2006, bls. 8]. Upphæðin sem þannig fékkst var færð til núvirðis með vísitölu launa (138,9 stig 1995; 358,0 stig í júlí 2009) [Hagstofa Íslands 2010].

**Tafla 7.** Áætlaður slysakostnaður á hvern látinn eða slasaðan einstakling svo og eignatjón. Að mestu byggt á skýrslu Línuhönnunar 2006, en fært til verðlags 2009 með vísitölu launa.

Atvik	Kostnaður, millj. kr.
Látinn einstaklingur	381,2
Einstaklingur með mikil meiðsl	60,94
Einstaklingur með lítil meiðsl	5,137
Eignatjón (á hvert ökutæki)	0,378

Tölurnar í töflu 7 eru miklu lægri en samsvarandi tölur frá Noregi. Þar er kostnaður (í ÍSK) vegna látins einstaklings talinn vera 579 millj. kr; fyrir einstakling með mikil meiðsl 170 millj. kr; fyrir lítið slasaðan einstakling 18 millj. kr. og eignatjón (á hvert ökutæki) 1,1 millj. kr. [Statens vegvesen 2006, bls. 115].

*Meðalkostnaður fyrir hvert umferðarslys.* Í töflu 8 er sýndur útreikningur á áætluðum kostnaði fyrir hvert umferðarslys, flokkað eftir tegund. Taflan er sett saman úr upplýsingum í töflum 1 til 7. Í útreikningi á kostnaði við eignatjón eingöngu er gert ráð fyrir að 1,5 ökutæki skemmist að meðaltali í hverju óhappi í dreifbýli.

**Tafla 8.** Meðalkostnaður fyrir hvert umferðarslys eftir flokkun þess.

Flokkur	Tegund áverka	Fjöldi áverka	Kostnaður, millj. kr.		
			@	alls	samtals
Banaslys	Bani	1,26	381,159	480,26	<b>522</b>
	Mikil meiðsl	0,587	60,939	35,771	
	Lítill meiðsl	1,077	5,137	5,5325	
Mikil meiðsl	Mikil meiðsl	1,144	60,939	69,714	<b>72,8</b>
	Lítill meiðsl	0,602	5,137	3,0925	
Lítill meiðsl	Lítill meiðsl	1,428	5,137	7,3356	<b>7,34</b>
Eignatjón	-	1,5	0,378	0,567	<b>0,567</b>

Líklegur slyskostnaður 2005-2008 á vegarköflum í úrtakinu. Með stoð í áætluðum raunfjölda slysa (sbr. töflur 4 og 5) ásamt meðalkostnaði fyrir hvert umferðarslys eftir flokkum (sbr. töflu 8) var reiknaður líklegur slyskostnaður árin 2005-2008 á vegarköflum í úrtakinu, sundurliðaður á slitlagsgerð, umferðarflokka og tegund slyss. Fyrir hvora slitlagsgerð um sig (malarslitlag, bundið slitlag) var einnig reiknaður líklegur slyskostnaður á hvern ekinn km. Niðurstöðurnar eru sýndar í töflum 9 og 10.

**Tafla 9.** Líklegur slyskostnaður á völdum köflum með *malarslitlagi* í veghaldi Vegagerðarinnar árin 2005-2008. Kostnaður á verðlagi 2009.

Umferð ÁDU	Ekin vegalengd millj. km.	Slyskostnaður, milljónir kr, í slysum með				Kostnaður samtals mkr.
		eignatjóni eingöngu	lítlum meiðslum	miklum meiðslum	bana	
0-49	115,564	228	469	1019	522	2239
50-99	134,134	339	543	655	0	1537
100-199	88,432	172	440	291	1043	1946
200-499	22,264	30	15	73	522	639
<b>Samtals</b>	<b>360,394</b>	<b>769</b>	<b>1467</b>	<b>2039</b>	<b>2086</b>	<b>6361</b>
<b>Líklegur slyskostnaður, kr/ekinn km</b>						<b>18</b>

**Tafla 10.** Líklegur slyskostnaður á völdum köflum með *bundnu slitlagi* í veghaldi Vegagerðarinnar árin 2005-2008. Kostnaður á verðlagi 2009.

Umferð ÁDU	Ekin vegalengd millj. km.	Slyskostnaður, milljónir kr, í slysum með				Kostnaður samtals mkr.
		eignatjóni eingöngu	lítlum meiðslum	miklum meiðslum	bana	
0-49	5,148	22	0	73	0	94
50-99	20,370	23	59	0	0	81
100-199	153,160	132	147	437	522	1237
200-499	785,414	519	1130	1747	3129	6525
<b>Samtals</b>	<b>964,092</b>	<b>695</b>	<b>1335</b>	<b>2257</b>	<b>3651</b>	<b>7938</b>
<b>Líklegur slyskostnaður, kr/ekinn km</b>						<b>8</b>

*Slysatíðni.* Tíðni skráðra slysa árin 2005-2008 (eignatjón eingöngu meðtalin) á köflum í veghaldi Vegagerðarinnar og með minni umferð en 500 ÁDU, er sýnd í töflu 11.

**Tafla 11.** Tíðni skráðra slysa árin 2005-2008 á völdum köflum (umferð undir 500 ÁDU) í veghaldi Vegagerðarinnar.

Slitlagsgerð	Ekin vegalengd, millj. km	Fjöldi slysa	Fjöldi skráðra slysa á hverja milljón ekinna km
Malarslitlag	360,394	672	1,86
Bundið slitlag	964,092	616	0,64

Rétt er að taka fram að taflan sýnir tíðni *skráðra* slysa. Raunveruleg tíðni slysa er óefað allmiklu hærri, sennilega minnst tvöfalt hærri.

### Tölfræðileg prófun.

Mismunur á slysakostnaði eftir slitlagsgerð er að því er virðist mikill. Tölfræðileg prófun á því hvort þessi mismunur sé til staðar í raun og veru (þ.e. ekki tilviljun) er vandkvæðum bundin vegna þess að við útreikninga á honum hafa verið notaðir ýmsir stuðlar sem geta verið bjagaðir. Svipaða sögu er að segja um slysatíðni sem er reiknuð á grundvelli áætlaðs raunfjölda slysa.

Öðru máli gegnir um tíðni skráðra slysa, í útreikningi á henni koma engir margföldunarstuðlar við sögu. Þess vegna er raunhæft að prófa hvort hún er mismunandi eftir slitlagsgerðum, og sé svo styður það sterklega tilgátu um að slysakostnaður á hvern ekinn km sé einnig mismunandi eftir slitlagsgerðum.

Niðurstöðurnar í töflu 11 gefa til kynna að tíðni skráðra slysa sé tæplega þrefalt meiri (2,92) á hverja milljón ekinna km á malarslitlagi en fyrir akstur á bundnu slitlagi. Með tölfræðilegu prófi<sup>6</sup> er hægt að sýna fram á að líkur á að þessi mismunur sé tilviljun eru nánast engar (miklu minni en 1/1000) og 95 % vikmörk fyrir tíðnihlutfallið er 2,61 til 3,26. Þessi niðurstaða styrkir verulega tilgátu um að slysakostnaður á hvern ekinn km sé mismunandi eftir slitlagsgerð, og þar af leiðandi sé rétt að reikna með mismunandi slysakostnaði á malarslitlögum og bundnum slitlögum í hagkvæmnissamanburði.

### Ályktanir.

Útreikningar á slysakostnaði, byggðir á upplýsingum um fjölda slysa og ekna km á ríflega 1800 vegarköflum í veghaldi Vegagerðarinnar, allir með umferð undir 500 ÁDU, gefa til kynna að:

- Slysatíðni sé marktækt meiri á malarslitlögum (1,9 slys á hverja milljón ekna km) en á bundnum slitlögum (0,7 slys á hverja milljón ekna km).
- Slysakostnaður sé mismunandi eftir slitlagsgerð og þar af leiðandi sé rétt að reikna með mismunandi slysakostnaði í hagkvæmnissamanburði, eftir því hvort malarslitlög (18 kr/ekinn km) eða bundin slitlög (8 kr/ekinn km) eiga í hlut.

Þessa niðurstöðu er óhætt að heimfæra á malarslitlög og bundin slitlög þar sem aðstæður eru sambærilegar við þær sem ríkja á ofangreindum vegarköflum, þ.e. á vegum í dreifbýli með umferð undir 500 ÁDU.

<sup>6</sup> Í þessu skyni má reikna með að slysafjöldi á báðum slitlagsgerðum lúti líkindadreifingu Poisson. Í forritasafni R [R] er forrit, *rateratio.test*, sem má nota til að reikna líkur á að hlutfall slysatíðni á slitlagsgerðunum sé 1, þ.e. að hún sé hin sama á báðum slitlagsgerðum.

**HEIMILDIR**

- Elvik, R. o.fl. 2000. *Trafíkksikkerhetshåndboken, kap. 3*. Transportøkonomisk institutt, Oslo. Sótt 2010-01-18 á <http://tsh.toi.no/index.html?21289>
- Gunnar Geir Gunnarsson o. fl. 2009. *Skýrsla um umferðarslys á Íslandi árið 2008*. Umferðarstofa. Reykjavík.
- Hagfræðistofnun. 1998. *Kostnaður vegna umferðarslysa á Íslandi*. Unnið af Hagfræðistofnun Háskóla Íslands. Heilbrigðisskýrslur, fylgirit 1998 nr. 6. Reykjavík.
- Hagstofa Íslands 2010. *Helstu vísitölur*. Sótt 2010-02-13 á:  
<http://www.hagstofa.is/Pages/54>
- Línuhönnun. 2006. *Kostnaður umferðarslysa eftir alvarleika*. Sótt 2010-02-10 á [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/2006\\_rannum\\_kostn\\_alvarl/](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/2006_rannum_kostn_alvarl/)
- R. *The R Project for Statistical Computing*. Sótt 2010-02-12 á <http://www.r-project.org/>
- Statens vegvesen. 2006. *Konsekvensanalyser, veiledning*. Håndbok 140. Sótt 2009-05-29 á <http://www.vegvesen.no/binary?id=14144>
- Vägverket. 2008. *Effektsamband för vägtransportssystemet. Gemensamma förutsättningar*. Publikation 2008:9. Sótt 2009-05-29 á [http://publikationswebbutik.vv.se/upload/3908/2008\\_9\\_effektsamband\\_for\\_vagtransportssystemet\\_gemensamma\\_forutsattningar.pdf](http://publikationswebbutik.vv.se/upload/3908/2008_9_effektsamband_for_vagtransportssystemet_gemensamma_forutsattningar.pdf)



## VIÐAUKI III

# ÚTREIKNINGAR Á TÖFUM

### Almennt.

Við útreikninga á töfum er gengið út frá því að framkvæmdir þær sem valda töfum séu komnar í fullan gang þegar tafatímasöfnun byrjar og að verkið sé unnið í óslitinni samfellu. Þessi forsenda gerir kleift að tengja tafir milliliðalaust við umferð (ÁDU) í flestum tilfellum. Gallinn er sá að þessi aðferð getur stundum vanmetið umferðartafir ef henni er beitt á mjög stutta kafla, vegna þess að tafirnar geta í sumum tilfellum varað lengur en sjálf framkvæmdin. Þá er heldur ekki tekið tillit til dagsveiflu í umferð sem getur haft einhver áhrif á tafir. Líklega skiptir þetta þó litlu máli í hagkvæmnisamanburðinum, tafakostnaðurinn er yfirleitt aðeins lítill hluti af heildarkostnaðinum.

Tafir sem verða vegna framkvæmda við 1 km vegar er reiknaður þannig: Tafatími byrjar að safnast upp þegar vinnuflokkur ásamt tilheyrandi vélum eru kominn að einhverri tiltekinn stöð á vegarkaflanum og hættir að safnast upp þegar sami vinnuflokkur ásamt vélum er kominn nákvæmlega 1 km lengra á veginum. Ef áhrifa tafanna gætir lengur en sem svarar þeim tíma sem vinnuflokkurinn ásamt vélum er að færast þarna á milli er tekið tillit til þess í útreikningunum. Þetta á til dæmis við þegar umferðarhraða er haldið niðri á nýlögðum klæðingum í ákveðinn tíma eftir að klæðingin hefur verið lögð. Útreikningar á tafatíma eru sýndir í lok viðaukans.

Til hægðarauka við hagkvæmnireikningana er tafatímareikningunum skipt í tvo flokka. Í öðrum flokksnum eru svokallaðar ítrekaðar tafir; þ.e. reglubundnar tafir sem stafa af viðhaldi sem fellur til minnst einu sinni á ári. Dæmi um tafir af þessu tagi er heflun á malarvegi. Í þennan flokk falla einnig tafir vegna viðvarandi takmörkunar á hámarkshraða. Tafir í þessum flokki er auðvelt að draga saman í heildartafir á einu ári og setja fram sem einn lið fyrir allt reiknitímabilið í hagkvæmnireikningunum. Í hinum flokksnum eru svokallaðar tilfallandi tafir; þ. e. tafir sem tengjast framkvæmdum sem falla til með margra ára millibili, jafnvel aðeins einu sinni á reiknitímabilinu, og er þess vegna heppilegra að setja fram í reikningunum í hvert skipti sem þær koma fyrir.

### Ítrekaðar tafir.

*Tafir vegna viðvarandi takmörkunar á hámarkshraða.* Gert er ráð fyrir að hámarks-  
hraði á malarvegi sé 80 km/klst, en 90 km klst á bundnu slitlagi. Tafir vegna aksturs á malarvegi, umfram akstur á bundnu slitlagi eru 0,507 klst/ÁDU/ár/km, sjá útreikninga.

*Tafir vegna viðhalds á malarlitlagi.* Gert er ráð fyrir að rykbinding falli saman við heflun og valdi engum töfum aukalega. Hins vegar er gert ráð fyrir að mölburður valdi töfum umfram venjulega heflun og að tafir vegna mölburðar séu fjórfaldar (ágiskun) á við tafir af hefluninni einni saman.

Hvað heflunina snertir er gert ráð að afköst við heflun séu 7 km/dag. Ennfremur er gert ráð fyrir að malarlitlagið þurfi tvo daga til að troðast að nýju undir umferð. Af þessu leiðir að heflun veldur töfum á 7 km kafla í tvo sólarhringa, sem svarar til tvöföldunar tafa eða 14 km aksturs eins bíls. Þá er og gert ráð fyrir að umferðarhraði minnki úr 80 km/klst í 70 km/klst meðan áhrifa heflunarinnar gætir. Tafir vegna heflunar á malarlitlagi eru 0,004 klst/ÁDU/heflun/km.

Tafir vegna mölburðar eru fundnar með stoð í viðhaldslíkani Ásbjarnar Ólafssonar fyrir malarvegi. Ef miðað er við að lagt sé 5 cm þykkt malarlag í hvert skipti má reikna út að mölburðartíðni verði sem hér segir:

50 ÁDU:	0,17 sinnum á ári
100 ÁDU:	0,22 sinnum á ári
200 ÁDU:	0,30 sinnum á ári
400 ÁDU:	0,30 sinnum á ári

Gert er ráð fyrir að tafir af mölburði séu fjórfaldar á við tafir af heflun. Mælt í töfum af einni heflun verða árlegar tafir af mölburði:

50 ÁDU:	0,68 heflunartafir
100 ÁDU:	0,88 heflunartafir
200 ÁDU:	1,20 heflunartafir
400 ÁDU:	1,20 heflunartafir

Samkvæmt áðurnefndu líkani er fjöldi heflana:

50 ÁDU:	5 á ári
100 ÁDU:	7 á ári
200 ÁDU:	11 á ári
400 ÁDU:	17 á ári

Tafaaukningin af mölburði er á bilinu 7,0-13,6 % af töfum vegna heflana. Til að mæta þessari viðbót eru tafir vegna viðhalds á malarslitlagi reiknaðar 110 % af töfum vegna heflana.

Árlegar tafir vegna viðhalds á malarslitlagi verða, sjá útreikninga:

Fyrir 50 ÁDU (5 heflanir á ári)	0,020 klst/ÁDU/ár/km
Fyrir 100 ÁDU (7 heflanir á ári)	0,028 klst/ÁDU/ár/km
Fyrir 200 ÁDU (11 heflanir á ári)	0,043 klst/ÁDU/ár/km
Fyrir 400 ÁDU (17 heflanir á ári)	0,067 klst/ÁDU/ár/km

### **Tilfallandi tafir.**

*Tafir vegna endurnýjunar klæðingar á akbraut.* Gert er ráð fyrir að afköstin séu 2 km/dag (einfalt lag í fullri breidd). Reiknað er með nýlöggnin verði sópuð í síðasta lagi sólarhring síðar. Af þessu leiðir að tafir verða á 2 km kafla vegna lækkaðs hámarkshraða í einn sólarhring. Ennfremur er gert ráð fyrir að leyfilegur hámarkshraði sé 30 km/klst á 300 m kafla (kringum útlagningarvélarnar) en annars staðar 50 km/klst (vegna steinkasts). Tafir verða þá 0,011 klst/ÁDU/km, sjá útreikninga.

*Tafir vegna nýlagnar klæðingar.* Þar sem hér er um nýlöggn að ræða eru tafir reiknaðar eins og fyrra slitlag sé malarslitlag með leyfðan hámarkshraða 80 km/klst. Gert er ráð fyrir að afköstin séu 1 km/dag (tvöfalt lag í fullri breidd). Reiknað er með að tafir verði á 1 km kafla vegna lækkaðs hámarkshraða í einn sólarhring fyrir hvort klæðingarlag, sem svarar þá til að tafir verði á tvöfalt lengri kafla. Ennfremur er gert ráð fyrir að leyfilegur hámarkshraði sé 30 km/klst á 300 m kafla (kringum útlagningarvélarnar) en annars staðar 50 km/klst (vegna steinkasts). Tafir verða þá 0,023 klst/ÁDU/km, sjá útreikninga.

*Tafir vegna malbikunar.* Gert er ráð fyrir að afköstin séu 1 km/dag. Reiknað er með að tafir vegna útlagnar malbiks verði á 1 km kafla. Ennfremur er reiknað með að annarri akreininni sé lokað með umferðarljósum á 1 km kafla meðan á malbikun stendur og meðan beðið er eftir að malbikið kólni nægilega til að hægt sé að hleypa á það umferð. Reiknað er með að hámarkshraði sé 30 km/klst, þar sem tafanna gætir. Tafir verða þá 0,039 klst/ÁDU/km, sjá útreikninga.

*Tafir vegna endurlagnar á malbiki (repave).* Gert er ráð fyrir að afköstin séu 1,6 km/dag. Reiknað er með að tafir vegna endurlagnar verði á 0,5 km kafla. Ennfremur er reiknað með að annarri akreininni sé lokað með umferðarljósum á 0,5 km kafla meðan á endurlögn stendur og meðan beðið er eftir að malbikið kólni nægilega til að hægt sé að hleypa á það umferð. Reiknað er með að hámarkshraði sé 30 km/klst, þar sem tafanna gætir. Tafir verða þá 0,012 klst/ÁDU/km, sjá útreikninga.

*Tafir vegna hjólfarafyllingar með flotmalbiki.* Gert er ráð fyrir að afköstin séu 3 km/dag. Reiknað er með að tafir verði á 0,3 km kafla við vélarnar og umferðarhraðinn sé takmarkaður við 30 km/klst. Tafir verða þá 0,002 klst/ÁDU/km, sjá útreikninga.

*Tafir vegna lyftingar á öxlum með kaldblönduðu malbiki.* Gert er ráð fyrir að afköstin séu 3 km/dag. Reiknað er með að tafir verði á 0,5 km kafla við vélarnar (lenging miðað við hjólfarafyllingu vegna völtunar) og að umferðarhraðinn verði takmarkaður við 30 km/klst. Tafir verða þá 0,004 klst/ÁDU/km, sjá útreikninga.

*Tafir vegna klæðingar á öxlum, nýlögn eða endurnýjun.* Gert er ráð fyrir að afköstin séu 2 km/dag. Reiknað er með að tafir verði á 5 km kafla vegna lækkaðs hámarkshraða í einn sólarhring. Ennfremur er gert ráð fyrir að leyfilegur hámarkshraði sé 30 km/klst á 300 m kafla (kringum útlagningarvélarnar) en annars staðar 50 km/klst (vegna steinkasts). Tafir verða þá 0,011 klst/ÁDU/km, sjá útreikninga.

*Tafir vegna breytinga úr malarvegi í klæddan veg.* Gert er ráð fyrir fjórum meginorsökum tafa; meðan malarslitlag er fjarlæggt og vegstæðið endurmótað, vegna þykkingar á styrktarlagi, meðan burðarlagi er ekið í veginn og það jafnað og að lokum vegna lagnar á tvöfaldri klæðingu.

Hér er gert ráð fyrir að unnið verði að öllum þessum fjórum verkþáttum samtímis en þeim hliðrað í tíma og rúmi. Jafnframt er gert ráð fyrir að hver hinna þriggja fyrsttöldu verkþátta hafi um 300 m kafla til umráða og hámarkshraði á þeim öllum verði 30 km/klst. Takmarkandi verkþáttur fyrir afköstin er akstur og frágangur á burðarlagi; þar er gert ráð fyrir að afköstin séu 1,8 km/dag (en meiri í öðrum verkþáttum). Auk þess er gert ráð fyrir að tafanna gæti á 3 km kafla samanlagt, þar af eru tafir á 2,1 km vegna takmarkaðs hámarkshraða á nýlögðu burðarlagi sem bíður eftir klæðingu.

Gert er ráð fyrir að klæðingarflokkurinn fylgi fast á eftir burðarlagsgenginu og þar af leiðandi þurfi ekki að gera ráð fyrir töfum á umferð vegna bíðar eftir klæðingarflokknum.

Heildartafir vegna breytingar á malarvegi í klæddan veg eru 0,049 klst/ÁDU/km (sjá útreikninga) að viðbættum töfum vegna lagningar tvöfaldrar klæðingar (0,023 klst/ÁDU/km), samtals 0,072 klst/ÁDU/km.

*Tafir vegna vegmerkingar.* Eru taldar óverulegar og er sleppt.

## Útreikningar á tafatíma.

## ÍTREKAÐAR TAFIR

## Tafir vegna viðvarandi takmörkunar á hámarkshraða

	Vegalengd km	Hraði km/klst	Aksturs- tími, klst	
Án tafa	1	90	0,011	
Með töfum	1	80	0,013	Takmörkun hámarkshraða við 80 km/klst á malarslitlagi
Töf pr bíl			0,001	
Töf pr ÁDU, klst			0,001	
Töf, klst/ÁDU/ár/km			0,507	

## Tafir vegna heflunar á malarslitlagi

	Vegalengd km	Hraði km/klst	Aksturs- tími, klst	
Án tafa	14	80	0,175	
Með töfum	14	70	0,200	Breyting á umferðarhraða vegna heflirasta og lausamalar
Töf pr bíl			0,025	
Afköst, km/dag			7,0	
Töf, klst/ÁDU/heflun/km			0,004	

## Tafir vegna viðhalds á malarslitlagi

	Umferð ÁDU	Heflanir á ári	Klst/ ÁDU/ár
Tafir vegna heflunar á malarslitlagi			0,0036
Álag vegna mölburðar, 10 %			0,0004
Töf pr ÁDU, klst/heflun			0,0039
<i>Tafir sem fall af ÁDU, klst/ÁDU/ár/km:</i>			
	50	5	0,020
	100	7	0,028
	200	11	0,043
	400	17	0,067

## TILFALLANDI TAFIR

## Tafir vegna endurnýjunar klæðingar á akbraut

	Vegalengd km	Hraði km/klst	Aksturs- tími, klst	
Án tafa	2	90	0,022	
Með töfum	0,3	30	0,010	Hraðatakörkun á vinnusvæði, einfalt lag
Með töfum	1,7	50	0,034	Hraðatakörkun vegna steinkasts, einfalt lag
Töf pr bíl			0,022	
Afköst, km/dag			2,0	
Töf, klst/ÁDU/km			0,011	

## Tafir vegna nýlagnar klæðingar á akbraut

	Vegalengd km	Hraði km/klst	Aksturs- tími, klst	
Án tafa	2	80	0,025	
Með töfum	0,6	30	0,020	Hraðatakörkun á vinnusvæði, tvöföld vegalengd vegna tveggja laga
Með töfum	1,4	50	0,028	Hraðatakörkun vegna steinkasts, tvöföld vegalengd vegna tveggja laga
Töf pr bíl			0,023	
Afköst, km/dag			1,0	
Töf, klst/ÁDU/km			0,023	

## Tafir vegna malbikunar

	Vegalengd km	Hraði km/klst	Aksturs- tími, klst	
Án tafa	1	90	0,011	
Með töfum	1	30	0,033	Aksturstími á grænu ljósi (allir þurfa að aka gegnum vinnusvæðið)
Með töfum			0,017	Að jafnaði þarf hver bíll að bíða helming þess tíma sem rauða ljósið logar)
Töf pr bíl			0,039	
Afköst, km/dag			1,0	
Töf, klst/ÁDU/km			0,039	

**Tafir vegna endurlagnar á malbiki (repave)**

	Vegalengd km	Hraði km/klst	Aksturs- tími, klst
Án tafa	0,5	90	0,006
Með töfum	0,5	30	0,017
Með töfum			0,008
Töf pr bíl			0,019
Afköst, km/dag			1,6
Töf, klst/ÁDU/km			0,012

Aksturstími á grænu ljósi (allir þurfa að aka gegnum vinnusvæðið)  
Að jafnaði þarf hver bíll að bíða helming þess tíma sem rauða ljósið logar)

**Tafir vegna hjólfarafyllingar með flotmalbiki**

	Vegalengd km	Hraði km/klst	Aksturs- tími, klst
Án tafa	0,3	90	0,003
Með töfum	0,3	30	0,010
Töf pr bíl			0,007
Afköst, km/dag			3,0
Töf, klst/ÁDU/km			0,002

Hraðatakmörkun á vinnusvæði

**Tafir vegna lyftingar á öxlum með kaldblönduðu malbiki**

	Vegalengd km	Hraði km/klst	Aksturs- tími, klst
Án tafa	0,5	90	0,006
Með töfum	0,5	30	0,017
Töf pr bíl			0,011
Afköst, km/dag			3,0
Töf, klst/ÁDU/km			0,004

Hraðatakmörkun á vinnusvæði

**Klæðing á öxlum, nýlögn og endurnýjun**

	Vegalengd km	Hraði km/klst	Aksturs- tími, klst
Án tafa	2	90	0,022
Með töfum	0,3	30	0,010
Með töfum	1,7	50	0,034
Töf pr bíl			0,022
Afköst, km/dag			2,0
Töf, klst/ÁDU/km			0,011

Hraðatakmörkun á vinnusvæði

Hraðatakmörkun vegna steinkasts

**Tafir vegna breytingar á malarvegi í klæddan veg, undirbúningur að klæðingu**

	Vegalengd km	Hraði km/klst	Aksturs- tími, klst
Án tafa	3	80	0,038
Með töfum	0,3	30	0,010
Með töfum	0,3	30	0,010
Með töfum	0,3	30	0,010
Með töfum	2,1	50	0,042
Töf pr bíl			0,035
Afköst, km/dag			0,7
Töf, klst/ÁDU/km			0,049

Tafir vegna endurmótunar á vegbotni

Tafir vegna styrktarlagsíauka

Tafir vegna burðarlags

Tafir vegna lausamalar

**Tafir vegna breytingar á malarvegi í klæddan veg, heildartafir**

	klst/bíl/km
Tafir vegna undirvinnu	0,049
Tafir vegna klæðingar	0,023
Töf, klst/ÁDU/km	0,072

## VIÐAUKI IV

# VERÐLAGNING Á TÖFUM

### Varnagli.

Tímavirði sem hér eru birt eru að hluta til byggð á innlendum upplýsingum, að hluta á erlendum, staðfærðum tölum, og í stöku tilfellum á ágiskunum. Líkleg skekkjumörk á tímavirði eru mjög víð eins og fram kemur í lok viðaukans. Það kemur ekki að sök í þessari skýrslu vegna þess að í henni er tafakostnaður hvergi snar þáttur í samanburði á valkostum. *Hins vegar er varhugavert að nota tímavirðin í öðru samhengi en hér er gert án gaumgæfilegrar yfirvegunar*, bæði vegna þess hve skekkjumörkin eru víð og eins geta tímavirðin verið bjöguð<sup>1</sup> vegna skorts á upplýsingum um forsendur þeirra.

### Inngangur.

Verðlagning á töfum er sá þáttur í kostnaði vegfaranda sem er langtum umdeildastur [Walls III 1998, bls. 19]. Í leiðbeiningum sem má hafa til hliðsjónar við arðsemisútreikninga fyrir samgöngumannvirki [HEATCO 2006, bls. S7-S14] og voru gerðar að tilhlutan Evrópusambandsins, kemur fram að verðlagning á töfum er mismunandi eftir löndum, meðfram vegna þess að vilji vegfarenda til að greiða fyrir tímasparnað í umferðinni er mismunandi eftir löndum. Í leiðbeiningunum er talið ráðlegast að nota staðbundið tímavirði (tímavirði sem á við á svæðinu sem fyrirhugað samgöngumannvirki á að þjóna). Næstbesti kosturinn er að nota tímavirði heimalandsins (slíkar tölur eru til í mjög mörgum löndum og byggjast á umfangsmiklum rannsóknnum í hverju landi fyrir sig). Að öðrum kosti verði að nota tímavirði frá öðrum löndum [HEATCO 2006, bls. S4].

Skekkjumörk fyrir tímavirði eru breytileg eftir því hvernig það er fengið. Ef það er staðbundið má reikna með að skekkjumörkin séu  $\pm 10\%$  eða jafnvel þrengri; ef tímavirði frá öðrum löndum er notað þarf að reikna með mun meiri skekkju,  $\pm 40\%$  [HEATCO 2006 bls. S7]. Staðbundin gildi sem eru notuð í arðsemisreikningum, þar á meðal tímavirði, er æskilegt að bera saman við samskonar gildi annarsstaðar frá [HEATCO 2006 bls. S7].

Sumar erlendar heimildir gera greinarmun á virði tímasparnaðar í umferðinni og töfum í umferðinni. Tafir eru þá verðlagðar miklu hærra en tímasparnaður. Ein þeirra [HEATCO 2006, bls. S6] gerir t. d. ráð fyrir að tafir séu verðlagðar  $50\%$  hærra en tímasparnaður, þó því aðeins að tafirnar nemi minnst 20 mínútum, önnur [DTU Transport 2009, bls. 2] notar  $40\text{-}50\%$  álag eftir atvikum.

Tafir á vöruflutningum eru oft verðlagðar með margfeldi tafa og farmþyngdar (tonnklst) sem stika [HEATCO 2006, bls. S11; Vägverket 2008, bls. 9-5].

Við útreikningana var stuðst við áður nefndar leiðbeiningar Evrópusambandsins. Þar sem tímasparnaður af breytingum þeim sem skýrslan fjallar um er minni en 20 mínútur, er virði tímasparnaðar notað óbreytt sem tafakostnaður.

### Tímavirði í nokkrum heimildum.

Hérlendis eru til tímavirði fyrir léttu bíla sem eru fundin út frá íslenskum forsendum en að því er virðist engin fyrir þunga bíla. Hér er farin sú leið að nota íslensk tímavirði fyrir léttu bíla en staðfærð erlend tímavirði fyrir þunga bíla (en birta erlend tímavirði til samanburðar við hvorutveggja). Í þessu skyni voru dregin saman nokkur erlend tímavirði fyrir léttu og þunga bíla og þau staðfærð. Þessi tímavirði eru frá BNA<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Bjöguð; á ensku: *biased*.

<sup>2</sup> BNA; skammstöfun fyrir Bandaríki Norður-Ameríku.

Bretlandi, Danmörku, Noregi og Svíþjóð, ennfremur úr leiðbeiningum um arðsemisreikninga í vegaframkvæmdum [HEATCO 2006]. Þau eru frá ýmsum tímum og í ýmsum gjaldmiðlum en eru umreiknuð til íslensks verðlags í júlí 2009. Þau voru fyrst uppfærð innan heimalandsins með breytingu á samræmdri vísitölu neysluverðs þar í landi [Hagstofa Íslands 2010a, Hagstofa Íslands 2010b], og síðan breytt í íslenskar krónur með kaupgetustuðli<sup>3</sup> viðkomandi gjaldmiðils [OECD 2010]. Útreikningarnir eru sýndir í töflu 1.

Í skýrslu ParX um kostnaðar- og ábatagreiningu fyrir flutning Reykjavíkurflugvallar [ParX 2007, bls. 10-12] er gengið út frá því að tímavirði fólksbíls með 1,25 farþega að meðaltali sé 1195 kr/klst (verðlag í janúar 2006). Þessi tala er í skýrslunni sögð vera „innan marka þeirra viðmiða sem notuð hafa verið hér á landi (1097 kr/klst.-1462 kr/klst.)“. Hún er að hluta til byggð á erlendum aðferðum til að reikna út tímavirði (fjöldi í bíl eftir erindum er tekinn upp úr danskri heimild) en að nokkru leyti á íslenskum upplýsingum, m.a. um meðallaun og kostnað vinnuveitanda af hverri unninni klukkustund og um skiptingu á aksturserindi. Upphæðin svarar til 1689 kr/klst í júlí 2009 (framreiknuð með vísitölu neysluverðs). Í skýrslunni er ekki tekið fram hvort hún notar þáttarvirði<sup>4</sup> eða markaðsvirði<sup>5</sup> í greiningunni, en síðarnefndi kosturinn er líklegri.

Áðurnefnd upphæð tekur aðeins til tímavirðis fyrir ökuþmann og farþega, sá hluti rekstrarkostnaðar bílsins sem er háður notkun er, að því er virðist, ekki meðtalinn. Þessar niðurstöður eiga við tímasparnað, en sumar erlendar heimildir gera greinarmun á virði tímasparnaðar í umferðinni og töfum í umferðinni eins og áður er sagt.

Í heimild frá BNA [Walls III 1998, bls. 23] eru 10-13 USD/klst talið líklegt tímavirði fyrir léttan bíl, 17-20 USD/klst fyrir vöruflutningabíla án tengivagns, en 21-24 USD/klst fyrir vöruflutningabíla með tengivagn, allt miðað við verðlag í ágúst 1996. Í heimildinni er ekki tekið fram afdráttarlaust hvort þetta tímavirði á við tafir eða tímasparnað, né heldur hvort tafir á farmi eru taldar með. Af samhenginu má þó ætla að tölurnar eigi við tafir og að kostnaður vegna tafa í vöruflutningum sé meðtalinn (sama heimild, bls. xiii og bls. 22). Af heimildinni verður ekki séð hvort tímavirði er miðað við þáttarvirði eða markaðsvirði, né heldur hvort sá hluti rekstrarkostnaðar sem er háður notkun er meðtalinn.

Í breskri heimild [TAG 2009, bls. 10] er tímavirði bíls talið vera 11,28 GBP/klst, vegið meðaltal fyrir breska bílafloðann, á verðlagi 2002. Í heimildinni er, að því er virðist, ekki gerður greinarmunur á virði tímasparnaðar og virði tafa. Heimildin tekur ekkert fram um tímavirði vöruflutninga, og ekki heldur hvort eða hvaða tillit er tekið til þess hluta rekstrarkostnaðarins sem er háður notkun (töfum eða tímasparnaði eftir atvikum). Í heimildinni er gerður skýr greinarmunur á þáttarvirði og markaðsvirði. Framanskrað upphæð er markaðsvirði.

Í danskri heimild [DTU Transport 2009, bls. 2-9] er gerður skýr greinarmunur á tímasparnaði og töfum. Fyrir léttu bíla er tímasparnaður verðlagður á 138 DKK/klst/bíl en tafir á 206 DKK/klst/bíl. Tímasparnaður í vöruflutningum er metinn á 37,5 DKK/tonn/klst en tafatími á 52,49 DKK/klst/tonn. Í heimildinni er tekið fram að þessar tölur eigi einungis við farminn en vísar annars til upplýsinga í sömu heimild hvað varðar þann hluta rekstrarkostnaðar bílsins sem er tímaháður. Sá hluti er talinn vera 301 DKK/klst/bíl fyrir minni vöruflutningabíla (varebil) en 579 DKK/klst/bíl fyrir stærri vöruflutningabíla (lastbil). Þessar tölur eiga við tímasparnað en samsvarandi tölur fyrir tafatíma eru 421 og 579 DKK/klst/bíl (40 % álag). Kostnaðartölurnar eru markaðsvirði og eru allar á verðlagi 2009.

<sup>3</sup> *Kaupgetustuðull*; á ensku: *purchasing power parity*, oft skammstafað PPP.

<sup>4</sup> *Þáttarvirði*; á ensku: *factor cost*.

<sup>5</sup> *Markaðsvirði*; á ensku: *market price*.

Tafla 1. Tímavirði bíla í ymsum löndum.

Land	Skýr- ingar	Gerð	Verðlagsviðmiðun og gjaldmiðill	Tímavirði spönn	Tímavirði meðaltal	Samræmd vísitala neysluverðs				Framreikn. Erlent verð Júlí 2009	PPP GDP		Tímavirði júli 2009 ISK
						Á viðmið- unartíma	Janúar 2006	Janúar 2006	Janúar 2006		Júlí 2009	Erlent 2009	
Bandaríkin	10	Passenger cars	Ágúst 1996 USD	10-13	11,5	100,3	126,0	101,5	110,3	15,70	1,00	134	2104
"	"	Trucks single-unit	"	17-20	18,5	100,3	126,0	101,5	110,3	25,26	1,00	134	3384
"	"	Trucks-combinations	"	21-24	22,5	100,3	126,0	101,5	110,3	30,72	1,00	134	4116
Bretland	20	Average vehicle	2002 GBP		11,28	108,3	114,1	100,5	110,9	13,11	0,661	134	2658
Danmörk	30	Persontrafik	2009 DKK		138					138	8,44	134	2191
"	31	Varebil	2009 DKK		113					113	8,44	134	1794
"	31	Lastbil	2009 DKK		638					638	8,44	134	10129
Ísland	40	Fólksbílur	2006-01 ISK		1195			101,5	143,5				1689
Noregur	50	Lett bil	2005 NOK		135	118,6	119,1	100,5	109,2	147,30	8,69	134	2271
Svíþjóð	60	Personbil	2006 SEK		165	100	100	100	108,7	179,36	9,35	134	2570
"	61	Lastbil utan släp	2006 SEK		30	100	100	100	108,7	32,61	9,35	134	467
"	61	Lastbil með släp	2006 SEK		850	100	100	100	108,7	923,95	9,35	134	13242
EES	70	Passenger cars	2002 EUR		11,68	110,9	118,5	100,6	109,4	13,57	0,853	134	2132
"	71	Freight trips	2002 EUR		8,94	110,9	118,5	100,6	109,4	10,39	0,853	134	1632
"	72	Freight trips	2002 EUR		50,66	110,9	118,5	100,6	109,4	58,87	0,853	134	9248

## Skýringar:

- 10 Heimild: Walls III, 1998, bls.23.  
 20 Heimild: TAG 2009, bls. 10. Tilgreint sem „the market price value of an average veichle“.  
 30 Heimild: DTU Transport 2009, bls. 2.  
 31 Heimild: DTU Transport 2009, bls. 2. Kostnaður reiknaður út frá íslenskum áætlunum um farmþyngd.  
 40 Heimild: ParX, 2007, bls.11.  
 50 Heimild: Statens vegvesen 2006, bls. 94, vengið meðaltal úr töflu 5.13.  
 51 Heimild: Statens vegvesen 2006, bls. 95, tafla 5.14.  
 60 Heimild: Vágverket 2008, bls. 9-4, tabell 10.  
 61 Heimild: HEATCO 2006, bls. 9-5, tabell 14. Kostnaður reiknaður út frá íslenskum áætlunum um farmþyngd.  
 70 Heimild: HEATCO 2006, bls. S9-S10. Meðaltal 25 landa í EES. Þáttvirði, talið jafngilda markaðsvirði.  
 71 Heimild: HEATCO 2006, bls. S11. Meðaltal 25 landa í EES. Þáttvirði, þarf að leiðrétta með stuðlinum 1,263 til að finna markaðsvirði.  
 Kostnaður fyrir vöruflytningabíla án tengivagns, reiknaður út frá íslenskum áætlunum um farmþyngd.  
 Heimild: HEATCO 2006, bls. S11. Meðaltal 25 landa í EES. Þáttvirði, þarf að leiðrétta með stuðlinum 1,263 til að finna markaðsvirði.  
 Kostnaður fyrir vöruflytningabíla með tengivagn, reiknaður út frá íslenskum áætlunum um farmþyngd.



Út frá upplýsingum í norskri handbók [Statens vegvesen 2006, bls. 94-95] má reikna út (frá vegnu meðaltali af fjölda í bíl, hlutfalli erinda og tímavirði farþega eftir erindi) að tímavirði fyrir fólksbíl í styttri ferðum en 100 km er talið vera að jafnaði 118 NOK/klst. Tímaháður kostnaður við rekstur á þungum bíl er talinn vera 464 NKR/klst. Þessar upphæðir eru miðaðar við verðlag 2005. Í þessari heimild er að því er virðist enginn greinarmunur gerður á virði tafa og tímasparnaðar og tímavirði farmsins er heldur ekki tilgreint. Heimildin gerir ráð fyrir að markaðsvirði sé lagt til grundvallar í samanburði á valkostum [Statens vegvesen 2006, bls. 79], svo að ofanskráðar tölur eru sennilega markaðsvirði.

Í sænskri handbók [Vägverket 2008, bls. 9-4 til 9-6] er tilgreint tímavirði fyrir léttan bíl, 165 SEK/klst (aksturstími), sem má nota ef nánari upplýsingar liggja ekki fyrir um erindi eða aksturslengd. Samsvarandi tímavirði vegna tafa er ekki tilgreint, en þegar vinnuferðir eiga í hlut eru tafir verðlagðar 50 % hærra en tímasparnaður. Fyrir vöruflutninga er tímavirðið 10 SEK/klst/tonn fyrir flutningabíl án aftanívagns en 50 SEK/klst/tonn fyrir flutningabíl með aftanívagn. Af heimildinni er ekki ljóst hvort eða hvaða tillit er tekið til þess hluta rekstrarkostnaðarins sem er háður notkun (töfum eða tímasparnaði eftir atvikum). Tafir eru að því er virðist verðlagðar hærra en tímasparnaður. Verðin eru miðuð við árið 2006 og eru markaðsvirði.

Í skýrslu sem gerð var að frumkvæði Evrópusambandsins [HEATCO 2006, bls. S11] er 2,98 EUR/tonn/klst (á verðlagi 2002) tilgreint sem meðal tímavirði vöruflutninga í 25 löndum Evrópusambandsins. Í sömu skýrslu eru birtar tölur um tímavirði fyrir einstaklinga á ferð í frítíma, til og frá vinnu og í vinnutíma (bls. S9-10). Ofangreindar tölur eru þáttarvirði.

### Tímavirði fyrir léttu bíla.

Í skýrslunni er gengið út frá að íslenskt tímavirði fyrir léttu bíla sé 1689 kr/klst. Þessi upphæð er talin vera markaðsvirði og tekur aðeins til virðis tímasparnaðar fyrir ökumann og farþega. Sá hluti rekstrarkostnaðar bílsins sem er háður notkun hans er ekki meðtalinn. Virði tímasparnaðar og kostnaður vegna tafa er lagður að jöfnu.

**Tafla 2.** Tímavirði fyrir léttu bíla í nokkrum löndum á verðlagi í júlí 2009.

Land/svæði	Tímavirði ISK/klst	Athugasemdir
Ísland	1689	Framreiknað frá 2006, virði tímasparnaðar, og er að öllum líkindum markaðsvirði.
BNA <sup>6</sup>	2104	Framreiknað frá 1996, líklega enginn greinarmunur gerður á tímasparnaði og töfum, óvíst hvort átt er við þáttarvirði eða markaðsvirði.
Danmörk	2191	Framreiknað frá 2009, markaðsvirði tímasparnaðar.
EES <sup>7</sup>	2693	Framreiknað frá 2002 með stoð í ýmsum heimildum, markaðsvirði tímasparnaðar. Grundvallað á þáttarvirði tímasparnaðar, sjá töflu 1, og margfaldað með stuðlinum 1,236 til leiðréttingar vegna óbeinna skatta.
Noregur	2271	Framreiknað frá 2005, líklega enginn greinarmunur gerður á tímasparnaði og töfum, sennilega markaðsvirði
Svíþjóð	2570	Framreiknað frá 2006, virði tímasparnaðar, sennilega markaðsvirði.

<sup>6</sup> BNA; skammstöfun fyrir Bandaríki Norður-Ameríku.

<sup>7</sup> EES; skammstöfun fyrir Evrópska efnahagssvæðið.

Í samanburðarskyni eru birt tímavirði frá nokkrum löndum í töflu 2. Í töflunni er engin tilraun gerð til að taka með þann hluta rekstrarkostnaðar bílsins sem er háður notkun (þ.e. töfum eða tímasparnaði eftir atvikum) en vera má að í einhverjum tilfellum sé hann innifalinn; hvort svo er kemur ekki alltaf fram í heimildum. Tímavirðin eru frá ýmsum tímum og í ýmsum gjaldmiðlum en eru staðfærð og á verðlagi í júlí 2009, sjá kaflann „Tímavirði í nokkrum heimildum“. Tölurnar eru sóttar í töflu 1.

Það skal áréttað að samanburðartölurnar í töflu 2 geta verið misvísandi. Í fyrsta lagi vegna þess að í sumum heimildanna er ekki tekið fram hvort átt er við þáttarvirði eða markaðsvirði. Í öðru lagi getur verið umdeilanlegt hvort þær gilda fyrir tafakostnað; sumar þeirra eiga ótvírætt við tímasparnað en í sumum löndum tíðkast að leggja (allt að) 50 % ofan á virði tímasparnaðar til að fá tafakostnað eins og áður er sagt [HEATCO 2006, bls. S6]. Í þriðja lagi getur verið álitamál hvort eitthvert tillit er tekið til þess hluta af rekstrarkostnaði bílanna sem er háður notkun.

Í töflu 2 er íslenska tímavirðið áberandi lægst og hæsta tímavirðið er 60 % hærra en það íslenska. Íslenska tímavirðið fyrir léttu bíla er samt sem áður notað fremur en erlend tímavirði og það er gert í samræmi við leiðbeiningar í áður nefndri skýrslu [HEATCO 2006, bls. S4].

Í margnefndri skýrslu [HEATCO 2006, bls. S7] er ráðlagt að gera ráð fyrir að skekkjumörk á tímavirði séu  $\pm 20$  % þegar tímavirði heimalandsins eru lögð til grundvallar. Samkvæmt þessu getur íslenska tímavirðið fyrir léttu bíla legið á bilinu 1351-2027 kr/klst. Efra skekkjumarkið fyrir íslenska tímavirðið verður samt sem áður lægra en hvert hinna tímavirðanna í töflu 2. Hins vegar verður að hafa í huga að þau eru heldur ekki skekkjulaus og þar fyrir utan ríkir nokkur óvissa um forsendur þeirra. Að öllu samanlögðu er ekki ástæða til að draga í efa að íslenska tímavirðið fyrir léttu bíla geti staðist.

Rétt er að taka fram að íslenska tímavirðið á við tímasparnað, en er notað óbreytt fyrir tafakostnað, þar sem tímasparnaður af breytingum þeim sem skýrslan fjallar um eru minni en svo að sérstakur tafakostnaður eigi rétt á sér. Það er í samræmi við ráðleggingar í títtnefndri skýrslu [HEATCO 2006, bls. 62].

### **Tímavirði fyrir þunga bíla.**

Í skýrslunni er gengið út frá að íslenskt tímavirði fyrir þunga bíla sé 7027 kr/klst. Engar innlendar upplýsingar um tímavirði fyrir þunga bíla reyndust tiltækar. Þess vegna var farin sú leið að nota staðfærð tímavirði frá Evrópusambandinu fyrir þunga bíla en birta jafnframt dæmi um nokkur önnur staðfærð erlend tímavirði fyrir þunga bíla til samanburðar. Ofanskráð tala er markaðsvirði. Í henni er ekki tekið tillit til þess hluta rekstrarkostnaðarins sem er háður notkun (töfum eða tímasparnaði eftir atvikum).

Í erlendum heimildum er tímavirði ýmist tilgreint sem upphæð á hvert tonn farms í flutningi á hverja klst, eða upphæð á hverja klst fyrir flutningabíl og hún er mismunandi eftir gerð flutningabílsins. Hér var stuðst við tímavirði frá BNA, Danmörku, Svíþjóð og auk þess tímavirði úr leiðbeiningum Evrópusambandsins [HEATCO 2006, bls. S9-S11]. Þessi tímavirði eru frá ýmsum tímum og í ýmsum gjaldmiðlum en eru staðfærð og umreiknuð til íslensks verðlags í júlí 2009, sjá töflu 1.

Þar sem tímavirði fyrir þunga bíla er tengt við farmþyngd í sumum þessara heimilda er nauðsynlegt að vita hlutföllin milli léttu bíla, vöruflutningabíla án tengivagns og vöruflutningabíla með tengivagn, og jafnframt hver farmþyngdin er hérlandis í hvorum flokki vöruflutningabíllanna, til að hægt sé að staðfæra tölur um tímavirði.

Með stoð í upplýsingum úr nokkrum umferðargreinum um gerð bíla [Vegsýn 2010] var reiknuð út líkleg skipting bíla eftir gerðum. Skiptingin byggist á gögnum

(meðaltölum) frá 2007 úr 12 umferðargreinum sem eru staðsettir á vegum í dreifbýli þar sem umferðin var á bilinu 250-3700 ÁDU. Skiptingin er miðuð við svokallaða EUR-flokkun og meðaltöl flokkanna eru sýnd í töflu 3.

**Tafla 3.** Skipting bíla á EUR-flokka á nokkrum vegum í dreifbýli, skv. talningum í umferðargreinum.

Flokkur ökutækis	Hlutfall af umferð, %	Flokkur ökutækis	Hlutfall af umferð, %
EUR 1	89,50	EUR 8	0,18
EUR 2	1,44	EUR 9	0,18
EUR 3	1,11	EUR 10	1,06
EUR 4	0,30	EUR 11	0,96
EUR 5	0,24	EUR 12	1,27
EUR 6	0,61	EUR 13	1,90
EUR 7	0,08	Óflokkað	1,17

Niðurstaðan varð í stuttu máli sú að skipting bíla eftir gerðum væri í stórum dráttum sem hér segir:

- Léttir bílar (EUR 1): 89,5 %.
- Flutningabílar án tengivagns (EUR 2-4): 2,9 %.
- Flutningabílar með tengivagn (EUR 5-11): 3,3 %.
- Aðrir (EUR 12-13 og óflokkað): 4,3 %.

Í útreikningum hér á eftir er gert ráð fyrir að meðalfarmur flutningabíla án tengivagns (EUR 2-4) sé að jafnaði þrjú tonn en það er órökstudd ágiskun. Hvað flutningabíla með tengivagn snertir, voru fengnar upplýsingar frá tveim stórum, innlendum flutningafélögum um líklegan meðalfarm bíla í EUR-flokkum 5-11 sem þau hafa í förum. Með hliðsjón af þessum upplýsingum (sem ekki eru birtar hér) var áætlað að meðalfarmur flutningabíla með tengivagn væri að jafnaði 17 tonn. Þessar tölur eru notaðar þar sem við á í útreikningum hér á eftir á tímavirði fyrir þunga bíla.

Í töflu 4 eru birt tímavirði fyrir þunga bíla úr ýmsum heimildum, framreiknuð og breytt í íslenskar krónur á verðlagi í júlí 2009. Tímavirðin eru vegið meðaltal fyrir vöruflutningabíla með tengivagn og án tengivagns og eru byggð á niðurstöðutölum í töflu 1. Tímavirði í töflu 1 sem eru ótvírætt þáttarvirði eru margfölduð með stuðlinum 1,236 [Hagstofa Íslands 2010c] til að breyta þeim í markaðsvirði.

Í töflu 4 (rétt eins í töflu 2) er engin tilraun gerð til að taka með þann hluta af rekstrarkostnaði flutningabíls sem er háður notkun (þ. e. tölum eða tímasparnaði eftir atvikum) en vera má að í einhverjum tilfellum sé hann innifalinn; hvort svo er kemur ekki alltaf fram í heimildum. Þessi ákvörðun er ef til vill umdeilanleg en byggist á því að mestur hluti rekstrarkostnaðarins er fastur kostnaður (svo sem skattar, fjármagnskostnaður og viðhald) sem ekki tekur breytingum vegna tafa. Tafir í umferð geta vissulega aukið launakostnað og ef til vill eldsneytiskostnað en sú kostnaðaraukning er væntanlega óverulegur hluti af heildarkostnaði. Þar af leiðandi skiptir litlu hvort þessi kostnaðarliður er tekinn með eða ekki.

**Tafla 4.** Tímavirði fyrir þunga bíla í nokkrum löndum á verðlagi í júlí 2009, vegið meðaltal þungra bíla án tengivagns og með tengivagn.

Land/ svæði	Tímavirði ISK/klst	Athugasemdir
EES <sup>8</sup>	7027	Notað sem íslenskt tímavirði. Framreiknað frá 2002, markaðsvirði tímasparnaðar. Grundvallað á þáttarvirði tímasparnaðar, sjá töflu 1, og margfaldað með stuðlinum 1,236 til leiðréttingar vegna óbeinna skatta. Óvíst hvort tillit er tekið til þess hluta rekstrar-kostnaður sem er háður notkun.
BNA <sup>9</sup>	3774	Framreiknað frá 1996, líklega enginn greinarmunur gerður á tímasparnaði og töfum. Óvíst hvort tillit er tekið til þess hluta rekstrarkostnaður sem er háður notkun, og hvort átt er við þáttarvirði eða markaðsvirði.
Danmörk	6230	Framreiknað frá 2009, markaðsvirði tímasparnaðar. Sá hluti rekstrarkostnaðar sem er háður notkun er ekki meðtalinn.
Svíþjóð	7267	Framreiknað frá 2006, markaðsvirði tímasparnaðar. Sá hluti rekstrarkostnaðar sem er háður notkun er ekki meðtalinn.

Líkt og í töflu 2 er verulegur munur á hæsta og lágsta tímavirði í töflunni, hæsta tímavirðið er næstum tvöfalt herra en það lágsta. Hins vegar er tímavirðið frá EES (sem er notað sem íslenskt tímavirði fyrir þunga bíla) ekki jaðargildi þótt það sé í grennd við hámarkið.

Í leiðbeiningum Evrópusambandsins [HEATCO 2006, bls. S7] er ráðlagt að gera ráð fyrir að skekkjumörk á tímavirði séu  $\pm 40\%$  ef staðfærð erlend tímavirði eru notuð. Ef þessi skekkjumörk eru lögð til grundvallar getur íslenska tímavirðið fyrir þunga bíla legið á bilinu 4216-9838 kr/klst.

### Umræða.

Eins og áður segir er mjög umdeilt hver raunverulegur tafakostnaður er og það endurspeglast að nokkru leyti í töflum 2 og 4. Hæsta talan í töflu 2 (tímavirði léttra bíla) er 60% hærri en sú lágsta og í töflu 4 (tímavirði þungra bíla) er hæsta talan nálega tvöfalt hærri en sú lágsta. Rétt er að taka fram að íslensku tímavirðin í töflum 2 og 4 eiga við tímasparnað, en eru notuð óbreytt fyrir tafakostnað, þar sem tímasparnaður af breytingum þeim sem skýrslan fjallar um eru minni en svo að sérstakur tafakostnaður eigi rétt á sér. Það er í samræmi við ráðleggingar í títtnefndri skýrslu [HEATCO 2006, bls. 62].

Íslenska tímavirðið fyrir léttu bíla er sýnu lægst af þeim sem birt eru í töflu 2. Vera má að greiðsluvilji fyrir tímasparnað hérlendis sé lægri en í löndunum sem eru tekin til samanburðar. Hitt er líka mögulegt að íslenska tímavirðið sé einhverra hluta vegna ekki fyllilega sambærilegt við erlendu tölurnar, t.d. getur verið að íslenska tímavirðið undanskilji kostnaðarþætti sem eru teknir með í erlendu tölunum, svo sem notkunarháðan rekstrarkostnað bílsins, en þetta verður ekki séð með vissu af heimildunum. Enda þótt íslenska tímavirðið fyrir léttu bíla skeri sig úr í töflu 2 er það notað fremur en erlend tímavirði. Það er gert í samræmi við leiðbeiningar í áður nefndri skýrslu [HEATCO 2006, bls. S4], þar sem heimaþingin tímavirði eru tekin fram yfir tímavirði sem eru yfirfærð erlendis frá.

Hvað þunga bíla snertir hefur tímavirðið sem er notað fyrir íslenska bíla ekki jafn áberandi sérstöðu og tímavirði fyrir léttu bíla, enda er það að stofni til erlent en

<sup>8</sup> EES; skammstöfun fyrir Evrópska efnahagssvæðið.

<sup>9</sup> BNA; skammstöfun fyrir Bandaríki Norður-Ameríku.

staðfært. Í þessum samanburði er sænska tímavirðið hæst og lítið eitt hærra en það íslenska. Heimildirnar sem töflur 2 og 4 byggjast á eru flestar með þeim annmarka að þær taka ekki skýrt fram hvaða kostnaðarþættir eru teknir með í tímavirðið.

Þá er umhugsunarefni hvaða gengi sé rétt að nota þegar erlend tímavirði eru umreiknuð í íslenskar krónur. Í töflunni er miðað við gengi í júlí 2009 en hefði verið miðað við gengi fyrir hrúnið síðla árs 2008 hefði taflan lítið öðruvísi út. Ennfremur er rétt að hafa í huga að tímavirðið á að endurspegla greiðsluvilja þeirra sem nota samgöngukerfið fyrir tímasparnað, og sá greiðsluvilji hefur hugsanlega minnkað við hrúnið, þar sem vera má að nú, fremur en áður, telji notendur samgöngukerfisins fé sínu betur varið til annars en greiðslu fyrir tímasparnað.

### Skekkjumörk á tímavirði.

Í margnefndri skýrslu [HEATCO 2006, bls. S7] er ráðlagt að gera ráð fyrir að skekkjumörk á tímavirði séu  $\pm 20\%$  þegar tímavirði heimalandsins eru lögð til grundvallar, en  $40\%$  ef staðfærð erlend tímavirði eru notuð. Ef þessi skekkjumörk eru lögð til grundvallar verða skekkjumörk á vegnu meðaltali tímavirðis (allra bíla) um það bil  $\pm 18\%$ . Athugasemdirnar hér á undan varðandi óvissu um raunhæft gengi, raunverulegan greiðsluvilja og óljósar forsendur í heimildum um kostnað, gera þó að verkum að skekkjumörk á tímavirðum sem hér eru birt geta verið mun víðari. Þau geta jafnvel verið bjöguð<sup>10</sup>.

### Ályktanir.

Framangreindir útreikningar gefa til kynna að líkleg tímavirði fyrir íslenska bíla sé (jafnað að heilu hundraði):

- 1700 kr/klst fyrir léttu bíla.
- 2100 kr/klst fyrir vöruflutningabíla án tengivagns.
- 11700 kr/klst fyrir vöruflutningabíla með tengivagn.
- 2200 kr/klst/bíl, vegið meðaltal allra bíla (90% léttir bílar, 10% þungir).

Áhrif af breytingum á tímavirði eru lítil í arðsemisútreikningum í þessari skýrslu. Í öðru samhengi geta áhrifin allt eins verið mun meiri að tiltölu og *þess vegna er nauðsynlegt gæta fyllstu varúðar ef tímavirði, sem hér eru birt, eru notuð í öðru samhengi.*

### HEIMILDIR

- DTU Transport. 2009. *Transportøkonomiske Enhedspriser*. Sótt 2010-04-12 á <http://www.dtu.dk/upload/institutter/dtu%20transport/modelcenter/transportoekonomiske%20enhedspriser/transportoekonomiske%20enhedspriser%20vers%201%202%20aug09.xls>
- Hagstofa Íslands. 2010a. *Samræmd vísitala neysluverðs eftir löndum og mánuðum frá 1995 til janúar 2006*. Sótt 2010-03 á <http://www.hagstofa.is/Hagtolar/Verdlag-og-neysla/Samraemd-visitala-neysluverds>
- Hagstofa Íslands. 2010b. *Samræmd vísitala neysluverðs eftir löndum og mánuðum frá 2006*. Sótt 2010-03 á <http://www.hagstofa.is/Hagtolar/Verdlag-og-neysla/Samraemd-visitala-neysluverds>

<sup>10</sup> Bjöguð; á ensku: *biased*.

- Hagstofa Íslands. 2010c. Upplýsingar í tölvupósti dags. 2010-05-17 frá Jóhanni Rúnari Björgvinssyni, Hagstofu Íslands, um meðalhluutfall óbeinna skatta af einkaneyslu árið 2009.
- HEATCO. 2006. *Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment*. Deliverable 5 Proposal for Harmonised Guidelines. Sótt 2010-04-12 á <http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/deliverables.html>
- OECD 2010. *OECD statistics on Purchasing Power Parities (PPP)*. Principaux Indicateurs Économiques. Mai 2010. Sótt 2010-05-22 á <http://www.oecd.org/dataoecd/61/54/18598754.pdf>
- ParX. 2007. *Hagræn úttekt á sex valkostum fyrir framtíðarstaðsetningu Reykjavíkurflugvallar. Kostnaðar- og ábatagreining*. Sótt 2010-04-12 á <http://www.samgonguraduneyti.is/malaflokkar/flugmal/utgefni/nr/1201>
- Statens vegvesen. 2006. *Konsekvensanalyser. Veiledning*. Håndbok 140. Statens vegvesen, Oslo.
- TAG. 2009. *Values of Time and Operating Costs*. TAG Unit 3.5.6. Department for Transport. Sótt 2010-04-12 á <http://www.webtag.org.uk>
- Vägverket. 2008. *Effektsamband för vägtransportsystemet. Gemensamma förutsättningar*. Bilaga 1. Kalkylförutsättningar och kalkylvärden. Vägverket, Borlänge.
- Vegsýn. 2010. *Pungaumferð á þjóðvegum árið 2007. Yfirlit EUR13 flokkunar á völdum umferðargreinum*. Minnisblað frá Skúla Þórðarsyni, dags. 20.01.2010.
- Walls III, J; Smith, M. R. 1998. *Life-Cycle Cost Analysis in Pavement Design – Interim Technical Bulletin*. Report no. FHWA-SA-98-079. Federal Highway Administration, Washington.

## VIÐAUKI V

## UM AUÐLINDANOTKUN

Hér á eftir er borin saman auðlindanotkun slitlagsgerða á nokkrum mismunandi forsendum, þó aðeins lauslega. Samanburðurinn nær til steinefnis og bikbindiefnis. Miðað er við einn km vegar, 20 ára tímabil og að umferðaraukning sé 1,6 % á ári. Gert er ráð fyrir að komið sé að viðhaldi á núverandi slitlagi og veghaldari geti valið um að nota samskonar slitlag áfram eða velja aðra (og betri) slitlagsgerð. Tvær ákvarðanir eru bornar saman hverju sinni; annars vegar óbreytt slitlag á veginum næstu 20 ár, hins vegar að vegurinn fái aðra gerð af slitlagi sem verður notað næstu 20 ár.

Í samanburðinum er gert ráð fyrir að vegur með malarslitlagi hafi nægilegt burðarþol þegar ákvörðun er tekin um það hvort honum skuli breytt í klæddan veg eða ekki. Sama gildir um klæddan veg þegar tekin er ákvörðun um það hvort honum skuli breytt í malbikaðan veg eða ekki. Malarmagn er jafnað að 50 tonnum en bindiefnis-magn að 5 tonnum, enda bjóða útreikningarnir ekki upp á meiri nákvæmni.

Útreikningarnir eru engan veginn nákvæmir enda einungis gerðir til að fá lauslega mynd af því hvernig bindiefnis- og steinefnanotkun breytist með slitlagsgerð og umferð. Í útreikningunum er ekki tekið tillit til hrakvirðis. Það getur skekkt samanburðinn því að samanburðartímabilið er tiltölulega stutt (20 ár). Ef viðhaldsaðgerðirnar eru fáar og sú síðasta lendir seint á tímabilinu nýtist hún ekki til fulls og er jafnvel sleppt ef hún lendir á síðasta ári hönnunarskeiðsins. Það getur skekkt samanburðinn.

Steinefni sem fer til þess að styrkja malarveg svo að hann geti fengið klæðingar-slitlag er undanskilið í útreikningunum. Efni sem fer til að fylla hjólför í bundnu slitlagi áður en lagt er yfir það er tekið með.

Nokkrar samanburðartölur um steinefnanotkun og bindiefnisnotkun eru birtar í töflum 1-3.

**Tafla 1.** Steinefna- og bindiefnisnotkun í slitlag á 6 m breiðan veg á 20 ára tímabili, malarslitlag eða klæðingu, sem fall af umferð (árleg aukning 1,6 %) og slitlagsgerð.

Umferð ÁDU	Malarvegur, 6 m breiður		Klæddur vegur, 6 m breiður	
	Steinefni tonn	Bindiefni tonn	Steinefni tonn	Bindiefni tonn
50	2000	0	450	30
100	2050	0	450	30
200	3600	0	600	45

**Tafla 2.** Steinefna- og bindiefnisnotkun í slitlag á 7 m breiðan veg á 20 ára tímabili, malarslitlag eða klæðingu, sem fall af umferð (árleg aukning 1,6 %) og slitlagsgerð.

Umferð ÁDU	Malarvegur, 7 m breiður		Klæddur vegur, 7 m breiður	
	Steinefni tonn	Bindiefni tonn	Steinefni tonn	Bindiefni tonn
50	2350	0	550	40
100	3050	0	550	40
200	4200	0	700	50

*Auðlindanotkun, malarslitlagi breytt í klæðingu.* Fyrir viðhald á malarslitlagi með 50 ÁDU og litla árlega umferðaraukningu (1,6 %) er heildarmagn malarefnis sem fer til viðhalds á einum km af 6 m breiðum vegi ( $C_6$ ) um 2000 tonn. Sé malarslitlaginu breytt

í klæðingu er heildarmagnið (þ.e. til að leggja tvöfalda klæðingu á malarslitlagið og halda henni við í 20 ár) um 450 tonn. Samsvarandi tölur fyrir 7 m breiðan veg ( $C_7$ ) og 200 ÁDU eru 4200 tonn og 700 tonn.

Gróft reiknað fer fjórum til sex sinnum meira malarefni til viðhalds á malarslitlaginu en til þess að breyta malarslitlaginu í tvöfalda klæðingu og halda henni við ef umferðin er á bilinu 50-200 ÁDU. Á móti kemur bindiefnisnotkun sem nemur 30-50 tonnum.

*Auðlindanotkun, klæðingu breytt í malbik.* Fyrir viðhald á klæðingu með 2000 ÁDU er heildarmagn steinefnis sem fer til viðhalds á einum km af 8 m breiðum vegi ( $C_8$ ) um 950 tonn, sjá töflu 3. Sé klæðingunni breytt í malbiksslitlag er heildarmagnið (þ.e. til að leggja malbikslag ofan á klæðinguna og halda því við í 20 ár) um 1250 tonn. Samsvarandi tölur fyrir 10 m breiðan veg ( $C_{10}$ ) og 5000 ÁDU eru 2550 tonn og 1450 tonn.

**Tafla 3.** Steinefna- og bindiefnisnotkun í slitlag á 8-10 m breiðan veg á 20 ára tímabili, klæðingu eða malbik, sem fall af umferð (árleg aukning 1,6 %) og slitlagsgerð. Ef umferðin er 2000 ÁDU nægir 8 m vegbreidd, en þarf að vera 10 m fyrir 3000 ÁDU.

Umferð ÁDU	Klæðing, 8-10 m vegbreidd		Malbik, 8-10 m vegbreidd	
	Steinefni tonn	Bindiefni tonn	Steinefni tonn	Bindiefni tonn
2000	950	60	1250	80
3000	1500	120	1450	95
5000	2550	170	1450	95

Samkvæmt þessu er malarnotkunin fyrir viðhald á klæddum vegi tæp 80 % þess sem fer til að breyta veginum í malbikaðan veg og halda honum við, svo fremi umferðin sé tiltölulega lítil (2000 ÁDU). Þetta snýst við ef umferðin er 5000 ÁDU. Þá er malarmagn sem fer til að halda við klæddum vegi tæplega 180 % af því sem þarf til að breyta veginum í malbikaðan veg og halda honum við.

Til viðhalds á klæðingu á 8 m breiðum vegi ( $C_8$ ) með 2000 ÁDU þarf um 60 tonn af bindiefni. Sé klæðingunni breytt í malbiksslitlag þarf um 80 tonn til breytingarinnar og viðhalds. Samsvarandi tölur fyrir 10 m breiðan veg ( $C_{10}$ ) með 5000 ÁDU eru 170 tonn og 95 tonn.

Í stuttu máli þarf um þriðjung meira bindiefni til að breyta klæddum vegi í malbikaðan að viðhaldinu meðtöldu, ef umferðin er tiltölulega lítil (2000 ÁDU). Þetta snýst við ef umferðin er komin í 5000 ÁDU. Þá er bindiefnismagnið sem fer til að halda við klæddum vegi tæplega tvöfalt meira en það sem þarf til að breyta veginum í malbikaðan veg og halda honum við.



## VIÐAUKI VI

## ÁHRIF BREYTINGA Á HEIMSMARKAÐSVERÐI HRÁOLÍU Á SLITLAGSVERÐ

Þessi viðauki í fjallar í mjög stuttu máli um líkleg áhrif frá breytingum á hráolíuverði á slitlagsverð.

### Verðsamhengi hráolíu og bindiefnis.

Samanburður á verði hráolíu (crude oil) á markaði [HP 2010] og bindiefnis í Norður-Karólínu [NC 2010] og New Jersey [NJ 2010] nokkur ár aftur í tímann gefur til kynna talsverða fylgni ( $r=0,6$ ) milli verðs á hráolíu og verðs á bindiefni á þessum stöðum. Ennfremur sýnir verðlagsvísitala bindiefnis í Kaliforníu [CT 2010] sterka fylgni ( $r>0,9$ ) við markaðsverð á hráolíu. Í stórum dráttum virðist sambandið vera á þann veg að hlutfallsleg verðbreyting á bindiefni sé um 80 % af hlutfallslegri verðbreytingu á hráolíu. Á föstu gengi er sennilegt að verðbreytingar á bindiefni verði heldur tregari héraendis vegna liða í verðmynduninni sem taka minni breytingum en verð á hráolíu, svo sem flutnings- og geymslukostnaðar.

### Áhrif á slitlagsverð.

Af skýrslu frá Vegagerðinni [HJ 2008, bls. 15] má ráða að hlutur bindiefnis í kostnaði við klæðingar (útlögn meðtalin) sé 45-50 %. Ef reiknað er með að 70 % af verðbreytingum á hráolíu komi fram í verðbreytingum á bindiefni er líklegt að hlutfallsleg verðbreyting á klæðingu verði að jafnaði 30-35 % af hlutfallslegri verðbreytingu á hráolíu.

Lauslega áætlað er hlutur bindiefnis í malbiki um 30 % um þessar mundir. Á framantöldum forsendum er líklegt að hlutfallsleg verðbreyting á malbiki verði að jafnaði um 20 % af hlutfallslegri verðbreytingu á hráolíu.

Ef framangreindar forsendur eru réttar er verð á klæðingu talsvert viðkvæmara fyrir breytingum á hráolíuverði en verð á malbiki.

### Heimildir.

[CT 2010]. California Department of Transportation. *California Paving Asphalt Price Index*. Sótt 2010-06-10 á

[http://www.dot.ca.gov/hq/esc/oe/asphalt\\_index/astable.html](http://www.dot.ca.gov/hq/esc/oe/asphalt_index/astable.html)

[HJ 2008]. Haukur Jónsson o.fl. *Ending og hagkvæmni klæðinga*. Vegagerðin.

[HP 2010]. *History of Illinois Basin Posted Crude Oil Prices*. Sótt 2010-06-10 á [http://www.ioga.com/Special/crudeoil\\_Hist.htm](http://www.ioga.com/Special/crudeoil_Hist.htm)

[NC 2010]. State of North Carolina Department of Transportation. *Monthly Terminal Asphalt Binder and Fuel FOB Prices*. Sótt 2010-06-10 á

[http://www.ncdot.org/doh/operations/dp\\_chief\\_eng/constructionunit/atp.html](http://www.ncdot.org/doh/operations/dp_chief_eng/constructionunit/atp.html)

[NJ 2010]. State of New Jersey Department of Transportation. *Asphalt Cement and Fuel Price Index*. Sótt 2010-06-10 á

<http://www.state.nj.us/transportation/business/trnsport/PriceIndex.shtm>

## VIÐAUKI VII

# MALARSLITLÖG, KLÆÐINGAR OG MALBIK

## HELSTU KOSTIR OG GALLAR

Undir hverri slitlagsgerð fyrir sig er kostum og göllum raðað gróflega eftir mikilvægi, mestu kostir og verstu gallar koma fyrst í upptalningunni. Röðin er að sjálfsögðu matsatriði og fer að nokkru leyti eftir aðstæðum hverju sinni. Auk þess getur verið álitamál hvað skuli teljast kostur og hvað galli, sama atriðið getur talist kostur frá einu sjónarmiði en galli frá öðru. Listinn er engan veginn tæmandi.

### Malarslitlög

#### Kostir:

1. Lágur stofnkostnaður.
2. Ódýrt viðhald meðan umferð er lítil.
3. Viðgerðir eru einfaldar og ódýrar.
4. Fremur litlar efniskröfur.
5. Þola vel hreyfingar í burðarlagi, svo sem frostlyftingar og sig.

#### Gallar:

1. Eru að jafnaði óhagkvæm fyrir umferð sem nemur 100 ÁDU eða meira.
2. Slysahætta, einkum þegar bílar rása í lausamöl og vegna breyttra akstursskilyrða þegar bíll fer af bundnu slitlagi á malarslitlag.
3. Aukið viðhald á bílum í samanburði við akstur á bundnu slitlagi.
4. Takmörkun á ökuhraða.
5. Hætta á skemmdum á bílum af steinkasti, svo sem lakkskemmdum og rúðubrotum.
6. Óþægindi í akstri (ýfi, umferðarhávaði, hvörf, aurbleyta).
7. Malarslitlög eru dýr í viðhaldi ef umferð er mikil.
8. Óþægindi af rykmengun, þ.á.m. svifryki.
9. Tíðar umferðartafir vegna viðhalds.
10. Óþrif á bílum af ryki og aurslettum.
11. Meiri eldsneytiseyðsla en á bundnum slitlögum.
12. Malarslitlög byggja ekki upp burðarþol líkt og bundin slitlög.
13. Heppilegt efni í malarslitlög finnast aðeins á afmörkuðum svæðum.
14. Engir möguleikar á yfirborðsmerkingu á malarvegum.
15. Són á malarefni (í samanburði við bundin slitlög).

### Klæðingar

#### Kostir:

1. Ódýrar (í samanburði við malbik).
2. Viðgerðir einfaldar og fremur ódýrar.
3. Þola vel hreyfingar í burðarlagi, svo sem frostlyftingar og sig.
4. Hægt að framleiða (leggja) nánast hvar sem er.
5. Gott hemlunarviðnám.
6. Byggja upp burðarþol (um það bil til hálfis á við sömu þykkt af malbiki).
7. Vernda undirbyggingu að vissu marki fyrir vatni, þó mun síður en malbik.

**Gallar:**

1. Fremur stutt ending, einkum undir mikilli umferð.
2. Takmarkað umferðarþol, að jafnaði óhagkvæmar eftir að umferð hefur náð 3000-5000 ÁDU.
3. Slysahætta fyrstu daga eftir útlögn; a) af bílum sem rása á lausamöl á ósópuðum klæðingum, b) af steinkasti.
4. Hætta á mistökum í framkvæmd. Helstu afleiðingar; a) blæðingar, b) magrir blettir sem verða fljótt að skemmdum, c) skil milli færa (útlagnarreina) sem trosna með tímanum.
5. Talsverðar kröfur til gæða steinefnis, einkum styrks og viðloðunar.
6. Skemmdir á bílum af steinkasti fyrstu daga eftir útlögn (lakkskemmdir og rúðubrot).
7. Hætta á skemmdum vegna vetrarviðhalds svo sem fleiðrum eftir snjómoksturs-tæki og skemmdir af hálfkuvararefnum (salti).
8. Nokkrar umferðartafir meðan á viðhaldi stendur.
9. Hætta á skemmdum af úrhelli á nýlagða klæðingu þar sem umferð er mikil.
10. Takmörkuð burðarþolsuppbygging.
11. Óþægindi í akstri á 1. ári eftir útlögn, einkum umferðarhávaði.
12. Vissir erfiðleikar með yfirborðsmerkingar, m.a. skert ending og takmörkuð loðun við undirlag.
13. Sóun á malarefni (í samanburði við malbik).
14. Fremur mikil bindiefnisnotkun (í samanburði við malbik).
15. Óþrif á bílum af blæðingum.
16. Pynnir (úr flokki leysiefna, er á undanhaldi) er spilliefni.

**Malbik****Kostir:**

1. Góð ending.
2. Nánast ótakmarkað umferðarþol.
3. Góð umferðarþægindi (lítið yfi, hljóðlátara í akstri en klæðing og malarslitlag).
4. Verndar undirbyggingu fyrir vatni.
5. Byggir upp burðarþol (um það bil tvöfalt á við sömu þykkt af klæðingu).
6. Yfirborðsmerkingar eru auðveldar og endast betur en á klæðingum.
7. Fremur lítil auðlindanotkun (steinefnis og bindiefnis).
8. Möguleikar á endurvinnslu.
9. Fremur umhverfisvænt slitlag.
10. Yfirlögn úr malbiki virkar vel sem afrétting.
11. Lítil hætta á mengun t.d. á grunnvatni.
12. Hægt að skera rifflur í malbik í slysavarnaskyni.

**Gallar:**

1. Dýrt í stofnkostnaði og viðhaldi.
2. Gerir miklar kröfur um verkunnáttu í framleiðslu og útlögn.
3. Dýrar viðgerðir.
4. Þolir aðeins mjög takmarkaðar hreyfingar í undirlagi.
5. Miklar kröfur til steinefna, einkum slitþols, styrks og sáldurferils.
6. Talsverðar tafir á umferð meðan á viðhaldi stendur.
7. Takmarkaðir flutningsmöguleikar.

VIÐAUKI VIII

REIKNILÍKAN ÁSAMT FORSENDUM OG SKÝRINGUM

---

## VIÐAUKI ME50A (C6)

### Malarvegur í notkun

#### Helstu forsendur:

1. Vegur í notkun með malarslitlagi.
2. Vegtegund: C<sub>6</sub><sup>1</sup>.
3. Byrjunarumferð: 50 MDU.
4. Engin lagfæring á veglínu eða burðarþoli.
5. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
6. Hlutfall þungra bíla af umferð: 10 %.
7. Reikningstímabil: 20 ár.
8. Reiknivextir: 6 %
9. Nánar um forsendur, sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldspörf:

1. Slitlagsgerð: Malarslitlag, lagt út á axlarbrún.
2. Kostnaður við viðhald er samkvæmt viðhaldslíkani Vegagerðarinnar fyrir malarvegi [Vegagerðin 2009a], reiknaður fyrir 50 MDU allan tímann.
3. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði viðhaldskostnaðar fyrir 20 ára tímabil er 11,470.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna viðhalds:

1. Reiknað er með að rykbinding fari saman við heflun og hafi því engar tafir aukalega í för með sér.
2. Reiknað er með að heflað sé fimm sinnum á ári (sbr. viðhaldslíkan Vegagerðarinnar).
3. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl (vegið meðaltal fyrir þunga og léttu bíla).
4. Um útreikninga á töfum vegna viðhalds, sjá viðauka III.
5. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði tafakostnaðar vegna viðhalds fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna hámarkshraða:

1. Reiknað er með að leyfður hámarkshraði á malarslitlagi sé 80 km/klst, ef ekki eru í gildi sérstakar hraðatakmarkanir t. d. vegna viðhalds.
2. Tafakostnaður vegna hámarkshraða kemur aðeins fram sem aukakostnaður í samanburði við akstur á bundnu slitlagi (þar er leyfður hámarkshraði 90 km/klst).
3. Um útreikninga á töfum vegna hámarkshraða, sjá viðauka III.
4. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði tafakostnaðar vegna hámarkshraða fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

---

<sup>1</sup> Þessi vegtegund er ekki í samræmi við gildandi veghönnunarreglur Vegagerðarinnar [Vegagerðin 2009]. Verkefnishópurinn telur þó að þessi vegbreidd verði enn um sinn í notkun þar sem umferð er lítil.

**Forsendur útreikninga á mismun á aksturskostnaði á malarvegum og vegum með bundnu slitlagi:**

1. Reiknað er með að kostnaður vegfaranda vegna aksturs á malarvegum umfram akstur á bundnu slitlagi sé 14 kr/ekinn km, sjá kafla 2.3.3.
2. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði kostnaðarauka vegna aksturs á malarslitlögum fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

**Forsendur útreikninga á mismun á slysakostnaði við akstur á malarvegum og á vegum með bundnu slitlagi:**

1. Reiknað er með að kostnaður af slysum vegna aksturs á malarvegum sé að jafnaði 10 kr/ekinn km umfram samsvarandi kostnað við akstur á bundnu slitlagi, sjá kafla 2.3.1.
2. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði slysakostnaðar fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
MALARVEGUR Í NOTKUN, C6, 50 ÁDU

		<b>KOSTNAÐARREIKNINGAR</b>						
<b>VERÐLISTI:</b>		ÁR	AÐGERÐ	EINING	MAGN	VERÐ	KOSTNAÐUR	NÚVIRÐI
ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M., KR/KM	0	0	ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M.	KM	0	0	0	0
TAFAKOSTN. V. VIÐHALDS, KR/KM/ÁR	2 200	0	VIÐHALDSKOSTNAÐUR, NÚVIRTUR	KM	1	3 443 374	3 443 374	3 443 374
TAFAKOSTN. V. HÁMARKSHRAÐA, KR/KM/ÁR	55 770	0	TAFAKOSTNAÐUR V. VIÐHALDS, NÚVIRTUR	KM	1	29 042	29 042	29 042
VIÐHALDSKOSTNAÐUR, KR/KM/ÁR	300 207	0	TAFAKOSTNAÐUR V. HÁMARKSHRAÐA, NÚVIRTUR	KM	1	736 220	736 220	736 220
SLYSAKOSTNAÐUR, KR/KM/ÁR	182 500	0	SLYSAKOSTNAÐUR, NÚVIRTUR	KM	1	2 409 183	2 409 183	2 409 183
KOSTNAÐARAUKI, AKSTUR Á MÖL, KR/KM/ÁR	255 500	0	KOSTNAÐARAUKI, AKSTUR Á MALARVEGI, NÚVIRTUR	KM	1	3 372 856	3 372 856	3 372 856
		20	HRAKVIRÐI				0	0
							<b>NÚVIRÐI ALLS:</b>	<b>9 990 674</b>
<b>AÐRIR STIKAR:</b>								
			<b>KOSTNAÐARÁGRIP</b>					
REIKNINGSTÍMABIL, ÁR	20						KOSTNAÐUR	
NÚVIRÐISSTUÐULL, SLYSAKOSTNAÐUR	13,201						PR 1 KM VEGAR	
NÚVIRÐISSTUÐULL, TAFAKOSTNAÐUR	13,201		STOFNKOSTNAÐUR					0
NÚVIRÐISSTUÐULL, VIÐHALDSKOSTNAÐUR	11,470		TAFAKOSTNAÐUR					765 262
NÚVIRÐISST., KOSTN.AUKI V. AKSTURS Á MÖL	13,201		SLYSAKOSTNAÐUR					2 409 183
TAFAKOSTNAÐUR, KR/KLST	2 200		VIÐHALDSKOSTNAÐUR					3 443 374
TAFIR VEGNA VIÐHALDS, KLST/MDU/ÁR	0,020		KOSTNAÐARAUKI AF AKSTRI Á MALARVEGI					3 372 856
TAFIR VEGNA HÁMARKSHRAÐA, KLST/MDU/ÁR	0,507		HRAKVIRÐI					0
SLYSAKOSTNAÐARAUKI, KR/EKINN KM	10		NÚVIRÐI ALLS					<b>9 990 674</b>
KOSTNAÐARAUKI, AKSTUR Á MÖL, KR/KM	14							
UMFERÐ, MDU	50							
ÁRLEG UMFERÐARAUKNING, %	1,6							
VEXTIR, %	6							
<b>ÚTREIKNINGUR Á HRAKVIRÐI:</b>								
VEGURINN HEFUR EKKERT HRAKVIRÐI, ÞAR SEM ÖLL END- ING (STOFN- EÐA VIÐHALDSAÐGERÐA) ER FULLNÝTT Á 20. ÁRI.								
HRAKVIRÐI Á 20. ÁRI, 0 % AF STOFNKOSTNAÐI		0						

## VIÐAUKI ME100A (C6)

### Malarvegur í notkun

#### Helstu forsendur:

1. Vegur í notkun með malarslitlagi.
2. Vegtegund: C<sub>6</sub><sup>1</sup>.
3. Byrjunarumferð: 100 MDU.
4. Engin lagfæring á veglínu eða burðarþoli.
5. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
6. Hlutfall þungra bíla af umferð: 10 %.
7. Reikningstímabil: 20 ár.
8. Reiknivextir: 6 %
9. Nánar um forsendur, sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldspörf:

1. Slitlagsgerð: Malarslitlag, lagt út á axlarbrún.
2. Kostnaður við viðhald er samkvæmt viðhaldslíkani Vegagerðarinnar fyrir malarvegi [Vegagerðin 2009a], reiknaður fyrir 100 MDU allan tímann.
3. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði viðhaldskostnaðar fyrir 20 ára tímabil er 11,470.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna viðhalds:

1. Reiknað er með að rykbinding fari saman við heflun og hafi því engar tafir aukalega í för með sér.
2. Reiknað er með að heflað sé sjö sinnum á ári (sbr. viðhaldslíkan Vegagerðarinnar).
3. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl (vegið meðaltal fyrir þunga og léttu bíla).
4. Um útreikninga á töfum vegna viðhalds, sjá viðauka III.
5. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði tafakostnaðar vegna viðhalds fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna hámarkshraða:

1. Reiknað er með að leyfður hámarkshraði á malarslitlagi sé 80 km/klst, ef ekki eru í gildi sérstakar hraðatakmarkanir t. d. vegna viðhalds.
2. Tafakostnaður vegna hámarkshraða kemur aðeins fram sem aukakostnaður í samanburði við akstur á bundnu slitlagi (þar er leyfður hámarkshraði 90 km/klst).
3. Um útreikninga á töfum vegna hámarkshraða, sjá viðauka III.
4. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði tafakostnaðar vegna hámarkshraða fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

<sup>1</sup> Þessi vegtegund er ekki í samræmi við gildandi veghönnunarreglur Vegagerðarinnar [Vegagerðin 2009]. Verkefnishópurinn telur þó að þessi vegbreidd verði enn um sinn í notkun þar sem umferð er lítil.



**Forsendur útreikninga á mismun á aksturskostnaði á malarvegum og vegum með bundnu slitlagi:**

1. Reiknað er með að kostnaður vegfaranda vegna aksturs á malarvegum umfram akstur á bundnu slitlagi sé 14 kr/ekinn km, sjá kafla 2.3.3.
2. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði kostnaðarauka vegna aksturs á malarslitlögum fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

**Forsendur útreikninga á mismun á slysakostnaði við akstur á malarvegum og á vegum með bundnu slitlagi:**

1. Reiknað er með að kostnaður af slysum vegna aksturs á malarvegum sé að jafnaði 10 kr/ekinn km umfram samsvarandi kostnað við akstur á bundnu slitlagi, sjá kafla 2.3.1.
2. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði slysakostnaðar fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
MALARVEGUR Í NOTKUN, C6, 100 ÁDU

		<b>KOSTNAÐARREIKNINGAR</b>						
<b>VERÐLISTI:</b>		ÁR	AÐGERÐ	EINING	MAGN	VERÐ	KOSTNAÐUR	NÚVIRÐI
ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M., KR/KM	0	0	ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M.	KM	0	0	0	0
TAFAKOSTN. V. VIÐHALDS, KR/KM/ÁR	6 160	0	VIÐHALDSKOSTNAÐUR, NÚVIRTUR	KM	1	5 028 196	5 028 196	5 028 196
TAFAKOSTN. V. HÁMARKSHRAÐA, KR/KM/ÁR	111 540	0	TAFAKOSTNAÐUR V. VIÐHALDS, NÚVIRTUR	KM	1	81 318	81 318	81 318
VIÐHALDSKOSTNAÐUR, KR/KM/ÁR	438 378	0	TAFAKOSTNAÐUR V. HÁMARKSHRAÐA, NÚVIRTUR	KM	1	1 472 440	1 472 440	1 472 440
SLYSAKOSTNAÐUR, KR/KM/ÁR	365 000	0	SLYSAKOSTNAÐUR, NÚVIRTUR	KM	1	4 818 365	4 818 365	4 818 365
KOSTNAÐARAUKI, AKSTUR Á MÖL, KR/KM/ÁR	511 000	0	KOSTNAÐARAUKI, AKSTUR Á MALARVEGI, NÚVIRTUR	KM	1	6 745 711	6 745 711	6 745 711
		20	HRAKVIRÐI				0	0
							<b>NÚVIRÐI ALLS:</b>	<b>18 146 029</b>
<b>AÐRIR STIKAR:</b>								
			<b>KOSTNAÐARÁGRIP</b>					
REIKNINGSTÍMABIL, ÁR	20						KOSTNAÐUR	
NÚVIRÐISSTUÐULL, SLYSAKOSTNAÐUR	13,201						PR 1 KM VEGAR	
NÚVIRÐISSTUÐULL, TAFAKOSTNAÐUR	13,201		STOFNKOSTNAÐUR					0
NÚVIRÐISSTUÐULL, VIÐHALDSKOSTNAÐUR	11,470		TAFAKOSTNAÐUR					1 553 758
NÚVIRÐISST., KOSTN.AUKI V. AKSTURS Á MÖL	13,201		SLYSAKOSTNAÐUR					4 818 365
TAFAKOSTNAÐUR, KR/KLST	2 200		VIÐHALDSKOSTNAÐUR					5 028 196
TAFIR VEGNA VIÐHALDS, KLST/MDU/ÁR	0,028		KOSTNAÐARAUKI AF AKSTRI Á MALARVEGI					6 745 711
TAFIR VEGNA HÁMARKSHRAÐA, KLST/MDU/ÁR	0,507		HRAKVIRÐI					0
SLYSAKOSTNAÐARAUKI, KR/EKINN KM	10		NÚVIRÐI ALLS					<b>18 146 029</b>
KOSTNAÐARAUKI, AKSTUR Á MÖL, KR/KM	14							
UMFERÐ, MDU	100							
ÁRLEG UMFERÐARAUKNING, %	1,6							
VEXTIR, %	6							
<b>ÚTREIKNINGUR Á HRAKVIRÐI:</b>								
VEGURINN HEFUR EKKERT HRAKVIRÐI, ÞAR SEM ÖLL END- ING (STOFN- EÐA VIÐHALDSAÐGERÐA) ER FULLNÝTT Á 20. ÁRI.								
HRAKVIRÐI Á 20. ÁRI, 0 % AF STOFNKOSTNAÐI		0						

## VIÐAUKI ME200A (C6)

### Malarvegur í notkun

#### Helstu forsendur:

1. Vegur í notkun með malarslitlagi.
2. Vegtegund: C<sub>6</sub><sup>1</sup>.
3. Byrjunarumferð: 200 MDU.
4. Engin lagfæring á veglínu eða burðarþoli.
5. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
6. Hlutfall þungra bíla af umferð: 10 %.
7. Reikningstímabil: 20 ár.
8. Reiknivextir: 6 %
9. Nánar um forsendur, sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldspörf:

1. Slitlagsgerð: Malarslitlag, lagt út á axlarbrún.
2. Kostnaður við viðhald er samkvæmt viðhaldslíkani Vegagerðarinnar fyrir malarvegi [Vegagerðin 2009a], reiknaður fyrir 200 MDU allan tímann.
3. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði viðhaldskostnaðar fyrir 20 ára tímabil er 11,470.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna viðhalds:

1. Reiknað er með að rykbinding fari saman við heflun og hafi því engar tafir aukalega í för með sér.
2. Reiknað er með að heflað sé ellefu sinnum á ári (sbr. viðhaldslíkan Vegagerðarinnar).
3. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl (vegið meðaltal fyrir þunga og léttu bíla).
4. Um útreikninga á töfum vegna viðhalds, sjá viðauka III.
5. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði tafakostnaðar vegna viðhalds fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna hámarkshraða:

1. Reiknað er með að leyfður hámarkshraði á malarslitlagi sé 80 km/klst, ef ekki eru í gildi sérstakar hraðatakmarkanir t. d. vegna viðhalds.
2. Tafakostnaður vegna hámarkshraða kemur aðeins fram sem aukakostnaður í samanburði við akstur á bundnu slitlagi (þar er leyfður hámarkshraði 90 km/klst).
3. Um útreikninga á töfum vegna hámarkshraða, sjá viðauka III.
4. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði tafakostnaðar vegna hámarkshraða fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

<sup>1</sup> Þessi vegtegund er ekki í samræmi við gildandi veghönnunarreglur Vegagerðarinnar [Vegagerðin 2009]. Verkefnishópurinn telur þó að þessi vegbreidd verði enn um sinn í notkun þar sem umferð er lítil.

**Forsendur útreikninga á mismun á aksturskostnaði á malarvegum og vegum með bundnu slitlagi:**

1. Reiknað er með að kostnaður vegfaranda vegna aksturs á malarvegum umfram akstur á bundnu slitlagi sé 14 kr/ekinn km, sjá kafla 2.3.3.
2. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði kostnaðarauka vegna aksturs á malarvegum fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

**Forsendur útreikninga á mismun á slysakostnaði við akstur á malarvegum og á vegum með bundnu slitlagi:**

1. Reiknað er með að kostnaður af slysum vegna aksturs á malarvegum sé að jafnaði 10 kr/ekinn km umfram samsvarandi kostnað við akstur á bundnu slitlagi, sjá kafla 2.3.1.
2. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði slysakostnaðar fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
MALARVEGUR Í NOTKUN, C6, 200 ÁDU

		<b>KOSTNAÐARREIKNINGAR</b>						
<b>VERÐLISTI:</b>		ÁR	AÐGERÐ	EINING	MAGN	VERÐ	KOSTNAÐUR	NÚVIRÐI
ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M., KR/KM	0	0	ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M.	KM	0	0	0	0
TAFAKOSTN. V. VIÐHALDS, KR/KM/ÁR	18 920	0	VIÐHALDSKOSTNAÐUR, NÚVIRTUR	KM	1	8 015 672	8 015 672	8 015 672
TAFAKOSTN. V. HÁMARKSHRAÐA, KR/KM/ÁR	223 080	0	TAFAKOSTNAÐUR V. VIÐHALDS, NÚVIRTUR	KM	1	249 763	249 763	249 763
VIÐHALDSKOSTNAÐUR, KR/KM/ÁR	698 838	0	TAFAKOSTNAÐUR V. HÁMARKSHRAÐA, NÚVIRTUR	KM	1	2 944 879	2 944 879	2 944 879
SLYSAKOSTNAÐUR, KR/KM/ÁR	730 000	0	SLYSAKOSTNAÐUR, NÚVIRTUR	KM	1	9 636 730	9 636 730	9 636 730
KOSTNAÐARAUKI, AKSTUR Á MÖL, KR/KM/ÁR	1 022 000	0	KOSTNAÐARAUKI, AKSTUR Á MALARVEGI, NÚVIRTUR	KM	1	13 491 422	13 491 422	13 491 422
		20	HRAKVIRÐI				0	0
							<b>NÚVIRÐI ALLS:</b>	<b>34 338 466</b>
<b>AÐRIR STIKAR:</b>								
			<b>KOSTNAÐARÁGRIP</b>					
REIKNINGSTÍMABIL, ÁR	20						KOSTNAÐUR	
NÚVIRÐISSTUÐULL, SLYSAKOSTNAÐUR	13,201						PR 1 KM VEGAR	
NÚVIRÐISSTUÐULL, TAFAKOSTNAÐUR	13,201		STOFNKOSTNAÐUR					0
NÚVIRÐISSTUÐULL, VIÐHALDSKOSTNAÐUR	11,470		TAFAKOSTNAÐUR					3 194 642
NÚVIRÐISST., KOSTN.AUKI V. AKSTURS Á MÖL	13,201		SLYSAKOSTNAÐUR					9 636 730
TAFAKOSTNAÐUR, KR/KLST	2 200		VIÐHALDSKOSTNAÐUR					8 015 672
TAFIR VEGNA VIÐHALDS, KLST/MDU/ÁR	0,043		KOSTNAÐARAUKI AF AKSTRI Á MALARVEGI					13 491 422
TAFIR VEGNA HÁMARKSHRAÐA, KLST/MDU/ÁR	0,507		HRAKVIRÐI					0
SLYSAKOSTNAÐARAUKI, KR/EKINN KM	10		NÚVIRÐI ALLS					<b>34 338 466</b>
KOSTNAÐARAUKI, AKSTUR Á MÖL, KR/KM	14							
UMFERÐ, MDU	200							
ÁRLEG UMFERÐARAUKNING, %	1,6							
VEXTIR, %	6							
<b>ÚTREIKNINGUR Á HRAKVIRÐI:</b>								
VEGURINN HEFUR EKKERT HRAKVIRÐI, ÞAR SEM ÖLL END- ING (STOFN- EÐA VIÐHALDSAÐGERÐA) ER FULLNÝTT Á 20. ÁRI.								
HRAKVIRÐI Á 20. ÁRI, 0 % AF STOFNKOSTNAÐI		0						

## VIÐAUKI MK50A (C6)

### Malarvegi breytt í klæddan veg

#### Helstu forsendur:

1. Klæðing sett á veg með malarslitlagi.
2. Vegtegund: C<sub>6</sub><sup>1</sup> (klæðing lögð út á axlarbrún).
3. Byrjunarumferð: 50 ÁDU.
4. Engin lagfæring á veglínu.
5. Malarslitlag heflað af, minniháttar lagfæringar á styrktarlagi, burðarlagi bætt við.
6. Nýtt slitlag; K2F 11-16.
7. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
8. Hlutfall þungra bíla af umferð: 10 %.
9. Reikningstímabil: 20 ár.
10. Reiknivextir: 6 %
11. Nánar um forsendur sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldsþörf:

1. Slitlagsgerð: Klæðing K1F 11-16.
2. Endurnýjun slitlags er samkvæmt endingarspá Hauks Jónssonar [Haukur Jónsson 2008], lítið eitt breyttri, sjá kafla 2.2.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði:

1. Um útreikninga á töfum vegna breytinga úr malarslitlagi í klæðingu og vegna viðhalds á klæðingu, sjá viðauka III.
2. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl (vegið meðaltal fyrir léttu og þunga bíla).

---

<sup>1</sup> Þessi vegtegund er ekki í samræmi við gildandi veghönnunarreglur Vegagerðarinnar [Vegagerðin 2009]. Verkefnishópurinn telur þó að þessi vegbreidd verði enn um sinn í notkun þar sem umferð er lítil.

**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
MALARVEGUR (C6) UPPFÆRÐUR Í KLÆDDAN VEG, 50 ÁDU

		<b>KOSTNAÐARREIKNINGAR</b>						
<b>VERÐLISTI:</b>		ÁR	AÐGERÐ	EINING	MAGN	VERÐ	KOSTNAÐUR	NÚVIRÐI
		0	ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M.	KM	0	0	0	0
ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M., KR/KM	0	0	FASTUR KOSTNAÐUR, HÖNNUN, AÐSTAÐA M. M.	KM	1	643 660	643 660	643 660
FASTUR KOSTNAÐUR, KR/KM	643 660	0	HEFLUN Á UNDIRBYGGINGU	M2	7400	88	651 200	651 200
HEFLUN Á UNDIRBYGGINGU, KR/M2	88	0	STYRKARLAGSÍAUKI	M3	535	1 203	643 605	643 605
STYRKARLAGSEFNI, KR/M3	1203	0	BURÐARLAG	M3	968	3 266	3 161 488	3 161 488
BURÐARLAGSEFNI, KR/M3	3266	0	FRÁGANGUR OG GRÆÐSLA	M2	10000	108	1 080 000	1 080 000
FRÁGANGUR OG GRÆÐSLA, KR/M2	108	0	KLÆÐING, K2F11-16	M2	6000	791	4 746 000	4 746 000
VEGMERKING, KR/KM	25 800	0	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	25 800
KLÆÐING, K2F 11-16, KR/M2	791	0	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA BREYTINGA	KLST	3,6	2 200	7 920	7 920
KLÆÐING, K1F 11-16, KR/M2	406	2	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	22 962
TAFAKOSTNAÐUR, KR/KLST	2 200	4	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	20 436
		6	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	18 188
<b>ADDIR STIKAR:</b>		8	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	16 187
UMFERÐ, ÁDU	50	10	KLÆÐING, K1F11-16	M2	6000	406	2 436 000	1 360 250
ÁRLEG UMFERÐARAUKNING, %	1,6	10	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	14 407
REIKNINGSTÍMABIL, ÁR	20	10	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS	KLST	0,6	2 200	1 418	792
TAFIR VEGNA BREYTINGA, KLST/ÁDU	0,072	12	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	12 822
TAFIR VEGNA VIÐHALDS, KLST/ÁDU	0,011	14	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	11 411
VEXTIR, %	6	16	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	10 156
		18	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	9 039
		20	HRAKVIRÐI				0	0
<b>ÚTREIKNINGUR Á HRAKVIRÐI:</b>						<b>NÚVIRÐI ALLS:</b>		<b>12 456 322</b>
VEGJRIÐN HEFUR EKKERT HRAKVIRÐI, ÞAR SEM ÖLL ENDING (STOFN- EÐA VIÐHALDSADGERÐA) ER FULLNÝTT Á 20. ÁRI.								
				<b>KOSTNAÐARÁGRIP</b>				
<b>HRAKVIRÐI Á 20. ÁRI, 0 % AF STOFNKOSTNAÐI</b>		0					<b>KOSTNAÐUR PR 1 KM VEGAR</b>	
			STOFNKOSTNAÐUR				10 951 753	10 951 753
			TAFAKOSTNAÐUR					8 712
			VIÐHALDSKOSTNAÐUR					1 495 858
			HRAKVIRÐI					0
			NÚVIRÐI ALLS					<b>12 456 322</b>

## VIÐAUKI MK100A (C6)

### Malarvegi breytt í klæddan veg

#### Helstu forsendur:

1. Klæðing sett á veg með malarslitlagi.
2. Vegtegund: C<sub>6</sub><sup>1</sup> (klæðing lögð út á axlarbrún).
3. Byrjunarumferð: 100 ÁDU.
4. Engin lagfæring á veglínu.
5. Malarslitlag heflað af, minniháttar lagfæringar á styrktarlagi, burðarlagi bætt við.
6. Nýtt slitlag; K2F 11-16.
7. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
8. Hlutfall þungra bíla af umferð: 10 %.
9. Reikningstímabil: 20 ár.
10. Reiknivextir: 6 %
11. Nánar um forsendur sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldsþörf:

1. Slitlagsgerð: Klæðing K1F 11-16.
2. Endurnýjun slitlags er samkvæmt endingarspá Hauks Jónssonar [Haukur Jónsson 2008], lítið eitt breyttri, sjá kafla 2.2.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði:

1. Um útreikninga á töfum vegna breytinga úr malarslitlagi í klæðingu og vegna viðhalds á klæðingu, sjá viðauka III.
2. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl (vegið meðaltal fyrir léttu og þunga bíla).

---

<sup>1</sup> Þessi vegtegund er ekki í samræmi við gildandi veghönnunarreglur Vegagerðarinnar [Vegagerðin 2009]. Verkefnishópurinn telur þó að þessi vegbreidd verði enn um sinn í notkun þar sem umferð er lítil.



**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
MALARVEGUR (C6) UPPFÆRÐUR Í KLÆDDAN VEG, 100 ÁDU

		<b>KOSTNAÐARREIKNINGAR</b>							
<b>VERÐLISTI:</b>		ÁR	AÐGERÐ	EINING	MAGN	VERÐ	KOSTNAÐUR	NÚVIRÐI	
		0	ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M.	KM	0	0	0	0	
ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M., KR/KM	0	0	FASTUR KOSTNAÐUR, HÖNNUN, AÐSTAÐA M. M.	KM	1	643 660	643 660	643 660	
FASTUR KOSTNAÐUR, KR/KM	643 660	0	HEFLUN Á UNDIRBYGGINGU	M2	7400	88	651 200	651 200	
HEFLUN Á UNDIRBYGGINGU, KR/M2	88	0	STYRKARTARLAGSÍAUKI	M3	535	1 203	643 605	643 605	
STYRKARTARLAGSEFNI, KR/M3	1203	0	BURÐARLAG	M3	968	3 266	3 161 488	3 161 488	
BURÐARLAGSEFNI, KR/M3	3266	0	FRÁGANGUR OG GRÆÐSLA	M2	10000	108	1 080 000	1 080 000	
FRÁGANGUR OG GRÆÐSLA, KR/M2	108	0	KLÆÐING, K2F11-16	M2	6000	791	4 746 000	4 746 000	
VEGMERKING, KR/KM	25 800	0	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	25 800	
KLÆÐING, K2F 11-16, KR/M2	791	0	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA BREYTINGA	KLST	7,2	2 200	15 840	15 840	
KLÆÐING, K1F 11-16, KR/M2	406	2	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	22 962	
TAFAKOSTNAÐUR, KR/KLST	2 200	4	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	20 436	
		6	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	18 188	
		8	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	16 187	
<b>AÐRIR STIKAR:</b>		10	KLÆÐING, K1F11-16	M2	6000	406	2 436 000	1 360 250	
UMFERÐ, ÁDU	100	10	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	14 407	
ÁRLEG UMFERÐARAUKNING, %	1,6	10	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS	KLST	1,3	2 200	2 836	1 584	
REIKNINGSTÍMABIL, ÁR	20	12	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	12 822	
TAFIR VEGNA BREYTINGA, KLST/ÁDU	0,072	14	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	11 411	
TAFIR VEGNA VIÐHALDS, KLST/ÁDU	0,011	16	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	10 156	
VEXTIR, %	6	18	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	9 039	
		20	HRAKVIRÐI				0	0	
<b>ÚTREIKNINGUR Á HRAKVIRÐI:</b>						<b>NÚVIRÐI ALLS:</b>		<b>12 465 034</b>	
VEGJRIÐN HEFUR EKKERT HRAKVIRÐI, ÞAR SEM ÖLL ENDING (STOFN- EÐA VIÐHALDSADGERÐA) ER FULLNÝTT Á 20. ÁRI.									
				<b>KOSTNAÐARÁGRIP</b>					
<b>HRAKVIRÐI Á 20. ÁRI, 0 % AF STOFNKOSTNAÐI</b>		<b>0</b>					<b>KOSTNAÐUR PR 1 KM VEGAR</b>		
			STOFNKOSTNAÐUR				10 951 753	10 951 753	
			TAFAKOSTNAÐUR					17 424	
			VIÐHALDSKOSTNAÐUR					1 495 858	
			HRAKVIRÐI					0	
			NÚVIRÐI ALLS					<b>12 465 034</b>	

## VIÐAUKI MK200A (C6)

### Malarvegi breytt í klæddan veg

#### Helstu forsendur:

1. Klæðing sett á veg með malarslitlagi.
2. Vegtegund: C<sub>6</sub><sup>1</sup> (klæðing lögð út á axlarbrún).
3. Byrjunarumferð: 200 ÁDU.
4. Engin lagfæring á veglínu.
5. Malarslitlag heflað af, minniháttar lagfæringar á styrktarlagi, burðarlagi bætt við.
6. Nýtt slitlag; K2F 11-16.
7. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
8. Hlutfall þunga bíla af umferð: 10 %.
9. Reikningstímabil: 20 ár.
10. Reiknivextir: 6 %
11. Nánar um forsendur sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldsþörf:

1. Slitlagsgerð: Klæðing K1F 11-16.
2. Endurnýjun slitlags er samkvæmt endingarspá Hauks Jónssonar [Haukur Jónsson 2008], lítið eitt breyttri, sjá kafla 2.2.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði:

1. Um útreikninga á töfum vegna breytinga úr malarslitlagi í klæðingu og vegna viðhalds á klæðingu, sjá viðauka III.
2. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl (vegið meðaltal fyrir léttu og þunga bíla).

---

<sup>1</sup> Þessi vegtegund er ekki í samræmi við gildandi veghönnunarreglur Vegagerðarinnar [Vegagerðin 2009]. Verkefnishópurinn telur þó að þessi vegbreidd verði enn um sinn í notkun þar sem umferð er lítil.

**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
MALARVEGUR (C6) UPPFÆRÐUR Í KLÆDDAN VEG, 200 ÁDU

			<b>KOSTNAÐARREIKNINGAR</b>					
<b>VERÐLISTI:</b>		ÁR	AÐGERÐ	EINING	MAGN	VERÐ	KOSTNAÐUR	NÚVIRÐI
		0	ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M.	KM	0	0	0	0
ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M., KR/KM	0	0	FASTUR KOSTNAÐUR, HÖNNUN, AÐSTAÐA M. M.	KM	1	643 660	643 660	643 660
FASTUR KOSTNAÐUR, KR/KM	643 660	0	HEFLUN Á UNDIRBYGGINGU	M2	7400	88	651 200	651 200
HEFLUN Á UNDIRBYGGINGU, KR/M2	88	0	STYRKARTARLAGSÍAUKI	M3	535	1 203	643 605	643 605
STYRKARTARLAGSEFNI, KR/M3	1203	0	BURÐARLAG	M3	968	3 266	3 161 488	3 161 488
BURÐARLAGSEFNI, KR/M3	3266	0	FRÁGANGUR OG GRÆÐSLA	M2	10000	108	1 080 000	1 080 000
FRÁGANGUR OG GRÆÐSLA, KR/M2	108	0	KLÆÐING, K2F11-16	M2	6000	791	4 746 000	4 746 000
VEGMERKING, KR/KM	25 800	0	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	25 800
KLÆÐING, K2F 11-16, KR/M2	791	0	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA BREYTINGA	KLST	14,4	2 200	31 680	31 680
KLÆÐING, K1F 11-16, KR/M2	406	2	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	22 962
TAFAKOSTNAÐUR, KR/KLST	2 200	4	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	20 436
		6	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	18 188
<b>ADRIR STIKAR:</b>		8	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	16 187
UMFERÐ, ÁDU	200	9	KLÆÐING, K1F11-16	M2	6000	406	2 436 000	1 441 865
ÁRLEG UMFERÐARAUKNING, %	1,6	9	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	15 271
REIKNINGSTÍMABIL, ÁR	20	9	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS	KLST	2,5	2 200	5 583	3 305
TAFIR VEGNA BREYTINGA, KLST/ÁDU	0,072	11	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	13 591
TAFIR VEGNA VIÐHALDS, KLST/ÁDU	0,011	13	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	12 096
VEXTIR, %	6	15	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	10 765
		17	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	9 581
		18	KLÆÐING, K1F11-16	M2	6000	406	2 436 000	853 437
<b>ÚTREIKNINGUR Á HRAKVIRÐI:</b>		18	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	9 039
<b>STOFNKOSTNAÐUR SÍÐUSTU ENDURNÝJUNAR Á SLITLAGI:</b>		18	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS	KLST	2,9	2 200	6 441	2 256
KLÆÐING, K1F11-16	2 436 000	20	HRAKVIRÐI				-1 948 800	-607 645
ALLS	2 436 000							
ÓNOTUÐ ENDING, 7 ÁR AF 9								
<b>HRAKVIRÐI Á 20. ÁRI, 80 % AF STOFNKOSTNAÐI</b>	<b>1 948 800</b>							
<b>KOSTNAÐARÁGRIP</b>								
							KOSTNAÐUR	
							PR 1 KM VEGAR	
STOFNKOSTNAÐUR							10 951 753	10 951 753
TAFAKOSTNAÐUR								37 241
VIÐHALDSKOSTNAÐUR								2 443 419
HRAKVIRÐI								-607 645
NÚVIRÐI ALLS								<b>12 824 768</b>

## VIÐAUKI ME50A (C7)

### Malarvegur í notkun

#### Helstu forsendur:

1. Vegur í notkun með malarslitlagi.
2. Vegtegund: C7.
3. Byrjunarumferð: 50 MDU.
4. Engin lagfæring á veglínu eða burðarþoli.
5. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
6. Hlutfall þungra bíla af umferð: 10 %.
7. Reikningstímabil: 20 ár.
8. Reiknivextir: 6 %
9. Nánar um forsendur sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldspörf:

1. Slitlagsgerð: Malarslitlag, lagt út á axlarbrún.
2. Kostnaður við viðhald er samkvæmt viðhaldslíkani Vegagerðarinnar fyrir malarvegi [Vegagerðin 2009a], en aukinn í réttu hlutfalli við breiddaraukningu (7/6), reiknaður fyrir 50 MDU allan tímann.
3. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði viðhaldskostnaðar fyrir 20 ára tímabil er 11,470.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna viðhalds:

1. Reiknað er með að rykbinding fari saman við heflun og hafi því engar tafir aukalega í för með sér.
2. Reiknað er með að heflað sé fimm sinnum á ári (sbr. viðhaldslíkan Vegagerðarinnar).
3. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl (vegið meðaltal fyrir léttu og þunga bíla).
4. Um útreikninga á töfum vegna viðhalds, sjá viðauka III.
5. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði tafakostnaðar vegna viðhalds fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna hámarkshraða:

1. Reiknað er með að leyfður hámarkshraði á malarslitlagi sé 80 km/klst, ef ekki eru í gildi sérstakar hraðatakmarkanir t. d. vegna viðhalds.
2. Tafakostnaður vegna umferðarhraða kemur aðeins fram sem aukakostnaður í samanburði við akstur á bundnu slitlagi (þar er leyfður hámarkshraði 90 km/klst).
3. Um útreikninga á töfum vegna hámarkshraða, sjá viðauka III.
4. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði tafakostnaðar vegna hámarkshraða fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

**Forsendur útreikninga á mismun á aksturskostnaði á malarvegum og vegum með bundnu slitlagi:**

1. Reiknað er með að kostnaður vegfarenda vegna aksturs á malarvegum umfram akstur á bundnu slitlagi sé 14 kr/ekinn km, sjá kafla 2.3.3.
2. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði kostnaðarauka vegna aksturs á malarvegum fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

**Forsendur útreikninga á mismun á slysakostnaði við akstur á malarvegum og á vegum með bundnu slitlagi:**

1. Reiknað er með að kostnaður af slysum vegna aksturs á malarvegum sé að jafnaði 10 kr/ekinn km umfram samsvarandi kostnað við akstur á bundnu slitlagi, sjá kafla 2.3.1.
2. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði slysakostnaðar fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
MALARVEGUR Í NOTKUN, C7, 50 ÁDU

		<b>KOSTNAÐARREIKNINGAR</b>						
<b>VERÐLISTI:</b>		ÁR	AÐGERÐ	EINING	MAGN	VERÐ	KOSTNAÐUR	NÚVIRÐI
ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M., KR/KM	0	0	ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M.	KM	0	0	0	0
TAFAKOSTN. V. VIÐHALDS, KR/KM/ÁR	2 200	0	VIÐHALDSKOSTNAÐUR, NÚVIRTUR	KM	1	4 017 264	4 017 264	4 017 264
TAFAKOSTN. V. HÁMARKSHRAÐA, KR/KM/ÁR	55 770	0	TAFAKOSTNAÐUR V. VIÐHALDS, NÚVIRTUR	KM	1	29 042	29 042	29 042
VIÐHALDSKOSTNAÐUR, KR/KM/ÁR	350 241	0	TAFAKOSTNAÐUR V. HÁMARKSHRAÐA, NÚVIRTUR	KM	1	736 220	736 220	736 220
KOSTNAÐARAUKI VEGNA SLYSA, KR/KM/ÁR	182 500	0	KOSTNAÐARAUKI V. SLYSA, NÚVIRTUR	KM	1	2 409 183	2 409 183	2 409 183
KOSTNAÐARAUKI, AKSTUR Á MÖL, KR/KM/ÁR	255 500	0	KOSTNAÐARAUKI V. AKSTURS Á MÖL, NÚVIRTUR	KM	1	3 372 856	3 372 856	3 372 856
		20	HRAKVIRÐI				0	0
							<b>NÚVIRÐI ALLS:</b>	<b>10 564 564</b>
<b>AÐRIR STIKAR:</b>								
			<b>KOSTNAÐARÁGRIP</b>					
REIKNINGSTÍMABIL, ÁR	20						KOSTNAÐUR	
NÚVIRÐISSTUÐULL, SLYSAKOSTNAÐUR	13,201						PR 1 KM VEGAR	
NÚVIRÐISSTUÐULL, TAFAKOSTNAÐUR	13,201		STOFNKOSTNAÐUR				0	0
NÚVIRÐISSTUÐULL, VIÐHALDSKOSTNAÐUR	11,470		TAFAKOSTNAÐUR					765 262
NÚVIRÐISST., KOSTN.AUKI V. AKSTURS Á MÖL	13,201		SLYSAKOSTNAÐUR					2 409 183
TAFAKOSTNAÐUR, KR/KLST/MDU	2 200		VIÐHALDSKOSTNAÐUR					4 017 264
TAFIR VEGNA VIÐHALDS, KLST/MDU/ÁR	0,020		KOSTNAÐARAUKI, AKSTUR Á MÖL					3 372 856
TAFIR VEGNA HÁMARKSHRAÐA, KLST/MDU/ÁR	0,507		HRAKVIRÐI					0
KOSTNAÐARAUKI V. SLYSA, KR/EKINN KM	10		NÚVIRÐI ALLS					<b>10 564 564</b>
KOSTNAÐARAUKI, V. AKSTURS Á MÖL, KR/KM	14							
UMFERÐ, MDU	50							
ÁRLEG UMFERÐARAUKNING, %	1,6							
VEXTIR, %	6							
<b>ÚTREIKNINGUR Á HRAKVIRÐI:</b>								
VEGURINN HEFUR EKKERT HRAKVIRÐI, ÞAR SEM ÖLL END- ING (STOFN- EÐA VIÐHALDSAÐGERÐA) ER FULLNÝTT Á 20. ÁRI.								
HRAKVIRÐI Á 20. ÁRI, 0 % AF STOFNKOSTNAÐI	0							

## VIÐAUKI ME100A (C7)

### Malarvegur í notkun

#### Helstu forsendur:

1. Vegur í notkun með malarslitlagi.
2. Vegtegund: C7.
3. Byrjunarumferð: 100 MDU.
4. Engin lagfæring á veglínu eða burðarþoli.
5. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
6. Hlutfall þungra bíla af umferð: 10 %.
7. Reikningstímabil: 20 ár.
8. Reiknivextir: 6 %
9. Nánar um forsendur sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldspörf:

1. Slitlagsgerð: Malarslitlag, lagt út á axlarbrún.
2. Kostnaður við viðhald er samkvæmt viðhaldslíkani Vegagerðarinnar fyrir malarvegi [Vegagerðin 2009a], en aukinn í réttu hlutfalli við breiddaraukningu (7/6), reiknaður fyrir 100 MDU allan tímann.
3. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði viðhaldskostnaðar fyrir 20 ára tímabil er 11,470.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna viðhalds:

1. Reiknað er með að rykbinding fari saman við heflun og hafi því engar tafir aukalega í för með sér.
2. Reiknað er með að heflað sé sjö sinnum á ári (sbr. viðhaldslíkan Vegagerðarinnar).
3. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl (vegið meðaltal fyrir léttu og þunga bíla).
4. Um útreikninga á töfum vegna viðhalds, sjá viðauka III.
5. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði tafakostnaðar vegna viðhalds fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna hámarkshraða:

1. Reiknað er með að leyfður hámarkshraði á malarslitlagi sé 80 km/klst, ef ekki eru í gildi sérstakar hraðatakmarkanir t. d. vegna viðhalds.
2. Tafakostnaður vegna umferðarhraða kemur aðeins fram sem aukakostnaður í samanburði við akstur á bundnu slitlagi (þar er leyfður hámarkshraði 90 km/klst).
3. Um útreikninga á töfum vegna hámarkshraða, sjá viðauka III.
4. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði tafakostnaðar vegna hámarkshraða fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

**Forsendur útreikninga á mismun á aksturskostnaði á malarvegum og vegum með bundnu slitlagi:**

1. Reiknað er með að kostnaður vegfarenda vegna aksturs á malarvegum umfram akstur á bundnu slitlagi sé 14 kr/ekinn km, sjá kafla 2.3.3.
2. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði kostnaðarauka vegna aksturs á malarvegum fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

**Forsendur útreikninga á mismun á slysakostnaði við akstur á malarvegum og á vegum með bundnu slitlagi:**

1. Reiknað er með að kostnaður af slysum vegna aksturs á malarvegum sé að jafnaði 10 kr/ekinn km umfram samsvarandi kostnað við akstur á bundnu slitlagi, sjá kafla 2.3.1.
2. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði slysakostnaðar fyrir 20 ára tímabil er 13,201.



**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
MALARVEGUR Í NOTKUN, C7, 100 ÁDU

		<b>KOSTNAÐARREIKNINGAR</b>						
<b>VERÐLISTI:</b>		ÁR	AÐGERÐ	EINING	MAGN	VERÐ	KOSTNAÐUR	NÚVIRÐI
ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M., KR/KM	0	0	ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M.	KM	0	0	0	0
TAFAKOSTN. V. VIÐHALDS, KR/KM/ÁR	6 160	0	VIÐHALDSKOSTNAÐUR, NÚVIRTUR	KM	1	5 866 228	5 866 228	5 866 228
TAFAKOSTN. V. HÁMARKSHRAÐA, KR/KM/ÁR	111 540	0	TAFAKOSTNAÐUR V. VIÐHALDS, NÚVIRTUR	KM	1	81 318	81 318	81 318
VIÐHALDSKOSTNAÐUR, KR/KM/ÁR	511 441	0	TAFAKOSTNAÐUR V. HÁMARKSHRAÐA, NÚVIRTUR	KM	1	1 472 440	1 472 440	1 472 440
KOSTNAÐARAUKI VEGNA SLYSA, KR/KM/ÁR	365 000	0	KOSTNAÐARAUKI V. SLYSA, NÚVIRTUR	KM	1	4 818 365	4 818 365	4 818 365
KOSTNAÐARAUKI, AKSTUR Á MÖL, KR/KM/ÁR	511 000	0	KOSTNAÐARAUKI V. AKSTURS Á MÖL, NÚVIRTUR	KM	1	6 745 711	6 745 711	6 745 711
		20	HRAKVIRÐI				0	0
						<b>NÚVIRÐI ALLS:</b>		<b>18 984 062</b>
<b>AÐRIR STIKAR:</b>								
			<b>KOSTNAÐARÁGRIP</b>					
REIKNINGSTÍMABIL, ÁR	20						KOSTNAÐUR	
NÚVIRÐISSTUÐULL, SLYSAKOSTNAÐUR	13,201						PR 1 KM VEGAR	
NÚVIRÐISSTUÐULL, TAFAKOSTNAÐUR	13,201		STOFNKOSTNAÐUR				0	0
NÚVIRÐISSTUÐULL, VIÐHALDSKOSTNAÐUR	11,470		TAFAKOSTNAÐUR					1 553 758
NÚVIRÐISST., KOSTN.AUKI V. AKSTURS Á MÖL	13,201		SLYSAKOSTNAÐUR					4 818 365
TAFAKOSTNAÐUR, KR/KLST/MDU	2 200		VIÐHALDSKOSTNAÐUR					5 866 228
TAFIR VEGNA VIÐHALDS, KLST/MDU/ÁR	0,028		KOSTNAÐARAUKI, AKSTUR Á MÖL					6 745 711
TAFIR VEGNA HÁMARKSHRAÐA, KLST/MDU/ÁR	0,507		HRAKVIRÐI					0
KOSTNAÐARAUKI V. SLYSA, KR/EKINN KM	10		NÚVIRÐI ALLS					<b>18 984 062</b>
KOSTNAÐARAUKI, V. AKSTURS Á MÖL, KR/KM	14							
UMFERÐ, MDU	100							
ÁRLEG UMFERÐARAUKNING, %	1,6							
VEXTIR, %	6							
<b>ÚTREIKNINGUR Á HRAKVIRÐI:</b>								
VEGURINN HEFUR EKKERT HRAKVIRÐI, ÞAR SEM ÖLL END- ING (STOFN- EÐA VIÐHALDSAÐGERÐA) ER FULLNÝTT Á 20. ÁRI.								
HRAKVIRÐI Á 20. ÁRI, 0 % AF STOFNKOSTNAÐI		0						

## VIÐAUKI ME200A (C7)

### Malarvegur í notkun

#### Helstu forsendur:

1. Vegur í notkun með malarslitlagi.
2. Vegtegund: C7.
3. Byrjunarumferð: 200 MDU.
4. Engin lagfæring á veglínu eða burðarþoli.
5. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
6. Hlutfall þungra bíla af umferð: 10 %.
7. Reikningstímabil: 20 ár.
8. Reiknivextir: 6 %
9. Nánar um forsendur sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldspörf:

1. Slitlagsgerð: Malarslitlag, lagt út á axlarbrún.
2. Kostnaður við viðhald er samkvæmt viðhaldslíkani Vegagerðarinnar fyrir malarvegi [Vegagerðin 2009a], en aukinn í réttu hlutfalli við breiddaraukningu (7/6), reiknaður fyrir 200 MDU allan tímann.
3. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði viðhaldskostnaðar fyrir 20 ára tímabil er 11,470.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna viðhalds:

1. Reiknað er með að rykbinding fari saman við heflun og hafi því engar tafir aukalega í för með sér.
2. Reiknað er með að heflað sé ellefu sinnum á ári (sbr. viðhaldslíkan Vegagerðarinnar).
3. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl (vegið meðaltal fyrir léttu og þunga bíla).
4. Um útreikninga á töfum vegna viðhalds, sjá viðauka III.
5. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði tafakostnaðar vegna viðhalds fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna hámarkshraða:

1. Reiknað er með að leyfður hámarkshraði á malarslitlagi sé 80 km/klst, ef ekki eru í gildi sérstakar hraðatakmarkanir t. d. vegna viðhalds.
2. Tafakostnaður vegna umferðarhraða kemur aðeins fram sem aukakostnaður í samanburði við akstur á bundnu slitlagi (þar er leyfður hámarkshraði 90 km/klst).
3. Um útreikninga á töfum vegna hámarkshraða, sjá viðauka III.
4. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði tafakostnaðar vegna hámarkshraða fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

**Forsendur útreikninga á mismun á aksturskostnaði á malarvegum og vegum með bundnu slitlagi:**

1. Reiknað er með að kostnaður vegfarenda vegna aksturs á malarvegum umfram akstur á bundnu slitlagi sé 14 kr/ekinn km, sjá kafla 2.3.3.
2. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði kostnaðarauka vegna aksturs á malarvegum fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

**Forsendur útreikninga á mismun á slysakostnaði við akstur á malarvegum og á vegum með bundnu slitlagi:**

1. Reiknað er með að kostnaður af slysum vegna aksturs á malarvegum sé að jafnaði 10 kr/ekinn km umfram samsvarandi kostnað við akstur á bundnu slitlagi, sjá kafla 2.3.1.
2. Margföldunarstuðull fyrir samanlagt núvirði slysakostnaðar fyrir 20 ára tímabil er 13,201.

**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
MALARVEGUR Í NOTKUN, C7, 200 ÁDU

		<b>KOSTNAÐARREIKNINGAR</b>						
<b>VERÐLISTI:</b>		ÁR	AÐGERÐ	EINING	MAGN	VERÐ	KOSTNAÐUR	NÚVIRÐI
ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M., KR/KM	0	0	ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M.	KM	0	0	0	0
TAFAKOSTN. V. VIÐHALDS, KR/KM/ÁR	18 920	0	VIÐHALDSKOSTNAÐUR, NÚVIRTUR	KM	1	9 351 606	9 351 606	9 351 606
TAFAKOSTN. V. HÁMARKSHRAÐA, KR/KM/ÁR	223 080	0	TAFAKOSTNAÐUR V. VIÐHALDS, NÚVIRTUR	KM	1	249 763	249 763	249 763
VIÐHALDSKOSTNAÐUR, KR/KM/ÁR	815 310	0	TAFAKOSTNAÐUR V. HÁMARKSHRAÐA, NÚVIRTUR	KM	1	2 944 879	2 944 879	2 944 879
KOSTNAÐARAUKI VEGNA SLYSA, KR/KM/ÁR	730 000	0	KOSTNAÐARAUKI V. SLYSA, NÚVIRTUR	KM	1	9 636 730	9 636 730	9 636 730
KOSTNAÐARAUKI, AKSTUR Á MÖL, KR/KM/ÁR	1 022 000	0	KOSTNAÐARAUKI V. AKSTURS Á MÖL, NÚVIRTUR	KM	1	13 491 422	13 491 422	13 491 422
		20	HRAKVIRÐI				0	0
							<b>NÚVIRÐI ALLS:</b>	<b>35 674 400</b>
<b>AÐRIR STIKAR:</b>								
				<b>KOSTNAÐARÁGRIP</b>				
REIKNINGSTÍMABIL, ÁR	20						KOSTNAÐUR	
NÚVIRÐISSTUÐULL, SLYSAKOSTNAÐUR	13,201						PR 1 KM VEGAR	
NÚVIRÐISSTUÐULL, TAFAKOSTNAÐUR	13,201		STOFNKOSTNAÐUR				0	0
NÚVIRÐISSTUÐULL, VIÐHALDSKOSTNAÐUR	11,470		TAFAKOSTNAÐUR					3 194 642
NÚVIRÐISST., KOSTN.AUKI V. AKSTURS Á MÖL	13,201		SLYSAKOSTNAÐUR					9 636 730
TAFAKOSTNAÐUR, KR/KLST/MDU	2 200		VIÐHALDSKOSTNAÐUR					9 351 606
TAFIR VEGNA VIÐHALDS, KLST/MDU/ÁR	0,043		KOSTNAÐARAUKI, AKSTUR Á MÖL					13 491 422
TAFIR VEGNA HÁMARKSHRAÐA, KLST/MDU/ÁR	0,507		HRAKVIRÐI					0
KOSTNAÐARAUKI V. SLYSA, KR/EKINN KM	10		NÚVIRÐI ALLS					<b>35 674 400</b>
KOSTNAÐARAUKI, V. AKSTURS Á MÖL, KR/KM	14							
UMFERÐ, MDU	200							
ÁRLEG UMFERÐARUKNING, %	1,6							
VEXTIR, %	6							
<b>ÚTREIKNINGUR Á HRAKVIRÐI:</b>								
VEGURINN HEFUR EKKERT HRAKVIRÐI, ÞAR SEM ÖLL END- ING (STOFN- EÐA VIÐHALDSAÐGERÐA) ER FULLNÝTT Á 20. ÁRI.								
HRAKVIRÐI Á 20. ÁRI, 0 % AF STOFNKOSTNAÐI		0						

## VIÐAUKI MK50A (C7)

### Malarvegi breytt í klæddan veg

#### Helstu forsendur:

1. Klæðing sett á veg með malarslitlagi.
2. Vegtegund: C<sub>7</sub> (klæðing lögð út á axlarbrún).
3. Byrjunarumferð: 50 ÁDU.
4. Engin lagfæring á veglínu.
5. Malarslitlag heflað af, minniháttar lagfæringar á styrktarlagi, burðarlagi bætt við.
6. Nýtt slitlag; K2F 11-16.
7. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
8. Hlutfall þungra bíla af umferð: 10 %.
9. Reikningstímabil: 20 ár.
10. Reiknivextir: 6 %
11. Nánar um forsendur sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldsþörf:

1. Slitlagsgerð: Klæðing K1F 11-16.
2. Endurnýjun slitlags er samkvæmt endingarspá Hauks Jónssonar [Haukur Jónsson 2008], lítið eitt breyttri, sjá kafla 2.2.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna viðhalds:

1. Um útreikninga á töfum vegna breytinga úr malarslitlagi í klæðingu og vegna viðhalds á klæðingu, sjá viðauka III.
2. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl (vegið meðaltal fyrir léttu og þunga bíla).

**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
MALARVEGUR (C7) UPPFÆRÐUR Í KLÆDDAN VEG, 50 ÁDU

		<b>KOSTNAÐARREIKNINGAR</b>						
<b>VERÐLISTI:</b>		ÁR	AÐGERÐ	EINING	MAGN	VERÐ	KOSTNAÐUR	NÚVIRÐI
		0	ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M.	KM	0	0	0	0
ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M., KR/KM	0	0	FASTUR KOSTNAÐUR, HÖNNUN, AÐSTAÐA M. M.	KM	1	736 009	736 009	736 009
FASTUR KOSTNAÐUR, KR/KM	736 009	0	HEFLUN Á UNDIRBYGGINGU	M2	8400	88	739 200	739 200
HEFLUN Á UNDIRBYGGINGU, KR/M2	88	0	STYRKARTARLAGSÍAUKI	M3	615	1 203	739 845	739 845
STYRKARTARLAGSEFNI, KR/M3	1203	0	BURÐARLAG	M3	1118	3 266	3 651 388	3 651 388
BURÐARLAGSEFNI, KR/M3	3266	0	FRÁGANGUR OG GRÆÐSLA	M2	10000	108	1 080 000	1 080 000
FRÁGANGUR OG GRÆÐSLA, KR/M2	108	0	KLÆÐING, K2F11-16	M2	7000	791	5 537 000	5 537 000
VEGMERKING, KR/KM	25 800	0	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	25 800
KLÆÐING, K2F 11-16, KR/M2	791	0	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA FRAMKVÆMDA	KLST	3,6	2200	7 920	7 920
KLÆÐING, K1F 11-16, KR/M2	406	2	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	22 962
TAFAKOSTNAÐUR, KR/KLST	2 200	4	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	20 436
		6	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	18 188
		8	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	16 187
<b>AÐRIR STIKAR:</b>		10	KLÆÐING, K1F11-16	M2	7000	406	2 842 000	1 586 958
UMFERÐ, ÁDU	50	10	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	14 407
ÁRLEG UMFERÐARAUKNING, %	1,6	10	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS	KLST	0,6	2 200	1 418	792
REIKNINGSTÍMABIL, ÁR	20	12	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	12 822
TAFIR VEGNA BREYTINGA, KLST/ÁDU	0,072	14	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	11 411
TAFIR VEGNA VIÐHALDS, KLST/ÁDU	0,011	16	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	10 156
VEXTIR, %	6	18	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	9 039
		20	HRAKVIRÐI				0	0
<b>ÚTREIKNINGUR Á HRAKVIRÐI:</b>						<b>NÚVIRÐI ALLS:</b>		<b>14 240 520</b>
VEGURINN HEFUR EKKERT HRAKVIRÐI, ÞAR SEM ÖLL ENDING (STOFN- EÐA VIÐHALDSADGERÐA) ER FULLNÝTT Á 20. ÁRI.								
				<b>KOSTNAÐARÁGRIP</b>				
<b>HRAKVIRÐI Á 20. ÁRI, 0 % AF STOFNKOSTNAÐI</b>		<b>0</b>				<b>KOSTNAÐUR PR 1 KM VEGAR</b>		
			STOFNKOSTNAÐUR				12 509 242	12 509 242
			TAFAKOSTNAÐUR					8 712
			VIÐHALDSKOSTNAÐUR					1 722 566
			HRAKVIRÐI					0
			NÚVIRÐI ALLS					<b>14 240 520</b>

## VIÐAUKI MK100A (C7)

### Malarvegi breytt í klæddan veg

#### Helstu forsendur:

1. Klæðing sett á veg með malarslitlagi.
2. Vegtegund: C<sub>7</sub> (klæðing lögð út á axlarbrún).
3. Byrjunarumferð: 100 ÁDU.
4. Engin lagfæring á veglínu.
5. Malarslitlag heflað af, minniháttar lagfæringar á styrktarlagi, burðarlagi bætt við.
6. Nýtt slitlag; K2F 11-16.
7. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
8. Hlutfall þungra bíla af umferð: 10 %.
9. Reikningstímabil: 20 ár.
10. Reiknivextir: 6 %
11. Nánar um forsendur sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldsþörf:

1. Slitlagsgerð: Klæðing K1F 11-16.
2. Endurnýjun slitlags er samkvæmt endingarspá Hauks Jónssonar [Haukur Jónsson 2008], lítið eitt breyttri, sjá kafla 2.2.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna viðhalds:

1. Um útreikninga á töfum vegna breytinga úr malarslitlagi í klæðingu og vegna viðhalds á klæðingu, sjá viðauka III.
2. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl (vegið meðaltal fyrir léttu og þunga bíla).

**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
MALARVEGUR (C7) UPPFÆRÐUR Í KLÆDDAN VEG, 100 ÁDU

		<b>KOSTNAÐARREIKNINGAR</b>							
<b>VERÐLISTI:</b>		ÁR	AÐGERÐ	EINING	MAGN	VERÐ	KOSTNAÐUR	NÚVIRÐI	
		0	ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M.	KM	0	0	0	0	
ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M., KR/KM	0	0	FASTUR KOSTNAÐUR, HÖNNUN, AÐSTAÐA M. M.	KM	1	736 009	736 009	736 009	
FASTUR KOSTNAÐUR, KR/KM	736 009	0	HEFLUN Á UNDIRBYGGINGU	M2	8400	88	739 200	739 200	
HEFLUN Á UNDIRBYGGINGU, KR/M2	88	0	STYRKARTARLAGSÍAUKI	M3	615	1 203	739 845	739 845	
STYRKARTARLAGSEFNI, KR/M3	1203	0	BURÐARLAG	M3	1118	3 266	3 651 388	3 651 388	
BURÐARLAGSEFNI, KR/M3	3266	0	FRÁGANGUR OG GRÆÐSLA	M2	10000	108	1 080 000	1 080 000	
FRÁGANGUR OG GRÆÐSLA, KR/M2	108	0	KLÆÐING, K2F11-16	M2	7000	791	5 537 000	5 537 000	
VEGMERKING, KR/KM	25 800	0	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	25 800	
KLÆÐING, K2F 11-16, KR/M2	791	0	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA BREYTINGA	KLST	7,2	2 200	15 840	15 840	
KLÆÐING, K1F 11-16, KR/M2	406	2	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	22 962	
TAFAKOSTNAÐUR, KR/KLST	2 200	4	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	20 436	
		6	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	18 188	
		8	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	16 187	
<b>AÐRIR STIKAR:</b>		10	KLÆÐING, K1F11-16	M2	7000	406	2 842 000	1 586 958	
UMFERÐ, ÁDU	100	10	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	14 407	
ÁRLEG UMFERÐARAUKNING, %	1,6	10	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS	KLST	1,3	2 200	2 836	1 584	
REIKNINGSTÍMABIL, ÁR	20	12	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	12 822	
TAFIR VEGNA BREYTINGA, KLST/ÁDU	0,072	14	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	11 411	
TAFIR VEGNA VIÐHALDS, KLST/ÁDU	0,011	16	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	10 156	
VEXTIR, %	6	18	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	9 039	
		20	HRAKVIRÐI				0	0	
<b>ÚTREIKNINGUR Á HRAKVIRÐI:</b>						<b>NÚVIRÐI ALLS:</b>		<b>14 249 232</b>	
VEGURINN HEFUR EKKERT HRAKVIRÐI, ÞAR SEM ÖLL ENDING (STOFN- EÐA VIÐHALDSAÐGERÐA) ER FULLNÝTT Á 20. ÁRI.									
				<b>KOSTNAÐARÁGRIP</b>					
<b>HRAKVIRÐI Á 20. ÁRI, 0 % AF STOFNKOSTNAÐI</b>		<b>0</b>					<b>KOSTNAÐUR PR 1 KM VEGAR</b>		
			STOFNKOSTNAÐUR				12 509 242	12 509 242	
			TAFAKOSTNAÐUR					17 424	
			VIÐHALDSKOSTNAÐUR					1 722 566	
			HRAKVIRÐI					0	
			NÚVIRÐI ALLS					<b>14 249 232</b>	



## VIÐAUKI MK200A (C7)

### Malarvegi breytt í klæddan veg

#### Helstu forsendur:

1. Klæðing sett á veg með malarslitlagi.
2. Vegtegund: C<sub>7</sub> (klæðing lögð út á axlarbrún).
3. Byrjunarumferð: 200 ÁDU.
4. Engin lagfæring á veglínu.
5. Malarslitlag heflað af, minniháttar lagfæringar á styrktarlagi, burðarlagi bætt við.
6. Nýtt slitlag; K2F 11-16.
7. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
8. Hlutfall þungra bíla af umferð: 10 %.
9. Reikningstímabil: 20 ár.
10. Reiknivextir: 6 %
11. Nánar um forsendur sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldsþörf:

1. Slitlagsgerð: Klæðing K1F 11-16.
2. Endurnýjun slitlags er samkvæmt endingarspá Hauks Jónssonar [Haukur Jónsson 2008], lítið eitt breyttri, sjá kafla 2.2.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna viðhalds:

1. Um útreikninga á töfum vegna breytinga úr malarslitlagi í klæðingu og vegna viðhalds á klæðingu, sjá viðauka III.
2. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl (vegið meðaltal fyrir léttu og þunga bíla).

**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
MALARVEGUR (C7) UPPFÆRÐUR Í KLÆDDAN VEG, 200 ÁDU

		<b>KOSTNAÐARREIKNINGAR</b>						
<b>VERÐLISTI:</b>		ÁR	AÐGERÐ	EINING	MAGN	VERÐ	KOSTNAÐUR	NÚVIRÐI
		0	ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M.	KM	0	0	0	0
ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M., KR/KM	0	0	FASTUR KOSTNAÐUR, HÖNNUN, AÐSTAÐA M. M.	KM	1	736 009	736 009	736 009
FASTUR KOSTNAÐUR, KR/KM	736 009	0	HEFLUN Á UNDIRBYGGINGU	M2	8400	88	739 200	739 200
HEFLUN Á UNDIRBYGGINGU, KR/M2	88	0	STYRKARTARLAGSÍAUKI	M3	615	1 203	739 845	739 845
STYRKARTARLAGSEFNI, KR/M3	1203	0	BURÐARLAG	M3	1118	3 266	3 651 388	3 651 388
BURÐARLAGSEFNI, KR/M3	3266	0	FRÁGANGUR OG GRÆÐSLA	M2	10000	108	1 080 000	1 080 000
FRÁGANGUR OG GRÆÐSLA, KR/M2	108	0	KLÆÐING, K2F11-16	M2	7000	791	5 537 000	5 537 000
VEGMERKING, KR/KM	25 800	0	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	25 800
KLÆÐING, K2F 11-16, KR/M2	791	0	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA BREYTINGA	KLST	14,4	2 200	31 680	31 680
KLÆÐING, K1F 11-16, KR/M2	406	2	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	22 962
TAFAKOSTNAÐUR, KR/KLST	2 200	4	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	20 436
		6	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	18 188
		8	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	16 187
<b>AÐRIR STIKAR:</b>		8	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	16 187
UMFERÐ, ÁDU	200	9	KLÆÐING, K1F11-16	M2	7000	406	2 842 000	1 682 175
ÁRLEG UMFERÐARAUKNING, %	1,6	9	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	15 271
REIKNINGSTÍMABIL, ÁR	20	9	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS	KLST	2,5	2 200	5 583	3 305
TAFIR VEGNA BREYTINGA, KLST/ÁDU	0,072	11	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	13 591
TAFIR VEGNA VIÐHALDS, KLST/ÁDU	0,011	13	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	12 096
VEXTIR, %	6	15	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	10 765
		17	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	9 581
		18	KLÆÐING, K1F11-16	M2	7000	406	2 842 000	995 677
<b>ÚTREIKNINGUR Á HRAKVIRÐI:</b>		18	VEGMERKING	KM	1	25 800	25 800	9 039
STOFNKOSTNAÐUR SÍÐUSTU ENDURNÝJUNAR Á SLITLAGI:		18	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS	KLST	2,9	2 200	6 441	2 256
KLÆÐING, K1F11-16	2 842 000	20	HRAKVIRÐI				-2 286 500	-712 942
ALLS	2 842 000							
ÓNOTUÐ ENDING, 7 ÁR AF 9 EÐA 80 %								
HRAKVIRÐI Á 20. ÁRI, 80 % AF VIÐHALDSKOSTN.	2 273 600							
STOFNKOSTN. SÍÐUSTU ENDURNÝJUNAR Á VEGMERKINGU:								
VEGMERKING	25 800							
ALLS	25 800							
ÓNOTUÐ ENDING, 1 ÁR AF 2, EÐA 50 %								
HRAKVIRÐI Á 20. ÁRI, 50 % AF VIÐHALDSKOSTN.	12 900		STOFNKOSTNAÐUR				12 509 242	12 509 242
HRAKVIRÐI ALLS	2 286 500		TAFAKOSTNAÐUR					37 241
			VIÐHALDSKOSTNAÐUR					2 825 969
			HRAKVIRÐI					-712 942
			NÚVIRÐI ALLS					14 659 511

## VIÐAUKI KE2000A (C8)

### Klæddur vegur í notkun

#### Helstu forsendur:

1. Vegur í notkun með klæðingu.
2. Vegtegund: C<sub>8</sub> (klæðing lögð út á axlarbrún).
3. Byrjunarumferð: 2000 ÁDU.
4. Engin lagfæring á veglínu.
5. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
6. Hlutfall þungra bíla af umferð: 10 %.
7. Reikningstímabil: 20 ár.
8. Reiknivextir: 6 %
9. Nánar um forsendur, sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldspörf:

1. Slitlagsgerð: Klæðing K1F 11-16.
2. Endurnýjun slitlags er samkvæmt endingarspá Hauks Jónssonar [Haukur Jónsson 2008], lítið eitt breyttri, sjá kafla 2.2.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna viðhalds:

1. Um útreikninga á töfum vegna hjólfarafyllingar, nýlagnar klæðingar og viðhalds á klæðingu, sjá viðauka III.
2. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl (vegið meðaltal fyrir léttu og þunga bíla).

# PRÓUN HJÓLFARA OG VIÐHALDSÁÆTLUN

KLÆDDUR VEGUR Í NOTKUN, C8, 2000 ÁDU

FORSENDUR, SJÁ VIÐAUKA KE2000A (C8)

FORSENDUR:									
UMFERÐ Á OPUNARÁRI					UMFERÐ	2000			
STUÐULL FYRIR ÁRLEGA UMFERÐARAUKNINGU					UMAUKN	1,016			
JAFNGILDISHLUTFALL					NAGLHLF	0,20			
SLITLAG					SLITLAG	K1F 11-16			
SLITTALA, SPS					SLITTALA	53			
SLITSTUÐULL, MM PR. SPS PR. JAFNGILDI					SLITSTUÐ	0,1			
AUKAHJÓLFÖR Á 1. ÁRI EFTIR ÚTLÖGN, MM					BHJÓLF	3,0			
PRÓUN HJÓLFARA:									
ALDUR	UMFERÐ	HJÓLFÖR	UPPSFN.						
SLITLAGS	ÁDU	V. SLITS	HJÓLFÖR	ADGERÐ					
0	2000	0,00	0	HJÓLFARAFYLLING, KLÆÐINGARYFIRLAG Á AKBRAUT OG AXLIR					
1	2032	0,77	4						
2	2065	0,79	5						
3	2098	0,80	5						
4	2131	0,81	6						
5	2165	0,82	7	KLÆÐING ENDURNÝJUÐ Á AKBRAUT					
6	2200	0,84	8						
7	2235	0,85	9						
8	2271	0,86	10						
9	2307	0,88	10						
10	2344	0,89	11	KLÆÐING ENDURNÝJUÐ Á AKBRAUT OG ÖXLUM					
11	2382	0,91	12						
12	2420	0,92	13						
13	2458	0,94	14						
14	2498	0,95	15						
15	2538	0,97	16	KLÆÐING ENDURNÝJUÐ Á AKBRAUT					
16	2578	0,98	17						
17	2620	1,00	18						
18	2661	1,01	19						
19	2704	1,03	20						
20	2747	1,05	21	HJÓLFARAFYLLING, KLÆÐING ENDURNÝJUÐ Á AKBRAUT OG ÖXLUM					
HRAKVIRÐISÁÆTLUN:									
HJÓLFARAFYLLING ÁSAMT ENDURNÝJUN KLÆÐINGAR Á AKBRAUT OG ÖXLUM KEMUR Á SÍÐASTA NOTKUNARÁR									
OG HAFA ÞAR AF LEIÐANDI EKKERT HRAKVIRÐI.									

# NÚVIRÐISREIKNINGAR

## KLÆDDUR VEGUR Í NOTKUN, C8, 2000 ÁDU

<b>VERÐLISTI:</b>		<b>KOSTNAÐARREIKNINGAR</b>						
		ÁR	AÐGERÐ	EINING	MAGN	VERÐ	KOSTNAÐUR	NÚVIRÐI
		0	ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M.	KM	0	0	0	0
ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M., KR/KM	0	0	HJÓLFARAFYLLING, K1F 8-11, 3,6 M BREIDD	M2	3600	406	1 461 600	1 461 600
HJÓLFARAFYLLING, K1F 8-11, KR/M2	406	0	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA HJÓLFARAFYLLINGAR	KLST	22,0	2 200	48 400	48 400
KLÆÐING, YFIRLÖGN, K1F 11-16, KR/M2	333	0	KLÆÐING Á AKBRAUT, K1F 11-16	M2	8000	333	2 664 000	2 664 000
TAFAKOSTNAÐUR, KR/KLST	2 200	0	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA KLÆÐINGARLAGNAR	KLST	22,0	2 200	48 400	48 400
		5	KLÆÐING, K1F 11-16	M2	7000	333	2 331 000	1 741 859
<b>AÐRIR STIKAR:</b>		5	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS	KLST	23,8	2 200	52 398	39 155
UMFERÐ, ÁDU	2000	10	KLÆÐING, K1F 11-16	M2	8000	333	2 664 000	1 487 564
ÁRLEG UMFERÐARAUKNING, %	1,6	10	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS	KLST	25,8	2 200	56 726	31 676
REIKNINGSTÍMABIL, ÁR	20	15	KLÆÐING, K1F 11-16	M2	7000	333	2 331 000	972 645
TAFIR VEGNA HJÓLFARAF. M. KL., KLST/ÁDU	0,011	15	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS	KLST	27,9	2 200	61 412	25 625
TAFIR VEGNA VIÐHALDS, KLST/ÁDU	0,011	20	HRAKVIRÐI				0	0
VEXTIR, %	6						<b>NÚVIRÐI ALLS:</b>	<b>8 520 923</b>
<b>ÚTREIKNINGUR Á HRAKVIRÐI:</b>							<b>KOSTNAÐARÁGRIP</b>	
VEGURINN HEFUR EKKERT HRAKVIRÐI ÞAR SEM ÖLL END- ING (STOFN- EÐA VIÐHALDSAÐGERÐA) ER FULLNÝTT Á 20.							KOSTNAÐUR PR 1 KM VEGAR	
ÁRI			STOFNKOSTNAÐUR				4 125 600	4 125 600
			TAFAKOSTNAÐUR					193 255
<i>HRAKVIRÐI Á 20. ÁRI, 0 % AF STOFNKOSTNAÐI</i>	0		VIÐHALDSKOSTNAÐUR					4 202 067
			HRAKVIRÐI					0
			NÚVIRÐI ALLS					<b>8 520 923</b>

## VIÐAUKI KE3000A (C10)

### Klæddur vegur í notkun

#### Helstu forsendur:

1. Vegur í notkun með klæðingu.
2. Vegtegund: C<sub>10</sub> (klæðing lögð út á axlarbrún).
3. Byrjunarumferð: 3000 ÁDU.
4. Engin lagfæring á veglínu.
5. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
6. Hlutfall þungra bíla af umferð: 10 %.
7. Reikningstímabil: 20 ár.
8. Reiknivextir: 6 %
9. Nánar um forsendur, sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldspörf:

1. Slitlagsgerð: Klæðing K1F 11-16.
2. Endurnýjun slitlags er samkvæmt endingarspá Hauks Jónssonar [Haukur Jónsson 2008], lítið eitt breyttri, sjá kafla 2.2.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna viðhalds:

1. Um útreikninga á töfum vegna hjólfarafyllingar, nýlagnar klæðingar og viðhalds á klæðingu, sjá viðauka III.
2. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl (vegið meðaltal fyrir léttu og þunga bíla).

# PRÓUN HJÓLFARA OG VIÐHALDSÁÆTLUN

KLÆDDUR VEGUR Í NOTKUN, C10, 3000 ÁDU

FORSENDUR, SJÁ VIÐAUKA KE3000A

FORSENDUR:										
UMFERÐ Á OPUNARÁRI					UMFERÐ	3000				
STUÐULL FYRIR ÁRLEGA UMFERÐARAUKNINGU					UMAUKN	1,016				
JAFNGILDISHLUTFALL					NAGLHLF	0,20				
SLITLAG					SLITLAG	K1F 11-16				
SLITTALA, SPS					SLITTALA	53				
SLITSTUÐULL, MM PR. SPS PR. JAFNGILDI					SLITSTUÐ	0,1				
AUKAHJÓLFÖR Á 1. ÁRI EFTIR ÚTLÖGN, MM					BHJÓLF	3,0				
PRÓUN HJÓLFARA:										
ALDUR	UMFERÐ	HJÓLFÖR	UPPSFN.							
SLITLAGS	ÁDU	V. SLITS	HJÓLFÖR	ADGERÐ						
0	3000	0,00	0	HJÓLFARAFYLLING, KLÆÐINGARYFIRLAG Á AKBRAUT OG AXLIR						
1	3048	1,16	4							
2	3097	1,18	5							
3	3146	1,20	7	KLÆÐING ENDURNÝJUD Á AKBRAUT						
4	3197	1,22	8							
5	3248	1,24	9							
6	3300	1,26	10	KLÆÐING ENDURNÝJUD Á AKBRAUT OG ÖXLUM						
7	3353	1,28	12							
8	3406	1,30	13							
9	3461	1,32	14	KLÆÐING ENDURNÝJUD Á AKBRAUT						
10	3516	1,34	15							
11	3572	1,36	17							
12	3629	1,38	18	HJÓLFARAFYLLING, KLÆÐING ENDURNÝJUD Á AKBRAUT OG ÖXLUM						
13	3688	1,40	4							
14	3747	1,43	6							
15	3807	1,45	7	KLÆÐING ENDURNÝJUD Á AKBRAUT						
16	3867	1,47	9							
17	3929	1,50	10							
18	3992	1,52	12	KLÆÐING ENDURNÝJUD Á AKBRAUT OG ÖXLUM						
19	4056	1,54	13							
20	4121	1,57	15							
HRAKVIRÐISÁÆTLUN:										
ALDUR	UMFERÐ	HJÓLFÖR	UPPSFN.							
SLITLAGS	ÁDU	V. SLITS	HJÓLFÖR	ADGERÐ						
21	4187	1,59	16	KLÆÐING ENDURNÝJUD Á AKBRAUT						
22	4254	1,62	18							
23	4322	1,65	20							
24	4391	1,67	21	HJÓLFARAFYLLING, KLÆÐING ENDURNÝJUD Á AKBRAUT OG ÖXLUM						
ÓNOTUÐ ENDING Á KLÆÐINGU Á AKBRAUT ER 1 ÁR EÐA 35 % AF ENDINGARTÍMABILINU.										
ÓNOTUÐ ENDING Á KLÆÐINGU Á ÖXLUM ER 4 ÁR EÐA 65 % AF ENDINGARTÍMABILINU.										
ÓNOTUÐ ENDING HJÓLFARAFYLLINGAR ER 4 ÁR EÐA 35 % AF ENDINGARTÍMABILINU.										





**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
 KLÆDDUR VEGUR Í NOTKUN, C10, 3000 ÁDU

							KOSTNAÐUR	
							PR 1 KM VEGAR	
			STOFNKOSTNAÐUR				4 791 600	4 791 600
			TAFAKOSTNAÐUR					680 972
			VIÐHALDSKOSTNAÐUR					10 204 955
			HRAKVIRÐI					-616 363
			NÚVIRÐI ALLS					<b>15 061 163</b>

## VIÐAUKI KE5000A (C10)

### Klæddur vegur í notkun

#### Helstu forsendur:

1. Vegur í notkun með klæðingu.
2. Vegtegund: C<sub>10</sub> (klæðing lögð út á axlarbrún).
3. Byrjunarumferð: 5000 ÁDU.
4. Engin lagfæring á veglínu.
5. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
6. Hlutfall þungra bíla af umferð: 10 %.
7. Reikningstímabil: 20 ár.
8. Reiknivextir: 6 %
9. Nánar um forsendur, sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldspörf:

1. Slitlagsgerð: Klæðing K1F 11-16.
2. Endurnýjun slitlags er samkvæmt endingarspá Hauks Jónssonar [Haukur Jónsson 2008], lítið eitt breyttri, sjá kafla 2.2.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna viðhalds:

1. Um útreikninga á töfum vegna hjólfarafyllingar, nýlagnar klæðingar og viðhalds á klæðingu, sjá viðauka III.
2. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl (vegið meðaltal fyrir léttu og þunga bíla).

# ÞRÓUN HJÓLFARA OG VIÐHALDSÁÆTLUN

KLÆDDUR VEGUR Í NOTKUN, C10, 5000 ÁDU

FORSENDUR, SJÁ VIÐAUKA KE5000A (C10)

FORSENDUR:									
UMFERÐ Á OPNUNARÁRI					UMFERÐ	5000			
STUÐULL FYRIR ÁRLEGA UMFERÐARAUKNINGU					UMAUKN	1,016			
JAFNGILDISHLUTFALL					NAGLHLF	0,20			
SLITLAG					SLITLAG	K1F 11-16			
SLITTALA, SPS					SLITTALA	53			
SLITSTUÐULL, MM PR. SPS PR. JAFNGILDI					SLITSTUÐ	0,1			
AUKAHJÓLFÖR Á 1. ÁRI EFTIR ÚTLÖGN, MM					BHJÓLF	3,0			
<b>ÞRÓUN HJÓLFARA:</b>									
ALDUR	UMFERÐ	HJÓLFÖR	UPPSFN.						
SLITLAGS	ÁDU	V. SLITS	HJÓLFÖR	AÐGERÐ					
0	5000	0,00	0	HJÓLFARAFYLLING, KLÆÐINGARYFIRLAG Á AKBRAUT OG AXLIR					
1	5080	1,93	5						
2	5161	1,97	7	KLÆÐING ENDURNÝJUÐ Á AKBRAUT					
3	5244	2,00	9						
4	5328	2,03	11	KLÆÐING ENDURNÝJUÐ Á AKBRAUT OG ÖXLUM					
5	5413	2,06	13						
6	5500	2,09	15	KLÆÐING ENDURNÝJUÐ Á AKBRAUT					
7	5588	2,13	17						
8	5677	2,16	19	HJÓLFARAFYLLING, KLÆÐING ENDURNÝJUÐ Á AKBRAUT OG ÖXLUM					
9	5768	2,20	5						
10	5860	2,23	7	KLÆÐING ENDURNÝJUÐ Á AKBRAUT					
11	5954	2,27	10						
12	6049	2,30	12	KLÆÐING ENDURNÝJUÐ Á AKBRAUT OG ÖXLUM					
13	6146	2,34	14						
14	6244	2,38	17	KLÆÐING ENDURNÝJUÐ Á AKBRAUT					
15	6344	2,42	19						
16	6446	2,45	22	HJÓLFARAFYLLING, KLÆÐING ENDURNÝJUÐ Á AKBRAUT OG ÖXLUM					
17	6549	2,49	5						
18	6654	2,53	8	KLÆÐING ENDURNÝJUÐ Á AKBRAUT					
19	6760	2,57	11						
20	6868	2,62	13	KLÆÐING ENDURNÝJUÐ Á AKBRAUT OG ÖXLUM					
<b>HRAKVIRÐISÁÆTLUN:</b>									
ALDUR	UMFERÐ	HJÓLFÖR	UPPSFN.						
SLITLAGS	ÁDU	V. SLITS	HJÓLFÖR	AÐGERÐ					
21	6978	2,66	16						
22	7090	2,70	19	KLÆÐING ENDURNÝJUÐ Á AKBRAUT					
23	7203	2,74	21						
24	7318	2,79	24	HJÓLFARAFYLLING, KLÆÐING ENDURNÝJUÐ Á AKBRAUT OG ÖXLUM					
ENDURNÝJUN KLÆÐINGAR Á AKBRAUT KEMUR Á SÍÐASTA NOTKUNARÁR OG HEFUR ÞAR AF LEIÐANDI EKKERT HRAKVIRÐI.									
ENDURNÝJUN KLÆÐINGAR Á ÖXLUM KEMUR Á SÍÐASTA NOTKUNARÁR OG HEFUR ÞAR AF LEIÐANDI EKKERT HRAKVIRÐI.									
ÓNOTUÐ ENDING HJÓLFARAFYLLINGAR ER 4 ÁR EÐA 50%.									

**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
**KLÆDDUR VEGUR Í NOTKUN, C10, 5000 ÁDU**

		<b>KOSTNAÐARREIKNINGAR</b>						
<b>VERÐLISTI:</b>		ÁR	ADGERÐ	EINING	MAGN	VERÐ	KOSTNAÐUR	NÚVIRÐI
		0	ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M.	KM	0	0	0	0
ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M., KR/KM	0	0	HJÓLFARAFYLLING, K1F 8-11, 3,6 M BREIDD	M2	3600	406	1 461 600	1 461 600
HJÓLFARAFYLLING, K1F 8-11, KR/M2	406	0	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA HJÓLFARAFYLLINGAR	KLST	55,0	2 200	121 000	121 000
KLÆÐING, YFIRLÖGN, K1F 11-16, KR/M2	333	0	KLÆÐING Á AKBRAUT, K1F 11-16	M2	7000	333	2 331 000	2 331 000
TAFAKOSTNAÐUR, KR/KLST	2 200	0	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA KLÆÐINGARLAGNAR	KLST	55,0	2 200	121 000	121 000
		0	KLÆÐING Á AXLIR, K1F 11-16	M2	3000	333	999 000	999 000
<b>AÐRIR STIKAR:</b>		0	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA KLÆÐINGAR Á AXLIR	KLST	55,0	2 200	121 000	121 000
UMFERÐ, ÁDU	5000	2	KLÆÐING Á AKBRAUT, K1F11-16	M2	7000	333	2 331 000	2 074 582
ÁRLEG UMFERÐARUKNING, %	1,6	2	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS Á AKBRAUT	KLST	56,8	2 200	124 903	111 163
REIKNINGSTÍMABIL, ÁR	20	4	KLÆÐING Á AKBRAUT, K1F 11-16	M2	7000	333	2 331 000	1 846 370
TAFIR VEGNA HJÓLFARAF. M. KL., KLST/ÁDU	0,011	4	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS Á AKBRAUT	KLST	58,6	2200	128 932	102 126
TAFIR VEGNA VIÐHALDS, KLST/ÁDU	0,011	4	KLÆÐING Á AXLIR, K1F 11-16	M2	3000	333	999 000	791 302
VEXTIR, %	6	4	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS Á ÖXLUM	KLST	58,6	2 200	128 932	102 126
		6	KLÆÐING Á AKBRAUT, K1F11-16	M2	7000	333	2 331 000	1 643 263
		6	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS Á AKBRAUT	KLST	60,5	2 200	133 091	93 824
<b>ÚTREIKNINGUR Á HRAKVIRÐI:</b>		8	HJÓLFARAFYLLING, K1F 8-11, 3,6 M BREIDD	M2	3600	406	1 461 600	917 026
STOFNKOSTNAÐUR SÍÐUSTU ENDURNÝJUNAR Á:		8	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA HJÓLFARAFYLLINGAR	KLST	62,4	2 200	137 384	86 196
KLÆÐINGU Á AKBRAUT	2 331 000	8	KLÆÐING Á AKBRAUT, K1F 11-16	M2	7000	333	2 331 000	1 462 498
HRAKVIRÐI, 0 % AF STOFNKOSTNAÐI	0	8	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS Á AKBRAUT	KLST	62,4	2200	137 384	86 196
KLÆÐINGU Á ÖXLUM	999 000	8	KLÆÐING Á AXLIR, K1F 11-16	M2	3000	333	999 000	626 785
HRAKVIRÐI, 0 % AF STOFNKOSTNAÐI	0	8	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS Á ÖXLUM	KLST	62,4	2 200	137 384	86 196
HJÓLFARAFYLLINGU	1 461 600	10	KLÆÐING Á AKBRAUT, K1F11-16	M2	7000	333	2 331 000	1 301 618
HRAKVIRÐI, 50 % AF STOFNKOSTNAÐI	730 800	10	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS Á AKBRAUT	KLST	64,5	2 200	141 815	79 189
HRAKVIRÐI ALLS Á 20. ÁRI	730 800	12	KLÆÐING Á AKBRAUT, K1F 11-16	M2	7000	333	2 331 000	1 158 436
		12	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS Á AKBRAUT	KLST	66,5	2 200	146 389	72 751
		12	KLÆÐING Á AXLIR, K1F 11-16	M2	3000	333	999 000	496 472
		12	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS Á ÖXLUM	KLST	66,5	2 200	146 389	72 751
		14	KLÆÐING Á AKBRAUT, K1F11-16	M2	7000	333	2 331 000	1 031 004
		14	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS Á AKBRAUT	KLST	68,7	2 200	151 111	66 837
		16	HJÓLFARAFYLLING, K1F 8-11, 3,6 M BREIDD	M2	3600	406	1 461 600	575 353
		16	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA HJÓLFARAFYLLINGAR	KLST	70,9	2 200	155 986	61 403
		16	KLÆÐING Á AKBRAUT, K1F 11-16	M2	7000	333	2 331 000	917 589
		16	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS Á AKBRAUT	KLST	70,9	2 200	155 986	61 403
		16	KLÆÐING Á AXLIR, K1F 11-16	M2	3000	333	999 000	393 253
		16	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS Á ÖXLUM	KLST	70,9	2 200	155 986	61 403
		18	KLÆÐING Á AKBRAUT, K1F11-16	M2	7000	333	2 331 000	816 651
		18	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS Á AKBRAUT	KLST	73,2	2 200	161 017	56 411

**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
 KLÆDDUR VEGUR Í NOTKUN, C10, 5000 ÁDU

		20	HRAKVIRÐI				-730 800	-227 867	
						<b>NÚVIRÐI ALLS:</b>		<b>22 178 912</b>	
			<b>KOSTNAÐARÁGRIP</b>						
							KOSTNAÐUR		
							PR 1 KM VEGAR		
			STOFNKOSTNAÐUR				4 791 600	4 791 600	
			TAFAKOSTNAÐUR					1 562 976	
			VIÐHALDSKOSTNAÐUR					16 052 202	
			HRAKVIRÐI					-227 867	
			<b>NÚVIRÐI ALLS</b>					<b>22 178 912</b>	

## VIÐAUKI KB2000A (C8)

### Klæddum vegi breytt í malbikaðan veg

#### Helstu forsendur:

1. Malbik lagt á veg með klæðingarslitlagi.
2. Vegtegund: C<sub>8</sub>.
3. Byrjunarumferð: 2000 ÁDU.
4. Engin lagfæring á veglínu.
5. Hjólför í klæðingu eru fyllt með flotmalbiki áður en slitlagsmalbik er lagt.
6. Slitlagsmalbik er SL16 með kvarnartölu 10 (53 SPS við 90 km/klst).
7. Slitlagsmalbik er lagt út á axlarbrún.
8. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
9. Hlutfall þungra bíla af umferð: 10 %.
10. Reikningstímabil: 20 ár.
11. Reiknivextir: 6 %
12. Nánar um forsendur sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldspörf:

1. Slitlag er endurnýjað þegar annað af tvennu gerist og hvort sem verður fyrr; hjólför hafa náð 25 mm eða slitlagið er orðið 15 ára. Fyrstu tvö skiptin er slitlagið endurnýjað með endurlögn (repave), en þriðja hvert skipti með hjólfarafyllingu og yfirlögn.
2. Þróun hjólfara er reiknuð samkvæmt slitlíkani með hliðsjón af kvarnartölu steinefnis, malbiksgerð og umferðarhraða.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna viðhalds:

1. Um útreikninga á töfum vegna hjólfarafyllingar, nýlagnar malbiks og viðhalds á því, sjá viðauka III.
2. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl, (vegið meðaltal fyrir léttu og fyrir þunga bíla).

# ÞRÓUN HJÓLFARA OG VIÐHALDSÁÆTLUN

KLÆDDUR VEGUR UPPFÆRÐUR Í MALBIKAÐAN VEG  
FORSENDUR, SJÁ VIÐAUKA KB2000A (C8)

FORSENDUR:									
UMFERÐ Á OPUNARÁRI					UMFERÐ	2000			
STUÐULL FYRIR ÁRLEGA UMFERÐARAUKNINGU					UMAUKN	1,016			
JAFNGILDISHLUTFALL					NAGLHLF	0,20			
SLITLAG					SLITLAG	SL16			
SLITTALA, SPS					SLITTALA	53			
SLITSTUÐULL, MM PR. SPS PR. JAFNGILDI					SLITSTUÐ	0,1			
AUKAHJÓLFÖR Á 1. ÁRI EFTIR ÚTLÖGN, MM					BHJÓLF	3,0			
ÞRÓUN HJÓLFARA:									
ALDUR	UMFERÐ	HJÓLFÖR	UPPSFN.						
SLITLAGS	ÁDU	V. SLITS	HJÓLFÖR	ADGERÐ					
0	2000	0,00	0	HJÓLFARAFYLLING, MALBIKSYFIRLAG					
1	2032	0,77	4						
2	2065	0,79	5						
3	2098	0,80	5						
4	2131	0,81	6						
5	2165	0,82	7						
6	2200	0,84	8						
7	2235	0,85	9						
8	2271	0,86	10						
9	2307	0,88	10						
10	2344	0,89	11						
11	2382	0,91	12						
12	2420	0,92	13						
13	2458	0,94	14						
14	2498	0,95	15						
15	2538	0,97	16	SLITLAG ENDURLAGT					
16	2578	0,98	4						
17	2620	1,00	5						
18	2661	1,01	6						
19	2704	1,03	7						
20	2747	1,05	8						
HRAKVIRÐISÁÆTLUN:									
ALDUR	UMFERÐ	HJÓLFÖR	UPPSFN.						
SLITLAGS	ÁDU	V. SLITS	HJÓLFÖR	ADGERÐ					
21	2850	1,08	9						
22	2898	1,10	10						
23	2947	1,12	11						
24	2997	1,14	13						
25	3048	1,16	14						
26	3100	1,18	15						
27	3153	1,20	16						
28	3206	1,22	17						
29	3261	1,24	19						
30	3316	1,26	20	SLITLAG ENDURLAGT					
ÓNOTUÐ ENDING SLITLAGSINS ER 10 ÁR AF 15, EÐA 65 %.									
HRAKVIRÐI SLITLAGSINS ER METIÐ Á 65 % AF KOSTNAÐI VIÐ SÍÐUSTU YFIRLÖGN.									

**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
**KLÆDDUR VEGUR UPPFÆRÐUR Í MALBIKAÐAN VEG**  
**FORSENDUR, SJÁ VIÐAUKA KB2000A (C8)**

		<b>KOSTNAÐARREIKNINGAR</b>						
<b>VERÐLISTI</b>		ÁR	AÐGERÐ /EFNI	EINING	MAGN	VERÐ	KOSTNAÐUR	NÚVIRÐI
HJÓLFARAFYLLING, RALUMAC; KR/M VEGAR	3628	0	ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M.	KM	0	0	0	0
SLITLAG, SL16, 100 KG/M2; KR/M2	2358	0	HJÓLFARAFYLLING, RALUMAC	LM	1000	3628	3 628 000	3 628 000
ENDURLÖGN SL16, KR/M2	2047	0	SLITLAG, SL 16	M2	8000	2358	18 864 000	18 864 000
TAFAKOSTNAÐUR, KR/KLST	2 200	0	TAFAKOST. V. HJÓLFARAFYLLINGAR	KLST	4	2200	8 800	8 800
VEXTIR, %	6,0	0	TAFAKOST. V. MALBIKUNAR	KLST	78	2200	171 600	171 600
		15	ENDURLÖGN Á SLITLAGI	M2	8000	2047	16 376 000	6 833 133
		15	TAFAKOSTNAÐUR VEGNA VIÐHALDS	KLST	30	2200	66 995	27 954
		20	HRAKVIRÐI				-10 644 400	-3 318 974
							<b>NÚVIRÐI ALLS:</b>	<b>26 214 513</b>
<b>AÐRIR STIKAR</b>		<b>KOSTNAÐARÁGRIP</b>						
UMFERÐ, ÁDU	2000						KOSTNAÐUR	
ÁRLEG UMFERÐARUKNING, %	1,6						PR 1 KM VEGAR	
REIKNINGSTÍMABIL, ÁR	20		STOFNKOSTNAÐUR				22 492 000	22 492 000
TAFIR V. MALBIKUNAR, KLST/ÁDU	0,039		TAFAKOSTNAÐUR					208 354
TAFIR V. ENDURLAGNAR, KLST/ÁDU	0,012		VIÐHALDSKOSTNAÐUR					6 833 133
TAFIR V. HJÓLFARAFYLLINGAR, KLST/ÁDU	0,002		HRAKVIRÐI					-3 318 974
			NÚVIRÐI ALLS					<b>26 214 513</b>
<b>ÚTREIKNINGUR Á HRAKVIRÐI:</b>								
<b>STOFNKOSTNAÐUR SÍÐASTA VIÐHALDS Á SLITLAGI:</b>								
ENDURLÖGN Á SLITLAGI	16 376 000							
ALLS	16 376 000							
HRAKVIRÐI, 65 % AF STOFNKOSTNAÐI	10 644 400							
<b>SAMANLAGT HRAKVIRÐI Á 20. ÁRI</b>	<b>10 644 400</b>							



## VIÐAUKI KB3000A (C10)

### Klæddum vegi breytt í malbikaðan veg

#### Helstu forsendur:

1. Malbik lagt á veg með klæðingarslitlagi.
2. Vegtegund: C<sub>10</sub>.
3. Byrjunarumferð: 3000 ÁDU.
4. Engin lagfæring á veglínu.
5. Hjólför í klæðingu eru fyllt með flotmalbiki áður en slitlagsmalbik er lagt.
6. Slitlagsmalbik er SL16 með kvarnartölu 10 (53 SPS við 90 km/klst).
7. Slitlagsmalbik er lagt 0,75 m út fyrir akbraut (þ e. á hálfa axlarbreidd). Hinn helmingur axlarinnar er klæddur.
8. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
9. Hlutfall þungra bíla af umferð: 10 %.
10. Reikningstímabil: 20 ár.
11. Reiknivextir: 6 %
12. Nánar um forsendur sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldspörf:

1. Slitlag er endurnýjað þegar annað af tvennu gerist og hvort sem verður fyrir; hjólför hafa náð 25 mm eða slitlagið er orðið 15 ára. Fyrstu tvö skiptin er slitlagið endurnýjað með endurlögn (repave), en þriðja hvert skipti með hjólfarafyllingu og yfirlögn.
2. Þróun hjólfara er reiknuð samkvæmt slitlíkani með hliðsjón af kvarnartölu steinefnis, malbiksgerð og umferðarhraða.
3. Klæðing á öxlum er endurnýjuð með K1F 8-11 í annað hvert skipti sem slitlag er endurnýjað, þó ekki sjaldnar en á 10 ára fresti.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna viðhalds:

1. Um útreikninga á töfum vegna hjólfarafyllingar, nýlagnar malbiks og viðhalds á því, hækkunar á öxlum, klæðingar á þeim og viðhalds á henni, sjá viðauka III.
2. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl, (vegið meðaltal fyrir léttu og fyrir þunga bíla).

# PRÓUN HJÓLFARA OG VIÐHALDSÁÆTLUN

KLÆDDUR VEGUR UPPFÆRÐUR Í MALBIKAÐAN VEG  
FORSENDUR, SJÁ VIÐAUKA KB3000A (C10)

FORSENDUR:									
UMFERÐ Á OPNUNARÁRI				UMFERÐ	3000				
STUÐULL FYRIR ÁRLEGA UMFERÐARAUKNINGU				UMAUKN	1,016				
JAFNGILDISHLUTFALL				NAGLHLF	0,20				
SLITLAG				SLITLAG	SL16				
SLITTALA, SPS				SLITTALA	53				
SLITSTUÐULL, MM PR. SPS PR. JAFNGILDI				SLITSTUÐ	0,1				
AUKAHJÓLFÖR Á 1. ÁRI EFTIR ÚTLÖGN, MM				BHJÓLF	3,0				
PRÓUN HJÓLFARA:									
ALDUR	UMFERÐ	HJÓLFÖR	UPPSFN.						
SLITLAGS	ÁDU	V. SLITS	HJÓLFÖR	ADGERÐ					
0	3000	0,00	0	HJÓLFARAFYLLING, MALBIKSYFIRLAG, AXLIR KLÆDDAR					
1	3048	1,16	4						
2	3097	1,18	5						
3	3146	1,20	7						
4	3197	1,22	8						
5	3248	1,24	9						
6	3300	1,26	10						
7	3353	1,28	12						
8	3406	1,30	13						
9	3461	1,32	14						
10	3516	1,34	15	AXLIR KLÆDDAR					
11	3572	1,36	17						
12	3629	1,38	18						
13	3688	1,40	20						
14	3747	1,43	21						
15	3807	1,45	23	SLITLAG ENDURLAGT					
16	3867	1,47	4						
17	3929	1,50	6						
18	3992	1,52	7						
19	4056	1,54	9						
20	4121	1,57	11	AXLIR KLÆDDAR					
HRAKVIRÐISÁÆTLUN:									
ALDUR	UMFERÐ	HJÓLFÖR	UPPSFN.						
SLITLAGS	ÁDU	V. SLITS	HJÓLFÖR	ADGERÐ					
21	4187	1,59	12						
22	4254	1,62	14						
23	4322	1,65	15						
24	4391	1,67	17						
25	4461	1,70	19						
26	4533	1,73	21						
27	4605	1,75	22						
28	4679	1,78	24						
29	4754	1,81	26	SLITLAG ENDURLAGT					
ÓNOTUÐ ENDING SLITLAGSINS ER 9 ÁR AF 19, EÐA 45 %.									
HRAKVIRÐI SLITLAGSINS ER METIÐ Á 45 % AF KOSTNAÐI VIÐ SÍÐUSTU ENDURNÝJUN.									
ENDURNÝJUN KLÆÐINGAR Á ÖXLUM KEMUR Á SÍÐASTA NOTKUNARÁR									
OG HEFUR ÞAR AF LEIÐANDI EKKERT HRAKVIRÐI.									

**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
**KLÆDDUR VEGUR UPPFÆRÐUR Í MALBIKAÐAN VEG**  
**FORSENDUR, SJÁ VIÐAUKA KB3000A (C10)**

		<b>KOSTNAÐARREIKNINGAR</b>						
<b>VERÐLISTI</b>		ÁR	AÐGERÐ /EFNI	EINING	MAGN	VERÐ	KOSTNAÐUR	NÚVIRÐI
HJÓLFARAFYLLING, RALUMAC; KR/M VEGAR	3628	0	ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M.	KM	0	0	0	0
SLITLAG, SL16, 100 KG/M2; KR/M2	2358	0	HJÓLFARAFYLLING, RALUMAC	LM	1000	3628	3 628 000	3 628 000
KALDBL. MALBIK Á AXLIR, KR/M2	905	0	SLITLAG, SL 16	M2	8500	2358	20 043 000	20 043 000
KLÆÐING Á AXLIR, KR/M2	333	0	HÆKKUN Á ÖXLUM	M2	1500	905	1 357 500	1 357 500
ENDURLÖGN SL16, KR/M2	2047	0	KLÆÐING Á AXLIR	M2	1500	333	499 500	499 500
TAFAKOSTNAÐUR, KR/KLST	2 200	0	TAFAKOST. V. HJÓLFARAFYLLINGAR	KLST	6	2200	13 200	13 200
VEXTIR, %	6,0	0	TAFAKOST. V. MALBIKUNAR	KLST	117	2200	257 400	257 400
		0	TAFAKOST. V. HÆKKUNAR Á ÖXLUM	KLST	12	2200	26 400	26 400
		0	TAFAKOST. V. KLÆÐINGAR Á ÖXLUM	KLST	33	2200	72 600	72 600
		10	ENDURNÝJUN KLÆÐINGAR Á ÖXLUM	M2	1500	333	499 500	278 918
		10	TAFAKOST. V. VIÐHALDS Á ÖXLUM	KLST	39	2200	85 089	47 513
<b>AÐRIR STIKAR</b>		15	ENDURLÖGN Á SLITLAGI	M2	8500	2047	17 399 500	7 260 203
UMFERÐ, ÁDU	3000	15	TAFAKOST. V. VIÐHALDS Á SLITLAGI	KLST	46	2200	100 492	41 932
ÁRLEG UMFERÐARUKNING, %	1,6	20	HRAKVIRÐI				-7 829 775	-2 441 361
REIKNINGSTÍMABIL, ÁR	20					<b>NÚVIRÐI ALLS:</b>		<b>31 084 806</b>
TAFIR V. MALBIKUNAR, KLST/ÁDU	0,039							
TAFIR V. ENDURLAGNAR, KLST/ÁDU	0,012							
TAFIR V. HJÓLFARAFYLLINGAR, KLST/ÁDU	0,002							
TAFIR V. HÆKKUNAR Á ÖXLUM, KLST/ÁDU	0,004							
TAFIR V. KLÆÐINGAR Á ÖXLUM, KLST/ÁDU	0,011							
			STOFNKOSTNAÐUR				25 528 000	25 528 000
			TAFAKOSTNAÐUR					459 045
			VIÐHALDSKOSTNAÐUR					7 539 122
<b>ÚTREIKNINGUR Á HRAKVIRÐI:</b>			HRAKVIRÐI					-2 441 361
<b>STOFNKOSTNAÐUR SÍÐASTA VIÐHALDS Á SLITLAGI:</b>			NÚVIRÐI ALLS					<b>31 084 806</b>
ENDURLÖGN Á SLITLAGI	17 399 500							
ALLS	17 399 500							
HRAKVIRÐI, 45 % AF STOFNKOSTNAÐI	7 829 775							
<b>SAMANLAGT HRAKVIRÐI Á 20. ÁRI</b>	<b>7 829 775</b>							

## VIÐAUKI KB5000A (C10)

### Klæddum vegi breytt í malbikaðan veg

#### Helstu forsendur:

1. Malbik lagt á veg með klæðingarslitlagi.
2. Vegtegund: C<sub>10</sub>.
3. Byrjunarumferð: 5000 ÁDU.
4. Engin lagfæring á veglínu.
5. Hjólför í klæðingu eru fyllt með flotmalbiki áður en slitlagsmalbik er lagt.
6. Slitlagsmalbik er SL16 með kvarnartölu 10 (53 SPS við 90 km/klst).
7. Slitlagsmalbik er lagt 0,75 m út fyrir akbraut (þ e. á hálfa axlarbreidd). Hinn helmingur axlarinnar er klæddur.
8. Árleg umferðaraukning: 1,6 % (lágspá).
9. Hlutfall þungra bíla af umferð: 10 %.
10. Reikningstímabil: 20 ár.
11. Reiknivextir: 6 %
12. Nánar um forsendur sjá kafla 2 og 3.

#### Forsendur útreikninga á viðhaldspörf:

1. Slitlag er endurnýjað þegar annað af tvennu gerist og hvort sem verður fyrir; hjólför hafa náð 25 mm eða slitlagið er orðið 15 ára. Fyrstu tvö skiptin er slitlagið endurnýjað með endurlögn (repave), en þriðja hvert skipti með hjólfarafyllingu og yfirlögn.
2. Þróun hjólfara er reiknuð samkvæmt slitlíkani með hliðsjón af kvarnartölu steinefnis, malbiksgerð og umferðarhraða.
3. Klæðing á öxlum er endurnýjuð með K1F 8-11 í annað hvert skipti sem slitlag er endurnýjað, þó ekki sjaldnar en á 10 ára fresti.

#### Forsendur útreikninga á tafakostnaði vegna viðhalds:

1. Um útreikninga á töfum vegna hjólfarafyllingar, nýlagðar malbiks og viðhalds á því, hækkunar á öxlum, klæðingar á þeim og viðhalds á henni, sjá viðauka III.
2. Reiknað er með að tafakostnaður sé að jafnaði 2200 kr/klst/bíl, (vegið meðaltal fyrir léttu og fyrir þunga bíla).

# ÞRÓUN HJÓLFARA OG VIÐHALDSÁÆTLUN

KLÆDDUR VEGUR UPPFÆRÐUR Í MALBIKAÐAN VEG  
FORSENDUR, SJÁ VIÐAUKA KB5000A (C10)

FORSENDUR:										
UMFERÐ Á OPNUNARÁRI					UMFERÐ	5000				
STUÐULL FYRIR ÁRLEGA UMFERÐARAUKNINGU					UMAUKN	1,016				
JAFNGILDISHLUTFALL					NAGLHLF	0,20				
SLITLAG					SLITLAG	SL16				
SLITTALA, SPS					SLITTALA	53				
SLITSTUÐULL, MM PR. SPS PR. JAFNGILDI					SLITSTUÐ	0,1				
AUKAHJÓLFÖR Á 1. ÁRI EFTIR ÚTLÖGN, MM					BHJÓLF	3,0				
ÞRÓUN HJÓLFARA:										
ALDUR	UMFERÐ	HJÓLFÖR	UPPSFN.							
SLITLAGS	ÁDU	V. SLITS	HJÓLFÖR	ADGERÐ						
0	5000	0,00	0	HJÓLFARAFYLLING, MALBIKSYFIRLAG, AXLIR KLÆDDAR						
1	5080	1,93	5							
2	5161	1,97	7							
3	5244	2,00	9							
4	5328	2,03	11							
5	5413	2,06	13							
6	5500	2,09	15							
7	5588	2,13	17							
8	5677	2,16	19							
9	5768	2,20	22							
10	5860	2,23	24	AXLIR KLÆDDAR						
11	5954	2,27	26	SLITLAG ENDURLAGT						
12	6049	2,30	5							
13	6146	2,34	8							
14	6244	2,38	10							
15	6344	2,42	12							
16	6446	2,45	15							
17	6549	2,49	17							
18	6654	2,53	20							
19	6760	2,57	22							
20	6868	2,62	25	SLITLAG ENDURLAGT, AXLIR KLÆDDAR						
HRAKVIRÐISÁÆTLUN:										
ENDURNÝJUN SLITLAGS KEMUR Á SÍÐASTA NOTKUNARÁR										
SEM HEFUR ÞAR AF LEIÐANDI EKKERT HRAKVIRÐI.										
ENDURNÝJUN KLÆÐINGAR Á ÖXLUM KEMUR Á SÍÐASTA NOTKUNARÁR										
SEM HEFUR ÞAR AF LEIÐANDI EKKERT HRAKVIRÐI.										

**NÚVIRÐISREIKNINGAR**  
**KLÆDDUR VEGUR UPPFÆRÐUR Í MALBIKAÐAN VEG**  
**FORSENDUR, SJÁ VIÐAUKA KB5000A (C10)**

VERÐLISTI		KOSTNAÐARREIKNINGAR							
		ÁR	AÐGERÐ /EFNI	EINING	MAGN	VERÐ	KOSTNAÐUR	NÚVIRÐI	
HJÓLFARAFYLLING, RALUMAC; KR/M VEGAR	3628	0	ENDURBÆTUR Á VEGLÍNU M. M.	KM	0	0	0	0	
SLITLAG, SL16, 100 KG/M2; KR/M2	2358	0	HJÓLFARAFYLLING, RALUMAC	LM	1000	3628	3 628 000	3 628 000	
KALDBL. MALBIK Á AXLIR, KR/M2	905	0	SLITLAG, SL 16	M2	8500	2358	20 043 000	20 043 000	
KLÆÐING Á AXLIR, KR/M2	333	0	HÆKKUN Á ÖXLUM	M2	1500	905	1 357 500	1 357 500	
ENDURLÖGN SL16, KR/M2	2047	0	KLÆÐING Á AXLIR	M2	1500	333	499 500	499 500	
TAFAKOSTNAÐUR, KR/KLST	2 200	0	TAFAKOST. V. HJÓLFARAFYLL.INGAR	KLST	6	2200	13 200	13 200	
VEXTIR, %	6,0	0	TAFAKOST. V. MALBIKUNAR	KLST	117	2200	257 400	257 400	
		0	TAFAKOST. V. HÆKKUNAR Á ÖXLUM	KLST	12	2200	26 400	26 400	
		0	TAFAKOST. V. KLÆÐINGAR Á ÖXLUM	KLST	33	2200	72 600	72 600	
<b>AÐRIR STIKAR</b>		10	ENDURNÝJUN KLÆÐINGAR Á ÖXLUM	M2	1500	333	499 500	278 918	
UMFERÐ, ÁDU	3000	10	TAFAKOST. V. VIÐHALDS Á ÖXLUM	KLST	39	2200	85 089	47 513	
ÁRLEG UMFERÐARAUKNING, %	1,6	11	ENDURLÖGN Á SLITLAGI	M2	8500	2047	17 399 500	9 165 840	
REIKNINGSTÍMABIL, ÁR	20	11	TAFAKOST. V. VIÐHALDS Á SLITLAGI	KLST	43	2200	94 310	49 681	
TAFIR V. MALBIKUNAR, KLST/ÁDU	0,039	20	HRAKVIRÐI				0	0	
TAFIR V. ENDURLAGNAR, KLST/ÁDU	0,012						<b>NÚVIRÐI ALLS:</b>	<b>35 439 552</b>	
TAFIR V. HJÓLFARAFYLLINGAR, KLST/ÁDU	0,002								
TAFIR V. HÆKKUNAR Á ÖXLUM, KLST/ÁDU	0,004								
TAFIR V. KLÆÐINGAR Á ÖXLUM, KLST/ÁDU	0,011								
			<b>KOSTNAÐARÁGRIP</b>						
							KOSTNAÐUR		
							PR 1 KM VEGAR		
			STOFNKOSTNAÐUR				25 528 000	25 528 000	
<b>ÚTREIKNINGUR Á HRAKVIRÐI:</b>			TAFAKOSTNAÐUR					466 794	
<b>STOFNKOSTNAÐUR SÍÐASTA VIÐHALDS Á SLITLAGI:</b>			VIÐHALDSKOSTNAÐUR					9 444 758	
ENDURLÖGN Á SLITLAGI	17 399 500		HRAKVIRÐI					0	
ALLS	17 399 500		NÚVIRÐI ALLS					<b>35 439 552</b>	
HRAKVIRÐI, 0 % AF STOFNKOSTNAÐI	0								
SAMANLAGT HRAKVIRÐI Á 20. ÁRI	0								