



**Rannsóknastofnun
byggingariðnaðarins**



Rb/SfB		YP	J
UDC: 691.163			

Skýrsla nr. 05-01

Bikþeyta til klæðinga

Áfangaskýrsla 2

Arnpór Óli Arason

Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins

Unnið fyrir:

Rannsókn- og þróunarsjóð Vegagerðarinnar

Keldnaholt, febrúar 2005



Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins

Keldnaholti, IS-112 Reykjavík, sími 570 7300, fax 570 7311

SKÝRSLA

Skýrsla nr:	05-01
Dreifing	
Opin <input checked="" type="checkbox"/>	Lokuð <input type="checkbox"/>

Rb/SfB	YP	(J)
UDC: 691.163		

Heiti skýrslu: Bikþeyta til klæðinga Áfangaskýrsla 2	Dags: Febrúar 2005
	Fjöldi síðna: 35
Höfundur: Arnþór Óli Arason	Faglega ábyrgur: AÓA
Deild: Vegtæknideild	Rannsóknanúmer: V-0210
Unnið fyrir: Rannsókn- og þróunarsvið Vegagerðarinnar. (Verkefnisnr. 18822)	
Útdráttur: <p>Skýrsla þessi er önnur áfangaskýrsla um verkefnið „ Bikþeyta til klæðinga“ sem hófst í maí 2002. Fyrri áfangaskýrsla kom út í ársbyrjun 2004 og var þar greint frá vinnu og framkvæmdum til ársloka 2003. Þessi skýrsla fjallar um verk ársins 2004.</p> <p>Gerð er grein fyrir tveimur úttektum á tilraunakafla frá 2003. Á árinu voru lagðir tilraunakaflar á þremur stöðum, Borgarfjarðarbraut, Hafravatnsvegi og Suðurlandsvegi vestan Hvolsvallar. Á hverjum kafla var notuð tvenns konar bikþeyta, klædd með steinefni úr nálægum námum. Einnig var lagður samanburðarkafli með Seljadalssteinefni á hverjum stað. Í skýrslunni eru kaflar um framkvæmd útlagnar, Vialit Plate viðloðunarpróf á bikþeytunni, önnur próf á bikþeytum og fyrstu úttekt tilraunakaflanna.</p> <p>Fimm manna nefnd frá Vegagerðinni og Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins hafði umsjón með verkefninu. Hélt nefndin sjö fundi á árinu.</p>	

3 lykilorð: Á íslensku

Á ensku

Bikþeyta	Bitumen emulsion
Tilraunakafla	Experimental road site
Klæðing	Surface dressing

Efnisyfirlit

Formáli.....	2
1. Inngangur.....	3
2. Tilraunakafli á Akrafjallsvegi frá júlí 2003.....	4
2.1 Úttekt 4. maí 2004.....	4
2.2 Úttekt 7. október 2004.....	9
2.3 Mat á ástandi tilraunakafllanna.....	11
3. Tilraunakaflar lagðir í júlí 2004.....	12
3.1 Undirbúningur.....	12
3.2 Framkvæmd útlagnar.....	13
3.2.1 Inngangur.....	13
3.2.2 Hafravatnsvegur (431-01).....	14
3.2.3 Borgarfjarðarbraut (50-04).....	15
3.2.4 Suðurlandsvegur (1-C2).....	17
3.3 Prófanir á rannsóknastofu.....	19
3.3.1 Steinefni.....	19
3.3.2 Bikþeyta.....	19
3.3.3 VPT viðloðunarpróf.....	20
3.4 Greinargerð Hlaðbæjar Colas um bikþeytur.....	22
4 Úttekt á tilraunaköflum frá júlí 2004 gerð 7. október s.á.....	25
4.1 Borgarfjarðarbraut.....	25
4.2 Suðurlandsvegur.....	28
4.3 Hafravatnsvegur.....	32
5 Árangur tilrauna árið 2004.....	33
Heimildir.....	35

Formáli

Árið 2002 hófust tilraunir á bikþeytum hér á landi eftir nokkurra ára hlé. Á þeim liðlega hálfu áratug sem leið frá síðustu tilraunum höfðu framleiðendur á bikþeytu komið fram með ný efni og betri búnað til framleiðslunnar. Tilraunirnar á hinum „nýju“ efnum eru gerðar undir verkefnisheitinu „Bikþeyta í klæðingar“. Á árinu 2002 einskorðaðist verkefnið við tilraunir á rannsóknarstofu, en á árunum 2003 og 2004 hafa verið gerðar tilraunir með útlögn.

Í þessari skýrslu sem er 2. áfangaskýrsla þessa verkefnis er gerð grein fyrir tilraunum ársins 2004 og ástandi tilraunaútlagna frá 2003.

Árangur tilraunanna er góður þar sem best tókst til, en upp hafa komið ófyrirséð vandamál sem fyrst og fremst má tengja reynsluleysi okkar á þessu sviði. Vandamálin eru helst varðandi hegðun bikþeytunnar og dreifingu hennar. Ekki eru sjáanleg vandamál varðandi viðloðun eða límingu steinefnis við bikið, það er eins og best verður á kosið. Vandamálin eru viðráðanleg og hafa verið gerðar ráðstafanir til að þau komi ekki upp aftur.

Fram að þessu hafa tilraunirnar takmarkast við fá steinefni og góðar ytri aðstæður. Ekki er fullreynt hvernig þessi aðferð reynist við hinar fjölbreyttu aðstæður sem við búum við hér á landi. Það er m.a. markmið áframhaldandi tilrauna að leiða það í ljós. Mikilvægt að þessari þróunarvinnu verði tryggðir þeir fjármunir sem nauðsynlegir eru til sannreyna notagildi aðferðarinnar við íslenskar aðstæður.

Það er ekki spurning hvort heldur hvenær lagðar verða verulegar hömlur á notkun þunnbiks. Við verðum að vera í stakk búnir til að taka upp breyttar aðferðir þegar þar að kemur.

Ingi Árnason

1. Inngangur

Skýrsla þessi er önnur áfangaskýrsla um verkefnið „Bikþeyta til klæðinga“ sem hófst í maí 2002. Fyrri áfangaskýrsla kom út í ársbyrjun 2004 og var þar greint frá vinnu og framkvæmdum til ársloka 2003.¹ Þessi fjallar um verk ársins 2004.

Verkefnið er greitt af Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar. Fimm manna nefnd kom að verkefninu. Þrjár nefndarmanna komu frá Vegagerðinni: Ingvi Árnason, verkefnisstjóri, Sigursteinn Hjartarson og Haukur Jónsson. Nefndarmenn Rannsóknastofnunar byggingariðnaðarins voru þeir Pétur Pétursson og Arnþór Óli Arason.

Í umsókn sinni um framhaldstyrk í ársbyrjun 2004 lýsir Ingvi Árnason verkefninu þannig: „Verkefninu er ætlað að kanna notkun bikþeytu sem bindiefni í klæðingu. Verkefnið innifelur prófanir á rannsóknastofu, þar sem bikþeytan er aðlöguð að íslenskum steinefnum, útlögn tilraunkafla við ólíkar aðstæður ásamt skipulögðu eftirliti með þeim eftir að útlögn lýkur. Gert er ráð fyrir að verkefnið verði í nokkrum samliggjandi áföngum og geti varað í 3-5 ár eftir því hvernig miðar að þróa efni og aðferðir.

Tilgangur og markmið:

Markmið verkefnisins er að:

- Renna stoðum undir þá skoðun að bikþeyta sé æskilegri til klæðinga en þunnbik eins og nú er notað, eða afsanna þá skoðun sé hún röng.
- Afla þeirrar þekkingar sem nauðsynleg er til að klæðingar með bikþeytum takist og endist. Ástæða er til að ætla að sumir af fylgikvillum klæðinga með þunnbiki séu tengdir leysiefnum sem breyta eiginleikum biksins til lengri tíma en rétt á meðan útlögn fer fram.

Bakgrunnur og forsaga:

Nokkrar tilraunir voru gerðar með notkun bikþeytu í klæðingar í hér á landi á árunum 1993-1995. Takmörkuð þekking var fyrir hendi í landinu og búnaður til framleiðslu ófullkomin. Leitað var samstarfs við erlenda aðila um tilraunirnar.

Árangur tilraunanna var misjafn, allt frá því að vera jafn góður og með hefðbundinni klæðingu með þunnbiki og í að mistakast algjörlega. Gerð er stutt grein fyrir þessum tilraunum í skýrslu „Bikþeyta í slitlög,“ frá árinu 1996 sem gerð var á vegum BUSL. Meginniðurstaða þeirrar skýrslu var að ekki væri áhugavert að halda áfram tilraunum með bikþeytur í klæðingar á þeim tíma nema að búnaði og sérþekkingu yrði komið upp hér á landi.

Nú á síðustu árum hafa framleiðendur á bikþeytu komið fram með ný efni sem henta betur íslenskum steinefnum og umhverfi. Aðilar hér innanlands hafa verið að prófa þessi efni og hafa fjárfest í betri búnaði til framleiðslu á bikþeytu. Það var því ljóst að málið var komið á dagskrá aftur.

Það var því farið aftur af stað á árinu 2002 og gerðar tilraunir á hinum „nýju“ bikþeytum undir verkefnisheitinu „Bikþeyta til klæðinga“.

Verkefnið hófst með prófunum á rannsóknastofu þar sem gerðar voru prófanir með ólíkar bikþeytur og steinefni. Á árinu 2003 voru síðan gerðar tilraunir með útlögn sem byggðu á niðurstöðum rannsókna frá árinu áður. Tilraunaútlögnin lofaði góðu og var kaflinn svo gott sem gallalaus fram á vetur, en við skoðun nú rétt eftir áramótin var farið að bera á steinlosi sem líklega má rekja til sjómoksturs á kaflanum. Fjallað er um verkefnið í áfangaskýrslu „Bikþeyta til klæðinga“, sem út kom í janúar 2004.

Framkvæmdalýsing, verk- og tímaáætlun:

Verkið er framhald samnefnds verkefnis frá síðustu tveimur árum.

Þessum áfanga er skipt í fjóra megin þætti:

1. Fylgjast með þeim tilraunaköflum sem lagðir voru út á síðasta ári. Verður unnið allt árið 2004
2. Gera prófanir á rannsóknastofu með bikþeytu og aðlögun hennar að fleiri steinefnum. Verður unnið fyrirhluta ársins 2004.
3. Leggja tilraunakafla með þeim efnum sem best komu út úr prófunum á rannsóknastofu. Gert er ráð fyrir að prófa útlögn við mismunandi aðstæður.
4. Færa tilraunina nær því sem gengur og gerist í almennum útboðum á lögn klæðinga. Nýta þá verktaka sem vinna að þessum verkun og aðlaga vinnulag og aðferðir ef þurfa þyki.

Árangur og birting niðurstaðna:

- Draga úr notkun svokallaðra spilliefna sem notuð eru til þynningar biksins svo það sé vinnanlegt ásamt þeirri „miklu“ upphitun sem er nauðsynleg við notkun þunnbiksins.
- Árangurinn er umhverfisvænn ef vel tekst til. Þá verður farið að (eða hægt að) leggja klæðingar án umhverfisspillandi þynniefna og sérstakrar upphitunar.

Niðurstöður þessa áfanga verða birtar í skýrsluformi í byrjun næsta árs.²

Verkáætlun áfangans var fylgt eftir að mestu leyti. Nefndin hélt sjö fundi á árinu vegna undirbúnings. Suma þeirra með framleiðendum bikþeytu, Vegagerðarmönnum og eftirlitsmanns, Jóns R. Sigmundssonar. Tilraunakafla frá árinu 2003 var skoðaður í janúar eins og komið er fram en einnig í maí og október. Tilraunakaflar voru lagðir á þremur stöðum þ.e. á Borgarfjarðarbraut, á Hafravatnsvegi og á Suðurlandvegi austan vegar að Odda. Í tengslum við útlögnina voru gerð ýmis próf á steinefnum og bikþeytu á Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins auk þess sem framleiðandi bikþeytunnar sá um próf á grunneiginleikum bikþeytanna.

2. Tilraunakafla á Akrafjallsvegi frá júlí 2003

Tilraunakaflarnir á Akrafjallsvegi, nr. 51, voru fjórir og var eystri endi þeirra við afleggjara að Litlu-Fellsöxl. Hver kafla er um 230 m langur og voru þeir lagðir vestur frá afleggjaranum. Á fyrstu tveimur köflunum var bikþeytan Colice, þróuð og framleidd af Malbikunarstöðinni Hlaðbæ Colas hf.. Á hinum tveimur var bikþeytan Coldal sem var þróuð af Arnardal sf., en framleidd af Hlaðbæ Colas. Á báðar bikþeyturnar var lagt tvenns konar steinefni um 11-16 mm, þ.e. Hólabrú frá Taki og Seljadalur frá Malbikunarstöðinni Höfða hf.

Tilraunakaflarnir voru skoðaðir í maíbyrjun og aftur í október. Gerð er grein fyrir þeim úttektum, en að lokum er mat á því hvernig til tókst.

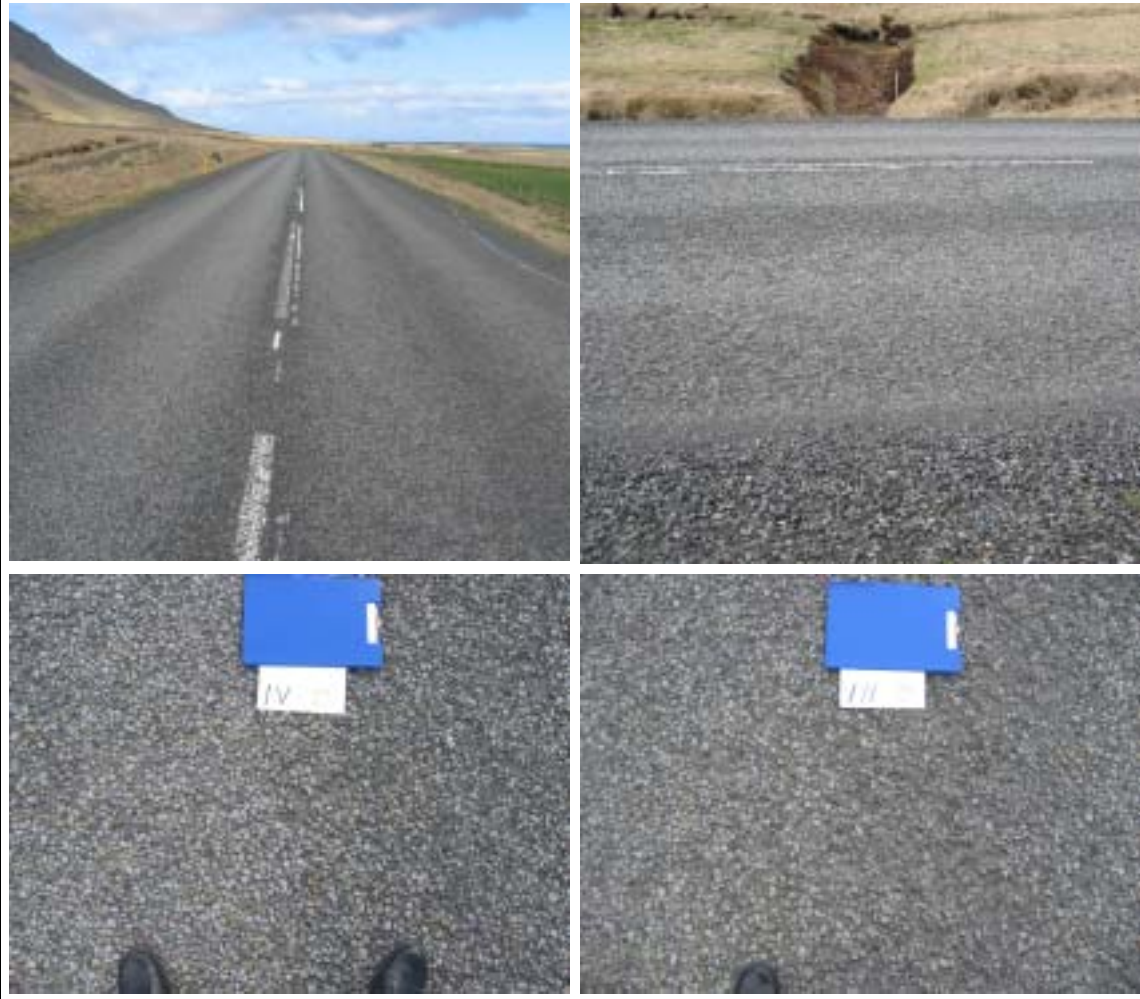
2.1 Úttekt 4. maí 2004³

Tilraunakaflarnir voru teknir út í þriðja sinn þann 4. maí 2004. Hiti var um 4°C, stekkingsvindur eða allhvasst en hjart og þurr. Rétt þótti að skoða kaflana í

sumarbyrjun eftir álag fyrsta vetrarins. Í desember 2003 voru settir niður hælur 50 m vestan við upphafshæl hvers kafla og eru úttektarkaflarnir næstu 50 m. Í lýsingunni er miðað við að horft sé til vesturs eða í átt til Akraness og er hægri akrein í þá átt. Tekin var yfirlitsmynd til vesturs af hverjum kafla, mynd þvert á kaflann frá norðri til suðurs og tvær myndir beint ofan á klæðinguna í og á milli hjólfara. Vinstri akrein er á vinstri myndinni.

Klæðing með bikpeytu 2003, Akrafjallsvegur 4. maí 2004

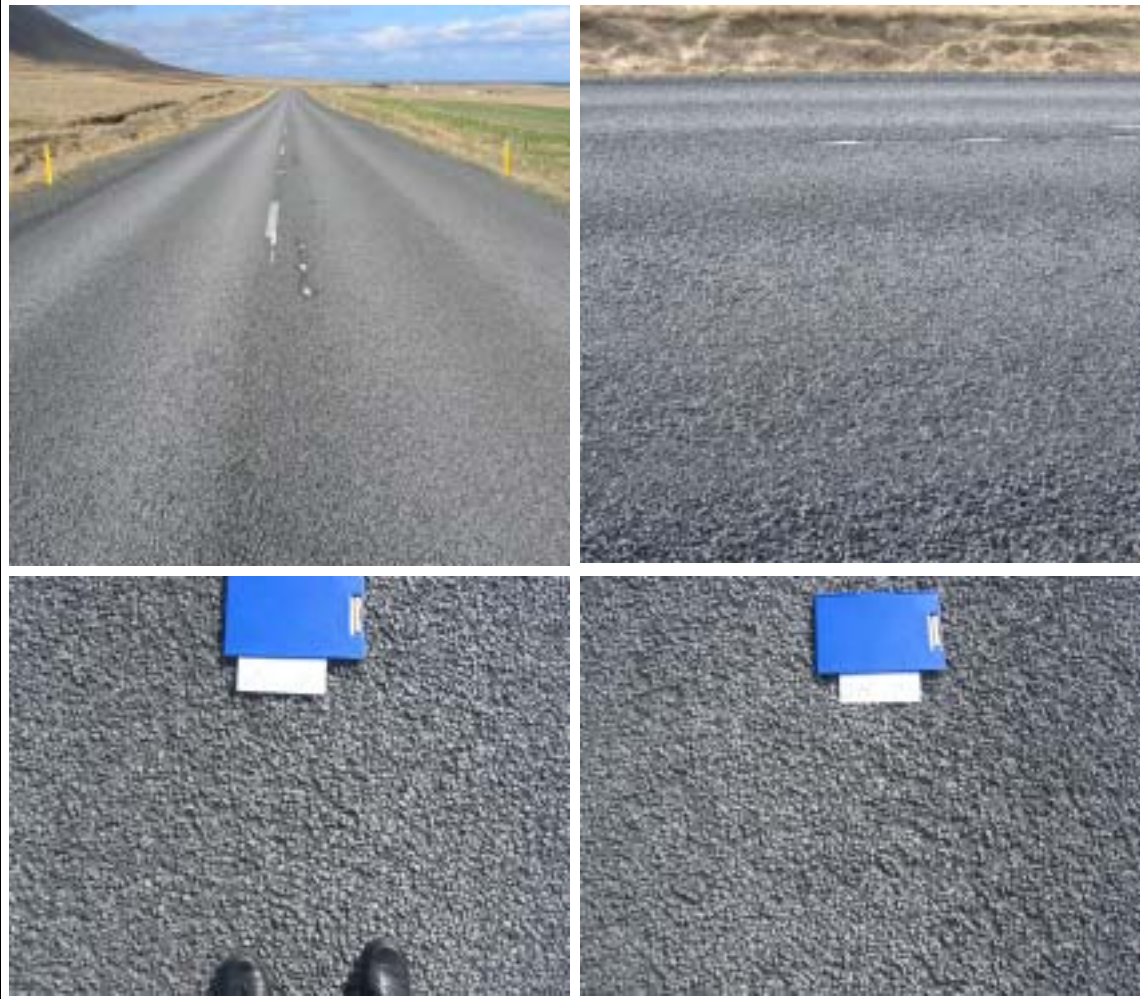
Kafli 1: Hólabrú á Colice



Steinar hafa losnað af miðsaumi á svo sem 30 cm beltí. - Á hægri akrein er steinefni mjög gisið milli hjólfara og skallablettir áberandi frá 14-20 m þótt hitt sé svo sem ekki mikið betra. Annars er klæðingin nokkuð góð í hjólförum. - Vinstri akreinin er mun skárri. Reyndar betri í hjólförum en á milli þeirra þar sem klæðingin er gisin en án stórra bletta. Smáblettir eða bikklessur eru nálægt 11 og 19 m. Á báðum akreinum eru ystu 10 cm eða svo nær auðir.

Klæðing með bikbeytu 2003, Akrafjallsvegur 4. maí 2004

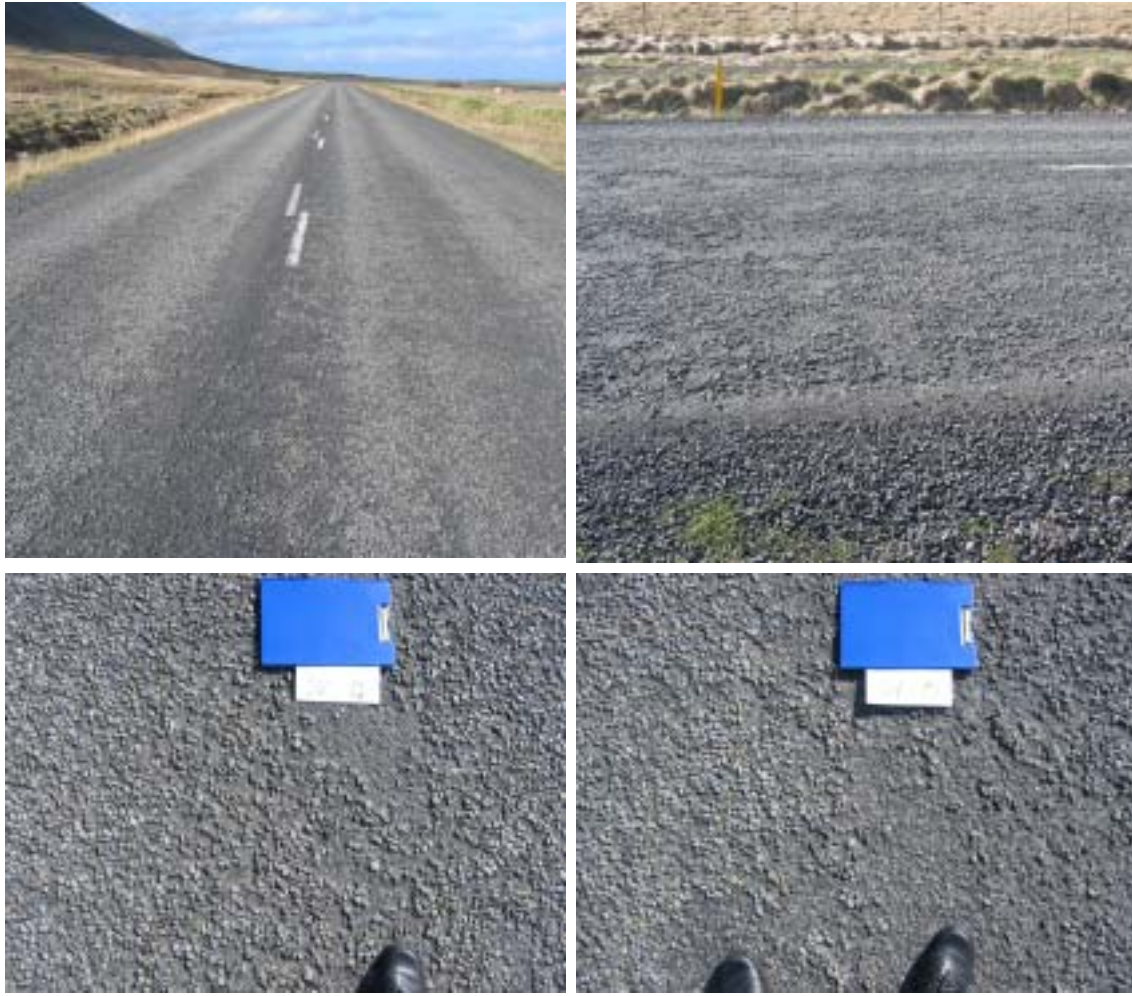
Kafli 2: Seljadalur á Colice



Áferð kafans er nokkuð jöfn að sjá við fyrstu sýn og steinabekja samfelld, en ekki allsstaðar þétt. - Miðsaumur er lítið skemmdur á hluta úttektarkafans og er steinlos aðallega yfir gamalli vegmálningu. Vestar eða frá 23 m og einkum frá 33 m eða svo er skemmdin nær samfelld en skánar aftur um 10 m vestan kafans. - Á hægri akrein er klæðingin góð í hjólförum. Á milli þeira er hún gisnari en þó varla lófastórir blettir alveg auðir. Kaflinn heldur verri á milli 16 og 23 m og þar hefur einnig tapast svolítið úr hjólförum, en þó ekki samfelld. Einnig er steintap frá um 36 m og vestur kafann og áfram. - Vinstri akrein lítur allvel út á milli hjólfara. Heldur gisnara er frá um 38 m að 50 en skánar þar aftur. Við 50 m er um 4 m slæmur kafli í kanti, h.u.b. 0,5 m breiður. - Klæðingin á vesturenda tilraunakafans virðist vera heldur gisnari en aðrir hlutar.

Klæðing með bikbeytu 2003, Akrafjallsvegur 4. maí 2004

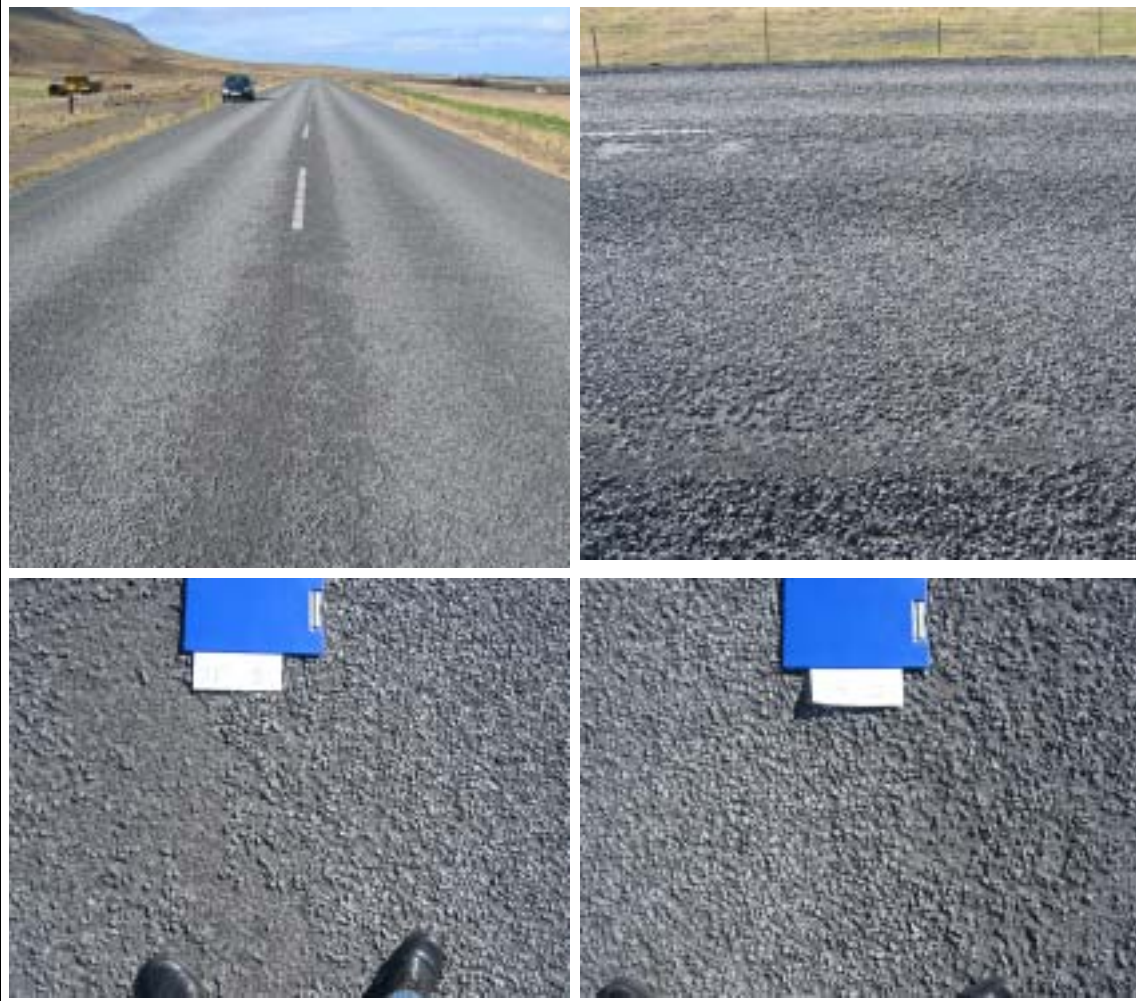
Kafli 3: Hólabrú á Coldal



Almennt má segja að kaflinn sé illa farinn. Nær allir steinar eru horfnir af um eins metra belti á miðlínu. - Á hægri akrein er einnig nær allt steinefni farið milli hjólfara. Innra hjólfarið er mjög gisið og ná skemmdir frá miðlínu og milli hjólfara nær saman við 7 m og 32-35. Ytra hjólfar og út að kanti er með heillegri klæðingu. Þótt steinatap hafi verið mikið á milli hjólfara hanga allsstaðar nokkir svo að eyðurnar eru ekki samfelldar. – Vinstri akreinin er heldur skárrí en sú hægri. Ytra hjólfar og út að kanti er svipað og hægra megin. Innra hjólfarið er samfelldara en hinum megin. Á milli hjólfara er mjög gisið en ekki stórir skallablettir til að byrja með en verður gisnara frá 18 m og út mælda kaflann og áfram að því er virðist. Áberandi eyður eru nálægt 50 m.

Klæðing með bikþeytu 2003, Akrafjallsvegur 4. maí 2004

Kafli 4: Seljadalur á Coldal



Miðlínan er auð á um 0,5-1,0 m breiðu belt. – Á hægri akrein er mjög gisið á milli hjólfara, en nokkuð samfelld þekja í hjólförum. – Vinstri akrein er svipuð en þó stærri auðir blettir á milli hjólfaranna eða steinar gisnari. Um 0,2 m rönd á kanti frá 20 m og áfram var gisin – Úttektarkaflinn er mjög einsleitur og allur jafnskemmdur.

Yfirlit

Allir fjórir tilraunakaflarnir voru frekar grófir í þeim skilningi að steinar hafa hvorki gengið mikið niður í bikleifina né undirlagið.

Tilraunakaflarnir voru skoðaður fyrst í desemberbyrjun 2003 eftir milt haust og litu þeir þá allvel út og var vonast eftir góðri endingu. Nokkrum dögum síðar skipti um til vetrartíðar með snjó og ís og tilheyrandi ruðningstækjum. Varð þá vart við töluvert steinatap úr klæðingunum og voru kaflarnir skoðaður aftur í janúar og höfðu þá skemmst töluvert.⁴ Frá þeim tíma og fram á vor hafa skemmdirnar hins vegar ekki ekki aukist mikið.

2.2 Úttekt 7. október 2004⁵

Tilraunakaflarnir á Akrafjallsvegi, sem lagðir voru í júlí 2003, voru skoðaðir í fjórða sinn þann 7. október 2004. Veður var bjart og stillt og frost 3°C. Með höfundum í för var Jón R. Sigmundsson. Síðast voru kaflarnir teknir út í maíbyrjun.

Eins og áður er miðað við það í lýsingum að horft sé til vesturs eða í átt til Akraness og er hægri akrein í þá átt. Myndir eru teknar nálægt upphafshæl merktra úttektarkafla, sem er um 50 m inni á tilraunakakaflanum. Úttektin var yfirlitsskoðun en er ekki með lýsingum eftir mældum stöðum á hverjum úttektarkafla.

Klæðing með bikþeytu 2003, Akrafjallsvegur 7. október 2004

Kafl 1: Hólabrú á Colice



Kafl 1, Hólabrú á Colice. Kaflinn er mjög svipaður og í vor og hefur steinatap verið lítið í sumar. Eins og áður er vinstri akrein með betri þakningu en sú hægri. Við útlögn var fyrr lagt á þá vinstri.

Kafl 2, Seljadalur á Colice. Áferð þessa kafla er einnig svipuð og í vor og nokkuð góð þó steinefnaþekjan mætti vera þéttari. Einnig hér er vinstri akrein betri en sú hægri. Á hægri akrein er blæðing í hjólförum frá um 31-37 m.

Klæðing með bikþeytu 2003, Akrafjallsvegur 7. október 2004

Kafli 2: Seljadalur á Colice



Klæðing með bikþeytu 2003, Akrafjallsvegur 7. október 2004

Kafli 3: Hólabrú á Coldal



Klæðing með bikþeytu 2003, Akrafjallsvegur 7. október 2004

Kafli 4: Seljadalur á Coldal



Kafli 3, Hólabrú á Coldal. Þessi kafli er með mun gisnari þakningu en hinir. Mikið steinatap er á milli hjólfara. Svólítill blæðing er við miðlínu. Vinstri akrein er heldur skárri en sú hægri.

Kafli 4, Seljadalur á Coldal. Kaflin er heldur skárri en sá þriðji. Steinar eru alveg horfnir af miðju og þakning er gisin á milli hjólfara, en þokkaleg í þeim.

Yfirlit

Kaflarnir hafa lítið breyst frá úttektinni í vor og steinatap verið lítið á þeim tíma. Áferðin er þó sléttari en þá og stafar það líklega annars vegar af því að steinar hafi slitnað og hins vegar að þeir hafi gengið betur niður í undirlagið á hlýju sumri.

2.3 Mat á ástandi tilraunakafllanna

Skemmdirnar sem urðu á tilraunaköflunum í desember 2003 ollu vonbrigðum og voru til umfjöllunar á nefndarfundum. Var leitað ýmissa skýringa bæði í mældum og skoðuðum þáttum frá útlögn. Einnig sóttu starfsmenn framleiðanda, Hlaðbæjar Colas, fróðleik til móðurfyrtekisins, Colas DK, og komu honum til nefndarinnar. Helstu ástæður steinatapsins voru taldar eftirfarandi:

Bindiefnisskömmun var ónóg, en hún var ákveðin eftir reynslu af þunnbiki. Hún var um $3,2 \text{ kg/m}^2$ bikþeytu, eða um $2,1 \text{ kg/m}^2$ bikleifar, með um 11-16 mm steinefni. Áætlað bikhlutfall í bikþeytunni var 65%, en var í raun um 63 og 65%. Sá munur hefur þó varla skipt máli hvað bindiefnisskömmun varðar. Við útlögn var tekið eftir því að bikþeytan náði ekki hátt upp á steinana, einnig að þeir virtust ekki hafa náð að endurraðast að ráði vegna umferðarinnar. Sumir steinanna voru fastir á einu horninu

að segja má. Undirlagið var hart og gott og hefði sennilega þurft að gera ráð fyrir aukabiki þar sem steinar gengu ekki niður í undirlagið.

Seigja bikþeytu eykst hratt með auknu bikhlutfalli þegar bikþrósentan er komin á sjöunda tuginn. Telja má að 65% bindiefnisleif sé lægra lagi fyrir 11-16 mm steinefni vegna þess að bikþeytan verður of þunn. Það sást reyndar við útlögn að Coldal bikþeytan rann undan halla áður en hún brotnaði, en bindiefnisleif var minni en áætlað var. Nú kemur í ljós að steinatap er einkum á hryggjum.

Steinatap byrjaði að ráði við upphaf snjómoksturs. Heflun gæti skýrt hluta steinataps af hryggjum, en skemmdir eru að öðru leyti þannig að telja má að snjóruðnings-tækjum sé ekki mest um að kenna.

Steinefni voru óþvegin, en það er ókostur í klæðingum með bikþeytu. Bæði steinefnin virtust nokkuð hrein, enda mældist fínefni um 1,5%. Ástæðan fyrir notkun á tiltölulega þunnri bikþeytu var einmitt að hún var talin „væta“ óþvegin steinefni betur en þykkari.

Afmarkaðar skemmdir voru yfir gömlum vegmerkingum vegna þess að viðlöðun skorti. Þetta þekktu Colas menn frá Danmörku og þyrfti helst að fræsa þær upp fyrir útlögn.

Fróðlegt verður að fylgjast með endingu kaflans, en skemmdir virðast ekki hafa aukist verulega frá því í ársbyrjun 2004..

3. Tilraunakaflar lagðir í júlí 2004

3.1 Undirbúningur

Vegir

Þetta árið var leitað til þriggja svæðismiðstöðva Vegagerðarinnar um að taka þátt í kostnaði vegna tilraunanna. Niðurstaðan varð því sú að tilraunakafllarnir urðu þrír. Einn á Borgarfjarðarbraut, nr. 50, sunnan Hvítár. Á Hafravatnsvegi, nr. 431, nokkru ofan Suðurlandsvegur og Suðurlandsvegi, nr. 1, austan afleggjara að Odda, nr. 266. Kafllarnir eru á stöðum með mismunandi umferð og einnig má ætla að nokkur munur sé á veðurfari.

Umferð á þessum vegaköflum árið 2003 er sýnd í töflu 3.1-1.⁶

Tafla 3.1-1: Umferð 2003	ÁDU	SDU	VDU
Borgarfjarðarbraut við Reykjadalssá	241	371	144
Hafravatnsvegur (nær Suðurlandsvegi)	908	1030	800
Suðurlandsv. milli Oddav. og Hvolsvallar	1608	2279	1089

Steinefni

Vegna reynslunnar frá árinu 2003 var ákveðið að nota 8-11 mm steinefni, en ekki 11-16 mm. Talið var að auðveldara yrði að skammta bindiefni fyrir þá steinastærð, en á móti kom að slitþol yrði minna.

Steinefni voru valin með tilliti til nálæggra náma á hverjum stað. Á Borgarfjarðarbraut var notað efni frá Hólabrú undir Akrafjalli unnið af Taki. Á Hafravatnsveg var notað Seljadalsperla unnin af Malbikunarstöðinni Höfða hf og á Suðurlandsveg efni frá Núpum í Ölfusi. Ákveðið var að leggja stutta samanburðarkafla með Seljadalsefni á Borgarfjarðarbraut og Suðurlandsveg.

Kornadreifing sýna sem tekin voru vegna undirbúnings eru sýnd á töflu 3.1-2. Efnin frá Hólabrú og Seljadal eru ekki fjarri kröfum um 8-11 mm unnið steinefni í töflu

14.4.2. í Alverki 95⁷, en undirstærðir eru heldur miklar. Efnið úr Núpánámu er grófara og er nálægt því að flokkast sem 8-16 mm. Bindiefnisgjöf var ákveðin með hliðsjón af þessu.

Tafla 3.1-2: Kornadreifing steinefnasýna fyrir útlögn			
Sáldur, %	Seljadalur perla 12	Hólabrú 8-11 mm	Núpanáma
22,4 mm			100
16,0 mm	100	100	93
11,2 mm	92	94	33
8,0 mm	40	39	8
4,0 mm	4	4	6
2,0 mm	4	3	5
0,063 mm	2,6	1,7	1,4

Bikþeyta

Á vordögum var haft samband við hugsanlega framleiðendur bikþeytu. Þeir sem tilbúnir voru í áframhaldandi tilraunir voru þeir sömu og árið áður eða Arnardalur sf. og Hlaðbær Colas hf. Eins og áður yrði bikþeytan framleidd í stöð Hlaðbæjar Colas. Samkvæmt upplýsingum framleiðendanna tveggja yrðu uppskriftir lítt breyttar frá fyrra ári. Bikhlutfall yrði aukið til þess að þykkja bikþeytuna, en að öðru leyti væru aðeins gerðar smálagfæringar á hlutföllum annarra efna. Af þeim sökum var ekki talin ástæða til að framleiða tilraunablöndur til prófana á viðloðun og öðrum þáttum hjá Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins og efnarannsóknastofum.

3.2 Framkvæmd útlagnar⁸

3.2.1 Inngangur

Tilraunin fór fram dagana 16. og 17. júlí 2004.

Tvær tegundir bindiefnis voru prófaðar: Coldal frá Arnardal sf. og Colice frá Malbikunarstöðinni Hlaðbæ Colas hf. Um þrjá staði er að ræða. Á hverjum stað var stuttur kafli af hvoru bindiefni lagður með Seljadalssteinefni (8-11mm), sem nokkurs konar viðmiðun eða samnefnari fyrir alla kaflana. Á Borgarfjarðarbraut var notað steinefni úr Hólabrú (8-11mm), á Suðurlandsveg steinefni úr Núpum (8-16mm) og á Hafravatnsveg var allt lagt með steinefni úr Seljadal (8-11mm).

Lofthiti var á bilinu 10 til 14°C, logn og þurr og aðstæður til útlagna mjög góðar báða dagana. Báðar tegundir bindiefnis voru framleiddar af Hlaðbæ Colas hf.

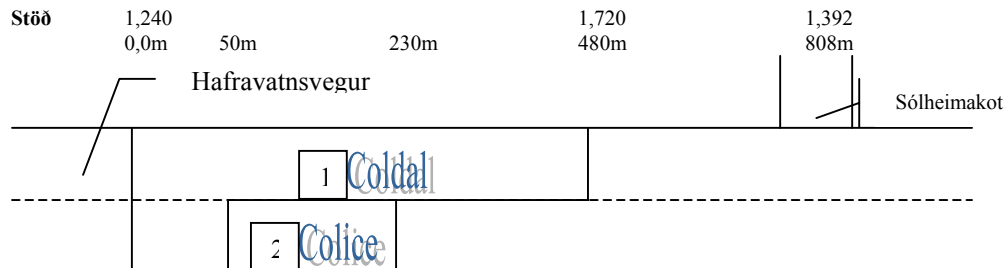
Ræktunarsamband Flóa og Skeiða sá um útlögn og allt er laut að verklegri framkvæmd tilraunarinnar. Tækniþjónusta Jóns R Sigmundssonar hafði umsjón með framkvæmdinni.

Skil á milli svæða eru merkt með rauðum hælum í vegfláanum. Teppapróf var notað til þess að kanna útsprautað bindiefnismagn.

Forskrift bindiefnismagns var 3,1 l/m² á Seljadals- og Hólabrúarefni en 3,5 l/m² á Núpaeefni. Miðað við um 67% bikþeytu varð bikleif þá annars vegar um 2,1 kg/m² og hins vegar um 2,3 kg/m². Vegna teppaprófs var gengið út frá eðlisþyngd bindiefnis 1,0.

3.2.2 Hafravatnsvegur (431-01)

Byrjað að var að leggja að morgni 16. júlí 2004. Umferð á þessum vegi er mjög lítil. Lofthiti var 14°C, sól og logn, mjög góðar aðstæður. Magn steinefnis var 19,4 kg/m². Þar sem hér er notað steinefni úr Seljadal er engin sérstakur viðmiðunarkafli hér. Kafllinn er milli st. 1,720 – 1,240. Breidd vegar er 6,5 m.



Coldal

Byrjað var í austurendanum, syðri akrein með Coldal. Hitastig bindiefnis var 60°C. Teppapróf sýndi 3,3 l/m² þegar mælir var stilltur á 3.1. Mælir var þá settur í 2,9 og þannig gengið út frá gjöfnni 3,1 l/m². Mæling aftur í lagi. Mistök í útlögn urðu til þess að syðri akrein varð 480 m lögn en nyrðri akrein aðeins 50 m löng, í stað þess að vera jafn löng eins og ætlast var til. Bindiefnið lagðist mjög vel og lak ekki út í axlir. Útlögn steinefnis gekk vel.

Klæðing með bikþeytu 2004, Hafravatnsvegur 16. júlí 2004

Útlögn



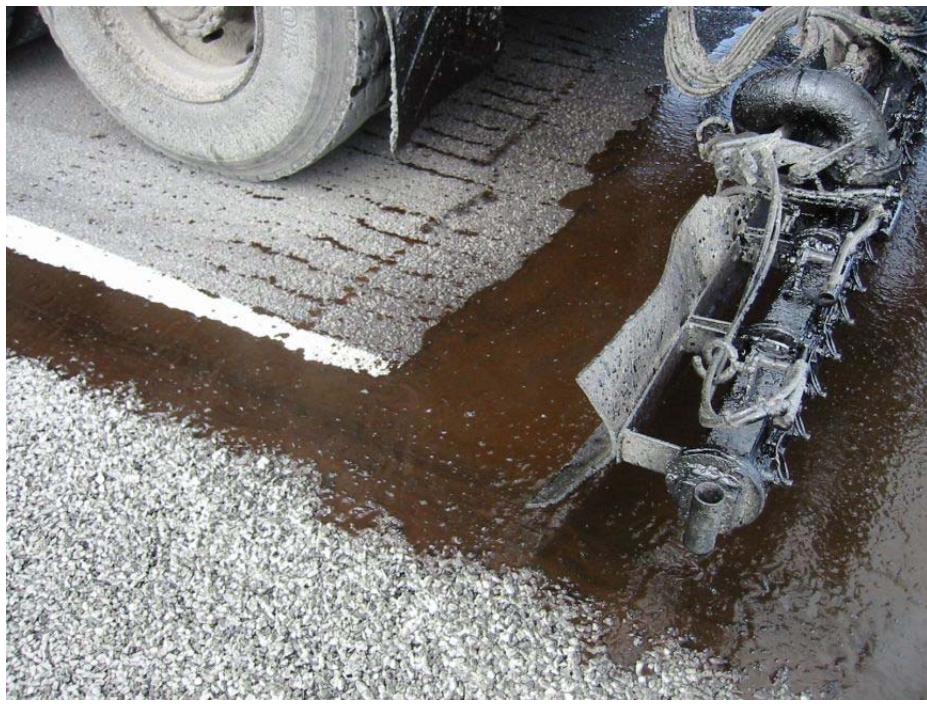
Colice

Byrjað var að leggja á nyrðri akrein þar sem Coldal lauk. Strax kom í ljós að bindiefnið var mjög þunnfljótandi og það þunnt að teppaprófið mistókst algerlega, það

lak hreinlega út af teppinu og engin leið að hemja það. Tvö teppapróf fóru því í vaskinn. Magnið er samt hugsanlega nálægt $3,1 \text{ l/m}^2$. Útsprautun var haldið áfram þrátt fyrir þetta og var bikpeytan fyrstu ca. 100 m þunnfljótandi eins og vatn. Efnið var það þunnt að það lak undan þverhalla inn að miðju að Coldal efninu og fram úr bílnum. Eftir það fór efnið að haga sér eðlilega og virtist seigjan og dreifingin vera eðlileg í h.u.b.. 50 m. Síðan fór það að þykkna og var útsprautun sjálfhætt í um 230 m þar sem spíssar stífluðust og voru síðustu metrarnir aðeins rákir á veginum. Bíllinn var sendur til Hlaðbæjar-Colas á Óseyrarbrautina til þess að ná efninu úr tanknum og hreinsa spíssana. Ekki var lagt meira af Colice á þessum stað. Bindiefnið var það þunnfljótandi, sérstaklega á fyrri hluta kaflans að útilokað er að steinefni tolli á veginum.

Klæðing með bikpeytu 2004, Hafravatnsvegur 16. júlí 2004

Útlögn: Þunn Colice bilkpeyta



3.2.3 Borgarfjarðarbraut (50-04)

Dags. 17.07.2004. Komið á staðinn kl 17:00. Umferð lítil. Lofthiti um kvöldið um 10°C , heiðskirt, þurr og gott veður. Kaflinn er milli st. 0,567 sunnan við Hvítárbrú og að st. 1,218 í áttina að Reykholti. Breidd vegar er 6,0 m. Reynt var að hafa alla bindiefnisgjöf $3,1 \text{ l/m}^2$. Númer innan ramma gefa til kynna röð útlagnar.

Steinefni	Seljad.	Hólabrú	Hólabrú
Stöð	0,567 0,647	1,038	1,218
Bindiefni	Colice	Coldal	Colice
Bindiefni	Coldal		
	3	1	5
Hvítá st. 0,0	4	2	6

1

Coldal

Komið var á staðinn kl. 17:00. Byrjað að leggja Coldal – Hólabrú um kl 19. Beðið var eftir viðbótarsteinefni úr Hólabrú til kl. 21:00 en aksturshringur er 140 km. Kaflarnir voru styttnir til þess að samræma langan akstur í námu o.fl. Bindiefnið lagðist mjög vel (eins og bræddur ostur) og lak ekki út í axlir. Töluvert af stærri steinum slæddist með og lagðist út um miðbik Hólabrúarkaflans. Bindiefnisgjöfin var $3,1 \text{ l/m}^2$ og steinefnismagnið var 18 kg/m^2 . Hitastig bindiefnis er 60°C .

Klæðing með bikþeytu 2004, Borgarfjarðarbraut 17. júlí 2004

Útlögn: Yfirstærðir í steinefni.



Kl. 22:00 var byrjað að leggja á viðmiðunarkaflann, Seljadalsefni, 15 kg/m^2 vestari akrein. Lofthiti var 10°C , heiðskirt og logn. Útlögn gekk mjög vel og hegðaði bindiefnið sér mjög vel, lak ekkert. Það ber að hafa í huga að yfir hluta vestari akreinar viðmiðunarkaflans lak Colice efnið vegna þess hvað það var þunnfljótandi, en það var lagt á undan Coldal. Það lak undan þverhallanum á veginum. Coldal efnið var síðan lagt yfir. Þetta ber að hafa í huga við síðari skoðun. Sjá einnig mynd á bls. 17.

Colice

Eftir misheppnaða tilraun til útlagnar Colice á Hafravatnsvegi var bíllinn hreinsaður og nýtt efni framleitt. Um kl. 22:00 komu síðan h.u.b. 4000 lítrar af nýju bindiefni á staðinn og hófst þá útlögn á Seljadalsefni á viðmiðunarkaflanum. Lofthiti var 10°C og bindiefnishiti um 60°C . Á viðmiðunarkaflanum lak mikið af efninu yfir á hinn vegarhelminginn áður en náðist að dreifa steinefninu yfir. Á eystri slitlagsbrún Hólabrúarkaflans næst Reykholti var búið að leggja Ralomac rönd, sem rétt er að hafa í huga síðar. Reynt var að taka teppapróf og stilla gjöfina á $3,1 \text{ l/m}^2$, en ekki tókst að framkvæma prófið vegna þess hvað efnið var þunnfljótandi á bæði Seljadals- og Hólabrúar-köflunum. Bindiefnið hreinlega lak út af teppinu áður en hægt var að koma því í plastpokann. Sjónmat gaf samt til kynna að gjöfin væri $3,1 + \text{l/m}^2$.

Þegar steinefnið dreifðist yfir bindiefnið strax, án nokkrar tafar, stöðvaðist allt flæði bindiefnisins, en ef smá töf varð á dreifingu steinefnis fór bindiefnið að flæða mikið. Almenn tókst vel að dreifa steinefninu og þar með hemja bindiefnið, en það er samt til verulegra óþæginda hversu bindiefnið er þunnfljótandi.

Klæðing með bikþeytu 2004, Borgarfjarðarbraut 17. júlí 2004

Útlögn: Colice bikþeyta rennur undan halla.

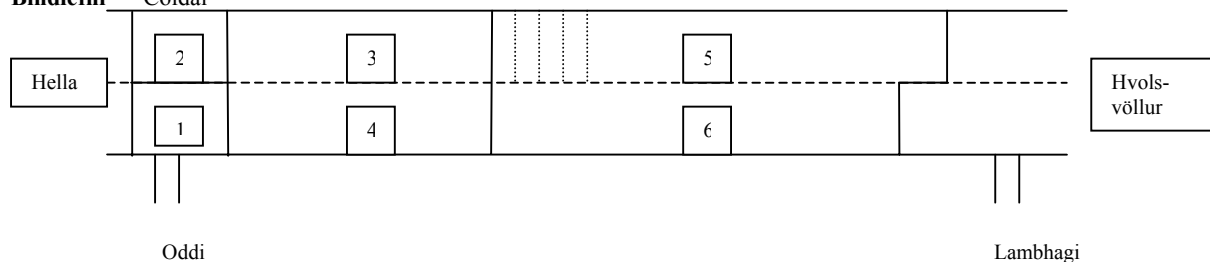


3.2.4 Suðurlandsvegur (1-C2)

Dags. 17.07.2004. Byrjað var að leggja um kl. 14:00 og öllu lokið um kl. 18:30. Umferð töluerð. Lofthiti var 15°C í byrjun en kominn niður í 13°C við lok útlagnar. Þurr, sól og svolítill gola. Góð veðurskilyrði. Sópað var um kvöldið. Kaflinn er milli Oddaafleggjara, nr. 266, og Lambhaga rétt vestan við Hvolsvöll. Breidd vegar er 8,6 m. Búið var að styrkja axlir með bikbundnu steinefni. Númer innan ramma gefa til kynna röð útlagnar. Reynt var að hafa bindiefnisgjöfina 3,5 l/m² vegna Núpaefnis (8-16 mm) og 3,1 l/m² vegna Seljadalsefnis (8-11 mm).

Allt tilraunasvæðið er á kafla 1-c2 nema 26 m sem lenda á kafla 1c3 vestan Oddaafleggjara.

Steinefni	Seljad.			Núpaefni	Núpaefni	
Stöð	0,026	7,62	7,546	7,299	6,777	
kaflí nr.	1c3	1c2	1c2	1c2	1c2	
Bindiefni	Colice			Colice	Coldal	
Bindiefni	Coldal					



Coldal

Vel gekk að leggja út bindiefnið á viðmiðunarkaflann „1“, Seljadal 8-11 mm, bindiefnisgjöf 3,1 l/m² og steinefnisgjöf 15 kg/m². Á Núpæfniskaflann „5“ gekk erfiðlega að ná magninu upp í 3,5 l/m². Nokkur teppapróf voru tekin þar til ég var sannfærður um að gjöfin væri 3,5 l/m², en þá sýndi magnmælir bílsins 3,8 l/m². Ég hélt þeirri stillingu og tel að þannig hafi magnið verið 3,5 l/m². Hitastig bindiefnis var um 63°C. Útsprautun og útlögn gekk vel eftir að búið var að koma gjöfinni upp í 3,5 l/m². Bindiefnið lak ekkert til og lagðist eins og bræddur ostur yfir veginn. Steinefnagjöfina varð hins vegar að auka upp í 22 kg/m² til þess að tryggja að dekk á almennum bílum bæru ekki bindi- og steinefni út um allan veg. Þetta mikið bindiefni er orðið verulega afgerandi þáttur í útlögn og gerð slitlagsins.

Klæðing með bikþeytu 2004, Suðurlandsvegur 17. júlí 2004

Útlögn: Góð dreifing bikþeytu og steinefna.

**Colice**

Vel gekk að leggja út bindiefnið á viðmiðunarkaflann „2“, Seljadal 8-11 mm, bindiefnisgjöf 3,1 l/m² og steinefnisgjöf 15 kg/m². Lítil munur virtist á þessu efni og Coldal á viðmiðunarkaflanum.

Á Núpæfniskaflann (8-16 mm) „3“ og „4“ hegðaði bindiefnið sér svipað og á Borgarfjarðarbraut, það flaut út af veginum ef steinefnadreifarinn stoppaði aðeins og þegar teppapróf var tekið. Ógerlegt var að taka teppapróf því efnið lak út af teppinu. Við treystum því á magnmæli bílsins sem var stilltur á 3,5 l/m². Eins og áður segir var hægt að hemja Coldal efnið meðan teppapróf var tekið og var þar nauðsynlegt að stilla mælinn á 3,8 l/m² til þess að fá út 3,5 l/m², það er því nærtækt að ætla að á þessum kafla „Colice“ hafi raunverulegt útsprautað magn ekki fyllilega náð 3,5 l/m², þar sem mælirinn var stilltur á 3,5 l/m².

Þó efnið væri þunnt virtist það ekki koma að sök ef steinefnið komst á strax, þá hætti það að flæða undan þverhallanum. Hitastig bindiefnis var 60°C. Nauðsynlegt var að

auka steinefnisgjöfina upp í 20 kg/m² til þess að hindra snertingu við dekk bílanna. Að öðru leyti gekk útlögnin nokkuð vel.

Jón R. Sigmundsson

3.3 Prófanir á rannsóknastofu⁹

3.3.1 Steinefni

Steinefnin á tilraunaköflunum voru perla 12 Seljadalur frá Höfða hf. á Hafravatnsvegi, 8-11mm Hólabrú framleitt af Taki-Malbiki á kaflann Borgarfirði og efni frá Núpum í Ölfusi á Suðurlandsveg. Tekin voru sýni af steinefnunum á útlagnarstöðum og þau notuð í VPT próf. Einnig var mæld kornadeifing og kleyfnistuðull, en hvort tveggja skiptir máli í klæðingum. Yfirlit er í töflu 3.3.1-1 hér fyrir neðan.

Sáldur, %	Seljadalur	Hólabrú	Núpaefni
22,4 mm	100	100	100
16,0 mm	99	99	98
11,2 mm	84	84	69
8,0 mm	23	29	23
4,0 mm	2	3	9
2,0 mm	2	3	8
0,063 mm	1,4	1,7	2,3
Raki, V%	2,1	2,7	3,3
Kleyfnistuðull, FI	16,4	6,2	3,6

Steinefnin frá Seljadal og Hólabrú eru að segja má 8-11 mm efni eins og flokkunin er skilgreind í Alverki'95, en undirstærð í Hólabrú er þó yfir 25% mörkum. Kornadreifing Núpaefnis er nálægt því að vera eins og í 8-16mm efni, en hluti undirstærða meiri en þar væri. Fínefni undir 63 µm er mest í Núpaefninu, 2,3%. Kleyfnistuðullinn er hæstur í Seljadalsefninu, en lægstur í Núpaefninu.

3.3.2 Bikþeyta

Eins og komið hefur fram var bikþeytan annars vegar Coldal sem Arnardalur sf. lagði fram og hins vegar Colice sem var þróuð af Hlaðbæ Colas hf. Báðar gerðirnar voru framleiddar í stöð Hlaðbæjar Colas og bárust sex sýni af framleiðslunni þann 27. júlí á R.b. Fjögur sýnanna voru af Coldal og voru merkt á R.b. sem A1-4, en Colice sýnin sem C1 og C2.

Á R.b. voru ekki gerð önnur próf á bikþeytunni sjálfri en að bindiefnisleif var mæld á einfaldan hátt með uppgufun 3. ágúst.

Við útlögn hafði sýnt sig að Colice bikþeytan brotnaði of hratt. Það hafði hún einnig gert í sýnabrusunum og var ekki hægt að nota hana til neinna prófana.

- A1: Coldal+1. Úr framleiðslu 2004-07-14 kl. 9:10. – Mæld leif 66,7%
- A2: Coldal+2. Úr framleiðslu 2004-07-14 kl. 12:00 – Mæld leif 66,1%
- A3: Coldal+2. Úr framleiðslu 2004-07-15 kl. 20:15 – Mæld leif 65,7%
- A4: Coldal+2. Úr framleiðslu 2004-07-15 kl. 21:10 – Mæld leif 66,1%
- C1: Colice-Kn-B-0,5. Úr framleiðslu 2004-07-15 kl. 16:50
- C2: Colice-Kn-B+0,5. Úr framleiðslu 2004-07-16 kl. 17:35

Stutt lýsing á bikþeytunum eftir sjónmati, en ekki mælingum:

Coldal: A1 og A2: Bikþeyta þykk og e.t.v. svolítið botnfall við hristun, en virtist hverfa eftir hrærslu og frekari hristun. A2 e.t.v. örlítið þykkari en A1. - A3 og A4: A3 var jöfn að sjá og ekki mjög þykk, A4 svipuð en þykkari. - A1-A4: Engir kekkir sjáanlegir og er bikþeytan falleg að sjá. Er nokkuð þykk, einkum A4. Brotnar hratt á járnstaf sem var notaður til að hræra með.

Colice: C1: Einn seigur kökkur í flösku, smáskán efst, þá vatn, ekki mikið, en annars er allt brotið. Massi seigur sem karamella. - C2: Vatn efst í flösku, en annars kökkur eins og í C1, en þó ekki jafn einsleitur að sjá og virðist smákekkjöttari. - C1 og C2: Ekki er hægt að nota bikþeytuna til prófana.

3.3.3 VPT viðloðunarpróf

Undirbúningur og prófanir

Steinefni voru öll prófuð þurr og óþvegin. Þetta er nefnt „mechanical adhesion“ í staðli um VPT próf¹⁰. Steinefnin eru þurrkuð við 50°C í sólahring. Þurrir steinar voru settir í plastpoka og geymdir í kælikáp við 5°C í 24 tíma fyrir próf. Við steinastærð 8-11 mm á bindiefnisleif að vera 1,0 kg/m² eða 40 g á plötuna sem er 0,2 m á kant. 100 steinum af nefndri stærð er raðað á hverja plötu. Það var gert við steinefnin úr Seljadal og Hólabrú. Eins og áður kom fram var Núpaefnið nálægt því sem kalla mætti 8-16 mm og lendir því milli flokka. Samkvæmt staðli um 11-16mm efni er bindiefnisleifin 1,3 kg/m² eða 52 g á plötuna, og eru þá notaðir 50 steinar. Farinn var millivegur með Núpaefnið og bindiefnisleif sett sem 1,15 kg/m² eða 46 g á plötu og raðað 75 steinum á hana.

Í tilraununum voru útbúnar þrjár plötur fyrir hvert steinefni. Coldal bikþeytan var sett á plötur við herbergishita, um 22°C, en skv. staðlinum ætti að dreifa bikþeytunni við væntalegan notkunarhita. Plötunar með bikþeytu og steinum voru settar í sogskáp og hafðar þar við herbergishita í þrjá til fjóra sólarhringa og ætti bikþeytan þá að vera fullbrotin. Staðall gerir ráð fyrir sólahring. Plöturnar með steinum voru svo prófaðar eftir 20 mínútur við 5°C í kælikáp.

Framkvæmd og útkoma

Eftir próf voru taldir þeir steinar sem höfðu fallið án bindiefnis, höfðu fallið með bindiefni og í þriðja lagi voru enn fastir á plötunni. VPT gildið er summa þeirra tveggja síðarnefndu í prósentum. (Tafla 3.3.3-1)

Tafla 3.3.3-1 VPT próf						
<i>Bikþeyta</i>	<i>Steinefni</i>	<i>Fallnir hreinir %</i>	<i>Fallnir með biki %</i>	<i>Fastir á plötu %</i>	<i>Fastir og með biki %</i>	<i>Alls %</i>
		a	b	c	VPT gildi b+c	
Coldal A2	Seljadalur perla 12	0,0	0,3	99,7	100,0	100,0
Coldal A3	Hólabrú 8-11	0,3	2,3	97,3	99,7	100,0
Coldal A4	Núpaefni	0,4	0,4	99,1	99,6	100,0

Viðloðun mældist góð og er VPT gildið 99-100%. Enginn steinn féll af Seljadals-efninu. Af Hólabrú féll einn hreinn af 300, en sjö með biki og dragast þeir ekki frá VPT gildinu. Einnig féll aðeins einn steinn af 225 af Núpaefninu sem er jafnvel betra en búast mátti við þar sem mesta finefnið var í því efni. Viðloðun samkvæmt þessari aðferð er góð. Sundurliðaðar niðurstöður prófana eru í töflu aftar.

Bikpeyta til klæðinga: Vialit Plate próf
Einstakar mælingar

Efni af tilraunaköflum í júlí 2004

Bikpeyta: Coldal frá Arnardal

Steinefni: um 8-11mm Hólabrú og Seljadalur
og um 8-16 mm Núpaefni

2004-08-09

Próf eftir 20 mín í kæliskáp (um 5-7°C)

<i>Steinar</i>	<i>Bikpeyta</i>	<i>Aths.</i> <i>sjá neðar</i>	<i>a'</i> <i>Fallnir,</i> <i>hreinir</i> <i>Fjöldi</i>	<i>b'</i> <i>Fallnir,</i> <i>m. biki</i> <i>Fjöldi</i>	<i>c'</i> <i>Fastir</i> <i>á plötu</i> <i>Fjöldi</i>	<i>b'+c'</i> <i>Fastir</i> <i>og með</i> <i>biki</i>	<i>Alls</i> <i>Fjöldi</i>	
13 Se12	Coldal A2	MR	0	0	100	100	100	
14 Se12	Coldal A2	MR	0	0	100	100	100	
15 Se12	Coldal A2	MR	0	1	99	100	100	
9 Hb11	Coldal A3	MR	0	4	96	100	100	
16 Hb11	Coldal A3	MR	0	2	98	100	100	
17 Hb11	Coldal A3	MR	1	1	98	99	100	
10 Núpar	Coldal A4	MR	0	1	74	75	75	
11 Núpar	Coldal A4	MR	0	0	75	75	75	
12 Núpar	Coldal A4	MR	1	0	74	74	75	
1 Se12	Coldal A2	AO	0	0	100	100	100	
2 Se12	Coldal A2	AO	0	0	100	100	100	
3 Se12	Coldal A2	AO	0	0	100	100	100	
4 Se12	Coldal A2	MO	0	0	100	100	100	
5 Se12	Coldal A2	MO	0	0	100	100	100	
6 Se12	Coldal A2	MO	0	0	100	100	100	
Meðal						b+c		
13,14,15	Se12	Coldal	MR	0,0	0,3	99,7	100,0	100,0
9,16,17	Hb11	Coldal	MR	0,3	2,3	97,3	99,7	100,0
10,11,12	Núpar	Coldal	MR	0,3	0,3	74,3	74,7	75,0
1,2,3	Se12	Coldal	AO	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0
4,5,6	Se12	Coldal	MO	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0
Staðalfrávik								
13,14,15	Se12	Coldal	MR	0,0	0,6	0,6	0,0	0,0
9,16,17	Hb11	Coldal	MR	0,6	1,5	1,2	0,6	0,0
10,11,12	Núpar	Coldal	MR	0,6	0,6	0,6	0,6	0,0
1,2,3	Se12	Coldal	AO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,5,6	Se12	Coldal	MO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Prósentur meðaltala								
13,14,15	Se12	Coldal	MR	0,0	0,3	99,7	100,0	100,0
9,16,17	Hb11	Coldal	MR	0,3	2,3	97,3	99,7	100,0
10,11,12	Núpar	Coldal	MR	0,4	0,4	99,1	99,6	100,0
1,2,3	Se12	Coldal	AO	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0
4,5,6	Se12	Coldal	MO	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0

MR: Mechanical adhesion þ.e. þurr steinefni og rétt bindiefninleif.
MO: Mechanical adhesion þ.e. þurr steinefni, en of mikið bindiefni.
AO: Active adhesion þ.e. rök steinefni, en of mikið bindiefni.

Gerð var lítil tilraun með „active adhesion“ þar sem rakamettuðum steinefnum er raðað á bindiefnisþakta plötuna. Notað var Seljadalsefni, en bindiefnisleifin var of mikil eða 1,3 kg/m² í stað 1,0. Plötur með þurru steinefni og sömu bindiefnisleif voru

útbúnar til samanburðar. Enginn steinn féll af plötunum hvorki þeim með röku stein-efnunum, né þeim þurru.

3.4 Greinargerð Hlaðbæjar Colas um bikþeytur¹¹

Malbikunarstöðin Hlaðbær-Colas hf.

Hafnarfirði 25. nóvember 2004

Bikþeyta til klæðinga – Tilraunaverkefni

Dagana 15. -17. júlí fór fram framleiðsla á bikþeytu vegna tilraunaverkefna með bikþeytu til klæðinga sumarið 2004. Verkefnið var framhald af sambærilegum tilraunaútlögnum sumarið 2003. Niðurstöður rannsókna á vegum Hlaðbæjar – Colas hf. (MHC) á bikþeytunni liggja nú fyrir.

Við framleiðslu voru tekin sýni sem send voru á Fjölver, til Colas í Danmörku og til R.b.

Rannsóknir sem Fjölver og Colas gerðu eru hér til umfjöllunar.

Meðfylgjandi töflur sýna rannsóknir á bikþeytu sem framleidd var hjá MHC til klæðinga sumrin 2003 og 2004. Fremst í öllum töflum eru þættir sem skoðaðir voru og danskar kröfur um gæði bikþeytu til klæðinga.

2003

Sumarið 2003 voru tekin alls 5 sýni. Eingöngu voru send sýni til rannsókna hjá Fjölveri, alls 3 sýni af Coldal (uppskrift Arnardals) og 2 sýni af Colice (uppskrift MHC).

Sýni númer 14-16 eru af Coldal sem lagt var út í tilraunaverkefninu 2003.

Sýni númer 17 er af Colice sem lagt var út í tilraunaverkefninu 2003.

Sýni númer 18 er af Colice sem framleitt var 10 dögum áður og lagt sem prufa inni á lóð MHC.

2004

Sumarið 2004 voru tekin alls 15 sýni til rannsókna. 10 sýni voru send til Colas í Danmörku (númeruð 2 -11) og 5 sýni voru tekin samhliða sýnum (7-11) og send á Fjölver (númeruð 12 og 13) en ekkert númer er vegna sýna sem ekki var hægt að rannsaka.

Um sýnin

Sýni merkt númer 1 er dæmigerð dönsk bikþeyta til klæðinga framleidd af Colas DK hér til samanburðar.

Sýni númer 2-4 voru tekin af Colice þeytu sem var framleidd í tilraunaskyni eftir að tilraunaútlögnum var lokið með öðru grunnbiki sem kom með skipi um það leyti til að sjá hvort ástæðan fyrir galla í bikþeytunni við tilraunaútlagnir væri gerð grunnbiksins.

Sýni númer 5 og 6 voru tekin af Coldal efni sem fór í verkefni á vegum Arnardals í Heiðmörk sem framkvæmt var 14. júlí.

Sýni númer 7 og 8 voru tekin í beinu framhaldi af Coldal framleiðslu sem fór í tilraunaverkefnið.

Sýni númer 9-11 voru tekin af Colice efni sem fór í tilraunaverkefnið. Bikpeytan brotnaði í sýnatökubrúsunum þannig að ekki var hægt að rannsaka þau. Samhliða voru send sýni á Fjölver með sömu niðurstöðu, það er bikpeytan brotnaði. Sýnin hjá Fjölver eru ekki númeruð.

Sýni númer 12 og 13 voru tekin samhliða sýnum 7 og 8 af Coldal efni sem fór í tilraunaverkefnið og rannsökuð hjá Fjölver.

Niðurstöður

Sumarið 2003 gekk vel að leggja út bikpeytuna, báðar tegundir. Á verkstað þótti Colice vera þykkari að sjá, en Coldal meira þunnfljótandi. Colice brotnaði áberandi hægar.

Niðurstöður sýna að Coldal er ekki með nema 62-64% bik þannig að bikpeytan var ekki nógu þykk (krafa 66-69% bik), seigja við 70°C er enda við eða neðan við neðri mörk (8 sek). Colice (sýni nr 17) er hinsvegar þykk (67% bik) og seigjan í efri mörkum (14 sek) þannig að hún var greinilega betri að því leyti. Brothraði var í öllum tilfellum í hærri mörkum eða yfir (brotnar hægt) og Colice líklega enn hægari en Coldal. Sýni nr. 18 sem var Colice framleitt 10 dögum áður og lagti inn á lóð MHC var miklu þynnri og brotnaði hraðar.

Sumarið 2004 gekk vel að leggja út Coldal bikpeytuna en mikil vandræði með Colice efnið (sjá nánar framkvæmdaskýrslu). Coldal þótti leggjast vel og leit sannfærandi út, þykk og rann ekki til. Colice hinsvegar var fyrst þunnfljótandi og brotnaði svo í bílnum (Hafravatnsvegur). Seinni daginn hegðaði Colice sér eðlilega fyrst en varð svo þunnfljótandi.

Niðurstöður sýna að Coldal (sýni 5-8 og 12-13) er miklu þykkari en árið áður eða 66-67%, og seigjan við 70°C er 9,5-11,5 sem er mjög gott. (Fjölver rannsakaði aðeins seigjuna við 40°C og fær gildi í samræmi við dönsku niðurstöðurnar). Brothraði Coldal er mældur 0,56-0,97 sem er nánast allt innan dönsku markanna og er bikpeytan hraðari en árið áður. Nokkur munur var á rannsóknarstofum við brothraðamælinguna. Sigtaleif á Coldal var lítil sem bendir til að bikpeytan sé stöðug og góð. Svo virðist sem Coldal bikpeytan sumarið 2004 sé mjög góð bikpeyta sem stenst allar kröfur og hefur heppnast vel. Ákvörðun um að þykkja bikpeytuna frá árinu áður var rétt og hefur tekist.

Framleiðsla á Colice vegna tilraunaútlagna misheppnaðist hinsvegar alveg. Öll sýni send á Fjölver og Colas DK brotnuðu og var því ekki hægt að rannsaka þau. Við útlögn hefur bikpeytan verið að brotna en hluti af klæðingu gæti verið í lagi.

Colice blandað eftir að tilraunaútlögnum lauk og send til rannsókna eingöngu (sýni 2-4) brotnaði ekki en er með mikla sigtaleif sem er getur verið vegna tveggja mismunandi ástæðna: Annarsvegar að dropastærð hafi verið mikil alveg frá framleiðslu eða að hún sé óstöðug og byrjuð að brotna.

Ástæða þess að Colice tekst ekki vel í ár er óþekkt en líklegasta skýringin liggur í gerð grunnbiksins. Nánar verður fjallað um það á fundi um tilraunirnar.

Sigþór Sigurðsson

MHC: Samantekt rannsóknna á bikþeytu til klæðinga 2003 & 2004

Bikþeyta - rannsóknir 2004: Borgarfjörður, Rangárvellir og Hafnaratnsvægur

2004

Rannsóknir/mörk frá Colas DK	
Mæling:	
Bröt. Mörk 0,45-0,90	
pH	
Sigtaleif. 20, 100µm	
Sigtaleif. 30, 650µm	
Sigtaleif. 200, 75µm	
Bik magn % Krifa 68-89	
Selja, STY(70°) Mörk 8-14 sek.	
Selja, STY(40°)	

DK	
1	
0,89	
0,10	
0,01	
0,09	
87,8	
10,6	
28,8	

Coldal	Coldal	Coldal	Coldal
5	6	7	8
0,97	0,7	0,77	0,81
0,01	0,00	0,01	0,01
0,01	0,01	0,01	0,00
0,34	0,70	0,07	0,08
87,1	86,8	86,1	86,3
11,5	11,0	9,5	10,8

Colice	Colice	Colice	Colice
9	10	11	
			Tilraunablöndur
			2
			3
			4
Brotnaði	Brotnaði	Brotnaði	
			0,43
			1,75
			1,06
			10,12
			88,1
			11,8
			0,42
			1,80
			1,35
			15,41
			88,7
			11,1
			0,40

2004

Rannsóknir/mörk frá Fjölsver	
Mæling:	
Bröt	
pH	
Sigtaleif. 600µm	
Bik magn % Krifa 68-89	
Selja, STY(40°)	

Coldal	Coldal
sama og 1	sama og 8
12	13
0,56	0,58
<0,05	<0,05
66	66
27,7	47,8

Bikþeyta - rannsóknir 2003: Akrafjallsvægur

2003

Rannsóknir/mörk frá Fjölsver	
Mæling:	
Bröt	
pH	
Sigtaleif. 600µm	
Bik magn % Krifa 68-89	
Selja, STY(70°)	

Coldal	Coldal
14	15
1,14	0,99
3	3,2
<0,05	0,08
63	62
8,4	6,9
	7,8

Colice	Colice
17	18
1,14	0,9
4,4	4,4
<0,05	0,38
67	62
14	6,6

4 Úttekt á tilraunaköflum frá júlí 2004 gerð 7. október s.á.¹²

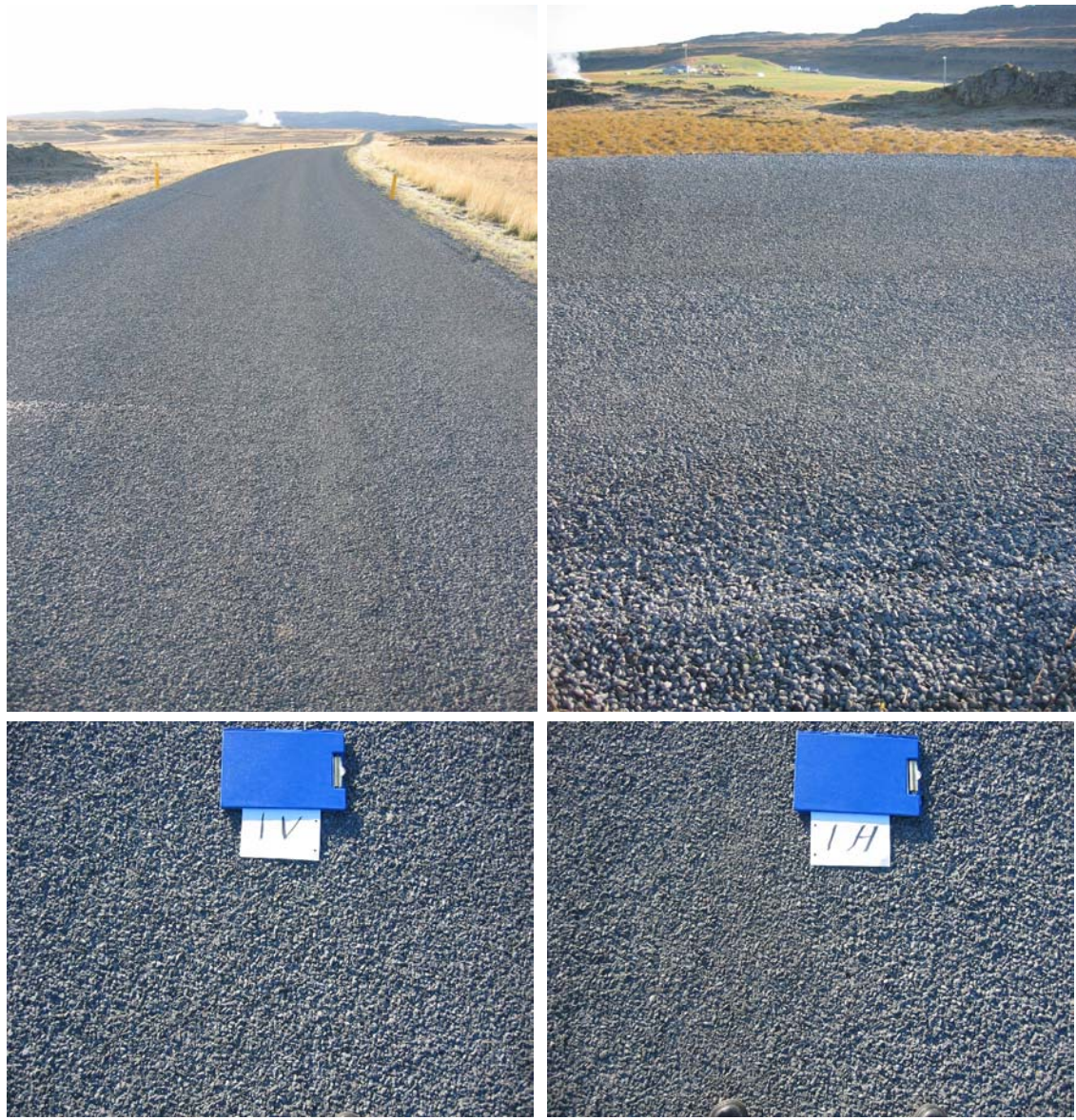
Tilraunakaflar vegna verkefnisins voru lagðir á þremur stöðum um miðjan júlí síðastliðinn. Kaflarnir voru á Borgarfjarðarbraut, nr. 50, sunnan Hvítár; á Suðurlandsvegi, nr. 1, nálægt Oddaafleggjara og á Hafravatnsvegi, nr. 431, þar sem hallar til suðurs. Staðsetningu er nánar lýst í kafla 3.2 hér að framan og þar eru einnig teikningar af einstökum hlutum hvers kafla. 7. október skoðuðu Jón R. Sigmundsson og Arnþór Óli Arason kaflana og merktum einstaka hluta þeirra. Tekin var yfirlitsmynd af hverjum hluta í útlagnarstefnu, mynd þvert yfir veginn og tvær myndir beint ofan á klæðinguna í og á milli hjólfara. Þegar talað er um vinstri og hægri á myndum og í lýsingum hér fyrir aftan er miðað við útlagnarstefnu. Í tilraununum var notuð Coldal bikþeyta sem þróuð er af Arnardal sf og Colice frá Hlaðbæ Colas, en báðar gerðirnar voru framleiddar í stöð Hlaðbæjar Colas (MHC).

4.1 Borgarfjarðarbraut

Kaflinn hefst rúmum hálfum km sunnan Hvítárbrúar eða nálægt Hurðabaki og liggur til suðurs eða í átt að Deildartungu. Fyrst er stuttur samanburðarkafli með perlu 12 Seljadal, þá meginkaflarnir með 8-11 mm Hólabrúarefni, fyrst á Coldal bikþeytu Arnardals, þá Colice frá MHC. Hælar voru reknir niður hægra megin við veg. Hæll merktur nr. 1 er við upphaf samanburðarkafans, nr. 2 við upphaf Coldal kaflans, nr. 3 við Colice kaflann og nr. 4 við enda hægri akreinar, sem nær nokkru skemur en sú vinstri. Einnig voru settir niður hælar um 50 m inni á köflum 2 og 3, merktir 2Ú og 3Ú vegna úttekta síðar. – Veður var bjart og stillt og frost 4°C.

Klæðing með bikpeytu 2004, Borgarfjarðarbraut 7. október 2004

Kaflí 1: Samanburðarkafli með Seljadalsperlu



Kaflí 1. Á samanburðarkafli með Seljadalsperlunni er Coldal bikpeytan á hægri akrein, en Colice á þeirri vinstri. Áferðin er góð og báðar akreinarnar svipaðar að sjá. Má vera að steinar hafi gengið meira niður í hjólför hægra megin og lausir steinar séu heldur fleiri í kanti vinstra megin, en munur er ekki mikill.

Klæðing með bikbeytu 2004, Borgarfjarðarbraut 7. október 2004

Kafli 2: Hólabrú á Coldal



Kafli 2, Hólabrú á Coldal. Áferð klæðingarinnar er jöfn og þétt. Nokkuð var um yfirstæðir í steinefninu eins og kom fram í útlagnarskýrslu og sást í sáldurferli eftir útlögn og eru þeir steinar áberandi. Svólítið er um lausa steina í köntum, en þeir eru flestir hreinir eða án biks. Ekki þarf að vera neitt óeðlilegt við steina í vegkanti svona skömmu eftir útlögn vegna þess að steinefnaþekjan er rífleg í upphafi. Steinar á veginum sjálfum voru vel fastir.

Klæðing með bikþeytu 2004, Borgarfjarðarbraut 7. október 2004

Kaflí 3: Hólabrú á Colice



Kaflí 3, Hólabrú á Colice. Kaflin er mjög svipaður þeim fyrri og er áferð klæðingarinnar jöfn og þétt og steinar eru fastir. E.t.v. er aðeins minna um lausa steina í köntum en í fyrri kafla.

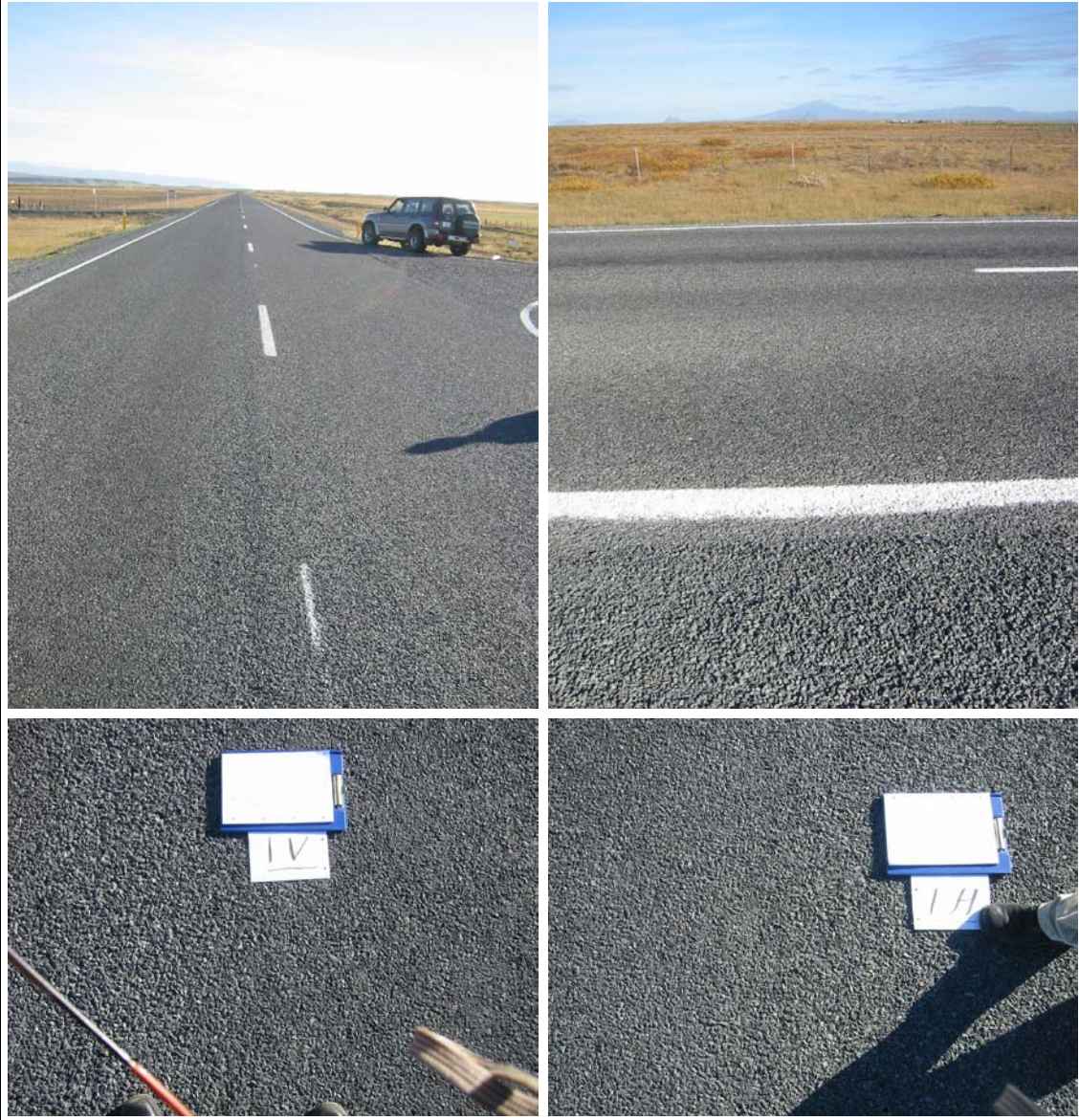
4.2 Suðurlandsvegur

Kaflinn er á Suðurlandsvegi, nr. 1, á milli afleggjara að Odda, nr. 266, og Lambhaga-vegar, nr. 2703. Útlagnarstefnan er til austurs frá Oddavegi. Fyrst er stuttur samanburðarkafli með perlu 12 Seljadal, þá meginkaflarnir með Núpaefni, fyrst á Colice bikþeytu frá MHC þá á Coldal bikþeytu Arnardals. Samkvæmt sáldurferli má segja að stærðarflokkun Núpaefnis sé 8-16 mm. Hælar voru reknir niður hægra megin við veg. Hæll merktur nr. 1 er við upphaf samanburðarkafans, nr. 2 við upphaf Colice kaflans,

nr. 3 við Coldal kaflann og nr. 4 við enda hægri akreinar, sem nær nokkru skemur en sú vinstri. Einnig voru settir niður hælur um 100 m inni á köflum 2 og 3, merktir 2Ú og 3Ú (við afleggjara) vegna úttekta síðar. – Veður var bjart og hiti 7°C.

Klæðing með bikpeytu 2004, Suðurlandsvegur 7. október 2004

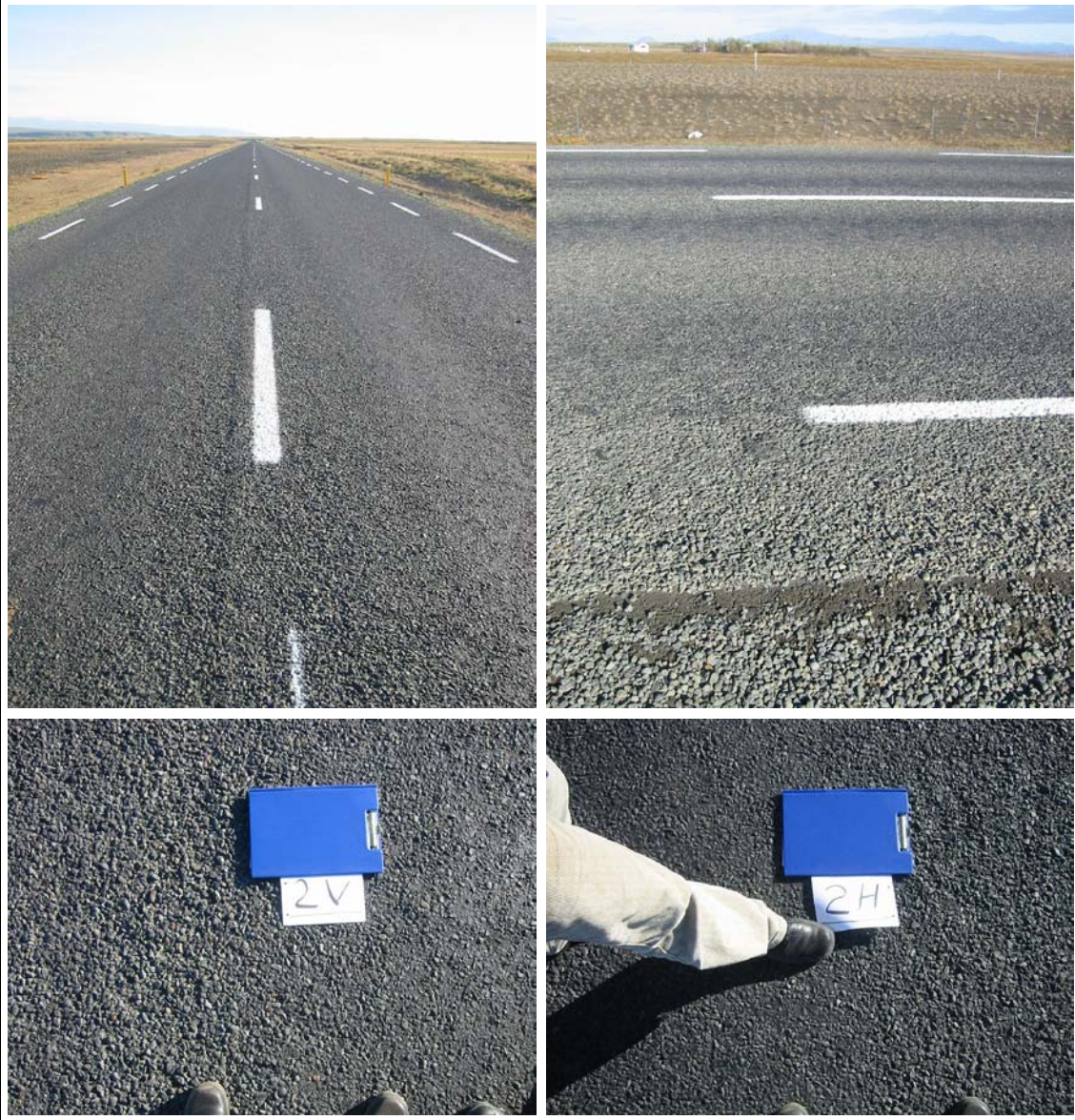
Kaflí 1: Samanburðarkafli með Seljadalsperlu



Kaflí 1. Á samanburðarkaflanum með Seljadalsperlunni er Coldal bikpeytan á hægri akrein, en Colice á þeirri vinstri. Áferð beggja akreinanann er jafnfalleg að sjá og þakningin á veginum er góð. Hjólförin vinstra megin eru dálítið feit, en það gæti stafað af undirlagi enda er aðlægur kaflí utan tilraunar eins. Ekki er mikið um lausa steina í köntum.

Klæðing með bikbeytu 2004, Suðurlandsvegur 7. október 2004

Kaflí 2: Núpaefni á Colice



Kaflí 2, Núpaefni á Colice. Áferðin er ekki jafn falleg og í Seljadalsperlunni, en þakning er yfirleitt góð. Þó er vottar fyrir grisjun á blettum, einkum rétt vinstra megin við miðju. Smábiksmít er í hjólförum. Litið er um lausa steina í köntum.

Á vinstri akrein um 30 m inni á úttektarkaflanum hefur bik runnið og er yfirborðið frekar óslétt. Þetta virðist vera ný viðgerð með þunnbiki og er steinefnið líklega af Markarfljótsaurum.

Klæðing með bikþeytu 2004, Suðurlandsvegur 7. október 2004

Kaflí 3: Núpaefni á Coldal



Kaflí 3, Núpaefni á Coldal. Kaflinn er mjög svipaður þeim fyrri en áferðin betri. Steinefnadreifing er jöfn að sjá og ekkert steinlos. Lausir steinar í köntum eru án bindiefnis. Svólítið biksmit er í hjólförum.

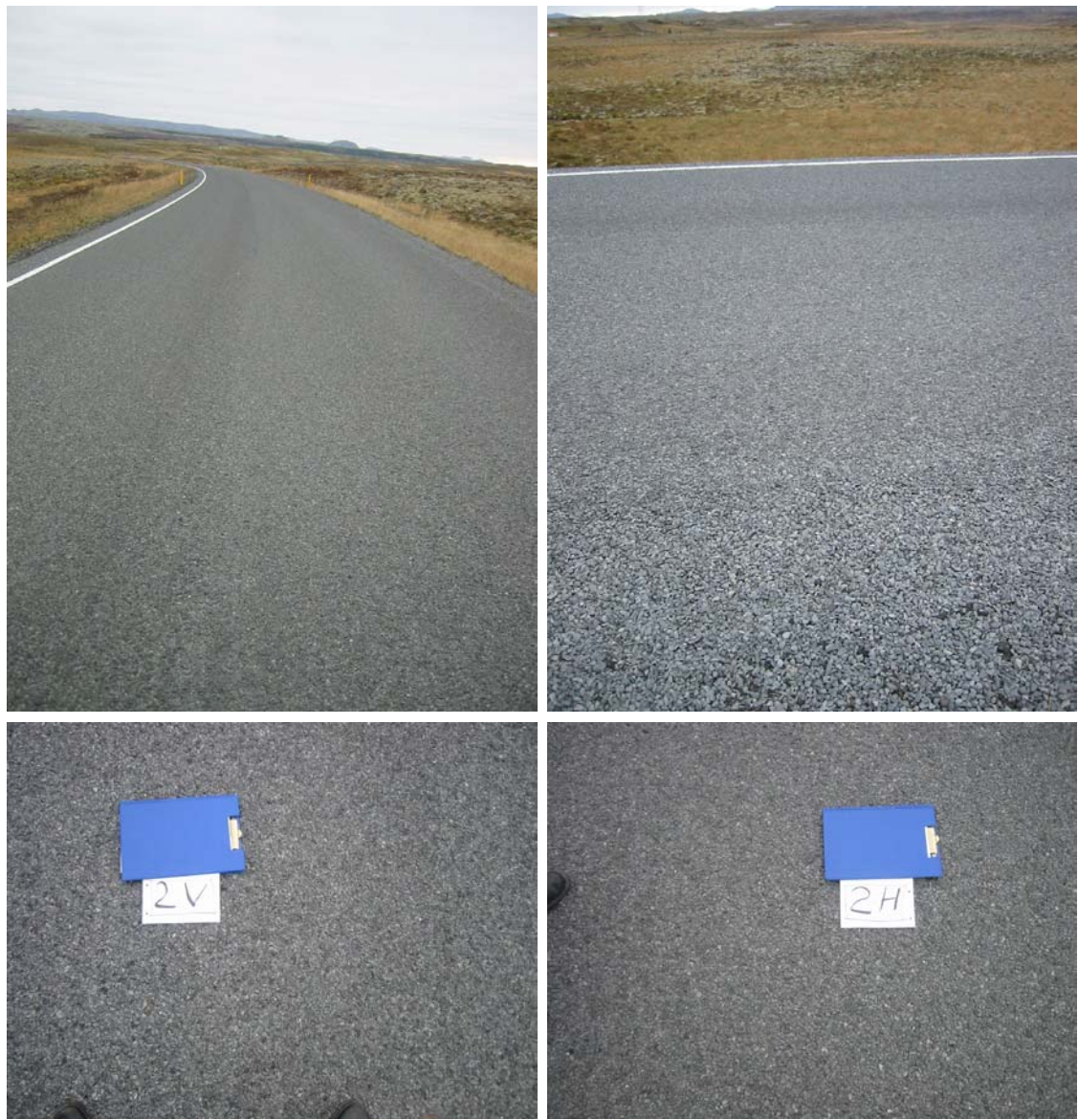
Bindiefnisklessur eru á vinstri akrein um 40 m frá úttektarhæl. Þær eru líklega af efni sem hefur límst á vörubíladekk við útlögn og losnað þarna af.

4.3 Hafravatsvegur

Kaflinn er í brekkunum allnokkru sunnan Suðurlandsvegur og var lagður frá norðri til suðurs. Á kaflanum er steinefnið perla 12 Seljadalur. Þessi kaflí var svolítið snúinn vegna ýmissa erfiðleika við útlögn. Við upphaf kaflans, hægra megin, var rekinn niður hæll merktur nr. 1 og er Coldal bikþeyta þar á allri vegbreiddinni um 50 m spöl. Þá tekur við kaflí þar sem Colice bikþeyta er á hægri akrein en Coldal áfram á þeirri vinstri. Hæll 2 var settur niður við skilin og nr. 3 þar sem Colice bikþeytan endar. Sá fjórði var rekinn niður við enda tilraunakaflans, en frá þriðja hælnum var aðeins Coldal bikþeyta á vinstri akrein, en sú hægri óklædd. Um 130 m frá byrjun tilraunar var settur hæll merktur 2Ú vegna úttekta síðar. Myndirnar voru teknar þar og eins og kom fram hér að framan er klæðingin þar á Colice bikþeytu á hægri akrein, en Coldal á þeirri vinstri. – Veður var þurrt.

Klæðing með bikþeytu 2004, Hafravatsvegur 7. október 2004

Kaflí 1: Seljadalsperla á Coldal og Colice



Kaflí 2, Seljadalur á Coldal og Colice. Steinefnaþekjan var þétt og falleg á báðum akreinum. Kom það nokkuð á óvart miðað við erfiðleikana við útlögn á Colice bikþeytunni, en hún var mjög þunn í upphafi. Við lok útlagnar varð hún mjög þykk og það sást nú við síðustu metra kaflans þar sem steinarnir sátu í bikrákum, en autt var á milli.

Á Coldal kaflanum voru áberandi sæti eftir steina sem höfðu losnað. Þau voru svört og glansandi og því alveg ný. Aðfarnótt úttektardags var næturfrost og reyndar einnig en vægara fyrri nótt. Þessi sæti sáust einnig á Colice kaflanum en voru færri. Gróflega áætlað var hlutfallið Colice/Coldal = 1/7. Á einum lengdarmetra á Coldal akrein sáust 5-7 sæti við lauslega skoðun.

Lausir steinar í kanti voru ekki áberandi

5 Árangur tilrauna árið 2004

Framleiðsla Hlaðbæjar Colas hf. á Coldal bikþeytu Arnardals sf. tókst vel og uppfyllti þær kröfur sem unnið var eftir að hálfu framleiðanda. Colice bikþeyta Hlaðbæjar Colas tókst hins vegar ekki sem skyldi og virðist hún erfiðari í framleiðslu og viðkvæmari fyrir breytingum á grunnbikinu þ.e. hvort það er hreint naftanískt eða blandað parafínisku. Við útlögn brotnaði Colice bikþeytan of hratt og varð ýmist of þunn eða of þykk, en virtist oft góð áður en hún brotnaði.

Nú var notað 8-11 mm steinefni á tvo kaflanna og 8-16 mm á einn, en ekki 11-16 mm eins og sumarið 2003. Áferð tilraunakaflanna er falleg, bikþeytan nær vel upp á steinana og þeir virðast vel fastir. Reynslan sker úr um hvort slitþol minni steinastærðar verði gott.

Verklag Ræktunarsambands Flóa og Skeiða við útlögn var gott. Bindiefnisskömmun var 3,1 l/m² á 8-11 mm og 3,5 l á 8-16 mm Núþæfnið á Suðurlandsvegi. Það er í efri mörkunum á svo breiðum vegi að óbreyttum tækjum, en er leysanlegt tæknilegt verkefni.

Kaflarnir hafa ekki verið skoðaðir vel í vetur, en þó lítillega. Sigursteinn Hjartarson og Jón R. Sigmundsson litu á kaflana á Suðurlandsvegi í desember og voru þeir þá góðir.

Eins og staðan er má meta árangurinn þannig: Tæknilegur þáttur bikþeytuframleiðslunnar virðist góður og er bikþeytan einsleit. Efnafræðilega þætti uppskrifta mætti bæta og nauðsyn virðist á tilraunablöndum fyrir útlögn til að meta áhrif grunnbiks. Í fyrri tilraunum hefur bindiefnisskömmun sennilega ekki verið næg oft á tíðum, en nú virðist hún hæfileg. Útlögnin sjálf var vel unnin og dreifing bikþeytu og steinefna jöfn. Tilraunakaflarnir litu vel út eftir nokkura mánaða umferð og lofa góðu.

Klæðing með bikþeytu 2004, Suðurlandsvegur desember 2004
Klæðing lítur vel út



Heimildir

- ¹ Arnþór Óli Arason: Bikþeyta til klæðinga. Áfangaskýrsla 1. Skýrsla nr. 03-20, Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins / Vegagerðin. Reykjavík, janúar 2004.
- ² Ingvi Árnason, umsókn til Rannsóknasjóðs Vegagerðarinnar 2004.
- ³ Kaflinn er nær óbreytt úttektarskýrsla AÓA til nefndarmanna 5. maí 2004.
- ⁴ Gerð er grein fyrir þessum úttektum í Áfangaskýrslu 1.
- ⁵ Kaflinn er nær óbreytt úttektarskýrsla AÓA til nefndarmanna 11. október 2004.
- ⁶ Umferð á þjóðvegum 2003. Vegagerðin, desember 2004. - ÁDU = ársdagsumferð, meðalumferð á dag yfir árið. SDU = sumardagsumferð, meðalumferð á dag mánuðina júní, júlí ágúst og september. VDU = vetrardagsumferð, meðalumferð á dag mánuðina janúar, febrúar, mars og desember.
- ⁷ Alverk'95, Tafla 14.4.2 Stærðaflokkun steinefna, bls.21. Vegagerðin.
- ⁸ Kafli þessi er nær óbreytt framkvæmdaskýrsla Jóns R. Sigmundssonar frá haustdögum 2004.
- ⁹ Byggt á skýrslu AÓA til nefndarmanna 23. ágúst 2004
- ¹⁰ ÍST EN 12272-3:2003. Surface dressing – Test methods – Part 3: determination of Binder aggregate adhesivity by the Vialit plate shock test method.
- ¹¹ Greinargerð Sigþórs Sigurðssonar hjá Hlaðbæ Colas frá 25. nóvember 2004. – Augljós pennaglöp lagfærð og uppsetningu breytt lítillega.
- ¹² Kaflinn er nær óbreytt úttektarskýrsla AÓA til nefndarmanna 11. október 2004.