

# Tilraunakaflar með klæðingur á Vestfjörðum 2003-2008

Pétur Pétursson, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, petur.p@nmi.is

## 1 Inngangur

Í ársbyrjun 2003 hófst tilraunaverkefni, þar sem á fyrsta ári voru lagðir út tilraunakaflar með klæðingu úr völdum efnum af Vestfjörðum, 11 kaflar í Tungudal og 9 í Öfundarfirði. Til viðbótar voru lagðir sex nýir tilraunakaflar á veginn milli Ísafjarðar og Hnífsdals um haustið 2005, en þar er umferð mun meiri en á þeim stöðum sem lagt hafði verið á áður. Aðalmarkmið verkefnisins er að bera saman efni úr ýmsum berg- og malarnámum af mismunandi gæðum og flokkunarstærðum, til að sjá hvaða áhrif steinefnið hefur á endingu klæðingar. Í upphafi verkefnisins voru allar námurnar skoðaðar, þeim lýst og þær ljósmyndaðar. Einnig hafa verið gerðar árlegar úttektir á tilraunaköflunum þar sem teiknuð eru upp skemmdarkort, köflunum lýst og þeir ljósmyndaðir. Áfangaskýrslur um ástand tilraunakaflanna hafa verið gefnar út árlega. Tafla 1 sýnir hvaða þáttum var haldið að mestu leyti óbreyttum og hvaða þættir voru breytilegir í þessu verkefni.

**Tafla 1 Breytur og fastar í verkefni um tilraunakafla með klæðingu á Vestfjörðum**

BREYTUR:	FASTAR:
<ul style="list-style-type: none"><li>• Steinefni<ul style="list-style-type: none"><li>– berg/set</li><li>– misjöfn gæði</li><li>– flokkað/óflokkað</li></ul></li><li>▪ Umferð<ul style="list-style-type: none"><li>– 300 ÁDU</li><li>– 600 ÁDU</li><li>– 1200 ÁDU</li></ul></li><li>• Veðurfar</li><li>• Vetrarviðhald</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Klæðing með þunnbiki</li><li>▪ 60 m kaflar</li><li>▪ 180 pen stungubik</li><li>▪ 10 % white spirit</li><li>▪ Viðloðunarefni, amín 0,7 %</li><li>▪ Bindiefnismagn 1,7-2,0 l/m<sup>2</sup></li><li>▪ Hitastig bindiefnis 135°C</li><li>▪ Steinefnamagn ~20 kg/m<sup>2</sup></li><li>▪ Þung umferð 6-10 %</li><li>▪ Hlutfall nagladekkja ~60 %</li></ul>

Mikilvægur hluti verkefnisins var að kanna tengsl endingar tilraunakaflanna og niðurstaðna prófana, en þær prófunaraðferðir sem notast var við eru eftirfarandi:

- Kornadreifing, ÍST EN 933-1
- Fínefnamælingar, <0,02 og <0,002 mm, laser mælingar
- Brothlutfall (Crushed and broken surfaces), ÍST EN 933-5
- Kornalögun, kleyfnistuðull (Flakiness Index), ÍST EN 933-3
- Slitþolspróf, kúlnakvörn (Studded tyre abrasion test), ÍST EN 1097-9
- Styrkleikapróf (Los Angeles test), ÍST EN 1097-2
- Frostþol (Frost resistance test with salt), ÍST EN 1367-6
- Viðloðun (Adhesion wet mix test, íslenskt próf)
- Berggreining (Petrographic analysis), ÍST EN 932-3.

Í kafla 2 hér að neðan eru niðurstöður prófana settar fram á töfluformi og síðan getið um helstu ályktanir sem draga má af tilrauninni á hverjum stað.

## 2 Niðurstöður

### 2.1 Niðurstöður prófana – Vaðall, ~ 300 ÁDU

NÁMA	Stærð mm	Fínefni %	<0,02 mm	<0,002 mm	C&B %	FI %	STT %	LA %	F-Th %	Adh %	Petrogr. %
Sauðanes	0-16	3,1	2,4	0,5	-	25,1	11,1	11,1	0,3	100	67/33/0
Djúpagróf	0-16	4,7	3,2	0,5	29/53	8,4	19,5	14,0	13,4	<50	18/72/10
Kleifaheiði	0-16	7,3	4,7	0,9	-	15,0	20,3	14,7	4,7	86	100/0/0
Brjánslækur	0-16	3,9	2,8	0,5	44/46	10,6	16,1	16,2	7,7	97	28/71/1
Grundarendi	0-16	4,8	3,7	0,8	89/3	14,4	17,8	15,9	5,1	88	54/41/5
Skötufjörður	0-16	7,0	4,4	0,8	-	12,5	16,9	24,9	0,8	90	99/1/0
Gjögrar	0-16	7,2	4,9	0,9	52/25	7,7	15,2	17,8	5,2	84	80/20/0
Holtasund	0-16	4,7	3,4	0,7	-	21,0	14,2	11,1	0,8	100	16/84/0
Kleifabjörg	0-16	2,5	2,1	0,5	-	12,2	13,8	14,9	10,6	67	74/9/16

Fínefni smýgur 0,063 mm, %

C&B Brothlutfall, % brotið/alrúnað

FI Kornalögun, %

STT Slúþol, % niðurbrot

LA Styrkleiki, % niðurbrot

F-Th Frostþol, % niðurbrot

Adh Viðloðun, hrærslupróf, % þakning

Petrogr Berggreining, % 1., 2. og 3. flokkur

#### Helstur ályktarnir dregnar af tilraun við Vaðal

- Slit af völdum nagladekkja (mælt með kúlnakvörn) gefur ekki vísbendingar um endingu 0/16 mm steinefnis þar sem umferð er lítil, eða aðeins um 300 ÁDU
- Tiltölulega hátt LA-gildi er ekki hægt að tengja við endingu við þessar aðstæður. Til dæmis hefur Skötufjarðarkafinn, V-6, góða endingu en hátt LA-gildi.
- Lélegt frostþol samkvæmt prófunum endurspeglar yfirleitt slæma endingu, svo sem sjá má af köflunum Djúpagróf, V-2, og Kleifabjörg, V-9.

### 2.2 Niðurstöður prófana – Tungudalur, ~ 600 ÁDU

NÁMA	Stærð mm	Bindiefni l/m <sup>2</sup>	Fínefni %	C&B %	FI %	STT %	LA %	F-Th %	Adh %	Petrogr. %
Austmannsfall	8-11	1,7	3,8	-	12,2	-	14,6*	5,5	94	66/34/0
Holtasund	0-16	1,8	5,3	-	19,3	13,5	11,2	0,3	100	6/94/0
Sauðanes	0-16	1,8	2,4	-	21,5	10,3	10,9	0,1	100	63/36/1
Hálfðánarvatn	11-16	2,0	0,9	-	12,4	17,0	12,6	0,7	100	18/81/2
Björgun (Höfði)	11-16	2,0	1,6	80/2	5,6	12,3	18,3	2,8	100	68/25/6
Kleifaheiði	11-16	2,0	4,2	-	13,3	19,6	14,3	4,5	86	100/0/0
Sauðanes	11-16	1,9	1,4	-	18,9	10,2	10,7	0,3	100	86/13/0
Kleifabjörg	11-16	2,0	1,5	-	14,5	13,4	15,0	9,9	67	74/12/14
Holtasund	11-16	2,0	1,0	-	18,0	15,1	10,7	0,3	100	28/72/0
Bláhæð	8-11	2,0	0,7	-	14,4	-	10,2	0,1	100	0/100/0
Austmannsfall	11-16	2,0	1,8	-	9,7	23,7	16,3	2,4	99	72/28/0

### Helstur ályktarnir dregnar af tilraun við Tungudal

- Kaflar með 8/11 mm steinefni eru yfirleitt slitnir í gegn í hjólförum. Þetta tengist án efa tiltölulega smárri stærð steinefnakornanna með tilliti til nagladekkjaslits
- Kaflarnir með 0/16 mm steinefni stóðu sig tiltölulega vel fyrstu árin, miðað við að efnið er óflokkað. Þetta tengist eflaust góðum eiginleikum efnisins eins og þeir mælast á rannsóknastofu, auk þess sem stærstu steinar ná upp í 16 mm. Eftir 4 vetur voru þeir þó illa farnir.
- Kafli T-8, Kleifabjörg, kemur einna verst út af 11/16 mm köflunum og er gegnslitinn eftir 5 vetur. Þeir eiginleikar steinefnisins sem verða að teljast slæmir eru frostþol og viðloðun, en slitþolið er sæmilegt. Berggreining bendir einnig til þess að efnið sé frekar lélegt.
- Bestu kaflarnir í Tungudal eiga það sameiginlegt að steinefnið er flokkað 11/16 mm, slitþol er í betri kanntinum (kúlnakvörn), styrkur er góður (LA-próf) og frostþol er mjög gott (mælt í saltvatni)

## 2.3 Niðurstöður prófana – Hnífsdalur, ~ 1200 ÁDU

NÁMA	Stærð mm	Bindiefni l/m <sup>2</sup>	Fínefni %	<0,02 mm	<0,002 mm	FI %	STT %	LA %	F-Th %	Petrogr. %
Austmannsfall	11-16	1,9	3,9	2,5	0,6	11,4	21,8	15,8	3,9	20/79/1
Austmannsfall	8-11	1,7	3,3	2,1	0,5	12,2				
Kleifabjörg	11-16	1,9	0,7	0,5	0,1	9,4	6,8	11,2	2,2	92/6/2
Durasplitt	11-16	1,9	1,7	1,3	0,3	6,4	6,3	10,1	0,0	0/0/0
Durasplitt	8-11	1,7	1,5	1,1	0,2	11,4				
Hálfðánarvatn	11-16	1,9	1,1	0,7	0,2	11,5	17,3	12,0	0,6	11/86/3

### Helstur ályktarnir dregnar af tilraun við Hnífsdal

- Undirlag þessara tilraunakafila var ekki nægilega slétt og hafði þar með áhrif á niðurstöðurnar. Djúp undirliggjandi hjólför ollu því að steinefni skófst af hryggjum milli hjólfara við vetrarviðhald með snjóplógum.
- Þrátt fyrir það fékkst mismunur á milli misgóðra steinefna. Austmannsfallið, H-1 og H-2, er greinilega lélegast með miklum skemmdum í öllum hjólförum eftir einungis einn vetur. Líklega er lélegt slitþol (kvarnargildi um 22 %) meginorsakavaldur lélegrar endingar þessara tilraunakafila. Hinir kaflarnir, þ.e.a.s. Kleifabjörg, Durasplitt og Hálfðánarvatn, eru af svipuðum gæðum, þótt ákveðnar líkur séu á að Durasplittið tolli ekki eins vel og íslenska basaltið, sem sagt að viðloðun þess sé heldur lakari. Þó eru ákveðnar líkur á að liturinn blekki, en mjög áberandi er á svona ljósu efni ef vöntun er á steinefni og grisjar í gegn í undirliggjandi dökkt steinefni.

## 3 Samantekt

- Umferðarþungi (þar með talin hluti bíla á negldum hjólbörðum og hluti þungaumferðar) skiptir án efa miklu máli varðandi endingu klæðinga við vestfirskar aðstæður, sérstaklega þar sem ársdagsumferð er tiltölulega mikil.
- Veðurfarslegar aðstæður skipta líka miklu máli varðandi endingu klæðinga við sömu aðstæður, sérstaklega þar sem ársdagsumferð er tiltölulega lág.
- Samspil umferðarþunga og veðurfars er samt sem áður flókið, sérstaklega þegar vetrarviðhald er tekið með í reikninginn.
- Þumalfingerreglan virðist vera sú að slitstyrkur steinefna skipti mestu máli þegar umferð er meiri en u.þ.b. 600 ÁDU, að því gefnu að um sömu flokkunarstærð sé að ræða. Veðrunarþol steinefna hefur hins vegar afgerandi áhrif á endingu þar sem umferðarmagn er minna. Báðar þessar ályktanir byggjast á því að viðloðun milli steinefnis og bindiefnis sé í lagi.
- Vegagerðin hefur nýtt sér niðurstöður þessa rannsóknaverkefnis við að setja fram leiðbeiningar um kröfur til mismunandi eiginleika steinefna í klæðingu þar sem umferðarmagn er haft til viðmiðunar.