



# Coltrack á Íslandi

Notkun Coltrack til að binda malarslitlög

Björk Úlfarsdóttir  
Malbikunarstöðin Hlaðbær Colas

## Efnisyfirlit

1	Inngangur .....	3
2	Bikþeyta .....	4
3	Coltrack aðferðin .....	5
4	Hafravatnsvegur .....	7
5	Tilraunin .....	9
5.1	Prófun á rannsóknarstofu .....	9
5.2	Framkvæmdin .....	11
5.3	Eftirfylgni .....	15
5.4	Áframhaldandi vinna og rannsóknir .....	23
6	Kostnaður .....	24
6.1	Viðhaldskostnaður .....	24
6.2	Klæðing .....	24
6.3	Coltrack .....	24
6.4	Samanburður .....	25
7	Lokaorð .....	26
8	Heimildaskrá .....	27

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

## Myndaskrá

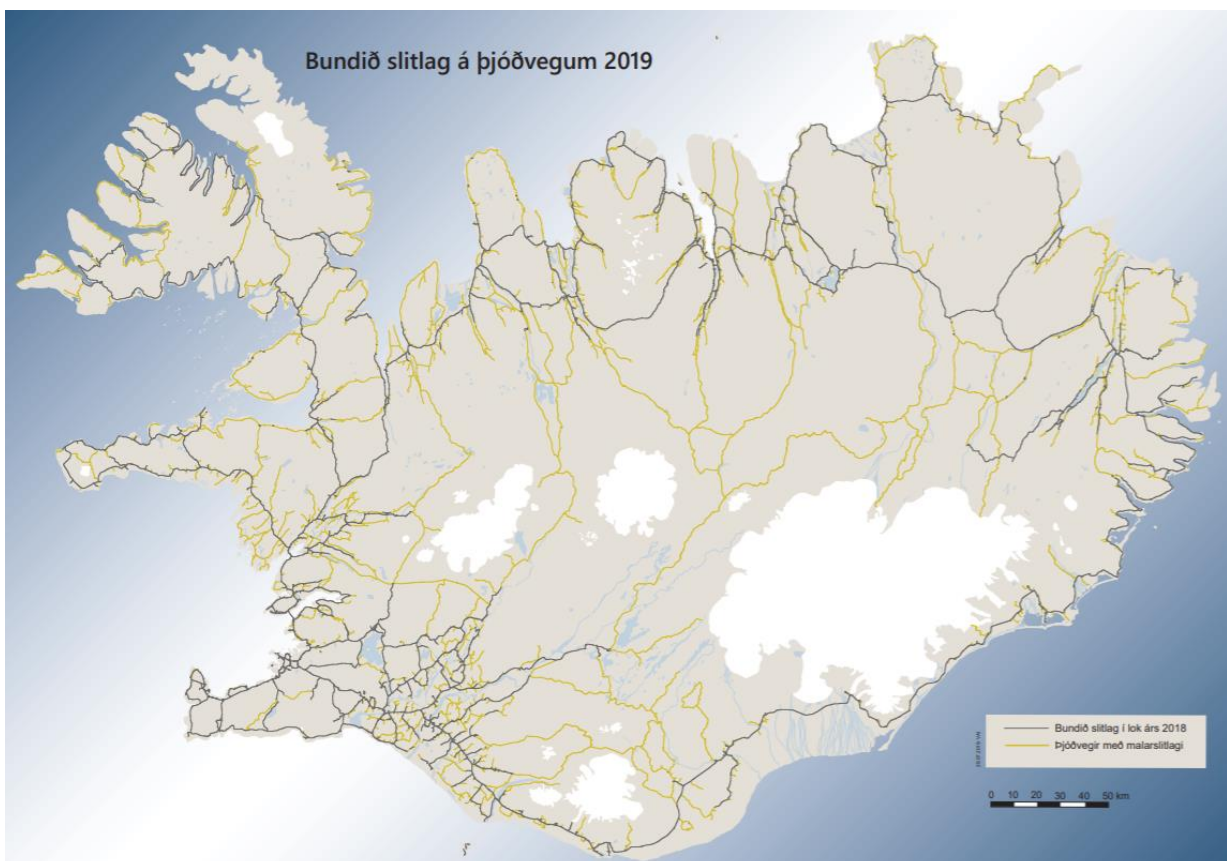
Mynd 1: Slitlög á þjóðvegum á Íslandi í lok árs 2018. Bundin slitlög merkt með gráu og malarslitlög merkt með gulu [1] .....	3
Mynd 2: Myndskýring á framleiðslu á bikþeytu [2] .....	4
Mynd 3: Framkvæmd tilraunar á Hafravatni. Til vinstri má sjá heflun á veginum og til hægri má sjá dreifingu á malar og bikþeytu blöndunni. ....	5
Mynd 4: Framkvæmd tilraunar á Hafravatni. Bikþeytu sprautað á veginn. ....	6
Mynd 5: Framkvæmd tilraunar á Hafravatni. Þjöppun steinefna með valtara .....	6
Mynd 6: Staðsetning tilraunar. Blátt er hefðbundin klæðing, grænt er tvöföld klæðing yfir Coltrack aðferðina og rautt er Coltrack aðferðin. ....	7
Mynd 7: Hafravatsvegur fyrir Coltrack .....	8
Mynd 8: Kjarnar gerðir úr bikþeytu og mölinni úr Hafravatsvegi.....	9
Mynd 9: Álagspróf framkvæmt á kjarna.....	9
Mynd 10: Sýni 1, 2 og 3 sem gerð voru á rannsóknarstofu MHC.....	10
Mynd 11: Sýni 2 og 3 sem gerð voru á rannsóknarstofu MHC.....	11
Mynd 12: Þegar fortíraunin var völtuð, þjappaðist vegurinn illa því rakastigið var of hátt.....	12
Mynd 13: Fortíraunar kaflinn nokkrum dögum eftir útlögn, aðeins var lagt klæðingarefni yfir vinstri helming vegarins.....	13
Mynd 14: Fortíraunarkaflinn eftir að klæðing var lagt yfir hann.....	13
Mynd 15: Annar dagur framkvæmdar nokkrum dögum eftir útlögn .....	14
Mynd 16: Mynd af þriðja kaflanum nokkrum dögum eftir útlögn.....	15
Mynd 17: Fortíraunakaflinn með klæðingu í október 2019. ....	16
Mynd 18: Annar dagur framkvæmdar í október 2019. ....	16
Mynd 19 Þriðji dagur framkvæmdar í október 2019.....	17
Mynd 20: Mesti álagsstaður tilraunakaflans, þær holur sem höfðu myndast í október 2019. ....	17
Mynd 21: Fortíraunakaflinn með klæðingu í desember 2019. ....	18
Mynd 22: Annar dagur framkvæmdar í desember 2019. ....	18
Mynd 23: Þriðji dagur framkvæmdar í desember 2019. ....	19
Mynd 24: Mesti álagsstaður tilraunakaflans desember 2019. ....	19
Mynd 25: Fortíraunakaflinn með klæðingu í mars 2020. ....	20
Mynd 26: Annar dagur framkvæmdar í mars 2020. ....	21
Mynd 27: Þriðji dagur framkvæmdar í mars 2020.....	21
Mynd 28: Mesti álagsstaður tilraunakaflans mars 2020.....	22
Mynd 29: Skemmd út frá holufyllingu á mesta álagsstaðnum mars 2020. ....	22

# 1 Inngangur

Á Íslandi eru um 10.000 km af vegum með malar slitlagi. Þar af eru um 50% af öllum stofn- og tengivegum í eigu Vegagerðarinnar. Þessum vegum fylgir mikið viðhald sem er mismikið en eykst oftast hlutfallslega eftir því sem umferðarpunginn er meiri. Viðhald er í formi heflunar, mölburðar og rykbindingar.

Coltrack er aðferð til að binda malar slitlög. Hún hefur verið notuð í Suður Afríku og Marokkó með góðum árangri. Þessi aðferð er ódýr þar sem efniskostnaður er lítill og þótti því áhugavert að gera tilraun til að nýta þessa aðferð hér á landi. Í samráði við Vegagerðina var ákveðið að framkvæma tilraunina á Hafravatnsvegi til að binda veginn og í von um að minnka viðhaldskostnað. Hafravatnsvegur var valinn því hann er einn af umferðarþyngstu malarvegum landsins og mikill kostnaður fer í viðhald árlega.

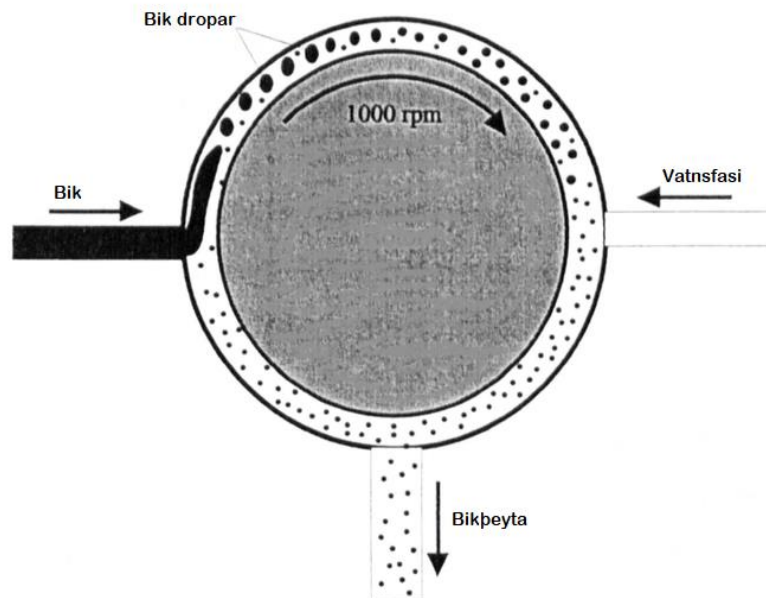
Tilgangur verkefnisins er tvíþættur. Annars vegar að kanna hvort hægt sé að nýta Coltrack aðferðina hér á landi. Hins vegar hvort aðferðin sé hagkvæm kostnaðarlega ef miðað er við hefðbundið viðhald malarvega og uppbyggingu malar slitlaga þar sem tvöföld klæðing er lögð.



Mynd 1: Slitlög á þjóðvegum á Íslandi í lok árs 2018. Bundið slitlag merkt með gráu og malar slitlög merkt með gulu [1]

## 2 Bikþeyta

Bikþeyta er blanda af biki, vatni og ýruefnum. Þar sem bik hegðar sér eins og olía þegar því er blandað saman við vatn, þ.e. efnin skilja sig frá hvort öðru, krefst blöndunin vissrar tækni sem krefst orku. Byrjað er á því að blanda saman vatni og ýruefni, þessi blanda er kölluð vatnsfasi. Vatnsfasanum er dælt inn í kvörn, síðan er bikinu þrýst inn í kvörnina í gegnum lítið op þannig að það verður að mörgum litlum dropum í kvörninni. Þá er bikþeytan tilbúin.



Mynd 2: Myndskýring á framleiðslu á bikþeytu [2]

Ýruefnið ákvarðar hvort bikþeytan verður anjónísk, katjónísk eða óhlaðin. Þar sem ýruefnið er með skautað vatnssækið höfuð og óskautaðan fitusækinn (vatnsfælinn) hala. Það þýðir að höfuðið leysist upp í vatni en halinn leysist upp í olíu. Höfuðið er sá hluti ýruefnisins sem ákvarðar hvort bikþeytan verði anjónísk, katjónísk eða óhlaðin þegar uppleysing í vatni hefur átt sér stað. [3] Ýruefnið hefur einnig áhrif á hversu hratt bikþeytan brotnar. En talað er um að bikþeytan brotni þegar búið er að leggja hana út og hún byrjar að taka sig og vatnið byrjar að gufa upp. Þegar allt vatnið hefur gufað upp höfum við að endingu samfellt bik.

### 3 Coltrack aðferðin

Coltrack aðferðin gerir veginn vatnspéttan sem kemur í veg fyrir að vatn gropi niður í undirlagið og varnar því að vegurinn tapi eiginleikum sínum. Aðferðin felst í að byrjað er á að hefla upp 10cm af malarveginum, betra er að nota hefil með tönn til að ná að rífa almennilega upp mölina. Eftir að búið er að hefla mölina er bikþeytu sprautað á veginn og henni blandað saman við mölina með heflinum. Þetta er endurtekið nokkrum sinnum þannig að bikmagnið í veginum er byggt upp smátt og smátt. Síðan er valtari notaður til að þjappa veginn þegar nægu bikmagni hefur verið náð. Einfalt lag af klæðingarefni (en: chipping) að stærð 11/16 mm er svo lagt út og sprautað yfir með svokallaðri þéttingu (en: fogseal). Að lokum er valtað að nýju og þá er framkvæmd lokið en það tekur nokkurn tíma fyrir veginn að byggja upp styrk þar sem notuð eru ýruefni sem sjá til þess að hún brotnar hægt og þar af leiðandi gufar vatnið hægt upp úr veginum.



Mynd 3: Framkvæmd tilraunar á Hafravatni. Til vinstri má sjá heflun á veginum og til hægri má sjá dreifingu á malar og bikþeytu blöndunni.



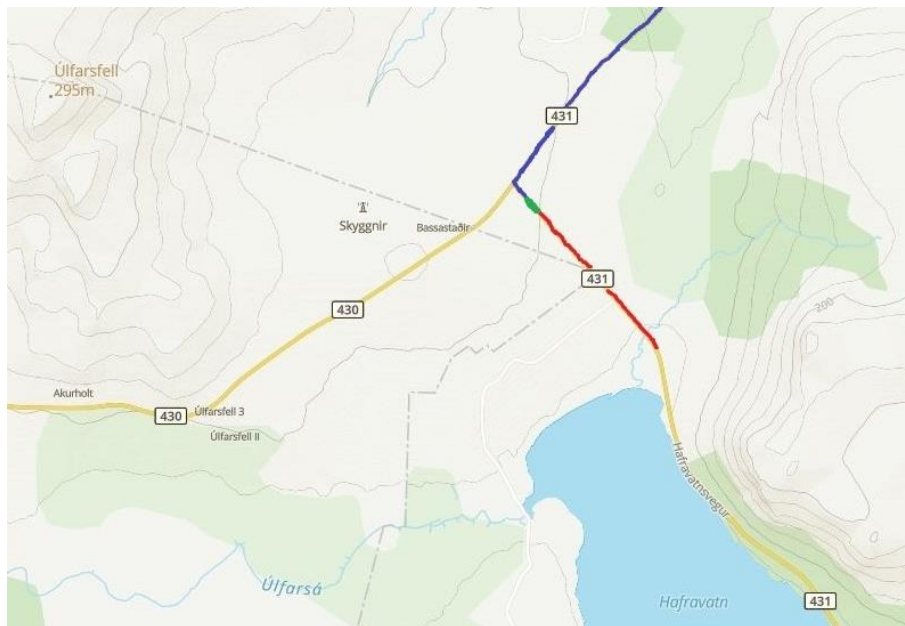
*Mynd 4: Framkvæmd tilraunar á Hafravatni. Bikþeytu sprautað á veginn.*



*Mynd 5: Framkvæmd tilraunar á Hafravatni. Þjöppun steinefna með valtara*

## 4 Hafravatnsvegur

Ákveðið var að framkvæma tilraunina á Hafravatnsvegi vegna umferðarpunga og mikils viðhaldskostnaðar. Þá var einnig litið til þess að búið var að ákveða að það ætti að klæða veginn sem liggur að tilraunakaflanum sem gerði möguleika á samanburði á milli aðferða auðveldari. Á Mynd 6 má sjá staðsetninguna á tilrauninni og mismunandi kafla hennar. Kafli 1 er merkt með bláu og er hin hefðbundna klæðing með hefðbundinni uppbyggingu. Kafli 2 er merkt með grænu, þar er hefðbundin klæðing sem var lagt yfir Coltrack aðferðina og að lokum er kafli 3 merkt með rauðum sem er Coltrack aðferðin.



Mynd 6: Staðsetning tilraunar. Blátt er hefðbundin klæðing, grænt er tvöföld klæðning yfir Coltrack aðferðina og rautt er Coltrack aðferðin.

Mikill viðhaldskostnaður er á Hafravatnsvegi þar sem hann er hefлаður um 6-8 sinnum á ári og einnig er borið í hann um það bil annað hvert ár en mölinni er venjulega keyrt ofan úr Bolöldunámu. Á Mynd 7 má sjá myndir af veginum fyrir tilraun.



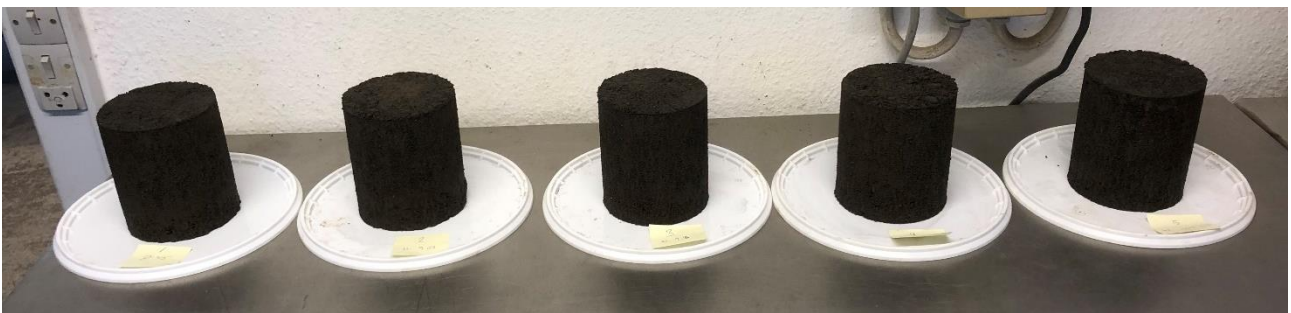


*Mynd 7: Hafravatnsvegur fyrir Coltrack*

## 5 Tilraunin

### 5.1 Prófun á rannsóknarstofu

Sumarið 2018 voru tekin sýni úr Hafravatnsvegi í samvinnu við Vegagerðina til að aðlaga eiginleika bikþeytunnar að mölinni. Nauðsynlegt er að aðlaga bikþeytuna að þeim malarvegum sem áætlað er að vinna hverju sinni því eðli steinefna getur verið mismunandi eftir svæðum. Malarsýnin voru send á rannsóknarstofur Colas í Danmörku. Þar var fundið rakastig og leirmagn malarinnar og bikþeyta þróuð. Þróaðar voru þrjár tegundir af bikþeytu: katjónísk, óhlaðin og anjónísk bikþeyta. Margar tilraunir voru framkvæmdar m.a. proctor próf og brothraði, einnig voru kjarnar lagðir í bleyti til að sjá hversu stöðugir þeir voru.



Mynd 8: Kjarnar gerðir úr bikþeytu og mölinni úr Hafravatnsvegi

Að loknum tilraunum á rannsóknarstofu með þessar þrjár tegundir bikþeytna var niðurstaðan sú að eiginleikar anjónísku bikþeytunnar hentaði best í þetta verkefni. Þeir eiginleikar sem sú anjóníska hafði umfram hinar var að hún brotnaði hægast og var geymslupolið á henni betra en hinum, þ.e. bikið aðskildi sig ekki frá vatninu þó bikþeytan stæði óhreyfð í nokkra daga. Einnig var framkvæmt álagspróf á kjarnana sem þeir stóðust. Ákveðið var að framleiða 60% anjóníska bikþeytu sem síðan yrði þynnt með vatni.



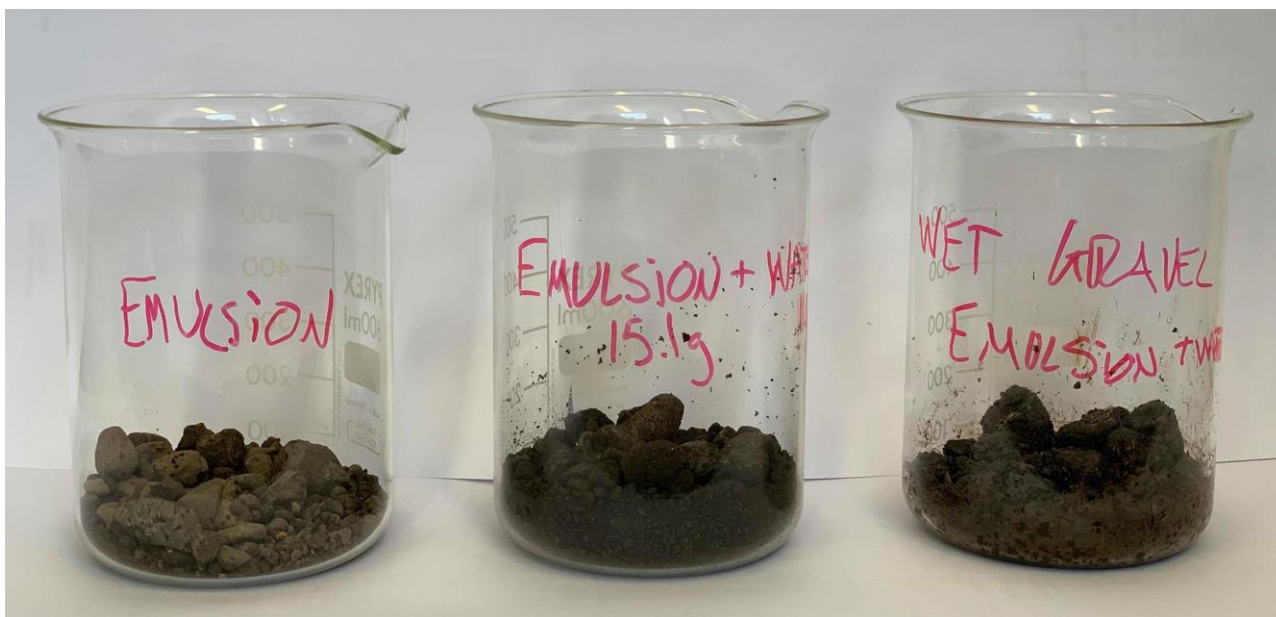
Mynd 9: Álagspróf framkvæmt á kjarna

Til að sjá hvernig blandan breyttist með auknum raka var ákveðið að framkvæma litla tilraun á rannsóknarstofu Hlaðbæ Colas á Íslandi (MHC) stuttu fyrir framkvæmd. Í tilrauninni var blandað saman mölinni, bikþeytunni og vatni. Hvernig sýnin voru gerð má sjá í töflu 1 þar sem rakastig var aukið bæði með því að þynna bikþeytuna og með því að bleyta mölina áður en útþynntu bikþeytunni var blandað við hana.

Tafla 1: Blöndun/hlutföll sýna á rannsóknarstofu til að prófa bikþeytuna og rakastig.

Sýni	1	2	3
Möl [m/m]	97.0%	95.0%	92.9%
Bikþeyta (60% bik) [m/m]	3.0%	2.9%	2.8%
Vatn til útþynningar á bikþeytunni	0%	2.1%	2.3%
Vatn til að bleyta mölina	0%	0%	2.0%

Þegar sýnin voru skoðuð mátti hæglega sjá hversu mikilvægt var að hafa rakastigið rétt. Sást greinilega að sýni 3 hélst meira saman þegar sýnið var þjappað saman í hönd á meðan hin dattu strax í sundur. Þetta má sjá á Mynd 10 og Mynd 11. Það sést sérstaklega vel á Mynd 11 hversu miklu blautara sýni 3 er samanborið við sýni 2 og þá loðir mölin betur saman.



Mynd 10: Sýni 1, 2 og 3 sem gerð voru á rannsóknarstofu MHC.



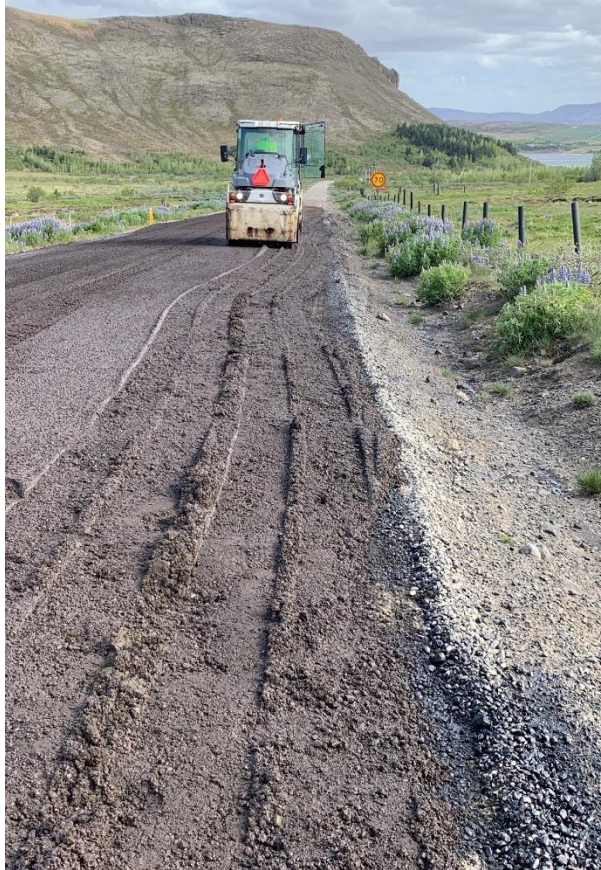
Mynd 11: Sýni 2 og 3 sem gerð voru á rannsóknarstofu MHC.

## 5.2 Framkvæmdin

Dagna 3.-6. júní 2019 fór framkvæmdahluti tilraunarinnar fram. Til landsins komu sérfræðingar frá Marokkó, Frakklandi og Danmörku til að aðstoða við framkvæmdina. Í heildina var tilraunakaflinn rúmir 800m. Margt gekk á í framkvæmdinni og heppnuðust dagarnir misvel en snemma kom í ljós að mjög mikilvægt var að ná að hefла upp nógu mikið efni til að blanda við bikþeytuna. En oft reyndist erfitt að ná réttri þykkt þar sem mikið af malarslitlaginu var horfið úr veginum þrátt fyrir að borið var í veginn aðeins um viku áður en tilraunin fór fram. Brugðið var á það ráð að bæta malarslitlagi við í veginn. Áætlað magn varð 240 m<sup>3</sup>.

Fyrir einfalda klæðingarefnið var notast við 8/11 mm Hólabrú steinefni. Bikþeytan sem var framleidd var þynnt um helming, þ.a. bikþeytunni sem sprautað var á veginn innihélt aðeins 30% bik.

Fyrsta dag framkvæmdarinnar á Hafravatnsvegi má kalla fortíraun þar sem búnaður var prófaður. Í þessum kafla náðist ekki nógu þykkt lag af möl úr veginum til að blanda við bikþeytuna sem varð til þess að of hátt rakastigið var í veginum. Vegna aukins raka reyndist erfiðara að valta veginn almennilega eins og sjá má á Mynd 12.



*Mynd 12: Þegar fortilraunin var völtuð, þjappaðist vegurinn illa því rakastigið var of hátt*

Ákveðið var að leggja aðeins klæðingarefni yfir vinstri helming vegarins. Þannig var hægt að fylgjast með hvernig styrkurinn jókst í óklædda hlutanum fyrstu dagana þegar vatn byrjaði að gufa upp úr veginum. Á Mynd 13 má sjá hvernig vegurinn leit út fyrstu dagana eftir útlögn.



*Mynd 13: Fortilraunar kaflinn nokkrum dögum eftir útlögn, aðeins var lagt klæðingarefni yfir vinstri helming vegarins.*

Var ákveðið að klæða yfir fortilraunina með hefðbundinni klæðingu og þar er kominn tilraunakafli með annarri uppbyggingu en lagt var af stað með en ekki síður áhugaverður. Það er, Coltrack uppbygging með hefðbundinni einfaldri þjálbiksklæðingu.



*Mynd 14: Fortilraunarkafllinn eftir að klæðing var lagt yfir hann*

Á öðrum degi framkvæmdarinnar var hópurinn kominn með betra lag á tækninni og gekk útlögnin vel. Voru tæpir 100m heflaðir og yfirlagðir. Sjá má mynd af kaflanum fyrstu daga eftir útlögn á Mynd 15.



*Mynd 15: Annar dagur framkvæmdar nokkrum dögum eftir útlögn*

Á þriðja degi voru bundnir tæpir 550m, en þessi kafli gekk ekki eins vel og daginn á undan. Það var vandamál með steinefnabilinn svo það gekk hægt að dreifa steinefnunum yfir veginn. Það olli því að verr gekk að valta steinefnin þar sem vegurinn var byrjaður aðeins að taka sig. En að endingu tókst það og í lok dags leit vegurinn vel út.



*Mynd 16: Mynd af þriðja kaflanum nokkrum dögum eftir útlögn*

### 5.3 Eftirfylgni

Úttektir á veginum voru framkvæmdar reglulega og verður áfram fylgst með honum til júní 2021.

Þegar leið á haustið mátti sjá einfalda klæðingarefnið með Coltrack aðferðinni losna úr yfirborðinu og leita út í kant. Það er þó alls ekki óvenjulegt með klæðingarefni og það sama mátti sjá á hefðbundnu klæðingunni. Mismunurinn er þó augljóslega sá að í hefðbundnu klæðingunni er meira magn af bindiefni og steinefni lagt yfir heldur en í Coltrack aðferðinni.

Nokkrar holur voru farnar að myndast á álagspunktum í úttektinni í október. Þessir álagspunktar eru við gatnamót þar sem bílar og dráttarvélar taka krappa beygju inn og út af Hafravatnsveginum.





*Mynd 17: Fortilraunakaflinn með klæðingu í október 2019.*



*Mynd 18: Annar dagur framkvæmdar í október 2019.*



*Mynd 19 Þriðji dagur framkvæmdar í október 2019.*



*Mynd 20: Mesti álagsstaður tilraunakafans, þær holur sem höfðu myndast í október 2019.*

Í desember var mest allt klæðingarefnið farið úr kaflanum með Coltrack klæðingunni. Þrátt fyrir það hélt veguppbyggingin sér vel, fyrir utan á fyrrnefndum álagspunktum. Kaflinn með hefðbundinni klæðingu virðist óskemmdur og heill.



*Mynd 21: Fortilraunakaflinn með klæðingu í desember 2019.*



*Mynd 22: Annar dagur framkvæmdar í desember 2019.*



*Mynd 23: Þriðji dagur framkvæmdar í desember 2019.*



*Mynd 24: Mesti álagsstaður tilraunakafans desember 2019*

Strax frá upphafi verkefnis var ljóst að miklar áskoranir fælust í að yfirfæra Coltrack aðferðina frá Afríku að íslenskum aðstæðum. Á Íslandi eru frost-þýðu sveiflur margar og oft stórar og notkun nagladekkja er hlutfallslega mikil þó hún hafi eitthvað minnkað á undanförunum árum. Auk þess má nefna snjómokstur og væntanlega sitt hvað fleira. Með þetta í huga var farið upp á Hafravatnsveg við fyrsta tækifæri í mars þegar snjó tók af veginum og staðan tekin á ástandi vegarins. Ekki var að sjá neinar markverðar breytingar frá því í desember sem gefur til kynna að Coltrack aðferðin þoli íslensk vetrarveður. Þess má geta að í mars 2020 eru 9 mánuðir liðnir frá tilrauninni.



*Mynd 25: Fortilraunakaflinn með klæðingu í mars 2020.*



*Mynd 26: Annar dagur framkvæmdar í mars 2020.*



*Mynd 27: Þriðji dagur framkvæmdar í mars 2020.*



*Mynd 28: Mesti álagsstaður tilraunakafans mars 2020.*

Á Mynd 28 má sjá mesta álagsstað tilraunarinnar, stærstu holurnar höfðu verið holufylltar fyrir veturinn til að þær myndu ekki skemma of mikið út frá sér. En þessi holufylling hefur valdið því að Coltrack uppbyggingin hefur byrjað að skemmast eins sjá má á Mynd 29.



*Mynd 29: Skemmd útrá holufyllingu á mesta álagsstaðnum mars 2020.*

Í mars 2020 virðist ástand Hafravatnsvegar þar sem Coltrack aðferðin var prófuð nokkuð gott og kaflarnir líta vel út. En eins og áður hefur komið fram er lítið eftir af klæðingarefni og holur eru á ákveðnum álgspunktum þannig að matið á fyrst og fremst við veguppbygginguna þar sem vegefnninu og bikþeytunni var blandað saman.

#### 5.4 Áframhaldandi vinna og rannsóknir

Áfram verður fylgst með þessum köflum og framkvæmdar ástandsúttektir reglulega allt fram til júní 2021 þegar 2 ár verða liðin frá tilraun. Hefur verið ákveðið að klæða yfir þá hluta tilraunarinnar þar sem skemmdir eru á veginum, þ.e. á álgspunktum. Einnig er stefnt að því að gera frekari rannsóknir á veginum, til að mynda framkvæma fallóðsmælingar til að fá almennilegan samanburð á Coltrack styrkingunni og hefðbundinni uppbyggingu malarvega.



## 6 Kostnaður

### 6.1 Viðhaldskostnaður

Viðhaldskostnaður á Hafravatnsvegi er misjafn á milli ára þar sem veðurfar og fleira hefur áhrif á ástand vegarins. Þar er hefлаð 6-8 sinnum á ári og kostnaðurinn vegna þess er áætlaður 1.500.000 – 2.000.000 kr á ári. Þá er einnig mól keyrð í veginn um það bil annað hvert ár, áætla má að kostnaður við mólburðinn sé um 5.500.000 kr. Þessar tölur miðast við allan Hafravatnsveg sem er um 6 km langur. Það má áætla jafvel hærri kostnað en hér er talinn upp því hér er ekki tekinn til greina kostnaður við rykbindingu, söltun og staka farma af mól á sérstaklega slæma staði.

Tafla 2: Meðaltal árlegs viðhaldskostnaði Hafravatnsvegar.

Verkpáttur	Fjöldi á ári	Kostnaður á ári	~ Kostnaður á ári/km
Heflun	7	1.750.000 kr	290.000
Mölbúður	½	2.750.000kr	460.000
<b>Samtals kostnaður:</b>		4.500.000	750.000

Hafa skal í huga að viðhaldskostnaður malarlittlaga er almennt ekki jafn hár og á Hafravatnsvegi.

### 6.2 Klæðing

Til samanburðar við Coltrack aðferðina þótti mikilvægt að skoða hefðbundna bindingu malarlittlaga. Þá er átt við hefðbundna uppbyggingu þar sem byrjað er að nota fyllingarefni til styrkingar og til að fylla upp í sig. Síðan er keyrt í veginn 10 cm þykkt efra burðarlagsefni og yfir það er lagt einföld klæðing. Í töflu 3 má sjá áætlaðan kostnað þessara aðferðar á hvern kílómetur.

Tafla 3: Kostnaður við uppbyggingu malarvegjar með hefðbundinni uppbyggingu og tvöfaldri klæðingu

Verkpáttur	Magn	Kostnaður/km
Fylling	375 m <sup>3</sup>	1.125.000
Burðarlagsefni 0/22	925 m <sup>3</sup>	4.162.500
Klæðing, 2K	6750 m <sup>2</sup>	9.828.000
<b>Samtals kostnaður:</b>		15.115.500

### 6.3 Coltrack

Hægt er að verðleggja Coltrack á tvo mismunandi vegu. Annars vegar með 100% Coltrack uppbyggingu þar sem er endað með ódýrari einföldu klæðingarefni (chip seal) og hinsvegar með hefðbundinni einfaldri klæðingu. Gert er ráð fyrir að keyrt er burðarlagsefni í veginn þar sem oft er lítið af mól á íslenskum malarvegum. Ekki er þörf á að keyra fyllingarefni í veginn því allur vegurinn er hefлаður upp og þarf því ekki að laga sigið í veginum áður en burðarlagsefnið er keyrt í veginn. Verður ennþá sprautuð þétting (fogseal) yfir einföldu klæðinguna eins og þegar einfalda klæðingarefnið (chip seal) er notað. Miðað við þær niðurstöður sem nú liggja fyrir er hægt að nýta 100% Coltrack aðferðina með einföldu klæðingarefni (chip seal) á umferðarminni vegi t.d. í sumarbústaðahverfi en Coltrack uppbyggingu með einfaldri klæðingu fyrir umferðarþyngri vegi.

Tafla 4: Kostnaður við uppbyggingu malarvegjar með 100% Coltrack uppbyggingu og einföldu klæðingarefni (chip seal)

Verkpáttur	Magn	Kostnaður/km
Burðarlagsefni	375 m <sup>3</sup>	2.081.250
Uppbygging Coltrack aðferð	925 m <sup>3</sup>	6.075.000
Klæðingarefni (chip seal)	6750 m <sup>2</sup>	9.828.000
<b>Samtals kostnaður:</b>		9.296.259

Tafla 5: Kostnaður við uppbyggingu malarvegjar með Coltrack uppbyggingu og einfaldri klæðingu

Verkpáttur	Magn	Kostnaður/km
Burðarlagsefni	375 m <sup>3</sup>	2.081.250
Uppbygging Coltrack aðferð	925 m <sup>3</sup>	5.400.000
Klæðing, 1K	6750 m <sup>2</sup>	4.914.000
<b>Samtals kostnaður:</b>		12.395.250

#### 6.4 Samanburður

Coltrack aðferðin getur verið allt að 40% ódýrari en hefðbundna aðferðin sem notuð er til að byggja upp malarvegi og koma á þá klæðingu. Það er með þeim formerkjum að klæðingarlag Coltrack aðferðarinnar sé látið duga. Miðað við reynslu af Hafravatnsvegi þar sem er mikil umferð og álag verður að teljast ólíklegt að sú klæðing dugi. Þar sem álag er mikið er því mælt með að klæða eitt lag af hefðbundinni þjálbiksklæðingu yfir Coltrack styrkinguna. Með þeirri útfærslu er Coltrack styrktur vegur þó allt að 20% ódýrari en jafnframt að öllum líkindum mun sterkari.

## 7 Lokaorð

Malarvegir með töluvert mikla umferð þurfa mikið viðhald í formi heflunar, rykbindingar og mölburðar. Samanburður á viðhaldskostnaði malarslittaga og kostnað við að byggja upp og binda malarvegi með hefðbundinni aðferð annars vegar og kostnað við Coltrack aðferðina hins vegar, leiðir í ljós að hefðbundið viðhald malarslittaga með heflun og mölburði er sjálfsagt sú aðferð sem felur í sér minnstan kostnað en er um leið engin uppbygging. Vegurinn er áfram malarvegur.

Ef velja á að koma slitlagi með sem hagkvæmasta hætti á malarvegi ætti að skoða Coltrack aðferðina af mikilli alvöru. Samanburður sýnir að aðferðin er 20-40% ódýrari en hefðbundin uppbygging malarvegur með nýju efra burðarlagsefni og tvöfaldi klæðingu.

Hægt er að nýta Coltrack á Íslandi til rykbindingar, styrkingar og uppbyggingar á flesta malarvegi og möguleikarnir eru margir í landi með svo mikið af malarslittögum. Þetta gæti verið tækifæri á minni vegi t.d. í sumarbústaðarhverfum eða heimreiðum þar sem rykbinding er oft nauðsynleg.

Ókostir aðferðarinnar eru að meta þarf malarefni á hverjum stað og aðlaga bikþeytu að hverju efni. Eftir ekki langan tíma verður þó búið að byggja upp þekkingu á helstu námum.

Eftir úttektina á veginum í mars, eftir að snjóá leysti erum við vongóð um að þessi aðferð, Coltrack, getur verið áhugaverð viðbót við vegakerfið á Íslandi og þær aðferðir sem við notum til að bæta það.

## 8 Heimildaskrá

- [1] Vegagerðin. (2018, desember). Bundið slitlag. Sótt af:  
<http://www.vegagerdin.is/vegakerfid/slitlag/>.
- [2] D.Needham. (1996, maí). The University of Nottingham. Sótt af:  
<http://eprints.nottingham.ac.uk/11101/1/319925.pdf>.
- [3] J.Dybalski. (1976). The Chemistry of Asphalt Emulsions: Fifty-fifth Annual Meeting. Transportation Research Board.