



# **Samanburður á notkun etýl ester og metýl ester í þjálbik á Íslandi**

Lokaskýrsla



WE OPEN THE WAY

# Samanburður á notkun etýl ester og metýl ester í þjálbik á Íslandi

## Lokaskýrsla

Mars 2024

Verkefnið er styrkt af Rannsóknarsjóði Vegagerðarinnar.

Sigurrós Arnardóttir

Björk Úlfarsdóttir

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.

## Efnisyfirlit

Inngangur.....	4
Þjálbik.....	4
Rannsóknir.....	6
Framtíð þjálbiks.....	7
Lokaorð .....	8
Heimildaskrá.....	9
Viðauki.....	10

## Inngangur

Klæðing er algeng slitlagsgerð á landsbyggðinni, þar sem umferðarþungi er undir 2500 ÁDU. Klæðing er einföld og ódýr gerð bikbundins slitlags þar sem bikbindiefni er dreift á yfirborð vegar og steinefni stráð yfir. Lengi vel var klæðingin lögð með þunnbiki, sem þynnt var með hvítspíra. Hvítspíri er rokgjarnt, heilsuspillandi og mengandi efni og því hefur notkun þess verið hætt. Þálbik hefur verið þróað síðan árið 2005, þegar byrjað var að gera tilraunir með mýkingu stungubiks með órokgjörnu efni úr lífolíu. Á síðustu tæpu tveimur áratugum hefur því skapast hefð fyrir lagningu klæðinga með þjálbiki mýktu með olíu, og hefur það borið góðan árangur. Fyrst var notuð jurtaolía úr repju og seinna etýl ester úr fiskiolíu frá Lýsi sem hefur síðan þá reynst vel. Undanfarin ár, eða frá árinu 2014 hefur nær eingöngu verið notaður etýl ester úr fiskiolíu, sem er að einhverju leiti framleiddur af Lýsi hér á landi, en að mestu leiti innfluttur erlendis frá. Sífelld eru þó gerðar tilraunir með aðrar gerðir mýkingarefna, og þar á meðal er metýl ester úr steikingarolíu og dýrafitu, sem framleiddur er af Orkey. Þessar mismunandi gerðir mýkingarefna hafa verið bornar saman í skýrslum frá Vegagerðinni árin 2012, 2013 og 2015. Þá hefur verið horft til þess hvaða eiginleikum metýl esterinn býr yfir, hvort það hafi áhrif á eiginleika þjálbiksins og hvernig blandan kemur út í útlögn. Kosturinn við að nota metýl esterinn sem um ræðir er að hann er framleiddur hér á landi út afgang- og úrgangsolíum, og fellur því inni hringrásarhagkerfið auk þess sem hægt er þá að spara innflutning erlendis frá.

Markmiðið með þessari samantekt er að bera saman eiginleika metýl esters og etýl esters í þjálbik með því að rýna rannsóknarniðurstöður Colas Ísland og bera saman við fyrri rannsóknir Vegaerðarinnar á efninu. Skoðað verður hvort hægt sé að taka upp notkun metýlester í meira mæli þegar færi gefst. Mikilvægt er að þekkja eiginleika mismunandi mýkingarefna í þjálbik svo hægt sé að nýta vörur sem verða til innan hringrásarhagkerfis á Íslandi og minnka þannig þungaflutning á milli landa.

## Þjálbik

Vegagerðin hefur gefið út kröfur til þjálbiks í efnisgæðariti sínu. Markmiðið er að framleiða og nota vöru með hreyfiseigju á bilinu 85-95 mm<sup>2</sup>/s við 135° og á bilinu 40-100 mm<sup>2</sup>/s við útsprautun. Þessum eiginleikum er náð fram með því að blanda mýkingarefni við bik með stungudýpt 160-220. Undanfarin ár hefur fyrst og fremst verið notaður etýl ester úr fiskiolíu sem er annarsvegar framleiddur á Íslandi af Lýsi og hinsvegar innfluttur erlendis frá. Mælt er með að magn mýkingarefnis sé 5-7% og magn viðloðunarefnis að lágmarki 0,9%, miðað við fljótandi viðloðunarefni í þjálbiki.

Hér á landi hefur myndast löng hefð fyrir notkun etýl ester úr fiskiolíu í þjálbik til klæðinga og hefur gefist af því góð raun. Samkvæmt efnisgæðaritinu var tekin ákvörðun um það árið 2012 að nota eingöngu þjálbik með etýl ester úr fiskiolíu. Tekið er fram að lífolía sé skilgreind sem samheiti yfir mýkingarefni sem geta verið ýmist etýl esterar eða metýl esterar úr jurta-, fiski-, eða dýraolíum en að nota skuli etýl ester úr fiskiolíu. Svo virðist sem tilmæli um að nota eingöngu etýl ester úr fiskiolíu hafi ekki

verið endurskoðuð eftir að niðurstöður síðari rannsókna vegagerðarinnar um aðrar gerðir af mýkingarefni hafi verið birtar.

Samkvæmt skýrslum Vegagerðarinnar var ástæðan fyrir því að lýsi úr fiskiolíu var prófað til að byrja með sú að þetta var aukaafurð sem varð til við framleiðslu á omegapýkkni úr búklýsi fiska. Afurðin varð fyrst til árið 2008 og var prófuð í klæðingar árið 2010. Strax í upphafi er því haldið fram að metýl ester úr dýrafitu væri jafn hæfur til blöndunar í þjálbik. Árið 2013 voru afurðum frá Orkey bætt við tilraunina og prófaðir metýl esterar bæði úr steikingarolíu og dýrafitu. Niðurstöður mælinga á efniseiginleikum og hrærsluprófum sem birtar voru í skýrslum árið 2013 og 2015 sýna að metýl ester úr steikingarolíu og dýrafitu sé jafnhæfur til notkunar í vegagerð og etýl ester úr fiskiolíu. Lokaúttekt tilraunakaflanna árið 2015 benda til þess að metýl ester sé ekki síðri kostur en etýl ester og seigjumælingar styrktu þá niðurstöðu.

Tafla 1 Kröfur vegagerðarinnar til lífolíu í þjálbik. Eiginleikar mismunand lífolía til samanburðar

		Kröfur Vega-gerðarinnar	Metýl ester Orkey 2022	Etýl ester MBP 2022	Etýl ester MBP 2021	Etýl ester Lýsi 2021
Aðferð	Mæling		Niðurstaða	Niðurstaða	Niðurstaða	Niðurstaða
Visual	Útlit	Hrein og tær	Brúnrauð, hrein og tær	Glær, Hrein og tær	Hrein og tær	Hrein og tær
ASTM D4052	Eðlisþyngd við 15°C, kg/m <sup>3</sup>	872-878	884,1	877,4	875,9	876,4
ASTM D92	Blossamark COC, °C	>160	190	180	184	170
ASTM D7042	Seigja @40 °C, mm <sup>2</sup> /s	3,50-5,00	4,66	3,89	4,3	3,98
ASTM D95	Vatn, vol%	<0,1%	<0,05	<0,05	<0,1	<0,1
ASTM D2500	Móðumark, (CP), °C	u.þ.b. 5	-5	4	7	5
ASTM D6371	Stíflumark, (CFPP), °C	u.þ.b. 0	-7	-1	1	0
ASTM D97	Rennslimark, (PP), °C	u.þ.b. 3	-6	4	6	3
	Ljósbrót @ 20°C	1,450	1,4542	1,4502	1,450	1,450

Lítið virðist hafa verið gert síðan 2015 en þá var gert ráð fyrir því að hlutur bikþeytu í klæðingar myndi aukast. Það hefur þó ekki raungerst og virðist sem þjálbik sé enn fyrsta val sem bindiefni í klæðingar. Það er því ekki seinna vænna að taka upp notkun metýl esters í klæðingar þegar við á og auka þannig valkosti í þjálbiksframleiðslu á Íslandi. Velta má því fyrir sér hvort þær kröfur sem eru gerðar til mýkingarefnis í klæðingar séu of harðar og takmarkandi og útiloki því efni sem ættu að teljast fullkomlega hæf til mýkingar biks. Velta má því upp hvort nauðsynlegt sé að gera kröfur

til útlits, ljósbrots og eðlisþyngdar auk fitusýrusamsetningar og hlutfalls etýl estera og hvaða áhrif þessir eiginleikar hafi raunverulega á blönduna (*tafla 1*).

Það virðist ekki vera nein ástæða til að efast um nothæfi metýl ester í þjálbik á Íslandi og óljóst hvað hefur valdið því að metýl esterinn hefur ekki verið notaður í meira mæli. Svo virðist sem ekkert sé því til fyrirstöðu að taka upp notkun metýl ester í þjálbik þegar það á við að því gefnu að fylgst sé með gæðum og endingu klæðingarinnar.

## Rannsóknir

Etýl ester og metýl ester eru framleiddir með því að estera fitu úr jurta – eða dýraríkinu með alkahóli. Helsti munurinn á efnunum tveimur stýrist af alkóhólinu sem notað er, sem er ýmist etanól eða metanól. Metýl ester, framleitt úr metanóli hefur lengi vel verið ríkjandi, vegna hagstæðra eiginleika, verðs og framboðs metanóls. Á seinni árum hefur hinsvegar notkun etanóls aukist þar sem etýl esterar eru almennt taldir umhverfisvænni, en framleiðslukostnaður etanóls er þó talsvert meiri og auk þess getur verið erfiðara að nálgast það. Orkey framleiðir metýl ester á Íslandi úr úrgangsolíu sem til fellur á landinu og hefur Colas Ísland gert tilraunir með að nota metýl esterinn í þjálbik með góðum árangri. Áður hefur Vegagerðin prófað metýl ester í þjálbik fyrir klæðingar og birt skýrslur með niðurstöðunum árin 2012, 2013 og 2015 (*tafla 3*).

Colas Ísland hefur látið rannsaka sýni af hreinu etýl ester og metýl ester hjá Fjölver rannsóknarstofu. Þar eru ýmsir efniseiginleikar kannaðir samkvæmt stöðlum (*tafla 1*). Rannsóknir sem Fjölver framkvæmdi fyrir Colas Ísland á árunum 2021 og 2022 sýna að etýl ester og metýl ester hafa marga líka eiginleika en einnig ólíkir að einhverju leiti. Eðlisþyngd metýl esters er örlítið hærri, blossamarkið hærra sem og seigjan en móðumark, stíflumark og rennslismark er lægra, sem bendir til þess að metýl esterinn gæti hentað vel við kaldar aðstæður, þ.e. að hægt sé að dæla olíunni við lægra hitastig án þess að hita lagnirnar sérstaklega. Hrærslupróf á þjálbiki með metýl ester frá Orkey sýnir 100% viðloðun við Durasplitt steinefni og 98% viðloðun við Steinefni frá Skútum (*tafla 2*).

*Tafla 2 Niðurstöður hrærsluprófa sem Colas Ísland hefur látið framkvæma með mismunandi lífolíum*

Blanda	Dags.	Viðloðun í hrærsluprófi (%)
Lýsi etýl ester + Durasplitt + TPH	6.4.2020	99
Orkey metýl ester + Durasplitt + TPH	29.6.2021	100
Orkey metýl ester + Skútaberg + TPH	24.8.2022	98

Árið 2022 voru gerðar tilraunir með blöndun metýl ester frá Orkey í þjálbik (*Viðauki A*). Metýl esterinn var notaður í bikstöð Colas á Akureyri. A.m.k. 4 sýni voru rannsökuð sem blönduð voru með metýl ester, og ekki hægt að sjá á niðurstöðum að efnið hafi haft neikvæð áhrif. Það er þó áberandi í rannsóknnum árið 2022 að talsverður breytileiki mældist í seigju þjálbils, eða á bilinu 77-130 mm<sup>2</sup>/s, með meðaltalið 94. Ekki er hægt

að tengja þennan mun við notkun á etýl ester eða metýl ester. 4 sýni voru merkt metýl ester þetta ár og mældust þau með seigju 85-126 mm<sup>2</sup>/s. Munur á seigju getur orsakast annarsvegar af seigju biksins og svo hinsvegar af magni olíu sem blandað er úti. Ekki er hægt að gera greinarmun á seigju og gæðum þálbiks eftir því hvort það er blandað með etýl ester eða metýl ester.

Þær rannsóknarniðurstöður sem til eru, benda ekki til þess að hægt sé að gera greinarmun á því hvort metýl ester eða etýl ester sé notað í þjálbik. Bæði efnin gefa góðar niðurstöður og sýna sambærilega eiginleika. Það ætti því að vera hægt að nýta hvoru tveggja, eftir því sem framboð á Íslandi leyfir hverju sinni og styðja þannig íslenskt hringrásarhagkerfi. Þetta er sérstaklega mikilvægt í ljósi þess að stór hluti þess etýl esters sem notaður er hér á landi í dag er innfluttur með skipum um langa leið. Það er til mikils að vinna að geta nýtt innlenda framleiðslu þegar slíkt er í boði.

Tafla 3 Niðurstöður hræsluprófa sem Tæknisetur (þá NMÍ) framkvæmdi fyrir verkefnið "Lífolía til Vegagerðar" sem birt var árið 2015.

Blanda	Magn þynningar	Viðloðunarefni	Þakning %
1) 67% Metýl ester úr steikingarolíu og 33% hreinsuð dýrafita	5,5	TPH	99
	5,5	Wetfix	98
	7,5	TPH	100
	7,5	Wetfix	99
2) 50% metýl ester úr steikingarolíu og 50% metýl ester úr dýrafitu	5,5	TPH	100
	5,5	Wetfix	98
	7,5	TPH	100
	7,5	Wetfix	100
3) 50% sýni 1 og 50% etýl ester frá lýsi	5,5	TPH	98
	5,5	Wetfix	99
	7,5	TPH	99
	7,5	Wetfix	98

## Framtíð þjálbiks

Colas Ísland hóf árið 2023 prófanir á kolefnisneikvæðum lífbindiefnum í þjálbik sem gætu ennfrekar aukið úrval mýkingarefna sem hægt er að nota í klæðingar á Íslandi. Niðurstöður raunblönduprófa sýna að þjálbiksblöndur með lífbindiefni hafa jafngóða eða betri viðloðun og þjálbik með etýl ester úr fiskiolíu (*tafla 4*). Til stendur að halda þróuninni áfram og framkvæma tilraunaútlögn á klæðingu með lífbindiefni árið 2024. Það er því ljóst að margir möguleikar eru til staðar fyrir þjálbik á Íslandi, sem geta stuðlað að betri nýtingu í hringrásarhagkerfi og grænni lausnum í vegagerð á Íslandi.

Tafla 4 Niðurstöður hrærsluprófa með lífbindiefnum

No.	Blanda	Hreyfiseigja [mm <sup>2</sup> /s], T=135°C	Hrærslupróf	
			Hólabrú 11/16mm	Klettsháls 8/16mm
1	6.5% Etýl ester úr fiskiolíu	86	98%	90%
2	35% Lífbindiefni A	94	100%	99%
3	9% Lífbindiefni B	95	99%	97%
4	15% Lífbindiefni A + 4.5% Lífbindiefni B	98	98%	91%

## Lokaorð

Þörf er á að uppfæra kröfur til íblöndunarefna í þjálbik til að auka möguleika á öðrum kostum en etýl ester úr fiskiolíu. Ljóst er að önnur efni geta dugað jafnvel eða betur þó eiginleikar séu e.t.v. frábrugðnir kröfum sem gerðar eru til etýl esters úr fiskiolíu. Skýrslur Vegagerðarinnar sem og niðurstöður þær sem teknar eru saman í þessari skýrslu sýna að metýl ester dugar vel í þjálbik til klæðinga svo ekkert ætti að vera því til fyrirstöðu að nota metýl ester eftir því sem framboð leyfir. Séu fleiri tegundir af olíum samþykktar til þjálbiksframleiðslu aukast möguleikarnir á notkun hliðarafurða, afurða úr hringrásarhagkerfi eða umhverfisvænni efnum sem hafa jákvæð áhrif á kolefnisspor og umhverfisáhrif klæðinga á Íslandi án þess að hafa áhrif á gæðin.



## Heimildaskrá

Gunnar Bjarnason og Pétur Pétursson (2017). *Handbók um klæðingar*.

Gunnar H. Guðmundsson og Sigursteinn Hjartarson (2012). *Íslenskar olíur til vegagerðar*.

Gunnar H. Guðmundsson, Sigursteinn Hjartarson, Kristinn Sigurðharðarson og Ásgeir Ívarsson (2013). *Íslenskar olíur til vegagerðar II*.

Lífolía til vegagerðar (2015).

Pétur Pétursson og Gunnar Bjarnason (2023). *Efnisgæðaritið – Kafli 6: Slitlag. Leiðbeiningar við hönnun, framleiðslu og framkvæmd*.

## Viðauki

Seigjumælingar framkvæmdar á rannsóknarstofu Colas Ísland. Sýni merkt ME innihalda metýl ester.

<b>Þjálbik - Colas 2022</b>				
Sýnanr.	Athugasemd	Dags. sýnis	Dags. rannsóknar	Hreyfiseigja T = 135°C [mm <sup>2</sup> /s]
<b>Þ22001</b>		27.05.2022	15.06.2022	<b>77</b>
<b>Þ22002</b>		01.06.2022	05.07.2022	<b>78</b>
<b>Þ22003</b>		08.06.2022	08.07.2022	<b>78</b>
<b>Þ22004</b>		18.07.2022	10.08.2022	<b>83</b>
<b>Þ22005</b>		09.07.2022	11.08.2022	<b>79</b>
<b>Þ22006</b>		13.07.2022	11.08.2022	<b>118</b>
<b>Þ22007</b>	<b>ME</b>	12.09.2022	15.09.2022	<b>101</b>
<b>Þ22008</b>	<b>ME</b>	05.09.2022	15.09.2022	<b>100</b>
<b>Þ22009</b>		01.09.2022	15.09.2022	<b>101</b>
<b>Þ22010</b>		27.6.2022	26.9.2022	<b>81</b>
<b>Þ22011</b>		30.8.2022	3.10.2022	<b>86</b>
<b>Þ22012</b>		10.7.2022	3.10.2022	<b>86</b>
<b>Þ22013</b>		5.9.2022	6.10.2022	<b>100</b>
<b>Þ22014</b>		11.7.2022	12.12.2022	<b>84</b>
<b>Þ22015</b>	<b>ME</b>	11.7.2022	15.12.2022	<b>85</b>
<b>Þ22016</b>	<b>ME</b>	10.7.2022	15.12.2022	<b>126</b>
<b>Þ22017</b>		11.7.2022	19.12.2022	<b>130</b>
<b>Meðaltal:</b>				<b>94</b>
Min				<b>77</b>
Max				<b>130</b>