



Lífbindiefni í malbik

Bio-binders in asphalt pavements



Lífbindiefni í malbik

Mars 2025

Verkefnið var styrkt af Rannsóknarsjóði Vegagerðarinnar.

Björk Úlfarsdóttir

Sigurrós Arnardóttir

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
Fyrstu prófanir á Íslandi	4
Útlögn á umferðarpunganveg	5
Kolefnisspor	9
Lokaorð	10
Heimildaskrá.....	10

Inngangur

Colas Ísland er sífellt að leita leiða til að minnka umhverfisáhrifin af sinni starfsemi. Eitt af meginhráefnum sem notað er í framleiðsluvörur fyrirtækisins er bik, en framleiðsla þess er gríðarlega orkufrek. Bik sem notað er í vegagerð er unnið úr jarðolíu þar sem bensín, dísil og aðrar léttolíur eru eimaðar frá þar til bikleifin í botninum situr eftir.

Á Íslandi eru yfirleitt notaðar tvær típur af biki, annars vegar „mjúkt“ bik með stungudýpt 160/220 og hins vegar „hart“ bik með stungudýpt 70/100. Hér eru orðin mjúkt og hart sett innan gæsalappa þar sem þetta er huglægt mat því það sem er kallað hart á Íslandi telst mjúkt á heimsvísu. Brýn þörf er á að breyta notkun á biki þar sem framboð á þessum biktípum sem notaðar eru á Íslandi er sífellt að minnka vegna tæknibreytinga við framleiðslu. Til að bregðast við þessu er t.d. hægt að nota meira af endurunnu malbiki og/eða setja íblöndunarefni í bikið. Þessar aðgerðir minnka notkun á nýju biki og íblöndunarefni virka einnig til mýkingar á harðara biki. Ýmis íblöndunarefni hafa verið prófuð í heiminum en hér á landi hefur mest verið prófað lífbindiefni (e. bio-binders). Lífbindiefni geta verið hliðarafurð frá landbúnaði og skógrækt eða unnin úr grænmetisolíum. Þau eru með neikvætt kolefnisspor vegna þess að efnið hefur á líftíma sínum bundið meira kolefni en losnar við framleiðslu þess. Hér er ekki verið að tala um kolefnishlutleysingu eftir á með gróðursetningu eða öðrum sambærilegum aðgerðum. Með því að blanda lífbindiefni í bik er því hægt að fá mýkra bik og lækka kolefnissporið á bikinu. Tilgangur verkefnisins er að þróa græna lausn fyrir vegagerð á Íslandi. Í þessu verkefni var sótt um styrk til að leggja malbik með lífbindiefni á umferðarpungan veg og um leið senda malbiksblöndurnar í hjólfarapróf, slitþolspróf og vatnsnæmipróf, til að rannsaka frammistöðu þess. Þetta var gert með það að markmiði að lækka kolefnisspor malbiks.

Fyrstu prófanir á Íslandi

Colas Ísland hóf árið 2022, í samstarfi við móðurfélag sitt í Frakklandi, tilraunir á notkun lífbindiefna sem unnin eru úr hliðarafurðum skógræktar og landbúnaðar en einnig úr grænmetisolíum. Hægt er að blanda þessum lífbindiefnum í malbik og lækka þar með kolefnissporið umtalsvert án þess að hafa áhrif á gæði malbiksins. Tvær típur af lífbindiefnum voru prófaðar sem hér eftir verða kallaðar lífbindiefni A og lífbindiefni B. Þetta sama ár þróaði Colas Ísland malbik með lífbindiefni á rannsóknarstofu. Í kjölfarið var malbikið lagt út í tilraunaskyni á göngustíg í Hafnarfirði. Útlögnin gekk vel og sást ekki á prófunum á malbikinu og bikinu að lífbindiefni hafi verið notað í blönduna. Því næst var ákveðið að leggja malbik með lífbindiefnunum á umferðarpungan veg.

Útlögn á umferðarpunganveg

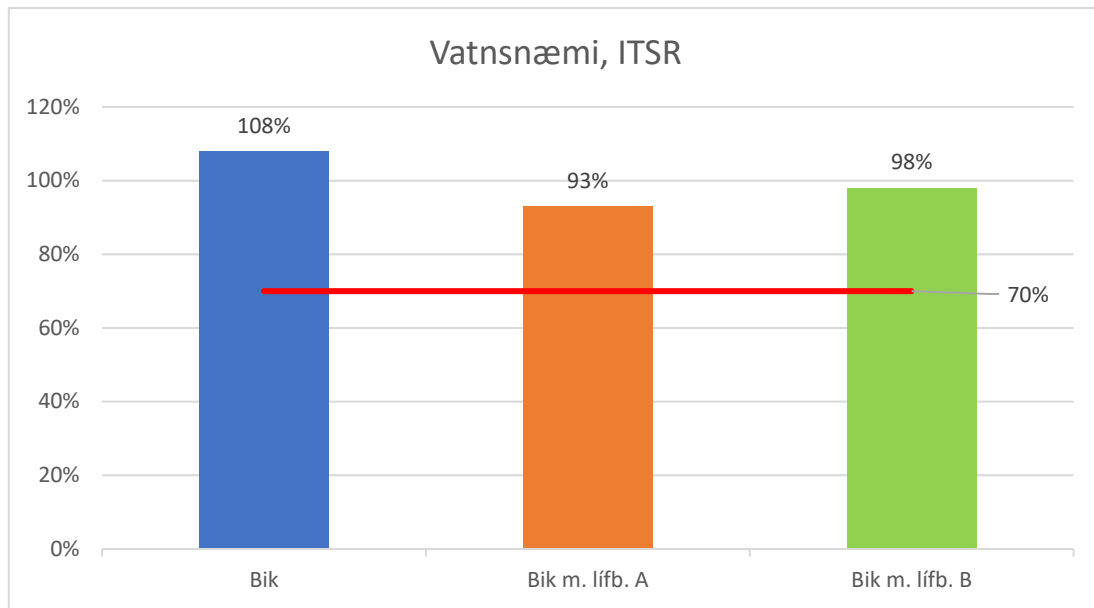
Sumarið 2024 var malbik með lífbindiefnum lagt út á Reykjanesbraut. Útlagningarkaflanum var skipt upp í þrjá hluta og í hvern hluta voru notaðar ólíkar malbiksblöndur. Malbiksblöndurnar voru allar 16mm slitlagsmalbik með Durasplitt steinefni, 3% SBS og 10% endurunnu malbiki en munurinn á milli malbiksblendanna var bikbindiefnið. Í þessu verkefni voru lífbindiefnin notuð til að breyta „mjög hörðu“ biki með stungudýpt 40/60 í „hart“ bik með stungudýpt 70/100. Þannig var fyrsta malbiksblandan var „mjög hart“ bik blandað með 3% lífbindiefni B, önnur malbiksblandan var „mjög hart“ bik blandað með 9% lífbindiefni A og sú þriðja var hefðbundið „hart“ bik. Bikblöndurnar voru sendar í ítarlega greiningu á rannsóknarstofu Fjölvör. Niðurstöðurnar sýna að bikblöndurnar uppfylla allar ströngustu kröfur sem gerðar eru til biks hér á landi, sjá töflu 1.

Tafla 1: Niðurstöður prófana á biki. Annarsvegar hörðu biki og síðan mjög hörðu biki mýktu með lífbindiefnum A og B. Ásamt kröfum sem bikið þarf að uppfylla. Allar blöndur uppfylla kröfur.

Mæling	70/100	40/60 + lífb. A	40/60 + lífb. B	Mörk
Stungudýpt v/25°C, 5sek, 100g, mm/10	81	72	85	70-100
Mýkingarmark (kúla-hringur), °C	43,6	46	45	43-51
Blossamark (COC), °C	>300	295	240	> 230
Seigja v/60°C, Pas	115	198	166	> 90
Hreyfiseigja v/135°C, mm ² /s	290	310	344	> 235
Brotmark (FRAAS), °C	-15	-24	-23	< -10
Óleysanlegt í toulén, vt%	<0,1	<0,1	<0,1	< 1,0
Eðlisþyngd v/25°C, kg/l	1,025	1,006	0,997	-
Þyngdartap (RTF)				
Change in mass, %	<0,1	0,8	<0,1	< 0,8
Retained penetration, %	69	60	64	> 46
Softening point, °C	48,8	52	50,5	> 45
Increase in softening point, °C	5,2	6	5,5	< 9

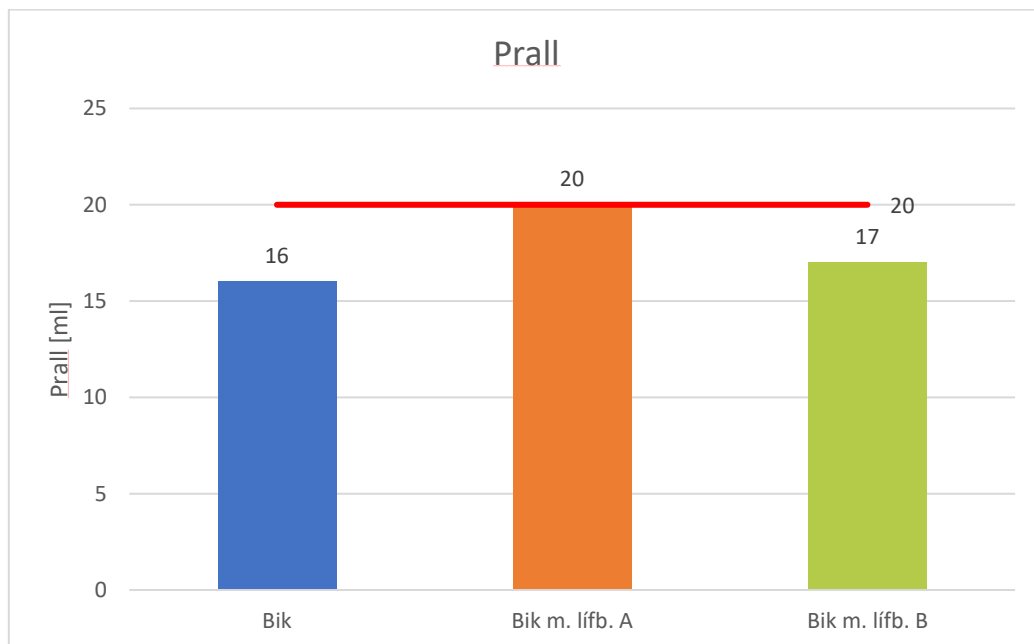
Colas gerði hefðbundnar malbiksprófanir á malbiksblöndunum en niðurstöður sýndu engan sjáanlegan mun á milli þeirra. Einnig voru sýni send í prófun á rannsóknarstofu Tækniseturs sem framkvæmdi hjólfarapróf, prallpróf og vatnsnæmipróf á malbiksblöndunum.

Vatnsnæmipróf mælir hversu mikil áhrif vatn hefur á styrk malbiksins. Malbikskjarnar eru annars vegar prófaðir þurrir og hins vegar vatnsmettaðir og síðan er kleyfnitogþol þeirra borið saman. Niðurstaða prófsins er gefin upp sem hlutfall kleyfnitogþols röku kjarnanna af þeim þurru. Malbik fyrir umferðarpungavegi þarf að vera með vatnsnæmi yfir 70%. Allar malbiksblöndurnar uppfylla þær kröfur, sjá graf 1.



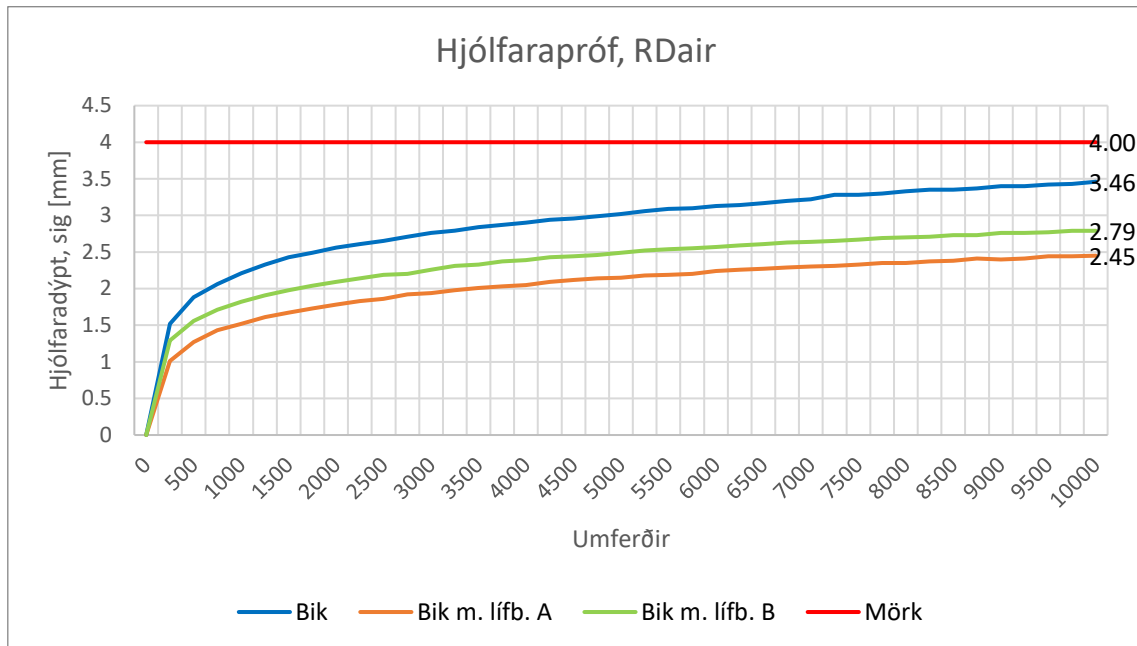
Graf 1: Niðurstöður úr vatnsnæmi á malbiksblöndunum. Blöndurnar þurftu að vera með vatnsnæmi yfir 70%. Allar blöndur uppfylla kröfur.

Prall slitpolspróf mælir slitpól malbiks gagnvart nagladekkjaárun. Framkvæmdin er eftirfarandi; malbikssneiðar eru barðar með 40 stálkúlum í 15 mínútur á meðan vatnsstraumur leikur um malbikið. Rúmþyngd malbiksins er mælt fyrir próf og þyngd malbikskjarnans er mælt bæði fyrir og eftir próf. Prall gildið er rúmmál efnisins sem slitnar en niðurstöðurnar eru skráðar í millilítrum. Malbik fyrir umferðarpungavegi má ekki missa meira en 20 ml í prall prófinu. Á grafi 2 má sjá að malbiksblöndan með lífbindiefni A er á mörkunum en hinar tvær eru með aðeins lægri niðurstöðu. Allar malbiksblöndurnar uppfylla kröfur, sjá graf 2.



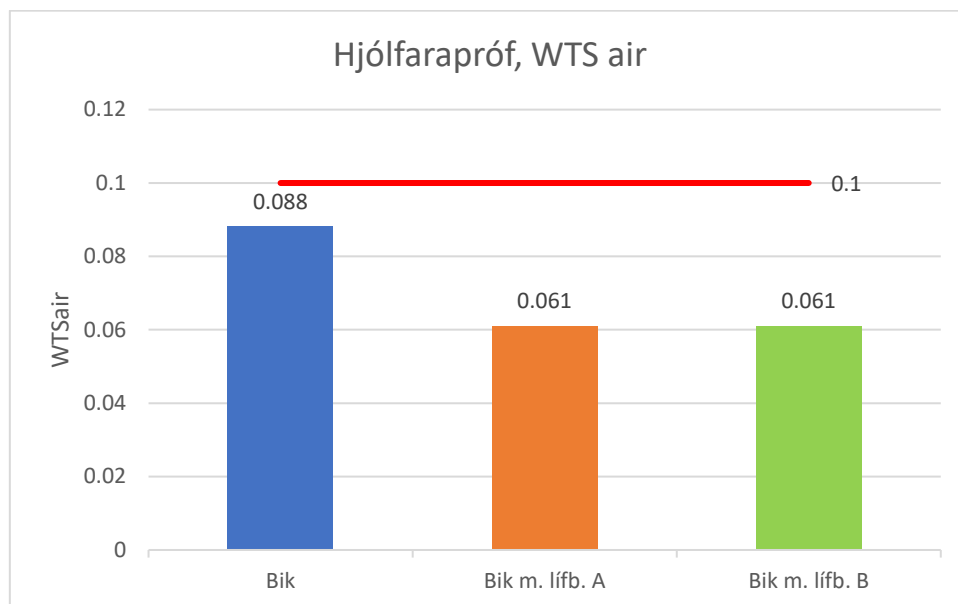
Graf 2: Niðurstöður úr prall slitpolsprófi á malbiksblöndunum. Blöndurnar þurfa að vera minna eða jafnt og 20ml. Allar blöndurnar uppfylla kröfur.

Hjólfarapróf mælir skrið í malbiki. Það er framkvæmt þannig að gúmmíhjól er ekið 10.000 umferðir yfir malbikssýni og á sama tíma er hjólfaradýptin, sig malbiksins, mælt. Fyrir umferðarpungan veg skal sigið ekki vera meira en 4,00 mm. Á grafi 3 má sjá að malbikið með lífbindiefni A er með lægstu hjólfaradýptina og malbikið með lífbindiefni B kemur þar á eftir. Hæsta gildið fékkst á malbikinu með hefðbundnu biki en allar malbiksblöndurnar uppfylla kröfur, sjá graf 3.



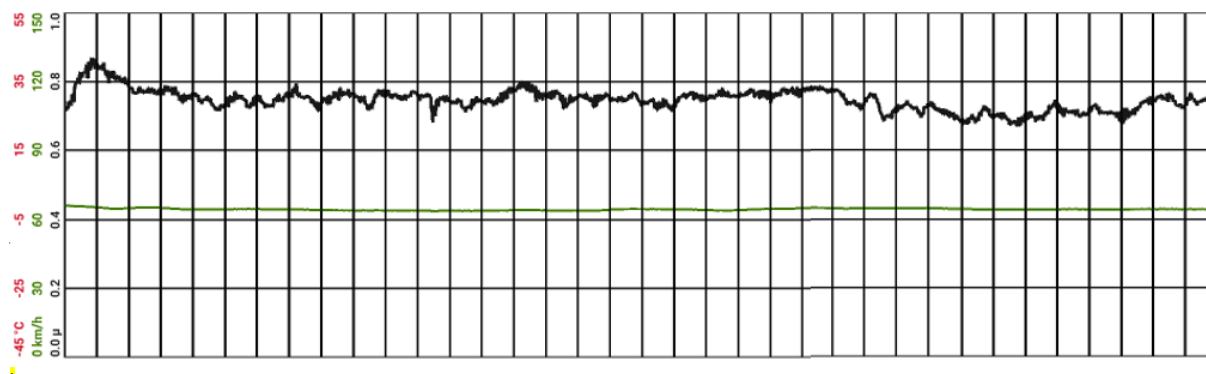
Graf 3: Niðurstöður úr hjólfaraprófi á malbiksblöndunum. Blöndurnar þurfa að vera minna eða jafnt og 4mm. Allar blöndurnar uppfylla kröfur.

Fyrir hjólfarapróf er einnig áhugavert að skoða hallatöluna, WTS air, sem gefur meðaldýpt á millimetra á hverja 1000 umferðir á síðustu 5000 umferðunum. Þær niðurstöður skulu ekki vera hærri en 0,100, allar malbiksblöndur uppfylla þær kröfur, sjá graf 4.



Graf 4: Niðurstöður úr hjólfaraprófi, WTSair á malbiksblöndunum. Blöndurnar þurfa að vera minna eða jafnt og 0.100. Allar blöndurnar uppfylla kröfur.

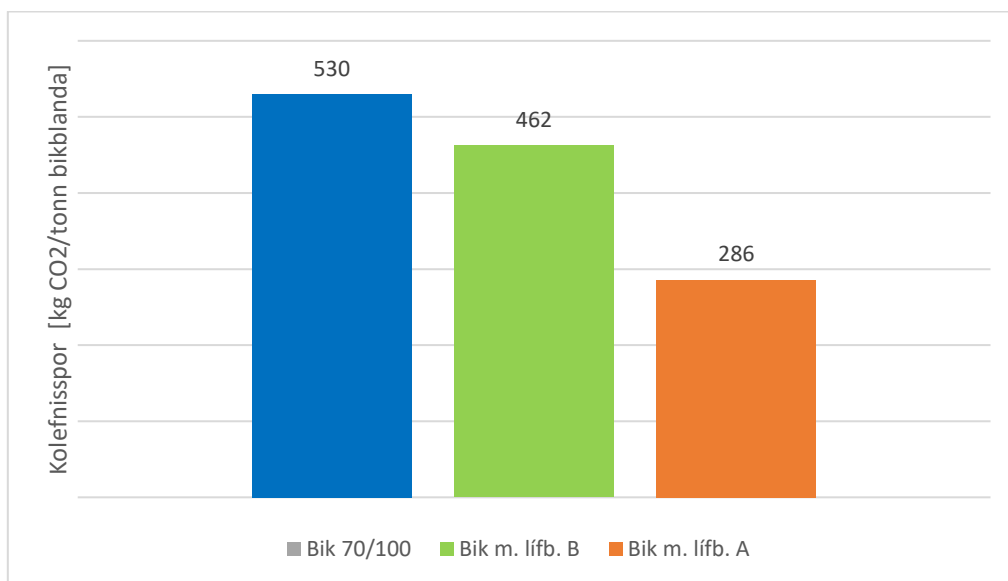
Ásamt rannsóknum á malbikssýnum var malbikið á Reykjanesbraut hemlunarviðnámsmælt. Þar sást enginn munur á milli malbikstegunda og hemlunarviðnámið svipað og á öðrum hemlunarviðnámsköflum. Lægsta viðnámið sem mældist á öllum köflunum var 0,67 en meðaltalshemlunarviðnámið var 0,75 en má að lágmarki vera 0,55. Allar malbiksblöndurnar uppfylla kröfur.



Kolefnisspor

Samkvæmt uppfærðri lífsferilsgreiningu frá Eurobitume fyrir árið 2025 er kolefnisspor biks 530 kg CO₂/tonn. [1] Það hefur því gríðarlega mikil áhrif á kolefnisspor malbiks að blanda í það lífbindiefnum, bæði því þá þarf að nota magn af bikinu en einnig er lífbindiefnið kolefnisneikvætt.

Við það að setja 9% af lífbindiefni A út í bikið sparast 244 kg CO₂/tonn biki, það er 46% lækkun. Við það að setja 3% af lífbindiefni B sparast 68 kg CO₂/tonn biki sem gerir 13% sparnað. Samanburður á kolefnisspori blandanna má sjá í grafi 5. Í heildina sparaðist 3.974 kg CO₂ í þessari tilraun sem lögð var á Reykjanesbraut.



Graf 5: Samanburður á kolefnisspori á bikblöndunum.

Lífbindiefni A er með meira neikvætt kolefnisspor og seigara en lífbindiefni B og því þarf meira magn af því. Það verður til þess að blandan með lífbindiefni A er með töluvert lægra kolefnisspor heldur en blandan með lífbindiefni B. Hins vegar er lífbindiefni A töluvert dýrara og erfiðara að festa kaup á miklu magni af því en lífbindiefni B. Auðvelt er að nálgast mikið magn af lífbindiefni B og auðvelt að taka það í notkun með góðum árangri og lítilli hækkun í kostnaði.

Lokaorð

Í nútímasamfélagi er lækkun kolefnisfótspors og minnkun umhverfisáhrifa mikið kappsmál, enda mikilvægt til að bregðast við þeim loftslagsbreytingum sem eru fyrir séðar á næstu áratugum verði ekkert að gert. Aukin notkun lífbindiefna í malbik á Íslandi hefur ákaflega jákvæð umhverfisáhrif, því þannig er hægt að lækka kolefnisspor biksins og þar af leiðandi malbiksins ásamt því að minnka biknotkun. Auk þess er lífbindiefni gjarnan hliðarafurð, svo notkun þess ýtir undir betri nýtingu þeirra afurða sem verða til við vinnslu pappírs eða annarra afurða í skógrækt og landbúnaði. Aukin notkun lífbindiefna myndi því koma samfélaginu til góða, sem hluti af grænni lausnum í vegagerð á Íslandi.

Niðurstöður prófana sýna fram á að ekkert sé því til fyrirstöðu að nota bik blandað með lífbindiefnum í malbik fyrir umferðarpunga vegi. Malbikstegundirnar uppfylla allar ströngustu kröfur sem gerðar eru til þeirra. Þar að auki uppfylla bikblöndurnar allar þær kröfur sem eru gerðar til þeirra.

Eins og nefnt var í upphafi er tækni við framleiðslu á biki að breytast svo minna verður til af biki sem notað er í vegagerð á Íslandi. Þegar hugsað er um framtíð lífbindiefnis í malbik er því hægt að velta upp þeirri hugleiðingu hvort það verði eina leiðin til að fá bik fyrir íslenskar aðstæður í framtíðinni. Umhverfisávinningurinn er líka gríðarlegur, ef áætlað er að 300.000 tonn af malbiki séu framleidd á Íslandi árlega og má áætla að kolefnissparnaður gæti verið um 1.000-3.700 tonn kg CO_{2eq} á ári. Það er því til mikils að vinna með notkun lífbindiefnis í malbik og er þetta mikið tækifæri til framfara í umhverfisvænni vegagerð á Íslandi.

Heimildaskrá

- [1] European Bitumen Association, 2025. [Online]. Available: <https://eurobitume.eu/wp-content/uploads/2025/03/EB-LCA-4.0-2025.pdf>.