

Bundin slitlög – betri vegir
Ráðstefna Vegagerðarinnar
14. september 2021

BUNDIN SLITLÖG Á ÍSLENSKUM VEGUM - RÝNI

Sigurður Erlingsson
HÍ, VTI & KTH

Aðdragandi

Tvö alvarleg atvik áttu sér stað á Íslenskum vegum á síðasta ári sem rekja má til yfirborðs veganna.

Annars vegar var það í júní á Kjalarnesi þegar mikil hálka skapaðist á nýlögðu malbiki sem talið er hafa átt þátt í að tveir létust þar í umferðarslysi.

Hins vegar vetrarblæðing í klæðingu í desember þegar bik ásamt fínum steinefnum gekk upp úr klæðingunni og festist á dekkum bíla.

Greinargerð

Samgöngu- og sveitastjórnarráðuneytið fór þess á leit við undirritaðan að hann tæki saman greinargerð með það að markmiði að greina vandamál við notkun bundinna slitlaga á íslenskum vegum og leggja til leiðir til úrbóta. Þar segir að mikilvægt sé að horft sé með gagnrýnum augum á:

- Íslenska staðla og reglur í vegagerð, bæði varðandi gerð slitlags á vegum sem og aðra þætti því tengdu, svo sem efri burðarlög.
- Íslenska staðla og kröfur um slitlög, þ.e. varðandi framleiðslu og efnigæði, bæði steinefni og bindiefni.
- Vinnuaðferðir við flutning og útlögn slitlagsins.
- Viðmið til grundvallar hönnun vega og efnisvali, s.s. ÁDU og hlutfall þungaumferðar og þróun umferðar og farartækja, þar með talið öxulþungi farartækja og dekkjaþrýstingur.

Leitast skal við í greinargerðinni að draga fram samanburð við nágrannalönd okkar, þar sem sambærilegar aðstæður ríkja, svo sem á Norðurlöndum.

Greinargerð

Samgöngu- og sveitastjórnarráðuneytið fór þess á leit við undirritaðan að hann tæki saman greinargerð með það að markmiði að greina vandamál við notkun bundinna slitlaga á íslenskum vegum og leggja til leiðir til úrbóta. Þar segir að mikilvægt sé að horft sé með **gagnrýnum augum á**:

- Íslenska **staðla og reglur** í vegagerð, bæði varðandi **gerð slitlags** á vegum sem og aðra þætti því tengdu, svo sem efri burðarlög.
- Íslenska staðla og kröfur um slitlög, þ.e. varðandi **framleiðslu og efnigæði**, bæði steinefni og bindiefni.
- Vinnuaðferðir við flutning og útlögn slitlagsins.
- Viðmið til grundvallar **hönnun** vega og efnisvali, s.s. ÁDU og hlutfall þungaumferðar og þróun umferðar og farartækja, þar með talið öxulþungi farartækja og dekkjaþrýstingur.

Leitast skal við í greinargerðinni að draga fram **samanburð við nágrannalönd okkar**, þar sem sambærilegar aðstæður ríkja, svo sem á Norðurlöndum.

Efnisyfirlit

Inngangur, bakgrunnur

Þolhönnun vega eða vegsniða

Malbiksslitlög

Klæðingar

Nýjar leiðir

Samantekt

Þohönnun vega

Vegir brotna niður sem fall af tíma, þ.e. ástand þeirra hrörnar; sprungur og aðrar ójöfnur ásamt hjólförum myndast og að lokum verður ástand þeirra óásættanlegt og ráðast þarf í úrbætur.

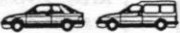









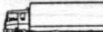
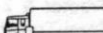

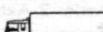
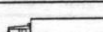
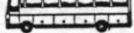


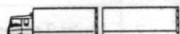

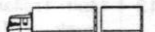
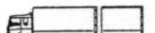
Þættir sem ráða mestu um niðurbrot vega:

- Þung ökutæki (fjöldi, öxulþungi, dekkjaþrýstingur, einfaldur eða tvöfaldur hjólabúnaður)
- Veðurfarsþættir (hiti, raki, frost-þíða, ...)
- Nagladekk

Þolhönnun vega - veggreinar Vg

Gögn úr tveimur veggreinum skoðuð.

Flokkur	Hlutfallslegur fjöldi [%]	
	5012 Hvassafell	5017 Öxnadalur
1	87,2	62,3
2	0,3	12,4
3	0,3	1,9
4	0,1	0,3
5	0,2	1,2
6	0,5	0,5
7	0,0	0,7
8	0,1	0,1
9	0,1	0,3
10	0,6	1,7
11	0,7	2,6
12	0,2	0,8
13	9,9	15,4

Vehicle Classification Table			GR03-EUR13			
1	Car, Light Van		6	Rigid 3-Axle HGV & 2-Axle Drawbar Trailer		
	Light Goods Vehicle (LGV)			Rigid 3-Axle HGV & 3-Axle Drawbar Trailer		
	Car/LGV & 1-Axle Caravan/Trailer			7	Artic, 2-Axle Tractor & 1-Axle Semi-Trailer	
	Car/LGV & 2-Axle Caravan/Trailer				Artic, 2-Axle Tractor & 2-Axle Semi-Trailer	
2	Rigid 2-Axle Truck (HGV)		8	Artic, 2-Axle Tractor & 3-Axle Semi-Trailer		
3	Rigid 3-Axle Truck (HGV)					9
	Rigid 3-Axle Truck (HGV)		10	Artic, 3-Axle Tractor & 2-Axle Semi-Trailer		
4	Rigid 4-Axle Truck (HGV)					11
	Rigid 4-Axle Truck (HGV)		12	Bus or Coach 2-Axle		
5	Rigid 2-Axle Truck & 2-Axle Drawbar Trailer			Bus or Coach 3-Axle		
	Rigid 2-Axle Truck & 3-Axle Drawbar Trailer			13	Vehicle with 7 or more Axles	
	Rigid 2-Axle Truck & 1-Axle Caravan/Trailer				Vehicle not classified above	
	Rigid 2-Axle Truck & 2-Axle Trailer/Caravan					

Þolhönnun vega - öxulþungi

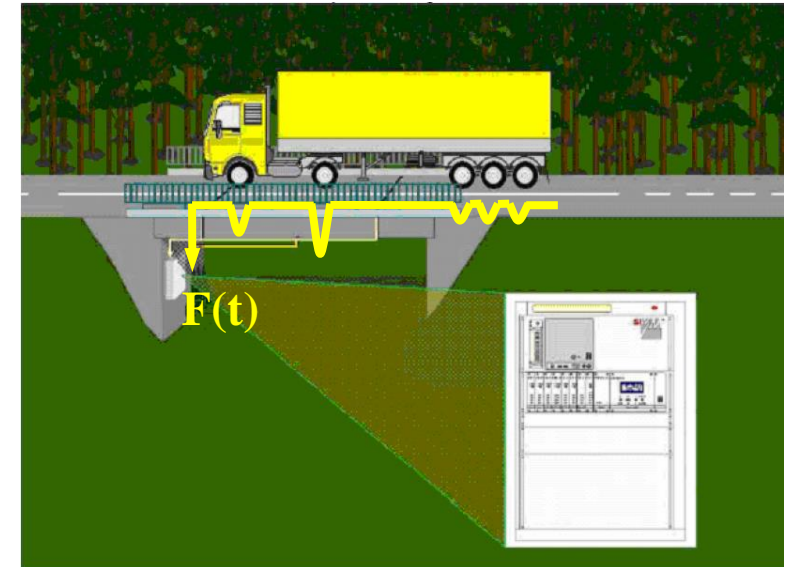
Öxulþunga má ákvarða með tvennum hætti:

Statískar mælingar

Ökutæki stoppuð og öxlar þeirra viktaðir og dekkjaþrýstingur mældur.

Dýnamískar mælingar

WIM (Weigh-In-Motion) mælingar.



Malbiksslitlög

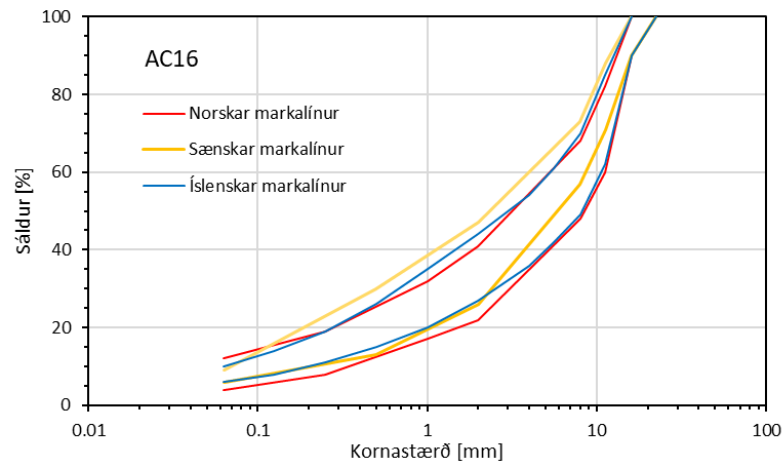
Við hönnun malbiksblöndu er verið að leitast við að fá malbik sem:

- Er nægjanlega stíft til að dreifa álagi þungra öxla og verja neðri lög vegarins.
- Er stöðugt og skriður ekki undan álaginu og myndar hjólför.
- Er endingargott gegn veðráttu.
- Hefur viðnám gegn þreytusprungum.
- Hefur viðnám gegn steinlosun á yfirborði.
- Hefur mikið slitþol gegn negldum hjólbörðum.
- Gefur gott viðnám milli vegyfirborðs og dekkja ökutæka.

Malbiksslitlög – samanburður við Noreg og Svíþjóð

Kröfur um samsetningu: Kornastærðardreifing, bikinnihald, holrýmd.

Kornastærðardreifing:



Minnsta bikinnihald:
Sama krafa: 5.6 %.

Minnsta og mesta holrýmd:

	Minnsta holrýmd [%]	Mesta holrýmd [%]
Noregur ÁDU ≤ 5000	2,0	5,5
ÁDU > 5000	2,5	5,5
Svíþjóð	1,5	3,5
Ísland til 2021	1,0	3,0
frá 2021	1,5	3,5

Malbiksslitlög - gerðarprófanir

Vegagerðin gerir kröfur að malbiksblanda uppfylli ákveðnar kröfur úr sk. gerðarprófunum sem eiga að lýsa hversu vel viðkomandi blanda stendur sig úti í vegi.

Prófunaraðferð	< 8000 (ÁDU) ^{***}	≥ 8000 (ÁDU) ^{***}	≥ 15000 (ÁDU) ^{***}	≥ 30000 (ÁDU) ^{***}
Hjólfarapróf, mm*	Ekki krafa	6	5	4
Hjólfarapróf, mm**	Ekki krafa	0,2	0,15	0,1
Prall slitþolspróf, ml	Ekki krafa	24	24	20
Vatnsnæmipróf, %	Ekki krafa	70	70	70

* Um er að ræða hámarksdýpt hjólfara (e. Rut Depth, RD).

** Um er að ræða skrið á hverjum 1000 umferðum síðustu 5000 umferðirnar (e. Wheel Tracking Slope, WTS).

*** Eða sambærilegt álag, sjá umfjöllun hér fyrir ofan. Miðað er við heildarumferð á vegi eða götu og að umferð þungra bíl, ÁDU_p, sé 5% heildarumferðar.

Ekki eru gerðar kröfur um mikilvæga eiginleika eins og:
stífni, þreytueiginleika og togstyrk.

Malbiksslitlög - eftirlit með framkvæmdum

Eftirlit með veg framkvæmdum er mikilvægt til að tryggja að gæði séu í samræmi við kröfur. Í ár (2021) tilkynnti vegagerðin um nýtt verklag við eftirlit vegna bundinna slitlaga. Tekið er á atriðum er lúta að:

Þekking mannauðs

Auknar kröfur um þekkingu eftirlitsaðila

Trygging á gæðum vöru

Rýni fyrir framkvæmd á atriðum sem geta farið úrskeiðis

Verklag við hugsanleg frávik skýr

.....

Öryggi vegfarenda og upplýsingaflæði

Óheimilt að hleypa umferð á veg fyrir en öryggisúttekt er lokið

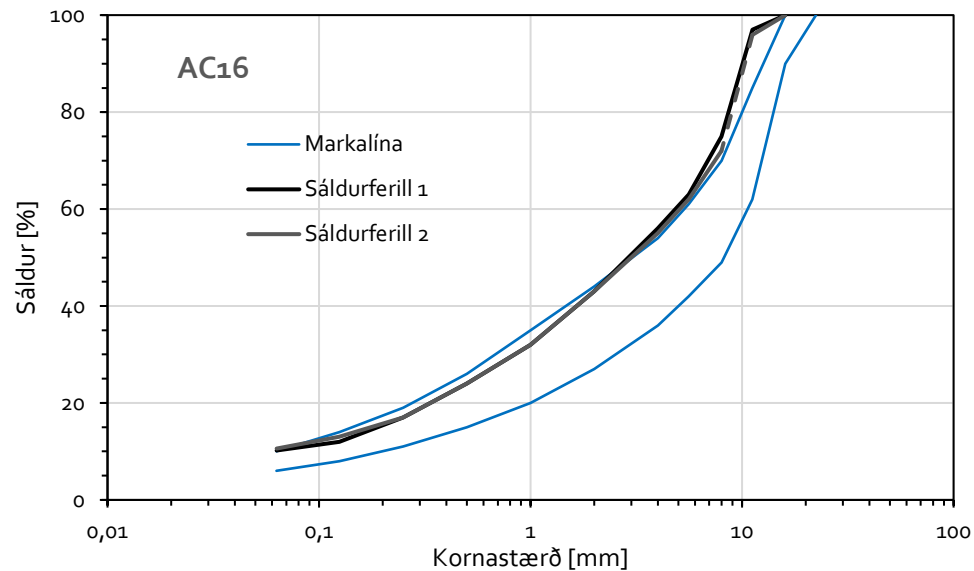
Hemlunarviðnám skal mæla að lokinni malbikun

.....

Malbiksslitlög - dæmi

Nýtt malbikslag lagt á þjóðveg 1 á Kjalarnes í júní 2020.

Kjarnar teknir úr slitlaginu voru greindir. Ákvarðar var: kornastærðardreifing, bikinnihald, holrýmd.

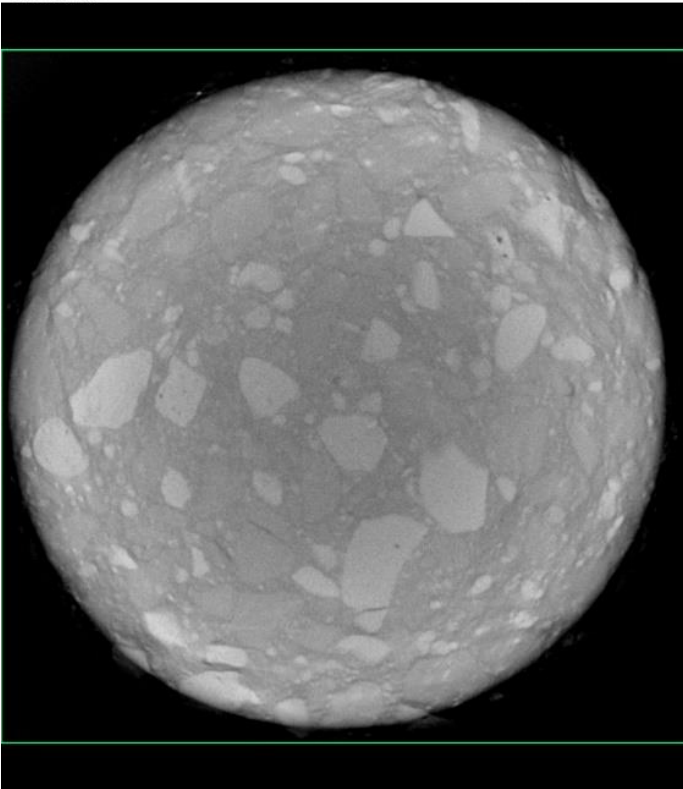


Bikinnihald var: 5.6%.

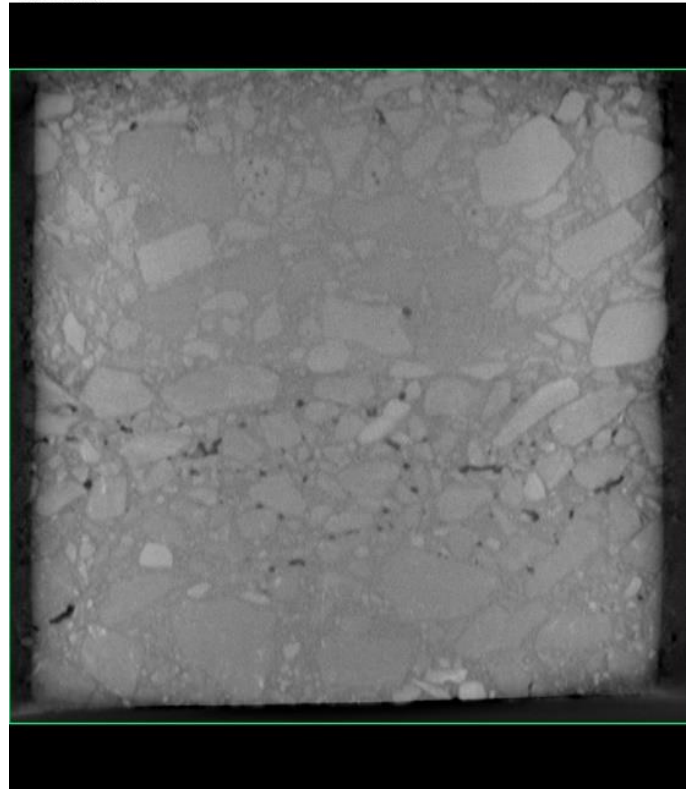
Holrýmd flestra kjarnanna var minni en 0,5 %.

Malbiksslitlög - skönnun kjarna í tomografíu

NORTH STAR IMAGING
NSI **NORTH STAR IMAGING**
AN ITV COMPANY www.4nsi.com 800-635-8392 xrayinspectionsservice.com



NORTH STAR IMAGING
NSI **NORTH STAR IMAGING**
AN ITV COMPANY www.4nsi.com 800-635-8392 xrayinspectionsservice.com



Klæðingar

Klæðing er algengasta bundna slitlagsgerð hér á landi. Notuð á vegi með ÁDU á bilinu 100 – 2.500. Kostnaður um $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{4}$ af því að leggja malbik.

Kostir klæðinga er lágur stofn- og viðgerðakostnaður, þola vel hreyfingar í undirlagi, gott viðnám milli yfirborð og dekkja og hægt að leggja hana út við lágt hitastig.

Útlögn á klæðingum er vandasöm og lítið þarf útaf að bregða til að verkið takist ekki vel. Því er eftirlit með útlögn á klæðingum mikilvægt.

Æskilegt að gera stífar (skerpa) kröfur um lágmarkskunnáttu eftirlitsaðila, hafa skýra verkferla og aðgerðaáætlun um hvernig skuli bregðast við óvæntum aðstæðum.

Klæðingar – samanburður við Noreg og Svíþjóð

Gerðar eru margskonar kröfur til steinefnisins sem notað er í klæðingar. Má þar nefna kornastærðardreifing, brothlutfall, hreinleiki, styrkur, slitþol og veðrunarþol.

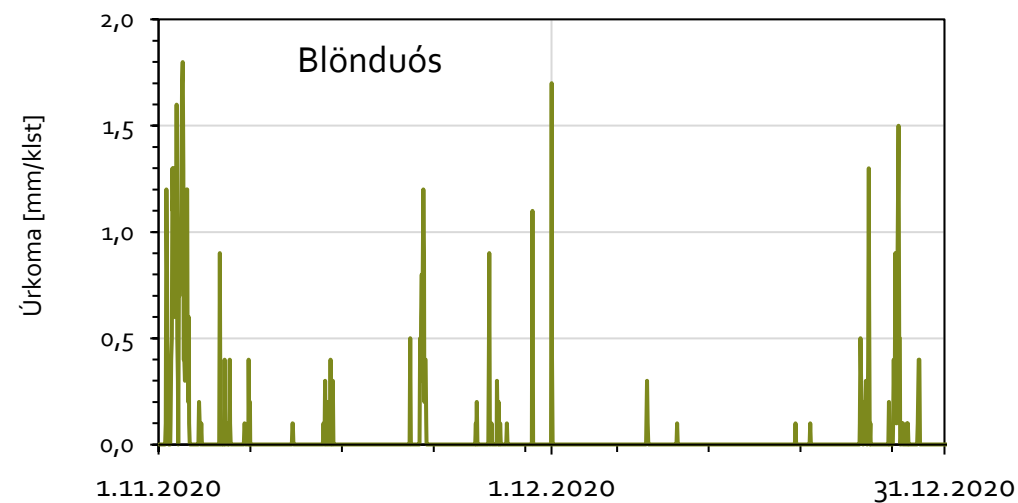
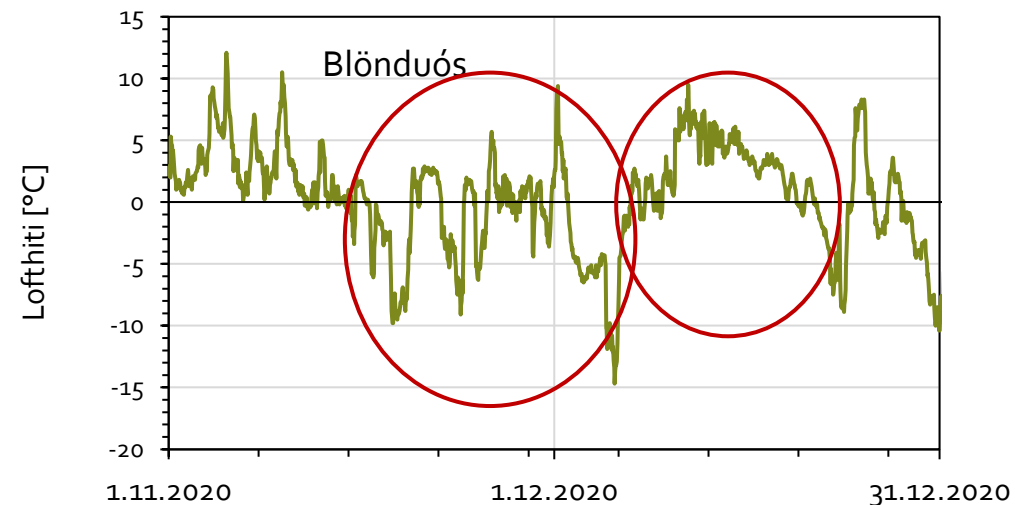
Norðmenn hafa meira og minna hætt að nota klæðingar í vegagerð. Telja þeir þær ekki hagkvæman kost með tilliti til stofn- og rekstrarkostnaðar og endingar.

Í Svíþjóð eru klæðingar lagðar. Kröfur til steinefnis svipaðar og hér á landi.

Klæðingar - Vetrarblæðingar - dæmi

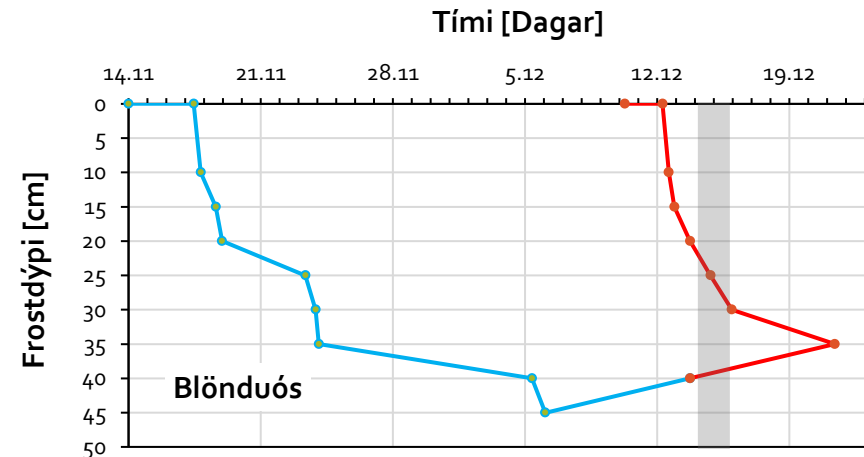
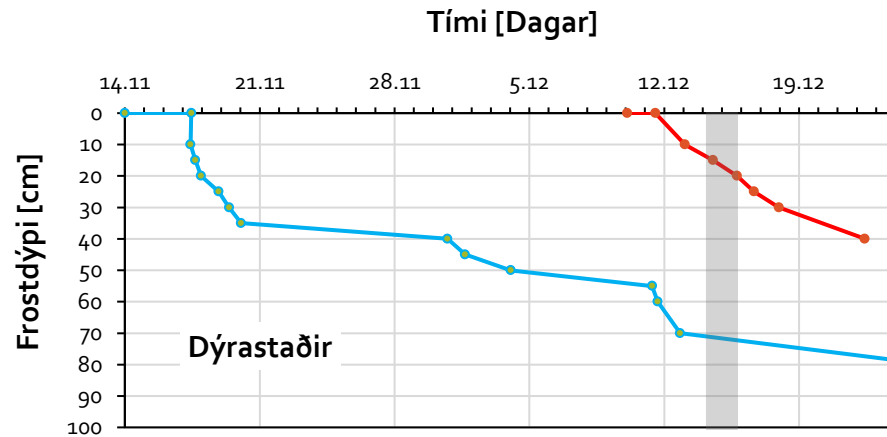
Miklar blæðingar á Vesturlandsvegi frá Borgarfirði norður í Skagafjörð urðu upp úr miðjum desember 2020.

Lofthiti og úrkoma á Blönduósi í nóvember og desember 2020.



Klæðingar - Vetrarblæðingar

Gögn úr frostdýptarmælum Vegagerðarinnar voru greind.



Klæðing og óbundið burðarlag þið, vatn lokað inni í vegbyggingunni.

Þrýstist upp til yfirborðs og tekur með sér bik og fínan steinefnasalla.

Hvað þarf til að þetta gerist!

Fjöldi og þyngd öxla? Ákveðin gerð klæðinga? Við hvaða veðurfarsskilyrði?
Vatnabúskapur?

Kallar á rannsóknarverkefni.

Nýjar leiðir

Lagning á klæðingum kostar um $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{4}$ af því að leggja malbik. Klæðingar verða því álitlegur kostur áfram. Ending malbiks er þó lengri.

- Lághitamalbik (WMA)
- Malbik framleitt með færanlegri stöð

Lághitamalbik

Kemur fram á árunum 1998 - 2000 í kjölfar Kyoto samkomulagsins 1997.

Íblöndunarefni nýtt til að minnka seigju þannig að hægt sé að framleiða malbik við lægra hitastig en háhitamalbik (oft u.þ.b. 40°C lægri hita).

Orkusparnaður og minnkun á útblæstri gróðurhúsalofttegunda.

Gerir það kleift að hægt sé að leggja út malbik í meiri fjarlægð frá framleiðslustöð og þjöppun auðveldari og því hugsanlega heppilegt í köldu veðurfari eins og á Íslandi.

Malbik framleitt með færanlegri stöð

Með færanlegri malbikunarstöð er hægt að framleiða malbik víða á landinu.

Flutningsvegalengd styttest – tryggir að malbik sé við kjöraðstæður til að ná góðri þjöppun í vegi.

Hægt að hugsa sér að nota staðbundið (innlent) steinefni þó gæðin séu ekki þau sömu og á innfluttu steinefni. Gæti hentað þar sem umferðarmagn er minna en á höfuðborgarsvæðinu og því endingin engu að síður ásættanleg.

Með því að minnka stærstu steinastærð úr 16 mm í 11 mm er hægt að leggja út 3,0 – 3,5 cm þykkt malbik í stað 4,0 – 5,0 cm.

Samantekt 1

Hér hefur verið í stuttu máli fjallað um þolhönnun vega og notkun bikbundinna slitlaga á Íslandi. Nokkur atriði sem vert er að íhuga:

Þolhönnun vega

Vegir brotna niður og hrörna vegna þungaumferðar, veðurfars og áraun nagladekkja. Mikilvægt er að fylgjast með hlut þungra bíla á vegakerfinu. Hluti upplýsinga sem Vg safnar um samsetningu umferðar er ekki trúverðugur og trúlega þarf að yfirfara mælakerfið. Ekki er safnað upplýsinga um öxulþunga þungu bílana á vegakerfinu.

Samantekt 2

Malbiksslitlög

Kröfum um holrýmd malbiksslitlaga hefur verið breytt í 1,5 – 3,5% úr því að hafa verið 1,0 – 3,0%. Líkur á viðnámsmandamálum yfirborðs eða skriði ættu að minnka verulega.

Gerðar er kröfur til þriggja gerðarprófana malbiki. Er það niðurstöður úr hjólfaraprófi, Prallprófi og vatnsnæmiprófi. Ekki er gerð krafa varðandi stífni, þreytueiginleika eða togstyrk.

Eftirlit með lagningu slitlaga hefur verið hert. Tekið er á atriðum er lúta að faggildingunni eftirlitsaðila, tryggingu á gæðum vöru og atriðum til að tryggja öryggi vegfarenda. Mikilvægt að verkferlar séu skýrir og hvernig skuli bregðast við ef frávik koma upp.

Samantekt 3

Klæðingar

Þurfum að auka þekkingu okkar á eðli vetrarblæðinga. Við hvaða skilyrði má búast við þeim? Fjöldi og þyngd öxla, veðurskilyrði, gerð og ástand klæðinga o. fl.

Á sama hátt og við útlögn á malbiki er mikilvægt að eftirlit sé vandað við lagningu klæðinga. Verkferlar þurfa að vera skýrir og aðgerðaáætlun til um hvernig skuli bregðast við ef frávik koma upp.

Íhuga að leggja malbiksslitlög á stærri hluta vegakerfisins þar sem þungaflutningar eru miklir og þannig koma í veg fyrir vetrarblæðingar.

Samantekt 4

Nýjar leiðir

Lághitamalbiksblöndur

Spara orku og hægt að flytja lengri leið frá malbikunarstöð en samt ná góðri þjöppun í vegi. Hægt að leggja yfir lengra tímabil á árinu.

Malbiksframleiðsla með færanlegri stöð.

Hægt að leggja malbik víðar á landinu. Íhuga að nota staðbundið steinefni. Minnka stærstu steinastærð í t.d. 11 mm og leggja 3,0 – 3,5 cm þykk lög.

Takk fyrir