

Rannsóknir og tilraunaútlögn á PMA malbiki við íslenskar aðstæður

Sigbór Sigurðsson, Malbikunarstöðin Hlaðbær-Colas hf.

1 Bakgrunnur

Bakgrunnur þessa verkefnis er sá að víða erlendis hefur notkun á fjölliðubreyttu malbiki (e: polymer modified asphalt) stóraukist á undanförunum árum og er víða allsráðandi við gerð slitlags á umferðarþyngri vegi. Fyrst breiddist notkunin út í löndum sem þurfa að kljást við mikla sumarhita (S-Evrópa) og/eða mikla hita á sumrum og jafnframt mikinn kulda á vetrum (Kanada). Á síðustu árum hefur notkun á fjölliðubreyttu malbiki (hér eftir kallað PMA malbik) breiðst út í Skandinavíu.¹ Hér á landi hefur ekki verið gefinn mikill gaumur að því vandamáli að skrið malbiks eigi stóran þátt í hjólfaramyndun í malbikuðum vegum. Mælingar hafa sýnt að hitastig malbiks á þjóðvegum á hlýjum sumardögum er hærra en menn áttu von á og algengt er að hiti mælist milli 30-40°C dögum saman á góðviðrisdögum jafnvel þó lofthiti sé ekki nema 12-20°C. Þetta hár veghiti hlýtur að leiða til skriðs þar sem frekar mjúkt bindiefni er notað hér á landi (95% notkunar er bik með stungudýpt PG 160/220).

Á tíunda áratug síðustu aldar voru gerðar tvær rannsóknir á endingu fjölliðubætts malbiks í samanburði við aðrar gerðir. Sú fyrri var gerð á Reykjanesbraut fyrir 20 árum (1991) og var fylgst með sliti og hjólfaramyndun í 4 ár á eftir. Seinni rannsóknin var samanburður á fjölliðubættu malbiki við hefðbundið SMA malbik sem þá var að ryðja sér til rúms sem helsta malbiksgerðin á umferðarþyngri vegi. Niðurstöður beggja rannsókna voru á sama veg. Fjölliðubætt malbik stóð sig best og ívið betur en SMA malbik með tilliti til hjólfaramyndunar. Var líftími fjölliðubætts malbiks reiknaður (áætlaður) 11 ár í fyrri tilrauninni þegar aðrar malbiksgerðir reiknuðust með 6-10 ára líftíma miðað við ákveðnar forsendur um hjólfaradýpt og þá umferð sem metin var á Reykjanesbrautinni á þessum tíma. Seinni rannsóknin var framkvæmd árið 1995 og var hágæðamalbik (með fjölliðum) borið saman við SMA malbik og reiknaðist líftími 7 ár í stað 6 ára í SMA malbikinu fyrir gefnar forsendur.²

Síðan þessar tilraunir voru gerðar og þrátt fyrir góðar niðurstöður var ekki haldið áfram að þróa fjölliðubætt malbik hér á landi, sennilega vegna mikils kostnaðar og/eða tæknilegra vandamála. Þegar Nýsköpunarmiðstöð Íslands (NMÍ) eignaðist svokallað hjólfarataeki (Wheel tracking) árið 2009 opnaðist möguleiki á að prófa ýmsar malbiksgerðir með tilliti til hjólfaramyndunar af völdum skriðs í malbiki á miklu hagkvæmari og fljótlegri hátt en áður. Tækið hermir eftir álagi frá umferð með hjóli sem ekur yfir malbiksplatta alls 10.000 umferðir við ákveðið hitastig (45°C). Fyrstu niðurstöður sýndu mikinn mun á hjólfaramyndun mismunandi malbiksgerða og vaknaði áhugi hjá MHC á að skoða að nýju þá möguleika sem PMA malbik gæti gefið til aukinnar endingar malbiks.

Algengasta aðferðin erlendis við framleiðslu PMA malbiks er að meðhöndla bindiefnið sjálft áður en það er notað í malbiksframleiðslu. Þá er bindiefnið sjálft fjölliðubreytt (e: polymier modified binder) áður en það er flutt til malbikunarstöðva og framleitt úr því malbik með hefðbundnum aðferðum. Breytt bindiefni getur verið nokkuð dýr lausn, sérstaklega ef flutningskostnaður bindiefnisins er mikill frá verksmiðju. Hér á landi var tilraunin fyrir 20 árum gerð með innfluttu PMB bindiefni (Mastiflex) og var bindiefnið flutt inn í gámum. Malbikið kom mjög vel út eins og áður segir en bindiefnið og þar með malbikið var mjög dýrt með þessari aðferð. Það hefur hugsanlega orðið til þess að ekki var skoðað frekar að nota slíkt malbik á þeim tíma.

Í Danmörku og víðar var snemma farið að prófa blöndun á fjölliðum beint í malbiksblendara í malbikunarstöðvum, sem sagt bindiefnið er ekki meðhöndlað, heldur er fjölliðum blandað í heit

¹Rolf Johansen 2010: *Experience and future use of polymer modified binders*. Statens vegvesen Norwegian Public Roads Administration (NPRA). NorBit seminar Grand Hotel Oslo 19.oktober 2010.

²ÁsgeirRúnarHarðarson 2010: *Samanburður á malbiki með og án fjölliða lokaverkefni við HR*.

steinefni í blandara stöðvar rétt áður en venjulegu bindiefni er blandað saman við. Fjölliðurnar eru þá í duft- eða kúluformi ekki ósvipað þvottaefni í útliti. Tilraunin 1995 var gerð með slíku efni. Í nútíma malbiksverksmiðjum er einfalt að skammta slíku efni með nákvæmni í blandara og með auknum blöndunartíma er tryggt að efnið blandast bindiefninu vel. Aðferðin er töluvert ódýrari en blöndun með fjölliðubreyttu bindiefni, sér í lagi héraðis þar sem ekki er hægt að fá slíkt bindiefni nema innflutt sérstaklega.

Með þessa vitneskju alla og góða reynslu frá Danmörku og Noregi í huga kviknaði áhugi hjá Malbikunarstöðinni Hlaðbæ-Colas hf. (MHC) að endurvekja rannsóknir og notkun á fjölliðubættu malbiki hér á landi. Ákveðið var að hefja rannsóknir á malbiki blönduðu með SBS fjölliðu, (e: Styrene Butadiene Styrene).

SBS er "Thermoplastískt gúmmí" gert úr plast og gúmmí fjölliðum sem tengjast saman í stærri sameind. Áhrif þess blandað í bik (bindiefni) eru m.a. að bindiefnið verður gúmmíkennt og þar með teygjanlegt (elastískt). Í malbiki eru áhrifin þau að viðnám gegn skriði eykst, en einnig bætir það öldrunar- og veðrunarþol og jafnvel slitþol. Ennfremur hefur verið sýnt fram á bætt viðloðun.

2 Rannsóknaverkefni nemanda við HR

Í samstarfi við Háskólann í Reykjavík (HR) og NMI var leitað eftir áhugasömum nemendum til að gera frumathugun á áhrifum SBS í malbiki. Með styrk frá Nýsköpunarsjóði Námsmanna, Reykjavíkurborg og MHC sumarið 2010 var ákveðið að Ásgeir Rúnar Harðarson ynni við tilraunablöndur og rannsóknir m.a. með tækjum NMI og um haustið var verkefnið útvíkkað og endaði sem lokaverkefni í byggingatæknifræði hjá HR.

Niðurstöður lokaverkefnis Ásgeirs voru mjög afgerandi og sýndu að malbik (blandað á rannsóknarstofu) með 1,5% eða 3% SBS (sem hlutfall af biki) var mun þolnara gegn skriði í hjólfaraprófi en malbik gert úr sömu efnum en án SBS.³

3 Verkefni MHC

Í framhaldi af niðurstöðum rannsóknaverkefnis nemanda við HR ákvað MHC að sækja um styrk frá Rannsóknarsjóði Vegagerðarinnar fyrir árið 2011 og fara í framleiðslutilraunir þar sem malbik yrði blandað í stöð og lagt út á umferðarþungan veg ásamt samanburðar malbiki.

Styrkur fékkst í verkefnið og sumarið 2011 framleiddi og lagði MHC út malbik á Bústaðaveg í samráði við Framkvæmda- og eignasvið Reykjavíkurborgar. Framleitt var annarsvegar hefðbundið SMA16 malbik(e: Stone Mastik Asphalt) sem hefur verið allsráðandi undanfarin ár sem slitlag á umferðarþunga vegi og hinsvegar SL16 PMA malbik með venjulegri þéttri steinkúrfu. Notað var 3% SBS í PMA malbikið og blöndunartími lengdur. Sömu steinefni og sama gerð bindiefnis var notuð (stungudýpt PG 160/220) en rétt er að geta þess að SMA kornakúrfa er mun ríkari af 11-16 mm steinum sem að öðru óbreyttu á að auka slitþol gagnvart nagladekkjum. Sýni voru tekin af báðum gerðum malbiks og rannsökuð með hefðbundun Marshall aðferðum en að auki voru send sýni til NMI í hjólfarapróf og slitþolspróf (svokallað Prallpróf). Allar mælingar voru gerðar á sömu blöndum og voru lagðar út á vegi.

4 Helstu niðurstöður

Framkvæmd tilraunarinnar var hnökralaus. Veður var gott og útlögn gekk vel. Starfsmenn fundu lítinn sem engan mun við útlögn, handavinna t.d. kringum brunna var svipuð og völtun gekk vel.

³ ÁsgeirRúnarHarðarson 2010: *Samanburður á malbiki með og án fjölliða lokaverkefni við HR.*

Þjöppumælingar sýndu góða þjöppun í báðum malbiksgerðum sem borkjarnar síðar staðfestu. Malbikssýni sem send voru til NMI voru þjöppuð á rannsóknastofu til prófana í hjólfaraprófi og slitþolsprófi.

Hjólfarapróf sýndi afgerandi mun á milli malbiksgerðanna; SMA16 fékk lokagildið 7,34 mm djúp hjólför eftir 10 þúsund umferðir og hallatölu (hjólfaramyndun á hverjar 1000 umferðir, síðustu 5000 umferðirnar) uppá 0,28 mm. SL16 PMA fékk hinsvegar lokagildið 4,81 mm og það sem er jafnvel enn athyglisverðara er að hallatalan var aðeins 0,07 mm eða aðeins $\frac{1}{4}$ af hallatölu SMA malbiksins. Af nokkuð mörgum mælingum sem gerðar hafa verið á mismunandi malbiksgerðum á Íslandi undanfarin 3 ár er aðeins til lægra gildi á malbiki sem blandað var á rannsóknarstofu sumarið 2010 með 3% SBS, en það mældist 3,91 mm.

Slitþol (Prall gildi) var örlítið lægra fyrir SMA malbikið eða 16 ml í stað 18 í PMA malbikinu. Í báðum tilfellum er það vel undir norskum kröfum fyrir umferðarpunga vegi.⁴

Gerðar voru réttsskeiðarmælingar í þremur þversniðum fyrir báðar malbiksgerðirnar, strax daginn eftir útlögn og svo þremur mánuðum síðar. Athygli vekur að lítilsháttar hjólför mældust strax daginn eftir útlögn í SMA malbikinu eða 0,5 mm að meðaltali. Það bendir til eftirþjöppunar eða skriðs í hjólförum strax eftir útlögn. Í SMA þversniðum höfðu hjólförin aukist í 1 mm eða tvöfaldast eftir þrjá mánuði. Í PMA malbiki reyndist ekki vera merkjanleg hjólför hvorki daginn eftir né þremur mánuðum síðar. Nú fer í hönd nagladekkjatími og verður fróðlegt að fylgjast með sömu þversniðum í vetur, en Verkfræðistofan Efla mun framkvæma nákvæmar hjólfaramælingar með nýjum búnaði. Sett verður upp áætlun um að mæla þessa tvo malbikskafla með reglulegu millibili vor og haust, meðal annars til að magngreina hjólfaramyndun sem verður vegna slits annasvegar og skriðs hinsvegar.

5 Lokaorð

Ljóst er að PMA malbik er einfalt í framleiðslu með svokallaðri SBS íblöndun. PMA malbik hefur örugglega mun betra viðnám gagnvart skriði en hefðbundið malbik sem notað hefur verið hér á landi. Það er að minnsta kosti jafngott gagnvart nagladekkjasliti og öðrum þáttum sem skipta máli hér á landi (holrýmd, viðloðun, viðnámi). Kostnaður við PMA malbik er sambærilegurvið SMA malbik og aðeins um 5-10% hærrí en kostnaður við hefðbundið malbik.

⁴Statens vegbygging: NormalerHåndbok 018