



Skýrsla nr. 05-03

**Vatnspól malbiks
prófað samkvæmt
ÍST EN 12697-12**

Arnpór Óli Arason

Unnið fyrir:

Rannsókn- og þróunarsjóð Vegagerðarinnar

Keldnaholti, febrúar 2005



Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins

Keldnaholti, IS-112 Reykjavík, sími 570 7300, fax 570 7311

SKÝRSLA

Skýrsla nr: 05-03
Dreifing Opin <input checked="" type="checkbox"/> Lokuð <input type="checkbox"/>

Rb/SfB YP (J)
UDC 625.75

Heiti skýrslu: Vatnsþol malbiks prófað samkvæmt ÍST EN 12697-12	Dags: Febrúar 2005
	Fjöldi síðna: 11+2
Höfundur: Arnþór Óli Arason	Faglega ábyrgur: AÓA
Deild: Vegtæknideild	Rannsóknanúmer: V-0409
Unnið fyrir: Rannsókn- og þróunarsvið Vegagerðarinnar.	
Útdráttur: <p>Í skýrslu þessari er gerð grein fyrir prófunum á vatnsþoli malbiks sem voru gerðar haustið 2004. Malbik var prófað samkvæmt Evrópustaðli ÍST EN 12697-12, Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt – Part 12: Determination of the water sensitivity of bituminous specimens. Borið var saman kleyfniþol malbikssívalninga sem annars vegar voru prófaðir þurrir en hins vegar vatnsmettaðir.</p> <p>Markmið verkefnisins var að kanna hvort hlutfallsstyrkur eftir vatnsálag geti nýst til þess að meta áhrif vatns á viðloðun malbiks og þannig verið einn þáttur í hönnun þess. Staðallinn byggir á því að malbik sé prófað eins og það er. Hérlandis er malbik yfirleitt lagt mjög þétt. Tilraunir sýndu að með þessari prófunaraðferð fór hlutfallsstyrkur ekki að lækka fyrr en holrýmnd var yfir 3%. Malbikssívalningar voru gerðir í gyroþjoppu og reyndist hún vel við að útbúa sívalinga með fyrirfram gefinni holrýmnd.</p>	

3 lykilorð: Á íslensku

Á ensku

Malbik	Asphalt
Vatnsþol	Water sensitivity
Gyroþjappa	Gyratory compactor

Efnisyfirlit

1. Inngangur	2
2. Fyrri rannsóknir	2
3. Aðferð	3
4. Framkvæmd	3
4.1. Tilraunablanda í rannsóknastofu	3
4.2. Malbik frá Malbikunarstöðinni Höfða hf.	7
5. Niðurstöður	10
Tilvísanir og athugasemdir	11

Viðauki I: Einstakar mælingar á A3 malbiki frá Höfða hf.

1. Inngangur

Í skýrslu þessari er gerð grein fyrir prófunum á vatnsþoli malbiks sem voru gerðar haustið 2004. Malbik var prófað samkvæmt Evrópustaðli ÍST EN 12697-12:2003¹ og borið saman kleyfniþol malbikssívalninga sem annars vegar eru prófaðir þurrir en hins vegar vatnsmettaðir. Markmið verkefnisins var að kanna hvort hlutfallsstyrkur eftir vatnsálag geti nýst til þess að meta áhrif vatns á viðloðun malbiks og þannig verið einn þáttur í hönnun þess.

Tilraunir voru gerðar í tveimur hlutum. Í fyrri hlutanum voru gerð malbikssýni í rannsóknastofu með ákveðinni holrýmd með og án viðloðunarefnis. Í seinni hlutanum var framleiðslusýni frá Malbikunarstöðinni Höfða prófað með mismikilli holrýmd. Öll sýnin voru þjöppuð í ICT 150RB gyroþjoppu Rannsóknastofnunar byggingariðnaðarins.

Verkefnisstjóri var Arnþór Óli Arason á Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins og var verkefnið kostað af rannsókn- og þróunarsjóði Vegagerðarinnar.

2. Fyrri rannsóknir

Nokkrum sinnum hafa verið gerðar tilraunir hérlendis með vatnspolspróf á malbiki með kleyfniþoli eftir vatnsálag. Þær rannsóknir beindust einkum að samanburði á viðloðun steinefnis við bik og voru gerðar á malbiki með skilgreindri kornadreifingu. Bikhlutfall var lágt, sáldurferill finefnasnaður og malbiksholrýmd há.² Niðurstöður bentu til þess að þess að prófin skildu ekki nægjanlega vel á milli efna.

Fyrri skýrslur:

Ásbjörn Jóhannesson (1986): Bruk av porøst steinmateriale til asfaltdekker. NVF Utvalg 33, Asfaltbelegninger. Rapport no. 10.

Steinefnanefnd (1994): Steinefni í bundin slitlög. Viðloðunarpróf.

Pétur Pétursson (1996): Vatnspolspróf, lokaskýrsla. BUSL-efnisgæðanefnd, skýrsla E-9.

Í niðurlagi skýrslu sinnar 1996 segir Pétur Pétursson „Það er álit höfundar að ekki sé ráðlegt að skilgreina nýtt verkefni að svo komnu máli. Nefnd innan Evrópustaðlaráðs, CEN/TC227, hefur m.a. með höndum að þróa prófunaraðferð til þess að mæla viðloðun á malbikskjörnum. Sjálfsagt er að fylgjast með þeirri þróun og jafnvel að hafa áhrif á hana. Þegar Evrópustaðall um próf á viðloðun í malbikskjörnum liggur fyrir, mun. e.t.v. vera æskilegt að skilgreina verkefni sem unnið yrði samkvæmt Evrópustaðlinum.“³

Nú liggur fyrir Evrópustaðall, ÍST EN 12697-12, þar sem áherslan er lögð á malbik eins og það er, en ekki blandað samkvæmt staðlaðri kornadreifingu og bikmagni. Það þótti því forvitnilegt að fara í þetta verkefni. Í formála staðalsins er tekið fram að aðferðin mæli eiginleika sem gefi vatnsþol malbiks óbeint til kynna, engin aðferð mæli vatnsþol beint.⁴

3. Aðferð

Vatnspól var prófað samkvæmt staðlinum ÍST EN 12697-12. Aðferðin er í stuttu máli eins og hér er lýst: Útbúnir eru a.m.k. sex malbikssívalningar með valinni þjöppunaraðferð t.d. gyroþjöppun eða Marshallhamri. Sívalningarnir eru mældir og vegnir og þeim síðan skipt í í tvö jafnstór hlutasýni. Annar hlutinn er geymdur þurr, en hinn er vatnsmettaður og geymdur í vatni við ákveðinn hita. Þurru sívalningarnir eru geymdir við herbergishita þangað til rétt fyrir próf. Sívalningarnir sem á að prófa vota eru vatnsmettaðir við undirþrýsting í 30 mínútur og rúmmál þeirra mælt. Ef rúmmál prófhlutar hefur aukist um tvö prósent eða meira er honum hafnað. Sívalningarnir eru síðan hafðir í vatnsbaði við 30°C í 68 til 72 tíma. Þessi vatnshiti miðast við bik með stungudýpt yfir 150, en fyrir harðara bik er vatnshitinn 40°C. Síðustu tvo tímuna fyrir próf eða lengur er hiti allra sívalninganna færður að prófunarhita. Þeirra votu með því að hafa þá óvarða í vatni, en þeim þurru t.d. þar í vatnsheldum plastpokum. Prófunarhiti skal vera á bilinu 5-25°C, en mælt er með hærri hitanum. Kleyfniþol sívalninganna er mælt með þar til gerðum útbúnaði í pressu. Reiknað er út styrkhlutfall (prósent kleyfniþol, ITSR) votu sívalninganna af þeim þurru.

Í þessari rannsókn voru sívalningar gerðir í gyroþjöppu í mótum sem eru 100 mm í þvermál. Þjöppunarálag var haft eins og mælt er með af framleiðanda þjöppunar m.t.t. til staðaluppkasts um gyroþjöppun⁵. Það þýðir að þjöppunarþrýstingur var 600 kPa, halli móts 16 mrad eða 0,92° og snúningar voru 30 á mínútu. Þjöppunarferlið í ICT150 gyroþjöppunni er þannig að malbik er vegið í mótið og þyngdin skráð í forrit tengt þjöppunni. Forritið mælir stöðugt hæð sívalningsins í mótinu, reiknar út rúmþyngd og skerspennu og gefur niðurstöður við ákveðinn fjölda snúninga. Mæligildin eru skráð ört í upphafi þjöppunar en hægar eftir því sem á líður. Í þessu verkefni var nýttur sá möguleiki gefa tölvunni upp við hvaða rúmþyngd hún ætti að stöðva gyroþjöppuna.

Í staðli er gert ráð fyrir að rúmþyngd sívalninganna og aðrar stærðir séu fundnar með vigtun og mælingu með skíðmáli. Hér var vikið frá staðlinum og notuð sú rúmþyngd og hæð sem gyroþjappan mældi. Þó voru sívalningarnir sem fóru í vatnsmettun mældir lauslega til þess að fylgjast með hugsanlegri rúmmálsaukningu. Bik sem notað var í tilraunum var með stungudýpt yfir 150 og hiti í vatnsbaði því hafður 30°C. Prófað var við 25°C eins og mælt er með í staðlinum.

Þessi aðferð er mjög svipuð þeirri aðferð sem notuð var í BUSL verkefninu 1996, þó voru vatnsmettuðu sívalningarnir geymdir við lægra hitastig og prófaðir við hærra. Einnig skal bent á að í fyrri rannsóknaverkefnum voru prófsýni þjöppuð með Marshallhamri, en í þessu verkefni með gyroþjöppu.

4. Framkvæmd

4.1 Tilraunablenda í rannsóknastofu

Undirbúningur

Í fyrri hluta prófananna voru bornar saman sams konar malbiksblöndur úr innfluttu steinefni með og án viðloðunarefnis. Tilgangur var tvíþættur, annars vegar að kanna notagildi aðferðarinnar við venjulegt malbik og hins vegar að athuga hvort aðferðin gæti nýst til samanburðar á virkni viðloðunarefna.

Gerðar voru tilraunablöndur í rannsóknastofu. Steinefni var Durasplitt frá Tau í Noregi, en fengið hjá Malbikunarstöðinni Hlaðbæ-Colas hf. Bindiefni var mjúkt, B 160/220. Gerðar voru þrjár malbikssyrpur, ein með hreinu biki en hinar tvær með íblönduðu viðloðunarefni. Annað efnið var Wetfix I frá Akzo-Nobel og hitt var Stardope 330 frá Star Asphalt S.p.A á Ítalíu. Hérlendis mun alltaf vera notað viðloðunarefni með Durasplitt steinefninu.

Í malbiksuppskrift var stefnt að því að kornadreifing væri sem næst miðlínu marka fyrir Y11 í Alverki'95⁶ og bikprósenta 5,4% eða sú sem er notuð í malbikunarstöð. Hlutfall viðloðunarefnis var haft 0,3% af þyngd biks í báðum tilfellunum sem því var bætt í bikið. Skammturinn var um það bil í miðjum viðmiðunarmörkum sem framleiðendurnir gefa upp. Samkvæmt upplýsingablöðum framleiðenda er venjulegur skammtur 0,2-0,4% fyrir Wetfix I, en 0,2-0,5% fyrir Stardope 330.

Staðallinn ÍST EN 12697-12 gengur að hluta til út frá prófunum á venjulegu malbiki. Í honum segir að sýnin skuli þjöppuð sem næst þeirri rúmþyngd og holrýmd sem vænst er í raun.⁷ Í Alverki'95 er sagt að holrýmd borkjarna úr nýju slitlagi skuli vera minni en 3%⁸. Þar sem miðað var við venjulegt malbik var holrýmd sýna höfð við efri mörkin eða 3%. Massi sýnis var ákvarðaður með tilliti til rúmþyngdar malbikis þannig að holrýmd yrði 3% og hæð sívalninga 63 mm, eða eins og úr Marshallmóti. Í staðli um kleyfniþol er gefið upp að hæð sívalninganna eigi að vera á bilinu 35 til 75 mm nema annað sé tekið fram.⁹

Heitt efni var vigtað sérstaklega í hvern sívalning og malbikið handhrært. Skál með malbikinu var sett í ofn og áætlað að hefja þjöppun þess þegar hiti væri heppilegur. Í staðaluppcasti um gyroþjöppun, prEN 12697-31, segir að hitinn á malbiki með biki 160/220 skuli vera á bilinu 120-140°C við upphaf þjöppunar.¹⁰ Stefnt var að hærri tölunni vegna þess að í Alverki'95 segir að lágsta hitastig malbiks með biki SB180 í útleggjara sé 135°C.¹¹ Í raun var hitinn lítið eitt hærri eða 142°C að jafnaði, en á bilinu 132-152°C. Þjappaðir voru sex sívalningar af hverri gerð. Þrír voru prófaðir vatnsmettaðir og þrír þurrir. Slembitala var látin ráða í hvorn hóp sívalningur fór.

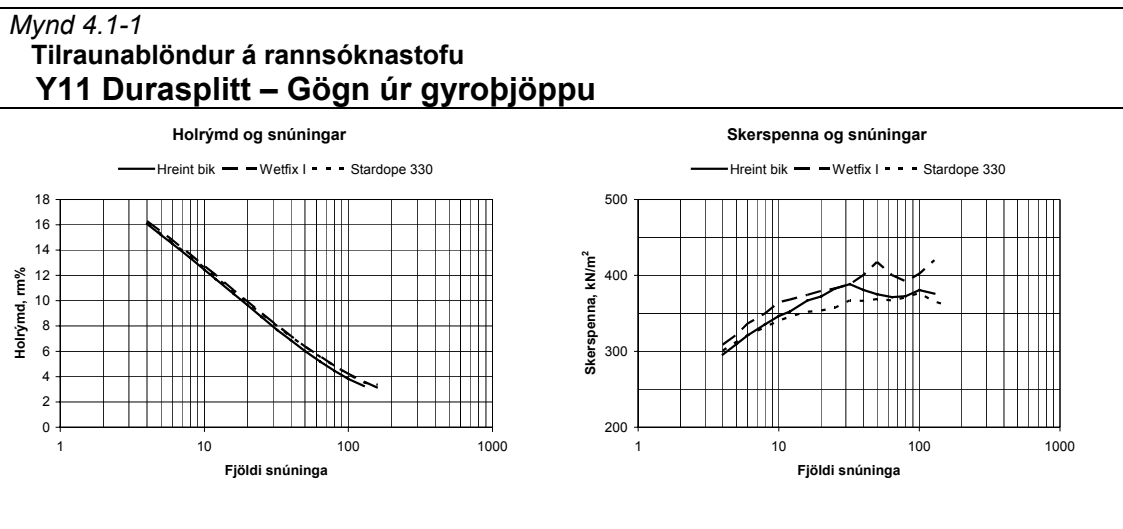
Stærð þeirra sívalninga sem voru vatnsmeðhöndlaðir var mæld fyrir og eftir vatnsmettun við undirþrýsting. Rúmmálsaukning var að jafnaði 0,3%, sem var vel innan 2% hámarksins sem leyft er.

Helstu upplýsingar um malbikið má sjá í töflu 4.1-1.

Tafla 4.1-1
Tilraunablöndur á rannsóknastofu
Y11 Durasplitt - Kennistærðir

Kornadreifing		Hlutfall steinefna, biks o.fl.	
<i>Sigti</i>	<i>Sáldur</i>		
<i>mm</i>	<i>%</i>		
16	100	Bik %massa	5,4
11,2	97	Rúmpyngdir	<i>kg/m³</i>
8	73	Rþ. malbiks	2537
4	52	Rþ. kjarna	2460
2	38	Rþ. biks, gefin	1020
1	26	Rþ steina, reiknuð	2772
0,5	19	Rúmmálsprósentur	<i>Rm%</i>
0,25	14	Rm biks	13,0
0,125	11	Rm fylliefna	83,9
0,063	8,6	Rm hola	3,0
		Rm holr í steingind	16,1
		Bikfyllt holrúm, %	81

Í tölvuforriti gyroþjöppunar er hægt að fylgjast með því hvernig malbikið þjappast smám saman. Einnig sýnir forritið reiknaða skerspennu með tíma. Vinstra línuritid á mynd 4.1-1 sýnir hvernig holrýmnd minnkar með fjölda snúninga. Teiknaðir eru meðalferlar hversrar blöndu og eru þeir að heita má allir eins. Mestu munaði um 0,4% í holrýmnd við ákveðinn fjölda snúninga, en allar blöndurnar enduðu með 3,0% holrýmnd. Að jafnaði þurfti 131 snúning til að fá 3% holrýmnd í malbikinu með hreina bikinu en lítið eitt fleiri í því með viðloðunarefnunum eða 153 og 156. Á hægri línuritinu á mynd 4.1-1 er sýnt hvernig skerspenna breyttist með fjölda snúninga. Hér greinast ferlarnir nokkuð þegar snúningum fjölga og er ekki að sjá reglu í því.



Niðurstöður

Mælingar úr vatnspólspófinu eru sýndar í töflu 4.1-2. Í stuttu máli sagt mældist kleyfniþol svipað og reyndar ívíð hærra í sívalningum eftir vatnsálag en í þurrum sívalningum. Aukningin er aðeins meiri í sívalningunum með viðloðunarefnunum, hlutfallstala 105 og 108, en í þeim með hreinu biki þar sem hlutfallstalan er 101.

Engin merki sáust um strípun í sívalningunum þegar þeir voru rifnir í sundur. Fáeinir brotnir steinar sáust, en það var aðeins við álagsfleti.

Tafla 4.1-2						
Vatnspól malbiks skv. ÍST EN 12697-12:2003						
Y11 Durasplitt með 3% holrýmd						
Sívalningur	Brotálag kN	Brotlína	Hæð ICT mm	ITS, kleyfnipól Stakar kPa	Meðal	ITSR
Hreint bik						
<i>Þurrir</i>						
S02	5,64	B	62,8	573		
S05	5,25	H	62,8	533		
S06	4,52	B	62,9	458	522	
<i>Vatnsmettaðir</i>						
S20	5,88	H	62,6	599		
S03	4,89	H	62,8	497		
S04	4,83	H	63,0	489	528	101
Wetfix I viðloðunarefni						
<i>Þurrir</i>						
S07	4,43	B	62,7	451		
S08	4,40	A	62,8	447		
S12	5,14	H	62,9	521	473	
<i>Vatnsmettaðir</i>						
S09	4,84	H	62,8	492		
S10	4,83	H	62,8	491		
S11	4,95	H	62,8	503	495	105
Stardope 330 viðloðunarefni						
<i>Þurrir</i>						
S13	4,61	H	62,9	468		
S15	4,26	H	62,9	432		
S18	5,00	B	63,1	505	468	
<i>Vatnsmettaðir</i>						
S14	4,73	H	62,8	480		
S16	5,13	B	62,9	520		
S17	5,10	H	62,8	518	506	108
Brotlína í kjarna: Hrein (clear tensile break). - Aflöguð (deformation) Blönduð (combination)						

Meginniðurstaðan er sú að malbik með 3% holrýmd er svo þétt að það veikist ekki við vatnsálagið sem það verður fyrir í þessu prófi.

Gögnin eru fá og er því ekki tilefni til að draga of ákveðnar ályktanir af gögnunum. Þau vekja þó ýmsar spurningar.

- Prófið gerir ráð fyrir því að vatnsálag lækki viðloðun í malbiki og hlutfallstalan ætti að vera undir 100. Hér mælist kleyfnipólið lægra í þurru sívalningunum en þeim sem geymdir voru í vatni. Prófunarhiti beggja var sá sami, en votu sívalningarnir voru geymdir við 30°C í þrjá sólarhinga en þeir þurru við herbergishita eða um 22°C. Ef gert er ráð fyrir að vatn hafi ekki

komist inn í votu sívalningana, virðist sem viðloðun batni svolítið við hærri geymsluhita eða þá að bindiefnið harðnar.

- Hlutfallstalan eykst örlitlu meira í malbikinu með viðloðunarefnunum en í því hreina við vatnsálag. Kleyfniþolið sjálf er lægra í fyrrnefnda malbikinu eins og það mýkist svolítið með viðloðunarefnunum. Ekki er þó að sjá slíkt af gögnum um rúmpýngd og skerspennu úr gyroþjöppu.
- Malbik með 3% holrýmd er að segja má þétt gagnvart vatni. Hver þarf holrýmdin að vera til þess að vatn veiki malbikið í þessari prófunaraðferð?

4.2 Malbik frá Malbikunarstöðinni Höfða hf.

Undirbúningur

Þegar niðurstöður tilraunablandanna lágu fyrir var ákveðið að gera tilraunir með mismunandi holrýmd í einni malbiksgerð. Malbikunarstöðin Höfði hf. lagði til malbik úr framleiðslu sinni til prófana. Malbiksgerðin er framleidd undir heitinu „A3“ og er Y11 með steinefnum úr Björgunarefni, mjúku biki og án viðloðunarefna.

Ákveðið var að prófa vatnspolið við 3, 5, 7, 9 og 11% holrýmd. Þjöppun sívalninga og ákvörðun kennistærða fór fram á sama tíma og byggðist efnisskömmun því á áætluðum tölum fengnum úr meðaltalsmælingum. Rúmpýngd malbiks var heldur minni í raun en áætlað var þannig að holrýmd sívalninganna varð á bilinu 2 – 10%. Skiptir það þó ekki máli vegna prófananna því holrýmdin er á svo breiðu bili.

Kornadreifing		Bik og rúmpýngdir	
<i>Sigti</i>	<i>Sáldur</i>		
<i>mm</i>	<i>%</i>	Bik %massa	6,8
16	100		
11,2	98	Rúmpýngdir	<i>kg/m³</i>
8	79	Rþ. malbiks	2580
4	54	Rþ. biks, gefin	1020
2	41	Rþ steina, reiknuð	2904
1	29		
0,5	22		
0,25	17		
0,125	12		
0,063	8,5		

Mælingar gerðar á R.b.

Malbikið kom í 10 lítra fötum og var hitað á R.b. Ein fata var hituð í senn, volgu malbikinu hvolfst úr henni á bretti og mokað úr hrúgunni eftir blöndun. Skál með malbikinu var sett í ofn og áætlað að þjappa það þegar hitinn væri á bilinu 120-140°C. Í raun var hitinn 136°C að jafnaði, en á bilinu 126-146°C sem er vel viðunandi. (Sjá umfjöllun um hita í kafla 4.1). Fyrir tvo síðustu sívalninganna þurfti að hita eina fötu enn og var tækifærið notað til þess að þjappa þrjá sívalninga með litlu holrúmi, sem varð 0,3%. Þeir sívalningar voru aðeins prófaðir þurrir til fróðleiks.

Massi malbiks í hvern sívalning var reiknaður út frá áætlaðri rúmpýngd þess þannig að ætluð holrýmd næðist í 66 mm háum sívalningum. Þeir voru því lítið eitt hærri en í

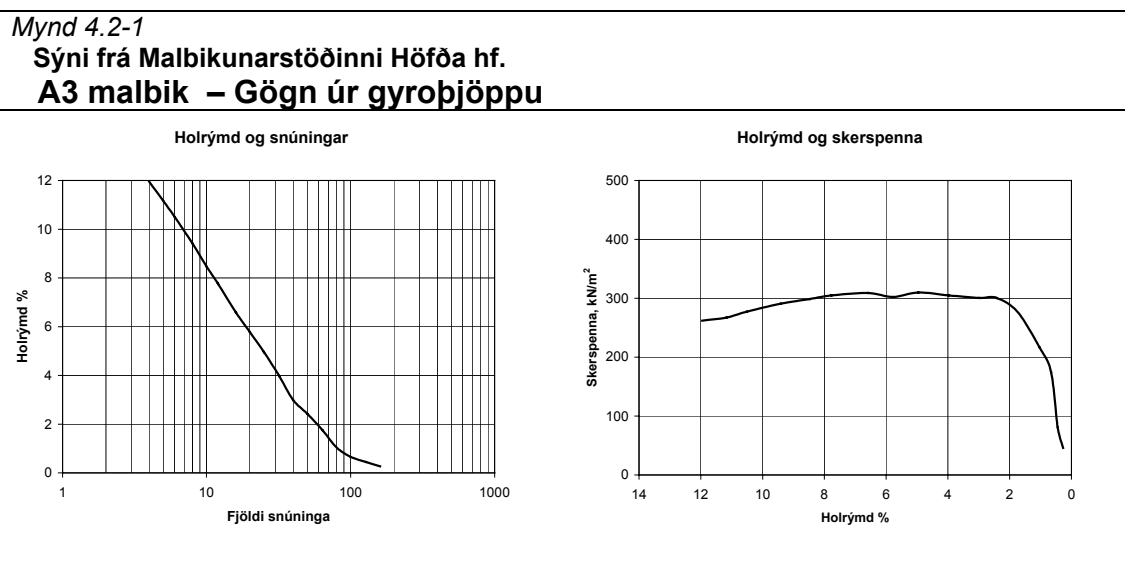
fyrri syrpu, en nær kröfum í staðaluppkastri fyrir gyroþjöppun þar sem segir að massi sívalninga skuli miðast við að hlutfall milli hæðar og þvermáls í holrýmislásum sívalningum verði á bilinu 0,66-1,05.¹² Þjappaðir voru sex sívalningar með hverri holrým og reyndar sjö af einni. Þrír voru prófaðir vatnsmettaðir og þrír þurrir. Slembitala var látin ráða í hvorn hóp sívalningur fór.

Tafla 4.2-2
Sýni frá Malbikunarstöðinni Höfða hf.
A3 malbik - Rúmmálsprósentur (Rm)

Syrpa	H01x	H03x	H05x	H07x	H09x	H11x
Holrým sýnis	0,3	2,2	4,2	6,1	8,1	10,0
Rm biks	17,1	16,8	16,5	16,2	15,8	15,5
Rm fylliefna	82,5	81,0	79,3	77,8	76,1	74,5
Holrúm í steingrind	17,5	19,0	20,7	22,2	23,9	25,5
Bikfylling	98	89	80	73	66	61

Stærð þeirra sívalninga sem voru vatnsmeðhöndlaðir var mæld fyrir og eftir vatnsmettun við undirþrýsting. Rúmmálsaukning var engin í þéttustu sýnunum, en 0,5% í opnustu syrpu og þá reyndar aðeins í einum sívalningi af þremur. Rúmmálsaukning var því vel innan 2% hámarksins sem leyft er.

Í þéttustu sívalningunum þurfti pressan að snúast 146 snúninga að jafnaði til að ná 0,3% holrým. Fyrir 10% holrým þurfti aðeins átta snúninga og er varla hægt að þjappa sívalninga úr þessu malbiki með meiri holrým. Vinstra línuritid á mynd 4.2-1 sýnir hvernig holrým lækkaði að jafnaði eftir því sem snúningum gyroþjöppunar fjölgaði. Á hægri línuritinu er sýnt hvernig skerspenna breyttist með holrým í þéttustu sívalningunum. Skerspennan hélst nokkuð stöðug eða um 300 kN/m² lengst af, þar til hún féll skyndilega þegar holrýmdu fór niður undir 2%. Það stafaði líklega af því poruþrýstingur byggðist upp og að snertiflötum steinefnakorna fækkaði.



Prófanir

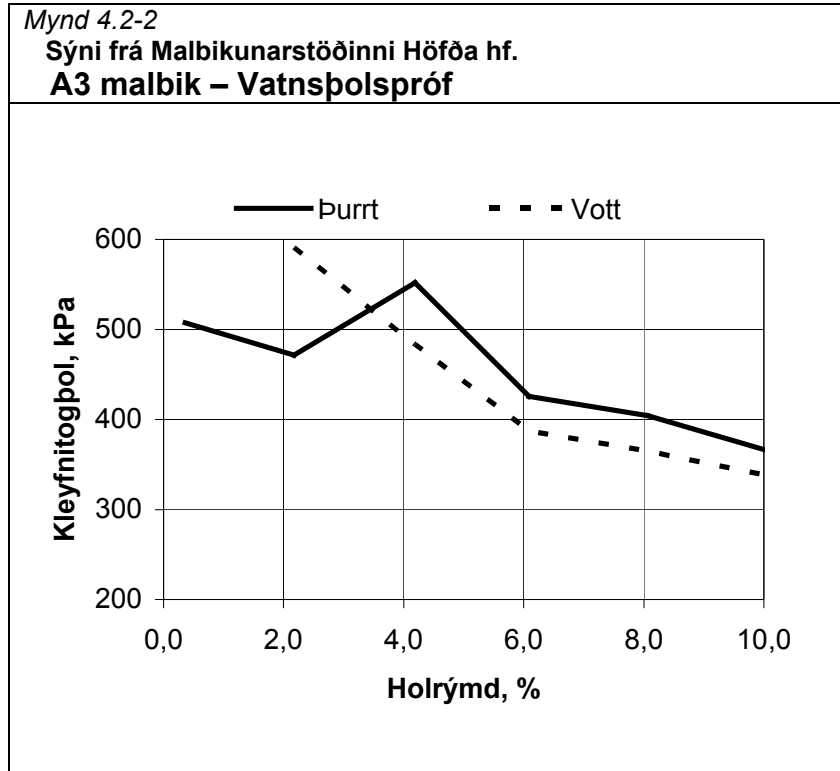
Yfirlit vatnspólprófanna eru sýnd á töflu 4.2-3 og einstakar mælingar í töflum VI-1, a og b í Viðauka I.

Tafla 4.2-3
Sýni frá Malbikunarstöðinni Höfða hf.
A3 malbik - Vatnspolspróf
Meðaltöl mælinga

Holrúm malbiks	Meðalkleyfnitogþol		Hlutfalls- tala ITSR
	kPa þurrir	kPa Votir	
0,3 %	507	-	-
2,2 %	471	591	125
4,2 %	552	483	88
6,1 %	425	387	91
8,1 %	404	365	90
10,0 %	366	338	92

Eins og búast mátti við frá rannsóknastofublöndunum var malbik með 2,2% holrýmd of þétt fyrir vatnspolspróf. Kleyfniþol var hærra eftir vatnsáraun en fyrir og var hlutfallstalan há eða 125%. Það stafaði líklega af óheppilegum frávikum. Tveir votu sívalninganna, nr. 34 og 35, voru með mun hærra kleyfniþol en sá þriðji. Þeir voru úr síðustu skömmtunum úr einni malbiksfötunni og voru þjöppunarferlar þeirra úr gyroþjöppu frábrugðnir öðrum. Líklega hefur verið aðskilnaður í efni þrátt fyrir að gætt hafi verið varkárni. Ef þessum sívalningum er sleppt verður hlutfallstalan 104% eða svipuð og í rannsóknastofublöndunum. Samkvæmt staðli um kleyfniþolspróf eiga gildin þó að standa því að frávikin eru innan við 17% af meðaltalinu.¹³

Þegar holrýmd eykst kemst vatn inn í malbikið og skiptir holrýmdin þá ekki máli fyrir hlutfallstöluna. Hún var um 90% eða nánar á bilinu 88-92% í öllum sýnum þar sem holrýmd var 4,2% eða meiri. Kleyfniþolið sjálft ræðst meira af holrýmd. Það er hæst við 4,2% holrýmd en lægra bæði við minni og meiri. Sjá mynd 4.2-2.



Ekki er hægt að tala um að strípun hafi verið í sívalningunum og vart við því að búast vegna þess að Björgunarefni hefur þótt hafa góða viðloðun. Þó sáust merki um að stöku steinn hafi verið hreinn yst í sívalningum við 10% holrýmd og a.m.k. einn í sívalningi með 4% holrýmd. Einstaka steinar voru brotnir við álagsfleti eins og við var að búast.

5. Niðurstöður

Hérlendis er slitlagsmalbik nær undantekingalaust haft mjög þétt eða með holrýmd undir 3%. Það er einmitt gert til þess að minnka vatnsskemmdir, bæði vegna beins vatnsálags og vegna frosta. Vatnsálagið í prófinu felst í vatnsmettun við undirþrýsting og síðan geymslu í vatnsbaði. Vatnsmettað malbik á og í vegi þarf einnig að þola vatnstreymi undan umferðarþrýstingi. Niðurstöður prófanna benda ekki til að aðferðin til vatnspolsprófa sem lýst er í staðlinum ÍST EN 12697-12 nýtist til þess að meta vatnspól malbiks við þá lágu holrýmd sem notuð er hérlendis. Það mætti þó líta á málið frá annarri hlið: Ef prófið endurspeglar raunveruleikann fyrir jafnþétt malbik og notað er hérlendis, mætti þá minnka notkun viðloðunarefna?

Í tilraunablöndum með 3% holrýmd veikti vatn ekki viðloðun en í A3 malbiki Höfða lækkaði hlutfallsstyrkur kleyfnipóls þegar holrýmd var um 4%. Þá hefur vatn komist inn í sívalningana og í þeirri malbiksgerð hafði aukið holrúm frá því marki ekki áhrif á hlutfallsstyrkinn. Mögulegt er að aðferðin nýtist til prófana á venjulegu malbiki við meiri holrýmd en hér er notuð í slitlög og hafa ber í huga að í undirlagsmalbiki má holrýmd vera 6%. Samanburður með fleiri malbiksgerðum væri fróðlegur. Í gyroþjöppu er auðvelt að þjappa malbik að ákveðinni holrýmd.

Þakkarorð

Starfsmönnum Malbikunarstöðvanna Hlaðbæjar-Colas og Höfða er þökkun lipurð við útvegum sýna af steinefnum og malbiki.

Tilvísanir og athugasemdir

- ¹ ÍST EN 12697-12:2003. Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt – Part 12: Determination of the water sensitivity of bituminous specimens.
- ² Holrýmd er ekki gefin beint í skýrslum, en frá jöfnu fyrir reiknaða bikþörf, rúmþyngd sívalninga og kornarúmþyngd má reikna að holrýmd sýna í síðustu prófunum hafi verið 16-20%.
- ³ Pétur Pétursson (1996): Vatnspolspróf, lokaskýrsla. BUSL-efnisgæðanefnd, skýrsla E-9.
- ⁴ „The method described in this European Standard measures a property that is a surrogate for the water sensitivity of bituminous specimens because no satisfactory method has been developed for measuring the property directly.“ ÍST EN 12697-12:2003, formáli, bls. 3.
- ⁵ prEN 12697-31:2002 (Draft). Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt – Part 31: Specimen preparation gyratory compactor.
- ⁶ Alverk'95, tafla 14.4.18, bls. 28.
- ⁷ „The test specimens shall be compacted to a density and air voids level corresponding to what is expected in the field.“ ÍST EN 12697-12:2003, kafli 6.4 bls. 8.
- ⁸ Alverk'95, kafli 63.4, bls. 59.
- ⁹ ÍST EN 12697-12:2003. Bituminous mixtures – Test methods for hot mix asphalt – Part 23: Determination of the indirect tensile strength of bituminous specimens. Kafli 6.2, bls. 9.
- ¹⁰ prEN 12697-31:2002 (Draft), kafli 7.1.5 bls 10.
- ¹¹ Alverk'95, tafla 63.4.1, bls. 59.
- ¹² prEN 12697-31:2002 (Draft), kafli 6.1.2 bls 9.
- ¹³ ÍST EN 12697-23:2003. Bituminous mixtures – Part 23: Determination of the indirect tensile strength of bituminous specimens, kafli 11, bls. 11.

**Vatnsþol malbiks
prófað samkvæmt
ÍST EN 12697-12**

Viðauki I

Gögn

Tafla VI-a Sýni frá Malbikunarstöðinni Höfða hf. A3 malbik - Vatnsþolspróf Einstakar mælingar						
Sívaln- ingar	Brot- álag kN	Brot- lína	Hæð ICT mm	ITS, kleyfnitogþol Stakar kPa	Meðal kPa	ITSR
Holrúm 0,3%						
<i>Þurrir</i>						
011	5,57	H	66,4	535		
012	5,05	B	66,7	483		
013	5,23	H	66,2	504	507	
Holrúm 2,2%						
<i>Þurrir</i>						
031	4,56	H	66,1	440		
032	5,04	H	66,1	486		
036	4,88	H	66,1	471		
037	5,06	H	66,2	488	471	
<i>Vatnsmettaðir</i>						
033	5,07	B	66,0	490		
034	6,30	A	66,4	605		
035	6,99	B	65,8	678	591	125
Án nr 34 og 35: $490/471 = 104\%$						
Holrúm 4,2%						
<i>Þurrir</i>						
054	5,78	H	65,8	560		
055	5,82	H	66,6	557		
056	5,57	H	66,1	538	552	
<i>Vatnsmettaðir</i>						
051	4,46	B	66,1	430		
053	4,92	A	66,2	474		
057	5,70	B	66,7	545	483	88
Brotlína í kjarna: Hrein (clear tensile break). - Aflöguð (deformation) Blönduð (combination)						

<i>Tafla VI-b</i>						
Sýni frá Malbikunarstöðinni Höfða hf.						
A3 malbik - Vatnspolspróf						
<i>Einstakar mælingar</i>						
<i>Sívaln- ingar</i>	<i>Brot- álag kN</i>	<i>Brot- lína</i>	<i>Hæð ICT mm</i>	<i>ITS, kleyfnitogþol Stakar Meðal kPa kPa</i>		<i>ITSR</i>
Holrúm 6,1%						
<i>Þurrir</i>						
071	4,61	B	66,0	446		
073	4,48	A	66,2	432		
076	4,13	A	66,0	399	425	
<i>Vatnsmettaðir</i>						
072	4,41	A	66,2	425		
074	3,91	B	66,1	377		
075	3,74	A	66,3	360	387	91
Holrúm 8,1%						
<i>Þurrir</i>						
091	4,18	B	66,2	403		
093	4,30	B	66,0	416		
096	4,10	A	66,4	394	404	
<i>Vatnsmettaðir</i>						
092	4,24	A	66,3	408		
094	3,40	A	66,1	328		
095	3,73	A	66,4	358	365	90
Holrúm 10,0%						
<i>Þurrir</i>						
112	3,97	H	66,1	383		
115	3,69	B	65,8	358		
116	3,71	B	66,0	359	366	
<i>Vatnsmettaðir</i>						
111	3,49	A	65,8	338		
113	3,50	A	66,0	338		
114	3,49	A	65,7	339	338	92
Brotlína í kjarna: Hrein (clear tensile break). - Aflöguð (deformation) Blönduð (combination)						