

Seminarium IBDiM - Eurovia

Prof. dr hab. inż. Dariusz Sybilski
IBDiM

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

1



Uwagi firmy Eurovia

- Dobór asfaltu
- Wypełniacz do mma
- Ograniczenia w projektowaniu mma
- Różnorodność projektów odcinków tej samej drogi
- „Szkodliwe” dodatki do mma
- Wygórowane wymagania wobec kruszywa
- Recykling nawierzchni – stosowanie granulatu asfaltowego (RAP)
- Roboty ziemne
- Brak równowagi projektowania nasyp-wykop
- Inżynieria wartości (Value Engineering)

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

2



Co przedstawię?

- Prace badawcze IBDiM
- Strefy klimatyczne w Polsce
- Dobór asfaltu do warunków klimatycznych i warstw nawierzchni według Performance Grade PG (SHRP, USA)
- Odporność mieszanek mineralno-asfaltowych na niską temperaturę
- Stosowanie betonu asfaltowego o wysokim module sztywności AC WMS
- Analiza przyczyn pęknięcia nawierzchni na A2

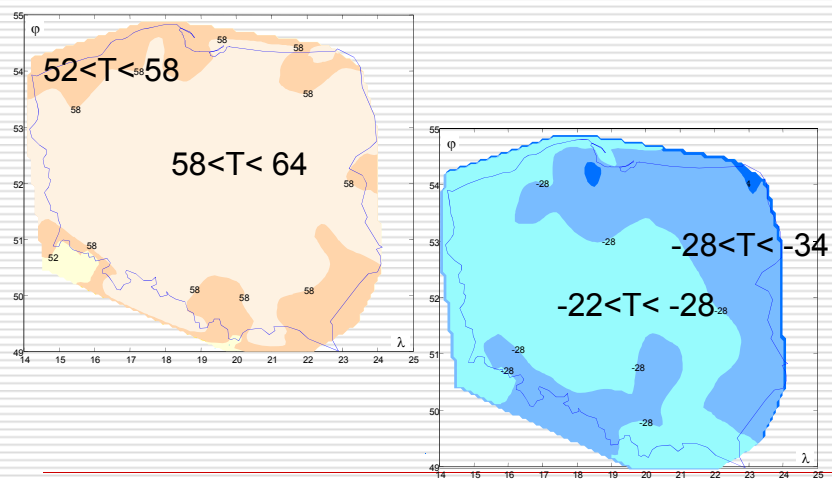


Praca badawcza dla GDDP, 1999 r.

- TN-183: Opracowanie zaleceń stosowania asfaltów drogowych z uwzględnieniem warunków klimatycznych i obciążenia ruchem
- Cele opracowania: zastosowanie procedur SHRP do ustalenia stref klimatycznych Polski ze względu na wymagania wobec asfaltów drogowych oraz propozycja zaleceń doboru asfaltów do nawierzchni w polskich warunkach klimatycznych



Temperatura nawierzchni w Polsce



Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

5



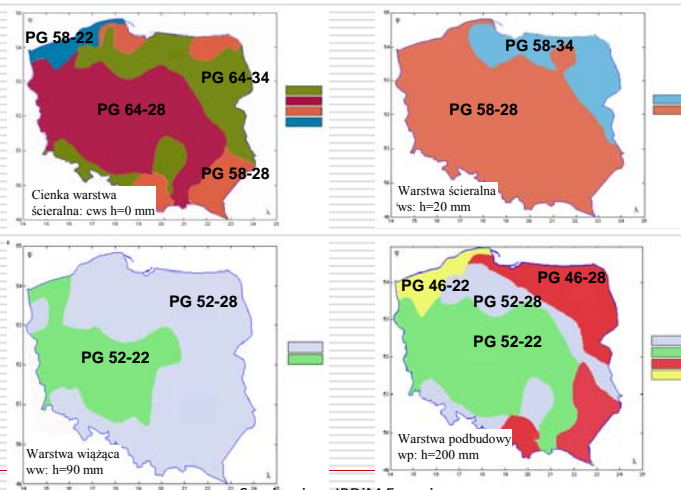
Rozpiętość temperatury
nawierzchni w Polsce do
ponad 90°C !

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

6



Strefy klimatyczne wymagań wobec asfaltu w Polsce wg Superpave



Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

7



PG x-y a T_{PiK} i T_{Fraass}

$$x = T_4: T_1: G^*/\sin\delta > 1\text{kPa} \Leftrightarrow T_{PiK} > T_1 - 20^a$$

$$y = T_3: T_3(\text{po RTFO +PAV}): S = 300\text{MPa} \Leftrightarrow T_{Fraass} = [(y+10^\circ\text{C})+6,5023]/0,6837^b$$

^a Such C., Ramon G.: *The SHRP specifications in more familiar terms: an attempt of decryption*. Proc. of Conference: Road Safety in Europe and Strategic Highway Research Program (SHRP), Lille, France, September 26-28, 1994

^b wyniki badań IBDiM

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

8



PG a T_{PiK} i T_{Fraass}

Rodzaj funkcjonalny PG	min T_{PiK} , °C
PG 64-y	44
PG 58-y	38
PG 52-y	32
PG 46-y	26

Rodzaj funkcjonalny PG	max T_{Fraass} , °C
PG x-34	-25,6
PG x-28	-16,8
PG x-22	-8



Wyniki badań

- Określenie warunków klimatycznych w Polsce
- Przyporządkowanie dostępnych w Polsce asfaltów i polimeroasfaltów do klasyfikacji SHRP PG x-y
- Pierwsza propozycja zaleceń doboru asfaltów i polimeroasfaltów do warstw nawierzchni z uwzględnieniem stref klimatycznych
- Warstwa ścieralna – PMB
- Warstwa wiążąca i podbudowa – PMB lub asfalt D35 (35/50) lub D50 (50/70)



Praca badawcza dla GDDP, 2002 r.

- TN-220: Ocena właściwości niskotemperaturowych mieszanek mineralno-asfaltowych
- Zadanie 3: Badania wytrzymałości na rozciąganie przy ograniczonym odkształceniu TSRST



Praca badawcza dla GDDP, 2002 r.

- Badane mieszanki:
 - SMA 8 mm
 - D50 PKN, D70 PKN, D50 NYNAS, D50 VEBA, OLEXOBIT 30B, OLEXOBIT 80C
 - BA 16 mm
 - D50 PKN, D70 PKN, D50 NYNAS, D50 VEBA, OLEXOBIT 30B, OLEXOBIT 80C
 - BA 20 mm
 - D50 PKN, D70 PKN, OLEXOBIT 80C
 - BA 25 mm
 - D50 PKN, D50 NYNAS, D50 VEBA

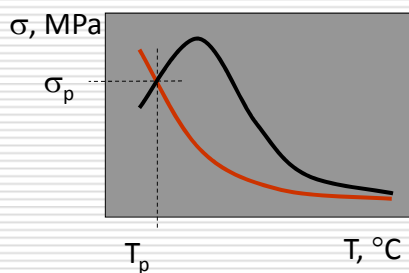


MTS Odporność niskotemperaturowa (TSRST)

$$dT/dt = 10^{\circ}\text{C/h}$$

$$H = \text{const}$$

$$\sigma_t$$

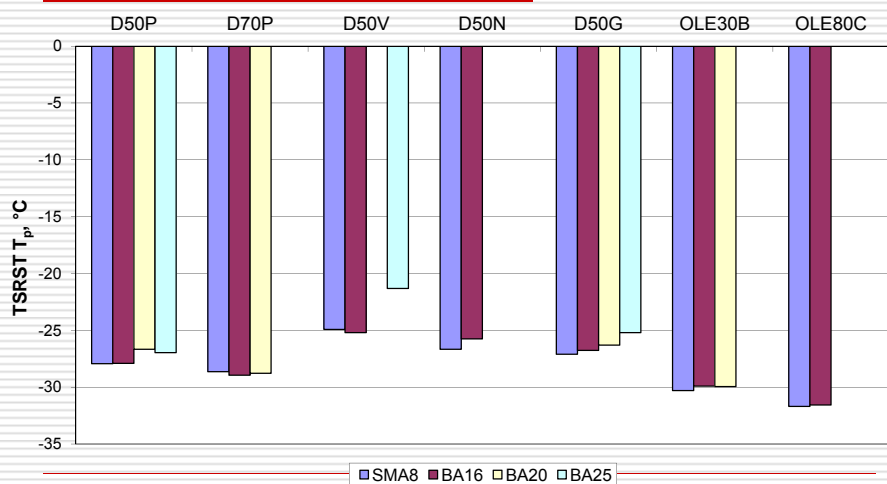


Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

13



TSRST Temperatura pękania

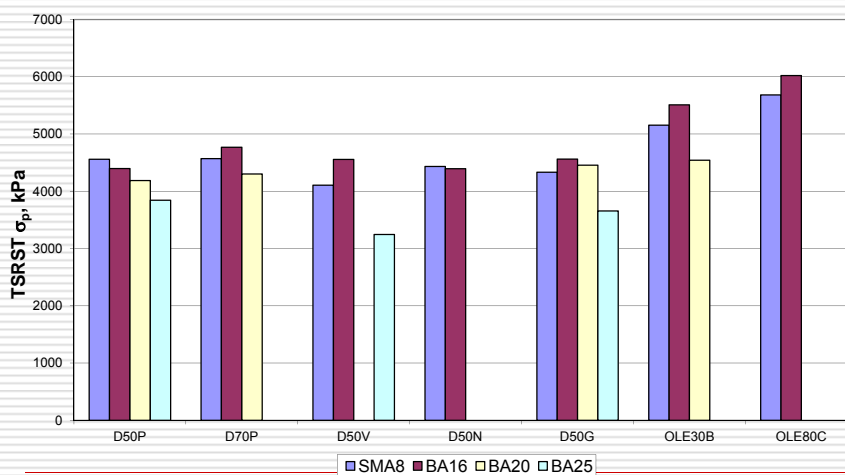


Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

14



TSRST Napężenie pękania



Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

15



Temperatura pękania nawierzchni

- W prognozie temperatury pęknięcia nawierzchni na podstawie wyników badania laboratoryjnego TSRST posłużono się metodą USA CRREL (US Army Cold Region Research and Engineering Laboratory)
- Za miarodajną krytyczną temperaturę pęknięcia nawierzchni uznano tu temperaturę spodu warstw asfaltowych nawierzchni
- W badaniach terenowych stwierdzono, że temperatura powierzchni ulega szybkim zmianom, natomiast w spodzie warstw asfaltowych stabilizuje się
- Badania wykazały również, że stabilizacja ta następuje po około 3-4 dniach
 - Kanerva H. K., Vinson T. S., Zeng H.: Low-Temperature Cracking: Field Validation of the Thermal Stress Restrained Specimen Test. SHRP-A-401, Department of Civil Engineering Oregon State University, Washington, DC 1994

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

16



TSRST a temperatura pęknięcia nawierzchni

$$T_p^{TSRST} = T_p^{NAW} + 4^{\circ}C$$

T_p^{TSRST} temperatura pęknięcia próbki w badaniu TSRST

T_p^{NAW} temperatura pęknięcia nawierzchni rzeczywistej

Kanerva H. K., Vinson T. S., Zeng H.: Low-Temperature Cracking: Field Validation of the Thermal Stress Restrained Specimen Test. SHRP-A-401, Department of Civil Engineering Oregon State University, Washington, DC 1994



Nowe zalecenia doboru lepiszczy

- Zalecenia IBDiM doboru lepiszcza z uwzględnieniem klimatu i ruchu (TN-183, 1999)
- Stanowisko GDDP (GDDKiA) z grudnia 2002 r.
- Zalecenia IBDiM doboru lepiszcza ze względu na niską temperaturę (TN-220, 2003)



Wymagania Techniczne WT-2, 2010

- Wybór asfaltów do mma z wykorzystaniem wcześniejszych badań i zaleceń IBDiM

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

19




Warstwa	Wyrób	Kategoria ruchu		
		KR1÷2	KR3÷4	KR5÷6
Podbudowa	Mieszanki mineralno-asfaltowe	AC 16 P, AC 22 P	AC 16 P, AC 22 P, AC 32 P, AC WMS 11, AC WMS 16, AC WMS 22	AC 16 P, AC 22 P, AC 32 P, AC WMS 16, AC WMS 22
	Lepiszczą asfaltowe ^f	50/70	35/50 ^{a)} , 50/70 ^{a)} , 20/30 ^{b)} , PMB 10/40-65 ^{b)} , PMB 25/55-60 ^{b), c)} , Wielorodzajowy 35/50 ^{a)} , Wielorodzajowy 50/70 ^{a)}	35/50 ^{a)} , 50/70 ^{a)} , 20/30 ^{b)} , PMB 10/40-65 ^{b)} , PMB 25/55-60 ^{b), c)} , Wielorodzajowy 35/50 ^{a)} , Wielorodzajowy 50/70 ^{a)}
	Kruszywa mineralne	Tablice 4, 5, 6, 6a, 7 WT-1 Kruszywa 2010		


^{a)} do betonu asfaltowego
^{b)} do betonu asfaltowego o wysokim module sztywności AC WMS
^{c)} do betonu asfaltowego do warstwy podbudowy lub wiążącej
^{d)} zalecane, jeżeli wymagane jest zmniejszenie hałasu drogowego
^{e)} do cienkiej warstwy na gorąco z SMA lub BBTM o grubości nie większej niż
^{f)} na podstawie aprobat technicznych mogą być stosowane także inne lepiszcza nienormowe
^{g)} do asfaltu lanego
^{h)} dopuszczony do stosowania w terenach górskich

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

20



Warstwa	Wyrób	Kategoria ruchu		
		KR1÷2	KR3÷4	KR5÷6
Wiążąca	Mieszanki mineralno-asfaltowe	AC 11 W, AC 16 W	AC 16 W, AC 22 W, AC WMS 16, AC WMS 22, PA 16 W ^{h)}	AC 16 W, AC 22 W, AC WMS 16, AC WMS 22, PA 16 W ^{h)}
	Lepiszczka asfaltowe ^{f)}	50/70	35/50 ^{a)} , 50/70 ^{a)} , 20/30 ^{b)} , PMB 10/40-65 ^{b)} , PMB 25/55-60 ^{b),c)} , Wielorodzajowy 35/50 ^{a)} , Wielorodzajowy 50/70 ^{a)}	35/50 ^{a)} , 20/30 ^{b)} , PMB 10/40-65 ^{b)} , PMB 25/55-60 ^{b),c)} , Wielorodzajowy 35/50 ^{a)}
	Kruszywa mineralne	Tablice 8, 9, 10, 11, 23, 24, 25 WT-1 Kruszywa 2010		
^{a)} do betonu asfaltowego ^{b)} do betonu asfaltowego o wysokim module sztywności AC WMS ^{c)} do betonu asfaltowego do warstwy podbudowy lub wiążącej ^{d)} zalecane, jeżeli wymagane jest zmniejszenie hałasu drogowego ^{e)} do cienkiej warstwy na gorąco z SMA lub BBTM o grubości nie większej niż ^{f)} na podstawie aprobat technicznych mogą być stosowane także inne lepiszcza nienormowe ^{g)} do asfaltu lanego ^{h)} dopuszczony do stosowania w terenach górskich				
Seminarium IBDiM Eurovia, 18.05.2011				21 

Warstwa	Wyrób	Kategoria ruchu		
		KR1÷2	KR3÷4	KR5÷6
Ścieralna	Mieszanki mineralno-asfaltowe	MA 8, MA 11, AC 5 S, AC 8 S, AC 11 S, SMA 5, SMA 8	MA 8, MA 11, AC 8 S, AC 11 S, SMA 5 ^{d)} , SMA 8 ^{d)} , SMA 11, BBTM 8 ^{d)} , BBTM 11, PA 8 S, PA 11 S	MA 8, MA 11, AC 8 S ^{h)} , AC 11 S ^{h)} , SMA 8 ^{d)} , SMA 11, BBTM 8 ^{d)} , BBTM 11, PA 8 S, PA 11 S
	Lepiszczka asfaltowe ^{f)}	20/30 ^{g)} , 35/50 ^{g)} , 50/70, 70/100 Wielorodzajowy 35/50 ^{g)} , Wielorodzajowy 50/70	20/30 ^{g)} , 35/50 ^{g)} , 50/70, PMB 25/55- ^{l)} , PMB 45/80-55, PMB 45/80-65, PMB 65/105-60 ^{e)} , Wielorodzajowy 35/50 ^{g)} , Wielorodzajowy 50/70	PMB 25/55- ^{l)} , PMB 45/80-55, PMB 45/80-65, PMB 65/105-60 ^{e)} , Wielorodzajowy 35/50 ^{a), g)}
	Kruszywa mineralne	Tablice 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 WT-1 Kruszywa 2010		
^{a)} do betonu asfaltowego ^{b)} do betonu asfaltowego o wysokim module sztywności AC WMS ^{c)} do betonu asfaltowego do warstwy podbudowy lub wiążącej ^{d)} zalecane, jeżeli wymagane jest zmniejszenie hałasu drogowego ^{e)} do cienkiej warstwy na gorąco z SMA lub BBTM o grubości nie większej niż ^{f)} na podstawie aprobat technicznych mogą być stosowane także inne lepiszcza nienormowe ^{g)} do asfaltu lanego ^{h)} dopuszczony do stosowania w terenach górskich				
Seminarium IBDiM Eurovia, 18.05.2011				22 

Beton asfaltowy o wysokim module sztywności AC WMS

- Technologia francuska od lat 1980-tych
- Większa sztywność nawierzchni – mniejsze naprężenie i odkształcenie w spodzie warstw asfaltowych
 - Mniejsza grubość nawierzchni
 - Większa trwałość nawierzchni
- Nawierzchnie długowieczne projektowane na ponad 40 lub 50 lat
 - Wykorzystanie AC WMS
- Perpetual Pavement, USA

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

23



Badania IBDiM od 1997 r.

- Konstrukcja nawierzchni
 - Warstwa ściernalna 3 cm
 - PMB
 - Warstwa wiążąca lub podbudowa
 - Asfalt wielorodzajowy (Multigrade)
 - PMB
 - Asfalt 20/30 - propozycja LCPC, Francja (Dr Yves Brosseaud)
 - Asfalt 35/50 - nie spełnił wymagań ACWMS

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

24



Beton asfaltowy o wysokim module sztywności ACWMS

- Pierwsze zastosowania przez IBDiM z asfaltem Multigrade (Multiphalt, Shell) i z PMB DE30B (PMB 25/55-60)
- Pierwsze zastosowanie asfaltu 20/30 na A2, Konin-Dąbie (OLD Poznań i prof. Szydło)
- Obecne zastosowania według propozycji Projektanta zgodnie z WT-2, 2008 lub 2010



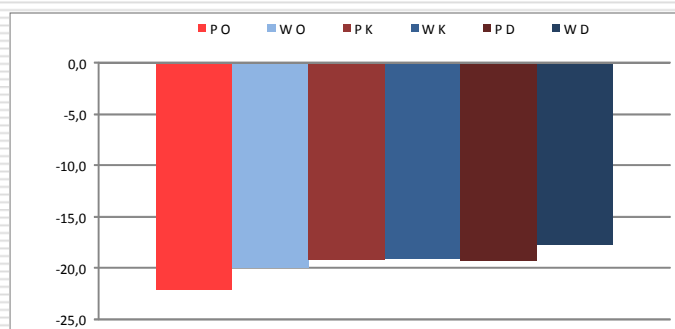
Badanie TSRST w IBDiM ACWMS z asfaltem 20/30

- ACWMS 16W
- Orlen Asphalt 20/30
- P mieszanka porównawcza
- W mieszanka z włóknem Tofic
- Stan mieszanki
 - O oryginalna
 - K po starzeniu krótkotrwałym RTFOT
 - D po starzeniu długotrwałym RTFOT+PAV



Badanie odporności niskotemperaturowej TSRST ACWMWS z asfaltem 20/30

Temperatura pęknięcia, °C



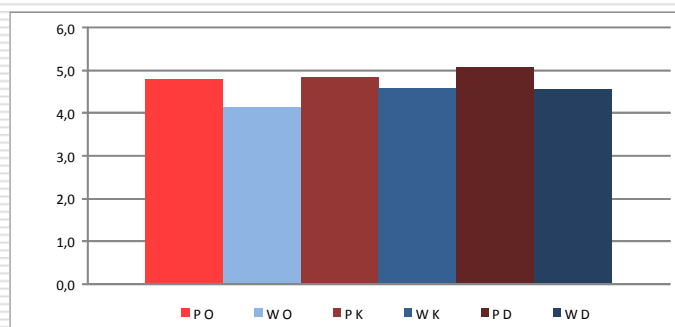
Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

27



Badanie odporności niskotemperaturowej TSRST ACWMWS z asfaltem 20/30

Napężenie przy pęknięciu, MPa



Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

28



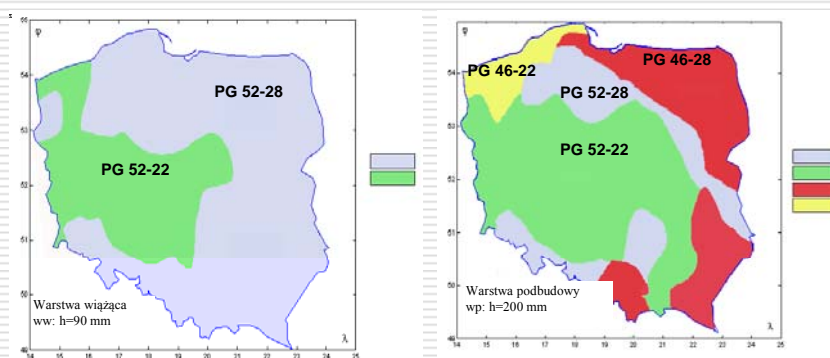
PG x-y: Asfalt 20/30

	Pen25	TPIK	TFraass	PG x-y
Wymagania	20+30	53	-5	PG 76-16
Wymagania	20+30	63	-5	PG 82-16
2005 Nynas XR	21	62,8	-12	PG 82-22
2005 Orlen	22	66,4	-11	PG 82-22
2006 Nynas EME	23	61,8	-9	PG 76-22
2008 Orlen	26	63,2	-18	PG 82-28
2008 Lotos	24	63	-13	PG 82-22
2009 Lotos	25	62,6	-15	PG 82-22

□ Średnia: PG 82-22

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

29



Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

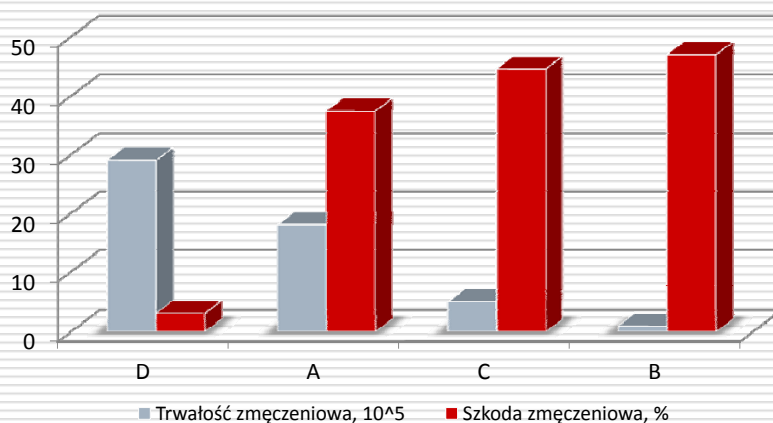
30





	Warstwa	Grubość, cm	Materiał	Lepiszczce
A	ścieralna	2	SMA 8	DE80C
	wiążąca	10	AC WMS 16	20/30
	podbudowa niezwiązana stabilizowana mechanicznie	20	kruszywo dolomitowe 0/31,5	
B	ścieralna	2	SMA 8	DE80C
	wiążąca	10	AC 16	35/50
	podbudowa niezwiązana stabilizowana mechanicznie	20	kruszywo dolomitowe 0/31,5	
C	ścieralna	4	STRABAPHALT	Asfalt + Zaprawa cementowa
	wiążąca	8	AC 16	35/50
	podbudowa niezwiązana stabilizowana mechanicznie	20	kruszywo dolomitowe 0/31,5	
D	ścieralna	2	SMA 8	DE80C
	wiążąca	7	AC WMS 16	20/30
	warstwa antyzmęczeniowa	3	AC AF	DE80C
	podbudowa niezwiązana stabilizowana mechanicznie	20	kruszywo dolomitowe 0/31,5	

SPENS: zmęczenie nawierzchni



Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

33



ACWMS Czechy

Ministerstvo dopravy
Odbor silniční infrastruktury

TP 151

**Asfaltové směsi
s vysokým modulem tuhosti (VMT)**

TECHNICKÉ PODMÍNKY

Schváleno MD – OSJ, č.j. 543/10-910-IPK/1
ze dne 29.6.2010, s účinností od 1. července 2010
se současným zrušením TP 151, schválené MDS – OPK, č.j. 29044/01-123
ze dne 12. listopadu 2001.

VUT v Brně, ČVUT v Praze, PSVS a.s., EUROVIA CS a.s.
2010

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

34



ACWMS Czechy

6.2 Asfalt

Pro výrobu asfaltových směsí typu VMT se používají:

- silniční asfalt 20/30, 30/45, 35/50
- modifikované asfalty PMB 10/40-60,-65, PMB 25/55-55, -60, -65,
- multigrádové silniční asfalty MG 20/30 a MG 35/50
- tvrdé silniční asfalty TSA 15/25 (TSA 20/30)
- popř. jiné asfalty a/nebo ztužující přísady

Použití tvrdších gradací asfaltů a/nebo ztužujících přísad musí být technicky zdůvodněno a doloženo zkouškami pojiva i směsi včetně únavových vlastností a parametrů chování asfaltových směsí za nízkých teplot.



Analiza spękań nawierzchni na A2 (2006)

- Badania laboratoryjne odporności na spękania niskotemperaturowe próbek mieszanki mineralno-asfaltowej wyciętych z nawierzchni autostrady A2, zleceniodawca A2 Bau Development GmbH





Droga poprzeczna nad A2 sekcja 3



Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

39

Temperatura powietrza, styczeń 2006

Najniższa temperatura powietrza przy
powierzchni gruntu, °C

Poznań	Słupca	Paproc
-28,6	-27,8	-25,8

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

40



Temperatura nawierzchni

Sekcja A2	Temperatura, °C	
	Powierzchnia jezdni	Spód warstw asfaltowych
Sekcja 1	-28,0	-22,3
Sekcja 2	-28,6	-23,3
Sekcja 3	-26,6	-21,3

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

41



Wskaźniki pęknięć termicznych nawierzchni A2, 2006 r.

Sekcja A2	Temperatura pęknięcia w spodzie warstw asfaltowych, °C			Indeks Spękań, na 100 m		
	T_{cr}	$T_{cr}-\delta$	$T_{cr}+\delta$	IS	IS- δ	IS+ δ
Sekcja 1	-25,6	-29,3	-21,9	3,7	2,4	5,2
Sekcja 2	-26,9	-29,9	-23,9	3,2	2,2	4,4
Sekcja 3	-18,8	-23,4	-14,1	6,7	4,6	9,2

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

42



Prognoza uszkodzeń wg MEPDG, 2006 r.

Warstwa nawierzchni		A	B	C	D	E	F
		64-22 64-16	64-22 64-16 thick1	58-34 64-16	58-34 64-16 thick1	58-28 64-16 thick1	58-34 64-22 64-16 thick
1 warstwa asfaltowa	Grubość, cale (cm)	2 (5)	2 (5)	2 (5)	2 (5)	2 (5)	1 (2,5)
	Asfalt PG	64-22	64-22	58-34	58-34	58-28	58-34
2 warstwa asfaltowa	Grubość, cale (cm)	4 (10)	8 (20)	4 (10)	8 (20)	8 (20)	4 (10)
	Asfalt PG	64-16	64-16	64-16	64-16	64-16	64-16
3 warstwa asfaltowa	Grubość, cale (cm)						6 (15)
	Asfalt PG						64-16
Warstwa związana cementem	Grubość, cale (cm)	16 (40)					
Warstwa niezwiązana	Grubość, cale (cm)	8 (20)					
Warstwa mrozochronna SW (AASHTO)	Grubość, cale (cm)	8 (20)					
Podłoże gruntowe A-1-a (AASHTO)							

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

43



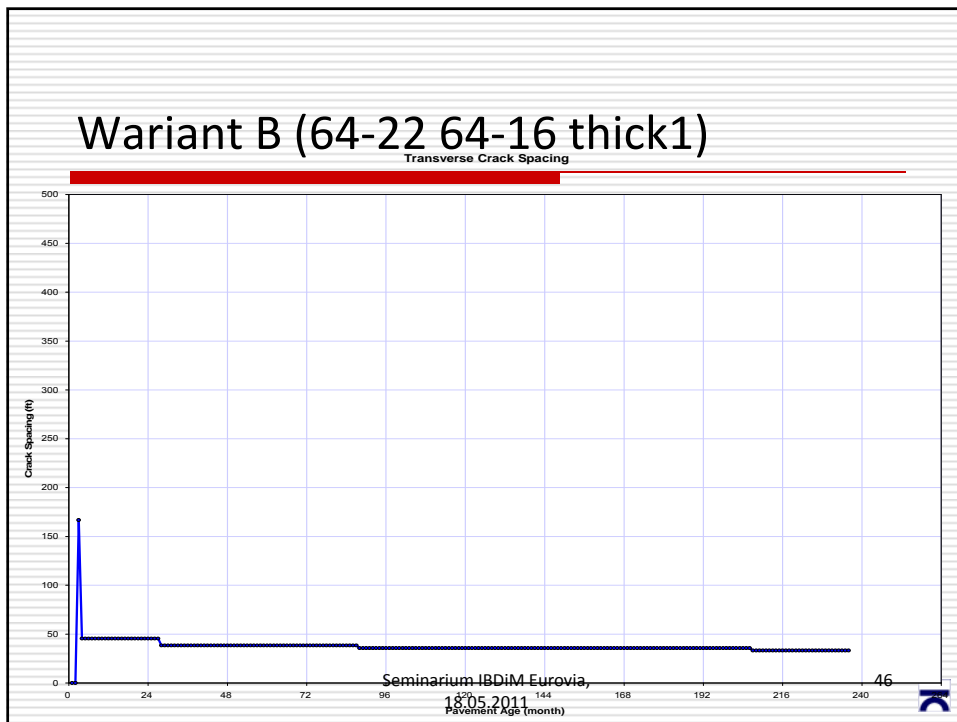
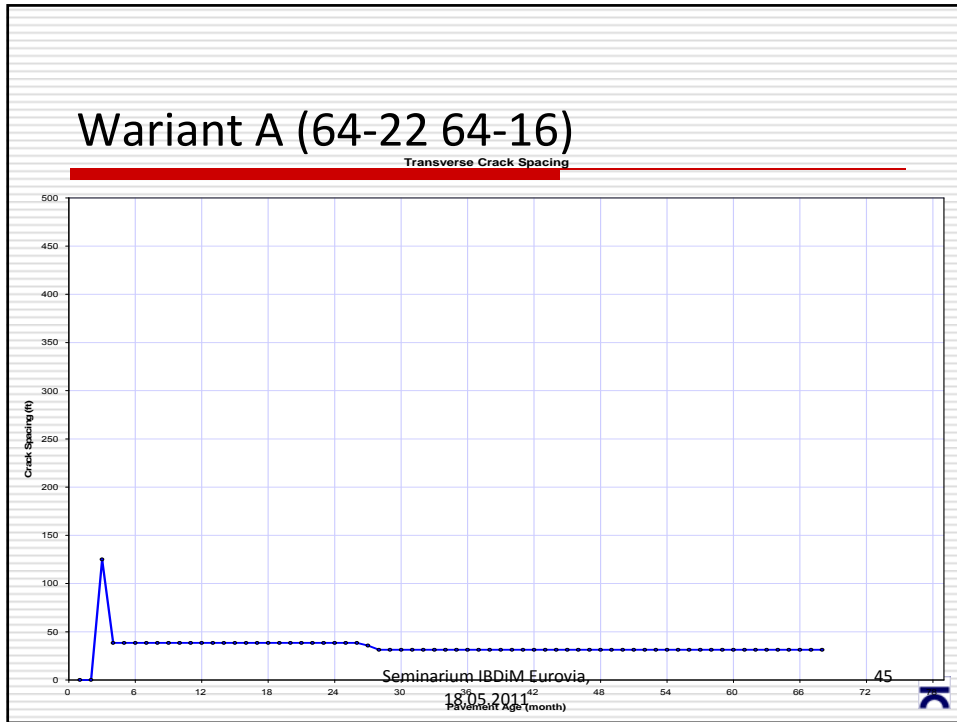
Analizowane warianty, 2006

- Wariant A (64-22 64-16): obecna konstrukcja sekcji 2 i 3
- Wariant B (64-22 64-16 thick1): obecna konstrukcja wzmocniona w etapie II, z warstwą ścierną z elastomeroasfalem DE30B
- Wariant C (58-34 64-16): wariant obecnej konstrukcji ze zmianą na bardziej miękkiego elastomeroasfalt DE80C w warstwie ścierną
- Wariant D (58-34 64-16): wariant C po wzmocnieniu w etapie II, z nową warstwą ścierną z DE80C
- Wariant E (58-28 64-16) jak wariant D z PMB (DE80B) mniej odpornym na pękanie niskotemperaturowe
- Wariant F (58-34 64-22 64-16 thick): wariant wzmocnienia konstrukcji etapu I na cały okres koncesji o dwie warstwy ścierną 2,5 cm z elastomeroasfalem DE80C i wiążącą 10 cm z elastomeroasfalem DE30B

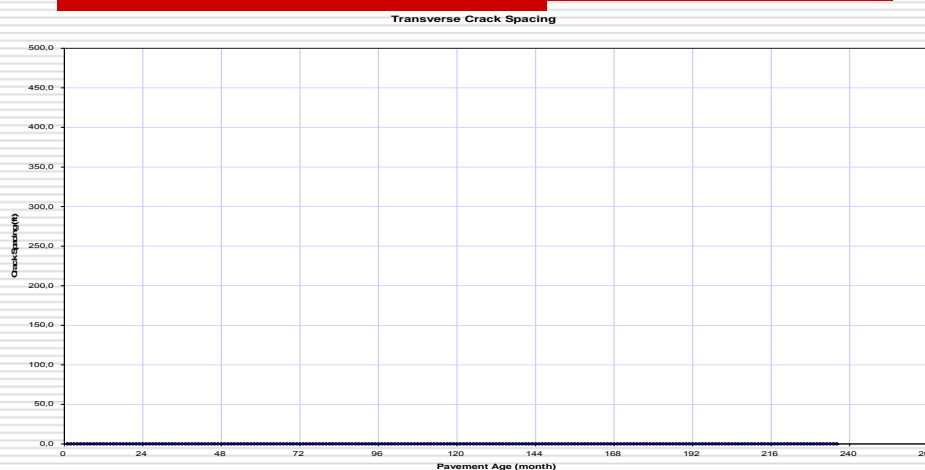
Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

44





C (58-34 64-16), D (58-34 64-16 thick1), E (58-28 64-16 thick1), F (58-34 64-22 64-16 thick)



Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

47



Wnioski A2 2006

- Lepiszczce w warstwie ścieralnej decyduje o odporności nawierzchni na niską temperaturę
- Lepiszczca asfaltowe dostosowane do bardzo niskiej temperatury do -28°C lub -34°C
- Temperatura w latach 1986-2005 w stacjach meteorologicznych Poznań, Słupca, Paproć minimum w styczniu 1987: $-28,5^{\circ}\text{C}$, $-30,3^{\circ}\text{C}$, $-27,8^{\circ}\text{C}$. Kolejna niska temperatura w 2006 r.
- A2 sekcja 2 i 3: elastomeroasfalt DE30B odpowiada PG 64-22 (PMB 25/55-60)
- Wniosek: spękania termiczne w nawierzchniach z twardszym lepiszczem w warstwie ścieralnej, które nie jest wystarczająco odporne skrajnie niską temperaturę, trudną do przewidzenia, rzadko występującą (np. raz na 30 lat)
- Według Superpave lepiszcze asfaltowe do tych warunków powinno być rodzaju co najmniej PG x-28 (w Polsce elastomeroasfalt DE80B lub DE80C, obecnie: PMB 45/80-55 lub PMB 65/105-60)

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

48



Analiza z 2008 r.: Przyczyny uszkodzeń nawierzchni A2, sekcja 2 i 3

- Typ konstrukcji nawierzchni
- Etapowanie budowy
- Niska temperatura, 2006 r.
- Spękania zmęczeniowe inicjowane na powierzchni (sekcja 3)
- Nieskuteczność odwodnienia konstrukcji nawierzchni (brak odwodnienia z pasa rozdziału)
- Wykonawstwo (podział podbudowy 11 cm asfaltowej na dwie warstwy technologiczne): słabsze połączenie międzywarstwowe



Uwagi firmy Eurovia

- Dobór asfaltu
- Wypełniacz do mma
- Ograniczenia w projektowaniu mma
- Różnorodność projektów odcinków tej samej drogi
- „Szkodliwe” dodatki do mma
- Wygórowane wymagania wobec kruszywa
- Recykling nawierzchni – stosowanie granulatu asfaltowego (RAP)
- Roboty ziemne
- Brak równowagi projektowania nasyp-wykop
- Inżynieria wartości (Value Engineering)



Konieczne zmiany warunków kontraktowych

- Konieczność uwzględnienia warunków ochrony środowiska
 - Materiały alternatywne
 - Pyły z odpylania kruszywa
 - Destrukt (granulat) asfaltowy
 - Recykling nawierzchni asfaltowych
- Dopuszczenie rozwiązań alternatywnych wykonawcy
 - Warunek postępu technicznego
 - Normy i wymagania techniczne są z definicji przestarzałe
- Wymiarowanie konstrukcji jest nierozłączne z doбором materiałów
- „Projektuj i buduj” bez nadmiaru ograniczeń

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

51



Dziękuję za uwagę

Seminarium IBDiM Eurovia,
18.05.2011

52