

**Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP**  
**LVI TECHNICZNE DNI DROGOWE**  
**Raszyn/Warszawy, 13 – 15 listopada 2013 r.**

**PRZYJAZNE DLA ŚRODOWISKA**  
**MIESZANKI MINERALNO-ASFALTOWE**

**Marek IWAŃSKI**  
**POLITECHNIKA ŚWIETOKRZYSKA w KIELCACH**

# Główne aspekty poszukiwania przyjaznych dla środowiska mieszanek mineralno-asfaltowych:

## społeczne

- zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń,
- szybsze programy budowlane,
- aspekt bezpiecznej i nieuciążliwej pracy,
- technologie in-situ,

## ➤ ekonomiczne

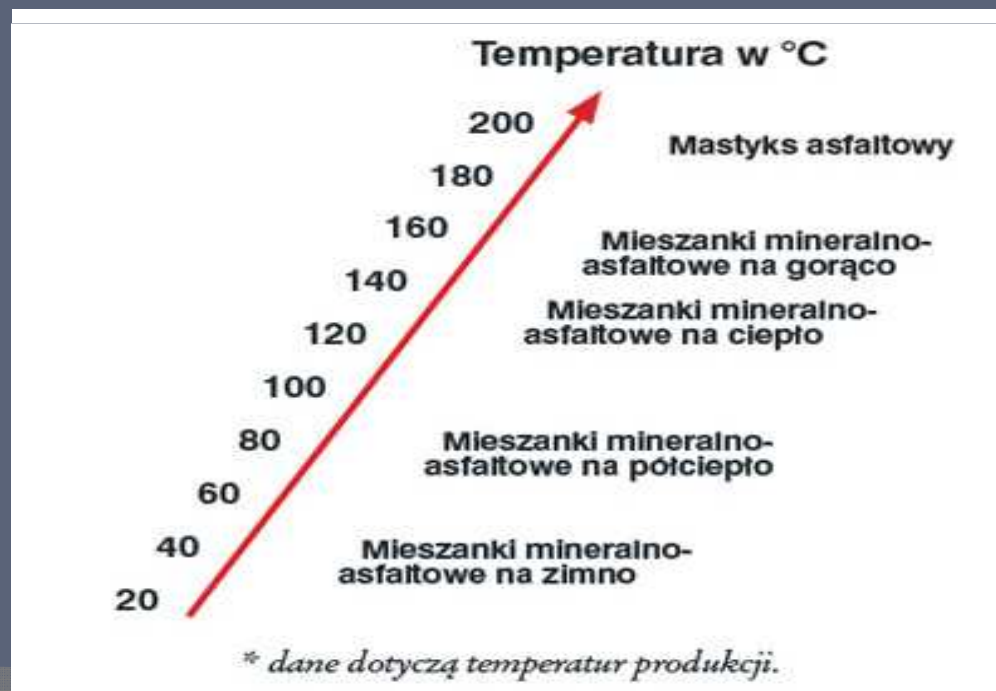
- oszczędności w zakresie zużycia paliwa i energii,
- zwiększenie wykorzystania destruktu asfaltowego,
- zmniejszenie kosztów transportu,

## ➤ ekologiczne

- obniżenie poziomu emisji,
- mniej odpadów, ochrona zasobów naturalnych,
- zmniejszenie zużycia energii = zmniejszony poziom emisji, CO<sub>2</sub> i innych substancji.

## Klasyfikacja mieszanek mineralno-asfaltowych, ze względu na temperaturę produkcji:

- mastyks asfaltowy, ( $> 180^{\circ}\text{C}$ )
- mieszanki mineralno-asfaltowe na gorąco, ( $160 \div 180^{\circ}\text{C}$ )
- mieszanki mineralno-asfaltowe na ciepło, ( $130 \div 140^{\circ}\text{C}$ )
- **mieszanki mineralno-asfaltowe na półciepło,** ( **$90 \div 100^{\circ}\text{C}$** )
- mieszanki mineralno-asfaltowe na zimno. ( $25 \div 60^{\circ}\text{C}$ )



Rys.1. Klasyfikacja mma  
[5]

## Rodzaje technologii ciepłych mieszanek mineralno-asfaltowych

- 1. Asfalt spieniony** - w którym spienienie spowodowane jest przez wodę,
- 2. Asfalt spieniony** - w którym spienienie spowodowane jest przez wstrzyknięcie naturalnego lub syntetycznego zeolitu do asfaltu,
- 3. Dodatki organiczne** - obniżające lepkość asfaltu (modyfikatory nisko-wiskozowe) – woski syntetyczne,
- 4. Dodatki chemiczne** - do zmniejszenia lepkości asfaltu. Dodatki są dozowane do lepiszcza, przed wymieszaniem z kruszywem.

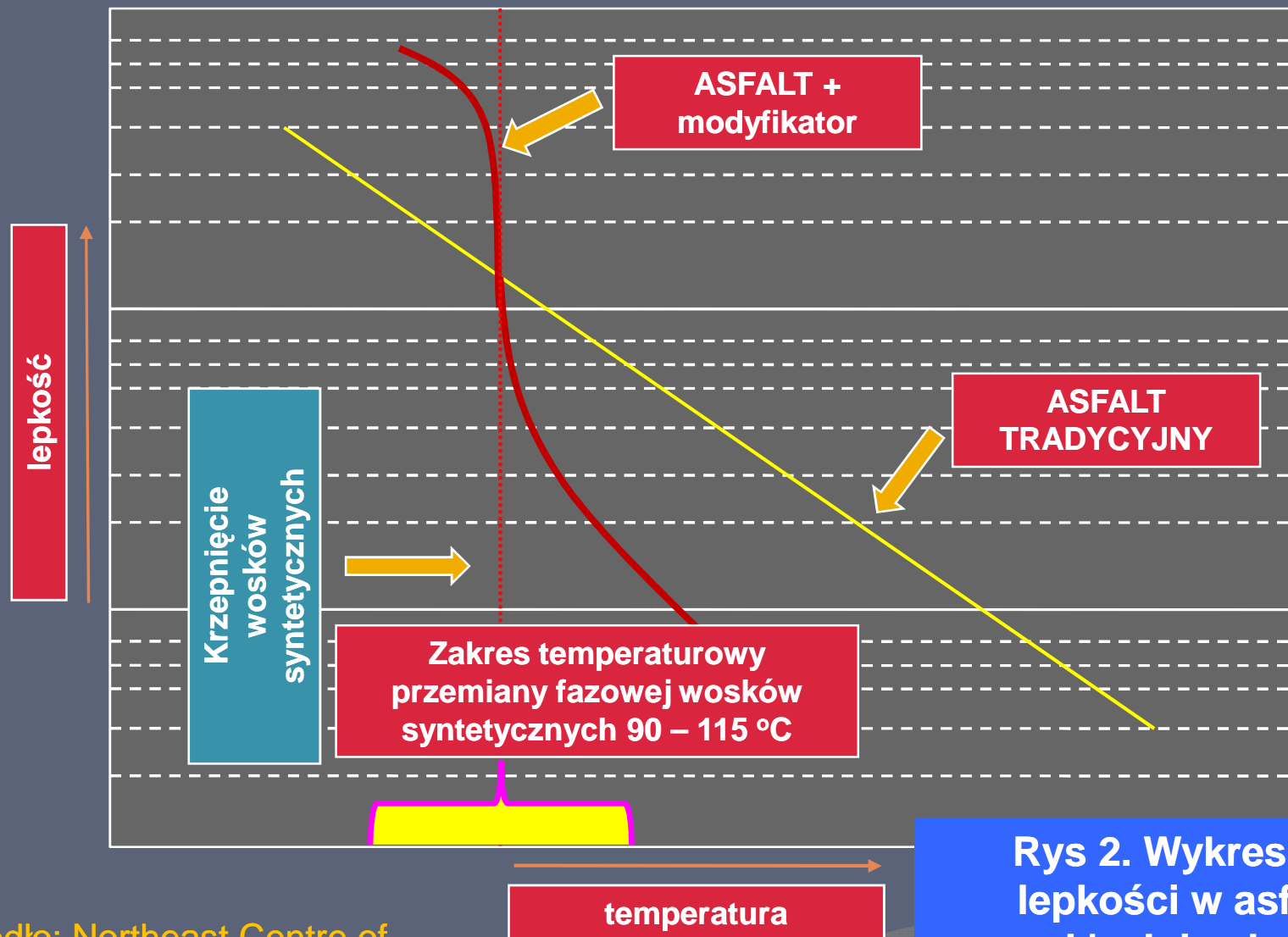
## Zalet technologii „na półciepło” (HWMA) w porównaniu do technologii „na ciepło” i „na gorąco”:

- obniżenie poziomu starzenia asfaltu z uwagi na obniżenie temperatury wytwarzania mieszanki mineralno-asfaltowej,
- spowolnienie tempa wychładzania mieszanki w warunkach niskich temperatur z uwagi na mniejszą różnicę temperatur w układzie mieszanka-powietrze,
- wydłużenie czasu efektywnego układania i tym samym polepszenie jakości wykonania warstwy nawierzchni,
- skrócenie czasu stygnięcia nawierzchni do poziomu, w którym można wprowadzić ruch pojazdów,
- poprawę bezpieczeństwa pracowników,
- znaczną redukcję emisji szkodliwych gazów,
- zmniejszenie uciążliwości wytwórni mieszanek asfaltowych w pobliżu terenów zamieszkałych,
- oszczędność energii (redukcja temperatury ze 160<sup>0</sup>C na 100<sup>0</sup>C).

## CHARAKTERYSTYKA WOSKU SYNTETYCZNEGO F-T

- Woski F-T nie rozpuszczają się w wodzie w temperaturze 20 °C z uwagi na swoją wysoką masę cząsteczkową oraz dużą niepolarność,
- Posiadają dłuższe łańcuchy węglowe oraz ciężar cząsteczkowy o około 40% wyższy od naturalnych wosków w asfalcie,
- Woski mikrokryształiczne Fishera-Tropscha wprowadzają do mieszaniny asfaltu większy udział frakcji n-parafinowych, składających się z cząsteczek zawierających do 40 – 100 atomów węgla podczas gdy naturalne parafiny zawierają maksymalnie 40 atomów węgla w cząsteczce,
- Cząsteczki wosków F-T podnoszą ciężar cząsteczkowy asfaltu i tym samym oddziałują podobnie do asfaltenów obniżając ruchliwość frakcji asfaltenowej w stosunku do maltenowej.

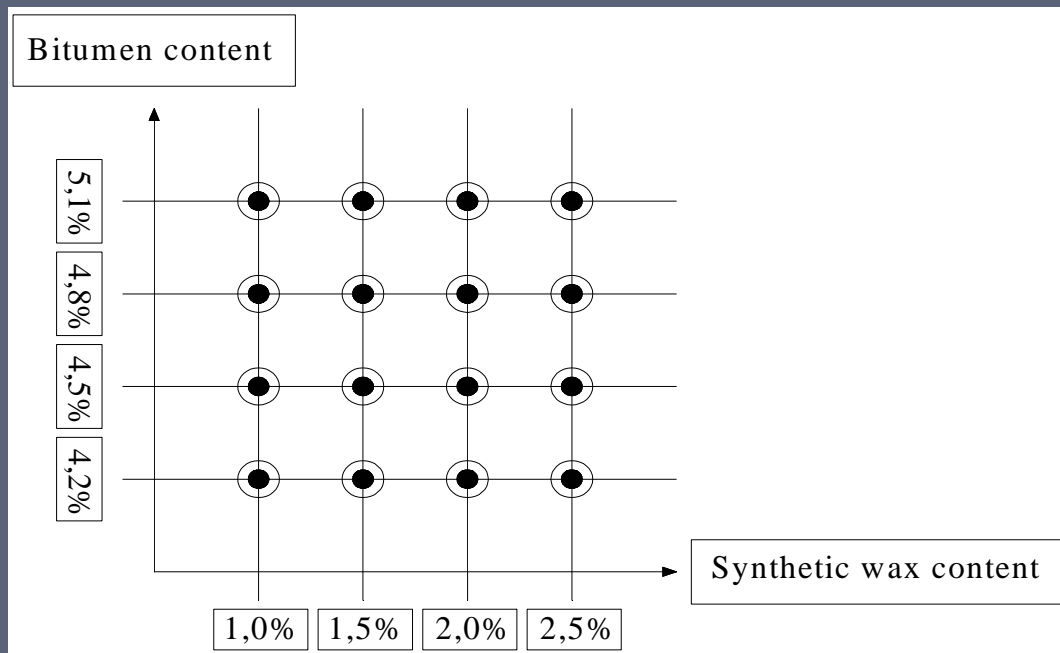
# Ideowy schemat zmian lepkości w asfaltach z woskiem syntetycznym



Rys 2. Wykres zmian lepkości w asfaltach zwykłych i z dodatkiem wosków syntetycznych

# Przyjazna dla środowiska mieszanka mineralno-asfaltowa w technologii „na półciepło”

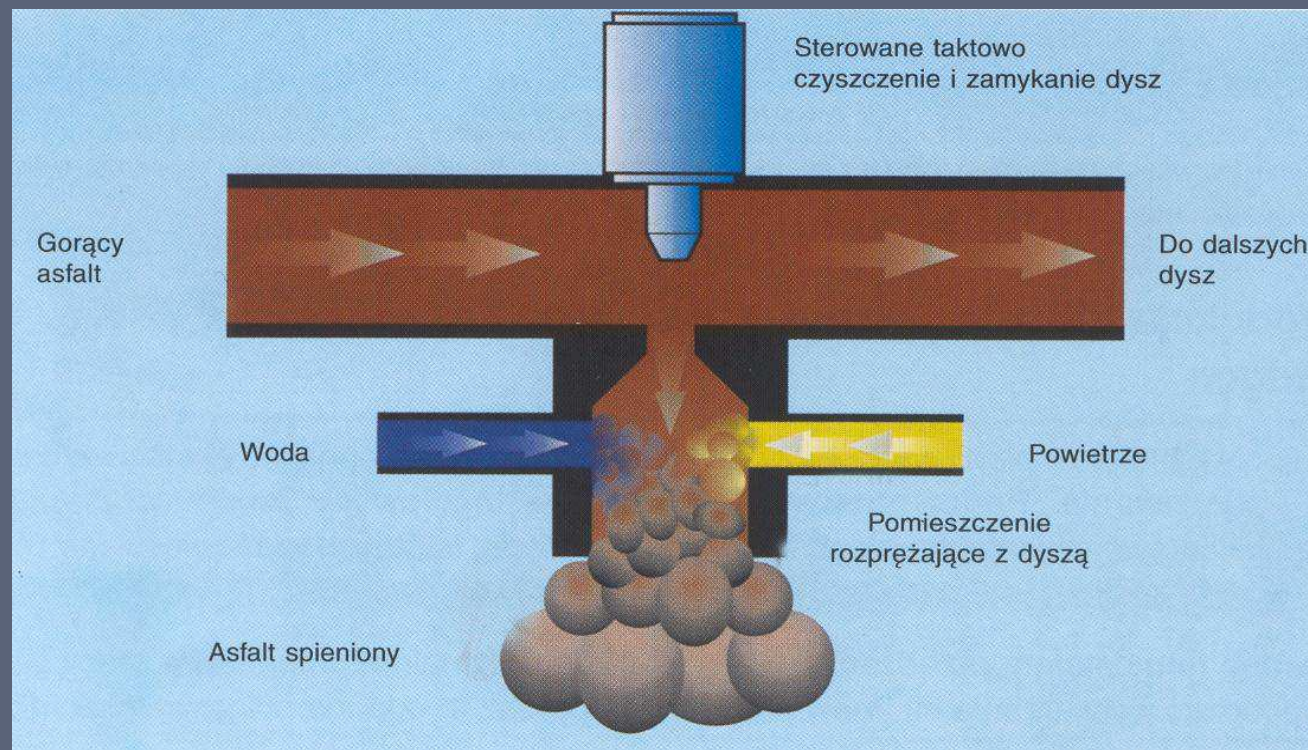
- asfalt spieniony:
- - asfalt 35/50,
- - wosk syntetyczny F-T,



- kruszywo z wapienia dewońskiego



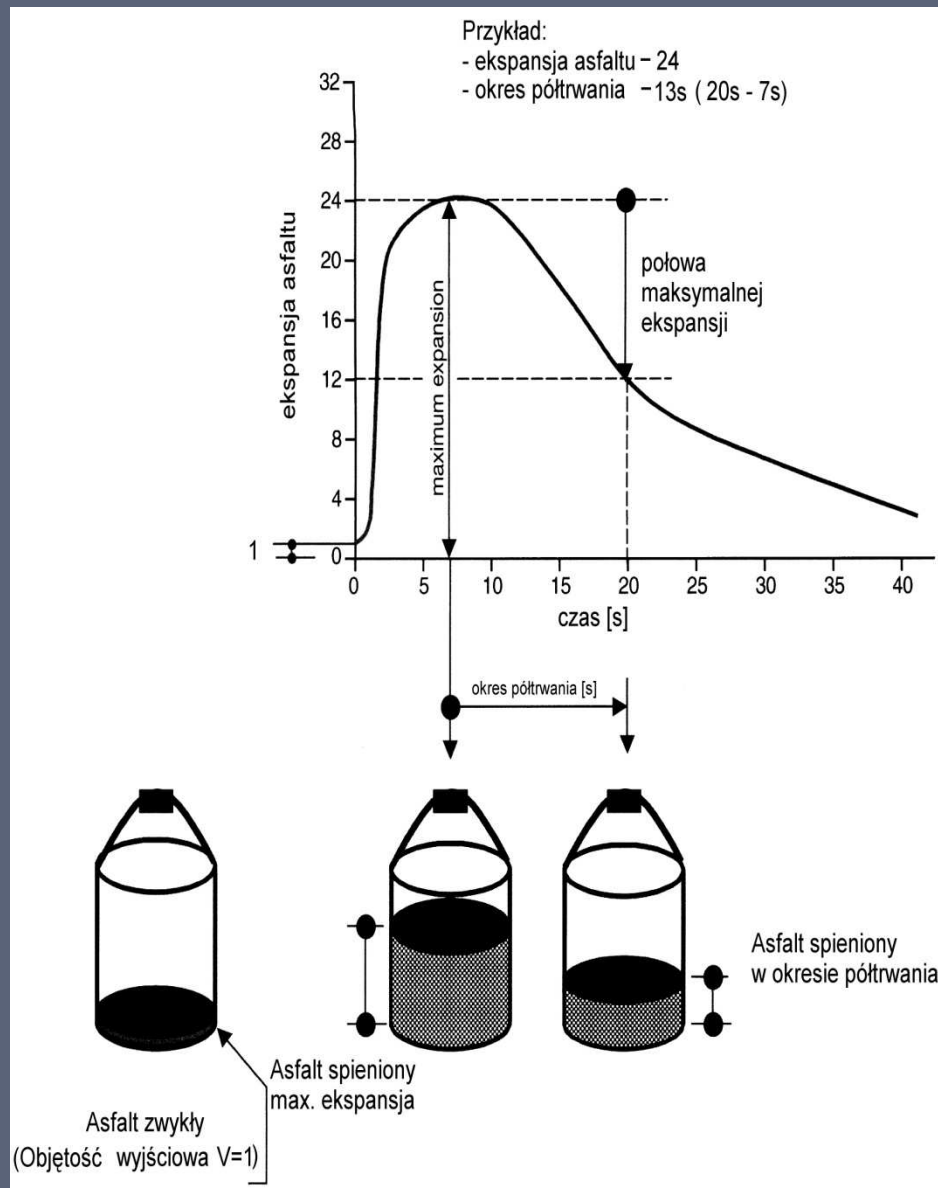
# CHAREAKTERYSTYKA ASFALTU SPIENIONEGO



Rys. 3. Schemat ideowy wytwarzania asfaltu spienionego [4]

## Parametry:

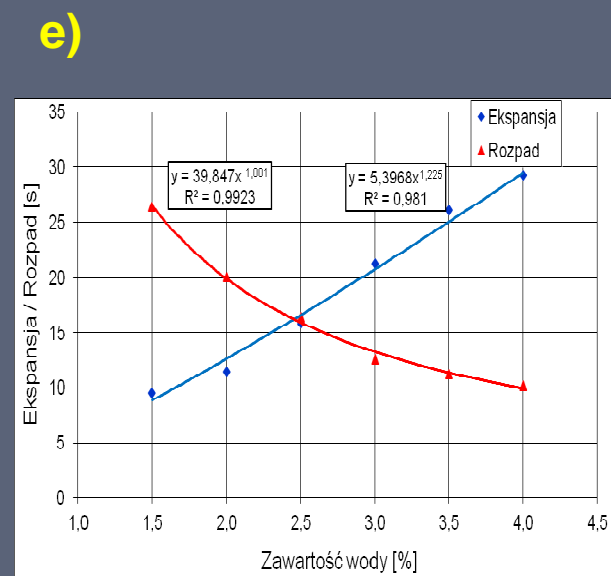
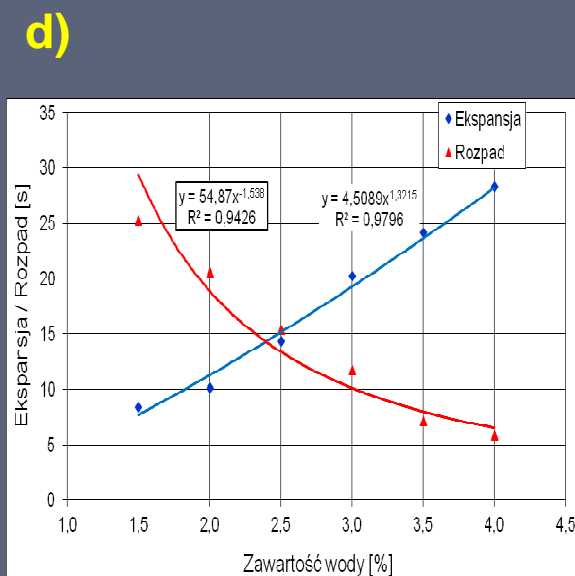
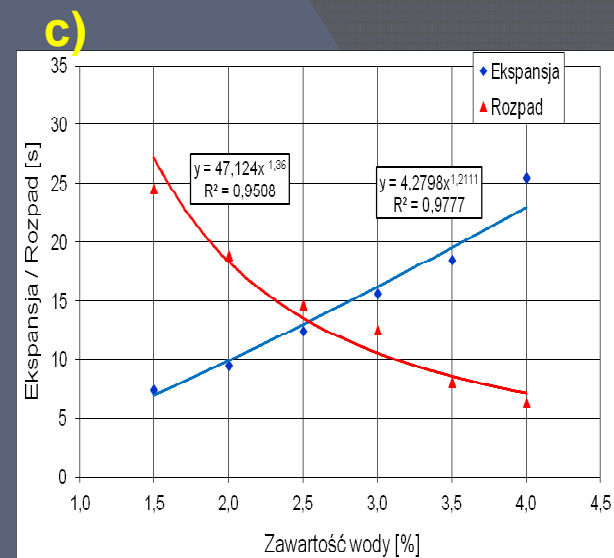
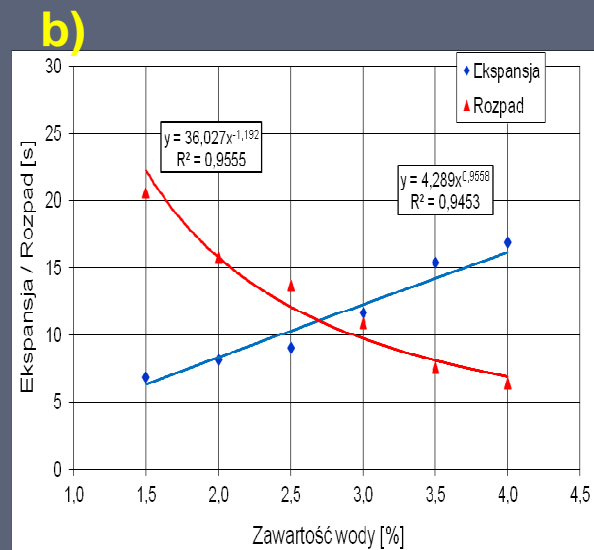
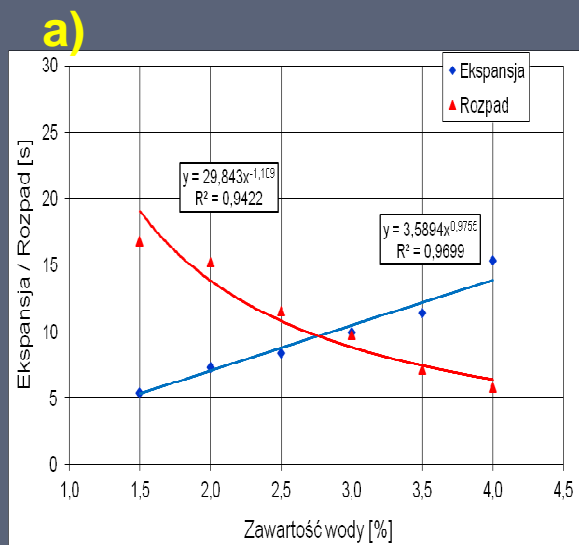
- maksymalna ekspansja WE,
- czas połowicznego rozpadu  $t_{1/2}$ .



**Rys. 4. Schemat powstawania ekspansji asfaltu i okresu jego półtrwania [1,2, 3]**



**Rys. 5. Zależność ekspansji asfaltu i okresu jej półtrwania od ilości wody [4]**



Rys. 6. Charakterystyki spieniania asfaltu 35/50; a) bez dodatku wosku F-T; b) 1,0% wosku F-T; c) 1,5% wosku F-T; d) 2,0% wosku F-T; e) 2,5% wosku F-T

Tablica. 1. Charakterystyki spieniania asfaltu przy optymalnej zawartości wody

Rodzaj asfaltu	Zawartość wody [%]	Współczynnik ekspansji WE		Czas połowicznego rozpadu [s] t <sup>1/2</sup>	
		Określony	Minimalny	Określony	Minimalny
35/50	3,0	10,17	10	8,75	8
35/50 + 1,0% wosku F-T	3,0	11,65		10,84	
35/50 + 1,5% wosku F-T	2,5	12,46		14,68	
35/50 + 2,0% wosku F-T	2,5	14,38		15,41	
35/50 + 2,5% wosku F-T	2,5	15,87		16,43	

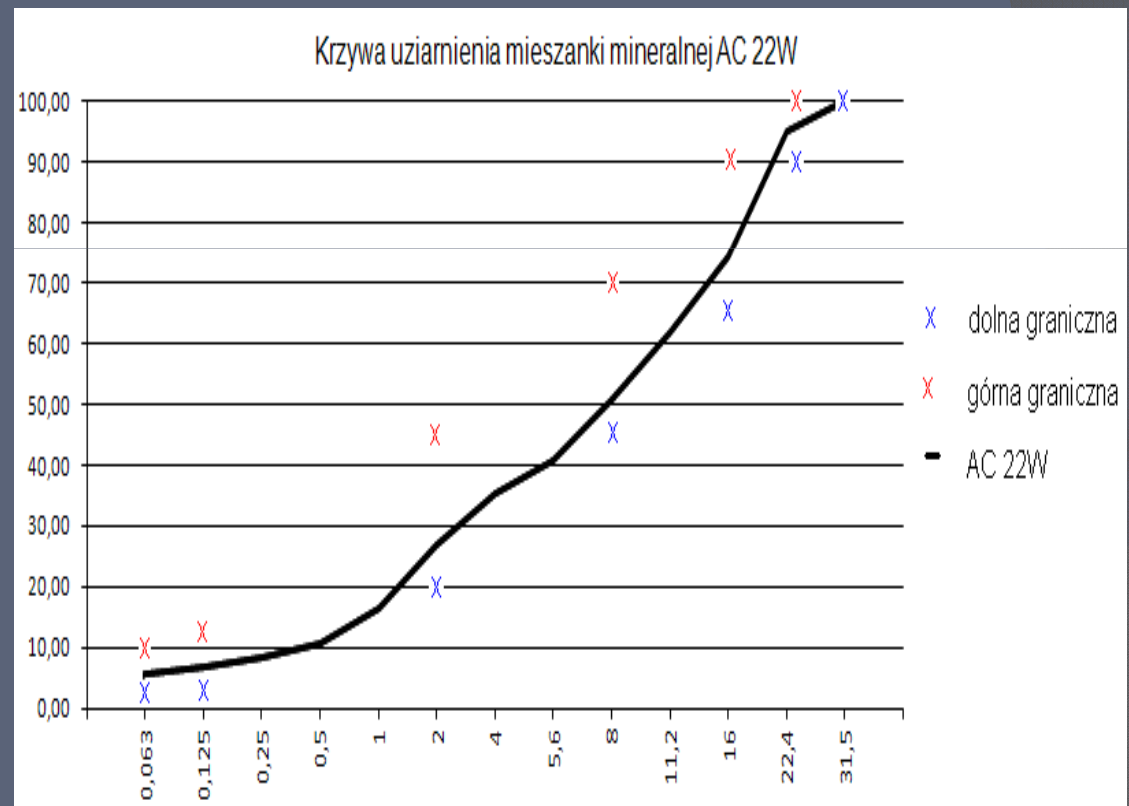


# PROJEKT AC22 W 35/50M<sub>2,5</sub>

Skład ramowy:

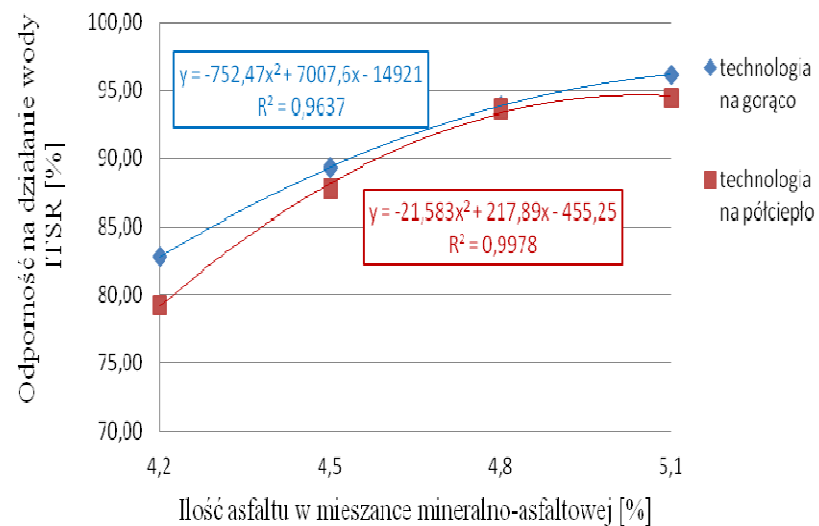
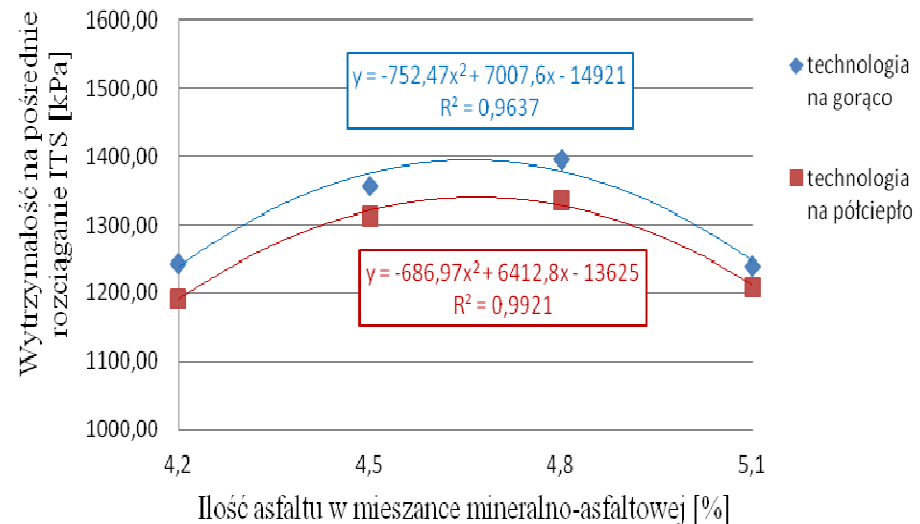
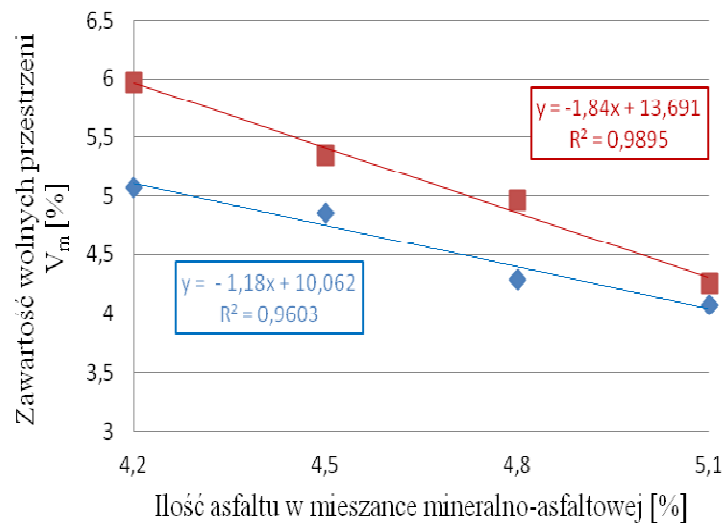
- 25% kruszywa grubego 16/22,
- 22% kruszywa grubego 8/16,
- 21% kruszywa grubego 2/8,
- 26% kruszywa drobnego 0/2,
- 6% wypełniacza wapiennego.

**B<sub>min</sub> = 4,5%**

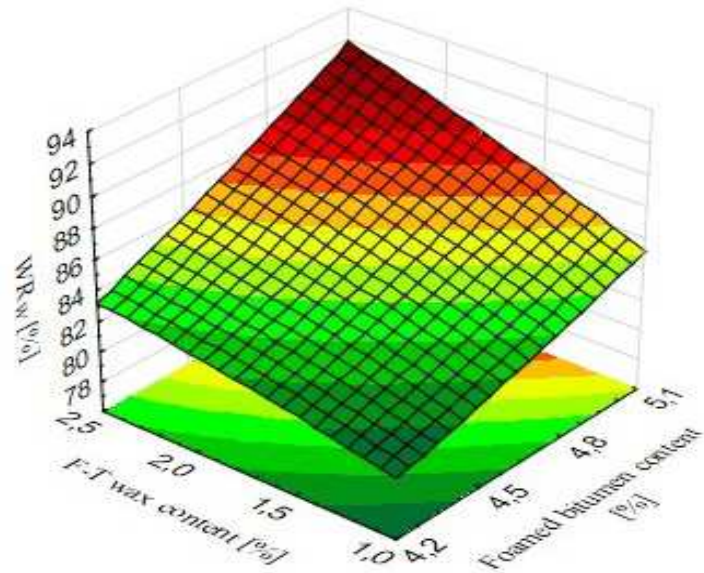


Rys. 7. Uziarnienie mieszanki mineralnej

# Charakterystyka przyjaznej dla środowiska mma i tradycyjnej

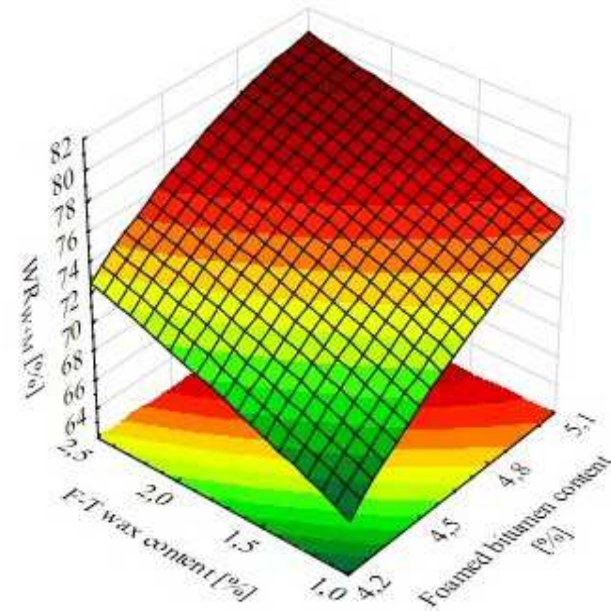


$$WR_w = 90,5437 - 6,6521 * x - 8,7807 * y - 0,5287 * x * x + 2,5443 * x * y + 1,2908 * y * y$$

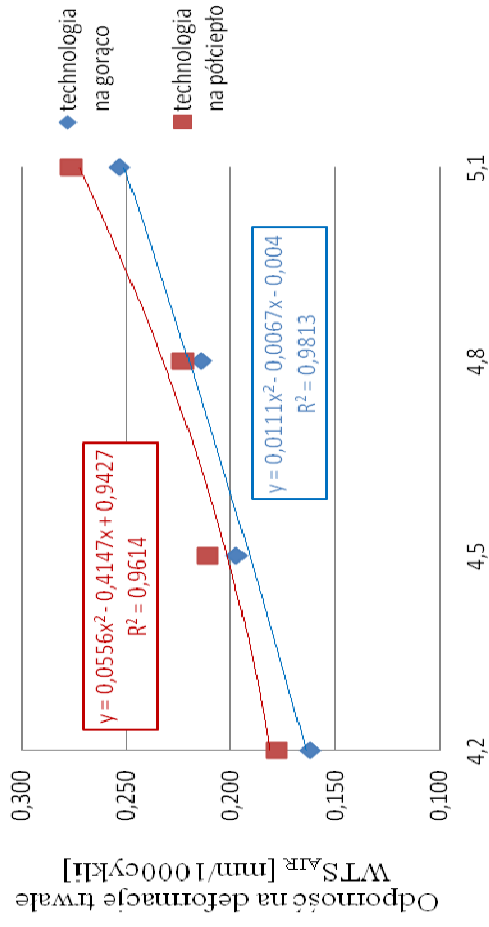


## WRw – AASHTO T283

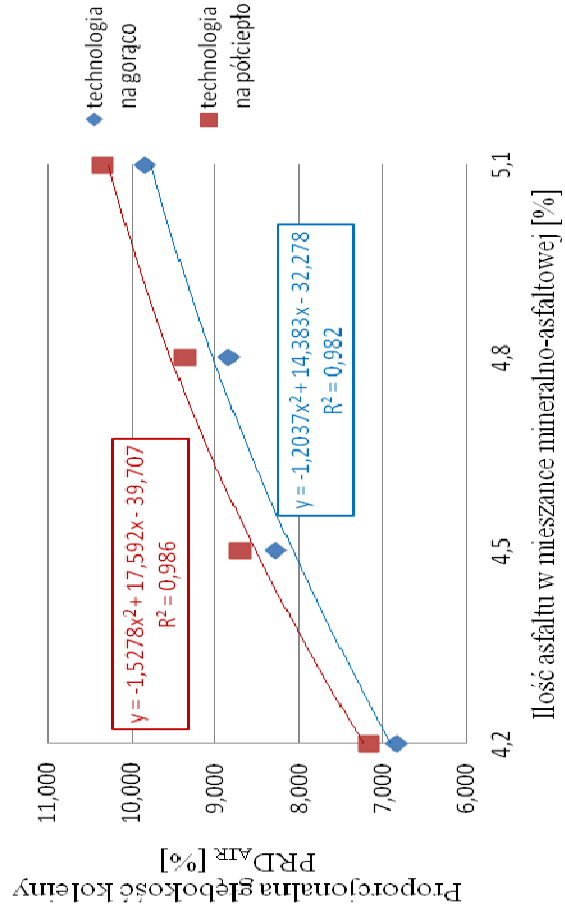
$$WR_{w+M} = -126,196 + 13,2777 * x + 70,5195 * y - 0,7591 * x * x - 1,4189 * x * y - 6,2862 * y * y$$



## WRwm – AASHTO T283



Ilość asfaltu w mieszance mineralno-asfaltowej [%]



Ilość asfaltu w mieszance mineralno-asfaltowej [%]



Tablica. 2. Właściwości betonu asfaltowego AC W 35/50M<sub>2,5</sub> w technologii „na gorąco” i „półciepło”

Parametry	Właściwości betonu asfaltowego AC W KR 4		
	Technologia tradycyjna	Technologia „na półciepło”	Wymagania wg WT-2 2010
$V_p$ [%]	4,9	5,3	V <sub>min</sub> 4,0 V <sub>max</sub> 7,0
ITS [kPa]	1358	1313	-
ITSR [%]	89	88	ITSR80
WTS <sub>AIR</sub> [mm/1000cykli]	0,197	0,211	WTS <sub>AIR</sub> 0,30
PRD <sub>AIR</sub> [%]	8,3	8,7	PRD <sub>AIR</sub> Deklarowana

## Podsumowanie

- zastosowanie modyfikacji asfaltu 35/50 woskiem syntetycznym F-T w ilości 2,5% w znaczący sposób wpływa na wzrost charakterystyk spieniania lepiszcza (współczynnika ekspansji WE oraz czasu połowicznego rozpadu  $t_{1/2}$ ) w porównaniu z kontrolnym asfaltem,
- w czasie wytwarzania mieszanki mineralno-asfaltowej z asfaltem spienionym 35/50M<sub>2,5</sub> stwierdzono występowanie znacznie mniejszej emisji lotnych związków asfaltu niż w technologii kontrolnej z gorącym asfaltem 35/50,
- mieszanka mineralno-asfaltowa z asfaltem spienionym na bazie 35/50M<sub>2,5</sub> charakteryzuje się mniejszą utratą ciepła w czasie procesu zagęszczania niż kontrolna wytworzona z gorącym asfaltem 35/50,
- zastosowanie asfaltu spienionego na bazie 35/50M<sub>2,5</sub> pozwoliło na wytworzenie przyjaznej dla środowiska mma - betonu asfaltowego oraz jej zagęszczenie w temperaturze około 100°C, który charakteryzuje się porównywalnymi parametrami z kontrolnym betonem asfaltowym wytwarzanym w temperaturze 165°C.

## BIBLIOGRAFIA

[1] Asphalt Academy, Technical Guideline TG2: Bitumen Stabilized Materials, A Guideline for the Design and Construction of Bitumen Emulsion and Foamed Bitumen Stabilized Materials. Second Edition, Pretoria, South Africa, 2009.

[2] Iwański M.: Podbudowy z asfaltem spieniony. Drogownictwo Nr 3, s. 97-106, 2006.

[3] Wirtgen Group, Cold Recycling Manual. 3th edition, Wirtgen GmbH, Windhagen, Germany, 2010

[4] Bitumy pienne – innowacyjne spoiwo do budowy dróg. Wirtgen. Polska. 2005.

[5] [www.nynas.org](http://www.nynas.org)

Dziękuję za uwagę