

**Podkarpackie Forum Drogowe  
Rzeszów, 2016**

---

***Badania drogowe Zakładu Dróg i Mostów  
Politechniki Rzeszowskiej***

dr inż. Lesław Bichajło

mgr inż. Krzysztof Kołodziej

mgr inż. Magdalena Słoboda

mgr inż. Mateusz Szarata



# **AKTUALNE ZAGADNIENIA BADAWCZE ZDiM**

**Analizy i modelowanie układów komunikacyjnych – dynamiczne pasy autobusowe**

**Diagnostyka, zagadnienia technologiczne i optymalizacja nawierzchni drogowych**

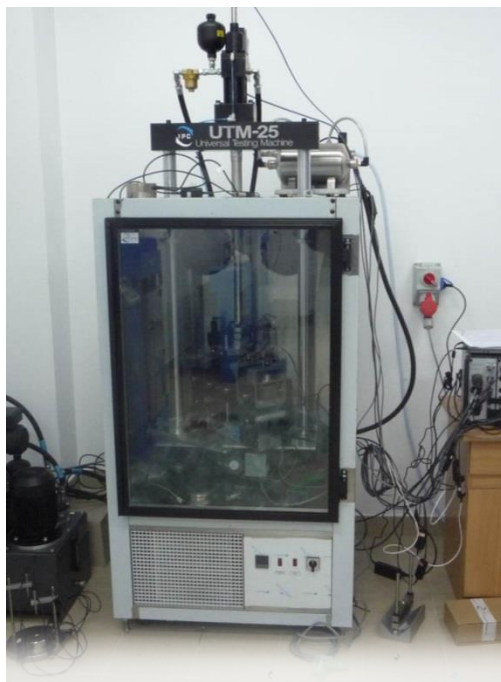
**Ekologia i zrównoważony rozwój – zastosowanie odpadów gumowych i innych w drogownictwie**

**BRD - czynnik ludzki, dystraktory, oznakowanie**

**Systemy informacji drogowej – zarządzanie informacją o drodze przez czynniki decyzyjne**

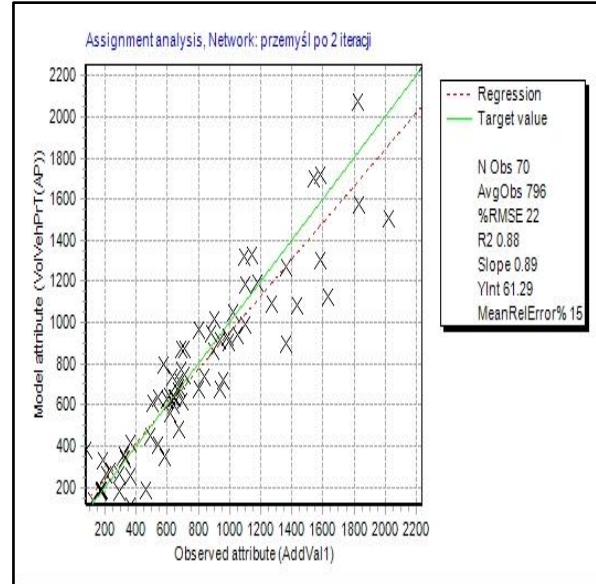
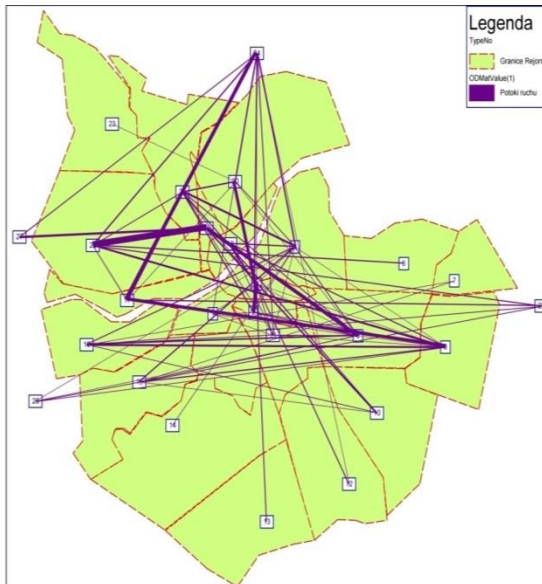
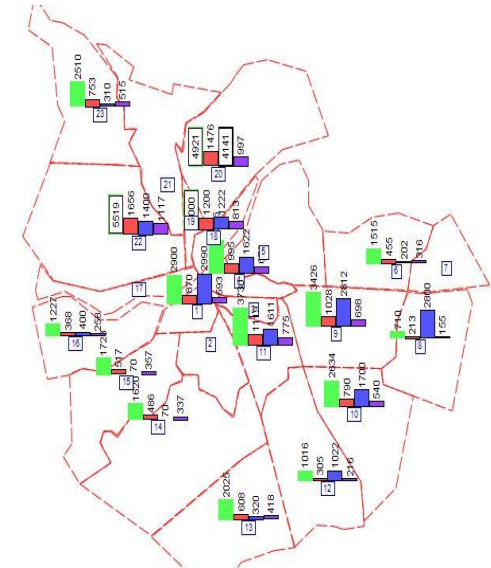
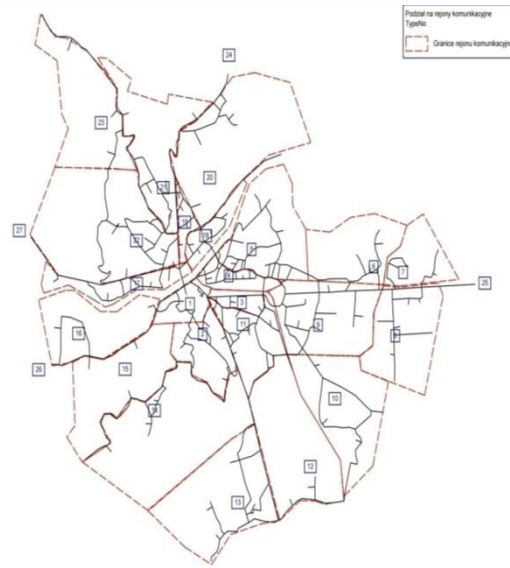
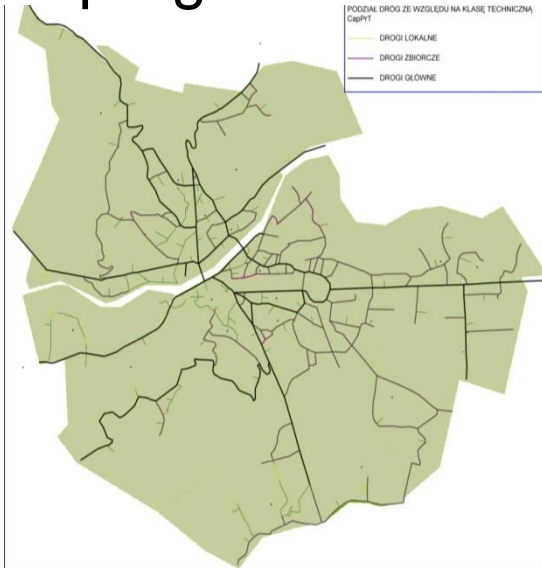
# Laboratorium DROGOWE

nawierzchnie – inżynieria ruchu - czynnik ludzki - geoinżynieria





# Analizy przeprowadzone w oparciu o modele sieciowe oprogramowanie Visum i Vissim



# NAWIERZCHNIE ASFALTOWE

## - wpływ wybranych czynników na trwałość nawierzchni asfaltowych

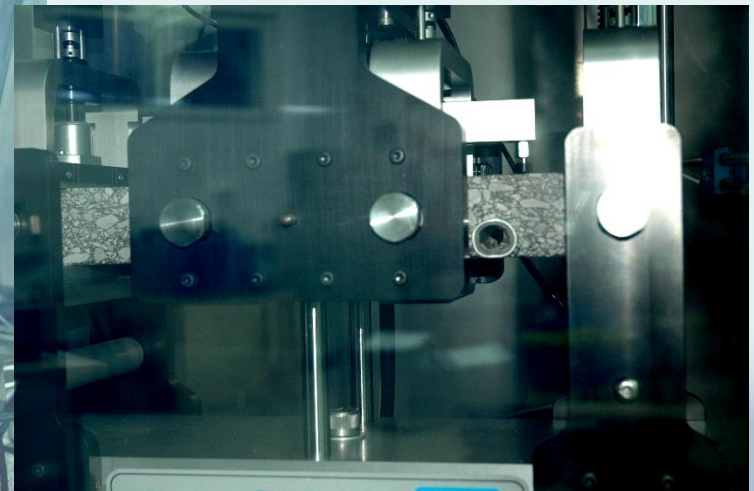
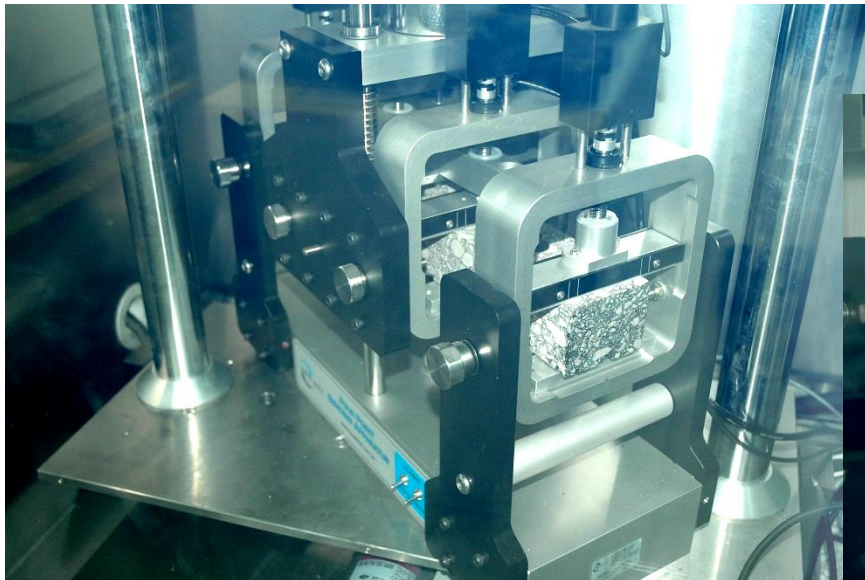
1. Badania materiałowe w celu określenia czynników wpływających na trwałość nawierzchni
  - a. imitacja karbu w nawierzchni
  - b. warstwy asfaltu lanego i epoksydowego
  - c. nawierzchnia na pomoście stalowym, betonowym i kompozytowym
2. Analizy komputerowe nawierzchni asfaltowych - nawierzchnia tradycyjna i długowieczna
  - a. metoda mechanistyczna/MES - zróżnicowane podłoże nawierzchni (Rzeszów: Al. Wyzwolenia, Al. Rejtana, obwodnice Jarosławia, Przemyśla, Krosna, Kolbuszowej, Kielc,
  - b. nawierzchnia długowieczna - droga ekspresowa S8 w okolicach Warszawy)



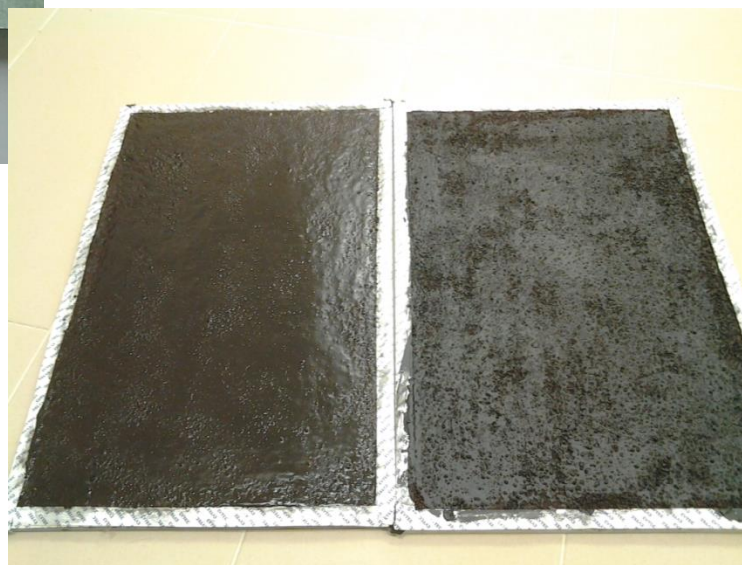
# a. Imitacja karbu w nawierzchni

Współpraca z „Mostostalem  
Warszawa”

1. Wytrzymałość na rozciąganie pośrednie
2. Koleinowanie
3. Moduł sztywności i zmęczenie metodą belki 4-punktowo zginanej
4. Mrozoodporność



## b. Nawierzchnia na pomoście kompozytowym





# „Ciche” nawierzchnie – asfalt porowaty

*Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach realizacji inwestycji środowiskowej, która nałożyła na projektanta obowiązek zastosowania nawierzchni cichej (z asfaltu porowatego).....*

## **Asfalt porowaty**

- zawartość wolnych przestrzeni w zakresie 18-24% (warstwa ściernalna) i 24-28% (warstwa wiążąca)
- powstaje system kanalików, w których fala akustyczna traci swą energię; są to również nawierzchnie drenażowe
- dla prędkości 20 km/h zmniejszenie hałasu o około 4.5 dB, dla 40 km/h o około 6 dB, a dla 60 km/h o około 7 dB; po 3 latach eksploatacji skuteczność zmniejsza się nawet do tylko 2dB
- mała efektywność nawierzchni porowatych w tłumieniu hałasu dla zakresu prędkości do 50-60 km/h (wg różnych źródeł), niektórzy autorzy podają jednak, że odczuwalna redukcja hałasu następuje w nawierzchni dwuwarstwowej już przy 40 km/h
- trwałość (żywołność) nawierzchni z asfaltem porowatym wynosi ok. 8 do 10 lat
- ze względu na dużą zawartość grysów są odporne na deformacje trwałe, mniejsza jest ich odporność na zmęczenie na skutek szybszego starzenia eksploatacyjnego asfaltu





# Asfalt porowaty

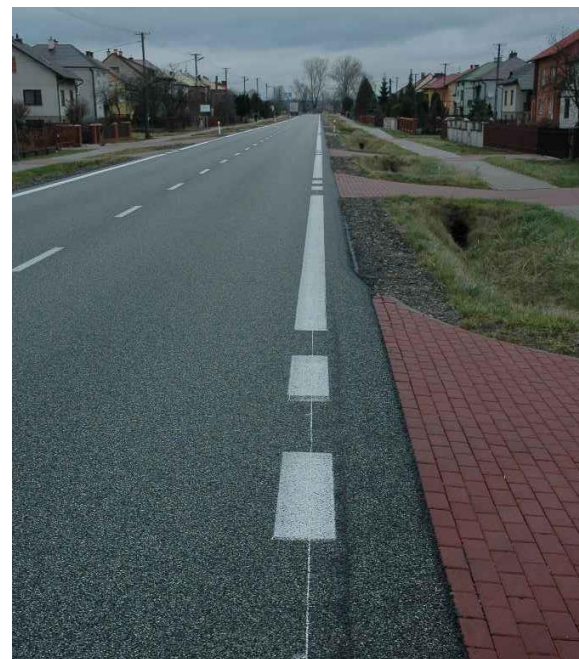


Urządzenia płuczące o ciśnieniu około 200 bar (dobierane na odcinku próbnym tak, aby było to jak najskuteczniejsze, ale również aby nie powodowało uszkodzeń warstwy porowatej).



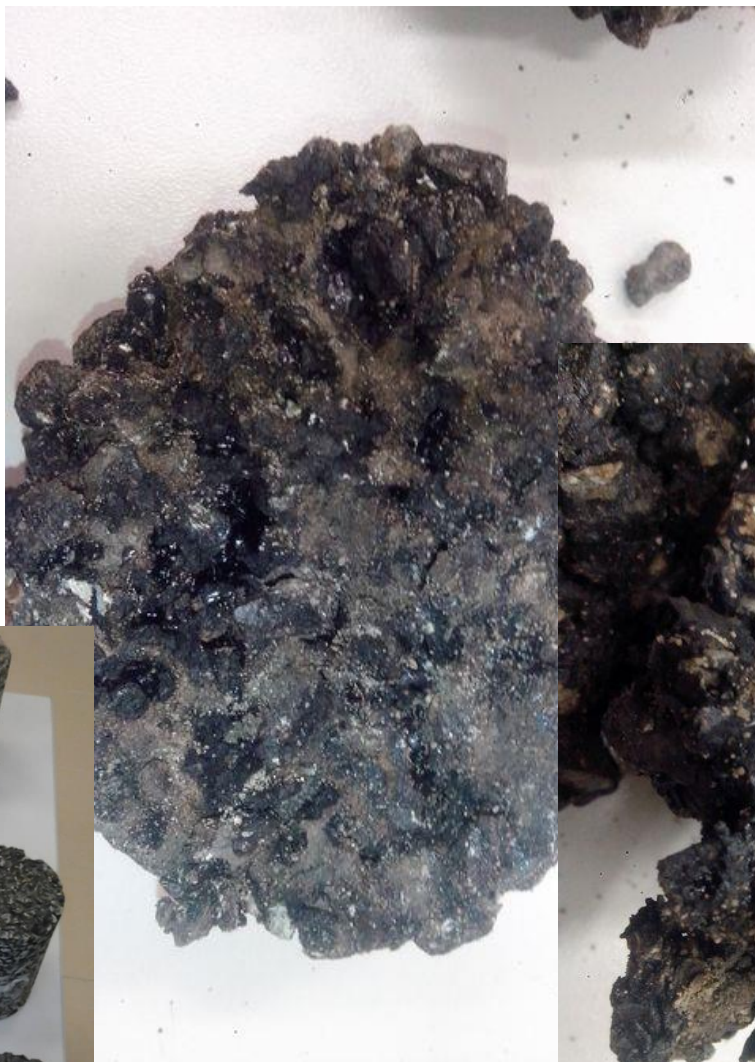


# „Ciche” nawierzchnie – asfalt porowaty





# „Ciche” nawierzchnie – asfalt porowaty





# „Ciche” nawierzchnie – asfalt porowaty

Wyniki badania wpływu zamrażania i rozmrażania na stan warstwy ścieralnej

Oznaczenie próbki	Masa przed zamrażaniem [g]	Masa po mrożeniu [g]
6	1756,5	1755,5
4	1745,6	1745,6
7	1670,9	1665,2
3	1984,3	1986,3

Wyniki badania wodoprzepuszczalności

Pozioma wodoprzepuszczalność próbki

$$K_h = \frac{Q_h \times l}{(h + 0,5l) \times (\pi \times D \times l)}$$

Gdzie:

$K_h$  – pozioma wodoprzepuszczalność próbki, [m/s]

$Q_h$  – poziomy przepływ wody przez próbkę, [m<sup>3</sup>/s]

l – grubość próbki, [m]

h – wysokość słupa wody, [m]

D – średnica próbki, [m]

**Wodoprzepuszczalność pozioma powinna wynosić rzędu 4-6x10<sup>-3</sup> m/s.**

**Żadna z próbek nie osiągnęła zbliżonego rezultatu**

Oznaczenie próbki	Wodoprzepuszczalność [m/s]
3	0,00002
	0,00002
	0,00002
4	0,00001
	0,00001
	0,00001
6	0,00003
	0,00003
	0,00003
7	0,00003
	0,00004
	0,00004

# SMA i BBTM

Zastosowanie mieszanek o uziarnieniu 0/8 i 0/5 obniża poziom hałasu w stosunku do mieszanek o uziarnieniu 0/11 o około 3 dB.

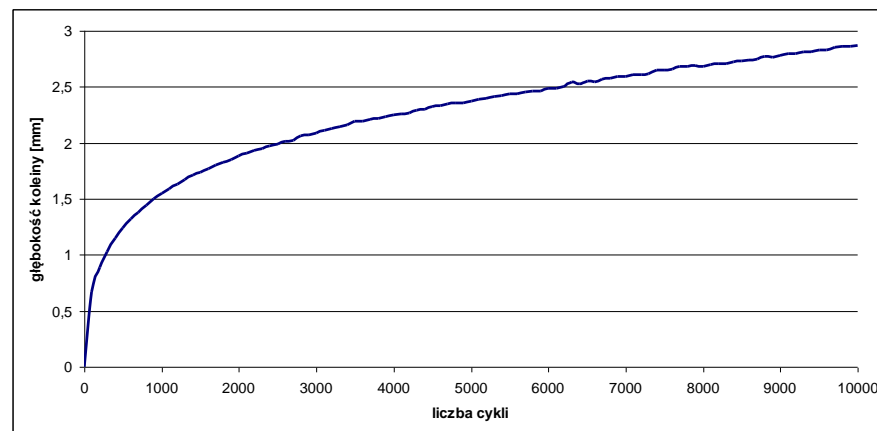
Redukcja hałasu w stosunku do SMA11

- ok. 6.5 dB dla BBTM-8
- ok. 7.3 dB dla PA8
- 2 dB dla SMA5.

Mieszanki SMA i BBTM nie wymagają szczególnych zabiegów utrzymaniowych. Zalecane jest mycie nawierzchni i jej bieżąca naprawa.

# BBTM z granulatem asfaltowym i gumą

Nazwa składnika	Udział w MMA [%]
Mączka wapienna	1,9
guma 0/1	1,9
kruszywo	71,4
Granulat asfaltowy	18,8
PMB 45/80-65 (obliczony)	6,0
Asfalt zadozowany	5,8

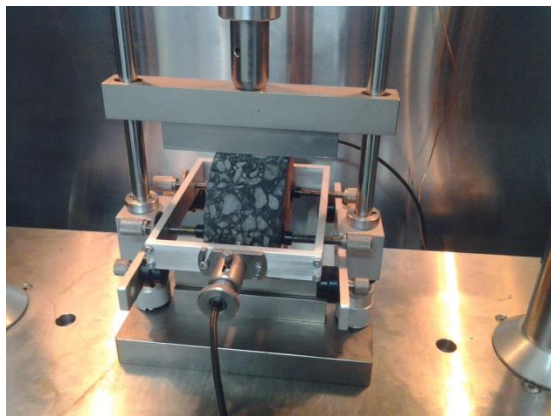


Właściwość	Badanie wg normy	Jednostka	Kategoria	Wynik
Gęstość MMA	PN-EN 12697-5	kg/m <sup>3</sup>		2519
Gęstość objętościowa MMA	PN-EN 12697-6	kg/m <sup>3</sup>		2265
Zawartość wolnej przestrzeni	PN-EN 12697-8, p. 4	% (v/v)	V	10,1
Zawartość wolnej przestrzeni wypełnionej lepizszcem	PN-EN 12697-8, p. 5	% (v/v)	VFB	56,0
Wolna przestrzeń w mieszance mineralnej	PN-EN 12697-8, p. 5	% (v/v)	VMA	22,9
Odporność na deformacje trwałe (60°C, 10000 cykli, w powietrzu)	PN-EN 12697-22	mm/1000 cykli	WTS <sub>AIR</sub>	0,07 (0,15)
		%	PRD <sub>AIR</sub>	7,2 (dop.9)
Moduł sztywności (metoda IT-CY)	PN-EN 12697-26	MPa	S	2473



# SMA/MA

Mieszanka ta łączy zalety SMA i MA



Idea mastyksu wysokogrynowego polega na połączeniu korzystnych cech mastyksu tradycyjnego, tj. szczelności i elastyczności, z korzystnymi cechami nawierzchni SMA, w tym głównie odporności na deformacje trwałe. Ponadto pod względem trwałości zmęczeniowej mieszanka typu SMA-MA charakteryzuje się 20-krotnie wyższą trwałością niż trwałość nawierzchni z AC.



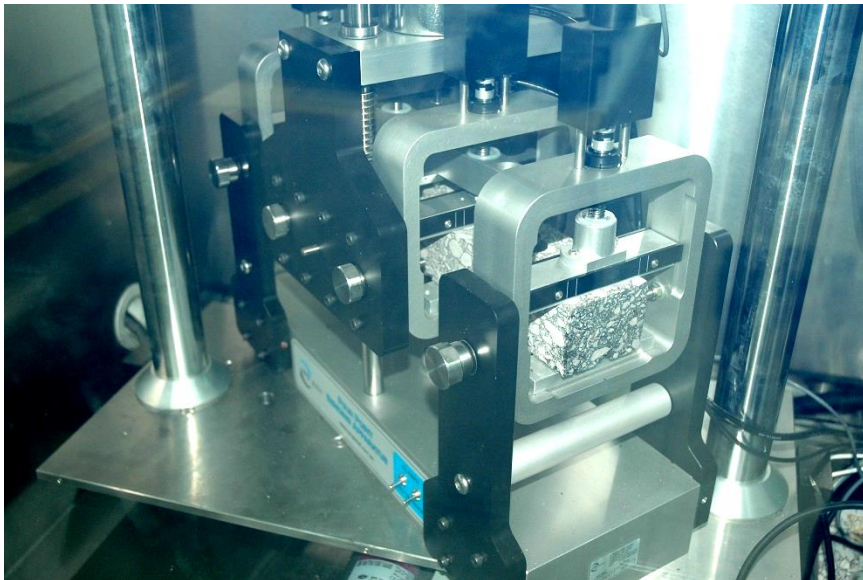
Zawartość stabilizatora przyjęto 0,4%, asfaltu 8,7%, co odpowiada wymaganiom WT2 [10] dla SMA (min. 7%) i dla asfaltu lanego (6,8%)

Belki do badań zmęczeniowych są badane przy następujących parametrach:

- temperatura badania 10°C;
- tryb pracy – kontrolowane odkształcenie 150 mikrometrów/m (badania 3-8), 1,5 mln cykli (zwiększono o 50%)

Wyniki badań:

- zmiana modułu sztywności po 1 mln cykli przy częstotliwości 10 Hz – 5874/5384 MPa (badanie 1) i 5581/4290 MPa (badanie 2), 6565/5525 MPa (badanie 3) i 6334/5370 MPa (badanie 4) – nie wyczerpano klasycznego kryterium zmęczenia (spadek o 50% modułu sztywności);
- zmiana modułu sztywności po wydłużonym badaniu (1,5 mln cykli) – 6565/5484 MPa (badanie 3) i 6334/5161 MPa (badanie 4);



Odporność na odkształcenia plastyczne

mieszanki – 60°C, liczba cykli – 10.000:

- odporność na deformacje trwałe w małym koleinomierzu w 60°C – proporcjonalna głębokość koleiny PRD 10,7%, prędkość przyrostu koleiny WTS 0,07 mm/103 cykli.

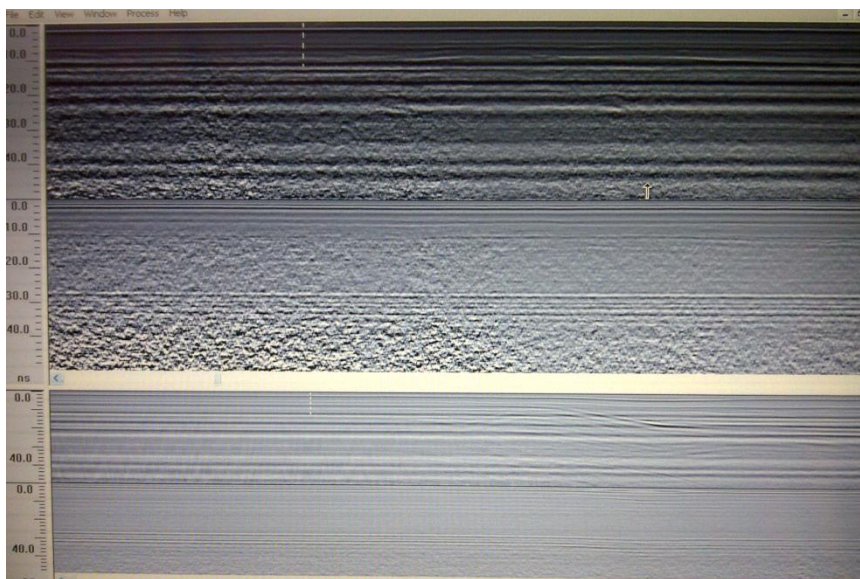
- Dobre właściwości zmęczeniowe i odporności na deformacje trwałe
- Szczelność



# Diagnostyka i monitoring nawierzchni

Profilograf laserowy 15-kanałowy

Georadar z antenami 1 i 2 GHz do identyfikacji nawierzchni w zakresie grubości do 1m

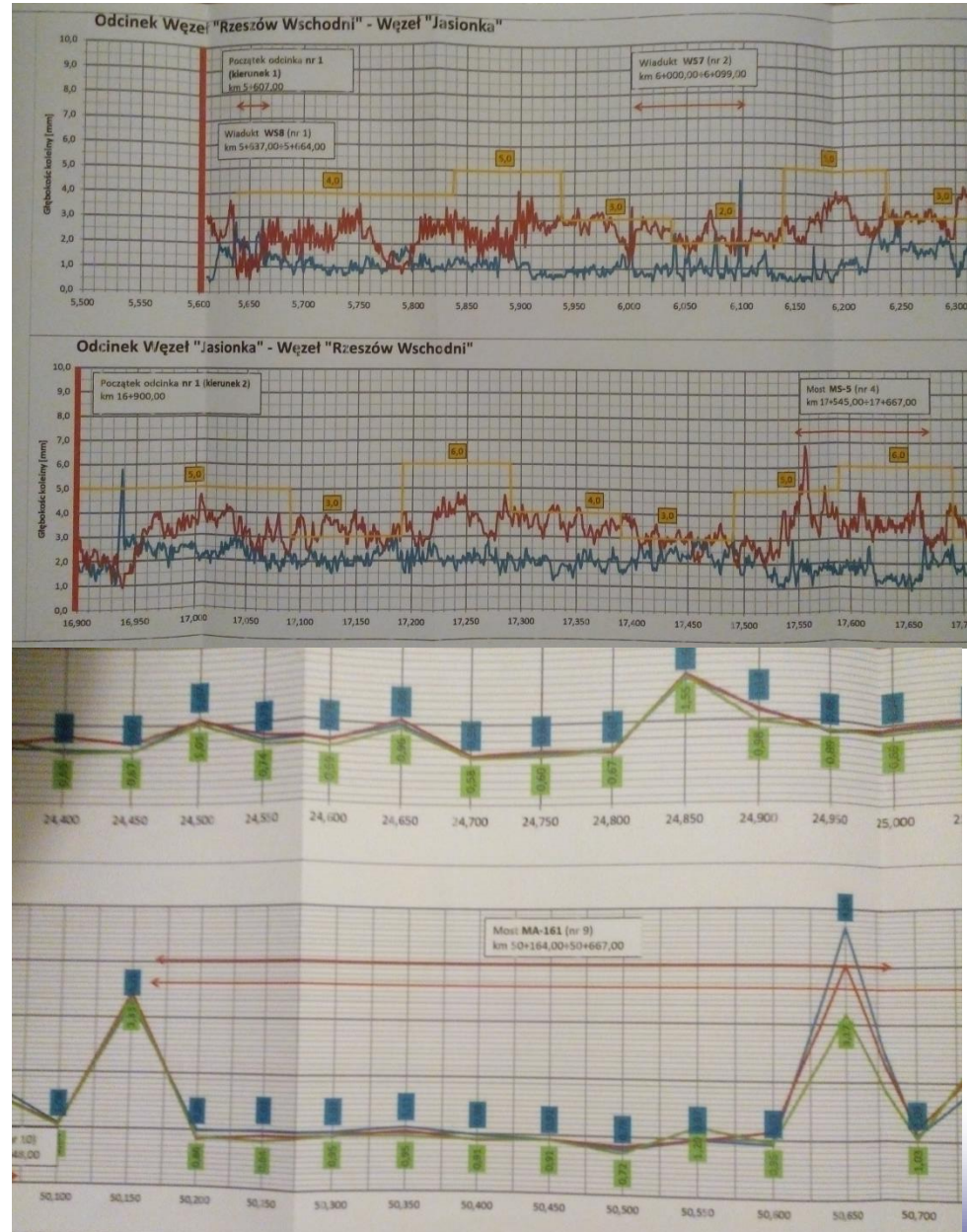




# Diagnostyka i monitoring nawierzchni

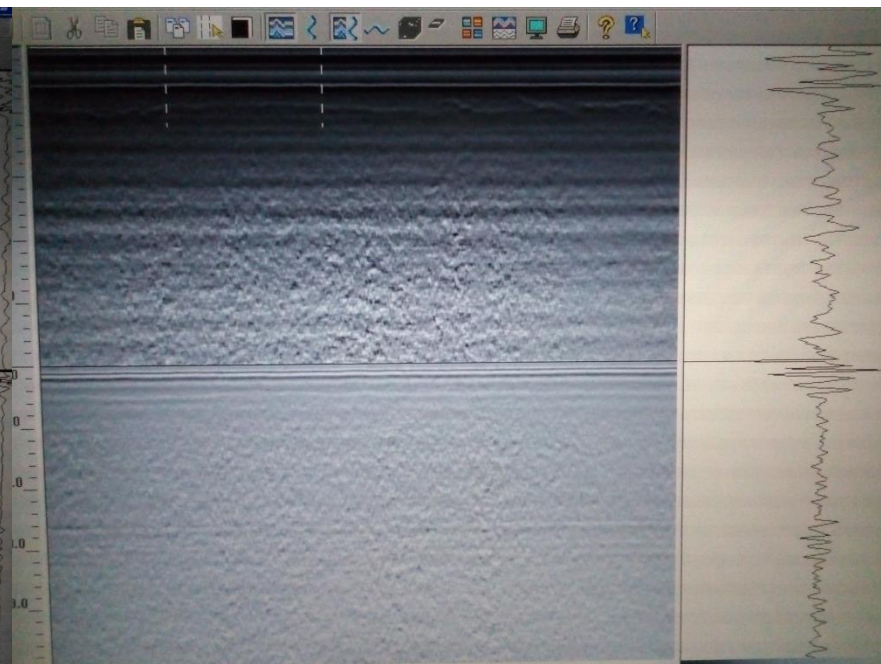
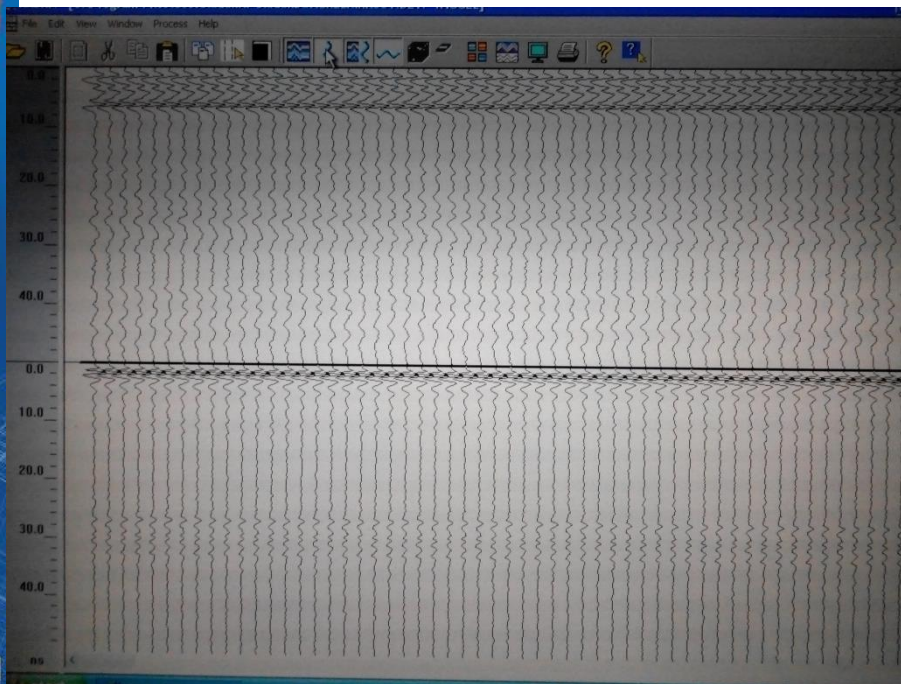
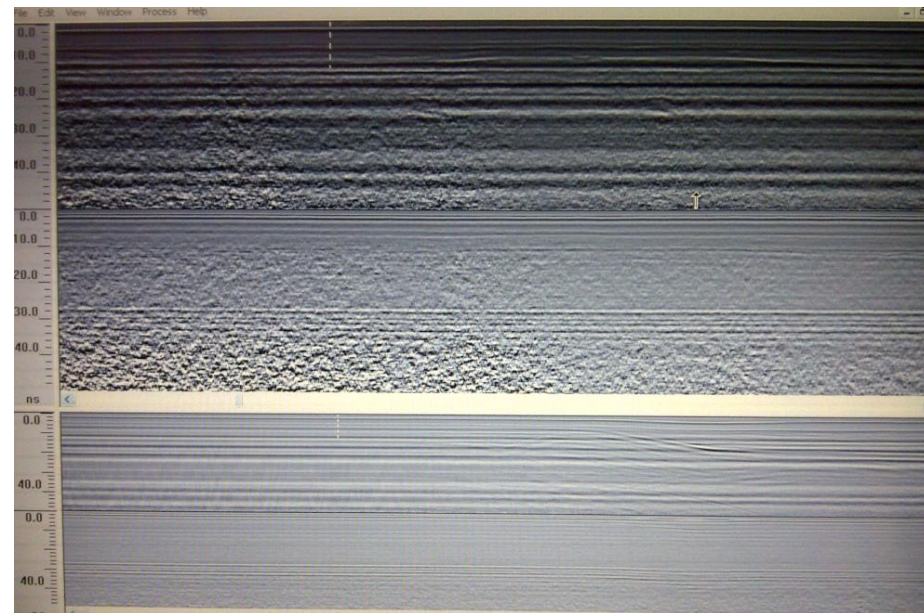
Stworzenie modelu pracy i degradacji nawierzchni w celu prognozowania i planowania robót naprawczych

- temperatury
- obciążenia
- konstrukcja
- odkształcenia (pomiar)
- obliczenia





# Diagnostyka i monitoring nawierzchni



# OBSERWACJA DROGI, DYSTRAKTORY I STANY UWAGI WZROKOWEJ KIEROWCÓW

Dystraktory zaburzają procesy celowego pobierania informacji wzrokowej i wymagają aktualizacji strategii postrzegania, angażując dodatkowo zasoby „mózgu świadomego” (przetwarzanie szeregowo – nowa informacja nie może być przetworzona przed zakończeniem poprzedniej).

WSPÓŁBIEŻNIE mogą oddziaływać na kierowcę dystraktory pozostające w trzech warstwach:

- zewnętrznej nie związanej z drogą (pejzaż), „gadżety” w samochodzie
- zewnętrznej związanej z drogą (oznakowanie, oświetlenie, reklamy przydrożne)
- wewnętrznej (sprawy domowe, zawodowe)

Przykłady:

- nieoczekiwane obiekty (np. przelatujące ptaki)
- interesujące budowle, reklamy (zwłaszcza aktywne)
- nietypowe, zaskakujące sytuacje drogowe (w tym złe oznakowanie)
- zadania werbalne – najtrudniejsze





# A. Pomiar okulometryczny typu AOI

## Obserwacja pionowych znaków drogowych i reklam

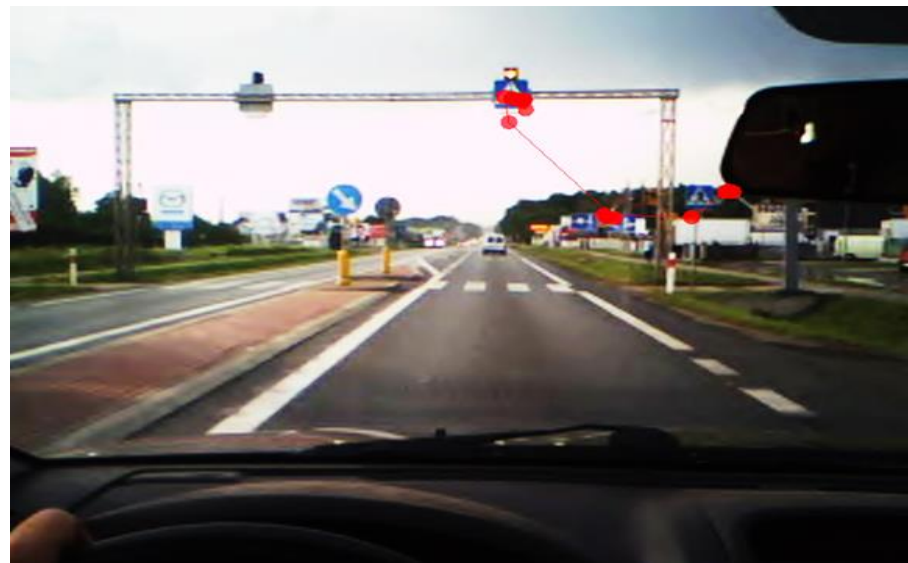
Przykład: **DK-9 Rzeszów - Kolbuszowa**

281 lokalizacji znaków drogowych:

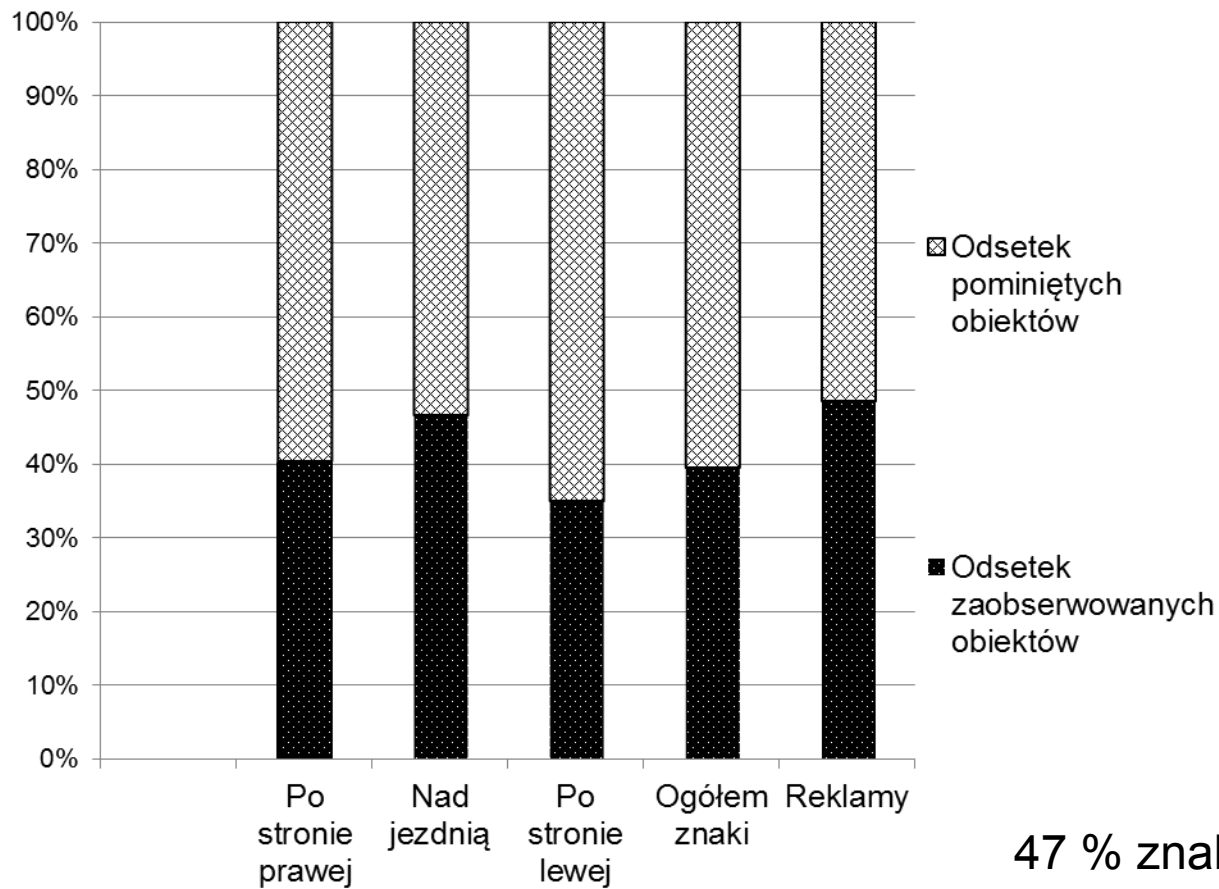
- po prawej stronie drogi 206
- nad jezdnią 15
- po lewej stronie 60

66 lokalizacji reklam:

- tablice malowane,
- banery przymocowane do ogrodzeń lub słupów

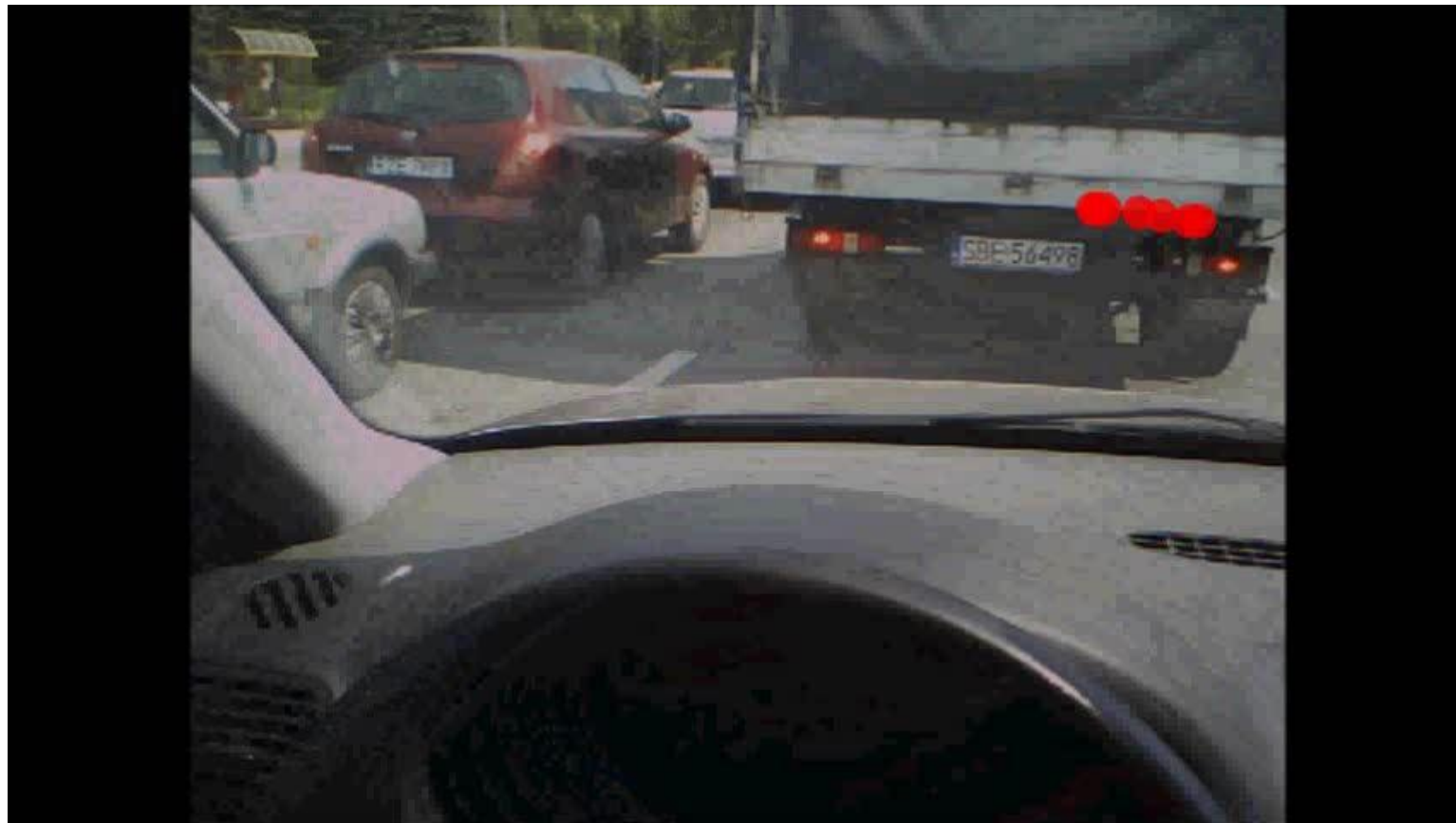


# Obserwacja pionowych znaków drogowych i reklam



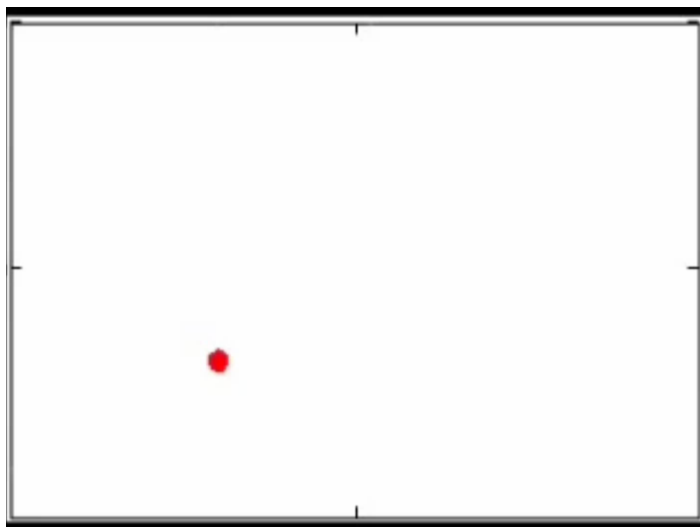
47 % znaków zaobserwowano, gdy w tle (sąsiedztwie) były reklamy

# Telefon komórkowy...

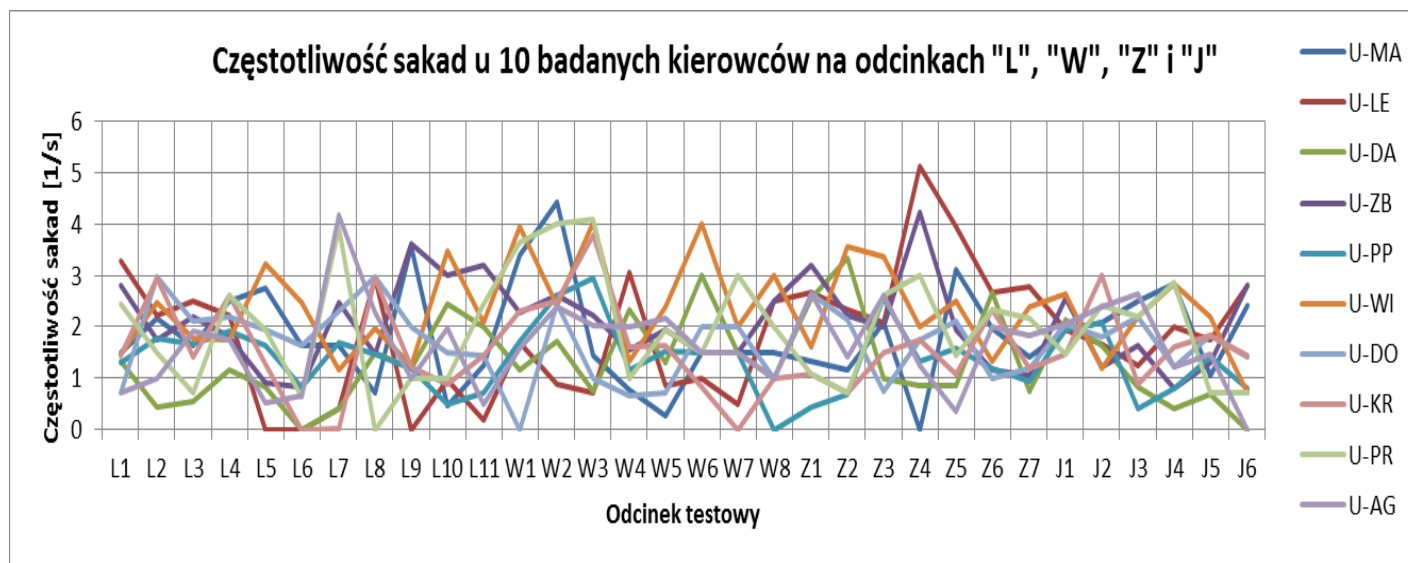




## B. Badania dla określenia stanu uwagi wzrokowej



Wysoka rozdzielczość ~1kHz



# Przetwarzanie informacji wzrokowej



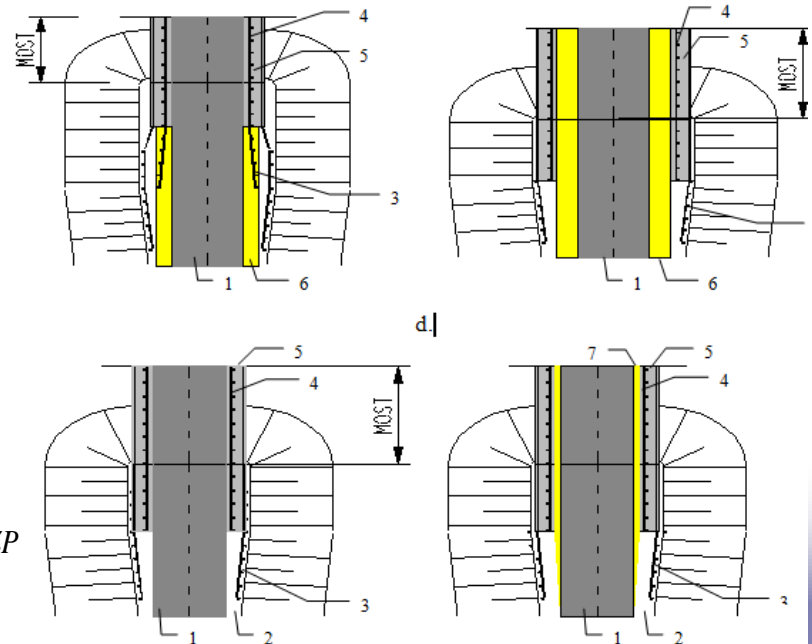
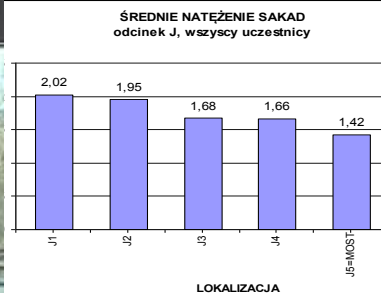
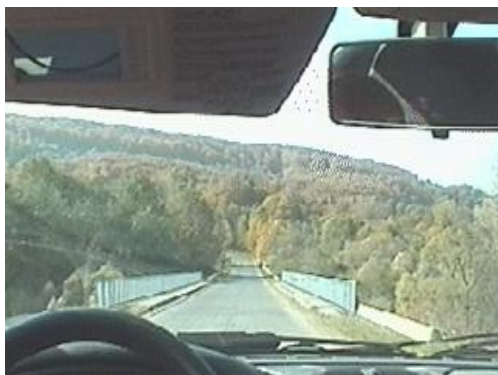
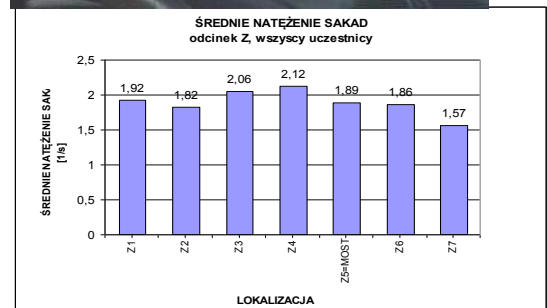
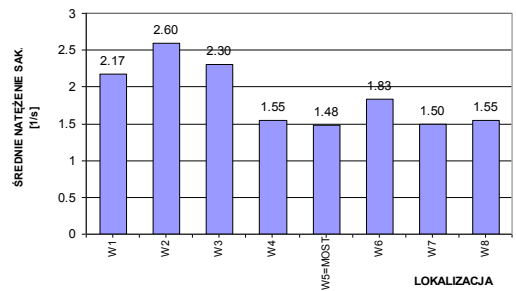
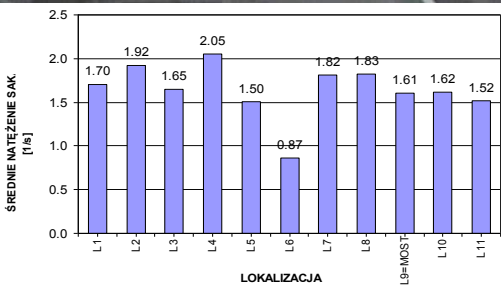
# Tryby uwagi wzrokowej

*Uwaga wymagająca użycia mózgu „świadomego” nie jest podzielna – to raczej przełączanie się między zadaniami*

- **Tryb eksploracji** – nowe zadania, lub nieprzewidziane (nagłe) okoliczności. Mózg przeprowadza symulacje obserwowanej rzeczywistości. Wiele sakad, aby pozyskać konieczne informacje z różnych części pola widzenia.
- **Tryb monitorowania** – zadania **wg wzorców** wcześniej wypracowanych, najstosowniejsze znane przez mózg procedury działania, **sporadyczne zaangażowanie świadomej uwagi – weryfikacja zgodności modelu działania z realnym zachowaniem samochodu na drodze (jeśli brak zgodności => tryb eksploracji)**. Liczba sakad oscyluje wokół 3 na sekundę. **Tryb pożądany.**
- **Tryb retrospekcji i planowania** – świadoma uwaga rozważa przeszłość lub przyszłość. Częstotliwość sakad najmniejsza, możliwe „zamrożenie” oczu. Występuje, gdy jest **mała trudność nadzorowanego procesu.**

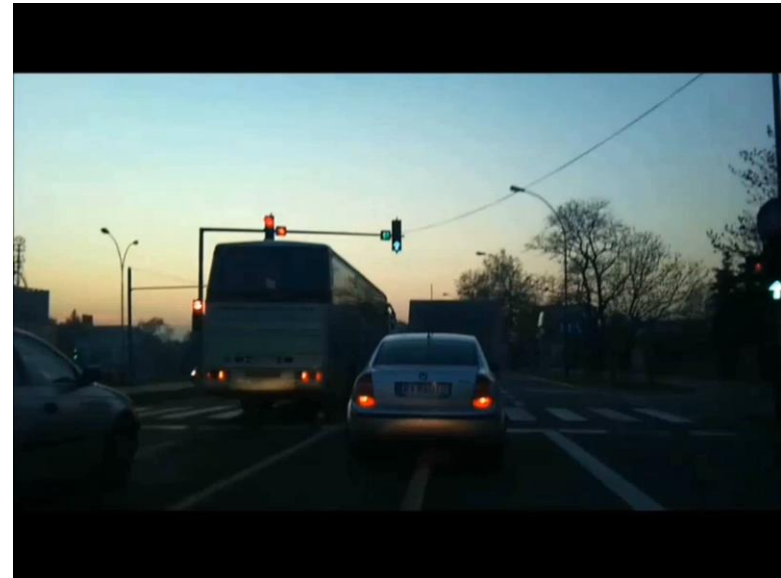


# ZMIENNOŚĆ NATEŻENIA SAKAD



$$NS = 1,907 + 0,11Z + 0,445W - 0,3SM - 0,264Pu_l + 0,092Pu_p + 0,593BL_d + 0,623BP_d + 0,266BL_b - 0,189BP_b - 0,457PB - 0,371BLZ - 0,301BPZ - 0,236ZP$$

# Kierunki badań – co „blokuje” i angażuje umysł kierowcy?







---

Dziękuję za uwagę

Lesław Bichajło  
leszbich@prz.edu.pl