



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

DIAGNOSTYKA NAWIERZCHNI I WYKORZYSTANIE INTELIGENTNYCH SYSTEMÓW TRANSPORTU W PLANOWANIU UTRZYMANIA DRÓG I ULIC ORAZ POPRAWY BEZPIECZEŃSTWA TRANSPORTU PUBLICZNEGO

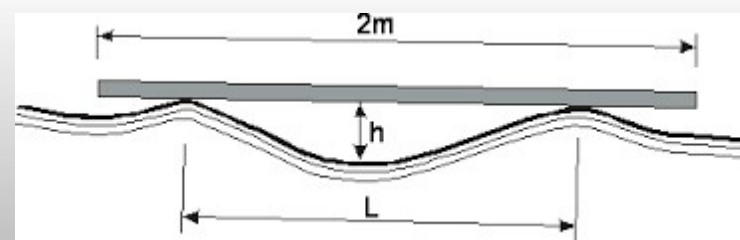
Dr inż. Marek Pszczoła
Katedra Inżynierii Drogowej
i Transportowej

**Forum Transportu Publicznego
- nowe technologie i bezpieczeństwo
Warszawa 31.01.2017 r.**



- **Równość podłużna**
- **Równość poprzeczna**
- **Szorstkość**
- **Nośność**
- **Uszkodzenia nawierzchni**
- **Stan powierzchni**

- Koleiny i deformacje pogarszają bezpieczeństwo ruchu
- Pomiar równości podłużnej – planograf, poprzecznej - profilograf



- **Urządzenie SRT**
- **Badanie na mokrej nawierzchni z zablokowanym lub częściowo zablokowanym kołem**



Nośność bada się metodą ugięć, poprzez określenie odkształceń nawierzchni powstałych w wyniku oddziaływania obciążenia statycznego lub dynamicznego.

Ugięciomierze:

- **statyczny, Benkelmana**
- **dynamiczny FWD, HWD.**

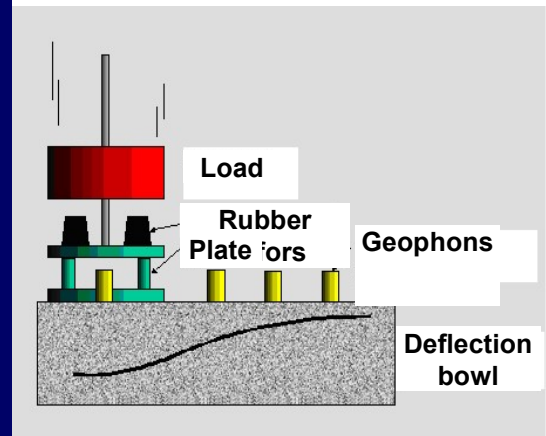
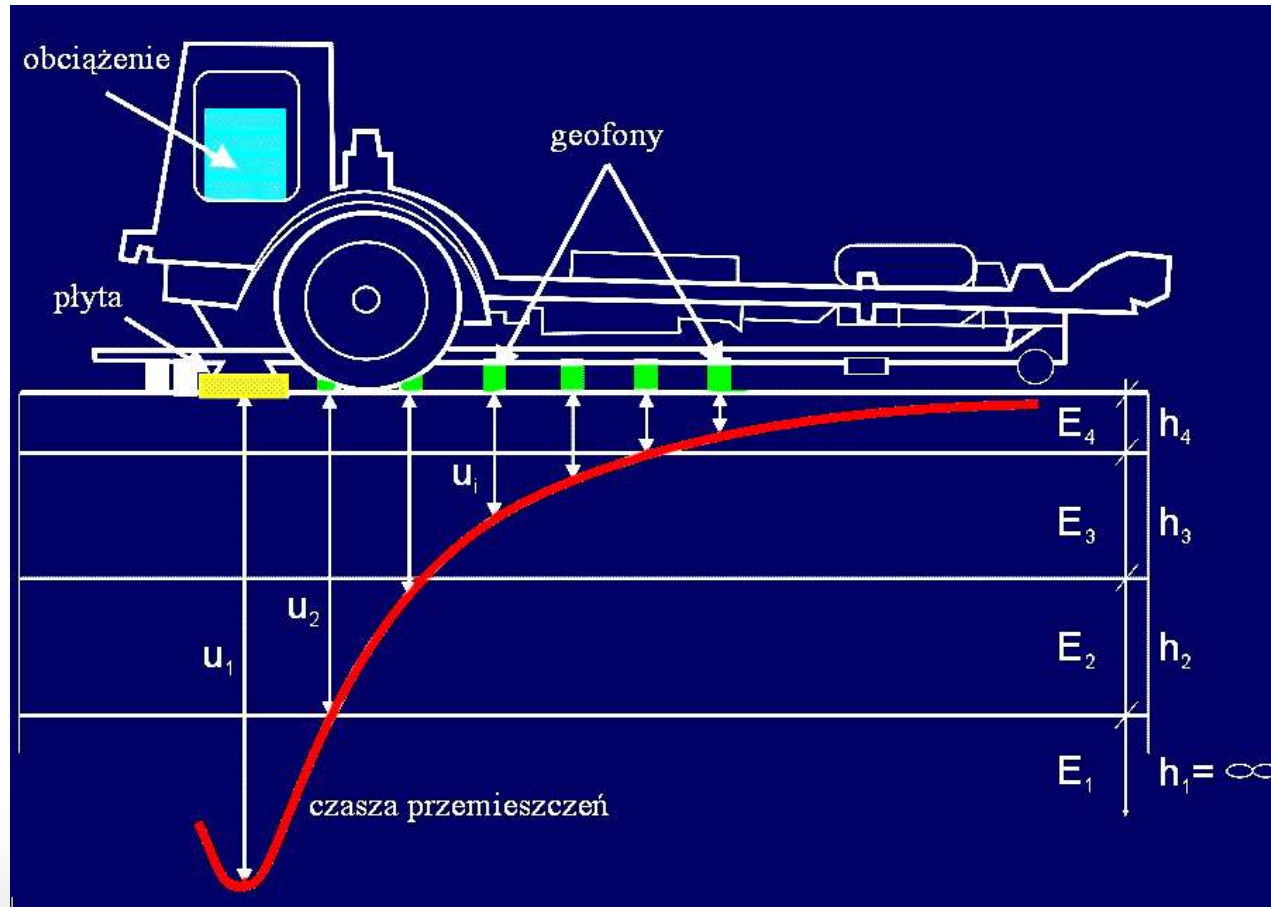
POMIAR NOŚNOŚCI BELKĄ BENKELMANA

- **Ograniczenia: zastosowanie do uproszczonej metody ugięć**
- **Wada – brak możliwości obliczeń wzmocnień nawierzchni metodą mechanistyczną**

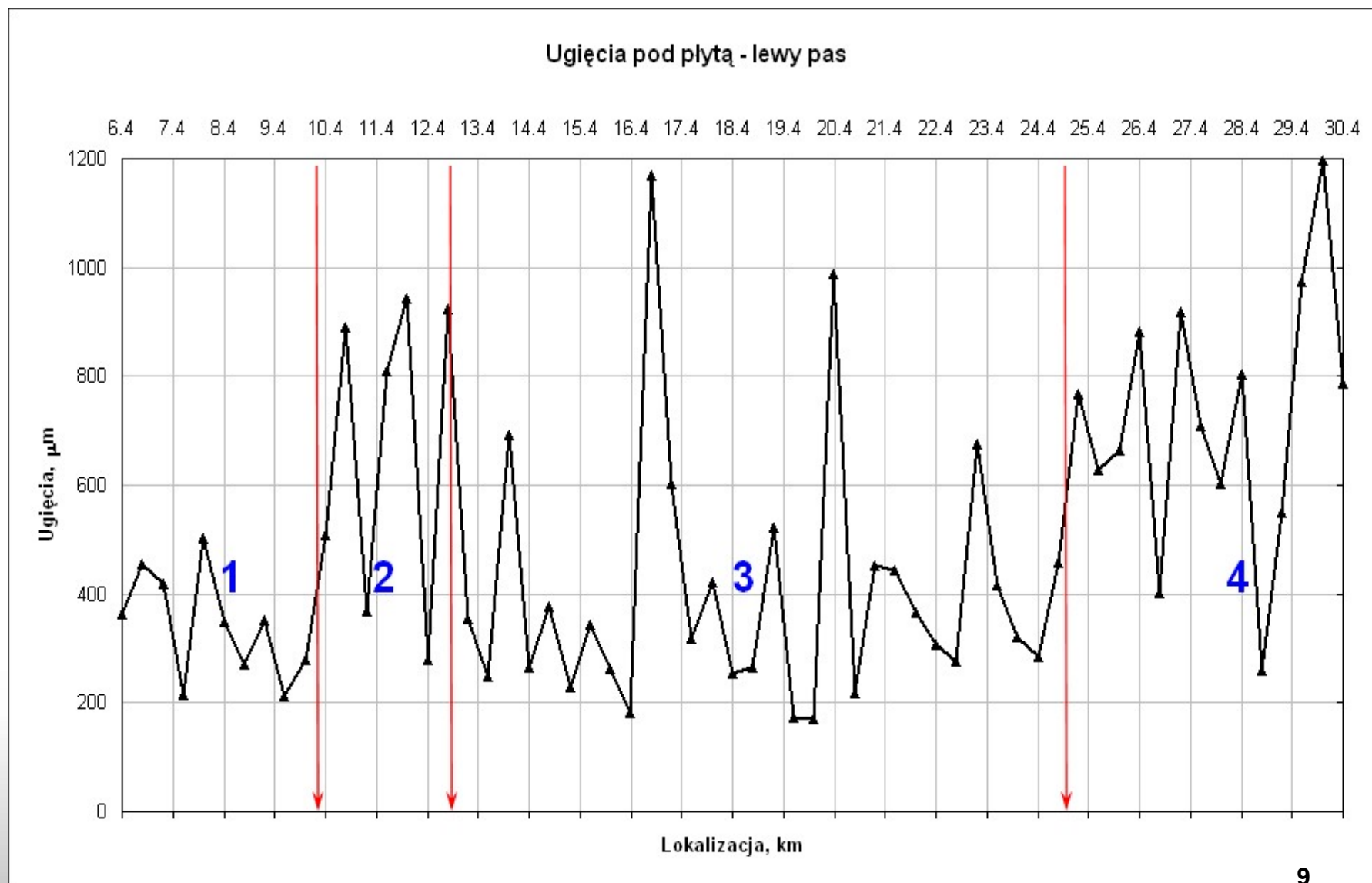


POMIAR UGIĘĆ – FWD

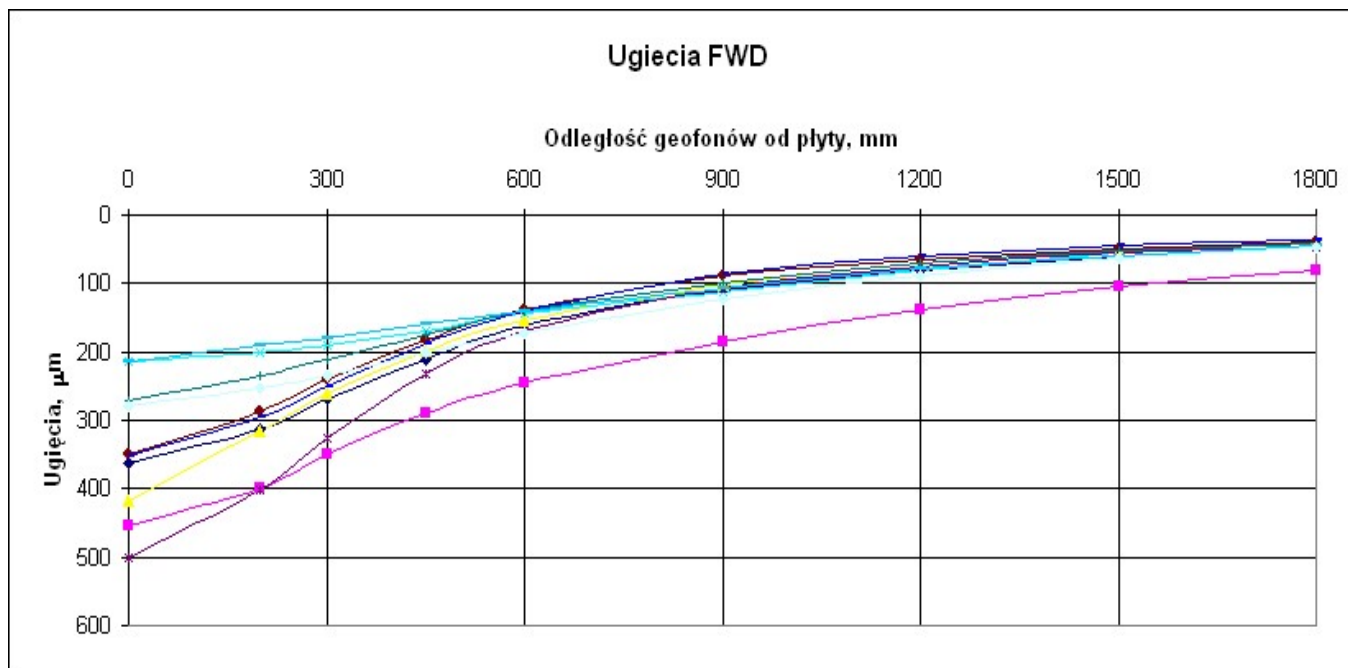




WYKRES UGIĘĆ



UGIĘCIA NAWIERZCHNI DLA POSZCZEGÓLNYCH GEOFONÓW

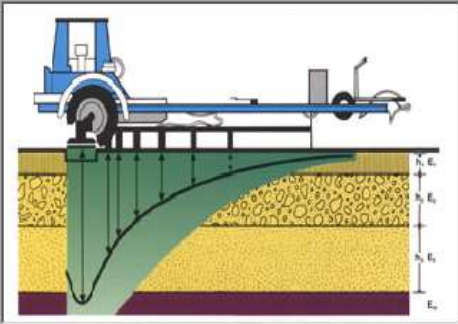


OBLICZENIA ODWROTNE MODUŁY WARSTW

Dynatest Emod5 Project: D:\Dokumenty\Raporty_Badania terenowe\DW 534 Grudziadz-Ry...

Project Review Data Structure Moduli Calibrate Plot Parameters Design LCCA PGN Options Help

Structural data



Press s to show/hide shortcut list

Structural Data - DW534_pas lewy_km44+600

Section 1 from 35 to 44.6

Layer	Thickness (mm)	Modulus (MPa)	at	°C
1	100			
2	300			
3			E2/E3	
4			E3/E4	
5			E4/E5	

Max depth to rigid layer: mm

Next Add OK

Previous Delete Cancel

PCC is layer: None

Use PCC Joint ID Numbers Use GPR Data

Verify Slabs Import / Edit

Change channels for joint calculation

Data view and editing

View Bowl Exit

Number of data points: 25 Number of drops: 3 Start Station: 35 End Station: 44.6

View File Info

Sensor Data

Number of active geophones: 9 Plate radius: 150

View geophone positions

Geophone distances

1: 0 2: 200 3: 300 4: 450 5: 600 6: 900 7: 1200 8: 1500 9: 1800

Click cells to edit

Chainage	Point	Drop	Stress	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	T _{asp}	T _{surf}	Time
35	25	1	715	223	202	188	161	139	106	80	60	48	0.5	2.2	1148
		2	718	226	203	188	161	140	106	81	61	48	0.5	2.2	
		3	700	217	196	183	156	135	103	78	59	46	0.5	2.2	
35.4	24	1	706	459	385	334	261	200	121	76	50	35	0.5	1.9	1146
		2	707	455	384	333	261	200	122	76	50	35	0.5	1.9	
		3	708	454	383	333	260	200	122	76	51	35	0.5	1.9	
35.8	23	1	707	214	190	166	135	112	79	56	39	30	0.5	2.4	1144
		2	704	213	188	164	134	111	78	55	39	29	0.5	2.4	
		3	706	213	189	164	134	111	78	56	39	29	0.5	2.4	
36.2	22	1	713	390	316	262	187	140	82	54	37	29	0.5	1.8	1143
		2	716	387	315	262	188	140	83	54	38	29	0.5	1.8	
		3	716	386	313	261	188	140	83	55	38	29	0.5	1.8	
36.6	21	1	725	532	446	390	297	225	147	103	75	59	0.5	1.5	1140
		2	705	515	432	379	289	220	143	101	74	58	0.5	1.5	

<Alt> + Click station to remove test point

OBLICZONE MODUŁY WARSTW

Punkt [km]	E1 [MPa]	E2 [MPa]	E3 [MPa]
6,4	5678	385	95
6,8	3869	353	74
7,2	1806	442	99
7,6	12000	1566	96
8,0	5936	274	105
8,4	8088	376	154
8,8	9934	657	121
9,2	7540	377	100
9,6	11911	1946	112
10,0	12000	847	66
sekcja	5678	376	95
	4506*		

Konstrukcja nawierzchni (dane z odwiertów):

- MMA – 8 cm
- kruszywo – 23 cm
- podłoże - piasek

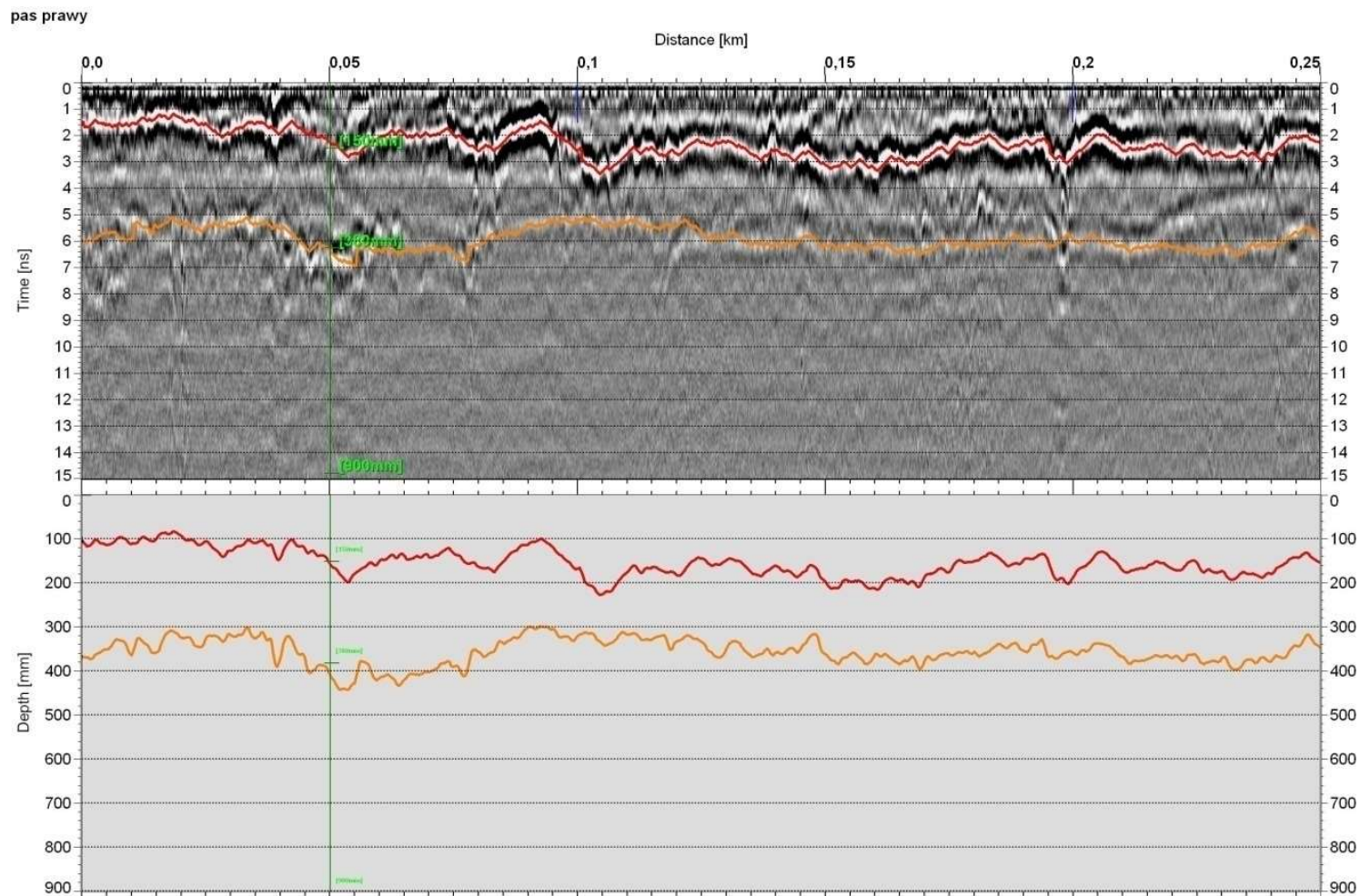
- **Odwierty w nawierzchni i podłożu gruntowym**

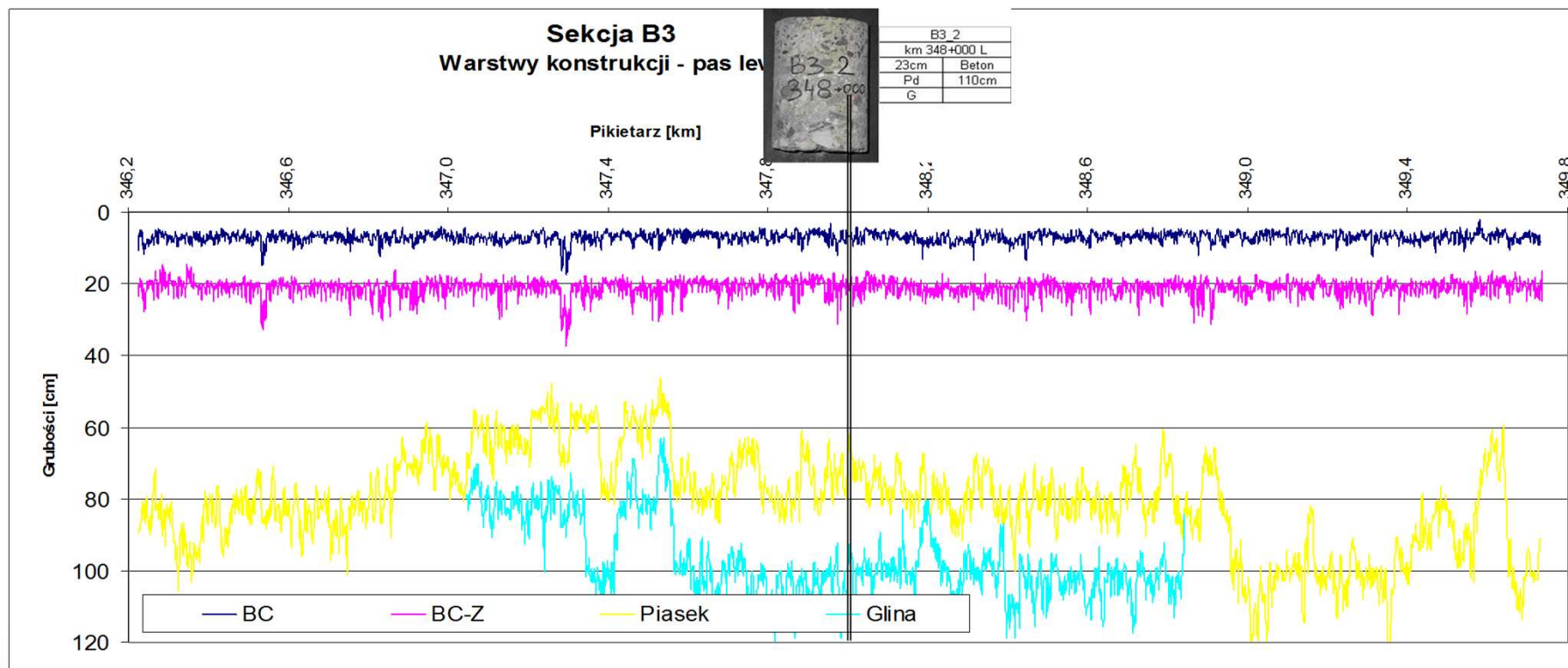


- Określenie grubości warstw konstrukcji nawierzchni
- Metoda stosowana w czasie ruchu pojazdu $V \leq 50$ km/h
- Anteny systemu radarowego:
 - 2,2 GHz (głębokość penetracji ok. 30 cm, rozdzielczość pionowa 2 – 3 cm)
 - 1,0 GHz (głębokość penetracji ok. 70 cm, rozdzielczość pionowa 7 – 8 cm)
 - 0,4 GHz (głębokość penetracji ok. 300 cm, rozdzielczość pionowa 20 cm)



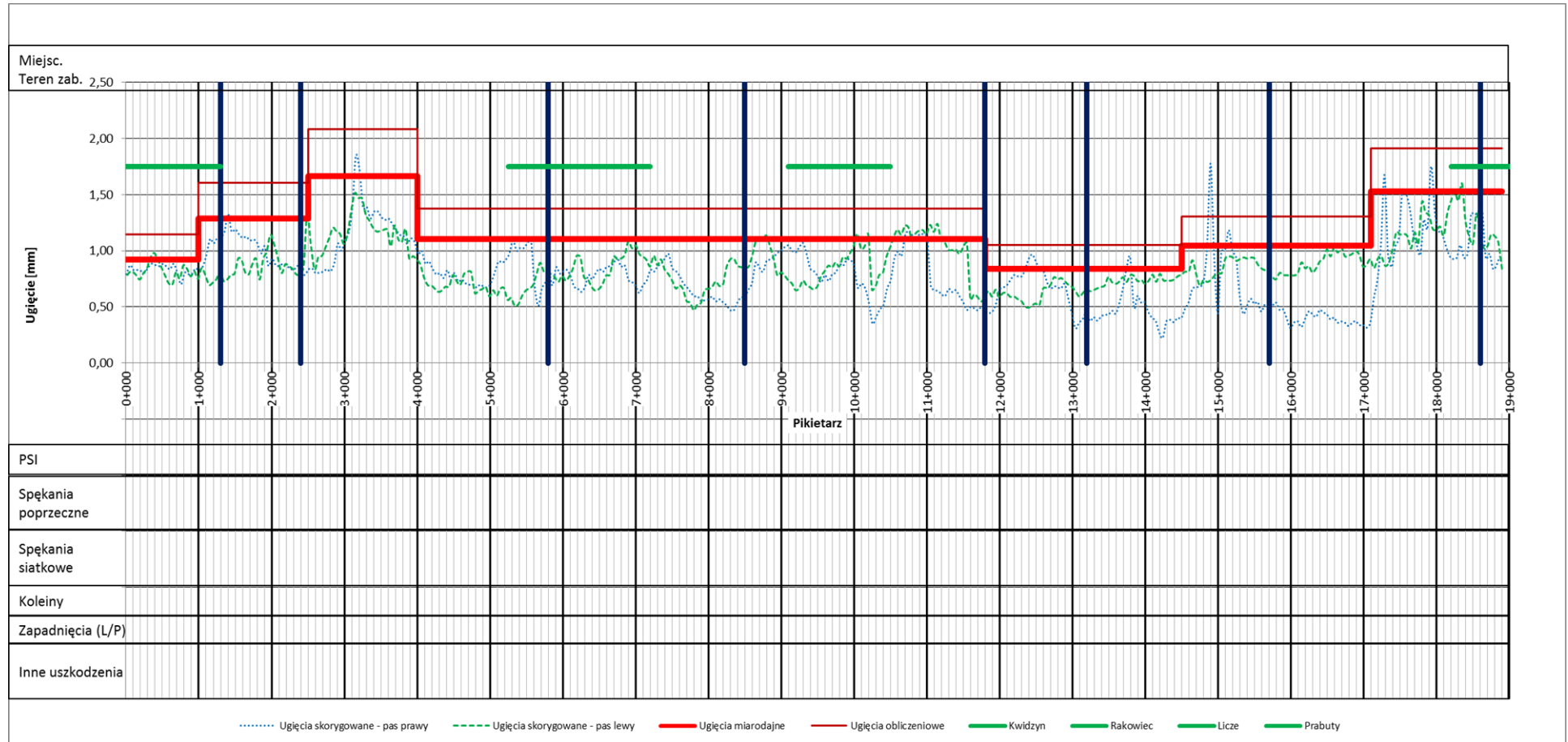
PRZYKŁAD – CZĘSTOTLIWOŚĆ POMIARÓW 20 CM





- **Ocena występujących uszkodzeń nawierzchni:**
 - **Niejednorodność nawierzchni**
 - **Spękania poprzeczne**
 - **Spękania podłużne**
 - **Spękania siatkowe**
 - **Deformacje**
 - **Zapadnięcia**
 - **Wykruszenia**
 - **Wyboje**
 - **Łaty**

KORELACJA WYNIKÓW BADAŃ ZE STANEM NAWIERZCHNI



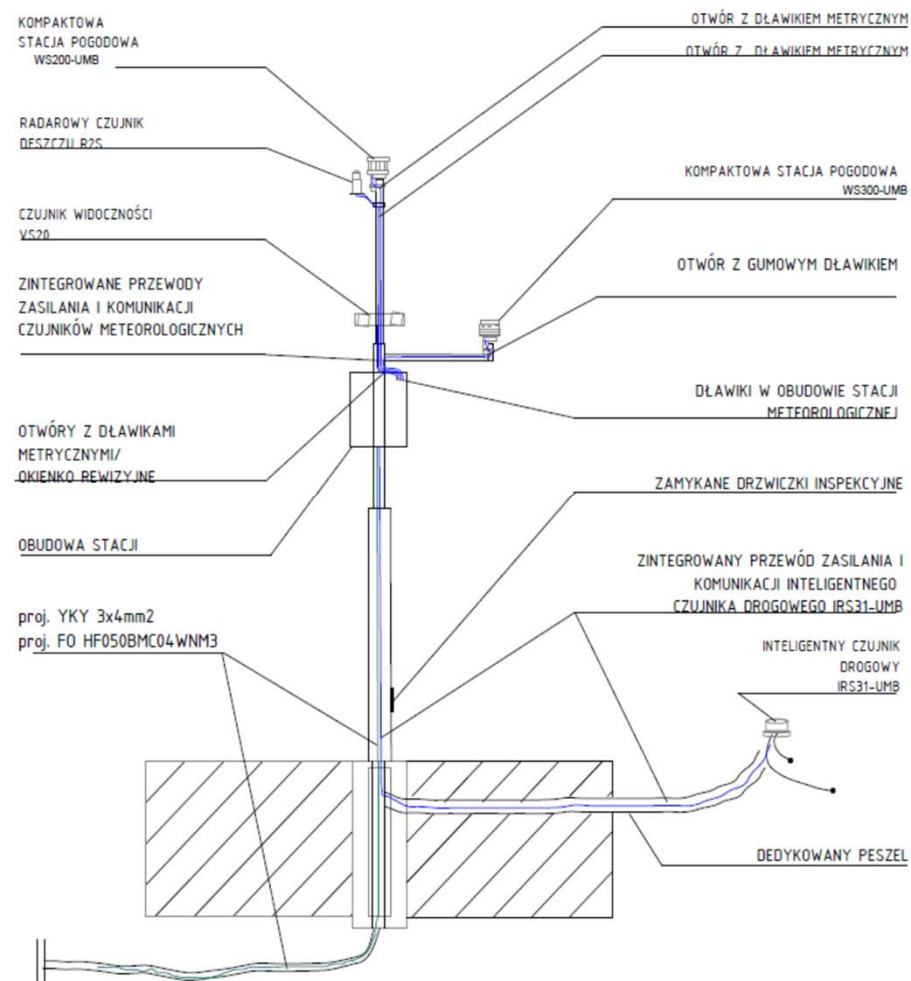
- **Nakładka z nowych warstw asfaltowych:**
 - W ramach diagnostyki konieczność oceny odporności na koleiny istniejących warstw,
 - Dokładne rozpoznanie podłoża gruntowego,
 - Ograniczenia wysokościowe.

- **Recykling na gorąco:**
 - Sprawdzenie obecności lepiszcza smołowego,
 - Dokładna ocena jednorodności (składu i lepiszcza) istniejących warstw asfaltowych.

- **Recykling na zimno:**
 - Obecność wpustów, studni i innych elementów drogowych ogranicza tę technologię.

- Zintegrowany System Zarządzania Ruchem - TRISTAR

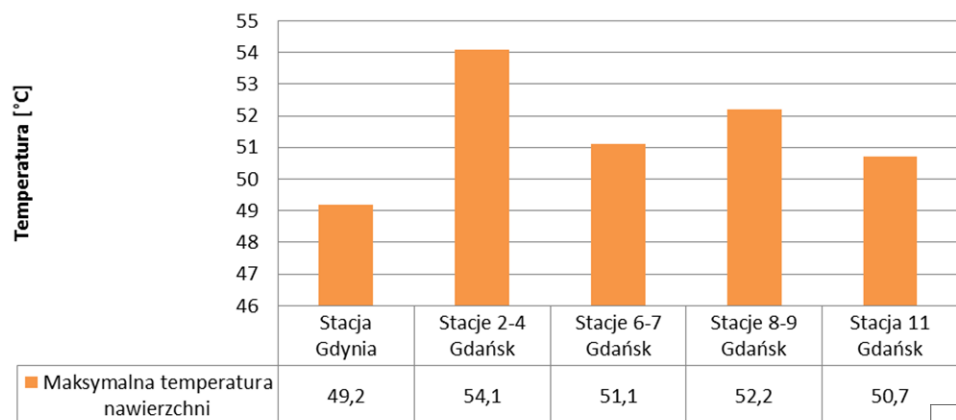




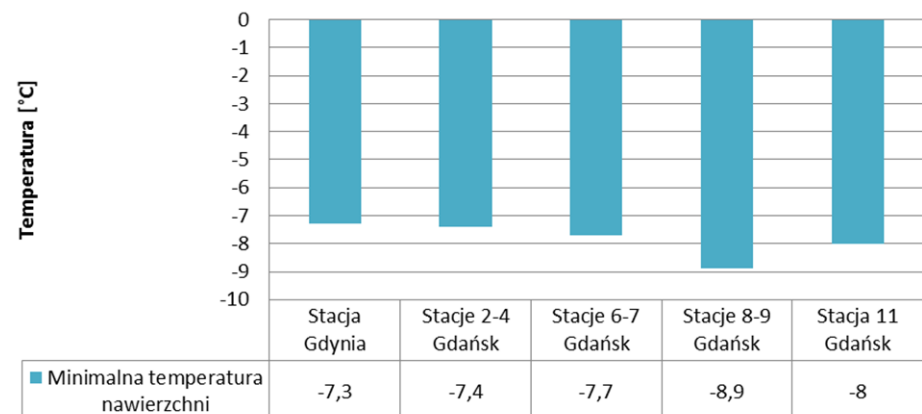
PLANOWANIE ZABIEGÓW UTRZYMANIOWYCH

- **Maksymalne temperatury nawierzchni – powstawanie kolein,**
- **Minimalne temperatury nawierzchni – powstawanie spękań niskotemperaturowych,**
- **Przejścia przez 0°C – powstawanie wybojów, wykruszeń nawierzchni**
- **Zimowe utrzymanie – zwalczanie gołoledzi**

Maksymalna temperatura nawierzchni [°C]



Minimalna temperatura nawierzchni



- **O skuteczności diagnostyki w planowaniu utrzymania i zwiększenia bezpieczeństwa decyduje:**
 - **Właściwy dobór narzędzi/badań do diagnostyki,**
 - **Odpowiednie rozpoznanie stanu nawierzchni i podłoża gruntowego (zaplanowanie odpowiedniej ilości badań),**
 - **Korelacja występujących uszkodzeń nawierzchni i wyników badań terenowych (FWD, odwierty).**
- **Wybór technologii remontu w oparciu o dane z diagnostyki stanu nawierzchni oraz przyjęte założenia technologiczne i ograniczenia ekonomiczne.**

- **Wykorzystanie Inteligentnych Systemów Transportu:**
 - Dane o temperaturze minimalnej i maksymalnej do oceny ryzyka powstania uszkodzeń w nawierzchni,
 - Do planowania zabiegów utrzymaniowych w kolejnych latach a w konsekwencji podniesienie bezpieczeństwa transportu,
 - Do przewidywania ryzyka powstania gołoledzi i szybszej reakcji służb zimowego utrzymania w celu zwiększenia bezpieczeństwa.

Bardzo dziękuję za uwagę!

