



Politechnika Wroclawska

Diagnostyka nawierzchni z betonu cementowego



Prof. Antoni Szydło, Politechnika Wroclawska



PROGRAM WYSTĄPIENIA

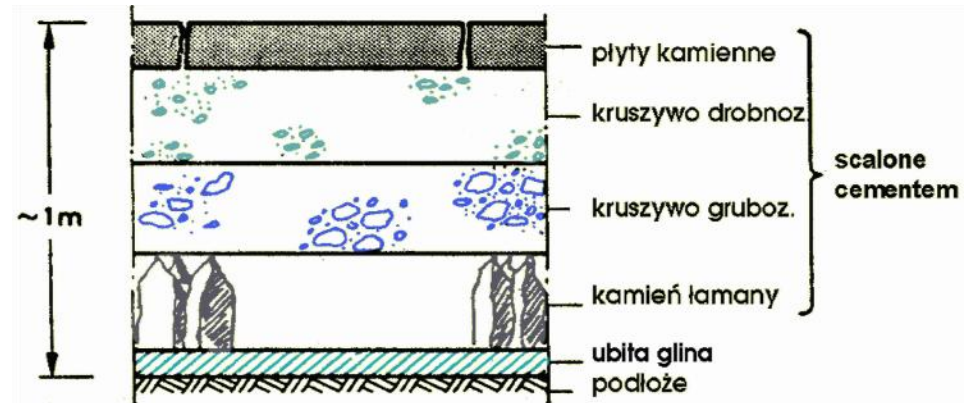
- **podział nawierzchni betonowych**
- **wykonawstwo nawierzchni betonowych**
- **nośność i trwałość zmęczeniowa nawierzchni betonowych**
- **uszkodzenia nawierzchni betonowych**
- **wzmacnianie nawierzchni betonowych**



Wprowadzenie - charakterystyka nawierzchni betonowych

- **wysoka nośność**
- **odporność na odkształcenia trwałe**
- **jasny kolor, (koszty oświetlenia stanowią 43% w stosunku do asfaltowych)**
- **niskie koszty utrzymania**
- **niski hałas eliminowany przez odkrycie kruszywa**

Nawierzchnie rzymskie. Pierwsze spoiwa



WAPNO + POPIÓŁ WULKANICZNY

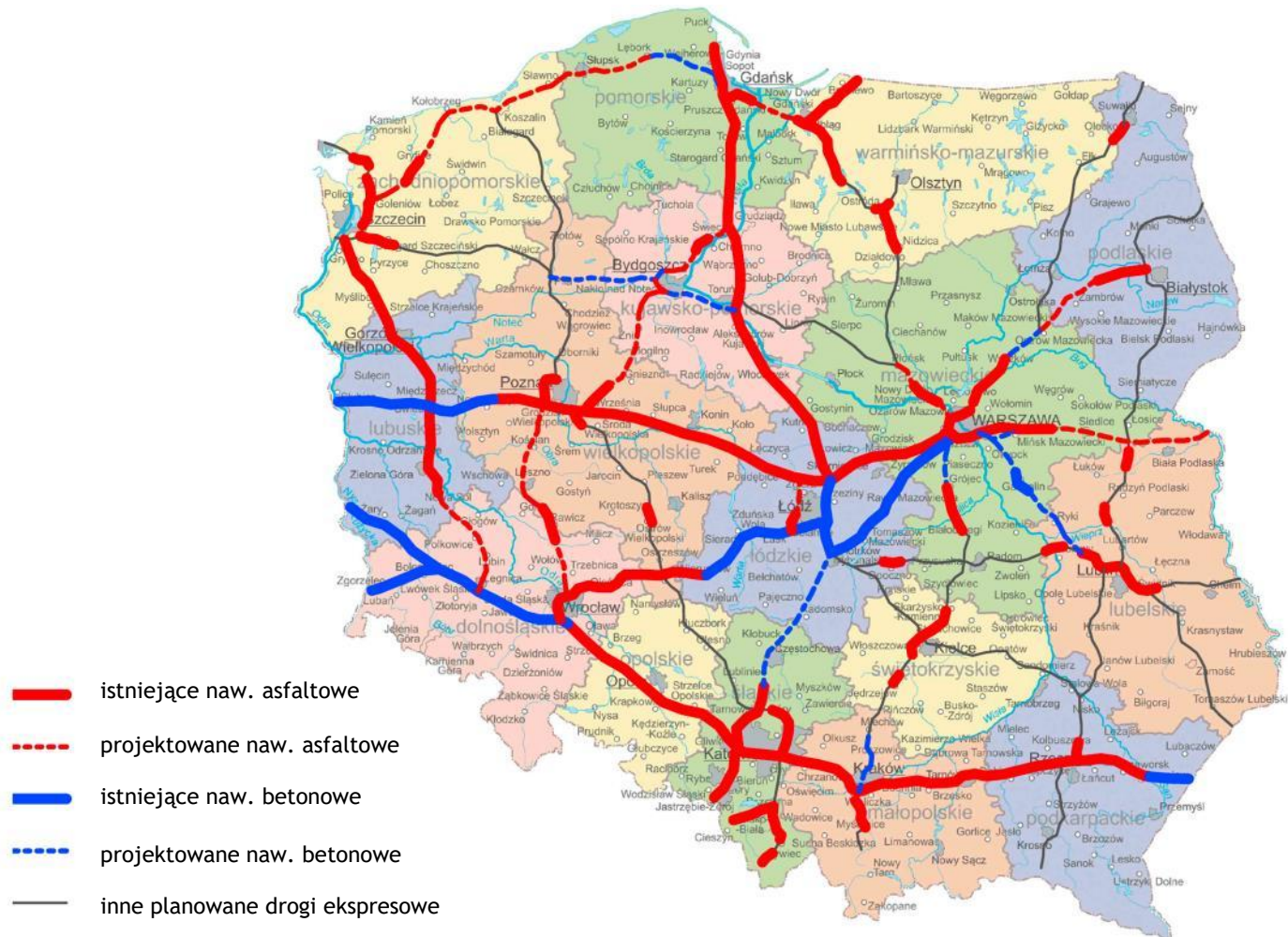
- nazwano cementem **pucolanowym**

Popiół pobierano z miejscowości – POZZUOLI pod Wezuwiuszem

Spoiva używano do łączenia kamiennych płyt nawierzchniowych



Rodzaje nawierzchni na sieci autostrad i dróg ekspresowych w Polsce stan na 2016 rok



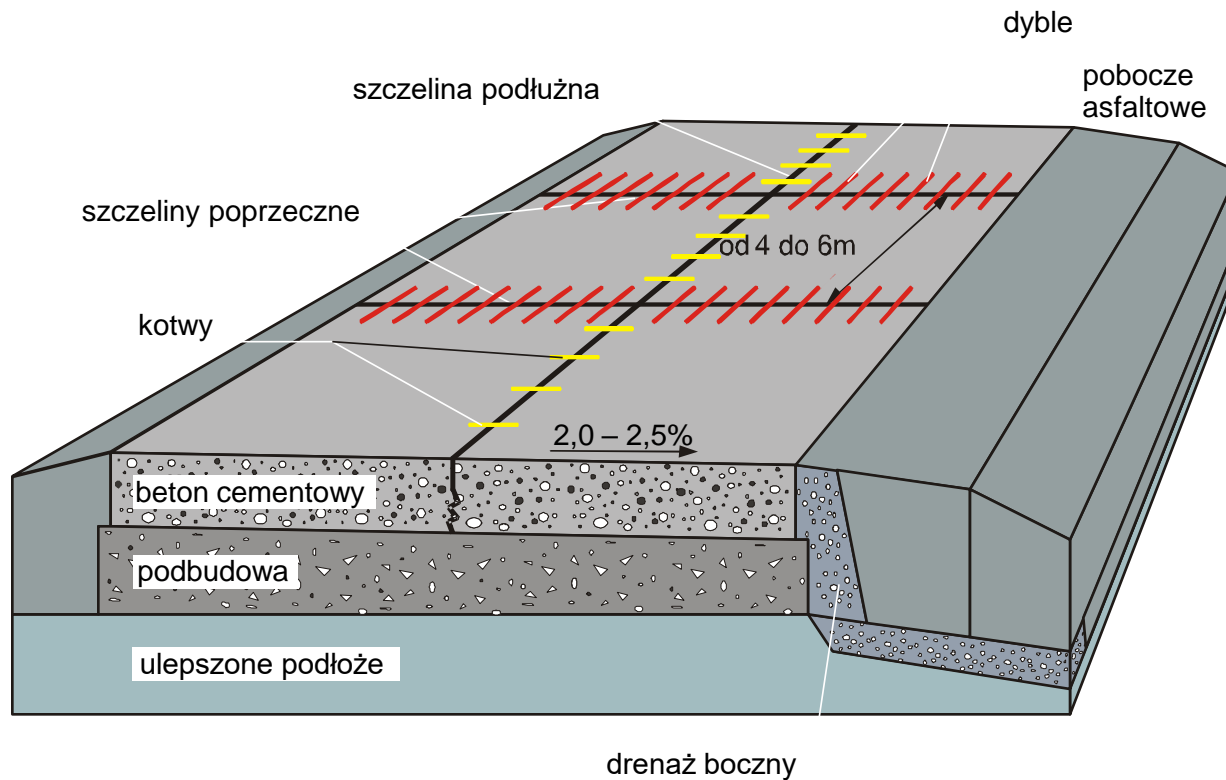


Rodzaje konstrukcji nawierzchni betonowych

- nawierzchnie niezbrojone i niedyblowane,
- nawierzchnie dyblowane i z kotwami,
- nawierzchnie ze zbrojeniem ciągłym,

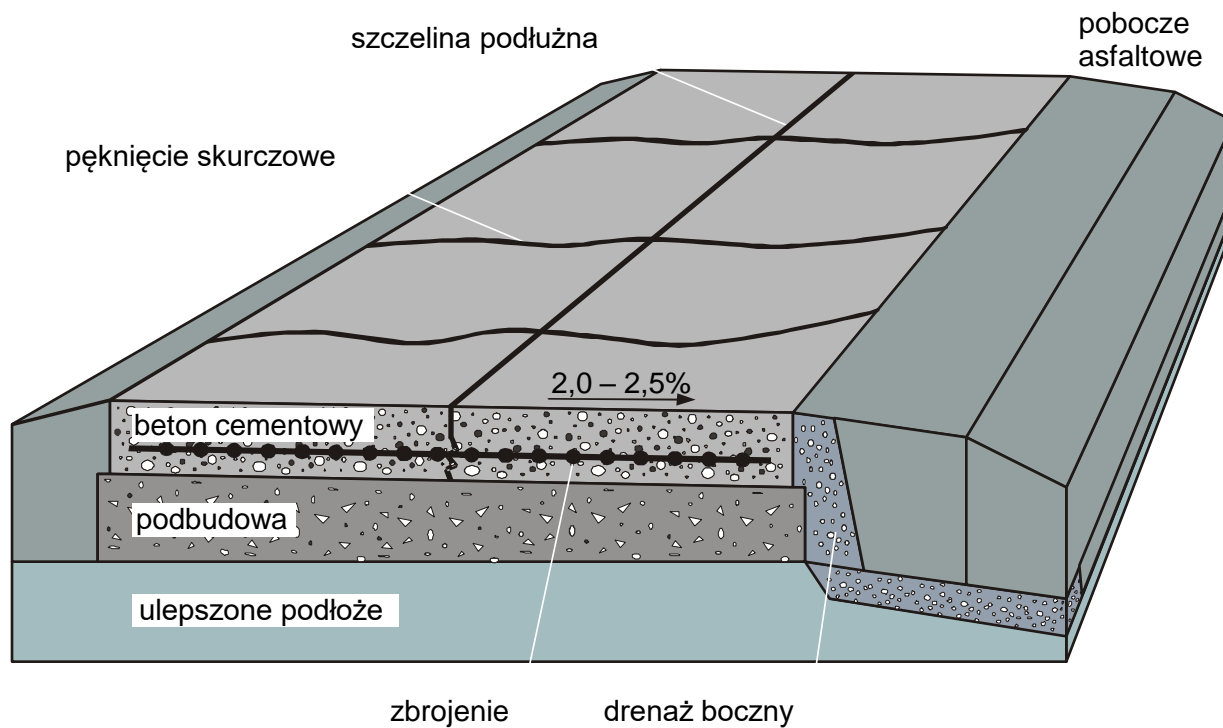


Konstrukcja z płytami dyblowanymi



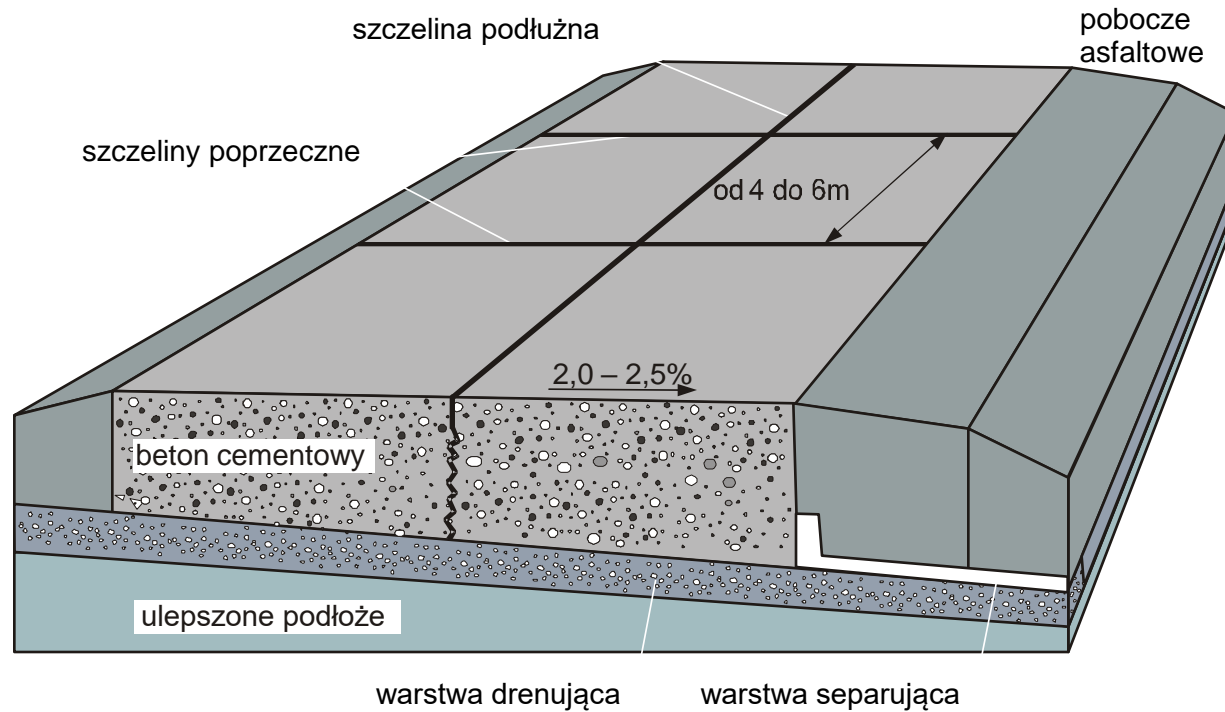


Konstrukcja o ciągłym zbrojeniu





Konstrukcja z płytą grubą





Typowe konstrukcje

Kategoria ruchu	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Ruch projektowy (mIn osi 100 kN)	$\leq 0,15$	0,15 - 0,75	0,75 - 6,39	6,39 – 15,99	15,99 – 42,63	42,63 – 101,25	> 101,25
Ruch projektowy (mIn osi 115 kN)	$\leq 0,06$	0,06 - 0,28	0,28 – 2,40	2,40 – 6,00	6,00 – 16,00	16,00 – 38,00	> 38,00
Typ I	<p>h [cm]</p>	<p>h [cm]</p>	<p>h [cm]</p>	<p>h [cm]</p>	<p>h [cm]</p>	<p>h [cm]</p>	<p>h [cm]</p>
	niedyblowana	niedyblowana	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona
Legenda:	<p>warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego</p> <p>warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej z kruszywa C_{90/3}</p> <p>wymagany wtórny moduł odkształcenia E₂</p>						



Typowe konstrukcje

Kategoria ruchu	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Ruch projektowy (mln osi 100 kN)	$\leq 0,15$	0,15 - 0,75	0,75 - 6,39	6,39 – 15,99	15,99 – 42,63	42,63 – 101,25	$> 101,25$
Ruch projektowy (mln osi 115 kN)	$\leq 0,06$	0,06 - 0,28	0,28 – 2,40	2,40 – 6,00	6,00 – 16,00	16,00 – 38,00	$> 38,00$
Typ II							
	niedyblowana	niedyblowana	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona
Legenda:	<p> warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego warstwa podbudowy zasadniczej z betonu asfaltowego wymagany wtórny moduł odkształcenia E_2 </p>						



Typowe konstrukcje

Kategoria ruchu	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	
Ruch projektowy (mln osi 100 kN)	$\leq 0,15$	0,15 - 0,75	0,75 - 6,39	6,39 – 15,99	15,99 – 42,63	42,63 – 101,25	> 101,25	
Ruch projektowy (mln osi 115 kN)	$\leq 0,06$	0,06 - 0,28	0,28 – 2,40	2,40 – 6,00	6,00 – 16,00	16,00 – 38,00	> 38,00	
Typ III	-	-	-					
	-	-	-	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	o ciągłym zbrojeniu
Legenda:	<p> warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C_{5/16} warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C_{8/10} warstwa poślizgowa: geowłóknina warstwa poślizgowa: beton asfaltowy wymagany wtórny moduł odkształcenia E₂ </p>							

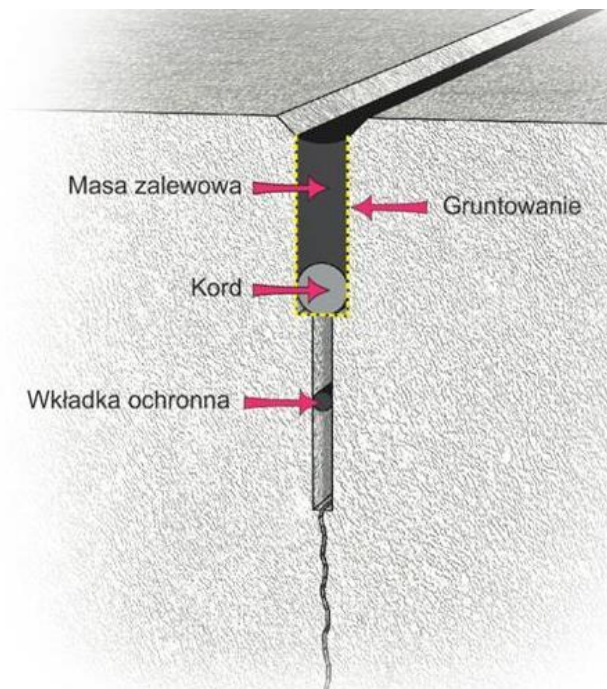
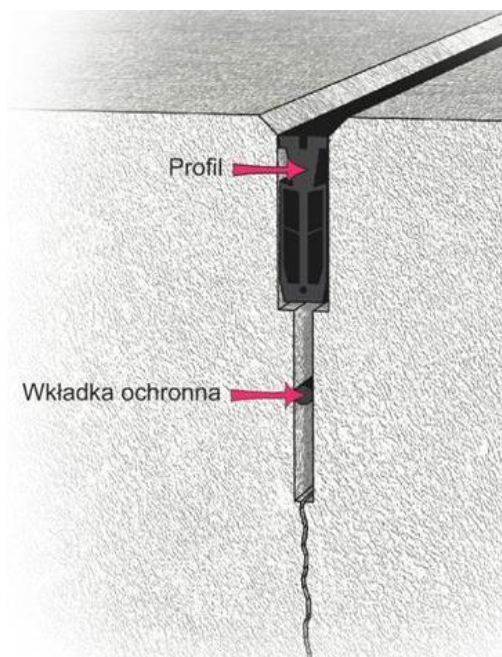
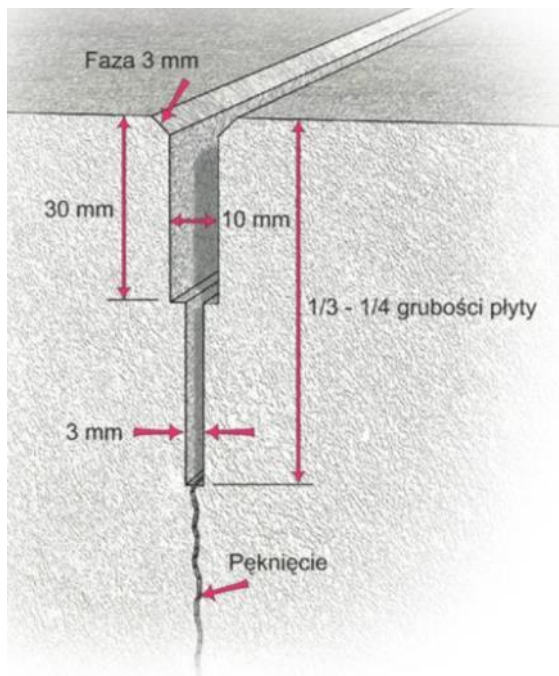
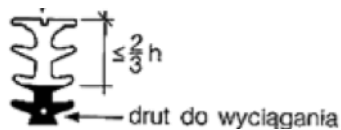
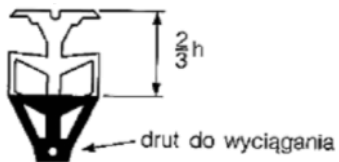


Typowe konstrukcje

Kategoria ruchu	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Ruch projektowy (mln osi 100 kN)	$\leq 0,15$	0,15 - 0,75	0,75 - 6,39	6,39 – 15,99	15,99 – 42,63	42,63 – 101,25	> 101,25
Ruch projektowy (mln osi 115 kN)	$\leq 0,06$	0,06 - 0,28	0,28 – 2,40	2,40 – 6,00	6,00 – 16,00	16,00 – 38,00	> 38,00
Typ IV				-	-	-	-
	niedyblowana	niedyblowana	dyblowana i kotwiona	-	-	-	-
Legenda:	<p> warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego warstwa podbudowy zasadniczej z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym C_{3/4} warstwa podbudowy zasadniczej z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym C_{5/6} warstwa poślizgowa: powierzchniowe utwalenie wymagany wtórny moduł odkształcenia E₂ </p>						



Wybrane elementy konstrukcji





Nawierzchnie betonowe - Krzyżowa - Krzywa

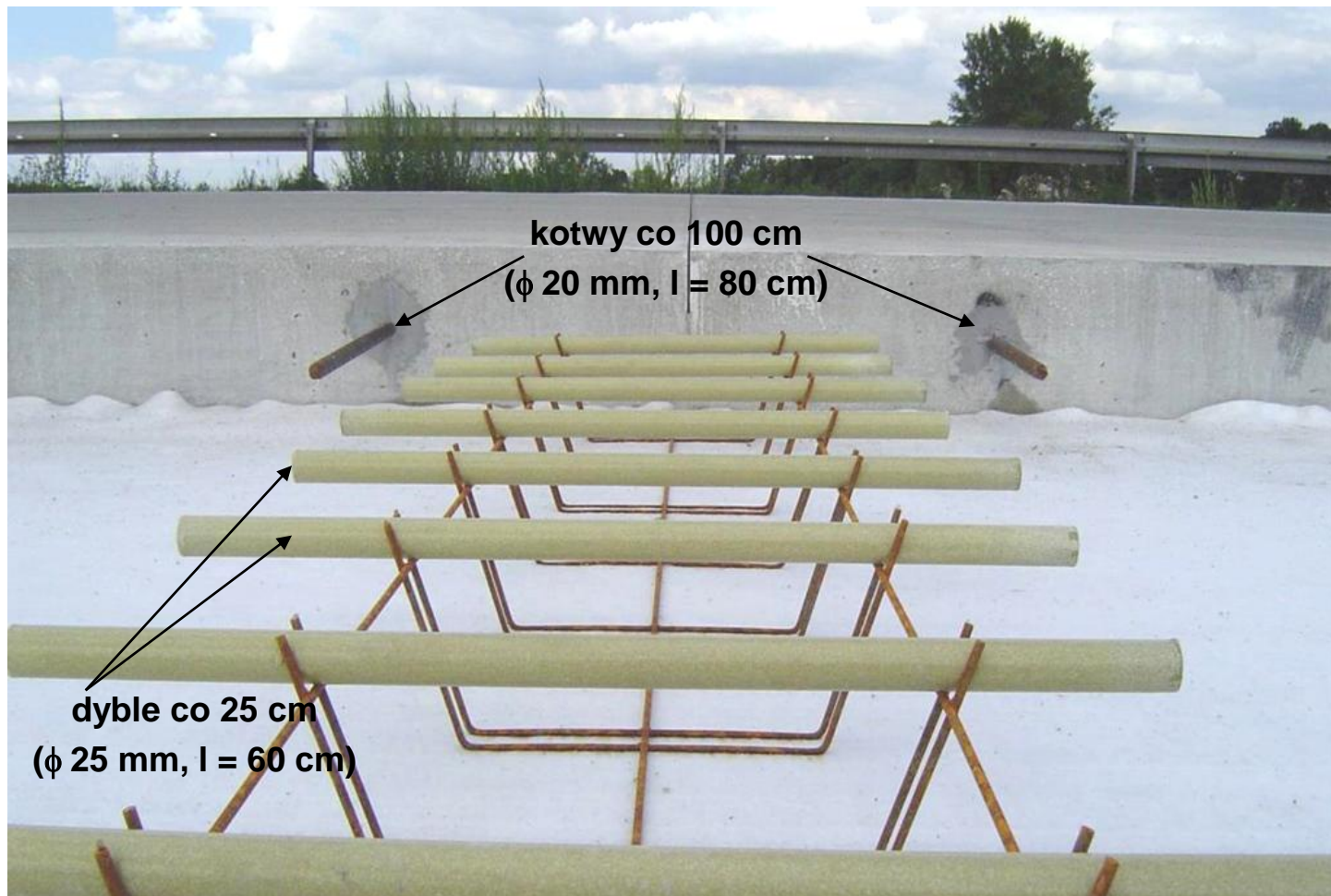


Kotwy \varnothing 20 mm, 80 cm długość,
rozstaw co 1 m \rightarrow w podłużnej
szczelinie

Dyble \varnothing 25, 60 cm
długość, rozstaw 25 cm -
 \rightarrow co 5 m

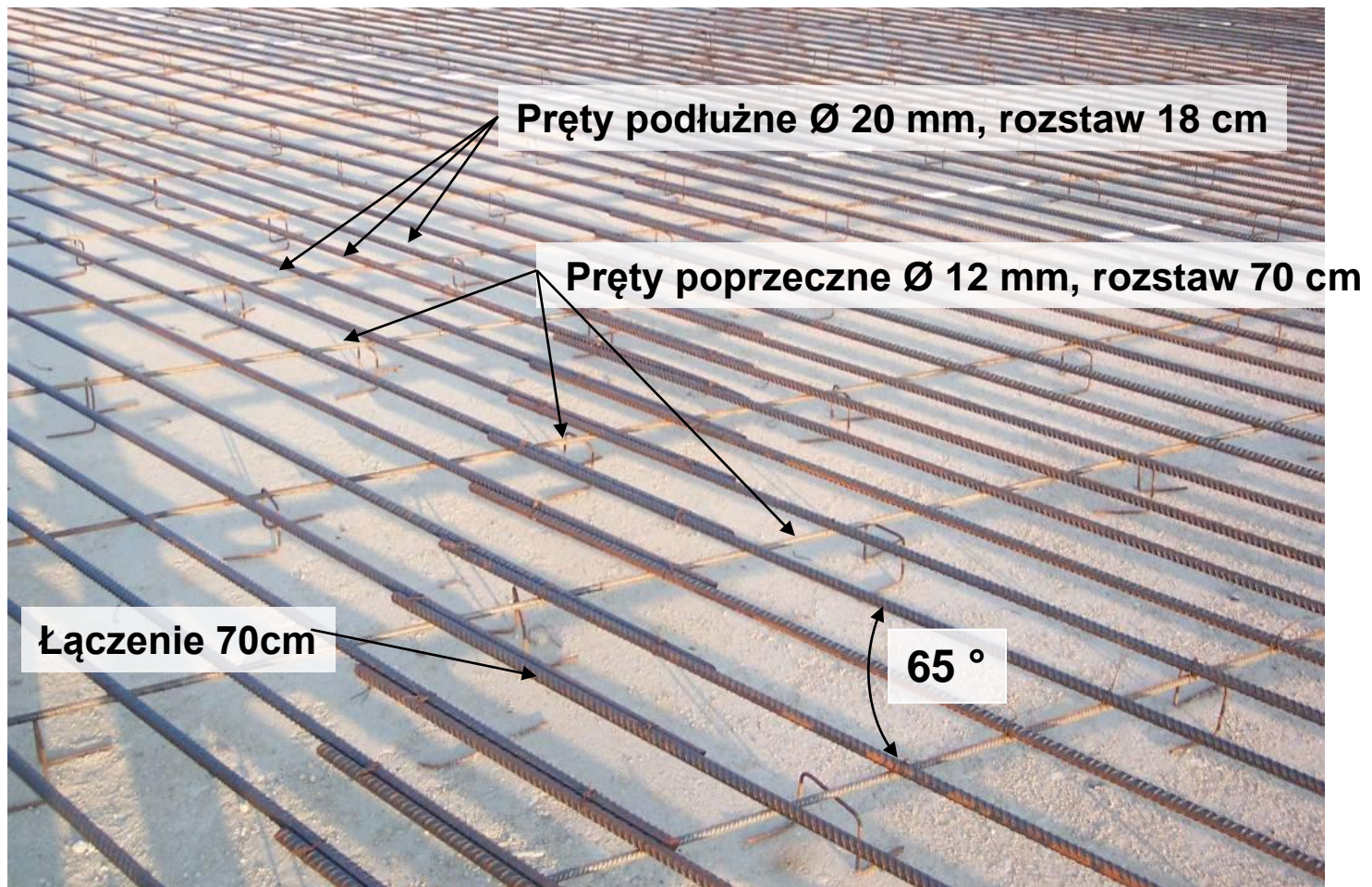


Wybrane elementy konstrukcji - płyta dyblowana i kotwiona





Wybrane elementy konstrukcji - ciągłe zbrojenie





Technologie wykonania: deskowanie stałe i metoda ślizgowa





Ścieżka rowerowa - Czechy -Morawa





Układanie nawierzchni betonowej ścieżki rowerowej



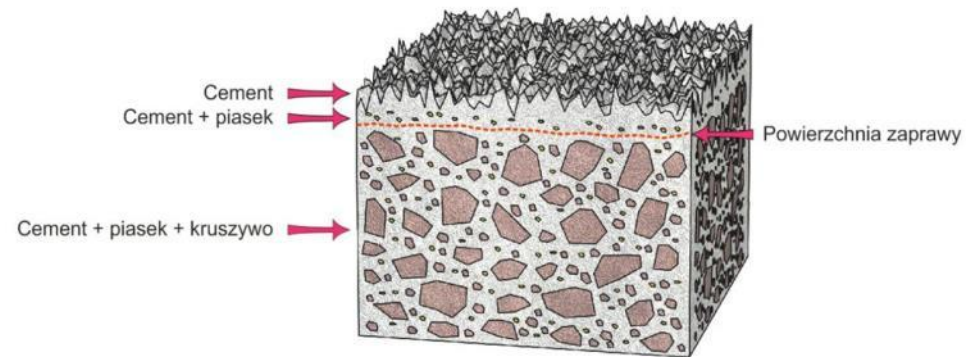


Widok nawierzchni betonowej ścieżki rowerowej





Wykańczanie nawierzchni



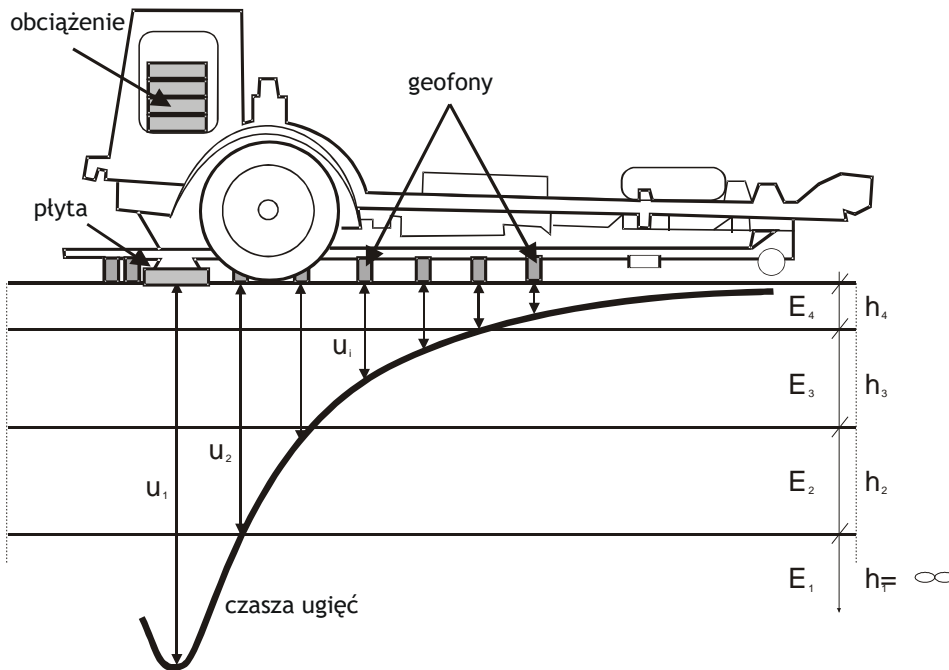


Wykańczanie nawierzchni - odkrywanie kruszywa

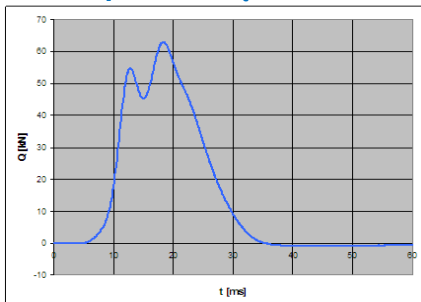




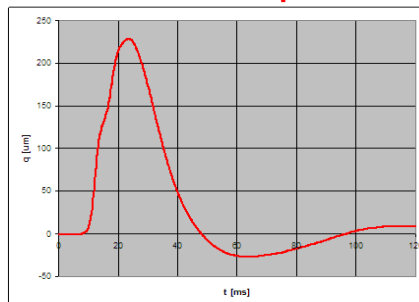
Ocena nośności - badania FWD



Impuls obciążenia



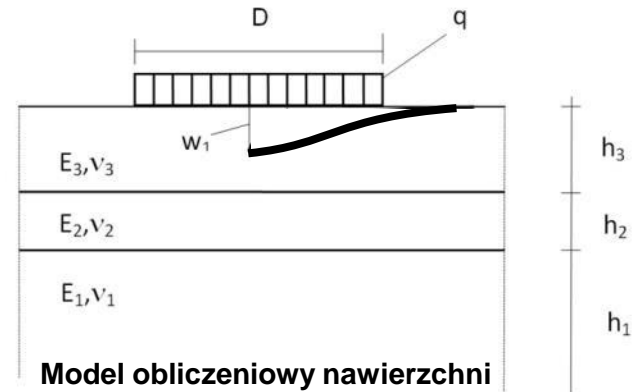
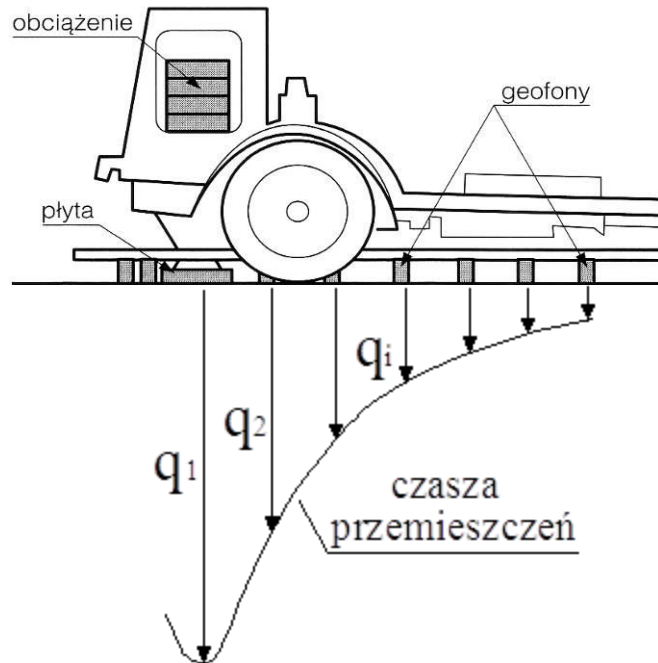
Przemieszczenie pionowe





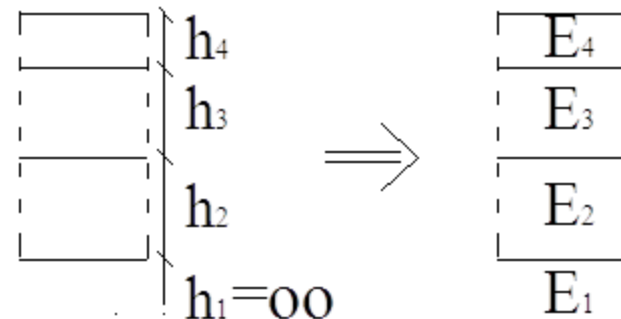
Ocena nośności - badania FWD - identyfikacja parametrów nawierzchni

**znane
przemieszczenia**



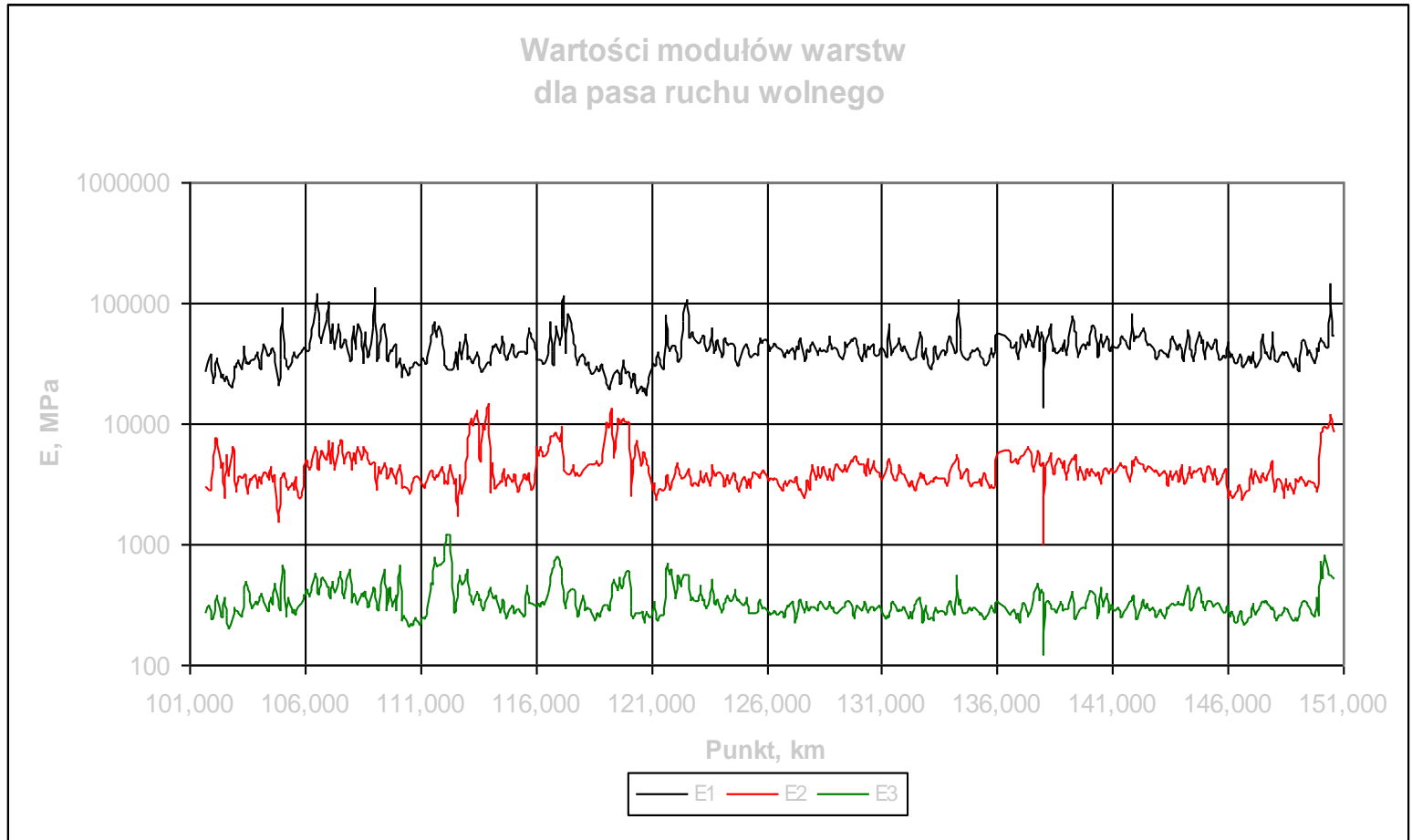
**znane
grubości**

**określane
moduły**



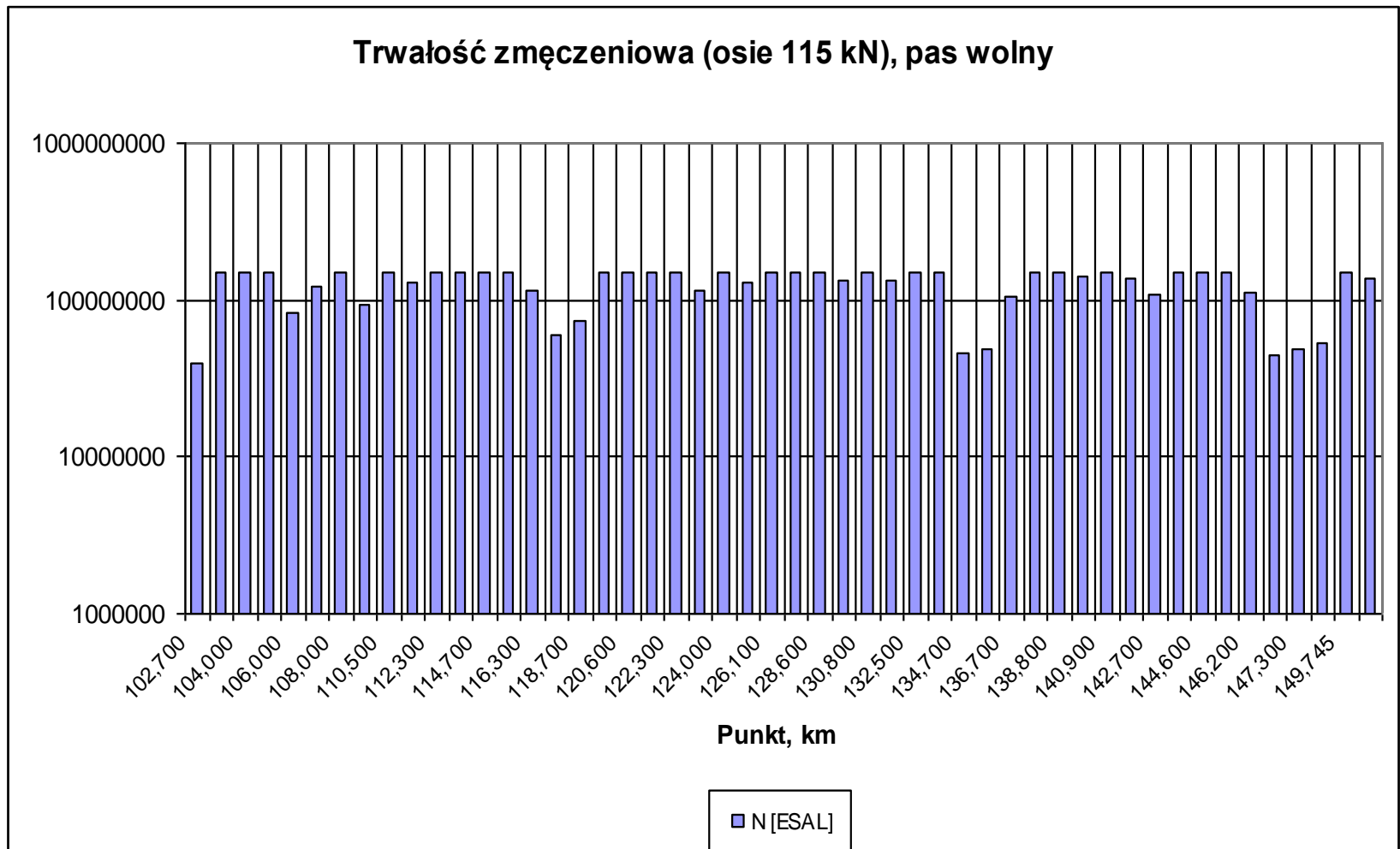


Ocena nośności - badania FWD - identyfikacja parametrów nawierzchni



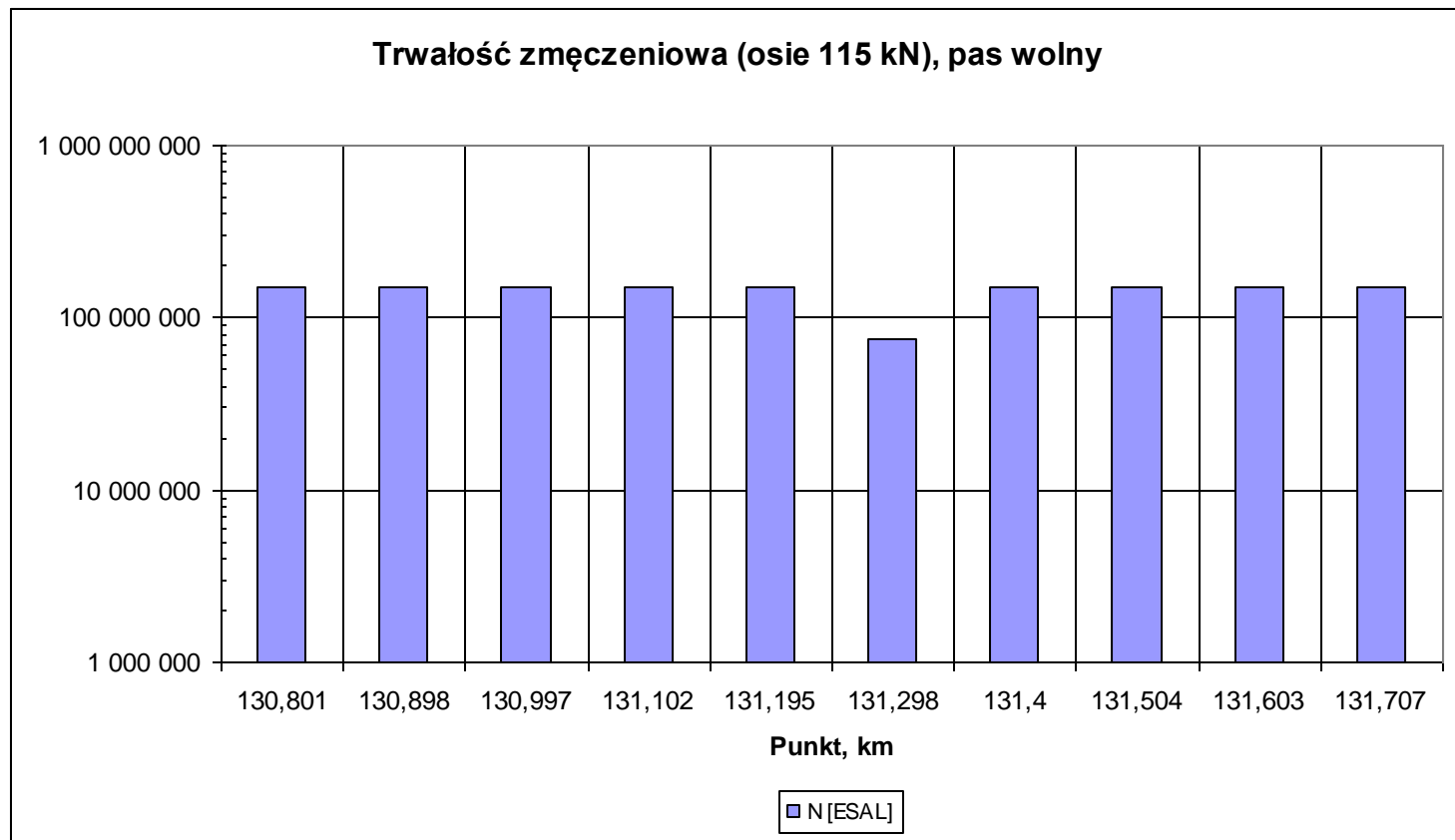


Ocena nośności i trwałości zmęczeniowej- badania FWD



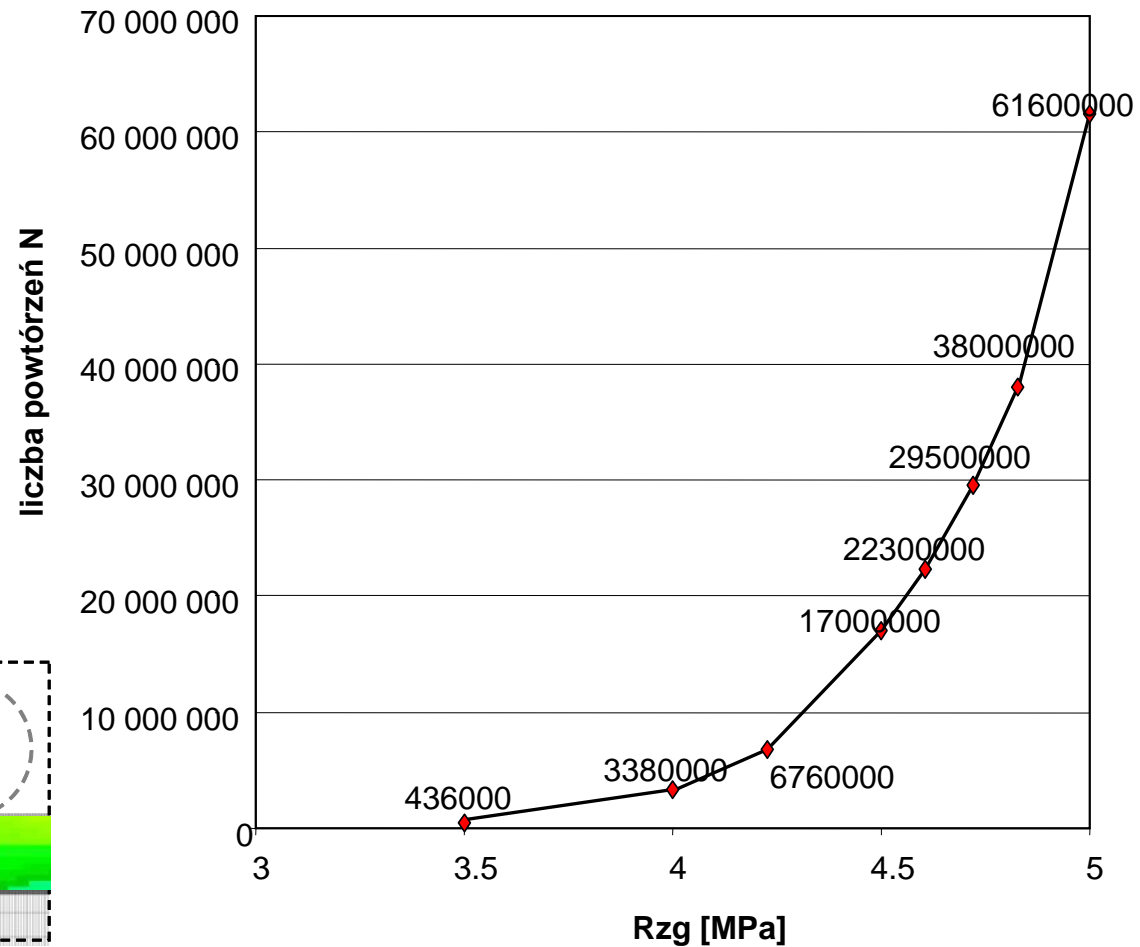
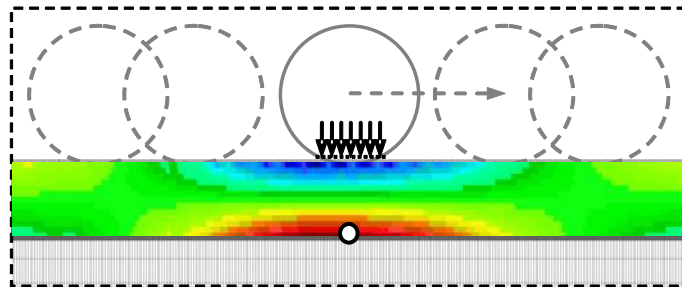


Ocena nośności i trwałości zmęczeniowej- badania FWD nawierzchnia o ciągłym zbrojeniu

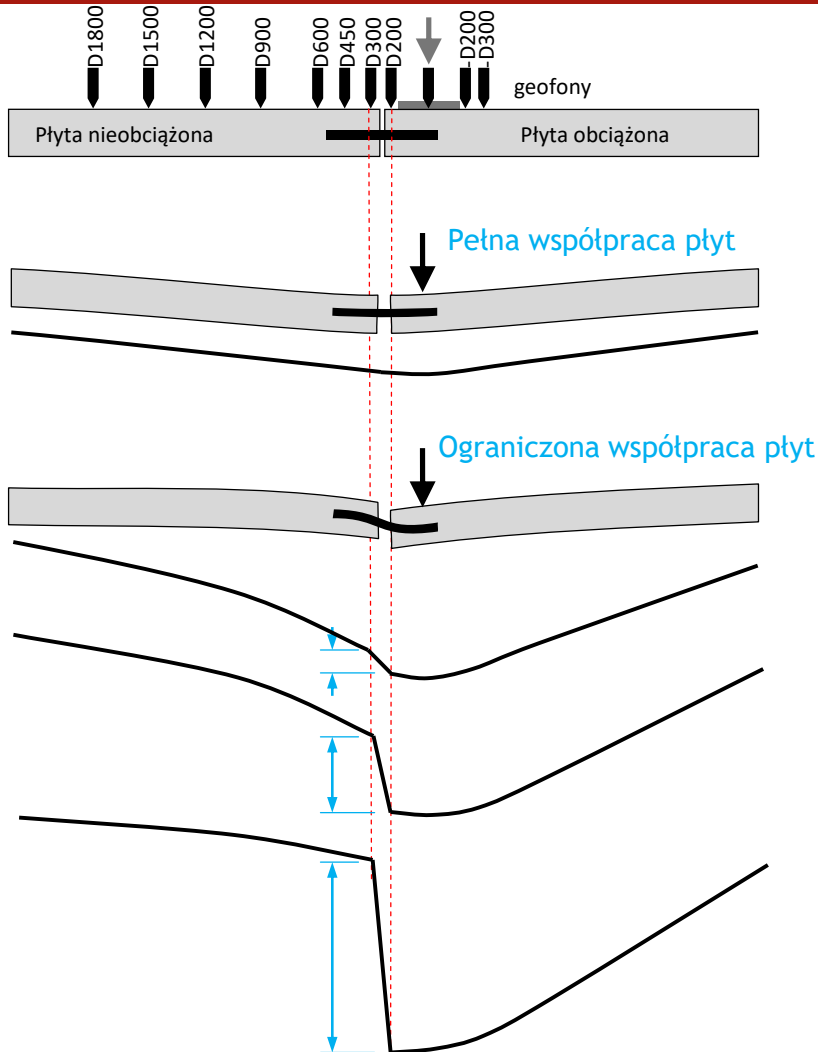




Trwałość zmęczeniowa - wytrzymałość na zginanie betonu



Ocena nośności - badania FWD - współpraca płyt

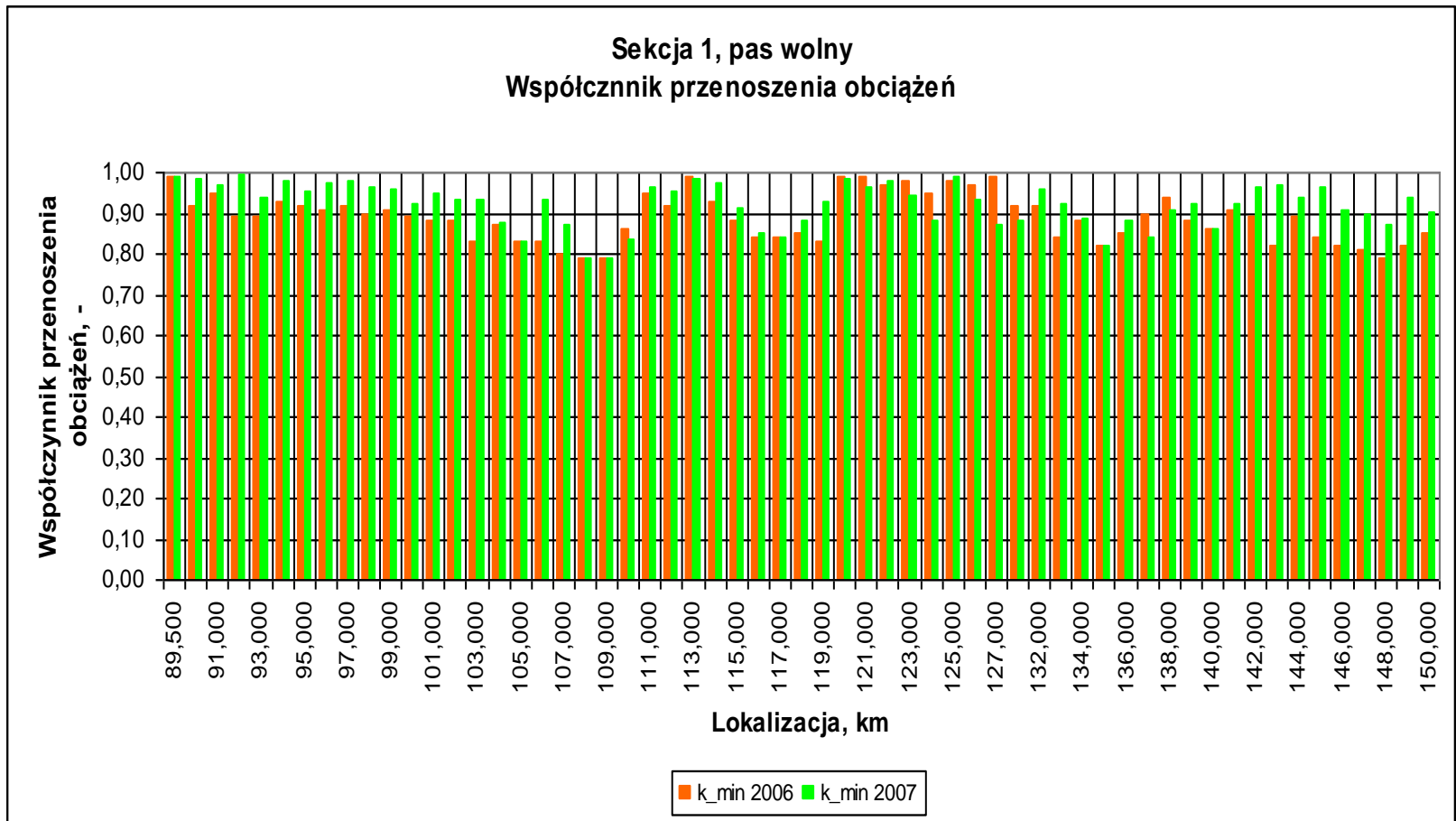


$$LTE = \frac{\delta_{D300}}{\delta_{D200}} \cdot 100\% \geq 80\%$$





Ocena nośności - badania FWD - współpraca płyt

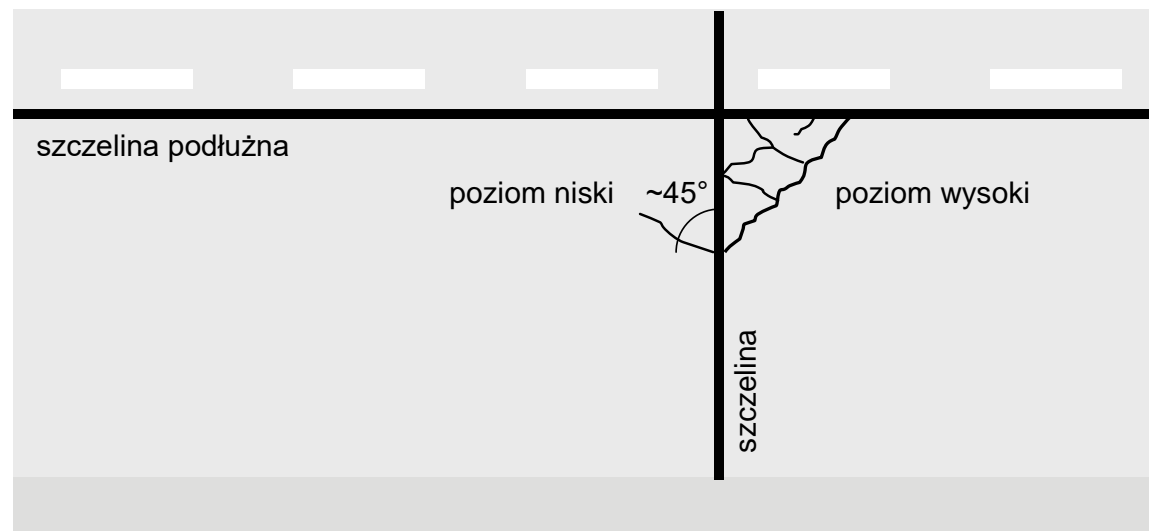




Uszkodzenia nawierzchni betonowych



Pęknięcie w narożu

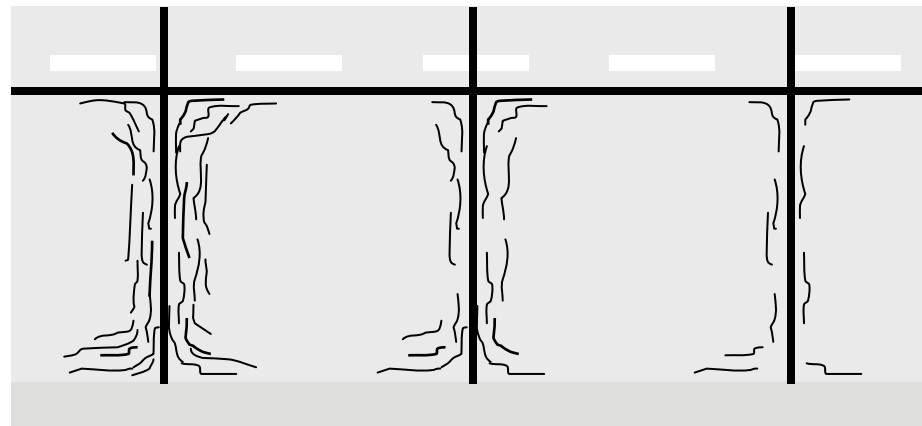




Uszkodzenia nawierzchni betonowych



Pęknięcia przy krawędziach



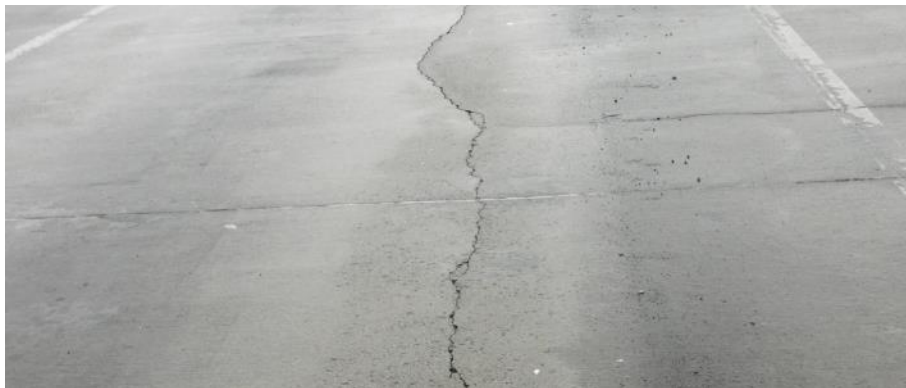
poziom wysoki

poziom średni

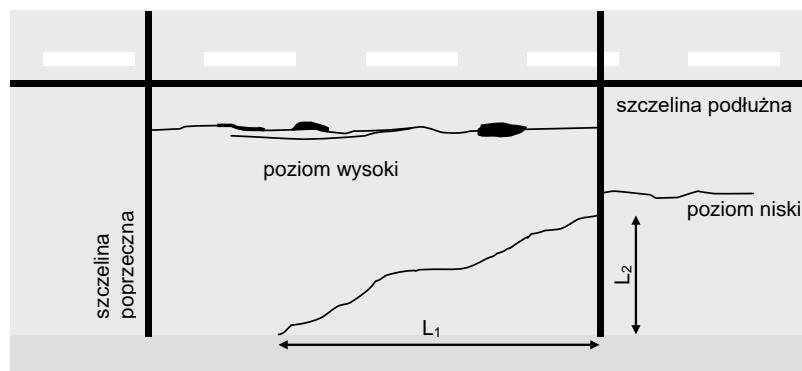
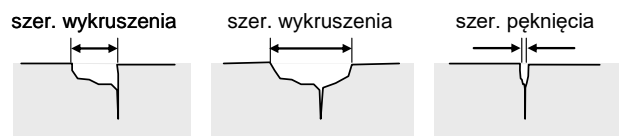
poziom niski



Uszkodzenia nawierzchni betonowych



Pęknięcia podłużne



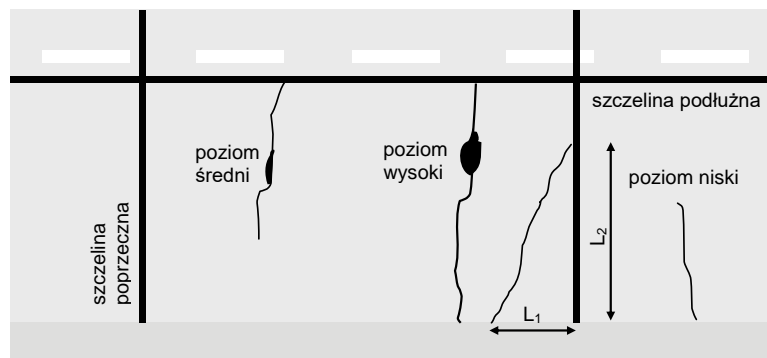
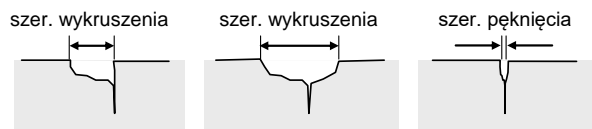
$$L_1 \gg L_2$$



Uszkodzenia nawierzchni betonowych



Pęknięcia poprzeczne

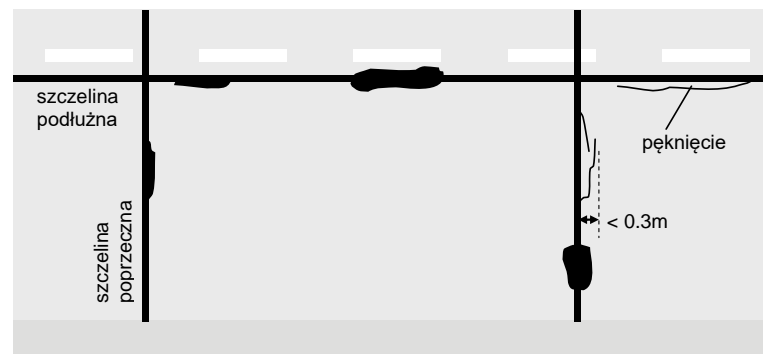
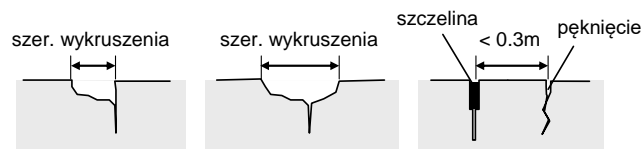


$$L_1 \ll L_2$$

Uszkodzenia nawierzchni betonowych



Uszkodzenia szczelin

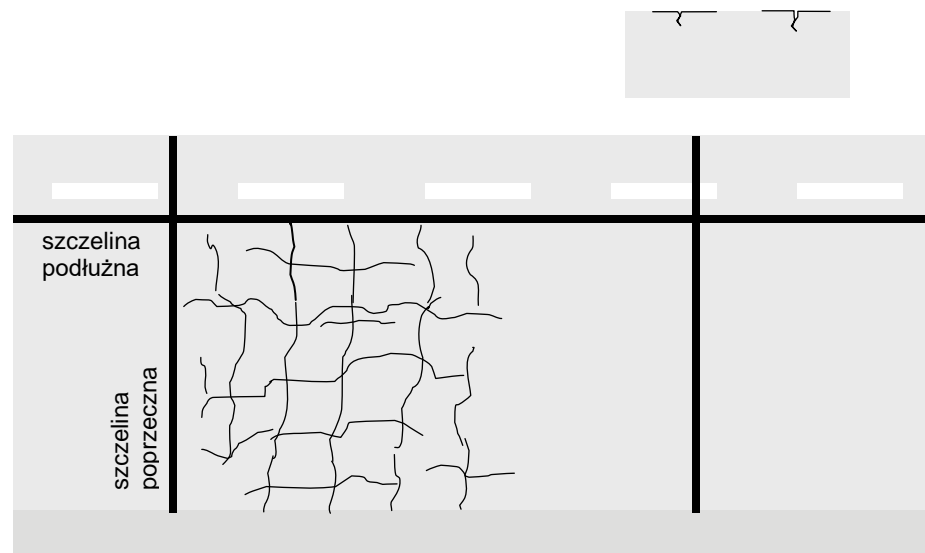




Uszkodzenia nawierzchni betonowych



Spękania powierzchniowe

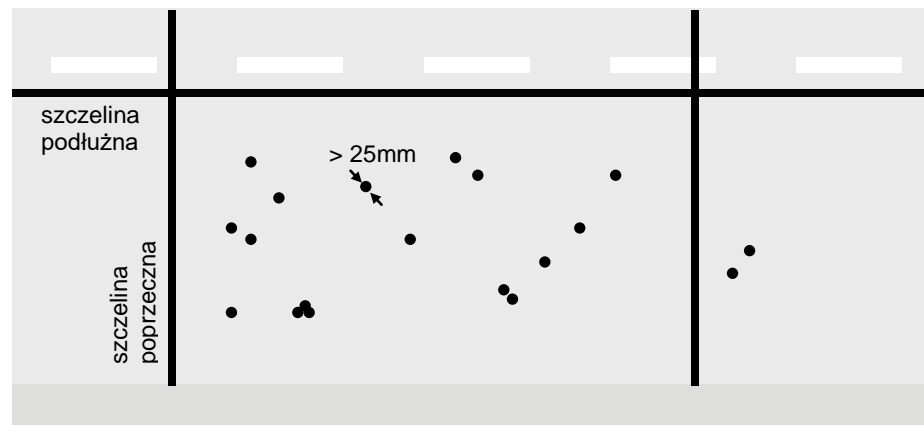




Uszkodzenia nawierzchni betonowych



Ubytki powierzchniowe

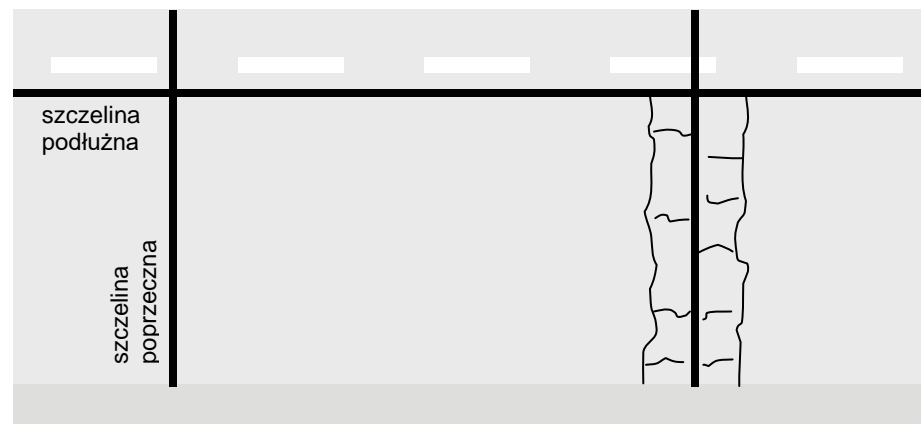




Uszkodzenia nawierzchni betonowych



Wysadziny termiczne

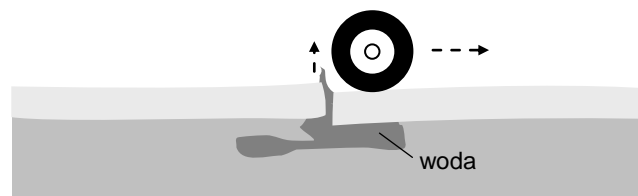
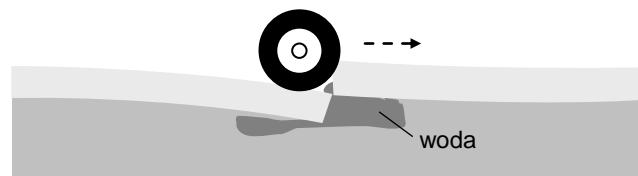




Uszkodzenia nawierzchni betonowych



Zjawisko pompowania

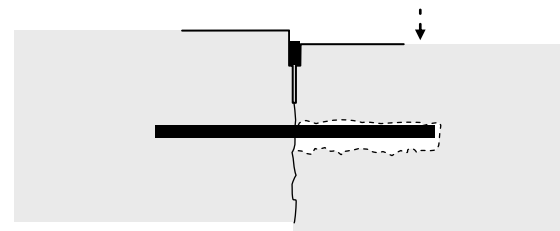
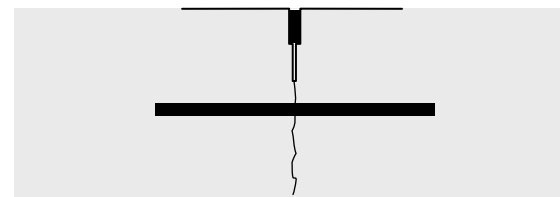




Uszkodzenia nawierzchni betonowych



Zjawisko owalizacji





Naprawa i przebudowa nawierzchni betonowych



Kruszenie starej nawierzchni betonowej A4 (1995) – materiał użyty do warstwy dolnej betonowej i mrozoochronnej

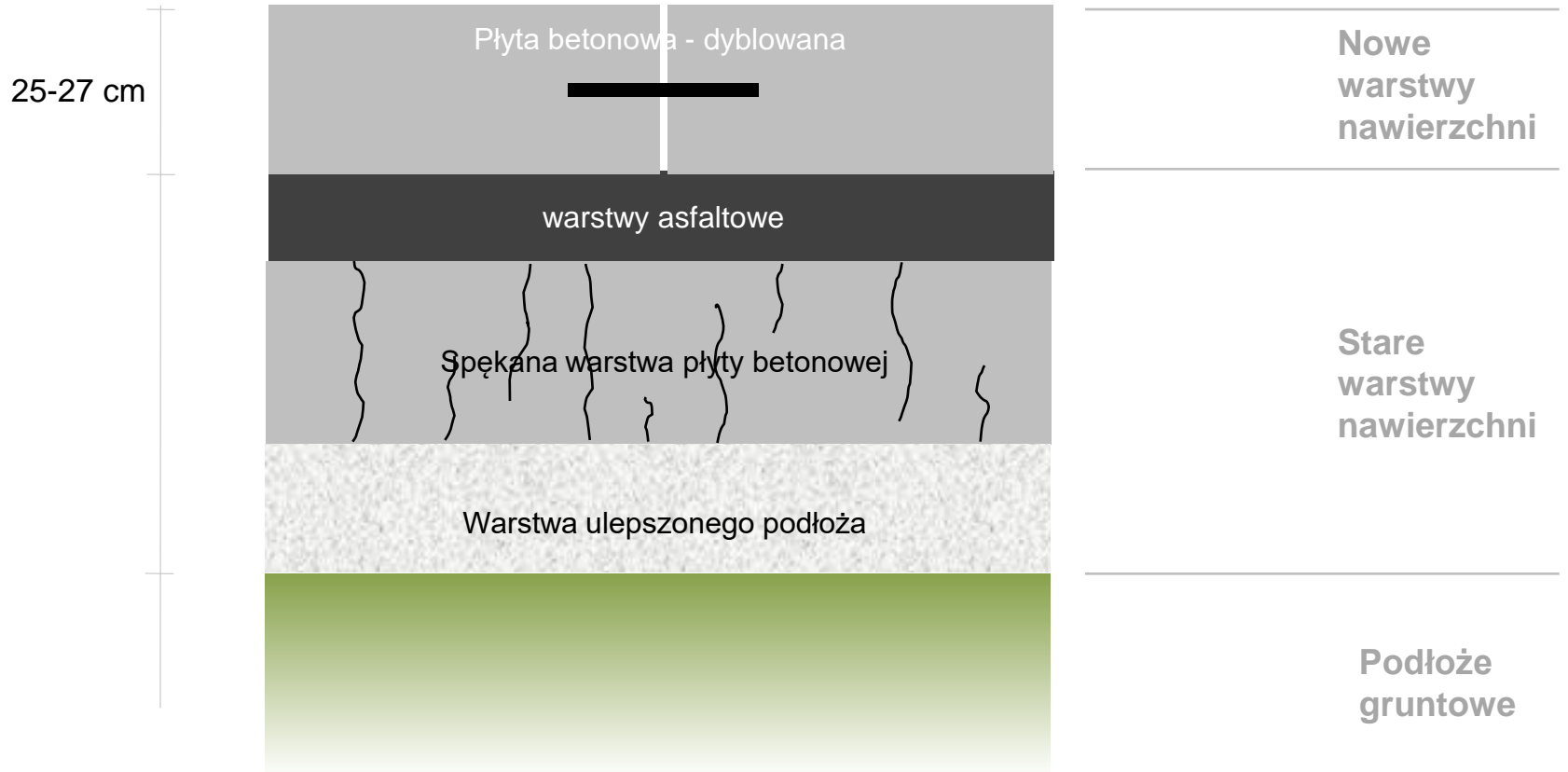


Naprawa i przebudowa nawierzchni betonowych



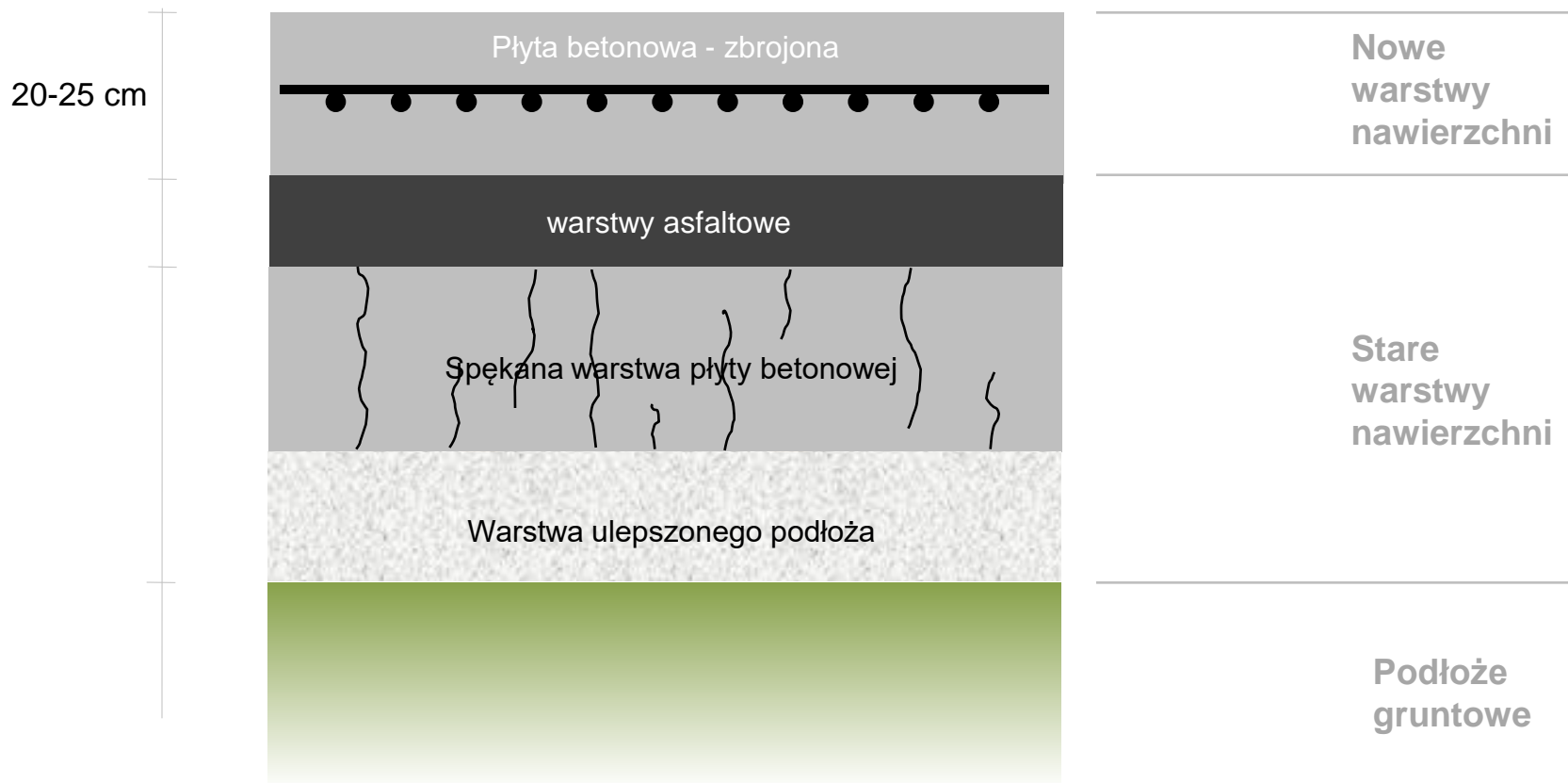


Naprawa i przebudowa nawierzchni

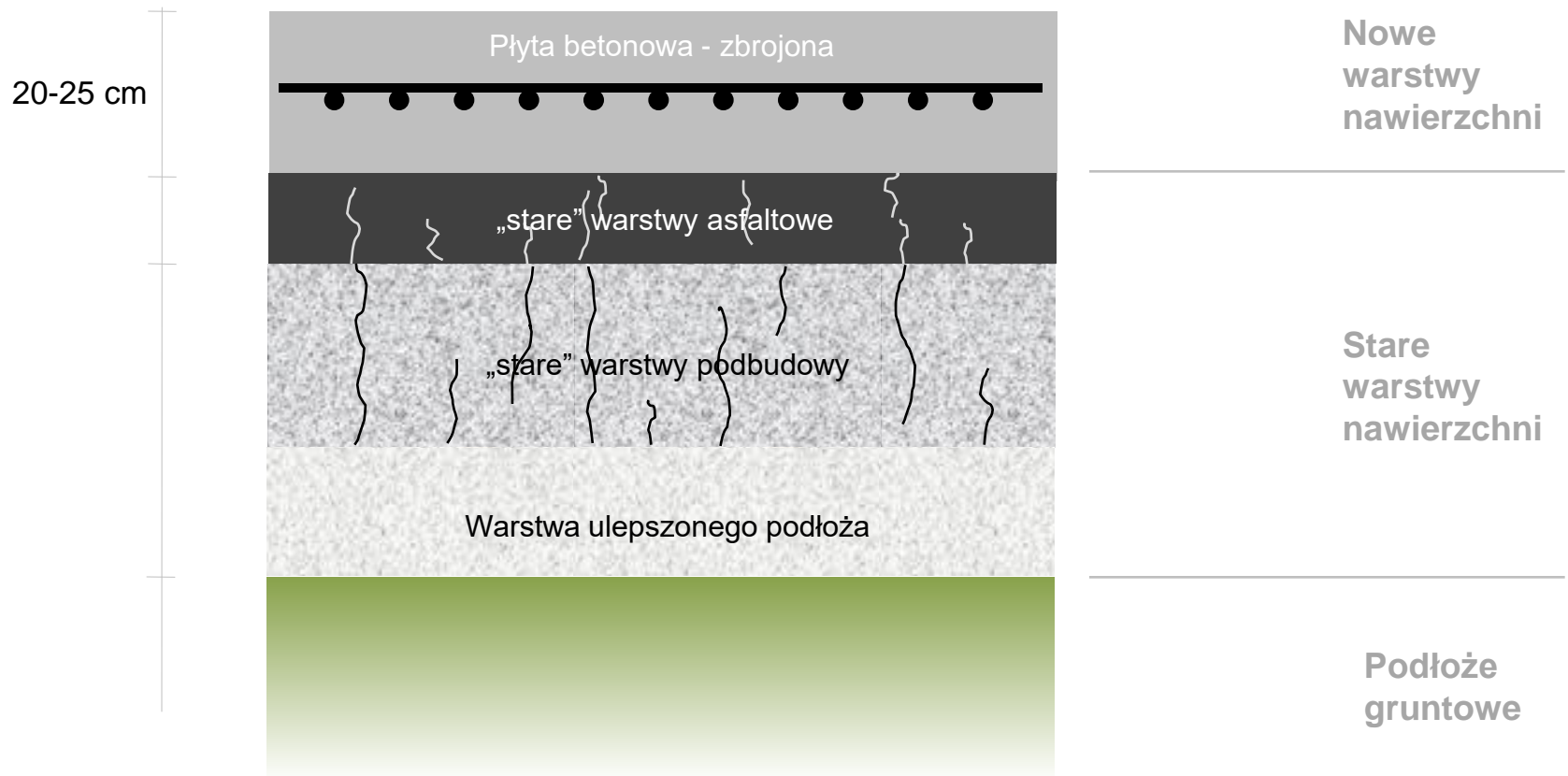




Naprawa i przebudowa nawierzchni

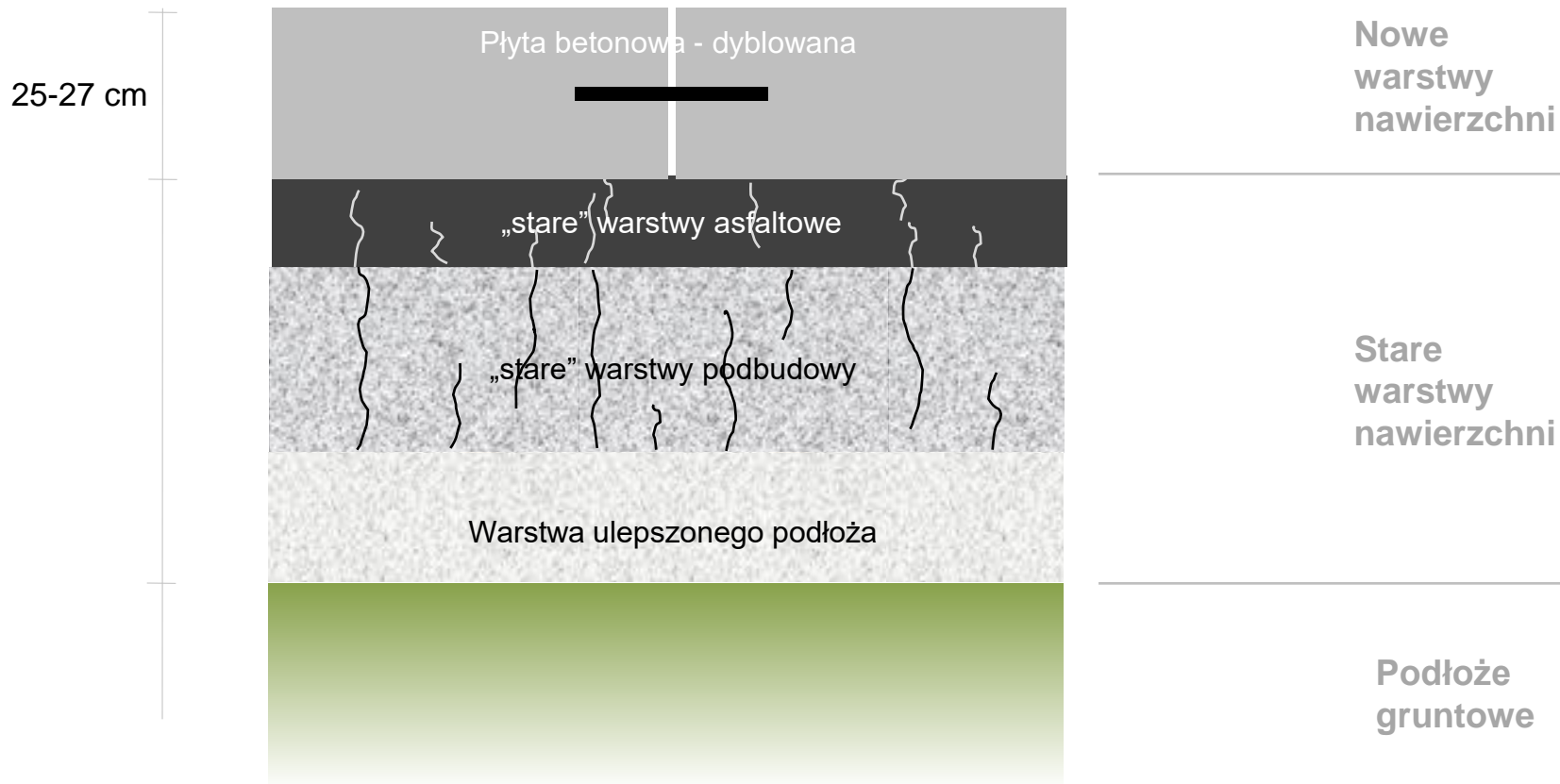


Naprawa i przebudowa nawierzchni - whitetopping



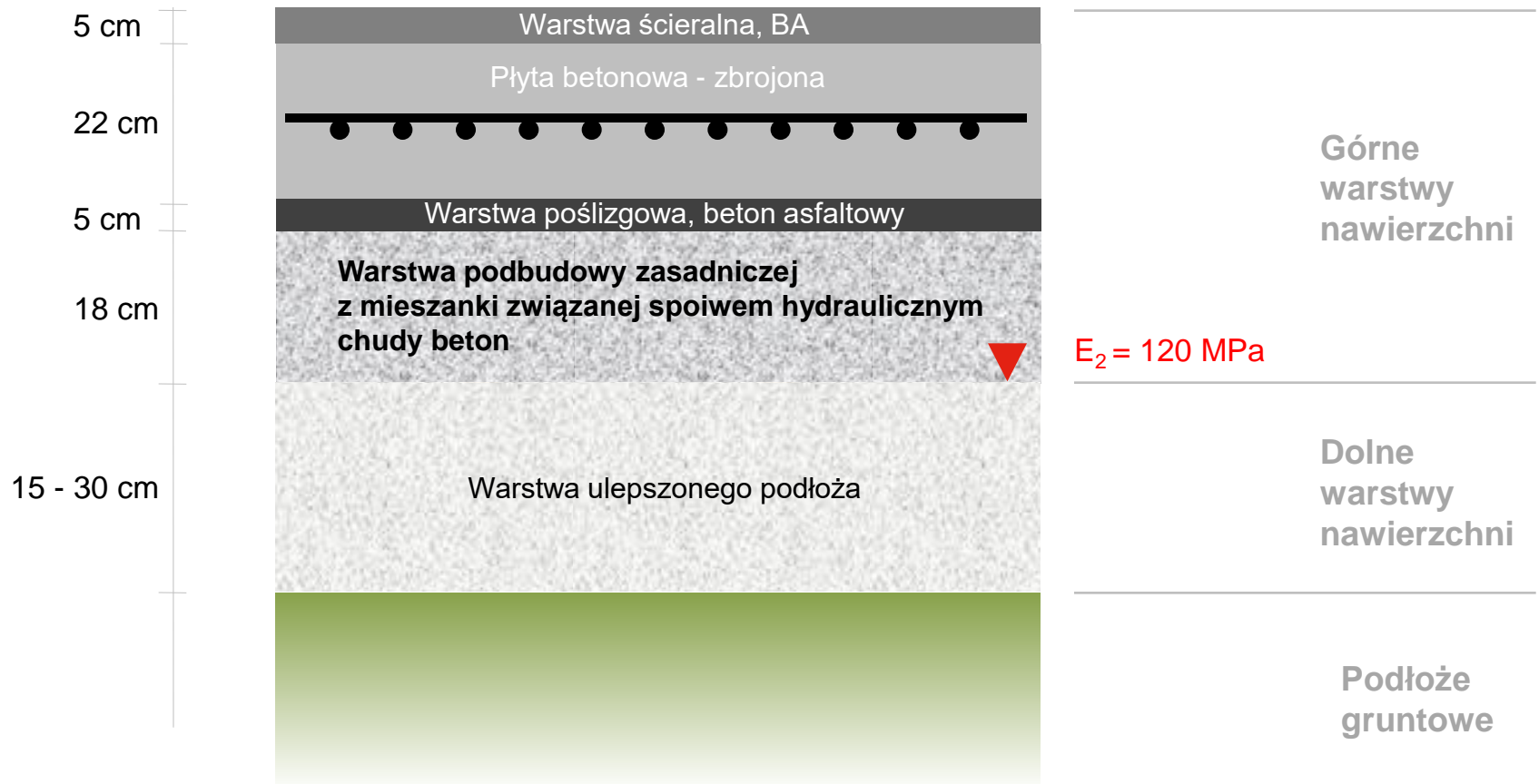


Naprawa i przebudowa nawierzchni - whitetopping



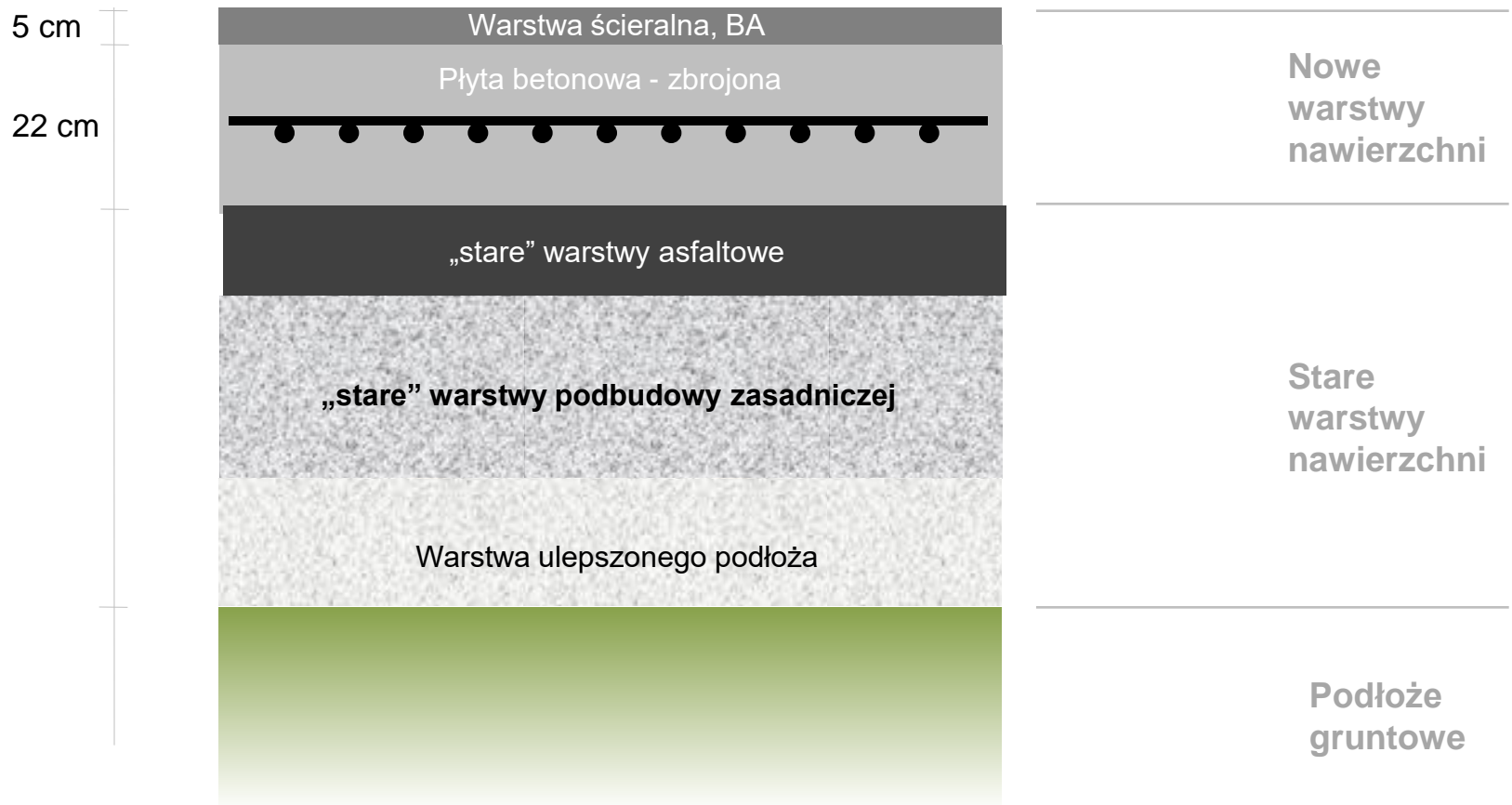


Naprawa i przebudowa nawierzchni





Naprawa i przebudowa nawierzchni





Nawierzchnia lotniska Szymany przed remontem





Badania nawierzchni lotniska Szymany





Odprężanie płyt ultradźwiękami - lotnisko Szymany





Widok odprężonej nawierzchni -lotnisko Szymany





Badania odprężonej nawierzchni -lotnisko Szymany





Wyprofilowanie warstwą kruszywa -lotnisko Szymany





Widok wykonanych nawierzchni -lotnisko Szymany





Widok wykonanych nawierzchni





Widok wykonanej PPS -lotnisko Szymany





Dziękuję za uwagę





Naprawa i przebudowa nawierzchni

