

Diagnostyka Betonowych Nawierzchni Drogowych i Nawierzchni Lotniskowych

Dr hab. inż. Mirosław Graczyk, prof. IBDiM

Z-ca Kierownika Zakładu Diagnostyki Nawierzchni

14.04.2025 r., Warszawa



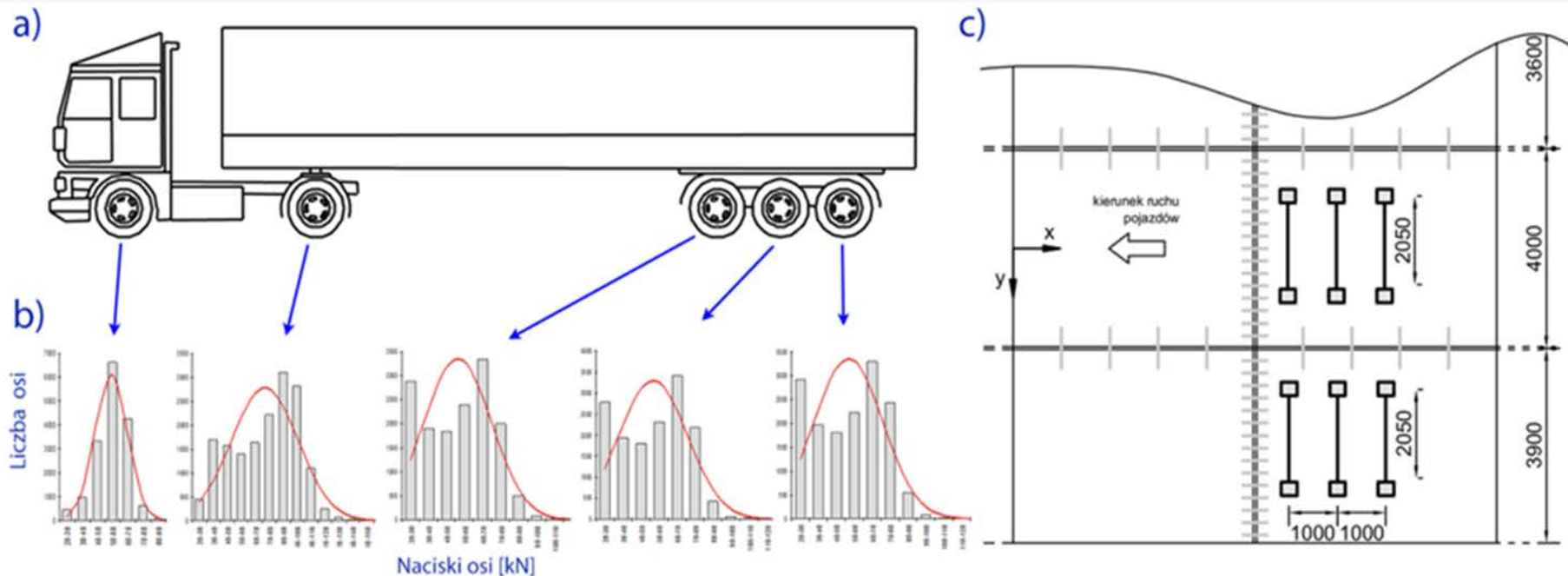
Do podstawowych badań diagnostycznych nawierzchni betonowej zaliczamy:

- Badanie grubości konstrukcji nawierzchni i jej stanu oraz oceny podparcia konstrukcji na podłożu gruntowym.
- Badanie cech geometrycznych nawierzchni takich jak równość podłużna i poprzeczna nawierzchni..
- Pomiar ugięć nawierzchni, czyli zdolności nawierzchni do przenoszenia obciążeń od pojazdów – FWD, HWD. Wyniki ugięć wykorzystywane są do oceny trwałości konstrukcji.
- Badanie cech powierzchniowych jako wizualnej oceny stanu powierzchni nawierzchni, z wykorzystaniem obrazów 2D i 3D.
- Badanie współczynnika tarcia koła pojazdu samochodowego z powierzchnią nawierzchni.

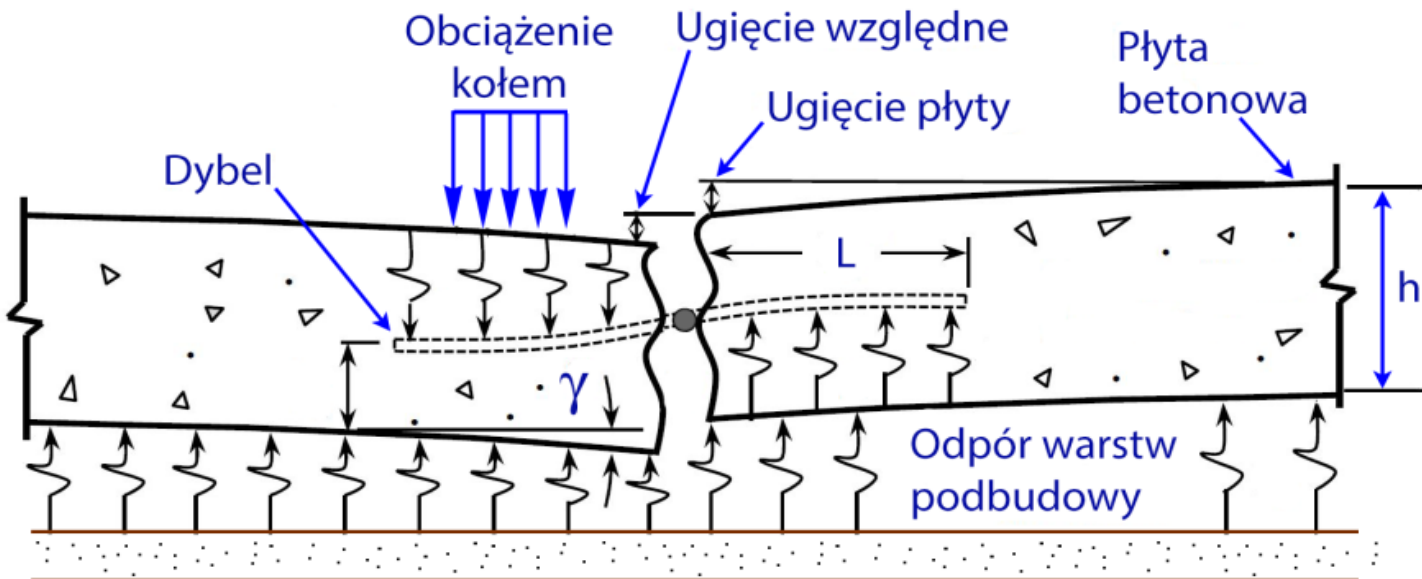
Specyficzne badania odnoszące się do konstrukcji nawierzchni betonowej to:

- Ocena uszkodzeń szczelin - Urządzenia do rejestracji uszkodzeń powierzchniowych nawierzchni tj. identyfikacja wykruszeń, pęknięć i obłamania w betonu przy krawędzi szczeliny.
- Ocena stanu wypełnień w szczelinach - Urządzenia do wideorejestracji uszkodzeń powierzchniowych nawierzchni tj. do obserwacji stanu: masy wypełniającej, wkładek, czy profili, objawiające się przez wypływy, wykruszenia, nieszczelności wypełnień stosowanych w szczelinach dylatacyjnych i skurczowych.
- Ocena stanu dybli i kotew oraz betonu wokół miejsc ich wbudowania. Badania urządzeniami FWD, GPR i metodami ultradźwiękowymi tj. do identyfikacji położenia dybli, czy kotew oraz stanu ich korozji, a także wykruszenia i pęknięcia betonu wokół dybli i kotew.
- Ocena podparcia płyt betonowych w obrębie szczelin. Badania urządzeniami FWD, HWD, GPR – obserwacja stanu erozji podbudowy.

Nawierzchnia drogowa betonowa z typową lokalizacją obciążeń od pojazdu ciężarowego



Schemat zachowania dybla w nawierzchni betonowej



Cel zastosowania dybli w płytach betonowych:

- Zapewnienie dużej trwałości nawierzchni.
- Współpraca płyt betonowych poprzez odpowiednie przekazywanie obciążeń między krawędziami płyt (Load Transfer Efficiency - LTE) i umożliwienie swobodnego rozszerzania lub kurczenia płyt, które są wywołane zmianami temperatury i wilgotności.
- Dyble łącząc krawędzie płyt, prostopadłe do kierunku ruchu, zapewniają przenoszenie oraz równomierne rozłożenie obciążeń, co zmniejsza intensywność naprężeń i ugięć, a tym samym ogranicza akumulację uszkodzeń, a w konsekwencji zwiększa trwałość konstrukcji nawierzchni.
- Dyble minimalizują ruchy pionowe krawędzi płyt przy szczelinach, co zapobiega klawiszowaniu (powstawaniu progów) płyt.

Urządzenie FWD do badania ugięć nawierzchni



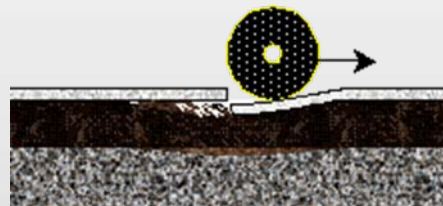
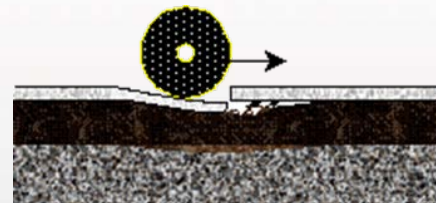
Typowe uszkodzenia nawierzchni z
betonu cementowego



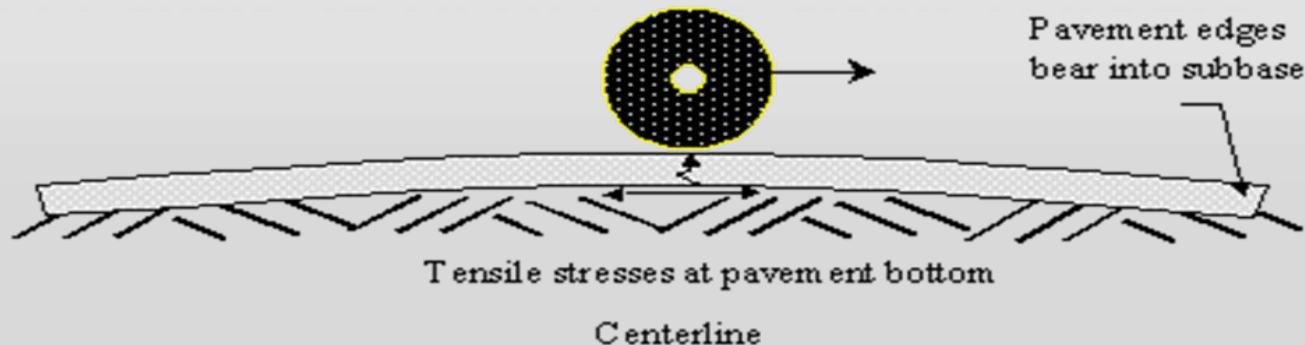
- Klawiszowanie płyt- uskok
- Poprzeczne pęknięcia generowane od spodu płyty
- Poprzeczne pęknięcia generowane od powierzchni płyty i rozwijające się do jej spodu

Klawiszowanie płyt- uskok

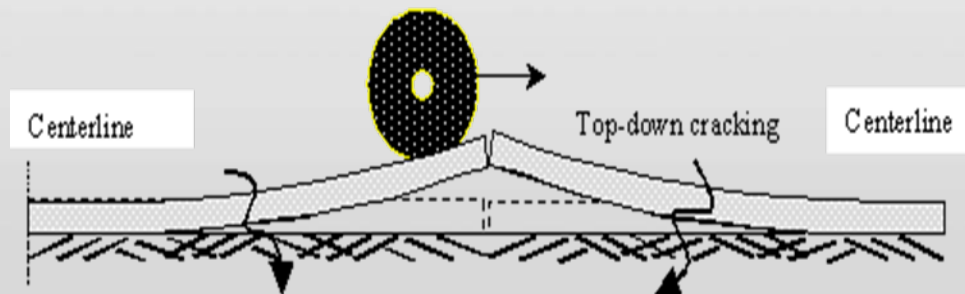
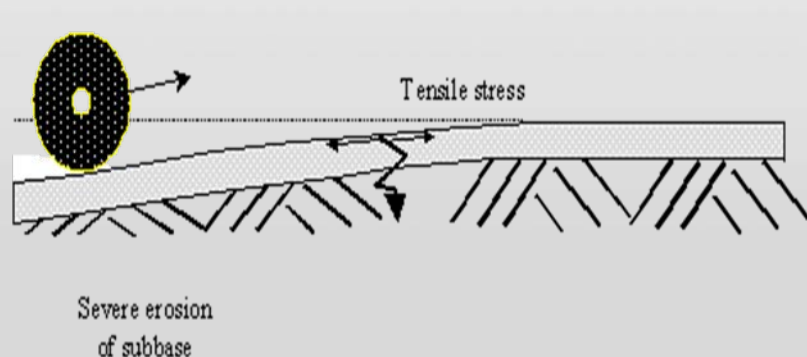
występuje na szczelinie poprzecznej – uskok poprzeczny na szczelinie jest różnicą poziomów sąsiadujących poprzecznych krawędzi płyt. Mierzony jest w odległości ok. 30cm od krawędzi płyty (od podłużnej szczeliny na pasie o typowej szerokości) lub ok. 30 cm od skrajnej prawej linii pasa ruchu, jeżeli szerokość płyty jest większa od typowej.



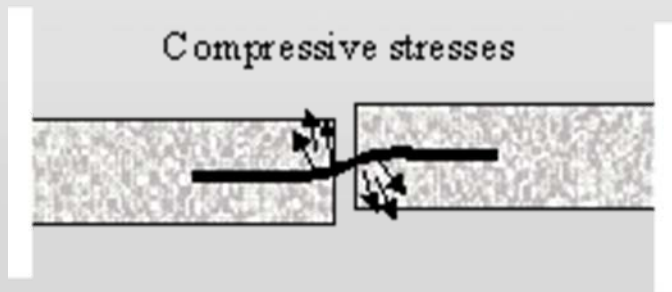
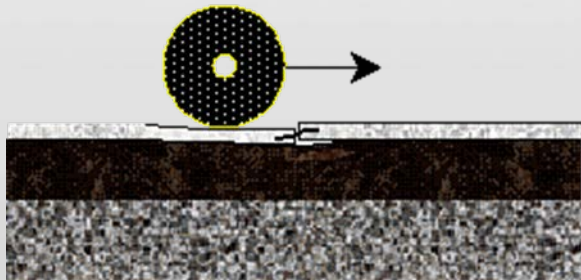
Poprzeczne pęknięcia generowane od spodu płyty i rozwijające się do góry — gdy w czasie ruchu pojazdu koła znajdują się blisko podłużnej krawędzi płyty, w środku płyty pomiędzy szczelinami poprzecznymi występują krytyczne naprężenia rozciągające na spodzie płyty pod obciążającym ją kołem. Naprężenia te wzrastają znacznie, kiedy powstaje równocześnie wysoki dodatni gradient temperatury, przechodzący przez całą miąższość płyty (powierzchnia górna płyty jest dużo cieplejsza od jej spodu), w takim przypadku występują duże dodatkowe naprężenia rozciągające.



Poprzeczne pęknięcia generowane od powierzchni płyty i rozwijające się do jej spodu — Wynikiem powtarzalnych obciążeń od kół ciężkich pojazdów, z określoną małą odległością między osiami, przy jednoczesnym występowaniu wysokich ujemnych wartości gradientów temperatury w nawierzchni, jest powstawanie zniszczeń zmęczeniowych na górnej powierzchni płyty, które mogą objawiać się w postaci pęknięć poprzecznych czy ukośnych, a następnie propagować się w głąb nawierzchni.



Uskoki— powstawanie ich jest wynikiem złożonych oddziaływań takich jak powtarzalne obciążenia poruszających się kół (osi) pojazdów ciężkich, słabe przenoszenie obciążeń przez szczeliny poprzeczne, występowanie wody pod płytami betonowymi, erozja podbudowy i podłoża gruntowego, jak również erozja materiału podbudowy poboczy oraz wyginanie krawędzi płyt do góry.



Rodzaje nawierzchni lotniskowych

- Nawierzchnie naturalne:
 - gruntowe
 - darniowe
- Nawierzchnie sztuczne:
 - sztywne (betonowe)
 - podatne (asfaltowe)
 - półsztywne (asfaltowo-betonowe)





Nośność Nawierzchni Lotniskowej ACN - PCN

Liczba klasyfikacyjna nawierzchni PCN

PCN -to wartość opisująca nośność nawierzchni odpowiadającą nieograniczonemu użytkowaniu,

Dane o nośności nawierzchni określonej metodą PCN-ACN udostępnia się w następującej postaci:

PCN - / A / B / C / D / E /

gdzie:

A - liczba PCN,

B - określenie rodzaju nawierzchni,

C - określenie nośności podłoża,

D - określenie największego dopuszczalnego ciśnienia w oponach,

E - określenie metody oceny.

Nośność Nawierzchni Lotniskowej ACR – PCR Wskaźnik klasyfikacyjny nawierzchni PCR

PCR – to wartość opisująca nośność nawierzchni odpowiadającą nieograniczonemu użytkowaniu,

Dane o nośności nawierzchni określonej metodą PCR-ACR udostępnia się w następującej postaci:

PCR- / A / B / C / D / E /

gdzie:

A – wskaźnik PCR,

B – określenie rodzaju nawierzchni,

C – określenie nośności podłoża,

D – określenie największego dopuszczalnego ciśnienia w oponach,

E – określenie metody oceny.



**INSTYTUT BADAWCZY
DRÓG I MOSTÓW**
ROAD AND BRIDGE
RESEARCH INSTITUTE

1955 - 2025

Dr hab. inż. Mirosław Graczyk, prof. IBDiM
miroslaw.graczyk@ibdim.edu.pl