

Wytyczne diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich

Dział 6 Nośność (Podprojekt PP-U)

- wersja robocza -

Historia dokumentu

Nazwa dokumentu	Wytyczne diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich, Dział 6 Nośność (Podprojekt PP-U)
Nazwa pliku	nośność_180719
Data utworzenia	15. marca 2018
Data ostatniej zmiany	19. lipca 2018

Wersja	Data	Opis zmian	Autor
0.1	15.03.2018	Pierwsza wersja	Anna Niedzielska
0.2	10.04.2018	Uzupełnienie	Paulina Brzezińska
0.3	12.04.2018	Korekta	Anna Niedzielska
0.4	16.04.2018	Korekta	Wojciech Smęt
0.5	17.04.2018	Prace redakcyjne	Marek Skakuj
0.6	15.05.2018	Wprowadzenie zmian po uwagach zamawiającego	Anna Niedzielska
0.7	16.05.2018	Uzupełnienie dokumentu o grubość zastępczą	Paulina Brzezińska
0.8	19.05.2018	Wersja do uzgodnień z zamawiającym	Marek Skakuj
0.9	30.05.2018	Wprowadzenie zmian po uwagach zamawiającego	Anna Niedzielska
0.10	06.06.2018	Prace redakcyjne	Paulina Brzezińska
0.11	14.06.2018	Prace redakcyjne	Marek Skakuj
0.12	18.06.2018	Prace redakcyjne	Marek Skakuj
0.13	18.06.2018	Prace redakcyjne	Paulina Brzezińska
0.14	19.06.2018	Wersja do konsultacji z zamawiającym	Marek Skakuj
0.15	05.07.2018	Uwzględnienie ustaleń ze spotkania roboczego	Anna Niedzielska
0.16	09.07.2018	Wersja do konsultacji z zamawiającym	Marek Skakuj
0.17	11.07.2018	Kontrola przez zamawiającego	Zamawiający
0.18	17.07.2018	Wersja do konsultacji z zamawiającym	Marek Skakuj
0.19	18.07.2018	Kontrola przez zamawiającego	Zamawiający
0.20	18.07.2018	Wersja do konsultacji z zamawiającym	Marek Skakuj

0.21	19.07.2018	Wersja do konsultacji z wykonawcami	Marek Skakuj
------	------------	-------------------------------------	--------------

Stopka redakcyjna

Wytyczne diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich (WDSN) zostały opracowane w ramach realizacji zadania „Dostosowanie wytycznych diagnostycznych stanu nawierzchni do potrzeb dróg wojewódzkich” (numer umowy: ZDW/2/ND/1/2018) na zlecenie następujących Zarządów Dróg:

1. Zarząd Dróg Wojewódzkich w Olsztynie
2. Zarząd Dróg Wojewódzkich w Gdańsku
3. Zachodniopomorski Zarząd Dróg Wojewódzkich w Koszalinie
4. Zarząd Dróg Wojewódzkich w Bydgoszczy
5. Wielkopolski Zarząd Dróg Wojewódzkich w Poznaniu
6. Podlaski Zarząd Dróg Wojewódzkich w Białymstoku

Podstawą do opracowania Wytycznych diagnostyki stanu technicznego nawierzchni dla dróg wojewódzkich była dokumentacja systemu Diagnostyka Stanu Nawierzchni opracowanego przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad.

Spis treści

1	Wprowadzenie	8
1.1	Odniesienia	9
2	Metodologia badań i technika pomiarowa	10
2.1	Pomiar punktowy (FWD)	11
2.2	Pomiar ciągły (TSD)	12
3	Prowadzenie pomiarów	13
3.1	Wymagania jakościowe	13
3.1.1	Punktowy pomiar ugięć (FWD)	13
3.1.2	Ciągły pomiar ugięć (TSD)	15
3.2	Wymagania jakościowe odnośnie fotorejestracji kontrolnej	16
3.2.1	Wymagania jakościowe odnośnie fotorejestracji kontrolnej w przypadku pomiaru punktowego (FWD)	17
3.2.2	Wymagania jakościowe odnośnie fotorejestracji kontrolnej w przypadku pomiaru ciągłego (TSD)	17
3.3	Oznaczenie danych ważnych i nieważnych	18
4	Zapewnienie jakości	19
4.1	Wzorcowanie jednostek pomiarowych	19
4.2	Kontrola własna wykonawcy	19
4.2.1	Pomiar punktowy ugięć (FWD)	19
4.2.2	Pomiar ciągły ugięć (TSD)	19
4.3	Pomiary kontrolne wykonywane przez podmioty trzecie	20
4.3.1	Pomiar punktowy (FWD)	20
4.3.2	Pomiar ciągły (TSD)	20
4.4	Kontrola danych	20
4.5	Kontrola obmiaru prac	20
5	Procedury obliczania wielkości stanu	21
5.1	Ugięcie maksymalne	21
5.2	Wskaźnik krzywizny ugięcia	22
5.3	Grubość zastępcza wzmocnienia	22
5.3.1	Przygotowanie bazy danych pomiarowych	22
5.3.2	Wyznaczenie współczynnika korekty temperaturowej	23
5.3.3	Wyznaczenie ugięć wg metody belki Benkelmana	24
5.3.4	Wyznaczenie ugięcia obliczeniowego	24
5.3.5	Wyznaczenie zastępczej grubości wzmocnienia	25

6	Katalog typowych błędów popełnianych podczas pomiarów	26
6.1	Występowanie miejscowych ograniczeń	26
6.2	Błędy w wykonaniu fotorejestracji kontrolnej	33

Spis załączników

ZAŁ1 Tablica pozwalająca na określenie grubości zastępczej wzmocnienia

1 Wprowadzenie

Nośność drogi określana jest jako liczba osi obliczeniowych jaką droga jest w stanie przenieść w trakcie swojej eksploatacji. Inaczej mówiąc jest to zdolność do przenoszenia obciążeń od ruchu drogowego. Nie oznacza to jednak, że podczas wjazdu na drogę pojazdu ponadnormatywnego (o większym obciążeniu osi niż dopuszczalne) ulegnie ona natychmiastowemu zniszczeniu, tylko że jej trwałość będzie zmniejszała się w szybszym tempie. O nośności świadczy liczba standardowych osi, które nawierzchnia może przenieść do utraty wymaganych dla prawidłowego funkcjonowania właściwości strukturalnych. Nośność można wartościować (dobra, zadowalająca, niezadowalająca, zła itp.) na podstawie czasu (pozostała trwałość) jaki pozostał do momentu utraty nośności.

Nawierzchnia drogi musi mieć nośność zapewniającą przy obecnym i prognozowanym obciążeniu ruchem wymaganą przepisami trwałość. Do obliczenia pozostałej trwałości nawierzchni można wykorzystać tak zwane funkcje zmęczeniowe. Ponieważ obliczenia takie są trudne, a w skali sieci drogowej praktycznie niewykonalne należy znaleźć mierzalny parametr, którego wartość związana jest z trwałością nawierzchni.

Wielkością stosunkowo łatwą do wyznaczenia i bezpośrednio związaną z nośnością nawierzchni są przemieszczenia pionowe konstrukcji czyli **ugięcia**, rejestrowane pod znanym obciążeniem. Pomiar ugięć pozwala na wyznaczenie pozostałej trwałości, więc również na oszacowanie nośności nawierzchni.

Zależność ugięć nawierzchni z jej trwałością jest dosyć złożona i może być różna dla różnych typów konstrukcji nawierzchni. Ugięcia nawierzchni zmieniają się w ciągu eksploatacji drogi. Co najmniej dwa czynniki mają wpływ na ten proces. Starzenie warstw asfaltowych powoduje wzrost ich sztywności i zmniejszenie ugięć sprężystych w miarę upływu czasu. Z drugiej strony oddziaływanie ruchu i czynników atmosferycznych prowadzi do uszkodzeń nawierzchni oraz do zwiększenia jej ugięć. Zmierzone ugięcia są wypadkową co najmniej tych dwóch procesów. Zmiany ugięć w czasie przebiegają też inaczej w zależności od rodzaju podbudowy.

Obecnie pomiary ugięć wykonuje się za pomocą ugięciomierzy. Badają one odpowiedź nawierzchni na obciążenie statyczne (np. płyta VSS), quasi-statyczne poprzez wolno poruszający się pojazd (np. Curviametro porusza się z prędkością do 20 km/h) lub dynamiczne (udarowe), gdzie ugięcie rejestrowane jest pod spadającym z ustalonej wysokości obciążeniem (*FWD – Falling Weight Deflectometer*). Bardziej adekwatną miarą nośności są obciążenia dynamiczne badające odpowiedź nawierzchni na obciążenie spowodowane przez pojazd poruszający się w ruchu drogowym (*TSD – Traffic Speed Deflectometer*).

W niniejszym dokumencie opisano metodologię badań nośności oraz przedstawiono najistotniejsze wymagania, jakie muszą być spełnione w trakcie pomiarów ugięć nawierzchni w zakresie gęstości pomiaru, dokładności poszczególnych odczytów, dopuszczalnych odchyień, itp. Wymaga się, aby w kampanii diagnostycznej były spełnione wszystkie wymienione w niniejszym dokumencie wymagania.

1.1 Odniesienia

Odniesienie	Opis
[DOK1]	Katalog Przebudów i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych KPRNPP. Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, 2013.
[DOK2]	Ocena nośności nawierzchni drogowych na drogach województwa śląskiego oraz łódzkiego z wykorzystaniem ugięciomierza laserowego TSD. Projekt badawczy. Instrukcja wykonywania pomiarów oraz przetwarzania wyników przy wykorzystaniu sprzętu TSD. HELLER Ingenieurgesellschaft mbH, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, 2013.
[DOK3]	Nośność konstrukcji nawierzchni wielowarstwowych w krajowych warunkach klimatycznych, Studia i Materiały: zeszyt 63, Graczyk M., IBDiM, Warszawa 2010.

2 Metodologia badań i technika pomiarowa

W ramach Wytycznych nośność jest oceniana na podstawie pomiaru ugięć nawierzchni, przy czym do pomiaru ugięć przewidziano możliwość stosowania urządzeń typu FWD (pomiar punktowy) oraz urządzeń typu TSD (pomiar ciągły). Pomiary ugięć należy wykonywać za pomocą pojazdów poruszających się w normalnym ruchu lub powodujących zamknięcie pasa ruchu, nie dłuższe niż w przypadku robót szybko postępujących.

Pomiar ugięć odbywa się na sieci dróg wojewódzkich, na drogach jednojezdniowych na prawym zewnętrznym pasie ruchu w kierunku zgodnym z narastającym kilometrażem drogi, natomiast na drogach dwujezdniowych pomiarem objęty jest wyłącznie prawy zewnętrzny pas ruchu jezdni w kierunku zgodnym z narastającym kilometrażem. W zależności od potrzeb zamawiający może zdecydować o zmianie zakresu pomiarów.

Pomiary FWD wykonuje się na środku pasa ruchu, natomiast pomiar TSD wykonuje się w śladzie prawego koła.

Podstawowymi parametrami określanymi w pomiarach ugięć są **ugięcie maksymalne D_0** i **wskaźnik krzywizny ugięcia SCI_{300}** , mierzone w punkcie przyłożenia obciążenia. Dodatkowo, na podstawie wartości ugięć wyznacza się grubość zastępczą wzmocnienia HZ.

Wynikiem pomiaru na poziomie danych elementarnych dla pomiaru ugięcia jest cyfrowa reprezentacja ugięcia maksymalnego nawierzchni oraz wskaźnika krzywizny ugięcia bezpośrednio pomierzone za pomocą ugięciomierzy FWD bądź TSD oraz wyznaczone na ich podstawie wartości unormowane. Dodatkowo rejestruje się temperaturę powietrza oraz temperaturę w połowie grubości pakietu warstw asfaltowych¹. W danych elementarnych zapisuje się także średnicę płyty naciskowej (w przypadku pomiaru punktowego) oraz obciążenie pomiarowe.

W przypadku, kiedy łącznie z pomiarem ugięć nie jest wykonywana fotorejestracja korytarza drogi (podprojekt PP-F), to w ramach pomiarów ugięć wykonuje się fotorejestrację kontrolną, pozwalającą na obserwowanie drogi i warunków w trakcie wykonywania pomiaru (dokumentacja wykonania pomiaru). W przypadku pomiarów wykonywanych urządzeniem FWD, fotorejestrację kontrolną wykonuje się kamerą skierowaną na urządzenie pomiarowe. Zdjęcie z fotorejestracji kontrolnej powinno pokazywać urządzenie pomiarowe, jak również otoczenie urządzenia pomiarowego. W przypadku pomiarów wykonywanych urządzeniem TSD, fotorejestrację kontrolną wykonuje się z kamery frontowej, pozwalającej na obserwowanie drogi i warunków w trakcie wykonywania pomiaru. Informacje o zdjęciach muszą zostać zapisane w pliku z geograficznymi danymi elementarnymi.

¹ Temperaturę w połowie warstw asfaltowych można wyznaczyć korzystając z równań BELLS.

Podczas pomiarów, lokalizacja danych pomiarowych odbywa się wyłącznie za pomocą przypisania wyników do **metra bieżącego pomiaru** oraz do **współrzędnych geograficznych** punktów określających tor przejazdu pojazdu pomiarowego.

Przypisanie pomiarów do lokalizacji geograficznych następuje poprzez zapisanie ich w plikach z geograficznymi danymi elementarnymi. W pliku z geograficznymi danymi elementarnymi są również informacje dodatkowe, takie jak:

- dane określające system pomiarowy,
- dane określające podmiot odpowiedzialny za produkcję systemu pomiarowego,
- przyporządkowanie pomiaru do kampanii pomiarowej,
- czas i data wykonania pomiaru.

Format geograficznych danych elementarnych został opisany w Wytycznych, Dział 13.

2.1 Pomiar punktowy (FWD)

W pomiarze punktowym rejestruje się ugięcia pod określonym obciążeniem spadającym z ustalonej wysokości. Przy użyciu tej metody bada się odpowiedź nawierzchni pod obciążeniem dynamicznym (udarowym).

Pomiar punktowy ugięć wykonywany jest za pomocą ugięciomierza dynamicznego FWD składającego się z samochodu holującego oraz przyczepy pomiarowej. Istotnym elementem aparatury pomiarowej FWD jest płyta naciskowa. Wyposażona jest w zestaw geofonów (rzadziej akcelerometrów lub sejsmometrów), z których jeden jest zlokalizowany bezpośrednio przy płycie, a minimum sześć kolejnych znajduje się na belce pomiarowej. Aby wyniki pomiaru charakteryzowały się wiarygodnością niezwykle istotne jest odpowiednie rozmieszczenie czujników w stosunku do punktu obciążenia. Zalecane rozmieszczenie czujników przedstawia się następująco: 0 – 300 – 600 – 900 – 1200 – 1500 mm od punktu obciążenia. Na podstawie wartości ugięć wyznacza się tzw. czasę ugięcia nawierzchni. Pomiary urządzeniami FWD wykonuje się na środku pasa ruchu.

W przypadku badania nawierzchni asfaltowych należy stosować stalowe płyty naciskowe o średnicy 300 mm wyposażone w poduszkę gumową o grubości minimum 5 mm.

Podczas pomiaru pojazd holujący zatrzymuje się. Zwalniany jest obciążnik, którego spadająca masa wywołuje obciążenia odpowiadające rzeczywistym obciążeniom badanej nawierzchni. Czas oddziaływania impulsu siły wynoszący ok. 20-60 ms zbliżony jest do czasu obciążenia kołem pojazdu. Impuls jest przekazywany z obciążnika, za pośrednictwem układu tłumiącego i płyty stalowej na podłoże (nawierzchnię). W tym czasie ugięcia rejestrowane są za pomocą geofonów.

Ze względu na różnice wartości pomiarów wynikłe z odmiennych obciążeń, temperatur warstw asfaltowych i warunków atmosferycznych tej samej nawierzchni, pozyskane dane muszą zostać poddane normalizacji, aby mogły być porównywalne z wynikami pomiarów w warunkach określonych jako standardowe. Ugięcie standaryzowane to maksymalne ugięcie

nawierzchni, które zostało sprowadzone do warunków standardowych: nacisk 50 kN na powierzchni kołowej o średnicy 300 mm przy temperaturze warstw asfaltowych wynoszącej 20°C.

2.2 Pomiar ciągły (TSD)

Pomiar ciągły ugięć nawierzchni wykonywany jest za pomocą ugięciomierza laserowego TSD, składającego się z pojazdu ciężarowego z izolowaną naczepą kontenerową wyposażoną w co najmniej siedem czujników laserowych przeznaczonych do faktycznego pomiaru. Konstrukcja naczepy osadzona jest na podwoziu z osią pojedynczą, wyposażonym w koła bliźniacze i obciążonym naciskiem 10 ton. Podstawowym celem pomiarów jest uzyskanie wyników dotyczących prędkości deformacji (ugięć) drogi. Pomiar TSD wykonuje się w śladzie prawego koła pojazdu.

Aparatura laserowa ugięciomierza TSD umieszczona jest na specjalnej belce funkcjonującej w systemie bezwładnościowym, która umożliwia utrzymanie stałej pozycji czujników, niezależnie od zmian nachylenia nawierzchni drogowej. Rejestracja polega na wysłaniu wiązki laserowej w kierunku jezdni i przechwyceniu prędkości odbitego od powierzchni drogi strumienia przez czujniki Dopplera. O wartości pomiaru czujnikami Dopplera decyduje prędkość ugięcia i prędkość pojazdu oraz nachylenie.

Aby wyniki pomiaru charakteryzowały się wiarygodnością niezwykle istotne jest odpowiednie rozmieszczenie czujników w stosunku do odległości od osi prawego koła naczepy – 100, 200, 300, 600, 1500, 3500 mm. Pierwszy z czujników kieruje wiązkę laserową w punkt maksymalnego ugięcia drogi; ostatni pełni funkcję referencyjną. Czujniki połączone są z jednostką kontrolną, w której wartości pomiarowe podlegają katalogowaniu oraz wstępnemu przetwarzaniu.

Faktyczne ugięcie nawierzchni drogowej wyliczane jest na podstawie danych dotyczących prędkości ugięcia drogi oraz kąta (pochylenia) drogi dla każdego z mierzonych punktów. Wartość nachylenia jest niezwykle istotna przy wyznaczaniu czasu ugięcia i maksymalnych wartości ugięć na każdym z czujników.

Ze względu na różnice wartości pomiarów wynikłe z odmiennych obciążeń, temperatur warstw asfaltowych i warunków atmosferycznych tej samej nawierzchni, pozyskane dane muszą zostać poddane normalizacji, aby mogły być porównywalne z wynikami pomiarów w warunkach określonych jako standardowe. Ugięcie standaryzowane to maksymalne ugięcie nawierzchni, które należy przeliczyć do równoważnych ugięć FWD według zależności określonych i udokumentowanych przez wykonawcę pomiarów.

3 Prowadzenie pomiarów

3.1 Wymagania jakościowe

Na potrzeby Wytycznych, w odniesieniu do pomiaru ugięć, ustala się następujące wymagania:

3.1.1 Punktowy pomiar ugięć (FWD)

	Nazwa	Jednostka	Wymagany zakres
Ugięcia	1. Gęstość pomiarów	[m]	=100
	2. Dokładność pojedynczego odczytu ugięcia	[μ m]	=1
	3. Obciążenie pomiarowe	[kN]	45-55
	4. Nominalna średnica powierzchni nacisku	[m]	=0,3
	5. Temperatura warstw asfaltowych	[°C]	5-25
	6. Dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych	[m]	≤ 1

Rysunek 1: Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru punktowego ugięć

gdzie:

1. Gęstość pomiarów [m] – odległość między kolejnymi wartościami ugięcia maksymalnego wzdłuż kierunku przejazdu.
2. Dokładność (rozdzielczość) pojedynczego odczytu ugięcia [μ m] – najmniejsza różnica w ugięciu, jaką jest w stanie zarejestrować przyrząd pomiarowy. Dotyczy zarówno ugięcia maksymalnego, jak i czaszy ugięć.
3. Obciążenie pomiarowe [kN] – obciążenie wykorzystane do pomiaru ugięcia podczas pomiaru. Ugięcie zapisane w danych elementarnych musi być ustandaryzowane do

obciążenia nominalnego 50kN za pomocą wzoru: $d = D * \frac{50}{F}$, gdzie D jest ugięciem zarejestrowanym, zaś F – zarejestrowanym obciążeniem w kN. Ugięcie pomierzone również zapisywane jest w danych elementarnych.

4. Nominalna średnica powierzchni nacisku [m] – średnica kołowej powierzchni, na jakiej podczas pomiaru wywołane jest obciążenie.
5. Temperatura warstw asfaltowych T [°C] – temperatura pakietu warstw asfaltowych mierzona w połowie ich grubości w miejscu pomiaru ugięcia. Jeśli łączna grubość warstw asfaltowych jest większa od 24 cm, temperaturę należy mierzyć na głębokości 12 cm. Temperaturę w połowie warstw asfaltowych można wyznaczyć korzystając z tzw. równań BELLS.
6. Dokładność odczytu współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określone są współrzędne geograficzne skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego.

Ponadto

7. Podczas pomiaru podłoże gruntowe nie może być zamrożone, a powierzchnia jezdni musi być czysta i sucha.
8. Pomiar musi odbywać się na środku pasa ruchu, przy czym należy zadbać, aby płyta pomiarowa jak najlepiej przylegała do powierzchni jezdni.
9. Pomiaru nie należy wykonywać na nawierzchni z kostki brukowej, kostki kamiennej lub na nawierzchni gruntowej, w miejscach występowania lokalnych ograniczeń np. przejazdu kolejowe.
10. Pomiar musi zostać wykonany przy świetle dziennym, aby możliwa była kontrola warunków wykonania pomiaru.
11. Wykonawca pomiarów zobowiązany jest do zapewnienia bezpieczeństwa podczas wykonywania pomiarów. Urządzenie pomiarowe musi być odpowiednio oznakowane podczas wykonywania pomiaru. Oznakowanie pojazdu pozostaje w gestii wykonawcy pomiarów.

3.1.2 Ciągły pomiar ugięć (TSD)

	Nazwa	Jednostka	Wymagany zakres
Ugięcia	1. Gęstość pomiarów	[m]	1
	2. Dokładność pojedynczego odczytu ugięcia	[μm]	=1
	3. Obciążenie pomiarowe	[kN]	100
	4. Temperatura warstw asfaltowych	[°C]	5-25
	5. Dokładność lokalizacji współrzędnych geograficznych	[m]	≤ 1
	6. Gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych	[m]	10

Rysunek 2: Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru ciągłego ugięć

gdzie:

1. Gęstość pomiarów [m] – odległość między kolejnymi wartościami ugięcia maksymalnego wzdłuż kierunku przejazdu.
2. Dokładność (rozdzielczość) pojedynczego odczytu ugięcia [μm] – najmniejsza różnica w ugięciu, jaką jest w stanie zarejestrować przyrząd pomiarowy. Dotyczy zarówno ugięcia maksymalnego, jak i czaszy ugięć.
3. Obciążenie pomiarowe [kN] – obciążenie wykorzystane do pomiaru ugięcia podczas pomiaru metodą TSD.
4. Temperatura warstw asfaltowych T [°C] – temperatura pakietu warstw asfaltowych mierzona w połowie ich grubości w miejscu pomiaru ugięcia. Jeśli łączna grubość warstw asfaltowych jest większa od 24 cm, temperaturę należy mierzyć na głębokości 12 cm. Temperaturę w połowie warstw asfaltowych można wyznaczyć korzystając z tzw. równań BELLS.
5. Dokładność odczytu współrzędnych geograficznych [m] – dokładność, z jaką określone są współrzędne GPS skojarzone ze zdjęciami pasa drogowego.
6. Gęstość pomiarów współrzędnych geograficznych [m] – odległość między kolejnymi pomiarami współrzędnych geograficznych.

Ponadto:

7. Podczas pomiaru podłoże gruntowe nie może być zamrożone, a powierzchnia jezdni musi być czysta i sucha.
8. Pomiaru nie należy wykonywać na nawierzchni z kostki brukowej, kostki kamiennej lub na nawierzchni gruntowej oraz na przejazdach kolejowych.
9. Pomiar musi zostać wykonany przy świetle dziennym, aby możliwa była kontrola warunków wykonania pomiaru.
10. Kalibrację systemu pomiarowego należy wykonywać co najmniej raz w miesiącu, wykonując co najmniej trzy przejazdy na odcinku ustalonym jako odcinek referencyjny. Istotne jest, aby kalibracja została przeprowadzona w relatywnie stałych warunkach atmosferycznych, a pomiar był prowadzony przy stałej prędkości pomiarowej 60 km/h (najlepiej z zastosowaniem tempomatu).
11. Zaleca się prowadzić pomiary z prędkością nie mniejszą niż 35 km/h i nie większą niż 85 km/h, optymalnie 60 km/h. Utrzymanie stabilnej prędkości zmniejsza liczbę danych poniżej progu jakości systemu kontroli danych TSD, co jest szczególnie istotne na nawierzchniach nierównych.
12. Przed przystąpieniem do pomiarów należy „wygrzewać” sprzęt pomiarowy co najmniej przez dwanaście godzin. Należy przy tym kontrolować stabilność temperatur w naczepie i w razie konieczności (to jest dalszych wahań temperatury) wydłużyć czas „wygrzewania”. Ze względu na długi czas przygotowania sprzętu (stabilizacja temperatury w naczepie) przy podjęciu badań obejmujących kilka dni pomiarowych zaleca się pozostawianie na noc włączonego systemu stabilizacji temperatury.
13. Wykonawca pomiarów zobowiązany jest do zapewnienia bezpieczeństwa podczas wykonywania pomiarów. Urządzenie pomiarowe musi być odpowiednio oznakowane podczas wykonywania pomiaru. Oznakowanie pojazdu pozostaje w gestii wykonawcy pomiarów.

3.2 Wymagania jakościowe odnośnie fotorejestracji kontrolnej

W przypadku, kiedy łącznie z pomiarem ugięć nie jest wykonywana fotorejestracja korytarza drogi (podprojekt PP-F), to w ramach pomiarów ugięć wykonuje się fotorejestrację kontrolną, pozwalającą na obserwowanie drogi i warunków w trakcie wykonywania pomiaru (dokumentacja wykonania pomiaru). W przypadku pomiarów wykonywanych urządzeniem FWD, fotorejestrację kontrolną wykonuje się kamerą skierowaną na urządzenie pomiarowe. Zdjęcie z fotorejestracji kontrolnej powinno pokazywać urządzenie pomiarowe, jak również otoczenie urządzenia pomiarowego. W przypadku pomiarów wykonywanych urządzeniem TSD, fotorejestrację kontrolną wykonuje się z kamery frontowej, pozwalającej na obserwowanie drogi i warunków w trakcie wykonywania pomiaru. Informacje o zdjęciach muszą zostać zapisane w pliku z geograficznymi danymi elementarnymi.

Fotorejestracja kontrolna musi spełniać poniższe wymagania:

3.2.1 Wymagania jakościowe odnośnie fotorejestracji kontrolnej w przypadku pomiaru punktowego (FWD)

1. Fotorejestracja obrazu pasa drogowego ma być wykonana w kolorze.
2. Fotorejestrację kontrolną wykonuje się kamerą skierowaną na urządzenie pomiarowe. Zdjęcie z fotorejestracji kontrolnej powinno pokazywać urządzenie pomiarowe, jak również otoczenie urządzenia pomiarowego w trakcie wykonywania pomiaru.
3. Fotorejestrację kontrolną należy wykonać przy dobrych warunkach pogodowych.
4. Fotorejestracja kontrolna musi pokazywać miejsce wykonania pomiaru ugięcia, wynikające z lokalizacji danych pomiarowych za pomocą współrzędnych geograficznych punktów określających tor przejazdu pojazdu pomiarowego.
5. Podczas pomiaru należy zadbać, aby zabrudzenie kamery wykonującej fotorejestrację kontrolną (owady, pył, krople deszczu itd.) nie wpływało negatywnie na czytelność zdjęcia. Jakość zdjęcia należy kontrolować podczas jazdy i jeżeli jest to konieczne, przerwać pomiary i kontynuować je dopiero po oczyszczeniu kamery.
6. Ustawienia ekspozycji kamery muszą zostać tak dobrane, żeby nagłe zmiany oświetlenia, względnie bocznie padające światło słoneczne nie prowadziły do niedoświetlenia lub prześwietlenia zdjęcia (zdjęcia nie mogą być przyćmione, zaciemnione, źle oddające barwy albo mocno zaszumione).
7. Minimalna rozdzielczość fotorejestracji kontrolnej ma wynosić 1024 x 768 px.
8. Zdjęcia z fotorejestracji kontrolnej muszą zostać zanonimizowane (uniemożliwienie rozpoznania twarzy osób oraz numerów rejestracyjnych pojazdów poprzez „zamazanie” fragmentu zdjęcia).

3.2.2 Wymagania jakościowe odnośnie fotorejestracji kontrolnej w przypadku pomiaru ciągłego (TSD)

1. Fotorejestracja kontrolna ma być wykonana w kolorze, z kamery frontowej (widok do przodu). Zdjęcia należy wykonywać z krokiem 10 metrów.
2. Fotorejestrację kontrolną należy wykonać przy dobrych warunkach pogodowych. Zakłada się, że widoczność na zdjęciu wynosi co najmniej 100 metrów. Należy mieć na uwadze, że jezdnia zajmuje około 2/3 zdjęcia.
3. Fotorejestrację kontrolną należy wykonać przy dobrych warunkach pogodowych.
4. Fotorejestracja kontrolna musi pokazywać miejsce wykonania pomiaru ugięcia, wynikające z lokalizacji danych pomiarowych za pomocą współrzędnych geograficznych punktów określających tor przejazdu pojazdu pomiarowego.
5. Podczas pomiaru należy zadbać, aby zabrudzenie kamery wykonującej fotorejestrację kontrolną (owady, pył, krople deszczu itd.) nie wpływało negatywnie na czytelność zdjęcia. Jakość zdjęcia należy kontrolować podczas jazdy i jeżeli jest to konieczne, przerwać pomiary i kontynuować je dopiero po oczyszczeniu kamery.

6. Ustawienia ekspozycji kamery muszą zostać tak dobrane, żeby nagłe zmiany oświetlenia, względnie bocznie padające światło słoneczne nie prowadziły do niedoświetlenia lub prześwietlenia zdjęcia (zdjęcia nie mogą być przyćmione, zaciemnione, źle oddające barwy albo mocno zaszumione).
7. Minimalna rozdzielczość fotorejestracji kontrolnej ma wynosić 1024 x 768 px.
8. Zdjęcia z fotorejestracji kontrolnej muszą zostać zanonimizowane (uniemożliwienie rozpoznania twarzy osób oraz numerów rejestracyjnych pojazdów poprzez „zamazanie” fragmentu zdjęcia).

3.3 Oznaczenie danych ważnych i nieważnych

Wszelkie zdarzenia szczególne podczas wykonywania pomiarów muszą zostać udokumentowane i dołączone do danych pomiarowych w postaci flag ważności. Flagi ważności zapisuje się w plikach z danymi elementarnymi. Wyróżnia się następujące wartości flag ważności danych:

Flaga G	Znaczenie
0	Dane pomiarowe ważne bez ograniczenia
-99	Brak istniejących danych pomiarowych, z reguły z powodu brakującego przejazdu
-98	Dane nieważne z powodu miejscowych ograniczeń, np. zabrudzenie jezdni, przejazd kolejowy, omijanie parkujących samochodów, przejazd przez plac budowy, manewr wymijania
-97	Niedopuszczalne promienie skrętu w PP-T (promień mniejszy niż 35 m)
-96	Nieprzejezdne z powodu miejscowych ograniczeń, np. objazd, blokada, droga jednokierunkowa
-95	Odcinek diagnostyczny istnieje w tabeli wynikowej, ale jest nieprzejezdny, ponieważ fragment drogi nie istnieje lub jego przeznaczenie zostało zmienione (błąd w danych podstawowych)
-94	Zarezerwowana do przyszłych zastosowań
-93	Ocena stanu uwzględniająca przejazd przez miejscowość / poza miejscowością podała, że nakazana prędkość pomiaru nie została zachowana
-92	Ocena stanu wykazała niedopuszczalne zapisy danych elementarnych, które były oznaczone poprzez G=0
-91	Wartości pomiaru, które zostały zadeklarowane przez kierowcę, jako nieważne, np.: <ul style="list-style-type: none">- opona pomiarowa nie osiągnęła jeszcze wystarczającej temperatury- brak prawidłowego dopływu wody- brak prawidłowego prowadzenia linii pomiarowej

Rysunek 3: Znaczenie flag ważności danych (Flagi G)

4 Zapewnienie jakości

Procesy związane z zapewnieniem jakości opisane zostały w Dziale 10. Znajdują się tam także wyjaśnienia znaczenia poszczególnych działań związanych z zapewnieniem jakości w trakcie przygotowań do pomiarów, podczas wykonywania prac pomiarowych oraz kontroli i weryfikacji zmierzonych danych.

W poniższym Rozdziale podano wartości kontrolne parametrów stosowanych w tych procesach i uszczegółowiono wymagania pod kątem ich stosowania w pomiarach ugięć.

4.1 Wzorcowanie jednostek pomiarowych

Proces wzorcowania jednostki pomiarowej opisany jest w Dziale 10.

Jeżeli pojazd pomiarowy wyposażony jest w systemy pomiarowe umożliwiające wykonywanie badań w kilku podprojektach WDSN to wzorcowanie wykonuje się niezależnie dla każdego systemu pomiarowego.

Przed podpisaniem umowy wykonawca pomiarów zobowiązany jest do przedstawienia zamawiającemu świadectwa wzorcowania dotyczącego urządzenia pomiarowego. Świadectwo musi zawierać szczegółowy opis zweryfikowanych i zatwierdzonych wymagań. Wzorcowanie musi potwierdzać spełnienie wszystkich wymagań dotyczących urządzenia pomiarowego, zawartych w niniejszym dokumencie.

W celu uzyskania świadectwa wzorcowania muszą zostać zachowane tolerancje, określone na rysunku 4.

Parametr	r	σ_r	R	σ_R
D_0 [μm]	8	16	8	16
SCI_{300} [μm]	8	16	8	16

Rysunek 4: Wartości tolerancji powtarzalności i odtwarzalności dla wielkości stanu stosowane do oceny badania wzorcującego i kontrolnego badania wzorcowania w podprojekcie PP-U

4.2 Kontrola własna wykonawcy

Procedura wykonywania kontroli własnej opisana jest w Dziale 10.

4.2.1 Pomiar punktowy ugięć (FWD)

W przypadku pomiarów ugięć zgodnie z metodą FWD (pomiar punktowy) nie wykonuje się kontroli własnej.

4.2.2 Pomiar ciągły ugięć (TSD)

Rezultat pomiaru kontroli własnej wykonawcy uważa się za zaakceptowany, gdy zachowane zostały tolerancje, widoczne na rysunku 5.

Parametr	r	σ_r
D0 [μm]	8	16
SCI ₃₀₀ [μm]	8	16

Rysunek 5: Wartości tolerancji powtarzalności dla wielkości stanu stosowane do oceny powtarzalności pomiarów wykonawcy w ramach kontroli własnej w podprojekcie PP-U

4.3 Pomiary kontrolne wykonywane przez podmioty trzecie

Procedura wykonywania pomiarów kontrolnych opisana jest w Dziale 10.

4.3.1 Pomiar punktowy (FWD)

Pomiarów kontrolnych nie wykonuje się w przypadku punktowego pomiaru ugięć przy pomocy urządzenia FWD.

4.3.2 Pomiar ciągły (TSD)

Wynik pomiaru kontroli wykonywanej przez podmioty trzecie uważa się za zaakceptowany, gdy zachowane zostały tolerancje określone na rysunku 6.

Parametr	R	σ_R
D ₀ [μm]	10	20
SCI ₃₀₀ [μm]	10	20

Rysunek 6: Wartości tolerancji odtwarzalności dla wielkości stanu stosowane do oceny wyników pomiarów w ramach kontroli zewnętrznej w podprojekcie PP-U

4.4 Kontrola danych

Kontrola danych w ramach terminu pośredniego i terminu końcowego realizowana jest zgodnie z Wytycznymi zawartymi w Dziale 10.

4.5 Kontrola obmiaru prac

Kontrola obmiaru prac dla celów fakturowania dokonywana jest przez zamawiającego lub wskazanego przez niego konsultanta. Kontrola obmiaru prac opisana jest w Dziale 10.

5 Procedury obliczania wielkości stanu

Podstawowymi parametrem opisującym nośność są ustandaryzowane ugięcie maksymalne D i ustandaryzowany wskaźnik krzywizny ugięcia SCI (równoważne ugięciu oraz wskaźnikowi krzywizny ugięcia otrzymanymi z urządzenia FWD). Dodatkowo, dla odcinków jednorodnych wyznacza się grubość zastępczą wzmocnienia HZ.

Rysunek 7 przedstawia zestawienie parametrów nośności.

Cecha	Parametr	Jednostka	Skrót	Wielkość	Wartość
Nośność	ugięcie maksymalne	μm	D	X	X
	wskaźnik krzywizny ugięcia	μm	SCI	X	X
	grubość zastępcza wzmocnienia	cm	HZ	X	X

Rysunek 7: Parametry nośności

5.1 Ugięcie maksymalne

Poniżej opisany jest sposób wyznaczenia D_{0FWD} dla danego odcinka diagnostycznego, D_{300FWD} wyznacza się analogicznie w odległości 300 mm od punktu przyłożenia obciążenia pojazdu.

Za wielkość ugięcia maksymalnego dla odcinka diagnostycznego przyjmuje się wartość ustandaryzowaną ugięcia maksymalnego w obrębie danego odcinka diagnostycznego zapisaną w danych elementarnych (wartość ustandaryzowana D_{0FWD} równoważna ugięciu otrzymanemu z aparatu FWD dla rekordu, dla którego odległość od ostatnio wykonanego pomiaru wynosi zero). W przypadku, gdy na dany odcinek diagnostyczny przypadły dwa pomiary lub więcej (pomiar ciągły), przyjmuje się ich średnią.

W przypadku, gdy na dany odcinek diagnostyczny nie przypadł żaden pomiar, przyjmuje się najbliższy pomiar wykonany przed tym odcinkiem lub średnią z pomiarów wykonanych przed tym odcinkiem, o ile został wykonany nie dalej niż 25 metrów przed początkiem odcinka (patrzac w kierunku przejazdu). W danych elementarnych oznacza to wartość zapisaną w metrowym rekordzie razem z odległością od ostatnio wykonanego pomiaru nie większą niż 25 metrów.

5.2 Wskaźnik krzywizny ugięcia

Na podstawie otrzymanych w ten sposób D_{0FWD} i D_{300FWD} obliczane jest SCI_{300FWD} dla odcinka diagnostycznego, wedle wzoru:

$$SCI_{300FWD} = D_{0FWD} - D_{300FWD}$$

5.3 Grubość zastępcza wzmocnienia

W celu wyznaczenia wymaganej grubości zastępczej wzmocnienia opracowano następujący algorytm postępowania [DOK2]:

1. Przygotowanie bazy danych pomiarowych.
2. Wyznaczenie korekty temperaturowej.
3. Wyznaczenie ugięć wg metody belki Benkelmana.
4. Wyznaczenie ugięcia obliczeniowego.
5. Wyznaczenie zastępczej grubości wzmocnienia.

5.3.1 Przygotowanie bazy danych pomiarowych

Do określenia grubości zastępczej wzmocnienia konieczne jest zebranie zestawu danych pomiarowych, przyporządkowanych do sieci drogowej, wraz z informacjami o warunkach pomiaru (temperatury), rodzaju konstrukcji nawierzchni i obciążenia ruchem. Zestawione dane obejmują:

1. Wartość maksymalnego ugięcia ustandaryzowanego w punkcie obciążenia D_{0FWD} ,
2. Lokalizację pomiaru w dowiązaniu do istniejącego systemu referencyjnego,
3. Datę wykonania pomiaru,
4. Temperaturę warstw asfaltowych,
5. Wartość współczynnika sezonowości f_s [DOK3],

Dane	Miesiąc	Wartość
Wartość współczynnika sezonowości f_s	marzec	1,00
	kwiecień	1,04
	maj	1,08
	czerwiec	1,12
	lipiec	1,15
	sierpień	1,17
	wrzesień	1,20
	październik	1,22
	listopad	1,25
	grudzień	1,28

Rysunek 8: Wartość współczynnika sezonowości f_s

6. Wartość współczynnika podbudowy f_P ([DOK1]),

Dane	Typ nawierzchni	Wartość
Wartość współczynnika podbudowy f_P	nawierzchnia podatna	1,00
	nawierzchnia półsztywna	1,10

Rysunek 9: Wartość współczynnika podbudowy f_P

7. Wartość współczynnika przeliczającego ugięcia FWD na ugięcia mierzone belką Benkelmana f_{BB} [DOK3],

Dane	Typ nawierzchni	Wartość
Wartość współczynnika przeliczającego ugięcia FWD na ugięcia mierzone belką Benkelmana f_{BB}	nawierzchnia podatna	1,24
	nawierzchnia półsztywna	1,31

Rysunek 10: Wartość współczynnika przeliczającego ugięcia FWD na ugięcia mierzone belką Benkelmana f_{BB}

8. Ruch całkowity $N_{całk}$ – prognozowane obciążenie nawierzchni ruchem pojazdów ciężkich wyrażone liczbą (mln.) osi obliczeniowych 100 kN w okresie projektowym 30 lat.

5.3.2 Wyznaczenie współczynnika korekty temperaturowej

Aby możliwe było porównywanie wyników pomiarów ugięć (uzyskanych z pomiaru FWD lub TSD) wykonanych w różnych warunkach temperaturowych wprowadza się współczynnik korekcyjny, umożliwiający przeliczenie ugięć zarejestrowanych w temperaturze pomiaru do równoważnych im ugięć występujących w temperaturze 20°C. Dla każdego pomiaru współczynnik temperaturowy f_T obliczany jest wg wzoru [DOK1]:

$$f_T = 1 + 0,02 (20 - T)$$

gdzie T jest wartością temperatury warstw asfaltowych, mierzoną w połowie ich grubości.

5.3.3 Wyznaczenie ugięć wg metody belki Benkelmana

W celu wyznaczenia ugięć uzyskiwanych metodą belki Benkelmana D_{BB} należy zastosować zależność:

$$D_{BB} = f_T \cdot f_s \cdot f_P \cdot f_{BB} \cdot D_{0FWD}$$

gdzie:

f_T – wartość współczynnika temperaturowego. Jeżeli korekta temperaturowa wykonana została w procesie standaryzacji wartość współczynnika temperaturowego należy przyjąć $f_T = 1$,

f_s - wartość współczynnika sezonowości,

f_P - wartość współczynnika podbudowy,

f_{BB} - wartość współczynnika przeliczającego ugięcia FWD na ugięcia mierzone belką Benkelmana,

D_{0FWD} - wartość ugięcia ustandaryzowanego (po korekcie obciążeniowej) uzyskanego aparatem FWD lub wartość ugięcia ustandaryzowanego uzyskanego aparatem TSD przeliczonego na równoważne ugięcie FWD.

5.3.4 Wyznaczenie ugięcia obliczeniowego

Ugięcie obliczeniowe jest to ugięcie sprężyste nawierzchni przyjęte do projektowania grubości nakładki na danym odcinku jednorodnym drogi. Do wyznaczenia ugięcia obliczeniowego konieczne jest więc ustalenie jednorodnych odcinków konstrukcji nawierzchni. W przypadku badań FWD powszechnie stosuje się metodę sum skumulowanych, która pozwala na obserwację zmiany trendu ugięć i wyznaczenie odcinków jednorodnych. Ze względu na długi krok pomiarowy FWD (100 m) odcinki jednorodne przyjmują zwykle długości od kilkuset metrów do kilku kilometrów. W odniesieniu do TSD elementarne dane pomiarowe stanowią ugięcia na odcinku długości 1 m. Wysoka rozdzielczość danych daje możliwość szczegółowej oceny nawierzchni już na poziomie odcinka diagnostycznego. Dlatego wyznacza się stałą długość odcinka jednorodnego 100 m, co jest spójne z innymi parametrami nawierzchni w stosowanym Wytycznych.

Dla każdego odcinka jednorodnego (odcinka diagnostycznego 100 m) wyznacza się ugięcie obliczeniowe D_{obl} wg wzoru:

$$D_{obl} = D_{BB\acute{s}r} + 2S_{BBu}$$

gdzie:

$D_{BB\acute{s}r}$ – średnia ugięć D_{BB} dla odcinka jednorodnego,

S_{BBu} – odchylenie standardowe ugięć D_{BB} na odcinku jednorodnym,

5.3.5 Wyznaczenie zastępczej grubości wzmocnienia

Zastępcza grubość wzmocnienia HZ jest to grubość w przeliczeniu na tłuć standardowy. Do jej wyznaczenia Instytut Badawczy Dróg i Mostów na podstawie [DOK1] opracował tabelę, w której bazując na zależności ugięcia obliczeniowego D_{obl} i ruchu całkowitego N_{calc} wyznaczana jest wymagana zastępcza grubość wzmocnienia [ZAŁ1]. Zasada korzystania z tabeli do wyznaczania grubości zastępczej przedstawiona została na rysunku 11.

		Ugięcie obliczeniowe [mm]																
		_1	_0	_0,05	_0,1	_0,15	_0,2	<u>0,25</u>	_0,3	_0,35	_0,4	_0,45	_0,5	_0,55	_0,6	_0,65	_0,7	_0,75
Ruch całkowity [równoważne osie obliczeniowe 100kN/pas [*10 ⁶]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	<u>1</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	1,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
	1,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	2,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
2,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	10	13

Rysunek 11: Schemat wyznaczania HZ

6 Katalog typowych błędów popełnianych podczas pomiarów

W niniejszym rozdziale przedstawiono typowe błędy, które mogą wystąpić podczas wykonywania pomiarów oraz podano sposób prawidłowej reakcji jednostki wykonującej pomiary w sytuacji stwierdzenia błędu.

6.1 Występowanie miejscowych ograniczeń

Opis problemu:

Wykonanie pomiarów ugięć na odcinkach, gdzie występują różnego rodzaju ograniczenia, skutkuje błędnymi danymi. Parametry nośności na odcinku występowania danego ograniczenia osiągną zawyżone lub zaniżone wartości, co będzie miało wpływ na średnią wartość danego parametru na całej drodze. Do najczęściej występujących miejscowych ograniczeń należą: przejazdy przez tory kolejowe, manewry wyprzedzania, pomiary na mokrej lub zabrudzonej nawierzchni, pomiary na nawierzchniach nieutwardzonych lub wykonanych z kostki brukowej oraz pomiary na odcinkach będących w remoncie.

Rozwiązanie:

W sytuacji przejazdu pojazdu pomiarowego przez obszar objęty ograniczeniami, które mogą wpłynąć negatywnie na wyniki pomiaru należy na odcinku występowania danego ograniczenia zastosować flagę ważności danych G=-98 (dane nieważne z powodu miejscowych ograniczeń).

Przykłady:

Poniższe przykłady obrazują najczęstsze ograniczenia miejscowe występujące podczas realizacji pomiarów:



Przykład 1: Przejazd przez tory kolejowe



Przykład 2: Przejazd przez tory kolejowe



Przykład 3: Przejazd przez tory kolejowe na jezdni



Przykład 4: Manewr omijania pojazdu stojącego na poboczu



Przykład 5: Manewr wyprzedzania pojazdu



Przykład 6: Manewr wyprzedzania pojazdu



Przykład 7: Manewr wyprzedzania rowerzysty



Przykład 8: Mokra nawierzchnia



Przykład 9: Pomiar podczas złych warunków pogodowych (deszcz)



Przykład 10: Przebudowa drogi



Przykład 11: Nawierzchnia z kostki brukowej



Przykład 12: Zabrudzenie nawierzchni (liście)



Przykład 13: Zabrudzenie nawierzchni (kruszywo, piasek)

6.2 Błędy w wykonaniu fotorejestracji kontrolnej

Opis problemu:

W przypadku, kiedy łącznie z pomiarem ugięć nie jest wykonywana fotorejestracja korytarza drogi (podprojekt PP-F), to w ramach pomiarów ugięć wykonuje się fotorejestrację kontrolną, pozwalającą na obserwowanie drogi i warunków w trakcie wykonywania pomiaru (dokumentacja wykonania pomiaru). W przypadku pomiarów wykonywanych urządzeniem FWD, fotorejestrację kontrolną wykonuje się kamerą skierowaną na urządzenie pomiarowe. Zdjęcie z fotorejestracji kontrolnej powinno pokazywać urządzenie pomiarowe, jak również otoczenie urządzenia pomiarowego. W przypadku pomiarów wykonywanych urządzeniem TSD, fotorejestrację kontrolną wykonuje się z kamery frontowej, pozwalającej na obserwowanie drogi i warunków w trakcie wykonywania pomiaru.

Jeżeli fotorejestracja kontrolna nie spełnia wymagań określonych w Rozdziale 3.2, wykonawca pomiarów zobowiązany jest do podjęcia stosownych kroków w celu spełnienia narzuconych wymagań.

Rozwiązanie:

Jeżeli dokumentacja fotograficzna nie pozwala jednoznacznie stwierdzić, czy warunki wykonania pomiaru zostały spełnione, wyniki pomiarów należy oznaczyć jako nieważne i wykonać pomiar ponownie na danym odcinku.

Przykłady:

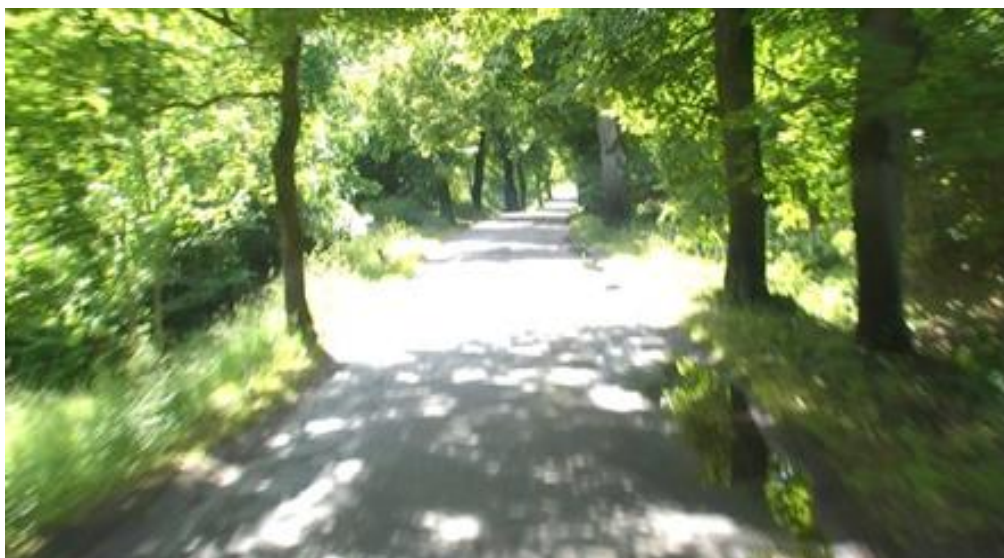
Poniższe przykłady obrazują najczęstsze błędy uniemożliwiające kontrolę pomiarów:



Przykład 14: Pomiar podczas złych warunków pogodowych (deszcz)



Przykład 15: Zdjęcie frontowe złej jakości uniemożliwiające kontrolę pomiarów



Przykład 16: Zdjęcie frontowe złej jakości uniemożliwiające kontrolę pomiarów



Przykład 17: Zdjęcie frontowe złej jakości uniemożliwiające kontrolę pomiarów

Spis rysunków

Rysunek 1: Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru punktowego ugięć	13
Rysunek 2: Wartości liczbowe do wymagań dla pomiaru ciągłego ugięć	15
Rysunek 3: Znaczenie flag ważności danych (Flagi G).....	18
Rysunek 4: Wartości tolerancji powtarzalności i odtwarzalności dla wielkości stanu stosowane do oceny badania wzorcującego i kontrolnego badania wzorcowania w podprojekcie PP-U.....	19
Rysunek 5: Wartości tolerancji powtarzalności dla wielkości stanu stosowane do oceny powtarzalności pomiarów wykonawcy w ramach kontroli własnej w podprojekcie PP-U.....	20
Rysunek 6: Wartości tolerancji odtwarzalności dla wielkości stanu stosowane do oceny wyników pomiarów w ramach kontroli zewnętrznej w podprojekcie PP-U	20
Rysunek 7: Parametry nośności	21
Rysunek 8: Wartość współczynnika sezonowości f_s	22
Rysunek 9: Wartość współczynnika podbudowy f_p	23
Rysunek 10: Wartość współczynnika przeliczającego ugięcia FWD na ugięcia mierzone belką Benkelmana f_{BB}	23
Rysunek 11: Schemat wyznaczania HZ.....	25