

## **Załącznik D4**

### **Instrukcja pomiarów zestawem TWO**

**Warszawa, maj 2019**

Niniejsze opracowanie stanowi załącznik do dokumentu głównego:

**DIAGNOSTYKA STANU NAWIERZCHNI  
I WYBRANYCH ELEMENTÓW KORPUSU DROGI**  
**Wytyczne stosowania**

W załącznikach zamieszczono m.in.: szczegółowe zasady realizacji pomiarów, instrukcje dotyczące oceny i klasyfikacji poszczególnych parametrów, zasady wizualizacji i analizy wyników diagnostycznych, instrukcje wykonywania pomiarów, procedury przedsezonowych badań porównawczych, procedury badań kontrolnych na własnym odcinku testowym, katalogi uszkodzeń nawierzchni oraz elementów korpusu drogi

Dokumenty systemu DSN zostały opracowane przez Zespół Autorski pracowników  
Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad

Wszelkie prawa zastrzeżone

## SPIS TREŚCI

<b>1. Przygotowania do pomiarów .....</b>	<b>5</b>
1.1. Zasady ogólne .....	5
1.2. Przygotowanie aparatury pomiarowej .....	6
1.3. Kalibracja .....	6
1.3.1. Czynności wstępne .....	6
1.3.2. Kalibracja głowic siły .....	6
1.3.3. Kalibracja miernika dystansu .....	8
1.3.4. Kontrola opony pomiarowej .....	8
1.3.5. Kontrola poprawności pracy zestawu .....	8
<b>2. Prace pomiarowe i przetwarzanie wyników .....</b>	<b>8</b>
2.1. Pomiar współczynnika tarcia .....	8
2.1.1. Nowy pomiar .....	9
2.1.2. Funkcja Photo .....	10
2.1.3. Funkcja Zapisz aktualną pozycję / Save this position .....	10
2.2. RAPORT / REPORT .....	11
2.2.1. Prezentacja i analiza raportów .....	11
2.2.2. Eksport/Import danych pomiarowych .....	12
2.2.3. Standardowe funkcje raportujące .....	13
2.2.4. Standardowe funkcje graficzne .....	13
2.2.5. Rejestracja obrazu .....	13
<b>3. Zakończenie pracy z programem .....</b>	<b>14</b>



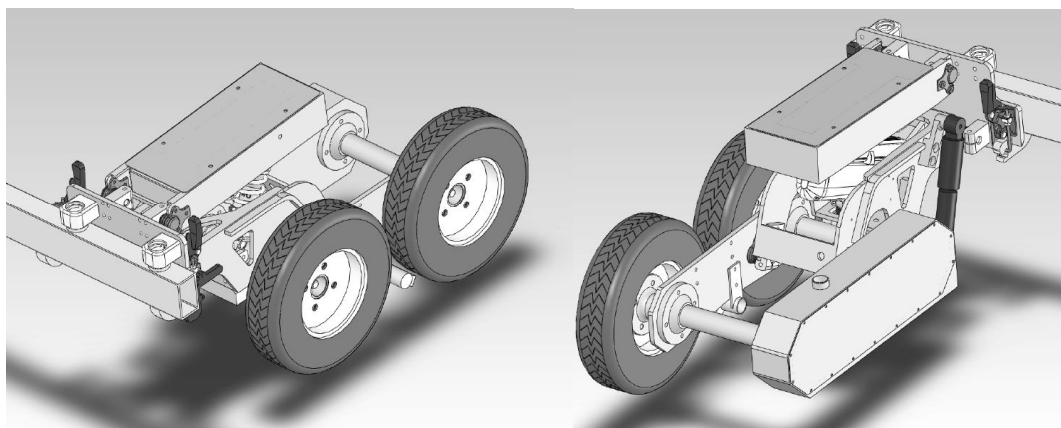
# 1. Przygotowania do pomiarów

## 1.1. Zasady ogólne

Badania właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni z wykorzystaniem zestawu pomiarowego TWO (samochód wraz urządzeniem pomiarowym) wykonywane są w sposób ciągły, uśredniając wyniki nie rzadziej niż co 10 m, na każdym pasie ruchu.

W badaniach współczynnika tarcia należy stosować oponę zalecaną przez World Road Association PIARC bezpieczeństwa o wymiarach 4.00×8 zgodnych z normą ASTM E 1551.

Urządzenie TWO (rys. 1.1) jest mocowane do uchwytu na pojeździe holującym, umożliwia przeprowadzenie badań w różnych śladach i z różnymi prędkościami pomiarowymi przy zadeklarowanym przyhamowaniu koła pomiarowego (17,8%).



Rys. 1.1. Ogólny widok dwukołowego urządzenia pomiarowego TWO

W skład systemu zestawu pomiarowego TWO wchodzi następujące elementy główne:

1. Dwukołowy układ pomiarowy zamontowany na przyczepce umożliwiający niepełne hamowanie koła pomiarowego (rys. 1.2).
2. System podawania wody pod oponę pomiarową (umożliwiający utrzymanie 0,5 mm filmu wodnego w trakcie pomiarów niezależnie od prędkości pomiaru).
3. Zbiornik na wodę.
4. Układ sterujący procesem badawczym (dozowanie wody dostosowane do prędkości pomiaru).
5. Frontowa kamera cyfrowa umożliwiająca uzyskanie obrazów w formacie JPG.
6. Dystansomierz zamontowany na przednim kole układu pomiarowego.
7. Odbiornik GPS umożliwiający określenie lokalizacji pomiaru.
8. System komputerowy wraz z oprogramowaniem — komputerowa jednostka rejestrująca i przetwarzająca dane ze wszystkich urządzeń i czujników systemu o parametrach podzespołów i mocy obliczeniowej zapewniających płynne przetwarzanie danych pomiarowych.
9. Dwa czujniki mierzące parametry wpływające na współczynnik tarcia.
10. Miernik dystansu.

Opcjonalnie może być wyposażony w następujące czujniki:

1. Temperatury powietrza — czujnik wskazuje temperaturę powietrza otoczenia (wartość ta może być korygowana tak, aby zgadzała się ze wzorcem).
2. Temperatury nawierzchni — czujnik ten wskazuje temperaturę nawierzchni drogi (wartość ta może być korygowana tak, aby zgadzała się ze wzorcem).
3. Wilgotności — czujnik ten wskazuje wilgotność powietrza w odniesieniu do temperatury otoczenia (punkt rosy) (wartość ta może być korygowana w odniesieniu do pomiarów referencyjnych).



Rys. 1.2. Przyczepka TWO zamontowana na pojeździe

## 1.2. Przygotowanie aparatury pomiarowej

W celu uzyskania prawidłowych wyników z zestawu TWO, należy wcześniej wybrać odpowiednie ustawienia oraz skalibrować elementy systemu pomiarowego.

Przed rozpoczęciem pomiarów należy zapewnić stałe warunki pracy aparaturze elektronicznej. W tym celu konieczne jest odpowiednie jej przygotowanie. Włączenie zasilania procesora pomiarowego 20–30 min przed przystąpieniem do dalszych czynności, pozwoli na ustabilizowanie warunków, w których pracują podzespoły elektroniczne.

## 1.3. Kalibracja

### 1.3.1. Czynności wstępne

Przed rozpoczęciem sezonu pomiarowego należy skalibrować czujniki pomiarowe:

1. Dwa czujniki (jednoczesna kalibracja dwóch głowic siły — nacisku i naprężenia łańcucha).
2. Miernik dystansu.

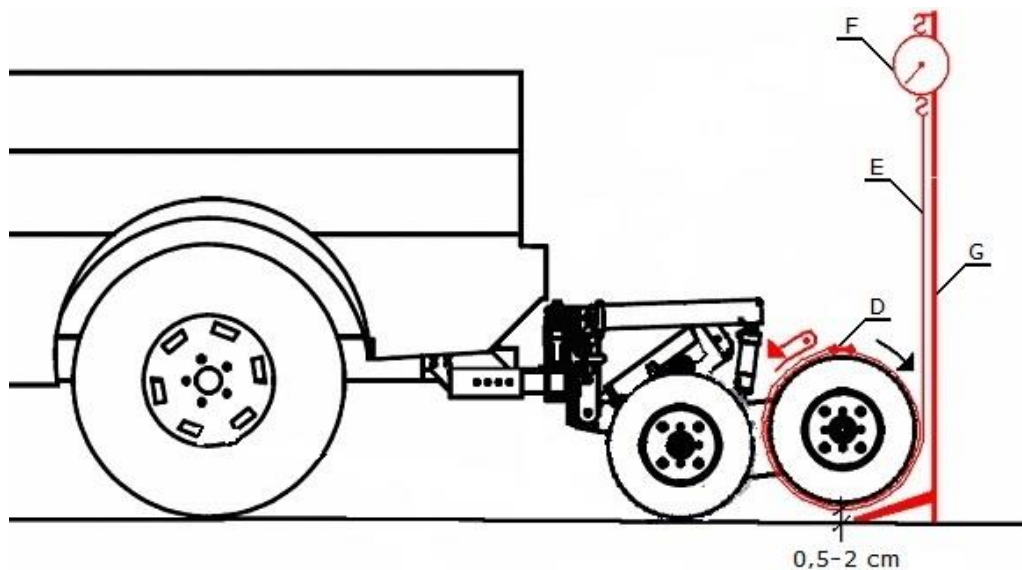
Przed przystąpieniem do kalibracji dwóch głowic siły miernika TWO, służących do precyzyjnego wyznaczania wartości współczynnika tarcia, należy się upewnić, czy:

1. TWO jest zamontowane na pojeździe i podniesione do pozycji startowej w celu zamontowania zestawu kalibracyjnego.
2. Komputer PC jest podłączony i uruchomiony (jeżeli wystąpi problem z komunikacją, program wyświetli komunikat o błędzie).
3. Pojazd, na którym zamontowany jest miernik TWO, jest obciążony tak samo jak podczas rzeczywistych pomiarów.
4. Oba koła (napędowe i pomiarowe) mają tę samą średnicę oraz ciśnienie (2 bar).

### 1.3.2. Kalibracja głowic siły

W celu kalibracji głowic siły należy:

1. Zablokować przednie koło „napędowe” na nawierzchni tak, aby nie mogło się obracać. W tym celu należy opuścić urządzenie za pomocą siłownika tak, aby dotknęło nawierzchni.
2. Postawić stojak kalibracyjny (G) za tylnym kołem „pomiarowym” tak blisko jak to możliwe bez dotykania koła lub łańcucha. Na stojaku należy zawiesić wagę (F).



Rys. 1.3. Schemat zestawu TWO przygotowanego do kalibracji siły

Specjalną taśmą (E) należy owinąć tylne koło pomiarowe, a następnie zaczepić taśmę o metalowy zaczep (D) na szczycie koła (stworzy to pętlę dookoła koła pomiarowego, która musi być napięta przez zaczep (D). Następnie wolną część taśmy należy owinąć w przeciwnym kierunku przez pół koła i zaczepić taśmę na haku wagi (F).

3. Wyregulować napięcie taśmy przy pomocy metalowej spinki (D) oraz obracając pętlę wokół koła. Gdy taśma wisi na haku należy ustawić zero na wadze przy pomocy regulatora.
4. Opuścić koło pomiarowe na powierzchnię, przy pomocy przycisków umieszczonych na urządzeniu, aż do momentu, gdy waga wskaże 70 kg. Odległość pomiędzy kołem, a powierzchnią powinna wynosić 0,5–2 cm. Jeżeli jest ona poza tym zakresem, należy kilkakrotnie nacisnąć tylny róg obudowy łańcucha w celu skorygowania odległości koła do ziemi, która powinna się zmniejszyć, a odczyt na wadze ustabilizować.
5. Sprawdzić ponownie wskazania wagi po około 2 min, gdy taśma się naciągnie, pamiętając, że odległość pomiędzy kołem a powierzchnią powinna wynosić 0,5–2 cm.
6. Podnieść TWO przy pomocy przełącznika, aż waga wskaże 50 kg. Następnie należy postępować zgodnie z instrukcją kalibracji w oprogramowaniu, pamiętając, aby nie wchodzić do pojazdu, ponieważ może to zakłócić wskazania wagi. Kiedy siła nacisku i naprężenie łańcucha zostaną ustawione na 50 kg czynności te należy powtórzyć dla wartości 65 kg oraz zapisać zmiany.
7. Sprawdzić po zakończeniu kalibracji czy urządzenie jest poprawnie skalibrowane. W tym celu należy:
  - a) podnieść zestaw pomiarowy TWO tak, aby waga wskazywała 50 kg i sprawdzić czy wskazania na komputerze mieszczą się w tolerancji 2%,
  - b) opuścić zestaw pomiarowy TWO tak, aby waga wskazywała 65 kg i sprawdzić czy wskazania na komputerze mieszczą się w tolerancji 2%.

Jeżeli po weryfikacji odchylenia będą większe niż 2%, proces kalibracji trzeba powtórzyć. Po zatwierdzeniu kalibracji należy zdemontować zestaw kalibracyjny.

8. Przeprowadzić kontrolę naprężenia łańcucha TWO (**Chain**) po wykonaniu kalibracji na wadze. W trakcie realizacji kontroli, koła urządzenia TWO powinny znajdować się w pozycji transportowej (w powietrzu). Następnie należy:
  - a) uruchomić program pomiarowy i wybrać zakładkę **Ustawienia**,
  - b) sprawdzić czy okno kalibracji czujników pozostało otwarte.

Waga prezentowana na ekranie monitora komputera powinna wskazywać wartości 0,3–0,6 kg. W przeciwnym przypadku należy dokonać korekty. W tym celu trzeba zmienić wartość w polu **Zero** głowicy siły, a następnie zapisać zmiany oraz sprawdzić poprawność.

Przykład korekty ustawień zamieszczono na rys. 1.4. W tym przypadku należy:

1. Odjąć 1000 uzyskując 33578.
2. Nacisnąć przycisk **Save Changes** (zapisz zmiany), aby sprawdzić czy efekt jest prawidłowy.
3. Jeżeli zmiana nie spowodowała pożądanego efektu — zwiększyć wartość o 1000 do 35578.
4. Jeżeli zmiana jest zbyt duża, zmieniać wartość o 100, aż do momentu uzyskania pożądanego wartości.

	Ground	Chain	Deviation
kg	0.0	= 0.0	=> 0.0 %
Zero	32,129	34,578	
Gain	0.005907	0.008726	

Rys. 1.4. Przykład okna aplikacji z danymi w trakcie kalibracji głowic siły i naprężenia łańcucha

#### UWAGA:

Wartość w polu **Zero** głowicy siły w pozycji transportowej ma bezpośredni wpływ na mierzoną wartość tarcia. Jeżeli w pozycji transportowej wartość jest ujemna, współczynnik tarcia będzie niższy, jeżeli natomiast dodatnia, współczynnik będzie zbyt wysoki.

### 1.3.3. Kalibracja miernika dystansu

Kalibrację miernika dystansu wykonuje się okresowo lub po jego wymianie, w celu zapewnienia poprawności rejestrowanej prędkości oraz dystansu. Częstotliwość i sposób wykonywania tej czynności zamieszczono w Załączniku F8.

### 1.3.4. Kontrola opony pomiarowej

Przystępując do badań należy sprawdzić oponę pomiarową. Konieczna jest kontrola jej stanu i ciśnienia. W nierozgrzanej oponie należy ustawić ciśnienie 2 bar. Ponadto konieczna jest wizualna kontrola stanu opony — czy nie została mechanicznie uszkodzona i nie jest zanieczyszczona. W razie potrzeby należy ją wymienić lub oczyścić.

### 1.3.5. Kontrola poprawności pracy zestawu

Rozpoczęcie pomiarów powinno zostać poprzedzone wykonaniem kilkuset metrów pomiarowych, w celu sprawdzenia prawidłowej współpracy wszystkich elementów pomiarowych.

## 2. Prace pomiarowe i przetwarzanie wyników

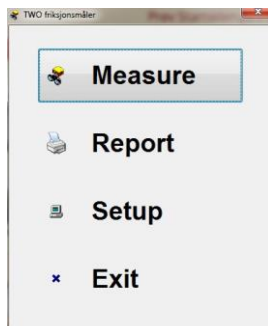
### 2.1. Pomiar współczynnika tarcia

Pomiary są wykonywane z wykorzystaniem programu komputerowego TWO Friction. Szczegółowy opis aplikacji znajduje się w instrukcji obsługi programu.

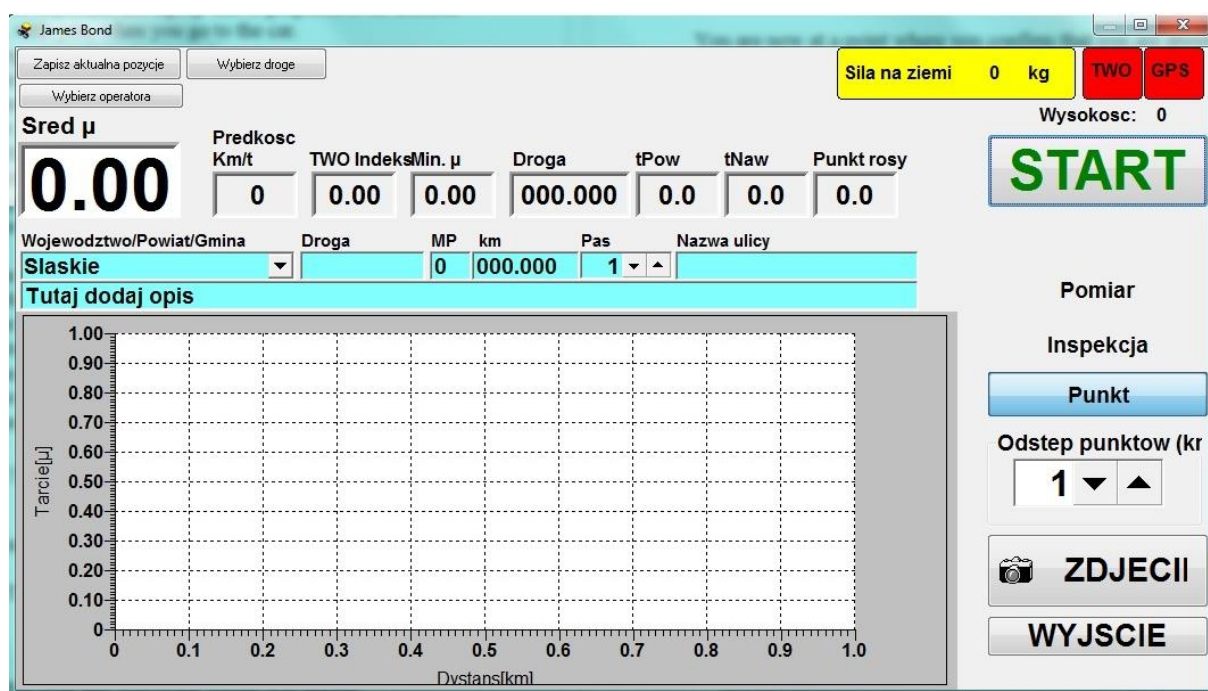
Okienko **Measure (Pomiar)** służy do wyboru opcji wykonywania pomiarów współczynnika tarcia, raportu, ustawień oraz zakończenia pracy z programem (rys. 2.1).



Pomiary tarcia są prezentowane na wykresie przez wartości numeryczne oraz linię krzywą. Wartości współczynnika tarcia zawierają się w zakresie 0,00–1,00, a przejechany dystans podawany jest w kilometrach.



Rys. 2.1. Menu główne



Rys. 2.2. Widok panelu pomiarowego TWO

### 2.1.1. Nowy pomiar

Rozpoczęcie nowego pomiaru polega na wykonaniu następujących kroków:

1. Wprowadzeniu wymaganych informacji w panelu danych o drodze oraz opisu (rys. 2.2).
2. Sprawdzeniu czy okienka **TWO** i **GPS** są podświetlone na zielono wskazując, że połączenie pomiędzy PC a miernikiem i GPS jest prawidłowe. Pomiary można wykonywać nawet, jeżeli okienko **GPS** jest podświetlane na czerwono — w takim przypadku, koordynaty nie zostaną rozpoznane i zarejestrowane. Żółta ikonka **GPS** oznacza, że odbiornik GPS nie znalazł sygnału (np. w garażu lub w tunelu).
3. Wybraniu trybu **Pomiar**.
4. Naciśnięciu przycisku **START** (pomiar rozpocznie się automatycznie).
5. Sprawdzeniu czy siła nacisku w okienku **Ground force** (**Siła na ziemi**) jest zgodna z wartością zadaną w ustawieniach. Prawidłowa wartość to 85 kg dla trybu pomiaru i 30 kg dla trybu inspekcji. Podczas jazdy mogą się pojawić wahania siły nacisku, a odchylenia od wartości zadanej w granicach  $\pm 5$  kg można uznać za dopuszczalne. Wahania te są uwzględniane i korygowane podczas obliczania współczynnika tarcia.

6. Zatrzymaniu pomiaru, po przejechaniu odcinka pomiarowego, poprzez naciśnięcie przycisku **STOP**. Miernik podniesie się do górnej pozycji, a pomiar zostanie automatycznie zapisany i zarchiwizowany w raportach (Reports).

W panelu pomiarowym w trakcie pomiaru wyświetlane są w czasie rzeczywistym następujące informacje:




1. Wartości pomiarowe:

- a) **Sred  $\mu$  (Avg.  $\mu$ )** — uśredniona wartość współczynnika tarcia dla całego pomiaru,
- b) **Predkosc km/t (Speed Km/t)** — aktualna prędkość w km/h,
- c) **TWO Indeks (TWO Index)** — współczynnik tarcia dla ostatnich 10 m. Kolor tła okienka różni się w zależności od wartości współczynnika i może być określony w ustawieniach (**Settings**),
- d) **Min.  $\mu$  (Min.  $\mu$ )** — najniższa zmierzona wartość współczynnika tarcia dla całego pomiaru.
- e) **Droga (Trip)** — dystans przejechany w trakcie całego pomiaru w km.

2. Wartości opcjonalne:

- a) **tPow (t Air)** — aktualna temperatura powietrza,
- b) **tNaw (t Surface)** — aktualna temperatura nawierzchni drogi,
- c) **Punkt rosy (Dew point)** — aktualna wilgotność powietrza w odniesieniu do temperatury otoczenia (punkt rosy).

Kolor tła okienka z wartością współczynnika tarcia **TWO Index** zmienia się zależnie od zmierzonych wartości; podczas zmiany emitowany jest dźwięk ostrzegawczy. Wartości przykładowe to:

0.41 i powyżej	zielony	
0.31–0.40	żółty	
do 0.30	czerwony	

Wartości te mogą zostać w ustawieniach zmodyfikowane i adaptowane do specyficznych potrzeby badania.

## Tryb pomiaru

Dostępne są trzy różne tryby pomiaru:

1. **Pomiar (Measuring)** — pomiar ze stałą siłą nacisku, zazwyczaj 85 kg.
2. **Inspekcja (Inspection)** — pomiar ze zmienną siłą nacisku zależnie od mierzonego współczynnika tarcia, zazwyczaj 30 lub 60 kg. Zmiana oraz poziomy nacisku na nawierzchnię mogą być modyfikowane w **Ustawienia (Settings)**.
3. **Punkt (Spot)** — pomiar współczynnika tarcia punkt po punkcie z określoną odległością pomiędzy punktami. Miernik zazwyczaj jest podniesiony i opuszczany po wybranym dystansie z tą samą siłą nacisku jak w trybie **Inspection**.

### 2.1.2. Funkcja Photo

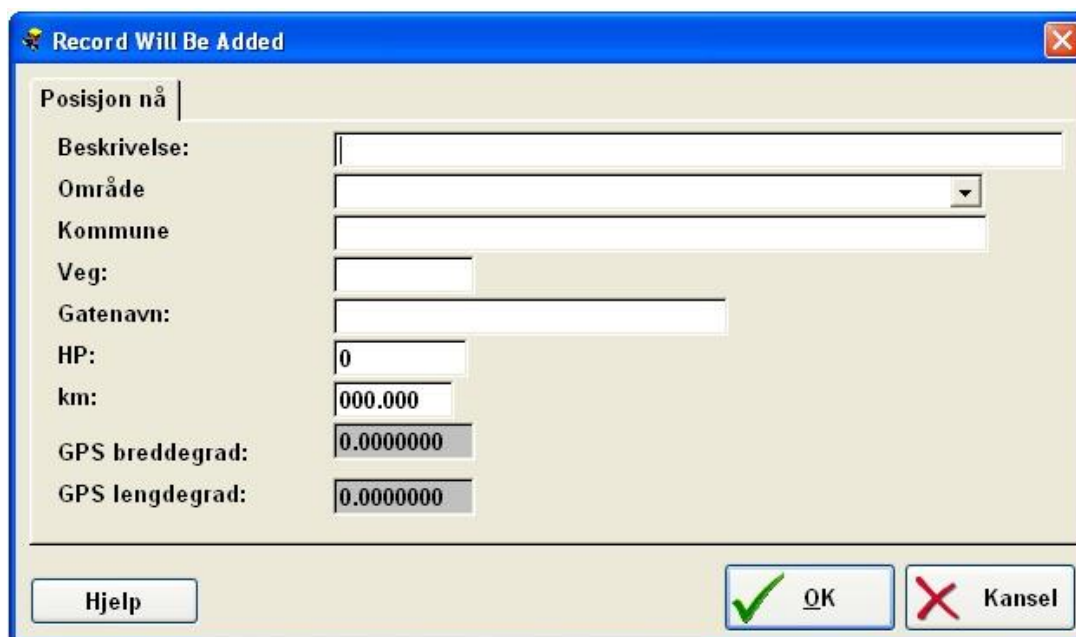
Przycisk **Photo** aktywuje moduł fotografii umożliwiając ręczne wykonanie zdjęcia.

W górnym lewym rogu paska menu można ustawić właściwości oraz rozdzielczość kamery. Istnieje również możliwość automatycznego wykonywania zdjęć w trakcie realizacji pomiarów, po wprowadzeniu odpowiednich ustawień.

### 2.1.3. Funkcja Zapisz aktualną pozycję / Save this position

W górnym lewym rogu paska menu jest opcja do wprowadzania opisu punktu startowego pomiarów. Pozycja może być później wykorzystana, jako punkty wyzwania zdjęć.

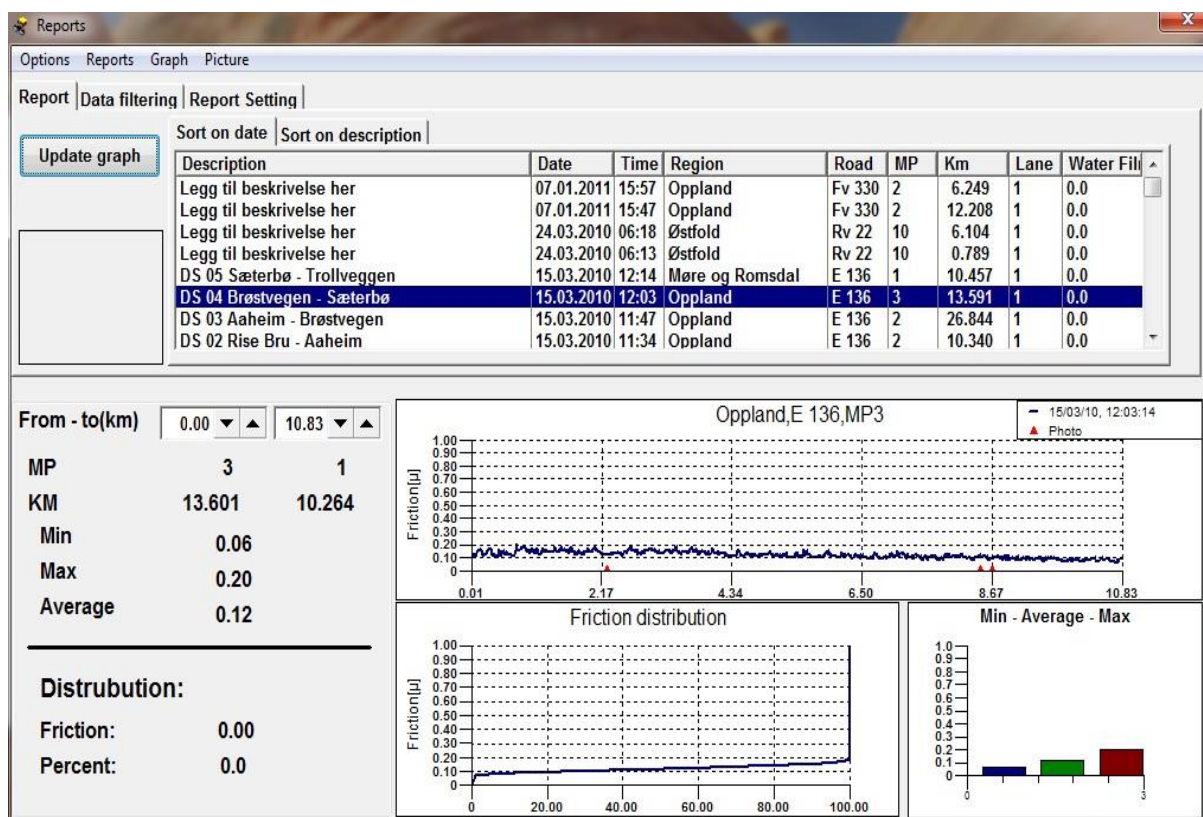
W oknie **Record Will Be Added** (rys. 2.3) należy wprowadzić informacje o lokalizacji pomiarów. Koordynaty GPS są wypełniane automatycznie.


Rys. 2.3. Okno **Record Will Be Added** do wpisywania lokalizacji pomiarów — punkt startowy

## 2.2. RAPORT (REPORT)

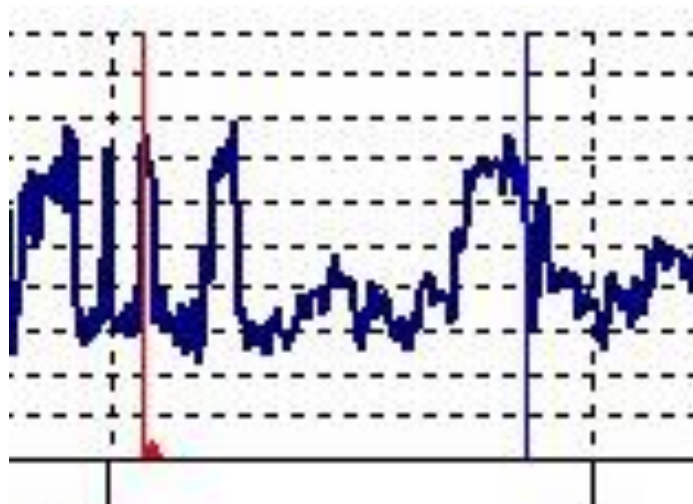
### 2.2.1 Prezentacja i analiza raportów

Po wywołaniu w głównym menu funkcji **Report** (rys. 2.1) istnieje możliwość analizy i prezentacji wyników pomiarów. Wszystkie wykonane pomiary są automatycznie zapisywane i prezentowane z wykorzystaniem opcji w menu **Reports**.

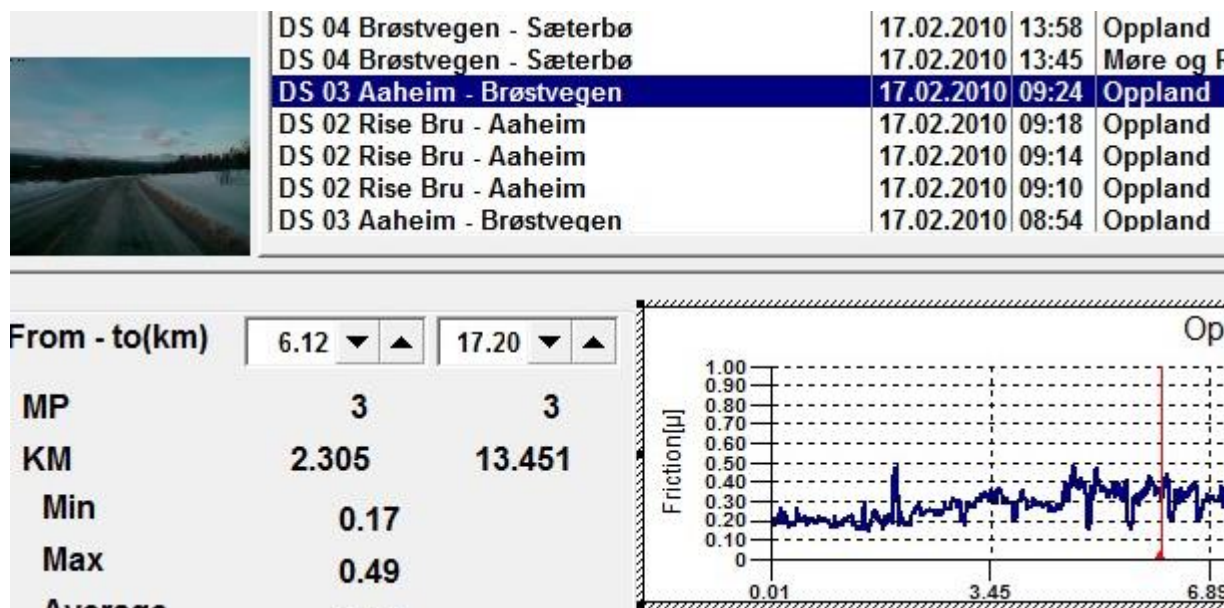
Rys. 2.4. Okno **Reports** do prezentacji wyników i selekcji zakresu danych do wygenerowania raportów

Po zaznaczeniu w oknie **Reports** jednego lub więcej rekordów oznaczających odcinki pomiarowe i zatwierdzeniu przyciskiem **Update graph** zostaną zwizualizowane wyniki ze wskazanych odcinków. Przy pomocy myszki można przesunąć oba pionowe znaczniki na krzywej współczynnika tarcia.

W przypadku wykonania w trakcie pomiarów zdjęcia jego pozycja będzie zaznaczona jako czerwony trójkąt w dolnej części wykresu (rys. 2.5). Zdjęcia można wyświetlić klikając na ten znacznik (rys. 2.6).



Rys. 2.5. Selekcja odcinka do obliczeń

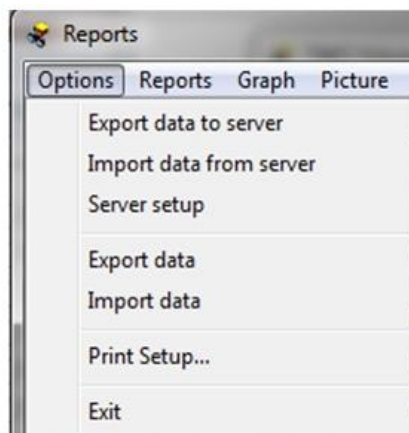


Rys. 2.6. Fragment okna z wyświetlonym zdjęciem

### 2.2.2. Eksport/Import danych pomiarowych

Po wywołaniu funkcji **Options** w lewym górnym rogu paska menu zostaje wywołana lista opcji służąca do eksportu/importu danych pomiarowych. Umożliwia ona wymianę danych pomiędzy komputerami, na których zainstalowane jest oprogramowanie TWO. W tym celu należy wyeksportować dane do pliku, skopiować na drugi komputer i uruchomić funkcję importu (rys. 2.7).





Rys. 2.7. Menu eksportu i importu danych

### 2.2.3. Standardowe funkcje raportujące

Menu **Reports** zawiera następujący zestaw raportów:

1. **Standard report** — generuje drukowalny raport. W raporcie zostaną uwzględnione podświetlone pomiary.
2. **Export to Excel** — generuje arkusz Excel ze wszystkimi danymi pomiarowymi. W arkuszu Excel zawarte zostaną podświetlone pomiary.
3. **Deviation report** — dostępny jest tylko jeżeli zainstalowana jest funkcja road ID (dostępne tylko w Norwegii).
4. **Deviation Map** generuje raport pomiaru przy pomocy **Google Maps**.
5. **Google Earth** jest podobne do **Deviation map**, lecz wykorzystuje Google Earth.
6. **Statistics to Excel** generuje raport statystyczny. Dane zorganizowane są bazując na **Description/Opisie**. Wszystkie pomiary o tym samym opisie będą zgrupowane w arkuszu Excel.

### 2.2.4. Standardowe funkcje graficzne

Menu **Graph** zawiera następujące opcje modyfikacji widoku wykresów:

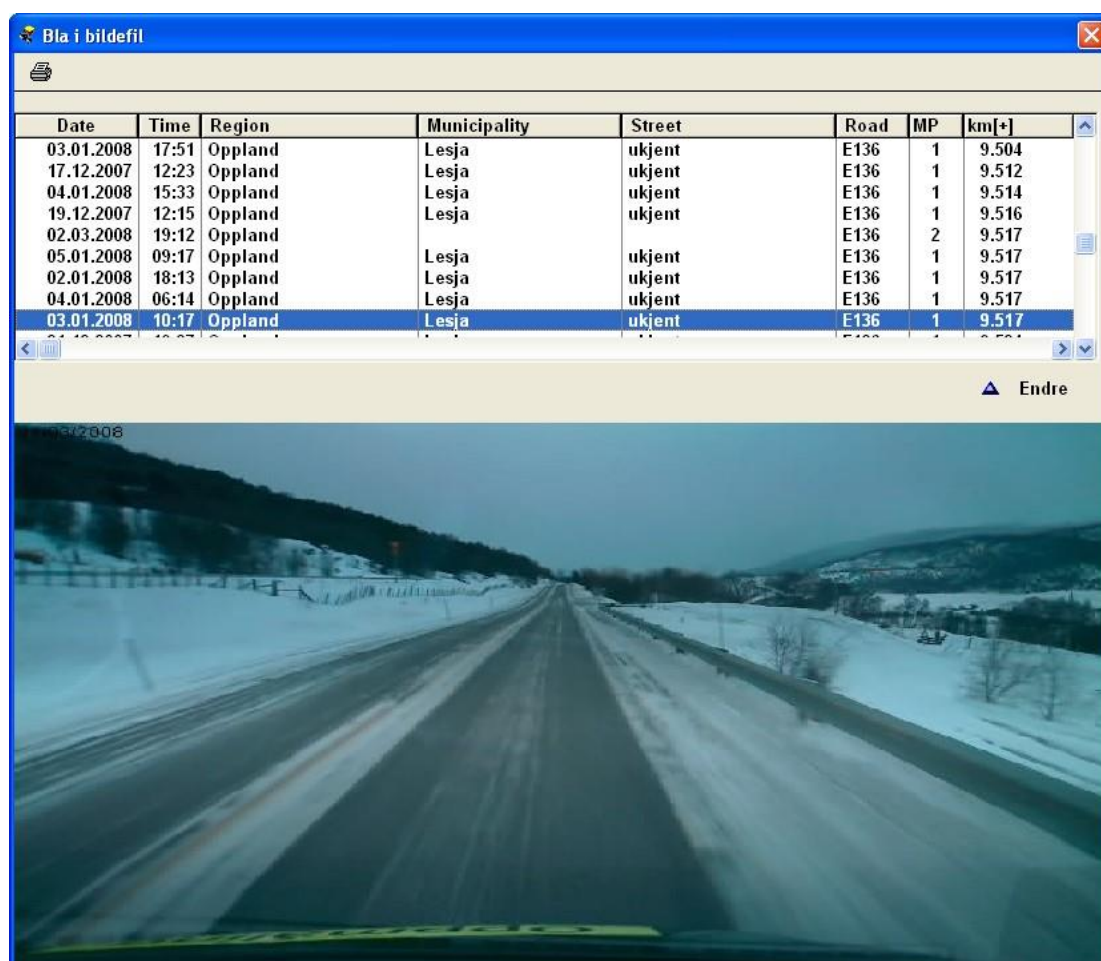
1. **Show friction** — pokazuje dane tarcia na wykresie.
2. **Show speed** — pokazuje prędkość pojazdu.
3. **Show critical speed** — analiza przeprowadzonych badań pod kątem bezpiecznej prędkości.
4. **Show temperature** — pokazuje temperaturę (wymaga opcjonalnego czujnika temperatury).
5. **Show altitude** — pokazuje wysokość n.p.m. — wymaga zainstalowanego modułu Road ID (tylko Norwegia).
6. **Zoom in F5 key** — przybliży wykres pomiędzy znacznikami.
7. **Zoom out F6 key** — oddala pokazując cały wykres.

### 2.2.5. Rejestracja obrazu

Menu **Picture** zawiera opcje służące do oglądania zdjęć.

Na liście wyszczególniono wszystkie zdjęcia; jeżeli opis pozycji został wprowadzony zostanie on także pokazany. Automatycznie pokazywane są także data, godzina oraz dystans.

Istnieje możliwość modyfikowania widoku różnych obrazów/pozycji poprzez klikanie opisów nagłówków kolumn. Można także wybierać różne kryteria sortowania poprzez naciśnięcie przycisku **Ctrl**, gdy nagłówek kolumny jest podświetlany w określonej kolejności.



Rys. 2.8. Przykładowe zdjęcie wraz z lokalizacją

### 3. Zakończenie pracy z programem

W celu opuszczenia programu należy nacisnąć przycisk **Exit** w menu głównym programu.

Struktura danych wynikowych badań właściwości przeciwpółizgowych została szczegółowo opisana w Załączniku H.