



Politechnika Poznańska
Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu
Instytut Inżynierii Lądowej
Zakład Budownictwa Drogowego

BUDOWNICTWO DROGOWE II

Ćwiczenia laboratoryjne nr 6

ĆWICZENIA LABORATORYJNE NR 5

Oznaczanie właściwości przeciwpoślizgowych

Podstawowe pojęcia



Właściwości przeciwpoślizgowe - zdolność do wytwarzania sił tarcia między nawierzchnią drogi a kołami pojazdów w warunkach wzajemnego poślizgu.

Współczynnik tarcia μ - stosunek wypadkowej sił tarcia wytwarzanych między hamowanym kołem urządzenia pomiarowego a nawierzchnią drogi do nacisku koła na drogę.

Sprzęt pomiarowy



Podział urządzeń do pomiaru właściwości przeciwpoślizgowych:

- grupa urządzeń ze stałym (częściowym) poślizgiem względnym koła pomiarowego, np.:
 - SKIDDOMETER BV-11
 - CSR (Continuous Skid Resistance)
 - ASFR (Airport Surface Friction Tester)
 - GripTester
- grupa urządzeń z całkowitym poślizgiem względnym koła pomiarowego, np.:
 - ASTM E-274
 - SRT-3

Sprzęt pomiarowy – SRT-3



Przyczepka SRT-3 - badanie pozwala na wyznaczenie współczynników tarcia między zwilżoną powierzchnią drogi a w pełni zablokowanym kołem ogumionym, przy prędkości przejazdu 30, albo 60, albo 90 km/h.



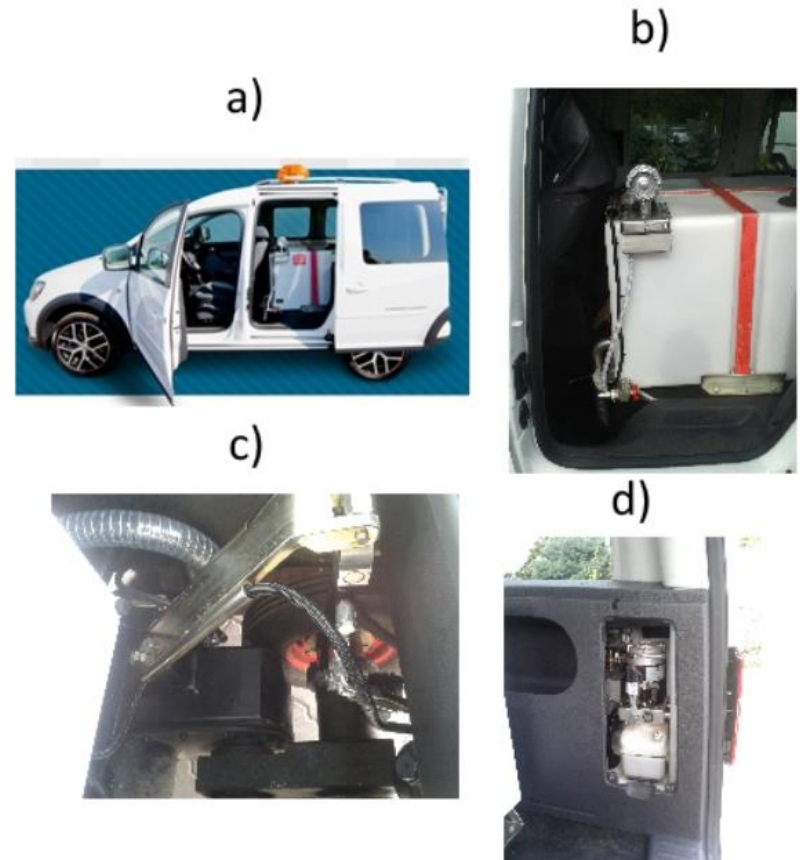
Przyczepka SRT-3 jest powszechnie wykorzystywana przez GDDKiA do oznaczania właściwości przeciwpoślizgowych dróg.

<https://www.youtube.com/watch?v=YKIpoCOOjtY>

Sprzęt pomiarowy - CSR



Urządzenie CSR - jest to urządzenie polskiej produkcji, przy którego konstrukcji udział miał zespół z Politechniki Poznańskiej. Urządzenie jest wykorzystywane przez Wojsko Polskie na lotniskach wojskowych do oceny właściwości przeciwpoślizgowych.



Urządzenie pomiarowe CSR, a) widok ogólny urządzenia, b) zbiornik na wodę, c) układ hydrauliczny, d) system umożliwiający sterowanie ciśnieniem w układzie hydraulicznym

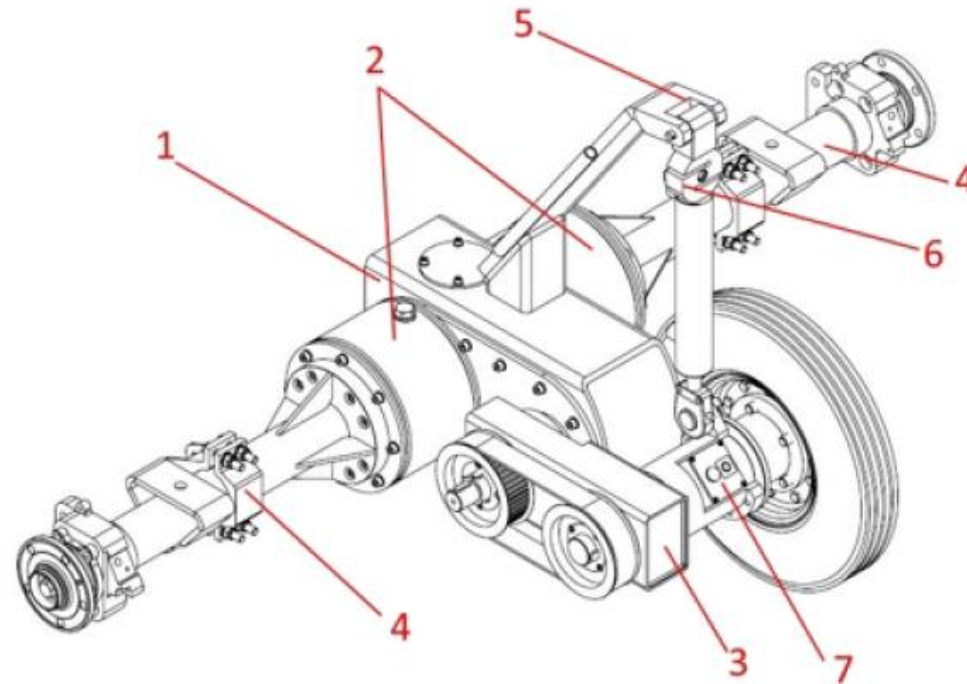
Sprzęt pomiarowy - CSR



Urządzenie pozwala przeprowadzać badanie polegające na pomiarze momentu obrotowego hamującego koło pomiarowe, które przez system przekładni obraca się z poślizgiem względnym równym 13% (w stosunku do tylnych kół pojazdu). Dodatkowo urządzenie umożliwia poprzez wykorzystanie docisku hydraulicznego wywieranie stosunkowo stałej siły dociskającej koło do nawierzchni. Stały i kontrolowany docisk ma wpływ szczególnie w przypadku większej ilości wody pod opona pomiarowa lub przy nierównościach nawierzchni.

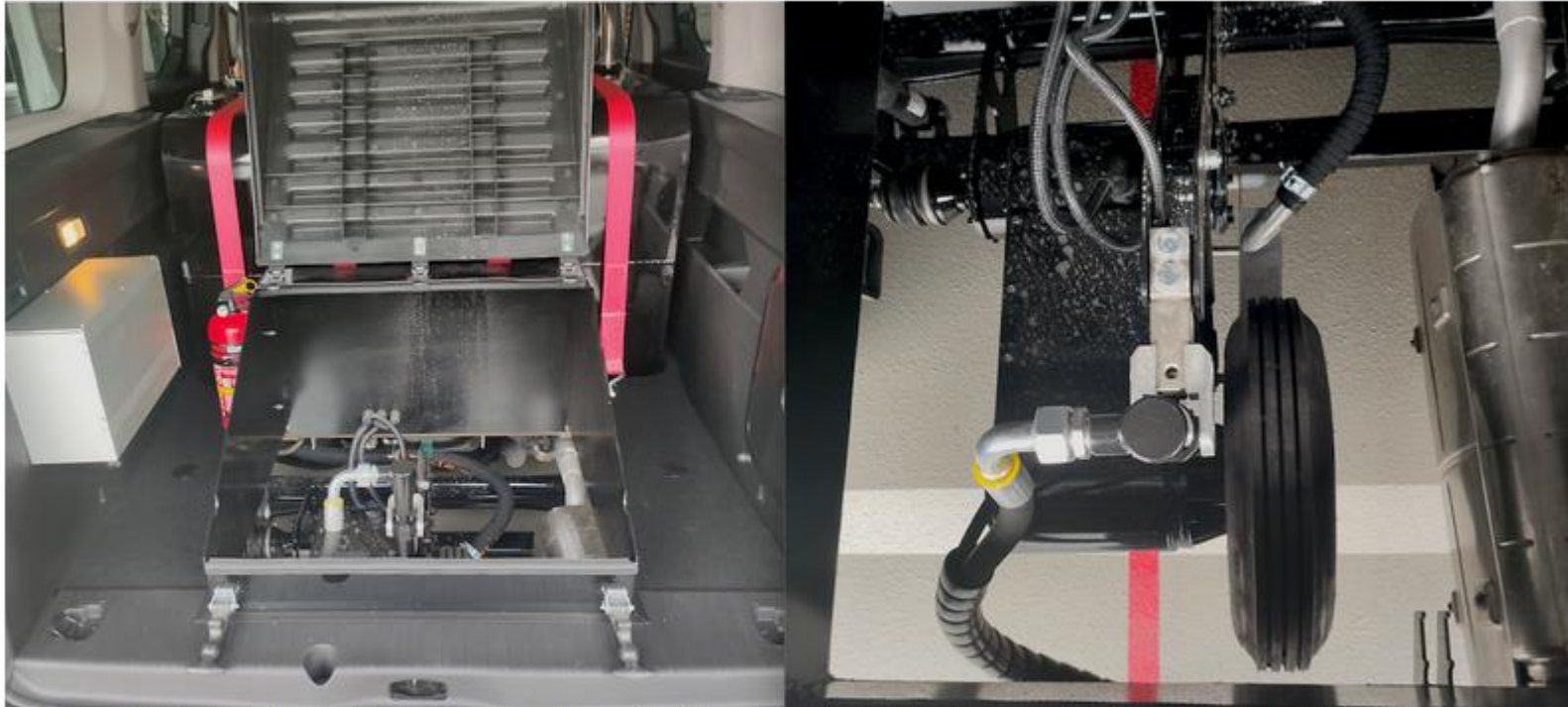
Urządzenie służy do pomiarów

Sprzęt pomiarowy - CSR



Schemat konstrukcyjny tylnej osi urządzenia CSR, gdzie: 1–przekładnia zębata, 2–komory sprężel, 3–wahacz z kołem pomiarowym, 4–zespół półosi, 5–mocowanie siłownika hydraulicznego, 6–tensometryczny przetwornik siły, 7–tensometryczny przetwornik momentu obrotowego

Sprzęt pomiarowy - CSR



Lewe zdjęcie: Wnętrze pojazdu CSR. Pod otwartą pokrywą widać elementy układu dociskającego koło testowe. Za pokrywą widać zbiornik na wodę do testów na mokro. Prawe zdjęcie: Koło testowe wraz z układem dociskającym i pomiarowym oraz układ podawania wody.

Fot. ITWL

https://www.youtube.com/watch?v=_ttDYCt2fNM (urządzenie ASFR)

Wymagania dla dróg



Graniczne wartości miarodajnego współczynnika tarcia wymagane przy odbiorze nawierzchni

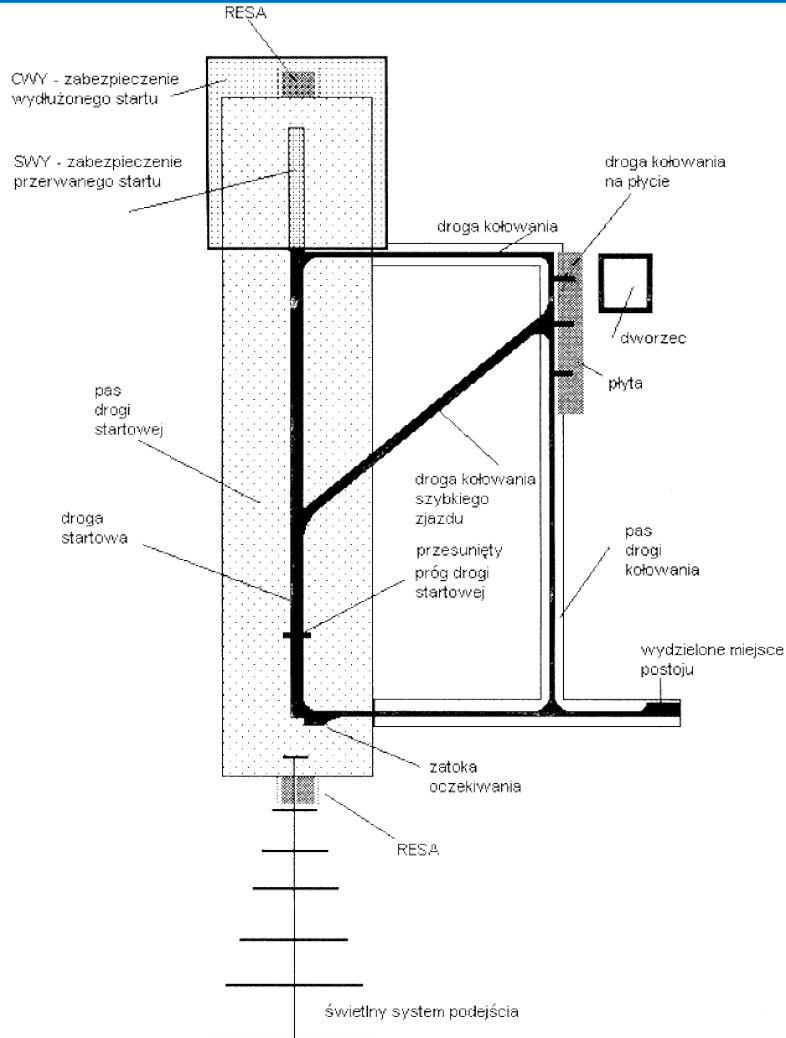
| <i>Klasa drogi</i> | <i>Element nawierzchni</i> | <i>Miarodajny współczynnik tarcia przy prędkości zablokowanej opony względem nawierzchni</i> | |
|--------------------|---|--|----------------|
| | | <i>60 km/h</i> | <i>90 km/h</i> |
| <i>A, S</i> | <i>Pasy ruchu zasadnicze</i> | - | <i>0,40</i> |
| | <i>Pasy włączania i wyłączania, jezdnie łącznic</i> | <i>0,47</i> | - |
| <i>GP, G, Z</i> | <i>Pasy ruchu zasadniczego, dodatkowe, utwardzone pobocza</i> | <i>0,38</i> | - |

Wymagania dla lotnisk

Zestawienie urządzeń pomiarowych stosowanych do badania szorstkości nawierzchni lotniskowych i wartości średnie wymaganych współczynników tarcia [1]

| Urządzenie pomiarowe | Opona testowa | | Prędkość pomiarowa | Grubość filmu wodnego | Współczynnik tarcia | | |
|---|---------------|-----------|--------------------|-----------------------|--|--|--------------------------------|
| | Typ | Ciśnienie | | | Wartości projektowe dla nowych nawierzchni | Wartości do planowania działań naprawczych | Wartości minimalne (graniczne) |
| | [-] | [kPa] | [km/h] | [mm] | [-] | [-] | [-] |
| Przyczepa Surface Friction Tester (ASFT) | B | 700 | 65 | 1,0 | 0,70 | 0,50 | 0,40 |
| | B | 700 | 95 | 1,0 | 0,60 | 0,40 | 0,32 |
| Przyczepa Mu-meter | A | 70 | 65 | 1,0 | 0,72 | 0,52 | 0,42 |
| | A | 70 | 95 | 1,0 | 0,66 | 0,38 | 0,26 |
| Przyczepa Skiddometer | B | 210 | 65 | 1,0 | 0,82 | 0,60 | 0,50 |
| | B | 210 | 95 | 1,0 | 0,74 | 0,47 | 0,34 |
| Przyczepa RUNAR | B | 210 | 65 | 1,0 | 0,69 | 0,52 | 0,45 |
| | B | 210 | 95 | 1,0 | 0,63 | 0,42 | 0,32 |
| Pojazd Airport Surface Friction Tester (ASFT) | B | 700 | 65 | 1,0 | 0,70 | 0,50 | 0,40 |
| | B | 700 | 95 | 1,0 | 0,60 | 0,40 | 0,32 |
| Pojazd Surface Friction Tester | B | 210 | 65 | 1,0 | 0,82 | 0,60 | 0,50 |
| | B | 210 | 95 | 1,0 | 0,74 | 0,47 | 0,34 |
| Pojazd Runway Friction Tester | B | 210 | 65 | 1,0 | 0,82 | 0,60 | 0,50 |
| | B | 210 | 95 | 1,0 | 0,74 | 0,54 | 0,41 |
| Pojazd TATRA Friction Tester | B | 210 | 65 | 1,0 | 0,76 | 0,57 | 0,48 |
| | B | 210 | 95 | 1,0 | 0,67 | 0,52 | 0,42 |

Elementy lotniska



Lotnisko Poznań - Ławica

Pomiary urządzeniem CSR

Właściwości przeciwpoślizgowe oceniane na podstawie wyników uzyskanych z pomiarów urządzeniem CSR są parametrem nawierzchni, który w opisie inżynierskim funkcjonuje w postaci wskaźnika **CSR_i** (ang. Continuous Skid Resistance index). Wskaźnik ten jest obliczany zgodnie ze wzorem:

$$CSR_i = \frac{M_h}{r \cdot Q_k}$$

gdzie: CSR_i – wskaźnik właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni (ang. Continuous Skid Resistance index),

M_h – moment obrotowy wywołany oporami na styku opony i nawierzchni [Nm]

Q_k – wartość siły docisku opony do nawierzchni [N]

r – promień opony pomiarowej [m] (nominalnie wynoszący 0,21 m).

Pomiary urządzeniem CSR



Dane zebrane z pomiarów terenowych (in-situ) urządzeniem CSR elementów funkcjonalnych lotniska w Kąkolewie na odcinkach o długości 200 m (27.03.2021 r.) i zestawione w udostępnionych materiałach do analizy.

W przypadku nazwy pliku:

db - oznacza drogę kołowania,

ds - oznacza drogę startową,

mokro - pomiar z nawilżaniem powierzchni styku koła pomiarowego z nawierzchnią.

Pomiary urządzeniem CSR



Wartości w plikach oddzielone są między sobą spacjami.

W każdym pliku jest nagłówek:

Dystans int.[m] - oznacza odległość od początku odcinka pomiarowego, w której zapisany został wynik,

Moment[Nm] - oznacza moment zmierzony na kole pomiarowym,

Docisk[N] - oznacza docisk pionowy koła pomiarowego do nawierzchni,

CSRi - wskaźnik szepności (Continuous Skid Resistance index)

Dystans[m] - oznacza parametr kontrolny (nie istotny z punktu widzenia użytkownika)

Predkosc[km/h] - oznacza prędkość podczas pomiaru

Czas - oznacza parametr kontrolny (nie istotny z punktu widzenia użytkownika)

Pomiary urządzeniem CSR



Procedura analizy wyników:

1. Wczytać, skopiować, etc. do np. MS Excel wartości z kolumn:
 - dystans,
 - CSR_i,
 - prędkość,
 - docisk.
2. Podzielić długość odcinka pomiarowego na tercje
(x – długość odcinka pomiarowego/3 \Rightarrow u nas 1 tercja - 66,67 m).
3. Przyporządkować wyniki z punktu 1 dla każdej tercji.

Pomiary urządzeniem CSR



4. Odrzucić wyniki, które nie spełniają statystycznych testów przynależności do populacji, przy założeniu, że rozkład jest normalny.
5. Wykonać analizę wyników (przyjąć do analizy tylko te wyniki, które zostały wykonane przy właściwej prędkości np. 65 km/h lub 95 km/h +/- 10%).
6. Podać ostateczne wartości CSR_i dla każdej tercji w odstępach co 1 metr.
7. Porównać wartości CSR_i z wymaganiami ASFT dla nowej nawierzchni.

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ