



ARKADIUSZ POLECKI

Generalna Dyrekcja Dróg  
Krajowych i Autostrad  
apolecki@gddkia.gov.pl

## Niskie właściwości przeciwpoślizgowe nawierzchni – co można zrobić, aby nie wymieniać warstwy ścieralnej?

Jednym z najważniejszych parametrów nawierzchni drogowej, który wpływa na bezpieczeństwo uczestników ruchu drogowego (brd) są właściwości przeciwpoślizgowe warstwy ścieralnej. W związku z tym należy utrzymywać wysoki poziom tego parametru. Minimalne wartości miarodajnego współczynnika tarcia nawierzchni (przy zablokowanej oponie względem nawierzchni), dotyczące odbiorów nowych odcinków dróg, określił Minister Infrastruktury i Budownictwa w Rozporządzeniu [1]. W przypadku obniżenia wyników pomiarów współczynnika tarcia nawierzchni, przy notowaniu na dobrym poziomie pozostałych parametrów techniczno-eksploatacyjnych nawierzchni na danym odcinku drogi, stosuje się zabiegi utrzymaniowe, które polegają na poprawie właściwości przeciwpoślizgowych (szorstkości).

### Przegląd metod poprawy właściwości przeciwpoślizgowych

Istnieje wiele metod poprawy właściwości przeciwpoślizgowych warstwy ścieralnej nawierzchni – tradycyjne, np. wymiana warstwy ścieralnej – jedna z droższych oraz nowe technologie, które zostały wykorzystane m.in. na sieci dróg krajowych zarządzanych przez GDDKiA w kilku ostatnich latach. Do metod tych zaliczamy:

- rowkowanie i teksturowanie (ang. *grooving*, *grinding*), polega na wykonaniu podłużnych lub poprzecznych równoległych nacięć w warstwie ścieralnej;
- czyszczenie szczotkami stalowymi, polega na mechanicznym usuwaniu cienkiej warstwy zabrudzeń oraz błonki lepiszcza asfaltowego z ziaren kruszywa warstwy ścieralnej za pomocą szczotek stalowych;
- czyszczenie wodą pod wysokim ciśnieniem (ang. *peeljet*), polega na usuwaniu cienkiej warstwy zabrudzeń oraz błonki asfaltowej z ziaren kruszywa warstwy ścieralnej za pomocą wody pod bardzo wysokim ciśnieniem, która jest podawana ze specjalnych dysz;
- nakładka z kruszyw boksytowych (ang. *tyregrip*), polega na rozkładaniu kruszywa boksytowego lub granitowego na uprzednio przygotowanej warstwie z żywicy epoksydowych na nawierzchni;
- śrutowanie – młotkowanie (ang. *blasting*), polega na usuwaniu cienkiej warstwy zabrudzeń oraz błonki lepiszcza z ziaren kruszywa warstwy ścieralnej za pomocą kulek stalowych, które z dużą prędkością uderzają w nawierzchnię.

Przykłady realizacji poszczególnych metod uszorstwienia nawierzchni przedstawiono na fotografiach od 1 do 6.



Fot. 1. Frezowanie, całkowita wymiana warstwy ścieralnej [2]



Fot. 2. Rowkowanie (fot. A. Polecki)



Fot. 3. Czyszczenie szczotkami stalowymi [3]



Fot. 4. Czyszczenie wysokociśnieniowe wodą (fot. A. Polecki)



Fot. 5. Nakładka z kruszywa boksytowego (fot. A. Polecki)



Fot. 6. Śrutowanie – młotkowanie (fot. A. Polecki)

## Odcinek doświadczalny

Na kilku odcinkach sieci dróg Oddziału GDDKiA we Wrocławiu, po niezadowalających rezultatach uzyskiwanych podczas poprawy właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni m.in. poprzez czyszczenie wysokociśnieniowe wodą, zapadła decyzja o wykonaniu odcinka próbnego z wykorzystaniem technologii śrutowania – młotkowania (fot. 6).

W roku 2015, na sieci drogowej Oddziału we Wrocławiu, pojawiła się szansa na sprawdzenia metody śrutowania – młotkowania. Wykonawca robót zadeklarował pokrycie kosztów zabiegu w zamian za wytypowanie „odcinka próbnego” oraz możliwość prowadzenia rejestracji audio-video całego przebiegu remontu.

Do testów wytypowano odcinek na drodze krajowej nr 39 relacji Łagiewniki – Strzelin.

Dane odcinka doświadczalnego:

- Lokalizacja: odcinek drogi krajowej nr 39, km od 13+100 do 13+700
- Klasa drogi: G, 80 kN/oś
- Szerokość jezdni: 6,3 m
- Technologia warstwy ścieralnej: beton asfaltowy AC 11 S (BA)
- Rok wykonania nawierzchni: 2008
- Opisowy stan techniczny: występowanie łat, spękań siatkowych, wykruszeń krawędzi
- Średni miarodajny współczynnik tarcia:  $\mu_m \approx 0,27$  (poniżej wartości krytycznej – klasa D wg DSN [4]).

Zabieg został wykonany w dniu 11.06.2015 r. w obecności zaproszonych gości z innych Oddziałów GDDKiA. Zabieg zrealizowany był za pomocą dwóch urządzeń zamontowanych na samochodach ciężarowych (fot. 7 a-d).

## Opis metody

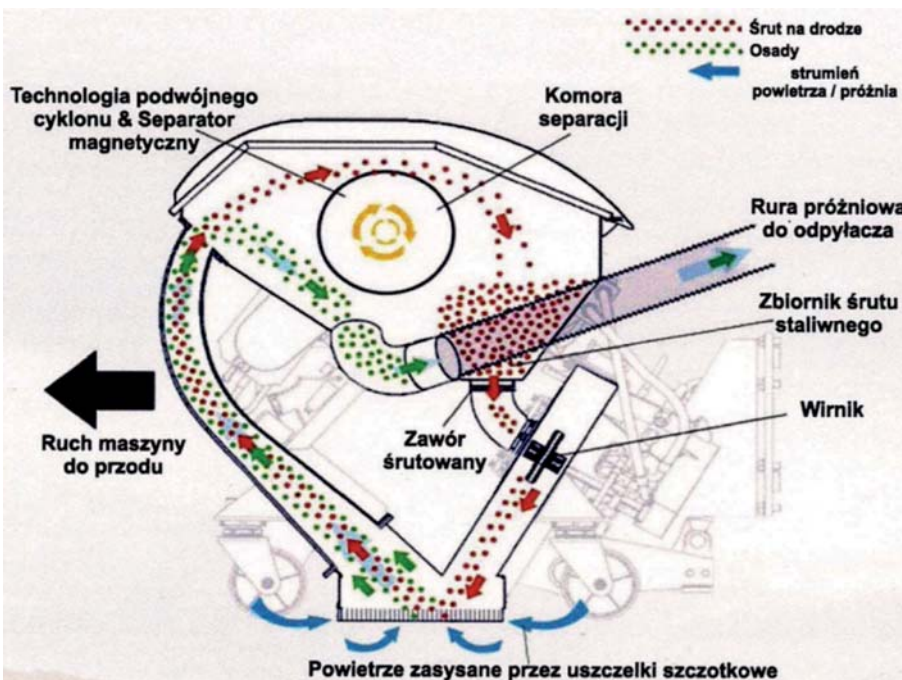
Zabieg śrutowania jest procesem mechanicznym, stosowanym do usuwania wszystkich elementów, które zanieczyszczają i pokrywają powierzchnię na poziomie makrostruktury i częściowo mikrotekstury. Proces ten jest w pełni kontrolowany, bezpieczny i ekologiczny. Nie używa się wody, rozpuszczalników i innych substancji chemicznych, w związku z tym nie są wydzielane do atmosfery zanieczyszczenia lotne.

Śrutowanie polega na „bombardowaniu” kulkami stalowymi o średnicy ok. 2 mm górnej warstwy nawierzchni drogowej. Kulki wyrzucane są z dużą prędkością uzyskaną w wirniku głowicy umieszczonej z przodu pojazdu. Na skutek uderzeń – śrutowania, z górnej warstwy nawierzchni odrywane są cząstki, które powodowały obniżenie właściwości przeciwpoślizgowych. Pozyskany w ten sposób „urobek” w formie pyłu, wraz z kulkami, wciągany jest przez system próżniowy odpylacza głowicy i odprowadzany rurami do tylnej części towarowej samochodu – nośnika, do specjalnych worków. Usunięty materiał może służyć do powtórnego wykorzystania jako dodatek, np. do spoiw drogowych. Schemat działania głowicy zamieszczono na rysunku 1.

Pozostały nadmiar kulek stalowych jest zbierany przy pomocy specjalnych, ręcznych zbieraków wyposażonych w elementy namagnesowane. Proces ten przedstawiono na fotografii 8.



Fot. 7. Wykonywanie remontu w technologii śrutowanie – młotkowanie: a) zestaw do wykonywania śrutowania, b) głowica robocza, c) pokaz podczas wykonywania remontu, d) wykonywanie remontu na łuku (fot. A. Polecki)

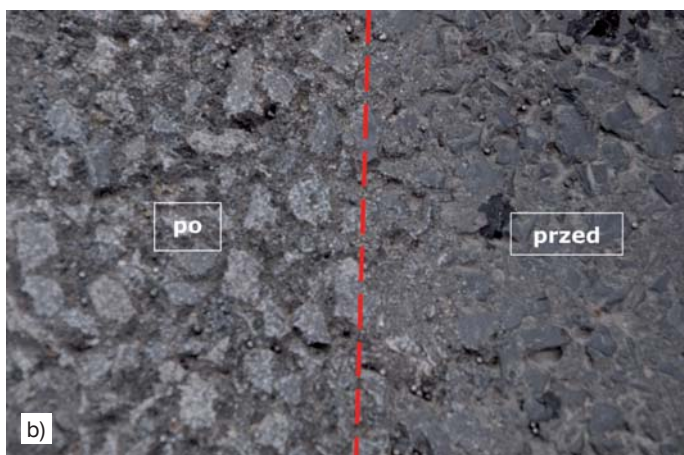
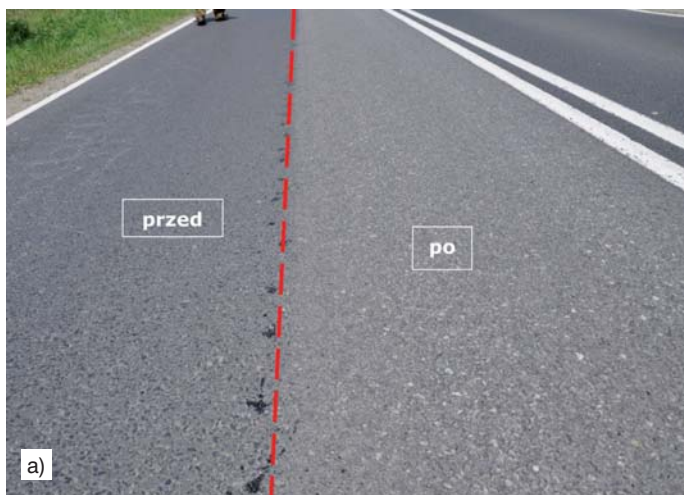


Rysunek 1. Schemat budowy i działania głowicy do śrutowania nawierzchni [5]



Fot. 8. Zbieranie z nawierzchni pozostałego nadmiaru kulek stalowych (fot. A. Polecki)

Pierwszy widoczny efekt makroskopowy uzyskano już po przejściu urządzenia na połowie szerokości pasa ruchu (fot. 9 a–b).



Fot. 9. Widok powierzchni nawierzchni przed i po wykonania zabiegu: a) w skali makro, b) w skali mikro (fot. A. Polecki)

## Pomiary współczynnika tarcia

Przed wykonaniem zabiegu i po nim przeprowadzono badania właściwości przeciwpoślizgowych z zastosowaniem zestawu SRT-3, będącym w użytkowaniu Wydziału Technologii – Laboratorium Drogowego GDDKiA Oddział we Wrocławiu (fot. 10).

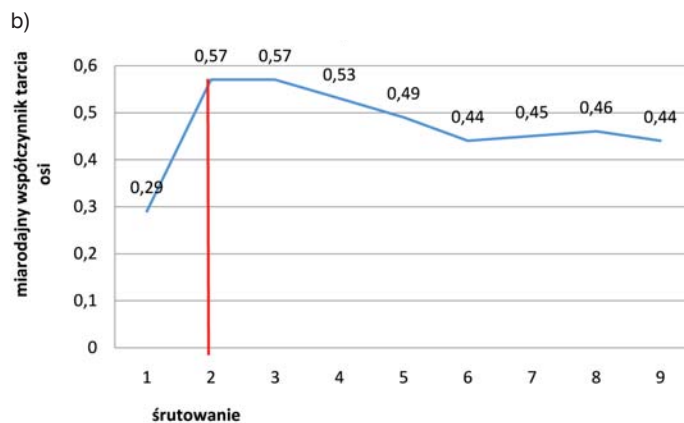
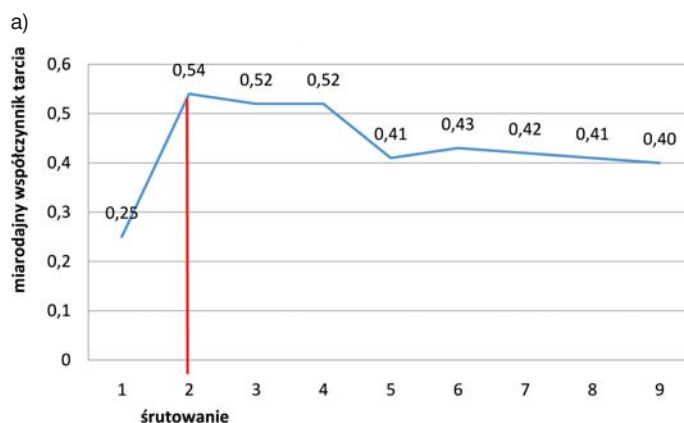
Szczegółowe dane dotyczące zestawu pomiarowego:

- Zestaw SRT-3, opona: P.I.A.R.C. PAVEMENT TEST TIRE 165/R15, SPECIALTY TIRES OF AMERICA, czterorowkowa, bez bieżnika, obręcz stalowa: 15 x 6 J/ET 44;
- ciśnienie robocze: 2,0 bar  $\pm$  0,05 bar (1,95 – 2,05 bar), prędkość pomiarowa: 60 km/h, krok pomiarowy 50 m ( $2 \times 100$  m naprzemiennie).

W ramach pomiarów uzyskano wyniki miarodajnego współczynnika tarcia [6], które wskazały na poprawę właściwości przeciwpoślizgowych o ok. 100% ( $\mu_m \approx 0,25$  wzrost do 0,54 w lewym śladzie koła,  $\mu_m \approx 0,29$  wzrost do 0,57 w osi pasa ruchu). Wyniki uzyskane na odcinku doświadczalnym wzrosły z klasy D wg DSN (przed zabiegiem) do klasy A wg DSN [4] po wykonaniu zabiegu – w ciągu ok. 4 godzin.



Fot. 10. Zestaw pomiarowy SRT-3 i opona P.I.A.R.C (fot. A. Polecki)



Rys. 2. Wyniki pomiarów współczynnika tarcia nawierzchni [6]: a) pomiary w lewym śladzie kół pojazdów, b) pomiary w osi pasa ruchu

W celu pozyskania szczegółowych informacji, pomiary współczynnika tarcia (szorstkości) zestawem SRT-3, były prowadzone cyklicznie, w odstępach dwu-, trzymiesięcznych z przerwą zimową. Pomiary prowadzone były przy pomocy tego samego zestawu SRT-3, w lewym śladzie koła i w osi pasa ruchu.

Wyniki pomiarów współczynnika tarcia w okresie od czerwca 2015 do lipca 2017 zaprezentowano na rysunkach 2a–2b. W tabeli 1 zamieszczono numery serii pomiarowych i odpowiadające im daty wykonania pomiarów.

Tabela 1. Numery serii pomiarowych współczynnika tarcia nawierzchni wraz z datami wykonania badań

Nr serii	Data wykonania badania
1	05.06.2015 r.
2	11.06.2015 r.
3	05.08.2015 r.
4	02.11.2015 r.
5	05.05.2016 r.
6	14.07.2016 r.
7	27.10.2016 r.
8	21.02.2017 r.
9	05.07.2017 r.

## Podsumowanie i wnioski

Po dwóch latach eksploatacji nawierzchni odcinka doświadczalnego wyniki pomiarów właściwości przeciwpoślizgowych utrzymują się w klasie A (oś pasa ruchu) oraz w klasie B (lewy ślad koła – jeden z obszarów pasa ruchu szczególnie narażony na polerowanie). Odcinek pozostaje pod obserwacją WT-LD we Wrocławiu. Po roku eksploatacji nadal widoczne były ziarna grysowe bez błonki lepszczca (fot. 11).



Fot. 11. Widok warstwy ścieralnej po jednym roku eksploatacji (fot. A. Polecki)

Stała obserwacja i cykliczne pomiary współczynnika tarcia nawierzchni na odcinku doświadczalnym umożliwią:

- badanie tempa postępu obniżania się miarodajnego współczynnika tarcia;
- wyznaczenie czasu, po upływie którego poziom miarodajnego współczynnika tarcia obniży się do poziomu wyjściowego (przed wykonaniem zabiegu).

Pozytywny efekt wykorzystanej metody – szybkiej poprawy właściwości przeciwpoślizgowych, pozwolił na zastosowanie jej na kolejnych odcinkach dróg krajowych, które należą do sieci zarządzanej przez Oddział GDDKiA we Wrocławiu. Są to między innymi: droga krajowa nr 3 od kilometra 481+000 do 481+800, droga krajowa nr 3 od kilometra 415+508 do 415+830 (przekrój uliczny), droga krajowa nr 8 od kilometra 4+035 do 4+250, droga krajowa nr 12 od kilometra 125+300 do 125+750, droga krajowa nr 33 od kilometra 4+133 do 4+240, autostrada A4: łącznice relacji Legnica – Wrocław i Kudowa Zdrój – Legnica.

Po zastosowaniu zabiegu śrutowania – młotkowania, wartość miarodajnego współczynnika tarcia uległa zwiększeniu około dwukrotnie (ok. 100%). Po roku eksploatacji współczynnik tarcia obniżył się o ok. 0,1 (20%), ale notowane wartości pozostawały na poziomie pożądanym (0,41–0,49). Po 24 miesiącach poziom współczynnika tarcia notował wartości na poziomie dobrym i zadowalającym, czyli klasa A i B wg DSN. W osi pasa proces obniżania się wartości współczynnika tarcia nawierzchni zachodzi zdecydowanie wolniej.

W perspektywie 24-miesięcznej zabieg młotkowania – śrutowania spełnia pokładane w nim oczekiwania i pozwala na znaczne poprawienie właściwości przeciwpoślizgowych nawierzchni. Czas wykonywania zabiegu jest nieporównywalnie krótszy w porównaniu do zabiegu polegającego na wymianie warstwy ścieralnej.

## Bibliografia

- [1] Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 23 grudnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie. Dz. U. z 2016r. poz. 124.
- [2] [www.satpolska.com.pl](http://www.satpolska.com.pl)
- [3] [www.hydrog.com](http://www.hydrog.com)
- [4] GDDKiA, Diagnostyka stanu nawierzchni i jej elementów. Wytyczne stosowania. Warszawa 2015.
- [5] Blasting Services L.T.D. „Rozwiązania dla poprawy tarcia” Sofia 2015.
- [6] Sprawozdania z badań właściwości przeciwpoślizgowych wykonanych przez WT-LD GDDKiA Oddział we Wrocławiu o numerach: 037/001/T-1.3/15 z dn. 23.06.2015, 037/002/T-1.3/15 z dn. 19.10.2015, 037/003/T-1.3/16 z dn. 05.02.2016, 037/004/T-1.3/16 z dn. 06.05.2016, 037/005/T-1.3/16 z dn. 14.07.2016, 037/006/T-1.3/16 z dn. 28.10.2016, 018-01/001/T-1.3/17 z dn. 01.02.2017, 018-01/0021/T-1.3/17 z dn. 07.08.2017.