

Ewolucja mierników prędkości – od wskazówki do lasera

Evolution of speedometers – from needle to a laser

Mariusz Dawidowski, Anna Kulesza-Mincer, Waldemar Owczarek (OUM Warszawa)

Przedmiotem artykułu jest przegląd mierników prędkości, poczynając od wprowadzonego w 1906 roku sekundomierza, przez bardziej zaawansowane rozwiązanie, jak rejestrator prędkości, telemobiloskop, radar, po laser. Nakreślono pokrótce tło historyczne oraz omówiono zasady funkcjonowania poszczególnych przyrządów. W publikacji przedstawiono również obowiązujące obecnie zasady legalizacji mierników prędkości.

This article contains an overview of speedometers, dating back to 1906 when a stopwatch was introduced, which led to a more advanced solution such as speed recorder, telemobiloscope, radar and finally laser. The historical background as well as the mode of operation of the individual instruments are briefly outlined. The study also outlines the current rules for the validation of speedometers.

Wprowadzenie ograniczeń prędkości zobligowało do sprawdzania ich przestrzegania. Pierwszym znanym miernikiem użytym do kontrolowania prędkości pojazdów był sekundomierz, który na użytek amerykańskiej policji został zatwierdzony przez sąd i wprowadzony w 1906 roku. Funkcjonariusz sprawdzał czas przejazdu pojazdu między dwoma punktami oddalonymi między sobą o znany dystans. Dzięki temu mógł wyliczyć prędkość, stosując wzór:

$$v = s/t$$

gdzie: v – prędkość, s – droga i t – czas.

Zaawansowanym rozwiązaniem technicznym był wprowadzony w 1910 roku rejestrator prędkości. Urządzenie składało się z aparatu fotograficznego zsynchronizowanego z sekundomierzem. Rejestrator wykonywał dwa zdjęcia. Dzięki temu można było stwierdzić, w jakim czasie sfotografowany pojazd przejechał określony dystans i jaką miał prędkość. Niestety brak jest zdjęć tego urządzenia, dostępny jest jedynie jego opis w amerykańskiej gazecie „The Sun” z 25 lutego 1910 roku. Przedstawiono w niej zasadę działania urządzenia oraz pierwszego sfotografowanego i skazanego za przekroczenie prędkości „użytkownika szos”.



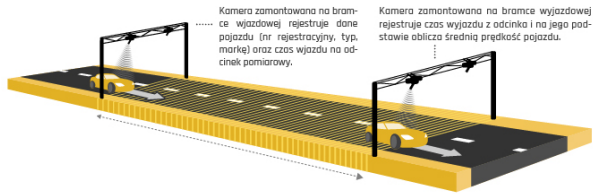
Fot. 1. Sekundomierz z 1906 roku (źródło: google.com)

Takie rozwiązanie, oczywiście nowocześniejsze, stosuje się do dziś na przykład w odcinkowych pomiarach prędkości. Zasada ich działania polega na wyliczeniu średniej prędkości pojazdu poprzez pomiar czasu przejazdu na danym odcinku drogi.

Szczegółowe objaśnienie funkcjonowania odcinkowych pomiarów prędkości opisane jest w numerze 4/2014 Biuletynu Głównego Urzędu Miar „Metrologia i Probiernictwo”.



Fot. 2. Wycinek z gazety „The Sun” 25 lutego 1910 r. (źródło: <http://chroniclingamerica.loc.gov>)



Fot. 3. Zasada działania odcinkowego pomiaru prędkości
(źródło: <http://www.canard.gitd.gov.pl>)

Jednak historia kontroli prędkości to historia RADARu – najczęściej stosowanego przez funkcjonariuszy mundurowych na całym świecie miernika prędkości. RADAR to skrót od **R**adio **D**etection **A**nd **R**anging, co oznacza radiowe wykrywanie i namierzanie. Do wykrywania obiektów wykorzystuje się zjawisko odbicia fal radiowych (najczęściej w tym celu korzysta się z pasma mikrofal) od wykrywanych obiektów lub fal wysyłanych przez te objekty. W radarze aktywnym nadajnik radaru emituje wiązkę promieniowania oświetlającą badany obszar, sygnał odbija się od obiektu i odbierany jest w odbiorniku znajdującym się zazwyczaj w tym samym miejscu, co nadajnik. Jako sygnał sondujący można stosować krótkie impulsy o dużej mocy (w radarze impulsowym) lub stosować falę ciągłą (w radarach policyjnych, radarach FMCW i radarach szumowych).

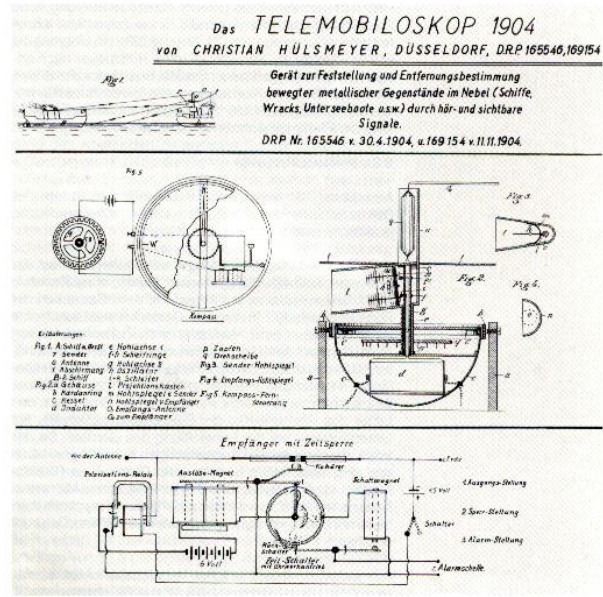
Pierwszym urządzeniem wykorzystującym fale radiowe do wykrywania obiektów metalowych był telemobiloskop, opatentowany w 1904 roku przez



Fot. 4. Pierwsze urządzenie radarowe – „Telemobiloskop”,
Deutsches Museum



Fot. 5. Christian Hülsmeyer
(źródło: <http://www.radarworld.org/huelsmeyer>)



Fot. 6. Opis działania telemobiloskopu
(źródło: <http://www.radarworld.org/huelsmeyer>)

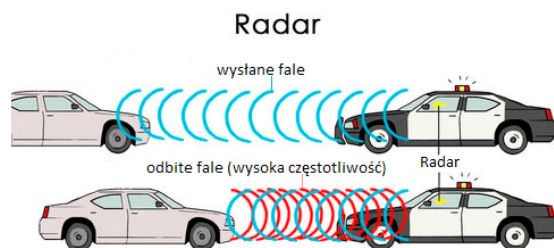
niemieckiego fizyka i wynalazcę Christiana Hülsmeyera. Stworzył on to urządzenie jako antykolidyjne dla obiektów pływających.

Gwałtowny rozwój technologii fal radiowych miał miejsce podczas II wojny światowej. Rozwijany był na potrzeby militarne przez takie kraje jak Stany Zjednoczone, Wielką Brytanię czy Niemcy. Funkcję, jaką miały spełniać, to wykrywanie obiektów militarnych wroga.

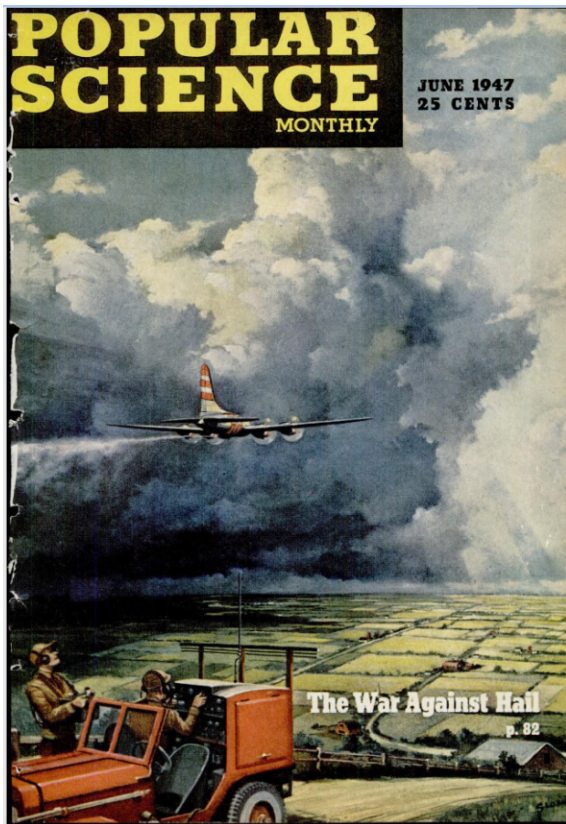
Radary policyjne wykorzystują efekt Dopplera i są nazywane radarami dopplerowskimi.

Efekt Dopplera (zjawisko Dopplera) to zjawisko fizyczne, które zachodzi między źródłem fali (np. dźwiękowej) a jej odbiornikiem. Polega ono na tym, że wzajemna zmiana położenia źródła fali i jej odbiornika powoduje zmianę częstotliwości fali. To znaczy: gdy odległość między źródłem a odbiornikiem fali rośnie, to częstotliwość fali maleje i odwrotnie.

Pierwsze udokumentowane użycie radaru policyjnego zostało przedstawione w miesięczniku „Popular Science” z czerwca 1947 roku.



Fot. 7. Efekt Dopplera
(źródło: <https://vram29.wordpress.com/2015/04/16/week-12-final-project/>)



Fot. 8. Okładka czasopisma „Popular Science”, czerwiec 1947 r.

Radary te były duże, montowane na zewnątrz radiowozu. Dodatkowo miały otwarty pojemnik na tusz, co uniemożliwiało ewentualny pościg.

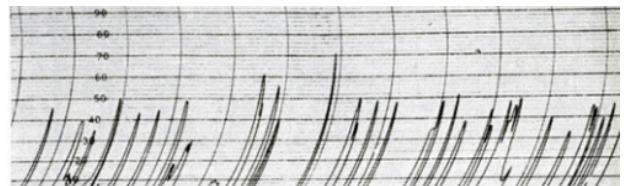
Obecnie radary są małe i poręczne.

Niestety, przyrządy radarowe do pomiaru prędkości budzą w naszym kraju kontrowersje. Zarzutem, jaki się im stawia jest to, że nie spełniają wytycznych Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 17 lutego 2014 roku w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać przyrządy do pomiaru prędkości pojazdów w ruchu drogowym oraz szczegółowego zakresu badań i sprawdzeń wykonywanych podczas prawnej kontroli tych przyrządów. Zgodnie z nim miernik powinien jednoznacznie wskazywać, którego pojazdu dotyczy prędkość wyświetlana na ekranie. Oczywiście istnieje możliwość rozbudowy radaru o funkcję foto-radaru czy też wideoradaru.

Kolejnym zastrzeżeniem jest to, że radary mają szeroki zakres pomiaru i mierzą najszybciej jadący pojazd. Zgodnie z instrukcją urządzenia ISKRA-1 radar ten dokonuje pomiaru prędkości pojazdu najszybciej jadącego w grupie lub na ich tle, o ile prędkość mierzonego pojazdu (motocykla) jest wyższa o 4 km/h od pozostałych pojazdów (automatycznie wyciąga najszybszą prędkość bez potrzeby stosowania



Fot. 9. Policyjny radar i zasada działania w praktyce, (źródło: „Popular Science”, czerwiec 1947 r.)



Fot. 10. Wydruk z pomiaru prędkości, (źródło: „Popular Science”, czerwiec 1947 r.)

celowników optycznych). Oczywiście korzystanie z ręcznych radarów ściśle według instrukcji użytkowania eliminuje większość błędów pomiaru prędkości, czyli wiele zależy od operatora urządzenia.

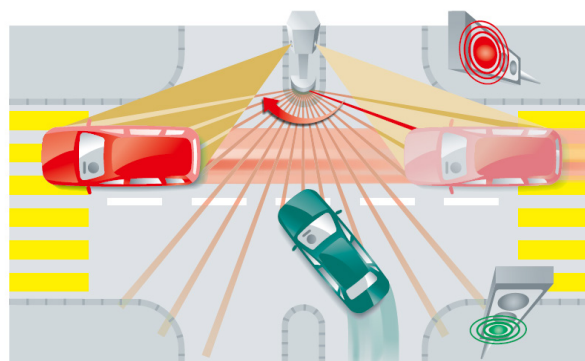
Na potrzeby dokładnego kontrolowania prędkości „batem” na piratów drogowych stało się światło, a dokładnie laser. Skonstruowano urządzenie, którego skrót LIDAR znaczy **L**ight **D**etection **A**nd **R**anging, czyli wykrywanie i namierzanie światłem. LIDAR działa na tej samej zasadzie co RADAR, lecz zamiast mikrofal urządzenie wykorzystuje promieniowanie laserowe. LIDAR mierzy czas odbitych impulsów od



Fot. 11. Ręczny radar ISKRA-1 (źródło: <http://www.beltronics.pl>)

kontrolowanego pojazdu. Umożliwia to zmierzenie odległości obiektu od urządzenia. Przy wykonaniu serii pomiarów odległości i czasu pomiędzy tymi pomiarami urządzenie oblicza prędkość kontrolowanego pojazdu. Z racji tego, że w LIDAR-ze zastosowano laser, dokładność pomiarów prędkości pojazdów przewyższa znacząco tę przy kontrolowaniu jej przez RADAR-y. Przede wszystkim wąska wiązka światła pozwala poprawnie zidentyfikować cel. Dodatkowo najnowocześniejsze LIDAR-y nie tylko mierzą prędkość, ale wyposażone są w aparat cyfrowy, a także kamerę wideo. Daje to możliwość rejestracji ewentualnego wykroczenia, z dokładnym wskazaniem miejsca trafienia wiązki laserowej w kontrolowanym pojeździe. Takie rozwiązanie zastosowano na przykład w urządzeniu LTI 20/20 TruCAM.

Laserowe mierniki prędkości to przyszłość kontroli. Najważniejszą ich cechą jest szybkość pomiaru. Ta właściwość ma zastosowanie w tak zwanych skanerach laserowych. Urządzenie wysyła pulsacyjnie wiązkę lasera, która jednocześnie jest przesuwana z bardzo dużą prędkością obrotową w zakresie 180° względem osi skanera. Wiązka lasera, gdy natrafi na obiekt, odbija się i wraca do urządzenia, gdzie jest



Fot. 13. Skaner laserowy (źródło: Federal Institute of Metrology METAS)

zastosowaniu transmisji w trybie rzeczywistym istnieje możliwość rejestrowania, oprócz przewinień, również ewentualnych utrudnień na drodze, na przykład zatorów ulicznych.

Przykładem skanerów laserowych, dostępnych na polskim rynku, są urządzenia z systemem PoliScan^{speed}. Są dwie wersje: przenośna oraz stacjonarna.

Oba warianty tych systemów dokonują jednocześnie pomiaru prędkości wielu pojazdów na różnych pasach jezdni. Wykroczenia są przypisywane do konkretnych pojazdów, nawet jeśli znajdują się obok siebie.



Fot. 12. Laserowy miernik prędkości LTI 20/20 TruCAM (źródło: <http://envisystem.com>)

zarejestrowana. Na podstawie sekwencji otrzymanych impulsów zostaje wyliczony kontur obiektu, jego kierunek ruchu i prędkość.

Dzięki zastosowaniu najnowszych technologii oraz odpowiedniego oprogramowania możliwe jest precyzyjne monitorowanie każdego obiektu znajdującego się w polu widzenia skanera. Zapewnia to precyzyjną informację o uczestnikach ruchu, nie tylko pojazdów mechanicznych, ale również pieszych. Przy



Fot. 14. PoliScan^{speed} wersja mobilna (źródło: www.vitronic.com)



Fot. 15. PoliScan^{speed} wersja stacjonarna (źródło: www.vitronic.com)

A jak przebiega legalizacja mierników prędkości?

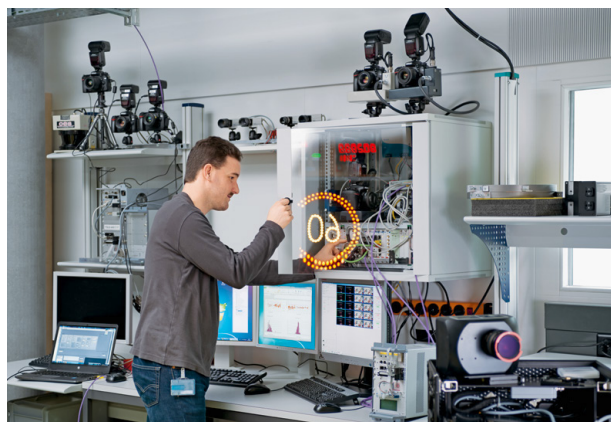
Do 2014 roku, przed zmianą Rozporządzenia Ministra Gospodarki z 9 listopada 2007 roku, legalizacja mierników przeprowadzana była w warunkach odniesienia, czyli w laboratorium oraz w znamionowych warunkach użytkowania – dla co najmniej 10 pomiarów różnych prędkości w zakresie pomiarowym przyrządu. Sprawdzenie w laboratorium polegało na podłączeniu prędkościomierza do symulatora prędkości i skontrolowanie miernika prędkości w pełnym zakresie pomiarowym.

Obecnie, po zmianie Rozporządzenia Ministra Gospodarki z 6 marca 2014 roku, sprawdzenie mierników prędkości w laboratorium odbywa się tylko przy zatwierdzeniu typu. Przeprowadzenie legalizacji pierwotnej lub ponownej przeprowadza się wyłącznie w warunkach znamionowych użytkowania. Polega to na sprawdzeniu czy wartości błędów pomiarowych, dla co najmniej 10 pomiarów różnych prędkości w zakresie pomiarowym przyrządu dla każdego mierzonego kierunku ruchu pojazdów, nie przekraczają wartości błędów granicznych. Wartości te to: ± 3 km/h – dla prędkości do 100 km/h oraz ± 3 % wartości mierzonej – dla prędkości powyżej 100 km/h.

Jak to wygląda w urzędach miar za granicą?

Na przykład Laboratorium Ruchu Drogowego szwajcarskiego Federal Institute of Metrology METAS sprawdza mierniki prędkości w laboratorium. Rozwiązanie takie jest podyktowane tym, że pomiary w ruchu drogowym są drogie i niebezpieczne. Drogie, ponieważ wiąże się to z zamknięciem drogi i wynajęciem odpowiednich służb. Niebezpieczne, gdyż należy osiągnąć wysokie prędkości przejazdu. Przeprowadzenie kontroli w laboratorium umożliwia bezpieczne sprawdzenie mierników prędkości w pełnym zakresie pomiarowym, niedostępnym w ruchu drogowym. W tym celu Laboratorium Ruchu Drogowego opracowało specjalny system symulacji ruchu drogowego. W takich symulacjach można wybrać cały zakres prędkości i kategorie pojazdu oraz powtarzalność identycznych warunków pomiarowych.

Dobrym rozwiązaniem byłoby wprowadzenie takiego sposobu sprawdzania mierników prędkości w Polsce. Na początku prędkościomierz można by skontrolować w laboratorium w całym zakresie,



Fot. 16. Laboratorium Ruchu Drogowego

(źródło: <https://www.metas.ch>)

a następnie w ruchu miejskim, ale już tylko przy prędkościach bezpiecznych, bez zamykania drogi. Jeżeli błędy wskazań pokrywałyby się z tymi ze sprawdzenia w laboratorium, to znaczy, że miernik prędkości jest sprawny w całym zakresie.

Należy też pamiętać, że stosowanie najnowszych technologii przy rejestracji wykroczeń nie zwalnia użytkownika od pracy zgodnie z instrukcją obsługi. Dlatego też, według programu szkolenia funkcjonariuszy amerykańskiej drogówki, jeżeli istnieje jakakolwiek wątpliwość dotycząca prędkości wskazanej przez miernik, to nie podejmuje się żadnych czynności.

Literatura

- [1] Halliday D., Resnick R., Fizyka. T. II. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1972.
- [2] Urządzenie radarowe do pomiaru prędkości środków transportu ISKRA-1, Opis urządzenia, Instrukcja obsługi, Puszczykowo, kwiecień 2008.
- [3] Encyklopedia nowej generacji. E2.0, Wydawnictwo naukowe PWN, 2008.
- [4] Understanding Police Traffic RADAR & LIDAR, Revised edition 2016, published by Law Enforcement Services.
- [5] Basic training in speed measurement, Illinois Department of State Police Academy, 1992.
- [6] Popular Science, June 1947.
- [7] OIML Bulletin Nr 1, January 2015.
- [8] <http://www.canard.gitd.gov.pl>.
- [9] <https://www.metas.ch>.
- [10] <http://www.lawenforcementservices.biz>.
- [11] <http://radarworld.org/huelsmeyer>.
- [12] <https://vram29.wordpress.com/2015/04/16/week-12-final-project/>.
- [13] <https://en.wikipedia.org>.
- [14] <http://www.lasertech.com>.
- [15] <https://www.vitronic.com>.