

DROGA HAMOWANIA WYBRANYCH SAMOCHODÓW OSOBOWYCH – CZ. 1

Podstawą bezpieczeństwa w ruchu drogowym są sprawnie działające układy hamulcowe pojazdów uczestniczących w ruchu. Równocześnie należy pamiętać, że droga hamowania pojazdu zależy od wielu czynników. Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań związanych z pomiarem drogi hamowania samochodów osobowych i wpływu na nią różnych czynników, takich jak: prędkość pojazdu, warunki atmosferyczne, stan i rodzaj nawierzchni drogi, obciążenie pojazdu, rodzaj ogumienia. Niniejszy artykuł stanowi pierwszą z dwóch części.

WSTĘP

Jednym z najważniejszych układów, mających wpływ na bezpieczeństwo jazdy jest układ hamulcowy. Jego prawidłowe działanie pozwala kierowcy na aktywny udział w kontrolowaniu prędkości pojazdu. Układ ten powinien zapewniać skuteczne, szybkie i bezpieczne zredukowanie prędkości, oraz zatrzymanie samochodu w określonym przez kierowcę miejscu. Układ hamulcowy powinien działać skutecznie bez względu na obciążenie i prędkość pojazdu. Wpływ na przebieg procesu hamowania mają warunki atmosferyczne i drogowe, stan techniczny układu hamulcowego, jak również reakcja kierowcy i jego technika hamowania [1-8].

Droga hamowania definiowana jest na dwa sposoby. W mediach za początek pomiaru drogi hamowania przyjmuje się początek redukcji prędkości. Droga zatrzymania samochodu (całkowita długość drogi hamowania) jest definiowana jako droga przebyta przez pojazd od momentu, w którym wystąpiła sytuacja wymagająca użycia hamulca do zatrzymania pojazdu. Autorzy wielu publikacji zwracają uwagę na występujące różnice wartości wymienionych wielkości. Koncerny samochodowe używają obie definicje. W celach homologacyjnych posługują się definicją związaną z procesem, który rozpoczyna kierowca poprzez nacisk na dźwignię hamulca, zaś w celach marketingowych posługują się mniejszymi wartościami wymienionymi w drugim sposobie. Wartości te pojawiają się w katalogach producentów, które są podstawową oceną bezpieczeństwa czynnego pojazdów przez potencjalnych nabywców [1-8].

Najsukcesowniej hamowanie występuje, gdy nie występuje poślizg kół. W samochodach starszego typu, nie wyposażonych w system zapobiegania blokowaniu kół (ABS), doświadczeni kierowcy, by zapewnić możliwie najlepszą skuteczność hamowania i zapewnić sobie możliwość sterowania pojazdem, stosowali metodę hamowania pulsacyjnego. Jednak taka technika hamowania w pojazdach wyposażonych w system ABS jest niewskazana i może przynieść odwrotne skutki. W przypadku awaryjnego hamowania w pojeździe wyposażonym w system ABS należy jak najmocniej nacisnąć dźwignię hamulca i trzymać aż do zatrzymania pojazdu. System ABS nie pozwoli na zablokowanie kół przez co zapewni stateczność i kierowność pojazdu [1-8].

Nie należy zapominać, że na stan bezpieczeństwa na drodze wpływ mają czynniki ludzkie i techniczne. Jeżeli chodzi o czynniki techniczne, celem poprawy bezpieczeństwa, w licznych ośrodkach na całym świecie trwają badania zmierzające do zwiększenia trwałości i niezawodności elementów i całych układów wykorzystywanych w pojazdach [9-19].

W niniejszym artykule sprawdzono, jak zmienia się droga hamowania wybranych samochodów osobowych w zależności od rodzaju i stanu nawierzchni drogi, obciążenia pojazdu, warunków atmosferycznych, rodzaju ogumienia i prędkości jazdy.

1. PROCES HAMOWANIA SAMOCHODU

Największy wpływ na bezpieczeństwo czynne pojazdu ma układ hamulcowy, zaraz obok układu kierowniczego i jezdny. Konstruuje się go w taki sposób, aby podczas jakiegokolwiek awarii można było zatrzymać pojazd. Jest to zapewnione dzięki zastosowaniu wieloobwodowości zespołów uruchamiających hamulce. Ważna jest też ograniczona odporność układu hamulcowego na zmieniające się warunki atmosferyczne oraz skutki wynikające z długotrwałej i intensywnej pracy [1-8].

Droga hamowania to odcinek drogi, jaki przebywa pojazd w czasie hamowania, czyli od momentu zauważenia przez kierowcę przeszkody wymuszającej hamowanie pojazdu do całkowitego zatrzymania samochodu [1-8]. Całkowity czas, jaki minie od momentu dostrzeżenia przeszkody, będący punktem rozpoczęcia procesu hamowania do całkowitego zatrzymania samochodu można przedstawić za pomocą wzoru:

$$t_c = t_r + t_u + t_h \quad (1)$$

Gdzie:

t_r – czas psychofizycznej reakcji kierowcy (0,4-1,5 [s]),

t_u – czas uruchomienia układu hamulcowego i wzrost siły hamowania,

t_h – czas hamowania z maksymalną efektywnością.

Po upływie czasu t_r kierujący pojazdem zaczyna naciskać na dźwignię hamulca. Wzrost siły hamowania zachodzi z pewnym opóźnieniem – tzw. zwłoka zadziałania układu hamulcowego.

W tabeli 1 zestawiono podawane w literaturze czasy zadziałania układów hamulcowych [1-8].

Tab. 1. Czas zadziałania hamulców

Źródło	Czas zadziałania hamulców [s]	
	Układ hydrauliczny	Układ pneumatyczny
Arczyński S.	0,3	0,5
Lanzendoerfer J.	0,05-0,4	0,1-0,5
Studziński K.	0,02-0,05	0,2-0,5
Wrzesiński T.	0,1-0,3	0,1-0,3
Instytut Ekspertyz Sądowych	0,12-0,30	-

Na długość drogi zatrzymania pojazdu wpływa stan techniczny pojazdu, skuteczność układu hamulcowego oraz przyczepność

pojazdu do nawierzchni. Nie należy przy tym zapominać o czynniku ludzkim, czyli czasie reakcji kierowcy [1-8].

Zakładając pewne uproszczenia, drogę hamowania samochodu można zapisać w postaci równania:

$$S_z = V_p \cdot (t_r + t_u + 0,5 \cdot t_n) + \frac{V_p^2}{2 \cdot a_h} \quad (2)$$

Gdzie:

t_r – czas psychofizycznej reakcji kierowcy,

t_u – czas zwłoki zadziałania układu hamulcowego,

t_n – czas narastania siły hamowania (0,14-0,18 [s]),

V_p – prędkość samochodu, od której rozpoczyna się hamowanie,

a_h – opóźnienie hamowania samochodu.

2. OBIEKTY BADAŃ

W przeprowadzonych badaniach wykorzystano trzy samochody należące do różnych klas:

1. Klasa segmentu: B

Marka: Volkswagen Polo

Model: 6n2

Rok produkcji: 2000

Pojemność i rodzaj silnika: 1,9 Diesel

System ABS: nie

Rozmiar opony – zima: 165/75 R14

Rozmiar opony - lato: 195/55 R15



Rys. 1. Badany pojazd klasy kompakt – VW Polo

2. Klasa segmentu: C

Marka: Volkswagen Passat

Model: B5 FL

Rok produkcji: 2004

Pojemność i rodzaj silnika: 1,9 Diesel

System ABS: tak

Rozmiar opony – zima: 195/65 R15

Rozmiar opony - lato: 195/65 R15



Rys. 2. Badany pojazd klasy średniej – VW Passat

3. Klasa segmentu: D

Marka: Renault Kangoo

Model: III

Rok produkcji: 2008

Pojemność i rodzaj silnika: 1,5 Diesel

System ABS: tak

Rozmiar opony – zima: 195/65 R15

Rozmiar opony - lato: 195/65 R15



Rys. 3. Badany pojazd klasy van – Renault Kangoo

Pojazdy biorące udział w eksperymentach, przed przystąpieniem do badań zostały skontrolowane na stacji diagnostycznej w celu zweryfikowania skuteczności siły hamowania, oraz ewentualnym wyeliminowania istotnych usterek układu hamulcowego.

3. SPOSÓB BADANIA DROGI HAMOWANIA

Przeprowadzone eksperymenty miały na celu ukazanie wpływu różnych parametrów na długość drogi hamowania samochodu osobowego. Badano wpływ warunków atmosferycznych, rodzaju nawierzchni, stopnia obciążenia pojazdu, prędkości w chwili rozpoczęcia hamowania, rodzaju opon.

Ze względów bezpieczeństwa, zakres prędkości został ograniczony do wartości 30 [km/h], 40 [km/h], 50 [km/h], 80 [km/h] dla nawierzchni asfaltowej, betonowej, kostki granitowej, drogi gruntowej, oraz 30 [km/h], 40 [km/h], 50 [km/h], 60 [km/h] dla nawierzchni śliskiej, ośnieżonej.

Przeprowadzono następujące serie badań:

- nawierzchnia ośnieżona, masa własna pojazdu + masa kierowcy (90 [kg])
- nawierzchnia ośnieżona, masa własna pojazdu + masa kierowcy (90 [kg]) + dodatkowe obciążenie (300 [kg])
- nawierzchnia śliska, masa własna pojazdu + masa kierowcy (90 [kg])
- nawierzchnia śliska, masa własna pojazdu + masa kierowcy (90 kg) + dodatkowe obciążenie 300(kg)
- nawierzchnia asfaltowa sucha/mokra, masa własna pojazdu + masa kierowcy (90 [kg])
- nawierzchnia asfaltowa sucha/mokra, masa własna pojazdu + masa kierowcy (90 [kg]) + dodatkowe obciążenie (300 [kg])
- nawierzchnia z kostki granitowej sucha/mokra, masa własna pojazdu + masa kierowcy (90 [kg])
- nawierzchnia z kostki granitowej sucha/mokra, masa własna pojazdu + masa kierowcy (90 [kg]) + dodatkowe obciążenie (300 [kg])
- nawierzchnia betonowa sucha/mokra, masa własna pojazdu + masa kierowcy (90 [kg])
- nawierzchnia betonowa sucha/mokra, masa własna pojazdu + masa kierowcy (90 [kg]) + dodatkowe obciążenie (300 [kg])
- droga gruntowa sucha, masa własna pojazdu + masa kierowcy (90 [kg])
- droga gruntowa sucha, masa własna pojazdu + masa kierowcy (90 [kg]) + dodatkowe obciążenie (300 [kg])

Każde badanie dla danego pojazdu, warunków atmosferycznych, nawierzchni, obciążenia i prędkości było przeprowadzone czterokrotnie.

Eksperymenty przeprowadzono w odpowiednich odcinkach czasu, aby elementy cierne układu hamulcowego tj. tarcze hamulcowe, okładziny klocków ciernych miały podczas każdej próby optymalną temperaturę.

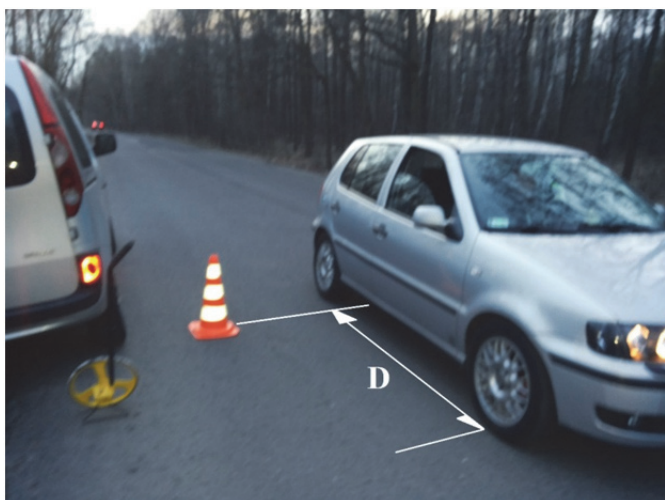
Długość drogi hamowania mierzono przy wykorzystaniu koła pomiarowego, potocznie zwanego drogomierzem.

Pomiar był wykonywany od punktu rozpoczęcia hamowania, który oznaczono dwoma pachółkami drogowymi U-23 (rys. 4) do miejsca zatrzymania kół osi przedniej badanego pojazdu.

Przykładowy sposób wykonywania pomiarów drogi hamowania został przedstawiony na rysunku 5. W tym przypadku pomiar był wykonany podczas próby awaryjnego hamowania dla pojazdu kompaktowego na nawierzchni asfaltowej suchej.



Rys. 4. Sposób oznaczenia początku hamowania



Rys. 5. Sposób pomiaru drogi hamowania

Odcinki drogi, wykorzystane do badań były dobrane w odpowiedni sposób. Przede wszystkim należało zapewnić bezpieczeństwo osobom wykonującym badania w czasie przeprowadzania prób, przez co każda osoba biorąca udział wyposażona była w odblaskową kamizelkę. Ważnym elementem, było również zadbanie o bezpieczeństwo innych użytkowników danego odcinka drogi i nie stwarzanie zagrożenia w ruchu. Niestety nie było możliwości całkowitego zamknięcia ruchu dla innych pojazdów na czas wykonywanych badań. Dlatego starano się wybrać odpowiednie dni tygodnia jak i pory dnia, w których na danych odcinkach dróg był minimalny ruch pojazdów. Jednocześnie należało zadbać o spełnienie wymogów związanych z rodzajem nawierzchni czy panującymi warunkami atmosferycznymi. Odcinki drogi musiały spełniać wymagane odległości od startu do punktu awaryjnego hamowania, aby możliwe było rozpędzenie pojazdu, utrzymanie wymaganej prędkości, wykonanie awaryjnego hamowania, oraz zmierzenie w bezpieczny i dokładny sposób drogi hamowania pojazdu.

Istotną rolę w przeprowadzonych badaniach odgrywało rozmieszczenie masy wewnątrz pojazdu, co miało za zadanie symulowanie masy całkowitej pojazdu, podróżujących w nim maksymalnej liczbie pasażerów oraz ładunku w części bagażowej pojazdu. Do

badzeń przyjęto masę kierowcy równą 90 [kg], masę podróżujących pasażerów na poziomie 4x50 [kg], oraz dodatkowe obciążenie w części bagażowej. Aby precyzyjnie określić masę w rzeczywistych warunkach, wykorzystano jednakowe worki cementu budowlanego o wadze 25 [kg]. Dodatkowa masa symulująca pasażerów i bagaż wewnątrz pojazdu została w odpowiedni sposób rozmieszczona oraz zabezpieczona przed ewentualnym przemieszczeniem wewnątrz pojazdu podczas nagłego, awaryjnego hamowania, tak jak zostało to przedstawione na rysunku 6.



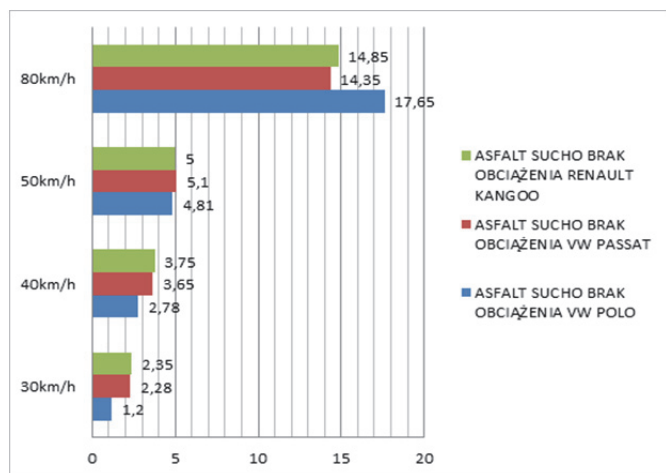
Rys. 6. Sposób rozmieszczenia dodatkowego obciążenia wewnątrz pojazdu

4. WYNIKI BADAŃ

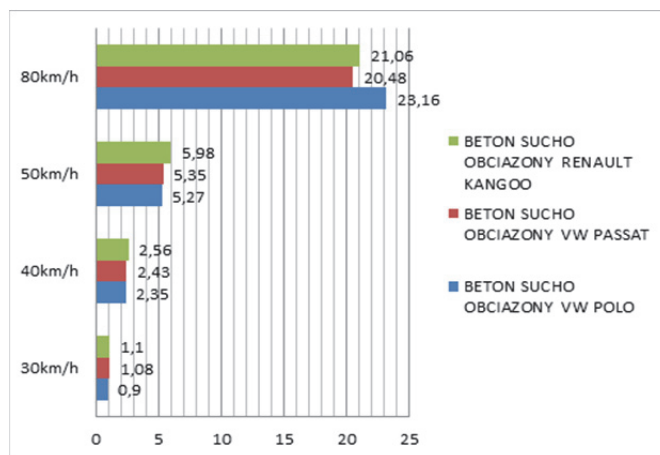
Podczas próby hamowania bez obciążenia na nawierzchni suchej, asfaltowej, najlepsza średnia zanotowanych pomiarów przy minimalnej prędkości 30 [km/h], która wynosi 1,2 [m], należy do pojazdu kompaktowego niewyposażonego w system zapobiegający blokowaniu kół podczas hamowania awaryjnego. Jak widać na rysunku 7 w przeprowadzonej próbie przy prędkościach do 50 [km/h] samochody wyposażone w system ABS wykazywały dłuższą drogę hamowania od ich konkurenta nieposiadającego tego systemu. Różnica długości drogi hamowania spadała wraz ze wzrostem prędkości początkowej. Dla prędkości 30 [km/h] różnica wynosi aż 1,08 [m] do pojazdu kombi i 1,15 [m] do pojazdu klasy van. Mniejsza różnica jest w przypadku próby przy 40 [km/h], gdzie zróżnicowanie drogi hamowania oscyluje w granicach 8,87 [m]. Przy początkowej prędkości 50 [km/h] różnica drogi hamowania osiągnęła wartość z przedziału 0,19 [m] – 0,29 [m].

W próbie, gdzie prędkość początkowa wynosi maksymalną przyjętą w badaniach wartość wynoszącą 80 [km/h], samochód kompaktowy bez systemu ABS przebył dłuższy o 3,3 [m] odcinek – 17,65 [m], niż jego konkurenci van (14,85 [m]) i kombi (14,35 [m]).

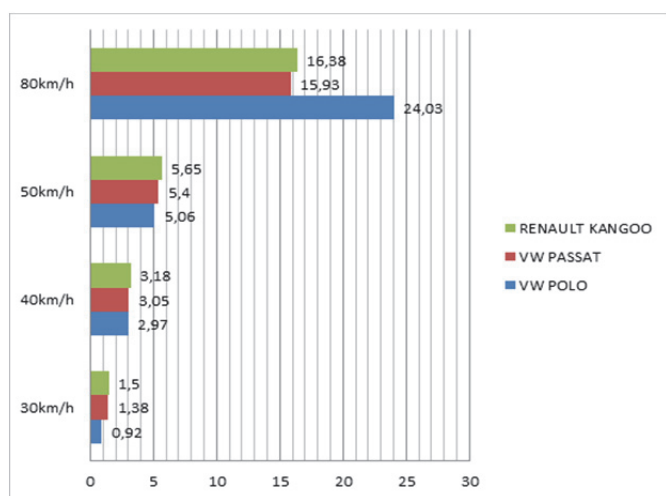
W kolejnym badaniu, różniącym się od poprzedniego tym, że pojazdy zostały dodatkowo dociążone, zależność różnicy drogi hamowania (rys. 8) jest podobna do poprzedniej. Również w tym przypadku samochody wyposażone w system ABS wykazały dłuższe odcinki drogi hamowania dla początkowych prędkości 30, 40 i 50 [km/h]. Jedynie w przypadku próby dla 80 [km/h] system przeciw blokowania kół okazał się skuteczniejszy. Długości pojazdów wyposażonych w system ABS są bardzo zbliżone i porównywalne do siebie. Można jednak zauważyć, że pojazd klasy van wykazuje w każdej próbie minimalnie dłuższy odcinek drogi hamowania wynoszący od kilku do kilkunastu centymetrów.



Rys. 7. Długości drogi hamowania w [m] na nawierzchni suchej, asfaltowej, dodatkowo nieobciążonych pojazdów



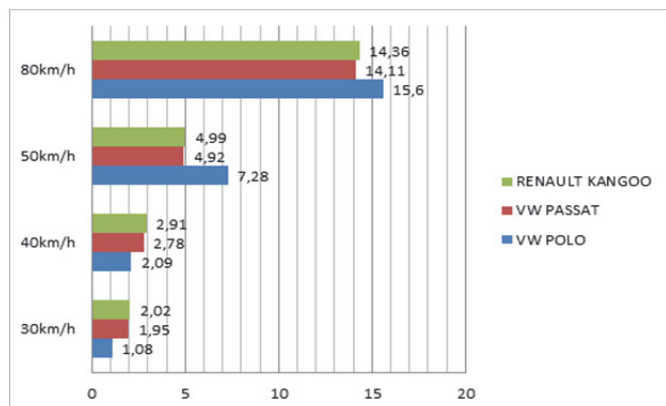
Rys. 10. Długości drogi hamowania w [m] na nawierzchni suchej, betonowej, dodatkowo obciążonych pojazdów



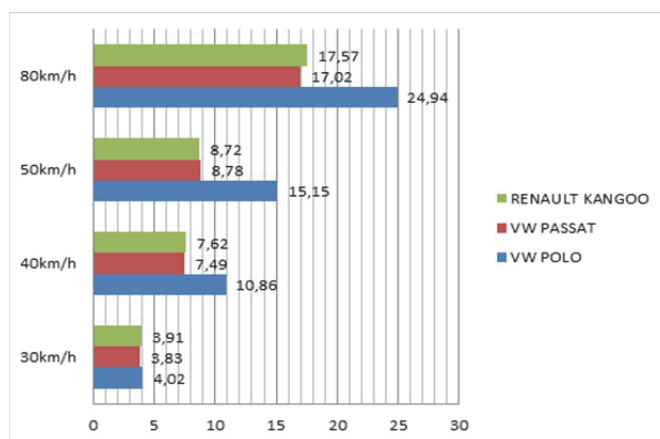
Rys. 8. Długości drogi hamowania w [m] na nawierzchni suchej, asfaltowej, dodatkowo obciążonych pojazdów

Jak widać występują sytuacje, gdy system ABS nieznacznie wydłuża drogę hamowania pojazdu.

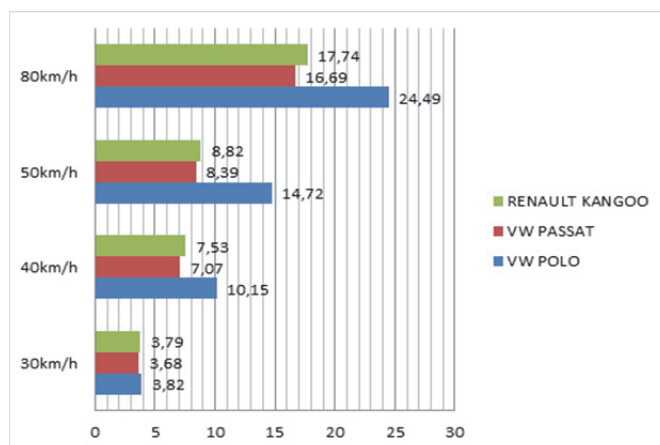
Podczas badań na nawierzchni betonowej, suchej dla pojazdów dodatkowo nieobciążonych i obciążonych, sytuacja dotycząca długości drogi hamowania i jej zależności w poszczególnych próbach (rys. 9 i 10) dla tego typu warunków jest porównywalna do prób dla warunków suchych na nawierzchni asfaltowej.



Rys. 9. Długości drogi hamowania w [m] na nawierzchni suchej, betonowej, dodatkowo nieobciążonych pojazdów



Rys. 11. Długości drogi hamowania w [m] na nawierzchni suchej, z kostki brukowej, dodatkowo nieobciążonych pojazdów



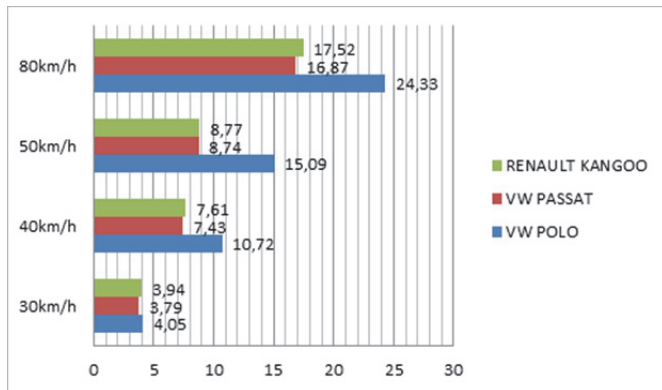
Rys. 12. Długości drogi hamowania w [m] na nawierzchni suchej, z kostki brukowej, dodatkowo obciążonych pojazdów

W tym przypadku otrzymane wartości dla prędkości początkowej wynoszącej 30 [km/h] wszystkich badanych pojazdów są porównywalne. W kolejnych próbach można zauważyć wzrost długości

drogi hamowania pojazdu niewyposażonego w układ ABS, gdzie pozostałe pojazdy osiągnęły zbliżone do siebie wyniki.

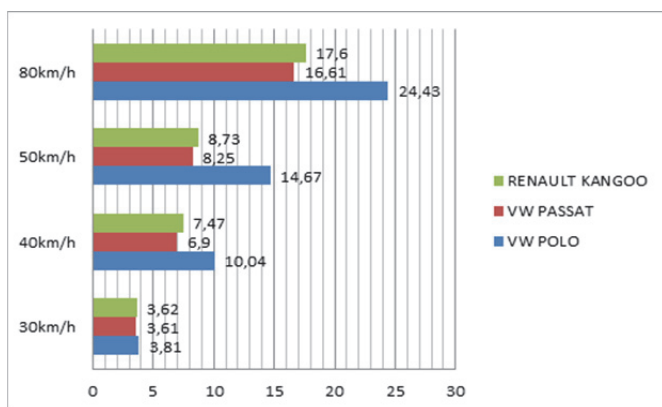
W sytuacji, gdy samochody zostały dodatkowo obciążone, ale warunki pozostały bez zmian, długość drogi hamowania nieznacznie wzrosła. O ile różnica w długości drogi hamowania pomiędzy pojazdami wyposażonymi w układ ABS i tym bez dla prędkości początkowej 30 [km/h] wynosiła zaledwie 0,14 [m], tak dla maksymalnej prędkości początkowej wyniosła już 7,8 [m].

W kolejnym etapie pojazdy zostały przebadane na nawierzchni gruntowej, gdzie struktura nawierzchni składała się z luźnych elementów obniżających współczynnik przyczepności kół do nawierzchni. Obserwując rysunki 13 i 14 można zauważyć, że na nawierzchni gruntowej stopień obciążenia pojazdów nie wpływa na długość drogi hamowania pojazdów. Różnica odcinaka drogi hamowania w tym przypadku mieści się w granicy 0,2-0,5 [m].



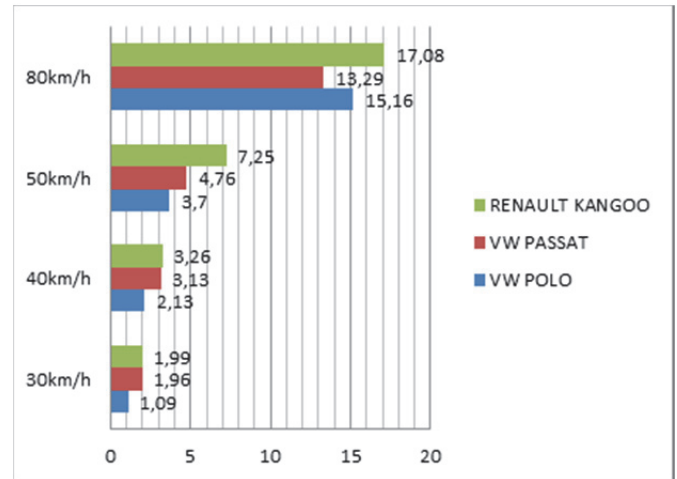
Rys. 13. Długości drogi hamowania w [m] na nawierzchni suchej, gruntowej, dodatkowo nieobciążonych pojazdów

Badania w warunkach suchych zostały również rozszerzone o próby hamowania na tych samych nawierzchniach drogowych co do tej pory, jednak pojazdy poruszały się na oponach przeznaczonych na okres zimowy (oznaczenie M+S). Badanie miało na celu zbadanie jaki wpływ na skuteczność hamowania pojazdu ma stosowanie opon o niewłaściwym przeznaczeniu w stosunku do panujących warunków atmosferycznych.

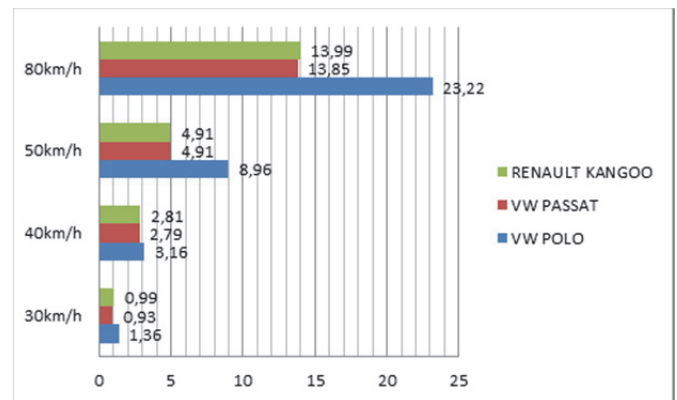


Rys. 14. Długości drogi hamowania w [m] na nawierzchni suchej, gruntowej, dodatkowo obciążonych pojazdów

Na rysunkach 15 i 16 widać przewagę samochodu bez układu ABS od pozostałych wyposażonych w ten układ. Tylko w przypadku maksymalnej badanej prędkości początkowej widać, że skuteczność hamowania jest najwyższa dla modelu Passat, osiągając w tej próbie najkrótszą drogę hamowania wynoszącą 13,29 [m]. Do prędkości początkowej 40 [km/h] pojazdy dodatkowo obciążone wykazały się krótszą drogą hamowania, od próby gdy nie były obciążone.

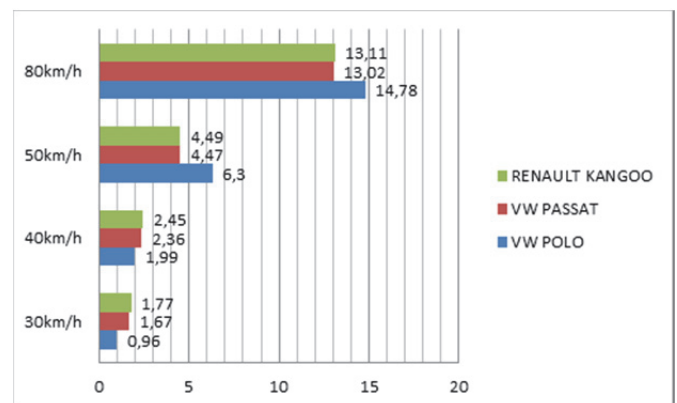


Rys. 15. Długości drogi hamowania w [m] na nawierzchni suchej, gruntowej, dodatkowo nieobciążonych pojazdów, na oponach M+S

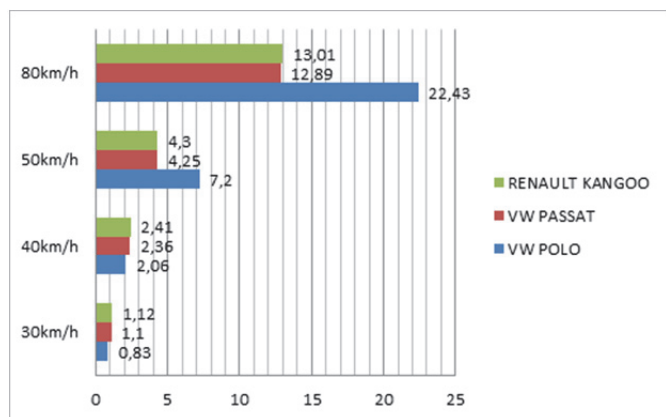


Rys. 16. Długości drogi hamowania w [m] na nawierzchni suchej, gruntowej, dodatkowo obciążonych pojazdów, na oponach M+S

Na nawierzchni betonowej obserwuje się wzrost skuteczności hamowania badanych samochodów nawet do 1 [m] w porównaniu do nawierzchni asfaltowej. Przeprowadzone badania kolejny raz potwierdzają, że nawierzchnia betonowa charakteryzuje się największym współczynnikiem przyczepności. Należy jednak zauważyć, że awaryjne hamowanie na nawierzchni betonowej i asfaltowej powoduje nadmierne zużycie opon zimowych w warunkach suchych, letnich. Najlepszy wynik, poniżej 1 [m], osiągnął VW Polo przy minimalnej prędkości początkowej 30 [km/h].

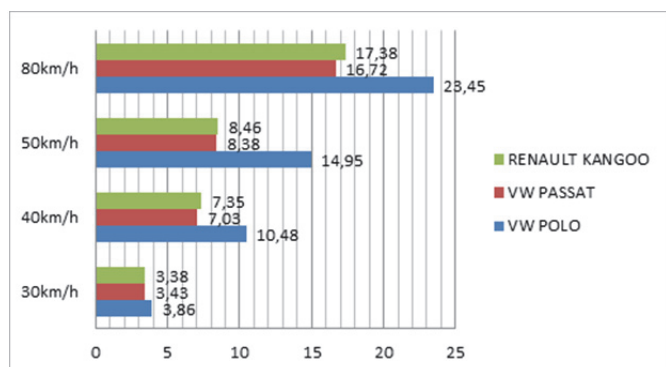


Rys. 17. Długości drogi hamowania w [m] na nawierzchni suchej, asfaltowej, dodatkowo nieobciążonych pojazdów, na oponach M+S

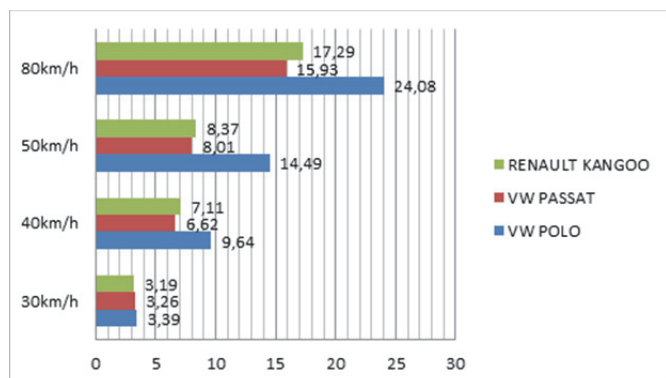


Rys. 18. Długości drogi hamowania w [m] na nawierzchni suchej, asfaltowej, dodatkowo obciążonych pojazdów, na oponach M+S

Na oponach zimowych pojazdy najgorzej spisały się na nawierzchni gruntowej, co można zobaczyć na rysunkach 19 i 20. Pojazdy przy minimalnej badanej prędkości 30 [km/h] osiągały trzykrotnie większe wyniki od prób na nawierzchni betonowej suchej. Wraz ze wzrostem prędkości początkowej proporcjonalnie rosła różnica długości odcinka drogi hamowania pomiędzy pojazdami wyposażonymi w układ ABS i bez tego układu. Wartości te wydosiły od kilku centymetrów dla minimalnej prędkości początkowej do kilku metrów, a dokładniej do 7.27 [m]. Jak widać w tym badaniu system przeciw blokowania kół znacznie poprawił skuteczność hamowania. Ciężkie pojazdy typu kombi czy van dzięki temu układowi osiągnęły dużo krótszą drogę hamowania w porównaniu do lekkiego pojazdu kompaktowego niewyposażonego w układ ABS.



Rys. 19. Długości drogi hamowania w [m] na nawierzchni suchej, asfaltowej, dodatkowo nieobciążonych pojazdów, na oponach M+S



Rys. 20. Długości drogi hamowania w [m] na nawierzchni suchej, asfaltowej, dodatkowo obciążonych pojazdów, na oponach M+S

BIBLIOGRAFIA

1. Arczyński S., *Mechanika ruchu samochodu*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1993.
2. Chalecki M., *Konwencjonalne i elektroniczne układy hamulcowe*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2006.
3. Leiter R., *Hamulce samochodów osobowych i motocykli*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1998.
4. Miatluk M., Kamiński Z., *Układy hamulcowe pojazdów: obliczenia*, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 2005.
5. Prochowski L., *Mechanika ruchu*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2005.
6. Renski A., *Budowa samochodów: układy hamulcowe i kierownicze oraz zawieszenia*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2004.
7. Silka W., *Teoria ruchu samochodu*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2002.
8. Tylusińska-Kowalska A., *ABS. Układy zapobiegające blokowaniu kół*, Wydawnictwo Auto, Warszawa 2011.
9. Fabian M., Stanová E., Fedorko G., Kmeť S., Fabianová J., Krajňák J., *Parametric CAD model of a double-lay six strand wire rope*, „Manufacturing Technology” 2016, vol. 16, no. 3, p. 489-496, ISSN: 1213-2489.
10. Grega R., Homišin J., Krajňák J., Urbanský M., *Analysis of the impact of flexible couplings on gearbox vibrations*, „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2016, vol. 91, p. 43-50. ISSN: 0209-3324, DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2016.91.4>.
11. Harachová D., *Deformation of the elastic wheel harmonic gearing and its effect on toothing*, „Grant journal” 2016, vol. 5, no. 1, p. 89-92, ISSN: 1805-0638.
12. Homišin J., Kaššay P., Puškár M., Grega R., Krajňák J., Urbanský M., Moravič M., *Continuous tuning of ship propulsion system by means of pneumatic tuner of torsional oscillation*, „International Journal of Maritime Engineering: Transactions of The Royal Institution of Naval Architects” 2016, vol. 158, no. Part A3, p. A231-A238, ISSN: 1479-8751.
13. Kaššay P., Urbanský M., *Torsional natural frequency tuning by means of pneumatic flexible shaft couplings*, „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2015, vol. 89, p. 57-60, ISSN: 0209-3324, DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2015.89.6>.
14. Mantič M., Kulka J., Kopas M., Faltinová E., Petróci J., *Special device for continuous deceleration of freight cableway trucks*, „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2016, vol. 91, p. 89-97, ISSN: 0209-3324, DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2016.91.9>.
15. Medvecká-Beňová S., *Influence of the face width and length of contact on teeth deformation and teeth stiffness*, „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2016, vol. 91, p. 99-106, ISSN: 0209-3324, DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2016.91.10>.
16. Puškár M., Bigoš P., Puškárová P., *Accurate measurements of output characteristics and detonations of motorbike high-speed racing engine and their optimization at actual atmospheric conditions and combusted mixture composition*, „Measurement” 2012, vol. 45, p. 1067-1076, ISSN: 0263-2241.
17. Tomko T., Puskar M., Fabian M., Boslaj R., *Procedure for the evaluation of measured data in terms of vibration diagnostics by application of a multidimensional statistical model*, „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2016, vol. 91, p. 125-131, ISSN: 0209-3324, DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2016.91.13>.

18. Vojtková J., *Reduction of contact stresses using involute gears with asymmetric teeth*. „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2015, vol. 89, p. 179-185. ISSN: 0209-3324. DOI: 10.20858/sjsutst.2015.89.19.
19. Zuber N., Bajrić R., Šostakov R., *Gearbox faults identification using vibration signal analysis and artificial intelligence methods*, „Eksplatacja i Niezawodność - Maintenance And Reliability” 2014, vol. 16(1), p. 61-35, ISSN: 1507-2711.
20. Juzek M., Czech P., Kula P., Turoń K., Jędrusik D., *Wpływ modyfikacji zawieszenia samochodu osobowego na osiąganą wartość opóźnienia hamowania*, *Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe* 2016, nr 12.
21. Prajwowski K., Gołębiewski W., *Wpływ warunków atmosferycznych na drogę hamowania*, *Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe* 2016, nr 12.

Braking distance of selected passenger cars – p. 1

The basis of safety in traffic there are efficient braking systems of vehicles participating in traffic. At the same time, keep in mind that the braking distance of the vehicle depends on many factors. The purpose of this article is to present the results of research related to measure the braking distance of passenger cars and their impact on various factors such as vehicle speed, weather conditions, condition and type of road surface, vehicle load, type of tires. This article is the first of two parts.

Autorzy:

mgr inż. **Dariusz Chawiński** – Wydział Transportu, Politechnika Śląska

dr hab. inż. **Piotr Czech**, prof. nzw. Pol. Śl. – Wydział Transportu, Politechnika Śląska

dr inż. **Piotr Gustof** – Wydział Transportu, Politechnika Śląska

mgr inż. **Katarzyna Turoń** – Wydział Transportu, Politechnika Śląska

mgr **Karolina Koldys** – Wydział Transportu, Politechnika Śląska

mgr inż. **Artur Ziola** – Wydział Transportu, Politechnika Śląska