ARKUSZ INFORMACYJNY

Mniejsze zużycie paliwa

Drogi betonowe mogą silnie przyczynić się do redukcji emisji CO_2 z transportu drogowego

Na zużycie paliwa wpływa nie tylko pojazd (rodzaj silnika, aerodynamika, opony...), ale również nawierzchnia, po której się on porusza. Czynniki związane z powierzchnią nawierzchni to jej równość, faktura i ugięcie.

Można uzyskać taką samą fakturę i równość dróg asfaltowych oraz betonowych, ale ich ugięcie będzie różne.

Z kilku badań naukowych wynika, że samochody ciężarowe jadące po nawierzchni betonowej **oszczędzają około 2% paliwa** w porównaniu z jazdą po asfalcie. Ustalono to zarówno w badaniach teoretycznych (na MIT), jak i terenowych.

Różnice są większe przy **niższych prędkościach ruchu drogowego** i **wyższych temperaturach otoczenia**.

Zatem w obliczeniach dotyczących analizy cyklu życia (LCA) autostrady należy, poza innymi czynnikami wywierającymi wpływ, uwzględnić również zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych spowodowane mniejszym zużyciem paliwa w okresie użytkowania nawierzchni. Dane o europejskiej sieci transportu drogowego pozwalają szacować, że wymiana elastycznego asfaltu na sztywny beton daje **w okresie 50 lat różnicę w potencjale zmian klimatu wynoszącą 78 kg CO_2/m²** nawierzchni, ilość ta nie tylko kompensuje w dużym stopniu dotychczasową emisję, ale przekracza jej własny CO_2.

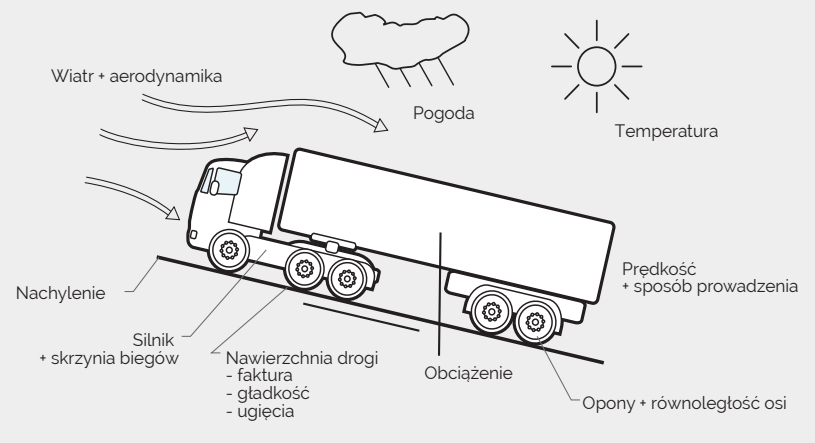
Biorąc pod uwagę całą sieć autostradową i drogowy transport towarów w Europie, możliwe jest zredukowanie łącznie **2,5 mln ton CO_2 rocznie**.

Ponadto mniejsze zużycie paliwa oznacza też **mniej zanieczyszczeń** i **niższe koszty** operacyjne przewoźników.

WIĘCEJ INFORMACJI

Do redukcji emisji CO_2 z transportu drogowego przyczyniać mogą się nie tylko pojazdy elektryczne, ale również fizyczna infrastruktura drogowa. W rzeczy samej w kilku badaniach dowiedziono niższego zużycia paliwa przez ciężkie pojazdy na sztywnych nawierzchniach betonowych w porównaniu z elastycznymi nawierzchniami asfaltowymi.

Na zużycie paliwa przez pojazd wpływa wiele czynników. Niektóre z nich dotyczą pojazdu i jego silnika lub oporu spowodowanego aerodynamiką bądź nachyleniem nawierzchni. **Czynnikami dotyczącymi powierzchni nawierzchni są jej równość, faktura i ugięcie.**



Zarówno w przypadku dróg betonowych, jak i asfaltowych, równość oraz faktura zależą od jakości wykonania lub wymogów bezpieczeństwa. Oznacza to brak pofalowań, nierównych obszarów, kolein, ubytków czy uszkodzonych połączeń.

Jednak ugięcie zależy głównie od sztywności nawierzchni i to właśnie stanowi dużą różnicę między betonem a asfaltem.

Odkształcenie (nie w skali) drogi asfaltowej pod naciskiem koła ma taki sam skutek, jak jazda pojazdu pod górę, wymagająca więcej energii, paliwa i CO_2.

Skutek ugięcia nawierzchni pod naciskiem koła jest taki sam, jak gdyby pojazd jechał stale pod górę i tym samym zużywał więcej paliwa oraz emitował więcej CO_2. Nawierzchnie betonowe to konstrukcje sztywne, które wykazują mniejsze ugięcie pod ciężkimi pojazdami, przez co zużywane jest mniej paliwa i emitowane mniej CO_2.

Wyniki uzyskane w niektórych z najistotniejszych badań:

• BADANIA TERENOWE PROWADZONE PRZEZ NARODOWĄ RADĘ BADAŃ NAUKOWYCH W KANADZIE

Serię czterech badań prowadzono na różnych rodzajach dróg i pojazdów, o różnych porach roku i stosując różne modele statystyczne. W ostatnich, najbardziej kompleksowych badaniach mierzono zużycie paliwa przez zarówno pusty, jak i załadowany zespół ciągnik-przyczepa na drogach betonowych i asfaltowych o takim samym stopniu nierówności. Oznacza to, że uwzględniano wyłącznie wpływ faktury powierzchni i ugięcia nawierzchni. Wyniki mieściły się w zakresie od 0,8 do 3,9% przy wiarygodności wynoszącej 95%.

• BADANIA TERENOWE SZWEDZKIEGO NARODOWEGO INSTYTUTU DRÓG I TRANSPORTU (VTI)

Również VTI badał wpływ rodzaju nawierzchni na zużycie paliwa, wykonując pomiary na autostradzie na północ od Uppsali w Szwecji, gdzie na autostradzie występuje nawierzchnia zarówno asfaltowa, jak i betonowa. W przypadku samochodu osobowego (Volvo 940) pomiary wykazały zużycie paliwa mniejsze o 1,1% na nawierzchni betonowej niż na asfaltowej. Ustalono, że wyniki te są statystycznie istotne, a mogą wynikać głównie z różnic w fakturze powierzchni (mieszanka mastyksowo-grysowa SMA w porównaniu ze szczotkowanym betonem, obydwie wykonane z kruszywa o uziarnieniu 16 mm). Pomiary z wykorzystaniem samochodu ciężarowego — 4-osiowej Scanii R500 z 3-osiową przyczepą o łącznej masie 60 ton przy prędkości 80 km/h — dały zużycie paliwa o średnio 6,7% niższe na nawierzchni

betonowej niż na asfaltowej. W obydwu przypadkach na wyniki badań terenowych wpływała zarówno faktura, jak i ugięcie.

• BADANIA TERENOWE FLORIDA INTERNATIONAL UNIVERSITY

Dane statystyczne z obydwu badań terenowych dowodzą oszczędności paliwa na nawierzchni sztywnej w porównaniu z nawierzchnią elastyczną przy określonych warunkach próby. W pierwszej fazie uzyskano oszczędność wynoszącą 2,50% w przypadku samochodu osobowego przy 112 km/h i 4,04% w przypadku 18-kołowego zestawu ciągnik-przyczepa przy 93 km/h. Oszczędności uzyskane w drugiej fazie wyniosły 2,25% i 2,22% dla samochodu osobowego przy 93 km/h i 112 km/h oraz 3,57% i 3,15% dla 6-kołowego samochodu ciężarowego średniej nośności przy 89 km/h i 105 km/h. Wszystkie oszczędności były istotne statystycznie przy poziomie ufności 95%, a uznano, że zależą od różnic zarówno w ugięciu, jak i fakturze.

• MODELOWANIE TEORETYCZNE W MIT

W badaniach tych wykorzystano teoretyczny model interakcji nawierzchnia-pojazd, a ich celem była kwantyfikacja ugięcia nawierzchni, które następnie posłużyło do oszacowania wpływu na zużycie paliwa. W drugim etapie badań uwzględniano wpływ temperatury

i prędkości oraz opracowano doświadczenie kameralne służące weryfikacji wyników teoretycznych. Różnice w zużyciu paliwa mieściły się w szerokim zakresie, który przedstawiono w tabeli poniżej.

Różnica w średnim zużyciu paliwa wynosiła **0,8233 l/100 km, czyli około 2,35%** (przy średnim zużyciu paliwa 35 l/100 km). Jest to ten sam rząd wielkości, co określony w kanadyjskich badaniach terenowych.

• MODELOWANIE TEORETYCZNE IFSTTAR

Również w tym modelu badano odkształcenie wynikające z lepko-sprężystego zachowania nawierzchni asfaltowej i jego wpływ na zużycie paliwa. Rozpraszanie energii było największe przy wysokich temperaturach i niskiej prędkości, kiedy to mogło osiągać do 0,5% łącznej energii z paliwa.

	NISKA WARTOŚĆ	ŚREDNIA WARTOŚĆ	WYSOKA WARTOŚĆ
Asfalt	0,21	1,07	6,25
Beton	0,07	0,25	0,50
Delta	0,14	**0,82**	5,75

Zużycie paliwa (litrów/100 km) spowodowane ugięciem nawierzchni przez ruch samochodów ciężarowych dużej nośności [Akbarian, M. (2015)]

Wyniki zarówno badań terenowych (Narodowej Rady Badań Naukowych Kanady), jak i teoretycznych (MIT) wskazują na różnice w zużyciu paliwa przez ciężkie pojazdy na drogach betonowych w porównaniu z drogami asfaltowymi wynoszące około 2%. Przy wysokich temperaturach i niskich prędkościach różnice te są jeszcze większe. W otoczeniu miejskim lub na przeciążonych autostradach, gdzie ruch drogowy jest powolny, ugięcie ma znaczenie większe niż nierówności.

Jednak nawet przy niewielkich różnicach w zużyciu paliwa parametru tego nie należy ignorować, ponieważ może istotnie wpływać na wyniki analizy cyklu życia nawierzchni drogowej, w szczególności w odniesieniu do dróg o intensywnym ruchu ciężkich pojazdów.

Zatem w obliczeniach dotyczących analizy cyklu życia (LCA) autostrady należy, poza innymi czynnikami wywierającymi wpływ, uwzględnić również zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych spowodowane mniejszym zużyciem paliwa w okresie użytkowania nawierzchni.

Na podstawie średnich danych o europejskiej sieci transportu drogowego (80 tys. km autostrad, roczny przewóz drogowy 1804 mld tono-kilometrów, średni ładunek 16 ton, wymiana nawierzchni dwóch pasów wolnego ruchu i utwardzonego pobocza przy szerokości jezdni 10 m z elastycznego asfaltu na sztywną konstrukcję betonową), **różnicę w potencjale zmian klimatu przez 50 lat można oszacować na 78 kg CO_2/m^2 nawierzchni**, co oznacza **możliwość uniknięcia emisji 2,5 mln ton CO^2 rocznie**.

Ponadto mniejsze zużycie paliwa oznacza też **mniej zanieczyszczeń** i **niższe koszty** operacyjne przewoźników.

Więcej korzyści ekologicznych wynikających z dróg betonowych przedstawiono w infografice EUPAVE "Concrete Pavements Make Roads More Sustainable" (Dzięki nawierzchniom betonowym drogi są bardziej zrównoważone) (2019), https://www.eupave.eu/resources-files/infographic

Bibliografia

Akbarian, M. (2015) Quantitative sustainability assessment of pavement-vehicle interaction: from bench-top experiments to integrated road network analysis. Doctoral thesis at MIT, Cambridge, Massachusetts, U.S.A.

Akbarian, M., Ulm, F.-J, Xin-Xu, Kirchain, R., .Gregory, J., Louhghalam, A., Mack, J. (2019) Overview of pavement life cycle assessment use phase research at the MIT Concrete Sustainability Hub.

Chupin, O., Piau, J.-M. & Chabot, A. (2013) Evaluation of the Structure-Induced Rolling Resistance (SRR) for Pavements Including Viscoelastic Material Layers. Materals and Structures, 6(4), p. Springer Netherlands.

EUPAVE (2011). Concrete pavements contribute to decarbonising of transport.

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Road_freight_transport_by_journey_characteristics#Average_vehicle_loads

Hultqvist, B.-A. (2010) Measurements of fuel consumption on an asphalt pavement and a concrete pavement in Sweden. Proceedings of the 11th International Symposium on Concrete Roads, Seville, Spain.

Jiao, X. (2015) Effect of pavement-vehicle interaction on highway fuel consumption and emission. Doctoral thesis at Florida International University, Miami, Florida, U.S.A., FIU Electronic Theses and Dissertations. 2251.

https://digitalcommons.fiu.edu/etd/2251

Mack, J., Akbarian, M., Ulm, F.J.,Louhghalam, A. (2018) Proceedings of the 13th International Symposium on Concrete Roads 2018, Berlin, Germany.

EUPAVE EUROPEAN CONCRETE PAVING ASSOCIATION

Wydawca: EUPAVE

European Concrete Paving Association
Vorstlaan 68 Boulevard du Souverain, B13
1170 Brussels
T + 32 2 645 52 31, F + 32 2 640 06 70
info@eupave.eu, www.eupave.eu

spc

Wydawca polskiej wersji językowej:

Stowarzyszenie Producentów Cementu
ul. Lubelska 29, 30-003 Kraków, Polska
T + 48 12 423 33 55
biuro@polskicement.pl
www.polskicement.pl

Wrzesień 2020