



Łukasiewicz

Poznański Instytut Technologiczny



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

WPŁYW NAPĘDÓW HYBRYDOWYCH NA RZECZYWISTĄ EMISJĘ I ENERGOCHŁONNOŚĆ W TRANSPORCIE SZYNOWYM

VIII Young Scientists Academy

Krystian Woźniak, Jakub Sobczak, Łukasz Rymaniak, Natalia Szymlet
Zamek Czocho, Sucha, 19 listopada 2024



pit.lukasiewicz.gov.pl

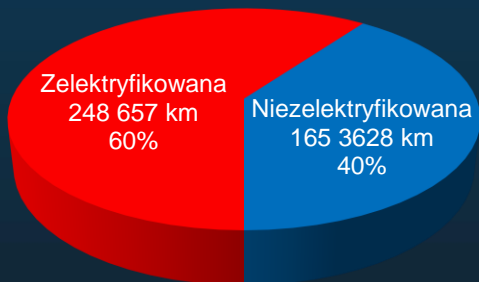


Łukasiewicz
Poznański
Instytut
Technologiczny

Wprowadzenie

Globalnie transport kolejowy odpowiada za roczną emisję do atmosfery 95 milionów ton CO₂. Badania doświadczalne nowych typów pojazdów o napędzie hybrydowym pozwalają na porównanie zużycia energii oraz emisji do atmosfery dwutlenku węgla i związków toksycznych dla obu typów napędów.

Długość linii kolejowych w Europie



Liczba pojazdów trakcyjnych w Europie

Elektryczne 13 775 szt. 44%

Spalinowe 17 569 szt. 56%



Metodyka badań

Obiekt: spalinowo-elektryczny zespół trakcyjny typu 228M

Miejsce: tor doświadczalny w Żmigrodzie

Pomiary: trakcja spalinowa i elektryczna

Rekuperacja: brak możliwość zwrotu energii do sieci

Bilans energetyczny: uwzględniono energię oddawaną do rezystorów

Wyznaczane parametry: energia elektryczna, emisja CO₂, związki toksyczne



Badania doświadczalne



Emisja zanieczyszczeń

Emisja zanieczyszczeń z wybranych elektrowni węglowych w Polsce. Największą jednostkową emisję generuje elektrownia w Bełchatowie zwłaszcza, w odniesieniu do tlenków węgla i dwutlenku siarki. Z uwagi na straty związane z przesyłem energii elektrycznej do odbiorcy końcowego, rzeczywista wartość emisji jest wyższa o około 10%.



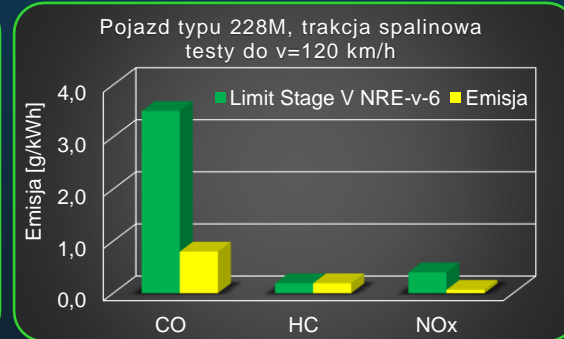
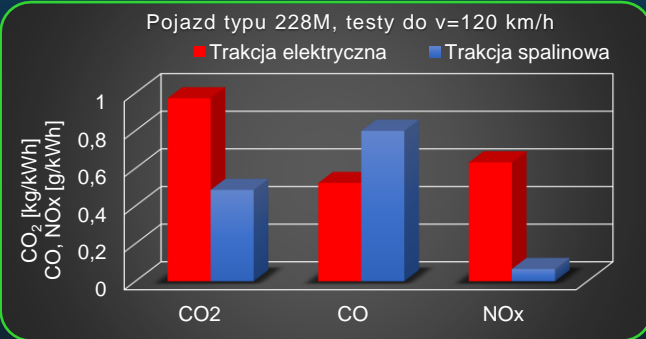
Elektrownia	Emisja [g/kWh]				
	CO ₂	CO	NO _x	SO ₂	Pył
Bełchatów	1 101	0,89	0,79	1,14	0,02
Kozienice	859	bd.	0,51	0,48	0,03
Opole	809	0,06	0,51	0,26	0,02
Połaniec	769	bd.	0,49	0,44	0,02



Łukasiewicz
Poznański
Instytut
Technologiczny

Wyniki pomiarów i obliczeń

Trakcja	Czas (t), droga (s), prędkość (v)						Droga całkowita	Emisja	Energia całkowita	Energia rezystory	Energia rezystory całkowita	
	v = 60 km/h (D) v = 80 km/h (E)			v = 120 km/h (D) v = 160 km/h (E)								
	t	s	a	t	s	a						
	s	m	m/s ²	s	m	m/s ²						
Spalinowa (D)	56	539	0,3	318	7 853	0,1	8 769	39,75	5,06	53,09	15,09	28,4
Elektryczna (E)	29	374	1,0	121	3 658	0,4	5 141	76,40	20,89	100,75	28,17	28,0



Wnioski

1. Nowoczesne napędy hybrydowe umożliwiają odzyskanie do około 30% energii niezależnie od rodzaju zastosowanej trakcji, spalinowej lub elektrycznej oraz obciążenia pojazdu.
2. Poprawa energochłonności pojazdów hybrydowych, zwłaszcza stosowanych w ruchu regionalnym, będzie możliwa dzięki zastosowaniu zasobników energii. W trakcie normalnej eksploatacji, pozwoli to na zaoszczędzenie około 10% energii.
3. Emisja związków szkodliwych generowanych przez nowoczesne silniki spalinowe stosowane w pojazdach kolejowych spełnia wymagania aktualnych norm. Uwzględniając pochodzenie energii, napęd elektryczny może emitować więcej zanieczyszczeń od napędu spalinowego.
4. Trakcja elektryczna będzie ekologiczna dopiero wówczas, gdy paliwa kopalne zostaną zastąpione odnawialnymi źródłami energii lub energią jądrową.



Infrastruktura i źródła zasilania

Wybudowanie 1 km jednotorowej zelektryfikowanej linii kolejowej powoduje emisję do środowiska:

- ≈ 1 350 kg CO₂ – na obszarach nizinnych,
- ≈ 4 000 kg CO₂ – na obszarach górskich.

Budowa linii niezelektryfikowanej ogranicza emisję o 20%.

Emisja zanieczyszczeń zależy od rodzaju stosowanego nośnika.



Elektrownie	Emisja [g/kWh]				
	CO ₂	NO _x	SO ₂	NM ₁₀ OC	PM ₁₀
Węgiel kamienny	968,5	0,981	0,910	0,065	0,083
Węgiel brunatny	1 203,4	0,835	0,632	0,031	0,071
Gaz ziemny	525,2	0,502	0,301	0,311	0,013
Glej opałowy	856,4	2,772	6,705	0,382	0,197
Jądrowe	8,7	0,031	0,037	0,007	0,040
Wodne	3,8	0,014	0,006	0,003	0,016
Wiatrowe	10,3	0,024	0,032	0,007	0,020

Wybrana bibliografia

1. Lokesh K., Densley-Tingley D., Marsden G., Measuring Railway Infrastructure Carbon: A 'critical' in transport's journey to net-zero, University of Leeds, 02.2022, <https://doi.org/10.48785/100/144>
2. Carbon Footprint and environmental impact of Railway Infrastructure, Öko-Institut e.V. UIC, 20.10.2011
3. Carbon Footprint of Railway Infrastructure, UIC, 06.2016
4. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023, European Environment Agency, 2023
5. <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/explore/all/transp?lang=en&subtheme=rail&display=list&sort=category>, dostęp 11.11.2024
6. <https://elbelchatow.pgegielk.pl/Ochrona-srodowiska/Wskazniki-emisji>, dostęp 11.11.2024