Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską
NCBR Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Podstawy ecodrivingu

dr inż. Dariusz Piernikarski
Katedra Zrównoważonego Transportu i Źródeł Napędu
Politechnika Lubelska

CC BY

POLITECHNIKA LUBELSKA

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską
NCBR Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Wymagania prawne i koszty w transporcie ekologicznym

dr inż. Dariusz Piernikarski
Katedra Zrównoważonego Transportu i Źródeł Napędu
Politechnika Lubelska

CC BY

POLITECHNIKA LUBELSKA

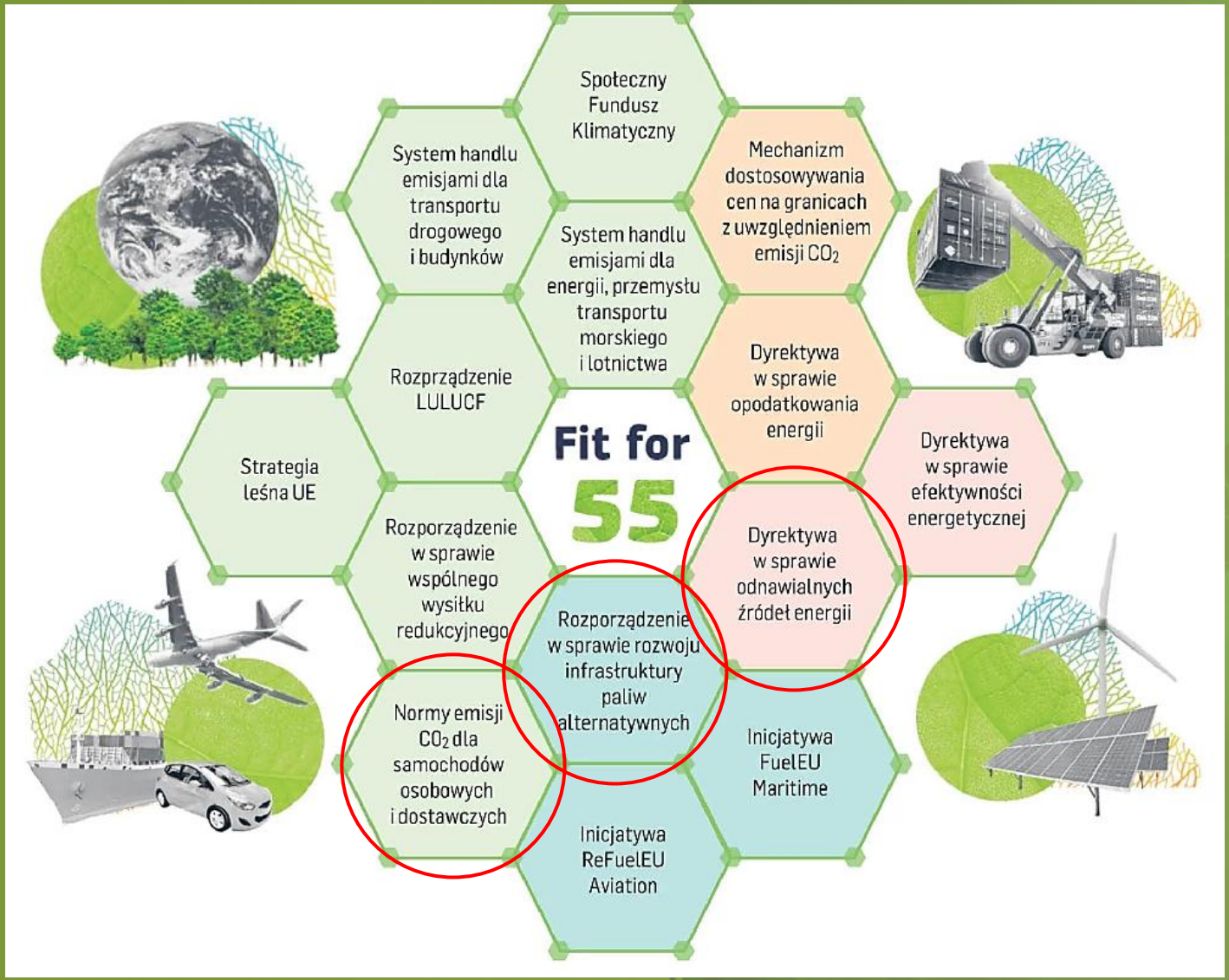
Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

FIT FOR 55

- W kwietniu 2023 r. Rada Unii Europejskiej zaakceptowała nowe dyrektywy i rozporządzenia pakietu **Fit for 55**.
  Pakiet Fit for 55 składa się z 13 wniosków legislacyjnych, dotyczących zarówno wprowadzenia zmian w już istniejących przepisach UE, jak i wdrożenia nowych regulacji.
- Głównym celem pakietu Fit for 55 jest:
  – zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o 55% do 2030 r.
  (w odniesieniu do 1990 r.) oraz
  – osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 r.

CC BY

FIT FOR 55



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

SCIENCE BASED TARGETS – Cele Oparte na Nauce

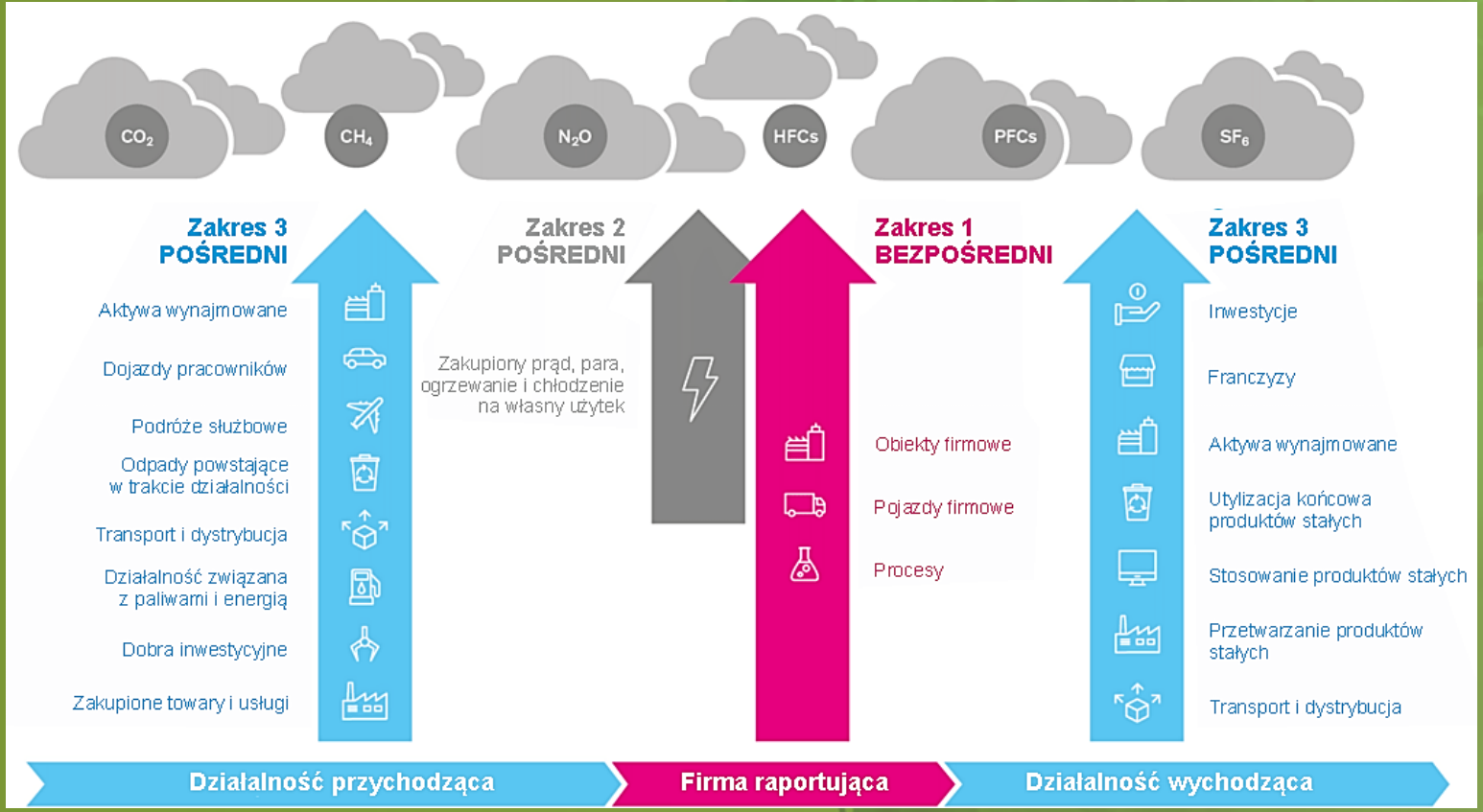
- **Emisje gazów cieplarnianych muszą zmniejszyć się o połowę do 2030 r., a do 2050 r. osiągnąć poziom zerowy netto.**
- **Science Based Targets – SBT**, czyli Cele Oparte na Nauce umożliwiają przedsiębiorstwom określenie celów w zakresie redukcji emisji dwutlenku węgla.
- W odróżnieniu od tradycyjnych „celi opartych na potencjale”, SBT opierają się na podejściu „odgórnym”: koncentrują się na ilości emisji, którą należy zmniejszyć, aby osiągnąć cele określone w Porozumieniu Klimatycznym z Paryża, ograniczając globalne ocieplenie do 1,5°C.
- Wprowadzony w październiku 2021 r. standard Net-Zero zapewnia przedsiębiorstwom oparte na nauce ramy umożliwiające definiowanie ambitnych i skutecznych celów klimatycznych, których długoterminowym celem jest osiągnięcie zerowej emisji netto.
- Siłą napędową SBT jest Inicjatywa na rzecz celów opartych na nauce (SBTi), która opracowuje metody i kryteria skutecznych korporacyjnych działań klimatycznych oraz zatwierdza cele korporacyjne.
- Cele takie muszą uwzględniać zakresy 1 i 2 zgodnie ze standardem protokołu emisji gazów cieplarnianych. Jeżeli emisje przedsiębiorstwa z zakresu 3 stanowią ponad 40% jego całkowitych emisji z zakresu 1, 2 i 3, cele muszą obejmować również zakres 3.

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

SCIENCE BASED TARGETS – Cele Oparte na Nauce

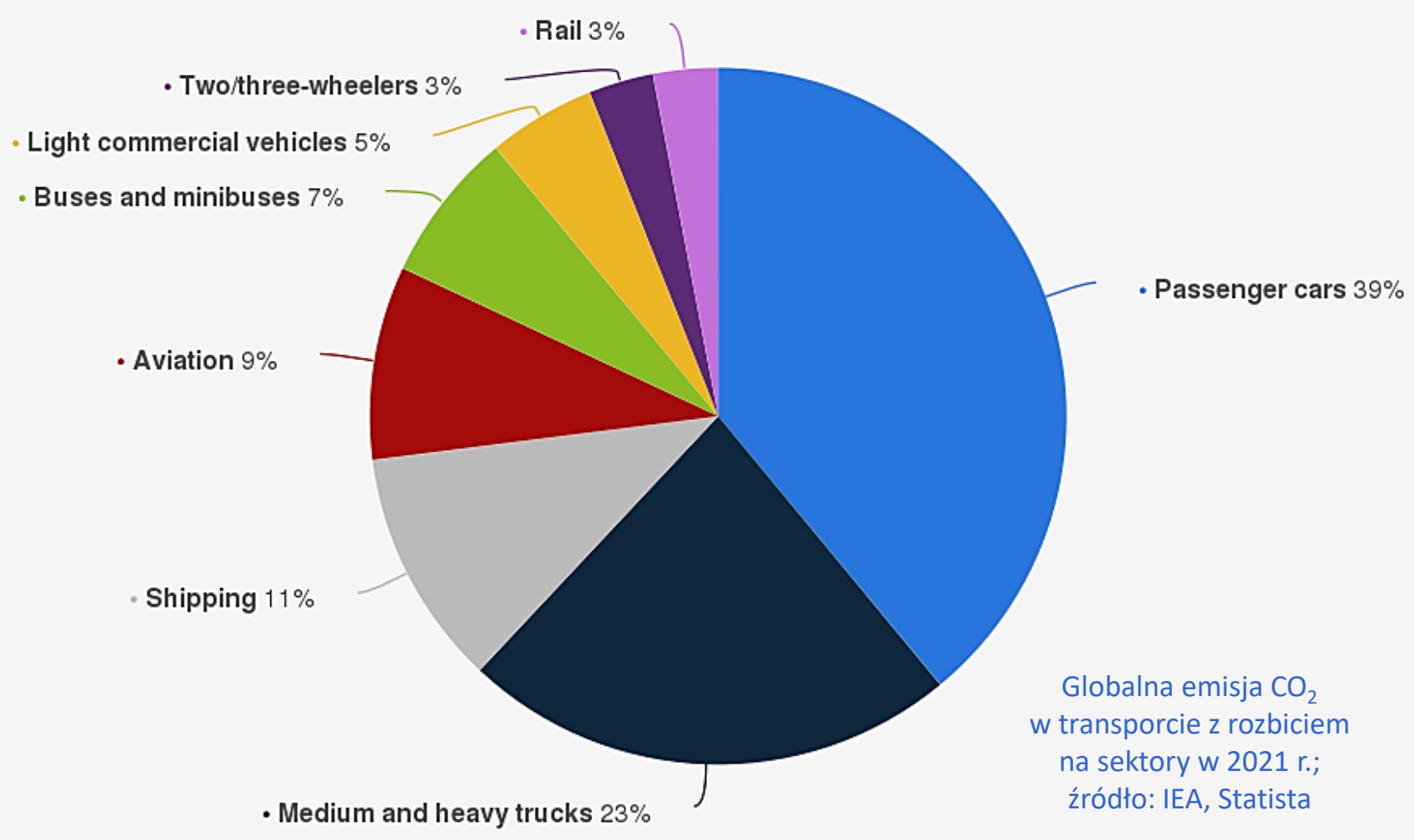
- Cele firmy muszą koncentrować się na redukcji emisji w ramach własnego łańcucha wartości.
- Zewnętrzne certyfikaty CO_2 i uniknięte emisje nie są wliczane do celów naukowych. Stanowią one dobrowolną opcję i dodatkowe zobowiązanie do wniesienia wkładu finansowego na rzecz redukcji emisji wykraczającej poza SBT.



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

GLOBALNA EMISJA CO_2 W TRANSPORCIE

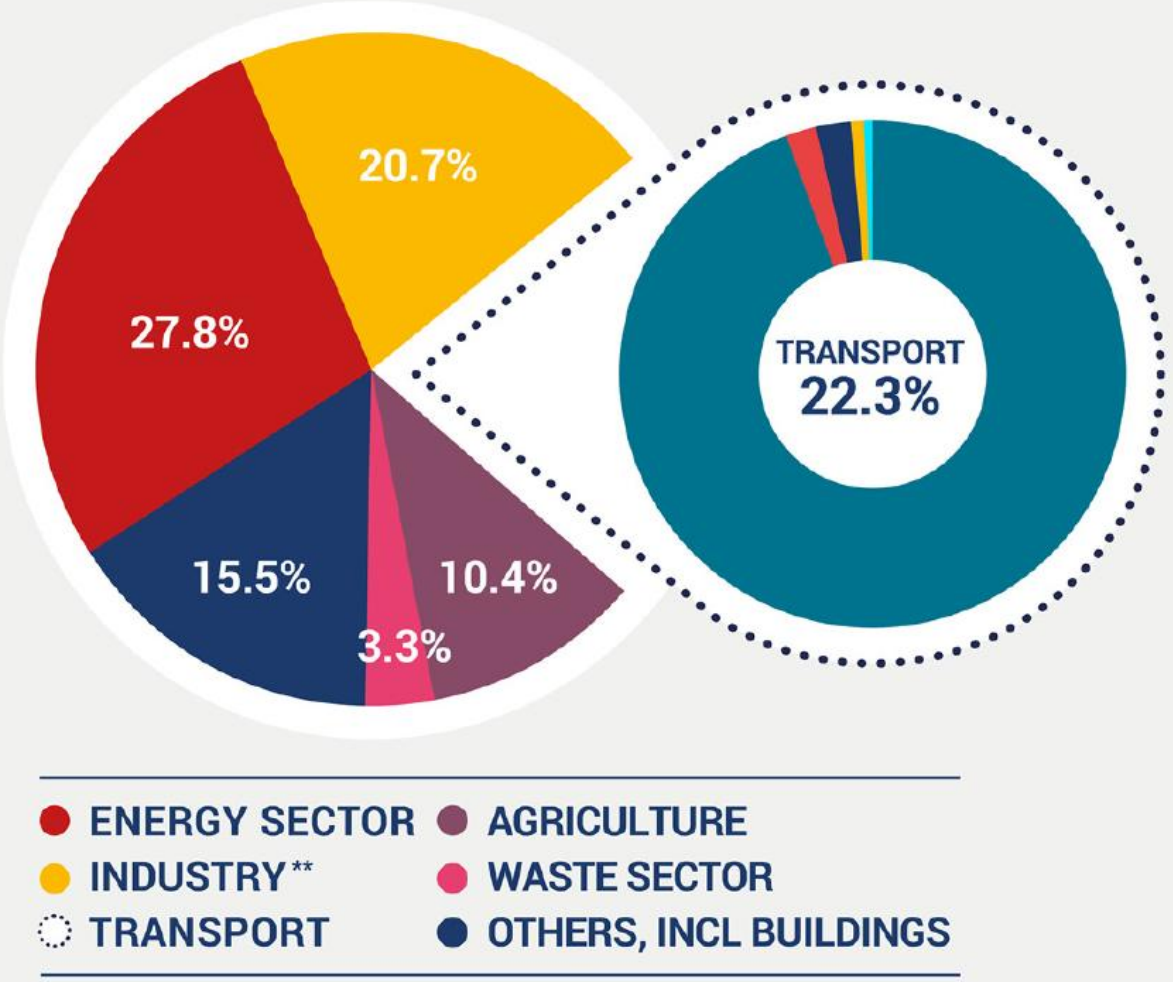


Globalna emisja CO_2 w transporcie z rozbiciem na sektory w 2021 r.; źródło: IEA, Statista

CC BY

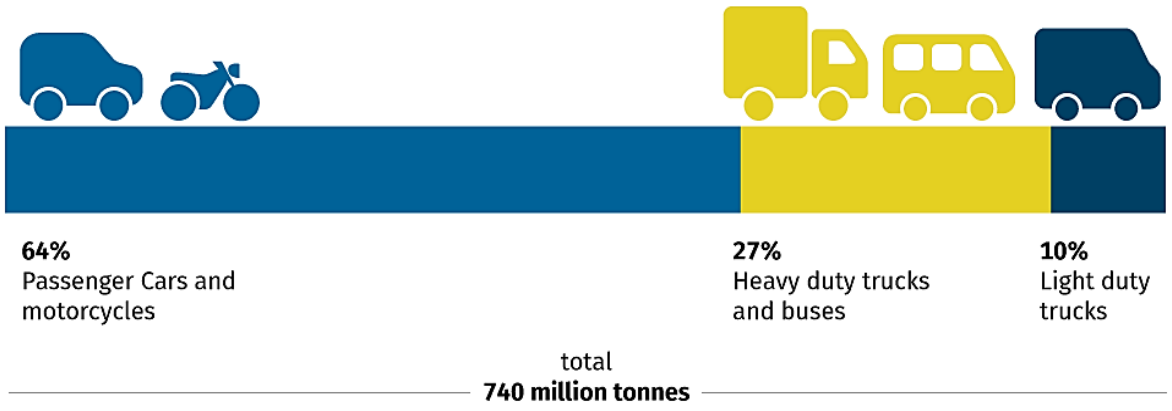
Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

EMISJA CO_2 W TRANSPORCIE – UNIA EUROPEJSKA



- **ROAD TRANSPORTATION = 21.1%**
  - Passenger cars = **12.8%**
  - Vans = **2.5%**
  - Heavy-duty trucks and buses = **5.6%**
  - Motorcycles = **0.3%**
  - Other road transportation = **0.0%**
- **AVIATION = 0.4%**
- **WATER NAVIGATION = 0.5%**
- **RAILWAYS = 0.2%**
- **OTHER TRANSPORTATION = 0.1%**

Emisja CO_2 w UE z rozbiciem na sektory w 2020 r.; źródło: Eurostat, ACEA



CC BY

LIMITY EMISJI CO_2 – ROZPORZĄDZENIE UE 2019/1242

- Rozporządzenie UE 2019/1242 ustalające normy CO_2 dla pojazdów ciężkich zobowiązuje producentów do zmniejszenia średniej emisji floty nowych pojazdów ciężkich (HDV) (> 7,5 t dmc.) w ramach grup pojazdów objętych regulacją **o 15% do 2025 r. i 30% do 2030 r.** w porównaniu z poziomem bazowym z połowy 2019 r. do połowy 2020 r.
- Przegląd legislacyjny zaproponowany przez KE w lutym 2023 r. jeszcze bardziej rozszerza i podnosi poziomy docelowe **do –45% w 2030 r., – 65% w 2035 r. i – 90% w 2040 r.**
- Dzięki temu rozszerzeniu zakresu regulacji norm, ponad 98% emisji CO_2 w transporcie drogowym będzie podlegało regulacji.

CC BY

LIMITY EMISJI CO_2 DLA POJAZDÓW UŻYTKOWYCH – NARZĘDZIE VECTO

- Normy emisji CO_2 opierają się na systemie homologacji typu poprzez rozporządzenie w sprawie określania CO_2 HDV (UE 2017/2400), które wymaga od producentów deklarowania emisji dwutlenku węgla i zużycia paliwa przez nowe pojazdy w oparciu o narzędzie **VECTO** (**Vehicle Energy Consumption Calculation Tool**) – wspomagany komputerowo program symulacyjny opracowany na zlecenie KE.
- VECTO wykorzystuje szereg parametrów do obliczenia zużycia paliwa przez pojazd ciężarowy, a tym samym emisji dwutlenku węgla.
- Główne dane pojazdu uwzględniane przez VECTO:
  – kategoria pojazdu (samochód ciężarowy – ciągnik siodłowy z naczepą),
  – konfiguracja osi i układu napędowego,
  – charakterystyki silnika,
  – masa eksploatacyjna, masa własna,
  – rozmiar i współczynnik oporów toczenia opon
  – rodzaj i przełożenia skrzyni biegów, straty tarcia,
  – wyposażenie pomocnicze,
  – konfiguracja pojazdu (naczepa, przyczepa).
- Charakterystyka eksploatacji pojazdu:
  – rodzaj trasy: transport dalekobieżny, dystrybucja regionalna, miejska,
  – styl jazdy kierowcy: hamowanie, przyspieszanie, zmiany biegów,
  – masa i rozkład ładunku.

CC BY

NARZĘDZIE VECTO

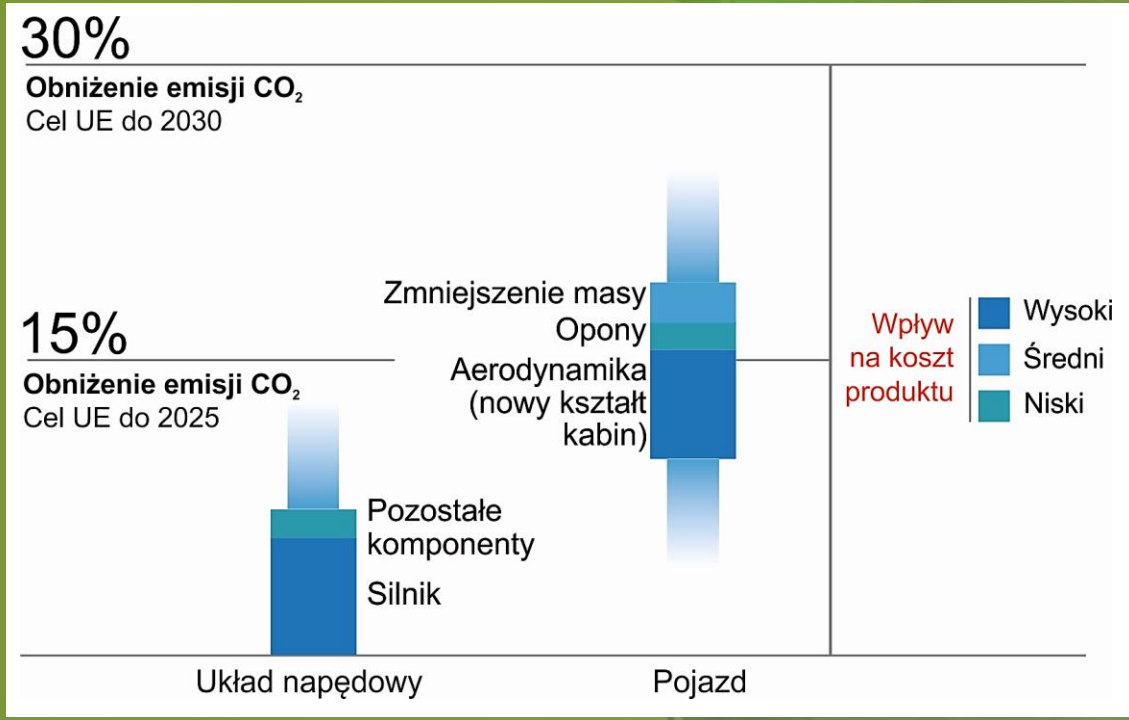
[redacted]

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

REDUKCJA EMISJI CO_2 Z POJAZDÓW UŻYTKOWYCH – STRATEGIE PRODUKCYJNE

- Wielu producentów uważa, że osiągniecie celów emisyjnych wyznaczonych na 2025 r. jest możliwe w dużej mierze dzięki **doskonaleniu konwencjonalnych silników spalinowych i pojazdów**.
- Cele wyznaczone na 2030 r. wymagać już będą znaczącego udziału w rozwoju konstrukcji alternatywnych układów napędowych, głównie akumulatorowych napędów elektrycznych.
- W segmencie ciężkim elektryfikacja staje się znacznie bardziej złożonym i wrażliwym na koszty problemem, a alternatywne paliwa i alternatywne technologie napędowe wciąż wzbudzają dyskusje, gdy rozważana jest ich rentowność.



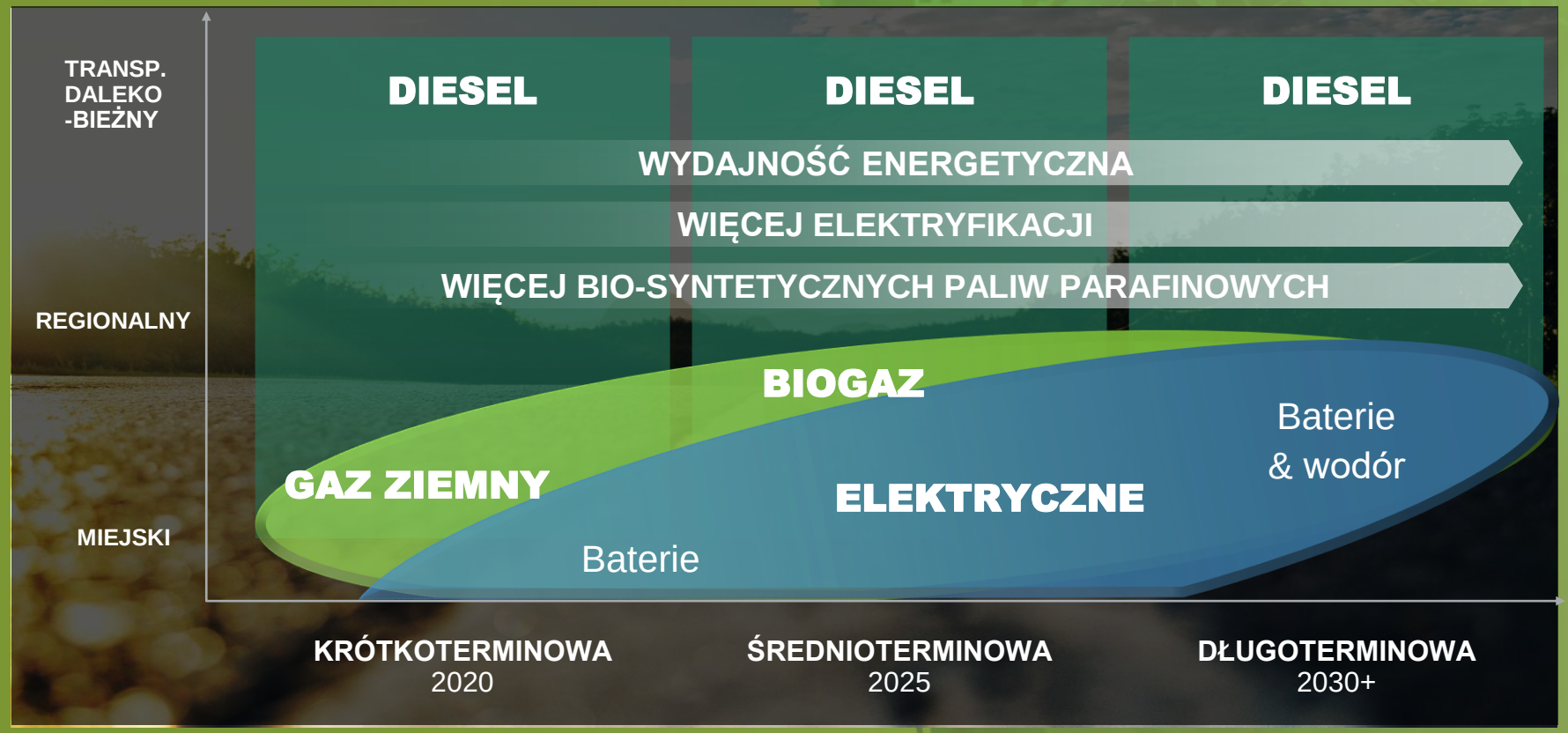
Potencjał obniżenia emisji CO_2 dla samochodów ciężarowych z silnikami Diesla pozwalający na spełnienie wymagań rozporządzenia UE 2019/1242

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

STRATEGIE PALIWOWE

Mimo że pojawia się coraz większa presja społeczna i legislacyjna zmuszająca producentów OEM i dostawców komponentów do podjęcia bardziej intensywnych działań, istnieje niepewność dotycząca tego, jak odpowiedzieć na ogólnie zdefiniowane potrzeby rynku, związane z ekologicznymi, niskoemisyjnymi i jednocześnie wydajnymi i opłacalnymi w kategoriach TCO środkami transportu.

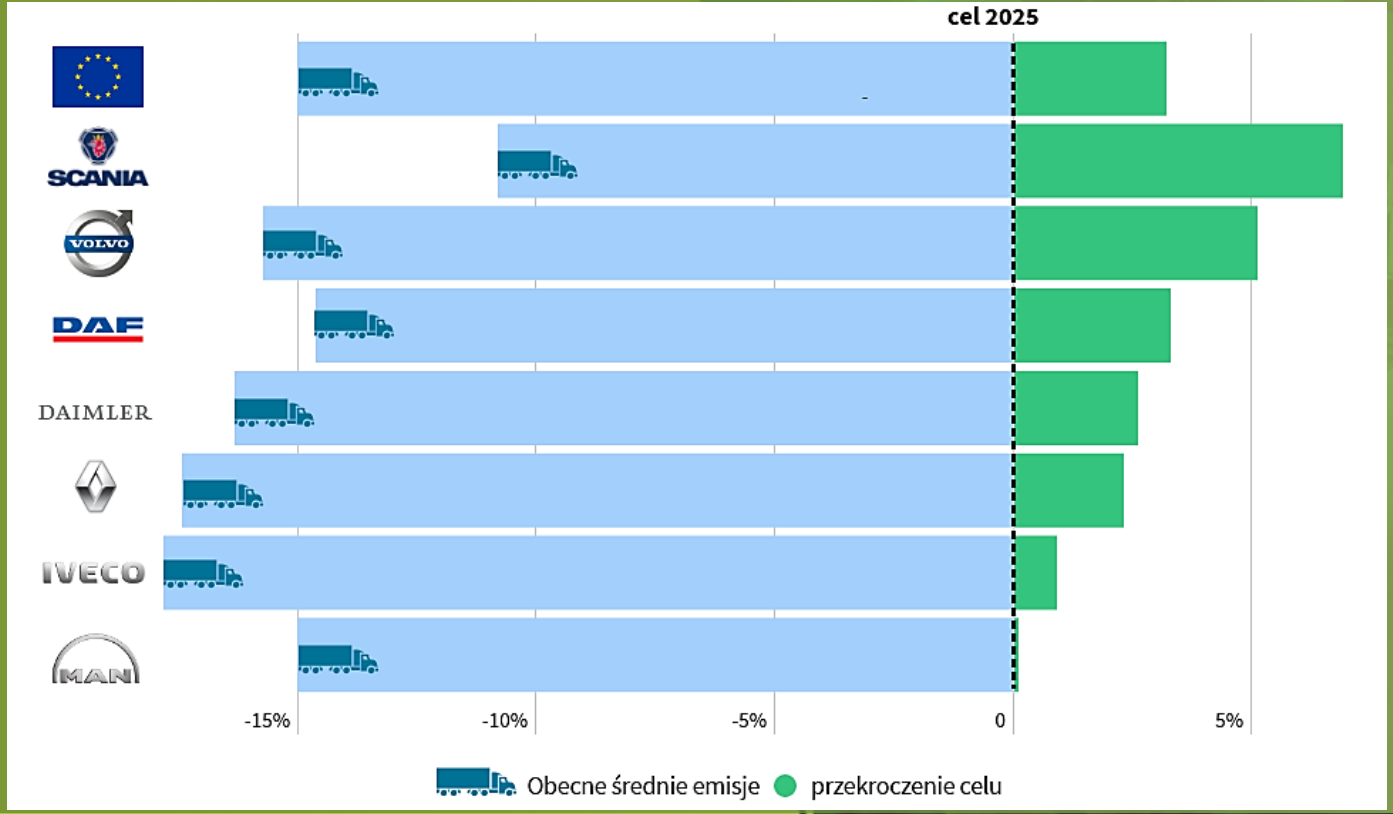


CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

REDUKCJA EMISJI CO_2 Z POJAZDÓW UŻYTKOWYCH – STRATEGIE PRODUKCYJNE

- Wszyscy producenci ciężarówek są już przygotowani do osiągnięcia celów redukcji CO_2 wytyczonych do 2025 r.
- Potencjalna redukcja emisji z nowych ciężarówek wynika z zastosowania najnowocześniejszych technologii, regulacyjnych mechanizmów elastyczności (kredyty, punkty bonusowe) oraz osiągnięcia dobrowolnie składanych deklaracji w zakresie udziału pojazdów zeroemisyjnych w produkcji.



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

ELEKTRYFIKACJA TRANSPORTU

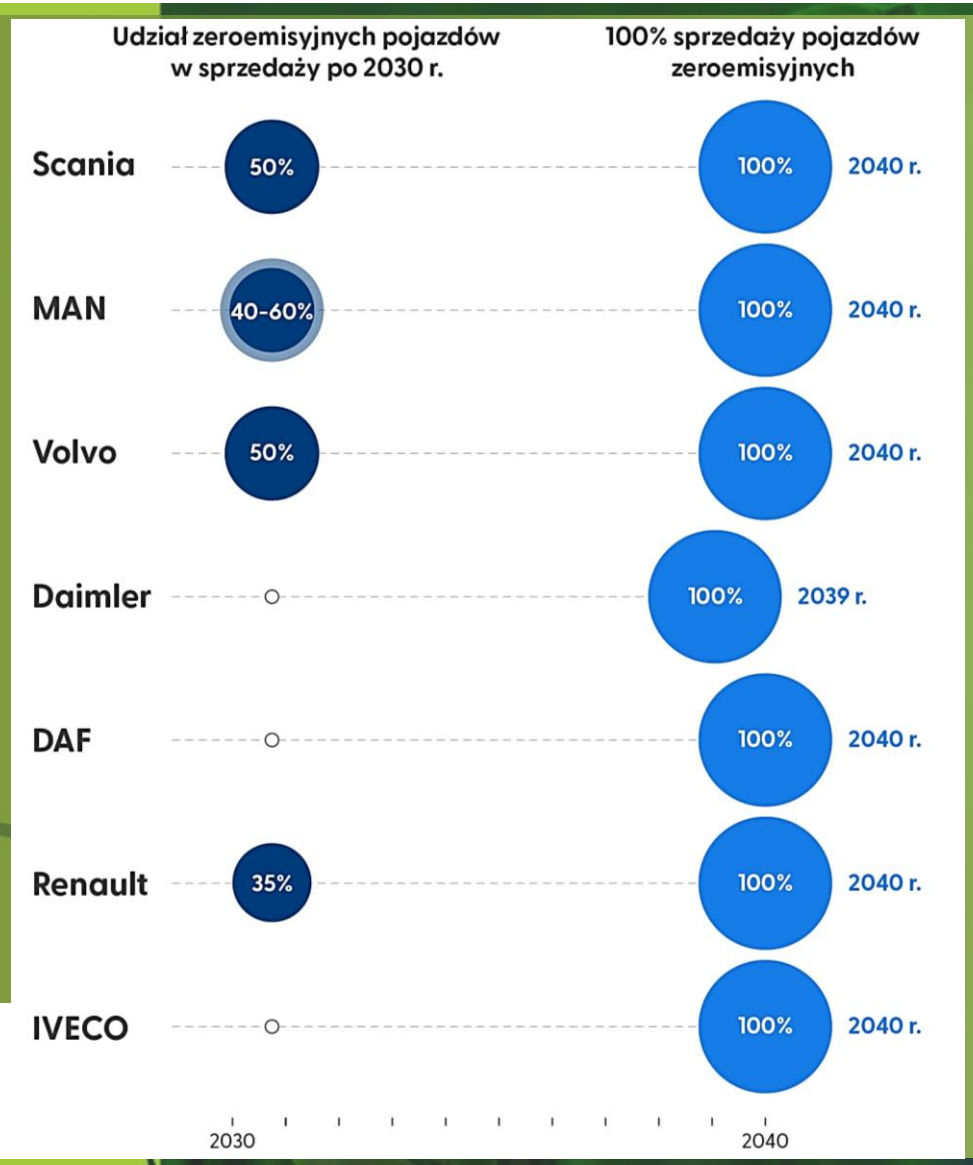
- Aby osiągnąć nowe poziomy redukcji emisji CO_2 (–45% do 2030 r.), do końca dekady na drogach UE musiałoby się pojawić ok. 400 000 samochodów ciężarowych BEV lub FCEV.
- Od 2030 r. ponad 30% wszystkich sprzedawanych nowych samochodów ciężarowych musiałaby być bezemisyjna (to ok. 100 000 ciężarówek rocznie).
- Pojazdy te wymagałyby ponad 50 000 ładowarek odpowiednich dla pojazdów ciężarowych, w tym około 35 000 ładowarek MCS, a także co najmniej 700 stacji tankowania wodoru.

CO2 targets			-30%	-40%	-50%
Zero-emission vehicles needed in operation on EU roads (minimum)			280,000	390,000	465,000
	Battery electric vehicles (BEVs)		230,000	320,000	380,000
	Fuel-cell electric vehicles (FCEVs)		50,000	70,000	85,000
Infrastructure					
	Charging points	Total	34,000–42,000	48,000–59,000	53,000–65,000
		of which MCS chargers (>800 kW)	20,000–25,000	28,000–35,000	31,000–39,000
	H2 refueling stations	6 tons/day, or	500	650	700
		2 tons/day	1,500	2,000	2,200

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

ELEKTRYFIKACJA TRANSPORTU



Plany wiodących producentów samochodów ciężarowych w zakresie przejścia na produkcję pojazdów elektrycznych

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

ROZPORZĄDZENIE W SPRAWIE ROZWOJU INFRASTRUKTURY PALIW ALTERNATYWNYCH – AFIR

- W obszarze transportu kluczowym elementem pakietu Fit for 55 jest **uchylenie Dyrektywy** Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych **i zastąpienie** jej **Rozporządzeniem** 2023/1084/UE o tym samym tytule.
- **AFID zamienia się w AFIR**. Zmiana sprawia, że cele zawarte w dokumencie – w tym m.in. dotyczące systematycznego ograniczania floty pojazdów spalinowych, wzrostu publicznej i prywatnej infrastruktury ładowania pojazdów zeroemisyjnych – **stają się wiążące dla Państw Członkowskich**.

CC BY

ROZPORZĄDZENIE AFIR

AFIR wyznacza kilka głównych kategorii obowiązków:

1. Konieczność dostosowania łącznej mocy stacji ładowania na każdy zarejestrowany samochód z napędem elektrycznym na poziomie 1,3 kW w przypadku BEV oraz 0,8 kW w przypadku PHEV.
2. Konieczność rozmieszczenia maksymalnie co 60 km wzdłuż sieci bazowej TEN-T stref ładowania przeznaczonych dla samochodów osobowych i dostawczych (każda o łącznej mocy co najmniej 400 kW, a do 2027 r. co najmniej 600 kW) na każdym kierunku podróży.
   Analogiczne cele dotyczą kompleksowej sieci TEN-T.
3. Konieczność rozmieszczenia do końca 2027 r. wzdłuż połowy sieci bazowej TEN-T stref ładowania przeznaczonych dla pojazdów ciężarowych eHDV o mocy co najmniej 2800 kW każda.
   Do 2030 r. moc każdej takiej strefy powinna wzrosnąć aż do 3600 kW.

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

ROZPORZĄDZENIE AFIR – REALIZACJA W UE

1. Przy obecnym stanie infrastruktury do ładowania i tankowania nawet obecnie obowiązujące cele w zakresie emisji CO_2 (–30% do 2030 r.) są poza zasięgiem.
2. Nie później niż do 2025 r. w całej Europie powinno zostać zainstalowanych co najmniej 40 tys. punktów ładowania w bazach transportowych, a do 2030 r. – co najmniej 270 tys.

ELECTRIC CHARGING INFRASTRUCTURE

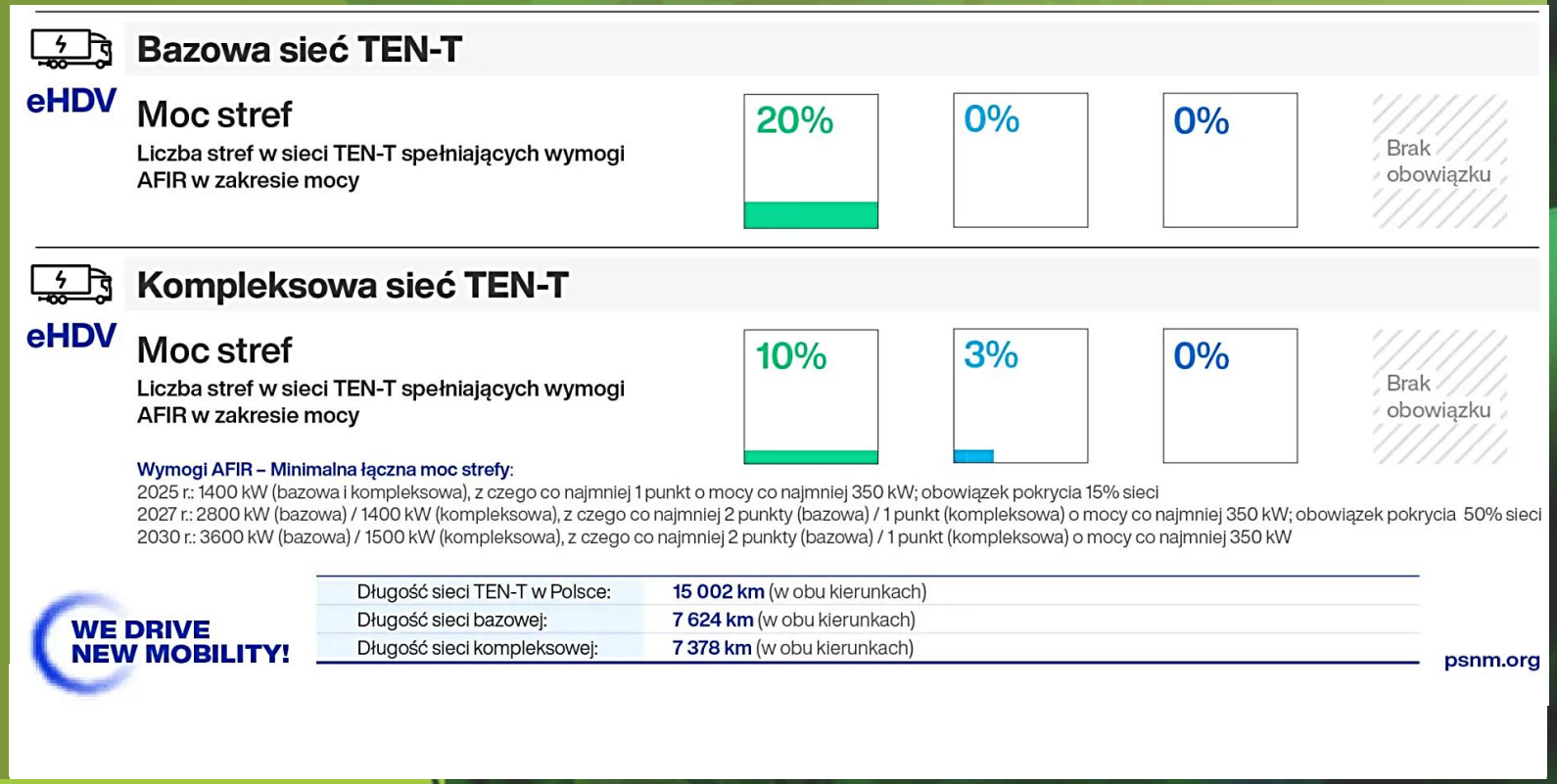
	COMMISSION PROPOSAL			NEEDED IN REALITY			
TEN-T core network	31 Dec 2025	31 Dec 2030	31 Dec 2035	1 July 2025	1 July 2027	1 July 2030	1 July 2035
Power output per recharging pool	≥1,400kW	≥3,500kW		≥5,000kW		≥6,500kW	
Number / power of recharging stations	1 x 350kW	2 x 350kW		4 x 350kW 4 x 800kW		4 x 1,200kW	
TEN-T comprehensive network	31 Dec 2025	31 Dec 2030	31 Dec 2035	1 July 2025	1 July 2027	1 July 2030	1 July 2035
Power output per recharging pool		≥1,400kW	≥3,500kW		≥1,400kW	≥3,000kW	≥5,000k
Number / power of recharging stations		1 x 350kW	2 x 350kW		2 x 350kW	2 x 800kW	2 x 1,200kW
Safe and secure parking areas	31 Dec 2025	31 Dec 2030	31 Dec 2035	1 July 2025	1 July 2027	1 July 2030	1 July 2035
		1 x 100kW		4 x 100kW			
Urban nodes	31 Dec 2025	31 Dec 2030	31 Dec 2035	1 July 2025	1 July 2027	1 July 2030	1 July 2035
Aggregated power output	≥600kW	≥1,200kW				≥1,600kW	
Individual power output	≥150kW	≥150kW				All ≥150kW + 2 x 350kW	

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

ROZPORZĄDZENIE AFIR – REALIZACJA W POLSCE

1. **Moc infrastruktury ładowania samochodów osobowych**. W perspektywie krótkoterminowej (tj. do roku 2025 i 2027) – poziom realizacji celów AFIR można uznać za co najmniej dobry. Cele na 2025 r. są wypełnione w ponad 150%, zaś na rok 2027 w 69%.
2. **Strefy ładowania wzdłuż sieci bazowej TEN-T co 60 km.** Biorąc pod uwagę sieć bazową, obowiązki wynikające z AFIR (na lata 2025 i 2027) są obecnie zrealizowane odpowiednio w ok. 9% i 3,5%. W przypadku sieci kompleksowej poziom wypełnienia obowiązków pozostaje zbliżony do 0%.
3. **Strefy ładowania przeznaczonych dla eHDV.** Polska nie rozpoczęła w praktyce wypełniania obowiązków dotyczących rozbudowy infrastruktury dla zeroemisyjnych pojazdów ciężkich, poziom realizacji celów wynosi 0%. Żaden odcinek sieci TEN-T o minimalnej, wymaganej przez unijne regulacje długości, wciąż nie został pokryty strefami ładowania dla elektrycznych ciężarówek.



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

CZYNNIKI RYNKOWE DECYDUJĄCE O SUKCESIE PRODUCENTÓW

- Rozwój technologiczny pojazdów użytkowych opiera się głównie na typowych wskaźnikach biznesowych.
- Głównymi czynnikami wymuszającymi ewolucję produktu są:
  – kolejne zmiany i obostrzenia w zakresie wymagań prawnych dotyczących zwiększonego poziomu bezpieczeństwa i emisji CO_2 (**mechanizm „push”**)
  – rosnące wymagania ze strony operatorów transportowych (**mechanizm „pull”**) związane z poprawą całkowitego kosztu własności i użytkowania TCO.

Czynniki sukcesu	Znaczenie	
Silna marka i reputacja	●	> Silna marka i reputacja jako jeden z najważniejszych czynników sukcesu w Europie > Znacząca dźwignia umożliwiająca uzyskanie wyższej ceny
Mocne więzi z klientami	●	> Silne relacje z klientami (floty) i szerokie portfolio klientów współpracujących z producentami samochodów i naczep > Skuteczne podejście do klienta oparte na połączonej strategii push and pull dla klientów OE i rynku wtórnego
Konkurencyjne ceny oraz TCO	◕	> Ceny pozostają jednym z kluczowych kryteriów – klienci są bardzo wrażliwi na ceny > Klienci z Europy Zachodniej częściej rozważają pełny koszt własności i użytkowania TCO
Wysokie możliwości techniczne	◕	> Zaawansowane funkcje produktu pomagają zabezpieczyć wolumen na rynku > Możliwości techniczne jako unikalna możliwość sprzedaży dla wielu graczy rynkowych Rosnące znaczenie ze względu na zmianę wartości komponentów w pojazdach (naczepach)
Moc do innowacji	◕	> Potrzeba innowacji i możliwości wprowadzania nowych wariantów i produktów są niezbędne do zróżnicowania > Coraz większe znaczenie mają innowacje poprzez współpracę i destrukcyjne myślenie
Wysoka wydajność dostaw	◕	> Podstawowa wydajność dostawy jest uważana za kwalifikator zamówienia, jednak wydajność JIT/JIS i dostawa krótkoterminowa mogą być również stosowane jako wyróżnik w stosunku do konkurencji
Wysoka jakość	◕	> Wymaganie podstawowe jako kwalifikator zamówienia, w tym. spełnianie specyfikacji technicznych produktu, a także określonych przez producenta współczynników ppm (zarządzania projektami i portfelem) > Ze względu na ustalone standardy branżowe indywidualne zróżnicowanie według jakości nie jest możliwe
Bliskość geograficzna i dostosowanie lokalne	◑	> Dopasowanie lokalne zależy od przepisów i specyfiki rynku i jest bardzo ważne na wielu rynkach o określonych wymaganiach > Homologacja i korekty produkcji lokalnej wymagane są na niektórych rynkach

● Wysoka ○ Niska

Zestawienie najważniejszych czynników decydujących o sukcesie rynkowym producenta

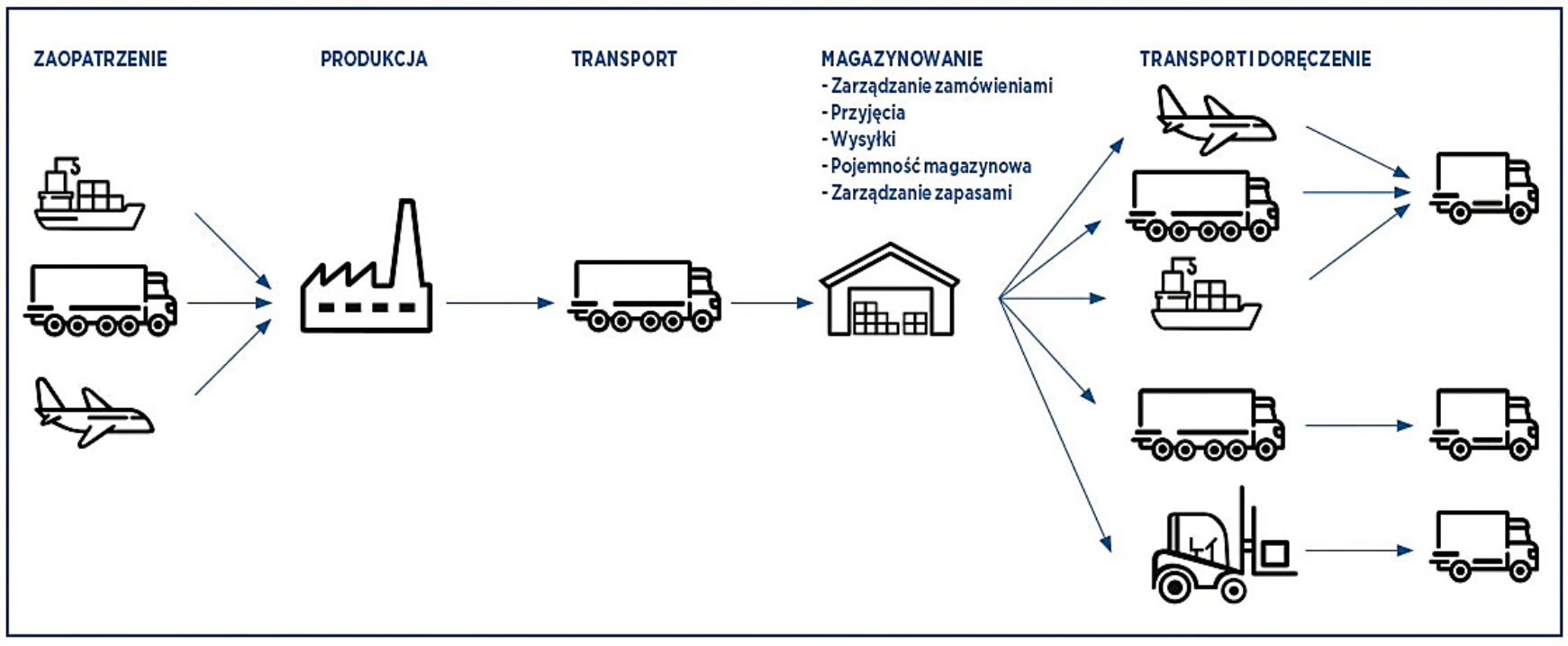
CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

KOSZTY W LOGISTYCZNYM ŁAŃCUCHU DOSTAW

Na współcześnie funkcjonującym rynku **istnieją łańcuchy dostaw**, co oznacza, że istotę kosztów transportowych trzeba postrzegać poprzez pryzmat kosztów logistycznych, w których transport jest częścią składową danego łańcucha dostaw, a postrzegany jest w charakterze ogniwa w procesie realizacji zlecenia klientów.

Problematykę kosztów logistycznych zalicza się do istotnych zagadnień z dziedziny tworzenia i realizowania zadań logistycznych w danych łańcuchach dostaw.



CC BY

KOSZTY W TRANSPORCIE

Przedsiębiorstwa transportowe muszą dbać o swoją konkurencyjność i utrzymywać rentowność. Aby było to możliwe, firmy muszą ponosić koszty, które niekiedy przekraczają ich możliwości finansowe. Problematyka kosztów w transporcie sprawia wiele złożonych problemów.

Poszukiwane są nowe sposoby by:

- konkurować z innymi firmami lub przetrwać na rynku,
- obniżać koszty działalności,
- sprostać rosnącym wymaganiom klientów,
- reagować na rosnące ceny paliw,
- zapewniać bezpieczeństwo osób i ładunków,
- podnosić wydajność kierowców i pojazdów,
- radzić sobie z wprowadzanymi coraz częściej restrykcjami, takimi jak: ograniczony czas pracy kierowcy, stawki płacy minimalnej, nałożenie embarga na produkty, ryczałt za nocleg w pojeździe, ograniczenia w ruchu dla pojazdów ciężarowych itp.

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

KOSZTY W TRANSPORCIE

Koszty usług transportowych zależą od:

- rodzaju ładunku i wynikającej z jego indywidualnych cech i właściwości,
- podatności transportowej,
- rodzaju gałęzi transportu,
- odległości przewozu,
- szybkości przewozu,
- regularności połączeń,
- poziomu rywalizacji na rynku,
- warunków dostawy.

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA KOSZTY TRANSPORTU

1. **Obsługa**
   Uszkodzenie towarów i produktów w transporcie może skutkować niepotrzebnymi kosztami dla organizacji. Wrażliwe lub łatwo psujące się produkty wymagają większych kosztów wysyłki, ponieważ należy się z nimi obchodzić i pakować ostrożnie.

2. **Obszar dostawy**
   Koszt transportu jest uzależniony od obszaru dostawy objętego przez organizację. Lokalna usługa dostawy może być opłacalna, obejmując krótkie odległości większymi ilościami przewożonego ładunku, natomiast ogólnokrajowy system dostaw będzie wymagał dużo planowania strategicznego i zasobów, aby był opłacalny.

3. **Nieefektywne trasy**
   Wyznaczenie opłacalnej trasy jest podstawą każdej strategii transportowej. Nieefektywna trasa może wpłynąć na koszt transportu.
   Organizacje używają narzędzi cyfrowych, takich jak oprogramowanie do optymalizacji tras pojazdów, aby zautomatyzować proces planowania tras w sposób efektywny kosztowo.

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA KOSZTY TRANSPORTU

4. **Nieefektywne plany dostaw**
   Nieefektywne plany dostaw mogą prowadzić do wydłużenia czasu w drodze, co skutkuje dodatkowymi kosztami paliwa i opłat drogowych. Może to być prawdziwym wąskim gardłem podczas odbioru i zakłócać zarówno łańcuch dostaw, jak i dostawę na ostatnim etapie.

5. **Pośpiech**
   Pilność dostawy zawsze spowoduje wzrost kosztów transportu. Zazwyczaj organizacje starają się przenieść część kosztów związanych z pilnymi dostawami na klientów.

6. **Pojemność pojazdu**
   Pojemność pojazdu może wpłynąć na koszt transportu.
   Określa liczbę punktów odbioru w celu skompletowania przesyłki doręczeniowej. Zwiększona liczba kursów będzie skutkowała dodatkowymi kosztami paliwa oraz pracy.

7. **Odległość**
   Odległość jest głównym powodem wyższych kosztów transportu.
   Dobrym sposobem kontrolowania tego czynnika jest optymalizacja tras przyjętych przez system transportowy i zmniejszenie odległości między różnymi punktami odbioru i nadania.

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

KOSZTY TRANSPORTU W KOSZTACH PROCESÓW LOGISTYCZNYCH

Koszty transportu zewnętrznego (K_t):

$$K_t = K_{as} + K_{pts} + K_{mts} + K_b + K_u + K_{rs} + K_d + K_n + K_{ut}$$

K_{as} – koszty amortyzacji środków transportu i budynków bazy samochodowej,
K_{pts} – koszty pracy kierowców i obsługi transportowej,
K_{mts} – koszty zużycia materiałów, paliw i energii związanej z eksploatacją pojazdów,
K_b – koszty biurowe,
K_u – koszty ubezpieczenia środków transportu,
K_{rs} – koszty remontów i konserwacji środków transportu,
K_d – koszty dzierżawy (garaży, placów, pomieszczeń),
K_n – koszty inne bazy transportowej,
K_{ut} – koszty zewnętrznych usług transportowych.

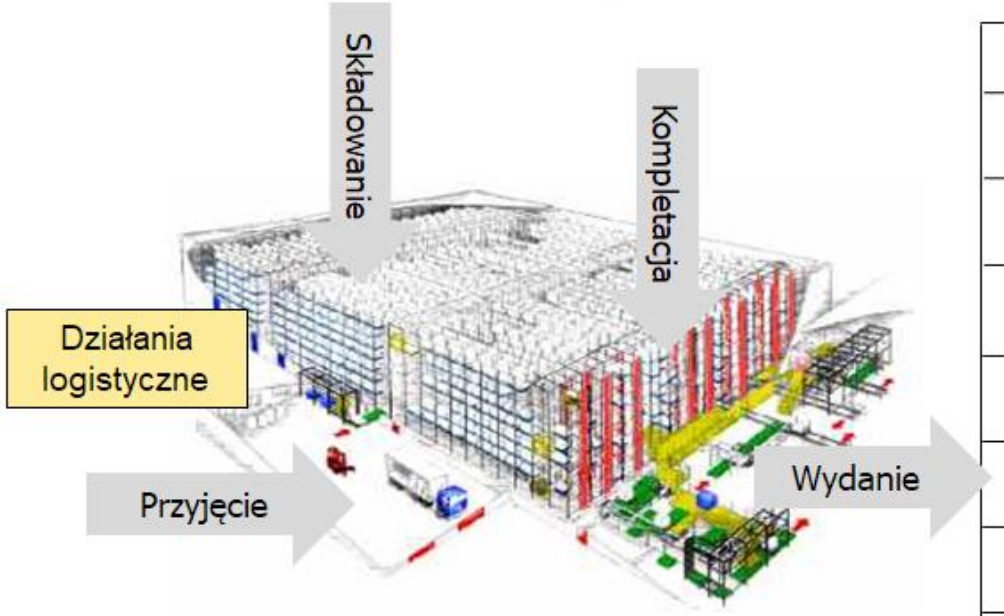
CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

SPECYFIKA KALKULACJI KOSZTÓW W TRANSPORCIE SAMOCHODOWYM

Rodzajowy układ kosztów stwarza możliwość badania wewnętrznej struktury kosztów oraz ułatwia planowanie kosztów

Co robimy?



Na co wydajemy pieniądze?

Rodzajowy układ kosztów

- amortyzacja
- wynagrodzenia
- narzuty na wynagrodzenia
- zużycie materiału
- zużycie energii
- podatki
- usługi obce (transportowe, remontowe, bankowe itp.)
- inne koszty

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

CAŁKOWITY KOSZT WŁASNOŚCI I UŻYTKOWANIA

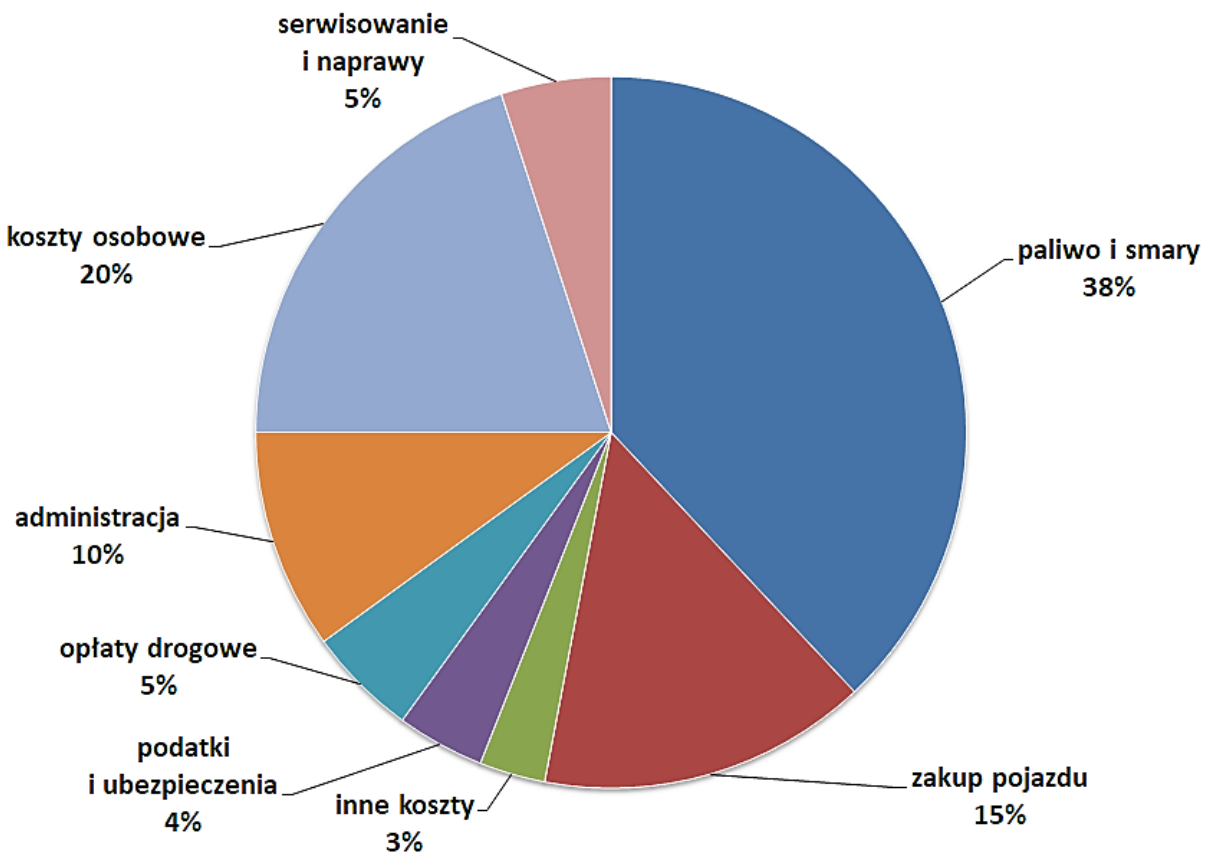
- Całkowity koszt własności i użytkowania – ang. **Total Cost of Ownership (TCO)** – jest to całkowity koszt pozyskania, instalowania, użytkowania, utrzymywania i w końcu pozbycia się aktywów w firmie na przestrzeni określonego czasu.
- W celu utrzymania konkurencyjności przez firmę, koszty firm transportowych muszą być optymalizowane.
  To pociąga za sobą konieczność analizowania tego, co tak naprawdę składa się na koszt kilometra transportu.
- Uogólniając można założyć, że na TCO składają się podstawowe części: finansowanie, ubezpieczenie, paliwo, płace, obsługa techniczna (przeglądy, naprawy), opony i inne koszty.

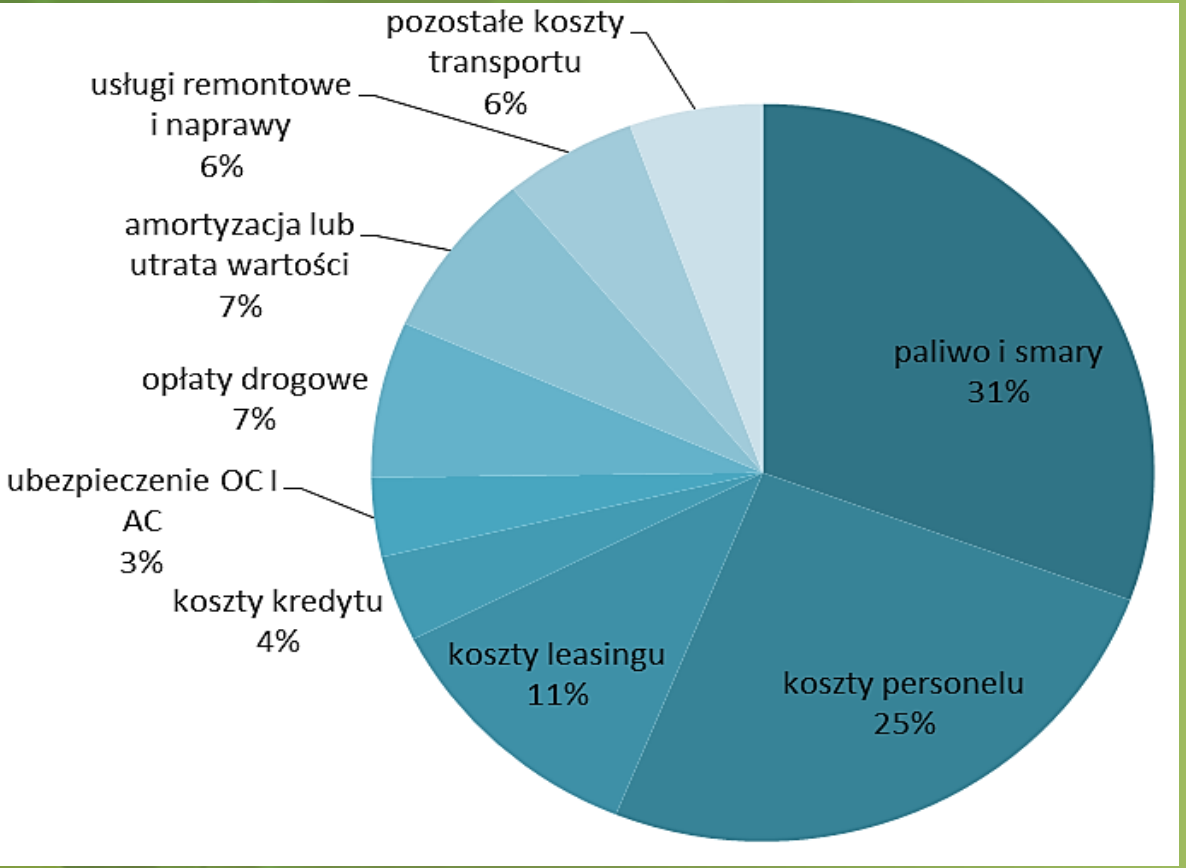
Głównym czynnikiem decydującym o konkurencyjności firmy transportowej na rynku jest cena oferowanych usług.
Aby możliwe było zachowanie konkurencyjnie niskich cen świadczonych usług, trzeba zająć się optymalizacją kosztów własnych – TCO.

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

TCO W TRANSPORCIE DALEKOBIEŻNYM





CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

OPŁATY DROGOWE

TOLL COLLECT
service on the road

Stawki opłat drogowych za kilometr od 1 grudnia 2023 roku (w centach/km)

dla **klasy emisji spalin Euro 6**

Klasa emisji CO_2 (Nowa!)	Kategoria osi i kategoria wagowa	STARA stawka opłaty +	Udział kosztów zewnętrznych w stawce opłaty Emisje CO_2 (Nowa!) =	NOWA stawka opłaty
1	7,5–11,99 t	9,8	8,0	17,8
	12–18 t	14,0	10,0	24,0
	>18 t do 3 osi	18,1	12,4	30,5
	>18 t z 4 osiami	19,0	13,4	32,4
	>18 t od 5 osi	19,0	15,8	34,8
2	7,5–11,99 t	9,8	7,6	17,4
	12–18 t	14,0	9,6	23,6
	>18 t do 3 osi	18,1	11,8	29,9
	>18 t z 4 osiami	19,0	12,8	31,8
	>18 t od 5 osi	19,0	15,0	34,0
3	7,5–11,99 t	9,8	7,2	17,0
	12–18 t	14,0	9,0	23,0
	>18 t do 3 osi	18,1	11,1	29,2
	>18 t z 4 osiami	19,0	12,0	31,0
	>18 t od 5 osi	19,0	14,2	33,2
4	7,5–11,99 t	9,8	4,0	13,8
	12–18 t	14,0	5,0	19,0
	>18 t do 3 osi	18,1	6,3	24,4
	>18 t z 4 osiami	19,0	6,8	25,8
	>18 t od 5 osi	19,0	7,9	26,9

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

MOŻLIWOŚCI REDUKCJI KOSZTÓW

- W branży transportowej ładunki należy transportować w najbardziej efektywny oraz skuteczny sposób, możliwie jak najniższym kosztem. Jednak obniżenie kosztów działalności staje się coraz trudniejszym wyzwaniem.
- Należy pamiętać o wzrastających cenach paliw, usług, opłat drogowych, wynagrodzeń kierowcy lub materiałów eksploatacyjnych.
- Koniunktura rynkowa wymusza sama z siebie konieczność oszczędzania.
- Przy rozsądnym zarządzaniu flotą oraz wykorzystaniu rozwiązań proponowanych przez samych producentów pojazdów i zewnętrznych dostawców usług można osiągnąć zmniejszenie kosztów, pozwalając tym samym działać firmie z odpowiednią płynnością finansową.
- Z redukcją kosztów wiąże się zadbanie o stan posiadanej floty. Samochody z dużymi przebiegami należy wymieniać na nowe, zmniejszy to awaryjność i czas przestoju pojazdu.

CC BY

ANALIZA CZYNNIKÓW WPŁYWU

Aby osiągnąć założone cele rozwoju przedsiębiorstwa transportowego, należy ocenić różne czynniki wpływające na wydajność floty.

Najważniejsze obszary działań pozwalających na podniesienie efektywności wykorzystania floty, obniżenie kosztów i podniesienie rentowności firmy to:

- Kontrola wydatków
- Zarządzanie zużyciem paliwa
- Wybór pojazdu
- Zarządzanie flotą
- Ocena stylu jazdy kierowcy
- Ocena stanu technicznego i proaktywna diagnostyka prewencyjna
- Zarządzanie bezpieczeństwem i powypadkową obsługą pojazdów

CC BY

ANALIZA CZYNNIKÓW WPŁYWU – SKONCENTROWANIE NA TCO

Podnoszenie konkurencyjności własnych produktów, zwiększanie udziałów rynkowych i poziomu sprzedaży musi się wiązać z konsekwentną realizacją priorytetowego zadania jakim jest **obniżanie całkowitego kosztu własności i użytkowania (TCO) flot**. Podobne zorientowanie wykazują wszyscy konkurenci rynkowi.

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską
NCBR Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Zasady jazdy ekonomicznej – wytyczne ogólne

dr inż. Dariusz Piernikarski
Katedra Zrównoważonego Transportu i Źródeł Napędu
Politechnika Lubelska

CC BY

POLITECHNIKA LUBELSKA
Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

JAZDA EKONOMICZNA

- **Jazda ekonomiczna (eco-driving)** to ogólny termin używany do opisu energooszczędnego użytkowania pojazdów, który opiera się na decyzjach i zachowaniach podejmowanych przez kierowców. W uproszczeniu to styl poruszania się samochodem w taki sposób, aby zminimalizować zużycie paliwa przy jednoczesnym płynnym i **bezpiecznym** prowadzeniu pojazdu.
- Za koncepcją jazdy ekonomicznej kryje się założenie, że chociaż osiągi samochodów uległy szybkiej poprawie dzięki rozwojowi technologicznemu i wprowadzeniu paliw alternatywnych, kierowcy nie zmienili ani nie dostosowali swoich zachowań podczas jazdy.
- Jazda ekonomiczna nie oznacza jednak powolnego tempa pokonywania trasy, lecz jazdę w sposób przemyślany i z zachowaniem środków ostrożności.

CC BY

JAZDA EKONOMICZNA – ZASADY OGÓLNE

- Realizując zasady jazdy ekonomicznej należy podjąć konkretne działania w fazach przed podróżą, w trakcie podróży i po podróży.
- W odniesieniu do czynności przed podróżą, sugeruje się przeprowadzanie kontroli konserwacyjnych pojazdu, mierzenie ciśnienia w oponach i ocenę, czy występuje zbędne obciążenie pojazdu, a także sporządzenie szczegółowego planu podróży, który ma na celu znalezienie alternatyw na krótkie odległości.
- Podczas podróży przydatne mogą być pewne praktyczne zalecenia, w tym ograniczone korzystanie z klimatyzacji, unikanie zbędnej pracy silnika na biegu jałowym, gwałtownego przyspieszania i gwałtownego hamowania, zmiana biegów tak szybko, jak to możliwe i przewidywanie zachowań ruchu drogowego.
- Czynności po podróży obejmują przeglądanie danych dotyczących podróży, analiza tego, co można zrobić, korzystając ze specjalnych aplikacji lub nawigacji satelitarnej.
- **Eco-driving nie oznacza stosowania wszystkich tych zaleceń**. Niektóre z nich można jednak stosować łącznie, aby uzyskać wielorakie korzyści, w tym prywatne aspekty finansowe (oszczędność paliwa i pieniędzy), w zakresie bezpieczeństwa (mniej wypadków), środowiska (redukcja globalnych emisji, lokalnych zanieczyszczeń powietrza i hałasu) i w wymiarze społecznym (bardziej odpowiedzialny styl jazdy i zmniejszenie korków ulicznych).

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

JAZDA EKONOMICZNA – ZASADY OGÓLNE

WPROWADZENIE

POJAZD

– Podstawowe zależności
– Silnik
– Układ przeniesienia napędu
– Opory toczenia
– Opory aerodynamiczne
– ...

ZASADY ECO-DRIVINGU

– Przed wyruszeniem w drogę
– Podczas jazdy
– „Złote” zasady
– Akcesoria dodatkowe
– Obsługa codzienna
– Zalecenia dodatkowe
– Błędy w trakcie jazdy

SZKOLENIE PRAKTYCZNE NA DRODZE

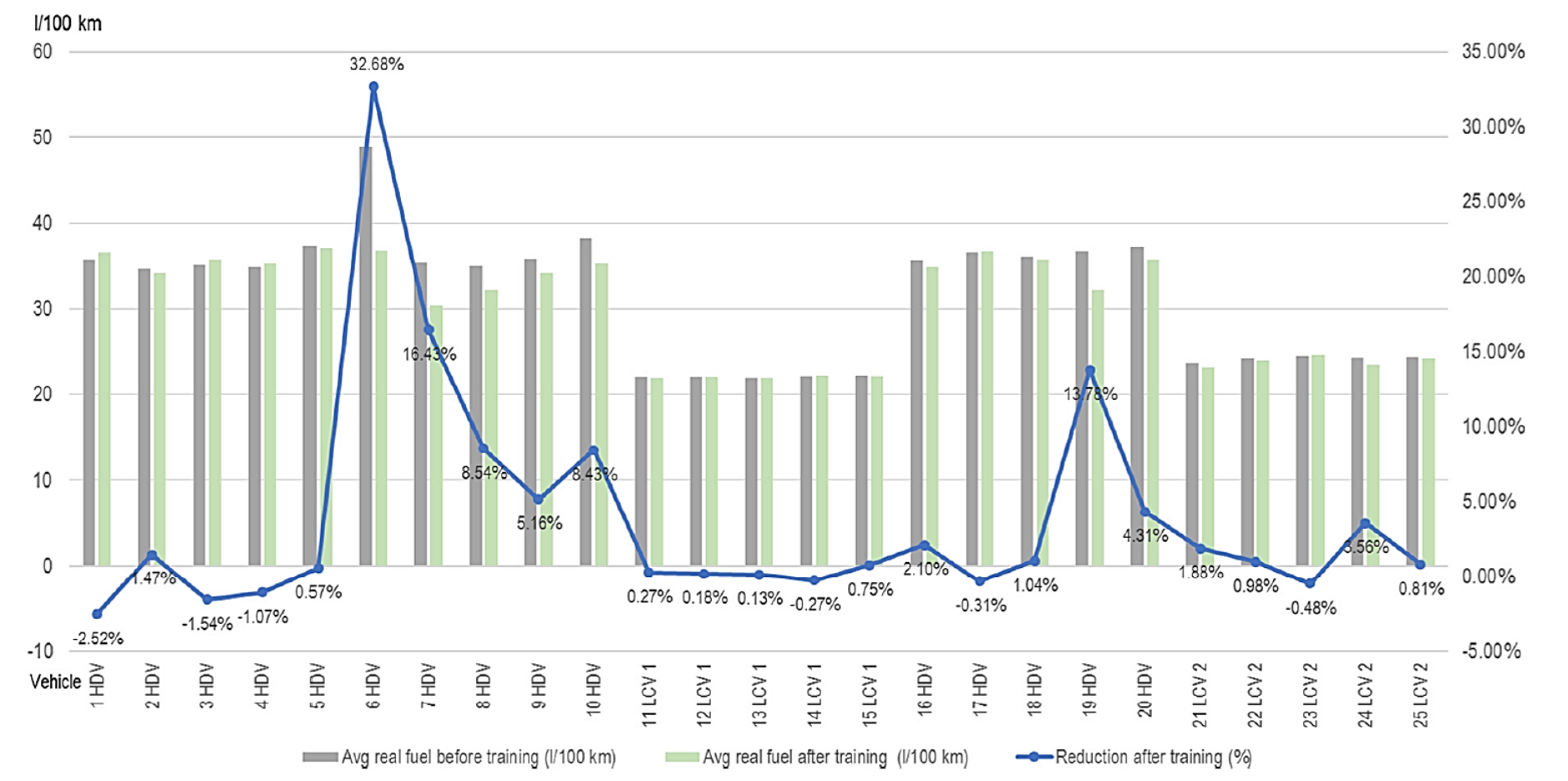
OCENA EFEKTÓW

– Kluczowe wskaźniki oceny (KPI)
– Szczegółowa ocena stylu jazdy
– Analiza porównawcza
– Wnioski i zalecenia

CC BY

JAZDA EKONOMICZNA – ZASADY OGÓLNE

- Zapewnienie kierowcom odpowiedniej edukacji na temat decyzji strategicznych, taktycznych i operacyjnych może przyczynić się do ograniczenia ogólnego zużycia paliwa i emisji CO_2.



Przykład: Zmniejszenie zużycia paliwa po przeszkoleniu w zakresie jazdy ekonomicznej

POLITECHNIKA LUBELSKA

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

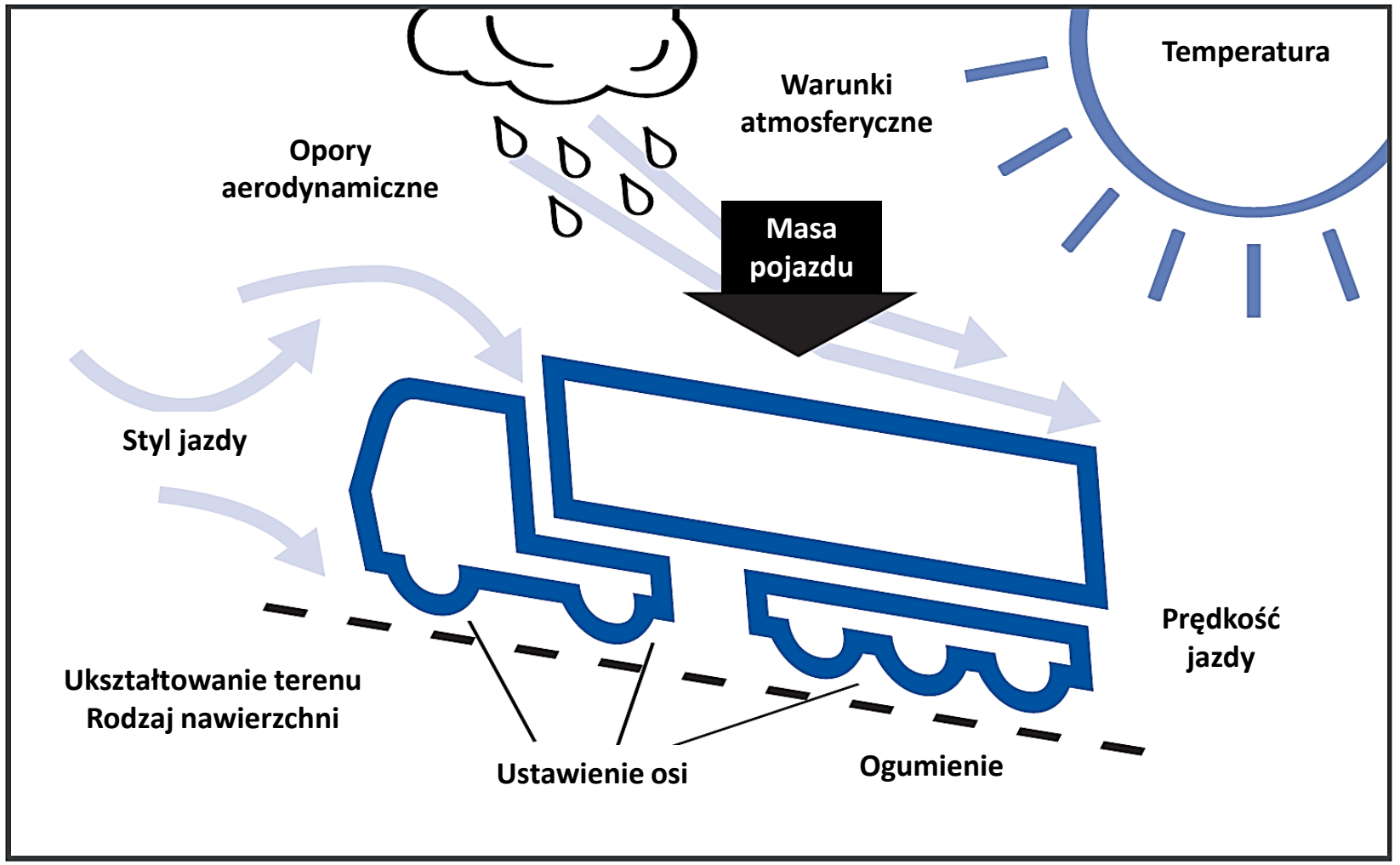
JAZDA EKONOMICZNA – ZASADY OGÓLNE

- W przypadku jazdy samochodem ciężarowym jazda ekonomiczna wymaga starannego zaplanowania i dokładnego przestrzegania zasad.
- Kierowca samochodu ciężarowego powinien przede wszystkim:
  – opanować emocje podczas jazdy,
  – przewidywać sytuację na drodze
  – uważnie obserwować innych uczestników ruchu drogowego.
- Jazda ekonomiczna ma wiele zalet. Najbardziej znaczącą z nich jest mniejsze zużycie paliwa, co przekłada się na realne oszczędności dla firmy.
- Eco-driving pojazdem ciężarowym to również mniejsze zużycie i wydłużona trwałość komponentów takich jak np. hamulce, sprzęgło, zawieszenie i skrzynia biegów.
- Zaletą jazdy ekonomicznej jest zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do środowiska: substancji toksycznych oraz gazów cieplarnianych (CO_2) – oznacza to zarówno dbanie o planetę, jak i poprawę wizerunku firmy w oczach klientów.

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

PRIORYTET: OGRANICZENIE ZUŻYCIA PALIWA



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

OBOWIĄZKI KIEROWCY

1. **Jazda ekonomiczna**: oszczędność rzędu 5% w zużyciu paliwa = 30 000 l ON rocznie w transporcie międzynarodowym
2. **Utrzymanie prawidłowego ciśnienia w oponach**: 1000–2000 l ON rocznie
3. **Montaż i prawidłowe ustawienie spojlerów dachowych**
4. **Jazda z niższymi prędkościami obrotowymi silnika, na właściwych biegach**
5. **Regularna kontrola stanu technicznego pojazdu**
6. **Jazda przewidująca**
7. **Ograniczanie jazdy z prędkościami powyżej 85 km/h**

CC BY

OBOWIĄZKI KIEROWCY

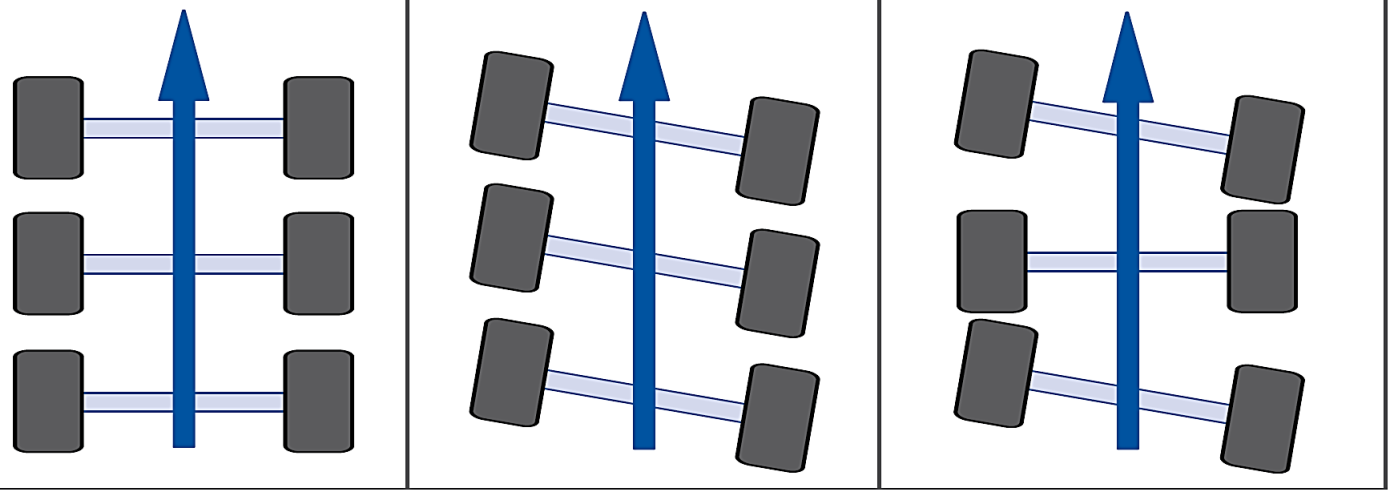
1. **Obsługa codzienna:** Jedynie pojazd sprawny technicznie daje możliwość uzyskania minimalnego zużycia paliwa na trasie. Dobry stan techniczny minimalizuje również ryzyko awarii oraz zwiększa trwałość i niezawodność pojazdu. Obsługa codzienna powinna odbywać się przed wyjazdem, w trakcie jazdy a także po zatrzymaniu.
2. W ramach obsługi codziennej należy kontrolować takie podstawowe parametry jak np.:
   – poziom oleju,
   – poziom płynu chłodzącego,
   – ciśnienie w ogumieniu,
   – obecność wody w układzie paliwowym,
   – stan połączenia ciągnika z naczepą (siodło, przewody elektryczne i pneumatyczne).

CC BY

OBOWIĄZKI KIEROWCY – USTAWIENIE OSI

- Nieprawidłowe ustawienie kół pojazdu może drastycznie wpłynąć na opór toczenia, a w konsekwencji zużycie paliwa.
- Jeśli którekolwiek z kół 12-kołowego zestawu ciągnik – naczepa nie są prawidłowo ustawione, całkowity opór pojazdu wzrasta.
- Większe jest „tarcie” opon o powierzchnię drogi i potencjalnie większy opór aerodynamiczny, gdy ciągnik i naczepa nie kierują się równolegle do kierunku jazdy.
- Prawidłowe ustawienie kół pojazdu pomaga zoptymalizować oszczędność paliwa.

Ustawienie prawidłowe	Ustawienie skośne	Brak równoległości
Poziom referencyjny	Zużycie paliwa wzrasta do 4,5%	Zużycie paliwa wzrasta do 18,5%

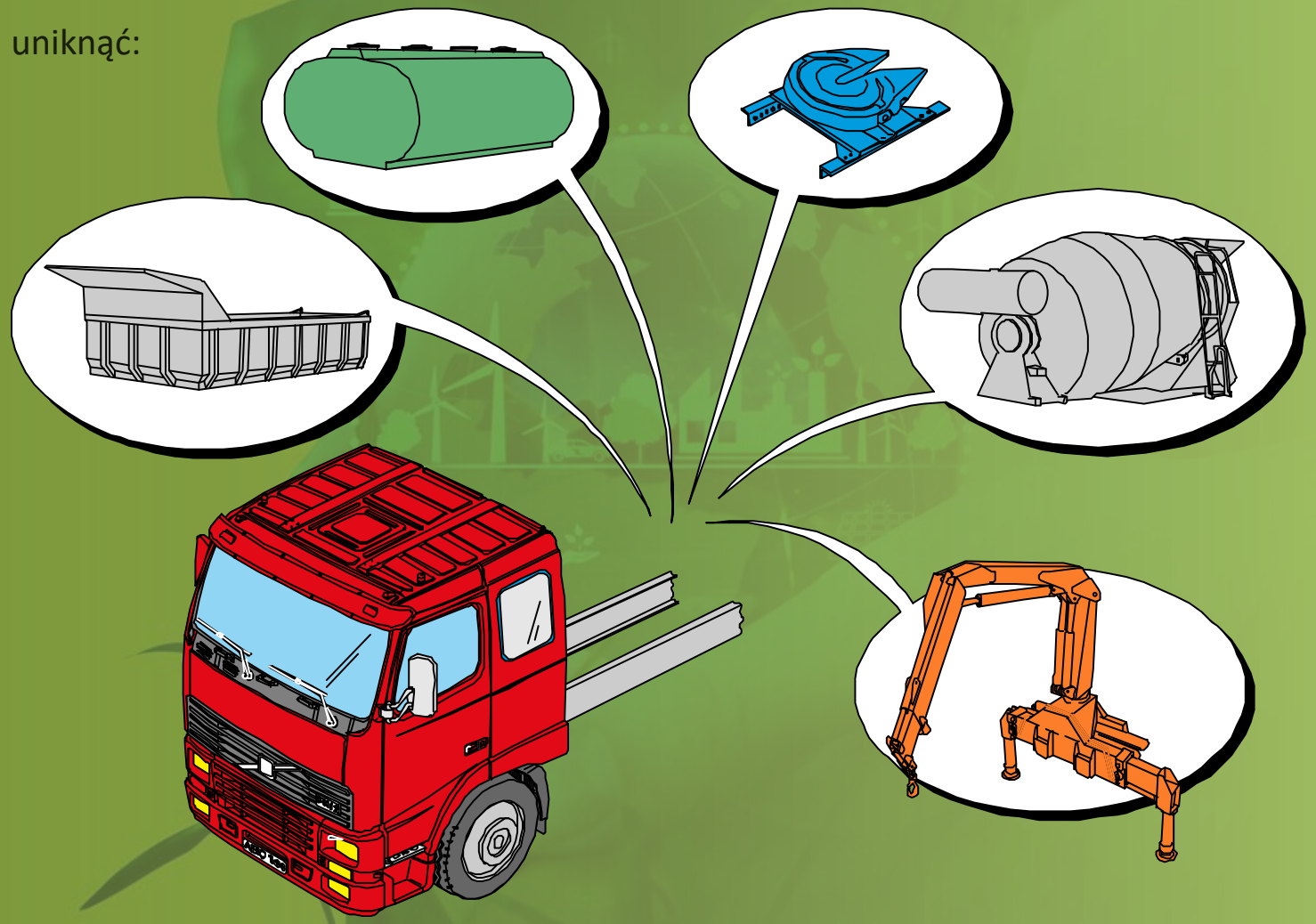


CC BY

OBOWIĄZKI KIEROWCY

Dzięki właściwej kontroli i eksploatacji pojazdu można uniknąć:

- Niewłaściwego zachowania pojazdu na drodze
- Uszkodzenia elementów podwozia
- Nadmiernego poziomu drgań
- Spadku komfortu pracy kierowcy
- Nieoczekiwanej utraty przyczepności
- Dużego zużycia paliwa



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

OBOWIĄZKI KIEROWCY

Wyposażenie pojazdu w zintegrowane systemy czujników oraz system telematyczny oznacza jeszcze większą wygodę obsługi i możliwość monitorowania parametrów diagnostycznych na komputerze PC lub w aplikacji oraz interwencji, jeśli zajdzie taka potrzeba.

POLITECHNIKA LUBELSKA

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

PRIORYTET: OGRANICZENIE ZUŻYCIA PALIWA

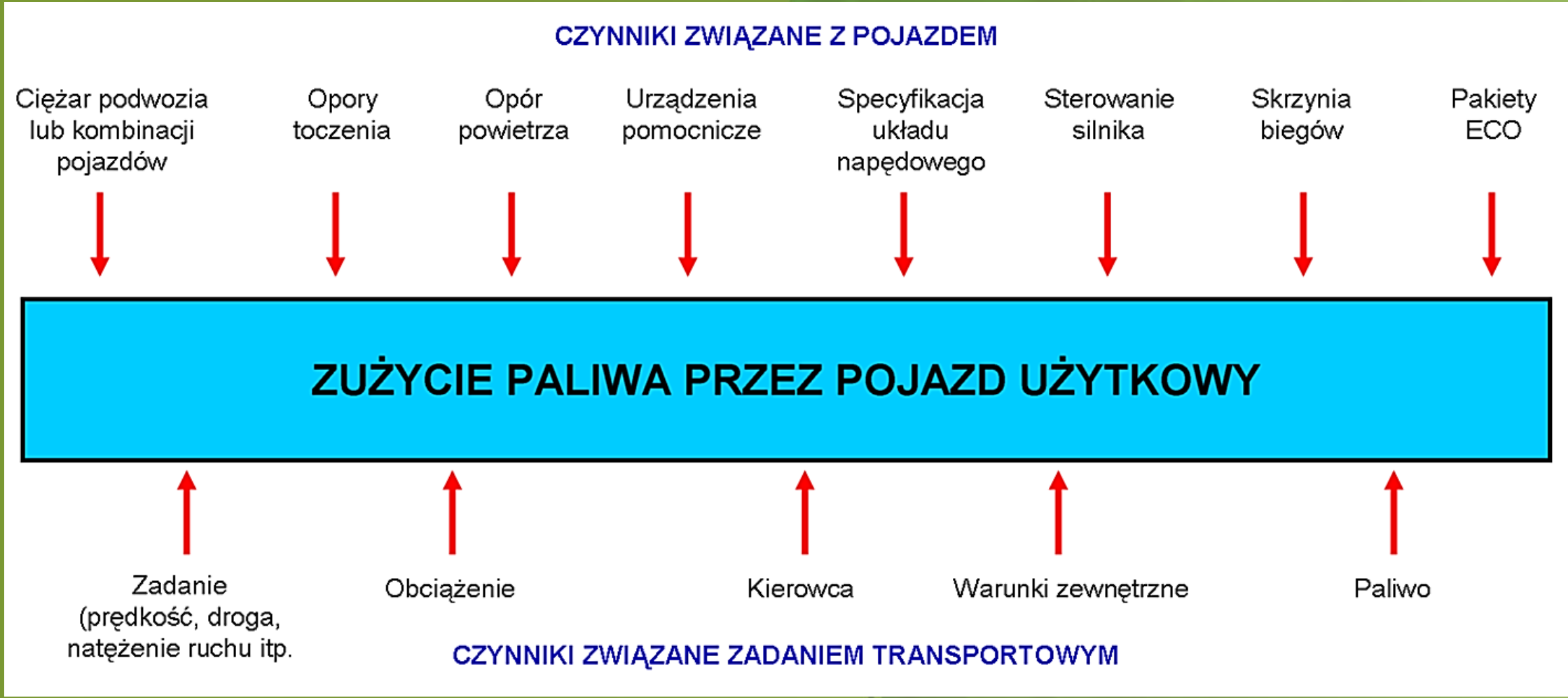
- **Spalanie jednego litra oleju napędowego wytwarza 2,62 kg CO_2.**
- Spalanie 1 litr benzyny generuje 2,31 kg CO_2, 1 litr LPG generuje 1,51 kg CO_2
- Ponadto, układ wydechowy silników wysokoprężnych zawiera tlenki azotu (NO_x), cząstki stałe (PM) i inne zanieczyszczenia powietrza.
  Wszystkie te substancje są znane jako szkodliwe dla zdrowia ludzkiego i mają potencjał, aby obniżyć jakość powietrza.
- Podobnie jak inne paliwa kopalne, olej napędowy jest częścią problemu zmian klimatycznych dokonywanych przez człowieka.

Przykład: samochód osobowy, który w roku przejeżdża 30 000 km ze średnim spalaniem 5,5 l/100 km oleju napędowego spali 1 650 l ON.
To przekłada się na 4422 kg CO_2 wyemitowanych do atmosfery przez tylko jeden samochód w roku. Ponad 4 t dwutlenku węgla w ciągu roku przetworzy na tlen ponad 630 drzew. Aby zneutralizować roczne oddziaływanie na środowisko 4 samochodów osobowych potrzebna jest praca drzew z obszaru 1 ha.

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

JAZDA EKONOMICZNA – CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA ZUŻYCIE PALIWA



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

OBOWIĄZKI KIEROWCY

- Nawyki lub „styl” kierowcy pojazdu mogą mieć bardzo duży wpływ na ilość zużywanego paliwa.
- Agresywna jazda może zniweczyć wiele korzyści uzyskanych z inwestycji w oszczędne opony i silniki, urządzenia aerodynamiczne lub syntetyczne środki smarne.
- Dzisiejsze nowoczesne zautomatyzowane układy napędowe ciężarówek mają tendencję do zmniejszania różnic, jakie kierowcy mogą mieć w zakresie jazdy z oszczędnością paliwa, zwiększając tym samym potencjał oszczędności odpowiednich opon.
- Dzięki dzisiejszej technologii możliwe jest dokładne zmierzenie ilości paliwa zużywanego przez silnik w określonym czasie, co pozwala na skonfigurowanie programów nagradzających kierowców za dobrą oszczędność paliwa.

CC BY

PRIORYTET: OGRANICZENIE ZUŻYCIA PALIWA

Średni przebieg (km/miesiąc)	Średnia waga (ton)			Średnie spalanie (l/100km)		
11 113	NTG 29,4	29,3	NTG vs PGR 3,3%	NTG 25,55	25,82	NTG vs PGR 8,7%
Średnia prędkość (km/h) 70,8	PGR 28,5			PGR 27,78		

Bieg jałowy	Hamowanie silnikiem	Jazda pod górę	Przewidywanie	Styl hamowania
B	A	A	A	C

Ocena floty	Potencjał obniżenia spalania (%)	Potencjalna oszczędność paliwa (litry/miesiąc)***	Redukcja CO2 dla floty (tony)**
B	4,6%	39 760	104,6
Scania Driver Support: 76%	możliwe spalanie (l): 24,64	155 065 zł	~627 Drzew/Miesiąc****

CC BY

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską
NCBR Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Teoretyczne podstawy jazdy ekonomicznej

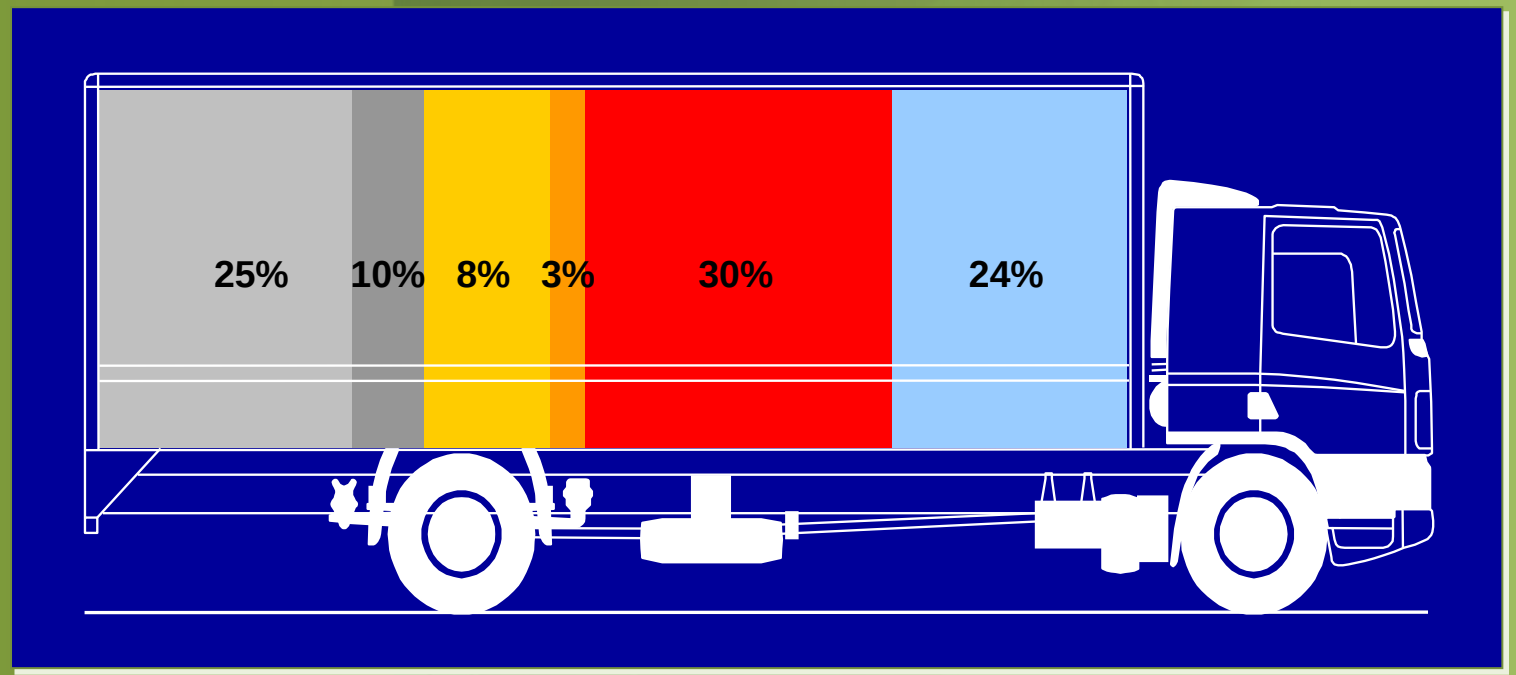
dr inż. Dariusz Piernikarski
Katedra Zrównoważonego Transportu i Źródeł Napędu
Politechnika Lubelska

CC BY

POLITECHNIKA LUBELSKA

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

KOSZTY PRZEWOZÓW – TCO



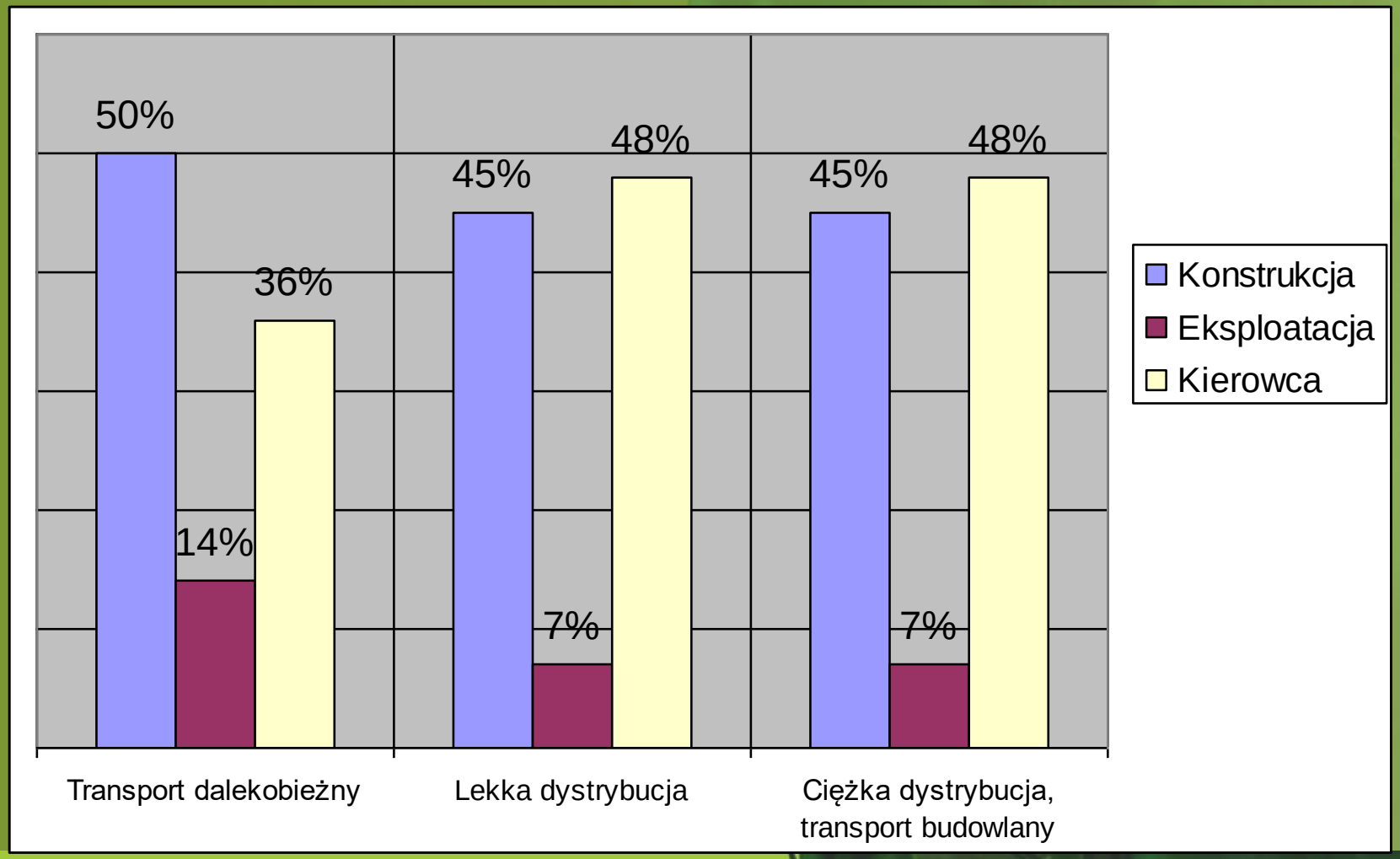
– Odsetki i utrata wartości	25%
– Ubezpieczenia i podatki	10%
– Naprawy i obsługa	8%
– Opony	3%
– Paliwa	30%
– Pozostałe	24%

Kierowca ma wpływ na 41% kosztów przewozowych

– Naprawy i obsługa	8%
– Opony	3%
– Paliwo	30%

CC BY

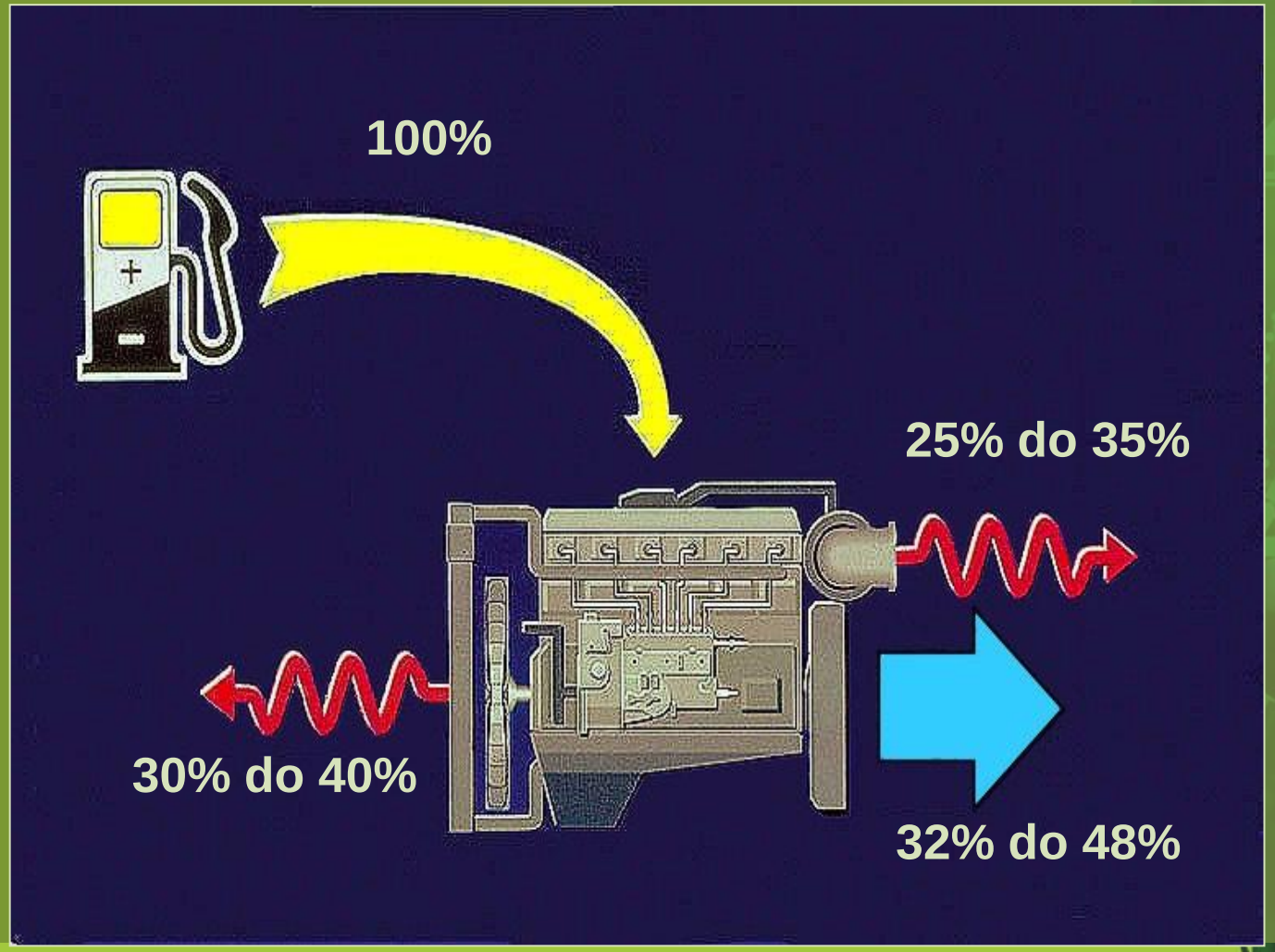
KOSZTY PRZEWOZÓW – TCO

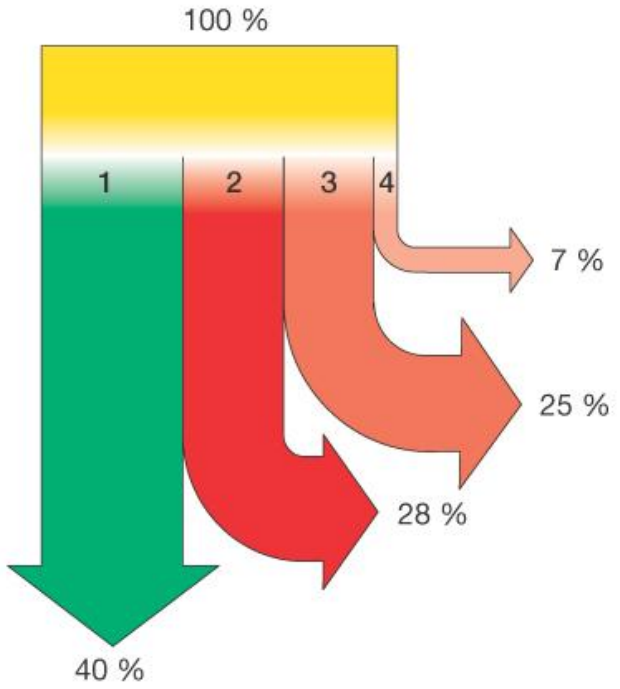


CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

BILANS ENERGETYCZNY SILNIKA SPALINOWEGO





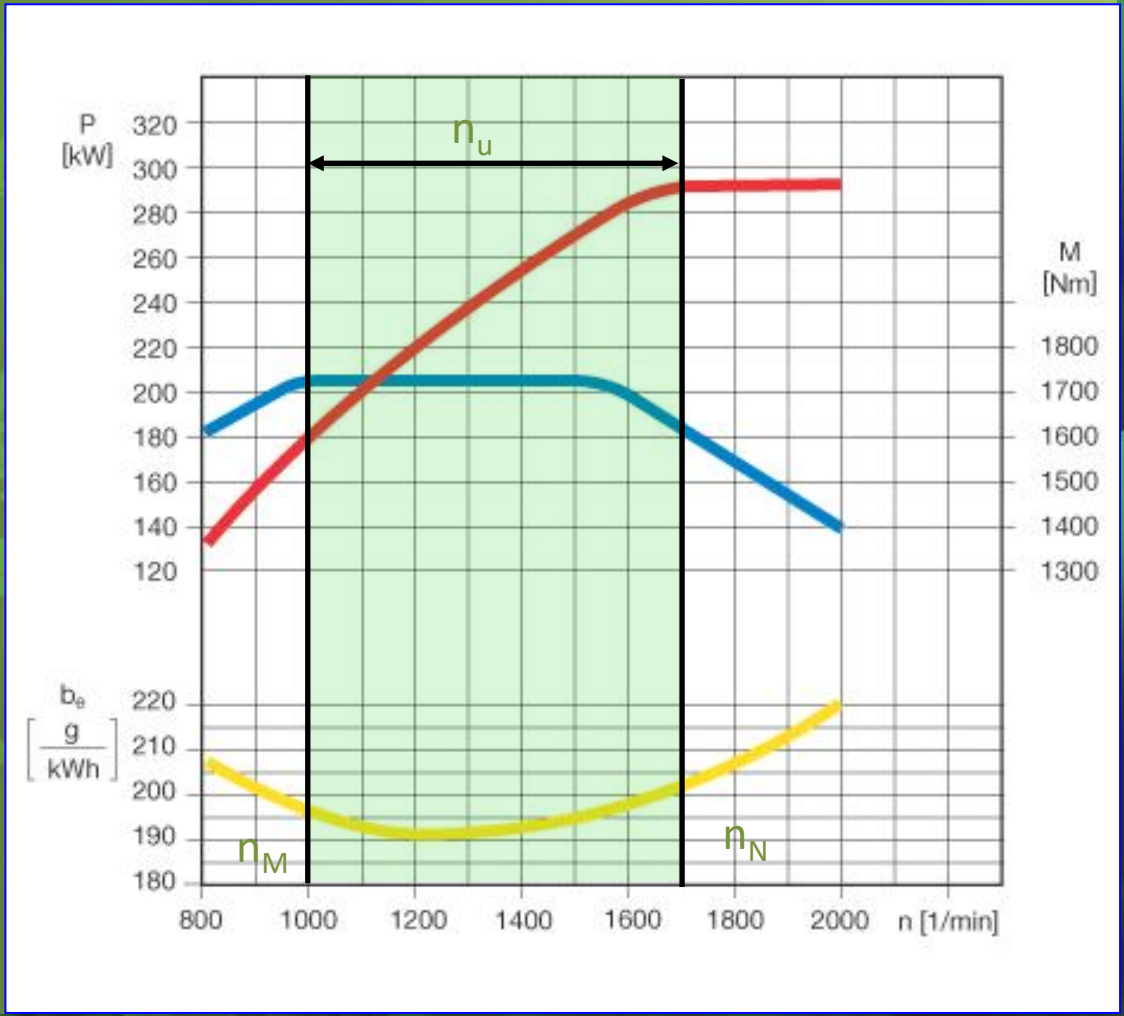
Bilans energetyczny silnika:
1 – praca użyteczna
2 – straty wylotu
3 – straty chłodzenia
4 – straty oporów ruchu

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

CHARAKTERYSTYKI PRĘDKOŚCIOWE SILNIKA

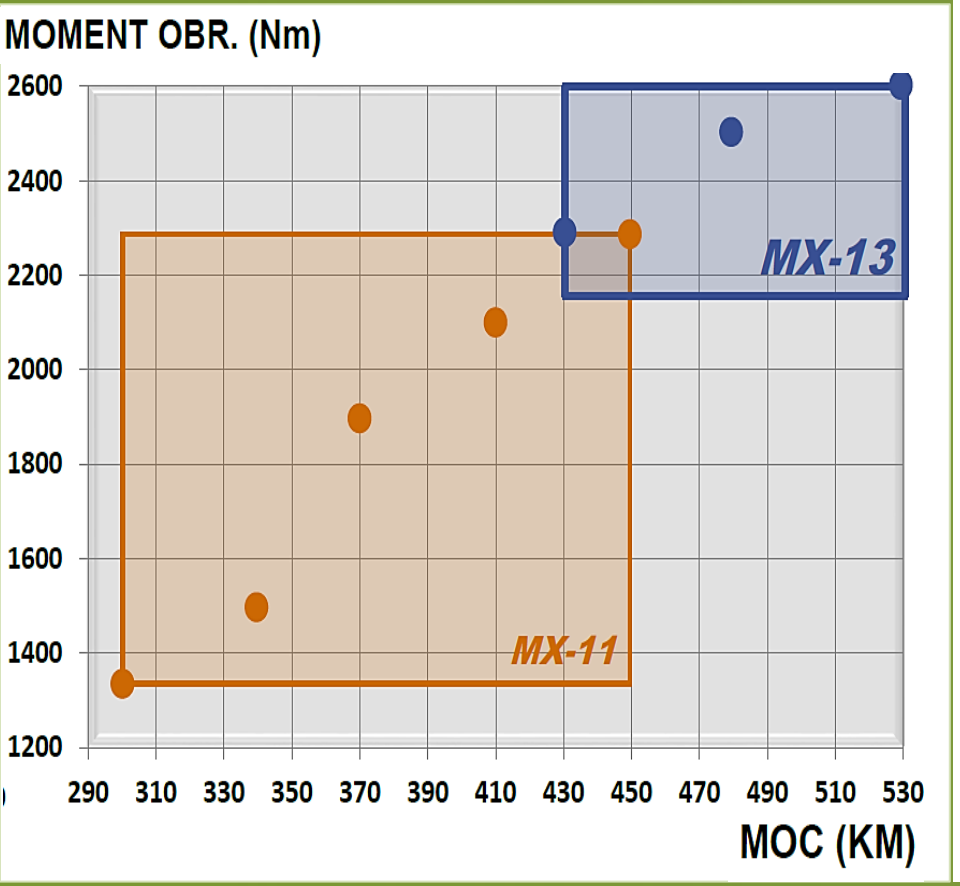
- Podstawowe własności silnika można odczytać z przebiegu jego charakterystyki prędkościowej.
- Wrażliwość na zmianę obciążenia zewnętrznego określa elastyczność silnika. Im bardziej silnik jest elastyczny, tym większą wykazuje zdolność do przyspieszania i pokonywania wzniesień.
- Elastyczność silnika wiąże się z przebiegiem zmian momentu obrotowego w zależności od prędkości obrotowej.
- Generalnie: im mniejsze zmiany wartości momentu obrotowego przy zmianie prędkości (płaski przebieg krzywej momentu), tym silnik jest bardziej elastyczny.
- Aby silnik zapewniał dużą siłę napędową przy możliwie małym zużyciu paliwa powinien pracować w zakresie prędkości użytecznej n_u.

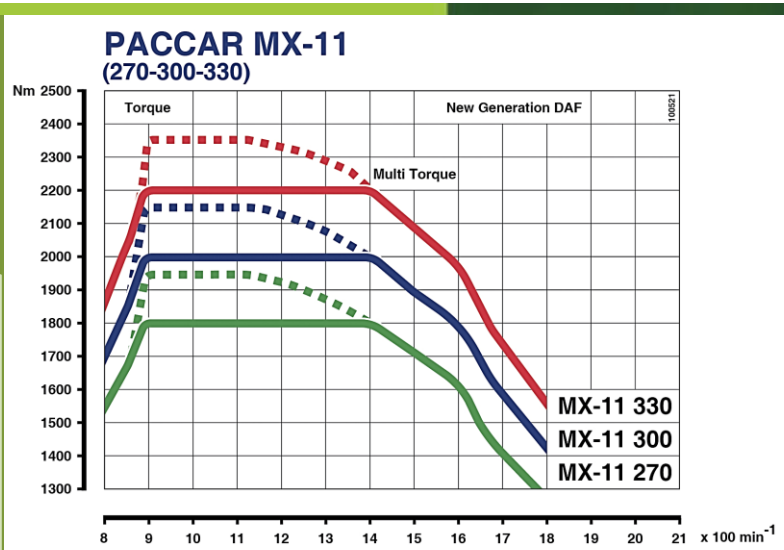


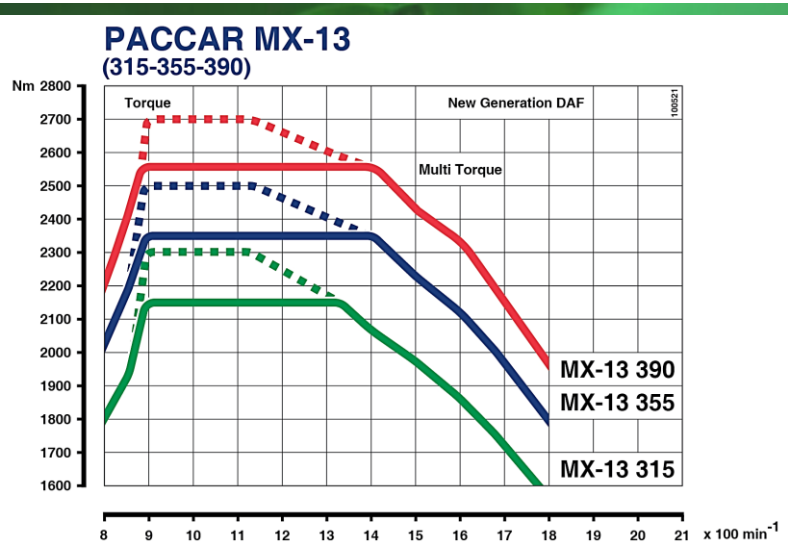
CC BY

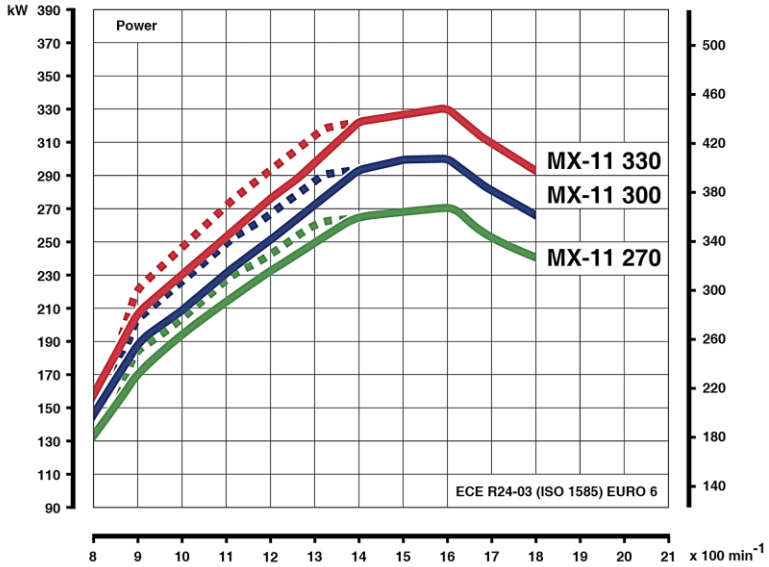
Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

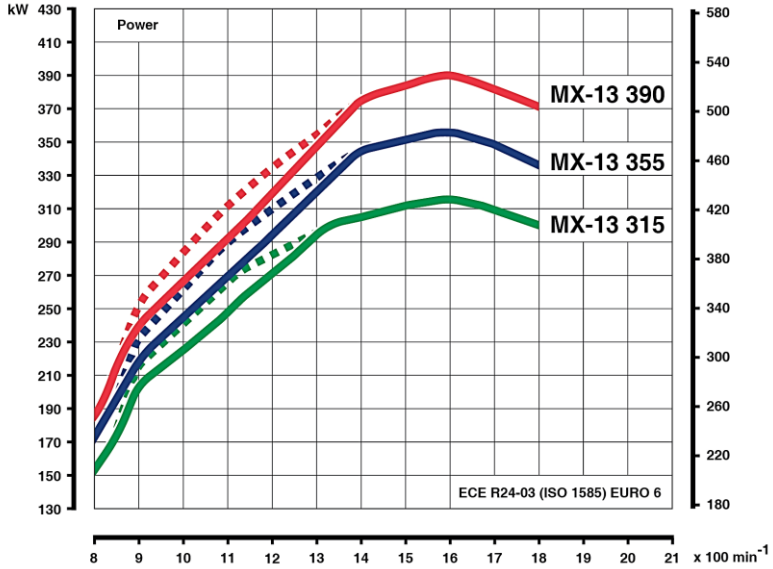
CHARAKTERYSTYKI PRĘDKOŚCIOWE SILNIKA







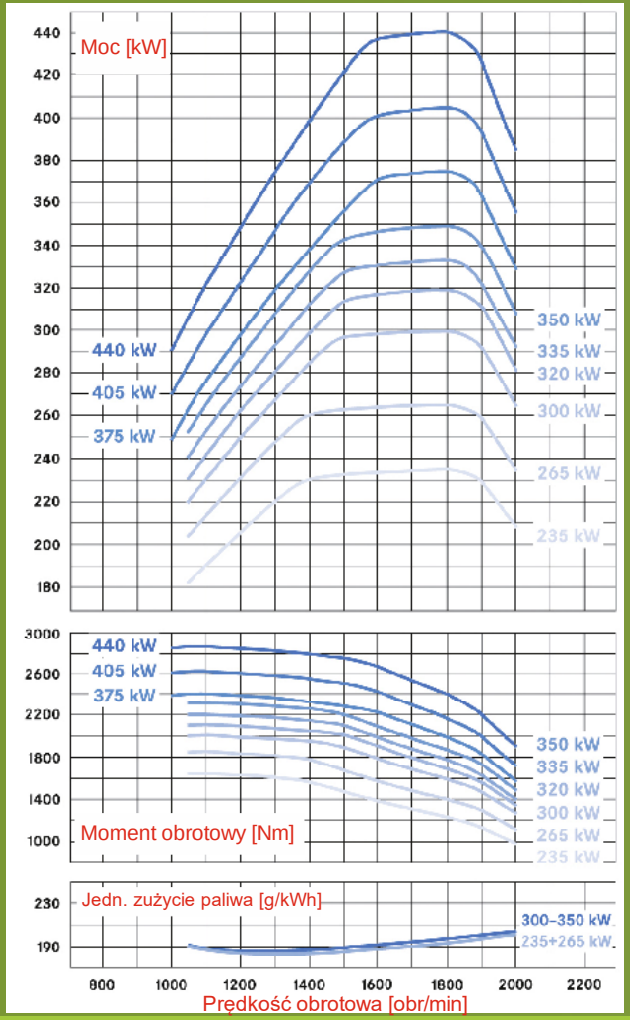


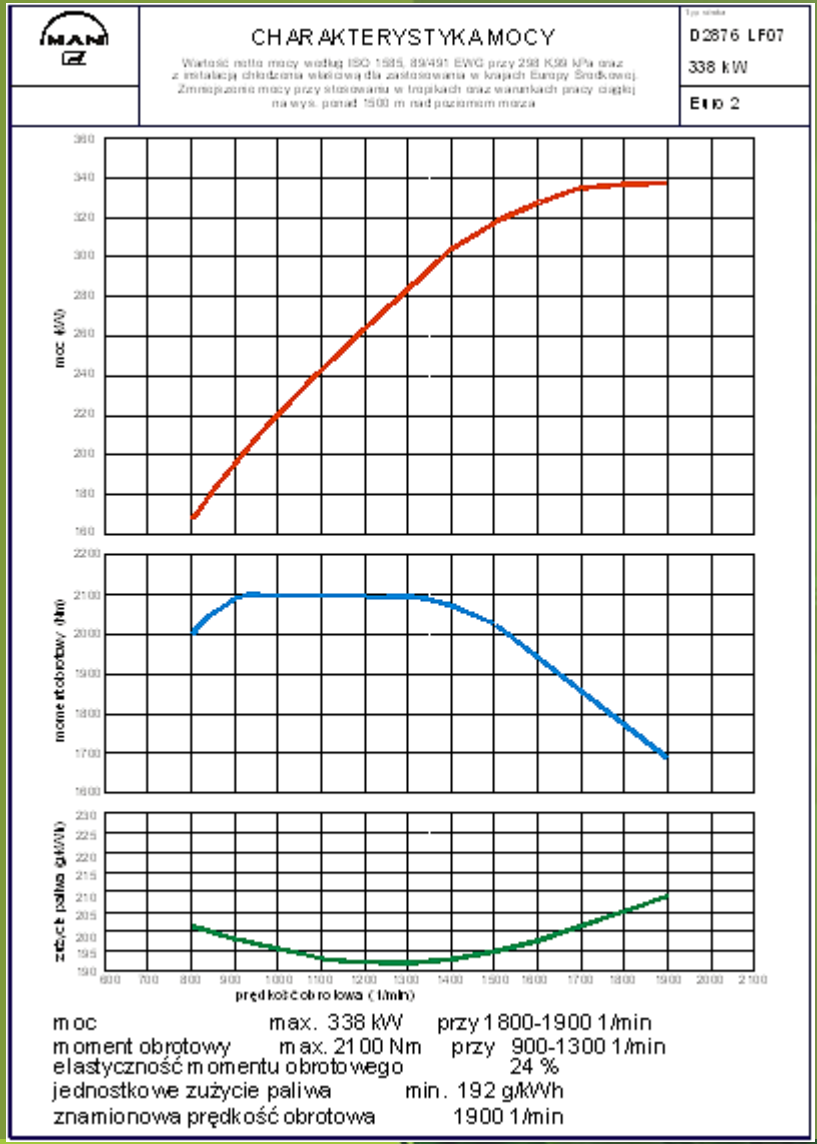


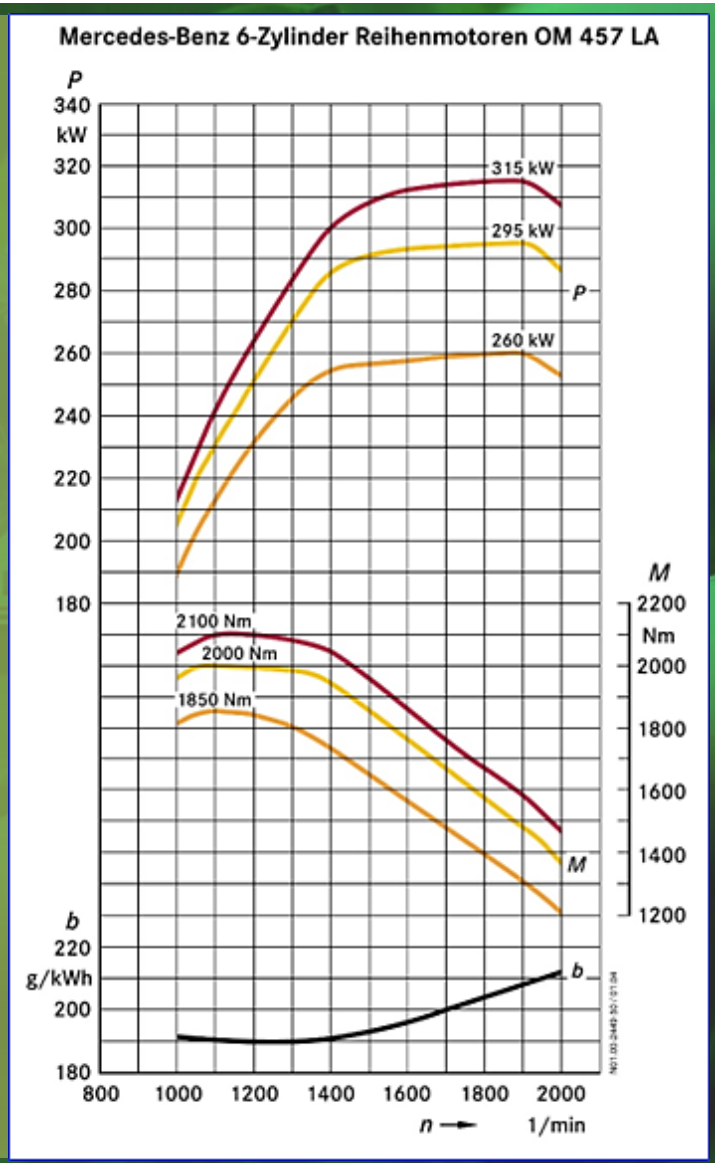
CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

CHARAKTERYSTYKI PRĘDKOŚCIOWE SILNIKA

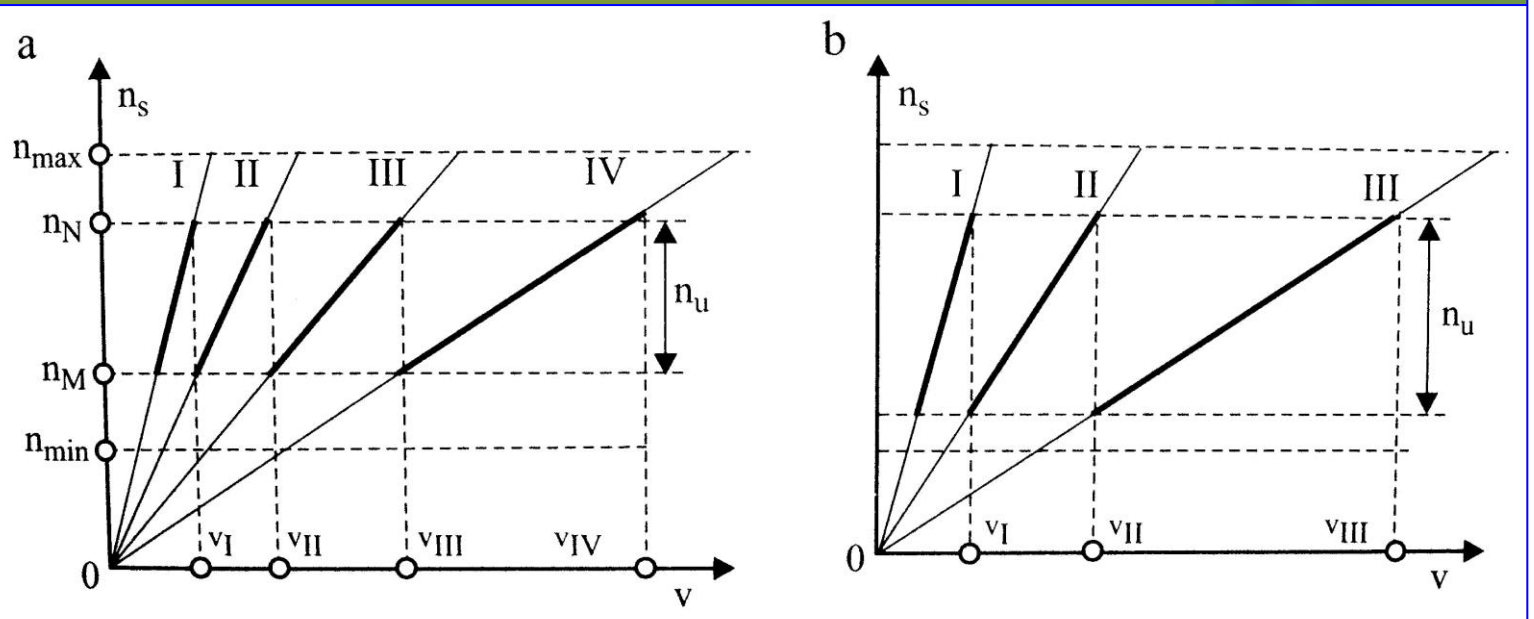






CC BY

CHARAKTERYSTYKA SILNIKA A SKRZYNIA BIEGÓW



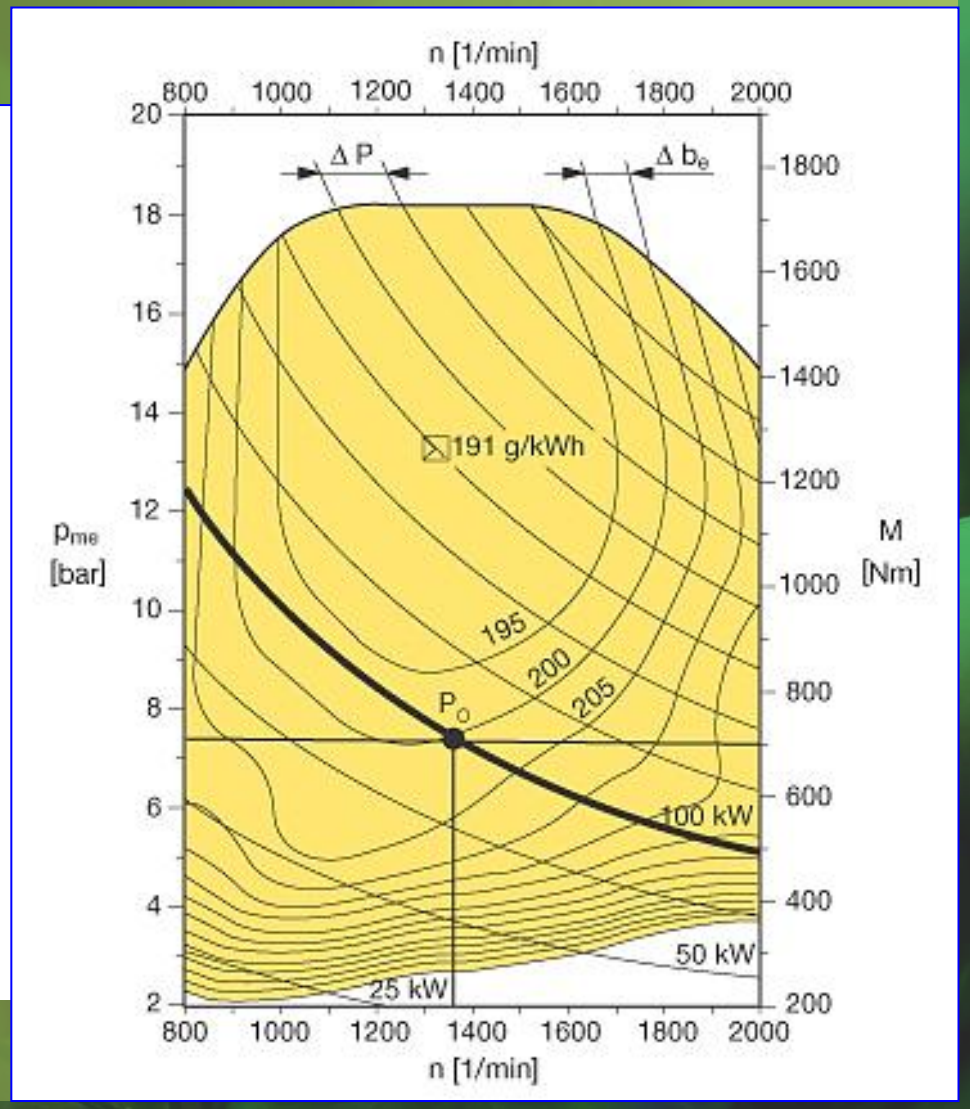
Wpływ zakresu prędkości użytecznej nu silnika na liczbę biegów w skrzyni biegów

n_s – prędkość obrotowa silnika,

n_{max}, n_{min} – maksymalna i minimalna prędkość obrotowa silnika,

v – prędkość jazdy samochodu,

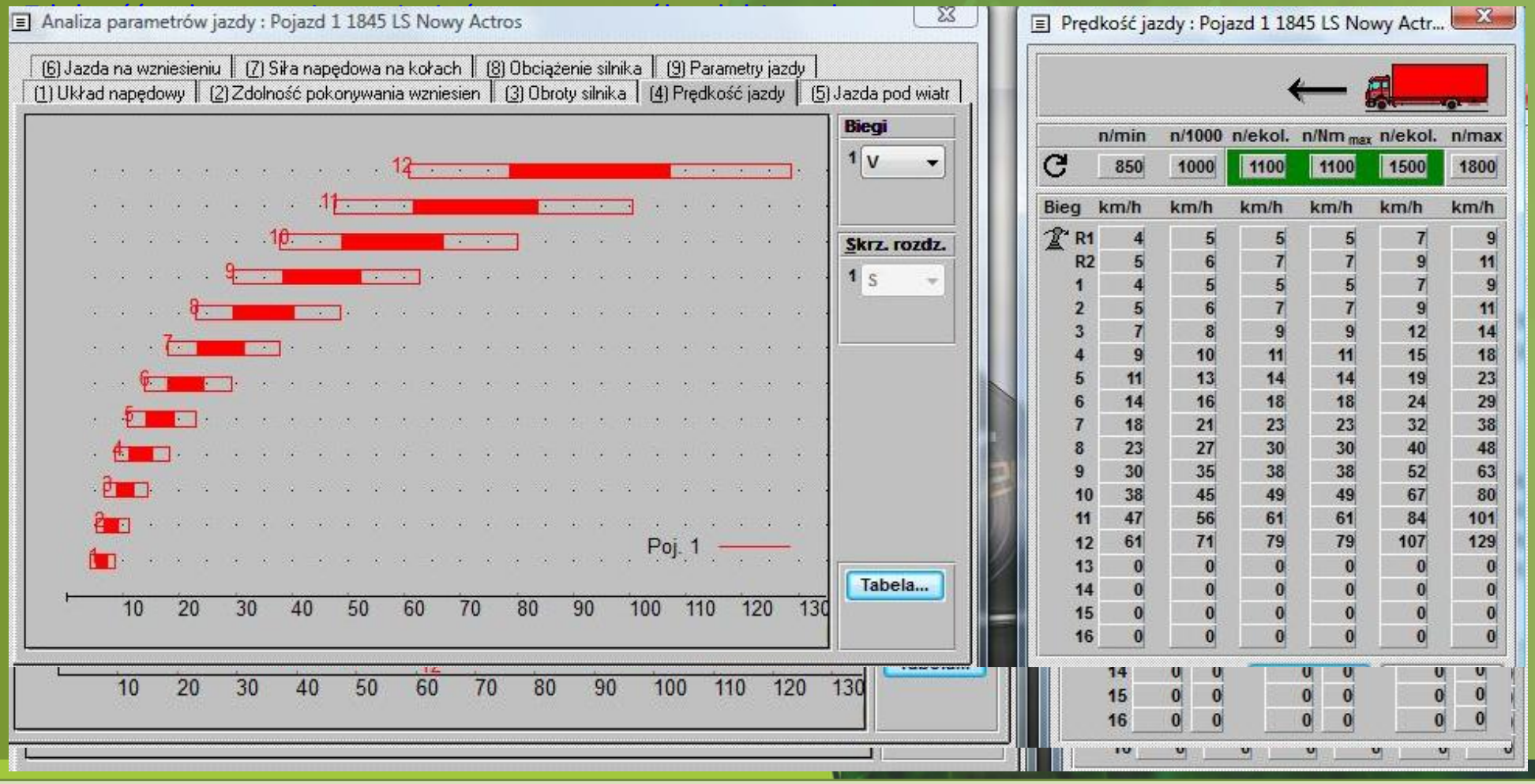
v_I, v_{II}, v_{III}, v_{IV} – maksymalna prędkość rozpędzania na poszczególnych biegach



Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

SKRZYNIA BIEGÓW A WŁASNOŚCI TRAKCYJNE

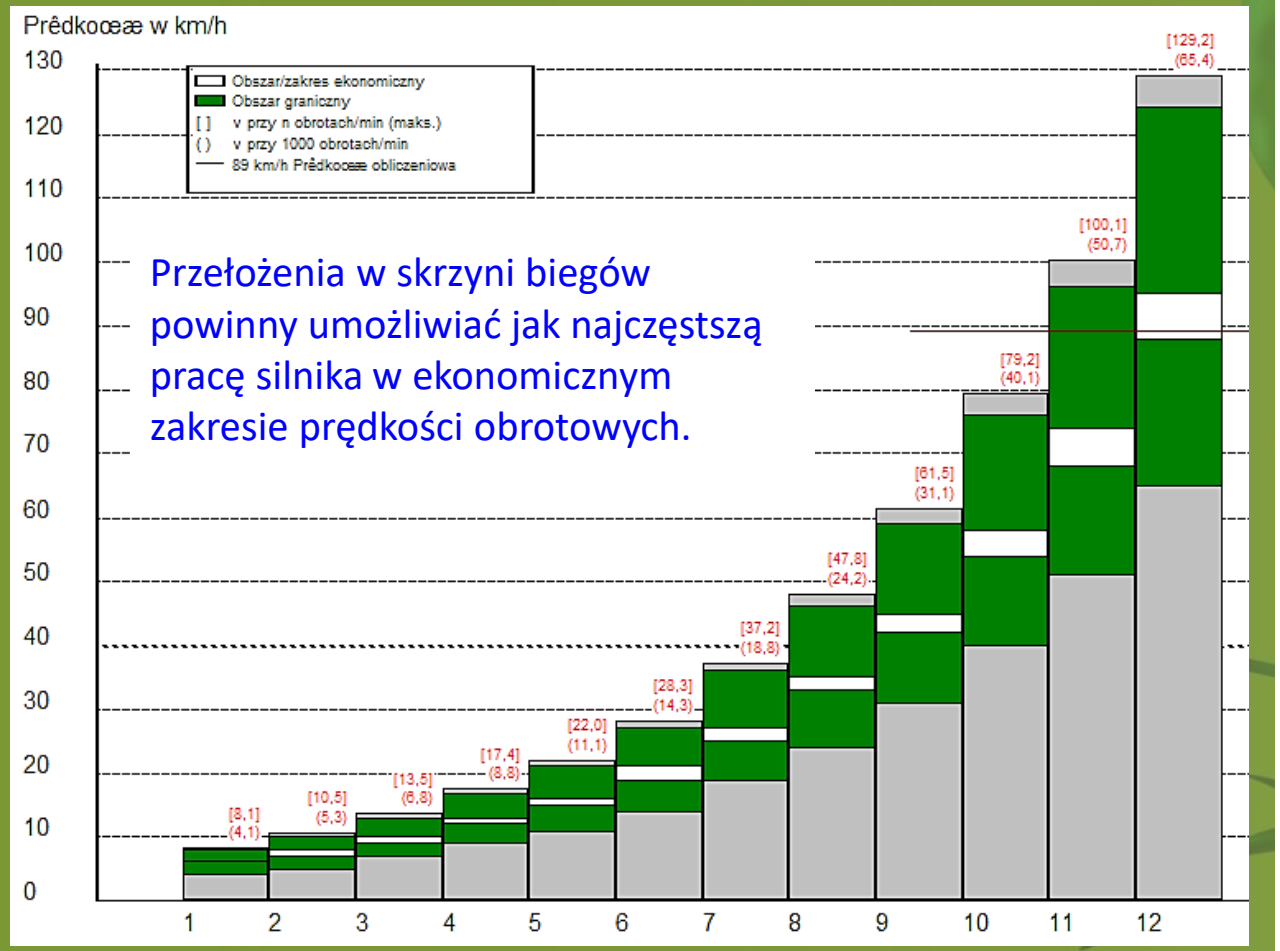
Prędkość jazdy na poszczególnych biegach



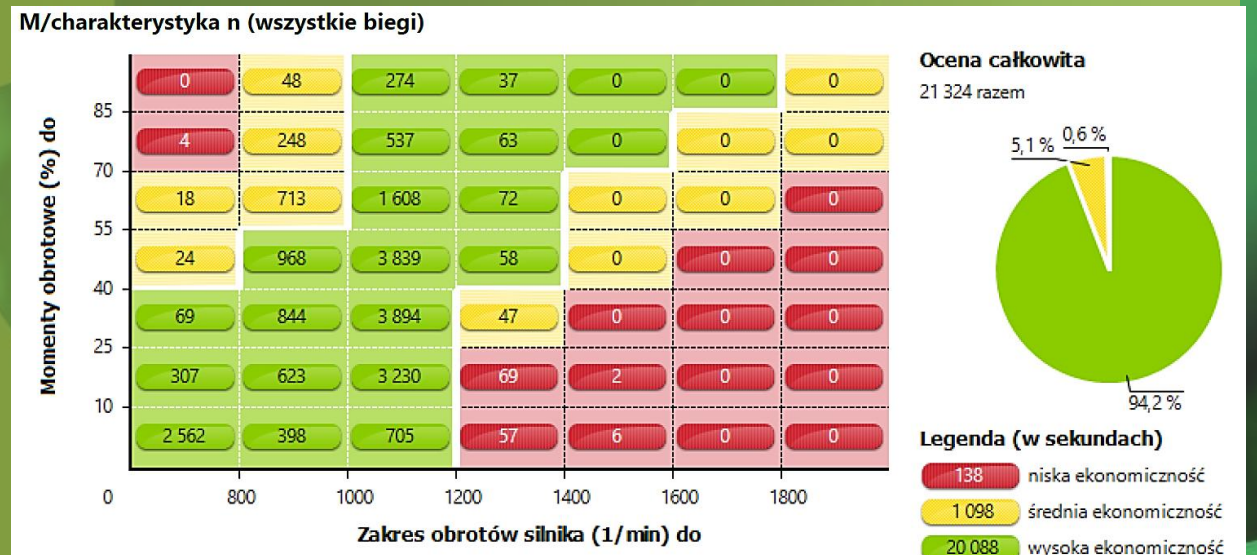
	n/min	n/1000	n/ekol.	n/Nm max	n/ekol.	n/max
	850	1000	1100	1100	1500	1800
Bieg	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h
R1	4	5	5	5	7	9
R2	5	6	7	7	9	11
1	4	5	5	5	7	9
2	5	6	7	7	9	11
3	7	8	9	9	12	14
4	9	10	11	11	15	18
5	11	13	14	14	19	23
6	14	16	18	18	24	29
7	18	21	23	23	32	38
8	23	27	30	30	40	48
9	30	35	38	38	52	63
10	38	45	49	49	67	80
11	47	56	61	61	84	101
12	61	71	79	79	107	129
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0

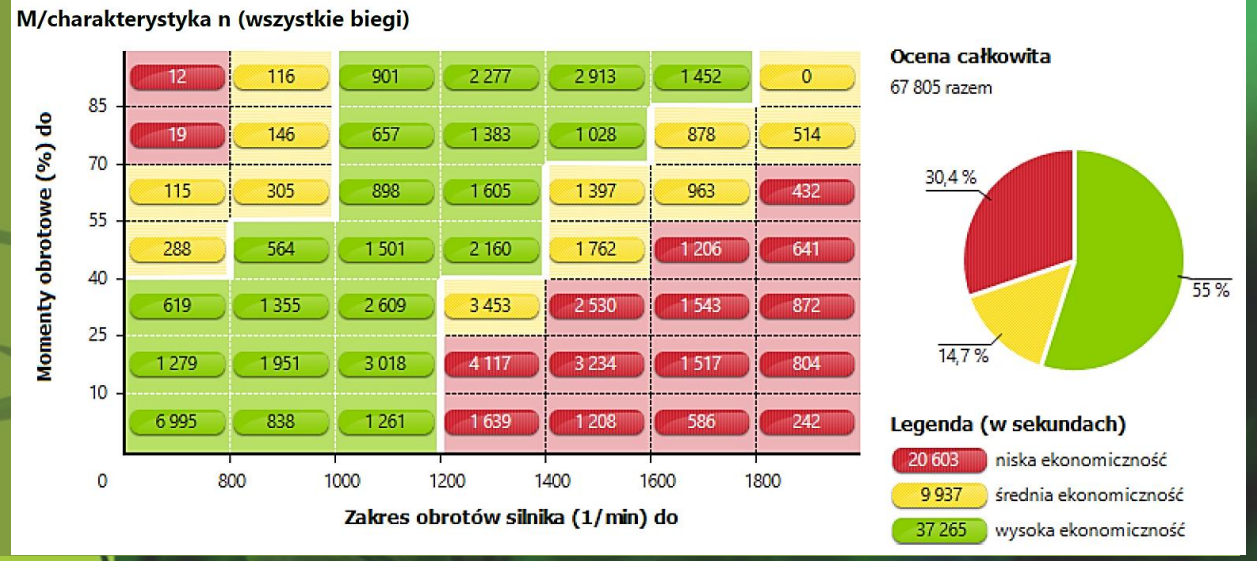
CC BY

SKRZYNIA BIEGÓW A WŁASNOŚCI TRAKCYJNE



Przełożenia w skrzyni biegów powinny umożliwiać jak najczęstszą pracę silnika w ekonomicznym zakresie prędkości obrotowych.





CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

RÓWNANIE RUCHU POJAZDU

Na samochód poruszający się ruchem prostoliniowym działają siły oporów ruchu i siła napędowa na kołach.
Bilans tych sił nazywa się równaniem ruchu:

$$F_n = F_t + F_w + F_p + F_b + F_u$$

gdzie:

F_n – siła napędowa na kołach

F_t – siła oporu toczenia

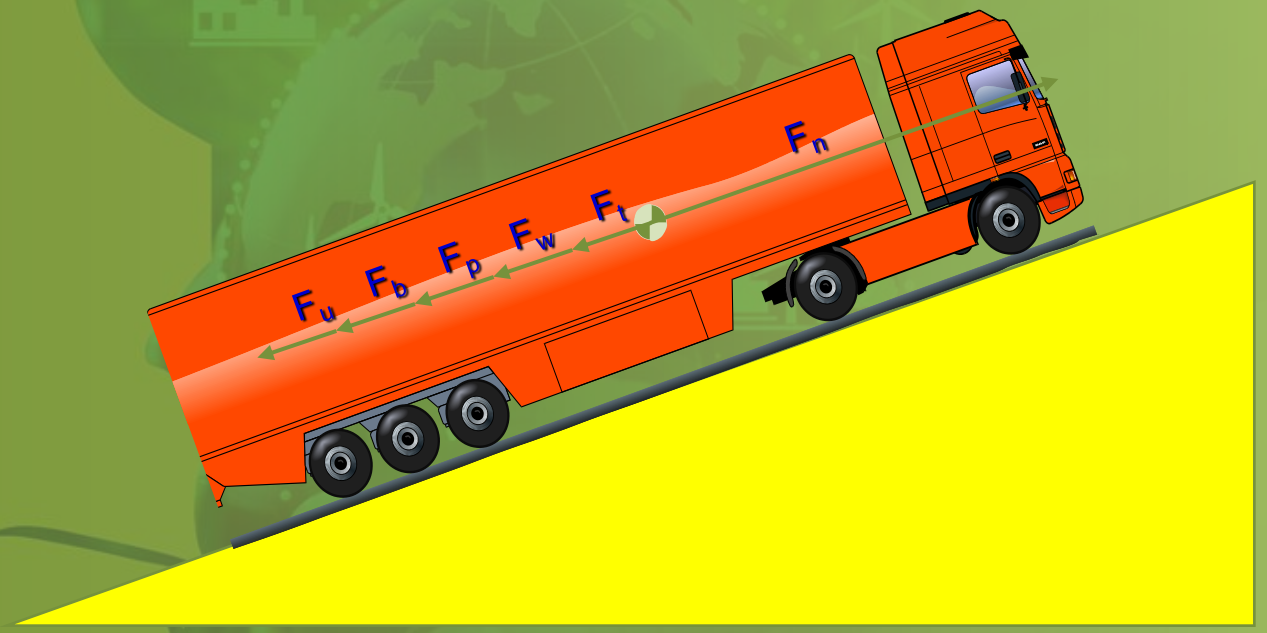
F_w – siła oporu wzniesienia

F_p – siła oporu powietrza

F_b – siła oporu bezwładności

F_u – siła oporu uciągu (np. przyczepy)

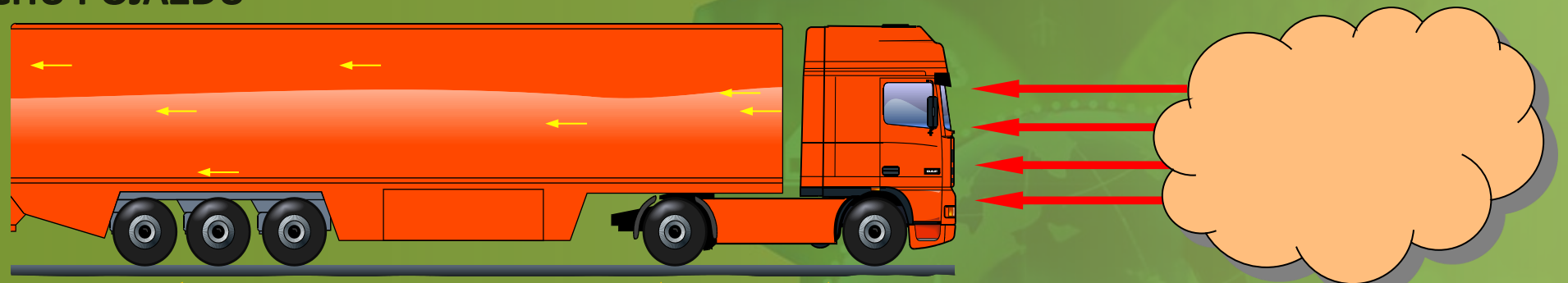
Dla uproszczenia wszystkie siły przyłożono w środku ciężkości.



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

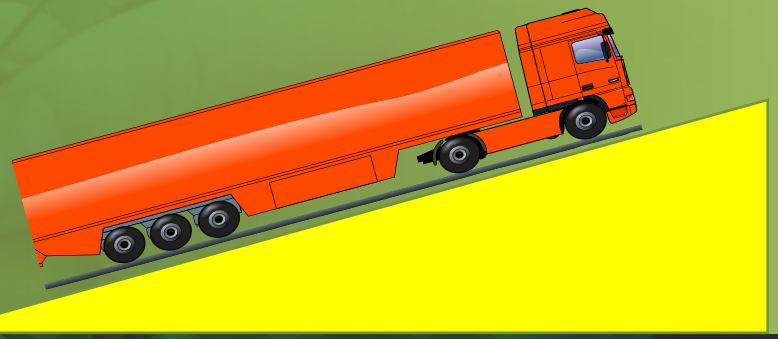
RÓWNANIE RUCHU POJAZDU



Siła napędowa

Siły oporów ruchu

Opór toczenia
Opór powietrza
Opór wzniesienia
Opory wewnętrzne



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

SIŁA NAPĘDOWA NA KOŁACH – F_n

- W przypadku samochodu o jednej osi napędzanej, siła napędowa na kołach wyraża się wzorem:

$$F_n = (M_o \cdot \eta_{og} \cdot i_w)/r_d$$

gdzie:

M_o – moment obrotowy silnika [Nm]

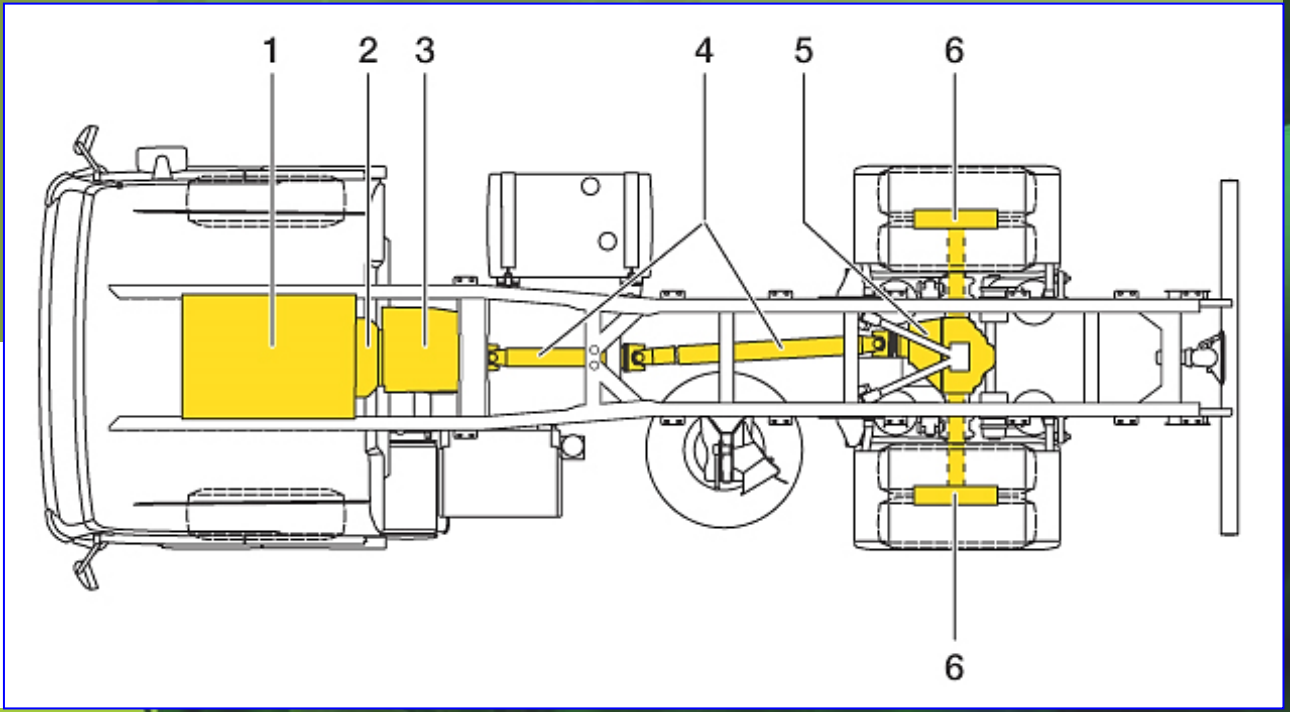
η_{og} – sprawność ogólna układu przeniesienia napędu

i_w – całkowite przełożenie układu napędowego, $i_w = i_b \cdot i_g$

r_d – promień dynamiczny koła [m]

Układ napędowy z osią napędową z przekładnią planetarną:

1 – Silnik
2 – Sprzęgło
3 – Skrzynia biegów
4 – Wały napędowe
5 – Przekładnia główna
6 – Przekładnie planetarne



CC BY

SIŁA OPORU TOCZENIA – F_t

Straty toczenia się koła wynikają z:

- Tarcia między elementami bieżnika i podłoża (do 2% wartości strat)
- Tarcia wewnętrznego opony wywołanego przez histerezę opony odkształconej (90-95%)
- Tarcia aerodynamicznego koła i tarcia w łożyskach (5-10%)

W ogólnym przypadku siła oporu toczenia zależy od:

- Czynników konstrukcyjnych związanych z oponą: kształt profilu, jakość gumy, liczba i sposób ułożenia warstw kordu, rzeźba bieżnika.
- Czynników eksploatacyjnych: ciśnienie w oponie, prędkość jazdy, zużycie bieżnika, obciążenie koła siłą pionową, przenoszony moment napędowy.
- Czynników związanych z nawierzchnią: rodzaj, stan i nierówności.

Siłę oporu toczenia wyznacza się ze wzoru:

$$F_t = m_c \cdot g \cdot f \cdot \cos\alpha$$

CC BY

SIŁA OPORU TOCZENIA – F_t

CC BY

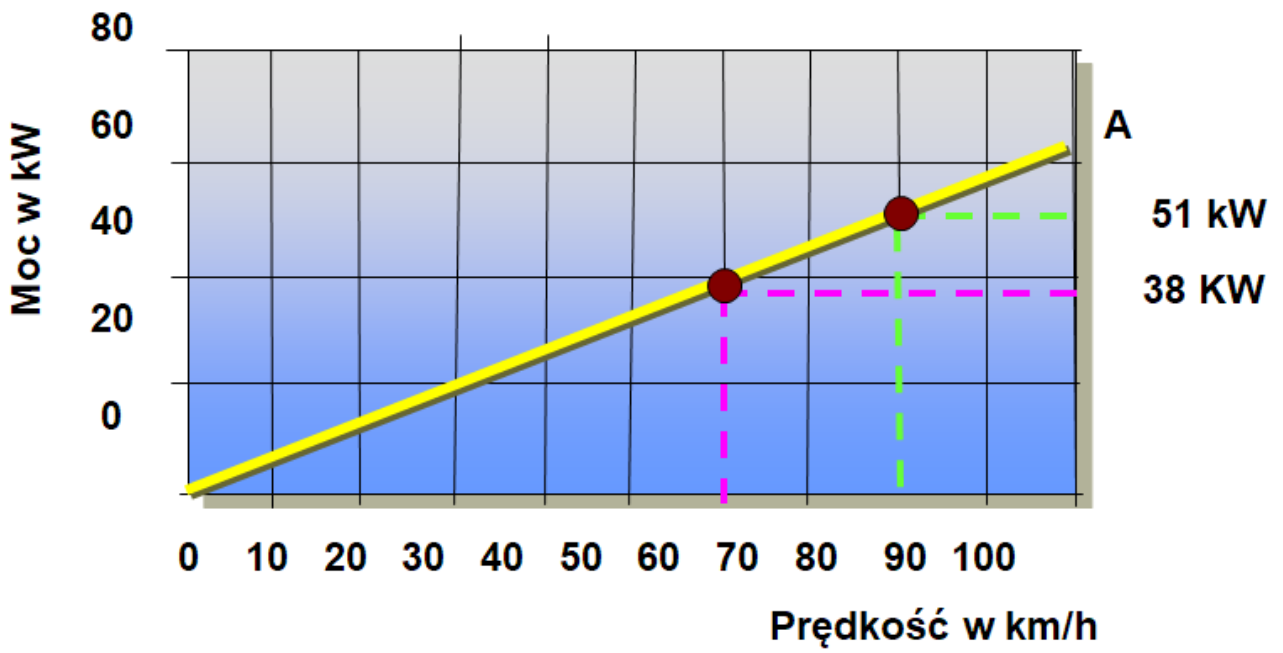
Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

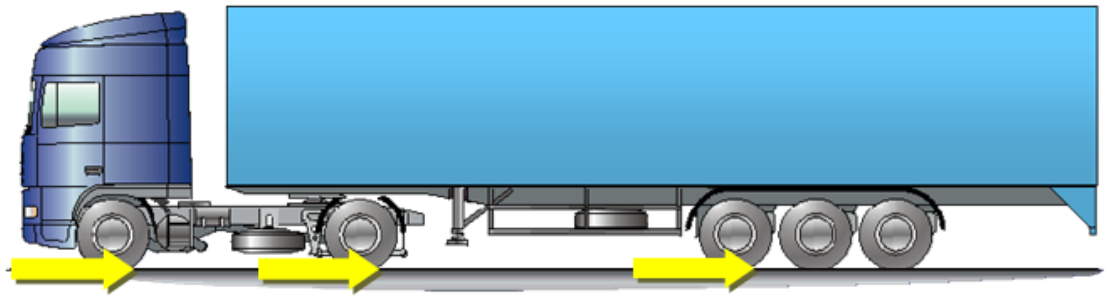
SIŁA OPORU TOCZENIA – F_t

$$F_t = m_c \cdot g \cdot f \cdot \cos\alpha$$

Współczynnik oporów toczenia f_t zależy od wielu czynników.

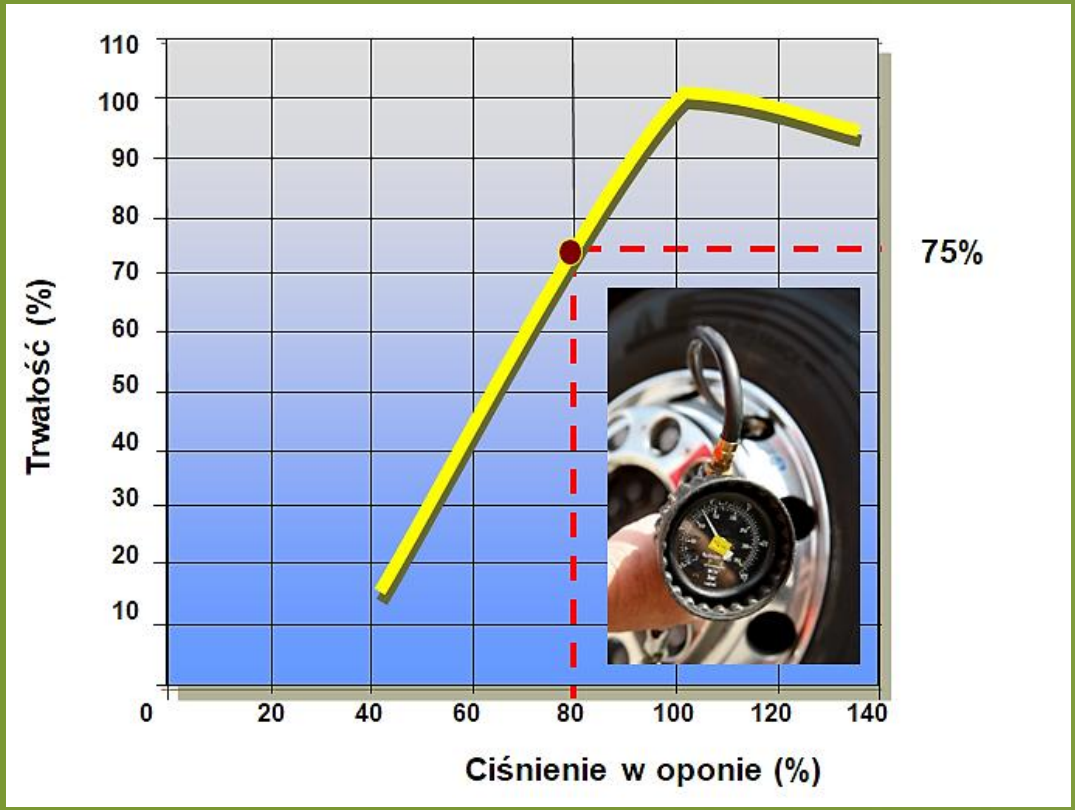
Rodzaj nawierzchni	Współczynnik f_t	
	s. osobowe	s. ciężarowe
Gładki asfalt	0,012	0,010
Gładki beton	0,014	0,012
Szorstki beton	0,015	0,013
Dobra kostka brukowa	0,016	0,014
Droga tłuczniowa smołowana	0,018	0,016
Kostka kamienna	0,020	0,017
Droga tłuczniowa	0,025	0,023
Bruk z kamienia polnego	0,040	0,035
Droga tłuczniowa wyboista	0,050	0,040
Dobra droga polna	0,030÷0,060	
Droga polna średniej jakości	0,050÷0,140	
Droga piaszczysta wilgotna	0,080÷0,150	
Suchy piasek	0,150÷0,300	

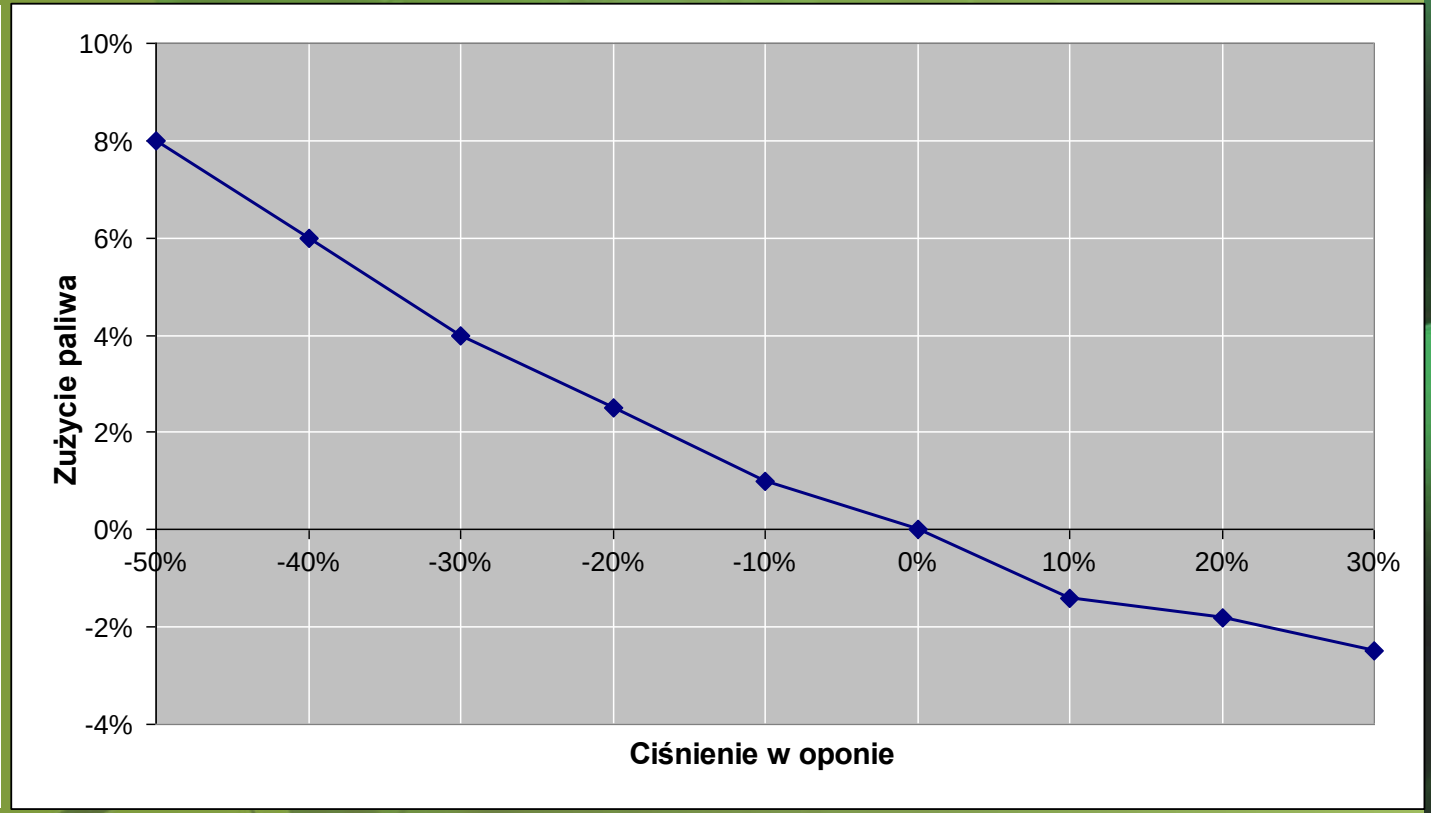




CC BY

WPŁYW OPON NA OPORY TOCZENIA

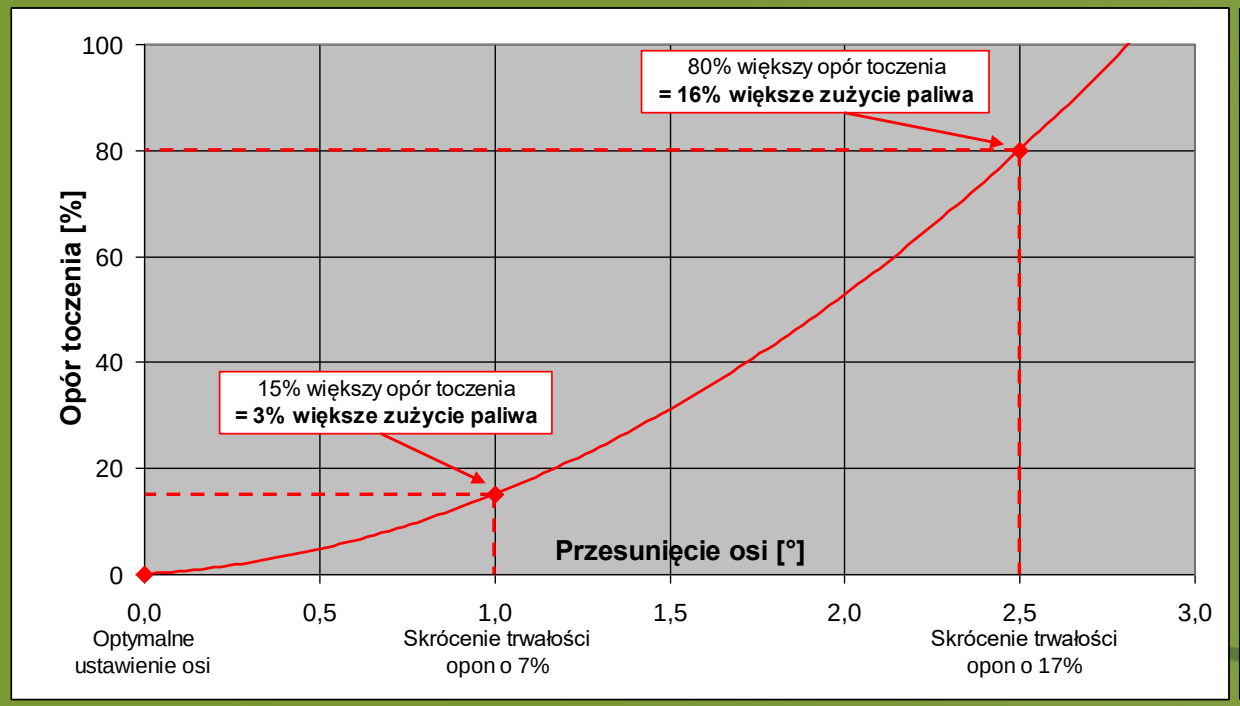


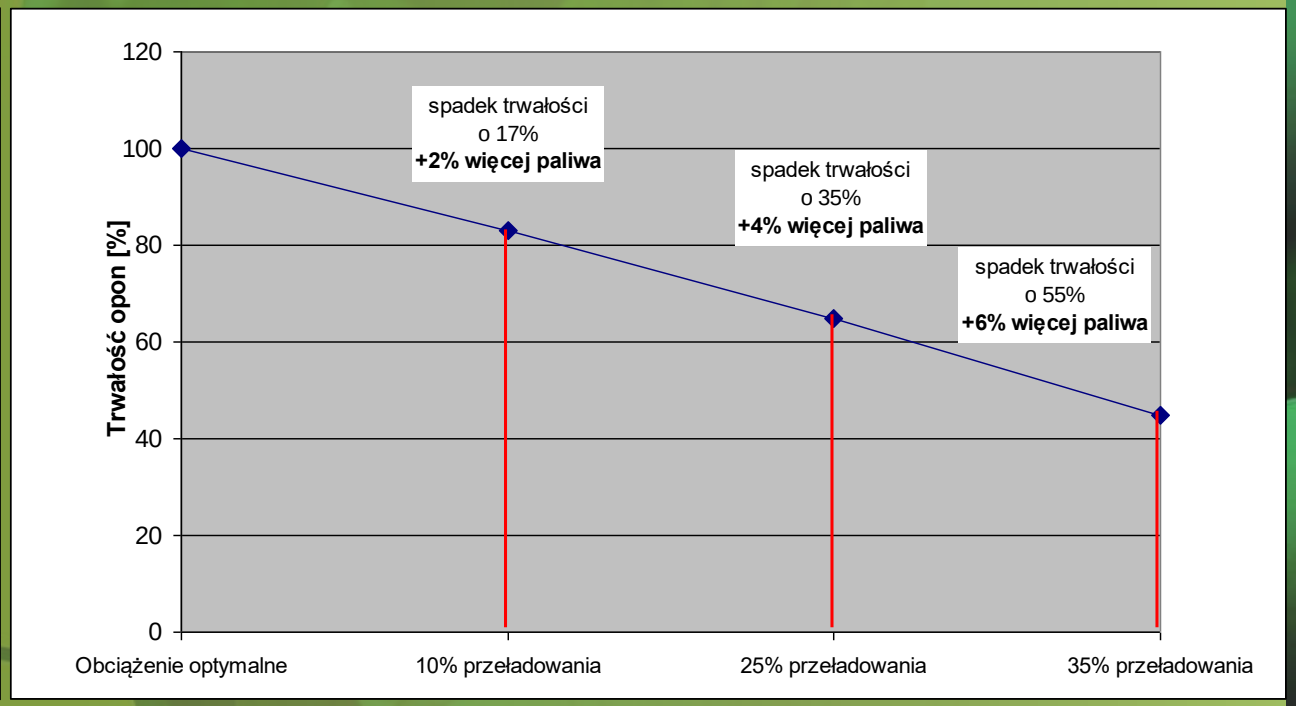


POLITECHNIKA LUBELSKA

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

WPŁYW OPON NA OPORY TOCZENIA





CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

SIŁA OPORU POWIETRZA – F_p

Składowa pozioma wzdłużna sił oporu powietrza wyraża się wzorem:

$$F_p = 0{,}5 \cdot \rho \cdot c_x \cdot A_p \cdot V^2 = 0{,}047 \cdot c_x \cdot A_p \cdot V^2$$

gdzie:

r – gęstość powietrza w warunkach normalnych, 1,226 [kg/m^3]

C_x – współczynnik oporu czołowego

A_p – powierzchnia czołowa pojazdu [m^2]

V – prędkość samochodu względem ośrodka [km/h]

Powierzchnię czołową można obliczyć z wzoru przybliżonego:

$$A_p = (0{,}75 \div 0{,}9) \cdot b \cdot h$$

b – szerokość, h – wysokość samochodu [m]

C_x zawiera się w granicach:

– Samochody ciężarowe: 1,2÷0,8

– Autobusy, ciągniki z naczepą furgonową: 0,6÷0,8

– Samochody osobowe starych typów, kombi: 0,5÷0,7

– Samochody osobowe o korzystnym kształcie aerodynamicznym: 0,25÷0,3

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

SIŁA OPORU WZNIESIENIA – F_w

Siła oporu wzniesienia jest wywołana pochyłością drogi. Wyraża się następującym wzorem:

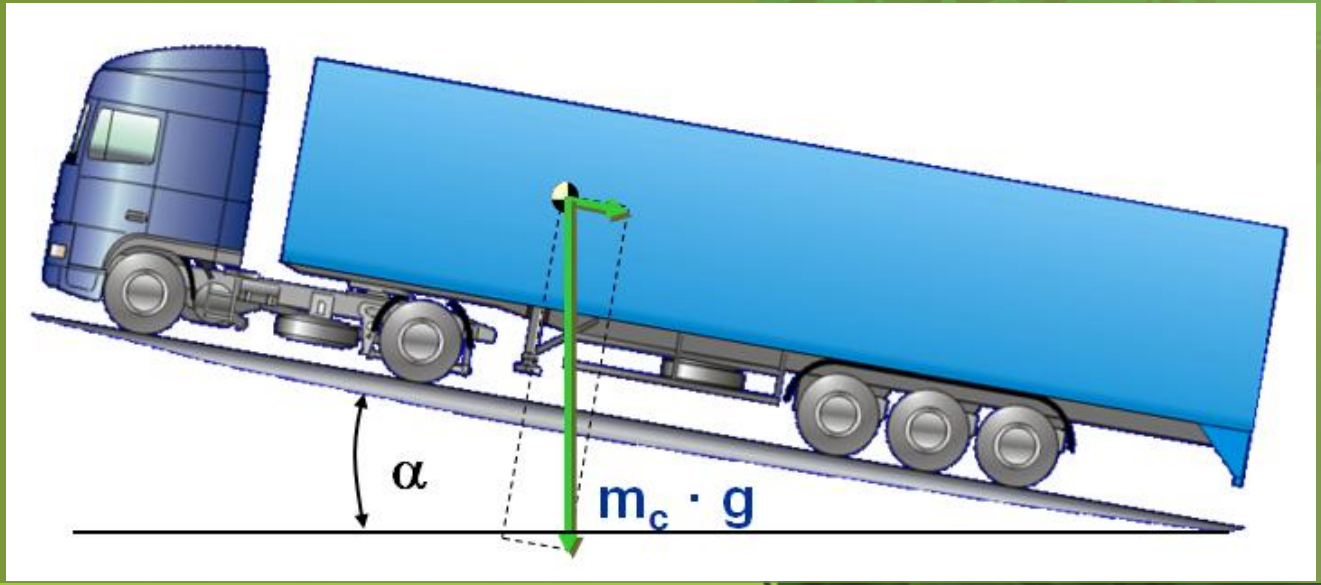
$$F_w = m_c \cdot g \cdot \sin\alpha$$

$\alpha > 0$ – wzniesienie; $\alpha < 0$ – spadek

Wzniesienie (spadek) drogi określa się zwykle jako: **$100 \cdot tg\alpha = w\%$**

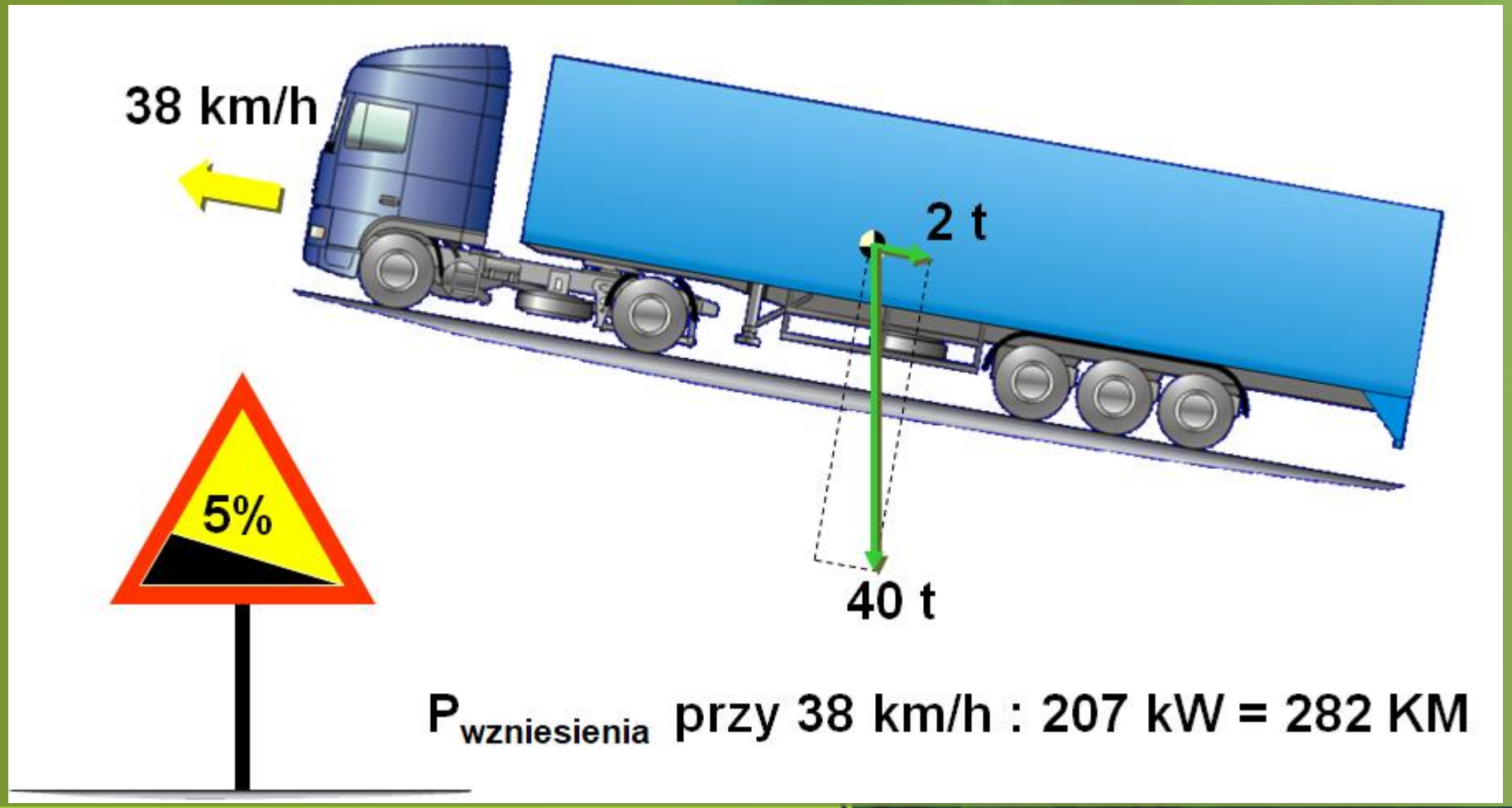
Przy wzniesieniach do 20% błąd wynikający z przyjęcia $tg\alpha$ zamiast $\sin\alpha$ nie przekracza 2%.
Siłę oporu wzniesienia można obliczać ze wzoru:

$$F_w = m_c \cdot g \cdot w/100$$



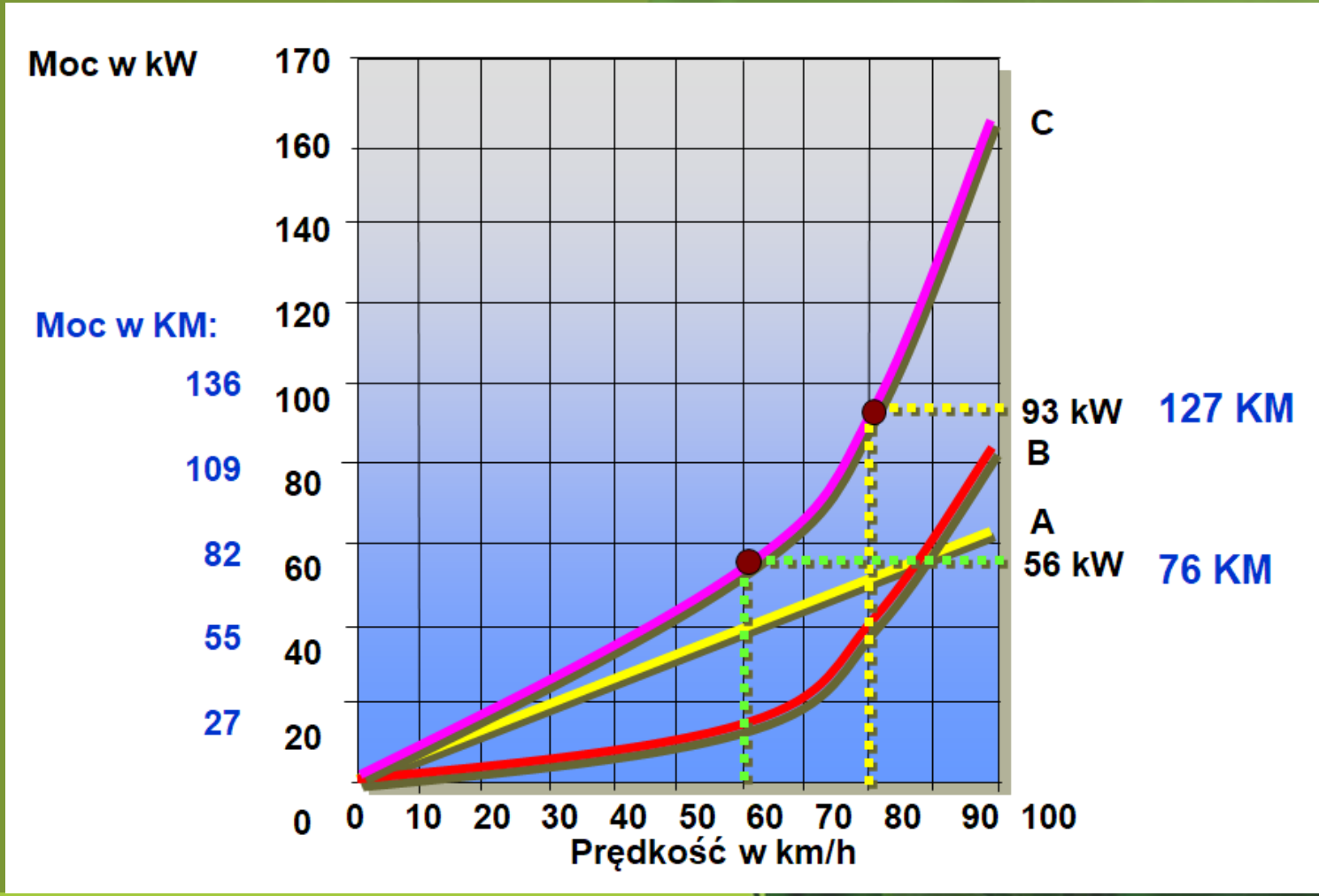
CC BY

OPÓR WZNIESIENIA



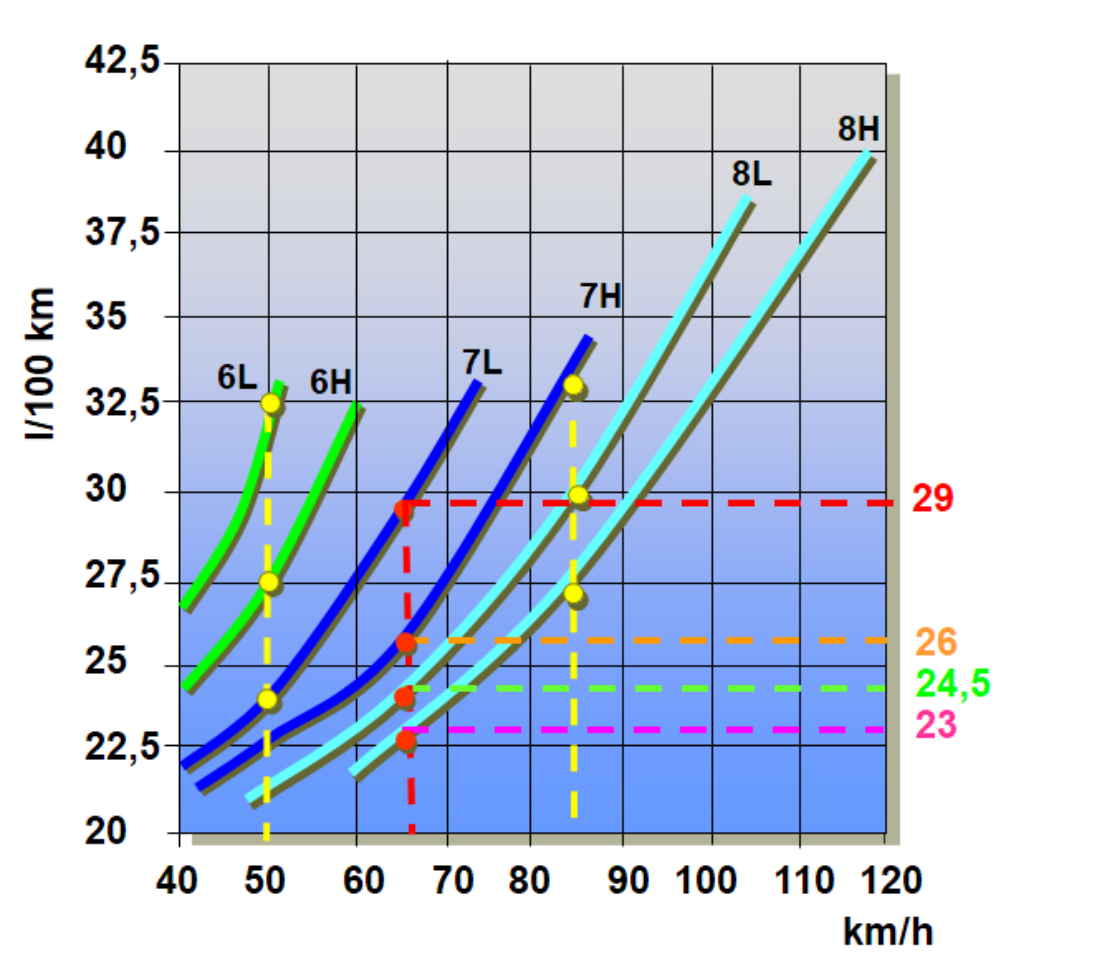
CC BY

MOC SILNIKA NIEZBĘDNA DO POKONANIA OPORÓW RUCHU ($\alpha = 0$)



CC BY

ZUŻYCIE PALIWA A PRĘDKOŚĆ JAZDY I WYBÓR BIEGU



CC BY

ZUŻYCIE PALIWA W FUNKCJI PRĘDKOŚCI JAZDY

- Zużycie paliwa jest wskaźnikiem walorów eksploatacyjnych samochodu. Przy ocenie ekonomiki transportu samochodowego jako miernik stosuje się ilość paliwa zużytego do wykonania jednostki pracy przewozowej, czyli $dm^3/(t \cdot km)$.
- Podczas jazdy po dobrej nawierzchni poziomej ze stałą prędkością siła oporów ruchu wynosi:

$$F_{op} = F_t + F_p = m_c \cdot g \cdot f + 0{,}047 \cdot A \cdot c_x \cdot V^2 \text{ [N]}$$

- Przyjmując, że opór toczenia nie wzrasta w funkcji prędkości, moc silnika potrzebna do pokonania tych oporów wynosi:

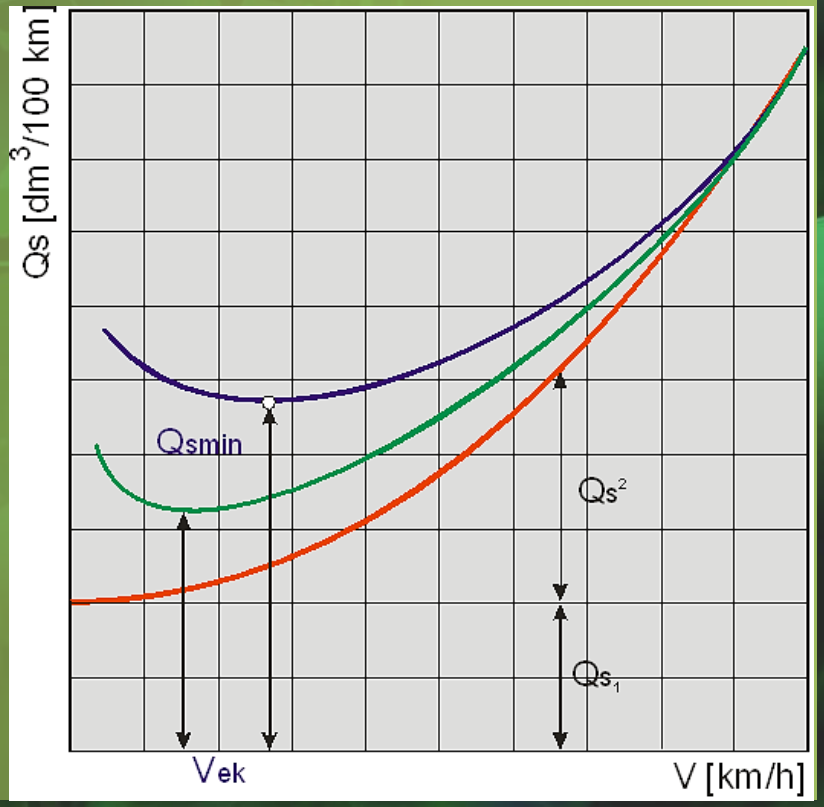
$$P_s = F_{op} \cdot V/(3600 \cdot \eta_m) \text{ [kW]}$$

- **Jednostkowe zużycie paliwa g_e** określa się w [g/kWh].
  Godzinowe zużycie paliwa G_e wyrażające ilość paliwa potrzebną do pracy silnika przez 1 h z mocą P_s wynosi:

$$G_e = P_s \cdot g_e/1000 \text{ [kg/h]}$$

- Paliwo zużyte do przebycia s = 100 km z prędkością V wynosi:

$$Q_s = G_e \cdot s/(\rho \cdot V)$$
$$Q_s = P_s \cdot g_e/(10 \cdot \rho \cdot V) \text{ [dm}^3\text{/100 km]}$$



CC BY

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską
NCBR Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Redukcja zużycia paliwa – optymalizacja silnika spalinowego

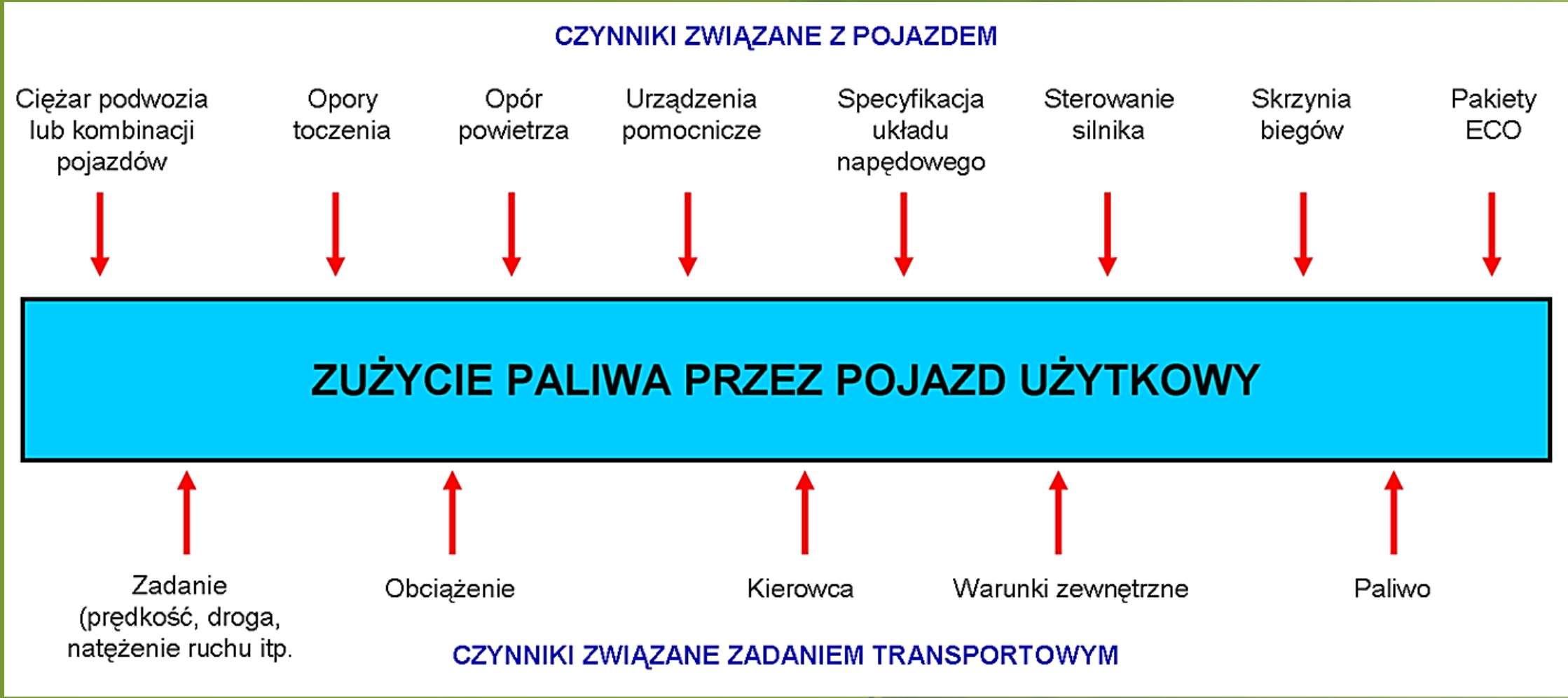
dr inż. Dariusz Piernikarski
Katedra Zrównoważonego Transportu i Źródeł Napędu
Politechnika Lubelska

CC BY

POLITECHNIKA LUBELSKA

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

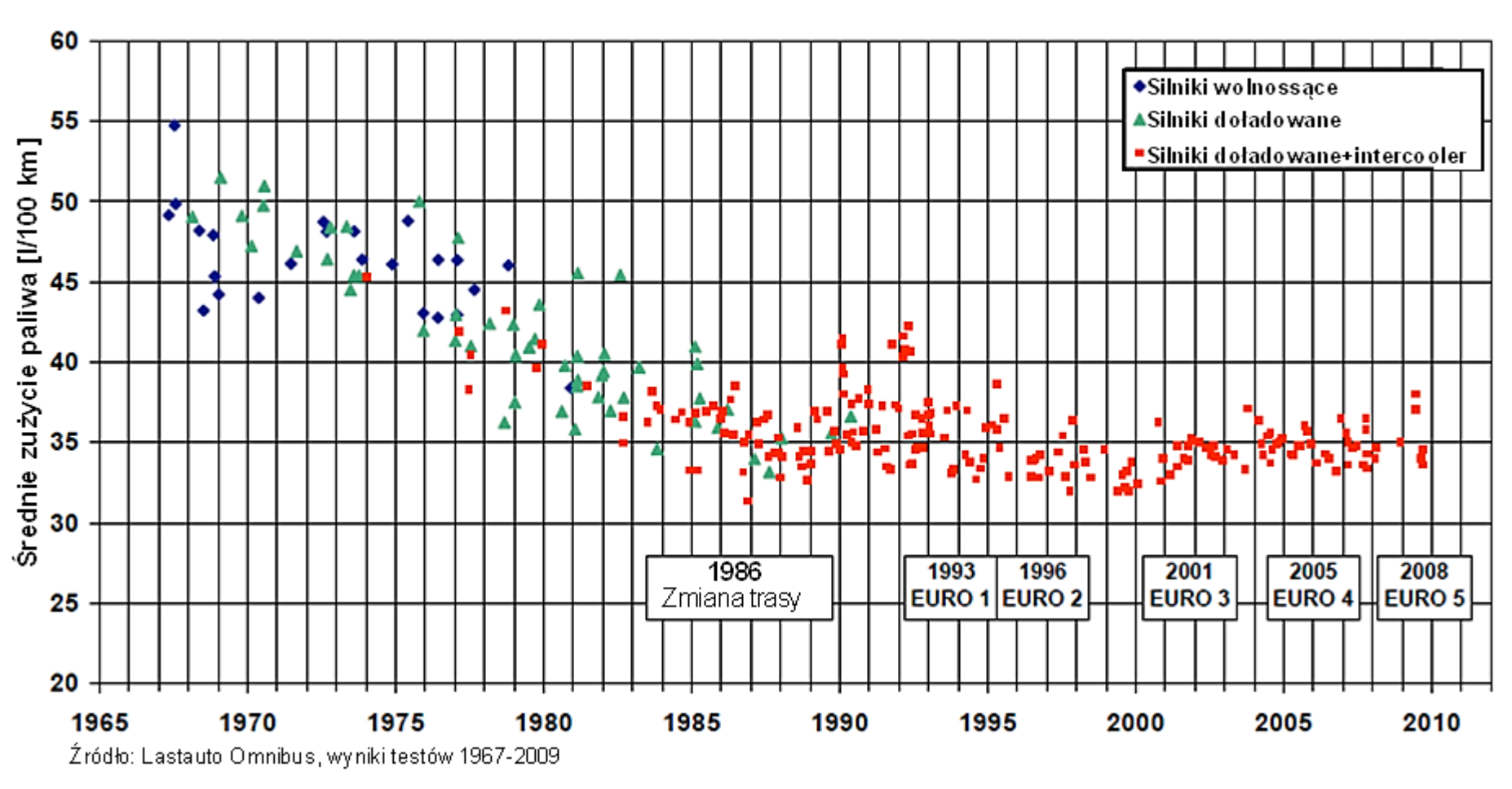
JAZDA EKONOMICZNA – CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA ZUŻYCIE PALIWA



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

NIŻSZE ZUŻYCIE PALIWA = NIŻSZA EMISJA CO_2

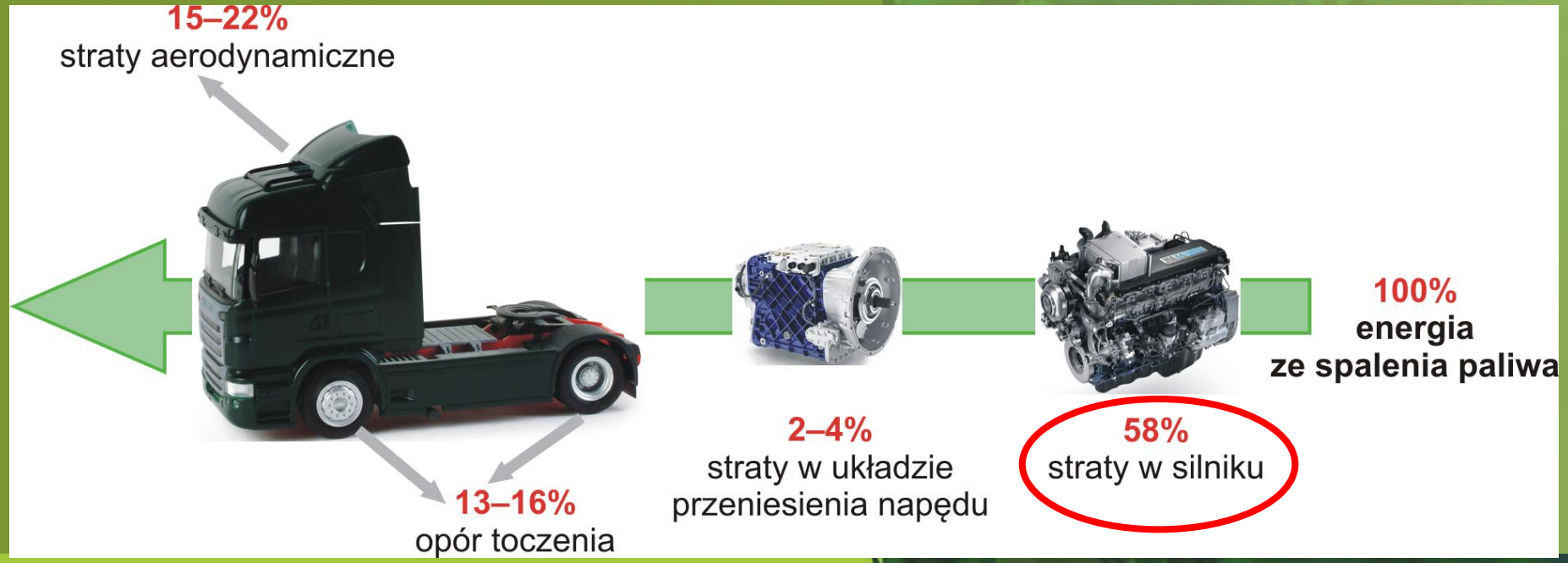


CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA

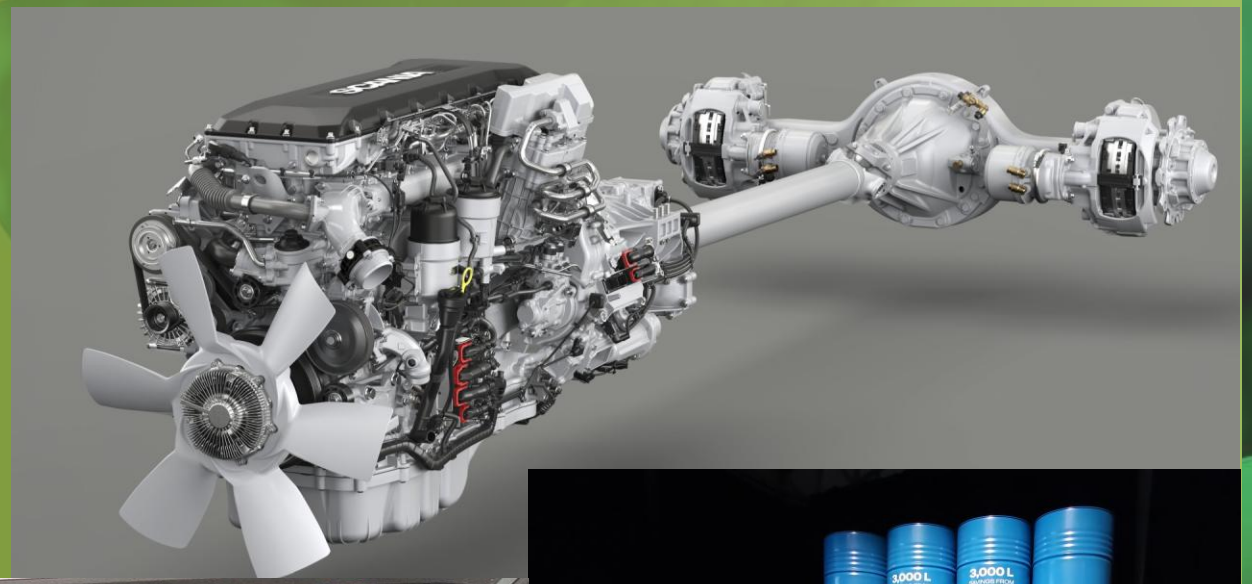
- Obniżanie zużycia paliwa i emitowanego CO_2 to jeden z priorytetów rozwojowych pojazdów użytkowych i ich układów napędowych (silników Diesla).
- W ostatnich latach dokonał się pod tym względem znaczący postęp, mimo równoległej konieczności dramatycznego ograniczenia emisji toksycznych składników spalin i cząstek stałych.
- Z uwagi na rozwój technologii, nowe obowiązujące przepisy prawne oraz np. wzrost cen paliw rozwiązania jeszcze do niedawna niemożliwe (nieopłacalne) do zastosowania są kierowane do produkcji seryjnej.



CC BY

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – DOSKONALENIE KONSTRUKCJI SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO

Przykład: Scania Super Powertrain – 2021

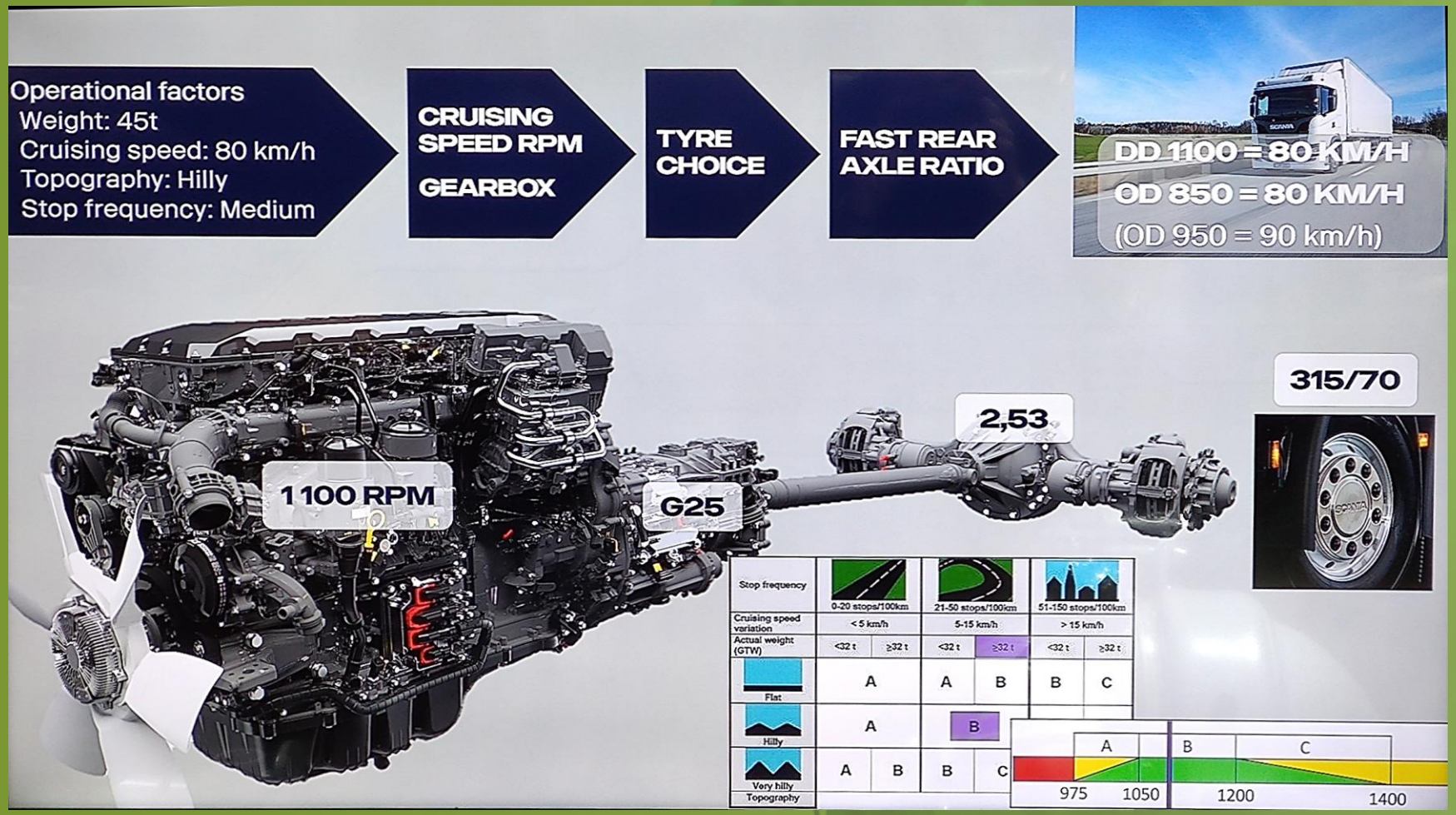


CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – DOSKONALENIE KONSTRUKCJI SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO

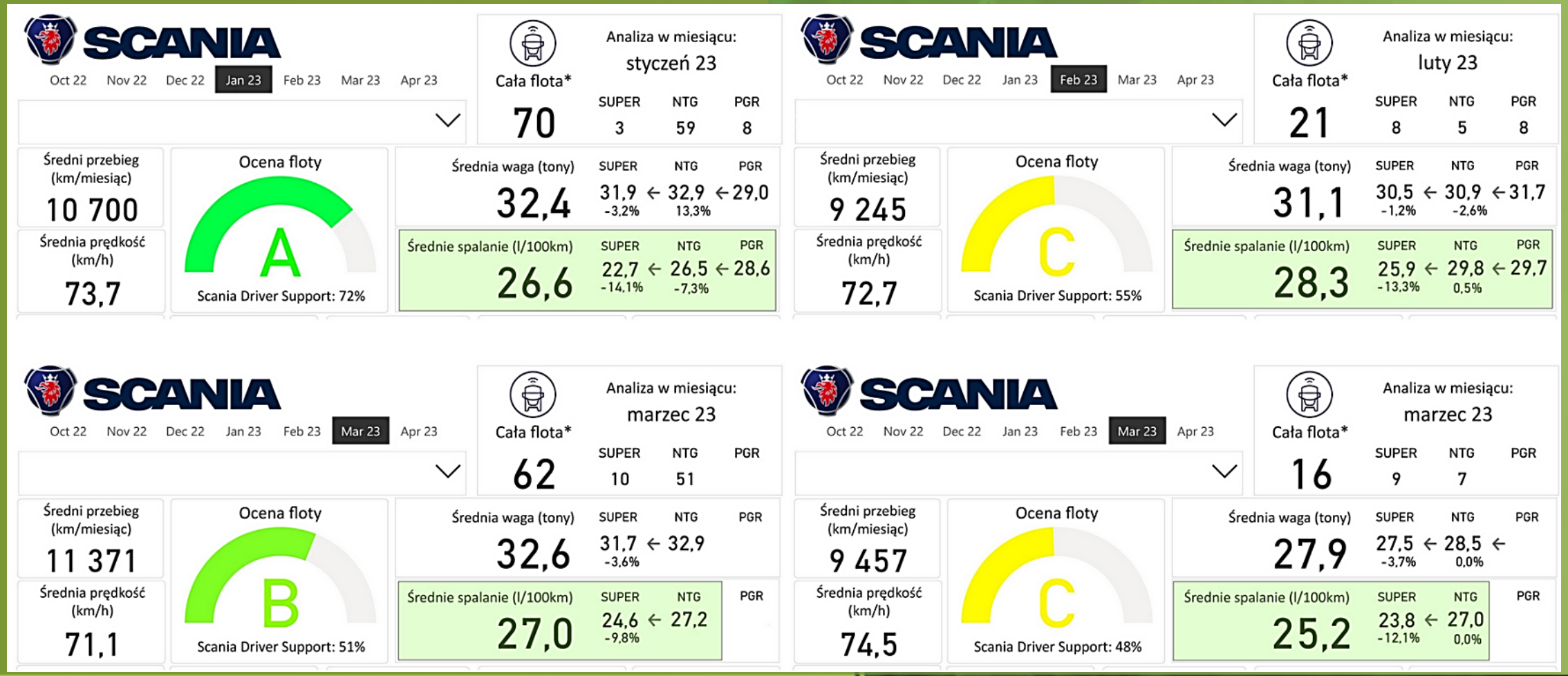
Przykład: Scania Super Powertrain – 2021



CC BY

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – DOSKONALENIE KONSTRUKCJI SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO

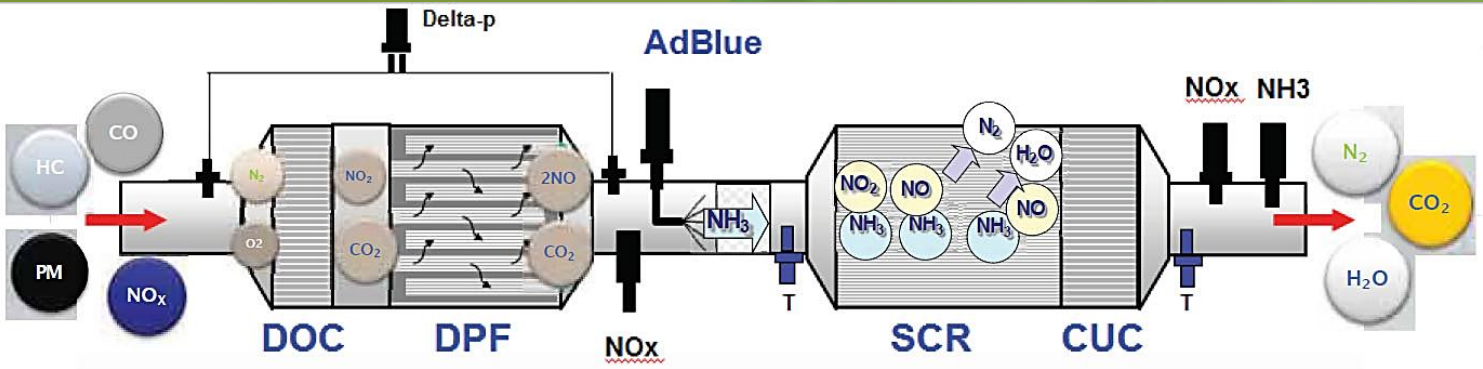
Przykład: Scania Super Powertrain – 2021



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – UKŁAD OCZYSZCZANIA SPALIN



DOC = katalitycznie powlekany katalizator oksydacyjny. Utlenia on CO i HC. Przekształca też N2+O2 w NO2.

SCR = selektywna redukcja katalityczna. Katalizator za pomocą dokładnie dozowanego środka redukującego (AdBlue) przekształca zawarte w spalinach NOx w nieszkodliwy azot i parę wodną.

DPF = zamknięty filtr cząstek stałych w spalinach silników wysokoprężnych o pasywnej regeneracji katalitycznej, tzw. CRT Trap. Utlenia on nagromadzone w filtrze cząstki stałe (sadzę) za pomocą NO2 do azotu i dwutlenku węgla.

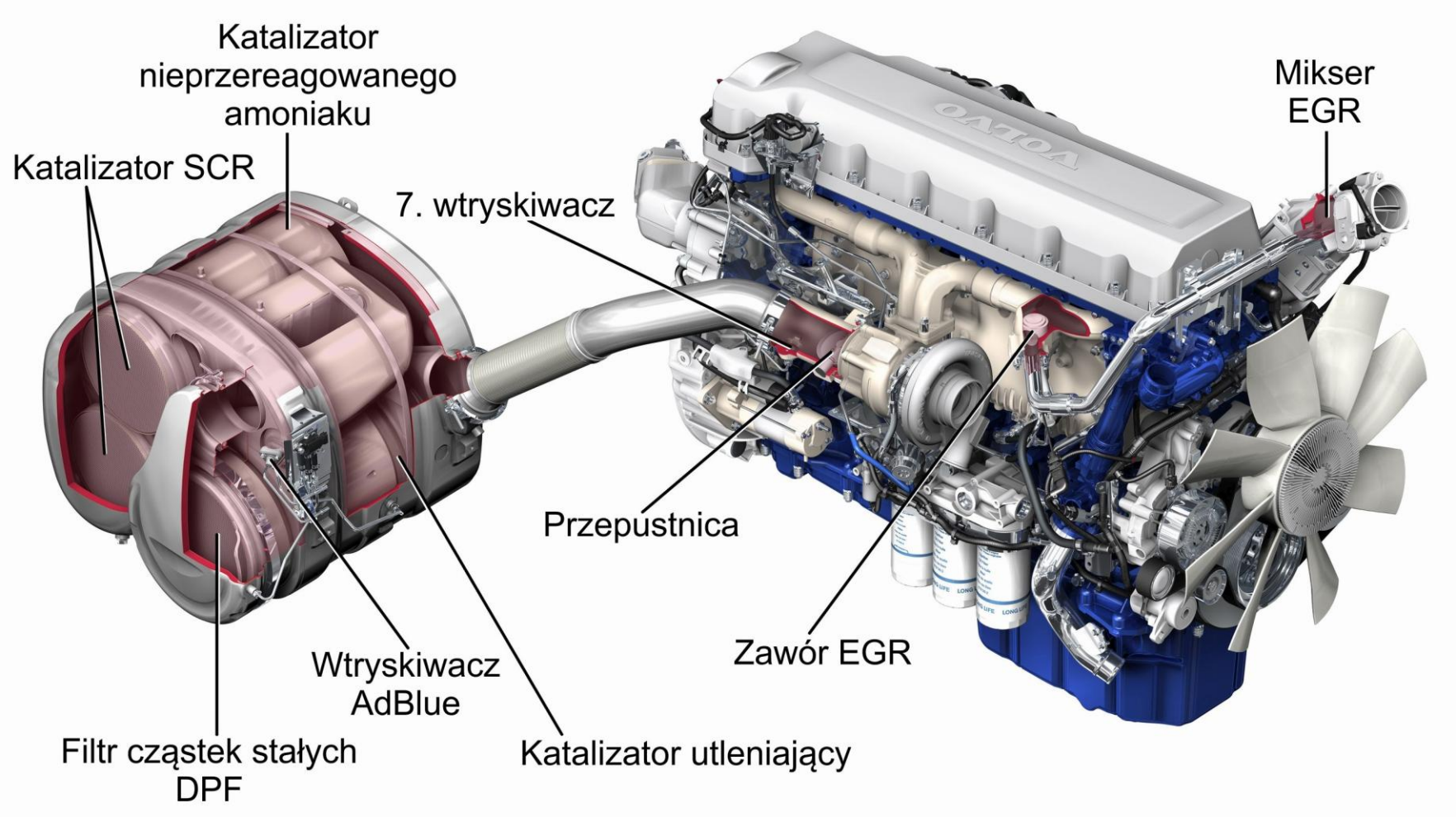
CUC = katalizator „Clean up" blokujący amoniak. Redukuje on pozostałości / nadmiar amoniaku (NH3) z katalizy SCR (wypływ amoniaku).

Mała lekcja chemii:

CO	tlenek węgla
CO2	dwutlenek węgla
HC	węglowodór
H2O	woda
N	azot
NO2	dwutlenek azotu
NOx	tlenki azotu
NH3	amoniak
PM	cząstki stałe
PN	ilość cząstek stałych
DOC	katalizator oksydacyjny
DPF	filtr cząstek stałych
SCR	katalizator tlenków azotu
CUC	katalizator amoniaku

CC BY

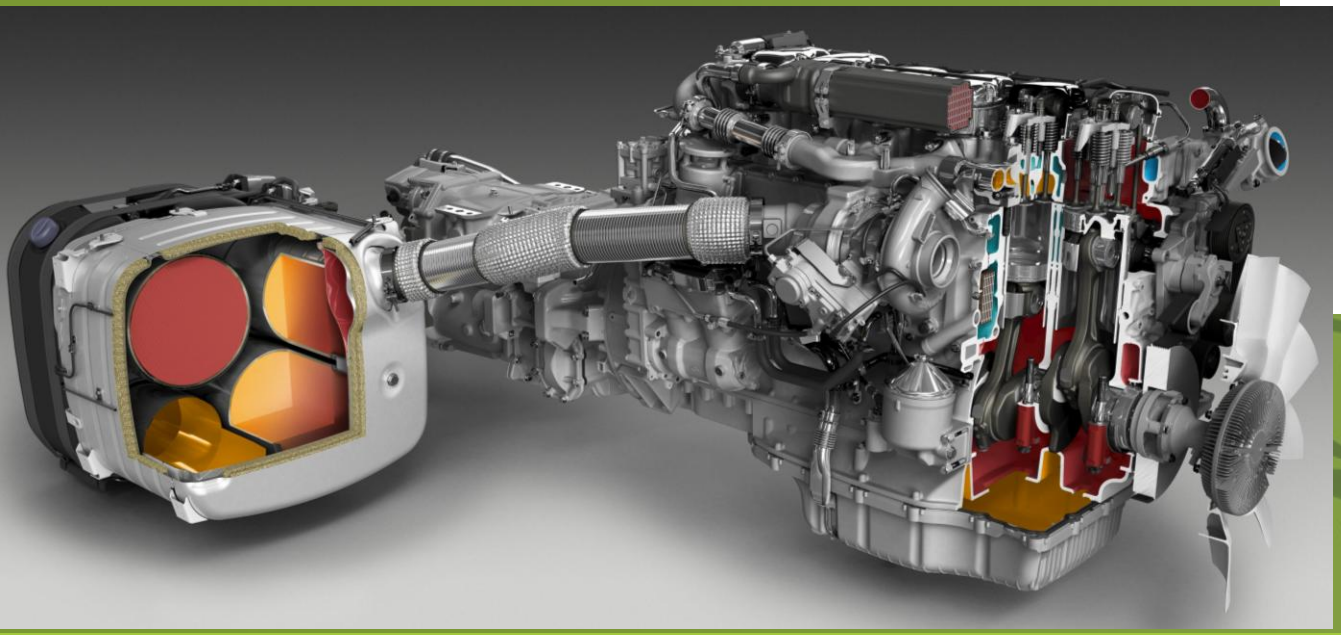
STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – UKŁAD OCZYSZCZANIA SPALIN

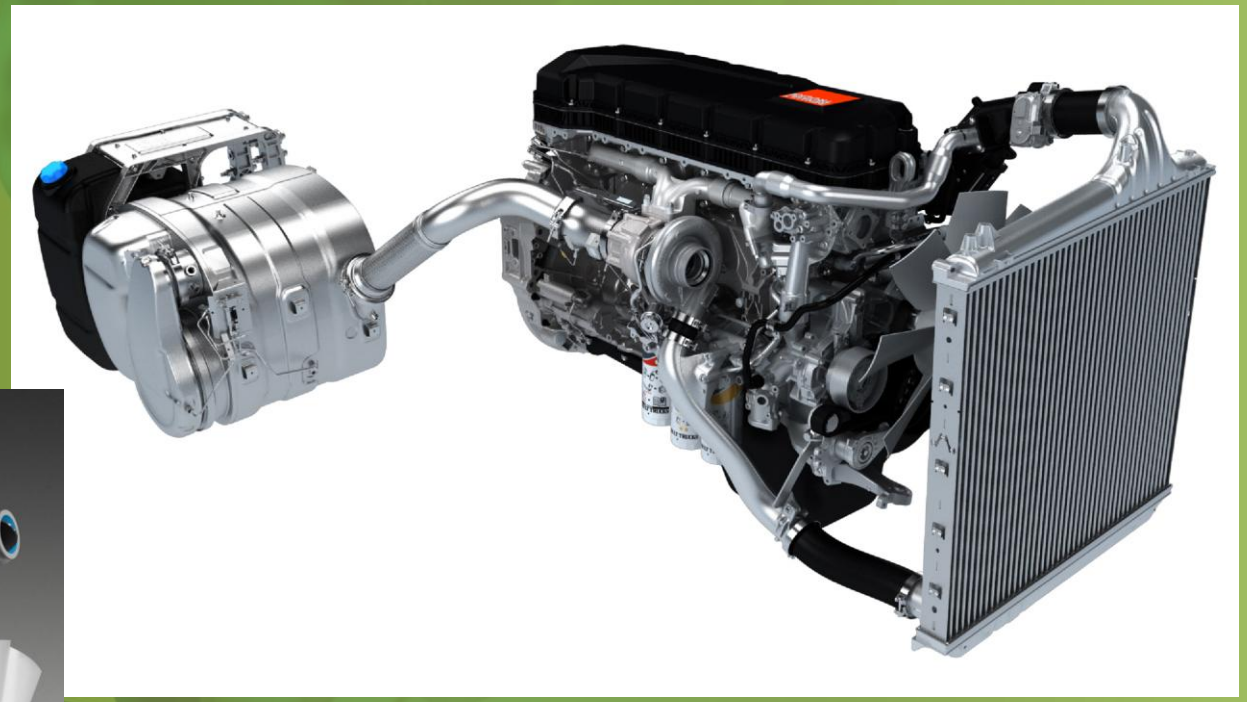


CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – SYSTEMY OCZYSZCZANIA SPALIN



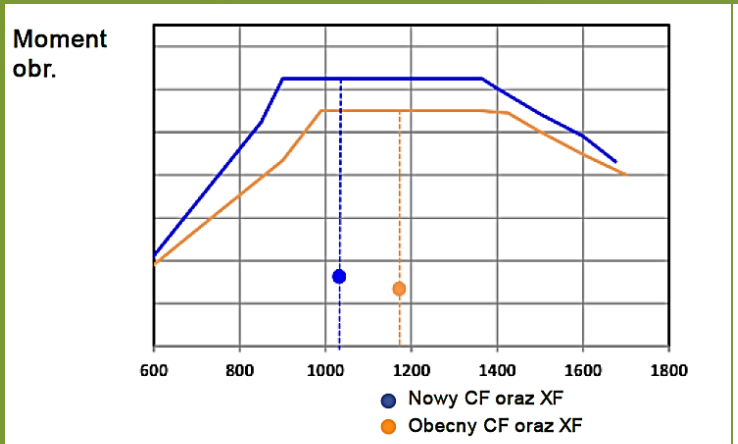


CC BY

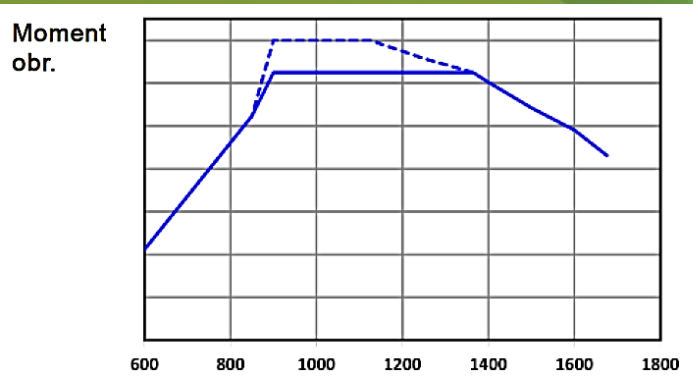
Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – DOSKONALENIE KONSTRUKCJI SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO

Przykład: rozszerzanie zakresu prędkości obrotowych i maksymalnego momentu obrotowego w silnikach DAF – PACCAR MX-13



- Zwiększona efektywność
  - Niższa prędkość obrotowa przy prędkości jazdy
- Zwiększony moment obrotowy
  - Osiągi
  - Zdolność pokonywania wzniesień



- Dodatkowy moment na najwyższym biegu
- Dłuższa jazda na ostatnim biegu

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – DOSKONALENIE KONSTRUKCJI SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO

Przykład: zmiany konstrukcyjne w sinikach DAF: PACCAR MX-13/MX-11 (generacja 2017 r.) – obniżenie zużycia paliwa o 3%

Zmiany w obu wersjach

- Proces spalania
- Zasysanie powietrza
- Straty mechaniczne
- Stopień sprężania
- Pompy o zmiennej wydajności
  - cieczy chłodzącej
  - oleju
  - wspomagania
- Wzmocniony hamulec silnikowy

PACCAR MX-13

- Nowa turbosprężarka
- Nowy moduł olejowy

Certyfikowany do Biodiesla

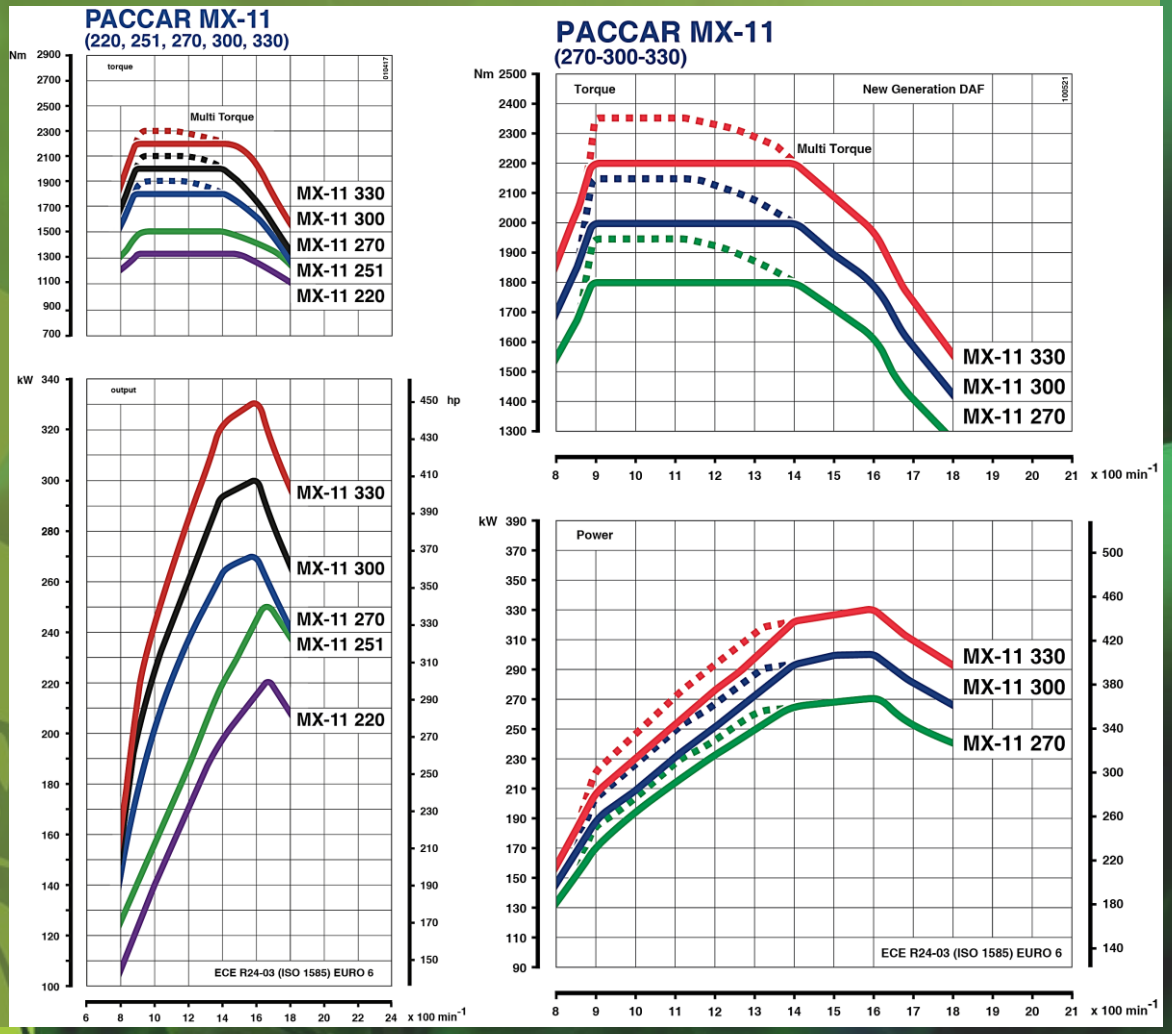
- B30
- HVO, GTL

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – DOSKONALENIE KONSTRUKCJI SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO

Przykład: Ewolucja silników DAF – PACCAR MX 11 Euro VI: 2017 – 2021.

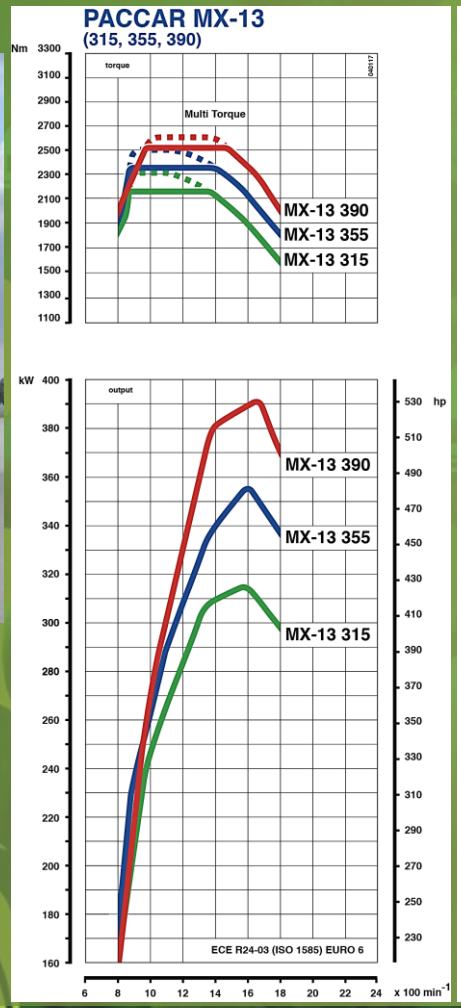


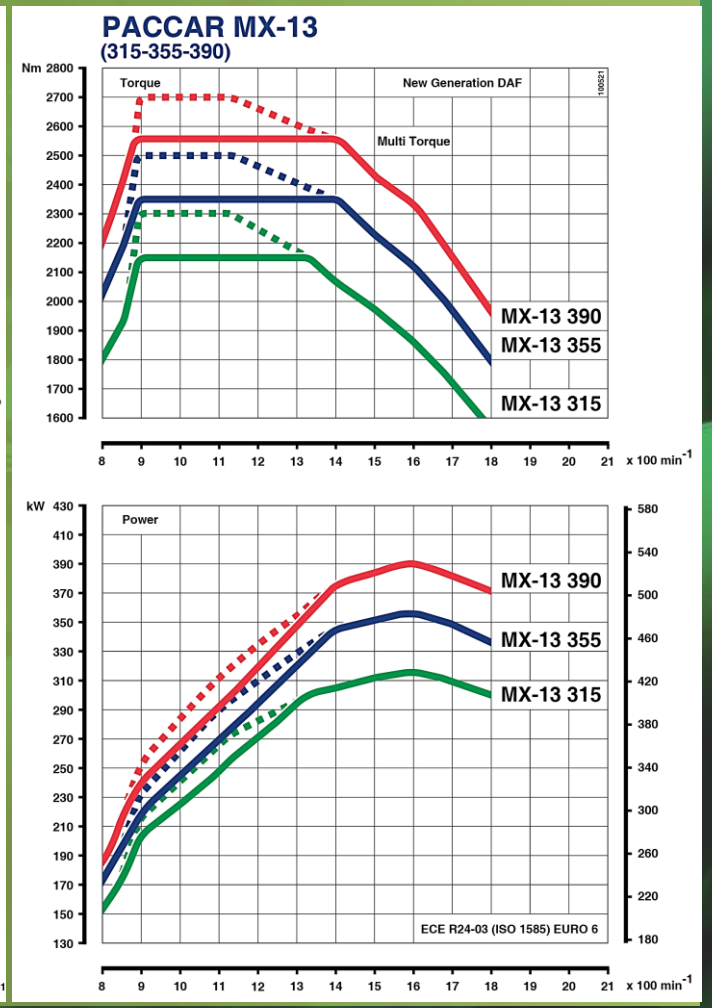
CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – DOSKONALENIE KONSTRUKCJI SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO

Przykład: Ewolucja silników DAF – PACCAR MX 13 Euro VI: 2017 – 2021.





CC BY

POLITECHNIKA LUBELSKA
Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – DOSKONALENIE KONSTRUKCJI SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO

Przykład: Ewolucja silników DAF – PACCAR MX 11/MX 13: 2024-2025.

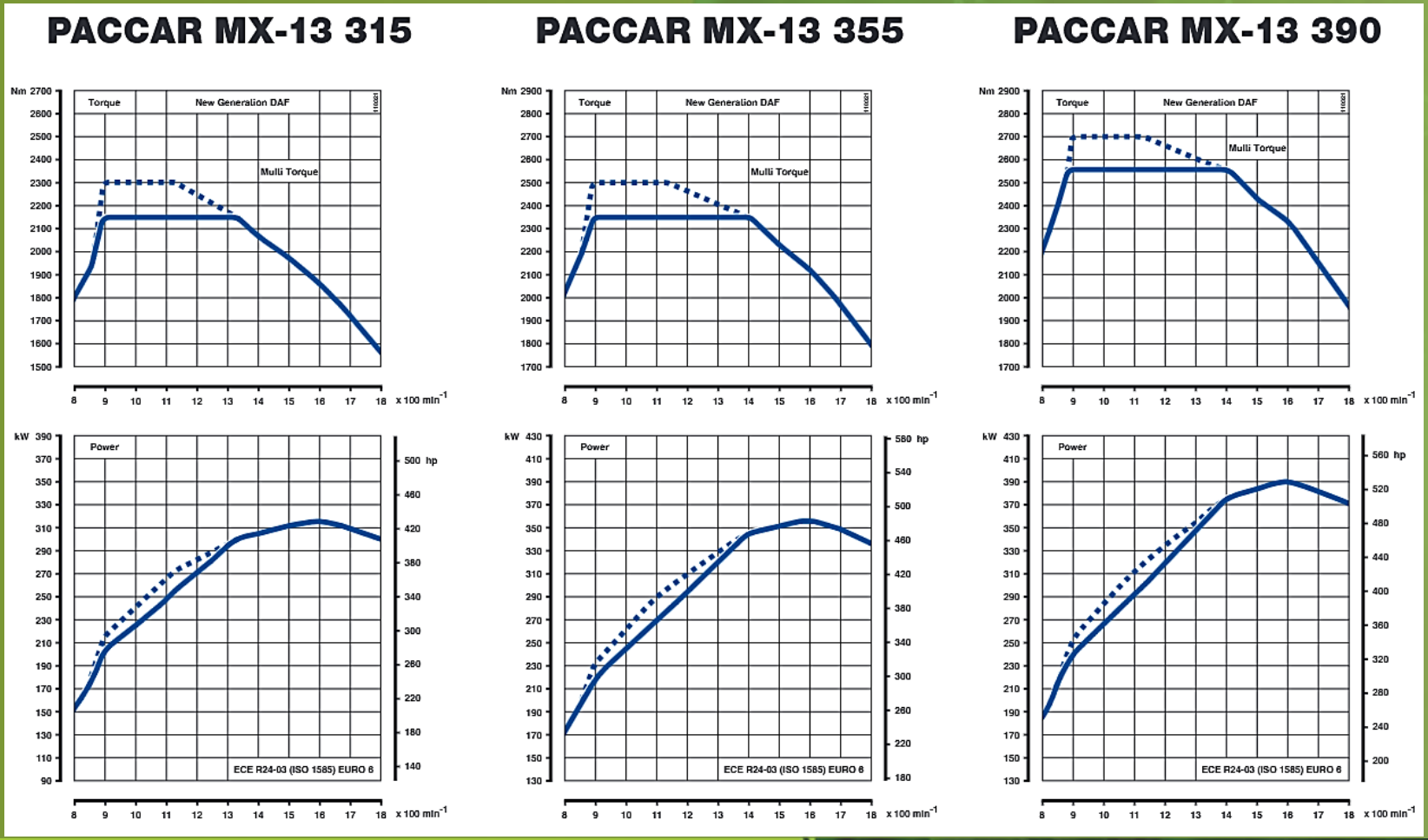
Podniesienie wydajności silników PACCAR MX-11 oraz MX-13 i zmniejszenie zużycia paliwa o 3% osiągnięto poprzez:

- zmianę faz rozrządu silnika zgodnie z zasadą cyklu Millera (w uproszczeniu: opóźnione zamknięcie zaworów ssących),
- turbosprężarki i zawór recyrkulacji spalin (EGR) zostały zmodyfikowane, aby bezproblemowo funkcjonowały po zmianie faz rozrządu,
- zastosowano pompę cieczy chłodzącej z podwójnym napędem – elektrycznym działającym przy niskich obciążeniach oraz pasowym – gdy wymagana jest wysoka wydajność chłodzenia,
- za dostarczanie paliwa do cylindrów odpowiadają wtryskiwacze najnowszej generacji,
- zastosowano dwucylindrową sprężarkę powietrza ze sprzęgłem.

CC BY

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – DOSKONALENIE KONSTRUKCJI SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO

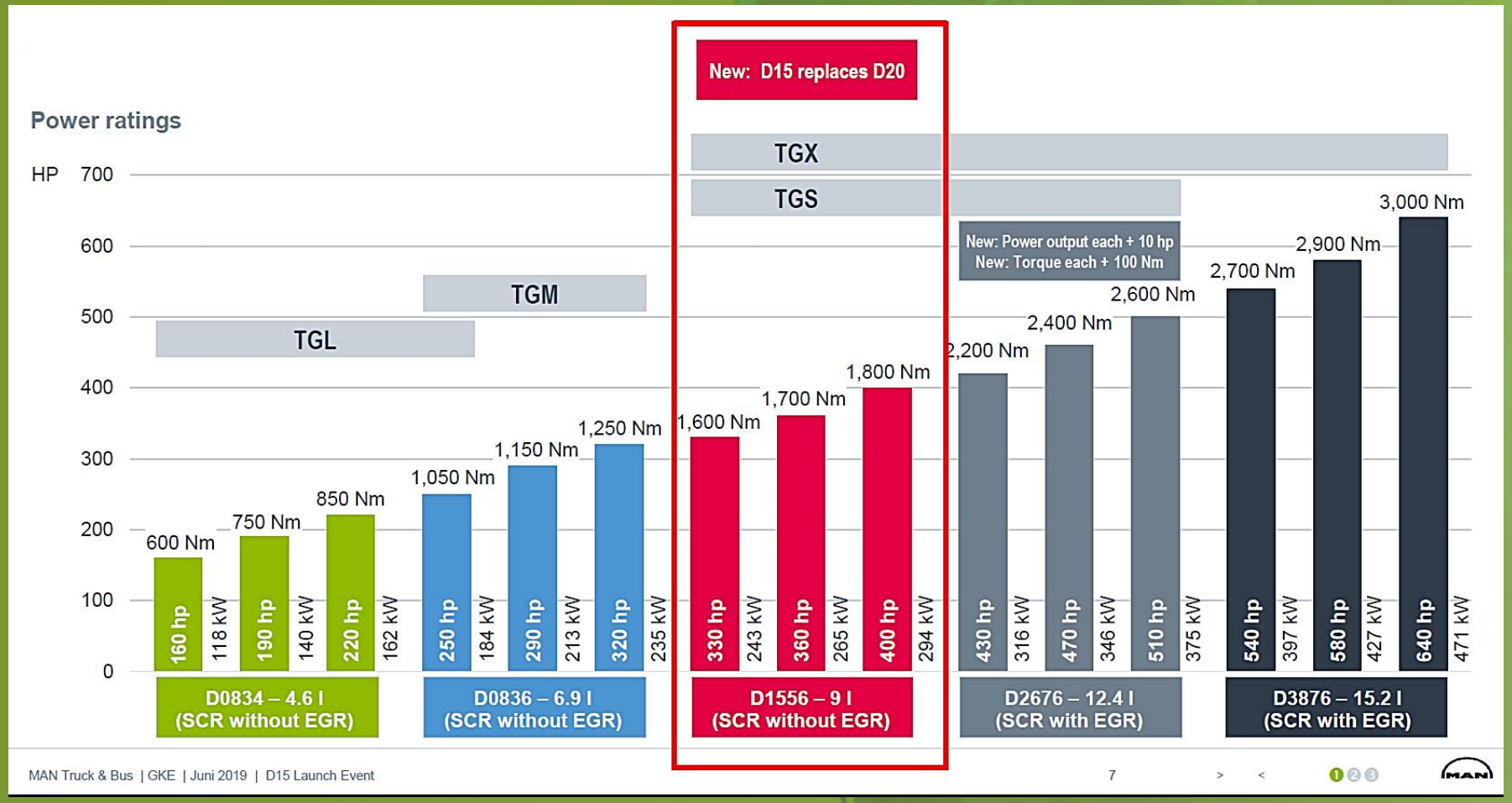
Przykład: Ewolucja silników DAF – PACCAR MX 11/MX 13: 2024-2025.



CC BY

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – DOSKONALENIE KONSTRUKCJI SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO

Przykład: Silniki MAN Euro VI D.

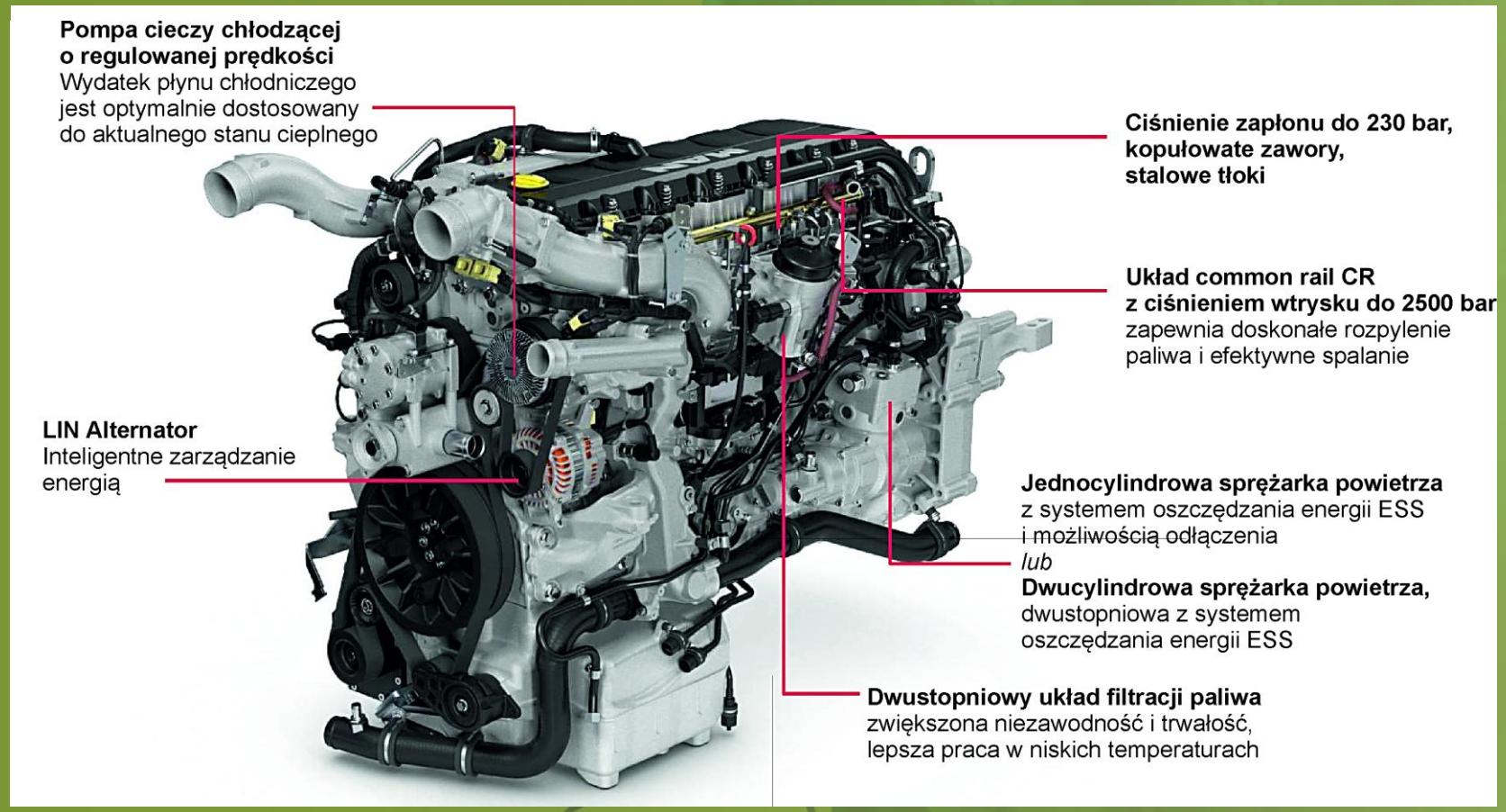


CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – DOSKONALENIE KONSTRUKCJI SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO

Przykład: Ewolucja silników MAN w celu obniżenia zużycia paliwa i masy: D15 Euro VI D: 2019 r.



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – DOSKONALENIE KONSTRUKCJI SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO

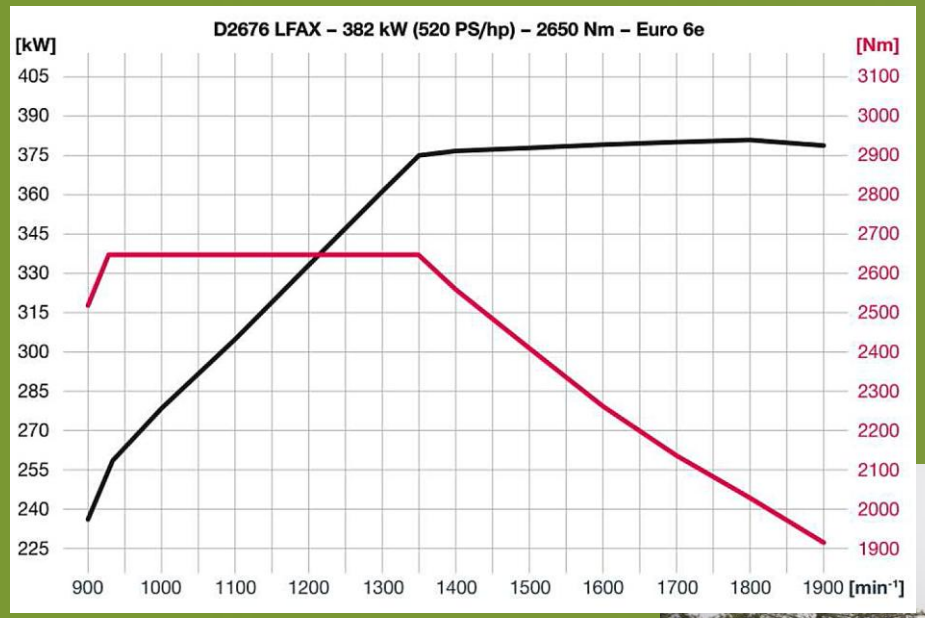
Przykład: Ewolucja silników MAN w celu obniżenia zużycia paliwa i masy: D15 Euro VI D: 2019 r.

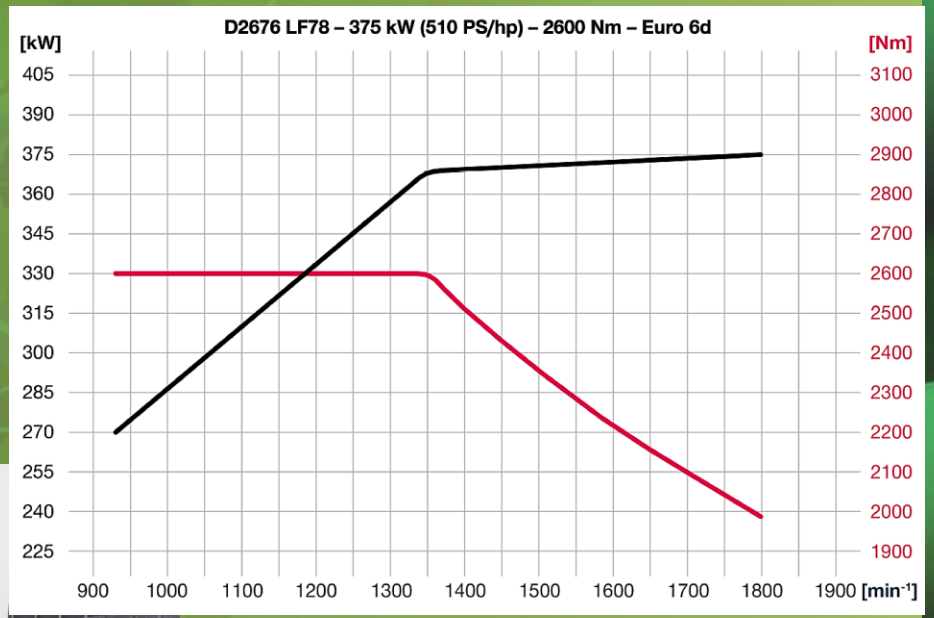
CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – DOSKONALENIE KONSTRUKCJI SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO

Przykład: Ewolucja silników MAN w celu obniżenia zużycia paliwa i masy: D26 Euro VI D: 2023 r.



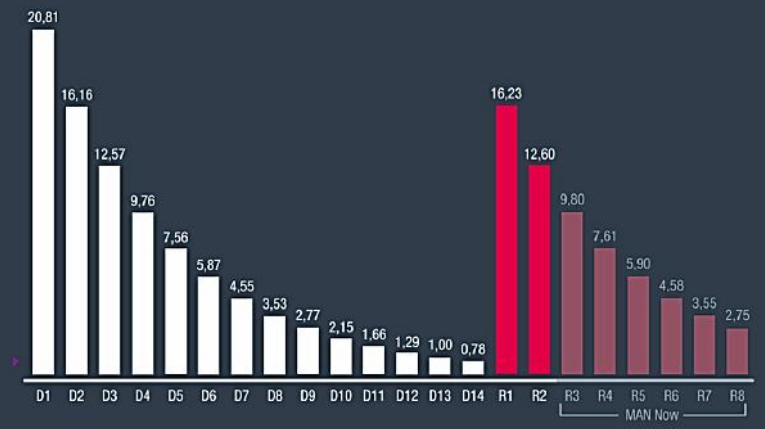


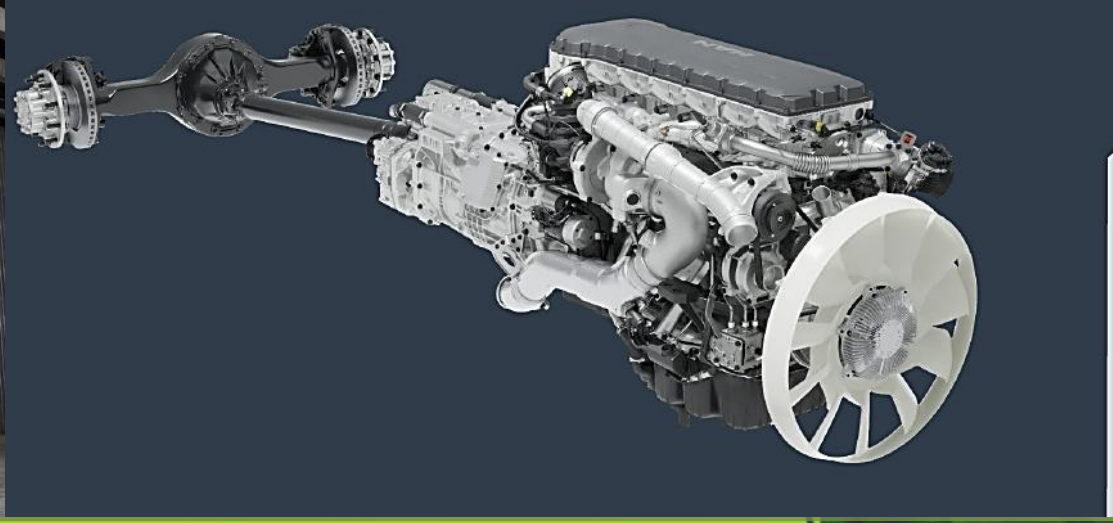
CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – DOSKONALENIE KONSTRUKCJI SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO

Przykład: Ewolucja silników MAN w celu obniżenia zużycia paliwa i masy: **nowy silnik D3066** i skrzynia biegów MAN Tipmatic 14: 2024 r.





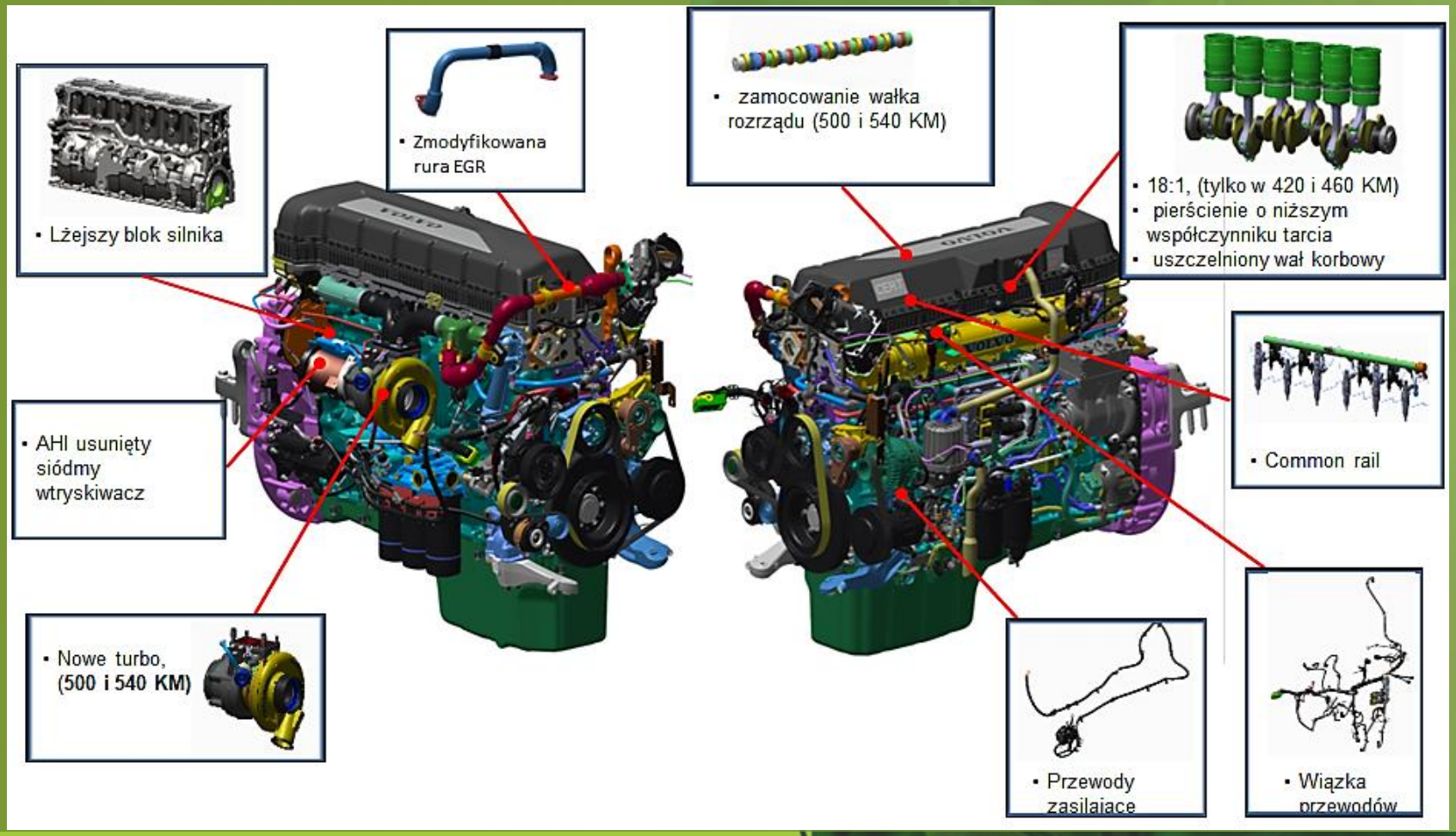
What are the benefits for the customers?

- Broad performance portfolio from 380 to 560 hp
- Suitable gears in all driving conditions
- Highest efficiency (max. efficiency greater than 50%)
- Reduction of fuel consumption
- Savings on CO_2-based tolls

CC BY

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – DOSKONALENIE KONSTRUKCJI SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO

Przykład: Ewolucja silników Volvo: D13K Euro **VI B**/Euro **VI C**: 2014 – 2016



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – DOSKONALENIE KONSTRUKCJI SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO

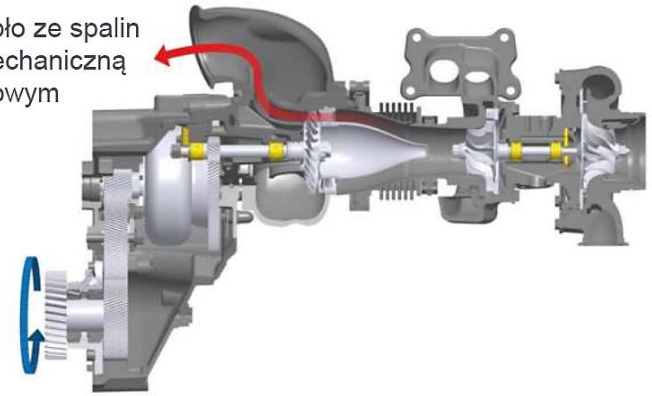
Przykład: Ewolucja silników Volvo: D13K Euro **VI C**/Euro **VI D**: 2016 – 2019.
Wraz z modyfikacjami silników D13K do standardu Euro VI D zmianom uległy ekonomiczne zakresy pracy silników.

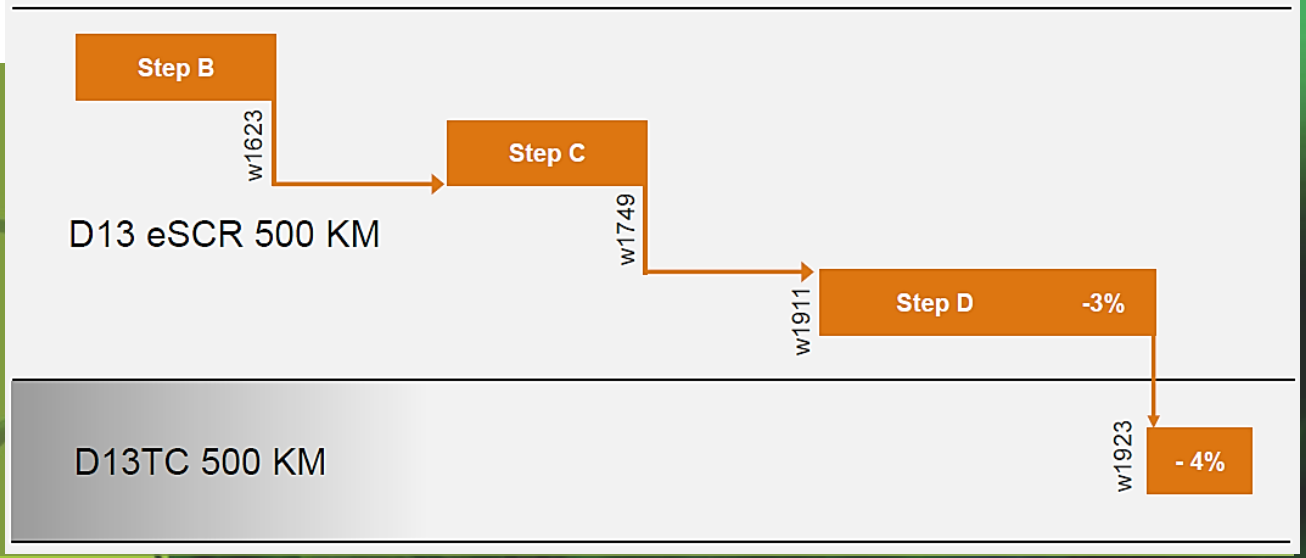
	Economy rev range				
		Optimum rev range			
D13K 420	950	1100	1200	1300	1400
D13K 460	950	1100	1200	1300	1400
D13K 500	950	1100	1200	1300	1400
D13K 540	950	1100	1200	1300	1400
Wcześniejsze wartości:	900	1050	B/Z	B/Z	B/Z

Uwaga: wraz z silnikami Euro 6 Step D, system I-see może przekroczyć ekonomiczny zakres obrotów pracy silnika.

Technologia Turbo Compound

Zamienia ciepło ze spalin W energie mechaniczną na wale korbowym



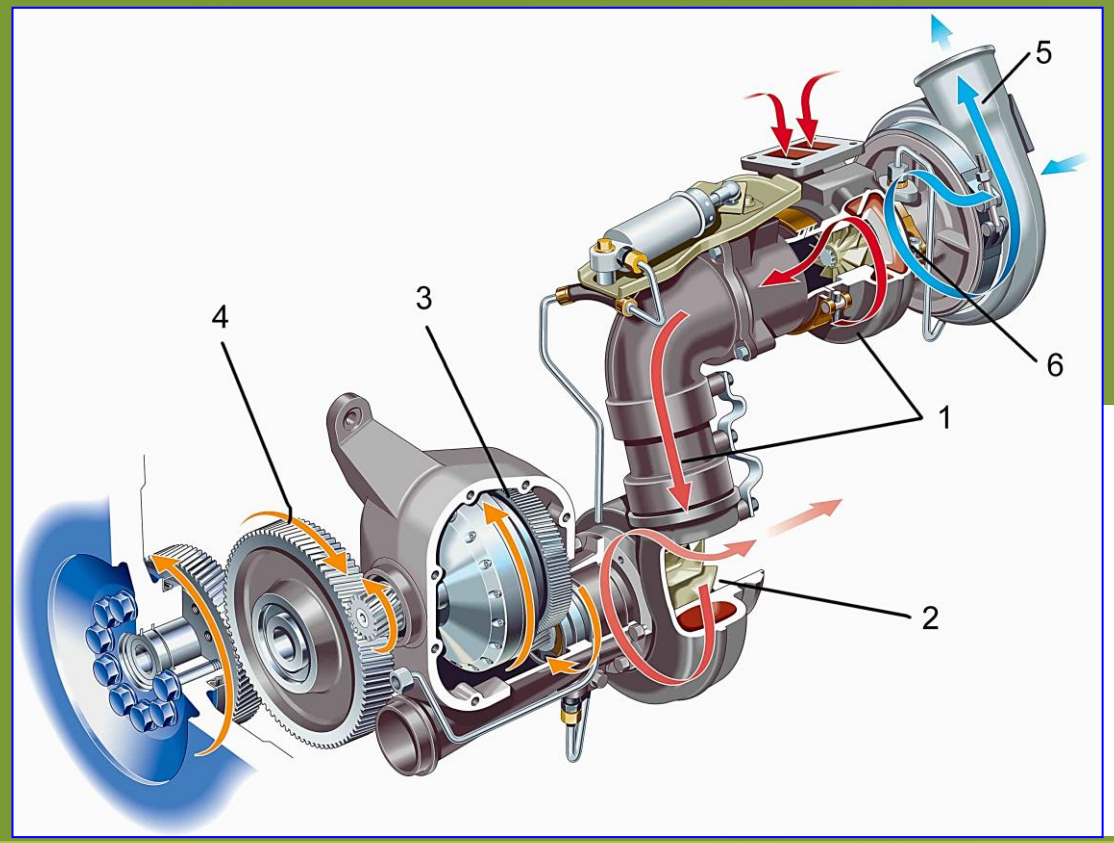


CC BY

STRATEGIE REDUKCJI ZUŻYCIA PALIWA – DOSKONALENIE KONSTRUKCJI SILNIKA WYSOKOPRĘŻNEGO

Przykład: Turbocompound.

Oryginalnym rozwiązaniem (bardziej nawet konstrukcyjnym, niż regulacyjnym) jest tzw. doładowanie sprzężone z turbiną mocy turbocompound, w którym spaliny po opuszczeniu turbosprężarki napędzają drugą turbinę zamontowaną w kanale wylotowym i połączoną mechanicznie z wałem korbowym silnika, dostarczając w zadanym zakresie obrotów dodatkową moc.



System turbocompound:

1 – Strumień spalin;

2 – Turbina mocy;

3 – Sprzęgło hydrauliczne;

4 – Przekładnia zębata;

5 – Kolektor dolotowy;

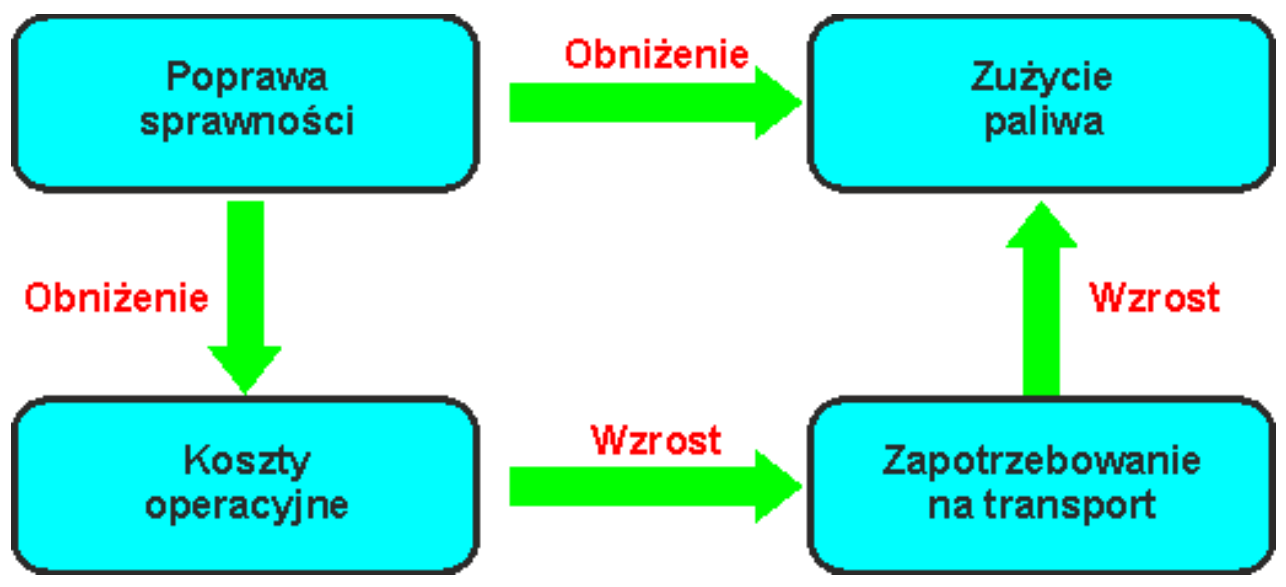
6 – Turbosprężarka;

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

EFEKTYWNOŚĆ TRANSPORTU JAKO CZYNNIK ROZWOJOWY

- Analizując korzyści i zagrożenia związane z ograniczaniem zużycia paliwa należy zauważyć możliwość powstania tzw. **efektu odbicia**.
- Jest to w tym przypadku dodatkowy przebieg pojazdu możliwy do uzyskania dzięki niższym kosztom jazdy wynikającym z niższego zużyciu paliwa.
- Istnienie tego efektu oznacza, że część zużytego paliwa i wyemitowanego równocześnie CO_2 oraz substancji toksycznych może zmniejszyć korzystny efekt wynikający z wprowadzonych ograniczeń.



CC BY

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską
NCBR Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Redukcja zużycia paliwa – dobór ogumienia

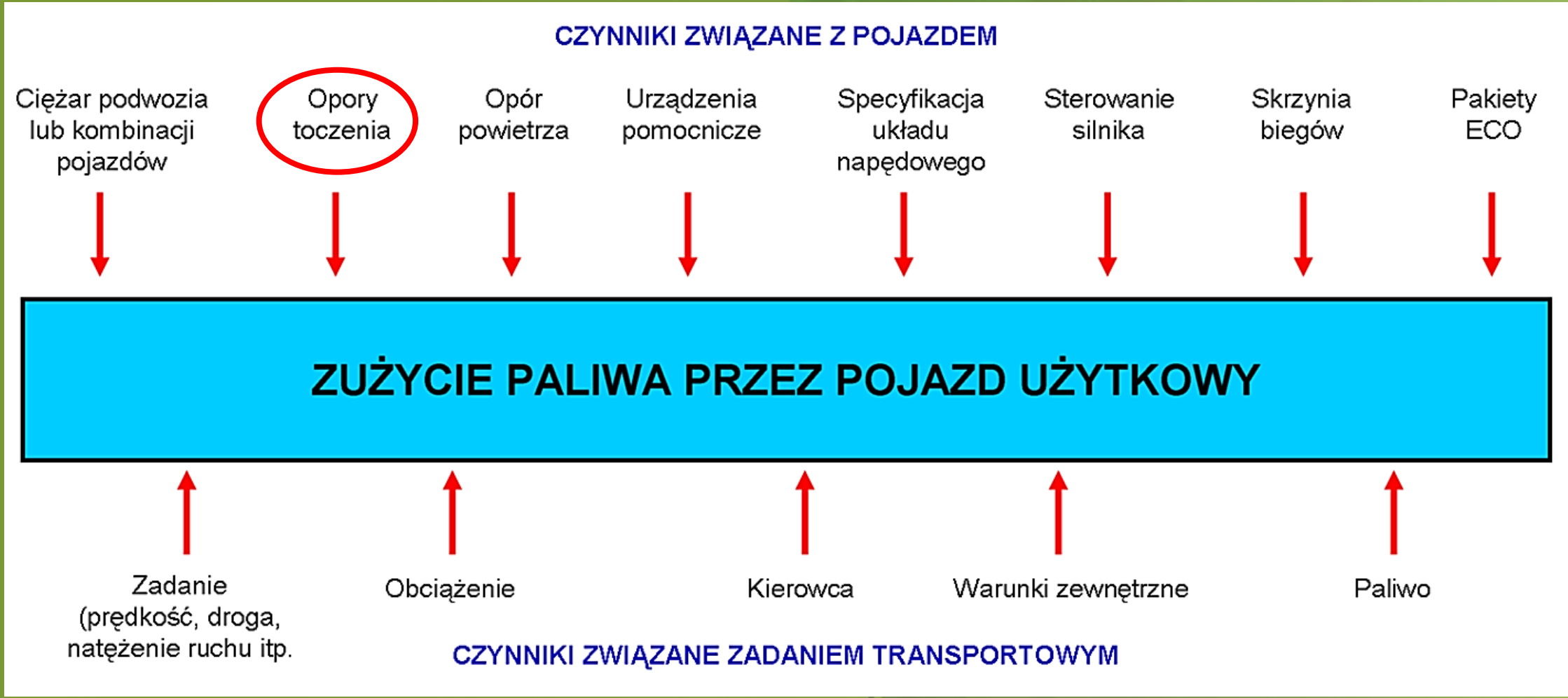
dr inż. Dariusz Piernikarski
Katedra Zrównoważonego Transportu i Źródeł Napędu
Politechnika Lubelska

CC BY

POLITECHNIKA LUBELSKA

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

JAZDA EKONOMICZNA – CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA ZUŻYCIE PALIWA

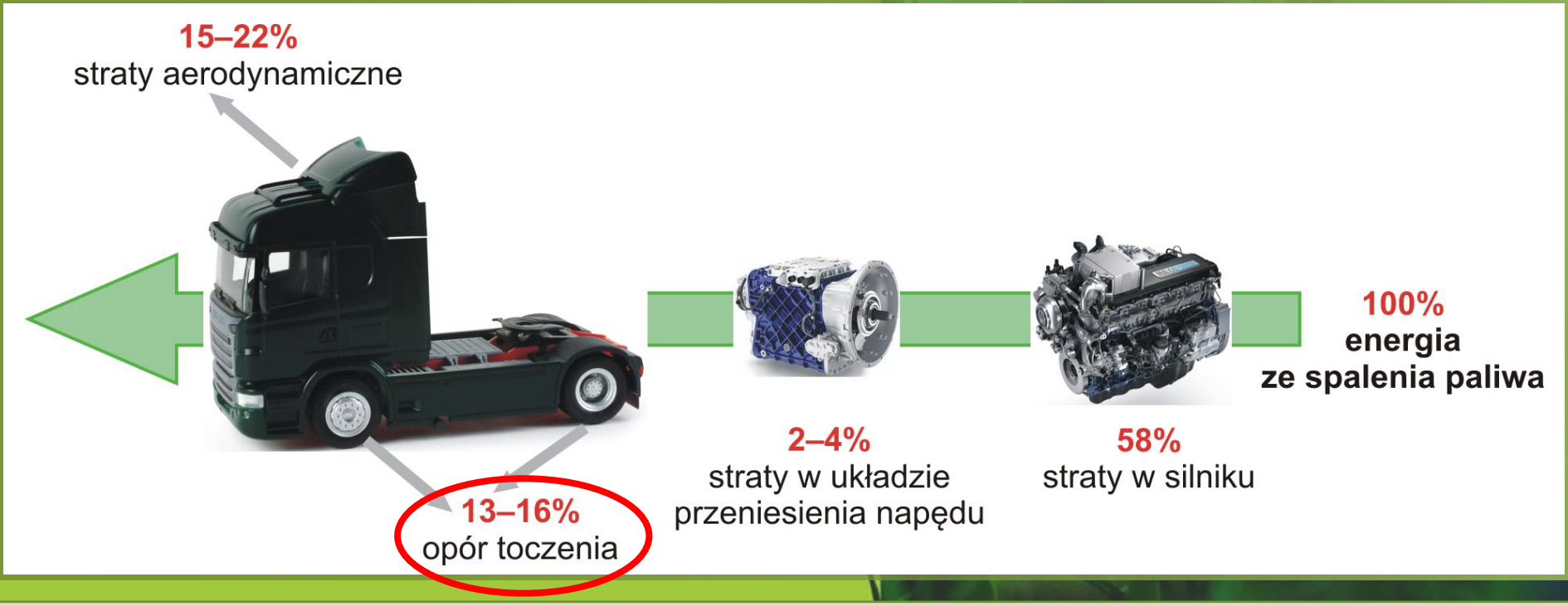


CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

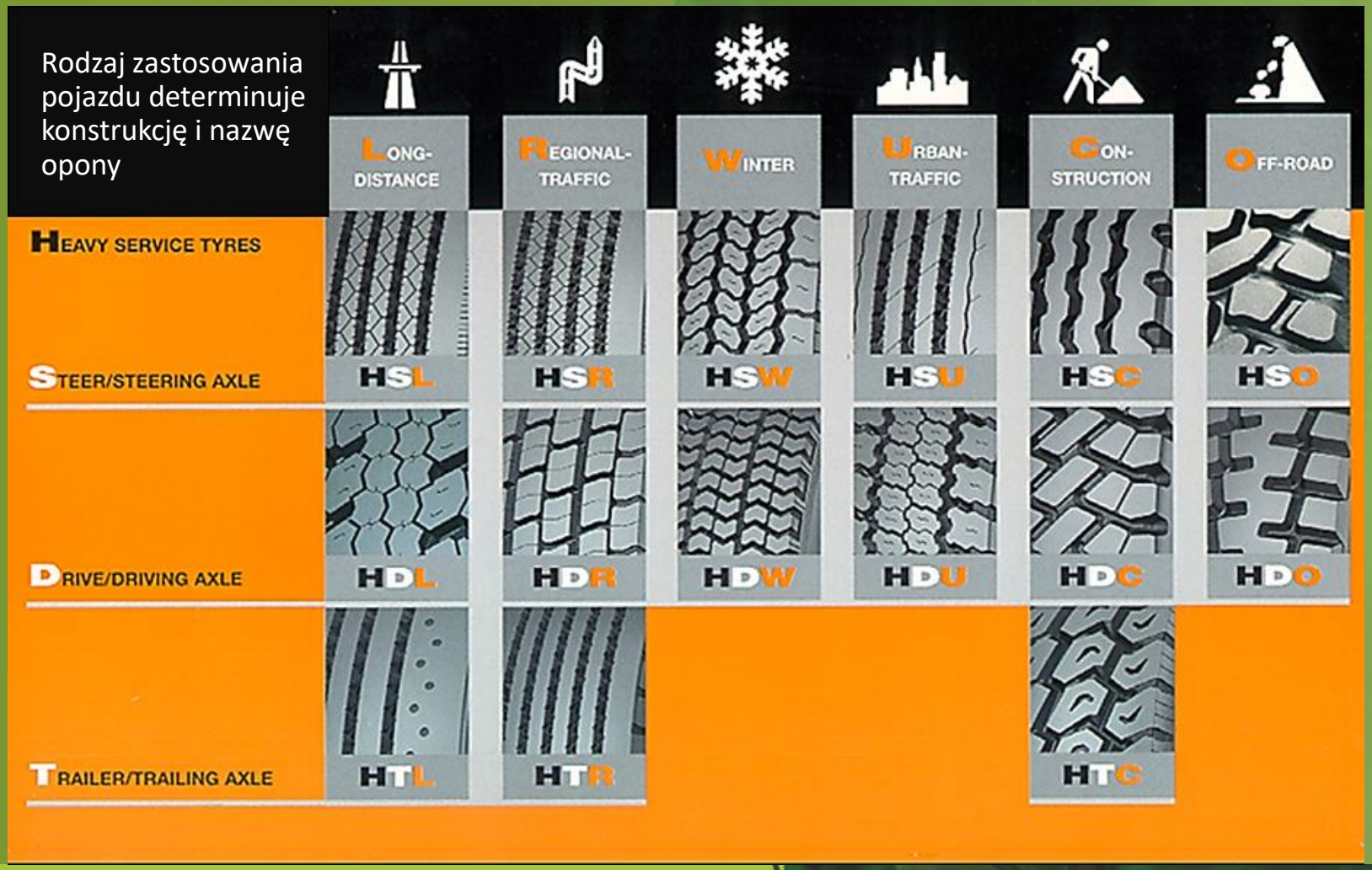
JAZDA EKONOMICZNA – CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA ZUŻYCIE PALIWA

- Obniżanie zużycia paliwa i emitowanego CO_2 to jeden z priorytetów rozwojowych pojazdów użytkowych i ich układów napędowych (silników Diesla).
- W ostatnich latach dokonał się pod tym względem znaczący postęp, mimo równoległej konieczności dramatycznego ograniczenia emisji toksycznych składników spalin i cząstek stałych.
- Z uwagi na rozwój technologii, nowe obowiązujące przepisy prawne oraz np. wzrost cen paliw rozwiązania jeszcze do niedawna niemożliwe (nieopłacalne) do zastosowania są kierowane do produkcji seryjnej.



CC BY

SEGMENTACJA OPON CIĘŻAROWYCH



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

KIERUNKI ROZWOJU OPON POJAZDÓW UŻYTKOWYCH

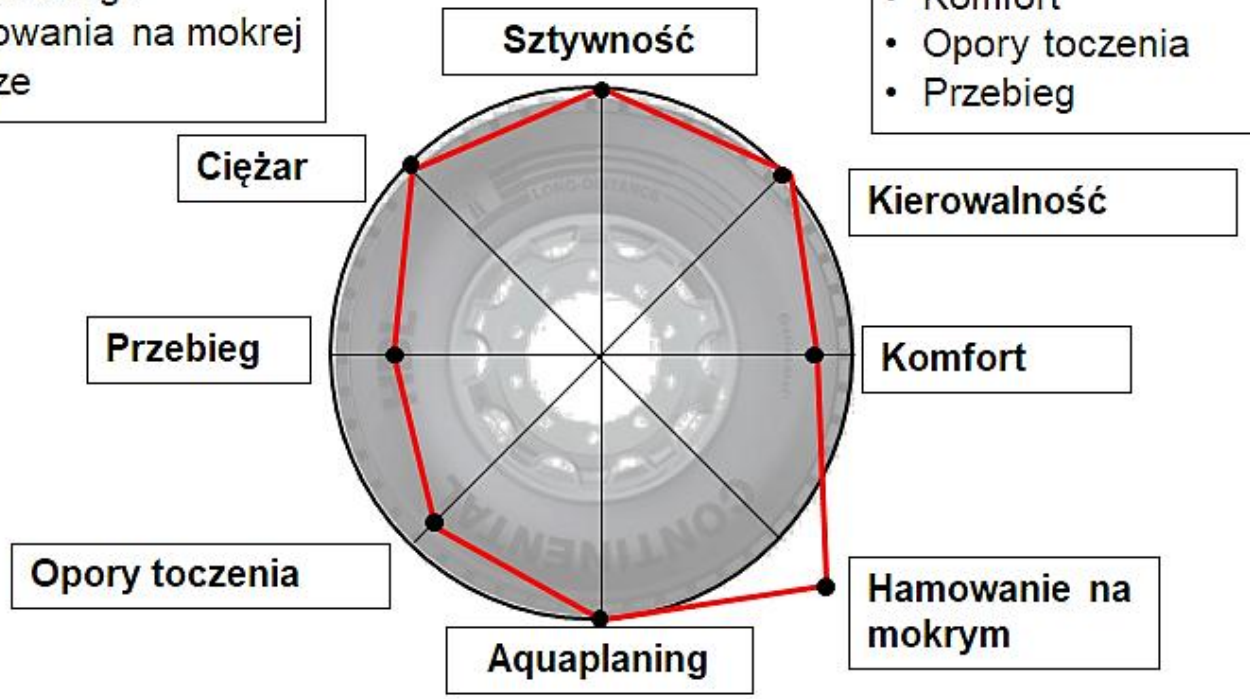
Sprzeczności w rozwoju opon

Optymalny cel

- Krótka droga hamowania na mokrej drodze

Niechciany wpływ na:

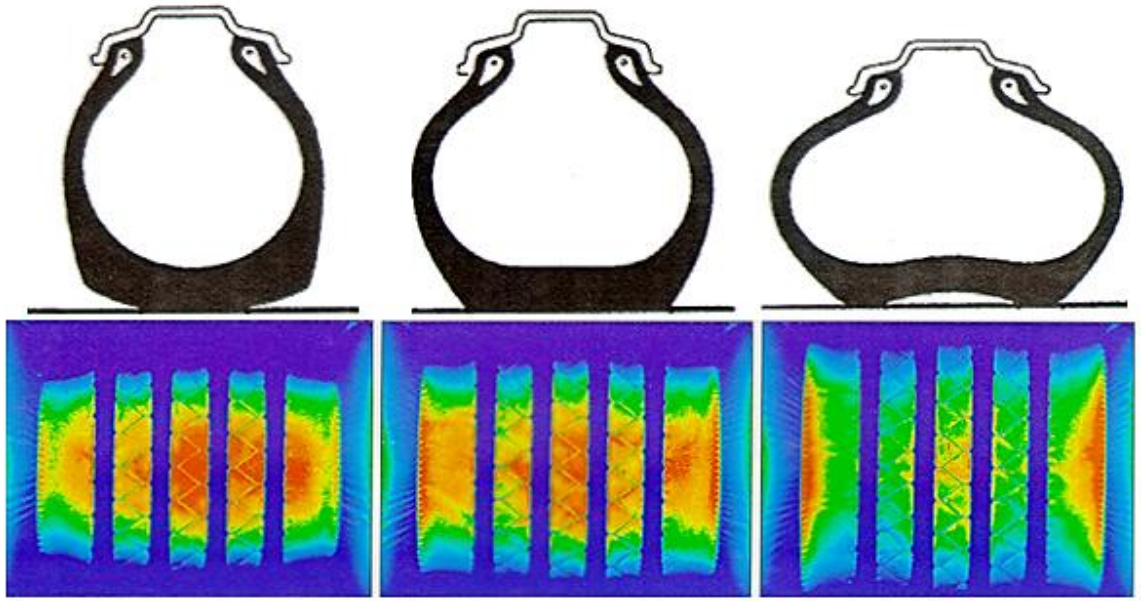
- Komfort
- Opory toczenia
- Przebieg



CC BY

CIŚNIENIE W OGUMIENIU – WPŁYW NA TRWAŁOŚĆ

Ciśnienie



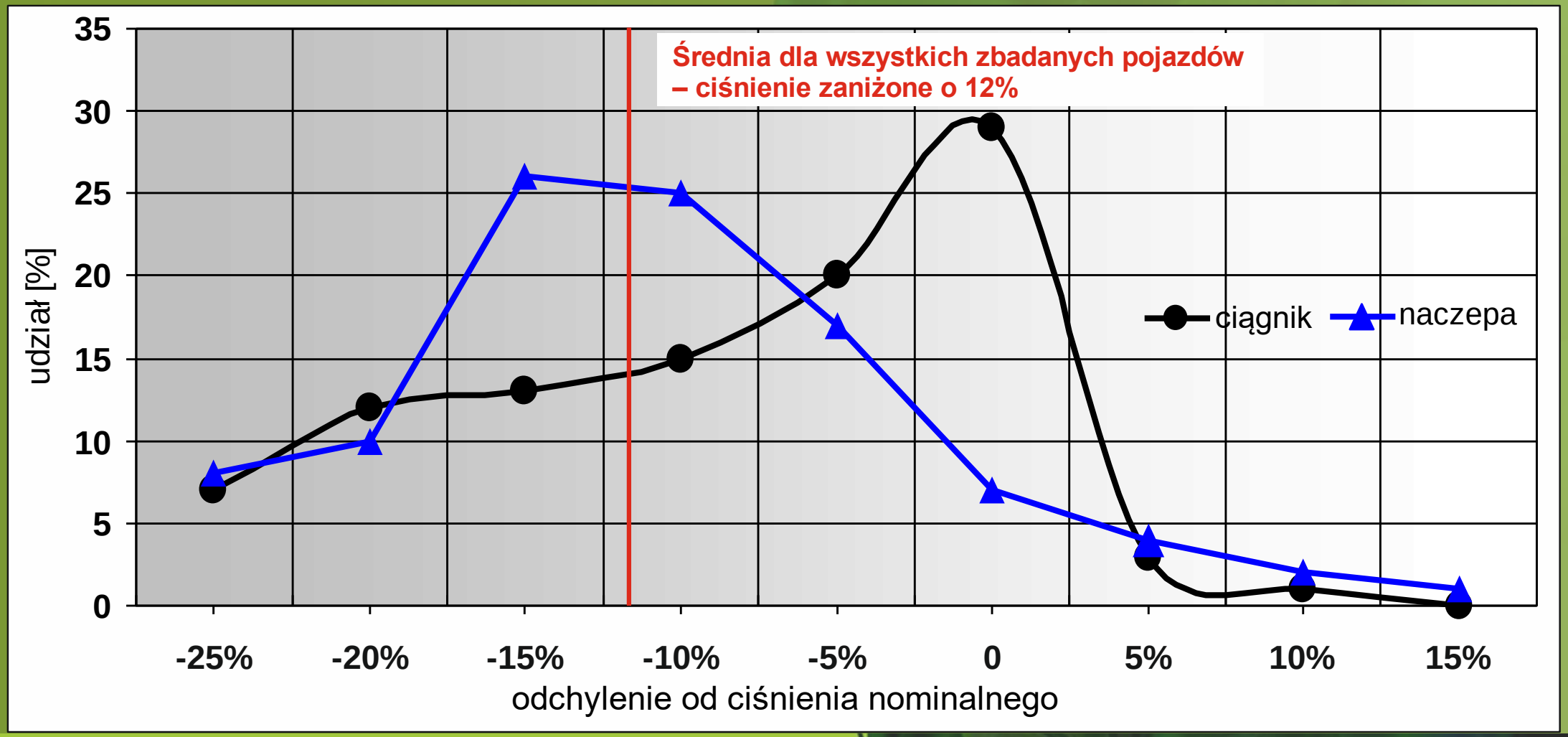
Ciśnienie 130% | Ciśnienie 100% | Ciśnienie 70%

Niewłaściwe ciśnienie wpływa na zły rozkład sił powodując szybsze zużycie

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

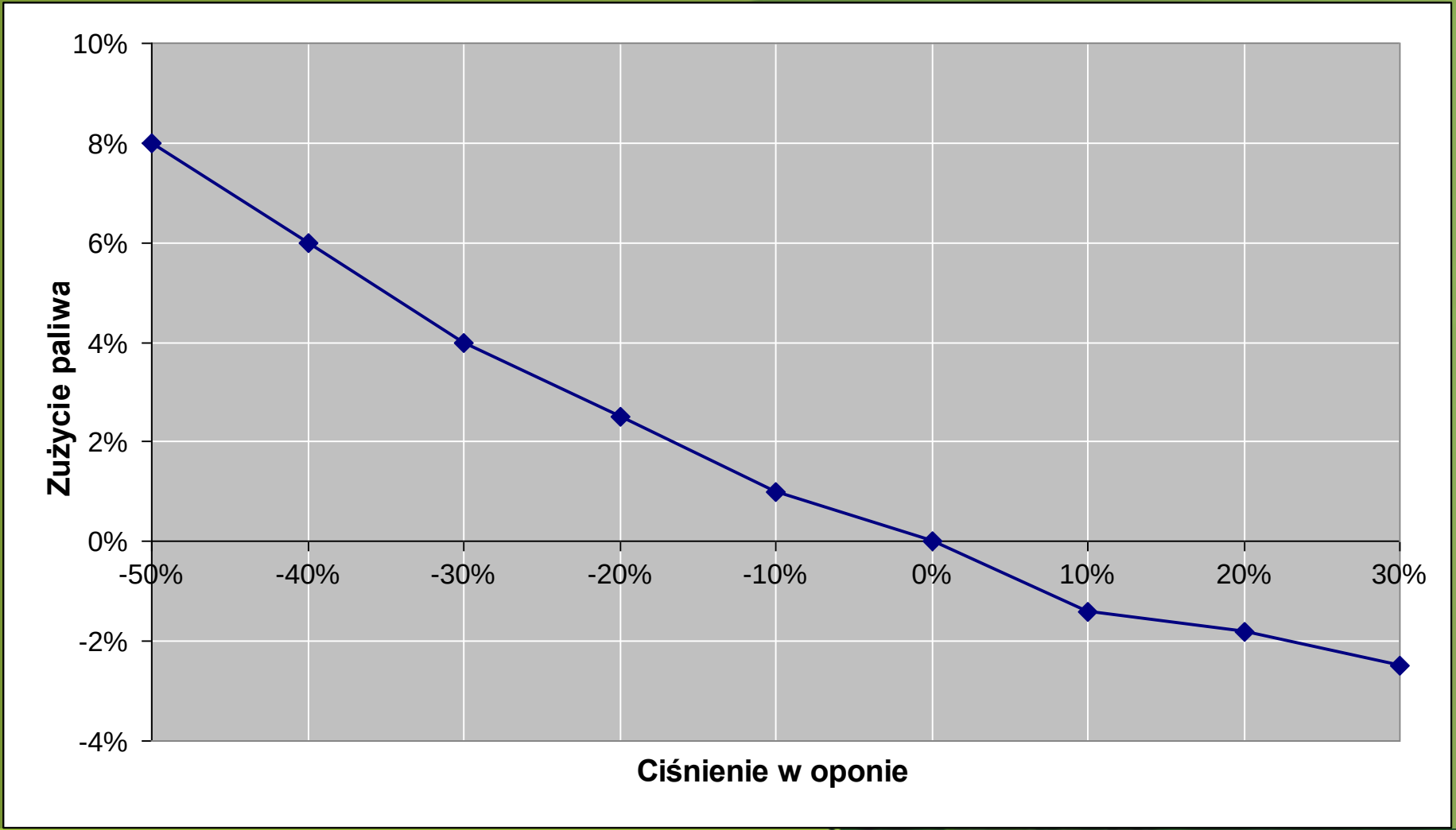
CIŚNIENIE W OGUMIENIU – WPŁYW NA ZUŻYCIE PALIWA



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

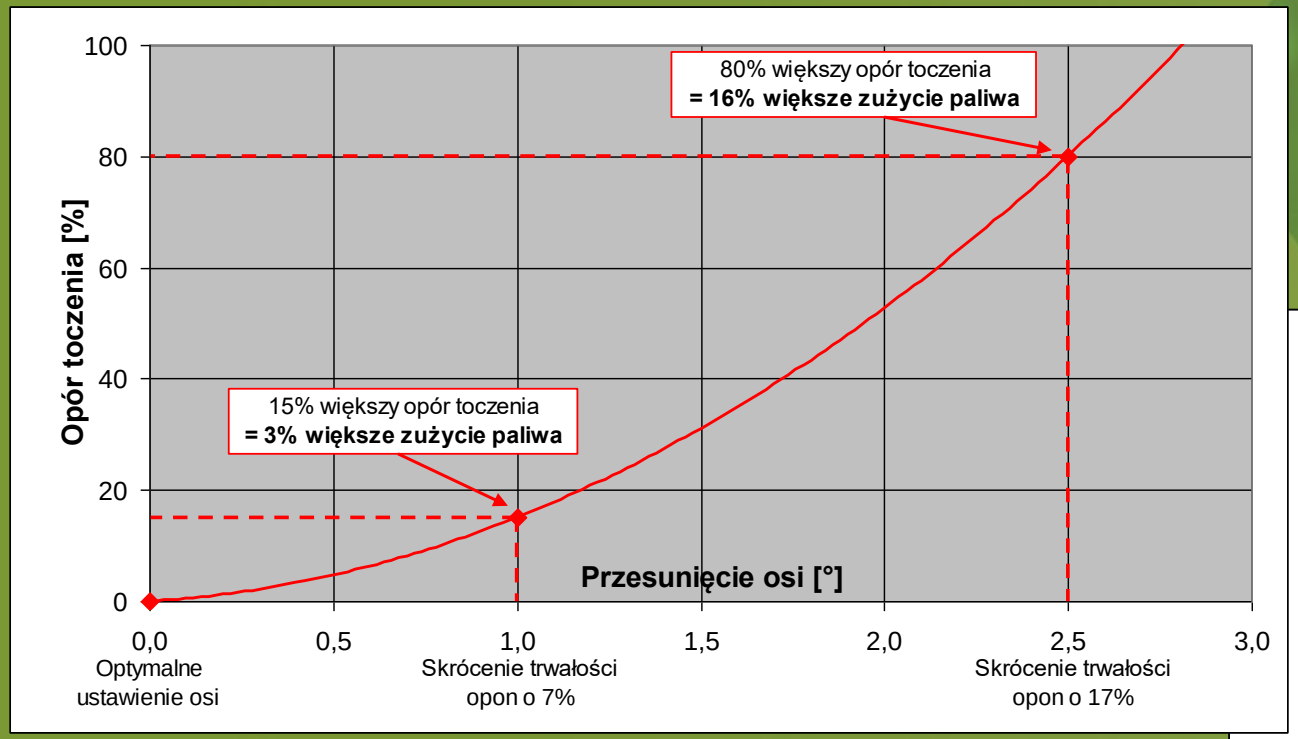
CIŚNIENIE W OGUMIENIU – WPŁYW NA ZUŻYCIE PALIWA

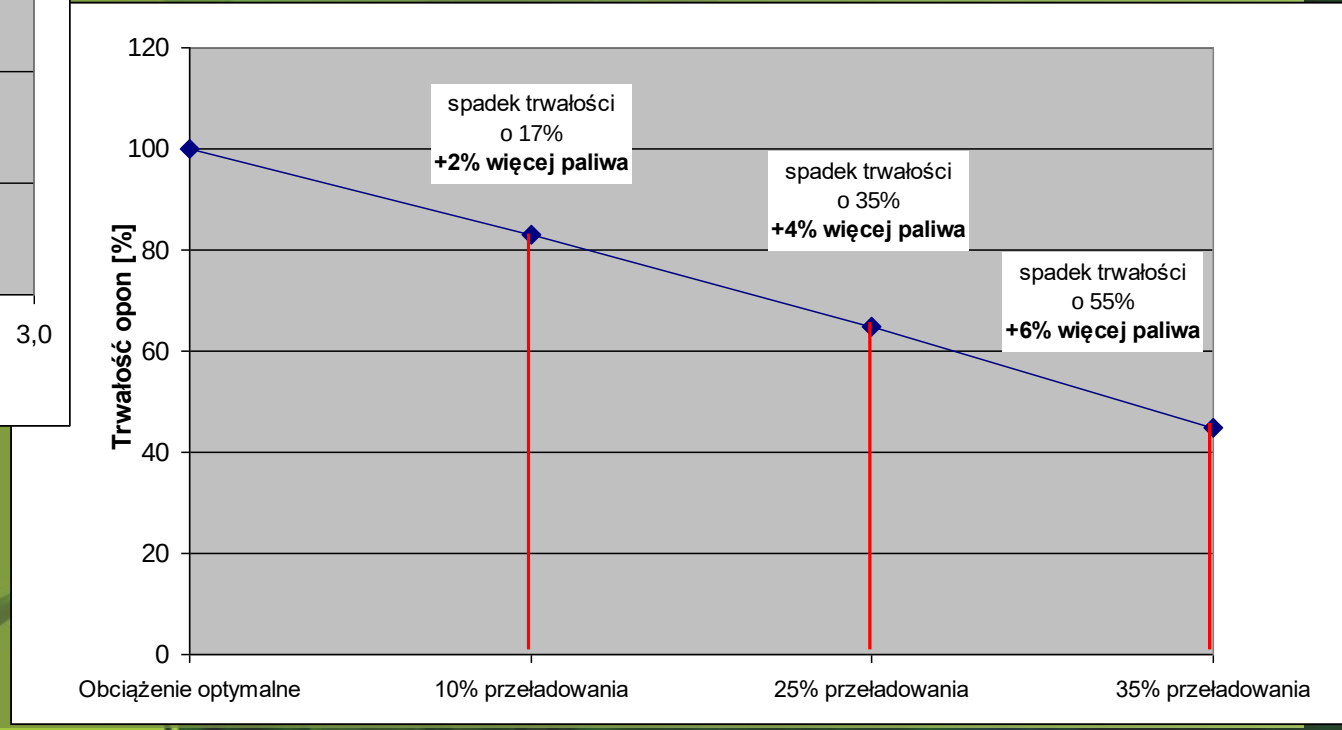


CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

CIŚNIENIE W OGUMIENIU – WPŁYW NA TRWAŁOŚĆ UŻYTKOWĄ

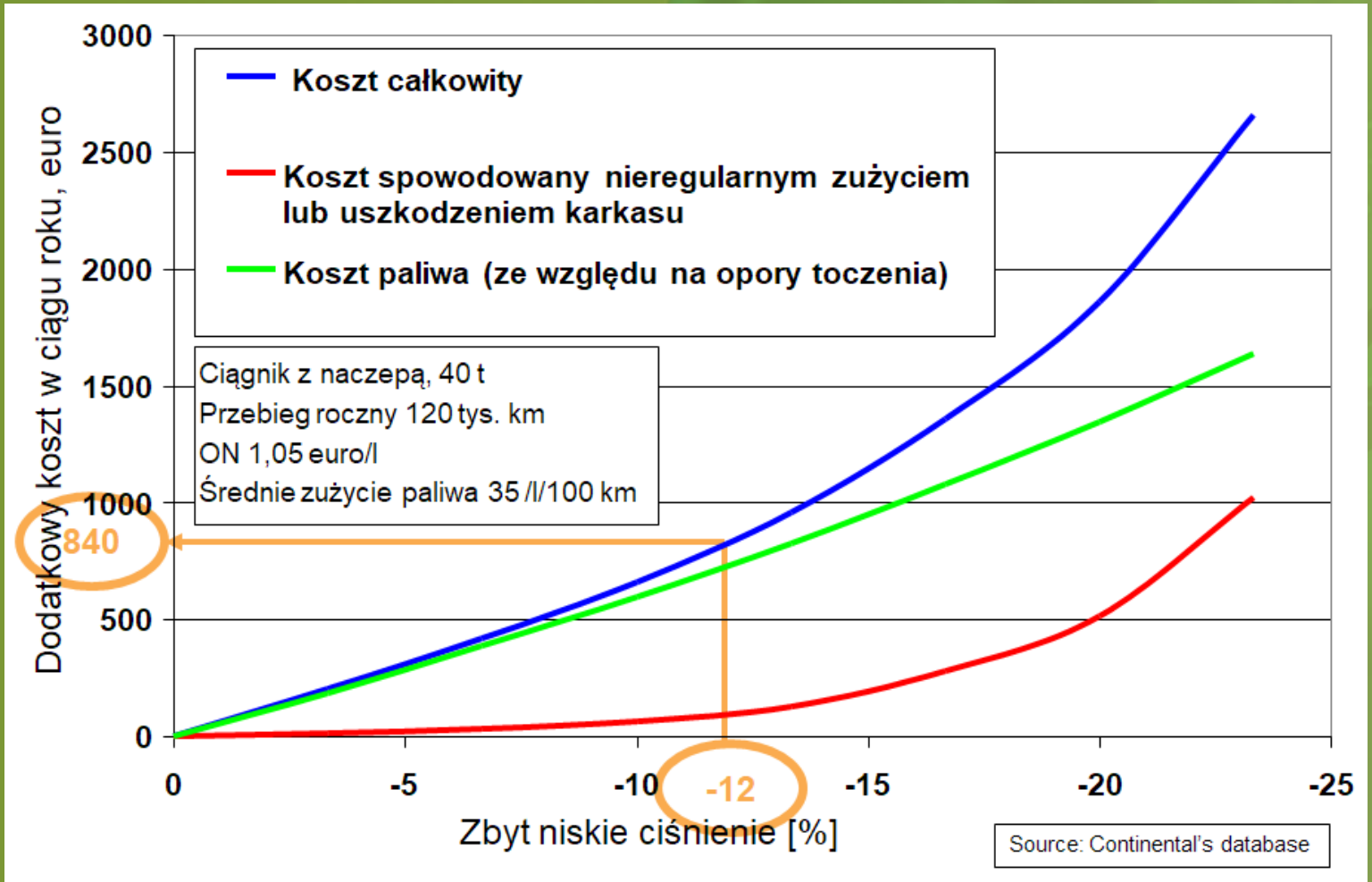




CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

CIŚNIENIE W OGUMIENIU – WPŁYW NA KOSZTY EKSPLOATACJI

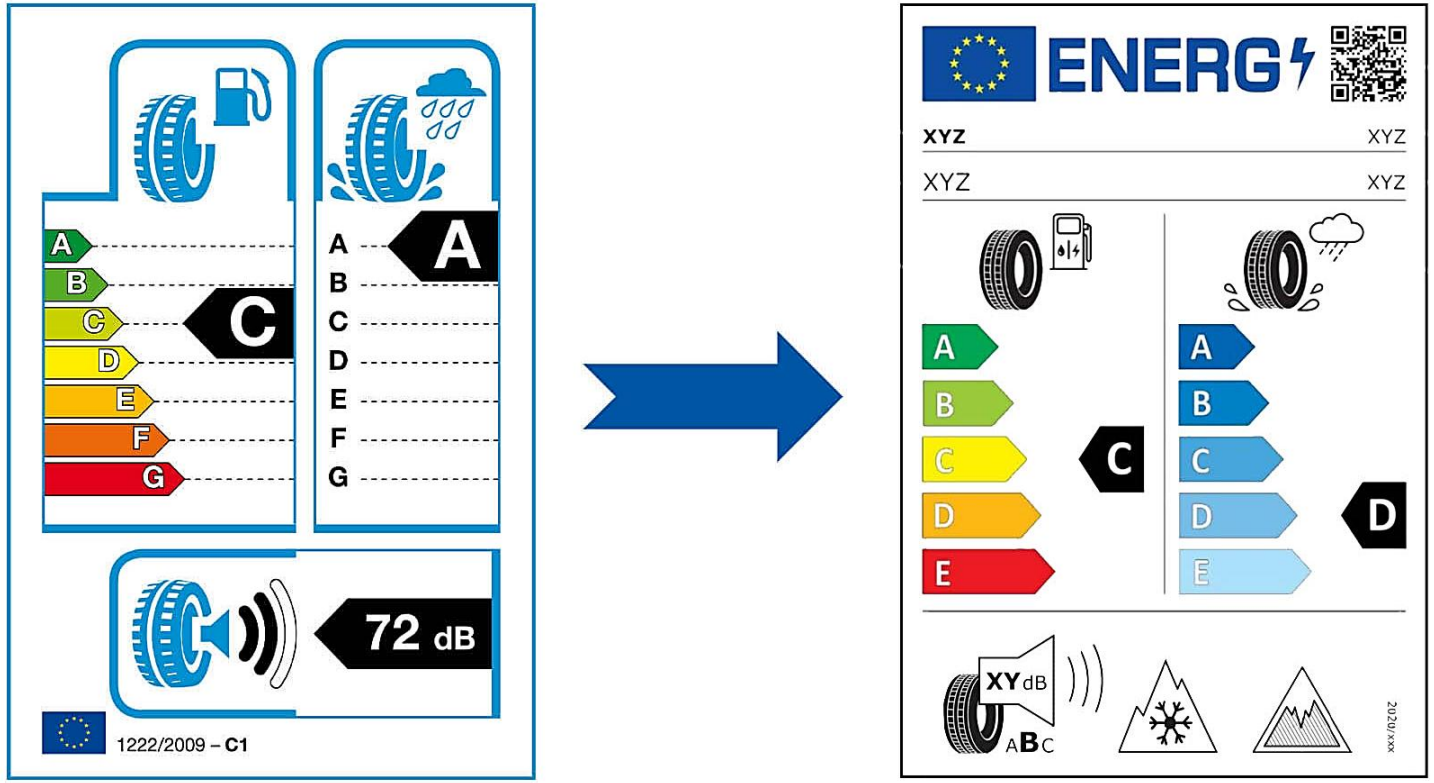


CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

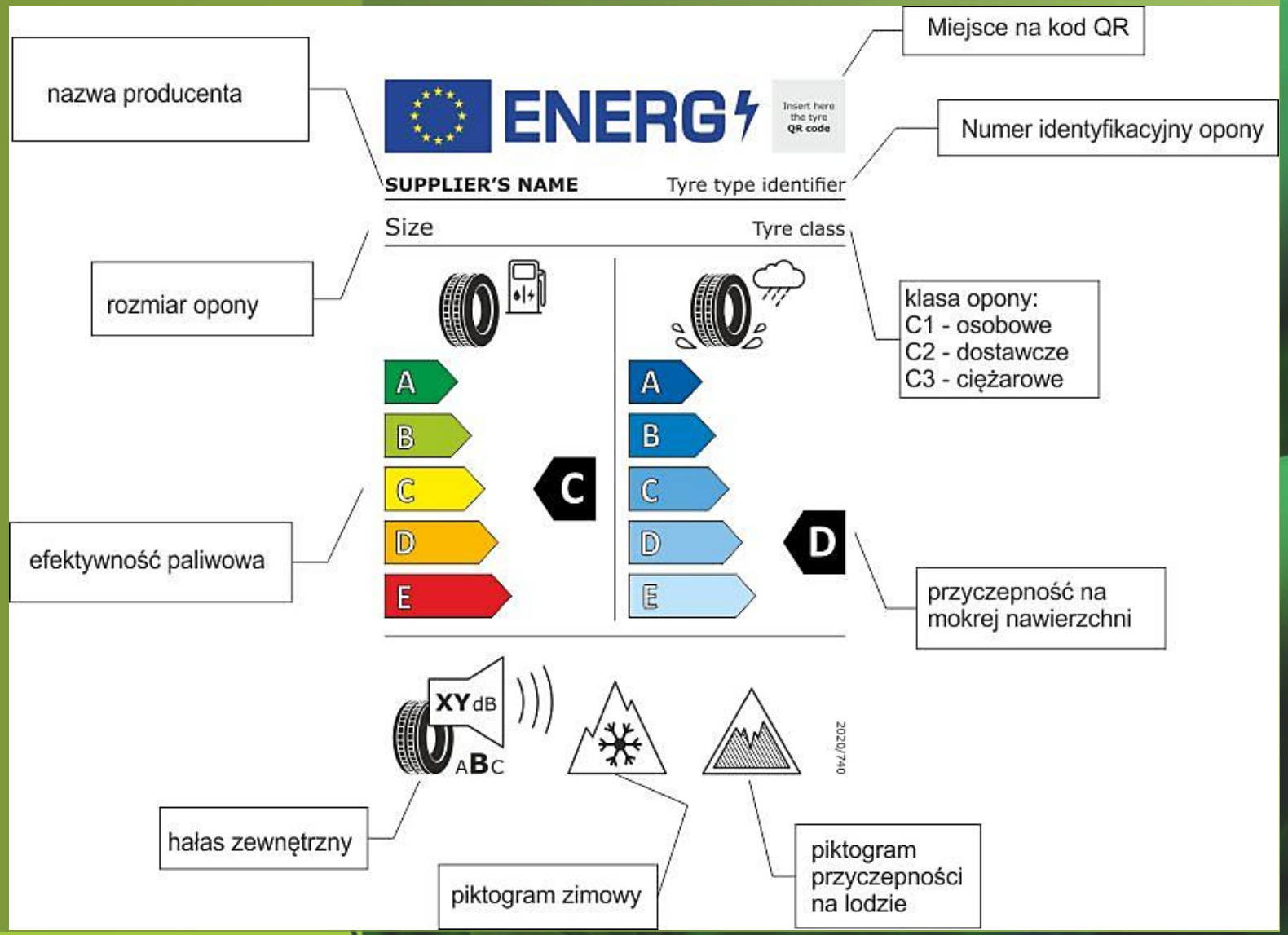
ETYKIETY OPON CIĘŻAROWYCH

- Od maja 2021 r. ma zastosowanie rozporządzenie UE 2020/740 zmieniające sposób etykietowania opon.
- Unijna etykieta opon klasyfikuje opony pod względem efektywności w odniesieniu do oporów toczenia, przyczepności na mokrej nawierzchni i zewnętrznego hałasu toczenia.
- Etykieta zawiera również dodatkowe informacje dotyczące parametrów opon w warunkach pogodowych związanych ze śniegiem i lodem.
- Skala klas na etykietach w zakresie przyczepności na mokrej nawierzchni i oporów toczenia ma obecnie 5 stopni (zamiast poprzednich 7), oznaczonych literami od A do E.



CC BY

ETYKIETY OPON CIĘŻAROWYCH

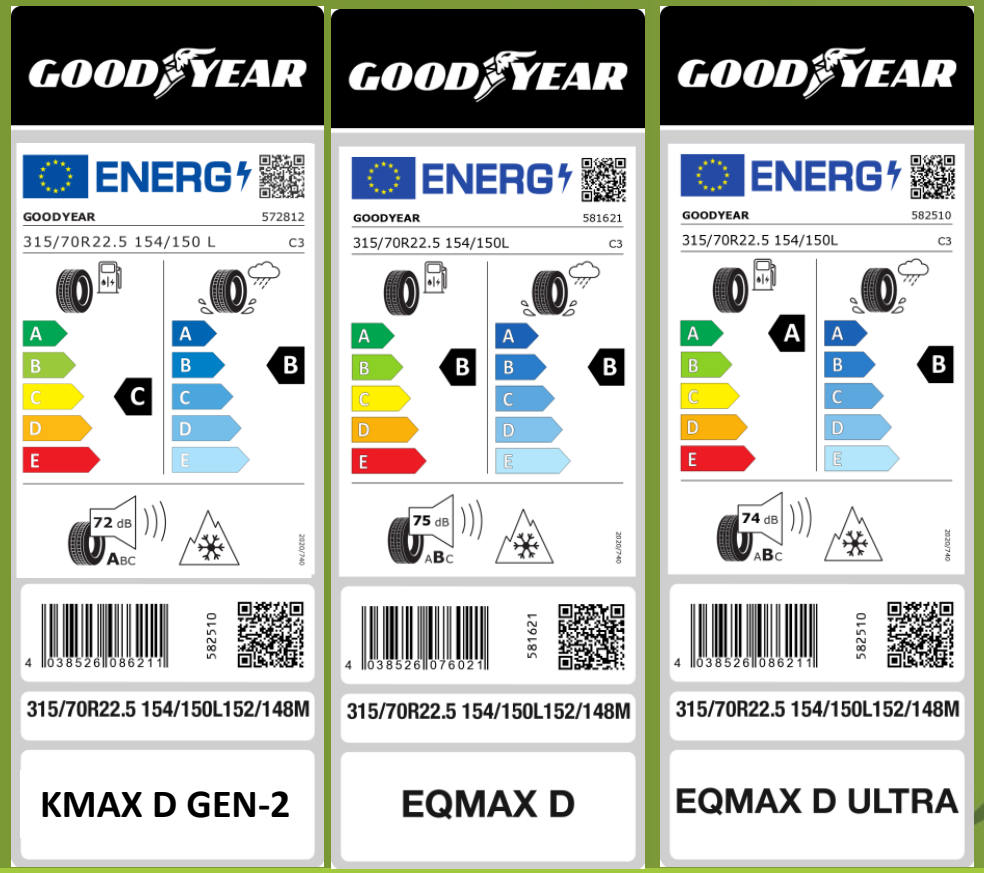


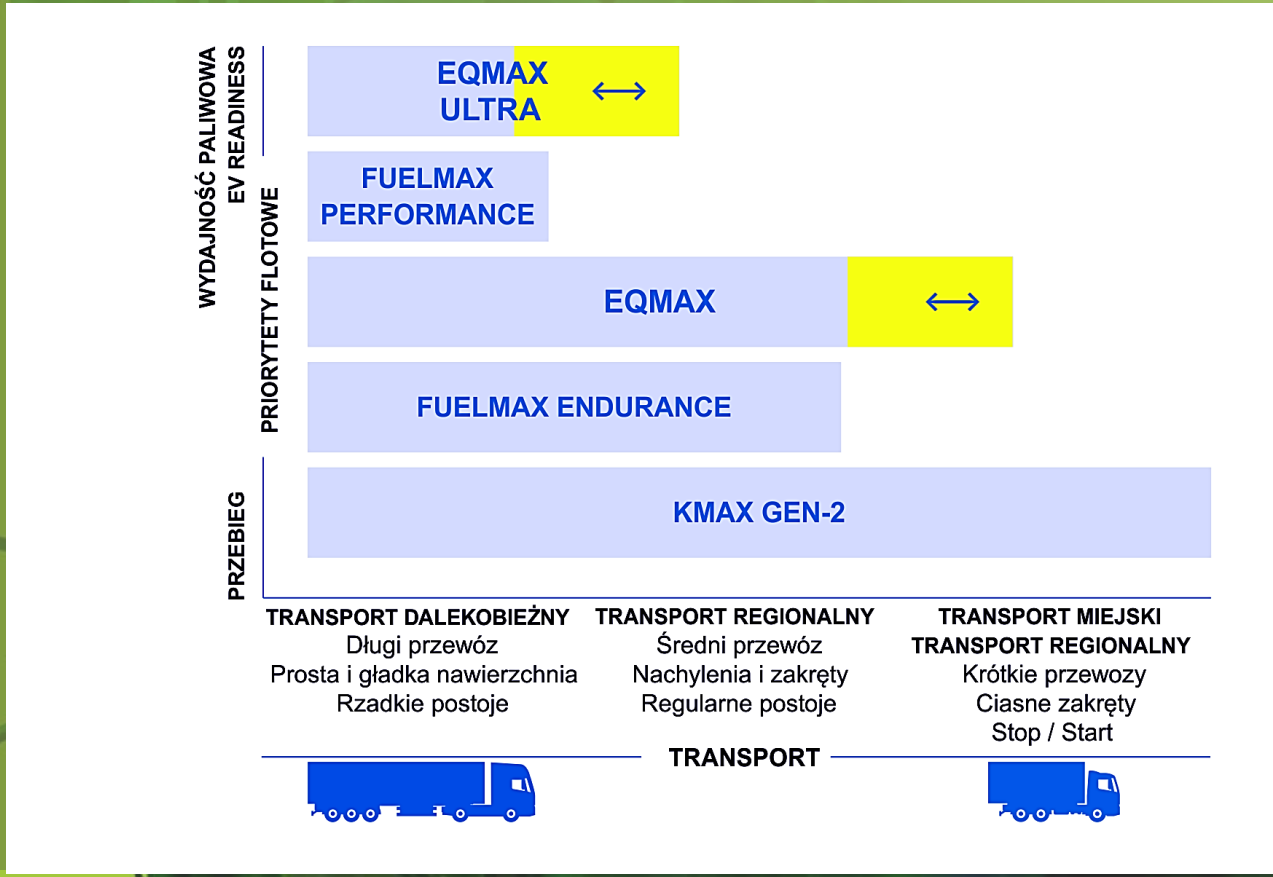
CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

ETYKIETY OPON CIĘŻAROWYCH – EFEKTYWNOŚĆ PALIWOWA

- W zależności od oporów toczenia opony jej efektywność paliwowa będzie zawierać się w przedziale od klasy A, która oznacza największą oszczędność paliwa, aż do klasy E, zapewniającej najmniejszą oszczędność paliwa.
- Pomiędzy klasami zużycie paliwa wzrasta o około 0,65 l na każde 100 km jazdy.





CC BY

WYZNACZANIE OPORÓW TOCZENIA OPONY

- Badania oporów toczenia dokonywane są na bębnowym stanowisku badawczym zgodnie z normą ISO 28580.
- Opór toczenia określa się jako stosunek siły oporu do obciążenia opony [kg/t].
- Bęben testowy jest napędzany przez silnik elektryczny ze stałą prędkością.
- Swobodnie tocząca się opona jest rozpędzana przez bęben.
- Moc niezbędna do utrzymania stałej prędkości jest miarą oporów.
- Konfiguracja: 85% obciążenia, 100% ciśnienie powietrza, 2 m średnica bębna.

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

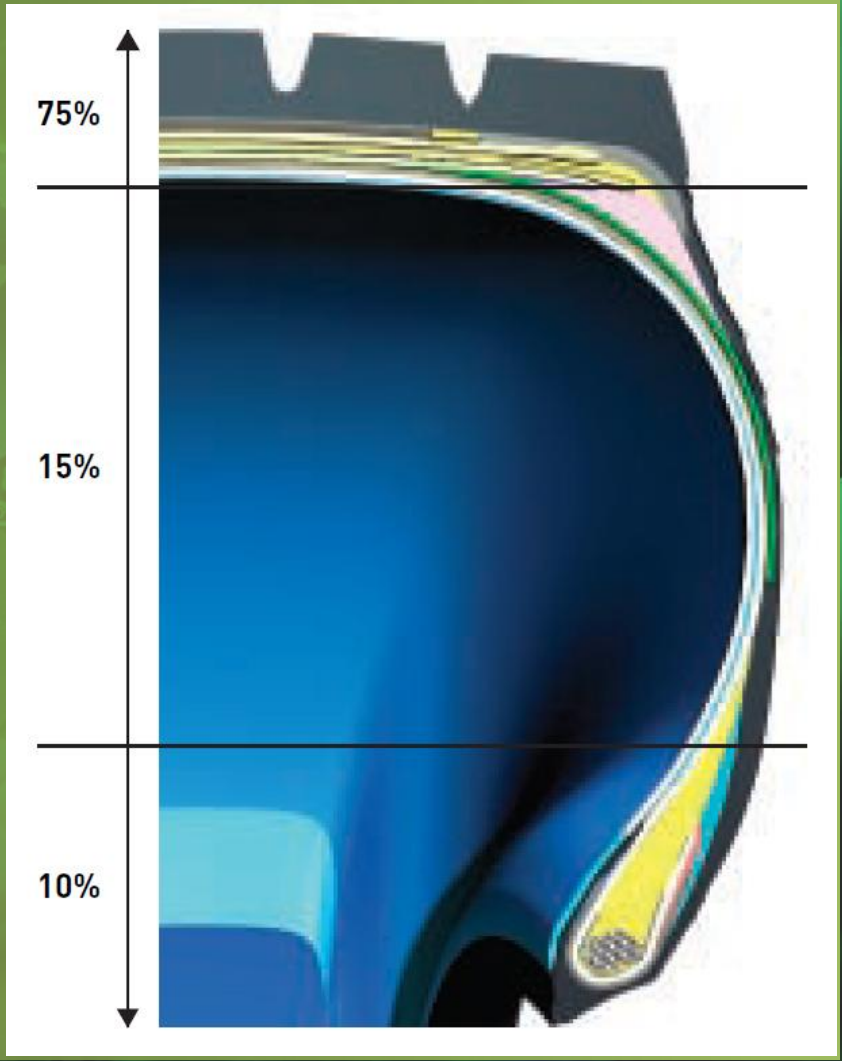
DOBÓR OGUMIENIA – ROZWAŻANIA OGÓLNE

- W typowym 40-tonowym zestawie ciągnik – naczepa z 5 osiami każda oś odpowiada za część całkowitego oporu toczenia opon pojazdu.
- Osie napędowe i osie naczepy łącznie odpowiadają za około 83% całkowitego oporu toczenia opon.
- Aby zminimalizować zużycie paliwa przez pojazd, zaleca się wyposażenie wszystkich osi w opony o niskim oporze toczenia co pozwoli na obniżenie zużycia paliwa.

CC BY

DOBÓR OGUMIENIA – ROZWAŻANIA OGÓLNE

- Nowoczesne opony ciężarówek i autobusów są opracowywane tak, aby zapewnić optymalną wydajność paliwową.
- Większość zysków w zakresie wydajności paliwowej można uzyskać z obszaru korony opony (mieszanka bieżnika, wzór bieżnika i/lub głębokość bieżnika, pakiet opasania).
- Obszar korony odpowiada za około 75% oporu toczenia opony, ściany boczne i obszary stopki za około 25%.
- Stosowanie optymalnego ciśnienia pompowania jest bardzo ważne: powoduje ono, że obszar bieżnika odkształca się na tyle, aby przenosić obciążenie i zapobiega niepotrzebnym ruchom bieżnika generującym ciepło, a w konsekwencji opór toczenia.



CC BY

DOBÓR OGUMIENIA – ROZWAŻANIA OGÓLNE

Oprócz zalecanego stosowania konkretnych opon „oszczędnych pod względem zużycia paliwa”, istnieje szereg innych czynników wpływających na opór toczenia opon:

- Opony z bieżnikiem typu żebrowego mają lepsze opory toczenia niż opony z bieżnikiem typu blokowego, co wynika głównie z mniejszego ruchu bieżnika w obszarze styku.
- Opony o niskim współczynniku kształtu (niskoprofilowe) są sztywniejsze, co pozwala na mniejsze uginanie się pod obciążeniem, dlatego zazwyczaj mają niższy opór toczenia w porównaniu z oponami o wysokim współczynniku kształtu (wyższym profilu).
- Zużyte opony mają mniejszy opór toczenia niż nowe opony — w miarę zużycia się opony ciężarówki wzór bieżnika sztywnieje, co prowadzi do mniejszego uginania się (deformacji) w obszarze bieżnika.

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

EFEKTYWNOŚĆ PALIWOWA OPON

Stosowanie opon energooszczędnych na wszystkich osiach może znacząco wpłynąć na zużycie paliwa, zmniejszenie oporów toczenia o 10% w całym pojeździe skutkuje zmniejszeniem zużycia paliwa o około 3% (około 0,9 litra/100 km w pojeździe, który zużywa 30 litrów/100 km).

Przykład

Zestaw ważący 40 t, średnie zużycie paliwa 26 litrów/100 km, roczny przebieg 150 000 km, cena paliwa 6,4 zł/litr:

– **Opony standardowe** – roczny koszt paliwa:

150 000 km x 26 l ON/100 km x 4,6 zł = 249 600 zł

– **Opony energooszczędne** – 10% zmniejszony opór toczenia – roczny koszt paliwa:

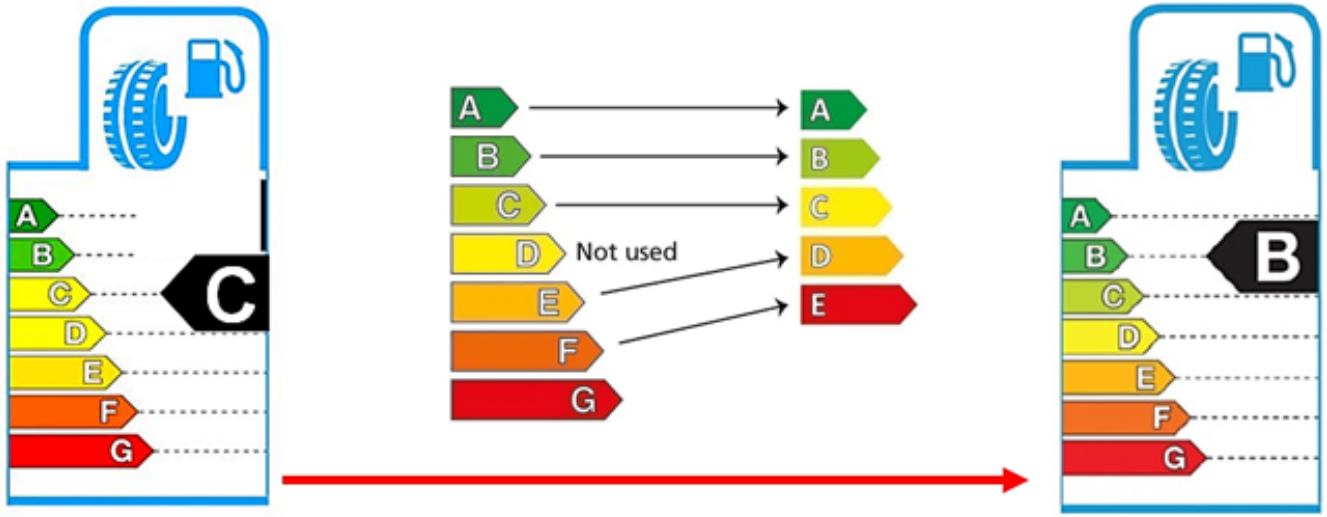
150 000 km x 25 l ON/100 km x 4,6 zł = 172 500 zł

– **Potencjalne oszczędności**: 77 100 zł rocznie/zestaw

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

EFEKTYWNOŚĆ PALIWOWA OPON



Opór toczenia:	**6 kg/t**	Opór toczenia:	**5 kg/t**
Konsumpcja ON:	**33 l/100 km**	Konsumpcja ON:	**31,5 l/100 km**

Średni roczny przebieg: 140 000 km
Średnia hurtowa cena ON: 5,5 zł/l

Roczny koszt ON: 254 tys. zł

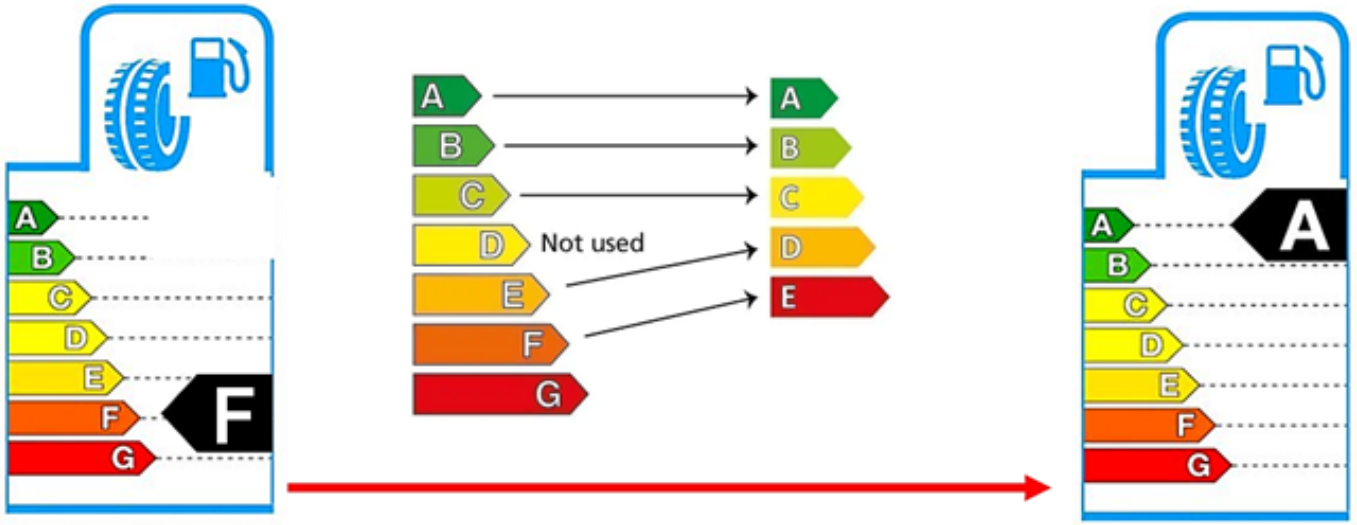
Roczny koszt ON: 243 tys. zł

Szacowana oszczędność: 11 000 zł

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

EFEKTYWNOŚĆ PALIWOWA OPON



Opór toczenia:	**8,1 kg/t**	Opór toczenia:	**4 kg/t**
Konsumpcja ON:	**34 l/100 km**	Konsumpcja ON:	**30,5 l/100 km**

Średni roczny przebieg: 140 000 km
Średnia hurtowa cena ON: 5,5 zł/l

Roczny koszt ON: 263 tys. zł

Roczny koszt ON: 235 tys. zł

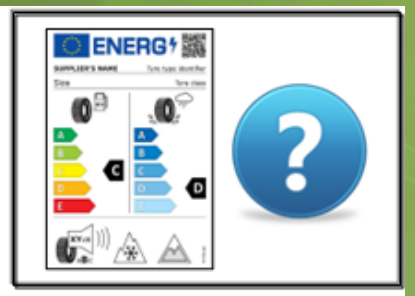
Szacowana oszczędność: 28 000 zł

CC BY

KRYTERIA WYBORU OPON CIĘŻAROWYCH

CC BY

KRYTERIA WYBORU OPON CIĘŻAROWYCH – TRANSPORT DALEKOBIEŻNY



1) Oszczędności paliwowe (niskie opory toczenia) ✓

2) Przebieg ✗

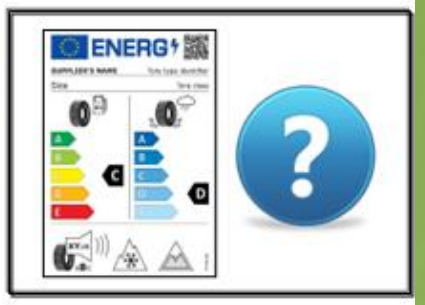
3) Bieżnikowalność ✗

4) Osiągi na mokrej nawierzchni (hamowanie) ✓

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

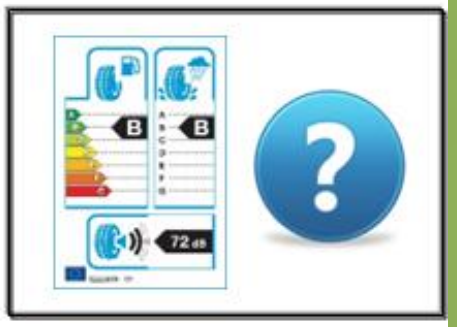
KRYTERIA WYBORU OPON CIĘŻAROWYCH – TRANSPORT REGIONALNY



1) Przebieg ✗
2) Zastosowanie całosezonowe ✗
3) Bieżnikowalność ✗
4) Przyczepność na mokrej nawierzchni ✓
5) Oszczędności paliwowe ✓

CC BY

KRYTERIA WYBORU OPON CIĘŻAROWYCH – TRANSPORT MIESZANY



1) Trakcja na nawierzchni nieutwardzonej ✓

2) Odporność na uszkodzenia ✓

3) Bieżnikowalność ✗

4) Przebieg ✗

CC BY

KRYTERIA WYBORU OPON CIĘŻAROWYCH – TRANSPORT MIEJSKI

1) Przebieg ✗
2) Odporność na uszkodzenia ✗
3) Osiągi na mokrej nawierzchni (hamowanie) ✓
4) Bieżnikowalność ✗
5) Hałas zewnętrzny ✓

CC BY

KRYTERIA WYBORU OPON CIĘŻAROWYCH – TRANSPORT ZIMOWY

1) Przyczepność na śniegu i lodzie ✓

2) Bieżnikowalność ✗

3) Osiągi na mokrej nawierzchni (hamowanie) ✓

4) Przebieg ✗

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

KALKULATOR OSZCZĘDNOŚCI PALIWA WE FLOCIE

How Much Fuel Can Your Fleet Save With Fuel Max ™?

You can get great savings on your fleet! Use our Interactive Calculator and in a few steps, find out how much money you can save .....

Step 3 of 4 Enter Your Fuel Usage Data

Enter Your Fuel Usage Data

*Average annual kilometers per vehicle

120000

*Average Fuel Consumption per year (Km/Ltr)

1.32

*Average cost-per-liter for fuel

1.52

How Much Fuel Can Your Fleet Save With Fuel Max ™?

You can get great savings on your fleet! Use our Interactive Calculator and in a few steps, find out how much money you can save .....

TOTAL POTENTIAL FUEL SAVINGS USING GOODYEAR® TIRES

Comparison Tires	vs	Goodyear
Steer: G657 Drive : G687 FE Trailer: G657		Steer: Fuel Max LHS Drive: Fuel Max LHD Trailer: Fuel Max LHS

Savings

5,6%	Fuel Savings
-679.245	Liters/Year difference*
-1.766	CO2 Emissions Difference for 100 trucks
$103.245.240	Dollars saved per year for 100 trucks*

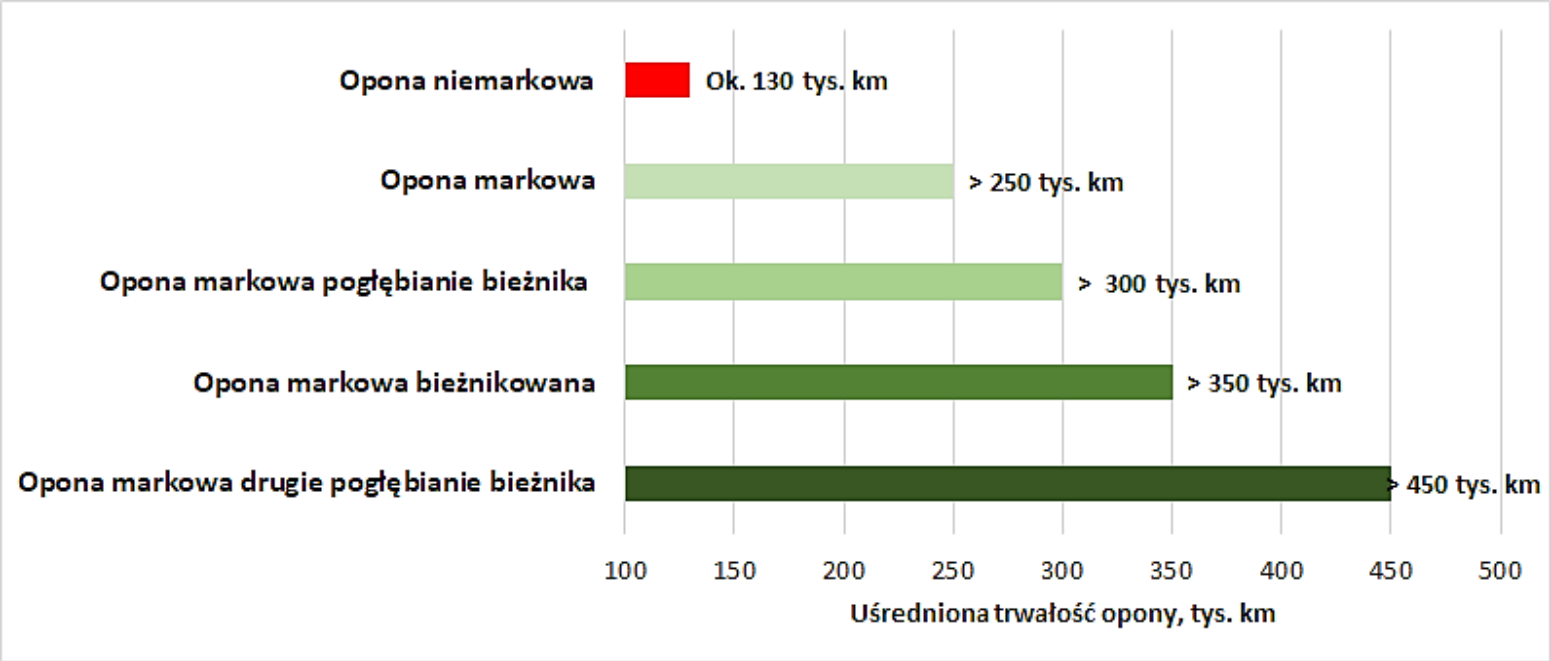
CC BY

POLITECHNIKA LUBELSKA

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

TRWAŁOŚĆ UŻYKOWA OPON

Firmy transportowe, które korzystają z opon bieżnikowanych mogą obniżyć całkowite rachunki za opony co najmniej o 10% i wydłużyć żywotność opony o dodatkowe 150%, czyli ponad dwukrotnie więcej niż pierwszy okres użytkowania nowej opony.



Średnia trwałość opon ciężarowych na osi sterującej

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską
NCBR Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Redukcja zużycia paliwa – redukcja oporów aerodynamicznych

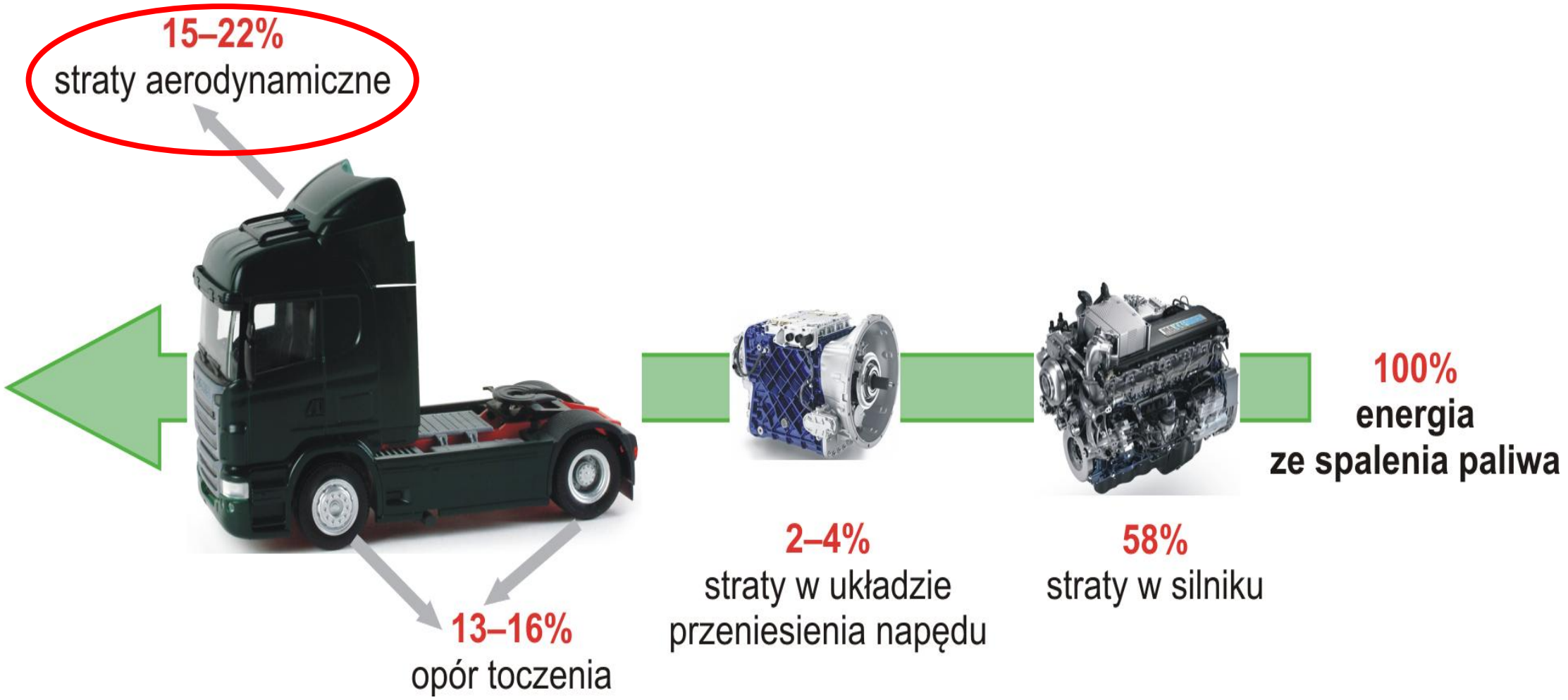
dr inż. Dariusz Piernikarski
Katedra Zrównoważonego Transportu i Źródeł Napędu
Politechnika Lubelska

CC BY

POLITECHNIKA LUBELSKA

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

JAZDA EKONOMICZNA – CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA ZUŻYCIE PALIWA

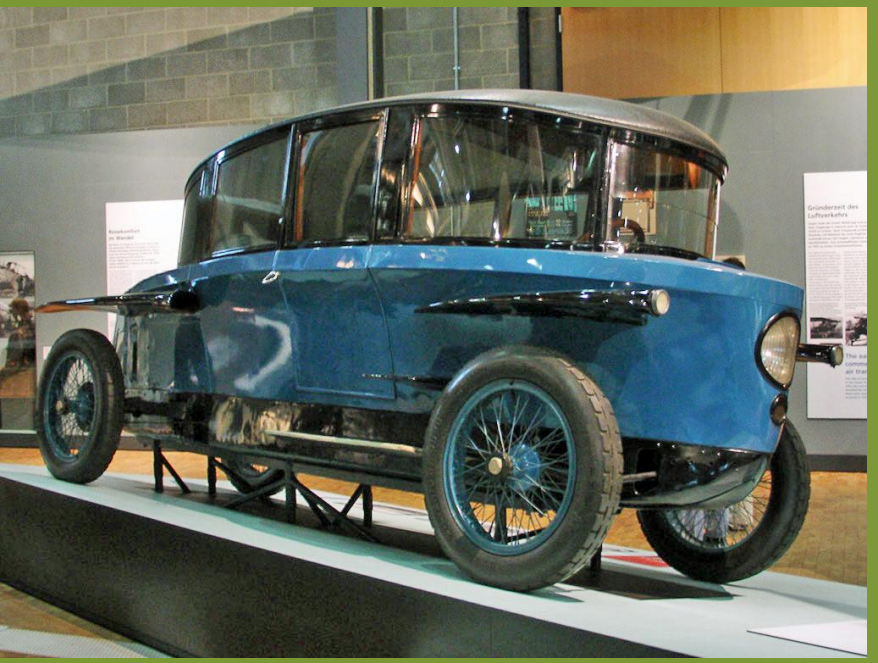


CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

OBNIŻANIE OPORÓW AERODYNAMICZNYCH

- Równie istotne jak obniżanie zużycia paliwa przez silnik i obniżanie masy własnej pojazdu (zestawu) jest poprawianie własności aerodynamicznych pojazdu (ciągnika, naczepy, samochodu ciężarowego itp.).
- Mniejszy opór powietrza to mniejsza ilość energii wydatkowanej na pokonanie oporów ruchu.
- Obniżanie oporów powietrza może być uzyskane na drodze projektowej (minimalizacja współczynnika oporu powietrza) i zmianę całej konstrukcji.
- W pojazdach już eksploatowanych duże efekty daje zastosowanie odpowiednio przygotowanych pakietów aerodynamicznych.



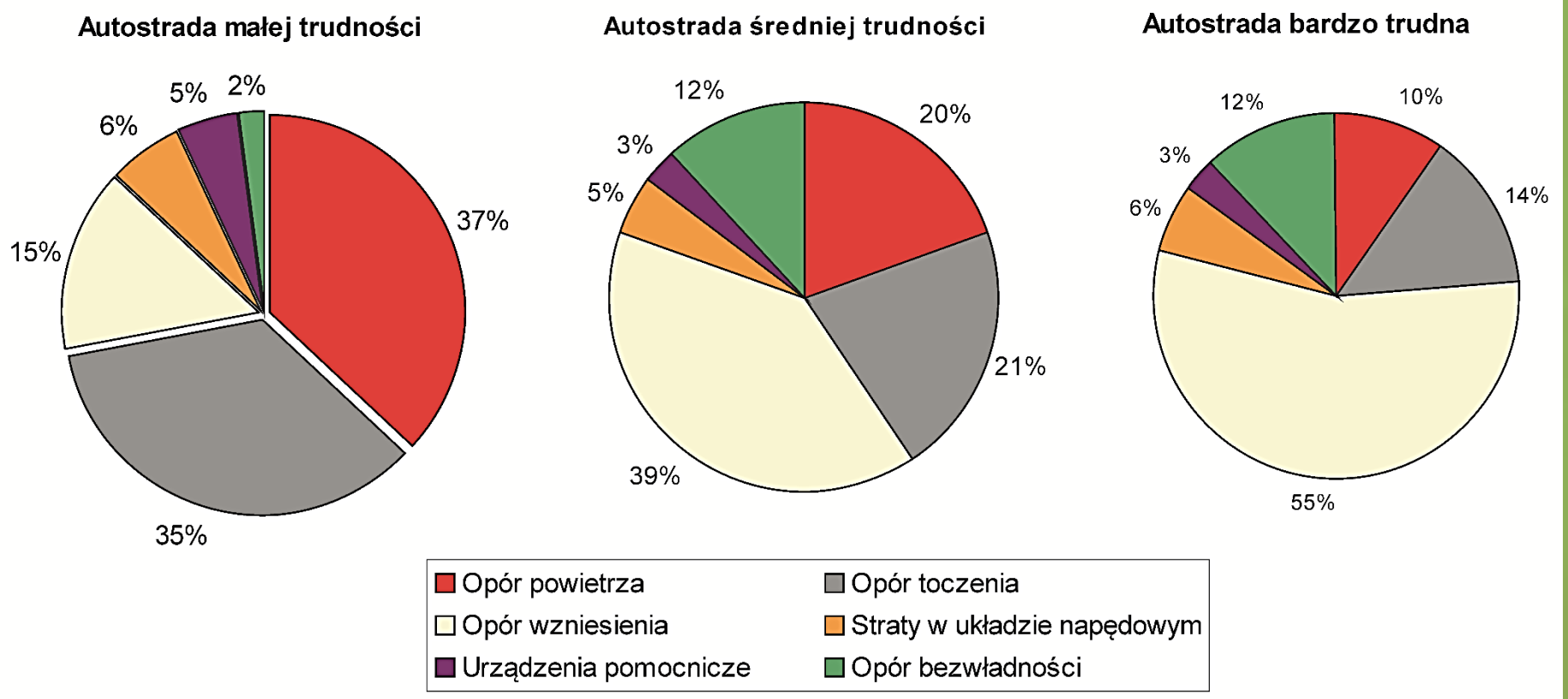
Tropfenwagen z 1921 r. to pierwszym seryjnie produkowany samochód o aerodynamicznie zaprojektowanym nadwoziu

Kenworth SuperTruck 2 z 2024 r ma efektywność większą o 136% w porównaniu z modelem T680 z 2009 r.

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

JAZDA EKONOMICZNA – CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA ZUŻYCIE PALIWA

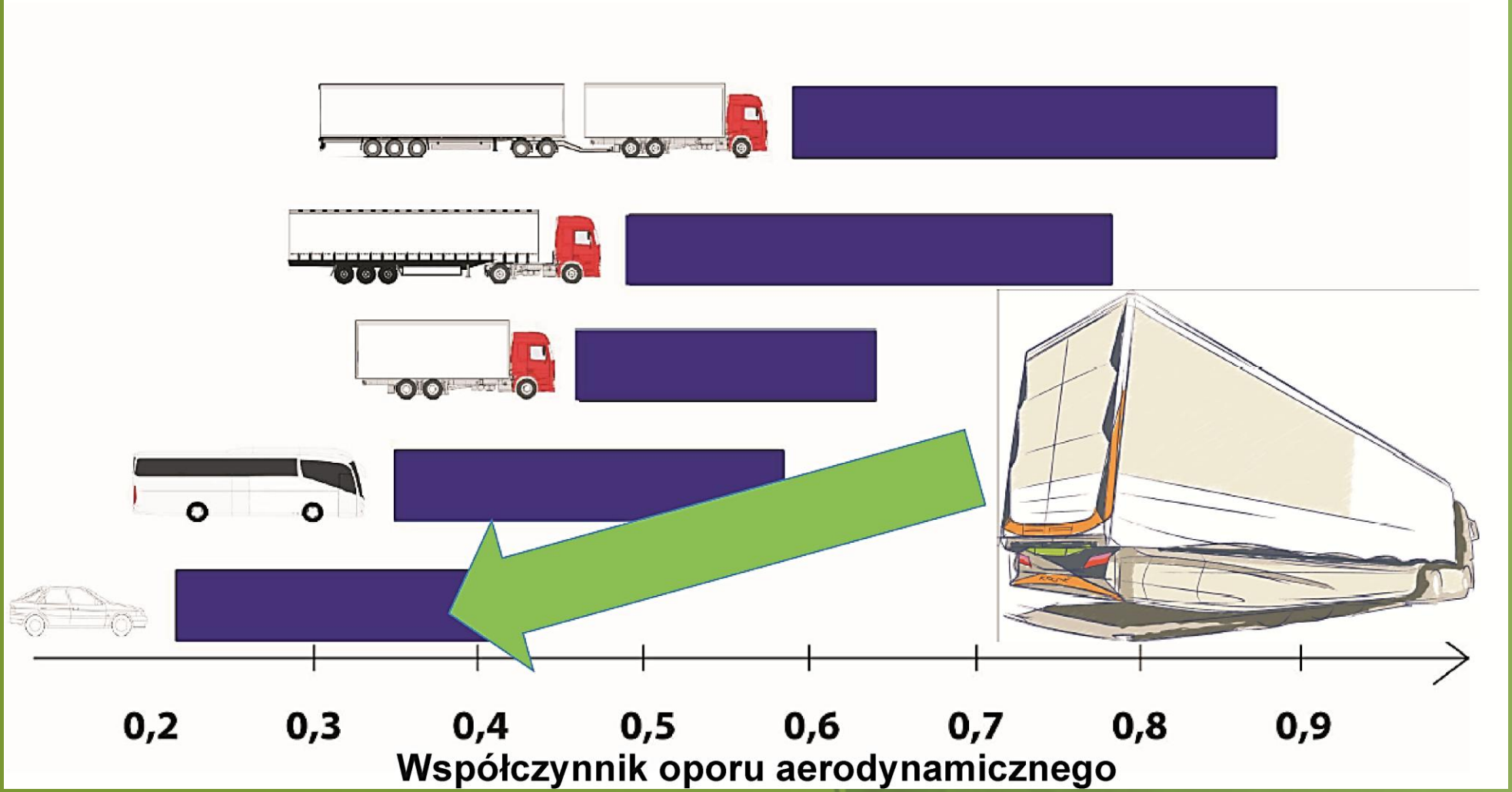


Porównanie średniego udziału poszczególnych składników oporów ruchu w zależności od rodzaju pokonywanej trasy; zestaw z ciągnikiem 440 KM, ciężar 32 t, temperatura zewn. 20°C

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

ZMNIEJSZANIE WSPÓŁCZYNNIKA OPORU AERODYNAMICZNEGO

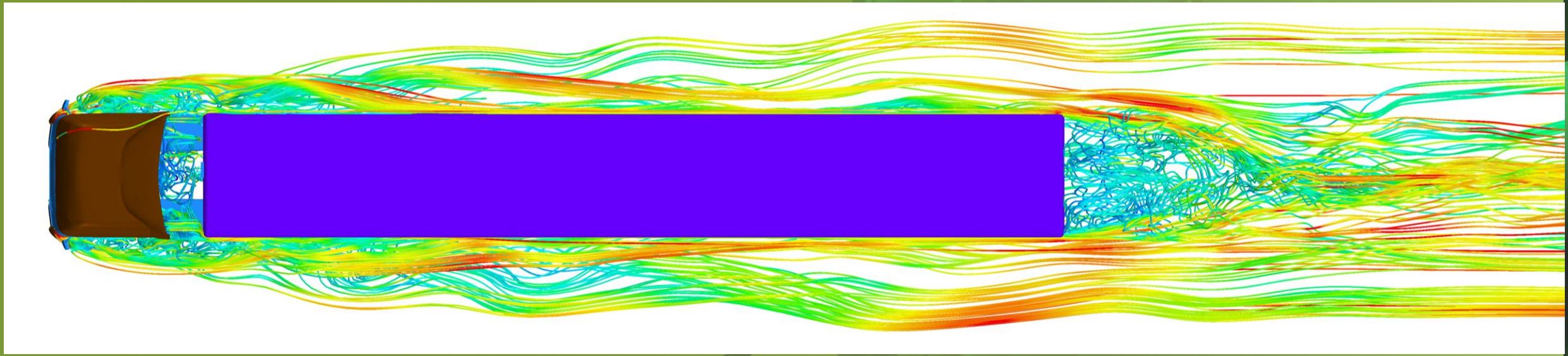


CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

ZMNIEJSZANIE WSPÓŁCZYNNIKA OPORU AERODYNAMICZNEGO

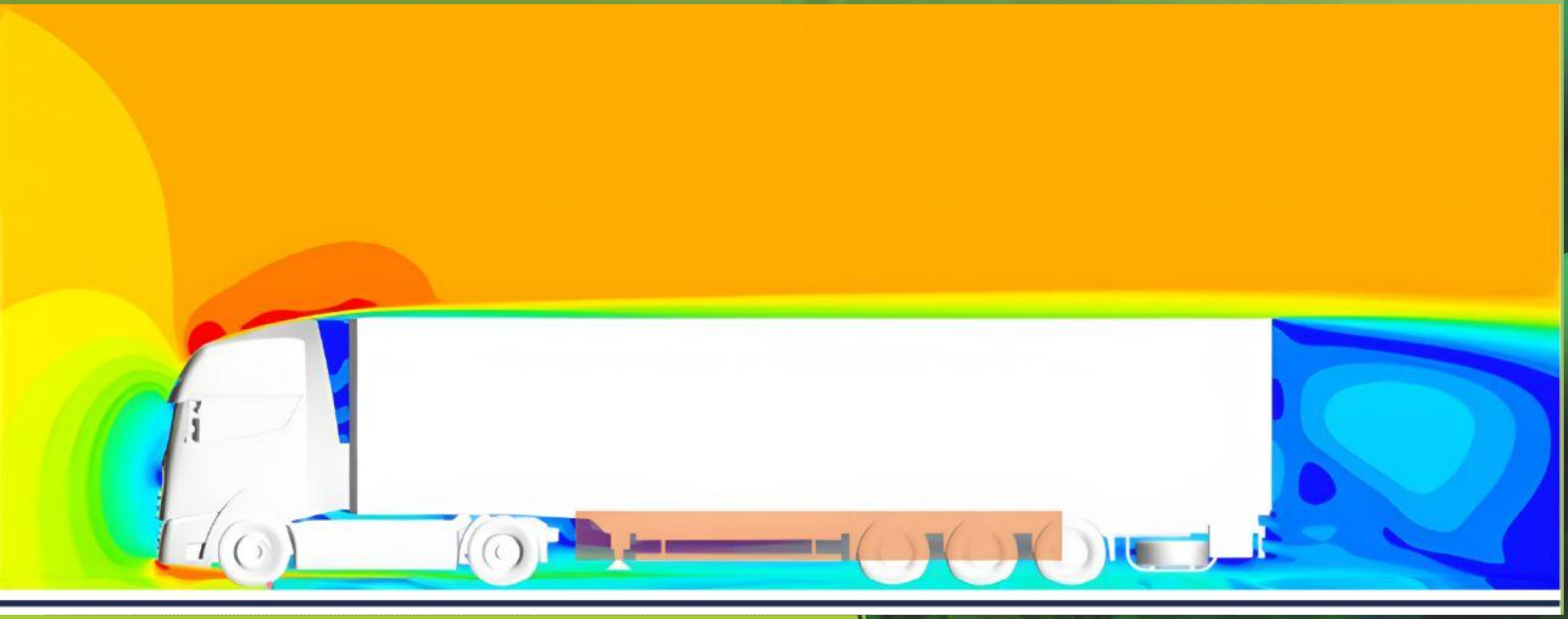
- To, aby z naczepy, będącej sporym prostopadłościanem, uczynić obiekt o korzystnych własnościach aerodynamicznych (w połączeniu z ciągnikiem siodłowym), jest z inżynierskiego punktu widzenia nie lada wyzwaniem.
- Pod uwagę należy brać niezliczoną liczbę czynników, uwzględniając wiele elementów konstrukcyjnych takich jak np. kształt linii dachu, ściany przedniej, naroży, przepływ powietrza dookoła, odległość od ciągnika itp.
- Podstawowymi działaniami są badania symulacyjne metodami mechaniki płynów oraz badania przepływów w tunelach aerodynamicznych.



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

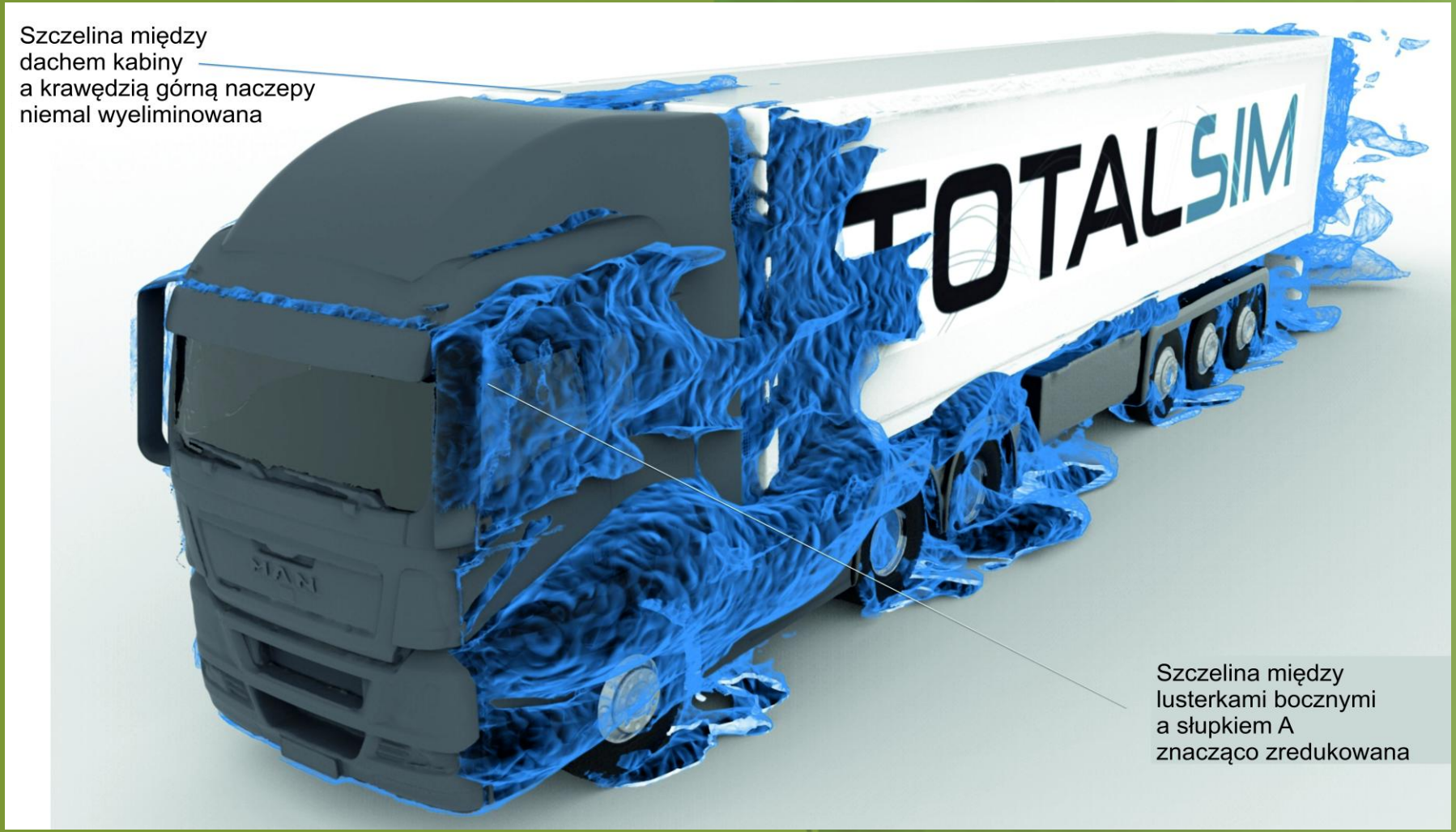
BADANIA SYMULACYJNE



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

BADANIA SYMULACYJNE



CC BY

BADANIA SYMULACYJNE

CC BY

BADANIA SYMULACYJNE

POLITECHNIKA LUBELSKA

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

BADANIA W TYNELU AERODYNAMICZNYM

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

POPRAWA WŁAŚCIWOŚCI AERODYNAMICZNYCH – OD KONCEPCJI DO PRODUKCJI

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

POPRAWA WŁAŚCIWOŚCI AERODYNAMICZNYCH – OD KONCEPCJI DO PRODUKCJI

W rzeczywistych testach drogowych przeprowadzonych jeszcze w 2012 r. przez Mercedes-Benz i Schmitz Cargobull zoptymalizowany aerodynamicznie zestaw ciągnik–naczepa AeroTruck uzyskał 4,5% oszczędności paliwa w transporcie długodystansowym.

CC BY

POPRAWA WŁAŚCIWOŚCI AERODYNAMICZNYCH – OD KONCEPCJI DO PRODUKCJI

CC BY

ZMNIEJSZANIE OPORÓW POWIETRZA W NACZEPACH I ZABUDOWACH

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

ZMNIEJSZANIE WSPÓŁCZYNNIKA OPORU AERODYNAMICZNEGO

Kluczowe obszary strat energii w naczepie podczas typowych operacji i rozwiązania zmniejszające te straty.

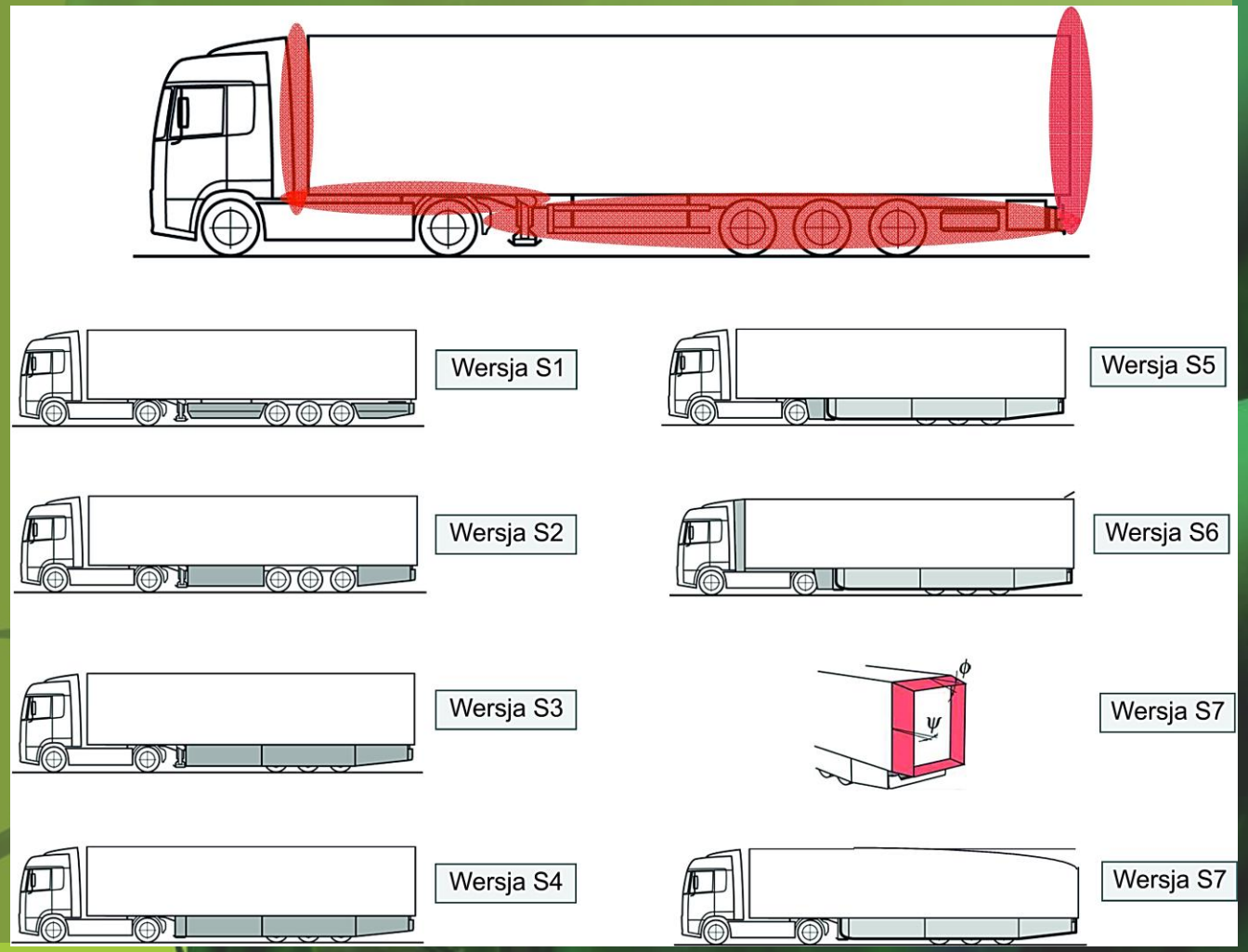
Potencjał zmniejszenia zużycia paliwa przez naczepę kurtynową w 2030 r. na trasach długodystansowych i w dostawach regionalnych.

Obszar technologii	Potencjał obniżenia zużycia paliwa, [%]	
	Transport dalekobieżny	Dostawy regionalne
Właściwości aerodynamiczne	6,3	3,6
Opony	4,4	2,6
Obniżenie masy	1,6	2,4
Łącznie	12,3	8,6

CC BY

ZMNIEJSZANIE OPORÓW POWIETRZA W NACZEPACH I ZABUDOWACH

- Na rynku dostępne są liczne rozwiązania, które mogą w opłacalny sposób poprawić efektywność paliwową pojazdów użytkowych.
- Niestety wciąż wiele barier utrudniła szerokie ich zaadoptowanie.
- Jednym z głównych powodów jest brak rzetelnych danych na temat prawdziwego wzrostu wydajności, jaki oferują poszczególne rozwiązania oraz towarzyszący temu brak zaufania firm transportowych do danych z testów wydajności publikowanych przez producentów.



CC BY

ZMNIEJSZANIE OPORÓW POWIETRZA W NACZEPACH

- Jak dotąd rozwój technologii naczep aerodynamicznych prawie wyłącznie koncentrował się na naczepach furgonowych, izotermach i chłodniach, ponieważ stosunkowo najłatwiej jest poprawić ich właściwości.
- Sprowadza się do dodania jednego lub więcej urządzeń do trzech kluczowych obszarów naczepy: podwozia, ściany tylnej i ściany przedniej, istnieją również bardziej nowatorskie opcje, takie jak generatory wirów czy osłony kół i nadkoli.
- Istnieje wyraźny priorytet w zakresie obszarów, które należy uwzględnić za pomocą urządzeń aerodynamicznych.
- Ok. 30% naczep wyposaża się w spoilery w obszarze podwozia – zwłaszcza w części środkowej, ok. 5% otrzymuje spoilery tylne, rozwiązania w obrębie ściany przedniej i inne nowatorskie pomysły są raczej rzadko stosowane.

CC BY

ZMNIEJSZANIE OPORÓW POWIETRZA W NACZEPACH

Zestawienie korzyści, kosztów, okresu zwrotu i poziomu przyjęcia dla różnych rozwiązań obniżających opory ruchu naczepy (rynek północnoamerykański.

Rozwiązanie	Zmniejszenie zużycia paliwa	Szacunkowy koszt dla użytkownika końcowego	Typowy okres zwrotu	Szacunkowy udział w sprzedaży
Spoilery boczne – średnio	3%	700–1100 USD	1–2 lata	40%
Spoilery boczne – maksymalnie	7%		< 1 roku	
Klapy tylne – średnio	3%	1100–1600 USD	2–3 lata	25%
Klapy tylne – maksymalnie	5%		1–2 lata	
Spoilery między kabiną na naczepą	1–2%	700–1000 USD	2–5 lat	minimalny
Osłony podwozia	2–5%	1500–2200 USD	2–5 lat	3%
Opony o niskim oporze toczenia	1–3%	Dane dotyczące kosztów i czasu zwrotu nie są jednoznaczne		50%
Systemy monitoringu ciśnienia w oponach	1%	750–1000 USD	1–2 lata	30%
Automatyczne systemy kontroli ciśnienia w oponach	1%	700–1000 USD	1–2 lata	10%

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

ZMNIEJSZANIE OPORÓW POWIETRZA W NACZEPACH

- Urządzenia poprawiające właściwości aerodynamiczne naczep poprzez obniżenie oporu powietrza, pozwalają na obniżenie zużycia paliwa. Korzyści w przeliczeniu na pojazd mogą być wysokie, od 1% do ponad 10%, w zależności od wybranych urządzeń.
- Oprócz korzystnego wpływu na zużycie paliwa, urządzenia aerodynamiczne w naczepach mogą również poprawić stabilność, zmniejszyć ryzyko przewrócenia, ilość zanieczyszczeń osiadających na pojeździe, generowane podczas jazdy rozpryski oraz zmęczenie kierowcy.
- Pod względem możliwości poprawy własności aerodynamicznych ciągnika i naczepy dostępne są wszystkie opcje realne w zastosowaniach praktycznych, a większość z nich to produkty dojrzałe z dobrą historią funkcjonalności, choć mogą być mniej lub bardziej ekonomiczne w zależności od specyfiki operacji floty.

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

POPRAWA WŁASNOŚCI AERODYNAMICZNYCH – ROZWIĄZANIA PRAKTYCZNE

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

POPRAWA WŁASNOŚCI AERODYNAMICZNYCH – ROZWIĄZANIA PRAKTYCZNE

WABCO ma wieloletnie doświadczenie w obniżaniu oporów aerodynamicznych pojazdów dzięki zestawowi rozwiązań takich jak np.: OptiFlow Tail (spoilery tylne), TrailerSkirt (osłony dolne), SideWings (osłony boczne) i OptiFlow Nose Fairing (owiewki przednie).

OptiFlow Tail automatycznie uruchamia się przy prędkościach pojazdu 75 km/h, tylne panele chowają się automatycznie przy prędkości pojazdu 15 km/h. Urządzenie zapewnia oszczędność paliwa do 4,3%.

CC BY

POPRAWA WŁASNOŚCI AERODYNAMICZNYCH – ROZWIĄZANIA PRAKTYCZNE

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

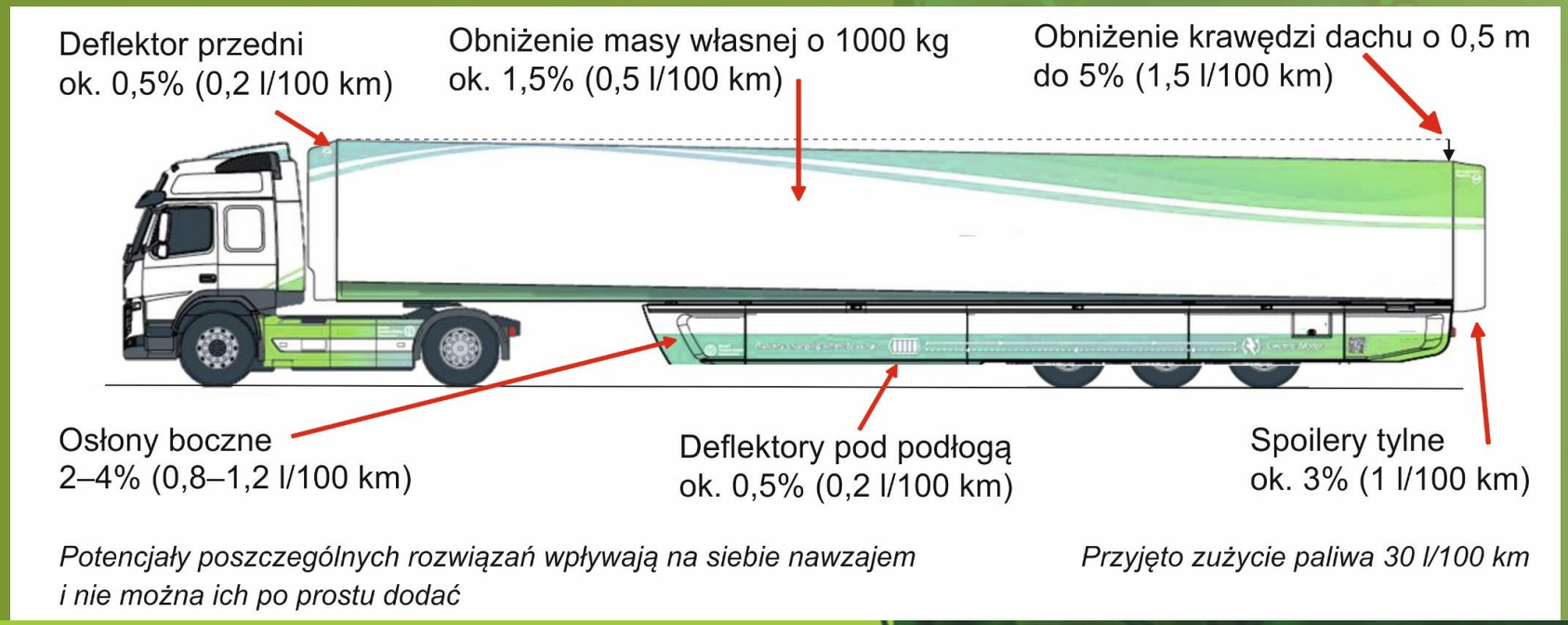
POPRAWA WŁASNOŚCI AERODYNAMICZNYCH – ROZWIĄZANIA PRAKTYCZNE

Większym zainteresowaniem niż spoilery z tyłu naczepy cieszą się pakiety spoilerów montowane wzdłuż zabudowy.

CC BY

POPRAWA WŁASNOŚCI AERODYNAMICZNYCH – ROZWIĄZANIA PRAKTYCZNE

- Schmitz Cargobull opracował aerodynamiczne nadwozia EcoGeneration dla naczep kurtynowych S.CS, które pozwalają na obniżenie zużycia paliwa do 5%.
- Koncepcja opuszczanej sekcji tylnej w naczepach EcoGeneration nadaje im aerodynamiczny kształt i zmniejsza opór aerodynamiczny – jest to wykorzystanie możliwości związanych z ogólną optymalizacją aerodynamiczną naczep.
- Tylną część można łatwo podnieść, jeśli naczepa wymaga załadunku po dach. Daje to potencjalnie wysokie oszczędności bez dodatkowych kosztów, zwłaszcza podczas transportu ciężkich ładunków.



CC BY

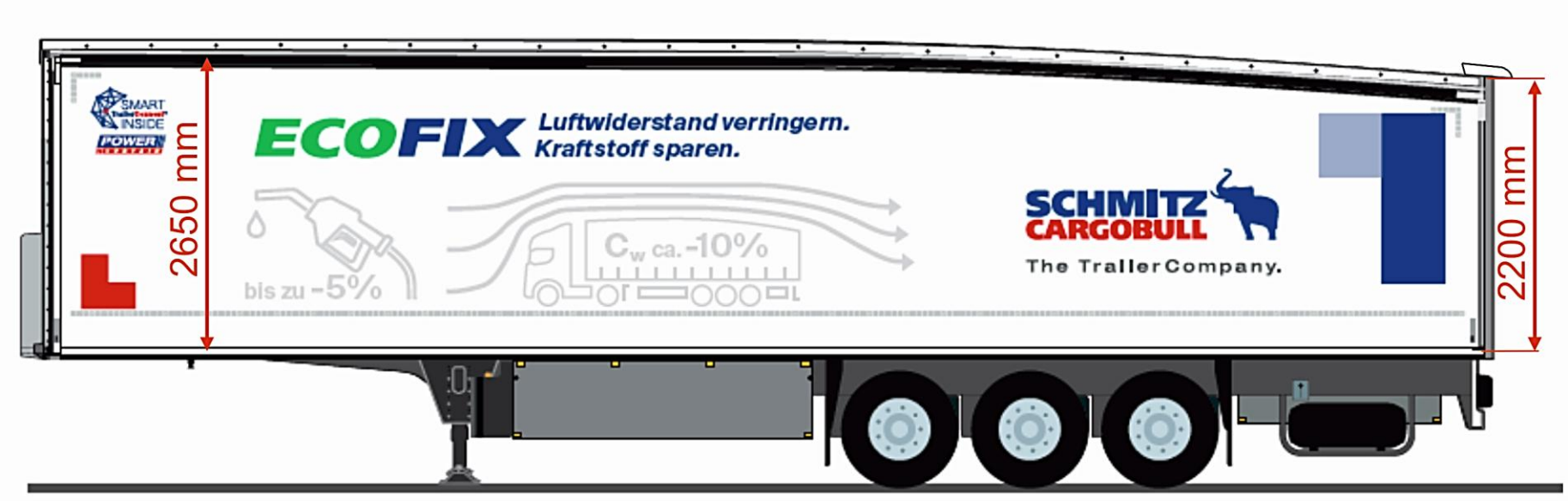
POPRAWA WŁASNOŚCI AERODYNAMICZNYCH – ROZWIĄZANIA PRAKTYCZNE

- Zmiana wysokości części tylnej nie ogranicza w znaczący sposób funkcjonalności pojazdu, wydajności transportu i sposobu obsługi.
- Zwiększenie wydajności i skuteczności aerodynamicznego nadwozia w generowaniu zrównoważonych efektów dzięki maksymalnej oszczędności paliwa nie wiąże się z koniecznością stosowania drogiego, łatwo ulegającego uszkodzeniom osprzętu.
- Jeśli tylko 50% wszystkich przejazdów odbywa się w trybie„ aerodynamicznym”, a 50% w trybie „objętościowym”, bez opuszczonego nadwozia, naczepa EcoFlex pozwala na zaoszczędzenie do 7700 euro za 1 mln km lub ponad 900 euro rocznie. Obciążenie środowiska zmniejsza się o 2,3 t CO_2 rocznie.

CC BY

POPRAWA WŁASNOŚCI AERODYNAMICZNYCH – ROZWIĄZANIA PRAKTYCZNE

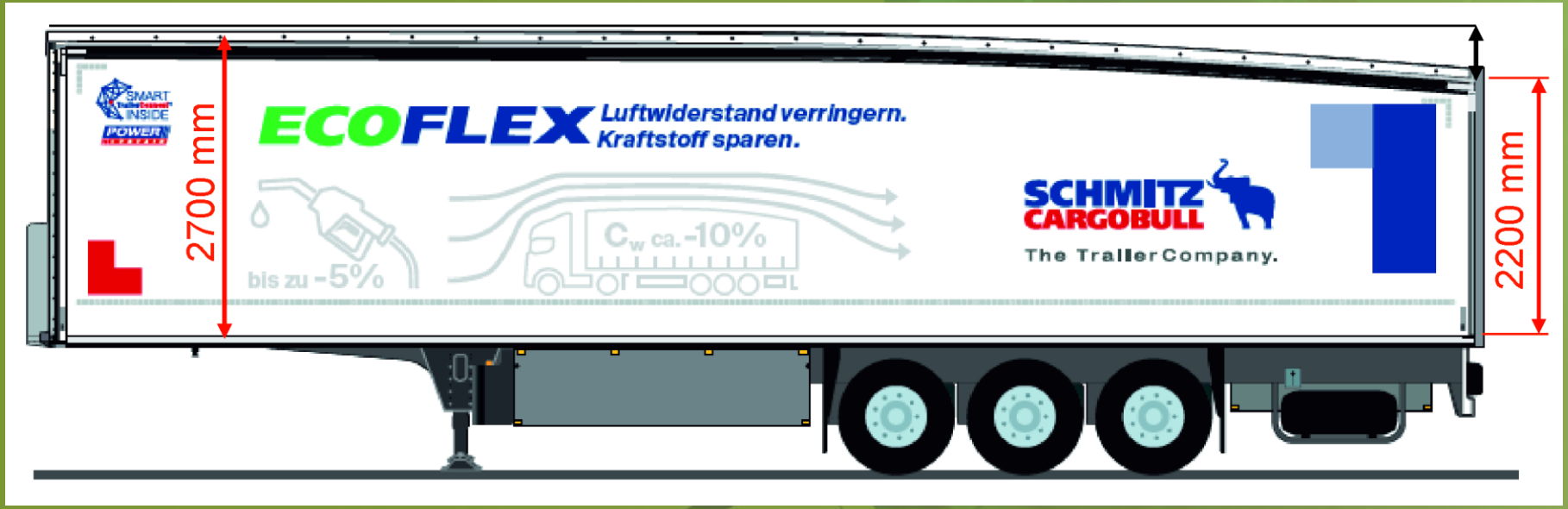
- Zabudowa naczep EcoGeneration w wersji EcoFIX to idealne rozwiązanie do transportu poziomych, płaskich i ciężkich ładunków, takich jak stal czy role papieru.
- Dzięki zmniejszonej masie i sztywnemu tyłowi pojazd ma całkowitą wysokość z przodu wynoszącą 4 m.
- Wyposażona w kurtynę o odpowiedniej konstrukcji naczepa o zoptymalizowanej ładowności stanowi alternatywę oszczędzającą paliwo dzięki zmniejszonej masie i aerodynamicznej konstrukcji.



CC BY

POPRAWA WŁASNOŚCI AERODYNAMICZNYCH – ROZWIĄZANIA PRAKTYCZNE

- Naczepa EcoFLEX ma elastycznie opuszczaną część tylną.
- Przy maksymalnym podniesieniu ma całkowitą wysokość 4 m z przodu i z tyłu. Jednocześnie wysokość kurtyny dostosowuje się do nadwozia z możliwością elastycznego podniesienia części tylnej, gdy wymagana jest pełna objętość załadunkowa.
- Uzyskany aerodynamiczny kształt pozwala na obniżenie zużycia paliwa.
- Naczepa ta idealnie nadaje się do transportu ładunków różnego rodzaju (drobnicy) i napojów.



CC BY

POPRAWA WŁASNOŚCI AERODYNAMICZNYCH – ROZWIĄZANIA PRAKTYCZNE

CC BY

POLITECHNIKA LUBELSKA
Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

POPRAWA WŁASNOŚCI AERODYNAMICZNYCH – ROZWIĄZANIA PRAKTYCZNE

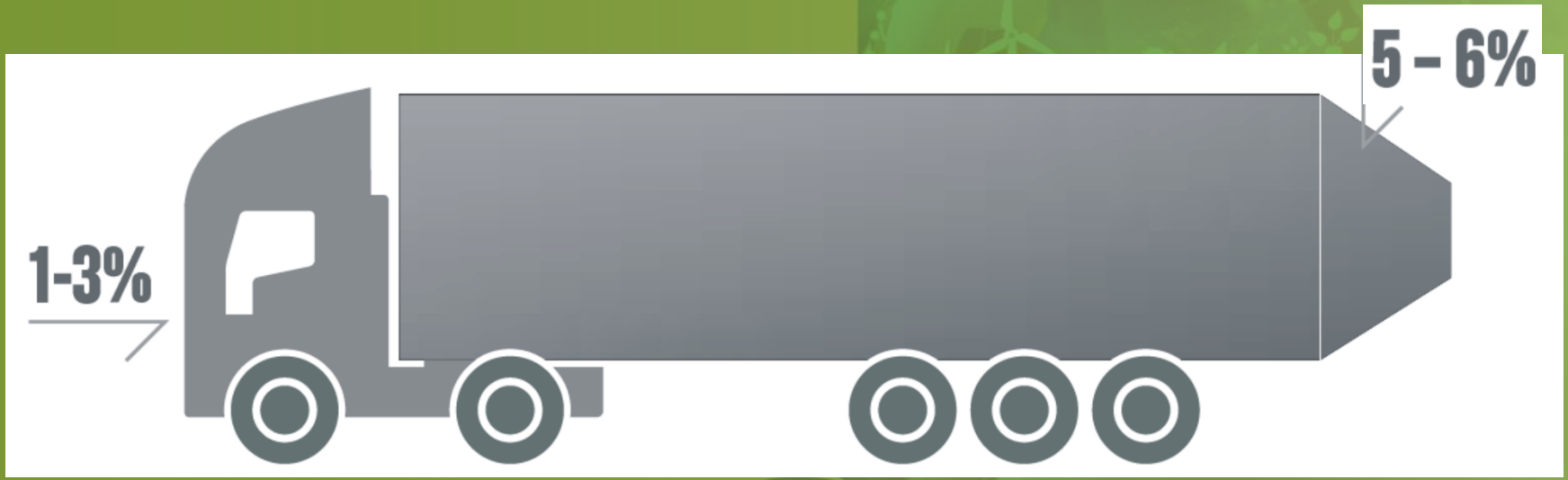
- Naczepa EcoVARIOS to doskonała opcja w transporcie ładunków objętościowych i typowych ładunków przewożonych na rzecz sektora motoryzacyjnego, które pakowane są w skrzyniopaletach (gitterboksach), ustawianych na naczepie na 3 poziomach.
- Wysokość zarówno przedniej, jak i tylnej części nadwozia można elastycznie regulować.
  Ten wariant oferuje wysokość wewnętrzną 3 m i całkowitą wysokość 4 m.
- Naczepa EcoVARIOS zapewnia oszczędność paliwa, gdy nie jest wymagana całkowita 3-metrowa wysokość wnętrza.

POLITECHNIKA LUBELSKA

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

DYREKTYWA „WYMIAROWA” EU 96/53/EC

- Od 2020 r. obowiązuje Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/719 zmieniająca dyrektywę 96/53/WE, która przyznaje odstępstwa dotyczące maksymalnych długości, aby pojazdy ciężarowe stały się bardziej ekologiczne dzięki poprawie ich osiągów aerodynamicznych.
- Uznano również odstępstwa od dmc. dozwolone dla pojazdów napędzanych paliwami alternatywnymi.



CC BY

WYKORZYSTANIE ZMIAN W DYREKTYWIE EU 96/53/EC

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

WYKORZYSTANIE ZMIAN W DYREKTYWIE EU 96/53/EC

CC BY

WYKORZYSTANIE ZMIAN W DYREKTYWIE EU 96/53/EC

- Wprowadzona we wrześniu 2024 r. przez Daimler Truck nowa kabina ProCabin dzięki zmniejszeniu oporu powietrza pozwala obniżyć zapotrzebowanie na energię w trakcie jazdy, a w przypadku pojazdów elektrycznych na odzyskiwanie większej ilości energii podczas rekuperacji, co przekłada się na większy zasięg.
- Wydłużenie przodu o 80 mm pozwoliło na uzyskanie aerodynamicznego kształtu, co przekłada się na zmniejszenie współczynnika oporu powietrza kabiny ProCabin o 9% w porównaniu z wcześniejszą kabiną seryjnego Actrosa.
- W przypadku Actrosa L z silnikiem spalinowym zastosowanie ProCabin pozwoliło na obniżenie zużycia paliwa o 3% w stosunku do dotychczas oferowanego modelu Actros L.

CC BY

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską
NCBR Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Aktywne systemy wspomagające jazdę ekonomiczną

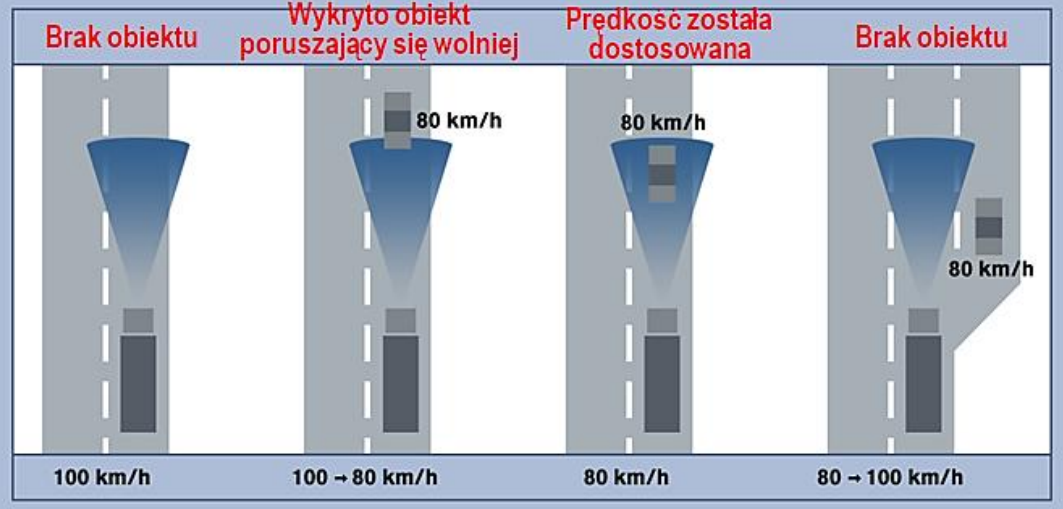
dr inż. Dariusz Piernikarski
Katedra Zrównoważonego Transportu i Źródeł Napędu
Politechnika Lubelska

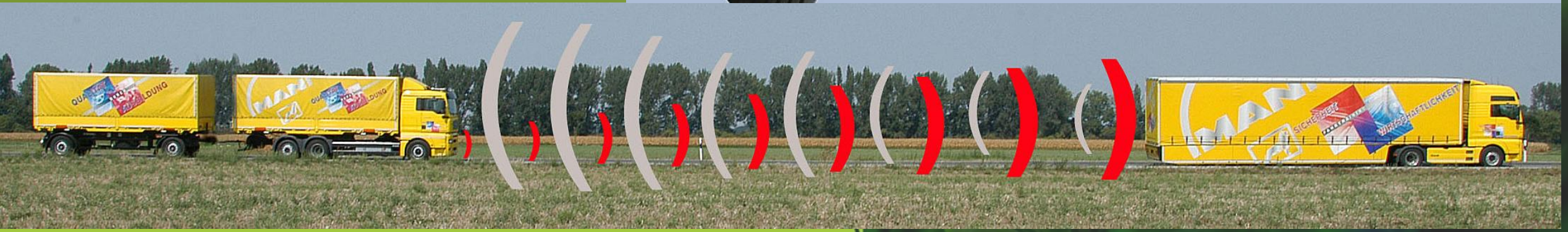
CC BY

POLITECHNIKA LUBELSKA
Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

ADAPTACYJNY SYSTEM KONTROLI PRĘDKOŚCI JAZDY ACC

- ACC (Adaptive Cruise Control) to tempomat wyposażony w funkcję kontroli odległości od pojazdu poprzedzającego.
- System ma możliwość automatycznego uruchamiania układów hamulcowych (hamulców długotrwałego działania, hamulców roboczych).
- ACC może automatycznie dostosować zarówno prędkość jazdy, jak i odległość od poprzedzającego pojazdu w ramach ustawień dokonanych przez kierowcę.
- Urządzenie radarowe (typowo 77 GHz) mierzy odległość do obiektu o mniejszej prędkości, znajdującego się przed pojazdem.
  System oblicza zmianę momentu obrotowego, dodatnią lub ujemną, potrzebną do dostosowania prędkości do prędkości obiektu z przodu.





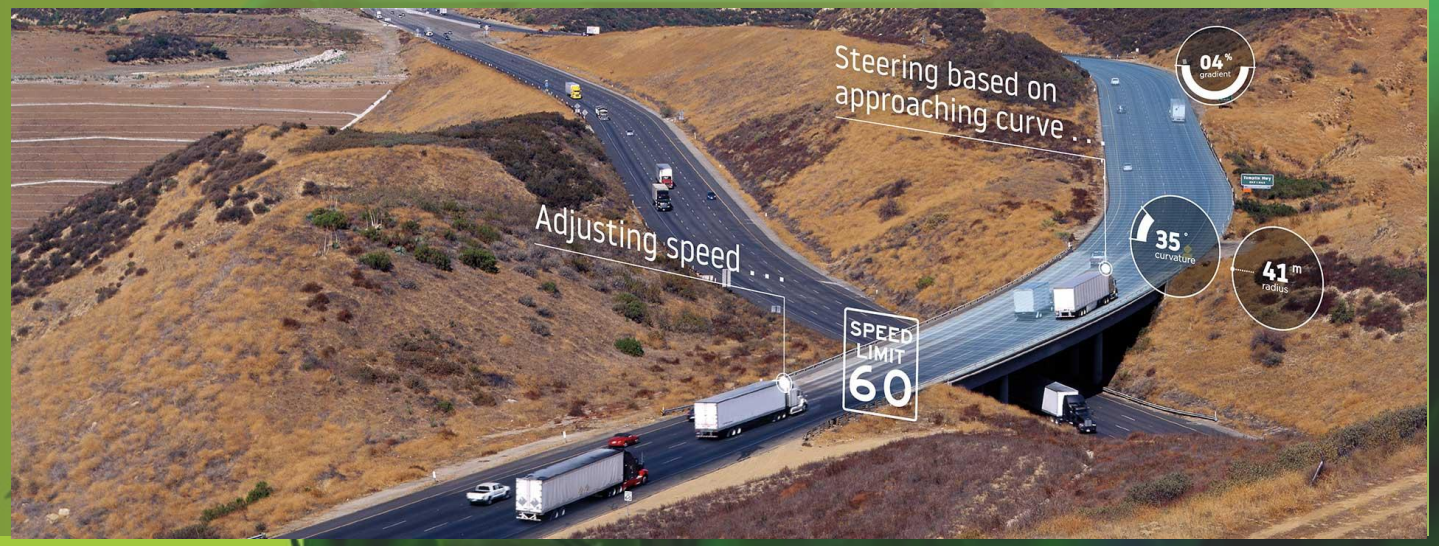
CC BY

Adaptive Cruise Control (ACC)

with Stop and Go function

SYSTEM PREDYKCYJNEJ KONTROLI UKŁADU NAPĘDOWEGO – Predictive Powertrain Control (PPC)

- Rozwiązania, w których tempomat wykorzystujący GPS do określenia bieżącej pozycji samochodu i przewidywania topografii pokonywanej trasy wspomaga pracę zautomatyzowanych skrzyń biegów (i oczywiście połączonych z nimi silników) zaczęły być stosowane przez producentów samochodów ciężarowych już w 2012 r.
- Od tego czasu na stałe zagościły w elektro-informatycznej architekturze pojazdów i ewoluowały, stając się obecnie dojrzałymi, wyrafinowanymi rozwiązaniami, których efektem działania jest obniżenie zużycia paliwa, jazda bardziej płynna i z większą prędkością średnią.
- System PPC uwzględnia topografię terenu, przebieg drogi i znaki drogowe. Umożliwia w ten sposób unikanie niepotrzebnego hamowania, przyspieszania i zmiany biegów oraz optymalne wykorzystywanie paliwa. Jazda pod kontrolą PPC jest często bardziej oszczędna niż styl jazdy zawodowego kierowcy – także takiego, który dobrze zna zarówno trasę, jak i osiągi swojej ciężarówki.
- Inteligentny system sterujący tempomatem i skrzynią biegów obniża zużycie paliwa średnio o 5%w stosunku do pojazdów, które nie są wyposażone w PPC.



CC BY

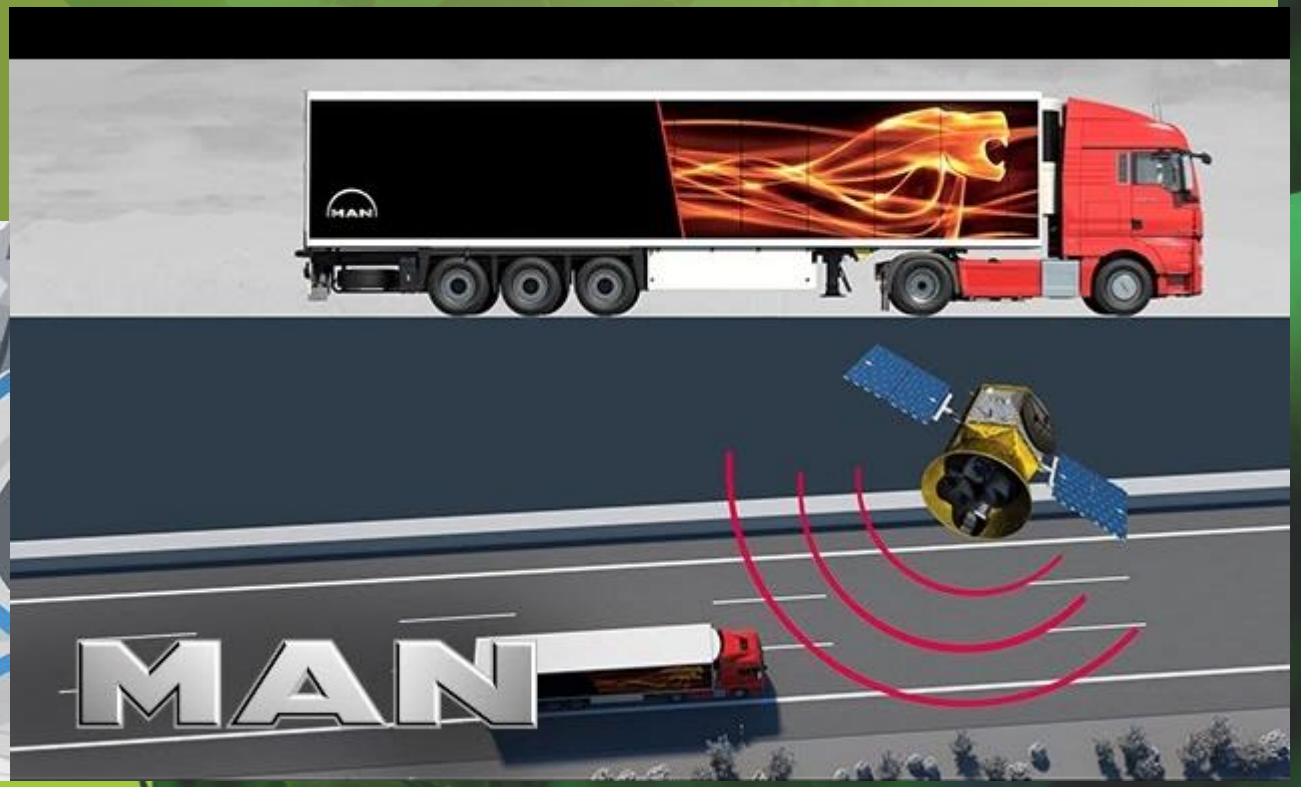
SYSTEM PREDYKCYJNEJ KONTROLI UKŁADU NAPĘDOWEGO – Predictive Powertrain Control (PPC)

- PPC łączy aktualne informacje GPS o dokładnej lokalizacji ciężarówki z zapisanymi w swojej pamięci cyfrowymi trójwymiarowymi mapami drogowymi i w ten sposób oblicza swego rodzaju elektroniczny horyzont, do którego automatycznie dostosowuje styl jazdy ciężarówki.
- PPC przetwarza kierunek jazdy i topografię terenu, po którym przebiega droga, co umożliwia predykcyjne wybranie biegu, momentów ich przełączania oraz prędkości utrzymywanej przez tempomat.
- System PPC stale wykorzystuje informacje z systemu automatycznego utrzymywania odległości, dzięki czemu w paliwooszczędnym sterowaniu układem napędowym uwzględnia także ruch pojazdów poprzedzających.

CC BY

SYSTEM PREDYKCYJNEJ KONTROLI UKŁADU NAPĘDOWEGO – MAN Efficient Cruise

- MAN EfficientCruise bierze pod uwagę zbliżające się wzniesienia i zjazdy na aktualnej trasie oraz dostosowuje pozycję jazdy i prędkość pojazdu, jeśli to możliwe, w celu uzyskania bardziej ekonomicznego stylu jazdy.
- Skutecznie ogranicza liczbę przełączeń biegów (zwłaszcza ich redukcję) realizowaną przez zautomatyzowaną skrzynię MAN TipMatic. Wybiera optymalny bieg przed wzniesieniem, unikając w ten sposób zmiany biegów na wzniesieniach i tym samym przerw w trakcji.
- EfficientCruise zapewnia również zwiększoną wydajność nawet na niewielkich wzniesieniach, automatycznie przełączając skrzynię biegów w położenie neutralne „N” w połączeniu z funkcją wolnego biegu EfficientRoll.

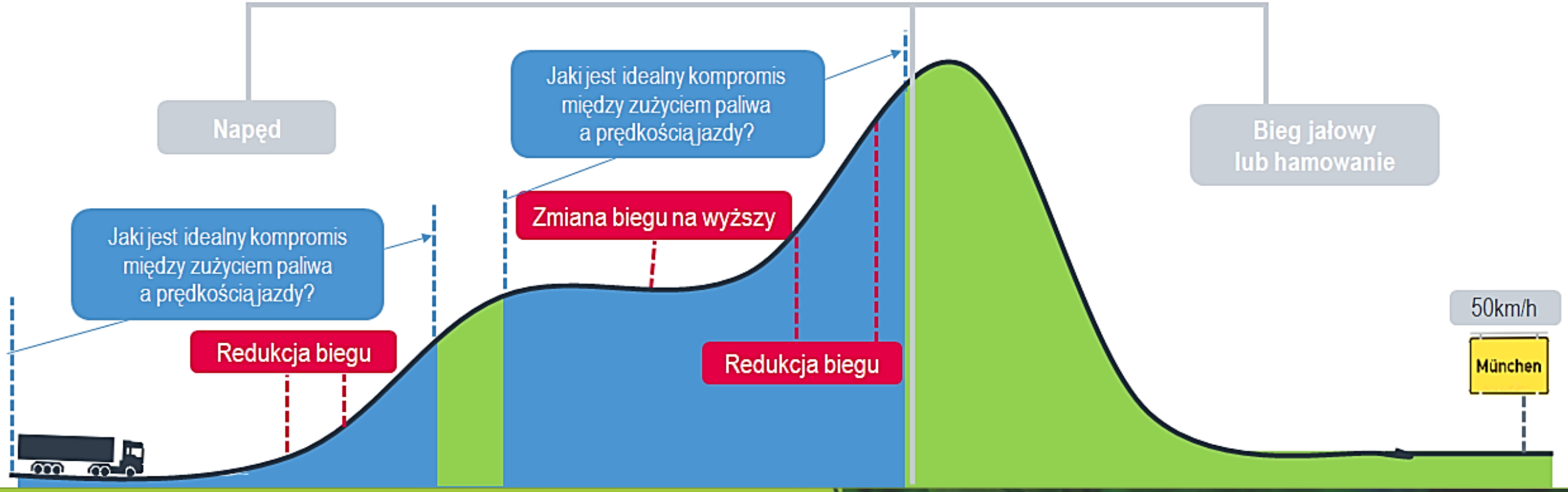


CC BY

SYSTEM PREDYKCYJNEJ KONTROLI UKŁADU NAPĘDOWEGO – MAN Efficient Cruise

EfficientCruise

- **Problem 1:** Bez unikania niepotrzebnych zmian biegu
- **Problem 2:** Brak informacji z EfficientCruise i brak zaleceń dotyczących wyboru biegu. Zmiany biegów wynikają wyłącznie z normalnej strategii zmiany biegów.



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

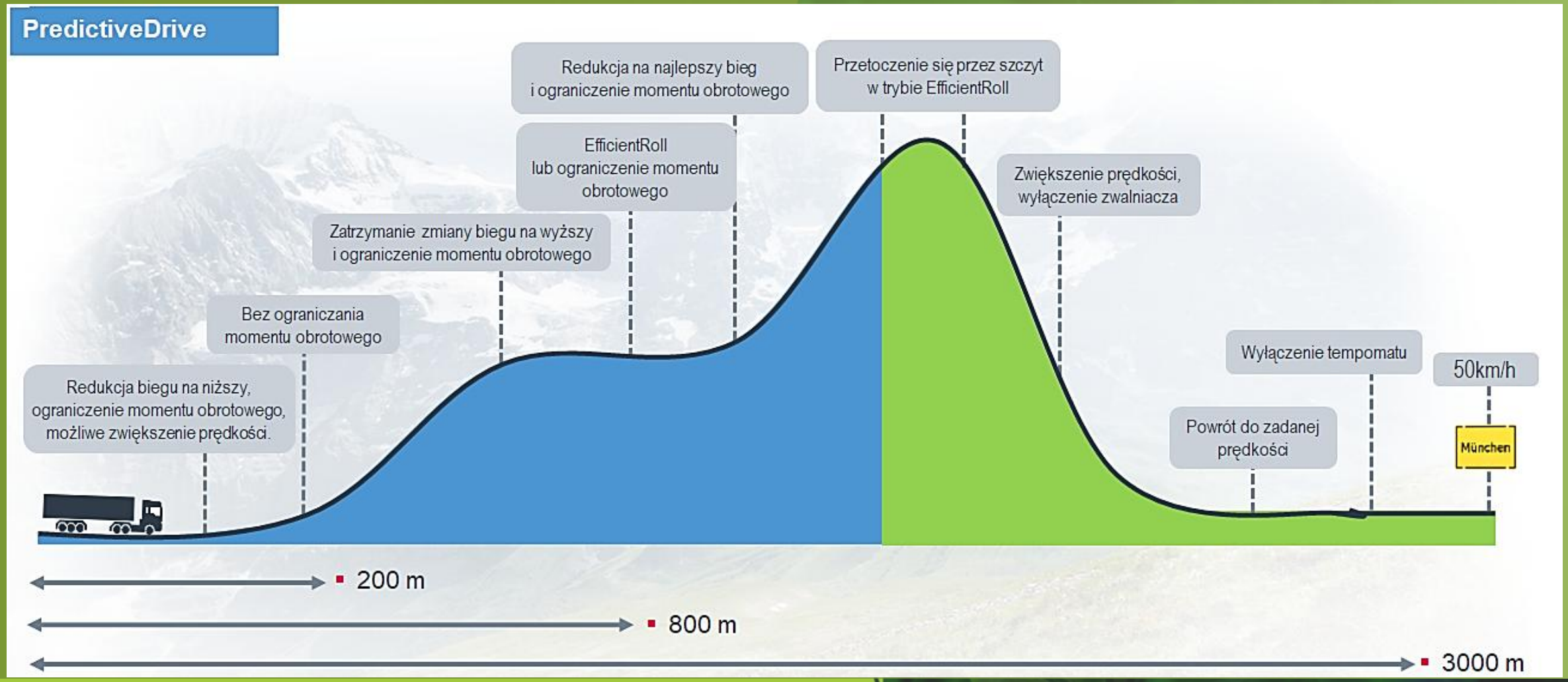
SYSTEM PREDYKCYJNEJ KONTROLI UKŁADU NAPĘDOWEGO – MAN Predictive Drive

- MAN PredictiveDrive uzupełnia działanie MAN EfficientCruise, szczególnie podczas podjazdów i zjazdów. Postanowiono oceniać zbliżający się odcinek pokonywanej drogi nie tylko pod kątem zużycia paliwa, ale również utraty prędkości. Uwzględnia się przy tym charakterystykę silnika określającą jego jednostkowe zużycie paliwa.
- MAN PredictiveDrive analizuje trasę przejazdu w 3 horyzontach odległościowych: 3000 m, 800 m (typowo) oraz 200 m (wolna jazda w obszarze zabudowanym) i działa już powyżej prędkości 25 km/h.
- Zaawansowana analiza danych pobieranych z GPS pozwala, szczególnie podczas jazdy na wzniesieniach, zaplanować optymalny przebieg prędkości i dobrać najefektywniejszą strategię zmiany przełożeń. W konsekwencji silnik pracuje zawsze w swoim najoszczędniejszym obszarze obciążeń i prędkości obrotowych. Celem jest zazwyczaj nabranie jak największego pędu na wzniesieniu, np. podczas jazdy pod górę. poprzez wcześniejsze krótkie przyspieszenie i wcześniejszą redukcję biegu, aby zapewnić odpowiedni nadmiar mocy.

CC BY

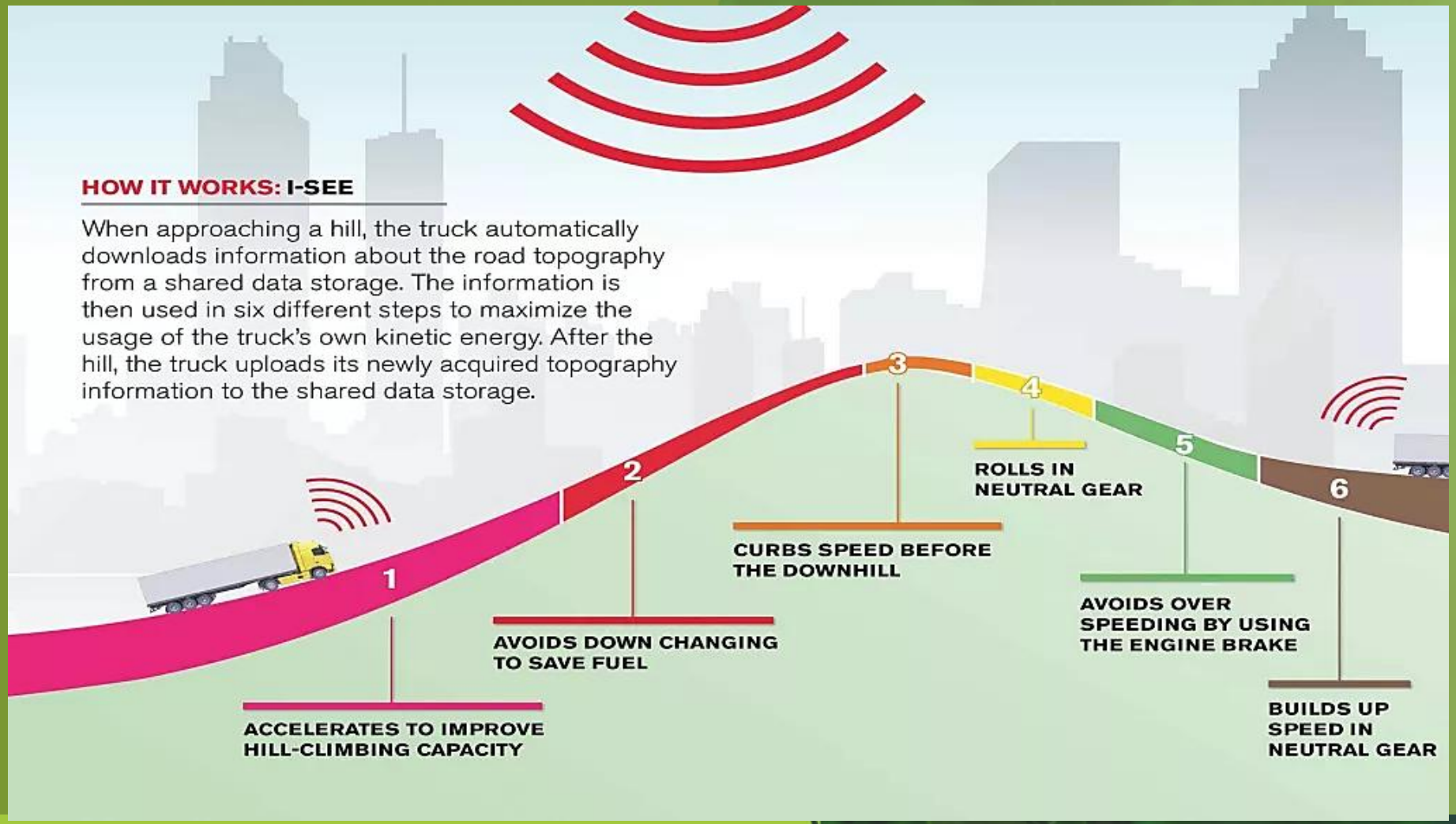
Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

SYSTEM PREDYKCYJNEJ KONTROLI UKŁADU NAPĘDOWEGO – MAN Predictive Drive



CC BY

SYSTEM PREDYKCYJNEJ KONTROLI UKŁADU NAPĘDOWEGO – VOLVO I-See



CC BY

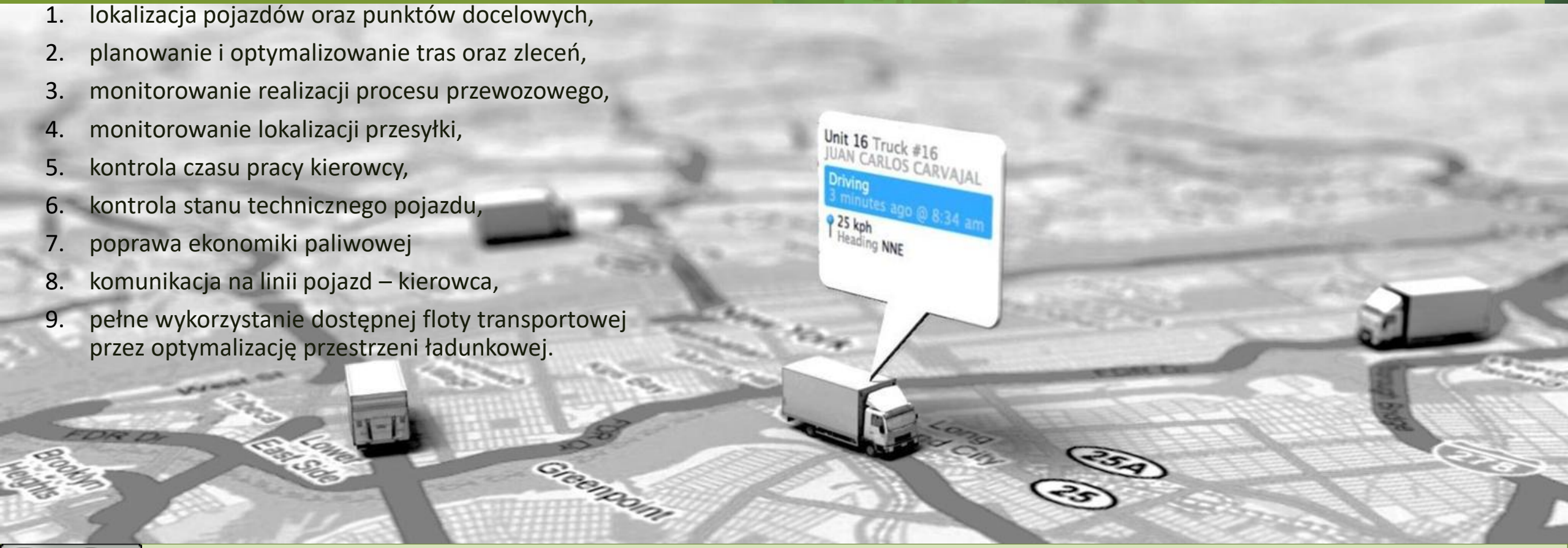
Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

TELEMATYCZNE SYSTEMY ZARZĄDZANIA FLOTĄ

Wspomaganie procesów logistycznych odnoszących się do transportu, a także dążenie do poprawy jakości świadczonych usług to główny cel wykorzystania systemów zarządzania flotą/transportem TMS (Transportation Management Systems).

Rozwiązania te wspierają operatora w realizacji poniższych podstawowych zadań:

1. lokalizacja pojazdów oraz punktów docelowych,
2. planowanie i optymalizowanie tras oraz zleceń,
3. monitorowanie realizacji procesu przewozowego,
4. monitorowanie lokalizacji przesyłki,
5. kontrola czasu pracy kierowcy,
6. kontrola stanu technicznego pojazdu,
7. poprawa ekonomiki paliwowej
8. komunikacja na linii pojazd – kierowca,
9. pełne wykorzystanie dostępnej floty transportowej przez optymalizację przestrzeni ładunkowej.



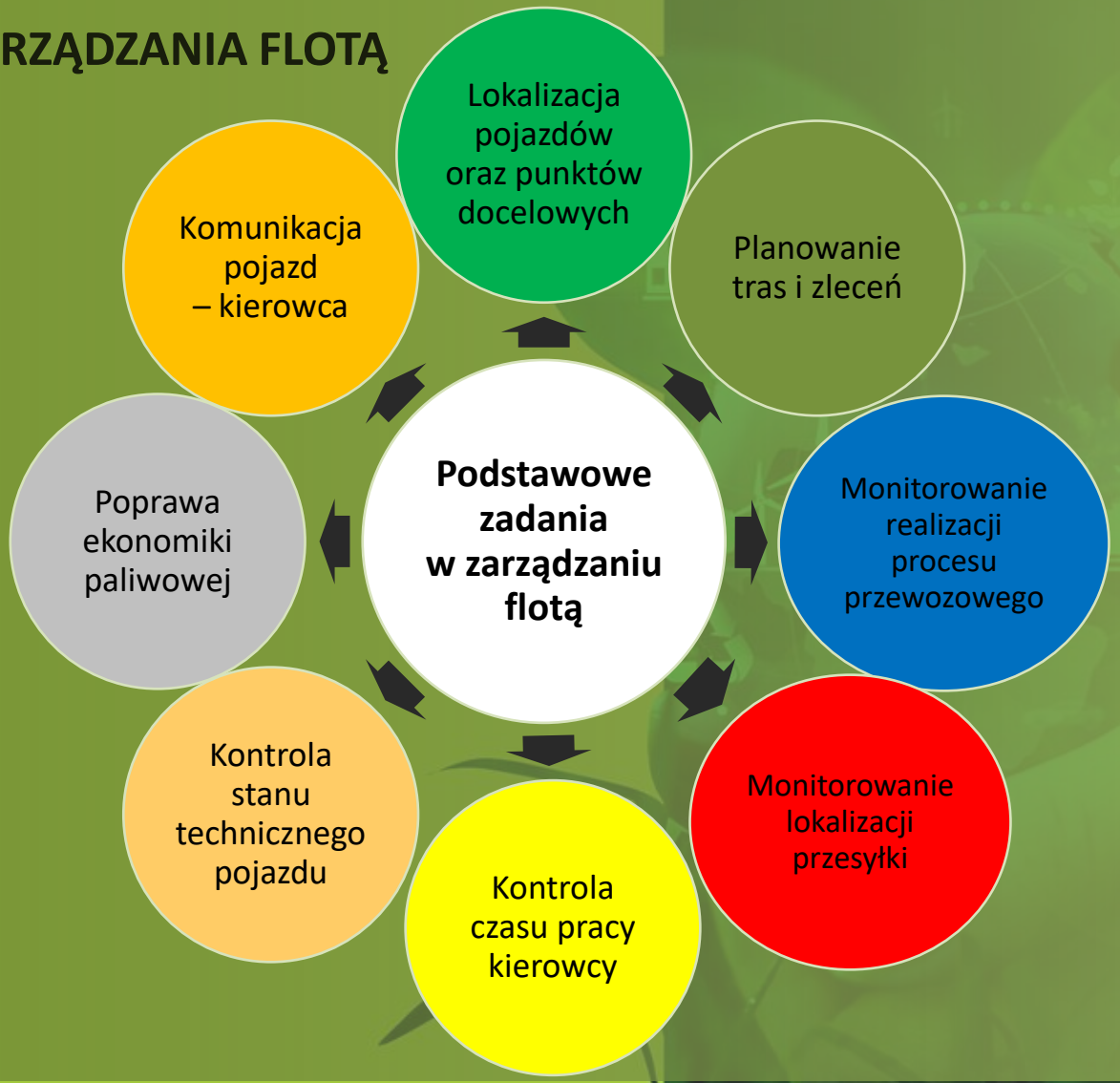
CC BY

TELEMATYCZNE SYSTEMY ZARZĄDZANIA FLOTĄ

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

TELEMATYCZNE SYSTEMY ZARZĄDZANIA FLOTĄ



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

TELEMATYCZNE SYSTEMY ZARZĄDZANIA FLOTĄ

Poprawa ekonomiki paliwowej

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

POPRAWA EKONOMIKI PALIWOWEJ – ANALIZA UŻYTKOWANIA

- Analiza użytkowania obejmuje wszystkie najważniejsze parametry użytkowe pojazdów i pozwala na ich analizę na podstawie przejrzystych i obiektywnych kryteriów.
- Na bazie uzyskanych wyników oceniane jest zachowanie i technika jazdy kierowców. Informacje i oceny pozwalają na formułowanie uzasadnionych wniosków odnośnie sposobu prowadzenia kierowców z uwzględnieniem wartości zużycia i techniki hamowania oraz innych właściwości pojazdu.
- Analiza użytkowania pozwala na jednoznaczną ocenę efektywności ekonomicznej wykorzystania parku samochodowego.
- Analiza zapewnia możliwość śledzenia zmian charakterystycznych wskaźników dla kierowców i ich pojazdów, rozpoznawanie punktów słabych, wymagających poprawy i odpowiedniego na nie reagowania.
- Za pomocą analizy użytkowania dla kierowcy można przykładowo sprawdzić, którzy kierowcy zużywają mniej paliwa, którzy powinni wziąć udział w szkoleniach dotyczących poprawy sposobu prowadzenia.

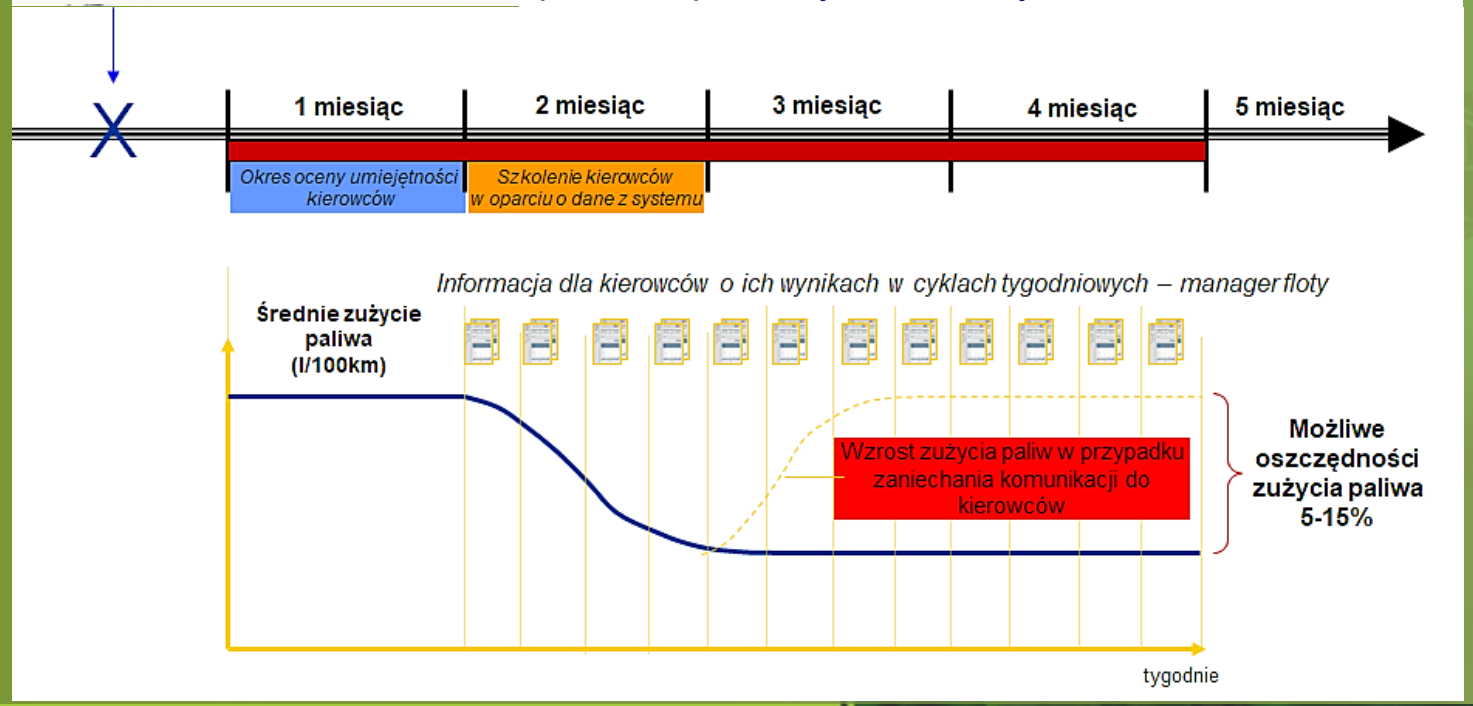
CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

POPRAWA EKONOMIKI PALIWOWEJ – ANALIZA UŻYTKOWANIA

Instalacja modułu TMS
w samochodzie ciężarowym

4-miesięczny okres pracy nad kierowcami z systemem TMS: klienci raportują średnio 7% spadek zużycia paliwa w pierwszych 3 miesiącach



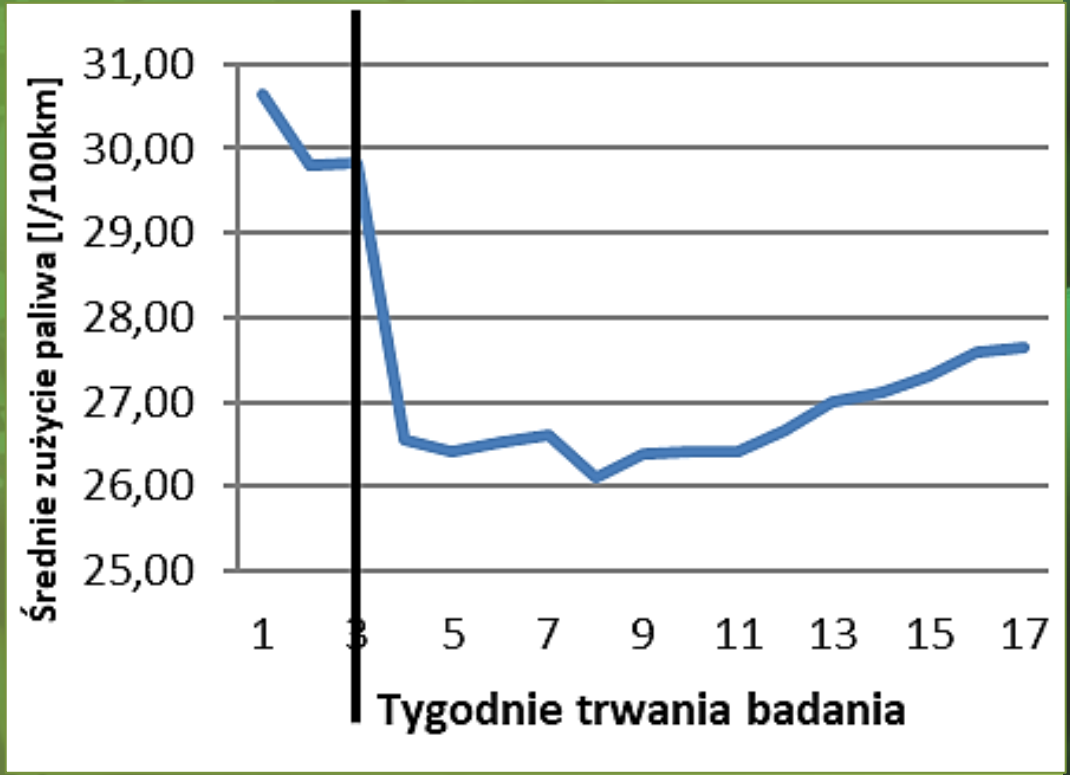
CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

POPRAWA EKONOMIKI PALIWOWEJ – ANALIZA UŻYTKOWANIA

Przykład: porównanie efektów zastosowania analizy stylu jazdy (system FleetBoard) we flocie liczącej 50 zestawów z ciągnikami różnych marek po upływie 4 miesięcy.

- 1. miesiąc: zbieraniem danych dotyczącym floty i kierowców.
- 2. miesiąc: szkolenie kierowców w jeździe ekonomicznej.
- 2. i 3. miesiąc: praktyczne wdrażanie przez kierowców zdobytej wiedzy.
- Efekty: Początkowa wartość zużycia oscylowała w granicy 30 l/100 km. Po okresie 4 miesięcy korzystania z programu średnie zużycie paliwa we flocie spadło do ok. 26,5 l/100 km, co stanowi spadek zużycia paliwa o 11,7%.
- W następnym okresie następował powolny wzrost średniego zużycia paliwa. Kierowcy zaczęli jeździć nie zwracając uwagi na technikę jazdy.
- Zdecydowano o dodatkowej mobilizacji kierowców, jaką były bezpośrednie telefony z przekazywanymi wskazówkami od osoby zarządzającej flotą.
- Rozmowy z kierowcami są przeprowadzane z częstotliwością raz na tydzień i dotyczy to kierowców uzyskujących średnie spalanie powyżej 28 l/100 km.



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

POPRAWA EKONOMIKI PALIWOWEJ – ANALIZA UŻYTKOWANIA

Oprócz korzyści w zakresie zmniejszenia zużycia paliwa, analiza użytkowania pozwala na poprawę całej funkcjonalność floty dzięki innym modułom dostępnym wraz z systemem TMS.

Zakres czasu	Grupa telematyczna	Styl jazdy [ocena]	Trudność użytkowania [ocena]	Przejechana odległość [km]	Średni ciężar [t]	Średnia prędkość [km/h]	Średnie zużycie-całkowite [l/100km]	Średnie zużycie-jazda [l/100km]	Liczba pojazdów
10 / 2013	Wszystkie	9,0	4,9	913502	34	72	28,7	28,4	115
09 / 2013	Wszystkie	9,0	4,9	1380902	34	72	28,4	28,1	116
08 / 2013	Wszystkie	9,1	4,9	1129081	34	73	27,7	27,4	99
07 / 2013	Wszystkie	9,0	4,9	1007423	34	73	28,0	27,7	76
06 / 2013	Wszystkie	9,0	4,8	932781	33	72	28,3	27,9	77
05 / 2013	Wszystkie	9,3	4,7	921331	33	72	28,3	28,0	77
04 / 2013	Wszystkie	9,3	4,7	812589	33	72	29,0	28,6	67
03 / 2013	Wszystkie	9,3	4,7	800195	33	72	30,6	30,0	64

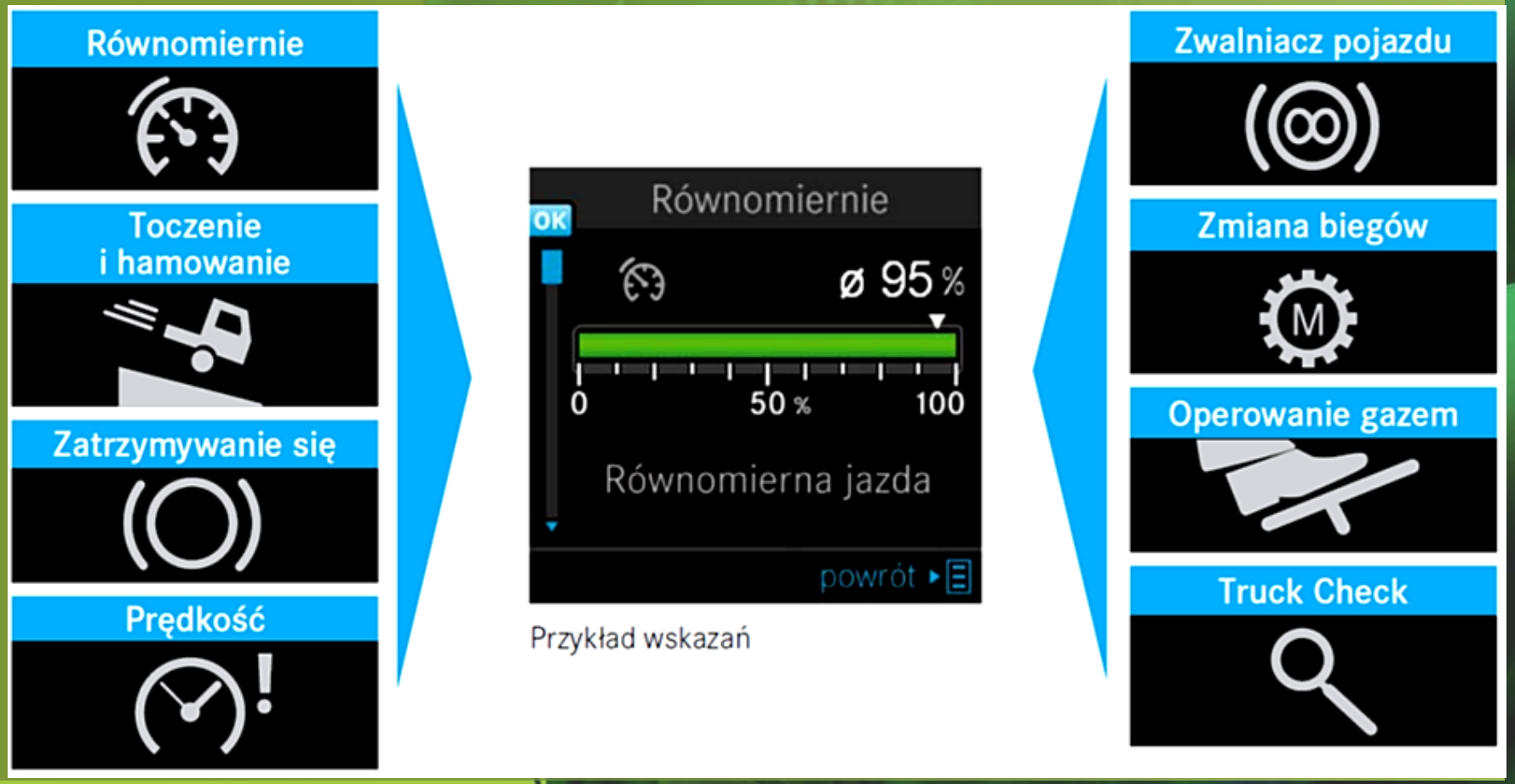
Spadek zużycia paliwa po 4 miesiącach o około 8,5 procent.

CC BY

BIEŻĄCA OCENA STYLU JAZDY KIEROWCY

Typowo ocena stylu jazdy kierowcy odbywa się w następujących kategoriach:

- jazda równomierna,
- jazda bezwładna (toczenie),
- zwalnianie (hamowanie silnikiem),
- prędkość,
- korzystanie z hamulców roboczych i zwalniacza,
- zmiana biegów i dobór przełożeń (w trybie manualnym),
- użycie pedału przyspieszenia,
- praca silnika na biegu jałowym.

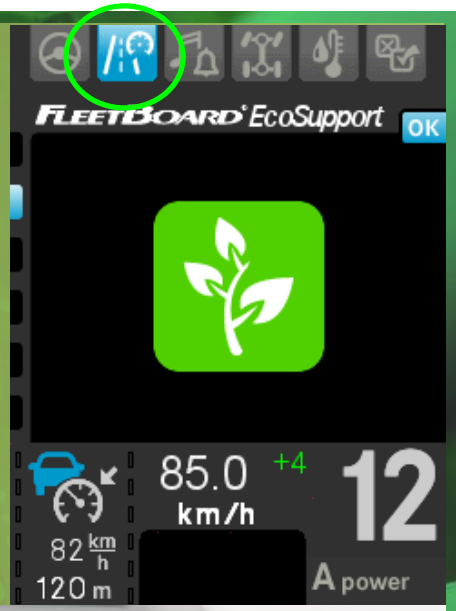


CC BY

BIEŻĄCA OCENA STYLU JAZDY KIEROWCY – SYSTEM FleetBoard EcoSupport

Ocena stylu jazdy w systemie FleetBoard EcoSupport:

- **Jazda równomierna** – im dłuższy odcinek przejechany ze stałą prędkością tym lepsza ocena
- **Jazda bezwładna / hamowanie** – im dłuższy odcinek jazdy „na wybiegu” w stosunku do jazdy z użyciem hamulca głównego/zwalniacza/retardera tym lepsza ocena
- **Zatrzymywanie** – im mniejsza liczba zatrzymań do prędkości 0/km/h, tym lepsza ocena
- **Prędkość** – im dłuższy odcinek z prędkością jazdy do 85km/h, tym lepsza ocena
- **Korzystanie ze zwalniacza** – stopniowa zmiana położenia dźwigni wpływa na ocenę
- **Zmiana biegów** – stosowanie się do zaleceń komputera/właściwy wybór programu jazdy/jazda w trybie Economy wpływa na ocenę
- **Obsługa pedału gazu** – łagodne operowanie pedałem gazu i ograniczenie trybu Kick-Down wpływa na ocenę
- **Truck Check** – czas reakcji na polecenie wyłączenia silnika na postoju wpływa na ocenę



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

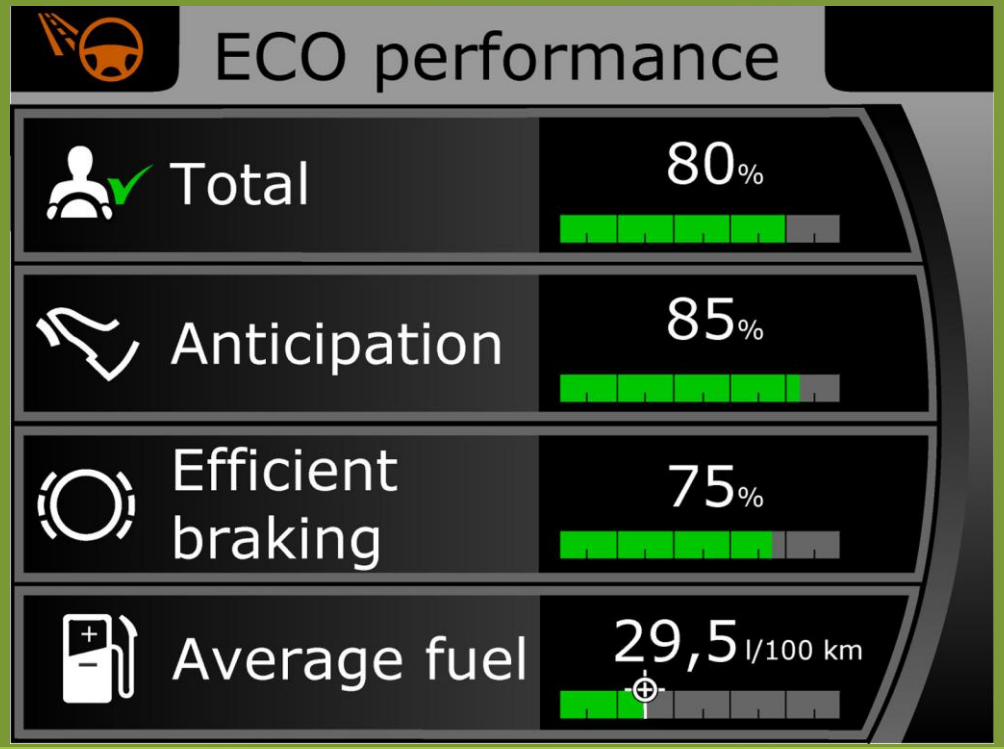
BIEŻĄCA OCENA STYLU JAZDY KIEROWCY – SYSTEM Scania Driver Support

- Scania Driver Support to system, który w czasie rzeczywistym ocenia styl jazdy i udziela kierowcy wskazówek, jak powinien prowadzić pojazd.
- System ten został uzupełniony o usługi Fleet Management, w ramach których użytkownik może wybrać najodpowiedniejszy dla siebie zakres pomocy.
- Driver Support pobiera dane z różnych czujników podłączonych do magistrali CAN pojazdu i informuje kierowcę o skuteczności jego poczynań.
- System motywuje kierowcę do doskonalenia stylu jazdy, uświadamiając mu popełniane błędy i wskazując potencjalne możliwości poprawy.
- Pomaga w nauce bezpiecznego i efektywnego kierowania pojazdem.

CC BY

BIEŻĄCA OCENA STYLU JAZDY KIEROWCY – SYSTEM DAF Performance Assistant

- DAF Driver Performance Assistant (DPA) to interaktywny program szkoleniowy dla kierowców, aby osiągnęli najbardziej efektywny styl jazdy.
- Driver Performance Assistant działa jako osobisty trener, który pomaga kierowcy w jak najlepszym wykorzystaniu potencjału pojazdu w zakresie oszczędności kosztów.



CC BY

BIEŻĄCA OCENA STYLU JAZDY KIEROWCY – SYSTEM VOLVO Coaching On Board

- Volvo Connect: Pakiet „Paliwo i środowisko” (Fuel & Environment) oferuje m.in. jednoznaczne informacje dotyczące zużycia paliwa, przejechanego dystansu, emisji spalin. Pakiet umożliwia analizowanie wyników poszczególnych kierowców.
- Możliwa jest prezentacja raportów, które pozwalają zidentyfikować obszary, w których można poczynić dalsze oszczędności.
- Funkcja alertów generuje ostrzeżenie widoczne dla użytkownika w przypadku większych zmian poziomu paliwa w zbiorniku, co może wskazywać na kradzież.
- Raporty dotyczące emisji spalin mogą być automatycznie wysyłane do klientów.
- W skład pakietu wchodzi funkcja Driver Coaching On Board, dzięki której kierowca stale otrzymuje wskazówki dotyczące stylu jazdy.

CC BY

Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską
NCBR Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Podstawowe zasady jazdy ekonomicznej samochodami z napędem elektrycznym

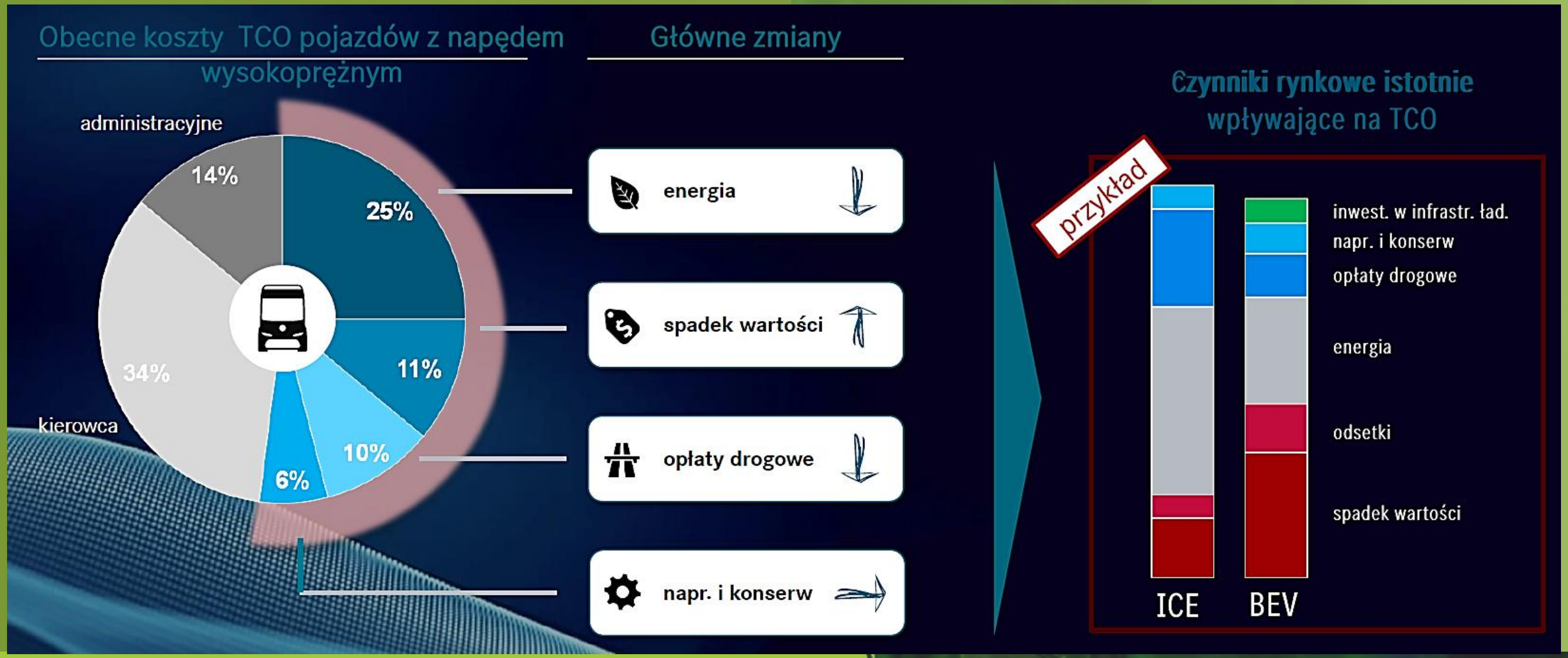
dr inż. Dariusz Piernikarski
Katedra Zrównoważonego Transportu i Źródeł Napędu
Politechnika Lubelska

CC BY

POLITECHNIKA LUBELSKA

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

STRUKTURA KOSZTÓW – TCO POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH



CC BY

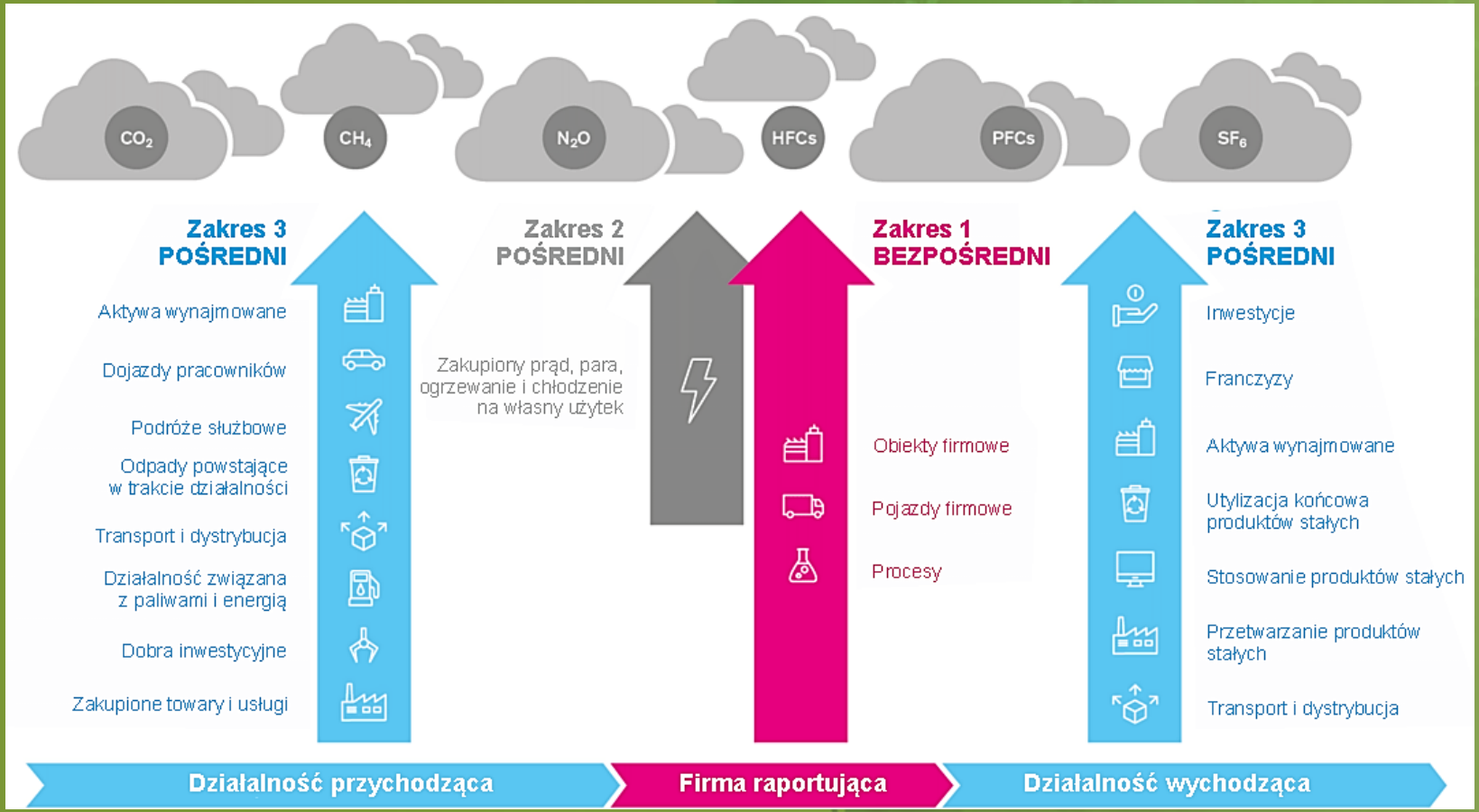
W DRODZE KU NEUTRALNOŚCI KLIMATYCZNEJ

- Dekarbonizacja, walka z efektem cieplarnianym, redukcja śladu węglowego, ograniczane emisji dwutlenku węgla, poprawa jakości powietrza – to hasła, za którymi kryje się jeden z najważniejszych obecnie trendów rozwojowych całej branży motoryzacyjnej.
- Wiele firm działających w różnych branżach – w tym także producenci pojazdów użytkowych – ogłosiło swoje zobowiązanie do osiągania celów SBT (SBT – Science Based Targets, cele klimatyczne oparte na naukowych podstawach), wspierając paryskie porozumienie klimatyczne. Istotą działania w ramach SBT jest zmniejszanie emisji CO_2 z własnej produkcji oraz z własnych operacji transportowych i logistycznych. Liczba firm, które złożyły deklaracje o przystąpieniu do programu SBT rośnie wykładniczo.
- **Ponad 90% emisji gazów cieplarnianych** generowanych w drogowym transporcie towarowym **powstaje po opuszczeniu fabryk przez produkowane pojazdy**. Jest zatem jak najbardziej uzasadnione, aby producenci brali je również pod uwagę.
  Definiuje je w SBT zakres 3: grupujący wszystkie inne pośrednie emisje gazów cieplarnianych, w tym wykorzystanie sprzedanych produktów.

CC BY

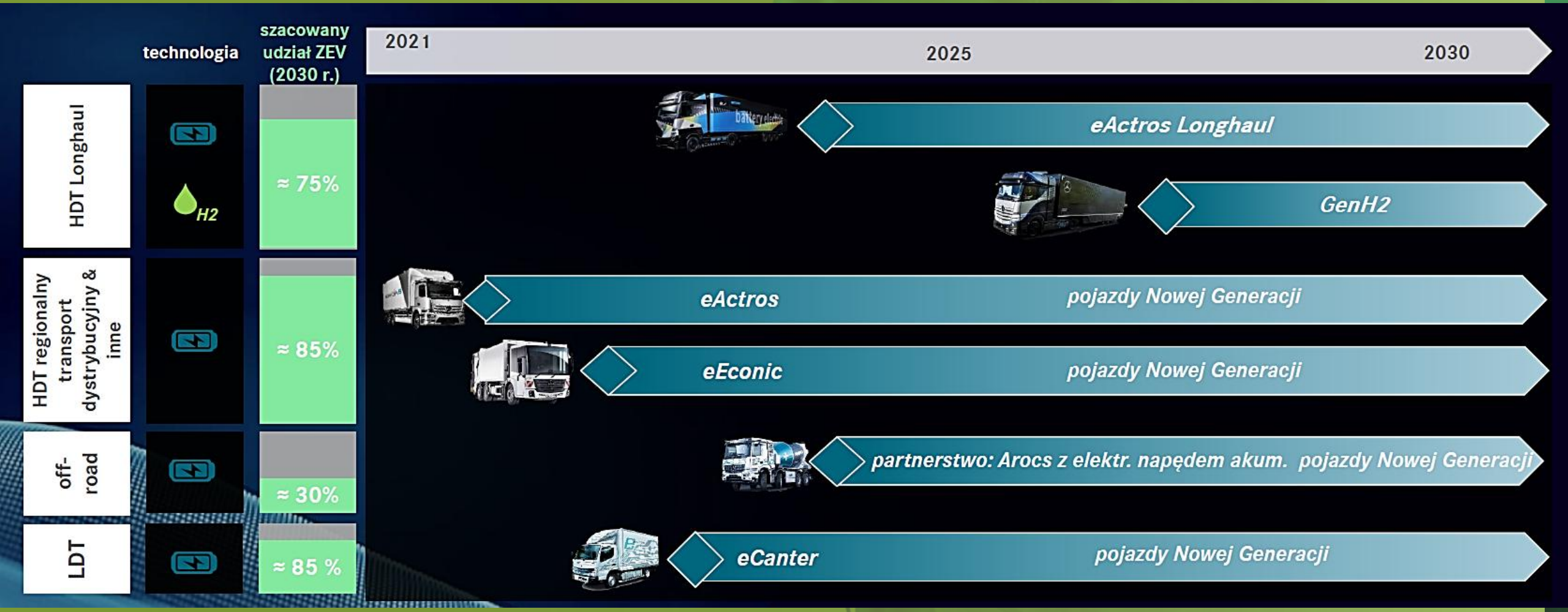
SCIENCE BASED TARGETS – Cele Oparte na Nauce

- Jednym ze sposobów pozwalających na zrealizowane celów SBT jest wprowadzenie do produkcji seryjnej pojazdów z napędem elektrycznym (BEV, FCEV) i propagowanie elektromobilności ciężarowej wśród klientów.



CC BY

W DRODZE KU NEUTRALNOŚCI KLIMATYCZNEJ

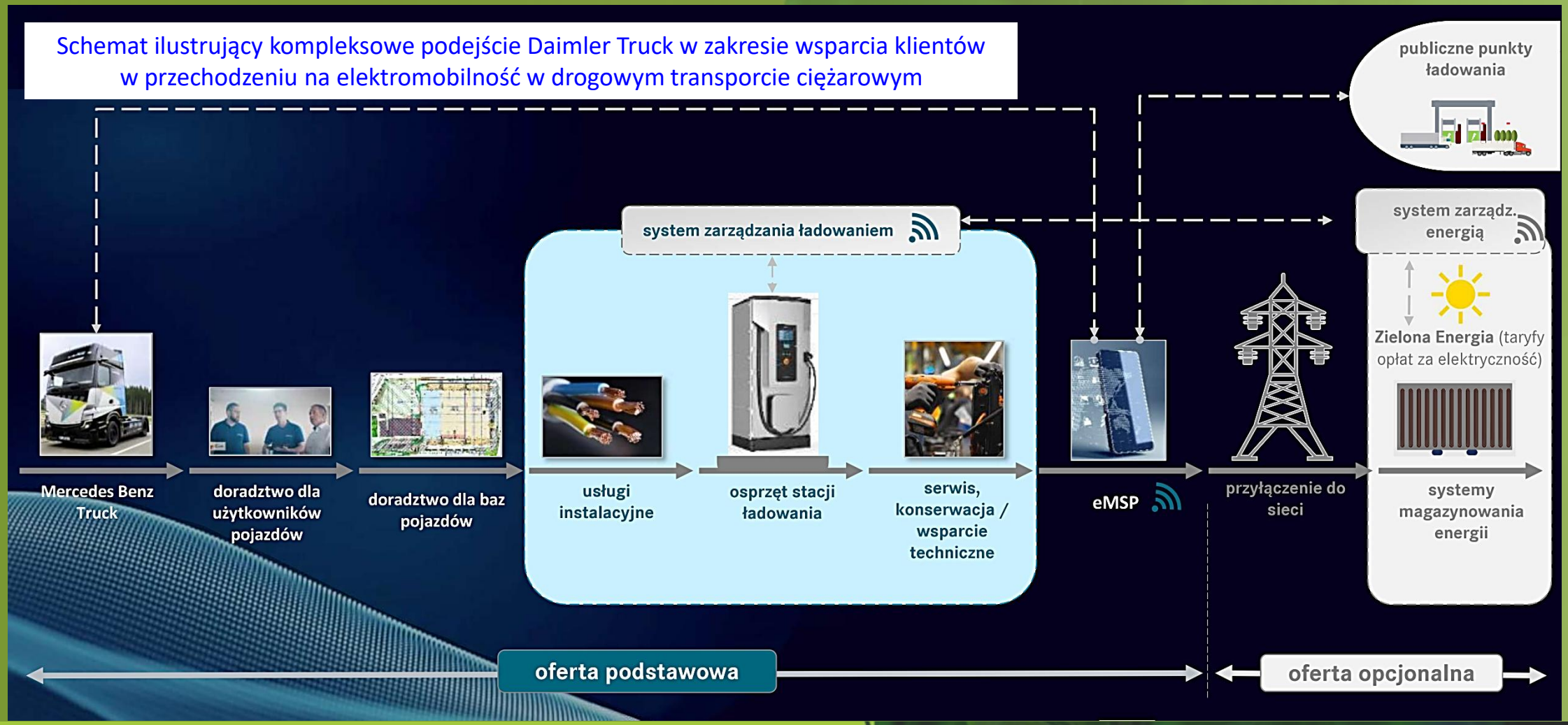


CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

HOLISTYCZNE PODEJŚCIE DO POTRZEB UŻYTKOWNIKÓW BEV

Schemat ilustrujący kompleksowe podejście Daimler Truck w zakresie wsparcia klientów w przechodzeniu na elektromobilność w drogowym transporcie ciężarowym



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

HOLISTYCZNE PODEJŚCIE DO POTRZEB UŻYTKOWNIKÓW BEV

Schemat ilustrujący kompleksowe podejście Renault Trucks w zakresie wsparcia klientów w przechodzeniu na elektromobilność w drogowym transporcie ciężarowym

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

SZKOLENIA KIEROWCÓW ŹRÓDŁEM OSZCZĘDNOŚCI OPERACYJNYCH

- Szkolenia kierowców to przede wszystkim sposób ograniczenia liczby wypadków i zapewnienia bezpieczeństwa innym użytkownikom.
- **Szkolenia kierowców** w zakresie jazdy ekologicznej, tzw. eco-drivingu – jazdy w sposób ograniczający zużycie paliwa i emisję dwutlenku węgla oraz substancji toksycznych – **mają wpływ** zarówno **na środowisko**, jak **i wyniki finansowe firmy** transportowej.
- Na razie w szkoleniach kierowców samochodów ciężarowych w jeździe ekologicznej wykorzystywane są niemal wyłącznie samochody z silnikami Diesla. Wykorzystanie samochodów z akumulatorowym napędem elektrycznym jest marginalne.
- Wiele reguł jazdy ekologicznej, które można stosować w pojazdach konwencjonalnych, z powodzeniem może mieć zastosowanie w samochodach elektrycznych.

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

ECO-DRIVING = JAZDA EKOLOGICZNA

- w przypadku samochodów ciężarowych z konwencjonalnymi silnikami Diesla, jazda ekologiczna polega na płynnym przyspieszaniu i hamowaniu, utrzymywaniu stałej prędkości i unikaniu nadmiernej pracy silnika na biegu jałowym.
- Stosowanie się do tych ogólnych przecież zaleceń, może przynieść efekty w postaci zmniejszenia zużycia paliwa nawet do 15%, średnio wartość ta zawiera się w przedziale od 5% do 10%.
- To przekłada się na zmniejszenie kosztów operacyjnych we flocie. Poza wymiarem ekonomicznym, ekologiczna jazda zmniejsza emisję dwutlenku węgla, tlenków azotu i cząstek stałych.

CC BY

CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA ZUŻYCIE PALIWA PRZEZ POJAZD

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

ECO-DRIVING: PROSTE WSKAZÓWKI DLA KIEROWCÓW

Istnieje kilka reguł, które pozwalają kierowcom w prosty sposób zmniejszyć zużycie paliwa, emisję spalin i zużycie pojazdu. Wymieńmy najważniejsze i najprostsze z nich:

- **Nie używaj niepotrzebnie hamulców**
  Nagłe przyspieszanie i hamowanie zwiększa zużycie paliwa i intensyfikuje zużycie komponentów pojazdu.
- **Utrzymuj w miarę możliwości równomierną prędkość**
  Według badań, jeśli zmieniasz prędkość z 75 km/h na 85 km/h co 18 sekund, ryzykujesz zwiększenie zużycia paliwa o 20%.
- **Staraj się obniżyć masę pojazdu**
  Im cięższy jest pojazd, tym więcej paliwa potrzeba do jego przemieszczenia.
- **Optymalizuj trasy**
  Można np. połączyć wiele przejazdów w jeden i zaplanować jego trasę z wyprzedzeniem.
- **Unikaj pracy silnika na biegu jałowym**
  Pozostawienie pojazdu na biegu jałowym na dłużej niż 10 sekund powoduje zużycie większej ilości paliwa niż w przypadku wyłączenia i ponownego uruchomienia silnika.

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

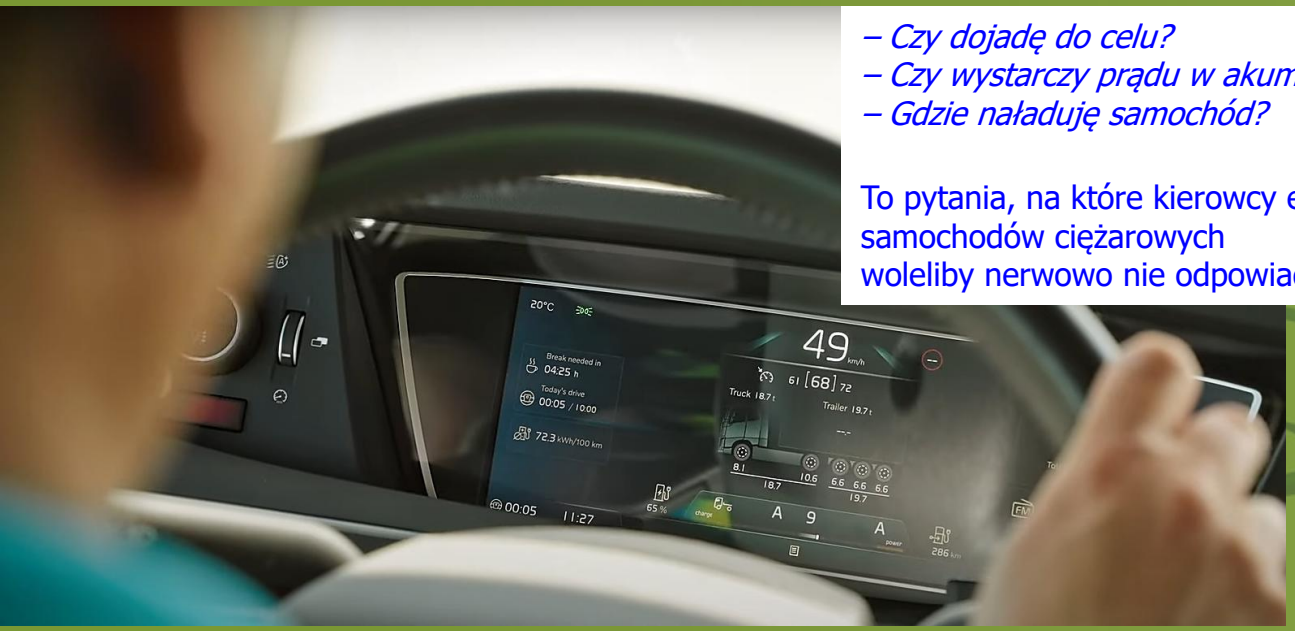
ECO-DRIVING W SAMOCHODZIE CIĘŻAROWYM Z NAPĘDEM ELEKTRYCZNYM

- Na zużycie energii niezbędnej do poruszania się po drodze, zarówno w przypadku samochodów z silnikami spalinowymi, jak i elektrycznymi wpływają czynniki związane z pokonywanymi oporami ruchu.
- Podstawowe opory ruchu to: opór toczenia, opór aerodynamiczny, opór wzniesienia i opór bezwładności.
- W samochodzie elektrycznym to, ile energii elektrycznej uda się zaoszczędzić lub odzyskać, w bezpośredni sposób przekłada się na jego zasięg.
- Na zasięg pojazdu BEV w istotny sposób wpływa również np. temperatura otoczenia zmniejszająca efektywność energetyczną zainstalowanych baterii trakcyjnych.
- Trzy podstawowe czynniki wpływają na zużycie energii (paliwa): pojazd, warunki jazdy – te czynniki są poza kontrolą kierowcy) oraz **styl jazdy kierowcy**.

CC BY

ECO-DRIVING W SAMOCHODZIE CIĘŻAROWYM Z NAPĘDEM ELEKTRYCZNYM

- **Najważniejsze reguły jazdy ekologicznej i ekonomicznej pozostają niezmienne**.
  Pojawiają się jednak subtelne różnice wynikające z odmiennie pracującego układu napędowego.
- Aby możliwe było zmaksymalizowanie wydajności pojazdu elektrycznego, niezwykle istotne jest zrozumienie istniejących możliwości i zasady działania pojazdu.
- Kierowcy powinni wiedzieć, jak złagodzić swoje obawy związane z utratą zasięgu i bez obaw realizować zadania transportowe, rozumiejąc na czym polega hamowanie regeneracyjne, wyznaczając trasy, unikając szybkiego przyspieszania i utrzymując umiarkowaną temperaturę w kabinie.



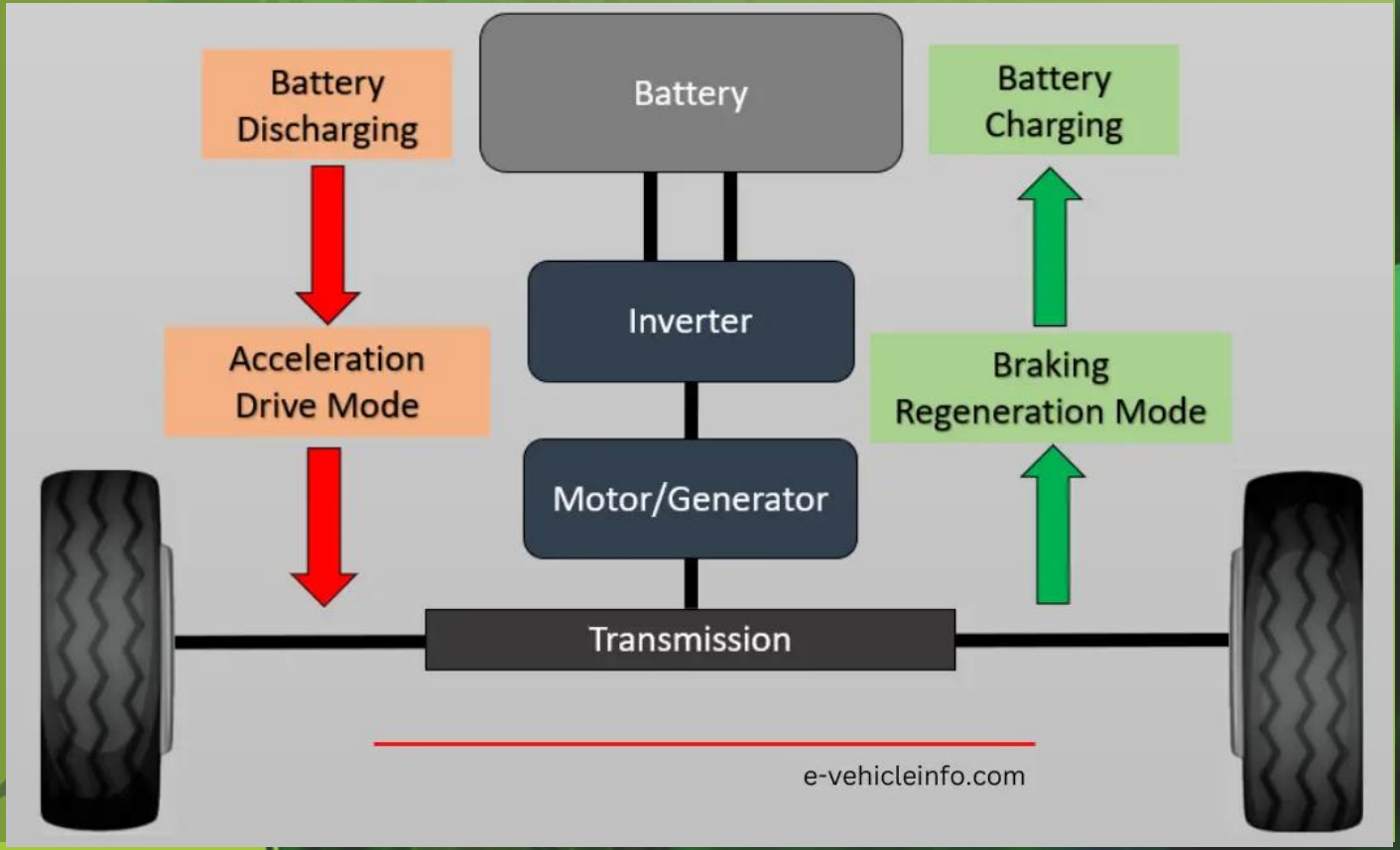
– Czy dojadę do celu?
– Czy wystarczy prądu w akumulatorach?
– Gdzie naładuję samochód?

To pytania, na które kierowcy elektrycznych samochodów ciężarowych woleliby nerwowo nie odpowiadać.

CC BY

HAMOWANIE REGENERACYJNE

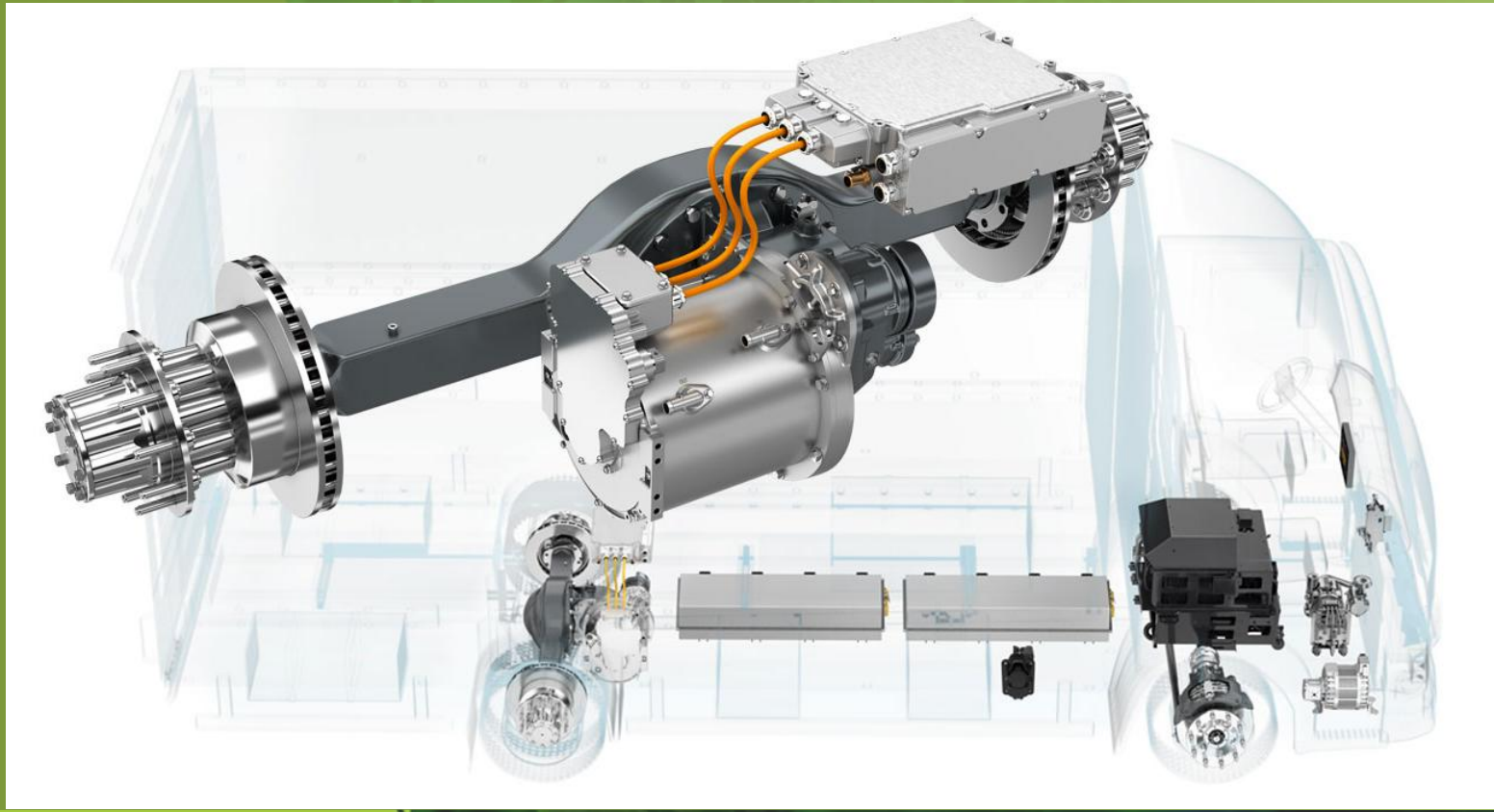
- Hamowanie regeneracyjne to metoda odzyskiwania (rekuperacji) energii, stosowana wyłącznie w pojazdach elektrycznych, polegająca na przekształcaniu energii kinetycznej lub potencjalnej pojazdu w energię elektryczną, którą można wykorzystać natychmiast lub zarezerwować do wykorzystania w przyszłości.
- W pojazdach elektrycznych najczęściej odpowiada za to generator, który w fazie hamowania lub swobodnego toczenia wytwarza energię elektryczną, która za pośrednictwem odpowiednich układów kondycjonujących doładowuje akumulatory trakcyjne.



CC BY

HAMOWANIE REGENERACYJNE

- Kierowcy powinni korzystać z tej funkcji, podczas zwalniania lub zjazdu ze wzniesienia.
- Hamowanie z odzyskiem energii działa w podobny sposób jak zwalniacz – hamulec silnikowy i retarder w samochodach z napędem konwencjonalnym. Dzięki wielostopniowej regulacji za pomocą dźwigni przy kolumnie kierownicy jest możliwość płynnej regulacji intensywności rekuperacji.
- Zrozumienie hamowania regeneracyjnego jest niezbędne i przynosi także korzyści w zakresie obsługowym poprzez wydłużenie trwałości hamulców zasadniczych i zmniejszeniu zużycia ogumienia.



CC BY

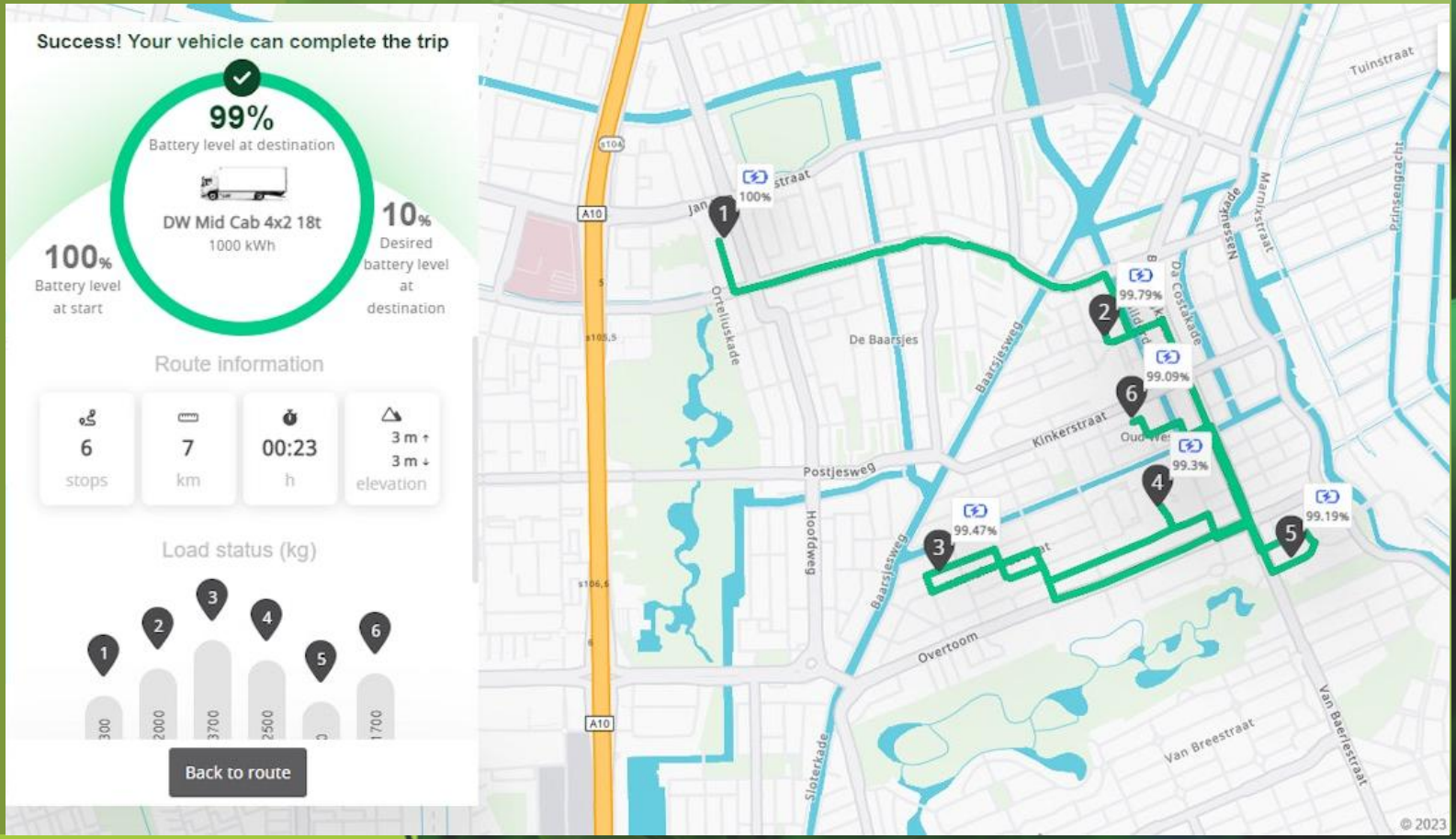
HAMOWANIE REGENERACYJNE

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

PLANOWANIE TRASY

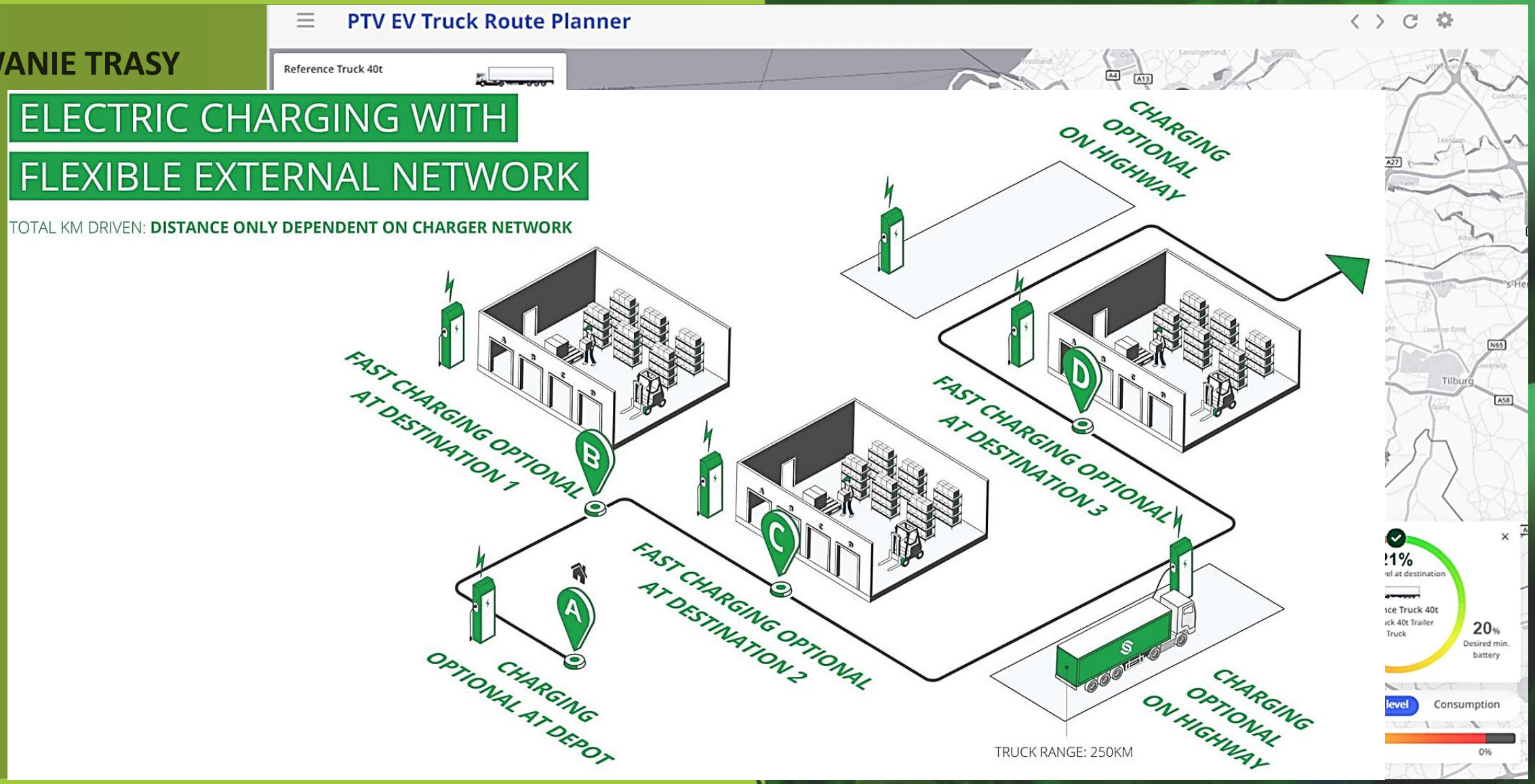
- Zasięg pojazdu elektrycznego można zwiększyć, optymalizując trasę pod względem topograficznym tak, aby unikać wzniesień i podjazdów, na których zużycie energii będzie większe.
- W przypadku transportu dystrybucyjnego warto rozplanować kolejność odwiedzania poszczególnych punktów na trasie, tak aby w miarę możliwość jak najszybciej rozładować najcięższe ładunki – lżejszy pojazd zużyje mniej energii.
- Wybranie najkrótszej trasy niekoniecznie jest najlepszym sposobem na maksymalizację wydajności baterii. Należy brać pod uwagę natężenie ruchu i towarzyszące mu zatrzymania, ukształtowanie terenu i zakręty.
- Jazda z równomierną prędkością i unikanie hamowania i ponownego rozpędzania, minimalizuje zużycie energii.
  Jeśli konieczne są zmiany prędkości należy pamiętać o wykorzystaniu hamowania regeneracyjnego.



CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

PLANOWANIE TRASY



CC BY

POLITECHNIKA LUBELSKA
Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację" realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

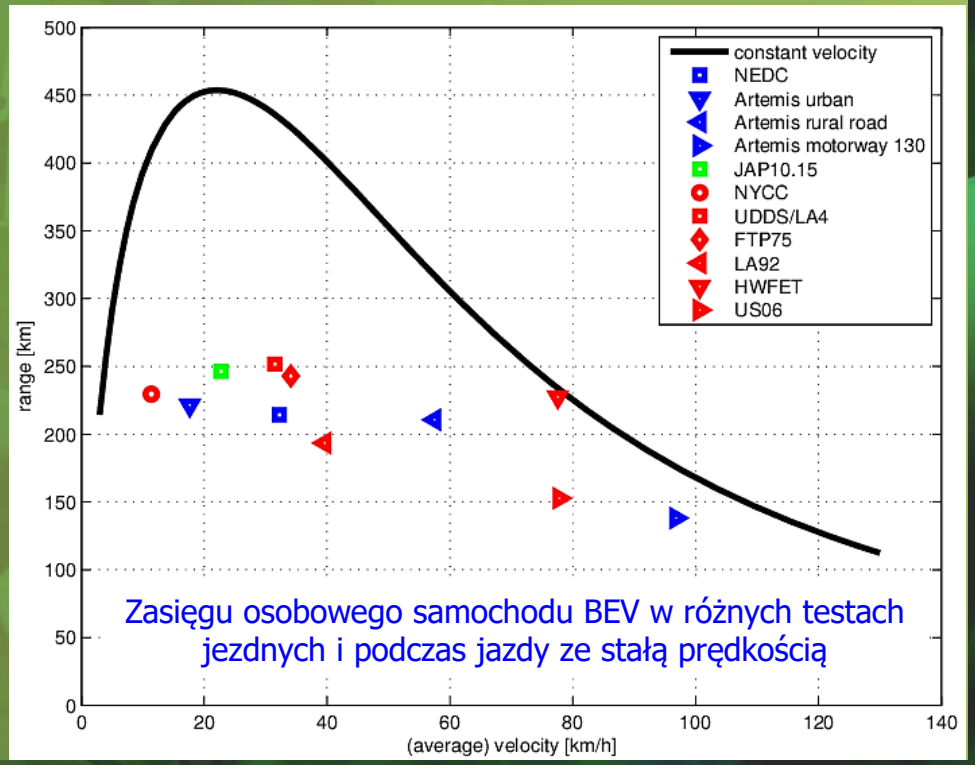
PLANOWANIE TRASY

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

PRĘDKOŚĆ JAZDY

- Priorytetowe traktowanie oszczędzania energii jest kluczem do optymalizacji zasięgu.
- Dynamiczne przyspieszanie i jazda z większą prędkością wymagają więcej energii, co prowadzi do zmniejszenia zasięgu.
- Pojazdy elektryczne są znane ze swoich niezwykłych możliwości przyspieszania. Dynamiczne ruszanie z miejsca i szybkie nabieranie prędkości daje dużą przyjemność z jazdy, jednak ma to negatywny wpływ na zasięg pojazdu.
- Płynna jazda i utrzymywanie stałej prędkości pomoże zwiększyć zasięg.



Zasięgu osobowego samochodu BEV w różnych testach jezdnych i podczas jazdy ze stałą prędkością

CC BY

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

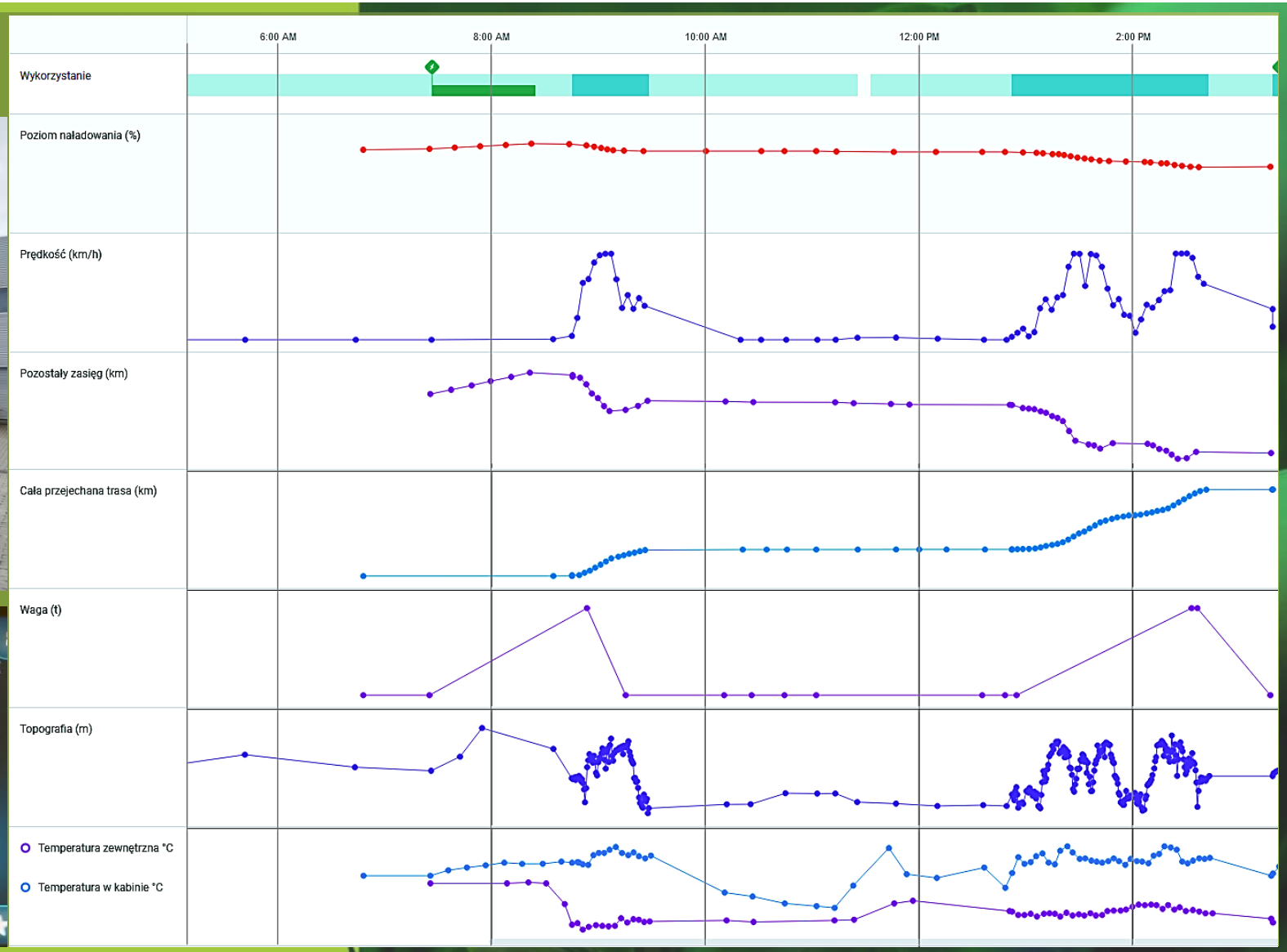
TEMPERATURA W KABINIE

- Aby zapobiec zużyciu energii, ważne jest ostrożne korzystanie z systemów ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji. Należy oszczędnie korzystać z tych systemów i rozważyć wstępne przygotowanie pojazdu jeszcze w trakcie ładowania jego akumulatorów.
- Wiele z modeli elektrycznych samochodów ciężarowych ma możliwość programowanego włączania systemów ogrzewania i/lub schładzania kabiny jeszcze przed rozpoczęciem jazdy.
- Gdy warunki zewnętrzne na to pozwalają, a sytuacja w zakresie poziomu naładowania akumulatorów jest niekorzystna można np. zdecydować się na ogrzewanie siedzeń zamiast ogrzewania kabiny, aby oszczędzać energię w mniej zimne dni.
- Nie powinno się też popadać w skrajności, polegające na całkowitej rezygnacji z ogrzewania czy klimatyzacji, argumentowanej koniecznością zachowana energii elektrycznej.

DATE	VEHICLE	DISTANCE	TIME	SPEED	ENERGY						TIME			
		Mileage (km)	Time (hh:mm)	Average speed (km/h)	Total energy consumption (kWh)	Engine (kWh)	PTO (kWh)	24V system (kWh)	Recuperation (kWh)	Average energy consumption (kWh/100km)	PTO (hh:mm)	PTO (% of time)	Recuperation (hh:mm)	Recuperation (% of time)
25.05.2021	WPR2036H	89,14	9:21	24	139,8	143,5	15,1	29,4	48,23	156,83	7:52	84,1	0:40	7
26.05.2021	WPR2036H	70,96	10:11	22	120,3	129,3	14,5	33,8	57,32	169,53	9:06	89,3	0:37	6
27.05.2021	WPR2036H	97,3	8:09	27	150,8	144,2	16,4	31,4	41,18	154,98	6:14	76,4	0:33	6,7
28.05.2021	WPR2036H	76,71	11:07	17	128,8	106,9	18,3	39,3	35,6	167,91	10:08	91,2	0:37	5,5
31.05.2021	WPR2036H	83,19	13:59	26	122,3	123,6	10,2	28,4	39,91	147,01	12:19	88,1	0:34	4

CC BY

MONITORING PRACY POJAZDU



CC BY