

# ACTUATE



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

Stan: 27.11.2014 r.

actuate



# ACTUATE

## „Advanced Training and Education for Safe Eco-driving of Clean Vehicles“

tłumaczenie: „Szkolenie z zakresu bezpiecznej, ekonomicznej jazdy pojazdami o napędzie elektrycznym”

Więcej informacji pod adresem: <http://www.actuate-ecodriving.eu/>



- Projekt **optymalizacji zachowań podczas jazdy w celu ograniczenia zużycia energii**
  - Opracowanie programów szkoleń i ogólnych działań edukacyjnych zmierzających do ekonomicznego ruchu pojazdów napędzanych elektrycznie w Ö-PNV.
  - Ekonomiczna jazda zależy w pierwszym rzędzie od kierowcy.
  - Podczas towarzyszących kampanii motywacyjnych stwierdzono, że kierowcy stosują w praktyce to, czego nauczyli się na szkoleniach.



# Konsorcjum ACTUATE

■ W skład konsorcjum ACTUATE wchodzi:

- pi zakładów komunikacji lokalnej z **Salzburga** (Salzburg AG, Austria), **Brna** (DPMB, Republika Czeska), **Parmy** (TEP S.p.A., Włochy), **Lipska** (LVB) i **Eberswalde** (BBG, oba miasta w Niemczech), w których już teraz wykorzystywane są pojazdy napędzane elektrycznie,
- lipski instytut kształcenia ustawicznego (**LAB**),
- belgijski producent autobusów **Van Hool** i
- **trolley:motion**, międzynarodowy związek wspierania innowacyjnych, bezspalinowych systemów autobusów elektrycznych (Austria).
- Koordynatorem projektu jest **Rupprecht Consult** (Niemcy)



## Kontakt

### ■ Rupprecht Consult – badania i doradztwo

Dr. Wolfgang Backhaus

Clever Straße 13-15

50668 Köln/ Germany

Tel.: +49/221/606055-19

E-mail: [w.backhaus@rupprecht-consult.eu](mailto:w.backhaus@rupprecht-consult.eu)

WWW: [www.rupprecht-consult.eu](http://www.rupprecht-consult.eu)

### ■ Salzburg AG

energia, komunikacja i telekomunikacja

**Salzburger Lokalbahnen**

DI Christian Osterer

Plainstraße 70

5020 Salzburg/ Austria

Tel.: +43/662/4480-1500

E-mail: [salzburger\\_lokalbahnen@salzburg-ag.at](mailto:salzburger_lokalbahnen@salzburg-ag.at)

WWW: [www.slb.at](http://www.slb.at)

Wył czn odpowiedzialno za tre niniejszej prezentacji ponosz autorzy. Jej tre nie musi by zgodna ze stanowiskiem Unii Europejskiej. EASME ani Komisja Europejska nie odpowiada za jakiegolwiek wykorzystanie zawartych w niej informacji.



# Kwalifikacje podstawowe i szkolenia

## ■ Kwalifikacje podstawowe

bezwzględnie wymagane u wszystkich kierowców zawodowych przed rozpoczęciem pracy

## ■ Szkolenia

wykonując zawód trzeba wykazać udział w szkoleniach

## ■ W ramach szkoleń, zgodnie z dyrektywą nr 2003/59/WE przewidziano:

- 35 godzin szkoleń w przeciągu 5 lat
- W niektórych krajach Unii szkolenie realizowane jest w wymiarze 7 godzin rocznie

## ■ Niniejsze materiały szkoleniowe można wykorzystać do przeprowadzenia szkolenia „Ekonomiczne prowadzenie pojazdów”.





## Schemat szkolenia

- Wprowadzenie i zasada działania systemu „trolejbus”
- Praktyka jazdy – cz 1
- Ekonomiczny styl jazdy trolejbusem
- Praktyka jazdy – cz 2
- Kwestie bezpieczeństwa w trolejbusach
- Wa ne informacje!



# Wprowadzenie



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

actuate



## Ekonomiczne prowadzenie pojazdów w ruchu liniowym

- Ekonomiczne prowadzenie pojazdów w ruchu liniowym to ruch:
  - efektywny energetycznie,
  - z niewielkim zużyciem oraz
  - ekologiczny.
  
- Ekonomiczne prowadzenie pojazdów przyczynia się do:
  - ochrony środowiska,
  - pokonywania trasy przejazdu bezstresowo dla pasażerów i kierowcy,
  - redukcji kosztów energii i utrzymania ruchu.





## Trzy zasady ekonomicznego prowadzenia pojazdów

- **Zasada bezpieczeństwa**

Zasada bezpieczeństwa jest nadrzędna w stosunku do kolejnych zasad

- **Zasada punktualności**

W ruchu liniowym punktualność jest warunkiem koniecznym i oznacza zakaz odjazdu z przystanku zbyt wcześnie lub zbyt późno

- **Zasada ekonomiczności**

Ekonomiczne prowadzenie pojazdów oznacza minimalizację zużycia energii i ochronę pojazdu przy uwzględnieniu zasad bezpieczeństwa i punktualności



## Nośnik energii – e-mobilność

- Wykorzystanie dostępnej energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych
- Brak strat za przekształcenia energii przy pozyskaniu jej z odnawialnych źródeł (w przeciwieństwie do procesu rafinacji benzyny i oleju napędowego)
- Lokalnie brak emisji
- Możliwość odzyskiwania energii podczas hamowania
- Stopień sprawności silników elektrycznych do 99%, w silnikach wysokoprężnych tylko do 35% (obejmuje silniki benzynowe i gazowe)
- Napędy elektryczne są przyjazne dla środowiska, a przy tym niemal bezgłośnie



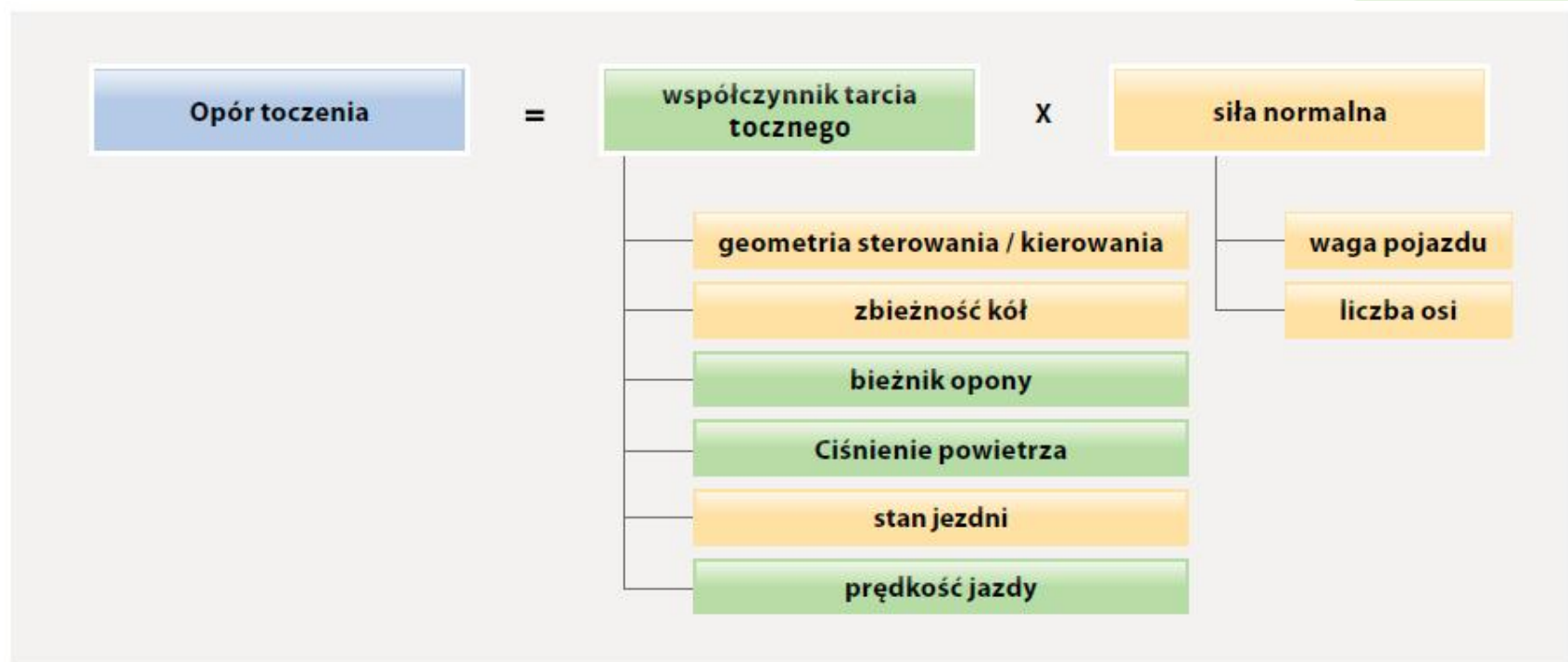
## Opory i siły podczas jazdy

- Opory podczas jazdy oddziałują stale podczas poruszania się pojazdu
- Wypadkowa siła zwrócona w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu działa hamująco
- Siła napędowa silnika, wymagana do pokonania oporów podczas jazdy, istotnie wpływa na zużycie energii
- Podczas jazdy występują następujące opory i siły



## Opór toczenia (1/3)

- Zależy od sił tarcia i siły normalnej (masa pojazdu)





## Opór toczenia (2/3)

- Oddziaływania na współczynnik tarcia:

- Profil opon (letnie czy zimowe)

*W Austrii, w okresie od 1 listopada do 15 marca, autobusy muszą być wyposażone w opony zimowe*

- Ciśnienie powietrza

*Wyższe ciśnienie powietrza zmniejsza wprowadzone opór toczenia, jednak ma również negatywny wpływ na przywieranie opony i komfort jazdy*

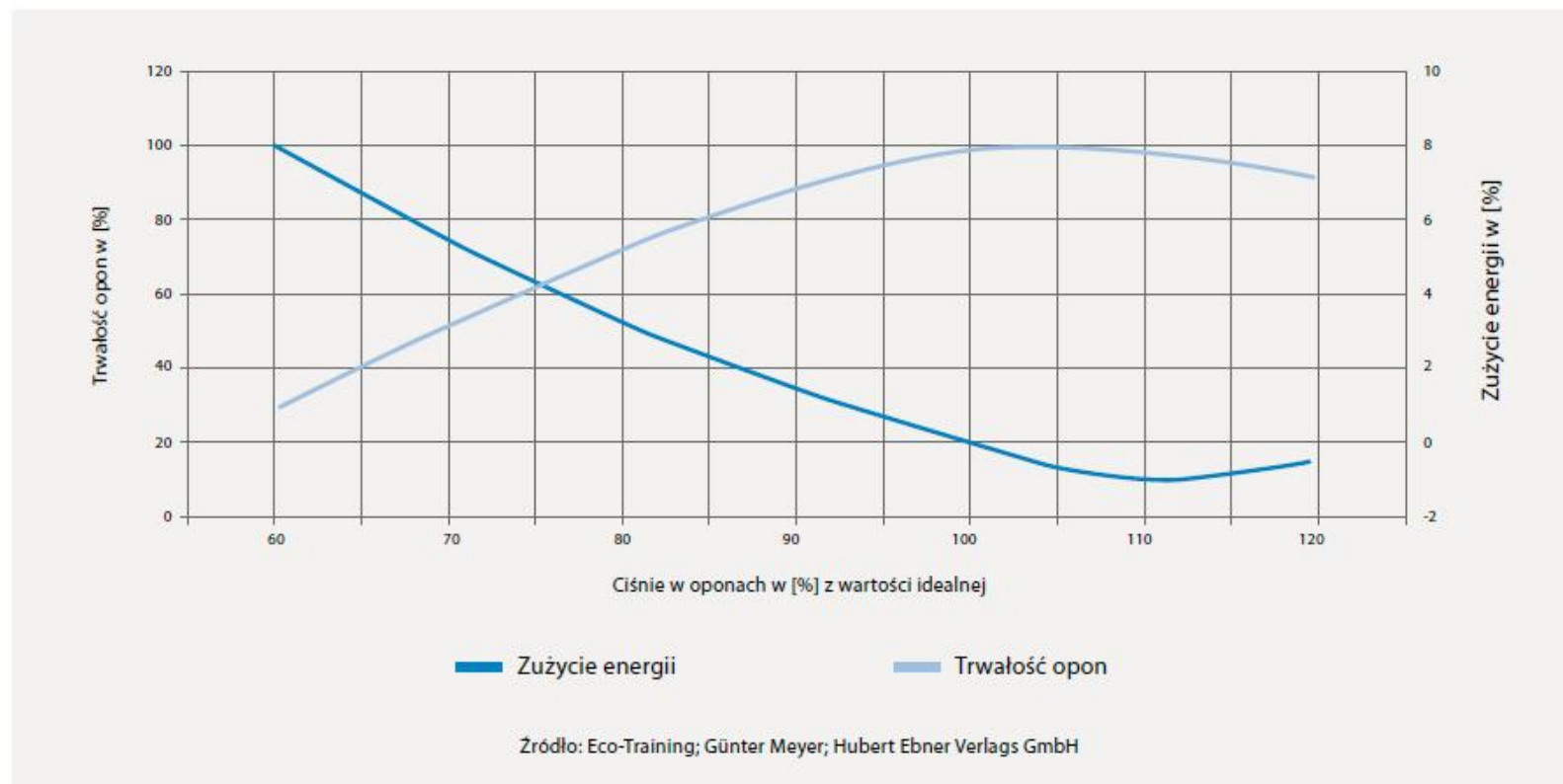
*Niewielkie ciśnienie powietrza powoduje większy opór toczenia i zwiększone zużycie opon oraz zagrożenie porażeniem opon*

- Prędkość jazdy



## Opór toczenia (3/3)

- Wpływ ciśnienia powietrza w oponach na zużycie energii i zużywanie się opon



## Opór ruchu na wzniesieniu

- Równe sile wymaganej do pokonania różnicy wysokości w górę

$$\text{Opór wzniesienia} = \text{Masa pojazdu} \times \text{Siła przyciągania ziemskiego (= 9,81 m/s}^2\text{)} \times \text{Cosinus nachylenia jezdni}$$

Cosinus to funkcja trygonometryczna w matematyce

- Kierowca nie ma wpływu na opór ruchu na wzniesieniu (z wyjątkiem wyboru trasy w ruchu okazjonalnym)

\* Cosinus: funkcja matematyczna – im większe wzniesienie jezdni, tym ten współczynnik jest większy



# Opór powietrza

- Równy sile, którą trzeba zastosować do wyparcia powietrza



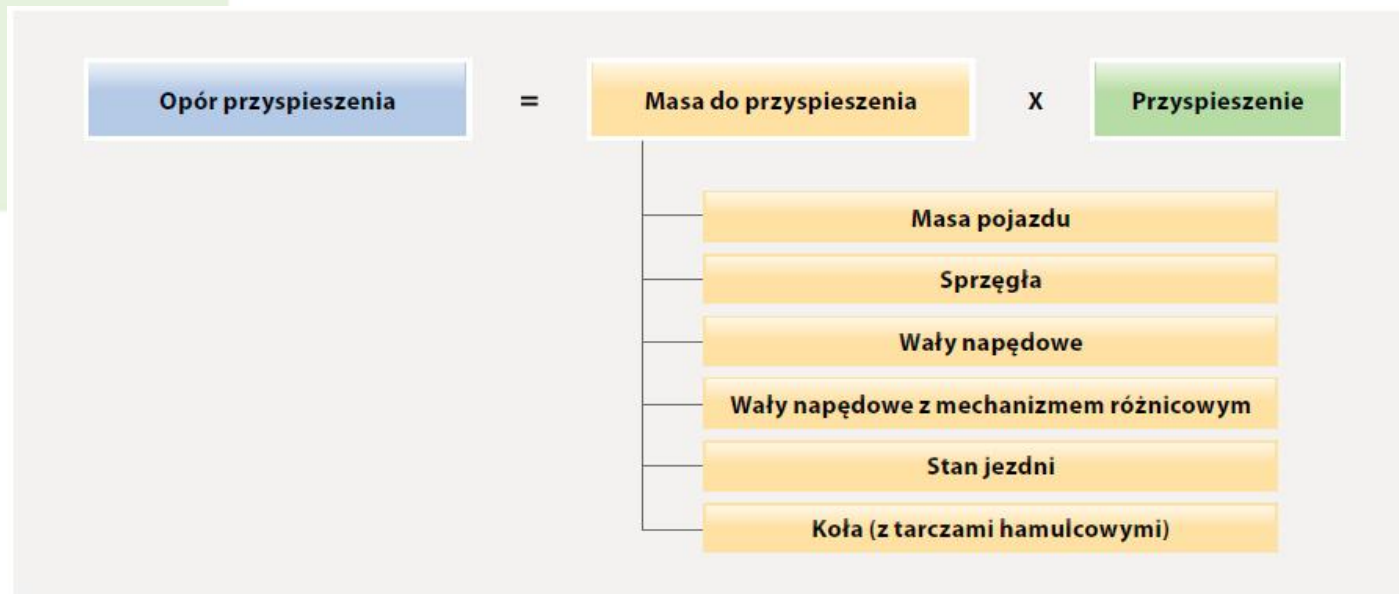
- Rośnie geometrycznie wraz z prędkością  
*podwójna prędkość, czterokrotny opór powietrza*
- Zależy również od gęstości powietrza, kształtu pojazdu (współczynnik c<sub>w</sub>) oraz powierzchni przekroju pojazdu





## Opór przyspieszenia

- Powodowany przez bezwładność elementów ruchomych zamontowanych w pojeździe
- Zasada bezwładności mówi, że element pozostaje w swoim stanie do momentu zadziałania na niego siła (napędowa)



## Istotne czynniki

- Na podstawie zależności pomiędzy poszczególnymi oporami jazdy można określić dwa istotne czynniki ruchu efektywnego energetycznie

- **Przed rozpoczęciem jazdy**

Kontrola stanu pojazdu

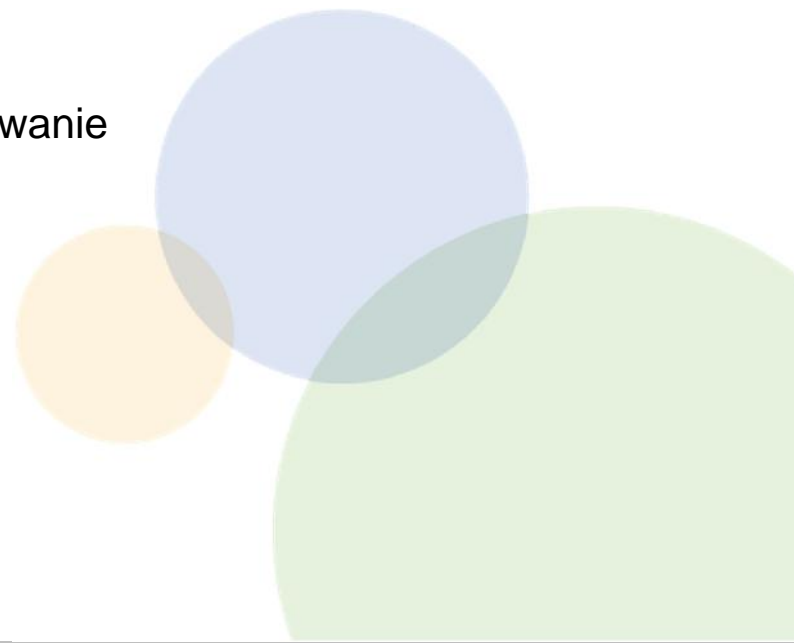
- **Podczas jazdy**

właściwy dobór prędkości jazdy



## Ogólne zalety trolejbusów

- Brak emisji
  - Niewielkie zużycie energii nie pochodzących z odzysku
  - Niewielka emisja gazów cieplarnianych
- Cicha praca
- Wydajne i bezproblemowe przyspieszanie / hamowanie
- Wysoki komfort podróżowania



# Zasada działania systemu „trolejbus”



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

actuate





## Podstawowe informacje o sieci trakcyjnej



- Do zasilania wykorzystywane są podzespoły z prostownikami  
*Prostowniki te przekształcają prąd dostarczany przez zakład energetyczny na prąd o napięciu stałym i jednocześnie nie zwracają prądu do stref*
- Oddzielenie poszczególnych odcinków zasilania (stref) izolowanymi punktami trakcyjnymi („separatory”)  
*Ruch przez separatory z wyłączeniem przełącznikiem jazdy*
- Podczas procesów hamowania hamulcem elektrycznym superkondensatory zbierają odzyskiwany prąd (czasami od razu przekazywany do akumulatora litowo-jonowego) → Kiedy akumulatory są naładowane do pełna, prąd przenoszony jest do trakcji (na danym odcinku trasy musi jednak znajdować się jeszcze inny trolejbus, który pełni funkcję odbioru)

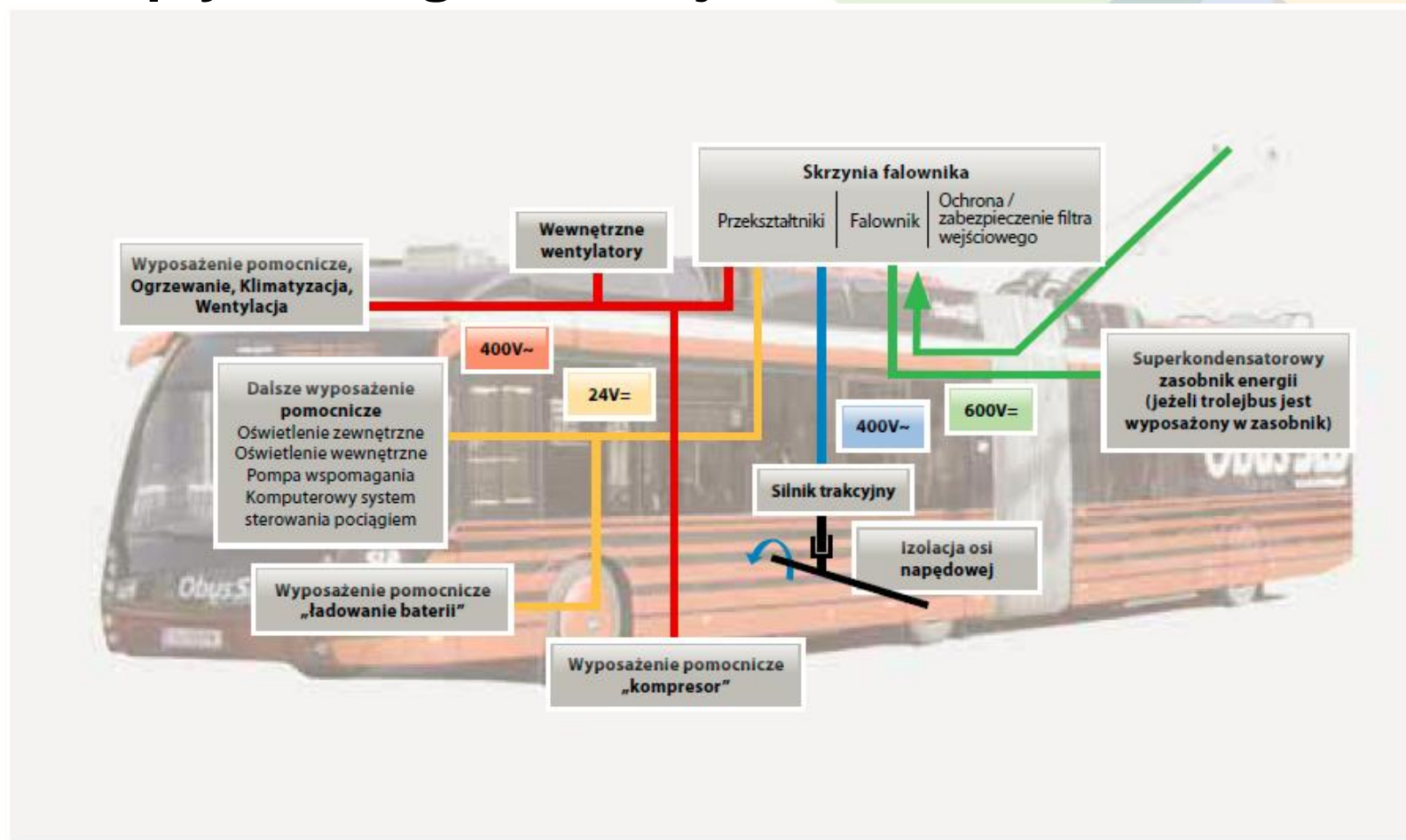


## Hamulec elektryczny

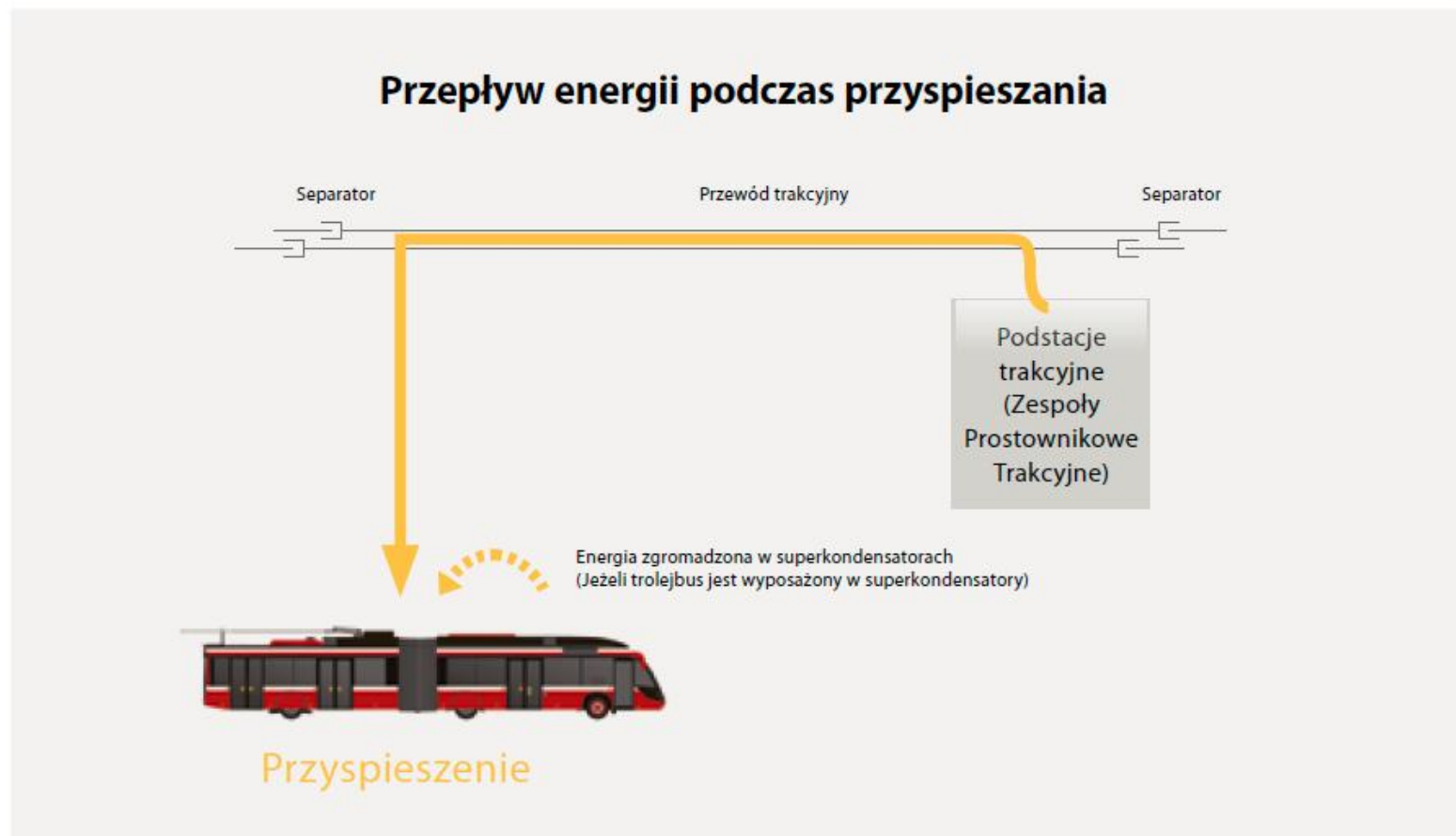
- Silnik jazdy i oporniki elektryczne spełniają wymagania prawne dla hamulców stałych
- **Odzyskiwanie energii** podczas hamowania
- Nadmiar energii, która przez pojazd nie jest zużywana do odbiorników pobocznych, zwracana jest do trakcji
- Hamulec elektryczny **nie zużywa się** i **nie wymaga konserwacji**



## Przepływ energii w trolejbusie

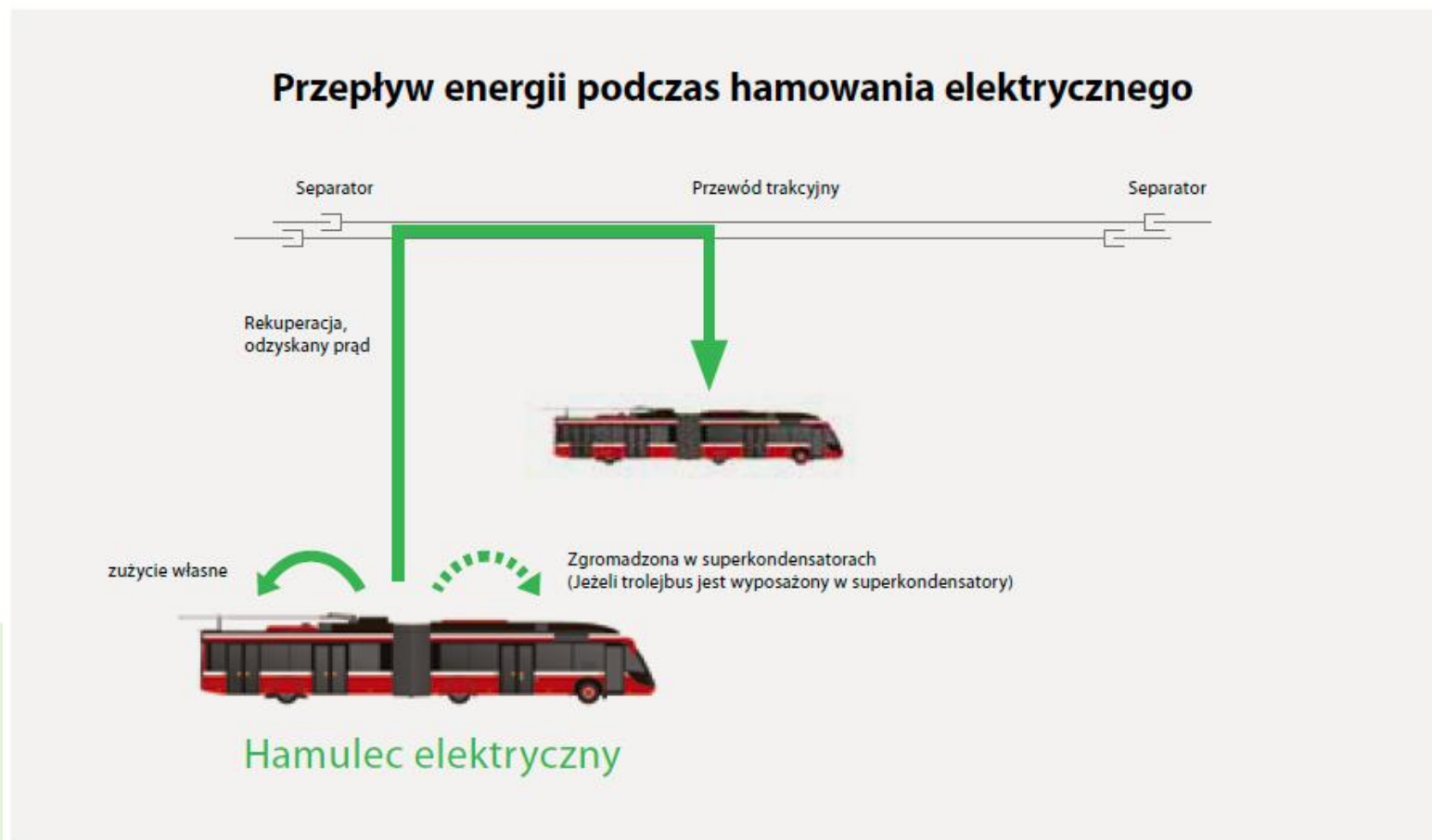


## Przepływ energii podczas przyspieszania



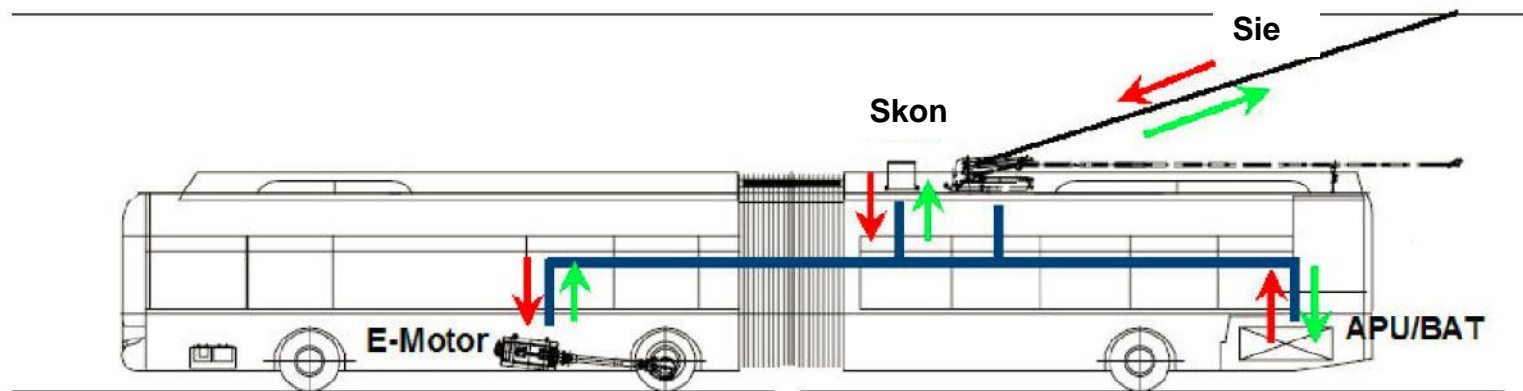


## Przepływ energii podczas hamowania elektrycznego



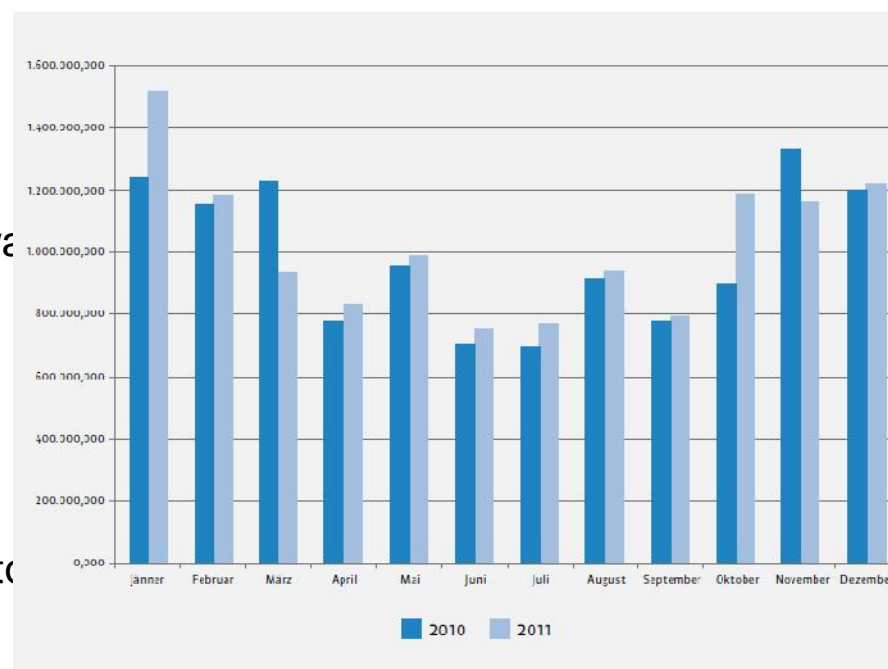
## Przepływ energii podczas przyspieszania i hamowania elektrycznego (z superkondensatorami)

- Podczas przyspieszania trolejbus pobiera prąd najpierw z naładowanych superkondensatorów, a gdy są puste – z sieci trakcyjnej.
- Podczas hamowania hamulcem elektrycznym odzyskany prąd przekazywany jest do superkondensatorów (i w razie potrzeby dodatkowo do akumulatora), gdzie jest przechowywany.



## Zużycie energii i oddziaływanie (przykład Salzburga)

- Zmienne zużycie energii poprzez różne korzystanie z instalacji ogrzewania, klimatyzacji i wentylacji przy zmiennych temperaturach zewnętrznych
- Szczególnie wysokie zużycie energii pomiędzy listopadem i lutym, ponieważ w tym okresie wymagane jest silne ogrzewanie
- W temperaturach od  $-4^{\circ}\text{C}$  do  $+4^{\circ}\text{C}$  oznacza to średnie zużycie energii grzewczej na poziomie 13,5 kilowatów



## Różnice pomiędzy trolejbusami a autobusami spalinowymi

- Przekształcanie energii poprzez spalanie oleju napędowego
- Sprawność silnika wysokoprężnego do maks. 35%
- Przeniesienie siły w ciągu napędowym
  - Połączenie siłowe z automatyczną skrzynią biegów (przekładnik hydrauliczny, tarcze cierne itp.)
  - Połączenie kształtowe z przekładnią manualną (zębatki)
- Połączenie kształtowe jest bez strat, przy zmianie biegów w ciągu napędowym
- Przeniesienie siły w połączeniu siłowym wiąże się ze stratami
- W trolejbusach siła przenoszona jest w połączeniu kształtowym



# Praktyka jazdy – cz 1



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

actuate





## Zalecenia do części praktycznej szkolenia I

- Wybór „realistycznej” trasy / linii
- Określenie kolejności kierowców
- Zastosowanie „normalnego stylu jazdy”
- Możliwie realistyczne warunki ramowe (np. jazda za autobusem w ruchu liniowym, aby możliwie realistycznie zasymulować dojazd, zatrzymanie i odjazd na przystankach)
- Przygotowanie pomiaru energii podczas jazdy





# Ekonomiczny styl jazdy trolejbusem

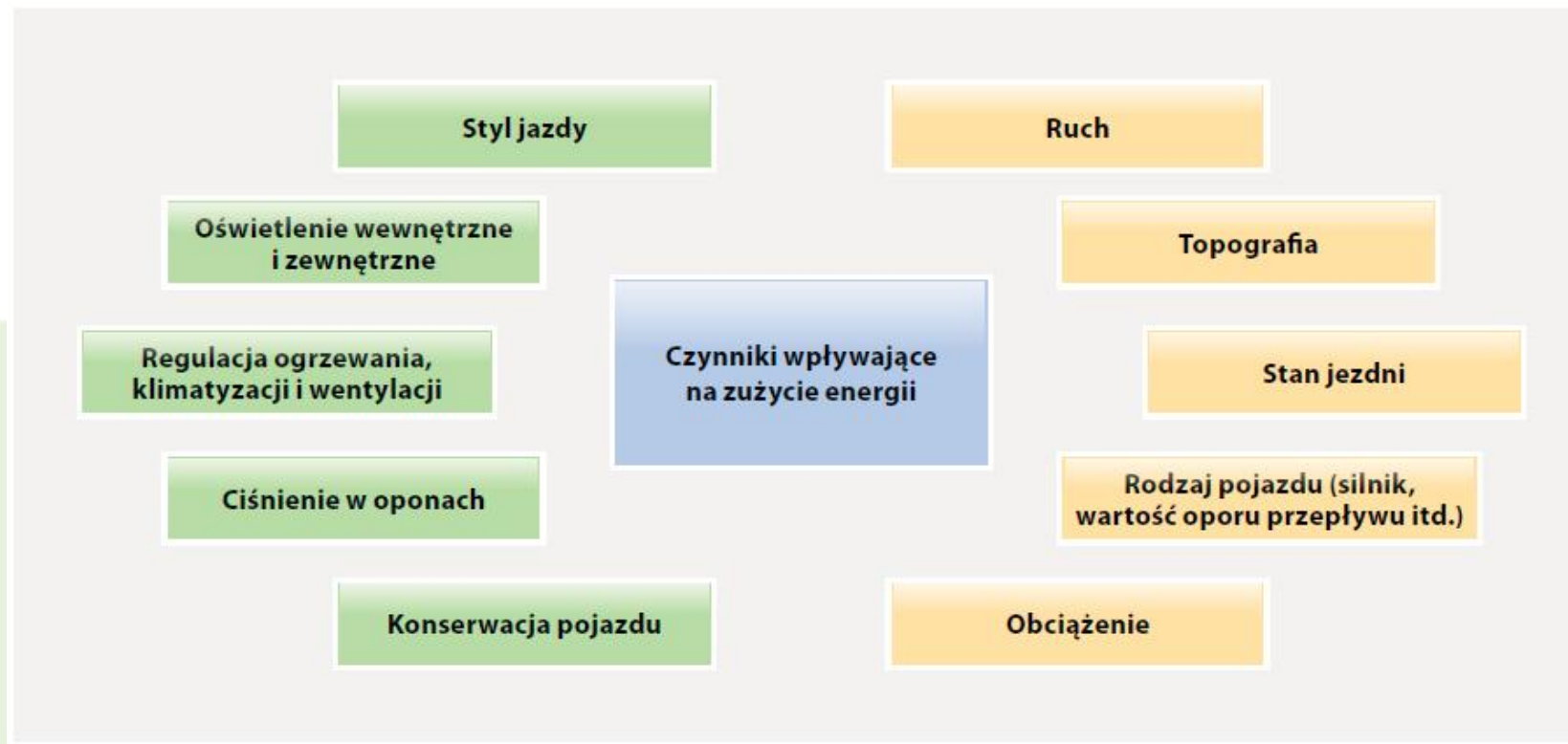


Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

actuate



## Oddziaływania na zużycie energii



## Czynniki, na które ma wpływ kierowca

- Z uwagi na to, że na natężenie ruchu i obciążenie (masę) w ruchu liniowym nie można oddziaływać, czynniki:
  - Styl jazdy
  - przewidywanie
  - regulacja ogrzewania i klimatyzacjizyskują na znaczeniu
- Ciśnienie w oponach oraz stan trolejbusu można sprawdzić poprzez kontrolę wzrokową



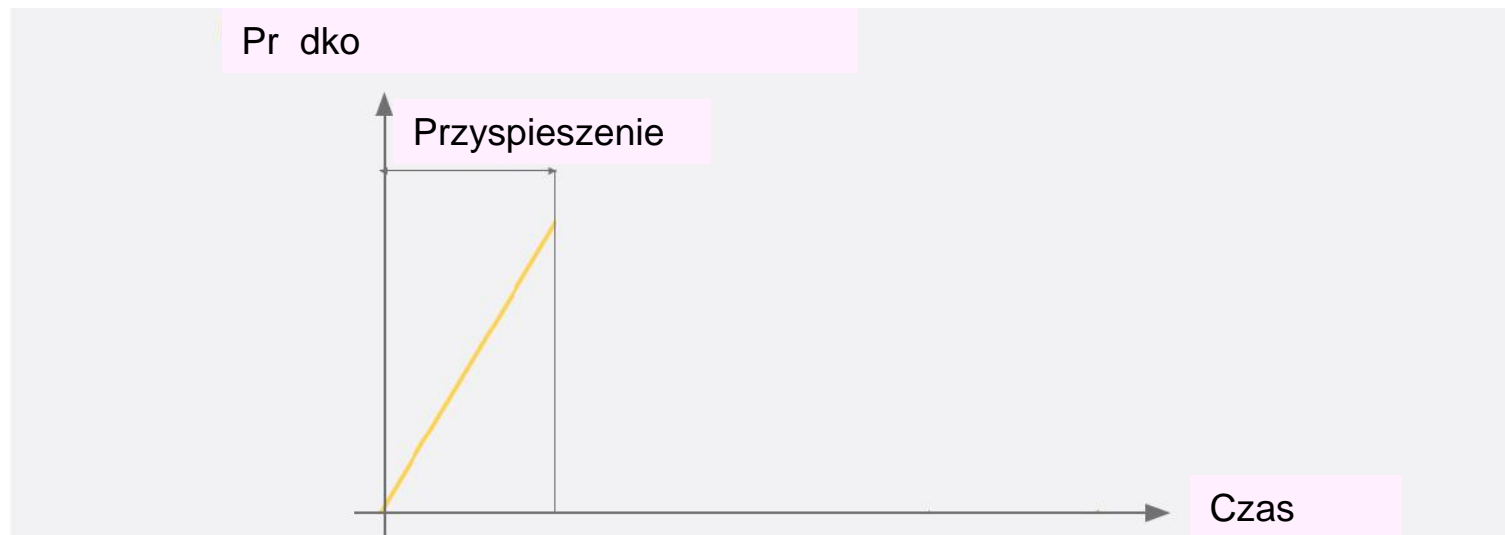
## Różne stany robocze w ruchu

- Podczas ruchu pojazdu mogą wystąpić różne stany robocze
- Bezpośredni związek pomiędzy stanem roboczym, a zużyciem energii
- 4 różne stany robocze
  - Przyspieszenie
  - Utrzymanie prędkości
  - Toczenie się
  - Hamowanie



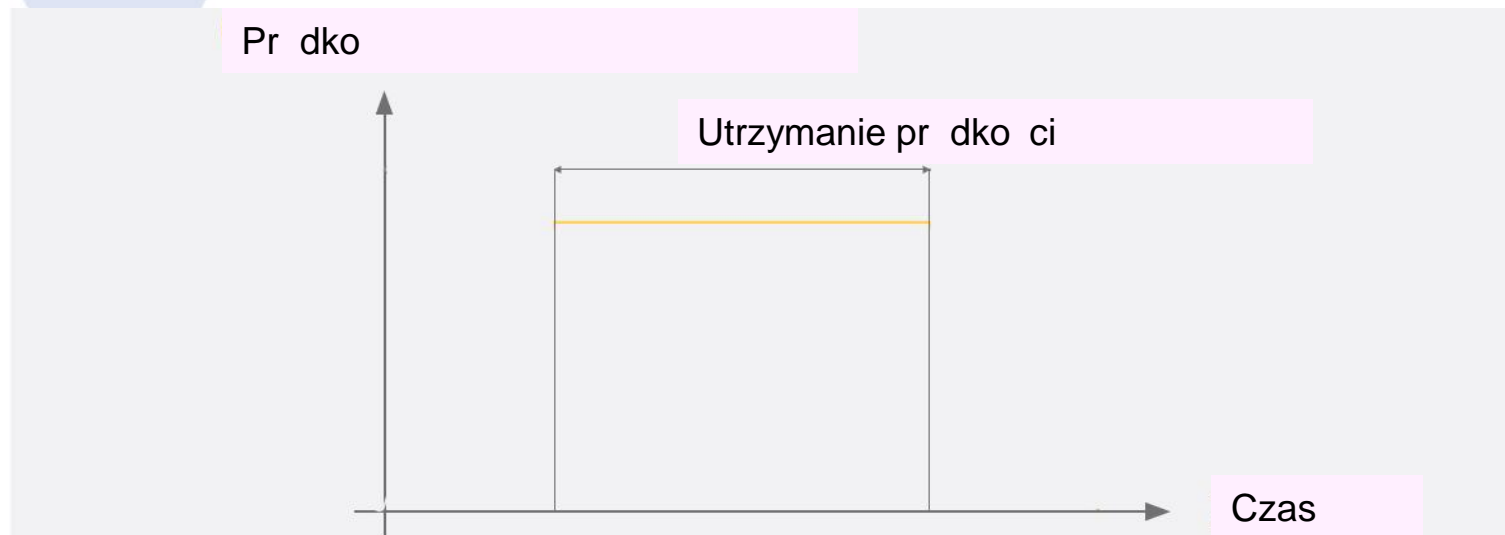
## Przyspieszenie

- Oznacza zwiększanie prędkości poprzez dodawanie energii
- Wymaga to zwiększenia siły napędowej trolejbusu ponad siły oporu, oddziałujące w kierunku przeciwnym do kierunku jazdy



## Utrzymanie prędkości

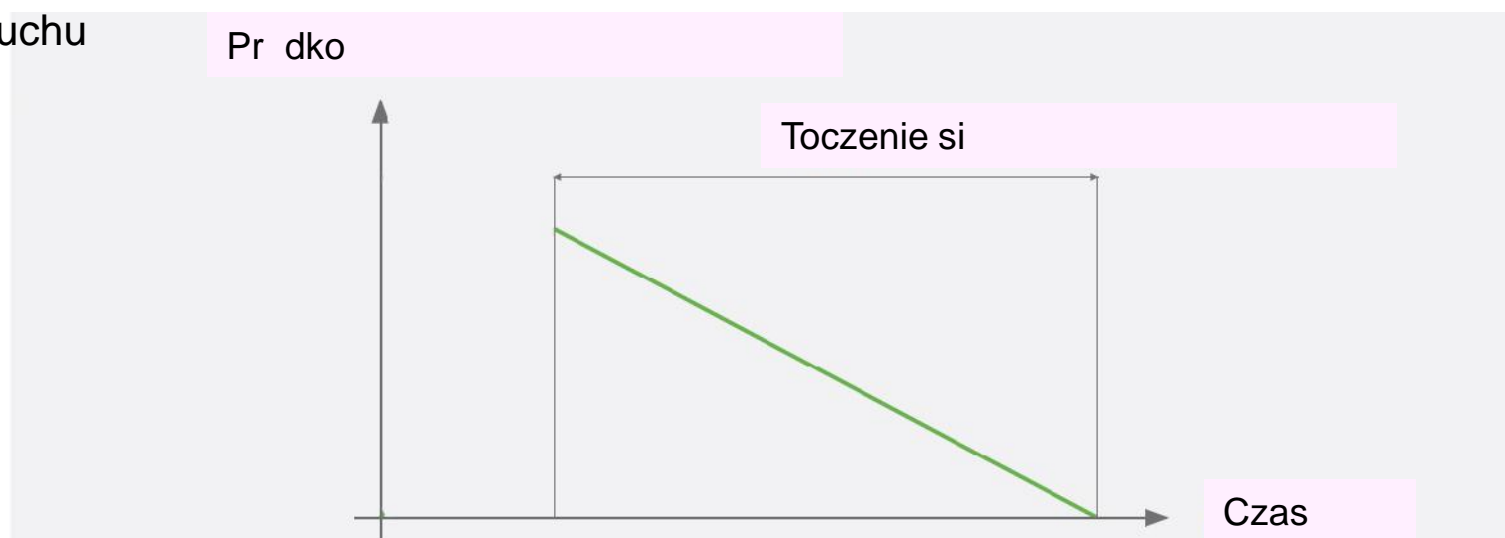
- Oznacza utrzymywanie stałej prędkości
- Aby to było możliwe, trzeba zastosować energię równą dokładnie oporom ruchu skierowanym w kierunku przeciwnym do ruchu





## Toczenie si

- Podczas toczenia si pedał jazdy nie jest używany, a do ruchu w przód nie jest wykorzystywana energia
- Odbiorniki poboczne zasilane są energią samoczynnie wzbudzaną w silniku
- Podczas toczenia si prędkość spada w związku z oddziaływaniem hamujących oporów ruchu



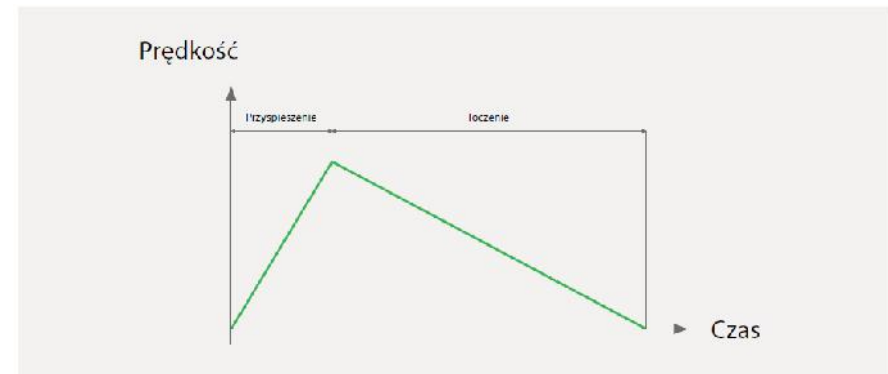
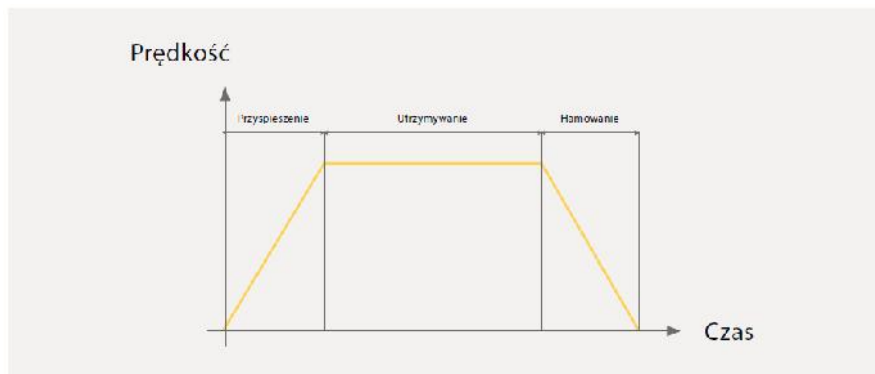
## Hamowanie

- Hamowanie oznacza zmniejszanie prędkości
- Odzyskiwanie energii poprzez wykorzystywanie hamulca elektrycznego
- Podczas hamowania za pomocą hamulca pneumatycznego cała energia hamowania pomiędzy tarcz hamulcowych a klockami przekształcana jest w energię ciepłą i zostaje utracona



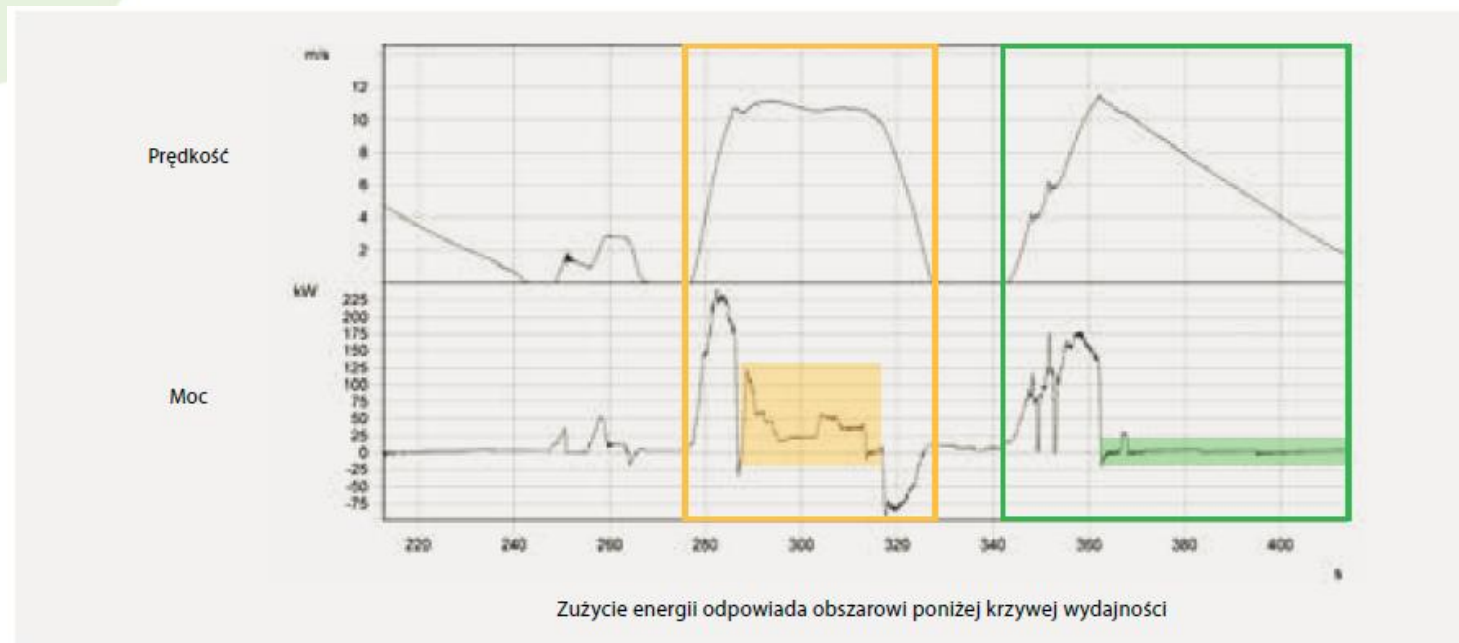
## Różne cykle jazdy

- Połączone stany robocze podczas jazdy dają cykle jazdy
- Idealny schemat cykli jazdy, na które składa się
  - czas „utrzymanie prędkości”
  - czas „tłoczenie się”



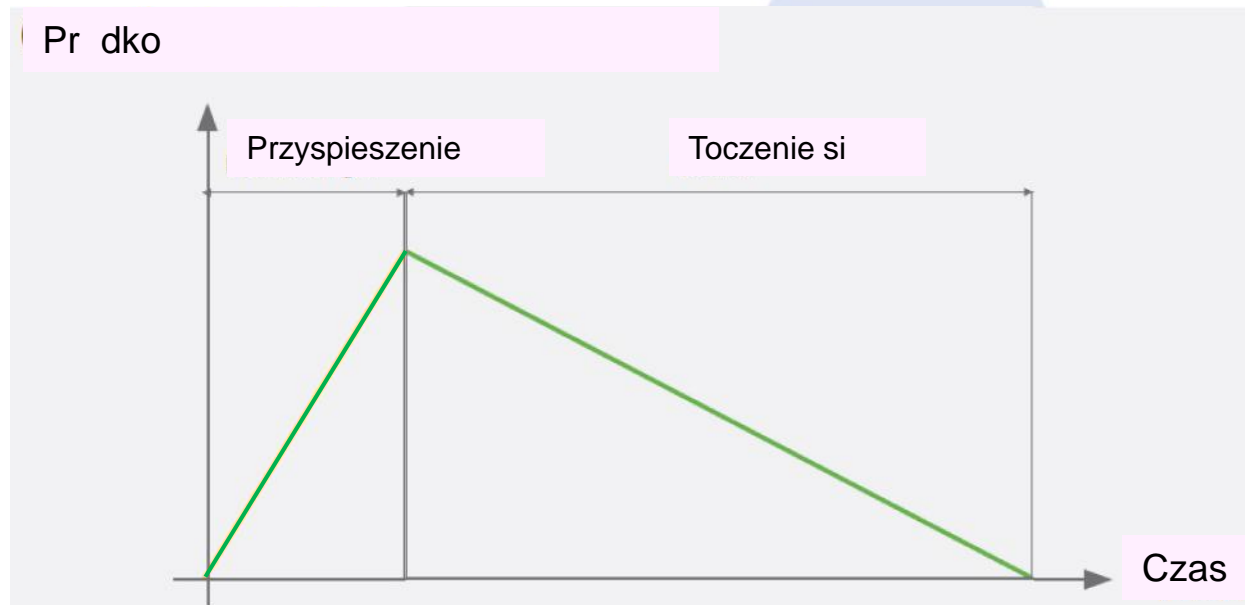
## Realne cykle jazdy

- Prezentacja zużycia energii jako powierzchnia pod krzywą wydajności
- Podczas utrzymania prędkości (kolor żółty) wysze zużycie energii niż podczas toczenia (kolor zielony)



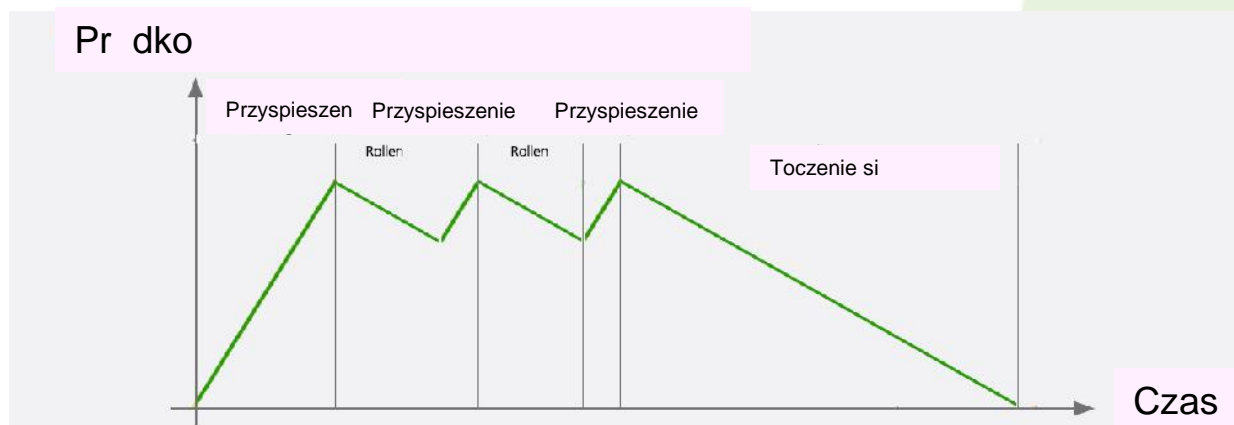
## Idealny cykl jazdy

- W idealnym cyklu jazdy po fazie przyspieszenia następuje czas toczenia się do zatrzymania w pożądanym miejscu
- Cykl ten może mieć kształt trójkąta na wykresie prędkości do czasu



## Styl jazdy w idealnym cyklu jazdy

- Przyspieszenie może być delikatne, a mimo to dynamiczne
- Całkowita rezygnacja z utrzymywania prędkości
- Utrzymywanie prędkości w zbliżeniu (przyspieszanie – toczenie się)



- Czas toczenia się może być dłuższy przy utrzymaniu rozkładu jazdy
- Hamowanie idealnie za pomocą hamulca elektrycznego





## Oddziaływania na napięcie trakcyjne

- podczas **przyspieszenia**, w związku ze zużyciem energii prowadzi do **obniżenia napięcia w trakcji**
- podczas **procesu hamowania z użyciem hamulca elektrycznego** prowadzi do **wzrostu napięcia w trakcji**
- Przy zastosowaniu **superkondensatorów** spadek napięcia lub jego wzrost jest znacznie **niższy**



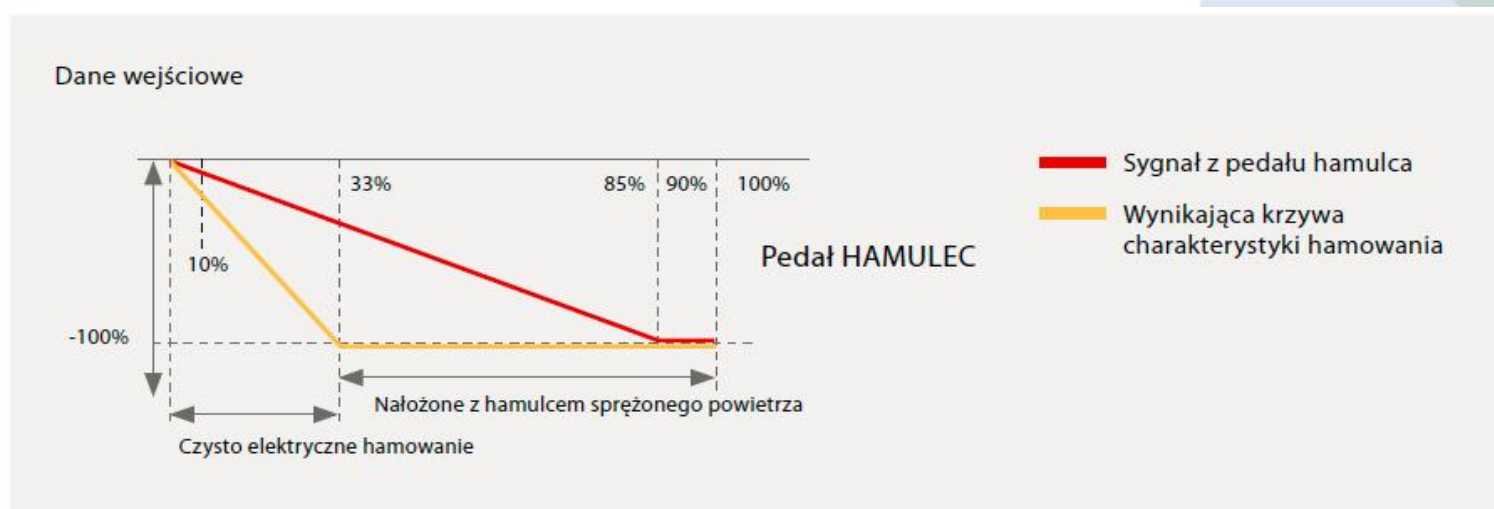
## Zalety fazy toczenia

- Brak pobierania energii z trakcji i zasilanie odbiorników pobocznych prądem wzbudzonym w silniku jazdy
- Oszczędność mechanicznych hamulców pneumatycznych w związku ze zmniejszeniem prędkości zbliżania się do następnego przystanku
- Równomierna jazda, przekładająca się na wysoki komfort dla pasażerów i kierowców
- Wysoki udział fazy toczenia się, mimo tego jest wyliczanie, jeżeli prowadzi się pojazd w sposób przewidujący, przy dobrej ocenie odległości od poprzedzającego pojazdu



## Zalety i działanie hamulca elektrycznego

- Odzyskiwanie energii z hamowania
- Brak zużycia i konserwacji
- Wysoki komfort dla kierowcy i pasażerów
- Do położenia pedału w ok. 33% skoku działa tylko hamulec elektryczny



## wiadome użytkowanie ogrzewania i klimatyzacji

- Unikanie otwartych okien i drzwi podczas ogrzewania lub schładzania
- Przy długich postojach na przystankach i na platformach zamknij drzwi korzystając z układu zatwierdzenia lub wyłącz ogrzewanie albo klimatyzację
- Moc grzewcza to 13,5 kW przy temperaturach zewnętrznych pomiędzy -4 °C a +4 °C (przykład Salzburga)
- W nowych trolejbusach stosowane są zautomatyzowane instalacje grzewcze lub klimatyzacyjne



# Praktyka jazdy – cz 2



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

actuate





## Zalecenia do cz 2 i praktycznej szkolenia II

- Taka sama trasa, jak w cz 1
- Taka sama kolejno kierowców jak w cz 1
- Stworzy realistyczne warunki ramowe, mo liwie zbli one do cz 1 (je eli to mo liwe)
- Styl jazdy z uwzgl dnieniem informacji przekazanych w cz 1 teoretycznej
- Ponowny pomiar energii, aby porówna mo liwo ci ograniczenia zu ycia energii w stosunku do 1. cz 1 praktycznej





# Kwestie bezpieczeństwa w trolejbusach



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

actuate



## Zachowanie podczas wykolejenia odbieraka

- Zatrzymaj się niezwłocznie, jednak mając na uwadze pasażerów
- Przed opuszczeniem trolejbusu założyć kamizelkę odblaskową
- Przeprowadzić kontrolę wzrokową odbieraka i trakcji
- Zabronione:
  - dotyknięcie palcami odbieraka, jeżeli jeszcze ma kontakt z trakcją
  - dotyknięcie przewodzących części pojazdu i trakcji
  - wchodzenie na dach trolejbusu
- Przed przyłożeniem odbieraka wyłączyć wyłącznik główny
- Zawsze informować zakład komunikacji, w przypadku jakichkolwiek szkód poczekając na instrukcję i opracować pisemne zgłoszenie



## Zachowanie podczas uszkodzenia trakcji

- Zachować szczególną ostrożność w przypadku zwisania czł. przewodów trakcyjnych!
- Kierowca pierwszego nadjeżdżającego trolejbusu jest zobowiązany zabezpieczyć niebezpieczne miejsce, jeżeli występuje zagrożenie dla innych uczestników ruchu.
- Dotykание zwisających elementów jest zabronione
- Jeżeli zwisające elementy dotykają pojazdu, należy ten fakt zgłosić do zakładu komunikacji celem przeprowadzenia wyłączenia awaryjnego
- Jeżeli to konieczne, pasażerowie powinni pozostać w pojeździe do momentu pojawienia się służb technicznych
- Jeżeli wybuchnie pożar spowodowa wyłączenie awaryjne trakcji przez dyspozytorni :  
Jeżeli to nie jest możliwe, pasażerowie muszą wyskakiwać z trolejbusu, aby uniknąć przeskoków napięcia; należy zadbać o to, aby przy wysiadaniu zaizolować odpowiednio jezdnię, np. poprzez rozłożenie suchej odzieży



## Awaria i przeci enie zasilania

- Je eli awaria zasilania uniemo liwia dalsz jazd , nale y w miar mo liwo ci wykorzysta mas własn , czyli p d, aby zaparkowa trolejbus w taki sposób, aby nie miał istotnie negatywnego wpływu na ruch drogowy
- Trolejbus zabezpieczy przed odtoczeniem si , zaci gaj c hamulec postojowy
- W razie potrzeby zabezpieczy odbieraki pr du
- Trolejbusy z nap dem pomocniczym kontynuuj jazd z zastosowaniem nap du alternatywnego
- Przy cz stych przerwach w dostawie pr du w krótkim czasie nale y liczy si z przeci eniem w zasilaniu
- Prowadzi ze szczególn ostro no ci , unika równoczesnego przyspieszania
- Wył czy ogrzewanie i klimatyzacj
- Post powa zgodnie z koordynacj odjazdów przez dyspozytorni





# Wa ne informacije!



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

actuate



## Trzy zasady ekonomicznego prowadzenia pojazdów

- **Zasada bezpieczeństwa**

Zasada bezpieczeństwa jest nadrzędna w stosunku do kolejnych zasad

- **Zasada punktualności**

W ruchu liniowym punktualność jest warunkiem koniecznym i oznacza zakaz odjazdu z przystanku zbyt wcześnie lub zbyt późno

- **Zasada ekonomiczności**

Ekonomiczne prowadzenie pojazdów oznacza minimalizację zużycia energii i ochronę pojazdu przy uwzględnieniu zasad bezpieczeństwa i punktualności





## Efektywny energetycznie styl jazdy trolejbusem

■ Pięć złotych reguł prowadzenia pojazdów w sposób efektywny

(1) Szybko przyspiesza

(2) Generalnie unika utrzymywania stałej prędkości

(3) Człowiek toczy się możliwie daleko przy utrzymaniu rozkładu jazdy

(4) Unika niepotrzebnego hamowania, idealnie redukuje prędkość wyłącznie niepodatnym na zużycie hamulcem elektrycznym

(5) Wiadomo stosować ogrzewanie, klimatyzację i wentylację, o ile ich zastosowanie nie jest regulowane optymalnie przez sterownik



Koniec



**Dzi kuj za uwag !**



Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of the European Union

56

actuate

