

Projekt ACTUATE

Szkolenie z zakresu bezpiecznej, konomicznej
jazdy pojazdami o napędzie elektrycznym
- Tramwaj -



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

actuate



Kto zyskuje na „ecodrivingu”?

Ekonomiczny styl jazdy to nie tylko faktyczne oszczędności energii.

■ Motorniczy

- Prowadzi pojazd spokojniej, bez stresu
- Mniej chorób, mniej wypadków

■ Pasażer

- Czuje się bezpieczniej, ponieważ czuje spokój motorniczego

■ Pojazd i infrastruktura

- Występuje mniejsze zużycie, zespoły napędowe obsługiwane są staranniej, a droga infrastruktura jest obciążana w mniejszym stopniu.



Kto zyskuje na „ecodrivingu”?

■ środowisko

- Powstaje mniej emisji.

■ Przedsiębiorstwo

- Na podstawie doświadczeń partnera ACTUATE, lipskich zakładów komunikacyjnych (LVB, DE) można stwierdzić, że ekonomiczny styl jazdy z technologią hybrydów pozwala osiągnąć (dodatkowo, niezależnie od technik pojazdów) oszczędności zużycia prądu trakcyjnego na poziomie ok. 3%. Obliczenia przykładowe dla LVB: Przy zużyciu prądu trakcyjnego na poziomie ok. 60 GWh rocznie w lipskim taborze tramwajowym należy się liczyć z oszczędnościami na poziomie 1,8 GWh rocznie. Przeliczając to na finanse, LVB oszczędza około 210 000 euro rocznie.



Podstawowa wiedza



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

actuate



Czynniki wpływające na ekonomiczny jazd autobusem i tramwajem:

- Styl jazdy motorniczego
- wiadome użycie odbiorników dodatkowych (klimatyzacja, ogrzewanie)
- Ruch liniowy, intensywność ruchu drogowego i zajętość
- wiadome korzystanie z możliwości swobodnego toczenia się
- Stosowne oprogramowanie do sterowania elektronicznego



**Wyśpij się przy niskim średnim osiowym nie
poprzez pojedyncze wysokie przyspieszenia jazdy,
lecz poprzez równomierny styl jazdy!**



Gdzie mo na oszcz dzi energi ?

Zbyt wysokie zu ycie energii na trasie!

Powodami mog by :

- stres
- niepewny i nieprzemylany styl jazdy
- „bawienie si ” nadajnikiem warto ci zadanej
- zbyt długie przyspieszenie
- zbyt mały udział toczenia si



Idealny styl jazdy po płaskim terenie



- ✓ Zdecydowane i równomierne przyspieszenie (zwróci uwagę na komfort pasażerów)
- ✓ Pojazd musi się toczyć tak długo, jak to możliwe
- ✓ Hamowa spokojnie i równomiernie



Współczynniki wpływające na drogę hamowania

- Prędkość jazdy
- Warunki na szynach
- Warunki na trasie
- Rodzaj i liczba zastosowanych hamulców
- Zajątkowość / obciążenie pojazdów
- Właściwości pojazdu

Jeżeli prędkość zostanie podwojona, droga hamowania wzrasta czterokrotnie.



Silniki tramwajów

Silnik stałoprądowy wzbudzany
zewnętrznie z (chopper) → Tatra



Silnik asynchroniczny,
trójfazowy → NGT
6(Leoliner), NGT 12 (XXL)



**Przykład: Wszystkie pojazdy z Lipska są w stanie oddawać do sieci prąd z hamowania!
(rekuperacja = hamulec użyteczny):**

67% (wieczorem) – 98% (w ruchu pojazdów) oddawanej energii jest wykorzystywane!



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

Ważniejsze od silników jest sterowanie zużyciem energii

Strata energii przy sterowaniu oporowym dla optymalnego, równomiernie wysokiego przyspieszenia

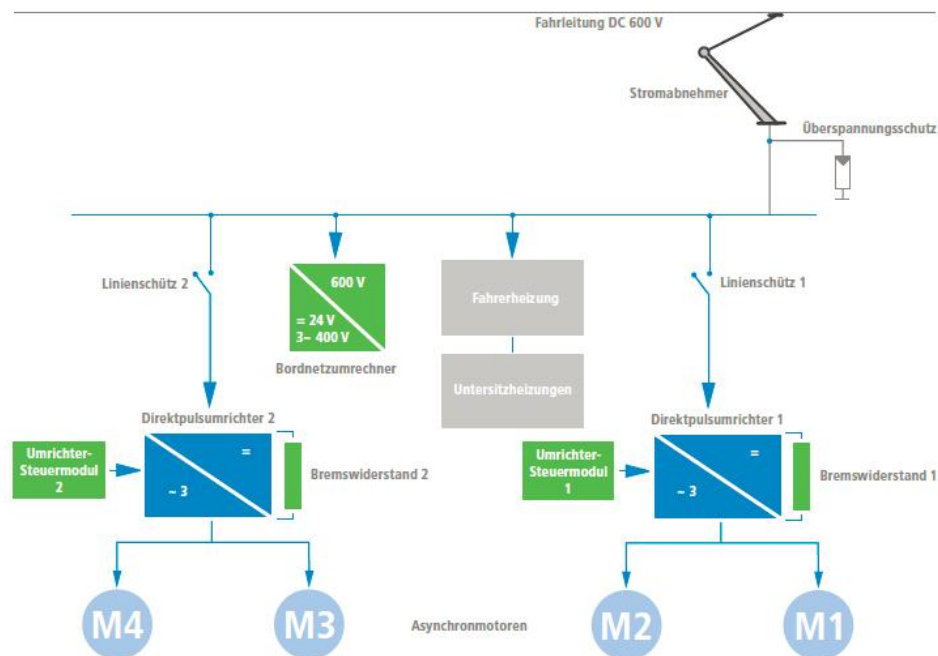


Najbardziej niekorzystne jest bezwzględnie ustawienie oporowe. 50% pobranej energii, nawet przy optymalnym stylu jazdy, przekształca się w ciepło i zostaje utracone.

Nie ma powrotnego oddawania energii!



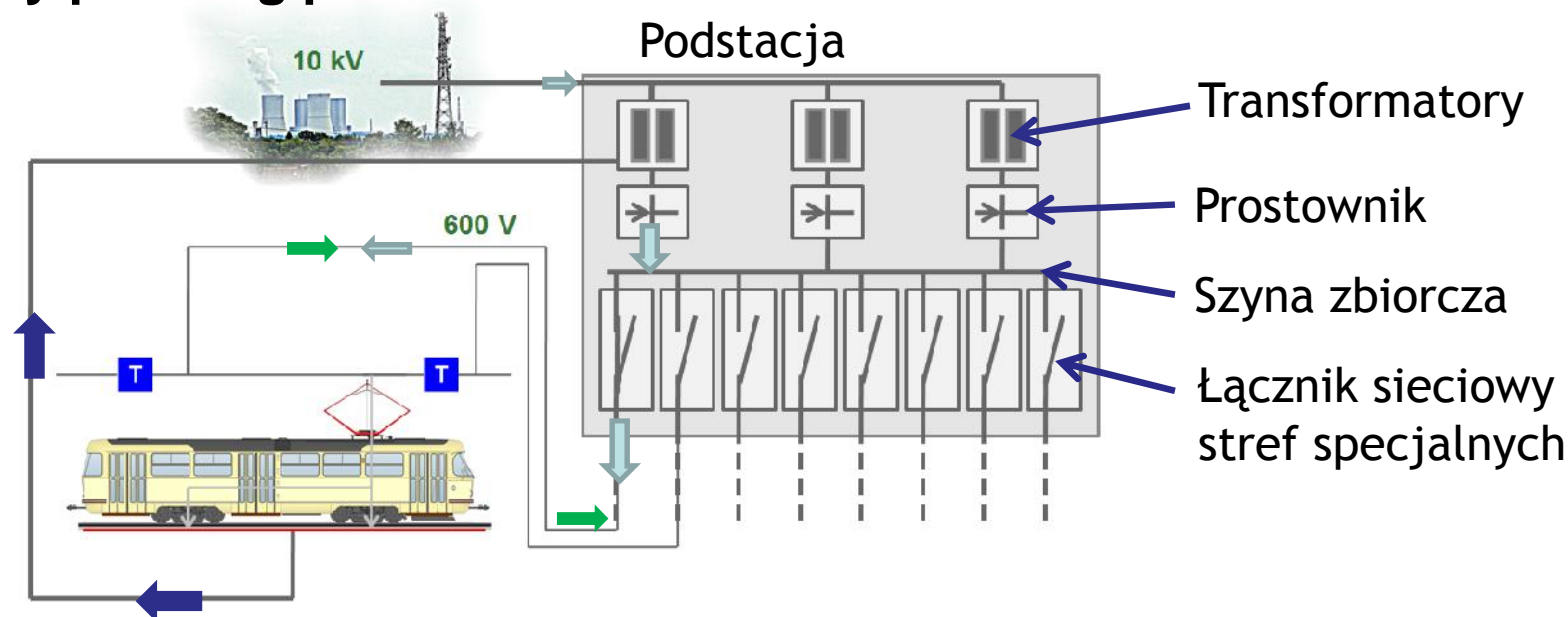
Ważniejsze od silników jest sterowanie zużyciem energii



Standardowo stosowane w nowych pojazdach tranzystory IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) oraz sterowniki Chopper są bardzo wydajne. Dzięki nim pobiera się tylko tyle prądu, ile przetwarza silnik. Jednak to, ile prądu ma przetwarzać silnik, określa motorniczy. Ponieważ to on za pomocą nadajnika wartości zadanej lub pedału przyspieszenia określa pobór prądu a przy hamowaniu czas i intensywność zasilania powrotnego.

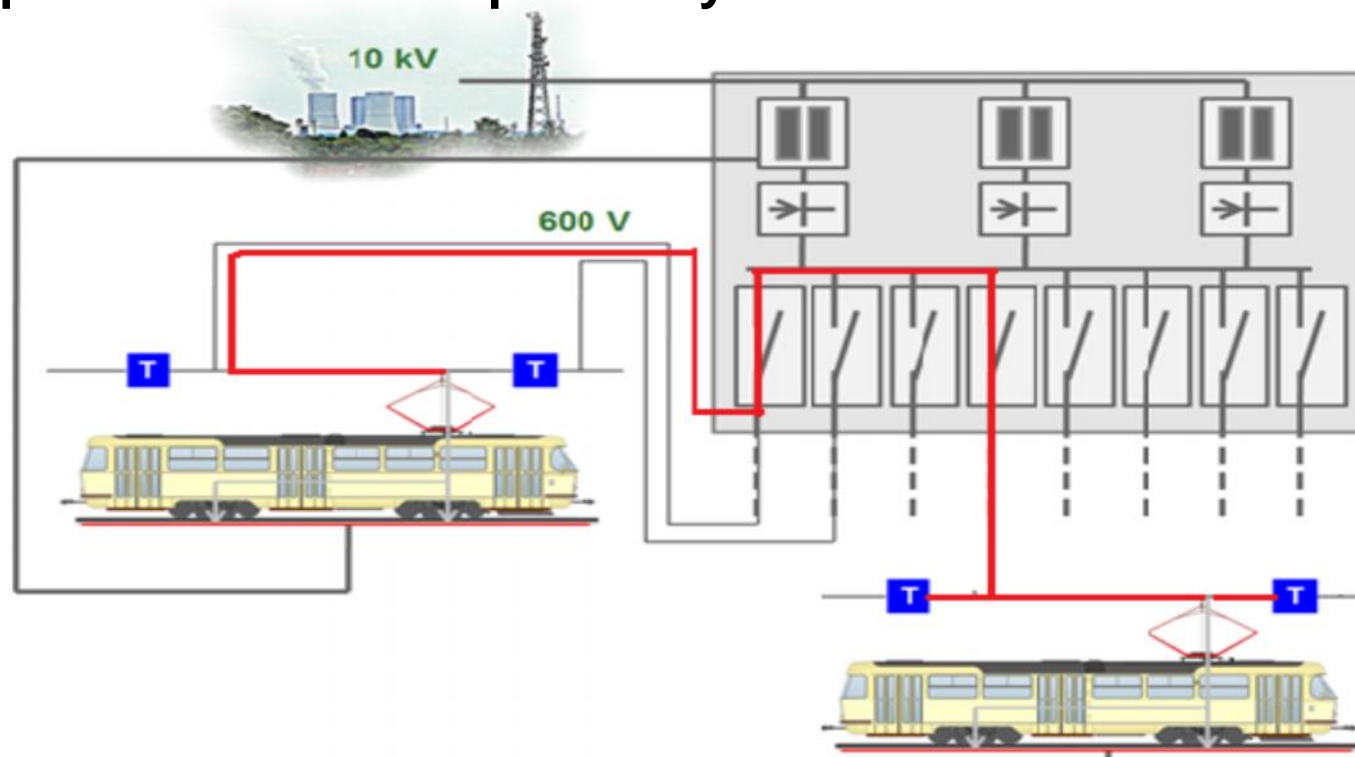


Prosty przebieg prądu



Z elektrowni do podstacji dostarczany jest prąd przemienny 10 kV. Ten prąd przekształcany jest na 600 V, zamieniony na prąd stały i doprowadzony do szyny zbiorczej, od której odchodzą odgałęzienia do poszczególnych stref zasilania. Po wykorzystaniu w pojeździe, prąd (pozostały) zostaje odprowadzony kablem powrotnym.

Przebieg prądu z zasilaniem powrotnym



W przypadku zasilania powrotnego (rekuperacja) niewykorzystywany prąd zostaje dostarczony z pojazdu z powrotem do trakcji.

Powracający prąd przekazywany jest na szynę zbiorczą tak, aby mógł być wykorzystywany przez wszystkie pojazdy pobierające prąd z szyny zbiorczej danej podstacji.

Dynamika jazdy: Media po rednie

Na siły pomi dzy kołem a szyn (siła poci gowa tarcia) wpływ maj :



Wła ciwo ci materiału

▶ Stal na stal



Medium po rednie

▶ Zanieczyszczenia, materiał starty, warstwy tlenkowe, li cie, piasek, nieg



Ł czna siła poci gowa pojazdu

▶ musi by zawsze mniejsza lub maksymalnie równa sile poci gowej tarcia



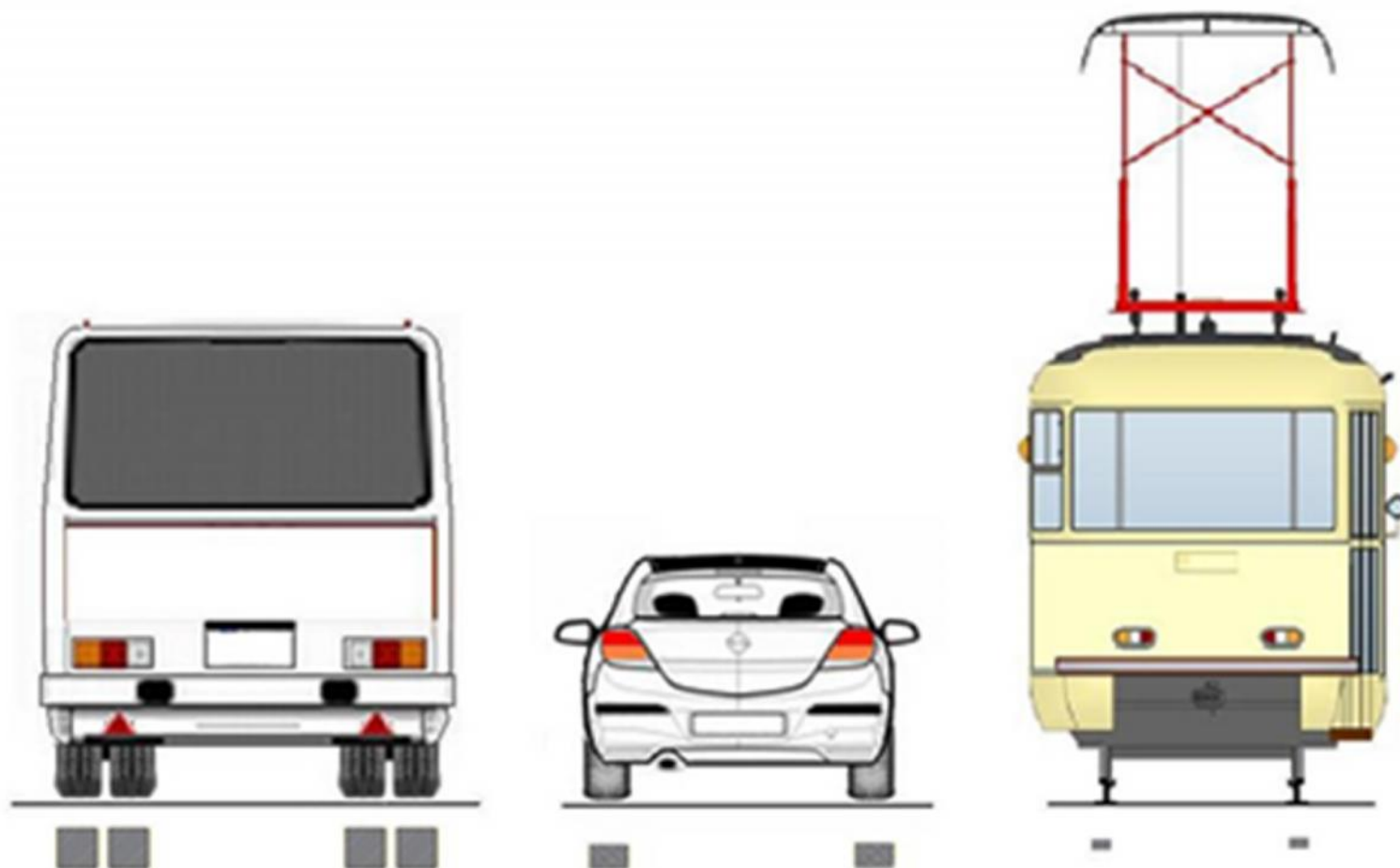
Nacisk powierzchniowy

▶ Przyleganie powierzchni bie nej koła do powierzchni

główki szyny → Ci ar przywierania



Dynamika jazdy: Tarcie



Technika pojazdów: Silnik stałoprądowy z hamulcem uyttecznym

- ➔ W przypadku **hamulca elektromotorycznego**, czy te elektrycznego hamulca generatorowego, cz sto zwanego równie hamulcem generatorowym, silnik nap dowy przy hamowaniu u ywany jest jako generator.
- ➔ Energia powraca do sieci elektrycznej (przewód jazdy). W niektórych pojazdach szynowych wygenerowany pr d zasila równie ogrzewanie lub ładuje akumulator. Do tego wymagane s jednak urz dzenia dodatkowe.
- ➔ Ten proces nazywany jest rekuperacj , odpowiednie hamulce znane s równie jako hamulce rekuperacyjne.
(recuperare = łac. „odzyskiwanie”, „ponowne uzyskanie”)



Praktyka jazdy



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

actuate



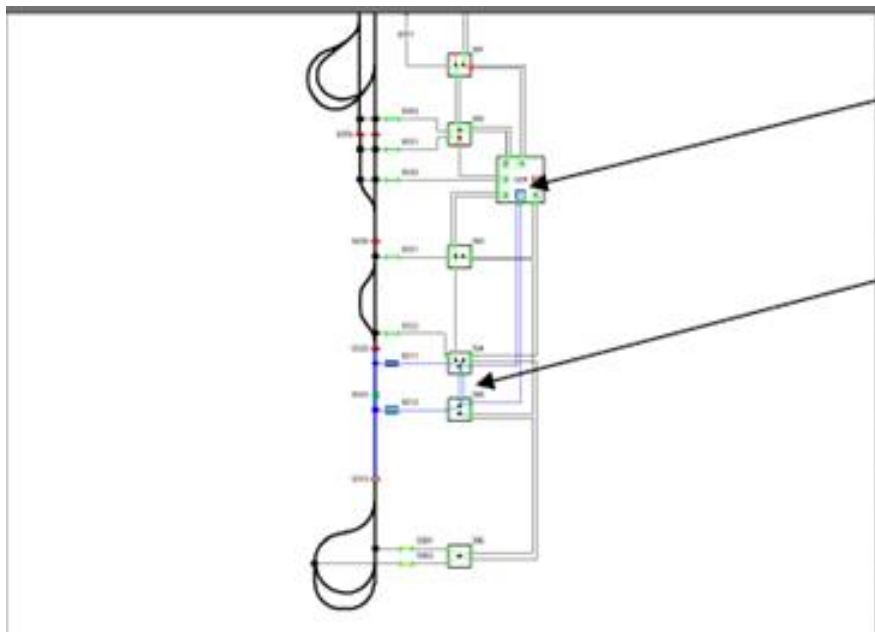
Zalecenia do części praktycznej szkolenia

- Wybór „realistycznej” trasy / linii dla części praktycznej (stworzenie możliwie realistycznych warunków ramowych, np. jazda autobusem w ruchu liniowym, aby możliwie realistycznie zasymulować dojazd, zatrzymanie i odjazd na przystankach)
- Określenie kolejności motorniczych
- Przygotowanie pomiaru energii podczas jazdy
- Zastosowanie „normalnego stylu jazdy” (wcześniejsza jazda)
- Dla „późniejszej jazdy” umożliwić możliwie stałą trasę i taką samą kolejność motorniczych
- Styl jazdy z uwzględnieniem informacji przekazanych w części teoretycznej zastosować podczas późniejszej jazdy
- Ponowny pomiar energii, aby porównać możliwości ograniczenia zużycia energii w stosunku do wcześniejszej jazdy



Rejestracja zużycia przed szkoleniem i po nim

1. Pomiary podczas pojedynczych jazd na zdefiniowanym odcinku trasy
2. Pomiar linii na zdefiniowanym odcinku trasy
3. Indywidualna ocena stylu jazdy przez obserwatora



Pomiar w podstacji przy odejściu trasy;
Pomiar prądu i napięcia z obliczeniem mocy

Warunki dodatkowe:

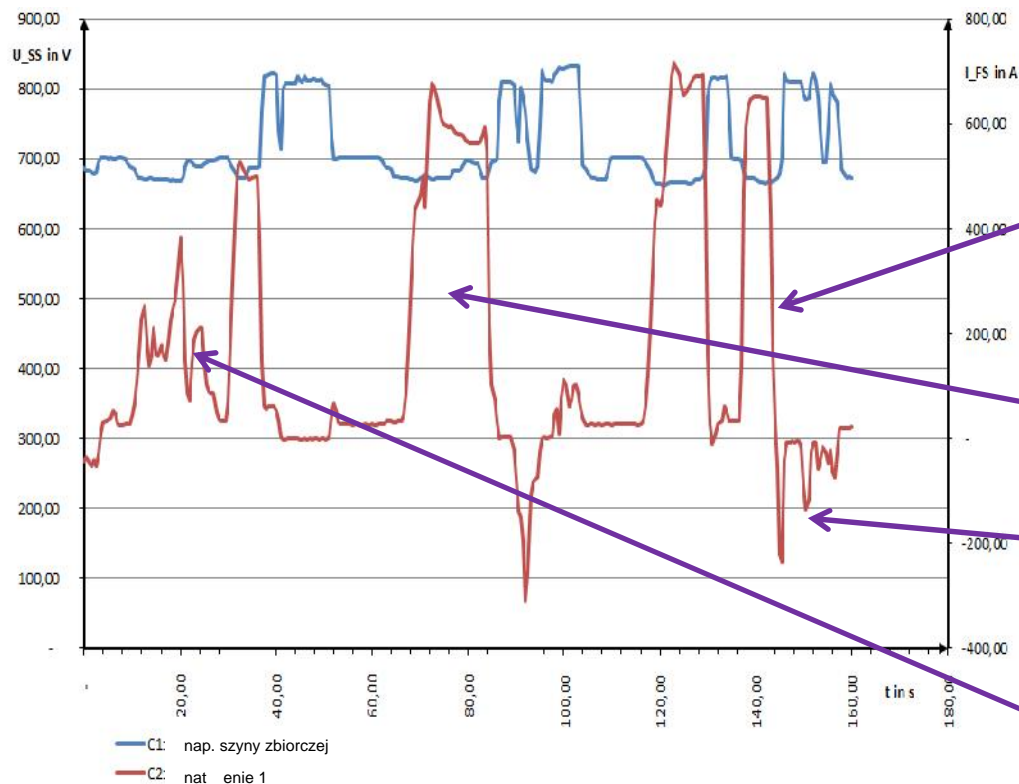
Trasa jednotorowa z sygnalizacją
brak dodatkowych odbiorników pobocznych
człowieko wykorzystanie ulic
z przystankami MIV



| | |
|-----------------------|--------------------------|
| DE | Target language |
| C1: Sammelschienensp. | C1: nap. szyny zbiorczej |
| C2: Strom Str . 1 | C2: nat enie 1 |
| | |

Pomiar zu ycia energii

Pomiar dla pracowników nieszkolonych → brak optymalnej krzywej pr du w wyniku nierównomiernego, pełnego stresu stylu jazdy → nadajnik warto ci zadanej poruszany stale!



= zły styl jazdy

Bezpośrednie przejście od przyspieszenia do hamowania

Długie przyspieszanie

Hamowanie z zasilaniem powrotnym

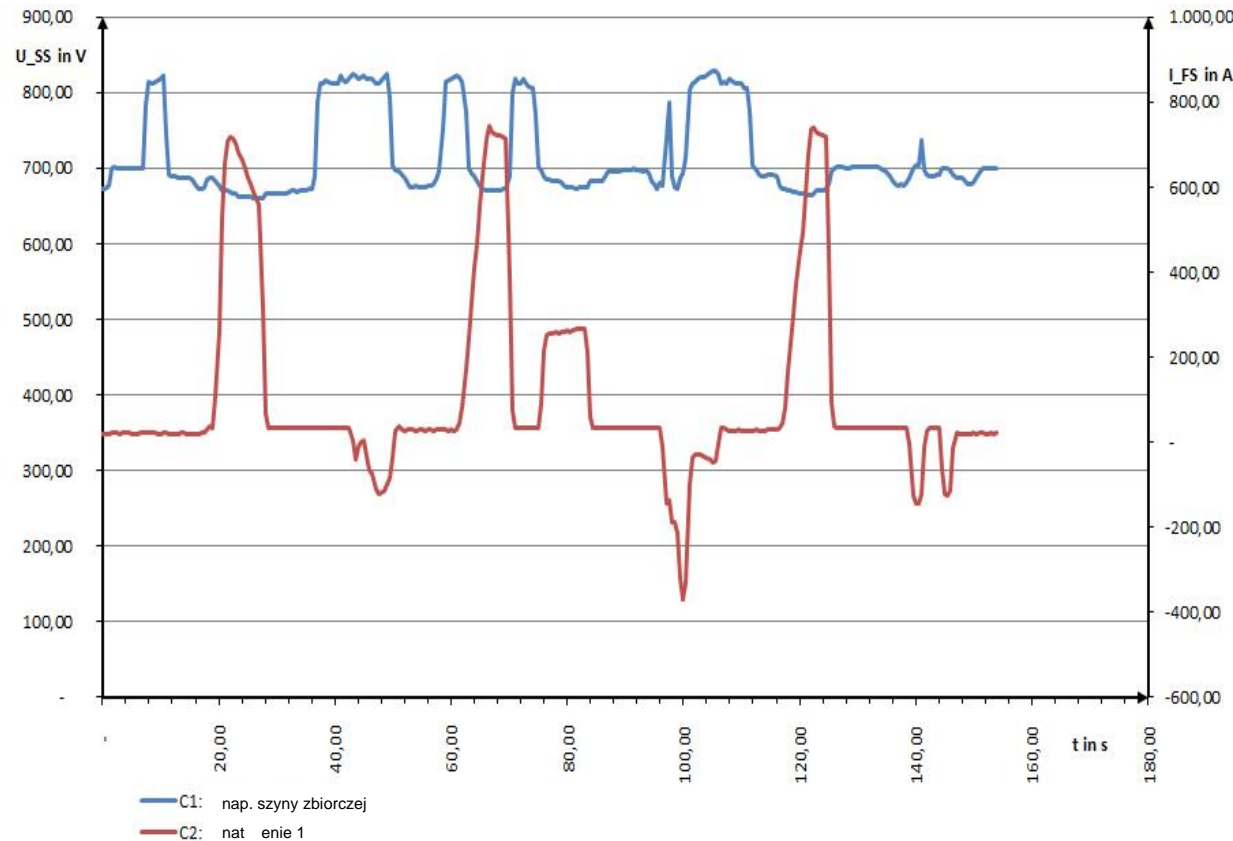
Nierównomierne, długie i niewyważone przyspieszanie



| | |
|-------------------------|--------------------------|
| DE | Target language |
| C1: Sammelschienenensp. | C1: nap. szyny zbiorczej |
| C2: Strom Str . 1 | C2: natężenie 1 |
| | |

Pomiar zużycia energii

Pomiar dla pracowników przeszkolonych → idealna krzywa prądu dla spokojnego, prostego stylu jazdy



3 × krótkie i silne
hamowania
oraz przyspieszenie
pośrednie

3 hamowania
z zasilaniem
powrotnym

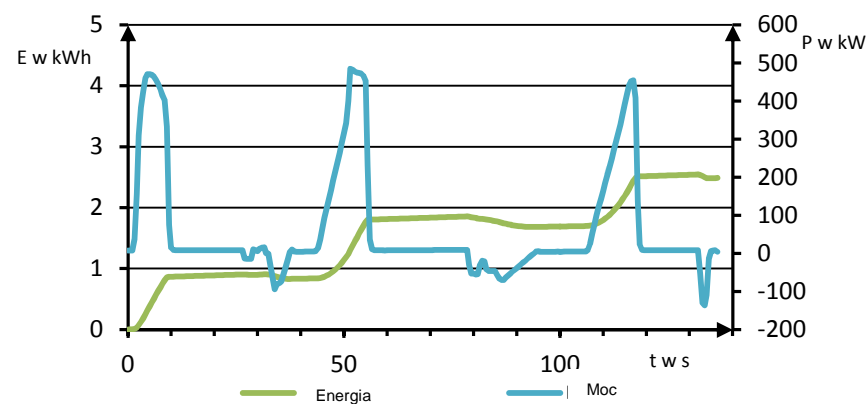
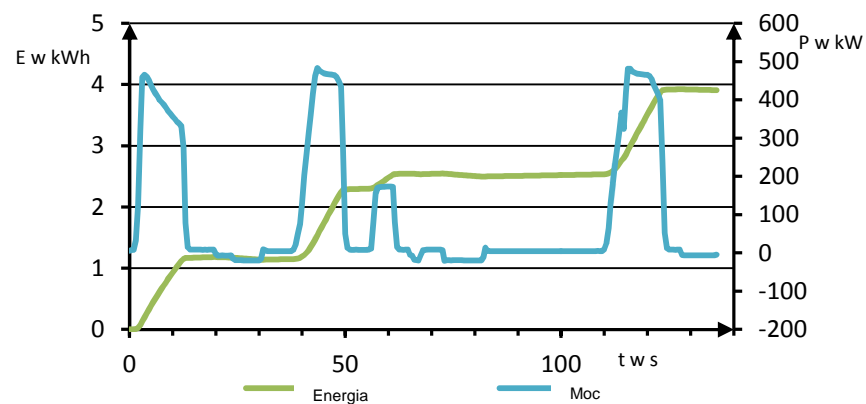
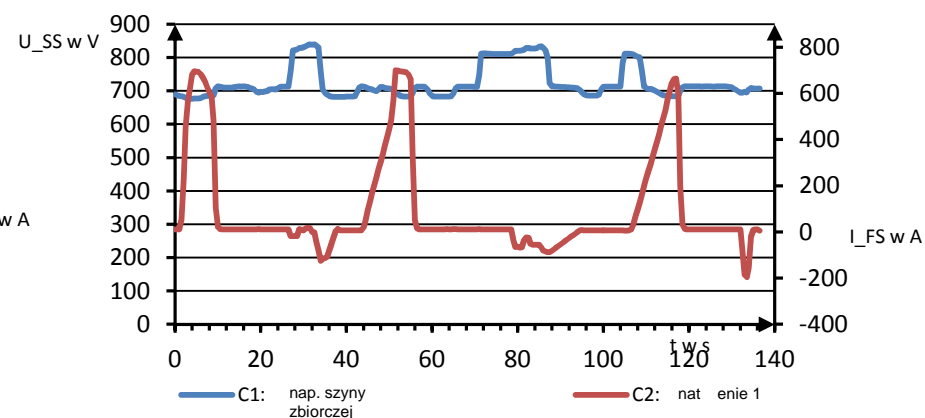
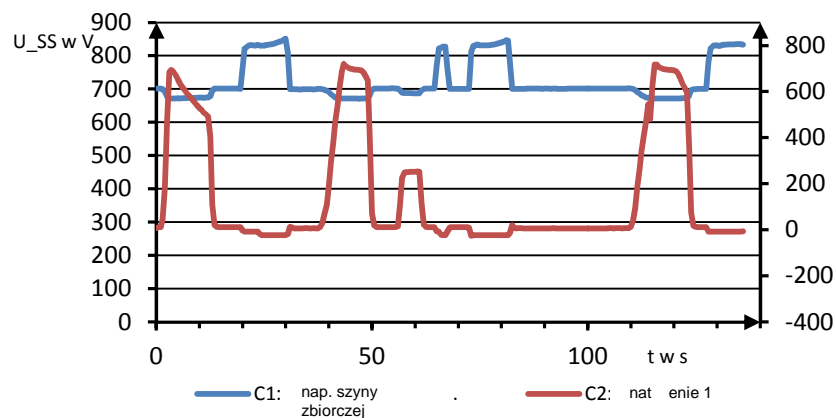


Wyniki pomiaru energii w Lipsku

Ocena dla tramwajów
T4D/T4D/NB4 = Tatra
z dodatkowym
wagonem Bombardier



Ocena dla tramwajów T4D/T4D/NB4 przed szkoleniami i po nich



Ocena dla tramwajów

Zużycie energii T4D/T4D/NB4 Porównanie

| | kWh | kWh/km | t/s |
|------------------|------------|---------------|------------|
| Przed szkoleniem | 3,98 | 4,55 | 137 |
| Po szkoleniu | 2,49 | 2,98 | 138 |
| Efekt | -44,5% | | +0,7% |



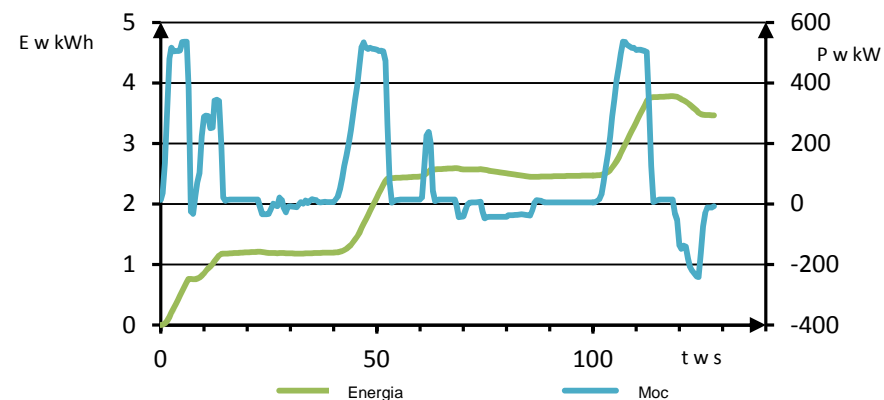
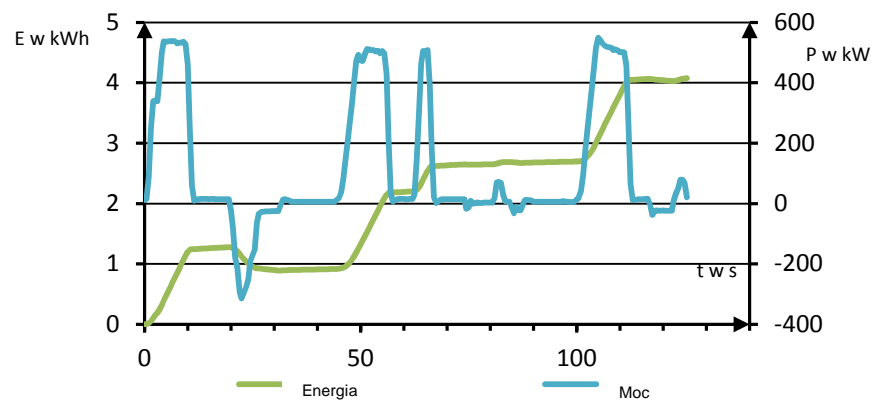
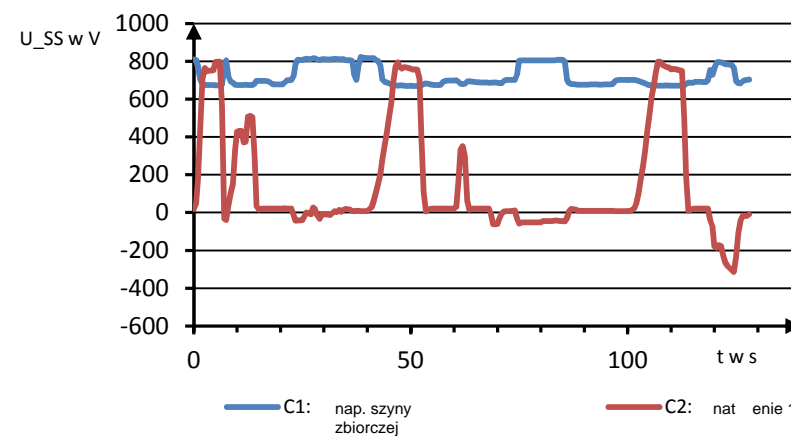
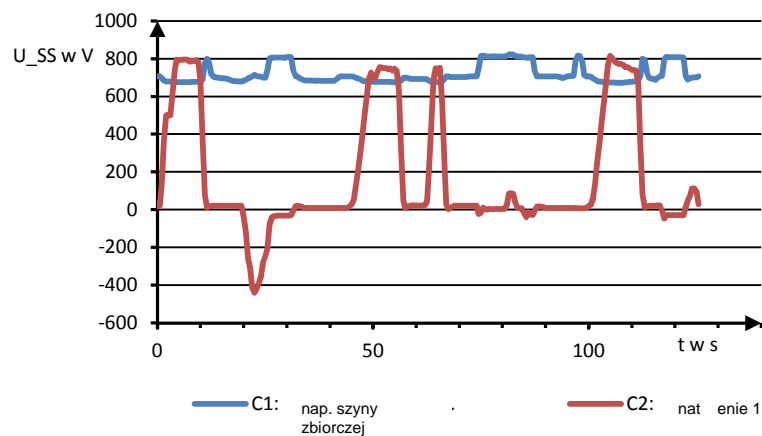
Ocena dla tramwajów NGT12 Bombardier Classic



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



Ocena dla tramwajów NGT12 przed szkoleniami i po nich



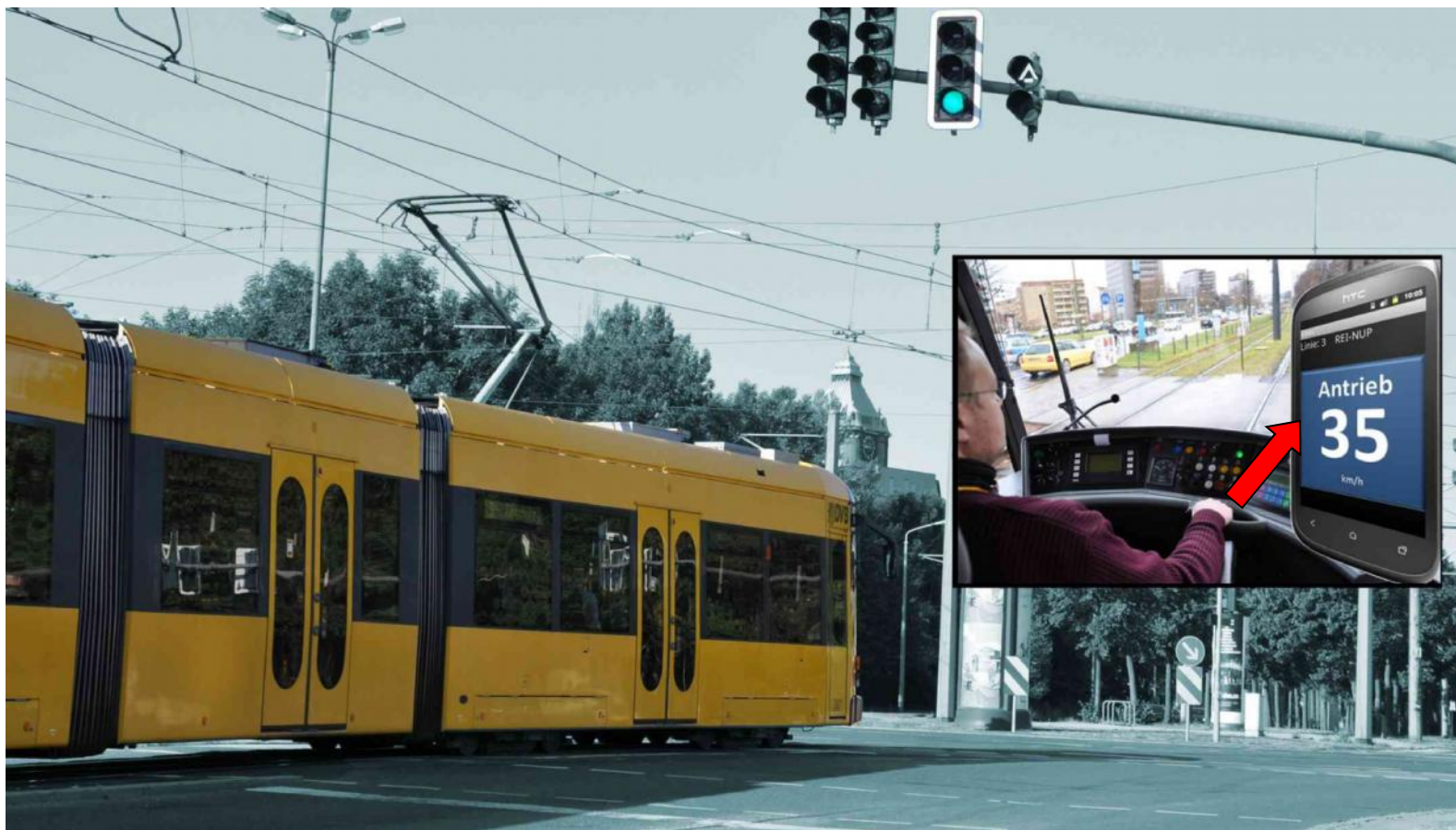
Ocena dla tramwajów

Zużycie energii NGT12 Bombardier Classic Porównanie

| | kWh | kWh/km | t/s |
|------------------|------------|---------------|------------|
| Przed szkoleniem | 4,02 | 4,60 | 127 s |
| Po szkoleniu | 3,48 | 3,98 | 128 s |
| Efekt | -14,5% | | +0,8% |



Nowe techniki mogą na wykorzystywać, pokazują styl jazdy jak protokół linii!



Sze złotych reguł energooszczędnego stylu jazdy!

- Powoli i równomiernie rozpędza pojazd
- Zwraca przy tym uwagę na tarcie
- Po osiągnięciu pożądanego prędkości przejdzie do położenia zerowego i pozwoli, aby pojazd się toczył
- Prowadzi w sposób przewidywalny
- W odpowiednim momencie rozpocznie hamowanie
- Hamowa równomiernie



Aspekty bezpieczeństwa dla tramwajów



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

actuate



Zachowanie przy wykolejeniu

- Zasada: zabezpieczenie – ratunek – zgłoszenie
- Niezwłocznie cięgnąć odbierak przodu, wyciągnąć wagon,
- dopiero wówczas pozwolić pasażerom wysiść
- Przed opuszczeniem pociągu założyć kamizelkę ostrzegawczą
- Otworzyć drzwi ręcznie i umożliwić pasażerom opuszczenie pojazdu
- Pojazd zabezpieczyć z każdej strony
- Jeżeli pojazd stoi w profilu innych torów, zabezpieczyć go w szczególny sposób
- Powiadomić dyspozytorni i poczekać na wagon ratunkowy z warsztatu (celem ustawienia na torach)
- Po ustawieniu pojazdu na torach, bez pasażerów, z prędkością maksymalnie 20 km/h udać się do zajezdni



Zachowanie podczas uszkodzenia trakcji

- Zasada: zabezpieczenie – ratunek – zgłoszenie
- Szeroko zabezpieczyć miejsce, w którym zwisają przewody trakcyjne
- W żadnym wypadku nie dotyka (próba stały zagrożenie przywarcia)
- Wszystkie zwisające elementy trakcji należy uznać za przewodzące prąd, choć z reguły automat w podstacji automatycznie odłączy uszkodzone i opadające trakcje
- Dotykание zwisających elementów jest zabronione
- Poinformować dyspozytora
- Jeżeli w wyjątkowych przypadkach napięcie trakcyjne nie zostanie odłączone, odłączenie zostanie przeprowadzone niezwłocznie zdalnie przez centralę energetyczną.



Brak napięcia trakcyjnego po przecięciu

- Jeżeli to możliwe, wykorzystaj pęd, aby przetoczyć się do następnego separatora odcinków (w kolejnym odcinku może jeszcze płynąć prąd)
- W pierwszym wagonie odbierak prądu pozostaje przyłożony, w kolejnych wagonach odbieraki są odcignięte (ze względu na nieodłączalne odbiorniki dodatkowe)
- Poinformować dyspozytora
- Po ponownym dołączeniu prądu pierwszy wagon, powoli ruszając, przesuwa się do kolejnego separatora odcinków
- Po dotarciu na miejsce to samo wykonują kolejne pojazdy



ACTUATE



Dzi kuj za uwag !



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

actuate

