



ACTUATE

*Zaawansowany program szkoleniowy na rzecz bezpiecznej
i ekonomicznej jazdy elektrycznymi pojazdami drogowymi
– Tramwaj –*

www.actuate-ecodriving.eu



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

actuate



ACTUATE

Projekt optymalizacji jazdy w celu ograniczenia zużycia energii

Opracowano, przetestowano i pomyślnie wprowadzono programy szkoleniowe i ogólne metody szkoleń zwiększające ekonomiczność prowadzenia elektrycznych pojazdów drogowych w transporcie publicznym w ramach projektu współfinansowanego ze środków unijnych – ACTUATE.

Dzięki wprowadzeniu zaawansowanych szkoleń na temat ekonomicznej jazdy, energooszczędny potencjał elektrycznych pojazdów drogowych takich jak tramwaje, autobusy hybrydowe i trolejbusy może ulegać dalszej optymalizacji, a co za tym idzie wpływać na oszczędność kosztów oraz szerokie rozpowszechnienie tego rodzaju pojazdów.

Projekt ACTUATE kładzie szczególny nacisk na kierowcę, traktując go jako kluczowy element ekonomicznej jazdy. Towarzyszące kampanie motywujące pozwalają również upewnić się, że kierowcy w dłuższym okresie czasu stosują wiedzę, którą nabyli podczas zaawansowanych szkoleń.

Projekt optymalizacji zachowań kierowców...

- ▶ na rzecz ekonomicznej jazdy elektrycznymi pojazdami drogowymi w transporcie publicznym;
- ▶ aby zwiększyć energooszczędność elektrycznych pojazdów drogowych w całym transporcie publicznym;
 - aby opracować i przetestować programy szkoleniowe wspomagające bezpieczną i ekonomiczną jazdę;
 - kampanie motywacyjne dla kierowców tramwajów, trolejbusów i autobusów hybrydowych.

Niniejsza broszura szkoleniowa została opracowana z myślą o trolejbusach w ramach projektu ACTUATE.

SPIS TREŚCI

1	Wprowadzenie	4
1.1	Ekologiczna jazda	5
1.2	Kto korzysta na ekologicznej jeździe?	6
1.3	Pojazdy elektryczne – przeszłość i przyszłość	7
2	Czynniki wpływające na zużycie energii	8
2.1	Czynnik ludzki	9
2.2	Czynniki związane z infrastrukturą i topografią	10
2.3	Czynniki związane z trasami i oporem toczenia jazdy na wybiegu	11
2.4	Rola prędkości	14
3	Układ sterowania i zasilanie	15
3.1	Układy sterowania	15
3.2	Zasilanie	18
3.3	Pomiary zużycia energii	18
3.4	Analiza rezultatów	20
4	Awarie	24
5	Ośrodek szkolenia motorniczych	25
6	Ekologiczna jazda i rozkłady	27
7	Szkolenia	28
8	Podsumowanie	30

1 Wprowadzenie

Dlaczego należy oszczędzać energię? Energia stała się cennym zasobem. Ropa naftowa nie jest niewyczerpanym źródłem paliwa. Pojazdy z silnikami Diesla i benzynowymi powodują znacznie mniejsze zanieczyszczenia niż jeszcze kilka lat temu dzięki katalizatorom, filtrom cząstek stałych i innym systemom, ale mimo to zanieczyszczają środowisko. Dlatego należy rozważyć alternatywne rozwiązania. Taką czystą alternatywą jest elektryczność.

Istnieją jednak różne metody generowania energii elektrycznej. Jedną z nich jest wciąż powszechne wykorzystywanie elektrowni węglowych. Zasoby węgla nie są jednak niewyczerpane. Ponadto podczas produkcji energii elektrycznej powstają zanieczyszczenia, które stanowią obciążenie dla środowiska. Dlatego w coraz większym zakresie energia elektryczna produkowana jest z wykorzystaniem przyjaznych dla środowiska, odnawialnych źródeł energii, takich jak energia wiatrowa, słoneczna i wodna. Ta metoda produkcji energii elektrycznej jest w 100% przyjazna dla środowiska i jej znaczenie rośnie.

Zanim jednak całe zapotrzebowanie na energię elektryczną będzie zaspokajane dzięki odnawialnym źródłom energii, należy rozwiązać szereg problemów. Po pierwsze, wyprodukowana energia elektryczna musi zostać dostarczona z miejsca produkcji do konsumenta. W związku z tym konieczne jest odpowiednie rozbudowanie sieci energetycznych. Po drugie, potrzebne są stabilne dostawy energii, ponieważ wiatr nie zawsze wieje, a słońce nie zawsze świeci. Dlatego wyzwaniem jest magazynowanie energii elektrycznej do czasu, aż będzie potrzebna. Wciąż nie ma wystarczającej liczby elektrowni szczytowo-pompowych umożliwiających magazynowanie energii elektrycznej.

Energia elektryczna jest cennym towarem i nie można wyobrazić sobie życia we współczesnym świecie bez elektryczności. Dlatego musimy być świadomi naszych zachowań i oszczędnie wykorzystywać istniejące zasoby w życiu prywatnym, jak również w sferze publicznej. Lokalny transport publiczny ma do odegrania szczególną rolę jako wzór. Nowoczesna technologia i ekologiczny styl jazdy mogą znacząco przyczynić się do oszczędzania energii.

Wszystkie pojazdy szynowe, które umożliwiają zwrot energii elektrycznej do sieci trakcyjnej w czasie hamowania, pomagają obniżyć zużycie energii.

Eine Straßenbahn vom Typ NGT 8 vor dem Neuen Rathaus in Leipzig



Der Fahrer macht den Unterschied!

1.1 Ekologiczna jazda

Ekologiczny styl jazdy można stosować nie tylko w odniesieniu do tramwajów, ale również innych „czystych” pojazdów, takich jak lekkie pojazdy szynowe, metro, trolejbusy, autobusy o napędzie elektrycznym oraz autobusy z napędem hybrydowym. Zasady optymalnej jazdy są więc następujące:

Bezpieczeństwo

Efektywność kosztowa

Punktualność

Orientacja na klienta

Jednak co to dokładnie oznacza?

Bezpieczeństwo

Bezpieczeństwo jest najwyższym priorytetem. Wszystko inne musi być podporządkowane bezpieczeństwu! Etymologicznie bezpieczeństwo określa się jako stan „bez pieczy” (łac. sine cura - securitas.), czyli wolny od niepokoju, obaw. Słowo to opisuje więc stan uważany za wolny od zagrożeń. Pasażerowie powinni wsiadać do lokalnego pociągu bez obaw i bezpiecznie dojeżdżać do celu. Ekologiczny styl jazdy oznacza przewidywanie podczas jazdy, czyli fundamentalny warunek bezpieczeństwa w ruchu drogowym.

Efektywność kosztowa

Efektywność kosztowa jest ogólnym miernikiem efektywności i rozsądnego wykorzystywania zasobów. Celem jest również zużywanie możliwie jak najmniejszej ilości energii, żeby dotrzeć z punktu A do punktu B. Ponadto zrównoważony, dobrze przemyślany, energooszczędny styl jazdy minimalizuje zużycie pojazdów i infrastruktury (szyny i systemy sieci trakcyjnej). Oszczędność energii oznacza oszczędność pieniędzy!

Punktualność

Klienci oczekują od transportu publicznego punktualności. Środki transportu nie powinny nigdy odjeżdżać z przystanków przed czasem. Jeśli chodzi o metro, punktualność nie stanowi problemu, ponieważ działa ono w systemie zamkniętym, który nie jest zakłócany przez innych uczestników ruchu. Niestety problem ten występuje w przypadku tramwajów i do pewnego stopnia systemów kolei lekkiej, które często nie mogą uniknąć opóźnień ze względu na fakt, że funkcjonują razem z indywidualnymi środkami transportu.

*Wielu ludzi
korzysta na co
dzień z lokalnego
transportu.*



Punktualność nie powinna być wymuszana ze szkodą dla bezpieczeństwa (niebezpieczna jazda). Nieostrożna, szybka jazda nie tylko stwarza zagrożenie dla bezpieczeństwa, ale zwiększa również zużycie pojazdów i infrastruktury. Ekonomiczny i przewidujący styl jazdy nie oznacza dłuższego czasu podróży, jak wynika z doświadczeń zdobytych podczas praktycznych sesji w ramach szkoleń dotyczących ekologicznej jazdy prowadzonych w miastach partnerskich projektu ACTUATE (np. w Brnie w Czechach w odniesieniu do tramwajów lub w Salzburgu w Austrii w odniesieniu do trolejbusów).

Orientacja na klienta

Orientacja na klienta jest dla przedsiębiorstw transportowych ważnym narzędziem budowania wizerunku publicznego. Orientacja na klienta jest często określana jako obsługa klienta (customer service). Oznacza to spełnianie życzeń klientów dotyczących usług „przewozu pasażerów”. Są to również usługi polegające na pomaganiu pasażerom o ograniczonej mobilności we wsiadaniu i w wysiadaniu z pojazdów lub przekazywaniu informacji na temat cen biletów itp. Klienci chcą być obsługiwani

przez kompetentnych pracowników, a nie przez zestresowanych, zmęczonych kierowców, którzy z niechęcią odpowiadają na pytania. Pasażerowie chcą się czuć bezpiecznie (zob. bezpieczeństwo).

Kierowca prowadzący pojazd w sposób zrównoważony i ekonomiczny jest mniej zestresowany i może lepiej reagować na klientów (pasażerów). Kierowcy i pasażerowie czują się lepiej i bezpieczniej, gdy kierowca prowadzi w sposób łagodny, bardziej ekonomiczny.

Kto korzysta na ekologicznej jeździe (eco-driving)?

Kierowca

Kierowca jest bardziej zrelaksowany i mniej zestresowany podczas jazdy.

Pasażer

Pasażer czuje się bezpieczniej, ponieważ wyraża spokój kompetentnego kierowcy dzięki jego przewidującemu i płynniejszemu stylowi prowadzenia.

Infrastruktura

Infrastruktura jest mniej obciążona w przypadku przewidującej i płynniejszej jazdy, co skutkuje na przykład mniejszym zużyciem zwrotnic i skrzyżowań. W perspektywie długoterminowej oznacza to znaczące oszczędności w odniesieniu do kosztów infrastruktury.

Pojazd

Wykorzystywanie jazdy na wybiegu oznacza płynniejszą jazdę i mniejsze obciążenia, na przykład mniejsze zużycie obręczy i elektronicznych systemów kontroli (ochrona przeciwoślizgowa).

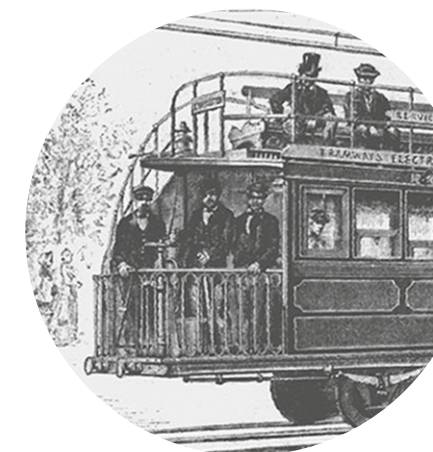
Przedsiębiorstwo

Przedsiębiorstwo oszczędzi dużo pieniędzy w perspektywie długoterminowej w związku z mniejszym zużyciem energii, mniejszą liczbą napraw pojazdów i infrastruktury oraz możliwie niższymi kosztami personelu, ponieważ można oczekiwać mniej dni nieobecności w pracy spowodowanej chorobą, co przekłada się na większą dostępność personelu w wyniku mniejszego obciążenia dzięki ekologicznej jeździe, a co za tym idzie – większe zadowolenie pracowników.

1.2 Pojazdy elektryczne: – przeszłość i przyszłość

Pojazdy napędzane energią elektryczną są w istocie starsze niż samochody napędzane paliwem. Francuz Gustave Trouvé zbudował pierwszy pojazd elektryczny i przejechał nim przez Paryż w 1881 r. Był to pojazd trzykołowy z akumulatorami kwasowo-ołowiowymi i silnikiem elektrycznym. Jego maksymalna prędkość wynosiła 12 km/h z zasięgiem 14–26 km. Pierwszy elektryczny samochód w Niemczech został zbudowany przez fabrykę maszyn A. Flocken w Coburgu w 1888 r. Był to pierwszy czterokołowy samochód elektryczny. Pierwszy samochód z silnikiem spalinowym został zaprojektowany przez Karla Benza w 1886 r. Tramwaje elektryczne wyprodukowano po raz pierwszy w 1881 r.

*Pierwsza elektryczna linia
tramwajowa zaprojektowana
przez W. v. Siemens*



Dzięki przewodom trakcyjnym, zaprojektowanym przez J.C. Henry'ego w 1884 r., które są bardzo podobne do tych używanych dzisiaj, możliwe było rozbudowanie sieci tramwajowych. Chociaż tramwaje zostały zastąpione przez autobusy w wielu miastach w Europie w latach 50. XX wieku, obecnie przeżywają renesans w wielu europejskich miastach (w szczególności we Francji). Korzyści związane z elektrycznie napędzanymi pojazdami są powszechnie uznawane. Tego typu pojazdy są czystsze i cichsze niż pojazdy zasilane benzyną lub olejem napędowym. Wyposażone w nowe systemy trakcyjne z hamulcami rekuperacyjnymi (hamowanie rekuperacyjne/odzyskowe = energia z hamowania zostaje oddana do sieci trakcyjnej), są znacznie bardziej wydajne i efektywne kosztowo pod względem użytkowania.

Jako środek transportu zbiorowego w dużych miastach wszystkie pojazdy szynowe posiadają tę zaletę, że mogą przewozić znacznie więcej pasażerów niż autobusy. Jeśli pojazdy takie są napędzane zieloną energią, wówczas tramwaje, lekka kolej miejska i metro należy uznać za najczystsze i najbardziej przyjazne dostępne środki transportu.

*„eco driving“:
entspannter und
stressärmer durch
ausgeglichene
Fahrweise*

Jak inaczej oszczędzać, jeśli nie inteligentnie?

Christiane „Tissy“ Bruns
(dziennikarka)

2 Czynniki wpływające na zużycie energii

Jednak pomimo wszystkich wspomnianych powyżej ogólnych korzyści i najnowocześniejszych technologii pojazdy szynowe powinny być obsługiwane w taki sposób, aby zużycie energii było możliwe jak najmniejsze, ponieważ produkcja energii elektrycznej jest droga. Przejście na zieloną energię wiąże się z dodatkowymi kosztami. Ekonomiczny, energooszczędny styl jazdy podlega kilku czynnikom. Istnieją czynniki zewnętrzne, na które kierowcy **nie mają wpływu**. Należą do nich stan torów, stan obręczy, intensywność ruchu, topografia, rodzaj pojazdu (moc silnika), liczba pasażerów oraz oczywiście, czy pojazd jest wyposażony w hamulec rekuperacyjny. Istnieją jednak również czynniki, na które kierowcy mają wpływ. Jest to między innymi **świadomie energooszczędny styl jazdy**, tzn. rozważanie, kiedy przyspieszanie ma sens, a kiedy nie. Nazywa się to po prostu **przewidyującym stylem jazdy**.

Prowadząc pojazd, powinniśmy stale zadawać sobie następujące pytania i uczciwie na nie odpowiadać:

- ▶ Czy ma sens wybieranie zawsze największego przyspieszenia podczas ruszania, jeśli stan szyn nie jest najlepszy?
- ▶ Czy w istocie oszczędzę czas, jeśli przy ruszaniu zastosuję najwyższą wartość teoretyczną / najwyższe przyspieszenie, ale później trzeba będzie hamować, aby stanąć na sygnale stop?
- ▶ Czy muszę zwiększać prędkość, jeśli niedaleko znajdują się zwoznice, które można przejechać jedynie przy niskiej prędkości?

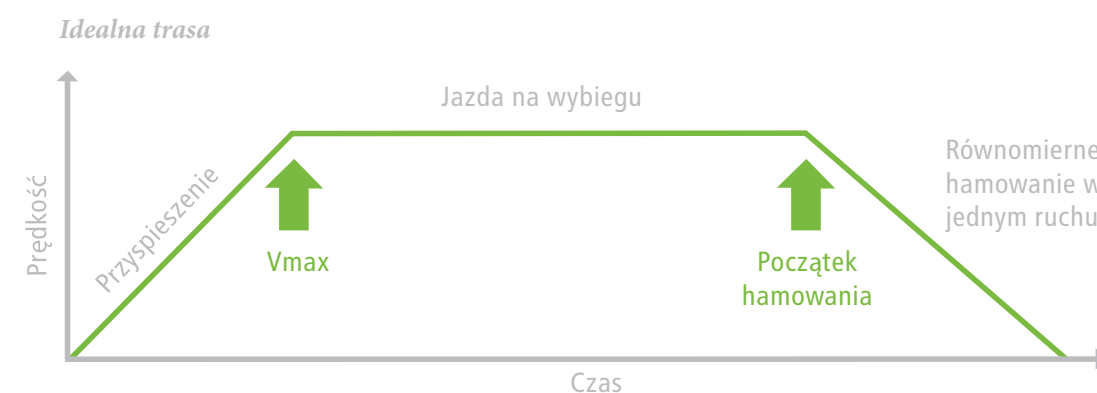
Szczerą odpowiedzią na te wszystkie pytania jest „NIE”. W przypadku nachylenia drogi, należy rozważyć, czy lepsze będzie utrzymanie stałej prędkości przy niskim zużyciu energii, czy naprzemienne przyspieszanie i jazda na wybiegu. Należy wziąć pod uwagę stopień nachylenia i układ sterowania pojazdu.

Oto przykład efektywnego stylu jazdy: Jeśli za obsługowanym przystankiem w odległości około 30 m znajdują się zwoznice, które można przejechać jedynie z prędkością 15 km/h, rozsądne jest przyspieszenie maksymalnie do około 18 km/h (przy założeniu linii prostej). Należy przetoczyć pojazd przez te zwoznice, a następnie przyspieszyć zgodnie z warunkami na danej linii. Po osiągnięciu wymaganej prędkości, należy wykorzystać możliwość jazdy na wybiegu i płynnie zahamować na następnym przystanku

Blick aus dem Cockpit auf
eine modernisierte Trasse



2.1 Czynniki ludzkie



Kierowcy muszą zrozumieć, że adaptacyjny, energooszczędny styl jazdy leży w ich interesie. Idealna krzywa jazdy w mieście, bez dużych wzniesień lub spadków byłaby następująca: należy wybrać wysokie, ale równe tempo przyspieszenia dostosowane do warunków pogodowych, ruchu i stanu szyn do momentu osiągnięcia pożądanej lub dozwolonej maksymalnej prędkości, następnie zastosować jazdę na wybiegu i płynnie wyhamować, aż do zatrzymania, zachowując odpowiednio długą drogę hamowania, tzn. średnią wartość nominalną / średni poziom hamowania, biorąc pod uwagę obecność pasażerów. Ten styl jazdy ma zastosowanie zarówno do pojazdów wyposażonych w hamowanie rekuperacyjne, jak i niewyposażonych w takie hamulce.

Pojazdy wyposażone w system odzysku energii posiadają tę zaletę, że w przypadku wybrania dłuższej drogi hamowania energia jest oddawana do sieci trakcyjnej na dłużej. Jeśli pojazd może oddawać energię hamowania z powrotem do sieci, w większości przedsiębiorstw transportowych jest ona doprowadzana do szyny zbiorczej w podstacji i może być wykorzystywana

na wszystkich liniach do niej podłączonych. Oznacza to, że odzyskana energia może być wykorzystana w prawie 90 % przez inne przyspieszające pojazdy. Odzysk energii nie może być tak intensywnie wykorzystywany we wczesnych godzinach rannych lub późno w nocy, kiedy odstępy pomiędzy pojazdami są duże.

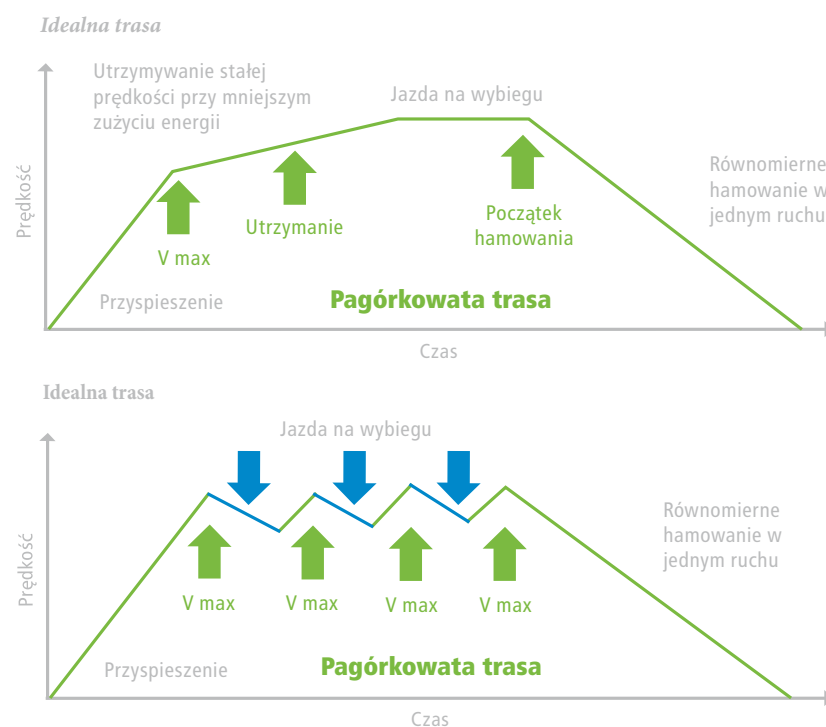
Opracowano już jednak przyrządy do przechowywania energii, które można instalować w podstacjach, aby energia z odzysku mogła być wykorzystywana w okresach zmniejszonego ruchu. Każde przedsiębiorstwo musi rozważyć wydatki i korzyści, aby ocenić zasadność takich działań. To samo dotyczy urządzeń magazynowania energii w pojazdach, które mogą również okresowo magazynować energię. Niemniej jednak zwiększa to obciążenie osi, co może mieć negatywny wpływ na infrastrukturę. Niezależnie od tego, czy w podstacjach znajdują się urządzenia do magazynowania, faktem jest, że jeśli sieć trakcyjna nie może absorbować energii, energia z hamowania jest rozpraszana przez pojazd poprzez opór. W niektórych miastach w Europie wykorzystywane są pojazdy wyposażone w sterowanie oporowe.

Konieczne jest stosowanie zawsze najwyższego tempa przyspieszenia dostosowanego do linii i przyczepności, aby możliwe było szybkie wyłączenie rezystorów (zob. wyjaśnienie w 3.1). Ogólnie można stwierdzić, że idealny styl ekologicznej jazdy najłatwiej stosować na wydzielonych lub specjalnych konstrukcjach torów. Jeśli tramwaj uczestniczy w stale zmieniającym się ruchu pojazdów indywidualnych, prowadzącemu trudno jest przestrzegać „idealnej krzywej jazdy”. Jedyne przewidujące prowadzenie może pomóc w możliwie jak największym stopniu dostosować się do idealnego wzorca jazdy. Należy również brać pod uwagę osobiste nastawienie prowadzącego, ponieważ wewnętrzny spokój przekłada się na spokojną, zrównoważoną i pozbawioną stresu jazdę.

Zatem przewidująca postawa w każdej sytuacji i duża dawka spokoju pomagają oszczędzić dużo energii, nie tylko pod względem kW/h, ale także stresu kierującego.

2.2 Czynniki związane z infrastrukturą i topografią

Do czynników, na które nie można wpływać odnośnie do stosowania ekologicznego stylu jazdy, należą warunki topograficzne w mieście (strome wzniesienia i spadki) oraz – z perspektywy kierowcy – konstrukcja torów (tory wydzielone lub tory wbudowane w jezdnię).



W przypadku sieci tramwajowych w miastach położonych na pagórkowatym terenie istnieją dwie „idealne krzywe jazdy” dla wzniesień, w zależności od układu sterowania pojazdu. W pojazdach wyposażonych w rodzaj tempomatu ekonomicznym wyjściem jest utrzymywanie określonej pozycji nastawnika lub pedału przyspieszenia, aby zachować prędkość na wymaganym poziomie przy niewielkim zużyciu energii. Byłoby to wyjątkowo efektywne, jeśli pojazd musiałby również zjeżdżać w dół i stale lekko hamować. Moc hamowania mogłaby zostać w pełni wykorzystana przez pojazdy jadące pod górę. Oczywiście przy założeniu, że pojazdy te są wyposażone w hamulce rekuperacyjne. Jeśli pojazd wyposażony jest jedynie w prosty hamulec rezystancyjny, energia z hamowania jest rozpraszana poprzez reostaty, jak na przykład w przypadku układu sterowania przyspieszeniem w niezmodyfikowanych pojazdach Tatra lub pojazdów z rezystorem dodatkowym. W przypadku pojazdów tego typu lepiej jest przyspieszać szybko i zdecydowanie, aby możliwe było szybkie odłączenie rezystorów, a prąd trakcyjny mógł być w pełni wykorzystany przez silniki (zob. układy sterowania 3.1).

Wybór idealnej krzywej jazdy na pagórkowatych trasach zależy również od długości trasy, dozwolonej prędkości oraz, jak już wspomniano, od układu sterowania pojazdu. Dlatego aby wybrać najlepszą krzywą jazdy na torach wbudowanych w jezdnię w konkretnej sytuacji, należy stosować przewidujący styl jazdy i wykorzystywać dobrą znajomość trasy. Zawsze łatwiej jest realizować idealną krzywą jazdy w metrze i systemach kolei lekkiej na trasach z systemem kontroli „niezakłócanych” przez innych uczestników ruchu drogowego. W takim przypadku optymalny rozkład jazdy może mieć pozytywny wpływ na zużycie energii (na przykład poprzez uwzględnianie skrzyżowań, włączanie sygnałów itp.).

2.3 Czynniki związane z trasami i oporem jazdy na wybiegu

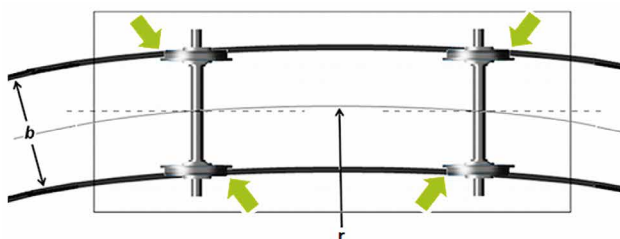
Trakcja...

...jest potrzebna do wytworzenia i utrzymania stanu ruchu

...działa przeciwko siłom bezwładności i oporu

...zależy od wystarczającej przyczepności kół do szyn

Siła F nie może przekroczyć maksymalnego współczynnika przyczepności (koło/szyna), ponieważ w przeciwnym razie doszłoby do poślizgu kół przy przyspieszaniu lub hamowaniu. Różne pozytywne i negatywne siły oraz opory zawsze oddziałują na pojazd w odniesieniu do dynamiki jazdy. Jeśli chodzi o cechy trasy, obejmują one siłę nachylenia, opór w łuku i siły oporu zwrotnic. Opór nachylenia należy rozumieć jako warunki topograficzne. Opór nachylenia zamienia energię potencjalną w energię kinetyczną i odwrotnie.



Opór nachylenia lub siła nachylenia może utrzymywać energię (spadek) lub hamować energię (podjazd). Gradienty są mierzone w ‰ (na milę). Opór w łuku odnosi się do tarcia zestawów kołowych główkę szyny. Może to powodować ślizganie się kół w związku z różnymi odległościami pokonywanymi przez niską i wysoką część koła. W przeciwieństwie do pojazdu silnikowego koła tramwaju są sztywno osadzone na osi. Na łuku obrzeże koła jest nachylone względem rowka lub naciska na główkę szyny. Im mniejszy promień w łuku, tym większy opór. Powoduje to typowy pisk, który można obecnie niwelować dzięki stacjonarnym urządzeniom do smarowania w łuku lub pokładowe smarowanie obrzeża koła. Opór na zwrotnicach jest niski, więc można go ignorować w obliczeniach. Obejmuje wstrząsy i tarcie między kołami oraz odbojnicami lub krzyżownicami zwrotnic. Poza oporem linii

istnieją inne siły pochodzące od samego pojazdu. Są to opór ruszania z miejsca, opór powietrza i opór jazdy na wybiegu. Opór ruszania z miejsca opiera się na fizycznej bezwładności. „Obiekt w spoczynku pozostaje w spoczynku.” Zasada ta została sformułowana przez Isaaca Newtona w 1687 r. w jego Prawie bezwładności. W odniesieniu do dynamiki ruchu pojazdu oznacza to, że siła powstająca w silniku musi pokonać różne „wewnętrzne opory”, na przykład przekładnię, różne łożyska oraz siłę kontaktu koło/szyna, zanim pojazd zacznie się poruszać (siła = masa x przyspieszenie).

Opór powietrza jest siłą, którą pojazd musi wywierać, aby rozproszyć powietrze. Jeżeli prędkość rośnie dwukrotnie, siła oporu zwiększa się czterokrotnie. Z uwagi na fakt, że tramwaje z reguły nie mają kształtu aerodynamicznego, w ich przypadku opór powietrza jest większy niż w przypadku szybkich pociągów, takich jak Thalys, ICE lub TGV, które posiadają bardzo opływowy kształt. Niemniej jednak opór powietrza nie odgrywa tak ważnej roli z uwagi na względnie niskie prędkości, z jakimi tramwaj przeciętnie się porusza.

Ostatnim rodzajem oporu jest opór podczas jazdy na wybiegu. Jeśli porównamy koła tramwaju lub jakiegokolwiek pojazdu szynowego z kołami pojazdu silnikowego, od razu zauważymy małą powierzchnię nośną kół pojazdów szynowych. Wynika z tego korzyść w postaci bardzo niskiego oporu podczas jazdy na wybiegu. Po krótkim przyspieszeniu pojazd szynowy będzie toczył się z prawie niezmienną prędkością na bardzo długim dystansie na płaskiej drodze. To jeden z najważniejszych faktów w kontekście ekologicznego stylu jazdy. Natomiast opona samochodu ma bardzo szeroki kontakt z powierzchnią jezdni.

Der Rollwiderstand von Schienenfahrzeugen ist durch die geringe Auflagefläche der Räder sehr niedrig.

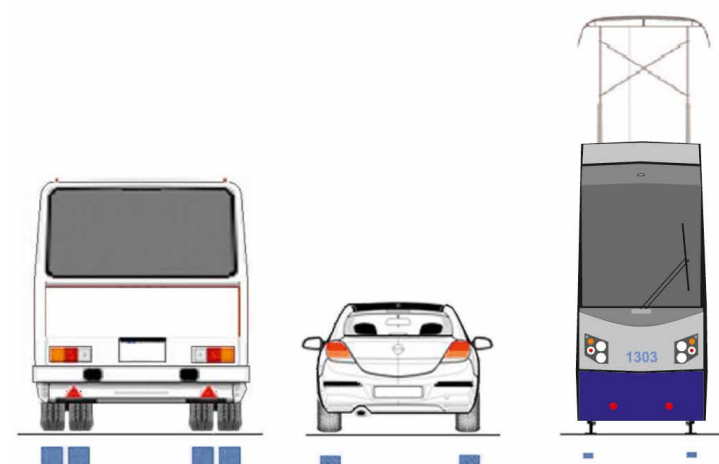
Jeśli samochód będzie poruszał się na biegu jałowym/wolnobiegu, utraci prędkość znacznie szybciej niż tramwaj ze względu na wysokie tarcie toczne między jezdnią a oponą. Do tego dochodzą jeszcze materiały, które stykają się z sobą. Gładka powierzchnia stalowego koła i stalowej szyny również zapewnia niskie tarcie toczne.

Z kolei guma przeciwpoślizgowa dobrze przylega do szorstkiego asfaltu, co jest zaletą podczas hamowania. Jednak w przypadku tramwaju mała powierzchnia nośna oznacza, że pojazd szybko zaczyna się ślizgać, jeśli nie zostaną odpowiednio uwzględnione właściwe parametry. Nowe lub niedawno odnowione obręcze są nieco skośne, a nowa główka szyny jest nieco łukowata, co jeszcze bardziej redukuje tarcie toczne, ale jednocześnie zmniejsza przyczepność. Tak zwane „media pośrednie” mają również istotne znaczenie. Jeśli na szynie znajdzie się piasek, wywołuje to efekt hamujący, zwiększa się tarcie między kołem a szyną, pojazd łatwo rusza i nie zaczyna ślizgać się podczas hamowania.

W nowych pojazdach prowadzący nie musi uruchamiać piasecznicy – zostaje ona uruchomiona automatycznie przez elektroniczny układ sterowania w przypadku wykrycia różnicy w prędkości obrotowej kół na wózkach tocznych i napędowych. Oczywiście prowadzący może i powinien świadomie wykorzystywać piasecznicę. Na przykład jeśli podczas zbliżania się do przystanku szyny są wyraźnie czarne od świeżo wylanego asfaltu, kierujący powinien uruchomić piasecznicę, rozpoczynając hamowanie, a nie czekać na reakcję urządzeń elektronicznych.

Spadające liście, pyłki i podobne materiały również znacznie zmniejszają przyczepność, sprawiając, że pojazd łatwiej ślizga się podczas hamowania, a koła podczas ruszania. Jednak wadą równoważenia słabej przyczepności przez elektroniczne zabezpieczenie przed poślizgiem jest fakt, że zostaje ono aktywowane w momencie wykrycia bardzo małych różnic w prędkościach obrotowych osi. Oznacza to automatycznie wysypanie piasku na zwrotnicę. Zwrotnice zapychają się piaskiem, nie mogą być uruchomione elektrycznie i muszą być częściej czyszczone.

Należy rozważyć również tego typu sytuację, ponieważ podjęcie odpowiednich działań umożliwi oszczędzanie energii. Jeśli zwrotnic nie można przestawić elektrycznie, kierujący musi zatrzymać pojazd, przestawić zwrotnicę ręcznie i ponownie ruszyć. To zakłóca jazdę. Aby ponownie ruszyć, konieczne jest zużycie większej ilości energii i traci się czas, co z kolei prowadzi do powstawania stresujących sytuacji. Dlatego zawsze lepiej toczyć pojazd przez zwrotnicę bez przerywania jazdy. Należy unikać gromadzenia piasku na zwrotnicach, aby zapewnić nieprzerwaną jazdę.



Vergleich des Rollwiderstand: Bus, Kfz und Straßenbahn

Dlatego w normalnych okolicznościach (tzn. przy braku niebezpieczeństwa) należy umożliwić jazdę na wybiegu przez całą zwrotnicę w pozycji neutralnej. Podczas jazdy na wybiegu pojazd nie będzie rozrzucał piasku, ponieważ koła nie będą się ślizgały. Choć są to drobiazgi, warto brać pod uwagę nawet takie drobne czynności. W starszych pojazdach kierowca musi zapobiegać poślizgowi, ręcznie uruchamiając piasecznicę w odpowiednim czasie. Ślizganie prowadzi do znacznego zużycia kół i szyn.

Poślizg przy ruszaniu i przyspieszaniu zwiększa zużycie obręczy, poślizg przy hamowaniu prowadzi do powstawania płaskich miejsc, co powoduje konieczność obtaczania zestawów kołowych. W obu przypadkach szyny podlegają większemu zużyciu. Tych wszystkich kosztów można uniknąć stosując inteligentny, przewidujący styl jazdy.

2.4 Rola prędkości

Prędkość i droga hamowania są z sobą nierozwalnie powiązane. Wybierając prędkość, należy brać pod uwagę również inne czynniki poza opisanymi powyżej oporami linii i pojazdu. Są to na przykład widoczność, liczba pasażerów, warunki drogowe i indywidualne umiejętności kierowcy.

Prędkość należy dobierać nie tylko w taki sposób, aby zapewnić utrzymanie stałej kontroli nad pojazdem, ale również aby zagwarantować, że pojazd może być zatrzymany w odpowiednim czasie i bez ryzyka w każdej sytuacji.

Sama droga hamowania jest również uzależniona od kilku czynników. Na przykład prędkość, stan szyn, stan linii, trakcja lub dodanie przyczepy oraz rodzaj układu hamowania mają znaczenie, którego nie można umniejszać. Najważniejszym czynnikiem jest prędkość, ponieważ droga hamowania rośnie wraz z kwadratem prędkości. W uproszczeniu oznacza to:

„Zwiększenie dwukrotne prędkości zwiększa drogę hamowania czterokrotnie”.

Jeśli weźmiemy pod uwagę ogólną drogę zatrzymania, należy uwzględnić czas reakcji kierującego, ponieważ ogólna droga zatrzymania to droga reakcji plus droga hamowania. Jeśli czas reakcji kierującego wynosi 1 sekundę, przy prędkości 50 km/h przejedzie 13,9 metrów.

Należy o tym pamiętać. Jeśli coś rozproszy uwagę kierującego i straci on koncentrację zaledwie na 3 sekundy, oznacza to, że tramwaj przejedzie „na oślep” 41,7 m przez ruch uliczny.

*Zwiększenie
dwukrotne
prędkości zwiększa
drogę hamowania
czterokrotnie*



Das Leipziger Streckennetz umfasst insgesamt 319,1 km.

*In Leipzig
werden 98 % der
zurück gespeisten
Energie genutzt!*

3 Układ sterowania i zasilanie

Dlaczego układ sterowania w pojazdach szynowych jest tak ważny? Zasilanie sieci trakcyjnej tramwajowej odbywa się prądem stałym. Formą sterowania w silnikach elektrycznych, przy której straty energii są niskie, jest np. chopper (zob. 3.1). Dlatego właśnie układy sterowania z chopperami są bardziej wydajne. Energię hamowania można wówczas odzyskać poprzez rekuperację i ponownie przekazać do sieci trakcyjnej.

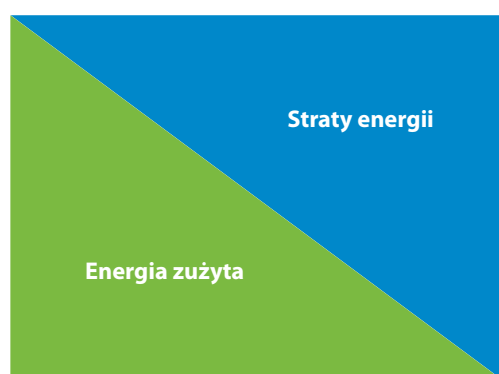
Aby oszczędność energii zwiększyć jeszcze bardziej, niektórzy producenci tramwajów stworzyli urządzenia magazynujące energię elektryczną, które umożliwiają magazynowanie energii hamowania, kiedy sieć trakcyjna nie może jej pochłonąć. W pojazdach szynowych montowane są więc kondensatory dwuwarstwowe lub baterie akumulatorów.

W fazie przyspieszania silniki mogą pobierać energię elektryczną z urządzeń magazynujących, a w fazie hamowania kondensatory zostają ponownie naładowane odzyskaną energią. To świetny sposób na wykorzystanie energii w 100%, ale koszty z tym związane nadal pozostają bardzo wysokie. A to, czy ta technologia jest naprawdę warta tak wysokich kosztów, zależy w dużym stopniu od istniejącej sieci trakcyjnej, odległości między pojazdami i stopnia wykorzystania z powrotem przesłanej energii.



3.1 Układy sterowania

Myśląc o ekologicznym stylu jazdy, należy też wziąć pod uwagę różne układy sterowania pojazdami. Jak już opisano w części poświęconej infrastrukturze i topografii, układ oporowy jest najmniej ekonomiczną formą sterowania pojazdu.



by prąd powoli zasiliał silniki trakcyjne, przepływa przez rezystory (grupy rezystorów), które wyłączane są sukcesywnie, do momentu w którym silniki pobiorą cały prąd trakcyjny. Wcześniej dokonywano tego ręcznie za pomocą korb lub mechanizmów zębatkowo-zapadkowych. W rezystorach energia przekształcona zostaje w ciepło. Właściwie tylko ok. 50% pochłoniętej energii zostaje wykorzystane. Często, do obniżenia temperatury rezystorów, trzeba używać wentylatorów. Aby zwiększyć prędkość, często korzysta się ze sterowania za pomocą osłabiania pola. Osłabianie pola albo bocznikowanie (połączenie równoległe) to rezystor, który, po wyłączeniu wszystkich grup rezystorów, jest włączony, umożliwiając w ten sposób równoległą ścieżkę, którą prąd przepływa do pola odpowiedniego silnika trakcyjnego (mogą to też być 2 rezystory, włączone równoległe jeden po drugim).

Natężenie prądu głównego pola zostaje rozdzielone na silniku trakcyjnym, podczas gdy natężenie prądu twornika się nie zmienia. To

osłabia pole magnetyczne głównej części uzwojenia, a pole magnetyczne twornika pozostaje takie samo. W efekcie twornik może obracać się szybciej i pojazd tym samym przyspiesza. Układy oporowe i boczniki nadal można okazjonalnie spotkać w tramwajowych silnikach zasilanych prądem stałym z grupą złączy. W pojazdach z takim układem sterowania nie ma hamulców rekuperacyjnych. Układy oporowe są więc nieekologiczne zarówno podczas hamowania, jak i trakcji. Prąd wyprodukowany przy hamowaniu oddawany jest na oporniki hamowania, gdzie przemieniany jest w energię ciepłą i bezpowrotnie tracony.

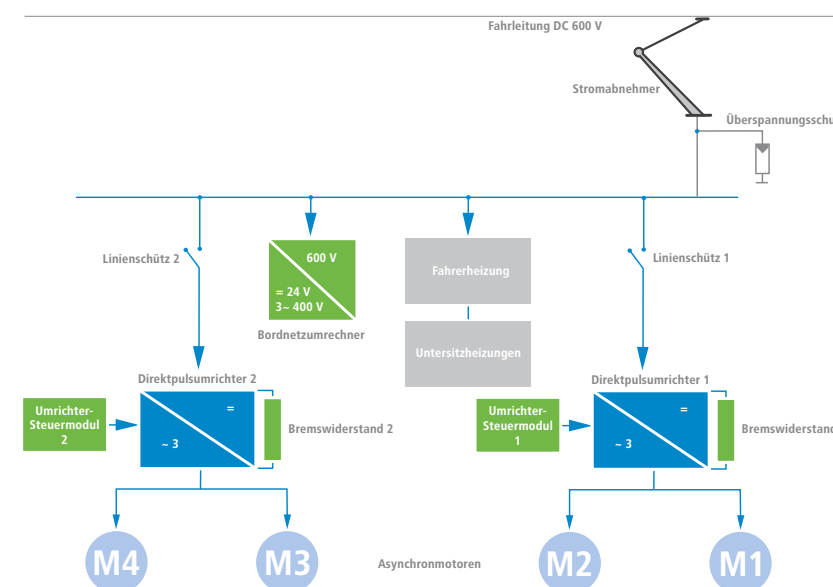
Aby przy unowocześnianiu pojazdów szynowych nadal można wykorzystywać silniki zasilane prądem stałym, należy wziąć pod uwagę układ sterowania impulsowego, dzięki któremu pojazdy mogą zyskać zupełnie nową jakość. Dzięki układowi sterowania impulsowego pole i twornik silników sterowane są oddzielnie. Chopper przekształca prąd stały na ciąg impulsów i przesyła je bezpośrednio do pola lub twornika silników zasilanych prądem stałym. Obniżenie natężenia prądu wzbudzającego skutkuje większymi obrotami, natomiast spadek napięcia na tworniku powoduje zwiększenie obrotów. To pozwala energooszczędnie przyspieszać i hamować. Pojazd wykorzystuje tylko energię, którą pobiera, ale nad efektywnym jej zużyciem lub pobraniem czuwa kierowca, odpowiednio dostosowując swój styl jazdy. Poprzez ustawienie nastawnika w odpowiedniej pozycji, kierowca decyduje o tym, jak długo pojazd będzie w fazie przyspieszania lub hamowania. Hamulec rekuperacyjny w pojazdach wyposażonych w choppery umożliwia odzyskanie energii. Niewykorzystana energia hamowania jest zwracana do sieci trakcyjnej przez szynę zbiorczą w podstacji. W niektórych pojazdach energia wygenerowana

podczas hamowania wykorzystywana jest, poza rekuperacją energii, do ogrzewania. Kolejnym dowodem zaawansowania technicznego są pojazdy z silnikiem trójfazowym asynchronicznym. Prąd stały pobierany jest z przewodu trakcyjnego i przekształcany w prąd zmienny przez przemiennik częstotliwości, a następnie o odpowiedniej wartości częstotliwości doprowadzany do silnika. O ilości pobieranego z przewodu trakcyjnego prądu i wysokości częstotliwości na silniku trójfazowym decyduje, jak zawsze, kierowca, ustawiając odpowiednią wartość przyspieszenia za pomocą nastawnika. Od niego zależy więc ilość pobieranej w danym momencie energii.

Bez względu na to, jakie rozwiązania techniczne zostały w danym pojeździe wykorzystane, styl jazdy prowadzącego ma zasadniczy wpływ na ograniczenie zużycia energii. Im bardziej gałka nastawnika przesunięta jest do przodu, tym większy pobór prądu i tym szybciej pojazd może się rozpędzić. Przy hamowaniu napięcie odzyskanej energii, które jest przemienne, zostaje zamienione za pomocą prostowników na napięcie stałe. Silnik trójfazowy asynchroniczny praktycznie nie wymaga konserwacji.

Jest to po prostu maszyna indukcyjna, nazywana też klatkową („squirrel cage”), która jest sterowana falownikiem impulsowym, pozwalając w ten sposób bardzo dokładnie kontrolować poślizg przy hamowaniu i ruszaniu. Wykorzystywany w pojeździe program komputerowy jest w jak największym stopniu dopasowany do samego pojazdu i infrastruktury konkretnego miasta. Wszystkie tramwaje pobierają prąd za pośrednictwem odbieraka (pantografu). W ramach ochrony odgromowej bezpośrednio za odbierakiem instalowany jest odgromnik. Kierowca może do pewnego stopnia wpływać na obwód pomocniczy zasilany napięciem 600 V.

Na konwerter kierowca wpływu nie ma, ale może za to podjąć decyzję o tym, czy klimatyzacja lub ogrzewanie mają być włączone przez cały czas we wnętrzu pasażerskim. Trudno sobie dziś wyobrazić układy sterowania w tramwajach bez falowników impulsowych i tranzystorów IGBT (tranzystorów bipolarnych z izolowaną bramką). Urządzenia te są niezwykle dokładne i zapewniają optymalny pobór energii i jej rekuperację.



*Bremsenergie
wird in das
Bahnstromnetz
zurück gespeist.*

Der Fahrer gibt die gewünschte Beschleunigung und damit die Höhe der Stromaufnahme vor.



3.2 Zasilanie

Zasilanie odbywa się z podstacji trakcyjnych prądu stałego. Napięcie energii elektrycznej przyływającej do podstacji z elektrowni zostaje stopniowo obniżone i prostowane. Prąd stały zasilą sieć trakcyjną z szyny zbiorczej za pomocą odłączników. Za pomocą sieci trakcyjnej zasilane są potem pojazdy.

Jeśli pojazd przesyła energię odzyskaną z powrotem do sieci, jest ona przekazywana do szyny zbiorczej, skąd może być przesyłana dalej na wszystkie podłączone linie. Istnieją też przyłącza kabli do szyny, skąd kable powrotne doprowadzane są do indywidualnej szyny zbiorczej. Włączenie do taboru pojazdów wyposażonych w hamulce rekuperacyjne oraz wycofanie pojazdów ze sterowaniem oporowym przyczyni się do ogólnego obniżenia zużycia energii. I to wyłącznie dzięki wykorzystaniu najnowszych rozwiązań technologicznych.

Bo kierowca, który, odpowiednio dostosowuje swój styl jazdy i jednocześnie ma na uwadze wygodę pasażerów, może tę oszczędność jeszcze zwiększyć.

3.3 Pomiary zużycia energii

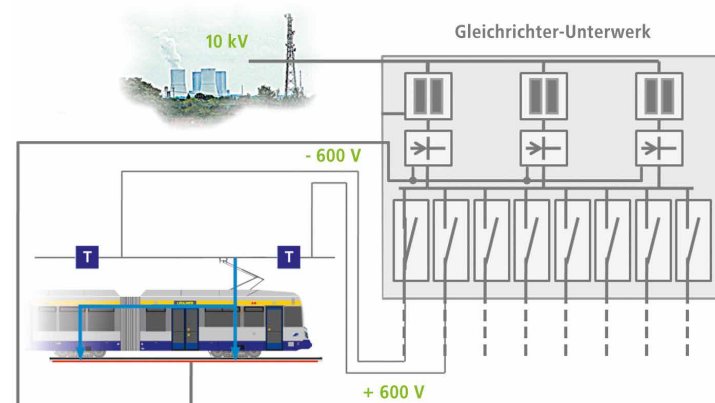
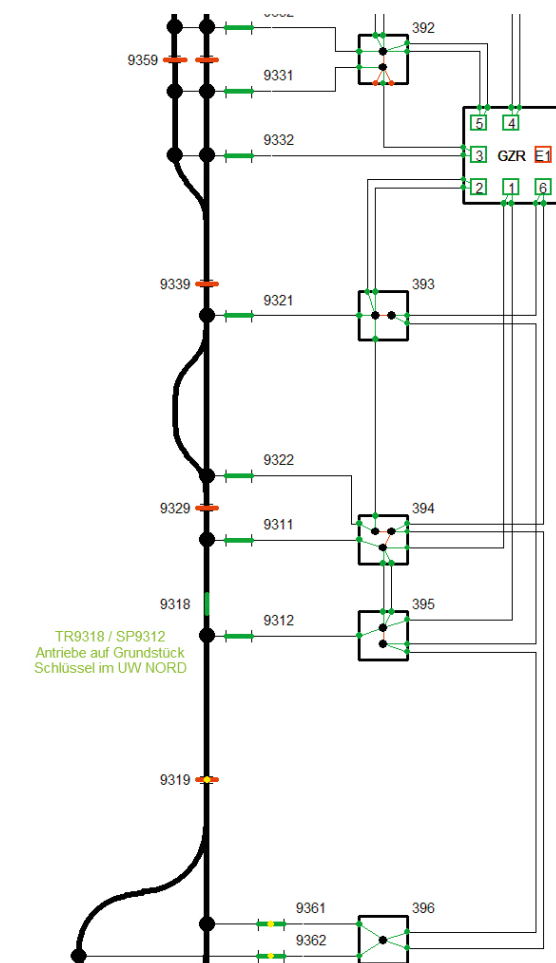
Najlepszym sposobem pomiaru zużycia energii w przypadku poszczególnych kierowców byłoby zainstalowanie w pojazdach narzędzi pomiarowych. To umożliwiłoby stałe pobieranie danych. Minusem tej metody są jednak wysokie koszty, na które nie każdą firmę stać. Kolejną przeszkodę stanowią przepisy o ochronie danych, które w wielu krajach obowiązują.

Przepisy te zakazują bezpośredniego monitorowania odczytów zużycia energii dla indywidualnych kierowców oraz sprowadzania danych do poszczególnych kierowców. Planując montaż urządzeń pomiarowych, należy więc się upewnić, czy na podstawie przepisów obowiązujących w danym kraju lub wewnętrznych zasad (przy udziale rady pracowniczej) jest to dozwolone. Inną metodą, choć bardzo kosztowną i wymagającą dużego zaangażowania personelu, jest dokonywanie pomiarów zużycia energii za pomocą stacji zasilania w podstacjach. Ale i w tym przypadku wiele firm nie może w ramach ochrony

prywatności przypisywać nazwisk kierowców do przejechanych tras, nawet jeśli teoretycznie byłoby to możliwe. Z tej metody skorzystano w Lipsku. Dokonano dwóch pomiarów w podstacji trakcyjnej obsługującej zarówno trasę jednotorową, jak i inne odcinki. Zużycie energii zostało po raz pierwszy zmierzone na początku projektu. W ramach pierwszego pomiaru wzięto pod uwagę trasy, na których jechali kierowcy nieprzeszkoleni. Drugiego pomiaru dokonano około sześć miesięcy później z kierowcami przeszkolonymi.

Pomiary dotyczyły zużycia energii w ciągu jednego dnia. Pomiar, dla każdego przejazdu oddzielny, trzeba było wykonać w obu punktach pomiarowych ręcznie (wyłącznik na początku i końcu odcinka) za pomocą przerzutników. Zmierzono, ile energii zostało zużyte, na każdym ze 156 przejazdów. Pobrane dane zostały następnie poddane analizie. Jednotorowa część trasy miała ok. 900 m długości (zdjęcie na lewo).

Na podstawie uzyskanych krzywych wyciągnięte zostały wnioski na temat zużycia energii na poszczególnych przejazdach. Dane, które zostały pobrane, to: napięcie i natężenie, typ i numer pojazdu, czas oraz czy przejazd odbywał się w mieście czy poza.

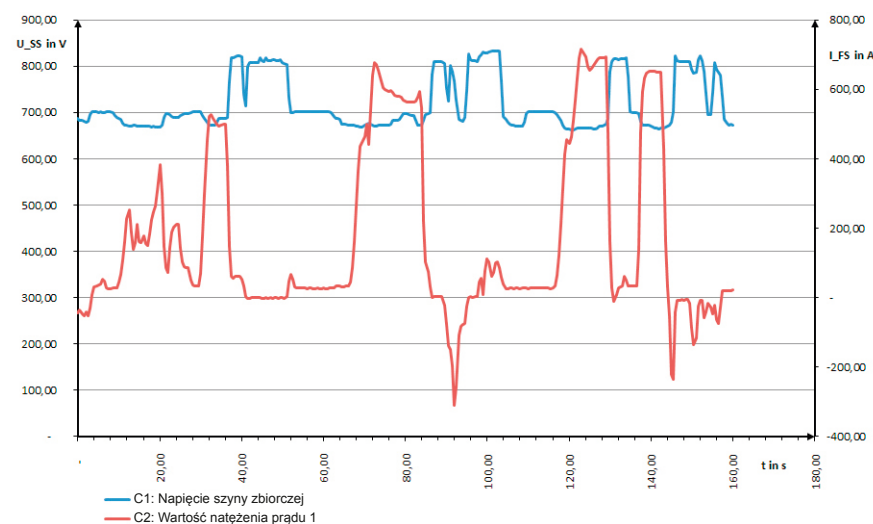


Najnowsze rozwiązania technologiczne są dobre tylko wtedy, kiedy się z nich dobrze korzysta.

Auf der Messstrecke wurden Spannungen und Stromstärken aufgezeichnet.



3.4 Analiza rezultatów badania przeprowadzonego w Lipsku



Widoczna na wykresie czerwona linia przedstawia ustawienie pozycji nastawnika przez kierującego. Na tym przykładzie widać, że w czasie jazdy za dużo było momentów niekontrolowanego przyspieszania, a momentów jazdy na wybiegu bardzo mało. Nastawnik nie był praktycznie nigdy w pozycji „0”. Wydaje się, że kierowca „bawił się” nastawnikiem, nieustannie poruszając nim podczas jazdy do tyłu i do przodu. Na odcinkach, gdzie natężenie (na czerwono) spada ku wartościom ujemnym, kierowca hamuje. Jeśli natomiast napięcie wzrasta (niebieska linia), energię hamowania wykorzystuje w tym samym czasie inny pojazd.

Wnioski: Styl jazdy kierującego jest bardzo nieekonomiczny.

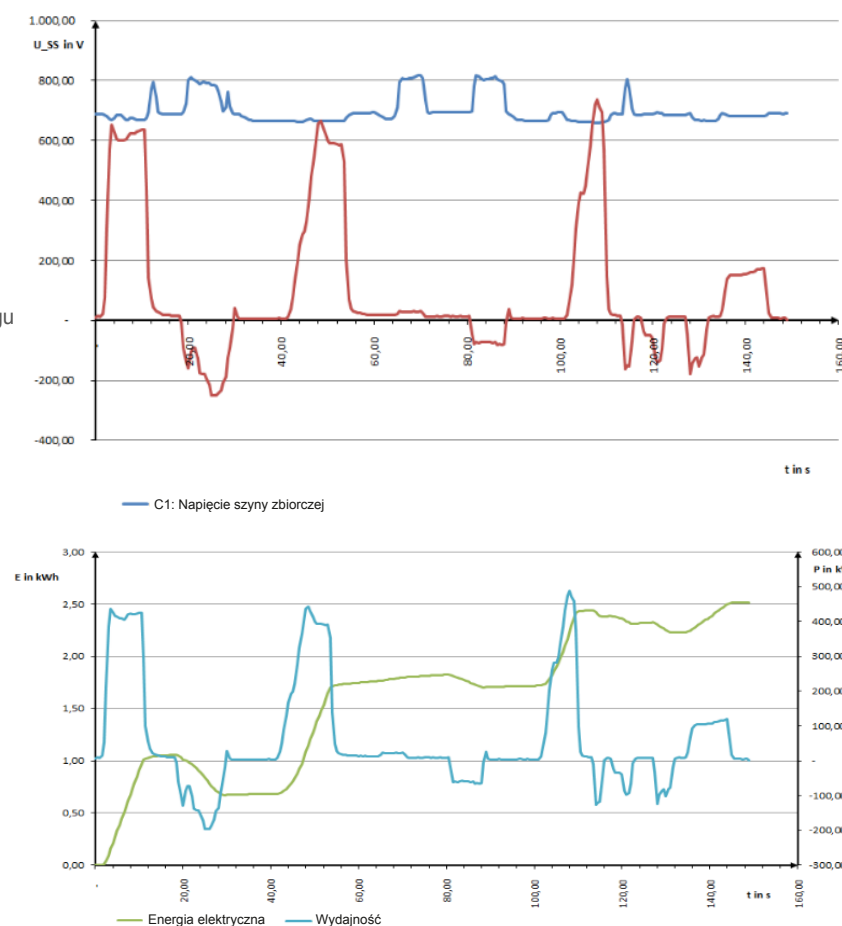
Zużycie energii na tej trasie wyniosło 5,1 kWh/km.

Following evaluation of the driving curves a statement can be formulated on ecodriving and calculations made to work out how much energy could be saved if all drivers complied with ecodriving rules. However, the costs of manual triggers are very high. The next example shows that it is possible to do things differently from the above graph.

Na podstawie analizy krzywych można określić, czy styl jazdy kierującego jest ekologiczny czy nie, oraz obliczyć oszczędność energii, jaka byłaby możliwa, jeśli wszyscy kierowcy jeździliby ekologicznie. Koszty takich przerzutników są jednak bardzo wysokie.

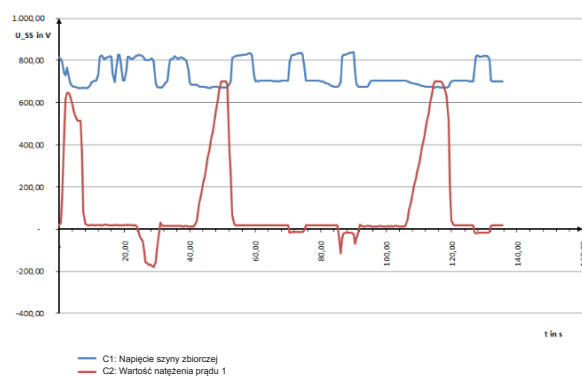


Zero = jazda na wybiegu



Na następnym przykładzie widać, że można jeździć inaczej. W tych samych warunkach jak w przykładzie powyżej uzyskano zupełnie inny wykres. Widać, że w fazie przyspieszenia nie było niepotrzebnego hamowania, a jazda na wybiegu została wykorzystana optymalnie. Tym razem zużycie energii wyniosło tylko 2,6 kWh/km (wykres na dole krzywa jazdy (na niebiesko) i zużycie energii zielona linia → na lewo). Porównując oba wykresy, widać, jak bardzo zużycie energii można zredukować. Cel, jaki wyznaczył sobie operator transportu publicznego z Lipska, był realistyczny: oszczędność energii o 3 % poprzez ekologiczny styl jazdy.

Tabor odgrywa również istotną rolę. Niestety bardzo często dzieje się tak, że najnowsze pojazdy zużywają najwięcej energii — głównie z powodu korzystania z klimatyzacji we wnętrzu pasażerskim, na co zużywane jest w czasie jednego przejazdu ok. 0,8 kWh. Teoretycznie można z niej zrezygnować, ale w praktyce jest to niemożliwe, ponieważ wnętrza pasażerskie nie ma otwieranych okien.

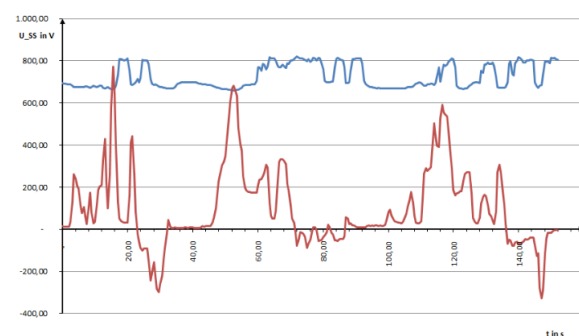


Krzywa jazdy dla Tatra (sterowanie pedałem)

Przedsiębiorstwa transportowe z uwagi na klientów, którzy w większości życzą sobie działającej klimatyzacji w środkach transportu publicznego, muszą przed podjęciem takiej decyzji rozważyć wszystkie za i przeciw.

W wyniku porównania różnego typu lipskich pojazdów okazało się, że tramwaj typu T4D-M z układem sterowania impulsowego i pedałem nożnym zużywał najmniej energii. Godne uwagi, wręcz dziwne, jest to, że w przypadku T4D-M (sterowanie pedałem) i pojazdów poruszanych nastawnikiem ręcznym odnotowane zostały dwie, bardzo różne krzywe jazdy.

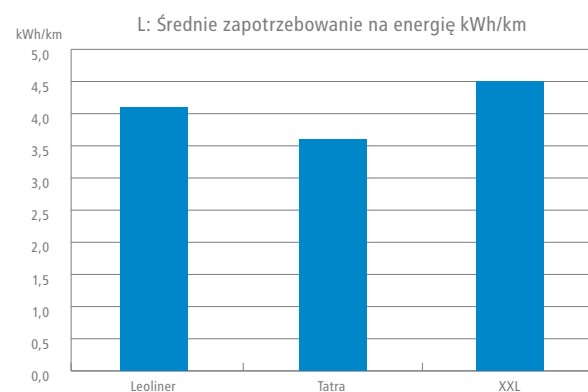
Styl jazdy większości kierowców, którzy korzystali z pedału trakcji i hamulcowego, był ekologiczny. Przyspieszali, a następnie, po osiągnięciu odpowiedniej prędkości, zwalniali pedał, wprowadzając tramwaj w fazę wybiegu. Wniosek: kierowcy, którzy sterowali pojazdem pedałami, nie jeździli nieekonomicznie. Natomiast styl jazdy w pojazdach sterowanych ręcznie (przy pomocy nastawników ręcznych) nie był energooszczędny w ok. 40 % przypadkach. Krzywe jazdy pokazują, że kierowanie pojazdem przy pomocy nastawnika ręcznego (szczególnie bardzo popularnego urządzenia XXL



Krzywa jazdy dla NGT 12 (nastawnik)

(NGT 12) skłania kierowców do bezmyślnego „bawienia się” nim. Wyniki pomiarów z Lipska pokazują, jak ważną rolę odgrywa odpowiednie przeszkolenie kierowców. Na wykresie słupkowym widać efekt porównania trzech lipskich pojazdów.

T4D-M (Tatra) z CKD Prague (tylko sterowanie pedałem, bez klimatyzacji we wnętrzu pasażerskim), w którym w 1994 r. zainstalowano układ sterowania impulsowego,



Der Fahrgast nimmt eine vorausschauende und gleichmäßige Fahrt mit hohem Rollanteil positiv wahr.



Za energię, z której korzystamy, musimy płacić!



Leoliner NGT 6 (bez klimatyzacji we wnętrzu pasażerskim) wyprodukowany przez Heiterblick GmbH w 2006 r. i NGT 12 (z klimatyzacją we wnętrzu pasażerskim) wyprodukowany w 2006 r. przez Bombardier. W świetle tych wyników nasuwają się oczywiście pytania: czy należy się poważnie zastanowić nad przywróceniem sterowania pedałem nożnym? Czy samo sterowanie pedałem wystarczy, aby obniżyć zużycie energii? Budowany obecnie przez Siemens tramwaj „Avenio” będzie miał, na wyraźne życzenie zamawiających z Belgii, właśnie sterowanie nożne.

Aby przyczynić się do osiągnięcia zrównoważonego rozwoju, miejskie przedsiębiorstwo transportowe z Lipska oferuje swoim kierowcom praktyczne sesje szkoleniowe w godzinach pracy.

Uczestnikom rozdawane są długopisy, notesy, broszury szkoleniowe i książeczka z najważniejszymi wytycznymi dotyczącymi usuwania awarii dla wszystkich typów pojazdów, co ma pozytywnie wpłynąć na motywację. Kierujący otrzymują „ekologiczne prawo jazdy” uprawniające ich do uczestniczenia w loterii pod koniec roku. Pod koniec każdej sesji szkoleniowej kierowcy wypełniają kwestionariusz na określony temat.

Projekt „ACTUATE” został zaprezentowany innym niemieckim ośrodkom szkolenia motorniczych. Instruktorzy nauki jazdy tramwajem mogą ukończyć szkolenie dla multiplikatorów w ramach trzech warsztatów. Ekologiczna jazda powinna stać się tematem dyskusji w całej Europie. Ponieważ energię trzeba oszczędzać wszędzie.



4 Awarie

Nie można stosować uogólnień w odniesieniu do awarii pojazdów ze względu na zróżnicowane systemy stosowane w różnych rodzajach pojazdów dostępnych w Europie. Każde miasto z siecią tramwajową posiada własne tramwaje zbudowane specjalnie dla danego miasta. Każdy tramwaj jest inny i dostosowany do życzeń klienta. W sektorze tramwajowym standaryzacja nie będzie możliwa. Indywidualne potrzeby miast i działających w nich przedsiębiorstw komunikacji tramwajowej są zbyt zróżnicowane.

Jednak w przypadku wystąpienia awarii wszystkie przedsiębiorstwa obowiązuje następująca zasada: Zabezpieczyć – Naprawić – Zgłosić. Jeśli uszkodzenie dotyczy przewodu trakcyjnego, wszystkie zwisające elementy należy zawsze traktować jako znajdujące się pod napięciem. Miejsce awarii musi zostać zabezpieczone, aby uniemożliwić kontakt z tymi elementami. Prąd stały jest szczególnie niebezpieczny, ponieważ człowiek może nie być w stanie uwolnić się spod napięcia, co stwarza śmiertelne zagrożenie, jeśli źródło nie zostanie natychmiast wyłączone. W normalnych okolicznościach odłączniki odłączają natychmiast dopływ prądu w podstacjach, jednak jeśli przewód trakcyjny nie ma kontaktu z ziemią, może być nadal pod napięciem.

Osoba, która go dotknie, stwarza kontakt z ziemią. Najpóźniej wtedy zostanie odłączony dopływ prądu i odcięte zasilanie tej sekcji. Jednak dla tej osoby może być już za późno. Dlatego zawsze należy zachować najwyższą ostrożność w pobliżu przewodów elektrycznych. Konieczne jest przestrzeganie przepisów BHP obowiązujących w danym kraju i należy zapewniać regularne szkolenia w tym zakresie.

*Der Fahrer
handelt nach dem
Grundsatz:
SICHERN
RETTEN
MELDEN*



5 Jaką rolę odgrywają ośrodki szkolenia motorniczych?

Ośrodki szkolenia motorniczych odpowiadają w poszczególnych krajach za zapewnianie jak najlepszej jakości kursów nauki jazdy oraz szkoleń doksztalcających dla motorniczych, z odpowiednim uwzględnieniem wszystkich obowiązujących przepisów ustawowych.

Aby zaoferować dobrze przygotowany kurs ekologicznej jazdy, należy najpierw skupić się na istniejącej flocie pojazdów. Jak dobrze kierujący są zaznajomieni z pojazdami? Jak kierujący radzą sobie z awariami? Jaki jest obecny stan (poziom zużycia energii) i jaki cel ma zostać osiągnięty w ramach kursu szkoleniowego?

Definiując zamierzenia, istotne jest wyznaczenie realistycznego celu, na przykład oszczędności na poziomie 3% w przykładzie z Lipska. Należy wyraźnie określić, w jakim obszarze można osiągnąć oszczędności, jak również czas, w którym cel ma zostać zrealizowany. Następnie należy odpowiednio przekazać informacje na temat wyznaczonego celu. W tym zakresie potrzebne jest wsparcie kierownictwa przedsiębiorstwa. Gdy cel zostanie już osiągnięty, nie można spocząć na laurach.



*Es gibt nur eins,
was auf Dauer
teurer ist als Bildung:
keine Bildung!*

John F. Kennedy

Bardzo ważne, choć trudne, jest utrwalenie nowej umiejętności ekologicznej jazdy. W realizacji tego celu pomóc może na przykład program nauki zdalnej (e-learning), powtórkowa sesja szkoleniowa lub pytania w formie quizu. Doświadczenia zdobyte podczas realizacji projektu ACTUATE wskazują, że drobne upominki, takie jak kubki, pudełka na lunch, długopisy itp. rozdawane w ramach podziękowania spotkały się z bardzo pozytywnym przyjęciem przez kierowców z przedsiębiorstw uczestniczących w projekcie.

*Wykształcenie
zapewnia umiejętność
wykonywania
różnorodnych czynności
przy zachowaniu
spokoju i pewności
siebie.*

Powodzenie kursu szkoleniowego zależy oczywiście od dobrze wyposażonego ośrodka szkolenia i kompetentnych instruktorów przekonanych o przydatności szkolenia, którzy mogą być postrzegani jako wzory do naśladowania i autorytety. Celem ośrodka szkolenia motorniczych powinno być realizowanie wszystkich zleconych zadań na najwyższym poziomie pod względem jakości i zgodnie z najwyższymi standardami.

Oznacza to również, że wszyscy instruktorzy jazdy tramwajem muszą być bardzo dobrze wyszkoleni oraz, o ile to możliwe, posiadać uznawany tytuł (brygadzysta, instruktor, technik). Poziom ich wiedzy i metody nauczania muszą być stale aktualizowane w ramach regularnych zaawansowanych sesji szkoleniowych.

Ponadto powodzenie kursu szkoleniowego jest uzależnione od poziomu wyposażenia sal szkoleniowych oraz od pojazdów i technologii pomiarowej. Nowoczesne pomoce, takie jak:

- laptop
- projektor LCD
- biała lub czarna tablica
- tablica korkowa
- tablica flip chart

powinny być dostępne dla uczestników szkoleń.

*Moderne Technik
in den Unterrichtsräumen:
Beamer, Laptop
Whiteboard, Flipchart,
Pinnwand*



6 Ekologiczna jazda i rozkłady

Wiedza dotycząca opisywanego tu ekologicznego stylu jazdy musi zostać przekazana kursantom podczas szkolenia. Jednak po zakończeniu szkolenia różne czynniki wpływają na „zapominanie” przez kierujących o tym stylu jazdy.

Kluczowe hasło – „stopień realizacji rozkładu jazdy” przyczynia się do zapominania przez niektórych kierowców o ich dobrych zamiarach. Aby rozkłady stały się możliwie jak najbardziej efektywne pod względem biznesowym, podejmowane są działania mające na celu ograniczenie liczby tras. Jednak mniej tras oznacza mniej kierowców. Żeby osiągnąć ten cel, czas jazdy i czas zawracania na pętlach tramwajowych musi być możliwie jak najkrótszy.

Jeśli na trasie pojawiają się odcinki wolnego ruchu, korki i inne zakłócenia na zmianie, niektórzy kierowcy po prostu ścigają się z czasem bez zastanowienia. Rzadko stosują jazdę na wybiegu, zamiast tego maksymalnie przyspieszają i hamują. Jednak czy ekologiczna jazda rzeczywiście wywiera tak negatywny wpływ na realizację rozkładu jazdy, że trzeba zapomnieć o wszystkich dobrych zamiarach?

Nie, ponieważ kierujący nie prowadzą wolniej, tylko bardziej ekonomicznie. Aby stosować ten styl jazdy, konieczne jest jednak myślenie z wyprzedzeniem podczas prowadzenia. Kierujący musi ocenić, czy warto jest rozpędzać pojazd, czy lepiej po prostu pozwolić mu się toczyć. To nie zawsze jest łatwe.

Nie można jak za dotknięciem magicznej różdżki sprawić, aby zniknął korek w godzinach szczytu, jednak kierujący może starać się prowadzić pojazd możliwie jak najpłynniej i pozwalać mu się toczyć jak najdłużej w takiej sytuacji. Ekologiczna jazda jest również możliwa przy małej prędkości. Oczywiście ekologiczna jazda powinna być wspomagana przez elementy techniczne. Przydatne jest ustawianie sygnalizacji świetlnej w taki sposób, aby możliwe było przejeżdżanie przez skrzyżowania bez konieczności zatrzymywania pojazdu.

Użyteczną pomocą dla motorniczego może być zainstalowanie w tramwaju urządzenia wskazującego, czy prowadzi on pojazd w sposób ekonomiczny (podobnego do wskaźników zużycia paliwa w samochodach). Istnieją również urządzenia wskazujące kierowcy, czy powinien przyspieszyć, czy toczyć pojazd. Jednak nie zawsze łatwo jest zrównoważyć wszystkie interesy. Ostatecznie każde przedsiębiorstwo musi samo zdecydować, jaki wybrać zestaw środków odnośnie do szkolenia w zakresie ekologicznej jazdy i utrwalania tego stylu jazdy.

*In der
Ruhe liegt
die Kraft!*



7 Szkolenia

Istnieją dwa sposoby prowadzenia szkoleń z ekologicznej jazdy. Pierwsza metoda polega na szkoleniu wszystkich kierowców w ośrodku szkolenia przez samych instruktorów. Możliwość zastosowania tej metody zależy od wielkości przedsiębiorstwa oraz liczby instruktorów, jak również liczby szkoleń realizowanych w danym ośrodku nauki jazdy. W tym przypadku również każde przedsiębiorstwo musi samodzielnie podjąć decyzję w tym zakresie.

Druga metoda przewiduje wybranie określonych pracowników (na przykład opiekunów praktykantów), którzy otrzymują intensywne i gruntowne szkolenie w tym zakresie w ośrodku nauki jazdy wraz z instrukcjami dotyczącymi metodyki nauczania. Tacy dobrze wyszkoleni kierowcy działają następnie jako multiplikatorzy, czyli osoby, które przekazują innym kierowcom nowo zdobytą wiedzę. Ośrodek nauki jazdy musi stworzyć plan szkolenia uwzględniający flotę pojazdów, topografię, warunki ruchu w mieście oraz ogólny rozkład jazdy lub czas przejazdów (obecną efektywność realizacji rozkładu jazdy w przedsiębiorstwie). Dlatego szkolenie można tu opisać jedynie w sposób ogólny. Szkolenie z wykorzystaniem multiplikatorów jest realizowane w dwóch etapach. Pierwszy etap polega na przeprowadzeniu teoretycznego szkolenia multiplikatorów w ośrodku nauki jazdy. Obejmuje ono następujące tematy:

- ▶ Bezpieczeństwo
- ▶ Dynamika pojazdu
- ▶ Czynniki wpływające na dynamikę pojazdu
- ▶ Technologia pojazdu
- ▶ Zasilanie
- ▶ BHP
- ▶ Postępowanie w przypadku awarii
- ▶ Styl jazdy i efektywność kosztowa
- ▶ Metody nauczania i wskazówki dotyczące uczenia innych o stylu jazdy

Część praktyczna obejmuje praktyczne prowadzenie tramwaju z perspektywy ekologicznej jazdy pod nadzorem i przy wsparciu instruktora jazdy, tzn. zastosowanie przyswojonej (powtórzonej) teorii w praktyce. Instruktor jazdy musi zapewniać metodyczne instrukcje. Po zakończeniu szkolenia multiplikatorzy szkolą innych kierowców, towarzysząc im na trasach. Szkolenie takie powinno obejmować jeden pełny objazd trasy lub dwa pełne objazdy (w zależności od długości trasy). Następnie można przekazać pewne „złote zasady” dotyczące ekologicznej jazdy.



Można je opracować w formie niewielkiej broszury, na okładce której znajdują się wspomniane zasady, a w środku instrukcje dotyczące postępowania w przypadku awarii odpowiednie dla danej floty pojazdów. Aby zmotywować kierowców i multiplikatorów, można wprowadzić rodzaj rankingu dla różnych zespołów kierowców, do których przypisuje się jednego multiplikatora lub dwóch. Najlepsza grupa w miesiącu oraz jej multiplikatorzy otrzymują drobny dowód uznania, ponieważ szkolenie za pośrednictwem multiplikatorów nie doprowadzi do osiągnięcia pożądanego rezultatu bez żadnych czynników motywujących.

Złote zasady:

1. **Przyspieszaj pojazd stopniowo i równomiernie**
2. **Podczas przyspieszania uwzględniaj przyczepność**
3. **Po osiągnięciu pożądanego prędkości przejdź na bieg neutralny i pozwól toczyć się pojazdowi**
4. **Prowadź w sposób przewidujący**
5. **Rozpocznij hamowanie w odpowiednim czasie**
6. **Hamuj równomiernie**

Aby temat ekologicznego stylu jazdy mocno i trwale zapisał się w pamięci kierowców, należy im stale przypominać o znaczeniu oszczędzania energii. Można na przykład przeprowadzić krótką sesję praktycznego szkolenia w kolejnym roku. Prowadzący uczestniczą w 3-godzinnych sesjach szkoleniowych rozplanowanych w ciągu roku stanowiących sprawdzian przeprowadzany przez ośrodek nauki jazdy. Oznacza to, że rezultaty ekologicznej jazdy mogą być ponownie sprawdzane w grupie 4 – 5 uczestników.

O wpływie na zużycie energii należy przypomnieć podczas szkolenia w miejscu pracy:

- ▶ Styl jazdy
- ▶ Przewidująca jazda
- ▶ Konserwacja i utrzymanie pojazdu
- ▶ Natężenie ruchu
- ▶ Topografia
- ▶ Stan torów
- ▶ Rodzaj pojazdu
- ▶ Liczba pasażerów
- ▶ Motywacja



8 Podsumowanie

Oszczędzanie energii stało się ważnym tematem w całej Europie. Wiele miast i producentów tramwajów przeznacza duże środki na działania badawczo-rozwojowe dotyczące oszczędzania energii i energii ze źródeł odnawialnych. Jest to jednak opłacalna inwestycja na przyszłość, która przyniesie korzyści wszystkim. Oszczędność energii przekłada się bowiem na oszczędność pieniędzy i ochronę środowiska.

Podobnie jak przedsiębiorstwa transportowe, my również możemy oszczędzać energię w domu. Czy używasz przyjaznego dla środowiska sprzętu gospodarstwa domowego? Czy zawsze gasisz światło, wychodząc z pokoju? Czy twój telewizor jest zawsze włączony, nawet gdy nie oglądasz telewizji? Sprawdź się!

*Fragment z wiadomości w Internecie:
Cytat: Wiedeń, czwartek 10 lipca 2014 r.
Kontakt dla mediów: Veronika Gasser*

**„Ponad 13% oszczędności energii
Projekt badawczy Ecotram kończy się
z sukcesem**

*Energoszczędny tramwaj wiedeńskich linii
jeździł na linii 62 do maja w ramach projek-
tu badawczego „EcoTram” w celu określenia
możliwych oszczędności energii w systemach
ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji w tram-
wajach niskopodłogowych. W ciągu ostatnich
10 miesięcy w ramach Ecotram udało się
zgromadzić cenne dane dotyczące zużycia
energii w usługach przewozów pasażerskich.
W tym okresie dzięki Ecotram oszczędzono
4 200 kilowatogodzin lub ponad 13 procent
energii na ogrzewanie, wentylację i klimatyzację.
Wartość ta jest równa rocznemu zużyciu energii
przeciętnego gospodarstwa domowego w Austrii“*

Ten artykuł z wiedeńskiej gazety ilustruje znaczenie tego tematu dla nas wszystkich oraz pokazuje, że każdy z nas może przyczynić się do oszczędzania energii i ochrony zasobów. Musimy oszczędnie wykorzystywać energię i nie powinniśmy tolerować marnotrawstwa. Droga od wyprodukowania energii do konsumenta jest długa.

Potencjał oszczędzania energii poprzez ekologiczną jazdę tramwajów ilustrują na przykład wyniki pomiarów energii wykonanych w Lipsku. Każde przedsiębiorstwo zamierzające oszczędzać energię z dobrze wyszkolonymi kierowcami może wykorzystywać niniejszą broszurę, dostosować ją do danego miasta lub lokalnych warunków i realizować tę koncepcję szkoleniową w praktyce.

Niniejsza broszura szkoleniowa opracowana pod kierunkiem lipskich partnerów projektu w ramach projektu ACTUATE pomoże podjąć temat oszczędzania energii poprzez ekologiczną jazdę w waszym przedsiębiorstwie.

Życzymy wielu sukcesów!



Wydawca:



Leipziger Verkehrsbetriebe (LVB) GmbH
Georgiring 3, 04103 Lipsk
Tel.: +49 (0341) 492-0
Faks: +49 (0341) 492-1005
E-mail: info@lvb.de
Strona www: www.lvb.de

Koncepcja i redakcja:

Frank Hausmann
Renate Backmann

Status:

grudzień 2014 r.
Wszelkie błędy w druku zastrzeżone.

Kontakt:

Rupprecht Consult – Forschung & Beratung GmbH
Dr. Wolfgang Backhaus
Clever Straße 13 – 15
50668 Kolonia / Niemcy
Tel.: +49 (221) 60 60 55-19
E-mail: w.backhaus@rupprecht-consult.eu
Strona www: www.rupprecht-consult.eu

Opracowanie graficzne, projekt i wykonanie:

HOFFMANNSCHAFT – Agentur für Werbung
Dufourstraße 4, 04107 Leipzig
Strona www: www.hoffmannschaft.de

Zdjęcia:

Joachim Donath, LVB Archive

Za treść niniejszej publikacji odpowiadają wyłącznie jej autorzy. Nie musi ona odzwierciedlać stanowiska Unii Europejskiej. Ani EASME ani Komisja Europejska nie ponoszą odpowiedzialności za wykorzystanie informacji w niej zawartych.

Partnerzy ACTUATE:



Konsorcjum ACTUATE składa się z pięciu operatorów transportu publicznego z Salzburga (Salzburg AG, Austria), Brna (DPMB, Republika Czeska), Parmy (TEP S.p.A., Włochy), Lipska (LVB, Niemcy) oraz Eberswalde (BBG, Niemcy), które już korzystają z pojazdów z napędem elektrycznym oraz Leipziger Aus- und Weiterbildungsbetriebe [Działania szkoleniowe i rozwojowe, Lipsk] (LAB), belgijskiego producenta autobusów Van Hool oraz trolley:motion, międzynarodowej organizacji promującej innowacyjne systemy autobusów elektrycznych o zerowej emisji (Austria). Projekt koordynuje Rupprecht Consult GmbH (Niemcy).“

*Wykształcenie
zapewnia umiejętność
wykonywania
różnorodnych
czynności przy
zachowaniu spokoju
i pewności siebie*



www.lvb.de
www.actuate-ecodriving.eu



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

actuate

