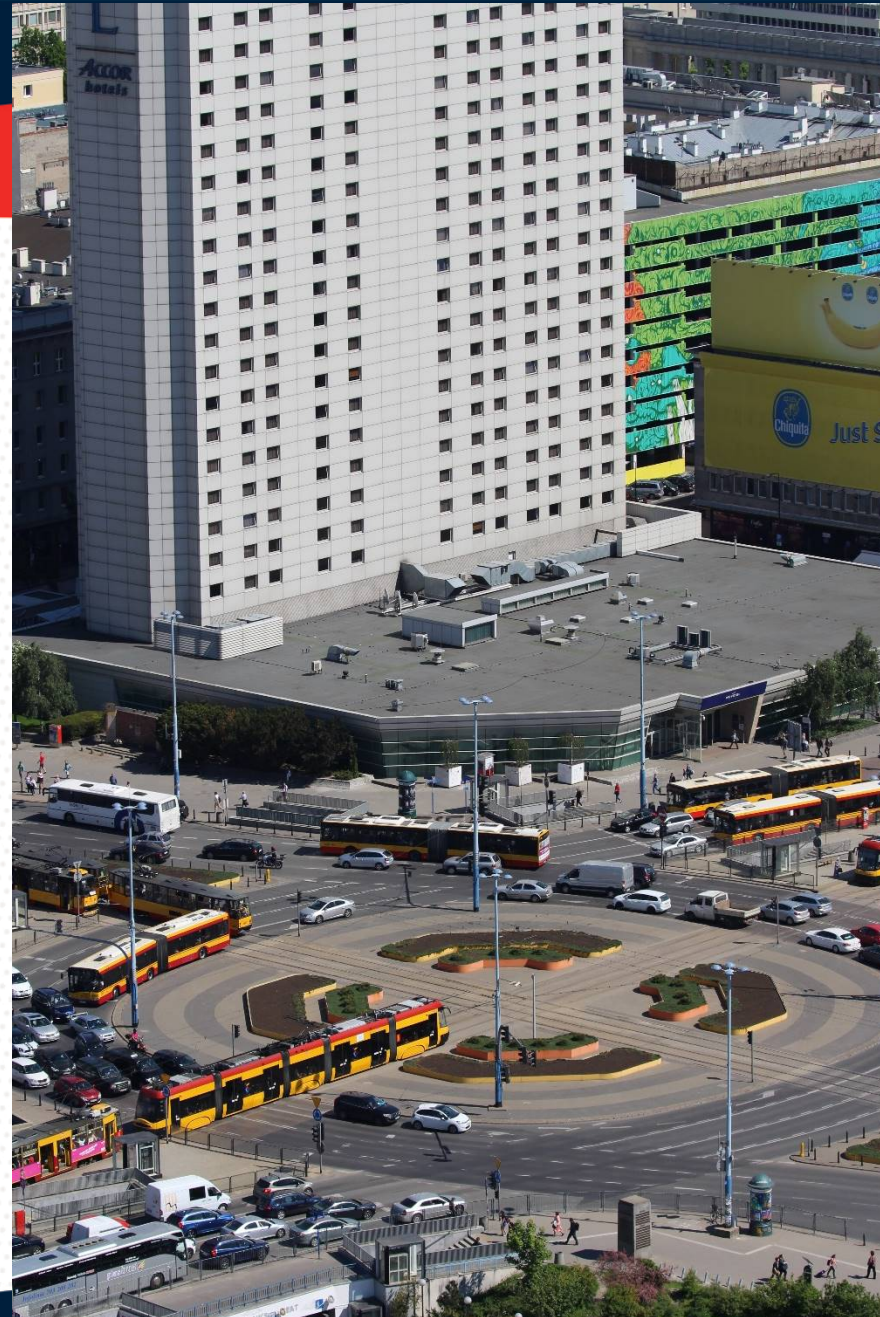


# **Doświadczenia eksploatacyjne taboru niskoemisyjnego w Miejskich Zakładach Autobusowych w Warszawie**

**Warszawa, marzec 2019**

## Miejskie Zakłady Autobusowe Sp. z o.o.

- **Największy przewoźnik autobusowy w Polsce**
- **1370 autobusów**
- **203 obsługiwane linie**
- **89 mln wzkm**
- **4700 zatrudnionych pracowników w tym 78% kierowcy autobusów**
- **Prawie pół miliarda pasażerów obsługiwanych każdego roku**
- **Ponad 800 milionów złotych obrotu rocznie**





WYCZORAJ



MZA Sp. z o.o. Warszawa transport niskoemisywny

**Miejskie Zakłady Autobusowe posiadają wieloletnie doświadczenie we wdrażaniu innowacyjnych i ekologicznych rozwiązań  
Inwestycje w najnowocześniejsze technologie zostały poprzedzone wieloma testami pojazdów i urządzeń**



**2008 – testy autobusu Scania na bioetanol**

**2008 – testy czteroosiowego pojazdu Mercedes o długości prawie 20 metrów**



**2008 – testy przegubowego autobusu hybrydowego Solaris**

**Miejskie Zakłady Autobusowe posiadają wieloletnie doświadczenie we wdrażaniu innowacyjnych i ekologicznych rozwiązań  
Inwestycje w najnowocześniejsze technologie zostały poprzedzone wieloma testami pojazdów i urządzeń**



**2009 – testy autobusu SOR klasy maxi z czterema parami drzwi dla uzyskania szybszej obsługi przystanków**

**2012 – testy hybrydowego autobusu Solaris klasy maxi**



**2012 – testy autobusu Solbus na skroplony gaz ziemny**

## Od testów do zakupów Wyniki testów znajdowały finał w zakupach nowoczesnego taboru



W 2011 MZA kupiło cztery autobusy hybrydowe Solaris Urbino 18 Hybrid. Były to jedne z pierwszych tego typu pojazdów w Polsce i największy tego typu kontrakt

W 2015 roku Miejskie Zakłady Autobusowe jako drugie miasto w Europie rozpoczynają eksploatację autobusów z innowacyjną technologią LNG



## Miejskie Zakłady Autobusowe w czołówce europejskiej rewolucji Electric Mobility od samego jej początku



**Elektryczny Solaris na Krakowskim Przedmieściu. Zdjęcie zrobione aż siedem lat temu, latem 2012**



**Rok 2013 – testy autobusu elektrycznego chińskiej marki BYD**



**Rok 2013 – testy autobusu elektrycznego AMZ Kutno**

## Elektryczne autobusy MZA – w czołówce kontynentu

Miejskie Zakłady Autobusowe jako jedno z pierwszych miast w Europie zdecydowało się na duże zakupy autobusów elektrycznych, większe niż w Berlinie czy Barcelonie



- W 2015 roku do stolicy dojechało pierwszych 10 autobusów elektrycznych Solaris Urbino 12 Electric
- W sierpniu 2017 roku do Warszawy dotarła partia kolejnych pojazdów elektrycznych, tym razem 10 pojazdów Ursus City Smile 12 Electric, a jesienią dotarł do stolicy pierwszy przegubowy „elektryk” Solaris Urbino 18 Electric czwartej generacji
- W pierwszym kwartale 2018 roku MZA wprowadziło do eksploatacji kolejnych 10 autobusów elektrycznych. Pojazdy dostarczył Solaris Bus & Coach



## Autobusy niskoemisyjne eksploatowane w Warszawie do 2020 roku

### Rozwiązanie standardowe

**Autobus standardowy, zasilany ON, norma emisji Euro 6**

Rozwiązania alternatywne (do końca 2020 roku 309 szt.)

- **Autobus hybrydowy, zasilany ON, norma emisji Euro 5 (autobus przegubowy 4 szt., autobus maxi 1 szt.)**
- **Autobus gazowy, zasilany LNG, norma emisji Euro 6 (autobus przegubowy 35 szt. od 2015 roku)**
- **Autobus gazowy, zasilany CNG, norma emisji Euro 6 – 50 szt. maxi i 60 szt. przegubowych, wprowadzonych do eksploatacji od kwietnia 2019 i do marca 2020 roku**
- **Autobus elektryczny (autobus klasy maxi 30 szt., pierwsze 10 szt. od 2015 roku, przegubowy 1 szt.); w 2020 roku dostawa 130 autobusów przegubowych**

## Zużycie energii oraz emisja CO<sub>2</sub> autobusów przegubowych

Dane dla autobusów CNG oraz Elektrycznych zostały oszacowane na podstawie autobusów LNG oraz autobusu Solaris Urbino 18 Electric

Typ autobusu	średnie zużycie/100km	kg CO <sub>2</sub> /100km	Różnica emisji
Standardowy ON	53,2 L	140,7	-----
Hybrydowy ON	46,5 L	122,9	-12,6%
LNG	50,09 kg	133,3	-5,3%
Elektryczny	140 kWh	108,9 (lokalnie 0%)	-22,6% (Lokalnie -100%)
CNG	50,09 kg	138,6 (uwzględniając produkcję CNG)	-1,5%

Wskaźniki emisji zaczerpnięto z KOBIZE

## Solaris Urbino 18 Electric



## Ładowarki pantografowe



Ładowarka pantografowa przeznaczona do autobusów Ursus City Smile 12 Electric,  
(w fazie testów)

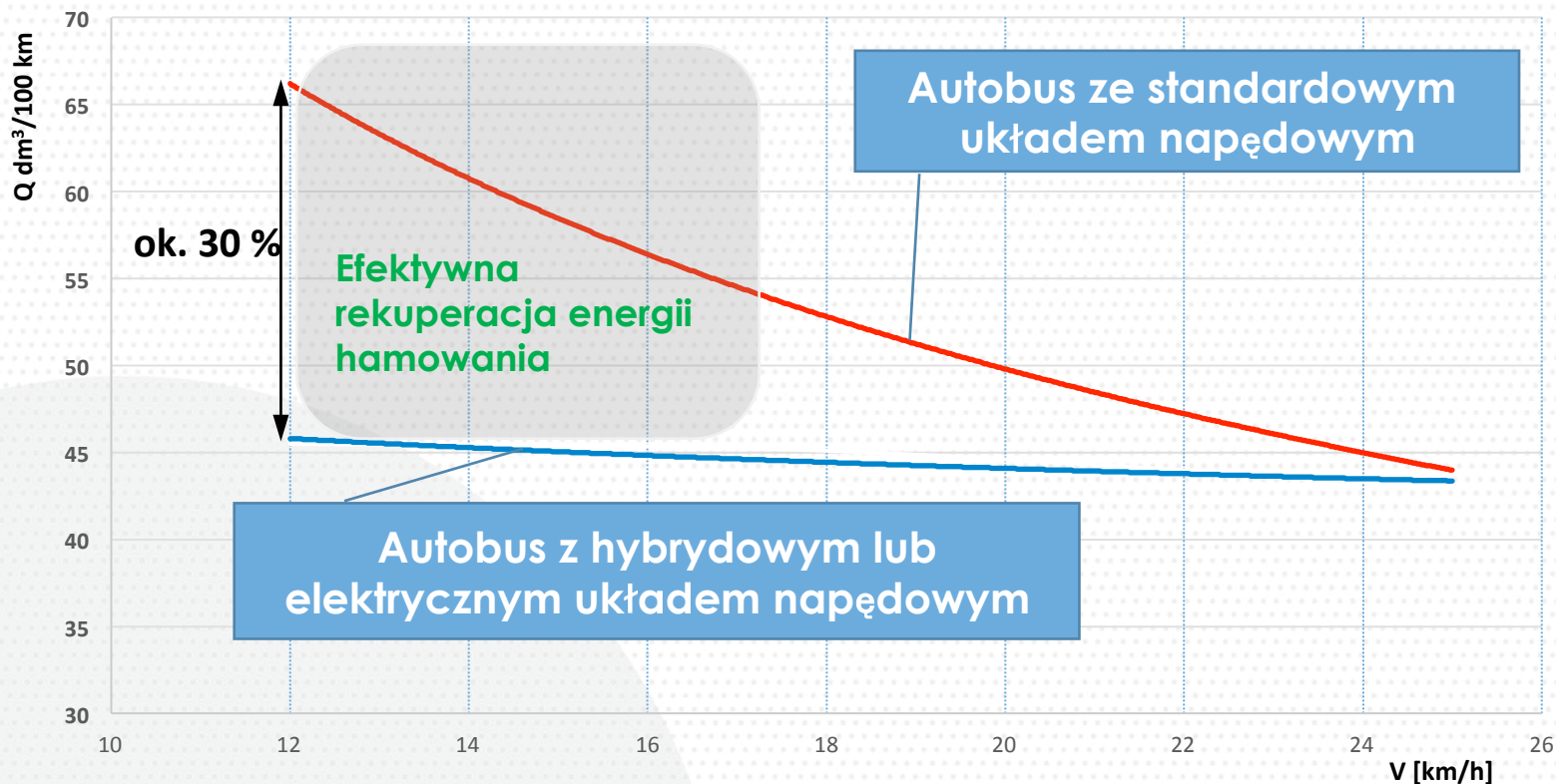
Ładowarka pantografowa przeznaczona do autobusów Solaris Urbino 12 Electric



## Autobus hybrydowy - charakterystyczne lakierowanie



## Efekt hybrydyzacji napędu wpływ rekuperacji na zużycie paliwa/energii i emisję CO<sub>2</sub>



**MZA jest w tej chwili w trakcie odbioru nowych autobusów MAN Lions City zasilanych CNG.**



## Autobus przegubowy LNG





## Stacja LNG/CNG w zajezdni w Warszawie



## Czteroletnie doświadczenia Miejskich Zakładów Autobusowych z wdrażania elektromobilności

### Efekty środowiskowe

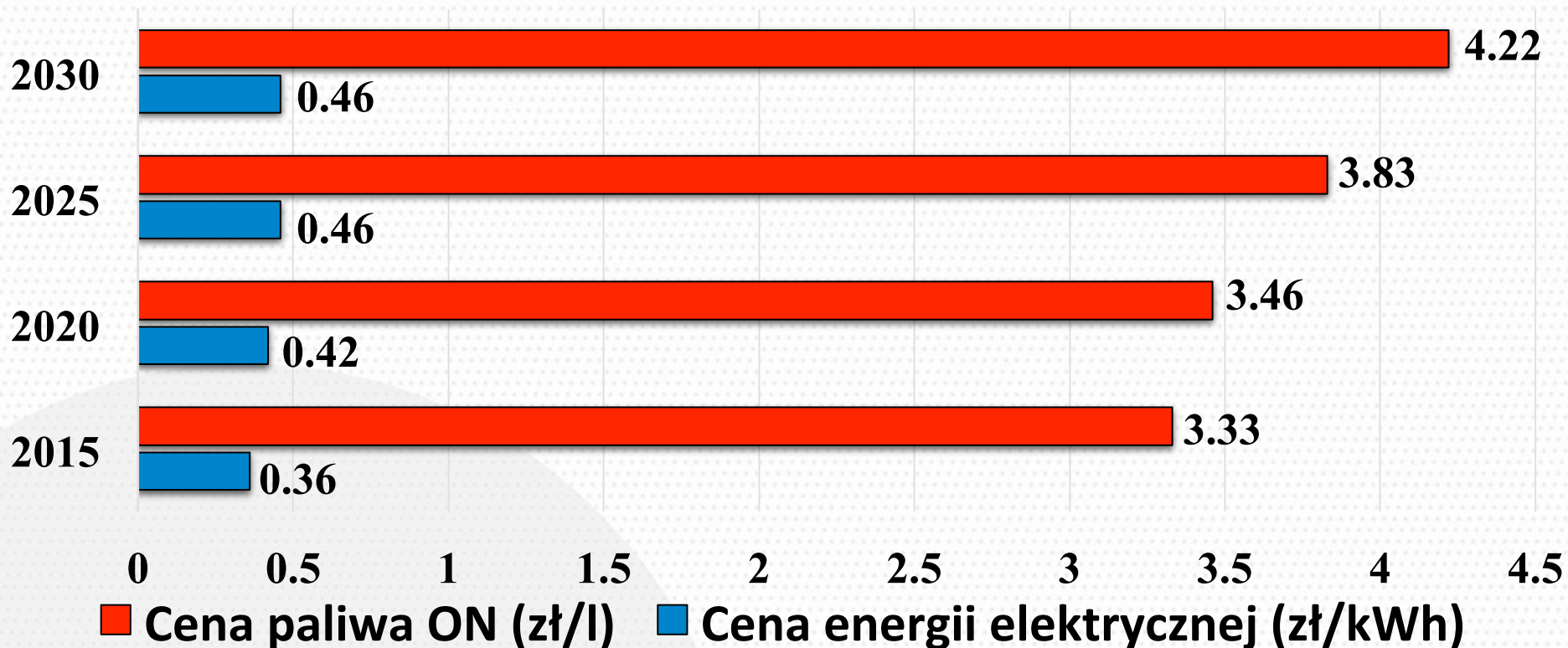
- zerowa emisja spalin w miejscu eksploatacji autobusów
- mniejsza emisja CO<sub>2</sub> przez elektrownie węglowe o ok. 20%
- bardzo cicha praca autobusu, poziom głośności 77,6 dB
- przy eksploatacji dziesięciu elektrobusów zamiast klasycznych autobusów na olej napędowy do atmosfery dziennie trafia o dwie tony mniej dwutlenku węgla



## Zestawienie parametrów różnych typów baterii trakcyjnych do elektrycznych autobusów miejskich

<b>Technologia</b>	<b>NMC</b>	<b>LFP</b>	<b>LTO</b>
<b>Dostawca ogniw</b>	<b>Delta/Mitsubishi, EnerDel, KOKAM</b>	<b>A123</b>	<b>Toshiba</b>
<b>Poziom bezpieczeństwa</b>	<b>Średni</b>	<b>Wysoki</b>	<b>Wysoki</b>
<b>Maksymalne napięcie systemu</b>	<b>1000V</b>	<b>1000V</b>	<b>1000V</b>
<b>Pojemność nominalna modułu</b>	<b>60/100/200/300Ah</b>	<b>60/100Ah</b>	<b>40/80Ah</b>
<b>Gęstość energii systemu</b>	<b>100Wh/kg</b>	<b>85Wh/kg</b>	<b>50Wh/kg</b>
<b>Moc chwilowa systemu 10kWh</b>	<b>200kW</b>	<b>400kW</b>	<b>1000kW</b>
<b>Moc ciągła systemu 100kWh</b>	<b>100kW</b>	<b>200kW</b>	<b>500kW</b>
<b>Masa systemu 100kWh</b>	<b>1000kg</b>	<b>1175kg</b>	<b>2000kg</b>
<b>Ilość cykli 100% DOD [trwałość]</b>	<b>3000</b>	<b>3600</b>	<b>15000</b>
<b>Zakres temperatur pracy</b>	<b>-10°C do 55°C</b>	<b>-30°C do 55°C</b>	<b>-30°C do 55°C</b>
<b>Zakres temperatur ładowania</b>	<b>0°C do 55°C</b>	<b>-10°C do 55°C</b>	<b>-30°C do 55°C</b>
<b>Koszt systemu</b>	<b>50%</b>	<b>60%</b>	<b>100%</b>

## Prognoza cen paliwa ON vs EE



Ceny paliwa ON: Kalkulacje na podstawie wartości wzrostu cen paliw, zgodnie z przyjętą strategią Spółki.

Źródło cen energii elektrycznej: efs.gov.pl - Prognoza wzrostu cen energii elektrycznej i ciepła dla gospodarstw domowych i przedsiębiorstw w województwie mazowieckim

## Przed wykonaniem symulacji należy wybrać datę symulacji, linię, pojazdy oraz parametry początkowe dotyczące, autobusu, baterii oraz ładowania

E-bus symulacje Wyloguj

Nowa Symulacja - Krok 2 z 3

Wybrany dzień: 2019-03-08 (piątek)

Nazwa symulacji: 175

Wybrana linia: 175 + DODAJ LINIĘ

Wybrana data symulacji

Wybór linii

BRYGADY USTAWIENIA GLOBALNE

Pojazdy z R-1 → Pojazdy z R-4 →

Dobór pojazdów

Parametry początkowe

Stan wyjściowy bat.(%) | Min. baterii(%) | Max. baterii(%) | Strata w oddziale(%) | Czas manewrowy(min) →

BRYGADY USTAWIENIA MANUALNE

Brygada	Służba	Oddział	Klasa	Profil elektryczny	Pojazd	Stan wyjściowy baterii(%)	Min. baterii(%)	Max. baterii(%)	Strata w oddziale(%)	Czas manewrowy(min)
1	05:48 - 19:44	R-1	Gn							
2	04:33 - 23:12	R-4	Gn							
3	04:53 - 23:42	R-4	Gn							
4	05:13 - 21:55	R-4	Gn							

Po wykonaniu symulacji użytkownik otrzymuje wykresy stanu naładowania baterii każdej brygady na danej linii. Wykres eksploatacji baterii pokazuje zależność Naładowanie/Czas.

### Eksploatacja baterii

Symulacja: 175

Data symulacji: 2019-02-21

Pojazd: v130

Rozładowany: Nie

Algorytm: Max. poziom baterii

Modyfikacja dł. ładow.: Brak

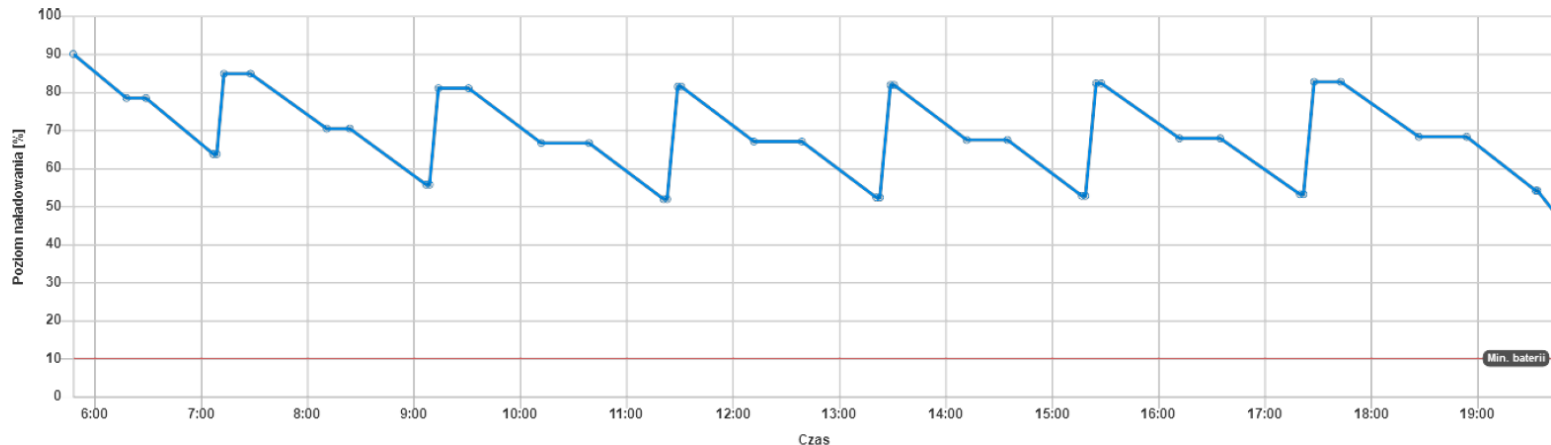
Przedłużenie ostatniego postoju: Nie

Strata w oddziale: 0%

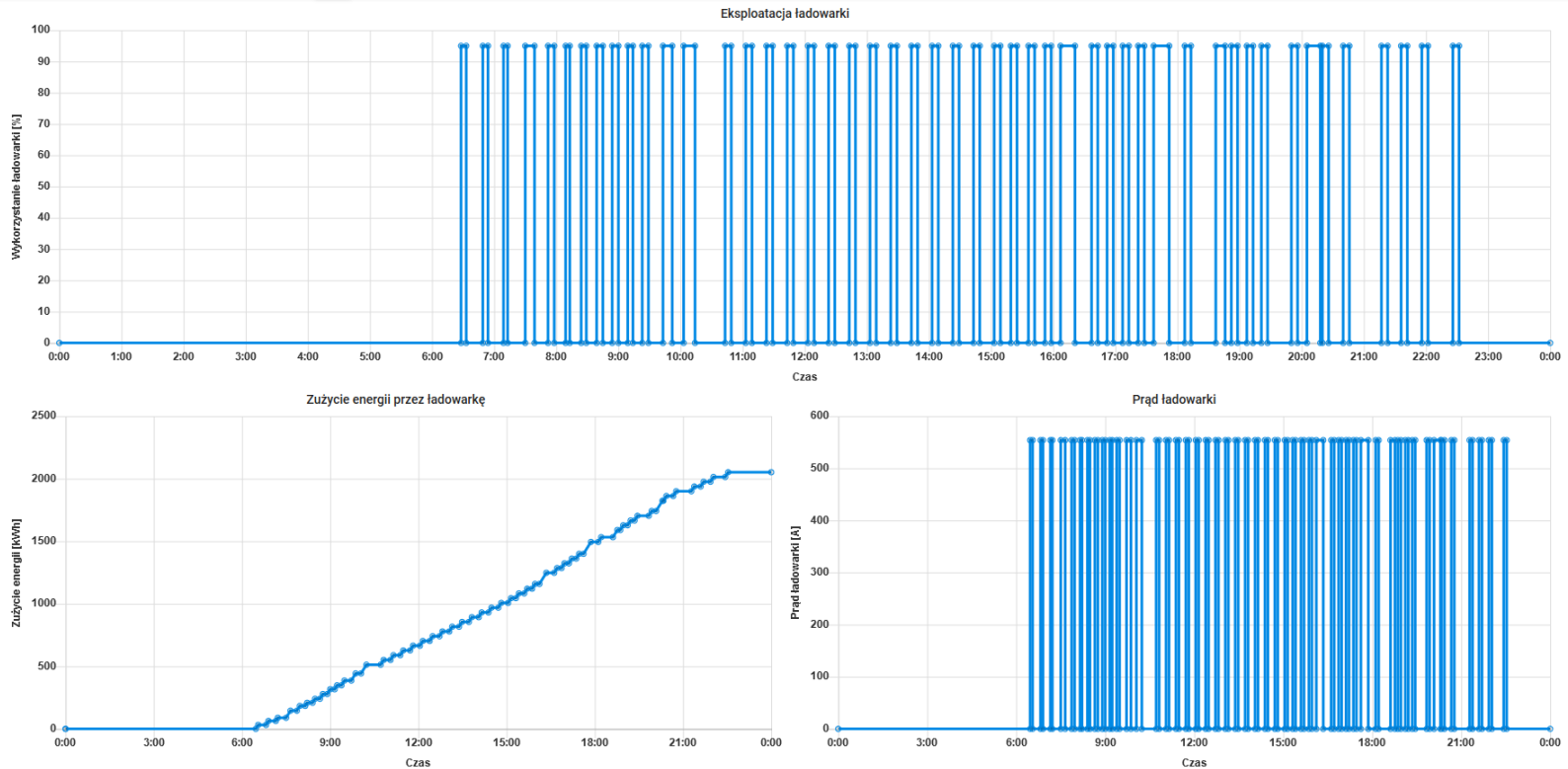
Czas manewrowy: 2 min.

Min. baterii: 10%

Max. baterii: 85%



## Symulacja zwraca również wykresy eksploatacji każdej ładowarki na krańcu linii, zużycia energii elektrycznej oraz prądu ładowania.



## Elektromobilność – plany na przyszłość

- 160 autobusów elektrycznych za dwa lata
- Reprezentacyjny Trakt Królewski wyłącznie z autobusami elektrycznymi
- Sieć ładowarek ulicznych rozlokowanych na 20 krańcach na terenie całego miasta

Co po roku 2020? Na pewno dalszy rozwój elektrobilności w Warszawie





## Program E-BUS

Spółka posiada Program E-BUS, który pozwala na przeprowadzenie symulacji eksploatacji autobusów elektrycznych na konkretnych liniach komunikacyjnych. Program „pobiera” rozkłady jazdy z systemu informatycznego, wprowadza się parametry autobusów elektrycznych i ładowarek na krańcach linii. Użytkownik ma możliwość zweryfikowania czy dana brygada jest w stanie operować przez cały dzień unikając rozładowania baterii. Symulacja jest przeprowadzana na podstawie następujących parametrów:

- Rozkład jazdy; program pozwala na pobranie z systemu informatycznego rozkładu jazdy pożądanej linii autobusowej.
- Pojazd; możliwość wyboru odpowiedniego autobusu.
- Parametry baterii; początkowy poziom naładowania, maksymalny i minimalny poziom naładowania, strata w oddziale
- Czas manewrowy
- Ilość oraz moc ładowarek na krańcach

## Doświadczenia Miejskich zakładów Autobusowych z eksploatacji autobusów elektrycznych inspiracją dla innych miast europejskich

Z wizytą w naszej spółce byli już przedstawiciele z takich krajów jak:

- Francja (Paryż)
- Litwa (Wilno)
- Albania (Tirana)
  - Dania
  - Rosja

Gościliśmy też komisje robocze światowego stowarzyszenia UITP oraz rosyjskich organizacji pozarządowych



## Elektromobilność – ze wsparciem unijnym

### Projekt ELIPTIC, Horyzont 2020

MZA w latach 2015-2018 brały udział w ogólnoeuropejskim projekcie ELIPTIC - Electrification of public transport in cities. Projekt polegał na badaniu możliwości oraz testowaniu elektryfikacji transportu publicznego w miastach np. poprzez zasilanie autobusów elektrycznych z miejskiej sieci tramwajowej przy jednoczesnym zapewnieniu bezpiecznej integracji pojazdów elektrycznych z infrastrukturą.

### Projekt ZeEUS, 7 Program Ramowy

Spółka brała udział w projekcie ZeEUS - Zero Emission Electric Bus System w latach 2015-2018. W ramach projektu uczestnicy testowali innowacyjne technologie autobusów elektrycznych z różnymi rozwiązaniami infrastruktury ładowania w dziesięciu lokalizacjach demonstracyjnych w całej Europie (w Warszawie testowano ładowanie pantografowe).

### Projekt EBSF\_2, Horyzont 2020

W latach 2016 – 2018 braliśmy udział w projekcie European Bus System of the Future 2. Celem projektu było zwiększenie atrakcyjności systemów autobusowych na obszarach miejskich, wymiana doświadczeń i pokazanie potencjalnego wpływu innowacji technologicznych na rozwój efektywnych odpowiedzi na potrzeby mieszkańców miast.



## Elektromobilność – ze wsparciem unijnym

**Projekt „Zakup taboru autobusowego (130 niskopodłogowych autobusów niskoemisyjnych) wraz z infrastrukturą towarzyszącą”, Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko na lata 2014-2020**

**Spółka realizuje projekt elektryfikacji ścisłego centrum Warszawy na podstawie zawartej w 2017 roku z Centrum Unijnych Projektów Transportowych umowy dotacji. Projekt obejmuje zakup 130 autobusów przegubowych elektrycznych, które będą skierowane do obsługi linii autobusowych w ścisłym centrum miasta – na Trakcie Królewskim oraz wykonanie punktów ładowania pantografowego dla linii wskazanych do obsługi tymi autobusami.**



Fundusze Europejskie  
Infrastruktura i Środowisko



Rzeczpospolita  
Polska

Unia Europejska  
Fundusz Spójności



## Program „Bezemisyjny transport publiczny” Narodowego Centrum Badań i Rozwoju

**W 2017 roku Spółka podpisała z NCBiR porozumienie w sprawie wspólnej realizacji programu bezemisyjnego transportu publicznego. W programie zastosowana została nowatorska formuła partnerstwa innowacyjnego – NCBiR występuje w roli zamawiającego, kreującego nowy rynek dla nowatorskich produktów. Po etapie badawczym, finansowanym przez NCBiR nastąpić ma etap wdrożeniowy, w którym opracowane pojazdy mają zostać dostarczone polskim miastom i/lub spółkom miejskim.**

## Ekologia to nie tylko elektromobilność

- Miejskie Zakłady Autobusowe jako pierwsze w Polsce na szeroką skalę wyposażyły autobusy w panele fotowoltaiczne na dachach. Pozwalają one na poprawę bilansu energetycznego pojazdów i oszczędności paliwa nawet do pięciu procent
- Montaż elektrowni słonecznej na dachu zajezdni „Woronicza”. Energia z paneli fotowoltaicznych zaspokaja potrzeby zwykłej eksploatacji zakładu
- Wymiana kilkuset latarni zamontowanych na zajezdniach na energooszczędne LED-y
- Pierwsze autobusy z systemem rekuperacji energii podczas hamowania



## Ekologia to nie tylko elektromobilność

### Nowa zajezdnia przy ulicy Redutowej

- Pierwsza w Polsce z podziemnym garażem
- 140 stanowisk do ładowania autobusów elektrycznych
- Ekologiczne pompy ciepła i energooszczędne oświetlenie
- Znaczny stopień powierzchni biologicznie czynnej na terenie zakładu, m.in. na dachach





## Elektromobilność z myślą o mieszkańcach

Dziękuję Jan Kuźmiński  
[jkuz@mza.waw.pl](mailto:jkuz@mza.waw.pl)