

Karol ZARAJCZYK, Arkadiusz MAŁEK, Monika KOŚKO

ZAŁOŻENIA KONSTRUKCYJNE I FUNKCJONALNE POJAZDU UŻYTKOWEGO URSUS ELVI Z NAPĘDEM ELEKTRYCZNYM

W artykule zamieszczono opis podejścia do projektowania pojazdu użytkowego o napędzie elektrycznym. Wymieniono i opisano innowacyjne cechy oraz funkcje takiego pojazdu. Niektóre z nich omówiono na przykładach. Zaproponowano nowoczesne metody badań i rozwoju mogące mieć zastosowanie w projektowaniu nowoczesnego pojazdu o napędzie elektrycznym.

WSTĘP

Produkcja pojazdów dostawczych na Lubelszczyźnie ma swoją długą historię. Fabryki samochodów w Lublinie od prawie 70 lat wytwarzały lekkie samochody użytkowe. Założona w roku 1950 Fabryka Samochodów produkowała do roku 1959 samochody ciężarowe Lublin 51 na licencji radzieckiej. W latach 1953-1993 głównym produktem fabryki był popularny samochód dostawczy Żuk (DMC 2,5 t), a od roku 1993 był nim Lublin (DMC 3,5 t), wytwarzany w wielu specjalistycznych odmianach. W latach 90. XX wieku, pod zarządem Daewoo Motor Polska, z taśmy produkcyjnej na ul. Mełgiewskiej w Lublinie zjeżdżało 25 000 Lublinów rocznie. Ponadto, w latach 60. XX wieku produkowane były wojskowe transportery opancerzone Skot, a w latach 90. montowane samochody osobowe Peugeot 405, a następnie Daewoo Nexia. Od roku 1998 fabryka produkowała samochody terenowe Honker. Po upadku Daewoo Motor Polska (2003 rok) ambicje produkcji pojazdów dostawczych miała rosyjska firma Intrall. Przejęła ona produkcję modeli Lublin i Honker, od 2005 roku sprzedawanych pod marką Intrall. Zakładając dalszy plan rozwoju produkcji samochodów użytkowych w 2006 roku firma przejęła prawa do produkcji modeli ciężarówek czeskiej marki Praga. W tym samym czasie opracowano konstrukcję i w dużym stopniu przygotowano produkcję modelu dostawczego Intrall Lubo. Firma Intrall opracowała i wdrożyła model Honker Skorpion, przygotowany specjalnie dla polskiego kontyngentu wojskowego w Iraku. 15 października 2007 roku Sąd Rejonowy w Lublinie ogłosił upadłość spółki Intrall Polska. W 2009 roku lubelską fabrykę postanowiła wskrzesić firma DZT Tymińscy koncentrując się na produkcji Honkera i następcy Lublina o nazwie Pasagon. Niestety, ale i tym razem Sąd Rejonowy Lublin-Wschód zawiadomił, że postanowieniem z dnia 19 maja 2016 r. ogłosił upadłość DZT Fabryki Samochodów Sp. z o.o.

Wielka rewolucja w dziedzinie motoryzacji nazywana Elektromobilnością jest nadzieją na przywrócenie w Lublinie produkcji aut dostawczych tyle, że z napędem elektrycznym [3, 8].

1. CECHY POJAZDU DOSTAWCZEGO O NAPĘDZIE ELEKTRYCZNYM

Dzięki zastosowaniu najnowszego podejścia do projektowania i rozwoju pojazdów samochodowych nowoprojektowany pojazd wyróżnia się szeregiem cech, które będą stanowić o jego atrakcyjności rynkowej oraz dla samego użytkownika. Jedynie zaprojektowanie całkowicie nowej konstrukcji pozwoli wykorzystać wszystkie

zalety napędu elektrycznego w stosunku do pojazdów napędzanych tradycyjnymi silnikami spalinowymi. Pojazd taki może charakteryzować się innowacyjnymi cechami, takimi jak:

1. Ekologia,
2. Bezpieczeństwo,
3. Funkcjonalność,
4. Atrakcyjny design,
5. Aerodynamiczna konstrukcja,
6. Inne innowacyjne cechy.

1.1. Ekologia

Nowoczesny pojazd powinien być ekologiczny [6, 7]. Ze względu na zastosowanie napędu elektrycznego pojazd będzie całkowicie ekologiczny w miejscu użytkowania. Chodzi zarówno o przestrzeń otwartą w centrach miast jak i przestrzeń zamkniętą stanowiącą magazyny oraz hale produkcyjne. Dzięki temu poszerzone zostanie grono potencjalnych nabywców ze względu na regulacje związane z możliwością wjazdu zarówno do centrów europejskich metropolii jak i użycia wewnątrz przestrzeni produkcyjnych i magazynowych (włączając żywność). Całkowita zeroemisyjność pojazdu może wystąpić w przypadku ładowania baterii pojazdu elektrycznego z Odnawialnych Źródeł Energii [5].

1.2. Bezpieczeństwo

Innowacyjny pojazd elektryczny powinien być także bezpieczny [9]. Stosując zaawansowane oprogramowanie do projektowania przestrzennego oraz symulacji wytrzymałości poszczególnych komponentów pojazdu jak i jego całości możliwe jest uzyskanie bezpiecznej zarówno dla kierowcy i pasażerów a także pieszych konstrukcji pojazdu. Dodatkowo pojazd zostanie wyposażony w najnowsze systemy bezpieczeństwa czynnego i biernego. Wielospektrowe bezpieczeństwo pojazdu podlega wymogom homologacyjnym i jest bardzo często jednym z kryteriów wyboru pojazdu. Stosując nowoczesne materiały można osiągnąć konstrukcję zarówno odpowiednio wytrzymałą jak i lekką. Masa pojazdu zostanie zmniejszona w celu osiągnięcia większego niż konkurencja zasięgu oraz większej ładowności pojazdu. Badania takie będą charakteryzowały się iteracyjnością obejmującą projektowanie, wykonywanie badań symulacyjnych oraz testowanie rzeczywistych modeli lub prototypów. Stosując naukowe podejście do planowania eksperymentu badawczego oraz prac rozwojowych możliwe będzie uzyskanie optymalnego wyniku w najmniejszej liczbie iteracji i przy najniższych kosztach.

1.3. Funkcjonalność

Użytkownicy pojazdów dostawczych wymagają także aby były one funkcjonalne. Funkcjonalność będzie osiągnięta na poziomie łatwości użytkowania oraz obsługi pojazdu poprzez kierującego i pasażerów. Badania ergonomiczne pozwolą na optymalne ułożenie wszystkich elementów w kabinie oraz dobranie ustawień regulacyjnych do indywidualnych cech osób korzystających z pojazdu. Kolejnym obszarem funkcjonalności będzie elastyczność zabudowy nadwozi. Modułowa budowa kabiny zapewni łatwość przystosowania pojazdu na etapie produkcji do przewozu zmiennej ilości osób i towaru na skrzyni ładunkowej. Nowe rozwiązania konstrukcyjne zapewnią możliwość zabudowy różnych rodzajów skrzyń ładunkowych i typów nadwozi włączając zabudowy najbardziej popularne jak i specjalne. Funkcjonalność pojazdu elektrycznego to również łatwość ładowania baterii gromadzących energię elektryczną na jego pokładzie. Pojazd będzie oferowany z dwoma rodzajami baterii, które w chwili obecnej charakteryzują się odmiennymi parametrami użytkowania oraz ceną. System ładowania będzie dostosowany do aktualnych europejskich i światowych standardów ładowania oraz typów wtyczek. Dostępne będzie szybkie ładowanie baterii zapewniające 90% naładowania baterii w ciągu 15 minut.

1.4. Atrakcyjny design

Atrakcyjny design bardzo często decyduje o sukcesie rynkowym danego modelu. Przyciągnie uwagę klientów, którzy zwracają uwagę na estetykę kabiny jak i całego pojazdu. Pojazdy elektryczne są elementem pozwalającym budować ekologiczny wizerunek firmy jak i jego użytkownika. Design pojazdu musi jednoznacznie dawać odpowiedź, że mamy do czynienia z ekologicznym pojazdem elektrycznym. Model 3D finalnej wersji pojazdu Ursus Elvi przedstawiono na rysunku 1.

1.5. Aerodynamiczna konstrukcja

Cecha ta zostanie osiągnięta poprzez zastosowanie zastrzeżonego modelowania bryłowego oraz innych technologii szybkiego prototypowania (rapid-prototyping). Jest to najnowsze podejście w konstruowaniu pojazdów pozwalające na skrócenie czasu projektowania i badań pojazdu. Wykorzystanie modeli pochodzących z wydruku 3D testowanych w tunelu aerodynamicznym pozwoli na sprawdzenie proponowanego designu pod kątem aerodynamiki. Optymalizacji podlegał będzie współczynnik oporu powietrza, który bezpośrednio wpływa na zasięg pojazdu. Zwłaszcza w przypadku pojazdu elektrycznego ma to ogromny wpływ na jego autonomię. Projekt pojazdu będzie przygotowany według całkowicie innej filozofii projektowania, odmiennej od znanej i stosowanej w przypadku

pojazdów z silnikami spalinowymi. Projekt nie będzie próbą przystosowania pojazdu z silnikiem spalinowym do napędu elektrycznego. Zarówno podwozie, nadwozie, kabina jak i wszystkie urządzenia pokładowe zostaną zaprojektowane od podstaw pod zasilanie elektryczne. Umożliwi to otrzymanie bardzo innowacyjnej konstrukcji, która w pełni wykorzysta przewagi napędu elektrycznego w stosunku do napędów tradycyjnych. Mowa tu o nisko położonym środku ciężkości, zdolności do dużych przyspieszeń i elastyczności momentu obrotowego, braku tradycyjnej skrzyni biegów itp.

1.6. Inne cechy użytkowe

Pojazdy elektryczne nie emitują także hałasu. Zwiększenie zasięgu pojazdu do 150 km oraz wyposażenie w możliwość szybkiego ładowania pozwoli nie tylko na poruszanie się w obrębie miasta ale także przejazdy na większe odległości. Pozwoli to na zastosowanie pojazdu do przewozu przesyłek kurierskich oraz swobodne wykorzystanie w innych branżach – np: w budowlanej. Do tej pory zasięg pojazdów elektrycznych stanowił istotną barierę. Napęd elektryczny jest rozwiązaniem pozwalającym na kilkakrotnie niższe koszty przejazdu niż pojazdami z silnikami spalinowymi zasilanymi benzyną, Dieslem czy LPG. Różnica ta pozwala nie tylko na amortyzację wyższej ceny zakupu pojazdu elektrycznego, ale również na budowanie przewagi konkurencyjnej związanej ze zmniejszeniem ceny przewozu towarów i osób w przeliczeniu na 1 km. Pojazdy elektryczne są również tańsze w eksploatacji. Brak silnika spalinowego oraz skrzyni biegów pozwalają na wydłużenie przebiegu pojazdów pomiędzy przeglądami serwisowymi oraz ewidentne zmniejszenie związanych z nimi kosztów.

2. ROZWÓJ OD KONCEPCJI DO POJAZDU RYNKOWEGO

Tak jak w przypadku pojazdów osobowych kategorii M istnieją na rynku konstrukcje pojazdów elektrycznych zbudowane od podstaw, tak w proponowanej kategorii N istnieje na rynku ewidentna nisza. Firma Ursus S.A. postanowiła zbudować elektryczny pojazd dostawczy od podstaw. Badania i rozwój pojazdu uwzględniają realizację wszystkich poziomów gotowości technologicznej (TRL) – tabela 1.

Badania nad innowacyjnymi produktami zazwyczaj są podzielone na dwie części (patrz tabela 1):

- Prace przemysłowe (TRL3 – TRL6)
- Badania rozwojowe (TRL7 – TRL9)

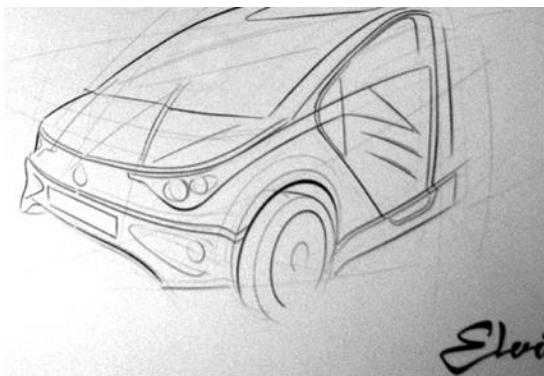


Rys. 1. Model 3D finalnej wersji pojazdu Ursus Elvi

Tab. 1. Poziomy gotowości technologicznej

Stopień TRL	Zakres badań i prac
TRL 1	Zaobserwowano podstawowe zasady danego zjawiska
TRL 2	Określono koncepcję technologii
TRL 3	Technologia została potwierdzona analitycznie i eksperymentalnie
TRL 4	Zweryfikowano technologię w warunkach laboratoryjnych
TRL 5	Technologię zweryfikowano w środowisku zbliżonym do rzeczywistego
TRL 6	Dokonano demonstracji technologii w warunkach zbliżonych do rzeczywistych
TRL 7	Dokonano demonstracji technologii w warunkach zbliżonych do operacyjnych
TRL 8	Zakończono badania i demonstrację ostatecznej formy technologii
TRL 9	Uruchomiono produkcję na skalę przemysłową na podstawie opracowanej technologii

Każdy projekt zaczyna się od serii szkiców ukazujących ogólny kształt pojazdu oraz charakterystyczną formę nadwozia. Wykorzystywane one są zarówno do komunikacji wewnątrz firmy, jak i służą przedstawieniu pierwszych konceptów potencjalnym odbiorcom. Autorem designu na poziomie koncepcji i poszczególnych prototypów jest Pan Grzegorz Czechowski, będący również autorem designu dla najnowszych traktorów marki Ursus. Przykładowy szkic pojazdu koncepcyjnego Ursus Elvi przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Szkic pojazdu koncepcyjnego Ursus Elvi

Po zaproponowaniu poglądowych, szkicowych kształtów, zaczyna się proces modelowania za pomocą narzędzi do edycji powierzchni w środowisku modelowania 3D. Większość elementów modelowana jest jako osobne części i później składana w całościowe złożenie. Już na tym etapie projektanci Ursus S.A. uwzględniają uwarunkowania technologiczne (jak np. możliwość wyjęcia z formy, nadanie promieni powierzchniom, zachowanie odpowiedniej grubości etc.).

Model w skali 1:1 pojazdu koncepcyjnego Ursus Elvi zaprezentowano podczas targów pojazdów użytkowych w Hanowerze wiosną 2017 roku (rysunek 3). Model został wykonany technikami szybkiego prototypowania. Wykonanie pojazdu koncepcyjnego technikami

przyrostowymi potwierdza potencjał polskich firm w tym obszarze. Założenia miał to być nowoczesny, kompaktowy pojazd dostawczy (o dopuszczalnej masie całkowitej do 3,5 tony, przy ładowności na poziomie 1100 kg, osiągający prędkość 100 km/h) o zasięgu (na w pełni naładowanych bateriach) około 150 kilometrów. Ładowność i zasięg pojazdu ma być odpowiedzią na zapotrzebowanie rynkowe w zakresie dystrybucji miejskiej i poza miejskiej.

Futurystyczne kształty, mocno przeszklona kabina i długa maska ze światłami w technologii LED sprawiają, że jest to bardzo charakterystyczny design i trudno pomylić go z innym. Według pierwotnych założeń producenta wysokość pojazdu nie będzie przekraczała 2 metrów.



Rys. 3. Pojazd koncepcyjny Ursus Elvi na targach Hannover Messe 2017

W ciągu pół roku inżynierowie z firmy Ursus rozwinęli pojazd z poziomu pojazdu koncepcyjnego wykonanego w technologii druku 3D do prototypu jeżdżącego nr 1, który został zaprezentowany na Kongresie 590 jesienią 2017 roku (patrz rysunek 4).



Rys. 4. Prototyp nr 1 pojazdu Ursus Elvi na Kongresie 590

Coraz krótszy czas życia produktów oraz wymogi związane z ich innowacyjnymi własnościami wymuszają zmianę podejścia do ich projektowania. Na przykład czas projektowania nowych modeli pojazdów został skrócony w ostatnich latach do 18 miesięcy, w stosunku do 6 lat występującego na przełomie wieków. Skrócenie czasu rozwoju produktu od koncepcji do wprowadzenia gotowego produktu na rynek jest możliwe dzięki komputerowemu wspomaganiu procesu projektowania i prototypowania. W erze globalizacji wszechstronne wykorzystanie narzędzi informatycznych oraz zautomatyzowanych procesów produkcji wpływa korzystnie na innowacyjność i konkurencyjność istniejących specjalizacji oraz tworzenie nowych. Proces szybkiego projektowania wymaga posiadania programów do komputerowego wspomaganie projektowania, skanerów i drukarek 3D oraz wspomaganego komputerowo wytwarzania części na maszynach sterowanych numerycznie.

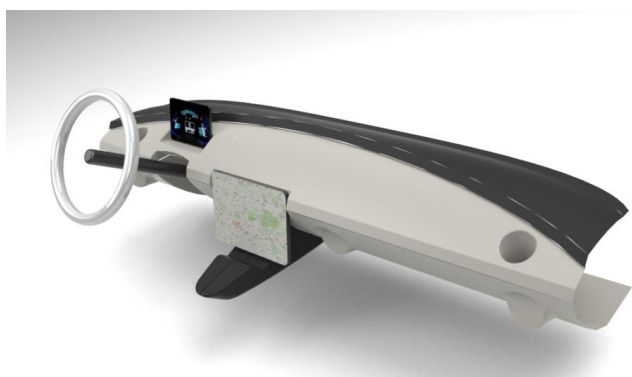
3. DESIGN KABINY I WNĘTRZA

Metalowe poszycia drzwi, błotników, maski, pasa przedniego oraz zderzaka w wersji docelowej zastąpią elementy polimerowe (przedstawione na rysunku 5). Najbardziej odpowiednią technologią, ze względu na koszty i efekt wizualny, wydaje się być termoformowanie próżniowe tworzyw termoplastycznych, takich jak na przykład ABS. Zapewni to elementom poszycia zewnętrznego odporność na korozję. Ponadto technologia ta nie wymaga malowania powierzchniowego w celu uzyskania atrakcyjnego wyglądu. Wprowadzenie elementów polimerowych przyczyni się również do redukcji masy pojazdu.



Rys. 5. Wizualizacja 3D elementów poszycia kabiny

Dla pojazdu Ursus Elvi zaprojektowano również deskę rozdzielczą, przedstawioną na rysunku 6. Dla prototypu nr 1 deska została wykonana w technologii druku 3D z wykorzystaniem własnej wielkogabarytowej drukarki 3D. Docelowa deska rozdzielcza będzie zawierała dwa wyświetlacze ciekłokrystaliczne. Pierwszy z nich, umieszczony za kołem kierownicy będzie tablicą wskaźników i kontrolki dla kierującego. Przejmie także funkcje wyświetlania parametrów napędu elektrycznego w postaci prędkości silnika, poboru i oddawania mocy przez silnik oraz stanu naładowania baterii trakcyjnych. Drugi, w formie dotykowego tabletu o przekątnej 10", będzie przeznaczony do sterowania układem wentylacji, klimatyzacji, nawigacji oraz radia samochodowego.



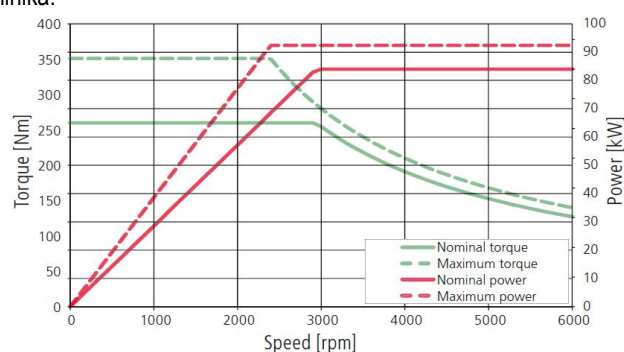
Rys. 6. Wizualizacja 3D elementów deski rozdzielczej

4. ELEKTRYCZNY UKŁAD NAPĘDOWY

Zadaniem elektrycznego układu napędowego jest efektywne przekazywanie napędu na koła jezdne w każdych warunkach pracy pojazdu dostawczego. W XXI wieku dostępnych jest wiele komponentów do zbudowania elektrycznego układu napędowego. Najważniejszą jego składową będzie silnik elektryczny, którego parametry będą decydować o przydatności do napędu pojazdu dostawczego o DMC 3,5 tony. Zgodnie ze światowymi i europejskimi tren-

dami, zarówno w produkcji samochodów osobowych jak i autobusów, powinien być to silnik synchroniczny z magnesami trwałymi (PMSM z ang. Permanent-Magnet Synchronous Motor). Silniki synchroniczne wzbudzone magnesami trwałymi posiadają wiele zalet w stosunku do silników asynchronicznych (indukcyjnych) [13]. Należą do nich między innymi duża sprawność oraz duży moment obrotowy dostępny od niskich prędkości obrotowych [4]. Konstrukcje te z pewnością można nazwać energooszczędnymi i niezawodnymi. Silniki elektryczne pojazdów dostawczych powinny być przystosowane do zmiennego obciążenia tych napędów tzn. mieć niezmienną sprawność w dużym zakresie zmian obciążenia pozwalającą na racjonalizację zużycia energii.

Przykładowa charakterystyka silnika elektrycznego typu PMSM została przedstawiona na rysunku 7. Zazwyczaj są to silniki o bardzo kompaktowej budowie w celu zajmowania jak najmniejszej ilości miejsca na pokładzie pojazdu. W tego typu silnikach na osiągi nominalne jak i szczytowe ogromnie wpływa efektywność chłodzenia silnika.



Rys. 7. Charakterystyka silnika typu PMSM

5. BATERIE TRAKCYJNE I SYSTEM ŁADOWANIA

Kolejnym kluczowym komponentem elektrycznego pojazdu dostawczego są baterie trakcyjne [12]. Najbardziej ich rozpowszechnioną technologią wykorzystywaną w motoryzacji są baterie litowo-jonowe dostępne w wielu odmianach. Zdaniem inżynierów z Ursus S.A. do zbudowania względnie taniego, ale bardzo niezawodnego systemu gromadzenia energii o dużej pojemności powinny posłużyć baterie litowo-jonowe typu NMC (lithium nickel manganese cobalt oxide battery - LiNiMnCoO₂ lub NMC), które z powodzeniem stosowane są w elektrycznych autobusach produkowanych przez Ursus Bus [11]. Pakiet baterii o pojemności energetycznej 60 kWh zapewni pojazdowi o DMC 3,5 tony autonomię od 150 do 200 km na jednym ładowaniu. System ładowania CCS Combo 2 zapewnia możliwość szybkiego ładowania baterii.

Pojazd będzie ładowany prądem stałym za pomocą ładowarek zewnętrznych o mocy od 10 do 250 kW za pomocą gniazda przedstawionego na rysunku 8 [2].



Rys. 8. Gniazdo ładowania prądem stałym

6. PRZESTRZEŃ ŁADUNKOWA

Według danych producenta tył pojazdu może być zabudowany w platformę, chłodnię, skrzynię, wywrotkę lub kontener [14]. Ze względu na elastyczność zabudowy pojazdu dostawczego może być on wykorzystywany w wielu obszarach.

Na rysunku 9 przedstawiono pojazd Ursus Elvi z zabudową kontenerową. Powierzchnia podstawy jest w stanie pomieścić 4 europalety.



Rys. 9. Zabudowa kontenerowa pojazdu dostawczego Ursus Elvi

ELVI zaprojektowano w wersji trzyosobowej. Tył pojazdu może być zamieniony w chłodnię, plandekę, kontener lub otwartą skrzynię. Może znaleźć się na wyposażeniu firm zajmujących się wywozem odpadów, przewozem paczek, budownictwem czy dostawą żywności. Nic nie stoi na przeszkodzie, by taki pojazd skonstruować na potrzeby służb medycznych czy straży pożarnej. Dzięki temu grono potencjalnych odbiorców może być bardzo szerokie. Największe szanse dla pojazdu pokładane są w usługach kurierskich. Na poziomie prototypu nr 1 masa całkowita pojazdu wynosi 3,5 tony, zaś ładowność 1100 kg. Na pełnej baterii pojazd może przebyć 150 km, co odpowiada zapotrzebowaniu firm i spółek bazujących w obrębie jednego miasta. Maksymalna prędkość pojazdu przewidziana przez producenta to 100 km/h [14].

PODSUMOWANIE

Przy rozwoju pojazdu Ursus Elvi projektanci i konstruktorzy postawili na atrakcyjny design i nowoczesne rozwiązania technologiczne. Dzięki ich zastosowaniu pojazd charakteryzował się będzie następującymi cechami:

1. Cichy i dynamiczny ze względu na zastosowanie elektrycznego napędu bez skrzyni biegów.
2. Energooszczędny ze względu na zastosowanie wysokosprawnego silnika elektrycznego typu PMSM oraz aerodynamicznej konstrukcji kabiny.
3. Posiadający pakiet baterii zdolnych zapewnić zasięg ponad 150 km z możliwością szybkiego ich ładowania prądem stałym.
4. Łatwy w obsłudze i tani w eksploatacji.
5. Posiadający możliwość elastycznej zabudowy różnych typów skrzyń ładunkowych.
6. Niska kabina (poniżej 2 m) pozwoli na wjazd do większości parkingów podziemnych w celu garażowania, dystrybucji towaru oraz ładowania baterii.

Testowany w warunkach drogowych prototyp pojazdu Ursus Elvi można już spotkać na ulicach Lublina. Firma Ursus S.A. rozpoczęła już całopojazdowe badania homologacyjne przedmiotowego pojazdu.

BIBLIOGRAFIA

1. Apostolaki-Iosifidou E., Codani P., Kempton W.: Measurement of power loss during electric vehicle charging and discharging. *Energy* 127 (2017)
2. Dobrzański D.: Przegląd i charakterystyka standardów złączy szybkiego ładowania pojazdów EV. *Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe* Nr 3/2017 (115)
3. Flaszka J.: Elektromobilność w Polsce - wyzwania i możliwości z uwzględnieniem inteligentnych instalacji OZE. *AUTOBUSY – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe* 6/2017
4. Gołębiowski W.: Elastyczność wybranych silników samochodów elektrycznych. *AUTOBUSY – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe* 7-8/2017
5. Małek A., Kowalczyk D.: Carport fotowoltaiczny do ładowania pojazdów elektrycznych. *AUTOBUSY – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe* 11/2016
6. Mruzek M., Gajdąc I., Kućera L., Gajdošik T.: The Possibilities of Increasing the Electric Vehicle Range. *Procedia Engineering*, Volume 192, 2017
7. Nian V., Hari M.P., Yuan J.: The prospects of electric vehicles in cities without policy support. *Energy Procedia*, Volume 143, December 2017
8. Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce, Ministerstwo Energii, Warszawa, 16.03.2017.
9. Popiołek S.: Samochód z napędem elektrycznym a bezpieczeństwo ruchu drogowego. *AUTOBUSY – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe* 7-8/2017
10. Satyendra Kumar M., Revankar S. T.: Development scheme and key technology of an electric vehicle: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 70, April 2017
11. Wielgus J., Kasperek D., Małek A., Łusiak T.: Generacje rozwojowe autobusów elektrycznych marki URSUS. *AUTOBUSY – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe* 11/2017
12. Zajkowski K., Seroka K.: Przegląd możliwych sposobów ładowania akumulatorów w pojazdach z napędem elektrycznym. *AUTOBUSY – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe* 7-8/2017
13. Zawilak J., Zawilak T.: Silniki synchroniczne z magnesami trwałymi o dużej sprawności, *Przegląd Elektrotechniczny*, ISSN 0033-2097, R. 90 NR 1/2014
14. <http://elvi.pl/> [dostęp 23.03.2018]

Constructional and functional assumptions of a Ursus Elvi vehicle with an electric drive

The article describes the approach to designing a commercial vehicle with electric drive. Innovative functions of vehicle have been presented and described. Some of them are discussed in the examples. Modern research and development methods that may be used in the design of a modern electric vehicle have been proposed.

Autorzy:

Karol Zarajczyk – Ursus S.A., ul. Frezerów 7, 20-209 Lublin
Dr inż. **Arkadiusz Małek** – Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie, ul. Projektowa 4, 20-209 Lublin, Wydział Transport i Informatyki, e-mail: arkadiusz.malek@wsei.lublin.pl, Ursus S.A., ul. Frezerów 7, 20-209 Lublin, arkadiusz.malek@ursus.com.

Dr **Monika Koško** – Ursus S.A., ul. Frezerów 7, 20-209 Lublin, monika.kosko@ursus.com

JEL: L62 DOI: 10.24136/atest.2018.082

Data zgłoszenia: 2018.05.22 Data akceptacji: 2018.06.15