

## KLIMATYZOWANE MOBILNE STANOWISKO DOWODZENIA ZASILANE OGNIWAMI FOTOWOLTAICZNYMI

**Sebastian KOZIOŁEK\***

\* Instytut Konstrukcji i Eksploatacji Maszyn, Politechnika Wrocławska  
e-mail: [sebastian.koziolek@pwr.wroc.pl](mailto:sebastian.koziolek@pwr.wroc.pl)

Artykuł wpłynął do redakcji 28.02.2012 r. Zweryfikowaną i poprawioną wersję po recenzjach i korekcie otrzymano w maju 2012 r.

*W artykule przedstawiono projekt klimatyzowanego mobilnego stanowiska dowodzenia zasilanego ogniwami fotowoltaicznymi. Projekt stanowiska został wykonany na bazie pojazdu samochodowego wyposażonego w system pozyskiwania energii odnawialnej do zasilania klimatyzatora. Przedstawiona propozycja obejmuje zastosowanie autorskiego wynalazku. Praca dotyczy badań związanych z zastosowaniem systemu pozyskiwania energii słonecznej do wspomagania układów zasilania urządzeń w pojazdach specjalnych. Innowacyjne rozwiązania w budowie pojazdów specjalnych obejmują modyfikację technologii pozyskiwania odnawialnych źródeł energii stosowanych dotychczas głównie w obiektach stacjonarnych. Prace badawcze zrealizowane zostały we współpracy z przemysłem motoryzacyjnym. Wyniki badań i analiz zostały zweryfikowane w celu opracowania pierwszego prototypu, a następnie jego optymalizacji. Opisany w artykule wynalazek (zgłoszenie nr P.399329) jest efektem prac badawczych realizowanych w ramach projektu Zielony Transfer współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.*

**Słowa kluczowe:** mobilne stanowisko dowodzenia, odnawialne źródła energii, ogniwa fotowoltaiczne

### WSTĘP

Żyjemy w szybko zmieniającym się świecie, co jest powodem wielu technicznych problemów. Dotyczą one kryzysu energetycznego, zmiany klimatu (ocieplenia lub ochłodzenia ziemi), rosnących wymagań ochrony środowiska, poprawy bezpieczeństwa itp. Niestety, bardzo często koncepcje projektowe są jedynie odbiciem aktualnych potrzeb klienta i cały proces projektowania koncentruje się tylko na ich zaspokojeniu. W takim procesie projektowania i pozyskiwania wiedzy rzadko udaje się opracować prawdziwie innowacyjne koncepcje projektowe, nadające się do opatentowania i przyczyniające się do ewolucji systemów inżynierskich.

Z punktu widzenia wiedzy, projekt koncepcyjny można zrealizować w trzech etapach. Pierwszy etap dotyczy projektantów, którzy koncentrują się na uzupełnieniu swojej dotychczasowej wiedzy projektowej na potrzeby nowego zamierzenia. Nabyta

wiedza jest stosowana bezpośrednio w drugim etapie tworzenia koncepcji, gdzie z zastosowaniem narzędzi wspomagania komputerowego, opracowywana jest przestrzeń reprezentacji wiedzy (możliwych rozwiązań) w postaci reguł decyzyjnych i/lub ontologii. Wówczas, w trzecim etapie projektowania koncepcyjnego, reprezentacja przestrzeni rozwiązań może być wykorzystana do rozwoju koncepcji.

Charakter zdobytej wiedzy ma kluczowe znaczenie w procesie projektowania koncepcyjnego i jego wyników [1, 4, 15]. Jeśli wiedza projektowa została pozyskana jedynie w kontekście dziedziny związanej z zaistniałym problemem, wówczas dalszy rozwój koncepcji obejmuje rozwiązania pochodzące tylko z tej jednej określonej dziedziny. Jeżeli proces pozyskiwania wiedzy na potrzeby projektu wykracza poza dominującą dziedzinę, to opracowanie koncepcji projektu można uznać za badanie. Oczywiście, tego typu projekt koncepcyjny jest bardziej efektywny i innowacyjny niż projektowanie oparte tylko na wiedzy o dotychczasowej eksploatacji. Obecnie kształcenie inżynierów koncentruje się głównie na analitycznych aspektach projektowania, pomijając kwestie związane z zagadnieniami projektowania koncepcyjnego. Zwykle sprowadzane jest ono do badania procesu eksploatacji, które może być przeprowadzone za pomocą dedukcji. Edukacja zaawansowanego projektowania inżynierskiego wymaga zrozumienia projektowania koncepcyjnego w kontekście badań interdyscyplinarnych, z zastosowaniem metod i narzędzi projektowania innowacji.

## 1. IDENTYFIKACJA PROBLEMU TECHNICZNEGO

Doświadczenie ekspertów produkcji specjalnej oraz opracowania naukowe oparte na interdyscyplinarnej wiedzy, pozyskanej do celów stworzenia nowych koncepcji, stanowią podstawę skutecznego zastosowania innowacyjnych rozwiązań technicznych. Etapem poprzedzającym generowanie koncepcji jest proces formułowania problemu technicznego, który obejmuje trzy zasadnicze elementy:

- identyfikacja problemu;
- analiza problemu;
- formułowanie problemu technicznego.

Identyfikacja problemu dotyczy badań eksploatacyjnych dotychczas stosowanych systemów technicznych [14, 11]. Badania te obejmują identyfikację możliwych scenariuszy eksploatacji systemu, a następnie szczegółową analizę kolejnych etapów eksploatacji, wg wyznaczonych koncepcji użytkownika systemu. W kolejnym etapie tych badań identyfikowane są fizyczne relacje człowiek (użytkownik) – maszyna (system). W efekcie uzyskiwany jest parametryczny opis systemu technicznego, oparty na modelu zachowań ludzkich (użytkowników) [ang. Human Behavior Modeling] [7, 10, 12]. Opis ten jest zbiorem zmiennych mierzalnych parametrów systemu zwanych Jakością Techniczną Systemu. Następnie definiowane są kluczowe charakterystyki zmiennych tego systemu będące kombinacją najistotniejszych jego parametrów [ang. Critical to Technical Quality].

W prezentowanym systemie mobilnego stanowiska dowodzenia (pojazdu) zasilanego ogniwami fotowoltaicznymi zidentyfikowano następujące kluczowe problemy techniczne, związane z zadaniami operacyjnymi badanego systemu:

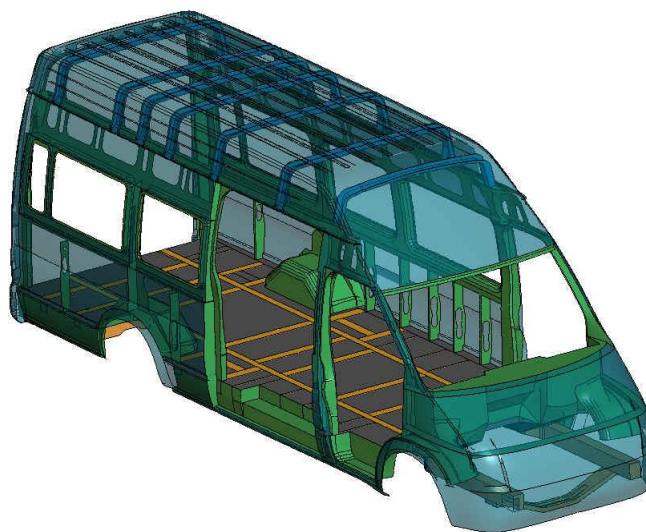
- konieczność pracy na postoju z włączonym silnikiem;
- hałas wynikający z pracy silnika, uniemożliwiający działania operacyjne w warunkach wymagających długotrwałej obserwacji terenu;

- konieczność uzupełniania paliwa, bądź wyposażenia w duże zbiorniki paliwa zwiększenie tym samym masy całkowitej pojazdu.

## 2. OPRACOWANIE KONCEPCJI PROJEKTOWEJ

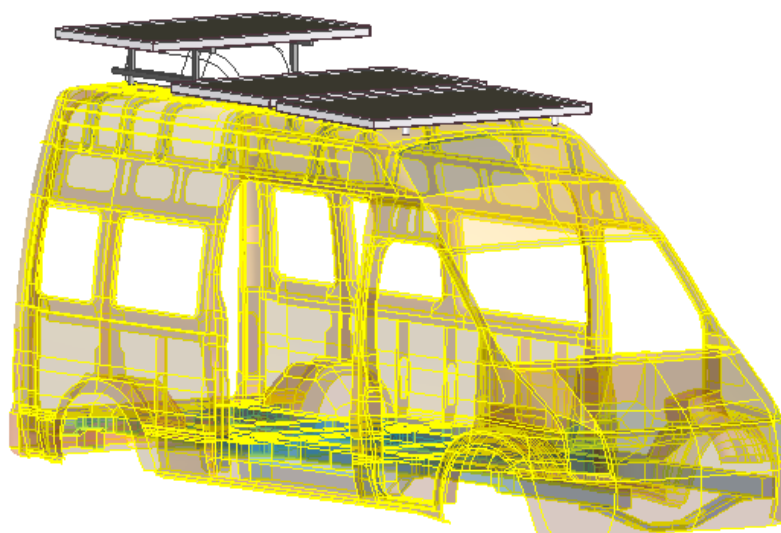
Generowanie koncepcji projektowych jest fazą Inżynierii Wynalazczości, która została zbadana pod kątem efektywności analogii zastosowanych do opracowania wstępnych koncepcji projektowych [2, 4, 5, 8, 13,]. Poziom innowacyjności koncepcji, opracowanych z zastosowaniem 4 podstawowych analogii, został zmierzony autorską metodą wyznaczania idealności systemu. Wysoki poziom idealności koncepcji stanowi o efektywności zastosowanej analogii, a tym samym innowacyjności opracowanego systemu technicznego. Faza opracowania koncepcji projektowych została poddana ocenie zdolności do wdrożenia projektu inżynierskiego pod względem technologicznym i użytkowym. Badanie to obejmowało również analizę zgodności poziomu innowacyjności projektu finalnego z innowacyjnością opracowanej koncepcji projektowej, będącej podstawą opracowanego projektu inżynierskiego.

Opracowana koncepcja dotyczy mobilnego stanowiska dowodzenia zasilanego ogniwami fotowoltaicznymi. Zostało ono zbudowane na bazie pojazdu samochodowego wyposażonego w system pozyskania energii odnawialnej do zasilania wybranych urządzeń elektrycznych, będących wyposażeniem stanowiska dowodzenia przeznaczonego do zadań specjalnych [6] (rys. 1 – 3).



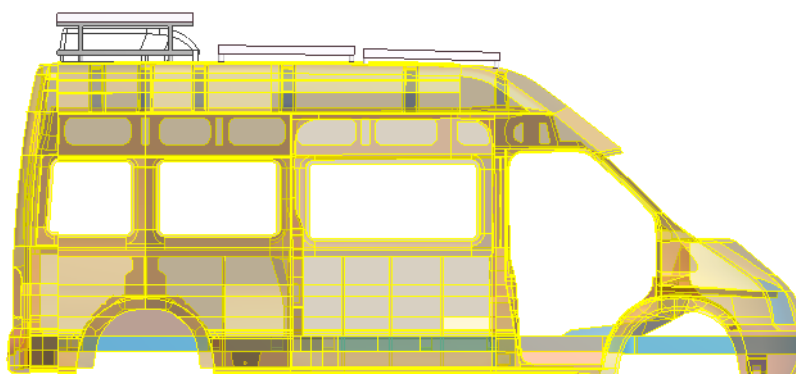
Rys. 1. Model geometryczny nadwozia pojazdu bazowego, zastosowanego do budowy mobilnego stanowiska dowodzenia zasilanego ogniwami fotowoltaicznymi

*Źródło: Opracowanie własne*



Rys. 2. Widok modelu geometrycznego mobilnego stanowiska dowodzenia zasilanego ogniwami fotowoltaicznymi

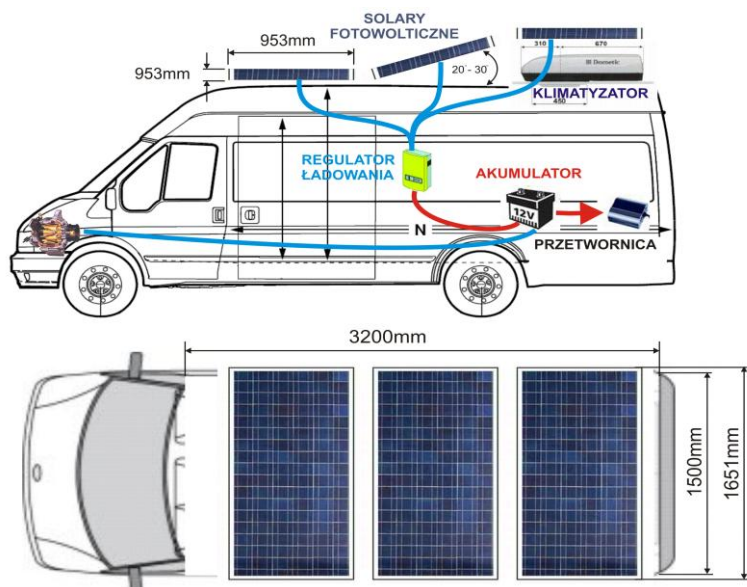
*Źródło: Opracowanie własne*



Rys. 3. Model geometryczny mobilnego stanowiska dowodzenia zasilanego ogniwami fotowoltaicznymi – widok z boku

*Źródło: Opracowanie własne*

Istota innowacyjności opracowanej koncepcji projektowej polega na tym, że zamocowany na dachu pojazdu zestaw ogniw fotowoltaicznych połączony jest równoległe z zaciskami regulatora napięcia, który powiązany jest poprzez regulator ładowania z ogniw fotowoltaicznych z zestawem akumulatorów umieszczonych w nadwoziu pojazdu i oddzielonych od przestrzeni stanowiska, wyposażonej w stół wraz z osprzętem i krzesła, płytą dzielącą. Zestaw akumulatorów łączy się poprzez przetwornicę prądu stałego z układem regulacji temperatury, a także z alternatorem. Pomiędzy zestaw akumulatorów i alternator włączony jest regulator napięcia (rys. 4 – 5).

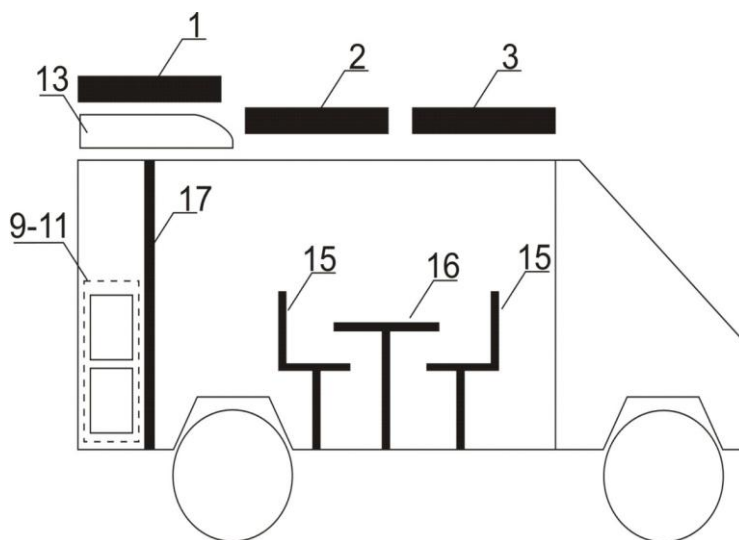


Rys. 4. Schemat ideowy systemu pozyskiwania energii słonecznej do zasilania mobilnego stanowiska dowodzenia

Źródło: Opracowanie własne

**Wykaz oznaczeń na rysunku**

- 1 – Panel fotowoltaiczny,
- 2 – Panel fotowoltaiczny,
- 3 – Panel fotowoltaiczny,
- 4 – Regulator napięcia,
- 9 – Akumulator,
- 10 – Akumulator,
- 11 – Akumulator,
- 13 – Układ regulacji temperatury w pojeździe,
- 15 – Krzesło,
- 16 – Stół,
- 17 – Płyta.



Rys. 5. Schemat ideowy rozmieszczenia elementów mobilnego stanowiska dowodzenia zasilanego ogniwami fotowoltaicznymi

Źródło: Opracowanie własne

**3. BADANIA EKSPETYMENTALNE**

Zaprezentowana koncepcja projektowa została poddana badaniom symulacyjnym z zastosowaniem zaawansowanych narzędzi Komputerowego Wspomagania Prac Inżynierskich, biorąc pod uwagę wykorzystanie zaawansowanych materiałów [3, 9]. Wyniki tych analiz umożliwiły przeprowadzenie optymalizacji opracowanego rozwiązania projektowego oraz przygotowania dokumentacji technicznej. Efektem tych prac jest prototyp innowacyjnego mobilnego stanowiska dowodzenia zasilanego ogniwami fotowoltaicznymi (rys. 6 – 7).



Rys. 6. Widok prototypu innowacyjnego mobilnego stanowiska dowodzenia zasilanego ogniwami fotowoltaicznymi

*Źródło: Opracowanie własne*



Rys. 7. Prototyp innowacyjnego mobilnego stanowiska dowodzenia zasilanego ogniwami fotowoltaicznymi, widok tylnej części pojazdu z zamontowanymi akumulatorami

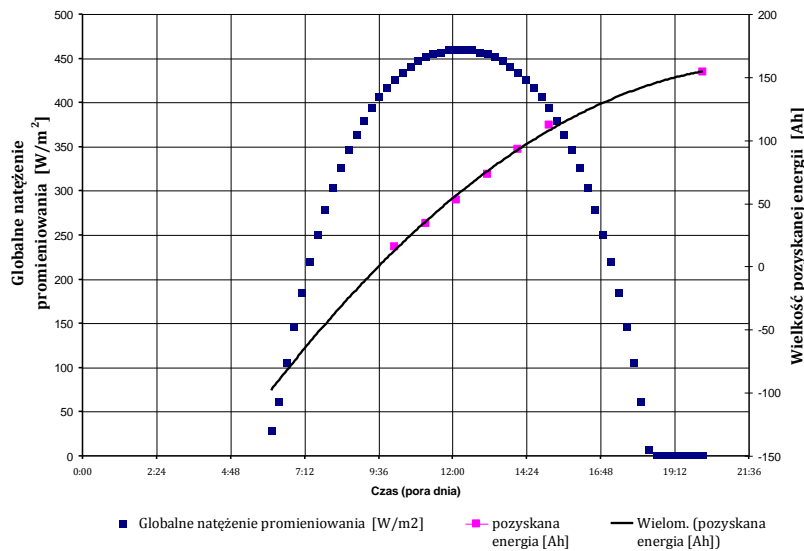
*Źródło: Opracowanie własne*

Wykonany prototyp został poddany badaniom eksperymentalnym obejmującym analizę efektywności fotowoltaicznego systemu pozyskania energii słonecznej. Analiza ta została przeprowadzona na podstawie pomiarów następujących parametrów systemu:

- bieżące napięcie na zaciskach akumulatorów [V];
- bieżące natężenie prądu [A];

- wielkość pozyskanej energii rzeczywistej [Ah];
- poziom naładowania akumulatorów [%];
- poziom natężenia promieniowania [W/m<sup>2</sup>].

Badania przeprowadzane były okresowo w różnych warunkach atmosferycznych, a fragment wyników przedstawiono na rysunku 8. Rezultaty tych badań zostały wykorzystane do opracowania algorytmu konfiguracji układu fotowoltaicznego do zastosowania w innych pojazdach specjalnych i pojazdach użyteczności publicznej. Na podstawie pomiarów warunków eksploatacyjnych, w których pojazd będzie wykorzystywany oraz zastosowania opracowanego algorytmu, dokonano właściwego doboru parametrów paneli fotowoltaicznych zastosowanych do zasilania mobilnego stanowiska dowodzenia.



Rys. 8. Wyniki pomiarów efektywności systemu pozyskania energii słonecznej w prototypie mobilnego stanowiska dowodzenia zasilanego ogniwami fotowoltaicznymi

*Źródło: Opracowanie własne*

## PODSUMOWANIE

Istotą zaprezentowanej innowacji jest właściwie sformułowany problem techniczny, który wynika z zasadniczych potrzeb użytkowników. Ważne jest również to, aby w procesie projektowania wstępnego wnikliwie przeanalizować proces eksploatacji standardowo stosowanych systemów, których dotyczy zidentyfikowany problem techniczny. W niniejszym opracowaniu przedstawiono zastosowanie strategii projektowania wynalazczego w aspekcie identyfikacji problemów technicznych. Ten etap projektowania jest jednym z najbardziej istotnych elementów generowania innowacyjnych koncepcji, a jednocześnie najczęściej bagatelizowanych przez inżynierów. Istotą projektowania innowacyjnego jest umiejętność pozyskiwania nowej wiedzy do opracowywania nowych rozwiązań projektowych. Zastosowanie tego podejścia gwarantuje osiągnięcie najlepszych wyników w projektowaniu wynalazków. Kierunek dalszego rozwoju inżynierii wynalazczości związany jest z opracowaniem metody i narzędzi wspomagania projektowania koncepcyjnego oraz wyznaczania reprezentacji przestrzeni projektowej. Jest ona podstawą definiowania specyfikacji technicznych nowych systemów. Ten ob-

szar badań jest niezwykle interesujący, ponieważ umożliwia opracowywanie koncepcji pozbawionych dominującego wpływu dziedzin nauki reprezentowanych przez głównego projektanta.

## LITERATURA

1. Arciszewski, T., *Successful Education. How to Educate Creative Engineers*, Successful Education LLC, pp. 200, December, 2009.
2. Brewbaker J., *Metaphor making through synectics*, *Exercise Exchange*, Spring 2001.
3. Chlebus, E., Kuźnicka, B., Kurzynowski, T., Dybała, B. *Microstructure and mechanical behaviour of Ti-6Al-7Nb alloy produced by selective laser melting*, [in:] "Materials Characterization", no. 2/2011 62 (5), vol. 46, pp. 488-495.
4. Gordon W. J., *Synerctics: The Development of Creative Capacity*, Harper and Row, 1961.
5. Hender J. M., Dean D. L., *Improving group creativity: Brainstorming versus Non-brainstorming techniques in a GSS Environment*, Proceedings of the Thirty-fourth Hawaii International Conference on Systems Sciences 2001.
6. Jamroziak K., Kosobudzki M., Ptak J.: *Etapy konstruowania wybranych zespołów prototypu pojazdu klasy M-ATV*, [w:] „Zeszyty Naukowe WSOWL”, nr 1/2011 (159), Wrocław 2011.
7. Kleyner A. Sandborn P., Boyle J., *Minimization of Life Cycle Costs Through Optimization of the Validation Program – A Test Sample Size and Warranty Cost Approach*, Reliability and Maintainability, 2004 Annual Symposium – RAMS, 26-29 Jan. 2004.
8. Kolb E. M. W., Hey J., Hans-Jürgen S., Agogino A. M., *Generating compelling metaphors for design* Proceedings of the 20th International Conference on Design Theory and Methodology, DTM 2008, August 3-6, 2008, New York City, New York, USA.
9. Kurzynowski, T., Chlebus, E., Kuźnicka, B., Reiner, J.: *Parameters in selective laser melting for processing metallic powders*. Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering 8239, art. no. 823914, 2012
10. Lerdahl E. *Using Fantasy Story Writing and Acting for Developing Product Ideas*, [in:] Proc of EURAM 2002.
11. Lizotte K., *A creative state of mind*, *Management Review*, [in:] ABI/INFORM Global, no. 5/1998, Vol. 87, pp. 15.
12. Shah J. J., Noe Vargas-Hernandez, *Metrics for measuring ideation effectiveness*, [in:] Design Studies, No. 2/2003, vol. 24, pp. 111-134.
13. Yi-Luen Do E., Gross M. D., *Drawing Analogies: finding visual references by sketching*, Proceedings of Association of Computer Aided Design in Architecture (ACADIA) 1995, Seattle WA, pp. 35-52.
14. Yuan Feng, Wang Tai-yong, Nie Hui-juan, *Function and principle innovative design of mechanical products based on TRIZ/FA*, Higher Education Press and Springer-Verlag 2006.



15. Zlotin B., Zusman A., *Directed Evolution: Philosophy, Theory and Practice*, Ideation International Inc, 2001.

## **AIR-CONDITIONED MOBILE COMMAND STATION POWERED BY PHOTOVOLTAIC CELLS**

### **Summary**

*The paper presents the design of an air-conditioned mobile command station powered by photovoltaic cells. The mechanical project was created on the basis of a vehicle equipped with a solar panels system to power the air conditioner for the command station. The present project involves the application of the original invention. The paper deals with studies related to the use of a solar energy system to power electrical equipment in special-purpose vehicles. This innovative solution includes the modification of technologies and renewable energy sources mainly used in stationary objects. The research was carried out in collaboration with the automotive industry. The results and analysis were reviewed in order to develop the first prototype and optimize it.*

**Keywords:** *mobile command station, renewable energy sources, photovoltaic cells*