

**ELEKTROMOBILNOŚĆ I WODORYZACJA TRANSPORTU SAMOCHODOWEGO
W POLSCE**

**ELECTROMOBILITY AND HYDROGENIZATION OF MOTOR TRANSPORT IN
POLAND**

Wojciech GIS

wojciech.gis@its.waw.pl

Edward MENES

edward.menes@its.waw.pl

Jerzy WAŚKIEWICZ

jerzy.waskiewicz@its.waw.pl

Instytut Transportu Samochodowego w Warszawie

Streszczenie: W artykule zaprezentowano wyzwania ekologiczne generowane przez rozwój motoryzacji. Opisano elektryfikację i wodoryzację transportu samochodowego, jako jeden z celów unijnej "Białej Księgi" dotyczącej transportu. Przedstawiono działania w tym zakresie na świecie i w Polsce na podstawie badań i analiz prowadzonych w ramach projektów europejskich eMAP i HIT-2-Corridors.

Abstract: The article presents the environmental challenges generated by the development of the automotive industry. The electrification and hydrogenization of road transport has been described as one of the goals of the EU "White Paper" on transport. The activities in this field in the world and in Poland on the basis of studies and analyzes carried out in the framework of European projects eMAP and HIT-2-Corridors.

Słowa kluczowe: napędy alternatywne, elekromobilność, wodoryzacja, transport

Key words: alternative drivers, electromobility, hydrogenization, transport

WSTĘP

Rozwój pojazdów elektrycznych, w tym szczególnie pojazdów elektrycznych wykorzystujących ogniwa paliwowe, stanowi przełom w motoryzacji. Ocena skali tego zjawiska na świecie i w Polsce stanowi bazę do działań mających na celu dynamizację tego procesu, dla zmniejszenia negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne pojazdów z silnikami konwencjonalnymi.

Zasadniczym celem artykułu jest zwrócenie uwagi na nowatorską, przyszłościową technologię wykorzystania wodoru do zasilania ogniw paliwowych pojazdów elektrycznych, w tym wstępne wskazanie lokalizacji pierwszych w kraju stacji tankowania zbiorników samochodów elektrycznych wodorem, na wybranej sieci dróg w Polsce.

1. ELEKTROMOBILNOŚĆ

W końcu 2014 r. w krajach Europy Zachodniej zarejestrowanych było ok. 40 tys. samochodów elektrycznych, a w USA ok. 100 tys. samochodów. Znacznie lepiej wygląda sytuacja w zakresie samochodów hybrydowych wyposażonych obok silników elektrycznych w tradycyjne silniki spalinowe. Liczba takich samochodów eksploatowanych na świecie zbliża się do 10 mln sztuk. Tylko Toyota do października 2014 r. sprzedała ponad 7 mln takich pojazdów (Gis, Menes, 2015; White Paper on transport. 2011).

Czołowe kraje unijne zakładały, że w 2020 r. posiadać już będą znaczący park samochodów elektrycznych, który wraz z elektrycznymi pojazdami hybrydowymi liczyć miał: we Francji 2 mln pojazdów, w Wielkiej Brytanii ponad 1,5 mln pojazdów, w Niemczech i Hiszpanii po 1 mln pojazdów, w Szwecji 600 tys. pojazdów, w Irlandii 350 tys. pojazdów, w Danii i w Holandii po 200 tys. pojazdów, w Portugalii 180 tys. pojazdów. Dotychczasowy rozwój segmentu samochodów elektrycznych wymusił radykalną, negatywną rewizję powyższych poglądów (Gis, Menes, 2015).

Projekcje z ostatnich lat zakładają, że udział samochodów elektrycznych w sprzedaży nowych samochodów oscylować będzie w granicach 5% w roku 2020, 10% w 2030 r. i do 25% w 2050 r. Ostrożna projekcja Komisji Europejskiej, zakłada 3 – 4%-wy udział samochodów elektrycznych w europejskim parku samochodów osobowych (łącznie z pojazdami hybrydowymi zasilanymi z sieci) w 2020 r. Stan rozwoju segmentu pojazdów elektrycznych w Polsce, gdzie po raz pierwszy zarejestrowano takich pojazdów: w 2011 r. 34 szt., w 2012 r. 36 szt., w 2013 r. 32 szt., w 2014 r. 83 szt. nie jest znaczący (Gis, Menes, 2015).

Na szczeblu krajowym podjęto, jak dotąd niewiele działań praktycznych, legislacyjnych, organizacyjnych lub technicznych (testuje się np. miejskie autobusy elektryczne w Warszawie (10 sztuk), w Ostrołęce (2 sztuki) czy np. w Inowrocławiu - 2 miejskie autobusy elektryczne i 10 autobusów hybrydowych (Transport. Technika Motoryzacyjna, 2/2016).

W sferze badawczej: w kwietniu 2012 r. z inicjatywy Krajowego Punktu Kontaktowego powołano „Polską Platformę Technologiczną Transportu Ekologicznego”, zrzeszającą 18 firm związanych m.in. z pojazdami elektrycznymi, organizuje się konferencje, nawet międzynarodowe, traktujące o „elektromobilności” (Gis, Menes, 2015).

W Strategiach Rozwoju Województw do 2020 r., które powstały w każdym województwie, problem samochodów elektrycznych jest poruszany w niewielkim stopniu. Jedynymi jak do tej pory inicjatywami praktycznymi wykraczającymi poza ramy jednego miasta są (Gis, Menes, 2015):

a) podpisany w sierpniu 2013 r. przez Renault Polska, Piotrków Trybunalski, Powiat Trybunalski, Bełchatów, Powiat Bełchatowski oraz Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki w Łodzi list intencyjny w sprawie popularyzacji samochodów elektrycznych i współpracy przy instalowaniu w miastach i powiatach punktów ładowania, oraz

b) pilotażowy projekt firmy e+ oraz wypożyczalni samochodów Express, budowy w czternastu aglomeracjach 300 punktów ładowania z Nielimitowanym dostępem i bezpłatnym ładowaniem wynajmowanych aut.

Poza powyższymi inicjatywami praktyczne działania podjęto zaledwie w kilku miastach (na 860 miast polskich) tj.: Warszawa, Wrocław, Gdańsk, Toruń, Katowice, Szczecin, Kraków, Tarnów, Łódź, Zakopane, Lublin, Malbork. Przy kilkunastu tysiącach punktów ładowania samochodów elektrycznych w krajach zachodnioeuropejskich (już w 2010 r. np. w Norwegii było 2666 punktów ładowania, w Hiszpanii 1874, w Niemczech 875, we Włoszech 670, w Austrii 532, w Holandii i w Wielkiej Brytanii po 400), technologia samochodów elektrycznych w Polsce (szacuje się liczbę punktów ładowania na kilkadziesiąt), znajduje się w nader początkowej fazie rozwoju (Gis, Menes, 2015).

Potwierdzają to w pełni ustalenia, prowadzonego w latach 2012 - 2015, przy udziale Instytutu Transportu Samochodowego, międzynarodowego projektu badawczego electromobility – scenario based Market potential, Assessment and Policy Options (eMAP); (Elektromobilność – scenariusze rozwoju oparte na potencjale rynkowym, szacunki i instrumenty wdrażania).

Podstawowym celem projektu było określenie przyszłościowych (do 2030 r.) zakresów i skali użytkowania samochodów elektrycznych w warunkach europejskich (na przykładzie trzech krajów o różnym potencjale ekonomicznym i społecznym, tj. Niemcy, Finlandia i Polska (Gis, Menes, 2015).

2. WODORYZACJA TRANSPORTU SAMOCHODOWEGO

Rozwój technologii wodorowej w transporcie samochodowym niesie z sobą wiele nadziei na eksploatację pojazdów bezemisyjnych (pojazdy FCEV (ang. *Fuel Cell Electric Vehicle*)), a więc o zerowej emisji zanieczyszczeń spalin (dzisiaj głównie samochody osobowe i autobusy wyposażone w ogniwa paliwowe).

Trzeba jednak pamiętać, że za technologią tą przemawiają przede wszystkim (Wallmark, Schaap i Mohseni, 2015) :

- potencjalne korzyści dla środowiska w postaci braku emisji substancji zanieczyszczających spalin oraz zmniejszenie emisji hałasu,

- zmniejszenie importu paliw kopalnych,
- zwiększenie potencjału eksportu i usług oraz nowe miejsca pracy.

Istnieją jednak pewne niedogodności stosowania tej technologii m. in. np. (Wallmark, Schaap i Mohseni, 2015):

- trudna zmiana paradygmatu paliwa kopalne na paradygmat paliwa odnawialne (wodór),
- inwestycje związane z budową sieci stacji tankowania wodoru,
- ograniczone w większości krajów świata wsparcie polityczne technologii wodorowej wobec zakładanego pierwszoplanowego rozwoju metanizacji transportu samochodowego i koncentracji na pojazdach EV (ang. *Electric Vehicle*),
- brak zaktualizowanej wiedzy na temat nowoczesnej technologii wodorowej.

W fazie przedkomercyjnej rozwoju technologii wodorowej w transporcie samochodowym zakładano obecne powstanie w Europie około 200 - 300 stacji wodorowych zlokalizowanych przede wszystkim w dużych aglomeracjach miejskich i na sieci TEN-T. Miały one obsługiwać około 5000 samochodów osobowych i około 500 autobusów wyposażonych w ogniwa paliwowe. Wczesna faza komercyjna technologii napędu wodorowego powinna pojawić się w Europie około 2020 r. i zapewnić powstanie infrastruktury wodorowej liczącej około 2000 stacji napełniania wodorem /minimum 1000/ na strategicznych ciągach transportowych, obsługujących 500 tys. samochodów osobowych oraz 1000 autobusów wyposażonych w ogniwa paliwowe. Faza komercyjnego rozwoju technologii napędu wodorowego powinna rozpocząć się pod koniec trzeciej dekady XXI wieku. Prognozy te obarczone są jednak relatywnie dużym stopniem niepewności, szczególnie w odniesieniu do liczności parku pojazdów FCEV zasilanych wodorem (Gis, Menes, Waśkiewicz i inni, 2015).

Obecny światowy park takich samochodów szacować można na 2-3 tysiące sztuk, podczas gdy, jak wyżej zakładano, tylko w Europie miał on osiągnąć poziom 5 tysięcy samochodów osobowych i 1000 autobusów (Gis, Menes, Waśkiewicz i inni, 2015).

W Europie, najbardziej zaawansowany program wodoryzacji transportu, o budżecie wynoszącym 1,4 mld euro prowadzą Niemcy. Program zatytułowany „National innovation Programme Hydrogen and Fuel Cell Technology” koordynowany jest przez Nationale Organisation Wasserstoff – und Brennstoffzellentechnologie; NOW GmbH (Gis, Menes, Waśkiewicz i inni, 2015).

Także w innych krajach zaawansowanych motoryzacyjnie i technologicznie, zaczęto pod koniec pierwszej dekady XXI wieku tworzyć programy wieloletnich prac nad wykorzystaniem wodoru w transporcie samochodowym (Gis, Menes, Waśkiewicz i inni,

2015; za: UK Hydrogen Energy Strategic Framework – Analysis; Dunwoody 2011; Hirose 2013; Pier-Etienne 2011; Byung 2011; Karlson 2013).

W chwili obecnej w różnej fazie rozwoju technicznego i rynkowego jest ponad 60 modeli samochodów zasilanych ogniwami paliwowymi, przygotowanych praktycznie przez wszystkie liczące się koncerny motoryzacyjne (Gis, Menes i Waśkiewicz, 2015; za: European Union Hydrogen Highway 2015).

Jak do tej pory na skalę względną masową, produkcję samochodów z ogniwami paliwowymi uruchomił pod koniec 2013 r. Hyundai, a na jesieni 2014 r. Toyota. W 2014 r. modelu Mirai wyprodukowano 700 sztuk, a plan na 2015 r. zakładał wyprodukowanie 3500 egzemplarzy (Gis, Menes, Waśkiewicz i inni, 2015).

W Polsce praktycznie brak jest obecnie pojazdów z ogniwami wodorowymi. Brak jest też stacji tankowania pojazdów wodorowych wyposażonych w te ogniwa.

2.1. Przyszła sieć stacji tankowania wodoru na obszarze Polski

Rozwój infrastruktury stacji wodorowych jest kluczowym czynnikiem rozwoju technologii wodorowej w transporcie samochodowym w perspektywie 2050 roku. W marcu 2015 roku na świecie funkcjonowały 184 stacje tankowania wodoru (w tym np. 82 w Europie czy 63 w Ameryce Północnej). Niestety jedynie 40% stacji tankowania wodoru (74 stacje) miało charakter publiczny. Pozostałe najczęściej funkcjonowały w ramach różnego typu ośrodków badawczych, jednostek przemysłowych i energetycznych, lub jako stacje prywatnego użytku (Gis, Menes, Waśkiewicz i inni, 2015).

Pomimo strategicznego znaczenia rozwoju infrastruktury stacji tankowania wodoru, w dostępnych materiałach, w tym w poszczególnych narodowych programach rozwoju technologii napędu wodorowego, nie natrafiono na sprecyzowaną metodykę programowania rozwoju sieci tych stacji (Gis, Menes, Waśkiewicz i inni, 2015).

Próbie sformułowania takiej metodyki podjęto w ramach realizacji projektu europejskiego HIT-to-Corridors w ramach prac pt. „Przesłankami narodowego planu wodoryzacji transportu samochodowego w Polsce” (Gis, Menes, Waśkiewicz i inni, 2015).

Opracowana metodyka ma charakter wieloetapowy i w pierwszym odniesieniu dotyczy fazy przedkomercyjnej (2020 – 2030) wprowadzania wodoryzacji transportu samochodowego w kraju. Poszczególne etapy prowadzące do wyznaczenia lokalizacji stacji tankowania wodoru w Polsce (jako, że sama metodyka wydaje się mieć charakter uniwersalny) to (Gis, Menes, Waśkiewicz i inni, 2015):

Etap I: Metoda pozwalająca na wskazanie województw, w których w pierwszej kolejności powinny być zlokalizowane stacje tankowania wodoru.

Etap II: Metoda pozwalająca na wskazanie ośrodków miejskich, w których powinny być zlokalizowana przedmiotowe stacje.

Etap III: Metoda umożliwiająca wskazanie rejonu lokalizacji stacji.

Etap IV: Metoda służąca wskazaniu konkretnego miejsca lokalizacji stacji tankowania wodorem.

Etap V: Metoda wskazująca preferowaną kolejność inwestycji w tworzeniu przyszłościowej sieci stacji tankowania wodoru na obszarze Polski.

W każdym z w/w etapów przyjęto grupę 3-5 podstawowych cech determinujących, zdaniem ekspertów, ewentualny przyszły popyt na paliwo wodorowe, których prawdopodobną siłę oddziaływania określono nadając im odpowiednie rangi w skali od 1 do 5 (tabela 1).

Tabela 1. Cechy determinujące wstępny wybór lokalizacji stacji tankowania wodoru w ramach poszczególnych etapów zaproponowanej metodyki badań

Etap I	Etap II	Etap III
Średnia wartość PKB/mieszk.	Średnia odległość miast powyżej 250 tys. mieszkańców od miejsca wytwarzania (pozyskania) wodoru	Wyniki lokalizacji przedmiotowych stacji uzyskane w etapie I i II oraz bazujące na wynikach pomiaru średniego dobowego natężenia ruchu drogowego samochodów osobowych na drogach prowadzących do tych miast lub na wybranych węzłach drogowych położonych w pobliżu tych miast
Średnia gęstość zaludnienia (mieszk./km ²)	Średnia odległość miast powyżej 250 tys. mieszkańców od najbliższej stacji tankowania wodoru zlokalizowanej poza Polską	
Liczba ludności zamieszkującej największe miasta w województwie (z miast powyżej 250 tys. mieszkańców)	Liczba taksówek osobowych w mieście	Średnie dobowe natężenie ruchu drogowego samochodów osobowych na drogach prowadzących do następujących miast: Warszawa, Poznań, Kraków, Wrocław, Katowice (konurbacja górnośląska), Trójmiasto, Szczecin, Łódź, Białystok
Średnie dobowe natężenie ruchu samochodów osobowych na drogach krajowych o znaczeniu międzynarodowym przebiegających przez obszar województwa	Liczba autobusów publicznego transportu miejskiego	

I tak np. w etapie I brano pod uwagę m.in. średnią wartość PKB/mieszkańca, średnią gęstość zaludnienia (mieszk./km²) czy średnie natężenie ruchu samochodów osobowych na drogach krajowych o znaczeniu międzynarodowym przebiegających przez obszar województwa (samoch.osob./dobę). Przy przyjętych założeniach w II etapie miastami wstępnie predysponowanymi do lokalizacji na ich obszarze stacji tankowania wodoru są według kolejności w rankingu: Warszawa, Katowice (zespół miast – konurbacja górnośląska),

Kraków, Trójmiasto (Gdańsk, Gdynia, Sopot), Łódź, Wrocław, Poznań. Wskazanie w III etapie lokalizacji stacji tankowania wodoru w rejonach wytypowanych miast lub w zespołach miast (Warszawa, Katowice (zespół miast – konurbacja górnośląska), Kraków, Trójmiasto (Gdańsk, Gdynia, Sopot), Łódź, Wrocław, Poznań, Szczecin, Białystok) oparto na wynikach pomiaru średniego dobowego natężenia ruchu drogowego samochodów osobowych na odcinkach dróg prowadzących do tych miast lub na wybranych węzłach drogowych położonych w pobliżu tych miast, a także uwzględnia możliwość tankowania wodorem samochodów przemieszczających się tranzytem przez Polskę w obszarze transeuropejskiej sieci transportowej, w tym w relacji pomiędzy Niemcami i krajami bałtyckimi (Gis, Menes, Waśkiewicz i inni, 2015).

Kryteria lokalizacyjne stacji tankowania wodoru wyspecyfikowane w etapach I – III mają charakter ogólny. Koniecznym jest rozważenie przez ekspertów kwestii konkretnego miejsca lokalizacji, np. przy istniejącym, lub planowanym MOP (miejscu obsługi podróżnych), przy istniejącej stacji paliw, lub na działce, na której zgodnie z obowiązującym miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego jest możliwa przedmiotowa lokalizacja oraz występuje zainteresowanie potencjalnego inwestora tego rodzaju przedsięwzięciem (etap IV). Wskazując proponowaną kolejność inwestycji w zakresie budowy stacji tankowania wodoru w Polsce (etap V), mając na względzie wyżej wymienione przesłanki, uwzględniono aspekt wstępnej lokalizacji w miastach lub rejonach miast wytypowanych według rankingu etapów I-III. W pierwszej kolejności uwzględniono (Gis, Menes, Waśkiewicz i inni, 2015):

- istniejące już możliwości tankowania paliwa wodorowego w sąsiednich krajach,
- zakładane przyszłościowe lokalizacje stacji tankowania wodoru w krajach bałtyckich,
- stopniowe zwiększanie obszarów dostępnych dla samochodów zasilanych wodorem w wyniku lokalizacji kolejnych, nowych stacji w odległościach do około 300 km od stacji istniejących lub kolejno od stacji nowo-otwieranych.

Generalnie prowadzone przez Instytut Transportu Samochodowego w okresie czerwiec – sierpień 2015 r., wycinkowe badania struktury ruchu drogowego na sieci dróg krajowych, potwierdziły duży udział pojazdów zarejestrowanych poza Polską, który w zależności od punktu badania, dnia tygodnia, pory dnia itp. oscylował na poziomie od 30% do 70%.

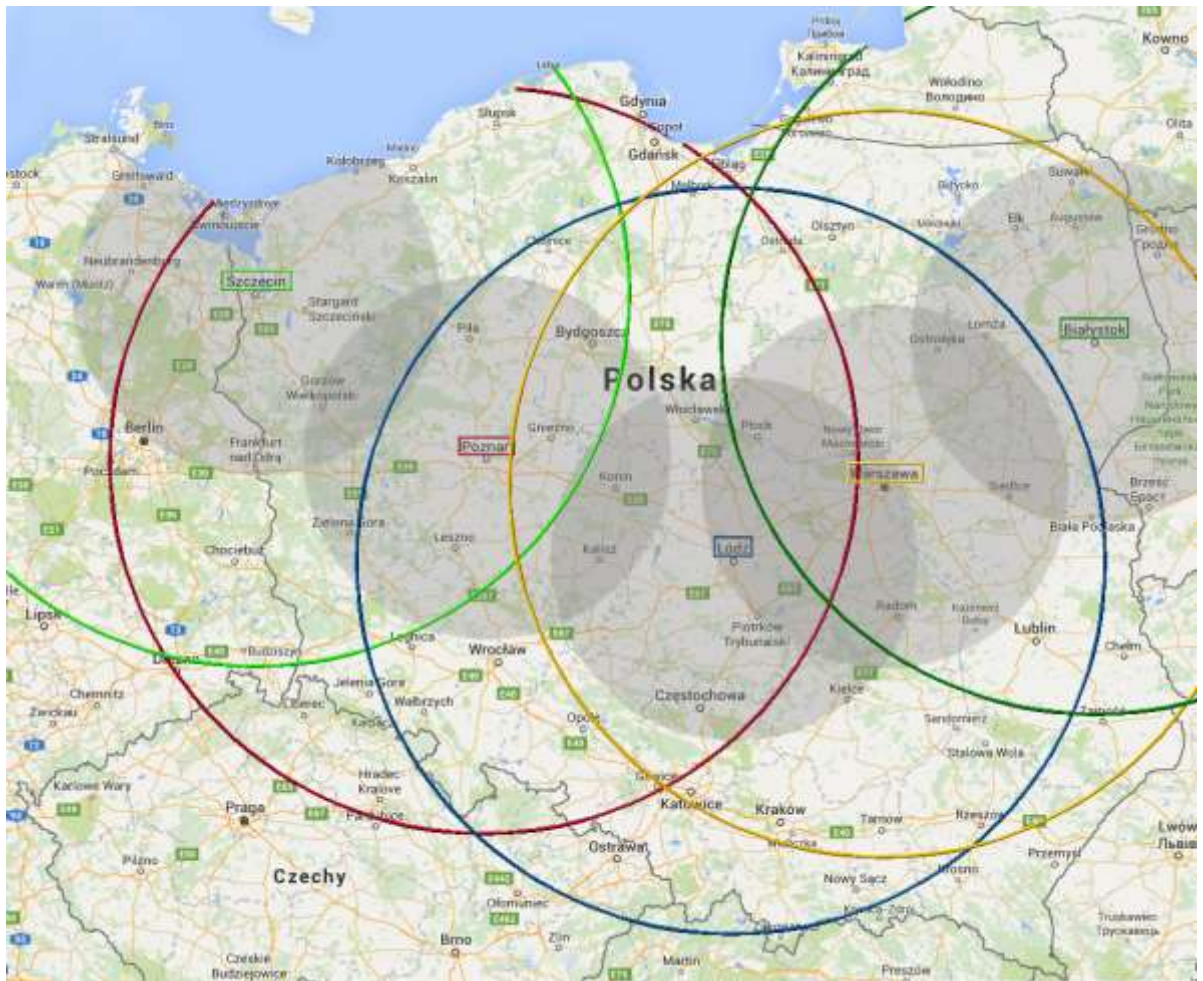
Obszar ruchu samochodów z ogniwami paliwowymi w oparciu o proponowaną do budowy do 2020 r. stację tankowania wodoru w Poznaniu (w promieniu około 150 km od stacji tankowania wodoru, przy założeniu tankowania wodoru tylko na tej stacji) oraz w promieniu około 300 km (przy założeniu możliwości tankowania wodoru na sąsiednich stacjach) – rys.1.



Rys.1. Obszar ruchu samochodów z ogniwami paliwowymi w oparciu o proponowaną do budowy do 2020 r. stację tankowania wodoru w Poznaniu (w promieniu około 150 km od stacji tankowania wodoru, przy założeniu tankowania wodoru tylko na tej stacji) oraz w promieniu około 300 km (przy założeniu możliwości tankowania wodoru na sąsiednich stacjach)

Źródło: Opracowanie własne. Gis, Menes, Waśkiewicz i inni, 2015

Obszary ruchu samochodów z ogniwami paliwowymi w oparciu o proponowaną budowę do 2025 r. pięciu stacji tankowania wodoru (w promieniu około 150 km od danej stacji, przy założeniu tankowania wodoru tylko na tych stacjach) oraz w promieniu około 300 km (przy założeniu możliwości tankowania wodoru na sąsiednich stacjach) –rys.2.



Rys. 2. Obszary ruchu samochodów z ogniwami paliwowymi w oparciu o proponowaną budowę do 2025 r. pięciu stacji tankowania wodoru (w promieniu około 150 km od danej stacji, przy założeniu tankowania wodoru tylko na tych stacjach) oraz w promieniu około 300 km (przy założeniu możliwości tankowania wodoru na sąsiednich stacjach)

Źródło: Opracowanie własne. Gis, Menes, Waśkiewicz i inni, 2015

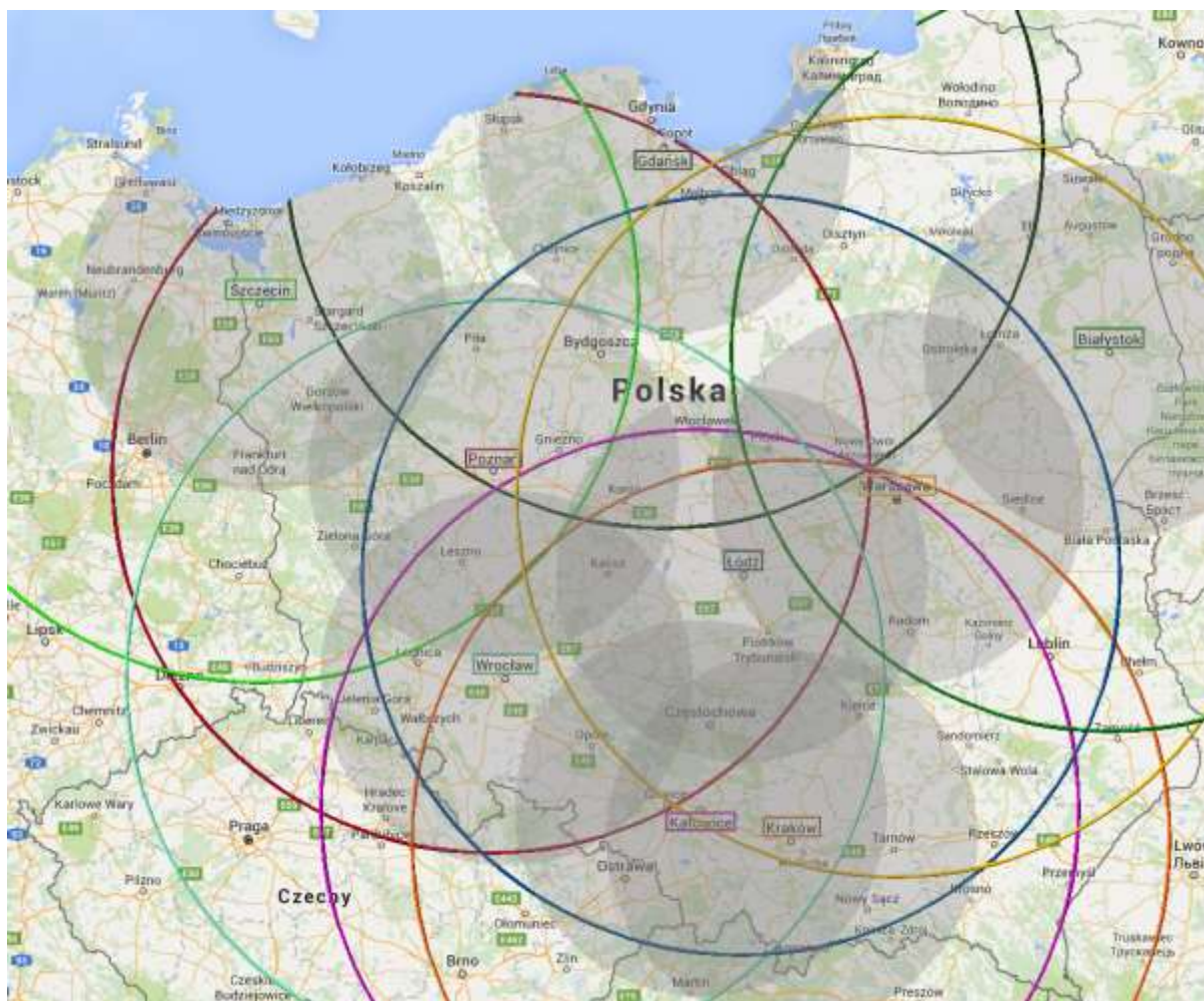
Mapa Polski z zaznaczonymi rejonami proponowanej lokalizacji publicznych stacji tankowania wodoru i proponowaną kolejnością ich budowy (od nr 1 do 9), przedstawiona jest na rys.3.



Rys. 3. Mapa Polski z zaznaczonymi rejonami proponowanej lokalizacji publicznych stacji tankowania wodoru i proponowaną kolejnością budowy (od nr 1 do 9)

Źródło: Opracowanie własne. Gis, Menes, Waśkiewicz i inni, 2015

Przy powyższych kryteriach wstępne propozycje kolejności budowy stacji tankowania wodoru w Polsce są następujące (Gis, Menes, Waśkiewicz i inni, 2015): 1 - **Poznań**, 2 - **Warszawa**, 3 - **Białystok**, 4 - **Szczecin**, 5 - rejon **Łodzi**, 6 - rejon **Trójmiasta**, 7 - **Wrocław**, 8 - rejon **Katowic**, 9 – **Kraków** (rys. 4).



Rys.4. Obszary ruchu samochodów z ogniwami paliwowymi w oparciu o proponowaną budowę przed 2030 r. dziewięciu wskazanych w przedmiotowym opracowaniu stacji tankowania wodoru (w promieniu około 150 km od danej stacji, przy założeniu tankowania wodoru tylko na tych stacjach) oraz w promieniu około 300 km (przy założeniu możliwości tankowania wodoru na sąsiednich stacjach)

Źródło: Opracowanie własne. Gis, Menes, Waśkiewicz i inni, 2015

3. PODSUMOWANIE

W przeciwieństwie do pojazdów elektrycznych korzystających z akumulatorów, obecnie w zasadzie o zasięgu średnio 100 - 150 km i konieczności konwencjonalnego ładowania tych akumulatorów przez kilka godzin (przy tzw. szybkim ładowaniu rzędu kilkunastu minut - mniejsza trwałość akumulatorów), zbiorniki pojazdów z ogniwami paliwowymi można napełniać wodorem w kilka minut (samochody osobowe), a ich pełne zbiorniki umożliwiają zasięg zbliżony do pojazdów napędzanych silnikami spalinowymi.

Zarówno pojazdy w pełni elektryczne, jak i wodorowe (wykorzystujące ogniwa paliwowe) są pojazdami o tzw. zerowej emisji zanieczyszczeń spalin i stanowią alternatywę dla pojazdów z silnikami zasilanymi paliwami konwencjonalnymi. Pojazdy hybrydowe, jako

pojazdy niskoemisyjne, stanowią dopełnienie w działaniach na rzecz bezemisyjnego transportu samochodowego.

Wobec obecnej dostępności omawianych pojazdów, znaczenia nabiera konieczność budowy infrastruktury stacji ładowania pojazdów elektrycznych i tankowania pojazdów wodorowych.

LITERATURA

1. Gis W., Menes M. (2015). Stan i perspektywy rozwoju samochodów elektrycznych. *Logistyka* 4/2015.
2. White Paper on transport. (2011). Road map to a single European transport area – Towards a competitive and resource efficient transport system, Komisja Europejska, Luksemburg 2011
3. Transport. *Technika Motoryzacyjna*. (2016). Nr. 2/2016.
4. Wallmark C., Schaap G., Mohseni F.(2015).Infrastruktura wodorowa dla transportu. Fakty i plan koncepcyjny dla Szwecji. SWECO.
5. Gis W., Menes E., Waśkiewicz J. i inni. (2015). Przesłanki narodowego planu wodoryzacji transportu samochodowego w Polsce. Instytut Transportu Samochodowego, Warszawa, listopad 2015.
6. UK Hydrogen Energy Strategic Framework – Analysis, www.dti.gov.uk/energy/sepn/hydrogen.
7. Dunwoody E. (2011). Hydrogen and renewables in California, November 2011.
8. Hirose K. (2015). Toyota's Approach to Sustainability Mobility and Fuel Cell Vehicle Development, Toyota Motor Corporation, 2013.
9. Pier-Etienne F.: Fuel Cell and Hydrogen Sector on the road to markets: Key issue and early take aways, November 2011.
10. Byung K.A. (2011). Development of Fuel Cell Electric Vehicle in Hyundai Motor, Hyundai Motor Group, November 2011.
11. Karlson T. (2013). Hydrogen and Fuel Cell in Canada County Update, 20 IPHE Steering Committee Meeting City of Fukuoka, Japan November 20-21, 2013.
12. European Union Hydrogen Highway. (2015), <http://hydrogencarsnow.com/eu-hydrogen-highway.htm>.