

# POLSKIE FORUM TRANSPORTU, LOGISTYKI I SPEDYCJI

27-28 czerwiec 2024 r.

---

## C. INNOWACYJNA GOSPODARKA TRANSPORTOWA C.13. ZASTOSOWANIE WODORU W TRANSPORCIE

Moderator - Prof. Andrzej Kaźmierczak

### Japan Hydrogen Energy Tour

W dniach 16.03.2024 – 23.03.2024 Izba Gospodarcza Gazownictwa wraz z firmą Langas zorganizowała wyjazd studyjny do Japonii pod nazwą Japan Hydrogen Energy Tour. Wyjazd ten był zorganizowany pod nadrzędnym hasłem ograniczenia emisji gazów cieplarnianych i zastąpienia paliw kopalnych wodorem i jego związkami. Generalnie chodziło w nim o przedstawienie realizowanych w Japonii programów rządowych nadzorowanych przez agendę rządową pod nazwą NEDO. Organizacja ta od wielu lat zajmuje się nadzorem nad programami uwodornienia gospodarki Japonii. Ich celem jest do roku 2050 osiągnięcie zastąpienia paliw kopalnych wodorem lub ich pochodnymi w wybranych działach gospodarki i przedsiębiorstwach nawet w 100%. W 2017 roku rząd Japonii sformułował tzw. bazową strategię wodorową. W niej określono wodór nowym nośnikiem energii. Przy czym nakreślono również cele w postaci między innymi kosztu 1 kg wodoru w 2030 roku jako 3 USD, a w 2050 roku 2 USD. Główne kierunki badań oraz komercjalizacji to: dekarbonizacja wytwarzania wodoru z wykorzystaniem technologii CCS gromadzenia CO<sub>2</sub> pod ziemią, opracowanie łańcuchów dostaw wodoru, opracowanie własnych stacjonarnych technologii wytwarzania wodoru, głównie w oparciu o elektrolizery, wykorzystanie wodoru i paliw syntetycznych w transporcie, wykorzystanie wodoru w wytwarzaniu energii, wykorzystanie wodoru w przemyśle rafineryjnym, stalowym, chemicznym i innym, wykorzystanie wodoru w celach grzewczych; zarówno w domach prywatnych jak i sektorze komercyjnym. W ramach tych działań określono konkretne cele mające być zrealizowane do roku 2030 oraz do roku 2050. W tym określono zużycie wodoru na rok 2025 w ilości 2 mln ton/rok, w roku 2030 3 mln t/rok i w roku 2050 20 mln t/rok. Aby zrealizować te cele w Japonii w marcu 2023 roku były 163 stacje publiczne tankowania wodoru, w roku 2030 ma ich być 1000. Podobnie w marcu 2023 roku było 480373 stacjonarne ogniwa paliwowe, w 2030 ma ich być 3 000 000. Po drogach Japonii jeździło w marcu 2023 roku 7692 samochody osobowe i 132 autobusy wyposażone w wodorowe ogniwa paliwowe. W roku 2030 ma ich być odpowiednio 800 000 i 1200. Wspomniana wyżej organizacja NEDO (National government and Ministry of Economy, Trade and Industry) dysponowała w roku 2022 budżetem 43,3 miliarda dolarów. Uruchomionych zostało 100 projektów krajowych i międzynarodowych z udziałem 1000 firm oraz 500 uniwersytetów. W wyniku podjętych działań NEDO sformułowało w konkluzji następujące wnioski: 1. Technologie wodorowe są kluczowe z punktu widzenia neutralności węglowej; Japonia silnie promuje gospodarkę wodorową. 2. Obecnie technologie wodorowe penetrują rynek możliwych zastosowań; celem jest wdrożenie technologii wodorowych. 3. Celem Japonii jest wdrożenie niskowęglowego systemu energetycznego zintegrowanego z istniejącym systemem węglowym i gazowym; w tym wytwarzanie wodoru przy emisji CO<sub>2</sub> na poziomie poniżej 3,4 kg CO<sub>2</sub>e/kg H<sub>2</sub>. W ramach działań NEDO utworzono dolinę wodorową w

prefekturze Fukushima i podjęto szereg działań związanych z pozyskiwaniem i wykorzystaniem wodoru oraz podjęto działania w porcie i regionie przemysłowym Kawasaki również związane z łańcuchem dostaw wodoru i jego wykorzystaniem w celach przemysłowych i grzewczych.

Wizyta studyjna w Japonii składała się z **7 punktów** rozmieszczonych w różnych strategicznych z punktu widzenia technologii wodorowych regionach tego pięknego kraju.

**Punkt 1.** Pierwszym miejscem, które odwiedziliśmy była Nakoso IGCC Power LLC w mieście Iwaki w prefekturze Fukushima. Skrót IGCC oznacza Integrated Coal Gasification Combined Cycle, czyli zintegrowany system zgazowania węgla kamiennego w cyklu kombinowanym. Innymi słowy węgiel kamienny jest w tym procesie poddawany zgazowaniu w temperaturze około 1300 stopni Celsjusza. Otrzymany gaz kierowany jest na turbinę gazową, gdzie ulega spalaniu, tworząc energię mechaniczną oraz ciepłą. Energia mechaniczna, w postaci momentu obrotowego napędza wał turbiny spalinowej, a spaliny będące nośnikiem energii cieplnej są kierowane na wymiennik, gdzie oddając ją powodują odparowanie wody. Uzyskana para wodna kierowana jest na turbinę parową. Tam oddaje energię napędzając jej wał, który w przypadku instalacji w Nakoso IGCC jest połączony z wałem turbiny gazowej. Ten układ kombinowany umożliwia uzyskanie wysokiej sprawności, wyższej niż w przypadku zastosowania jedynie rozwiązania z turbiną parową. Niesie to ze sobą dodatkową korzyść w postaci ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> do 85% emisji w stosunku do rozwiązania konwencjonalnego z wykorzystaniem turbiny parowej. Japonia nie posiada własnych zasobów węgla kamiennego, a rozwiązanie to ma możliwość zasilania węglem o niższej wartości energetycznej, niż w konwencjonalnej energetyce węglowej. Emisja CO<sub>2</sub> z elektrowni Nakoso jest równa 620 kg/MWh, co jest znacząco mniejszą wartością w stosunku do emisji w konwencjonalnej elektrowni węglowej spalającej węgiel kamienny i wykorzystującej jedynie jego energię ciepłą do zamiany wody na parę kierowaną na turbinę parową, w której elektrowni emisja CO<sub>2</sub> jest równa około 750 kg/MWh. Co ciekawe skład gazu kierowanego na turbinę gazową po zgazowaniu węgla w tej elektrowni to: CO – 30%, H<sub>2</sub> – 10%, N<sub>2</sub> – 55%, H<sub>2</sub>S – 5%. W procesie technologicznym węgiel jest poddawany zmieleniu przed zgazowaniem do frakcji 200 µm.

**Punkt 2.** Drugim miejscem wizyty studyjnej było Fukushima Hydrogen Energy Research Team (FH2R) również zlokalizowane w prefekturze Fukushima. Projekt ten wystartował we wrześniu 2016 roku pod auspicjami NEDO. Instalacja w obecnym stanie została ukończona w marcu 2020 roku. Uczestnicy projektu to TOSHIBA (Toshiba Energy System & Solution Corporation), Tohoku Electric Power Co., Inc., Tohoku Electric Network Co., Inc., Iwatani Co., Asahi KASEI Co. Celem tego projektu było stworzenie miejsca wytwarzania wodoru z wykorzystaniem odnawialnej energii elektrycznej, w tym technologii fotowoltaicznej, która będzie mogła być oddawana do sieci energetycznej lub kierowana do wytwarzania wodoru wraz z jego gromadzeniem i łańcuchem dostaw do komercyjnych stacji wodorowych. Całość jest nadzorowana przez odpowiedni system optymalizujący zarówno dostarczanie energii do sieci, jaki i wytwarzanie wodoru, gdy jest na niego zapotrzebowanie. W efekcie powstał jeden z największych na świecie, działający system wytwarzania wodoru, wyposażony w farmę fotowoltaiczną o mocy 20 MW oraz elektrolizer alkaliczny o mocy 10 MW. Docelowo mają być zainstalowane tam elektrolizery o łącznej mocy 100 MW. Obecna instalacja może wytwarzać 2000 Nm<sup>3</sup> wodoru na godzinę, czyli 180 kgH<sub>2</sub>/h. To wystarczy, przykładowo, na przejazd Toyotą Miray 20 000 km. W planach rozbudowy instalacji jest również zastosowanie do wytwarzania wodoru energii wiatrowej. Docelowo stworzy to łańcuch dostaw wodoru w

celach komercyjnych całkowicie zero emisyjny z uwagi na całkowite wyeliminowanie emisji CO<sub>2</sub> w jego wytwarzaniu. Oczywiście, aby zbudować tę instalację towarzyszyła temu procesowi emisja CO<sub>2</sub>, ale podkreślić należy, że instalacja ta dostarcza energię elektryczną do sieci energetycznej Japonii w stosownych ilościach, będąc całkowicie zbilansowaną w tym procesie oraz przynosząc odpowiednie zyski. Podczas naszej wizyty produkcja mocy elektrycznej z farmy fotowoltaicznej była równa 15366 kW, w tym sprzedawana jej ilość do sieci była równa 14540 kW, na potrzeby własne zużywano 826 kW. W tym czasie nie wytwarzano wodoru, a jego zgromadzone zasoby były równe 877 Nm<sup>3</sup>, co stanowiło 16% zdolności magazynowych. FH2R stanowi jeden z kluczowych elementów doliny wodorowej Fukushima.

**Punkt 3.** Trzecim miejscem wizyty studyjnej była Fukushima Natural Gas Power Plant. Podobnie jak w przypadku Nakoso IGCC Power LLC elektrownia ta wykorzystuje system kombinowany składający się z turbiny gazowej i parowej. Tu paliwem jest gaz ziemny dostarczany i przechowywany w fazie ciekłej, później w cyklu technologicznym odparowywany i kierowany na turbinę gazową. W komorach spalania turbiny spalinowej energia chemiczna gazu zamieniana jest w energię mechaniczną wywołującą moment napędowy napędzający wirnik turbiny oraz energię cieplną w postaci ciepła spalin, które są kierowane do wymiennika ciepła. Tu ciepło jest oddawane celem odparowania wody i jej zamiany w parę wodną kierowaną na turbinę parową połączoną jednym wałem z turbiną gazową. W efekcie system ten uzyskuje moc 0,59 GW. Elektrownia ta jest wyposażona w dwa równoległe generatory każdy w systemie kombinowanym o mocy 0,59 GW. Łącznie wytwarzana moc jest równa 1,18 GW. Dzięki zastosowaniu systemu kombinowanego elektrownia Fukushima może szybko reagować na zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną ograniczając przesyłanie ciepła do wymienników, ograniczając tym samym moc szczytową o kilkadziesiąt procent. Na uwagę zasługuje fakt, że efektywność (sprawność) tej elektrowni jest równa 61%. Gazy wylotowe wskutek wprowadzonych technologii desox i denox spełniają rygorystyczne normy wewnętrzne zawartości związków siarki i tlenków azotu.

**Punkt 4.** Czwartym miejscem była wizyta w Chiyoda Corporation. W trakcie pobytu w Chiyoda wysłuchaliśmy dwóch prezentacji. Pierwsza dotyczyła działalności organizacji JH2A (Japan Hydrogen Association), która skupia 25 kompanii i 413 członków. Głównym i zasadniczym celem tej organizacji jest propagowanie wytwarzania wodoru w procesach wolnych od uwalniania CO<sub>2</sub> oraz stworzenie gospodarki opartej na wodorze pod nazwą Reach Earth with Hydrogen. Organizacja opracowała i stosuje trzy podstawowe metody transportu i magazynowania wodoru; w postaci wodoru ciekłego w zbiornikach kriogenicznych, w postaci ciekłego amoniaku w temperaturze minus 50 stopni Celsjusza oraz w postaci metylocykloheksanu w temperaturze pokojowej. Celem organizacji jest również osiągnięcie średniej emisji wszystkich stosowanych w Japonii technologii wytwarzania wodoru na poziomie 3,4 kg CO<sub>2</sub>/kg H<sub>2</sub>, czyli jej zmniejszenie w porównaniu do technologii SMR o 70%. Rząd Japonii wyznaczył cel do roku 2050 w postaci wytwarzania 20 milionów ton wodoru. Organizacja JH2A stawia sobie bardziej ambitne cele w postaci 70 Milionów ton wytwarzanego wodoru do 2050 roku. Druga prezentacja, niezwykle ciekawa, dotyczyła wspomnianej wyżej technologii transportu i magazynowania wodoru z zastosowaniem metylocykloheksanu (MCH). Chiyoda Corporation, która powstała w 1948 roku zajmowała się i zajmuje pionierskimi technologiami wytwórczymi w obszarze przemysłu rafineryjnego (1960 rok), ciekłego gazu ziemnego (2004), technologią odsiarczania ciekłego gazu. Chiyoda w roku 2018 zbudowała największy na świecie magazyn energii elektrycznej na wyspie Hokkaido. W latach 2015 –

2020 stworzyła pierwszy na świecie projekt demonstracyjny transportowania, magazynowania i użytkowania wodoru jako nośnika energii. W opracowanym łańcuchu dostaw kluczową rolę odgrywa wspomniany wyżej metylocykloheksan. Łańcuch dostaw zaczyna się w Brunei Daressallam; pięć tysięcy kilometrów na południe od Yokohamy. Tu z wykorzystaniem technologii SMR wytwarzany jest wodór, który następnie łączy się w reakcji endotermicznej z toluenem, tworząc metylocykloheksan (MCH). MCH to węglowodór, który w jednej cząsteczce jest w stanie związać trzy cząsteczki wodoru. Ma on postać cieczy w temperaturze pokojowej pod ciśnieniem normalnym. Może być więc transportowany z wykorzystaniem istniejących tankowców do przewozu paliw płynnych. Jest to ciecz całkowicie przezroczysta, umiarkowanie toksyczna o właściwościach podobnych do benzyny i niedrażniącym zapachu. W opracowanym i wdrożonym w skali demonstracyjnej łańcuchu dostaw MCH jest transportowany do Yokohamy i tu poddawany jest procesowi odwodornienia w reakcji egzotermicznej z wykorzystaniem w tym celu opracowanego przez Chiyodę katalizatora. Produktem końcowym procesu jest wodór i toluen (LOHC). Toluen również jest węglowodorem w postaci cieczy. Jest on ponownie transportowany do Brunei, gdzie znów poddawany jest endotermicznej reakcji uwodornienia. Całkowita sprawność tego procesu to 60%. Strata toluenu podczas jednego przejścia łańcucha dostaw jest poniżej 1%. Otrzymany, jako efekt końcowy wodór może być użyty do wytwarzania energii elektrycznej w ogniach paliwowych, bezpośrednio spalany w celach energetycznych lub grzewczych lub przetwarzany w procesach chemicznych, przykładowo do wytwarzania paliw syntetycznych. W tym roku Chiyoda przedstawiała, jako całkowitą nowość stałotlenkowe ogniwo paliwowe, które wytwarza energię elektryczną z dostarczonego do niego metylocykloheksanu. Efektem pracy tego ogniwa jest energia elektryczna oraz toluen. Wykorzystując to ogniwo, będące w fazie badań, Chiyoda zamierza zlikwidować jedno z ogniw łańcucha w postaci reakcji odwodornienia MCH. Tym samym sprawność łańcucha dostaw wzrośnie o kolejne kilka procent. Informacja o tym stałotlenkowym ogniwie pojawiła się po raz pierwszy w literaturze fachowej w czasopiśmie Applied Energy w październiku 2023 roku. Autorem tego ogniwa jest prof. Akihiko Fukunaga z Waseda University Science and Engineering, Metallurgical Engineering. Metylocykloheksan reaguje w tym ogniwie z przewodzącymi jonami tlenu w ogniach paliwowych ze stałym tlenkiem. Pozwala to na produkcję energii elektrycznej bezpośrednio z MCH. Co więcej, jej nakłady potrzebne do bezpośredniego wytwarzania energii są znacznie mniejsze, niż konieczne w przypadku stosowanej reakcji odwodornienia MCH opartej na użyciu katalizatora. Takie osiągnięcia torują drogę w kierunku produkcji energii elektrycznej bez emitowania gazów cieplarnianych takich jak dwutlenek węgla.

**Punkt 5.** Piątym miejscem była wizyta na Uniwersytecie Yokohama i spotkanie oraz dyskusja z prof. Shigenori Mitsushimą; profesorem na Uniwersytecie Narodowym w Yokohamie, na wydziale Inżynierii Materiałowej i Chemicznej. Prof. Mitsushima jest prezesem HESS – Hydrogen Energy Systems Society of Japan; najdłużej działającego na świecie stowarzyszenia wodorowego. W trakcie prezentacji prof. Mitsushima skupił uwagę na zagadnieniach związanych z koncentracją CO<sub>2</sub>, która rok do roku na świecie rośnie o około 4 Gt/rok. Zjawisko fotosyntezy zmniejsza tą koncentrację. Jednakże to działalność człowieka przyczynia się do stałego jej wzrostu. Oszacował on, że w technologiach energetycznych jest możliwym zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> o około 15% z wykorzystaniem wodoru. W Japonii będącej krajem wyspiarskim rola wodoru w przyszłym systemie energetycznym jest znacząca i wiąże się z jego transportem z poza granic Japonii w formie związanej chemicznie, skompresowanego lub w fazie ciekłej. Profesor podkreślił, że wodór nie jest łatwy do użytkowania jako źródło energii.

Jego wytwarzanie w technologiach elektrolitycznych może być prowadzone z użyciem różnych elektrolizerów w tym alkalicznych AWE i membranowych PEMWE. Koszty jego wytwarzania są następstwem kosztu elektrod i ich trwałości. Prof. Mitsushima porównał różne metody przechowywania wodoru pod kątem koncentracji energii. Stwierdził, że pod tym kątem przechowywanie wodoru pod dużym ciśnieniem nastręcza wiele trudności. Porównał dwie stosowane technologie przechowywania wodoru w postaci związków chemicznych;  $\text{NH}_3$  i MCH. Stwierdził, że wytworzenie amoniaku wymaga dużych nakładów energetycznych; znacznie większych niż wytworzenie MCH. Ponadto transportowanie wodoru w postaci MCH jest możliwe z wykorzystaniem istniejących łańcuchów dostaw paliw płynnych, co znakomicie obniża koszty inwestycyjne. Na zakończenie prof. Mitsushima przedstawił porównanie czterech technologii przechowywania wodoru; skompresowanego do 70 MPa, ciekłego, w postaci  $\text{NH}_3$  oraz w postaci MCH. Każda z tych technologii jest stosowana w mniejszej lub większej skali. Najczęściej spotykana jest technologia wodoru ciekłego oraz w postaci  $\text{NH}_3$ . Jednakże uważa on, że technologia MCH ma przed sobą dużą przyszłość z uwagi na wspomniany wyżej łańcuch dostaw możliwy do wykorzystania w postaci infrastruktury paliwowej.

**Punkt 6.** Szóstym miejscem była wizyta w laboratorium Ishikawa Labo Corporation. Według autorów technologia opracowana w tym laboratorium pozwala na rozkład  $\text{CO}_2$  w odpowiednich reaktorach pod obniżonym ciśnieniem i w podwyższonej temperaturze. Proces zachodzi w obecności katalizatora, którym jest sód. Byliśmy świadkami uzyskiwania wodoru z rozkładu  $\text{CO}_2$ . Z oczywistych względów nie podano nam szczegółów zachodzących procesów rozkładu atomów węgla i tlenu do elektronów, protonów i neutronów. Według autorów tej technologii na wyjściu z reaktora elektrony, protony i neutrony łączą się tworząc atomy wodoru. Demonstracja polegała na uzyskaniu płomienia na wylocie z reaktora. Otrzymany gaz poddany na miejscu badaniom w chromatografii gazowej wykazał obecność wodoru, tlenu, węgla i azotu. Trudno domniemywać jakie reakcje zaszły w reaktorze. Zakładając, że zaszła reakcja rozkładu pary wodnej na wodór i tlen, to produkty reakcji byłyby właśnie takie, jak wykazano w badaniu chromatografem gazowym. Całkowicie osobnym zagadnieniem są niezbędne nakłady energetyczne na zajście odpowiednich reakcji. Jednocześnie trudno sobie wyobrazić reakcję rozpadu atomów węgla i tlenu w temperaturze jedynie kilkuset stopni Celsjusza. Autorzy przywołują nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki z roku 2002, która dotyczy odkrycia kwarków jako podstawowych budulców cząstek elementarnych. Tu nie dostrzegliśmy związku z zachodzącymi reakcjami wewnątrz prezentowanego reaktora. Sprawa zachodzących wewnątrz reaktora procesów wymaga znacznie dłuższych i szczegółowych prac badawczych.

**Punkt 7.** Siódmym miejscem była wizyta w największej w Japonii elektrowni węglowej Hekinan w prefekturze Aichi. Jest to składająca się z pięciu bloków energetycznych elektrownia węglowa o łącznej mocy 4,2 GW. W elektrowni tej dwie organizacje JERA i ICHI prowadzą od roku 2021 prace na temat współspalania amoniaku z węglem. Nasza wizyta w elektrowni Hekinan zbiegła się w czasie z pierwszym uruchomieniem współspalania 20% amoniaku zamiast węgla w bloku energetycznym nr 4. W związku z tym zwiedzanie elektrowni było ograniczone do przejazdu autobusem po jej terenie oraz obszernej i zawierające j wiele treści prezentacji tej elektrowni. Węglowa elektrownia Hekinan zużywa dziennie 35 tysięcy ton węgla importowanego statkami z Indonezji lub Australii. W tym celu posiada ona własny pirs węglowy ogrodzony za pomocą wysokiej na 15 metrów siatki ryflowanej, która ogranicza o 90% siłę wiatru. Tym samym teren elektrowni jest utrzymany w czystości, o czym świadczą liczne nasadzenia drzew i krzewów ozdobnych w formie topiarów. Spalanie węgla zachodzi w

kotłach w temperaturze 1500 stopni Celsjusza. Gorące spaliny są kierowane na wymienniki ciepła, gdzie następuje odparowanie wody do pary wodnej, która kierowana jest na turbiny parowe. Spaliny poddawane są oczyszczaniu i w efekcie opuszczają kominy elektrowni spełniając bardzo rygorystyczne normy zawartości związków siarki i tlenków azotu. Powstały w procesie spalania popiół jest używany do wytwarzania bloczków konstrukcyjnych lub podsypki utwardzającej drogi. W procesie denox oczyszczania spalin używany jest amoniak. W związku z tym załoga elektrowni ma doświadczenie niezbędne w przypadku jego stosowania. Oczywiście współspalanie amoniaku wiąże się z przeskalowaniem technologii przesyłania i przechowywania amoniaku. Z tego względu zbudowano w Hekinan zbiornik do przechowywania ciekłego amoniaku w temperaturze minus 50 stopni Celsjusza o pojemności 2000 m<sup>3</sup> oraz sieć rurociągów o łącznej długości 3 km łączących zbiornik z blokiem energetycznym nr 4. 20% dodatek amoniaku w celu jego współspalania oznacza zapotrzebowanie roczne na 500 000 ton amoniaku. Według Masako Otaki Dyrektora Low Carbon Fuel Planning Group oraz Low Carbon Fuel Value Chain Divison JERA Co., Inc. roczne zużycie amoniaku w Japonii to obecnie (stan na 02 listopad 2023) 200 000 ton. Całość jest importowana. Oznacza to, że ilość importu amoniaku należy zwiększyć w ponad dwójnasób, aby zaspokoić 20% potrzeby tylko bloku 4 elektrowni Hekinan. W elektrowni Hekinan JERA i ICHI zamierzają do roku 2030 ograniczyć emisję CO<sub>2</sub> o 20%, do roku 2035 o 60%, a do roku 2050 o 100%. Ograniczenie tej emisji wiąże się ze współspalaniem amoniaku. Całkowite zastąpienie węgla amoniakiem w elektrowni Hekinan oznacza konieczność importu 5 milionów ton amoniaku w 2050 roku. Obecnie światowa produkcja tego związku chemicznego jest równa 200 milionów ton, z czego około 10% (około 20 milionów ton) jest dostępne na rynku międzynarodowym. Oznacza to, że Japonia w 2050 roku zamierza kupować 25% amoniaku dostępnego obecnie na wolnym rynku światowym. Może to spowodować wzrost ceny amoniaku na świecie. Przy czym Japonia według Masako Otaki nie zamierza wytwarzać amoniaku na swoim terenie.

**Podsumowując wizyta w Japonii w ramach Japan Hydrogen Energy Tour udowodniła niezbicie, że Japonia wiąże swoją przyszłość z wodorem jako nośnikiem i źródłem energii, docelowo do roku 2050 ograniczając do minimum lub w przypadku sektora energetycznego w 100% emisję CO<sub>2</sub>. Przy czym mają na tym polu znaczące osiągnięcia możliwe również do zastosowania na rynku polskim.**