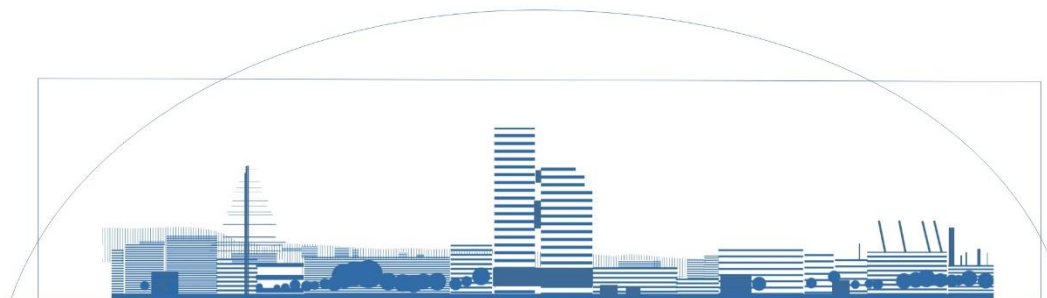


WODÓR DLA PODLASIA

**Zielony wodór – charakterystyka i uwarunkowania rynkowe,
przegląd dostępnych i rozwijających się technologii produkcji
wodoru**

Sokoły, 25 maja 2023



Kilka słów o sobie

- Nazywam się Tomasz Pelc
- Od ponad 30 lat zarządzam firmą doradczą NEXUS Consultants z Gdyni
- NEXUS Consultants od ponad dekady zajmuje się projektami wodorowymi o zasięgu krajowym jak i międzynarodowym
- Jestem wykładowcą na studiach wyższych na kierunkach wodorowych – moja specjalizacja to doliny wodorowe
- Jestem członkiem Rady Koordynacyjnej przy Ministerstwie Klimatu i Środowiska ds. gospodarki wodorowej
- Jestem Przewodniczącym Rady Klastra Technologii Wodorowych członka Hydrogen Europe

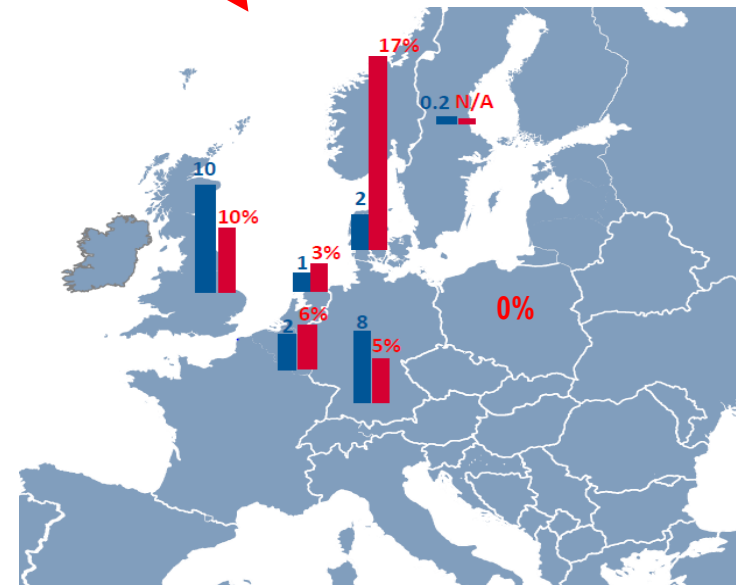
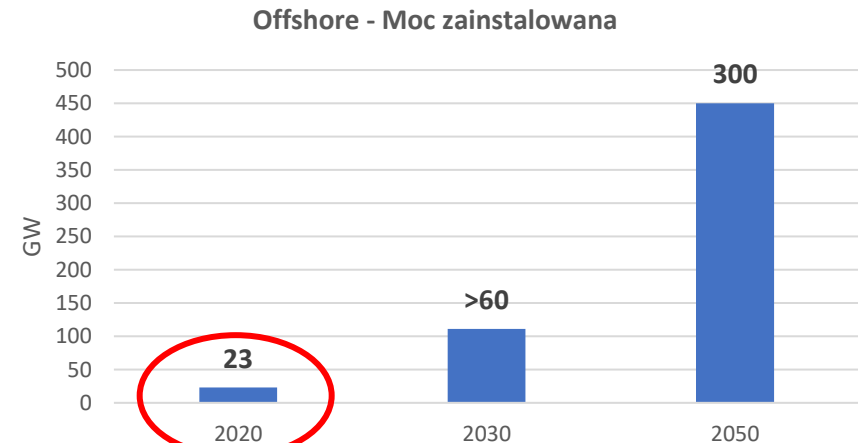


Plan prezentacji

- Wprowadzenie
- Ekosystem gospodarki wodorowej
- Uwarunkowania regulacyjne – unijne
- Uwarunkowania regulacyjne – krajowe
- Krajowy Plan Odbudowy
- Wykorzystanie wodoru – transport
- Wykorzystanie wodoru – energetyka i ciepłownictwo
- Produkcja wodoru – elektroliza
- Produkcja wodoru – biogaz / biometan
- Produkcja wodoru – „waste to hydrogen”

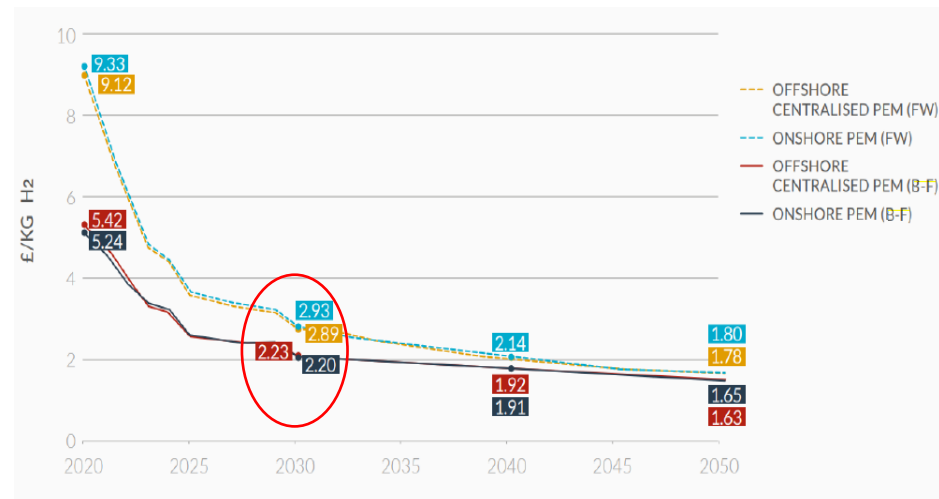
Wprowadzenie

- W dniu **18 listopada 2020** roku została ogłoszona Europejska Strategia Offshore, której kluczową informacją jest planowany wzrost zainstalowanej mocy morskich farm wiatrowych (MFW), i tak:
 - Obecnie w 2020 roku na morzach wokół Europy mamy zainstalowane 23 GW w MFW (w tym na Morzu Bałtyckim niecałe 2,3 GW);
 - W 2030 roku planowany jest poziom nie mniej niż 60 GW (to jest trzykrotny wzrost);
 - A w 2050 roku – celem osiągnięcia neutralności klimatycznej kontynentu europejskiego – ma być zainstalowane 300 GW.
- W Polsce zgodnie z zapisami Polityki Energetycznej Polski moc zainstalowana w morskich farmach wiatrowych w 2030 roku ma wynosić 6 GW, a w 2040 roku ma to być już 12 GW.
- Zgodnie z prognozami wynikającymi z wymagań Europejskiego Zielonego Ładu w Polsce (by spełnić kryteria neutralności klimatycznej) powinno zainstalowane w 2050 ponad 28 GW a PSEW szacuje potencjał „polskiego offshore” na 33 GW.
- Morze Bałtyckie będzie najbardziej dynamicznie rozwijającym się rynkiem offshore w Europie. Do 2050 roku zostanie zainstalowanych morskich turbin wiatrowych o łącznej mocy przekraczającej 93 GW.**



Wprowadzenie

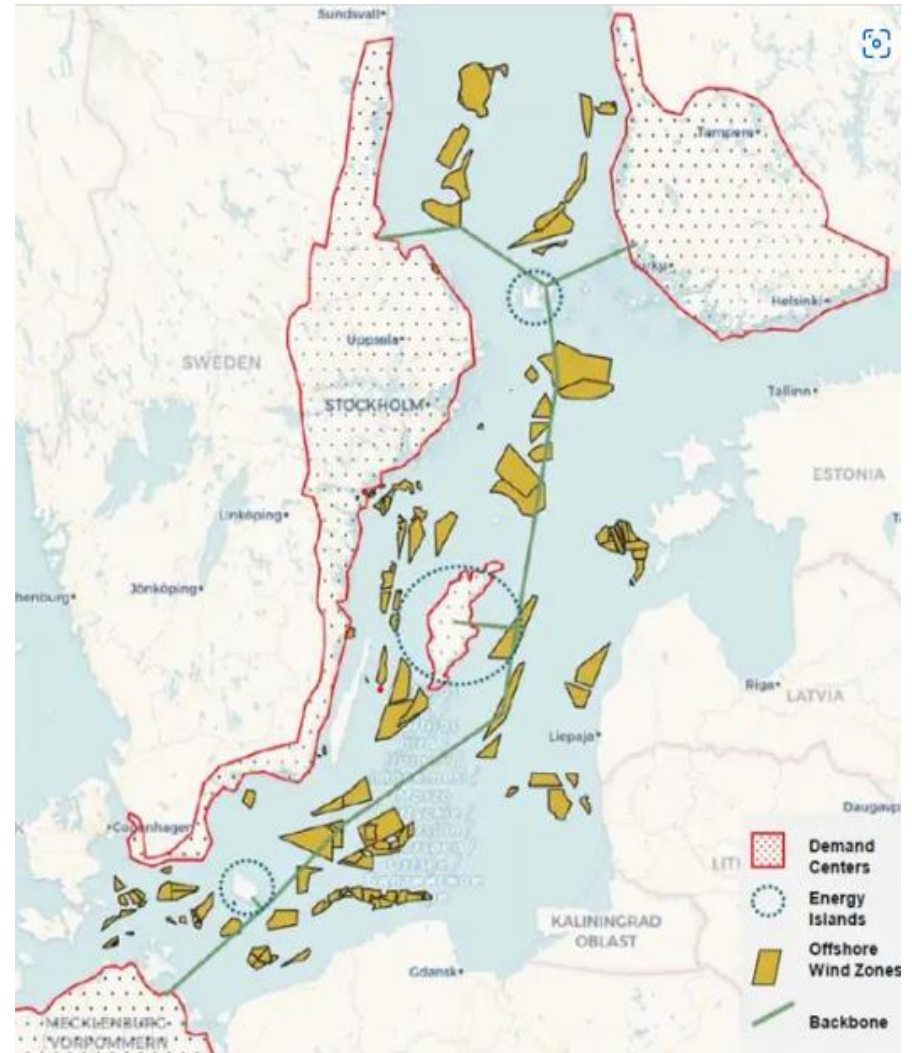
- 8 lipca 2020 roku Unia Europejska ogłosiła **European Strategy for Hydrogen** – masowe wykorzystanie wodoru w obszarach przemysłu, komunikacji, energetyki i ciepłownictwa.
- Cele produkcyjne przyjęte w tej strategii:
 - Produkcja „zielonego” wodoru w 2024 roku – to **1.000.000 ton**
 - Moc zainstalowanych elektrolizerów ma wynieść **6 GW**
 - Produkcja „zielonego” wodoru w 2030 roku – to **10.000.000 ton**
 - W 2030 roku moc zainstalowanych elektrolizerów to **40 GW + 40 GW z czego 8 GW miało być na Ukrainie**
- RepowerEU** w kontekście odejścia od paliw kopalnych, tych pochodzących z Rosji, Unia Europejska zwiększyła cel pozyskania „zielonego” wodoru o kolejne **10.000.000 ton**. To wódór pochodzący głównie z importu (Afryka, Kanada, Australia czy Ameryka Południowa)
- Wódór produkowany z energii elektrycznej wytwarzanej przez morskiej farmy wiatrowe w niedalekiej przyszłości będzie konkurencyjny z wodorem produkowanym z gazu ziemnego – perspektywa 2030 roku
- Luty 2023** – propozycja Unii Europejskiej w kontekście definiowania produkcji „zielonego” wodoru. Energia przeznaczona na produkcję wodoru z elektrolizy ma pochodzić wyłącznie z dedykowanych odnawialnych źródeł.



Źródło: Global Wind Energy Council

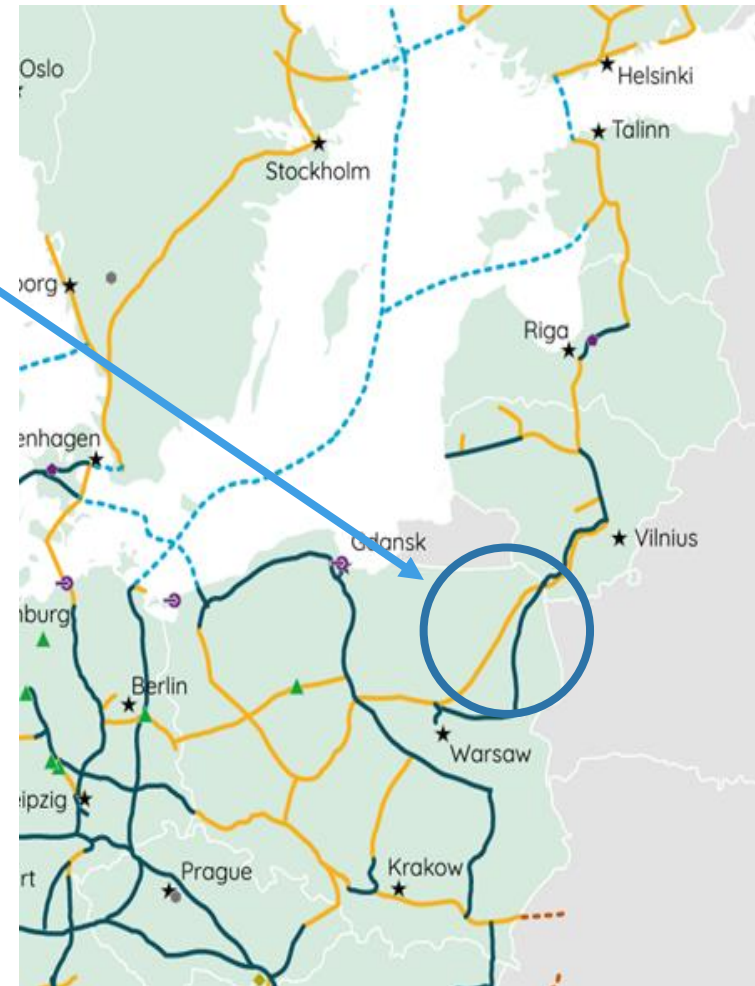
Wprowadzenie

- **Baltic Sea Hydrogen Collector** jedno z największych planowanych przedsięwzięć inwestycyjnych na Morzu Bałtyckim. Projekt łączący planowane wyspy energetyczne (m.in. to element związany z bilansowaniem produkcji energii z odnawialnych źródeł oraz rozwiązaniem kwestii braku możliwości podłączenia do lokalnych KSE).
- Celem projektu jest wykreowanie rynku wodoru (patrz przemysł stalowy w Szwecji i Finlandii oraz sposób zaopatrzenia w wodór rynku niemieckiego oraz niderlandzkiego) oraz połączenia popytu z podażą projektów zlokalizowanych w zatoce botnickiej (Bothnia Bay), krajów morza bałtyckiego (cel nowego estońskiego rządu – „największy eksporter wodoru w tej części Europy”) a także rynków Europy Centralnej, w tym Polski.
- Rynek produkcji wodoru z odnawialnych źródeł (patrz MFW) zmieni całkowicie relacje energetyczne w obrębie Morza Bałtyckiego – to jest czas by „przystąpić do działań w zakresie budowy rynku wodoru”

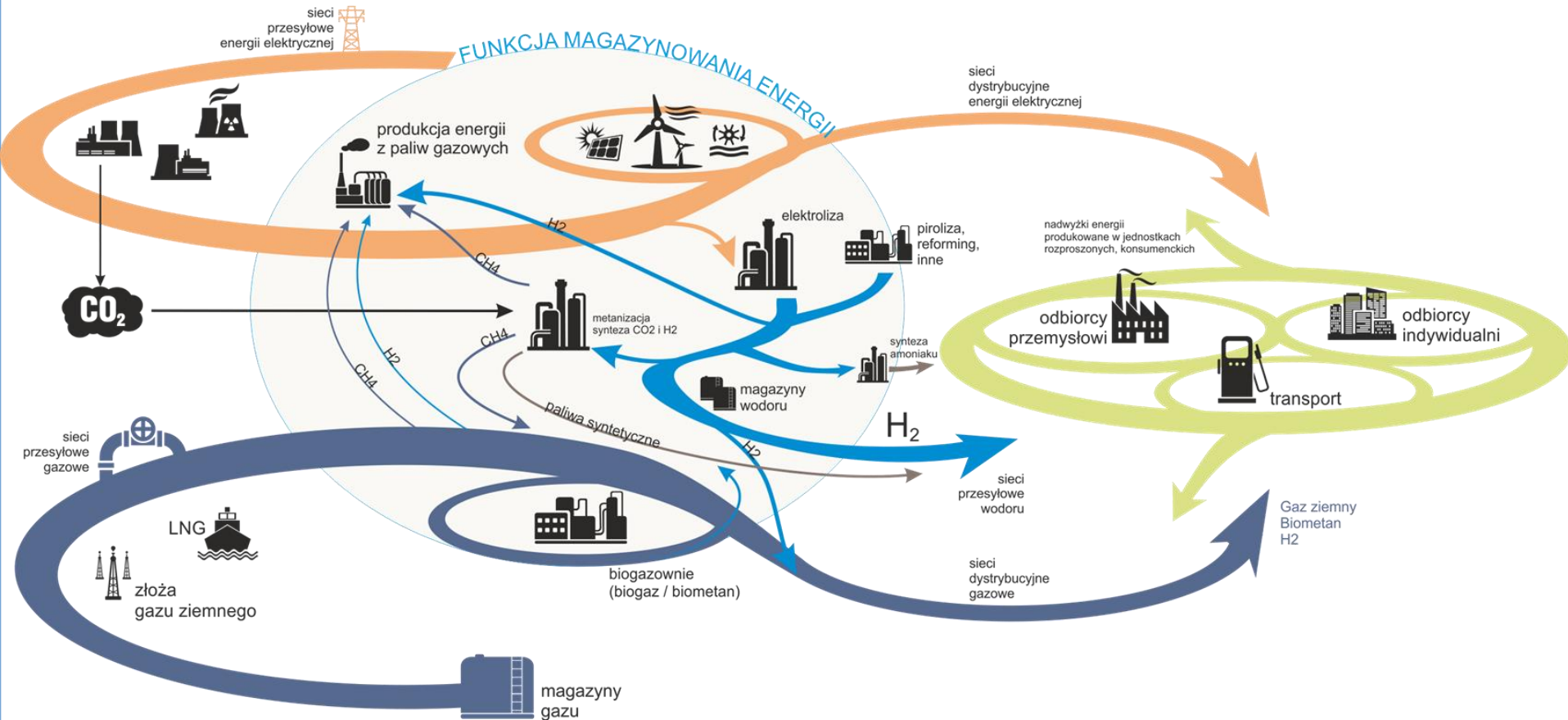


Wprowadzenie

- Sieć European Hydrogen Backbone ma pozwolić na import nadwyżek produkcji wodoru z krajów nadbałtyckich do krajów Europy Zachodniej.
- Województwo Podlaskie może być beneficjentem realizacji projektu European Hydrogen Backbone gdyż planowany przebieg tzw. korytarza D będzie „dzielić” na dwie części.
- Można założyć, że od 2035 roku będzie można korzystać z wodoru transportowanego gazociągiem wodorowym, jednakże do tego czasu należy zbudować odpowiednie modele biznesowe związane z wykorzystaniem wodoru oraz kształtować kulturę techniczną pozwalającą na eksploatację urządzeń i maszyn zasilanych wodorem.
- Stąd między innymi inicjatywa stworzenia lokalnych ekosystemów gdzie wodor ma być produkowany na lokalne potrzeby (patrz autobusy wodorowe oraz sprzęt rolniczy).



Ekosystem gospodarki wodorowej



Ekosystem gospodarki wodorowej



Ekosystem gospodarki wodorowej

Wykorzystanie przemysłowe:

- produkcja amoniaku i innych substancji chemicznych;
- procesy rafinacji ropy naftowej (hydrokraking, hydrowy rafinacja);
- procesy przemysłu spożywczego;
- przemysł metalurgiczny, hutniczy;
- obróbka metali;

Wykorzystanie wodoru w aplikacjach domowych i komercyjnych:

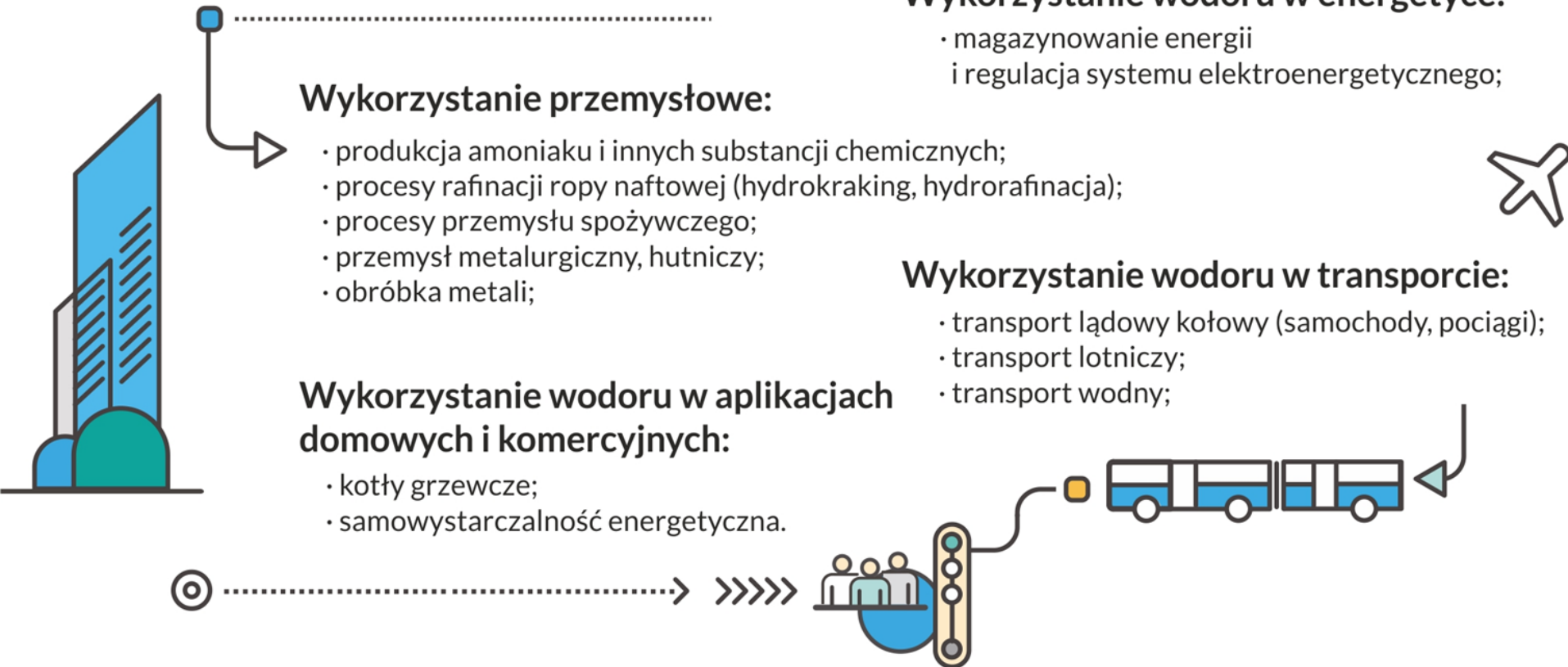
- kotły grzewcze;
- samowystarczalność energetyczna.

Wykorzystanie wodoru w energetyce:

- magazynowanie energii
- regulacja systemu elektroenergetycznego;

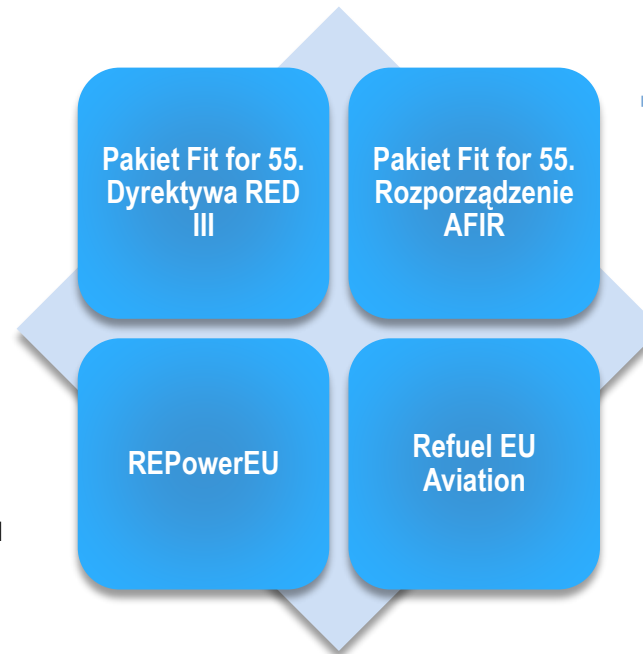
Wykorzystanie wodoru w transporcie:

- transport lądowy kołowy (samochody, pociągi);
- transport lotniczy;
- transport wodny;

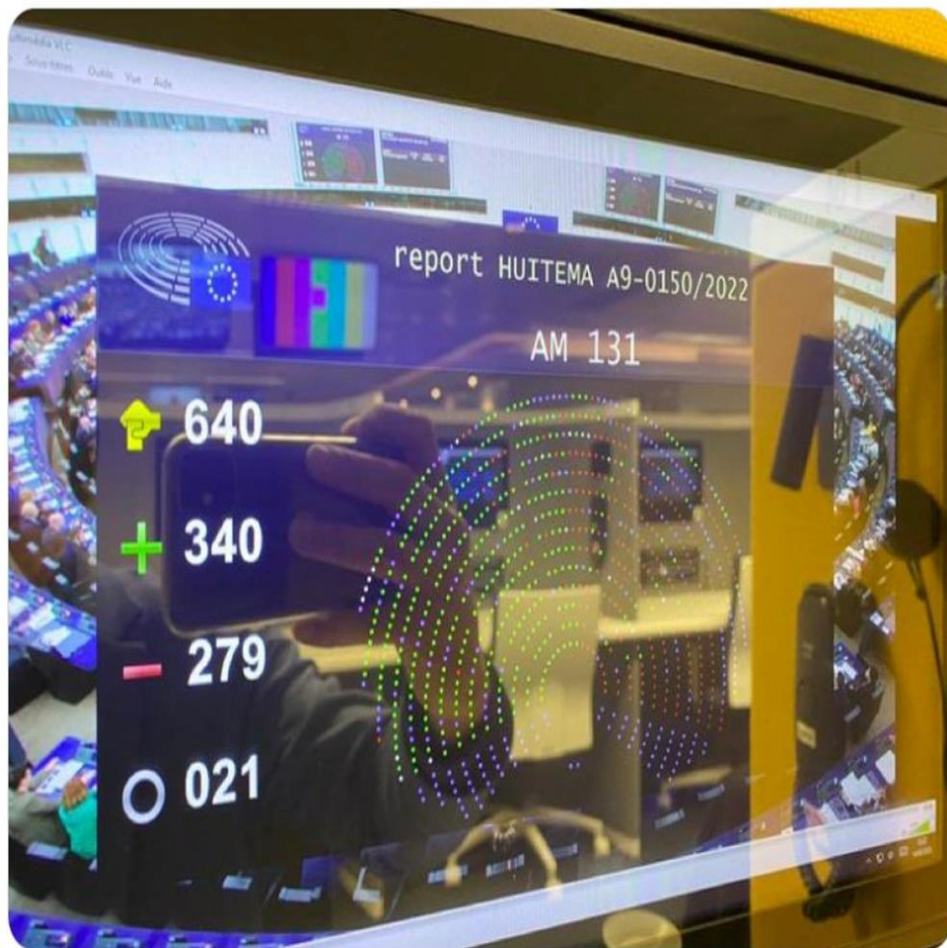


Uwarunkowania regulacyjne - unijne

- Od 2030 roku 40-50% wodoru stosowanego w przemyśle powinno być pochodzenia odnawialnego.
- Nowe cele dotyczące udziału paliw wodorowych w transporcie – na poziomie 2,6% wartości energetycznej wszystkich paliw zużytych przez odbiorców końcowych w 2030 roku.
- Nowy cel 5% udziału wodoru w transporcie (podniesienie z poziomu 2,6% w pakiecie Fit for 55).
- Akceleracja rynku biometanu do poziomu 35 mld m³ w 2030 roku (3 mld m³ w 2022 roku).
Zmniejszenie niezależności od importu gazu ziemnego. Wsparcie inwestycji, eliminowanie barier.



- Rozporządzenie AFIR obejmuje rewolucyjny zapis o zakazie sprzedaży samochodów emitujących CO₂ począwszy od 2035 roku.
- Rozwój sieci tankowania wodoru w obrębie sieci TEN-T.
- Obowiązek stosowania od 2025 roku minimum 2% zrównoważonych paliw lotniczych SAF (Sustainable Aviation Fuel) bazujących na zeroemisyjnym wodorze (5% od 2030 roku oraz 32% od 2040 roku).



Zakaz rejestracji osobowych samochodów spalinowych od 2035 roku.

Wymagane zatwierdzenie Rady Europy.

14 lutego:

- **Ograniczenie emisji dla pojazdów ciężarowych o:**
 - 45% do 2030 r.
 - 65% do 2035 r.
 - 90% do 2040 r.
- **Od 2030 roku wszystkie autobusy miejskie zeroemisyjne**

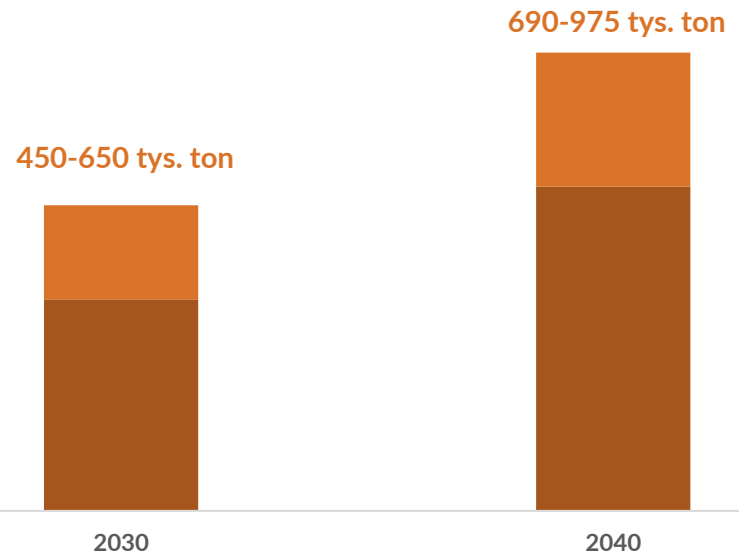
Definicja zielonego wodoru:

- **Additionality**
- **Time shifting**

Uwarunkowania regulacyjne - krajowe

- Wielkość produkcji wodoru w Polsce wynosi około 1 mln ton rocznie
Jest to wódor „szary”, pozyskiwany metodą powodującą emisje CO₂
- Unijne regulacje wymuszą zastąpienie tego wodoru wodorem zeroemisyjnym
- 500 tys. ton wodoru / rok wymaga elektrolizerów o mocy przekraczającej 9 GW.**
- Na koniec 2021 roku fotowoltaika (bez prosumentów) i wiatr stanowiły w Polsce 8,9 GW.
- Wypełnienie zapotrzebowania na zeroemisyjny wódor wymaga gigantycznych inwestycji w nowe OZE.**
- Zgodnie z Polską Strategią Wodorową, do 2030 roku moc krajowych elektrolizerów osiągnie 2 GW.**

Zapotrzebowanie na wódor zeroemisyjny (nawozy, rafinerie)



- KPO zakłada przeprowadzenie reform ukierunkowanych na zwiększenie wykorzystania paliw alternatywnych, w tym przede wszystkim zwiększenie wykorzystania wodoru (z wyraźnym zaznaczeniem, że pod tym pojęciem mieści się wyłącznie wodór odnawialny i niskoemisyjny).
- Równolegle ma być rozwijany rynek biometanu, w tym mają zostać przyjęte rozwiązania decentralizujące.

Wybrane elementy reform w ramach KPO:

- obowiązek zamawiania, od 2025 roku, wyłącznie pojazdów zeroemisyjnych (elektrycznych i na wodór) przez miasta powyżej 100 tys. mieszkańców;
- przyjęcie legislacyjnego pakietu wodorowego oraz liberalizacja przepisów dotyczących inwestycji w odnawialne źródła (elektrownie wiatrowe);
- inwestycje wodorowe:
 - moc instalacji na poziomie 320 MW do roku 2026;
 - 25 stacji tankowania wodoru do 2026 roku;
 - innowacyjne jednostki transportowe zasilane wodorem;
 - budżet: 800 mln euro.

Wykorzystanie wodoru - transport

Wymagane poziomy udziału autobusów zeroemisyjnych z wyłączeniem gmin i powiatów poniżej 50 tys. mieszkańców:

- 5% od 1 stycznia 2021 roku;
- 10% od 1 stycznia 2023 roku;
- 20% od 1 stycznia 2025 roku;
- 30% od 1 stycznia 2028 roku.

Nowelizacja wprowadziła **nowe przepisy** (artykuł 68a-68e), które określają minimalne limity w ramach nowych zamówień i dotyczą one wszystkich jednostek samorządu terytorialnego.

- 32% do 31 grudnia 2025 roku;
- 46% do 31 grudnia 2030 roku;

przy czym połowa tego udziału ma być osiągnięta przez autobusy zeroemisyjne.

Założenia Polityki Energetycznej Polski 2040 (przytoczone również w KPO): każdy przetarg na autobus w miastach powyżej 100 tysięcy mieszkańców już od 2025 roku powinien dotyczyć wyłącznie zero i niskoemisyjnych pojazdów.



Kolej:

- Dekarbonizacja nieelektryfikowanych linii kolejowych.
- Alternatywa dla kosztownej inwestycji w elektryfikację linii / możliwość zastosowania pociągów hybrydowych.
- Brak ingerencji w krajobraz.

Samochody osobowe:

- Od 2035 możliwe rejestracje wyłącznie samochodów zeroemisyjnych.
- Szacowany udział samochodów wodorowych w liczbie noworejestrowanych samochodów osobowych: 20%

Śmieciarki:

Artykuł 68a-68e Ustawy o elektromobilności określa minimalne udziały pojazdów niskoemisyjnych pozyskiwanych w ramach nowych zamówień:

- kategorii M1, M2 i N1 (o masie nieprzekraczającej 3,5 tony) na poziomie **22% do 31 grudnia roku 2030**.
- W odniesieniu do kategorii N2 i N3 (o masie przekraczającej 3,5 tony) przewidziano udział pojazdów zasilanych paliwami alternatywnymi (w tym wodorem) na poziomie:
 - **7% do 31 grudnia 2025 roku;**
 - **9% od 1 stycznia 2026 roku do 31 grudnia 2030 roku.**
- Wymóg posiadania pojazdów zasilanych **energią elektryczną lub gazem ziemnym** przez jednostki wykonujące zadania publiczne na poziomie 10%, a od 1 stycznia 2025 roku na poziomie 30%.
- Ten konkretny wymóg nie zakłada zastosowania pojazdów wodorowych, co, biorąc pod uwagę charakterystykę użytkową pojazdów zasilanych wodorem, jest **dużym niedociągnięciem przedmiotowej Ustawy**.

Magazyny energii

- Magazyn o mocy ok. 2000 MW pozwoliłby na znaczące zbilansowanie systemu w perspektywie 2035 roku.
- **Analizy PSE wskazują na potrzebę instalacji blisko 9 335 MW nowych, elastycznych źródeł wytwórczych lub magazynów energii do 2032 roku.**
- Zapotrzebowanie na magazyny energii o mocy 2000 MW wygeneruje zapotrzebowanie na magazyny wodoru o pojemności 1 605 ton.
- Zakładając łączną liczbę cykli zatłaczania i poboru wodoru do/z magazynu 10x w ciągu roku, magazyn wygeneruje zapotrzebowanie na wodór ok. 16 tys. ton w 2035 roku.

Ciepłownictwo

- Obecnie instalowane bloki gazowe mogą zużywać mieszankę gazu ziemnego oraz wodoru (maksymalnie 10%).

Strategia dla Ciepłownictwa do 2030 roku (MKiŚ):

- Wzrost udziału gazu ziemnego i biogazu do poziomu 15% w 2030 roku oraz do 21% w 2040 roku
- W skrajnym scenariuszu już w 2030 roku instalacje zasilane węglem mają niemalże w całości zostać zastąpione instalacjami zasilanymi gazem ziemnym oraz instalacjami typu Power-to-Heat (P2H).

Produkcja wodoru - elektroliza

Obecnie najpopularniejszy typ elektrolizera



Docelowo najbardziej efektywny proces produkcji H2



Type of technology	Alkaline electrolyser			PEM electrolyser			SOEC electrolyser		
Timeframe	Today	2030	Long-term	Today	2030	Long-term	Today	2030	Long-term
Electrical efficiency (% LHV)	63-70	65-71	70-80	56-60	63-68	67-74	74-81	77-84	77-90
CAPEX (USD/kW _e)	500-1400	400-850	200-700	1100-1800	650-1500	200-900	2800-5600	800-2800	500-1000



Bardzo przyszłościowa
Technologia produkcji H2
wymagająca instalacji
wysokotemperaturowej

Emisyjność wodoru z SMR z wykorzystaniem biomasy



Kryterium uznania wodoru pozyskiwanego z biomasy za paliwo niskoemisyjne (spełnienie kryterium emisyjności CO₂ na poziomie 3,0 tCO₂/tH₂)

Produkcja wodoru – „waste to hydrogen”

- **Piroliza** - polega ona na rozpadzie związków w wysokiej temperaturze bez udziału tlenu (w przeciwieństwie do procesu spalania)
- Piroliza ukierunkowana na produkcję wodoru przebiega w temperaturze 900°C lub wyższych
- W pirolizie ukierunkowanej na produkcję wodoru produktami procesu jest najczęściej gaz syntezowy (syngaz) oraz różnego rodzaju popioły (karbonizat). Syngaz składa się w dużej części z wodoru (nawet około 50%), a także z tlenku węgla (ok. 30%), metanu (15%) i CO₂ (5%).
- Do grup surowców, nadających się do wykorzystania w procesach **Waste-to-hydrogen** należą, m.in.:
 - odpady organiczne, w tym frakcja bio zbierana selektywnie;
 - tworzywa sztuczne zbierane selektywnie, ale nie poddane recyklingowi;
 - odpady wielkogabarytowe zbierane selektywnie, poddane mechanicznej obróbce;
 - osady ściekowe pozyskiwane z komunalnych i przemysłowych oczyszczalni ścieków.

Dziękuję za uwagę

Zapraszam do kontaktu
Tomasz F. Pelc
nexus@nexus.pl