

## Innowacje techniczne w wytwarzaniu i gospodarce pasażerskim taborem kolejowym w aspekcie zmian klimatycznych.

Mgr inż. Arkadiusz Sobkowiak (MBA)

Mgr inż. Mateusz Motyl

### 1. Wprowadzenie

Obecnie obserwuje się wiele zmian klimatu na całym świecie, takich jak globalne ocieplenie, ekstremalne zjawiska pogodowe, topnienie lodowców, wzrost poziomu wody w morzach oraz kwaśne deszcze. Zmiany te są wynikiem oddziaływania wielu czynników, ale główną przyczyną obecnie obserwowanego globalnego ocieplenia jest działalność człowieka, zwłaszcza emisja gazów cieplarnianych. W ostatnich dziesięcioleciach tempo ich emisji znacznie się zwiększyło, co wpłynęło na przyspieszenie procesów zmian klimatu. Ważne jest, aby działać w celu ograniczenia emisji gazów cieplarnianych i dostosowania się do zmian klimatu tak, aby ograniczyć negatywne skutki dla środowiska i zdrowia ludzi.

Obecnie Unia Europejska realizuje działania w ramach Zielonego Ładu [1], którego celem jest osiągnięcie m.in.:

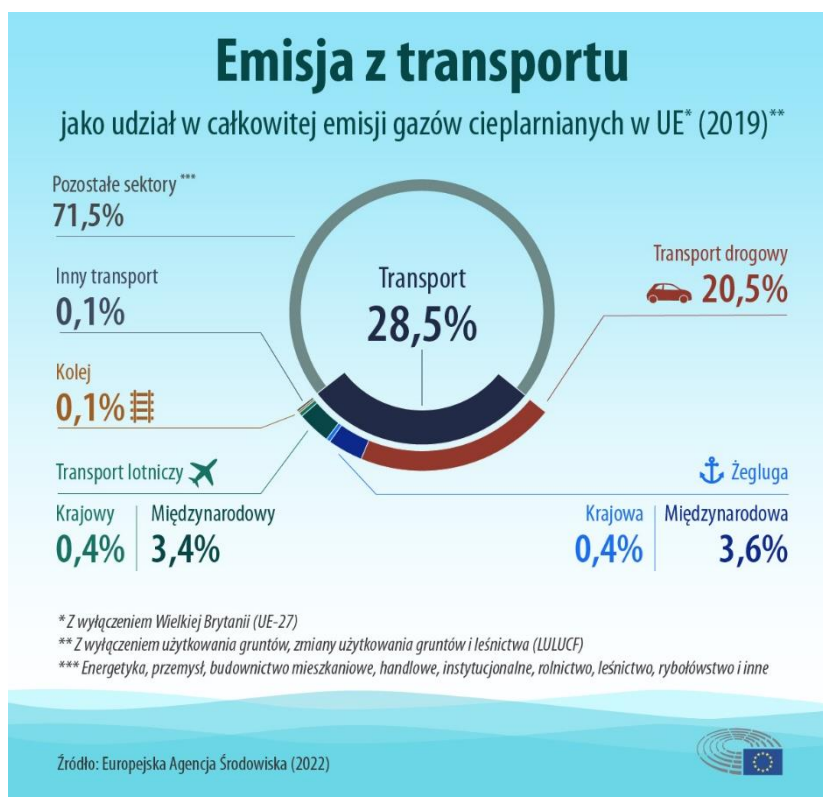
- do 2050 roku zerowego poziomu emisji gazów cieplarnianych netto,
- oddzielenia wzrostu gospodarczego od zużywania zasobów,
- równego poziomu rozwoju i życia we wszystkich regionach UE.

Realizując plany Komisji Europejskiej został przyjęty pakiet wniosków ustawodawczych mających umożliwić oraz dostosować unijną **politykę klimatyczną, energetyczną, transportową i podatkową na potrzeby realizacji celu, jakim jest ograniczenie emisji gazów cieplarnianych netto do 2030 r. o co najmniej 55 procent w stosunku do 1990 roku.** [1].

Realizacja działań w ramach Zielonego Ładu ma się przyczynić do redukcji aż o 90 procent emisji gazów cieplarnianych związanych z transportem. Europejski system transportowy ma stać się bardziej wydajny, bezpieczny oraz przyjazdy dla środowiska. Takie podejście powinno przyczynić się do rozwoju transportu zbiorowego, a w szczególności transportu szynowego.

Obecna organizacja oraz dostępność do transportu zbiorowego w Polsce nie pozwala na bezpośrednią konkurencję z transportem indywidualnym. Brak prawdziwych centr przesiadkowych w miastach oraz na terenach aglomeracji większych obszarów zurbanizowanych utrudnia, a tym samym zniechęca część podróżnych, którzy chcą się szybko i komfortowo dostać z jednego do drugiego miejsca. Chęć realizacji celów Zielonego Ładu przez kraje członkowskie Unii Europejskiej prawdopodobnie będzie motorem napędowym transportu zbiorowego do znacznego zwiększenia atrakcyjności i konkurencyjności w stosunku do transportu indywidualnego. Poprzez akcje promocyjne i wskazywanie dobrych alternatyw dla samochodu będzie rosła świadomość społeczeństwa, które będzie nastawione i zachęcane do korzystania z ekologicznych środków transportu. Odwrócenie sposobu myślenia i wykreowanie podejścia pro środowiskowego w stylu **„jeżdżę koleją -jestem eko”** czy **„podróżuję koleją - bo zależy mi na środowisku ”** oraz zaoferowanie potencjalnemu pasażerowi ciekawych programów lojalnościowych jak np. zrobiono to w lotnictwie (mile lotnicze), przyczyni się do uatrakcyjnienia transportu kolejowego.

Transport generuje obecnie 28,5 procent gazów cieplarnianych w Unii Europejskiej, jednak tylko 0,1 procent gazów cieplarnianych jest emitowane przez transport kolejowy. Taki stan rzeczy pozwala na stwierdzenie, że Transport kolejowy jest jednym z najbardziej ekologicznych środków transportu na świecie co przedstawiono na rysunku nr 1.



Rys. nr 1. Światowa emisja gazów cieplarnianych pochodząca z transportu[2]

## 2. Transport kolejowy

Zużycie energii, a tym samym bezpośredni wpływ na środowisko przez transport kolejowy zależy od wielu czynników, takich jak: rodzaj taboru, prędkość, częstotliwość przyspieszeń i hamowań, przewożonego ładunku oraz od profilu trasy. Transport kolejowy jest uważany jednak za stosunkowo ekonomiczny i wydajny pod względem zużycia energii w porównaniu z innymi środkami transportu. Zwykle zużywa od 2 do 4 razy mniej energii na przewiezienie jednej tony ładunku na jednostkę odległości w porównaniu z transportem drogowym.

Nowa perspektywa finansowania Unii Europejskiej może przyczynić się do znacznego rozwoju sektora kolejowego w zakresie wydajności, dostępności oraz jakości świadczonych usług. Przy planowaniu inwestycji trzeba pamiętać o rozwiązaniach przyjaznych dla środowiska, ponieważ rozwój kolejnictwa będzie się wiązał ze zwiększonym zapotrzebowaniem na energię. Analizując strategię inwestycyjne największych polskich przewoźników, zapowiadany kierunek jest prawidłowy.

Przytaczając strategię rozwoju do roku 2030 ogłoszoną przez PKP Intercity w styczniu 2022 roku[3], Przewoźnik zdecydował się zainwestować 24,5 mld na nowy tabor pasażerski. W ramach tych środków Przewoźnik planuje m.in:

- zmodernizować 1500 wagonów,

- zakupić 926 wagonów,
- zmodernizować 87 lokomotyw,
- zakupić 162 lokomotywy,
- zakupić 38 składów push – pull,
- zmodernizować 54 elektryczne zespoły trakcyjne,
- zakupić 35 elektrycznych zespołów trakcyjnych,
- zakupić 35 hybrydowych zespołów trakcyjnych,
- zakupić 16 lokomotyw hybrydowych.

Inwestycje te pozwolą zwiększyć park taborowy lokomotyw o 11% (do 429 szt.), wagonów o 18% (do 2466 szt.), zespołów trakcyjnych o 47% (do 109 szt.).

Największy przewoźnik kolejowy PolRegio S.A. wykonujący przewozy pasażerskie w ramach obowiązku służby publicznej, rozstrzygnął przetarg na zakup 200 nowych zespołów trakcyjnych[4]. Zakup takiej ilości nowoczesnego taboru znacznie poprawi komfort podróżowania oraz zwiększy efektywność energetyczną eksploatowanego taboru.

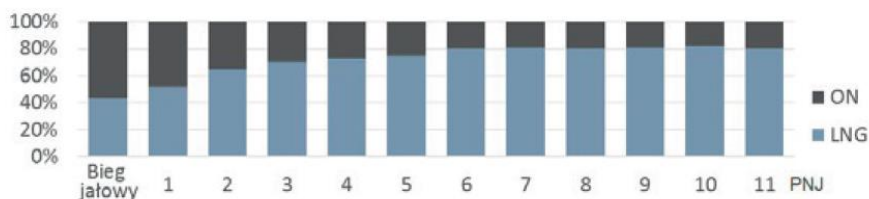
Należy zauważyć, że na żadnym z dotychczas ogłaszanych postępowań przetargowych nie pojawiły się wymogi „konieczne”, które opisywałyby kryteria oraz parametry związane z energochłonnością oraz niskoemisyjnością lub nawet zero emisyjnością. Ten trend jest zauważalny u naszych zachodnich sąsiadów, którzy szukają dostawców oferujących nowoczesne i ekologiczne rozwiązania w taborze. Programy rozwojowe największych światowych producentów takich jak Alstom, Siemens czy PESA oraz doświadczenia przewoźników w zastosowaniu pojazdów wodorowych, bateryjnych czy zasilanych gazem są na wstępnym etapie rozwoju i walidacji. Z uwagą zapoznałem się z głosem zabranym przez Pana Marcina Trzaskę, z którego wynika, że do roku 2030 dostępność technologii nisko i zeroemisyjnych będzie niestety znikoma.

### 3. Trendy i wyzwania

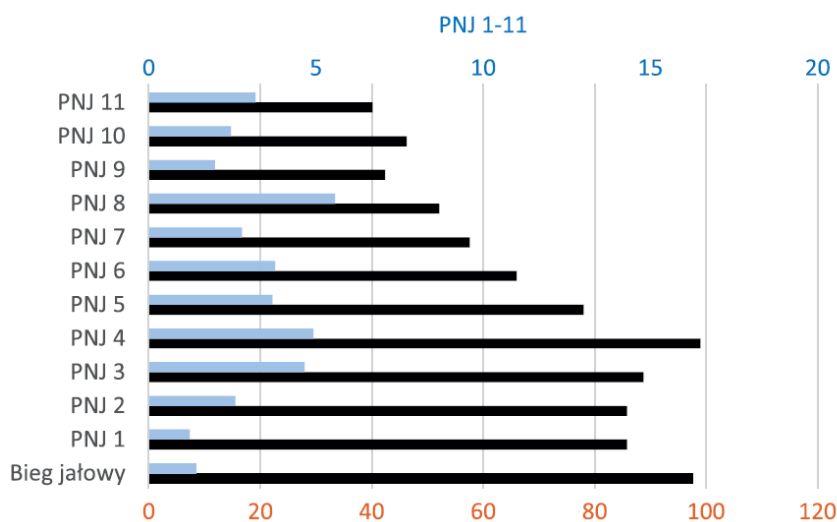
Od 1 stycznia 2027 roku ma wejść w życie nowy system handlu emisjami – ETS 2, co spowoduje wzrost cen paliw i usług [5]. Dodatkowo każdego roku kraje członkowskie będą musiały wykazywać się obniżeniem emisji. Z tej perspektywy bardzo istotne stanie się oszczędzanie energii lub jej pozyskiwanie z alternatywnych źródeł. Z tym wyzwaniem będzie musiała zmierzyć się również kolej. Konieczne będą inwestycje zarówno w nowy tabor, jak i modernizacje taboru starszego typu, a także inwestycje zintegrowane, które pozwolą w mierzalny sposób oszczędzać energię.

Przykładem takiej inwestycji jest instalacja zasobników energii o mocy 5,5 MW i pojemności łącznej 1,2MWh, które powstały w Grabicach pod Wrocławiem. Służą one do zasilania taboru elektrycznego [6]. Inwestycję zrealizowała PKP Energetyka, a dostawcą układu było konsorcjum firm My-Soft, Cleas Power Technology oraz Elester. Tego rodzaju inwestycje, które dodatkowo będą wspierane przez odnawialne źródła energii oraz energię pozyskiwaną w wyniku rekuperacji z pojazdów szynowych, pozwolą w przyszłości osiągnąć Polsce założone cele i efektywne wsparcie przez transport szynowy środowiska naturalnego. Takie podejście wymaga jednak wysiłku, zintegrowania i ukierunkowania działań branży transportu szynowego do współdziałania na rzecz ochrony środowiska. Dodatkowo konieczne jest stworzenie przychylnych programów, premiujących właśnie takie zintegrowane działania na rzecz przyrody oraz akty prawne wspierające idee proekologiczne.

Nowe inwestycje nie zastąpią w 100% starego taboru. Obok najnowszych pojazdów eksploatowany będzie również tabor starszego typu i nie należy o nim zapominać, ponieważ w tym obszarze jest ciągle wiele do zrobienia. Istotnym przykładem na obniżenie emisji jest zrealizowany projekt układu zasilania lokomotyw manewrowych w instalację gazową LNG wykonany przez spółkę DiGas, w której uzyskano wyniki emisyjności na poziomie silników EURO 5[7]. Układ przetestowano na lokomotywie manewrowej, gdzie jeden ze zbiorników paliwa zastąpiono zbiornikiem gazowym. Cały system jest integralny i posiada własne zabezpieczenia pod względem bezpieczeństwa. Przy tego rodzaju projekcie efektywnie można obniżyć zużycie paliwa, co obrazuje rysunek nr 3 oraz emisji szkodliwych czynników do atmosfery, co obrazuje rysunek nr 4.

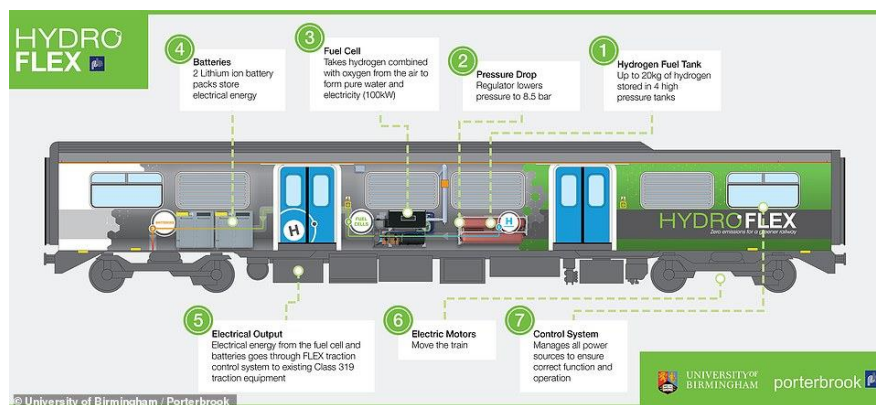


Rys. nr 3. Zależność procentowa zastąpienia ON gazem LNG na pozycjach nastawnika jazdy wg charakterystyki ekspl. Zespołu napędowego lokomotywy SM42.[7]



Rys. nr 4. Emisja NO<sub>x</sub> w spalinach na każde PNJ, g/kWh.[7]

Modyfikacja układu zasilania lub jego wymiana na bardziej ekologiczny bez wątpienia przyczyni się bezpośrednio do zmniejszenia szkodliwego oddziaływania na środowisko naturalne. Zmiany całego układu zasilania z silnika spalinowego na np. power-pack bateryjny lub wodorowy może się wiązać z dodatkowymi zmianami podsystemów w pojeździe. Nie każdy przewoźnik będzie chciał podejmować tyle trudu w celu zmniejszenia szkodliwego oddziaływania na środowisko. Jednak na zachodzie Europy coraz częściej podejmowane są tego typu próby. W Wielkiej Brytanii zabudowano zespół wodorowego zasilania do spalinowego zespołu trakcyjnego Class 319, który jednocześnie został pierwszym pojazdem wodorowym w Wielkiej Brytanii. Koncepcję techniczną pojazdu z zastosowanym modułem HydroFLEX przedstawiono na rysunku nr. 5.



Rys. 5. Koncepcja techniczna modułu HydroFLEX.[8]

Nie tylko gruntowne zmiany w systemach zasilania pojazdów szynowych mogą się przyczynić do zmniejszenia negatywnego oddziaływania na środowisko. W działaniach proekologicznych ważna jest każda inicjatywa, która poprawia obecny stan rzeczy. W ramach postępowań przetargowych na wykonanie modernizacji pojazdów szynowych, należy wymagać rozwiązań mogących przyczynić się do zmniejszenia zapotrzebowania na energię poprzez nowe wyposażenie zastosowane w trakcie modernizacji w pojeździe. Ostatecznie cały pojazd będzie miał niższe zapotrzebowanie na energię i tym samym stanie się mniej energochłonnym i bardziej ekologicznym środkiem transportu. Należy wyróżnić następujące elementy wyposażenia pojazdu mogące wpłynąć na zmniejszenie poboru energii:

- oświetlenie wewnętrzne przestrzeni pasażerskiej oraz kabiny maszynisty,
- oświetlenie zewnętrzne pojazdu,
- układ klimatyzacji (sterowanie i układ rozprowadzania),
- izolacja termiczna i akustyczna,
- montaż okien (mostki termiczne),
- systemy informacji pasażerskiej,
- układ sterowania trybami jazdy,
- montaż zasobników energii (w celu rekuperacji – zamiast rezystorów hamowania).

Uwzględniając powyższe elementy przy zakresie modernizacji można przy nie wiele większym nakładzie finansowym poprawić bilans energetyczny pojazdu, a tym samym zmniejszyć jego zapotrzebowanie na energię. Jest to możliwe z uwagi na dużą dostępność nowych technologii, w stosunku do zabudowanych pierwotnie elementów w pojazdach mających często ponad 15-20 lat. Należy jednak pamiętać, iż przy tego typu zmianach wprowadzanych do pojazdu trzeba postępować zgodnie z obowiązującymi aktami prawnymi. Niezbędna jest pełna analiza i określenie obowiązujących wymogów dla wprowadzanych zmian w pojeździe, a następnie odpowiednia klasyfikacja zmiany zgodnie z rozporządzeniem wykonawczym komisji (UE) 2018/545 z dnia 4 kwietnia 2018 r. ustanawiające uzgodnienia praktyczne na potrzeby procesu udzielania zezwoleń dla pojazdów kolejowych i zezwoleń dla typu pojazdu kolejowego zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/797.

Obserwując aktualne trendy rozwoju prowadzone w przedsiębiorstwach zajmujących się szerokokorozumianym transportem szynowym można stwierdzić, że istnieją rozwiązania wspierające obniżanie emisji do środowiska, jednak jesteśmy na początku drogi.

Najistotniejszym wyzwaniem dla całej branży będzie, kierowanie się dobrem środowiska naturalnego i nieprzerwane dążenie do polepszenia warunków życia poprzez stosowanie innowacji w transporcie szynowym.

O autorach:



**Mgr inż. Arkadiusz Sobkowiak** - Inżynier z 25 letnim stażem zawodowym. Przeszedł wszystkie szczeble kariery zawodowej począwszy od stanowiska: ślusarz poprzez konstruktor, kierownik projektów, koordynator portfela projektów, dyrektor rozwoju, dyrektor techniczny i członek zarządu. W trakcie kariery zawodowej prowadził projekty o szczególnym znaczeniu biznesowym dla Spółek na rynku krajowym i zagranicznym. Brał czynny udział w ponad 200 projektach badawczo rozwojowych oraz wdrażaniu innowacyjnych rozwiązań w zakresie inżynierii transportu szynowego. Prowadzi działalność gospodarczą Rail Systems specjalizującą się w doradztwie technicznym w zakresie inżynierii transportu oraz jest współwłaścicielem spółki TechSolutions Group Sp. z o. o.



**Mgr inż. Mateusz Motyl** – Inżynier z 13 letnim stażem zawodowym branży transportu szynowego w zakresie certyfikacji, zarządzania bezpieczeństwem, dokumentacji eksploatacyjnej, projektowania pojazdów szynowych i technologii produkcji. Kierownik/członek zespołów badawczych w ponad 10 dofinansowanych projektach krajowych i międzynarodowych (w tym Shift2Rail), recenzent projektów zgłaszanych do Ministerstwa Edukacji i Nauki. Pracownik naukowo-dydaktyczny na Politechnice Poznańskiej oraz Członek Zarządu i współwłaściciel TechSolutions Group Sp. z o. o.

#### 4. Literatura

- [1] Strona internetowa Komisji Europejskiej: [www.commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_pl](http://www.commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pl) - dostęp 13.03.2023 r.
- [2] Strona internetowa Parlamentu Europejskiego: [www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20191129STO67756/emisje-z-samolotow-i-statkow-fakty-i-liczby-infografi](http://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20191129STO67756/emisje-z-samolotow-i-statkow-fakty-i-liczby-infografi) – dostęp 16.03.2023 r.
- [3] Strona internetowa PKP IC: [www.intercity.pl/pl/site/o-nas/dzial-prasowy/aktualnosci/pkp-intercity-przygotowuje-nowy,-wysoki-standard-podrozowania-i-planuje-dodatkowe-8-mld-zl-na-inwestycje](http://www.intercity.pl/pl/site/o-nas/dzial-prasowy/aktualnosci/pkp-intercity-przygotowuje-nowy,-wysoki-standard-podrozowania-i-planuje-dodatkowe-8-mld-zl-na-inwestycje) – dostęp 13.03.2023 r.
- [4] Strona internetowa Na Kolei: [www.nakolei.pl/polregio-rozstrzygnelo-przetarg-na-dostawe-200-ezt-ow-stadler-newag-pesa-i-fps-zaakceptowane](http://www.nakolei.pl/polregio-rozstrzygnelo-przetarg-na-dostawe-200-ezt-ow-stadler-newag-pesa-i-fps-zaakceptowane) - dostęp 15.03.2023 r.
- [5] Strona internetowa e-czasopisma Wysokie Napięcie: <https://wysokienapiecie.pl/82066-zmiany-w-dyrektywie-o-handlu-co2/> - dostęp 31.01.2023
- [6] Strona internetowa firmy PKP Energetyka: <https://pkpenergetyka.pl/aktualnosc/pkp-energetyka-uruchomila-najwiekszy-trakcyjny-magazyn-energii-w-europie-ktory-zasilipolska-kolej> - dostęp 01.07.2021

- [7] Rynek Kolejowy. Tabor i Technika. Lokomotywy spalinowa serii SM42 w układzie zasilania silnika wysokoprężnego – Gazodiesel. Mgr Piotr Dumenko – Dyrektor Spółki DiGas LTG, dr hab. Inż. Marek Babel – koordynator projektu Gazodiesel.
- [8] Strona internetowa Green Car Congress: <https://www.greencarcongress.com/2019/06/20190621-hydroflex>. – dostęp 16.03.2023 r.