

Wpływ wybranych zachowań indywidualnych konsumentów paliw kopalnych na krajowe zapotrzebowanie na węgiel kamienny i wielkość emisji CO₂

Franciszek Plewa, Grzegorz Strozik

1. Wprowadzenie

Określenie przyszłości węgla kamiennego w Polsce jest obecnie bardzo trudne. Na przyszłe znaczenie węgla kamiennego silny wpływ ma globalna tendencja do ograniczania produkcji energii ze źródeł kopalnych, w szczególności energii elektrycznej – zarówno z węgla kamiennego, jak i brunatnego – ale także ograniczanie śladu węglowego produkcji i działalności gospodarczej. Z drugiej strony posiadanie i wykorzystywanie własnych zasobów tego surowca zapewnia w mniejszym lub większym stopniu niezależność energetyczną i – przynajmniej w teorii – powinna zapewnić niski koszt pozyskiwania energii elektrycznej.

Struktura polskiego sektora energetycznego stanowi dziedzictwo dużego udziału energochłonnego przemysłu ciężkiego, będącego motorem gospodarki Polski aż do schyłku lat 80. XX wieku. W dobie PRL na potrzeby przemysłu wybudowano znaczną liczbę elektrowni węglowych, dzięki czemu w ciągu ostatnich dwóch dekad problem zapewnienia dostaw energii elektrycznej w zasadzie nie występował. Obecnie znaczna część tych obiektów jest przestarzała i wymaga wymiany, co jednocześnie sprzyja dyskusji o kierunku rozwoju energetyki i przyszłym kształcie polskiego miksu energetycznego.

O ile decyzje o tym, jakie źródła dla produkcji energii elektrycznej będą wykorzystywane w przyszłości, mają charakter polityczny, czego przykładem może być dokonane w 2016 r. zdławienie rozwoju energetyki wiatrowej, które przyczyniło się do ogólnego spadku udziału odnawialnych źródeł energii w ogólnym zużyciu energii w 2017 r., to

Streszczenie: W 2017 r. Polska znajdowała się na 38 miejscu na liście wielkości emisji CO₂ w przeliczeniu na mieszkańca. Zajmuje jednak jedno z najwyższych miejsc w zakresie emisji CO₂ przy wytwarzaniu energii elektrycznej. Rosnące ceny węgla zachęcają właścicieli gospodarstw domowych do wymiany kotłów węglowych na gazowe, co powoduje spadek zapotrzebowania na węgiel kamienny oraz emisji CO₂. Drugim aspektem zmiany struktury konsumpcji paliw i energii jest przewidywany wzrost elektromobilności. Pojawieniu się znaczącej liczby samochodów elektrycznych będzie

towarzyszył wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną, który w sytuacji, gdy 83% tej energii uzyskiwanych jest z węgla, spowoduje wzrost zapotrzebowania na węgiel energetyczny. Jednocześnie wpływ elektromobilności na spadek emisji CO₂ spowodowanej spadkiem ilości spalanych paliw płynnych będzie mniejszy niż w przypadku krajów, które posiadają większy udział odnawialnych źródeł energii w produkcji energii elektrycznej.

Słowa kluczowe: elektromobilność, krajowa emisja CO₂, popyt krajowy na węgiel kamienny

IMPACT OF SELECTED BEHAVIORS OF INDIVIDUAL FOSSIL FUEL CONSUMERS ON DOMESTIC DEMAND FOR HARD COAL AND CO₂ EMISSIONS

Abstract: In 2017, Poland was ranked 38 on the list of CO₂ emissions per capita. However, it occupies one of the highest places in the scope of CO₂ emissions in the production of electricity. Increasing coal prices encourage household owners to replace coal-fired boilers with gas, which results in a decrease in demand for hard coal and CO₂ emissions. The second aspect of the change in the structure of fuel and energy consumption is the expected increase in electromobility. The appearance of a significant number

of electric cars will be accompanied by an increase in the demand for electricity, which in a situation where 83% of this energy is obtained from coal will increase the demand for thermal coal. At the same time, the impact of electromobility on the decrease in CO₂ emissions caused by the decrease in the number of liquid fuels burned will be smaller than in the case of countries that have a higher share of renewable energy sources in electricity production.

należy także brać pod uwagę zachowania konsumentów energii, które mają wpływ zarówno na zapotrzebowanie na węgiel kamienny, jak i energię przetworzoną – cieplną i elektryczną.

W dalszej części artykułu podjęto próbę przedstawienia zachowań konsumentów energii w świetle dwóch istotnych zagadnień, jakimi są ograniczenie domów jednorodzinnych oraz

motoryzacja oparta na samochodach elektrycznych.

2. Krajowa emisja CO₂ ze spalania paliw kopalnych

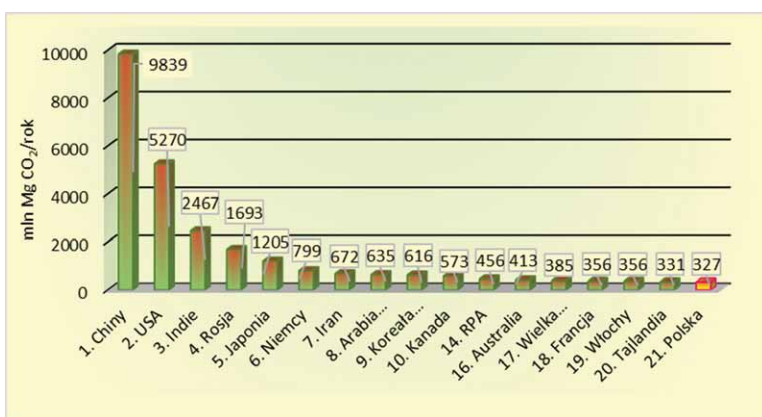
Zużycie paliw kopalnych w Polsce jest znaczące, tym niemniej należy spojrzeć racjonalnie, jak kształtuje się wielkość emisji CO₂ na tle świata i Unii Europejskiej. Według danych Global Carbon Atlas [1] w 2017 r. Polska znajdowała się na 21 miejscu na liście największych emitentów CO₂ z paliw kopalnych (rys. 1).

Na rys. 1 umieszczono pierwszą dziesiątkę państw emitujących największe ilości CO₂ oraz wybrane kraje z drugiej dziesiątki. W Polsce do atmosfery uwolniono 327 mln ton gazu, co stanowi 0,9% w skali świata. Warto zauważyć, że udział Polski w globalnej emisji CO₂ jest nikły

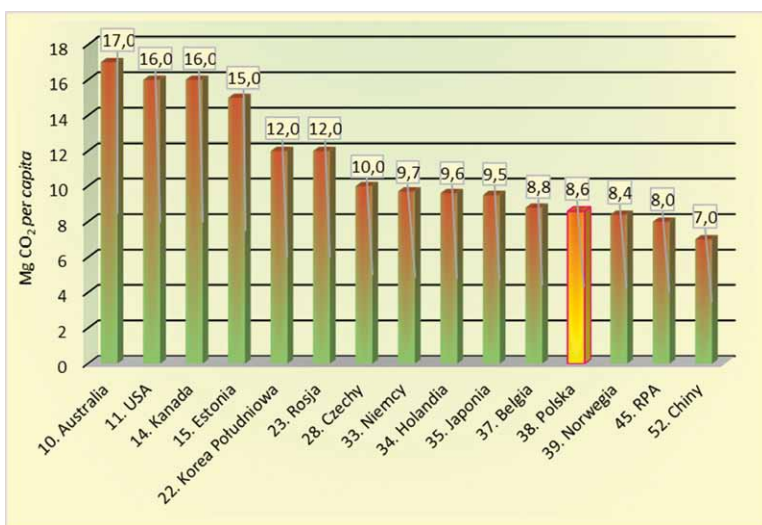
w porównaniu z największymi gospodarcami świata (Chiny, USA, Indie, Rosja), ale także prawie dwuipółkrotnie mniejszy niż w Niemczech, który to kraj chętnie przedstawia się jako światowy lider w zakresie ochrony klimatu i wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Jeszcze niższe miejsce zajmuje Polska w przeliczeniu wielkości rocznej emisji CO₂ na głowę mieszkańca, co zilustrowano na rys. 2. Z wynikiem 8,6 Mg CO₂ per capita na rok, Polska plasuje się na 38 miejscu, sąsiadując z ekologicznie zaawansowanymi krajami, takimi jak Belgia i Norwegia, i mając o ponad tonę mniejszą emisję na głowę mieszkańca niż Niemcy [1].

Problemem Polski jest jednak bardzo wysoki wskaźnik emisji CO₂ związanej z produkcją energii elektrycznej. Polska obok RPA i Australii należy do

reklama



Rys. 1. Roczna emisja CO₂ do atmosfery z paliw kopalnych głównych 10 emitentów oraz innych wybranych krajów świata w 2017 r. Według [1]



Rys. 2. Roczna emisja CO₂ do atmosfery z paliw kopalnych w przeliczeniu na liczbę mieszkańców w 2017 r. Miejsca od 1 do 9 zajmują państwa o małej liczbie ludności, głównie z rejonu Zatoki Perskiej według [1]

reklama

nielicznych krajów świata, w których w ponad 80% energia elektryczna jest wytwarzana z węgla. Według danych Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami wskaźnik emisji CO₂ przy produkcji energii elektrycznej ze źródeł spalania ujętych w systemie EU ETS wynosi 778 kg CO₂/MWh [2] przy średniej światowej wynoszącej w 2017 r. około 450 g/kWh [3] Podstawowe dane charakteryzujące produkcję energii elektrycznej w Polsce pod względem ilości i źródeł pochodzenia przedstawiono w tabeli 1 [4].

3. Wymiana kotłów węglowych na gazowe w gospodarstwach domowych

Według danych GUS, pod koniec 2017 r. w domach jednorodzinnych mieszkało 38,2% ludności a kolejne 6,4% w budynkach jednorodzinnych w zabudowie szeregowej lub bliźniaczej. Jednocześnie od szeregu lat utrzymuje się tendencja wzrostowa w zakresie rozwoju budownictwa jednorodzinnego. Pomimo to jednak tylko około 14% gospodarstw domowych znajduje się w budynkach zbudowanych po roku 1995, co do których można zakładać, że spełniają w miarę aktualne kryteria w zakresie między innymi efektywności systemów ogrzewania. Pod względem popytu, około 36% nabywców nieruchomości w 2018 r. dokonało zakupu domu jednorodzinnego. Średnia powierzchnia użytkowa domu jednorodzinnego wynosi około 135 m², a łączna liczba domów jednorodzinnych w Polsce wynosi około 5 mln [5]. Większość polskich gospodarstw domowych (55,4%) stanowią mieszkania w budownictwie wielorodzinnym, jednak w znacznej mierze budynki te ogrzewane są z sieci ciepłowniczych, dla których i tak paliwem jest przede wszystkim węgiel kamienny, a ich mieszkańcy nie mogą zazwyczaj zmienić sposobu ogrzewania. Ogółem liczba gospodarstw domowych w Polsce wynosi około 13,4 mln [6].

W 2017 r. w gospodarstwach domowych zużyto 10,2 mln ton węgla kamiennego, co stanowi 13,7% całej jego ilości zużytej w gospodarce [7]. W sumie sektor drobnych odbiorców jest trzecim co do wielkości – po energetyce zawodowej i przemyśle – konsumentem węgla

Tabela 1. Bilans mocy zainstalowanej i energii elektrycznej wytworzonej według źródeł na dzień 31.12.2017 r. [4]

Źródło energii	Moc zainstalowana [MW]	Produkcja roczna [GWh]
Razem	43 612,0	170 335
Elektrownie ciepłone, w tym:	32 233,0	140 259
• węgiel brunatny	9 286,9	52 281
• węgiel kamienny	20 989,5	79 265
• gaz ziemny	1 236,4	6 161
• biomasa/biogaz	720,2	2 552
Hydroelektrownie	2 306,0	2 719
• w tym szczytowo-pompowe	1 413,0	474
Zawodowe wiatrowe	1 374,7	3 485
Elektrociepłownie przemysłowe	2 751,0	11 417
Niezależne źródła odnawialne	4 947,2	12 454

kamiennego w Polsce [8]. Poza węglem kamiennym w gospodarstwach domowych na cele grzewcze wykorzystuje się rocznie około 152 tys. TJ energii z gazu ziemnego, 500 tys. ton gazu ciekłego, 70 TJ energii z lekkiego oleju opałowego i 164 tys. TJ ciepła sieciowego.

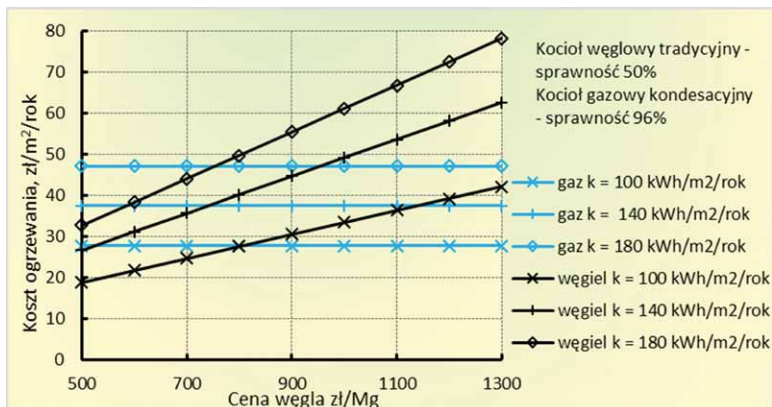
Biorąc pod uwagę ogół gospodarstw domowych, tj. budynki wielo- i jednorodzinne, w ogrzewaniu pomieszczeń dominują paliwa stałe oraz ciepło sieciowe. Z ciepła sieciowego korzysta w Polsce 41,7% gospodarstw domowych, przy czym niemal wyłącznie korzystają z niego mieszkańcy budynków wielorodzinnych. 49%, a zatem najwięcej, gospodarstw domowych ogrzewanych jest paliwem stałym, przede wszystkim węglem kamiennym. Niemal połowa gospodarstw domowych ogrzewanych paliwami stałymi (47,7%) jest wyposażona w dwufunkcyjne kotły centralnego ogrzewania, 29,3% w kotły jednofunkcyjne, a w 15,3% gospodarstw stosowane są jeszcze tradycyjne piece. W 7,7% gospodarstw domowych występują kominki jako urządzenia grzewcze na paliwo stałe, jednak tylko w nielicznych przypadkach stanowią one podstawowe urządzenia do ogrzewania pomieszczeń [7].

Według danych z badania przeprowadzonego w 2015 r. kotły centralnego ogrzewania na gaz ziemny użytkowało 9,9% gospodarstw domowych. Pozostałe rodzaje źródeł energii są sporadycznie wykorzystywane jako podstawowy sposób ogrzewania pomieszczeń. I tak

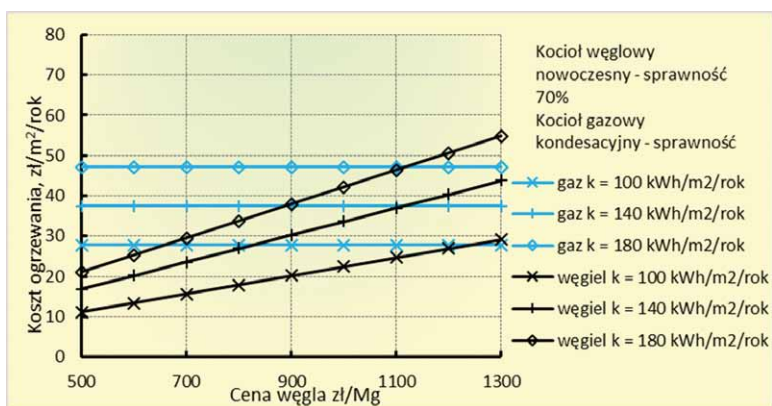
w około 2,3% gospodarstw domowych wykorzystywana jest przede wszystkim energia elektryczna, w 0,3% olej opałowy i gaz ciekły, w 0,03% – pompy ciepła.

Rosnące ceny węgla powodują, że właściciele domów jednorodzinnych, w których wykorzystywane jest ogrzewanie węglowe, mogą rozpatrywać zmianę sposobu ogrzewania na tańszy, a zarazem wygodniejszy w obsłudze. Na podstawie wyżej przedstawionych danych statystycznych można oszacować liczbę domów jednorodzinnych wyposażonych w ogrzewanie na węgiel kamienny na około 1,7 mln.

Na rys. 3 i 4 przedstawiono wyniki obliczeń symulacji kosztów ogrzewania domu jednorodzinnego o powierzchni ogrzewanej 160 m², przy założeniu trzech wartości współczynnika zapotrzebowania na ciepło, wynoszących odpowiednio: 180 kWh/m²/rok dla domu starszego typu bez ocieplenia, 140 kWh/m²/rok dla budynku starszego ocieplonego i 100 kWh/m²/rok dla nowych budynków. Przyjęto koszty roczne gazu według taryfy W-3 PGNiG według stawek obowiązujących w 2018 r. Kaloryczność węgla przyjęto na poziomie 24 MJ/kg. Ponadto przyjęto, że system grzewczy służy do wytwarzania ciepłej wody użytkowej o temperaturze 40°C dla 4 mieszkańców w ilości 40 l dziennie na osobę. Straty postojowe zbiornika ciepłej wody oszacowano na 20% oraz przyjęto, że domownicy korzystają z ciepłej wody użytkowej przez 340 dni w roku.



Rys. 3. Porównanie średniego kosztu ogrzewania 1 m³ powierzchni domu jednorodzinnego przy zastosowaniu kotła węglowego tradycyjnego o sprawności 50% i kotła gazowego kondensacyjnego o sprawności 96% w zależności od wielkości zapotrzebowania budynku na ciepło



Rys. 4. Porównanie średniego kosztu ogrzewania 1 m³ powierzchni domu jednorodzinnego przy zastosowaniu nowoczesnego kotła węglowego o sprawności 70% i kotła gazowego kondensacyjnego o sprawności 96% w zależności od wielkości zapotrzebowania budynku na ciepło

Jak pokazują wyniki przeprowadzonej symulacji, w przypadku, gdy budynek wyposażony jest w kocioł węglowy tradycyjny (górnego spalania) o przyjętej sprawności 50% i jest wysoce energochłonny (konstrukcja starego typu bez ocieplenia), wymiana kotła na gazowy staje się opłacalna przy cenie węgla na poziomie około 760 zł za tonę. Jeżeli przeprowadzona zostanie pełna termomodernizacja (z ociepleniem budynku), opłacalność takiego działania możliwa już jest przy cenie węgla wynoszącej nieco poniżej 600 zł za tonę (rys. 3). Mając kotłownię domową wyposażoną w kocioł węglowy retortowy o sprawności 70%, w budynku o nowoczesnej konstrukcji, wymiana kotła na gazowy w rozpatrywanym modelu jest opłacalna przy cenie węgla równej około 1200 zł za

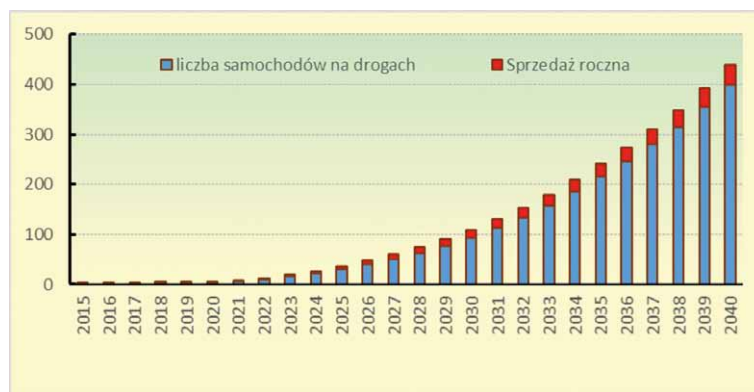
tonę. Natomiast w przypadku budynków starszych ocieplonych lub bez ocieplenia kocioł gazowy staje się korzystniejszy od węglowego retortowego przy cenie tony węgla wynoszącej około 1100 zł. Przedstawiona symulacja pokazuje wyraźnie, że przy aktualnych cenach detalicznych węgla kamiennego inwestycja w wymianę kotła na gazowy jest całkowicie uzasadniona dla posiadaczy budynków starszych, zwłaszcza nieocieplonych i wyposażonych w tradycyjne kotły węglowe o niskiej sprawności. W świetle docierających informacji, że w wielu miejscach kraju węgiel dla odbiorców detalicznych oferowany jest w cenie sięgającej z kosztami transportu nawet 1300 zł, przejście na ogrzewanie gazowe może być korzystne nawet dla posiadaczy stosunkowo nowych budynków

i instalacji grzewczych. Sprzyja temu w znacznym stopniu walka ze smogiem i dotacje do modernizacji starych układów grzewczych. Warto tu dodać, że nawet w przypadku nowoczesnych kotłów węglowych utrzymanie małej emisji zanieczyszczeń wymaga wysokiej kultury użytkownika i stosowania paliwa wysokiej jakości, bez których efekt ekologiczny łatwo może zostać zaprzeczony, a co nie będzie miało miejsca w przypadku instalacji gazowych.

W odniesieniu do emisji CO₂ można stwierdzić, że w rozpatrywanej symulacji ogrzewanie węglowe domu jednorodzinnego generuje od około 8,3 do 19,8 ton tego gazu rocznie, w zależności od typu kotła i wielkości zapotrzebowania budynku na ciepło, podczas gdy emisja CO₂ z ekwiwalentnej ilości gazu ziemnego wynosi od około 3,9 do 6,6 tony na rok. Wymiana ogrzewania węglowego na gazowe w przeprowadzonej symulacji zapewnia redukcję emisji CO₂ w wielkości od około 4,4 do 13,2 ton w zależności od rodzaju wymienianego pieca i spadku zapotrzebowania na energię w wyniku docieplenia budynku. Przyjmując średnią wartość redukcji emisji CO₂ z tytułu konwersji systemu grzewczego w budynku jednorodzinnym na poziomie 8 ton/rok i zakładając, że rosnące ceny węgla zachęciłyby 1,5 mln właścicieli gospodarstw domowych do wymiany ogrzewania z węglowego na gazowe, można spodziewać się ograniczenia emisji CO₂ o 12 mln ton rocznie. Jednocześnie nastąpi znaczący wzrost zapotrzebowania na gaz ziemny w wysokości około 3,9 mld m³ i spadek zapotrzebowania na węgiel kamienny o około 9,5 mln ton.

4. Rozwój elektromobilności w Polsce

Udział samochodów o napędzie elektrycznym w całkowitym wolumenie sprzedaży nowych samochodów na świecie szybko rośnie. Dotyczy to również Polski, gdzie niezależnie od uwarunkowań polityczno-gospodarczych, które mogą wspierać lub spowalniać ten proces, ilość pojazdów o napędzie elektrycznym poruszających się po drogach będzie wzrastała. Według analiz Bloomberg New Energy Finance [9] do roku 2040 35% rocznie sprzedawanych



Rys. 5. Prognoza sprzedaży i liczby samochodów o napędzie elektrycznym na świecie według Bloomberg New Energy Finance [9]

samochodów osobowych będą stanowiły jednostki elektryczne, a ilość tych samochodów poruszających się na świecie przekroczy 400 mln sztuk w stosunku do około 2 mld ich całkowitej liczby, co zilustrowano na rys. 5.

Realne zużycie energii przez samochody elektryczne oszacowano na podstawie testu przeprowadzonego latem 2018 r. przez hiszpański portal coches.net, którego wyniki zostały zaprezentowane przez magazyn „Auto Świat” [10]. Wybrane parametry samochodów oraz wyniki testów przedstawiono w tabeli 2.

Z punktu widzenia obciążenia sieci elektroenergetycznej istotna jest moc, z jaką odbywa się ładowanie akumulatorów. W tabeli 1 podano czasy pełnego ładowania przy użyciu standardowych ładowarek sieciowych o mocy 2,2 kW prądu jednofazowego oraz prądu trójfazowego o mocy 6,6 kW (Kia Soul Electric, Nissan Leaf i BMW I3) lub 7,4 kW (pozostałe modele samochodów).

W odniesieniu do eksploatacji samochodów elektrycznych wykorzystano wyniki ankiety przeprowadzonej przez Santander Bank [11], według której 71% przejeżdża rocznie do 20 tys. km, a tylko 11% więcej niż 50 tys. km. Założono, że spośród około 14,6 mln samochodów osobowych nie będą zainteresowani wymianą na samochody o napędzie elektrycznym ci kierowcy, którzy przejeżdżają rocznie bardzo małe dystanse – do 10 tys. km – ze względu na brak możliwości zwrotu inwestycji w droższy od tradycyjnego pojazd oraz tacy, którzy przejeżdżają bardzo dużo – powyżej 70 tys. km – dla których dużym

utrudnieniem byłaby konieczność częstego ładowania samochodów elektrycznych w ciągu dnia, w czasie długich przejazdów.

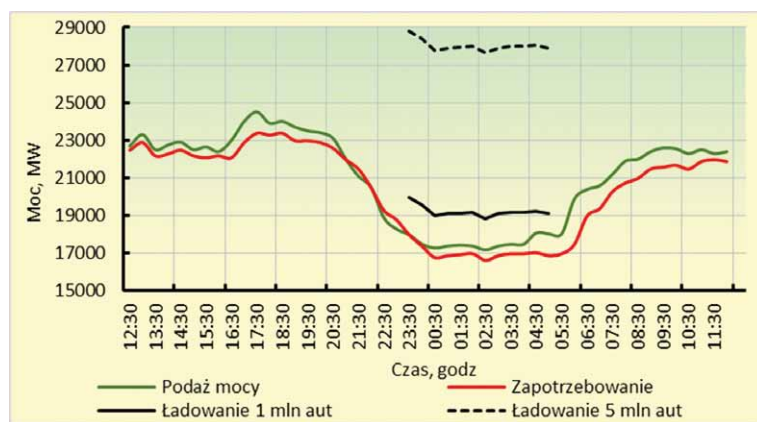
W ten sposób pozostaje grupa użytkowników samochodów osobowych licząca około 10,2 mln osób, dla których wymiana samochodu na jednostki elektryczne może być opłacalna i nie stwarzać trudnień w codziennej eksploatacji (wystarczające będzie jedynie nocne ładowanie). Jest to rynek wystarczający dla realizacji rządowego Planu Rozwoju Elektromobilności, zakładającego osiągnięcie liczby 1 mln pojazdów elektrycznych do 2025 r. [12], jak i dla prognozy światowej, według której w Polsce mogłoby być 5 mln takich aut do roku 2040 [9].

Przy powyższych założeniach w godzinach nocnych nastąpi wzrost obciążenia krajowej sieci elektroenergetycznej o 2200 MW w przypadku obecności 1 mln osobowych samochodów elektrycznych i aż o 11 GW w przypadku 5 mln takich pojazdów. Zmiany obciążenia sieci elektroenergetycznej przedstawiono, na przykładowym przebiegu dobowego jej obciążenia, na rys. 6. O ile zapotrzebowanie na energię elektryczną generowane przez 1 mln samochodów elektrycznych, zwiększy nocny pobór energii do poziomu leżącego poniżej średniej dobowej, to w bardziej oddalonej przyszłości, przy 5 mln samochodów elektrycznych zapotrzebowanie na moc znacznie przekroczy aktualne maksimum i osiągnie w przybliżeniu wartość odpowiadającą 25% całkowitej mocy zainstalowanej obecnie w polskich

Tabela 2. Wybrane parametry i wyniki jazdy testowej samochodów elektrycznych według [10]

Model	Pojemność baterii [kWh]	Czas ładowania [godz] zależnie od mocy		Zasięg w teście miejskim [km]	Zużycie energii [kWh/100 km]	Emisja CO ₂ kg/100 km*
		2,2 kW I-f	III-f.			
Nissan Leaf	40	19,5	7,0	227	16,3	12,73
Renault ZOE 40	41	19,0	6,0	284	14,6	11,40
Opel Ampera-E	60	26,0	5,0	377	16,1	12,57
Tesla model X	100	48,0	15,0	400	23,4	18,27
Jaguar I-Pace	90	43,5	13,5	313	27,5	21,48
Kia Soul El.	30	15,3	5,5	218	13,6	10,62
BMW i3	33,2	14,0	3,0	231	14,8	11,56

* obliczenie własne



Rys. 6. Obciążenie krajowej sieci elektroenergetycznej przy masowym nocnym ładowaniu samochodów elektrycznych standardowymi ładowarkami jednofazowymi o mocy 2,2 kW (obliczenie własne wg [12])

elektrowniach (por. tabela 1). Dla zobrazowania wielkości poboru mocy przy masowej eksploatacji samochodów elektrycznych można dodać, że moc 2200 MW odpowiada mocy zainstalowanej dwóch przeciętnych spośród 18 głównych polskich elektrowni zawodowych (np. elektrownie Turów i Skawina) [13, 14].

Według przeprowadzonej analizy [15], średni dzienny przebieg samochodu elektrycznego w polskich warunkach wyniesie około 35 km, co przy średnim zużyciu energii wynoszącym około 16 kWh/100 km daje dobowe zużycie energii wynoszące około 5 kWh. W skali jednego miliona samochodów powstanie więc dodatkowe zapotrzebowanie na około 5 GWh na dobę energii elektrycznej, dla której wytworzenia niezbędne będzie (przy aktualnym udziale węgla w miksie energetycznym) spalanie

około 2200 ton węgla kamiennego, co przekłada się na wzrost rocznego zapotrzebowania na energetyczny węgiel kamienny w ilości 0,8 mln ton. W scenariuszu zakładającym użytkowanie 5 mln samochodów elektrycznych podane wskaźniki będą oczywiście pięciokrotnie wyższe i w rezultacie zapotrzebowanie na węgiel kamienny energetyczny wzrośnie o 3,2 mln ton rocznie.

Pod względem emisyjności samochody elektryczne odzwierciedlają emisyjność przemysłu elektroenergetycznego. Zgodnie z danymi w tabeli 2 wymienione w niej modele samochodów elektrycznych w warunkach polskich, tj. w oparciu o wskaźniki KOBiZE [2], emitować będą od około 10,6 do 21,5 kg CO₂/100 km. Porównanie emisji samochodów elektrycznych z wyposażonymi w silniki spalinowe jest trudne z uwagi na szeroki zakres dostępnych

wersji silnikowych samochodów i znaczny stopień uzależnienia rzeczywistego spalania od warunków eksploatacji i stylu jazdy kierowcy. Dla podanych w tabeli 2 modeli wybrano ekwiwalentne, adekwatne do wielkości silników benzynowych i odpowiadające im zużycie paliwa w zakresie od 7 (Renault) do 10 (Tesla i Jaguar) litrów benzyny na 100 km. Następnie przyjęto, że spalanie jednego litra benzyny powoduje emisję 2,33 kg CO₂, natomiast jej produkcji towarzyszy emisja 0,46 kg CO₂ [16]. Pominięto natomiast emisję CO₂ związaną z produkcją samochodów, ponieważ polski rynek samochodowy opiera się głównie na imporcie.

Na podstawie szacunkowej analizy [15] ustalono, że wielkość emisji CO₂ dla przeciętnego samochodu osobowego będzie o około 10 kg CO₂/100 km mniejsza przy napędzie elektrycznym niż benzynowym (samochód elektryczny – przeciętnie 13,58 kg CO₂/100 km, z silnikiem benzynowym – 23,79 kg CO₂/100 km). W skali masowej, przy eksploatacji jednego miliona samochodów osobowych, emisja CO₂ ze spalania paliw kopalnych zmniejszyłaby się o około 1,22 mln ton, a przy 5 mln samochodów odpowiednio o 6,1 mln ton w ciągu roku.

5. Podsumowanie

Rosnące ceny węgla kamiennego sprawiają, że ten dotychczas najczęściej stosowany sposób ogrzewania gospodarstw domowych niekorzystających z ciepła sieciowego może być stopniowo wypierany przez kotłownie gazowe. Sprzyjają temu także dodatkowe czynniki, przede

wszystkim możliwość uzyskania dopłat w ramach programów walki ze smogiem. Odchodzenie od ogrzewania węglowego w gospodarstwach domowych może spowodować spadek popytu na węgiel o blisko 10 mln ton przy jednoczesnym wzroście popytu na gaz ziemny w ilości blisko 4 mld m³ rocznie. Proces ten może być w toku, gdyż pomiędzy rokiem 2015 a 2017 zużycie gazu w Polsce wzrosło z 15 mld m³ do 17 mld m³, i dotyczyć może także kotłowni innych niż domowe.


Elektromobilność jest na razie jeszcze wizją przyszłości, jednak spadek cen samochodów elektrycznych (przede wszystkim baterii do nich) powoduje, że w ciągu najbliższych lat obecność znaczącej liczby samochodów osobowych znajdzie swoje odbicie w wyraźnym wzroście zapotrzebowania na energię elektryczną. Może to stanowić problem dla sektora elektroenergetycznego, który już w tej chwili musi stawiać czoła wzrostowi zapotrzebowania na energię elektryczną przy jednoczesnej konieczności inwestycji odtworzeniowych związanych z wiekiem i stanem technicznym wielu starszych elektrowni.

Znaczny spadek liczby gospodarstw domowych ogrzewanych węglem kamiennym spowoduje istotny spadek emisji CO₂ (nawet o 12 mln ton na rok), natomiast rozwój elektromobilności, z uwagi na oparcie produkcji energii elektrycznej na węglu, nie będzie

powodował istotnego obniżenia emisji tego gazu.

Literatura

- [1] Global Carbon Atlas ([http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO₂-emissions](http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions)).
- [2] Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami 2018: Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej.
- [3] Imperial College London & E4Tech 2018: Energy Revolution: A Global Outlook. Contribution to COP24 debate.
- [4] Polskie Sieci Elektroenergetyczne – Raporty za rok 2017 (<https://www.pse.pl/dane-systemowe/funkcjonowanie-rb/raporty-roczne-z-funkcjonowania-kse-za-rok/raporty-za-rok-2017>).
- [5] Główny Urząd Statystyczny 2013: Zamieszkane budynki – Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011.
- [6] Główny Urząd Statystyczny 2017: Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2015 r.
- [7] Główny Urząd Statystyczny 2018: Zużycie paliw i nośników energii w 2017 r.
- [8] SZLUGAJ-STALA K.: *Analiza sektora drobnych odbiorców węgla kamiennego*. „Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal” tom 20, zeszyt 3, 2017.
- [9] Bloomberg Energy Finance: Electric Vehicle Outlook 2018 ([http:// https://bnef.turtl.co/story/evo2018](http://https://bnef.turtl.co/story/evo2018)).
- [10] <https://www.auto-swiat.pl/testy/sprawdzamy-realny-zasieg-samochodow-elektrycznych/6l5qstn>
- [11] <https://www.motofakty.pl/arttykul/galeria/polski-kierowca-300-zl-miesiecznie-na-paliwo-i-20-tys-km-pokonanych-rocznie/2.html>
- [12] Ministerstwo Energii 2016: Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce.
- [13] <https://rynek-energii-elektrycznej.cire.pl/st,33,200,tr,67,0,0,0,0,elektrownie-w-polsce.html>.
- [14] https://pl.wikipedia.org/wiki/Lista_elektrowni_w_Polsce.
- [15] PLEWA F., STROZIK G.: *Energy and environmental implications of electromobility implementation in Poland*. Konferencja Naukowa „Górnictwo Zrównoważonego Rozwoju”, Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, Gliwice 2018.
- [16] ROMARE M, DAHLÖF L.: *The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries*. IVL Swedish Environmental Research Institute, Stockholm, Sweden 2017.

 Franciszek Plewa, Grzegorz Stozik
Politechnika Śląska w Gliwicach