umo liwia ocen rodowiskow cyklu ycia energii elektrycznej. Analizy wykonano zgodnie z wytycznymi ISO 14040:2006 i ISO 14044:2006, przy u yciu oprogramowania SimaPro z baz danych Ecoinvent.

Celem pracy by›a ocena wp›ywu na rodowisko ›adowania akumulatorów elektrycznych autobusów miejskich w krajach Unii Europejskiej. Zakres pracy obejmowa› przeprowadzenie analizy aktualnej i prognozowanej struktury ród› energii elektrycznej oraz analiz rodowiskow z uwzgl dnieniem emisji gazów cieplarnianych. W celach porównawczych wszystkie analizy zosta›y odniesione do tej samej jednostki funkcjonalnej (FU „ *Functional Unit*) wynosz cej 100 km. Do przeprowadzenia oceny oddzia›ywania na rodowisko ›adowania elektrycznych autobusów miejskich zastosowano metod IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), która zosta›a opracowana przez Mi dzyrz dowy Zespó› ds. Zmian Klimatu (IPCC 2013). Metoda IPCC s›u y do oceny emisji gazów cieplarnianych w ca›ym cyklu ycia produktu oraz umo liwia wyliczenie wska nika na podstawie potencja›u tworzenia efektu cieplarnianego GWP (Global Warming Potential).

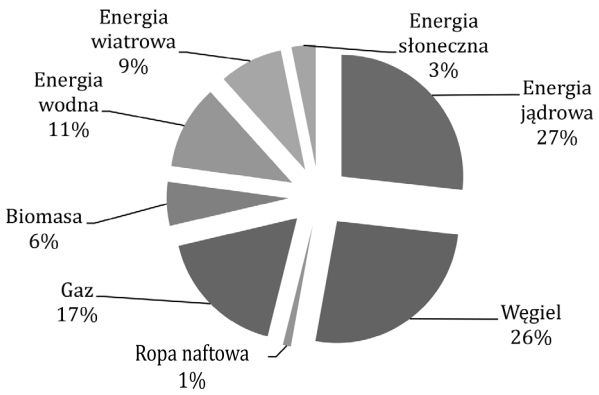
Rezultaty i dyskusja wyników

Analiza sieci elektroenergetycznej w pa stwach cz›onkowskich UE

Na podstawie danych z raportu dotycz cego wytwarzania energii elektrycznej w krajach UE, sporz dzonego przez Politechnik Ate sk dla Komisji Europejskiej (REF2016), zestawiono liczb poszczególnych ród› energii w 28[1] krajach Unii Europejskiej. Udzia› poszczególnych ród› energii dla ca›ej Unii Europejskiej w kolejnych latach analizy przedstawiono na rysunkach 1…4.

Rysunek 1

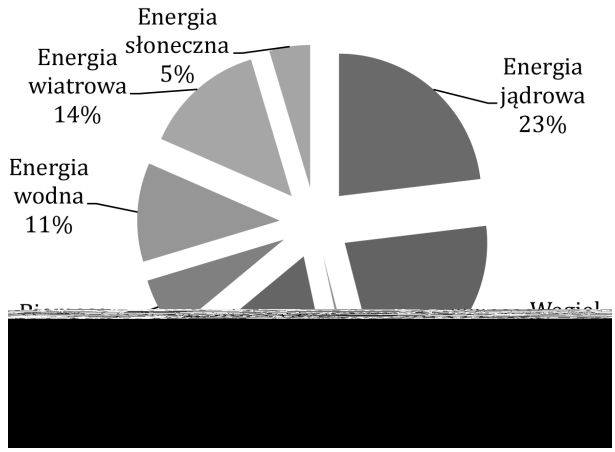
Udzia› ród› energii w wytwarzaniu energii elektrycznej w UE w 2015 r.



ród›o: The International Energy Agency, 2016.

Rysunek 2

Udzia› ród› energii w wytwarzaniu energii elektrycznej w UE. Prognoza na 2020 r.



ród›o: jak rysunku 1.

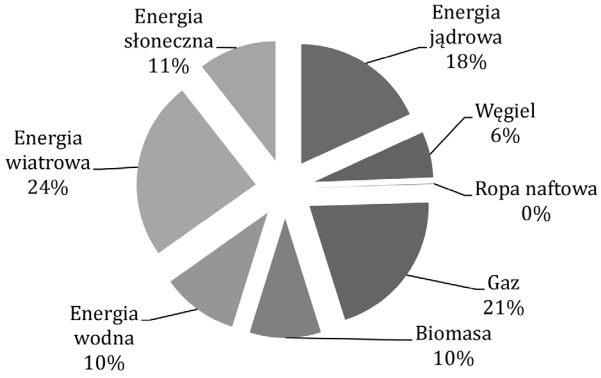
Rysunek 3

Udzia› ród› energii w wytwarzaniu energii elektrycznej w UE. Prognoza na 2030 r.

ród›o: jak rysunku 1.

Jak wida na rysunkach 1…4, udzia› poszczególnych ród› energii w wytwarzaniu energii elektrycznej w UE ulega w kolejnych latach znacz cym zmianom. W roku 2015 najwi kszy udzia› w wytwarzaniu energii elektrycznej mia›y elektrownie j drowe (27%), w glowe (26%) oraz w mniejszym stopniu gazowe (17%), natomiast udzia› odnawialnych ród› energii by› na bardzo niskim poziomie. W roku 2020 udzia› elektrowni j drowych (23%) oraz w glowych (23%) zmniejszy si o kilka procent. Udzia› elektrowni gazowych pozostanie na tym samym poziomie (17%), natomiast zauwa alna jest tendencja wzrostowa udzia›u ród› odnawialnych, takich jak energia

Rysunek 4
Udzia› ród e› energii w wytwarzaniu energii elektrycznej w UE. Prognoza na 2050 r.



ród›o: jak rysunku 1.

wodna (14%) czy s›oneczna (5%). Prognozy na rok 2030 pokazuj dalsze zmniejszenie udzia›u elektrowni w glowych (16%) przy wzro cie wykorzystania energii wiatrowej (17%) oraz s›onecznej (7%). Udzia› elektrowni wykorzystuj cych biomas równie ma si zwi kszy do 8%. W prognozach na rok 2050 zdecydowanie wida zmniejszenie udzia›u elektrowni w glowych (6%). W wi kszo ci zostanie on zast piony energi z elektrowni wiatrowych (24%). Nieznacznie wzro nie wykorzystanie elektrowni gazowych (21%), elektrowni zasilanych biomas (10%) oraz energi s›oneczn (11%). Wed›ug prognoz w ci gu 30 lat od chwili obecnej wykorzystanie elektrowni w glowych, emituj cych najwi cej gazów cieplarnianych, ulegnie zdecydowanemu zmniejszeniu na rzecz odnawialnych ród› energii.

Wykonano równie analiz ród› energii wykorzystywanych do wytwarzania energii elektrycznej we wszystkich krajach UE w latach 2015…2050. Analizuj c ród›a energii elektrycznej w strukturze miksu energetycznego poszczególnych krajów Unii Europejskiej w roku 2015, stwierdzono, i w wielu z nich dominuj cy udzia› w wytwarzaniu energii elektrycznej mia› w giel (Polska, Czechy, Bu›garia, Estonia, Niemcy, Grecja). Je li chodzi o ród›o energii, jakim jest w giel, najwy szy udzia› odnotowano dla Polski (85%) oraz Estonii (80%). Ciekawymi przypadkami s niewielkie kraje, takie jak Cypr czy Malta, których energetyka bazuje na ropie naftowej. W roku 2015 najwy szy udzia› w wykorzystaniu energii j drowej do wytwarzania energii elektrycznej mia›a Francja (76%), wysokie udzia›y mia›y równie W gry (54%) oraz S›owacja (54%). Ropa naftowa do wytwarzania energii elektrycznej by›a wykorzystywana w UE w niewielkim stopniu poza Malt (92%) oraz Cyprem (89%), gdzie energia elektryczna jest pozyskiwana g›ównie z tego ród›a. Najwi kszy udzia› energii z gazu ziemnego mia›y Luksemburg (83%) oraz Holandia (53%) i Irlandia (47%). Biomasa by›a wykorzystywana przede wszystkim w Finlandii (19%), na Litwie (13%) oraz w Danii (12%). Energia wodna mia›a najwi kszy udzia› w wytwarzaniu energii elektrycznej w Austrii (69%), Chorwacji i •otwie (52%) oraz w Szwecji (45%). Energia wiatrowa mia›a najwi kszy udzia› w Danii (43%), wysokie udzia›y mia›y równie Irlandia oraz Portugalia (23%). Energia s›oneczna w ca›ej Europie w 2015 r. by›a wykorzystywana w niewielkim stopniu, jednak najcz ciej korzystano z niej we W›oszech (8%) oraz w Grecji i na Malcie (7%).

Nast pnie dokonano analizy prognoz dotycz cych kszta›towania si udzia›u ród› energii w krajach Unii Europejskiej w roku 2020. W przypadku energii j drowej nadal najwy szy udzia› b dzie mia›a Francja (66%), wysoki „ równie S›owacja (60%), Belgia (48%) oraz W gry (45%). Energia pozyskiwana z w gla w dalszym ci gu b dzie najintensywniej wykorzystywana w Polsce oraz Estonii (80%). Du e zmiany prognozowane s dla wykorzystania ropy naftowej „ w 2020 r. najwi kszy udzia› przewidziano dla Grecji (9%). Malta i Cypr, których energetyka bazowa›a g›ównie na ropie, maj przej na korzystanie z gazu, odpowiednio 86% dla Malty i 70% dla Cypru. Kraje te maj w najwi kszym stopniu korzysta z energii z gazu ziemnego, obok Luksemburga (70%) i Litwy (67%). Biomasa do wytwarzania energii elektrycznej b dzie wykorzystywana najcz ciej w Danii (27%), wysoki udzia› prognozuje si równie dla Finlandii (15%). Najwi kszy udzia› energii wodnej w wytwarzaniu energii elektrycznej prognozowany jest dla Austrii (60%), •otwy (48%) oraz Chorwacji (45%). Z energii wiatrowej w najwi kszym stopniu korzysta maj Dania (50%) oraz Irlandia (35%). Najwi kszy udzia› energii s›onecznej b d mia›y Malta (13%) i Cypr (12%).

Zgodnie z prognozami sporz dzonymi na 2030 r. najwi kszy udzia› energii j drowej w wytwarzaniu energii elektrycznej b d mia›y W gry (82%), a tak e S›owacja (77%) oraz Litwa (65%). Energia pozyskiwana z w gla w dalszym ci gu b dzie mie najwi ksze zastosowanie w Estonii (73%) oraz w Polsce (65%). Ropa naftowa b dzie wykorzystywana tylko w niewielkim stopniu, najwi cej w Portugalii (3%). Najwi kszy udzia› energii z gazu nadal b dzie przypada na Malt (87%), Luksemburg (77%) oraz Cypr (70%). Biomasa nadal ma by stosowana g›ównie w Danii (24%) z istotnym udzia›em równie w takich krajach jak Finlandia (15%) i Wielka Brytania (14%). Wysoki procent wykorzystania elektrowni wodnych przewidywany jest dla Austrii (56%), Chorwacji (45%) oraz •otwy (42%). Wida wzrost wykorzystania elektrowni wiatrowych, gdzie najwi kszy udzia› ma Dania (56%), du y udzia› prognozowany jest tak e dla Irlandii (36%) oraz Portugalii (32%). Zauwa-

alny wzrost wykorzystania elektrowni s›onecznych przewiduje si dla krajów takich jak Cypr (18%), Grecja i Hiszpania (po 17%) oraz Malta (13%).

Prognozy na 2050 r. dotycz ce kszta›towania si udzia›u ród› energii w wytwarzaniu energii elektrycznej w krajach UE wykaza›y zauwa alny spadek wykorzystania energii j drowej we wszystkich krajach Unii, w których energia ta by›a wcze niej wykorzystywana. Dla kraju takiego jak Polska przewiduje si , e energia j drowa b dzie alternatyw dla elektrowni w glowych. Najwi kszy procent wykorzystania elektrowni j drowych w 2050 r. jest przewidywany dla S›owacji (59%), W gier (58%) oraz Czech (54%). Warto w tym miejscu zaznaczy , i udzia› energii j drowej w wytwarzaniu energii elektrycznej we Francji zostanie zredukowany do 39% na rzecz odnawialnych ród› energii. Przewidywany jest znaczny spadek wykorzystania elektrowni w glowych. Najwi kszy ich udzia› przewiduje si dla Polski (26%), a nast pnie dla Bu›garii i Niemiec (21%). Ropa naftowa ma nie by u ywana do wytwarzania energii elektrycznej. Wykorzystanie elektrowni gazowych zdecydowanie wzro nie na terenie ca›ej Unii. Najwy sze prognozuje si dla Luksemburga (82%) i Malty na (78%). Wysoki wska nik wykorzystania gazu b d tak e mia›y Belgia (59%) i Cypr (58%). Biomasa do zasilania elektrowni ma by w najwi kszym stopniu wykorzystywana w Estonii (25%), Finlandii (25%) oraz Danii (22%). Elektrownie wodne w wi kszo ci b d wykorzystywane w Austrii (51%). Znaczny ich udzia› wida te w Chorwacji i Portugalii (37%). Podstaw energetyki Unii Europejskiej maj by elektrownie wiatrowe. Najwi kszy ich udzia› ma by notowany w Danii (56%), Irlandii (49%) oraz Estonii (42%). Elektrownie s›oneczne najwi ksze wykorzystanie znajd w krajach takich jak Hiszpania (33%), Grecja (28%) oraz Cypr (26%).

Analizuj c prognozy dotycz ce kszta›towania si energetyki w kolejnych latach, stwierdzono, e we wszystkich pa stwach Unii Europejskiej energetyka bazuj ca na paliwach kopalnych ma by stopniowo zast powana ród›ami odnawialnymi, g›ównie elektrowniami wiatrowymi. Co ciekawe, w krajach, w których ju teraz rozwini ta jest energetyka oparta na elektrowniach j drowych (np. we Francji), wykorzystanie tych elektrowni w kolejnych latach b dzie mala›o na rzecz elektrowni wiatrowych. Istotny jest fakt, i w krajach, w których nie ma elektrowni j drowych, takich jak Polska czy Litwa, te w›a nie elektrownie s brane pod uwag jako alternatywa dla zmniejszenia udzia›u w gla (Polska) czy gazu (Litwa) w energetyce.

Analiza emisji gazów cieplarnianych w transporcie publicznym

Na podstawie wyników analiz udzia›u poszczególnych ród› energii w wytwarzaniu energii elektrycznej w krajach Unii Europejskiej oraz analiz dotyczcych emisji gazów cieplarnianych dla ka dego ze ród› energii oszacowano wielko emisji gazów cieplarnianych (GHG) autobusów elektrycznych w ka dym z 28 krajów Unii Europejskiej. W celu dokonania oblicze emisji gazów cieplarnianych autobusów elektrycznych opracowano wzór (1). Danymi niezb dnymi do oblicze emisji GHG dla autobusów elektrycznych (w jednostce g CO_2 eq/100km) by›y: udzia› procentowy poszczególnych ród› energii dla ka dego kraju Unii Europejskiej dla wszystkich lat uwzgl dnionych w analizach ($U_{źr}$), warto emisji poszczególnego ród›a ($GHG_{źr}$) (wyra ona w g CO_2 eq/kWh) dla ka dego ród›a energii oraz zu ycie energii do ›adowania akumulatora w autobusie na 100 km (FU).

$$GHG_{autobusu} = (GHG_{źr\,1-8} * U_{źr\,1-8}) * E_{autobusu}, \quad (1)$$

gdzie:

$GHG_{autobusu}$ „ emisja gazów cieplarnianych generowanych przez autobus, g CO_2 eq/100km;

$GHG_{źr\,1...8}$ „ emisja gazów cieplarnianych z wytwarzania 1kWh dla poszczególnych ród› energii, g CO_2 eq/kWh;

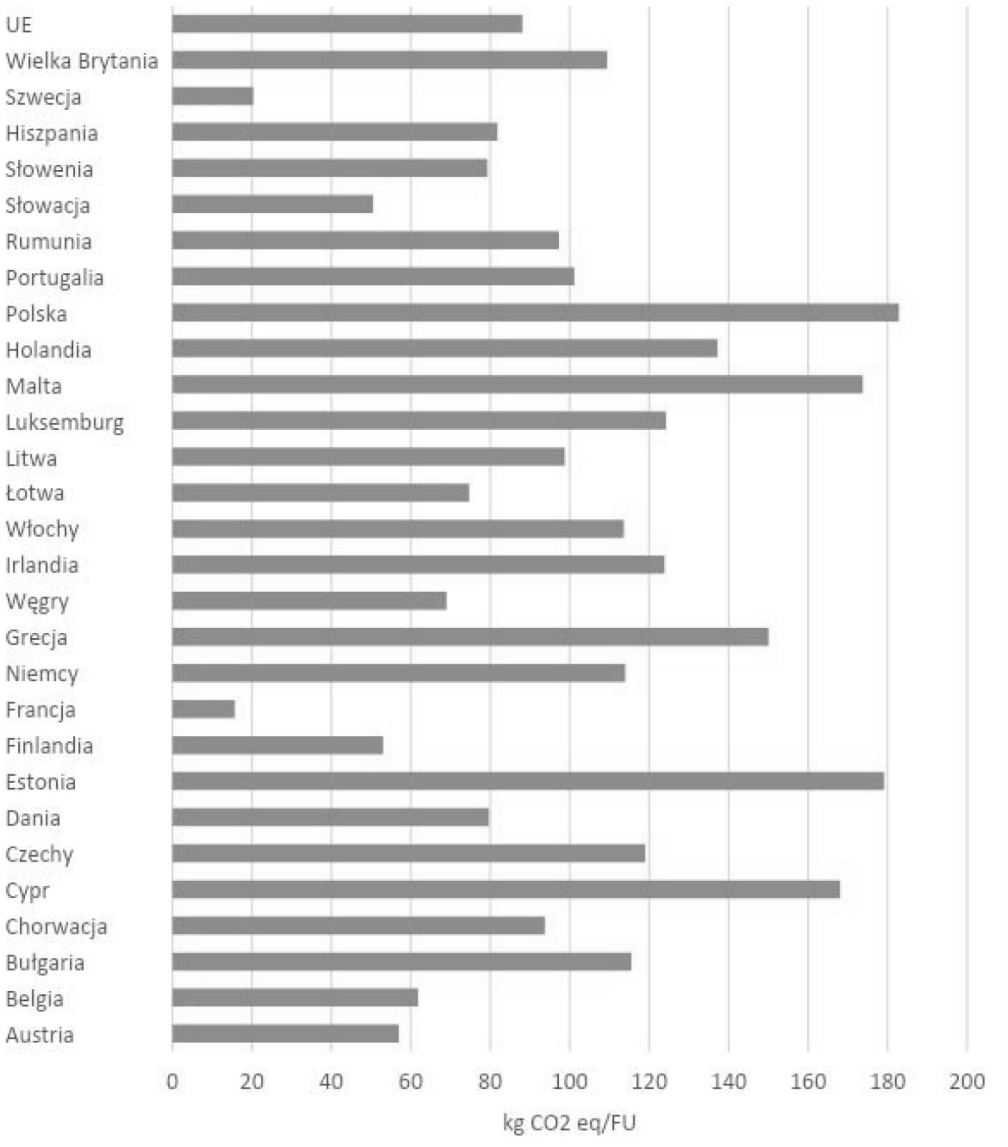
$U_{źr\,1...8}$ „ procentowy udzia› ród›a energii w miksie energetycznym danego kraju UE;

$E_{autobusu}$ „ zu ycie energii elektrycznej do ›adowania akumulatora w autobusie.

Na podstawie przeanalizowanych danych oraz wykorzystuj c wzór (1), wykonano obliczenia emisji gazów cieplarnianych w 28 krajach Unii Europejskiej, bior c pod uwag miks energetyczny ka dego z krajów stosowany do wytwarzania energii elektrycznej. Wyniki dla 2015 r. oraz prognozy na lata 2020, 2030 i 2050 przedstawiono na rysunkach 5…8.

Jak wida na rysunku 5, w 2015 r. najwy szy wska nik emisji gazów cieplarnianych elektrycznych autobusów miejskich wykazano dla Polski, natomiast najni szy dla Francji. Wynika to z faktu, e francuski miks energetyczny bazuje przede wszystkim na elektrowniach j drowych, dla których emisja gazów cieplarnianych jest na niskim poziomie. W Polsce natomiast energetyka bazuje na elektrowniach zasilanych w glem, st d tak wysoki wska nik emisji gazów cieplarnianych przy ›adowaniu elektrycznych autobusów. Podobnie wysoki wska nik emisji GHG wykazano dla Estonii, której energetyka równie opiera si na elektrowniach w glowych, oraz dla Malty, gdzie miks energetyczny bazuje na elektrowniach zasilanych rop naftow . Wielko emisji gazów cieplarnianych w tych ostatnich jest zbli ona do emisji w elektrowniach w glowych. Niski wska nik emisji GHG przy ›adowaniu elektrycznych autobusów miejskich wykazano dla

Rysunek 5
Emisja GHG zwi zana z ›adowaniem autobusów elektrycznych w krajach UE w 2015 r.



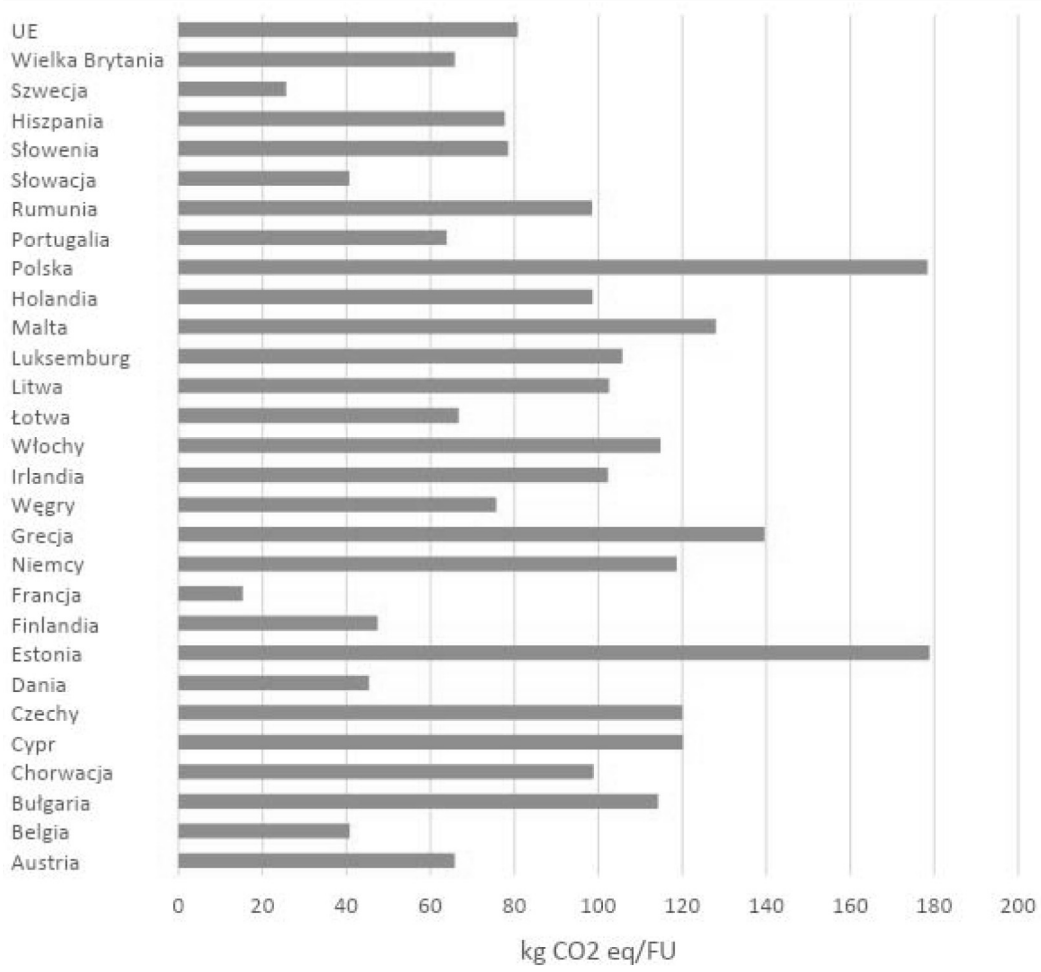
ród›o: opracowanie w›asne.

Szwecji. Wynika to z faktu, i wytwarzanie energii elektrycznej w tym kraju bazuje g›ównie na elektrowniach wodnych (45%) oraz j drowych (36%).

Na rysunku 6 przedstawiono prognoz emisji GHG zwi zanej z ›adowaniem miejskich autobusów elektrycznych na rok 2020. Tak jak w roku 2015 najni szymi wska nikami emisji GHG wykazuj si Francja i Szwecja, natomiast najwy szymi Estonia i Polska. Nale y jednak zaznaczy , i wska niki te ulegaj zmniejszeniu w wyniku redukcji wykorzystania elektrowni w glowych w energetyce na rzecz bardziej ekologicznych rozwi za , takich jak odnawialne ród›a energii. Tendencja ta jest obserwowana w wi kszo ci krajów Unii Europejskiej, w których wykorzystuje si elektrownie zasilane w glem.

Jak pokazano na rysunku 7, w roku 2030 przewidywane jest dalsze zmniejszanie wska ników emisji GHG przy ›adowaniu autobusów elektrycznych w wyniku odchodzenia od ród› energii emituj cych znaczne ilo ci gazów cieplarnianych, takich jak w giel czy ropa naftowa i zast powanie ich bardziej ekologicznymi, takimi jak gaz czy odnawialne ród›a energii (g›ównie elektrownie wiatrowe). W przypadku tych krajów, które charakteryzuj si najwy szymi wska nikami emisji GHG powodowanej przez autobusy elektryczne, czyli Polski i Estonii, wida konsekwentne d enia do ograniczenia zu ycia w gla w energetyce i zast powania go elektrowniami gazowymi oraz wiatrowymi. We Francji, gdzie wska nik takiej emisji jest najni szy, widocz-

Rysunek 6
Emisja GHG zwi zana z ›adowaniem autobusów elektrycznych w krajach UE. Prognoza na 2020 r.



ród›o: opracowanie w›asne.

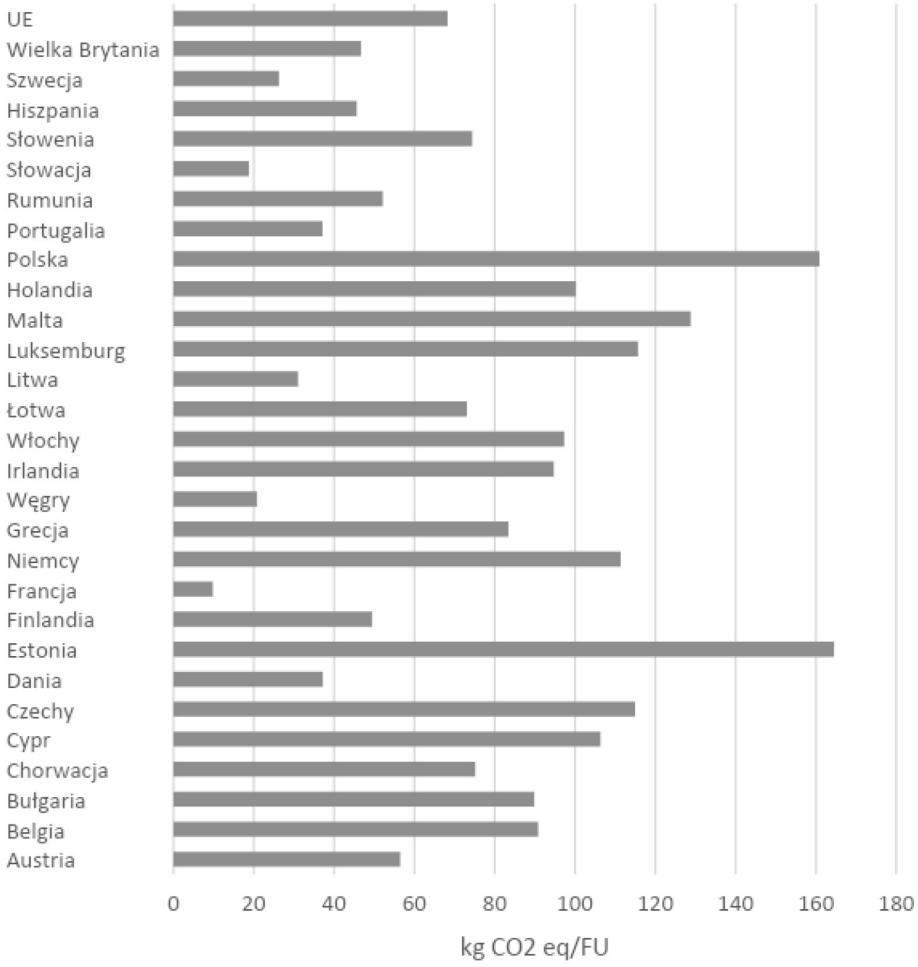
ne s tendencje do zast powania elektrowni j drowych elektrowniami korzystaj cymi ze ród› odnawialnych. Kraje takie jak S›owacja czy W gry uzyskuj zmniejszenie wska ników emisji poprzez stawianie na rozwój elektrowni j drowych, którymi zast puj elektrownie w glowe. Dania natomiast zmniejsza emisj GHG, rozwijaj c elektrownie wiatrowe i zasilane biomas , które zast puj te zasilane w glem.

Na rysunku 8, gdzie przedstawiono prognozy na rok 2050, wida zdecydowane zmniejszenie wska ników emisji GHG dla krajów, których energetyka bazowa›a na elektrowniach w glowych. W Polsce do tego czasu maj pojawi si elektrownie j drowe oraz ci gle ma post powa rozwój elektrowni wiatrowych. W Estonii, równie charakteryzuj cej si najwy szymi wska nikami emisji GHG przy ›adowaniu autobusów elektrycznych, uzyskano ich zmniejszenie przez rozwój elektrowni korzystaj cych z odnawialnych ród› energii oraz dalsze zast powanie elektrowni w glowych elektrowniami zasilanymi gazem i biomas .

Analiza porównawcza autobusu elektrycznego z autobusem z silnikiem spalinowym

Dodatkowo przeprowadzono analiz porównawcz emisji gazów cieplarnianych dla elektrycznych autobusów miejskich oraz emisji gazów cieplarnianych generowanej przez autobusy o konwencjonalnym nap dzie, zasilane silnikiem wysokopr nym klasy emisji Euro 5. Zgodnie ze wskazaniami literatury przedmiotu emisja GHG autobusu z silnikiem spalinowym kszta›tuje si na poziomie od 95,4 do 99,4 kg CO_2 eq/FU (Pielecha i in., 2016; eafo.eu). Na podstawie przeprowadzonych analiz wykazano, e w wielu krajach Unii Europejskiej, w tym w Polsce, u ytkowanie autobusu elektrycznego jest dzi bardziej szkodliwe dla rodowiska ni korzystanie z konwencjonalnego autobusu z silnikiem spalinowym. Jest to zwi zane z ›adowaniem akumulatorów z sieci elektroenergetycznej, w której g›ównym ród›em energii jest w giel. Z drugiej strony jednak, w wi kszej liczbie krajów

Rysunek 7
Emisja GHG zwi zana z ›adowaniem autobusów elektrycznych w krajach UE. Prognoza na 2030 r.



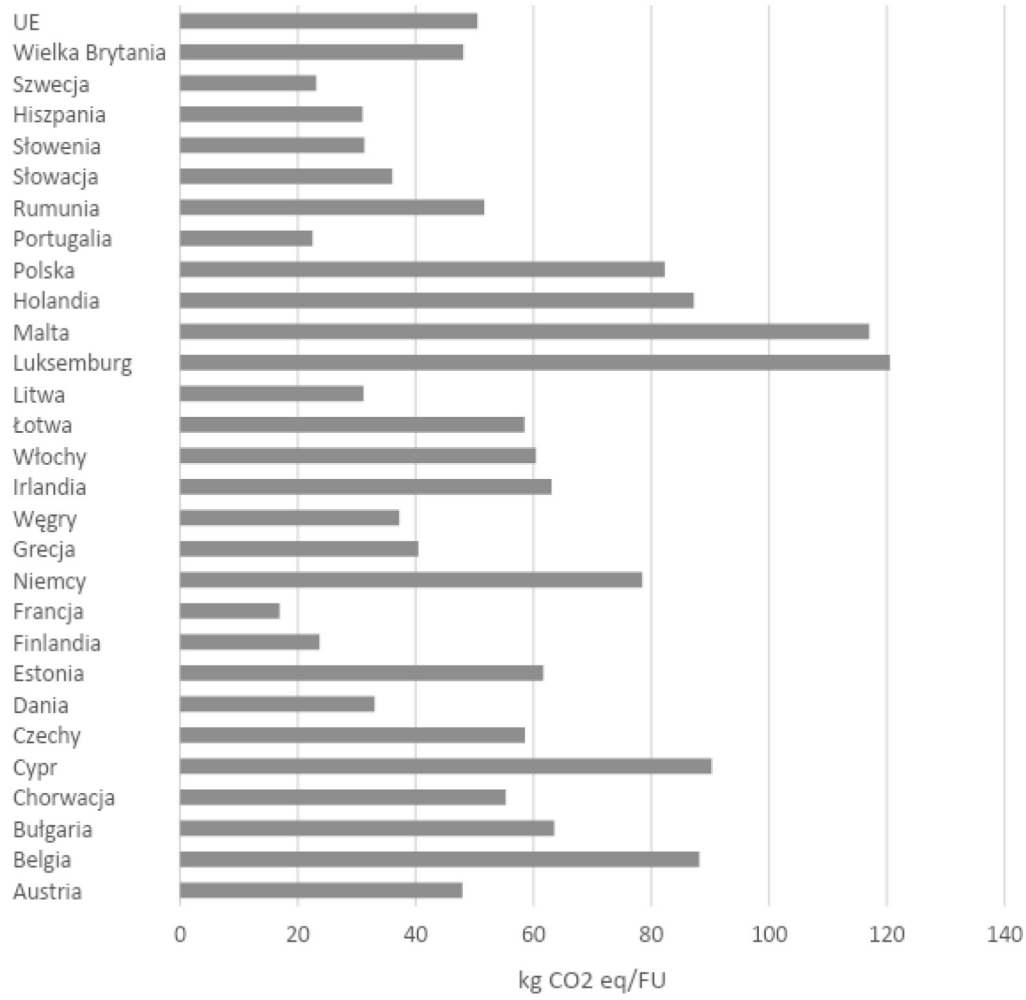
ród›o: opracowanie w›asne.

UE, gdzie energia elektryczna jest pozyskiwana z ekologicznych ród›, wymiana taboru z silnikiem spalinowym na tabor elektryczny przyniesie znaczne korzy ci dla rodowiska, na przyk›ad we Francji, Szwecji, S›owacji itd. Co wi cej, na podstawie przeprowadzonych prognoz zu ycia energii w poszczególnych krajach i zmian w miksach energetycznych krajów Unii Europejskiej, gdzie u ytkowanie autobusów elektrycznych b dzie stawa si coraz bardziej ekologiczne, mo na twierdzi , e wymiana taboru pojazdów spalinowych na elektryczne powinna odbywa si ju teraz. Prognoza na rok 2050 pokazuje, i prawie we wszystkich krajach Unii Europejskiej u ytkowanie autobusów elektrycznych b dzie mia›o znacznie mniejszy negatywny wp›yw na rodowisko, zwi zany z emisj gazów cieplarnianych, ni ma to miejsce w przypadku autobusów z silnikiem spalinowym.

Wnioski

W artykule dokonano analizy emisji gazów cieplarnianych zwi zanej z ›adowaniem autobusów elektrycznych w poszczególnych krajach Unii Europejskiej. Wykazano, i sektor transportu, b d cy jednym z g›ównych sektorów emituj cych najwi cej szkodliwych zanieczyszcze do atmosfery, musi zosta poddany zmianom. Ze wzgl du na wyczerpywanie si z›ó ropy naftowej, poszukiwane s ró ne zamienniki nap dów w transporcie drogowym. Alternatyw , która zyskuje najwi ksz popularno , jest nap d elektryczny. Najszybszy rozwój tego nap du mo na zaobserwowa w autobusowym transporcie miejskim. Zach ty stosowane przez Komisj Europejsk znacznie przyczyniaj si do poprawy ekologiczno ci transportu na terenie ca›ej Unii oraz rozwoju alternatywnych nap dów w transporcie drogo-

Rysunek 8
Emisja GHG zwi zana z ›adowaniem autobusów elektrycznych w krajach UE. Prognoza na 2050 r.



ród›o: opracowanie w›asne.

wym. Podobn funkcj pe›ni obostrzenia zniech caj ce do inwestowania w nap dy konwencjonalne.

Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, e w pa stwach, w których energetyka bazuje na energii j drowej b d na ród›ach odnawialnych, ›adowanie akumulatorów w miejskich autobusach elektrycznych charakteryzuje si najni szym wska nikiem emisji gazów cieplarnianych. Wykazano tak e, e przy aktualnym systemie energetycznym niektórych krajów nap d elektryczny nie jest bardziej ekologiczny od nap du konwencjonalnego, lecz w miar zachodzenia zmian, jakie wymusza Unia Europejska, miejskie autobusy elektryczne stan si przysz›o ci zrównowa onego transportu publicznego.

Przypisy/Notes

[1] Analiz prowadzono przed brexitem, a zatem uwzgl dniono w niej tak e Wielk Brytani .

Bibliografia/References

Borucka, A., Za› ski, •. (2017). Car-pooling w aspekcie zrównowa onego rozwoju transportu. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, (5), 51…64.

Boya, Z., Ye, W., Bin, Z., Renjie, W., Wenwei, K. (2016). Real-world performance of battery electric buses and their life-cycle benefits with respect to energy consumption and carbon dioxide emissions. *Energy*, *96*, 603…613. https://doi.org/10.1016/j.energy. 2015.12.041

Burchart-Korol, D. (2019). *The possibilities and challenges for application of life cycle assessment for support sustainable transport*. W: 8th Carpathian Logistics Congress. CLC 2018, November 3rd…5th 2018, Prague, Czech Republic. Conference proceedings. Ostrava: Tanger 157…163.

Burchart-Korol, D., Fol ga, P. (2019). Impact of road transport means on climate change and human health in Poland. *Promet-Traffic & Transportation*, (2), 195…204

Burchart-Korol, D., Jursova, D., Fol ga, P., Korol, J., Pustejovska, P., Blaut, A. (2018), Environmental life cycle assessment of electric vehicles in Poland and the Czech Republic. *Journal of Cleaner Production, 202*, 476…487. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.145

Cholewa, M. (2015). Planowanie gospodarki niskoemisyjnej „ proekologiczne rozwi zania w transporcie. W: J. Kulczyka (red.). *Społecznie odpowiedzialne zarządzania w teorii i praktyce*. Kraków: AGH.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/33/WE z dnia 23.04.2009 r. w sprawie promowania ekologicznie czystych i energooszcz dnych pojazdów transportu drogowego. Dz. Urz. UE, 15.05.2009 r.

Ercan, T., Tatari, O. (2015). A hybrid life cycle assessment of public transportation buses with alternative fuel options. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, (5), 1213…1232. https://doi.org/10.1007/s11367-015-0927-2

GUS (2019). Transport i › czno : Przewozy ›adunków transportem drogowym. Raport roczny. Warszawa: GUS.

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013). IPCC Fifth Assessment Report. *The Physical Science Basis*. Available online: http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/ (8.06.2019). https://doi.org/10.1080/01944363.2014.954464

ISO (2006). ISO 14040:2006 Environmental Management-Life Cycle Assessment-Principles and Framework; International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland. https://doi.org/10.1065/lca2005.03.001

ISO (2006). ISO 14044:2006 Environmental Management-Life Cycle Assessment-Requirements and Guidelines; International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland. https://doi.org/10.3403/30290345u

Jursova, S., Burchart-Korol, D., Pustejovska, P. (2019). Carbon footprint and water footprint of electric vehicles and batterie s charging in view of various sources of power supply in the Czech Republic. *Environments,* (38), 1…11. https://doi.org/10.3390/environments6030038

Kupczyk, A., M czy ska, J., Sikora, M., Gawron, J., Tucki, K. (2017). Stan obecny i przysz›o biopaliw wykorzystywanych w transp orcie Pa stw Cz›onkowskich w wietle regulacji prawnych UE. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, (10), 16…22.

Ku mi ski, J. (2016), *Miejskie Zakłady Autobusowe Warszawa: Autobusy niskoemisyjne w Warszawie*. 10 Konferencja naukowo techniczna miasto i transport. Warszawa, http://www.miastoitransport.il.pw.edu.pl/4_MIT2016.pdf

Morawska-Kolasi ska, K., Mazurkiewicz, G. (2018). Realizacja koncepcji zrównowa onego transportu na przyk›adzie eglugi ródl d owej na górnej •abie. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka,* (7), 155…167.

Pielecha, J., Magdziak, A., Markowski, J., Jasi ski, R. (2016). Ekologiczna ocena eksploatacyjna autobusów miejskich z zastosowaniem wybranych stabilizatorów do paliw. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, (12), 1289…1296.

The International Energy Agency. (2016). „ Data inventory of electricity generation mix, Energy Policies of IEA Countries „ EU2 8: Reference scenario National Technical University of Athens.

Usewicz, T. (2018). Bezpiecze stwo transportu morskiego w wietle strategii Unii Europejskiej w zakresie bezpiecze stwa morskiego . *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, (12), 1251…1261. www.eafo.eu/vehicles-and-fleet/m1 (4.09.2019).

Zalewski, W. (2016). *Rachunek kosztów działań w zarządzaniu przedsiębiorstwem transportu drogowego*. Toru : Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Miko›aja Kopernika. https://doi.org/10.33141/po.2018.12.03

Dr hab. in . Dorota Burchart-Korol, prof. P

W roku 1999 uko czy›a studia na Wydziale Organizacji i Zarz dzania Politechniki l skiej w Gliwicach. W 2014 r. uzyska›a stopie doktora habilitowanego w dyscyplinie in ynieria rodowiska w G›ównym Instytucie Górnictwa. Jest profesorem nadzwyczajnym na Wydziale Transportu i In ynierii Lotniczej Politechniki l skiej. Specjalno „ transport i in ynieria rodowiska.

Mgr in . Adam •amacz

W roku 2019 uko czy› studia na Wydziale Transportu Politechniki l skiej w Katowicach na kierunku Transport i Spedycja Drogowa. Od sierpnia 2019 r. pracuje na stanowisku m›odszego specjalisty ds. zakupów w firmie Valeo Electric and Electronic Systems w Czechowicach-Dziedzicach.

Dr hab. in . Dorota Burchart-Korol, prof. P

In 1999 she graduated from the Faculty of Organization and Management at the Silesian University of Technology in Gliwice. In 2014, she obtained the degree of habilitated doctor in the discipline of environmental engineering at the Central Mining Institute. She is an associate professor at the Faculty of Transport and Aviation Engineering of the Silesian University of Technology. Specialization „ transport and environmental engineering.

Mgr in . Adam •amacz

In 2019 he graduated from the Faculty of Transport at the Silesian University of Technology in Katowice on specialization Road Transport and Spedition. Since August 2019 he works as Junior Purchasing Specialist in Valeo Electric and Electronic Systems in Czechowice-Dziedzice.