

Yaroslav BEZYK, Izabela SÓWKA*

TRENDY I PROGNOZY EMISJI WYBRANYCH GAZÓW CIEPLARNIANYCH W EUROPIE

W artykule dokonano analizy sektorowych trendów emisji gazów cieplarnianych w Europie w okresie 1990–2020 z wykorzystaniem danych historycznych oraz wartości prognozowanych. Analiza obejmuje kierunki potencjalnych ograniczeń emisji gazów cieplarnianych w UE przy zastosowaniu konkretnych rozwiązań technologicznych i strategii adaptacyjnych oraz technicznego potencjału łagodzenia w głównych sektorach gospodarki emitujących gazy cieplarniane. Przeanalizowane zostały wybrane wskaźniki makroekonomiczne, sektorowe tendencje zapotrzebowania na energię oraz emisje gazów cieplarnianych o charakterze sektorowym.

1. WPROWADZENIE

Zmiany klimatyczne są obecnie jednymi z najbardziej liczących się i skomplikowanych problemów w dziedzinie nauk środowiskowych. Średnia roczna liczba niekorzystnych zjawisk pogodowych, takich jak huragany, gwałtowne opady deszczu, powodzie czy długotrwałe susze i inne rodzaje klęsk żywiołowych w Europie i straty przez nich spowodowane w rolnictwie i leśnictwie, energetyce i produkcji przemysłowej oraz gospodarce komunalnej wzrosły w ostatnich dziesięcioleciach.

Ubiegły rok (2014 r.) był najcieplejszy w historii globalnych pomiarów temperatury (od 1880 r.) [55]. Średnia roczna temperatura w 2014 r. w Europie osiągnęła 11,22°C i była wyższa o 0,17°C od poprzedniego rekordu ustanowionego w 2007 r. [34, 53]. Wiele krajów europejskich osiągnęły rekordowo wysokie roczne temperatury w 2014 r., w tym Austria, Belgia, Bułgaria, Czechy, Dania, Niemcy, Francja, Islandia, Włochy, Holandia, Norwegia, Polska, Serbia, Słowacja, Słowenia, Wielka Brytania i Szwecja [52, 55, 65].

* Politechnika Wroclawska, Wydział Inżynierii Środowiska, Zakład Ekologii i Zarządzania Ryzykiem Środowiskowym, Wybrzeże Stanisława Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław.

Ekstremalne zjawiska naturalne, wysokie wartości temperatur są coraz częściej obserwowane zarówno w krajach Unii Europejskiej (UE), a także w skali globalnej. Przyczyną tego jest globalne ocieplenie, spowodowane wzrostem stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze – głównie CO₂ – co bezpośrednio jest związane z działalnością gospodarczą człowieka (spalanie paliw kopalnych, przemysł, transport, rolnictwo, wylesianie i in.) [64].

Wypracowanie skutecznych mechanizmów redukcji emisji gazów cieplarnianych (Greenhouse gas, (GHG)), bilansowania i monitoringu emisji GHG nadal wymaga dalszych prac, pomimo opracowanych i podpisanych umów i zobowiązań międzynarodowych (Protokół z Kioto, Europejski Program Zmian Klimatycznych i System Handlu Uprawnieniami do Emisji CO₂, Porozumienie z Durbanu (oficjalna nazwa „COP 17”)) [12, 15].

Celem pracy jest określenie i ocena potencjału istniejących mechanizmów redukcji emisji GHG w wybranych sektorach gospodarki takich, jak przemysł, transport, sektor budowlany, gospodarowanie odpadami celem identyfikacji środków przeciwdziałania zanieczyszczeniom powietrza i wyznaczenia kierunków współpracy i integracji między różnymi szczeblami sektorowymi regionów UE a otoczeniem biznesowym, w osiągnięciu minimalizacji emisji gazów cieplarnianych w Europie.

2. MATERIAŁY I METODY

Analiza trendów zanieczyszczeń powietrza i ocena możliwości redukcji emisji gazów cieplarnianych w Europie przedstawiona w pracy opiera się na wyznaczeniu trendów rozwojowej polityki regulacyjnej Unii Europejskiej w zakresie inwentaryzacji emisji gazów cieplarnianych (elementy dyrektyw i pakietów energetyczno-klimatycznych i in. akty prawne UE) oraz na określeniu zmian w strukturze instrumentów prawno-ekonomicznych. System monitoringu badanych zmian opiera się na statystyce zużycia energii i zapotrzebowania na zasoby energii pierwotnej, uzyskanych z różnych źródeł i opracowań (Eurostat, Urząd Statystyczny ONZ, Narodowe Służby Statystyczne państw członkowskich UE, statystyka Międzynarodowej Agencji Energetycznej (IEA)) [24, 35, 39–45, 57].

Dane dotyczące emisji zanieczyszczeń powietrza dla każdego państwa członkowskiego Unii Europejskiej (w tym UE-28 i UE-15), są dostępne od 1990 roku. Aktualnie dostępne dane emisji gazów cieplarnianych w UE dotyczą 2012 roku.

W pracy oszacowano emisje gazów cieplarnianych w oparciu o metody opracowane przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)) w 1996 r. Są to metody w zakresie monitorowania GHG, metody szacowania, pomiarów, monitoringu i raportowania zmian w zasobach węgla i emisji CO₂ związanej z wykorzystaniem zasobów naturalnych, użytkowaniem ziemi, metody dotyczące inwentaryzacji redukcji emisji związanej z leśnictwem. Inne wy-

tyczne IPCC zawierają informacje o metodach absorpcji CO₂ oraz technikach jego transportu i składowania np. w oceanie czy utworach geologicznych [46, 47].

W artykule dokonano analizy trendów poziomu emisji sześciu gazów cieplarnianych objętych 'Protokołem z Kioto: ditlenku węgla (CO₂), metanu (CH₄), tlenku diazotu (N₂O) i fluorowanych gazów cieplarnianych (fluorowęglowodory (HFC), perfluorowcowanych węglowodorów (PFC) oraz sześciofluorku siarki (SF₆)) [63].

3. MECHANIZMY REGULUJĄCE EMISJE GAZÓW CIEPLARNIANYCH I ICH WSPARCIE PRAWNE W EUROPIE

Ograniczenie zakresu i potencjalnych skutków zmian klimatu wymaga redukcji emisji gazów cieplarnianych. W celu ustabilizowania koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze, został przyjęty protokół z Kioto, związany z Ramową konwencją Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (United Nations Conference on Environment and Development (UNCED)) 1992 r., która określa cele wiążące dla państw uprzemysłowionych, dotyczące redukcji emisji gazów cieplarnianych średnio o 5% w latach 2008–2012 wobec poziomu z 1990 r. [56]. UE-15 z kolei zobowiązała się w tym okresie do obniżenia emisji GHG o 8% do ww. roku bazowego [17].

Protokół z Kioto zawiera trzy mechanizmy rynkowe, według których państwa-uczestnicy mogą spełnić swoje zobowiązania w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych: system handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych, projekty wspólnych wdrożeń (Joint Implementation (JI)) oraz mechanizmy czystego rozwoju (Clean Development Mechanism (CDM)) [10, 63].

W celu osiągnięcia redukcji emisji gazów cieplarnianych w 2005 roku w Unia Europejska wprowadziła pierwszy na świecie system handlu uprawnieniami do emisji CO₂ (EU Emissions Trading System (EU ETS)) – jeden z najbardziej zorientowanych rynkowo instrumentów w dziedzinie ochrony środowiska [23].

Podpisany w 1997 roku Protokół z Kioto wszedł w życie w 2005 roku. 31 grudnia 2012 zakończył się pierwszy okres zobowiązań w ramach Protokołu. Drugi okres zobowiązań z Protokołu z Kioto został zaproponowany w 2012 roku w formie poprawki znanej jako „Doha amendment”, według której Traktat z Kioto przedłużono na kolejny okres od 2013 do 2020 r. Zgodnie z „Porozumieniem w Durbanie” państwa-uczestnicy konferencji RIO-92 (UNCED) do 2015 powinni przygotować nową umowę międzynarodową w zakresie zmian klimatu, która wejdzie w życie po roku 2020 [14].

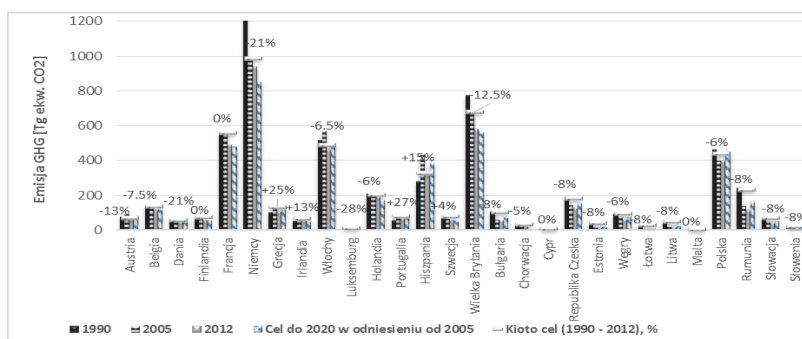
Podstawą europejskiej polityki ochrony środowiska są środowiskowe programy działania (Environment Action Programmes), które ustalają kierunki, wyraźne ramy czasowe, cele i zasady ekologicznej polityki UE [25]. Państwa-członkowie UE wprowadzają zmiany w prawie na poziomach krajowych w zgodności z dyrektywami unijnymi, dając jasne sygnały przedstawicielom przemysłu, obywatelom i społeczności

międzynarodowej, że w zakresie rozwiązań problematyki związanej ze zmianami klimatycznymi oczekuje się wspólnych działań od instytucji międzynarodowych.

4. TRENDY EMISJI DO POWIETRZA W EUROPIE

Wyniki analizy trendów emisji gazów cieplarnianych (Tg ekw. CO₂) na przestrzeni lat 1990–2012 w UE-28, w odniesieniu do celów Unii Europejskiej z Kioto na lata 2008–2012 przedstawiono na rysunku 1. Poziomy wskazanych emisji GHG nie obejmują zmiany użytkowania gruntów i leśnictwa (land-use change and forestry (LULUCF)) i nie uwzględniają emisji z lotnictwa międzynarodowego i międzynarodowego transportu morskiego. W ramach Protokołu z Kioto ograniczenie emisji zostało uzgodnione dla każdego z państw UE-15 przed 2004 r. [3]. Z dziesięciu państw członkowskich, które przystąpiły do UE 1 maja 2004 r., osiem posiadało indywidualne plany obniżenia emisji gazów cieplarnianych w ramach Protokołu z Kioto: 6 lub 8%. Rokiem bazowym dla Polski w celu redukcji emisji GHG o 6%, jest 1988 r. [28].

Wartości nad kolumnami to roczne zmiany wielkości emisji gazów cieplarnianych państw UE-28 według celów z Kioto odniesione do poziomu z roku 1990 (78,1 ekw. CO₂ dla Austrii; 466,4 Tg ekw. CO₂ dla Polski; 775,5 ekw. CO₂ dla Wielkiej Brytanii; 1248 Tg ekw. CO₂ dla Niemiec i 5626,3 Tg ekw. CO₂ dla UE-28 poziomu z 1990) [30]. Cele krajowe w zakresie redukcji emisji zanieczyszczeń na rok 2020 wyrażone są jako procentowe zmiany od poziomu dla roku 2005, kiedy został uruchomiony system handlu uprawnieniami do emisji CO₂ (EU ETS) [30].



Rys. 1. Emisje gazów cieplarnianych w latach 1990–2012 w UE-28, [Tg ekw. CO₂]

Według danych inwentaryzacyjnych (rys. 1), w 2012 r. wszystkie państwa członkowskie UE-28, z wyjątkiem Austrii i Hiszpanii, znacznie zmniejszyły poziomy emisji zanieczyszczeń i były poniżej założonych poziomów docelowych redukcji GHG w odniesieniu do roku 1990. Najwyższe przyrosty redukcji emisji gazów cieplarnianych obserwowano w następujących państwach: Łotwa, Litwa, Rumunia (ponad 50% redukcji

emisji GHG); Bułgaria, Słowacja (ponad 40% redukcji), Republika Czeska, Węgry (ponad 30%). Poziom redukcji emisji gazów cieplarnianych Polską w latach 1990–2012 wyniósł 14,4% (28 Tg ekw. CO₂) [31].

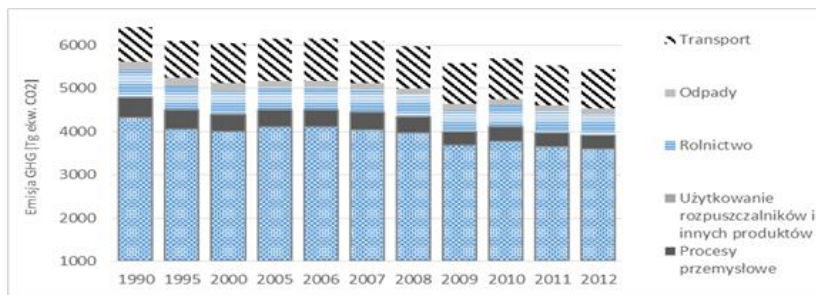
Polityka Unii Europejskiej w kierunku zmniejszenia emisji GHG i aktywne działania państw członkowskich podejmowane na bieżąco, wraz z restrukturyzacją przemysłu w Europie Wschodniej, przyczyniły do zmniejszenia poziomu emisji w EU-28 na około 1082 Tg ekw. CO₂ (19,2%) w 2012 r. w odniesieniu do roku 1990 [30].

W 2012 roku łączne emisje gazów cieplarnianych z Niemiec Wielkiej Brytanii, Francji oraz Włoch zmniejszono w porównaniu do roku 1990 z 3100 Tg ekw. CO₂ do 2470 Tg ekw. CO₂, co stanowiło ponad połowę redukcji sumarycznej emisji z całej UE. Największy sukces w realizacji zobowiązań z Kioto odniosły Niemcy, redukując poziom emisji GHG o ok. 25% (309 Tg ekw. CO₂) w latach 1990–2012 [31].

Jeżeli unijne cele krajowe redukcji emisji do 2020 r. (14 % od poziomu 2005 r.) będą realizowane, to osiągnięty zostanie ogólny cel redukcji GHG do 20% w odniesieniu do poziomów z 1990 r. [21]. W podziale na sektory objęte systemem EU ETS (przemysł ciężki, lotnictwo i in.) redukcja ma wynieść o 21% do 2020 r., sektory nieobjęte systemem handlu uprawnieniami do emisji (budownictwo, transport, i in. działania handlowe) – redukcja o 10% poniżej poziomu z roku 2005 do roku 2020 [13].

5. ANALIZA SEKTOROWA EMISJI GAZÓW CIEPLARNIANYCH W EUROPIE

Jedną z przyczyn zmiany klimatu jest wzrost emisji GHG związanych ze spalaniem paliw kopalnych w gospodarce (sektor energetyczny, produkcja przemysłowa, transport, obróbka i usuwanie odpadów). Według danych Międzynarodowej Agencji Energetycznej (IEA), ponad 60% emisji gazów cieplarnianych powstaje w wyniku przetwarzania energii pierwotnej w energię elektryczną i ciepłą. Następnym źródłem emisji GHG jest transport, z którego emitowane są głównie tlenki azotu (NO_x) oraz tlenek węgla. Mniejszy udział w emisji gazów cieplarnianych w Europie wnosi rolnictwo, przyczyniając się głównie do emisji CH₄ i N₂O, oraz procesy przemysłowe (niezwiązane z energetyką), w których powstają gazy fluorowane i N₂O [37]. Na rysunku 2 przedstawiono wartości emisji gazów cieplarnianych (w ekw. CO₂) z głównych sektorów emitujących GHG w UE-28 w latach 1990–2012.



Rys. 2. Sektorowa emisja gazów cieplarnianych w latach 1990–2012 w UE-28, [Tg ekw. CO₂]

Analizując trendy zmian, zaobserwowano że w 2012 r. emisja gazów cieplarnianych w UE z przetwarzania energii pierwotnej w energię finalną (elektryczna, ciepła), z wykorzystaniem paliw kopalnych, stanowiła ok. 66% emisji GHG; z procesów przemysłowych – ok. 6 %; z rolnictwa – 8,6%; z transportu – 16,5%; odpadów (stałych, ścieków, spalanie lub in. czynności gospodarowania odpadami) – 2,6% [24, 30].

Ze względu na politykę wprowadzania nowych standardów technicznych dla zużycia paliwa w sektorze transportu i zachęcając do korzystania z biopaliw, UE była w stanie osiągnąć ograniczenia średniego poziomu emisji z nowych pojazdów samochodowych, jednak zwiększająca się liczba pojazdów determinuje wzrost emisji z transportu osobowego i tranzytowego. Szczególnie taka tendencja jest widoczna w nowych państwach członkowskich UE. Gdy Polska przyłączyła do Unii Europejskiej i zostały zniwelowane ograniczenia w handlu pojazdami, do państwa sprowadzono ogromne ilości pojazdów używanych (50–60% – samochody starsze niż 10 lat), co przyczyniało się do wzrostu emisji z transportu [61]. Jeżeli nie zostaną podjęte intensywne działania w celu zmiany struktury wiekowej transportu, to spowoduje że Polska nie będzie w stanie dotrzymać zobowiązań według ambitnych planów UE z ograniczenia emisji GHG ze środków transportu o 60% do 2050 r. [20]. Rozważając jednak zastosowanie nowych technologii (pojazdy hybrydowe i elektryczne) można przewidywać zmniejszenie wpływu transportu na środowisko [49].

W przypadku emisji z sektora odpadów komunalnych i przemysłowych, widoczna jest tendencja spadkowa, co może być efektem zagospodarowania odpadów, szerokim wdrożeniem nowych rozwiązań ponownego wykorzystania odpadów (ang. „reusing”) i wysokiej jakości recyklingu.

W sektorze budownictwa nowe technologie, wysokie wymagania efektywnego gospodarowania nieruchomościami, lepsza architektura i zmiana stylu życia (wysoka świadomość ekologiczna, zmniejszenia zużycia energii przez ekonomiczne oświetlenie, obniżenie średniej temperatury w domach i in.) mogą zmniejszyć poziom emisji GHG do 20–50% w najbliższej perspektywie do 2030 r. [9, 38]. Zastosowanie podejścia opartego na cyklu życia, spowoduje że do 2020 r. w UE wszystkie nowe budynki będą „budynkami o niemal zerowym zużyciu energii” z wykorzystaniem ekologicznych materiałów budowlanych [19].

Aktywna polityka unijna, stymulująca rozwój oraz duże inwestycje w projekty naukowe i programy wsparcia biznesu, przynoszą rezultaty w postaci wzrostu innowacyjności i produktywności oraz znacznych postępów technologicznych. W sektorach gospodarki państw członkowskich UE szeroko są wykorzystane nowe energoefektywne innowacje technologiczne i stosuje się analizy cyklu życia zasobów energetycznych. To powoduje duży wzrost wartości dodanej końcowej produkcji i potencjalne oszczędności w zużyciu energii, oraz daje widoczne rezultaty pod względem redukcji emisji gazów cieplarnianych w sektorze gospodarki.

6. PRZEGLĄD ISTNIEJĄCYCH KIERUNKÓW DZIAŁAŃ W ZAKRESIE REDUKCJI EMISJI GAZÓW CIEPLARNIANYCH W EUROPIE

Przedstawiciele krajów Unii Europejskiej podejmują starania mające na celu redukcję zjawisk przyczyniających się do zmian klimatu, zarówno na poziomie krajowym, jak i międzynarodowym, pomimo faktu, że emisja z krajów UE stanowi 14% światowych emisji gazów cieplarnianych [30]. Komisja Europejska podjęła wiele inicjatyw związanych z ochroną klimatu od 1991 roku, kiedy wydano pierwszą wspólną strategię ograniczania emisji dwutlenku węgla i rozpoczęto dyskusję o stworzeniu wspólnej unijnej strategii efektywności energetycznej.

Europejski program zmian klimatycznych obejmuje szeroki zakres działań zabezpieczonych finansowaniem w sektorach gospodarki i przemysłu, transportu, gospodarce odpadami. Są to dyrektywy mające na celu wdrożenie idei zrównoważonego rozwoju w energetyce i wykorzystania odnawialnych źródeł energii; w zakresie zobowiązań producentów samochodów do zmniejszenia emisji CO₂ o 25% i zwiększenia udziału biopaliw w zużyciu paliw napędowych; w sprawie opodatkowania produktów energetycznych; programów w zakresie działań badawczych, dotyczących efektywnej gospodarki zasobami i surowcami; innowacji energetycznych; zintegrowanego transportu; działań w dziedzinie klimatu, i in. [2, 4, 5, 6, 7, 8, 18].

Państwa członkowskie już od dziesięciu lat korzystają z podatków na ochronę środowiska. Wiele krajów UE wprowadziło podatek od szkodliwych dla środowiska produktów i działań (takich jak baterie, opakowania i opony samochodowe, podatek od składowania odpadów), lub rozszerzyła i dopracowała istniejące systemy podatkowe w celu poprawy efektywności środowiskowej [26]. Oprócz podatków, jest również wypracowany system zachęt, na przykład w brytyjskim systemie handlu gazów cieplarnianych, firmy same ustalają sobie limit emisji CO₂, i w przypadku zgodności z tymi ograniczeniami, otrzymują wsparcie finansowe od państwa [62].

Polityka UE w zakresie ograniczania zmian klimatu aktywnie się rozwija po zamknięciu pierwszego okresu zobowiązań określonych w ramach protokołu z Kioto, w zakresie zwiększenia udziału i rozwoju energii odnawialnej oraz efektywności

energetycznej; poprawiania i rozwijania infrastruktury związanej z rozwojem i dostosowaniem leśnictwa i rolnictwa; dalszym udoskonaleniem technologii i regulacji wychwytywania i składowania dwutlenku węgla (Carbon dioxide capture and storage technologies) [27, 48]; redukcji emisji z transportu drogowego i lotniczego; określa ślad ekologiczny produktów, podtrzymując dialog z zainteresowanymi stronami.

Problem przejścia na nowe rodzaje paliwa będzie szczególnie odczuwalny w lotnictwie wojskowym i cywilnym, gdzie prognozowany jest wzrost intensywności lotów (oczekuje się, że tempo wzrostu pasażerów lotniczych wzrośnie o 6% w stosunku do 2014 r. [1]). Z tego powodu niektóre kraje UE nie przerywają prac mających na celu poprawę właściwości paliw alternatywnych, które odnoszą się do odnawialnych zasobów, mają niższe koszty i większą wydajność ekologiczną. Użycie biologicznego paliwa spowoduje zmniejszenie emisji GHG i zmniejszy zależność od zasobów naturalnych oraz spowoduje wzrost bezpieczeństwa energetycznego krajów UE [11].

Technologie wykorzystujące odnawialne źródła energii (OZE) są jednym z najważniejszych elementów energetyki niskoemisyjnej. Oczekuje się, że udział OZE odegra istotną rolę w produkcji energii w przyszłości. Ponadto, rozwój technik stosowanych w sektorze energii odnawialnej stworzy nowe możliwości biznesowe, zwłaszcza dla eksportu tych technologii.

7. OCENA MOŻLIWOŚCI REDUKCJI EMISJI GAZÓW CIEPLARNIANYCH W RAMACH RÓŻNYCH SCENARIUSZY ROZWOJU GOSPODARCZEGO EUROPY

Wzrost emisji gazów cieplarnianych ma znaczące negatywne skutki środowiskowe, zdrowotne i gospodarcze. Dla zapobiegania zmianom klimatu, światowa wspólnota musi zahamować wzrost emisji gazów cieplarnianych do roku 2020, a następnie wyraźnie ją zmniejszyć o co najmniej połowę do roku 2050 od poziomu 1990 r [23].

Aby ustalić aktualny poziom zanieczyszczenia powietrza i ocenić potencjał zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych przygotowano wykres reprezentujący trendy rozwoju gospodarki i związane z nimi intensywności zmiany poziomów emisji ditlenku węgla ($T_g \text{ CO}_2$) dla wybranych państw UE (uwzględniając różnice między „starymi” i „nowymi” państwami członkowskimi Unii Europejskiej). Na rysunku 3 przedstawiono trendy zmiany poziomów emisji CO_2 ze spalania paliw dla wybranych państw UE-28: Holandii, Wielkiej Brytanii, Hiszpanii, Austrii, Polski, Rumunii oraz Bułgarii w latach 1990–2012. Jako główne wskaźniki zapotrzebowania na energię i poziomy emisji CO_2 uznano zmienne demograficzne i ekonomiczne, mianowicie gęstość zaludnienia oraz produkt krajowy brutto (PKB).

Wskaźnik poziomu wartości emisji CO_2 w odniesieniu do PKB z wykorzystaniem parytetu siły nabywczej (ang. Purchasing power parity, PPP), stosując ceny USD

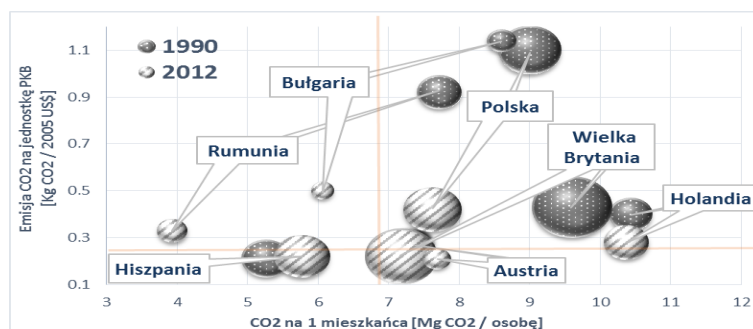
z 2005 roku (Emisja Kg CO₂/PKB PPP 2005 US\$) [39–45], może być bardzo przydatny do oceny stanu gospodarki badanych krajów, zmiany energochłonności dominujących sektorów ekonomii, postępów i działań podejmowanych w redukcji emisji gazów cieplarnianych. Jednak jest on wrażliwy na parytet siły nabywczej roku bazowego przy wyborze krajów do porównania [37].

Indyktor poziomu emisji CO₂ przypadającej na mieszkańca danego kraju (Mg CO₂/osobę) i całkowita emisja CO₂ ze spalania paliw dla wybranych krajów w latach 1990–2012 [39–45], podkreślają rozbieżności pomiędzy państwami w sposobach wykorzystania energii i rozwoju wdrożeń związanych z energią, ale jest on bardzo zależny od regionu i zaludnienia kraju (wielkości kraju, właściwości klimatyczne regionu, dostęp do źródeł energii, obszary miejskie lub wiejskie) [37].

Zaden z wybranych wskaźników nie jest wystarczający i nie może zapewnić pełnego obrazu zmiany trendów emisji CO₂ ze spalania paliw dla pewnego kraju lub dokładnie ocenić jego zdolności do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych, a jest głównie wykorzystywany dla powierzchniowego opisu sytuacji w tym kraju [36].

Zgodnie z danymi przedstawionymi na rysunku 3, wielkość koła oznacza ogólny poziom emisji ditlenku węgla (Tg CO₂) ze spalania paliw na obszarze danego kraju w roku 1990 i 2012; zmiana położenia koła wskazuje na tendencję redukcji emisji GHG w wybranych państwach, linie czerwone – średni poziom emisji CO₂/PKB i CO₂/osobę dla UE-28.

Analizując dynamikę zmiany emisji zanieczyszczeń (rys. 3) można zaobserwować, że wielkości emisji przypadające na mieszkańca w badanych państwach UE-28 były bardzo zróżnicowane w latach 1990–2012, w zakresie od 3,39 Mg CO₂/osobę w Rumunii do 10,37 Mg CO₂/osobę w Holandii. Emisje CO₂ na jednostkę PKB są także zmienne, od 0,21 w Austrii do 0,42 w Polsce i 0,5 Mg CO₂/osobę w Bułgarii. Jest to głównie spowodowane tempami rozwoju gospodarki (ekonomiczny wzrost lub spadek), wykorzystaniem różnych surowców energetycznych i poziomu efektywności energetycznej na wszystkich etapach produkcyjnych.



Rys. 3. Trendy zmiany poziomów emisji CO₂ dla wybranych państw UE-28

Większość z badanych państw wykazała wysokie tempo redukcji emisji CO₂ na jednostkę PKB i na 1 mieszkańca w latach 1990–2012. Najbardziej widoczna tendencja spadkowa jest dla Rumunii i Bułgarii (emisja CO₂ ze spalania paliw w 2012 r. w odniesieniu do poziomu 1990 r. zmniejszyła się więcej niż w 2 razy dla Rumunii i 1,5 razy dla Bułgarii), co może wynikać z dużej liczby projektów wspólnych wdrożeń (JI), szczególnie w energetyce zawodowej, elastycznej polityki rządów Bułgarii i Rumunii oraz tworzeniem korzystnych warunków dla projektów JI [58, 59].

Z przeprowadzonych analiz wynika, że zmniejszone zostały poziomy emisji CO₂ w Polsce i Wielkiej Brytanii. W Polsce zredukowano emisję CO₂ na jednostkę PKB o ok. 62% i o ok. 18% emisji CO₂ przypadającej na mieszkańca oraz o 16,4% ogólnego poziomu emisji CO₂ ze spalania paliw. Taki spadek emisji CO₂ w latach 1990–2012 dla Polski został wywołany przez zmiany gospodarcze, związane z przejściem od scentralizowanej do rynkowej gospodarki, zwłaszcza w przemyśle ciężkim oraz ze zmniejszeniem udziału węgla kamiennego i brunatnego stosowanych jako paliwa energetyczne, aktywną polityką i wdrożeniem dużych środków finansowych w zakresie efektywności energetycznej. Priorytetami dla Polski nadal pozostają zmiany technologiczne, bezpieczeństwo energetyczne i dywersyfikacja źródeł energii poprzez zamianę paliw kopalnych na różne źródła energii odnawialnej [57].

W przypadku Wielkiej Brytanii ogólny poziom emisji CO₂ ze spalania paliw był znacznie wyższy niż w innych krajach UE (rozmiar koła na wykresie). Kraj ten charakteryzuje się jednym z najwyższych poziomów emisji gazów cieplarnianych w przeliczeniu na jednego mieszkańca (7,17 Mg CO₂ na osobę). Wynika to z wielu czynników historycznych głównie związanych z okresem rewolucji przemysłowej – pojawiły się maszyny mechaniczne, tym samym przyspieszając proces wytwórczy i powodując wzrost emisji GHG emitowanych głównie ze spalania paliw kopalnych. Redukcja poziomu CO₂ w latach 1990–2012 o 16,7% ogółem i poziomu emisji CO₂ przypadającej na mieszkańca o ok. 34%, spowodowana była głównie zmianami w strukturze zużycia paliw i przejściem od zastosowania węgla do gazu ziemnego jako źródła energii w przemyśle. Dalszym głównym kierunkiem zmierzającym do zmniejszenia emisji CO₂ prawdopodobnie będzie sektor transportu [66].

Z przeprowadzonych analiz wynika, iż w Holandii w latach 1990–2012 zmniejszono emisje CO₂ na jednostkę PKB o 43%, jednak w ostatnim dziesięcioleciu, przez zwiększenia zużycia paliwa i energii, nastąpił wzrost ogólnego poziomu emisji CO₂ o 11,5% (wzrost PKB PPP o 55,5%). Żeby wypełnić zobowiązania według Protokołu z Kioto (redukcja o 6%), rząd Holandii rozpoczął szeroki zakres działań, w tym i politykę zakupu zezwoleń na emisje GHG. Najwyraźniej w przyszłości redukcja emisji gazów cieplarnianych w Holandii odbędzie się za pomocą dalszego wzrostu podatków w sektorach transportu i produkcji energetycznej [56].

W Austrii w latach 1990–2012 charakterystycznym jest zwiększenie emisji CO₂ osobę na ok. 13% i wzrost poziomu emisji CO₂ ze spalania paliw ogółem o 14,8%. Zobowiązując się do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych o 13% w porównaniu

do roku 1990 w ramach Protokołu z Kioto, Austria miała trudności z realizacją planów redukcji. Jest oczywiste, że w przyszłości kraj ten będzie przeciwdziałać wzrostowi emisji bardziej rygorystycznymi środkami w dziedzinie energooszczędności i transportu [16].

Na terenie Hiszpanii obserwuje się tendencje do wzrostu poziomu emisji CO₂ na jednostkę PKB i na 1 osobę w 2012 r. w porównaniu z 1990 r. Emisja CO₂ ze spalania paliw wzrosła o 23% między 1990 i 2012 r. i prawdopodobnie jest spowodowana pozytywną kwotą w zakresie redukcji zanieczyszczeń w stosunku do emisji bazowych w ramach Protokołu z Kioto. Hiszpania nie była w stanie kontrolować szereg wzrostu gospodarki na poziomie ograniczającym emisje GHG o 15% [60].

Przeprowadzone analizy wskazują iż w krajach UE-28 średnia emisja CO₂ ze spalania paliw w latach 1990–2012 zmniejszyła się o 16,1% (562,9 Tg ekw. CO₂), natomiast poziom emisji CO₂ przypadający na jednostkę PKB zmniejszył się o ok. 68% (0,17 Kg CO₂/2005 US\$), emisja CO₂ przypadająca na mieszkańca – o ok. 23% (1,63 Mg CO₂ /osobę). Pozytywne zmiany wielkości i położenia ‘kół emisyjnych’ na wykresie 3 dla każdego z badanych państw (wyłączając Hiszpanie) w kierunku obniżenia emisji CO₂ ze spalania paliw na jednostkę PKB i na 1 mieszkańca, akcentują uwagę na znacznych postępach wybranych państw członkowskich UE w osiągnięciu celów zmniejszenia poziomu emisji GHG w latach 1990–2012.

Zależność między poziomem emisji CO₂ i wzrostem PKB wskazuje na potencjal do redukcji zanieczyszczeń dla badanych krajów europejskich. Wszystkie te kraje, które nie były do końca przygotowane do osiągnięcia poziomów docelowych z Kioto, muszą poważnie rozważyć dalsze działania dla zapewnienia zgodności z unijnymi poziomami redukcji, w kierunku zwiększenia wykorzystania elastycznych mechanizmów na poziomie rządowym i zapewnić wystarczające budżety w osiągnięciu założonych celów [29].

W przyszłości, poziom emisji gazów cieplarnianych w Europie będzie znacznie niższy w odniesieniu do poziomu z 1990 r. przy różnych tempach rozwoju gospodarki UE, pomimo znacznego wzrostu PKB. Tego typu prognozy są efektem działań (w zakresie przeciwdziałania zmianom klimatycznym, technologii energetycznych i technologii środowiskowych, bezpieczeństwa dostaw energii oraz jakości powietrza, rolnictwa i leśnictwa w zakresie zdrowia publicznego i in.) mających na celu zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych w Europie w ostatnich latach.

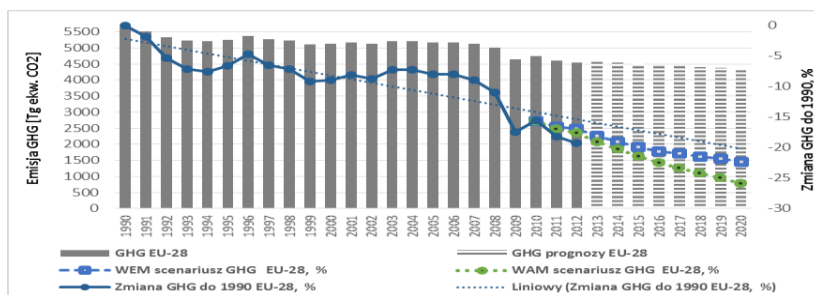
W celu wykonania analizy tendencji zmian klimatycznych w XXI wieku w Europie, wykorzystano prognozy emisji gazów cieplarnianych na 2010–2020, opracowane przez grupę ekspertów w dziedzinie zmian klimatycznych Europejskiej Agencji Środowiskowej (EEA). Według raportu EEA „Trendy i prognozy w Europie 2014 / Śledzenie postępów w kierunku Europejskich celów energetycznych i klimatycznych na rok 2020” (opublikowany w październiku 2014 roku) [30], opracowano dwa główne scenariusze z prognozowymi zmianami emisji GHG, które w różnym stopniu uzględniają dalszy rozwój gospodarki UE i przyszłych środków do

regulowania poziomu emisji zanieczyszczeń. Scenariusz typu „przy istniejących środkach” (with existing measures’ scenario (WEM)) polega na zastosowaniu wyłącznie istniejących strategii i możliwości technicznych oraz materiałowych, a także organizacyjnych oraz scenariusz „przy dodatkowych środkach” (with additional measures’ scenario (WAM)) – na zastosowaniu zaplanowanych dodatkowych strategii i aktualnie przewidzianych środków, przykład elastyczne mechanizmy Protokolu z Kioto: Wspólne Wdrażanie, Mechanizm Czystego Rozwoju oraz międzynarodowy handel uprawnieniami do emisji. [32, 33, 50, 51].

Na rysunku 4 przedstawione są zmiany poziomów oraz redukcje emisji GHG w latach 1990–2012 i prognozy emisji według scenariuszy WEM i WAM (lata 2010–2020). Krzywa (zmiana GHG do 1990 w UE, %) wskazuje historyczne trendy zmian emisji gazów cieplarnianych do 2012 r. Z przeprowadzonej analizy wynika iż w karajach UE-28 istniejące środki redukujące (polityka w zakresie jakości powietrza, inwestycje w zielone technologie, OZE, zwiększenie efektywności energetycznej), spowodowały zmniejszenia emisji GHG, bez zmiany użytkowania gruntów i leśnictwa (land-use change and forestry LULUCF) w 2012 roku o 19,2% tj. o 1082 Tg ekw. CO₂ (bez uwzględnienia emisji z lotnictwa międzynarodowego i międzynarodowego transportu morskiego) w porównaniu z ilością emisji w roku bazowym (1990 r.) [30].

W 2009 r. nastąpił nagły spadek emisji gazów cieplarnianych, spowodowany kryzysem gospodarczym. Długoterminowa tendencja spadkowa emisji gazów cieplarnianych ogółem w UE-28, spowodowana m.in. dużymi inwestycjami w gospodarkę państw- członkowskich (restrukturyzacja gospodarcza doprowadziła do ograniczenia emisji w wielu „nowych” krajach UE), efektywniejszym zużyciem energii i przejściem na paliwa niskoemisyjne, realizacją programów wsparcia i wprowadzeniem zachęt mających na celu większe korzystanie z OZE.

Dokonana analiza aktualnych prognoz (scenariuszy WEM i WAM) potwierdza, iż jeżeli polityka redukcji emisji gazów cieplarnianych w UE-28 będzie kontynuowana, ich poziom nadal powinien się zmniejszać. Przy realizacji scenariuszy WEM, redukcja emisji GHG w 2020 r. będzie na poziomie 21% poniżej poziomu 1990 r., a przy realizacji dodatkowych środków, scenariusz WAM, spadek może sięgnąć 24% (wyłączając emisje pochodzącą z międzynarodowego lotnictwa) [32, 33].



Rys. 4. Trendy i prognozy emisji gazów cieplarnianych w UE-28

Jeżeli porównać różnice między opublikowanymi danymi (informacja Komisji Europejskiej) i wartościami prognozowanymi (scenariuszy WEM i WAM) dotyczącymi poziomów redukcji emisji w EU-28 w latach 2010–2012 zauważyć można błąd prognozy mniejszy niż w 1% (w 32 Tg ekw. CO₂). Według danych KE emisja GHG zmniejszyła się o 1,3%, (59 Tg ekw. CO₂) w 2012 r. w porównaniu do roku 2011, według prognozowanych scenariuszy, poziom redukcji emisji w tym okresie wynosi 27 Tg ekw. CO₂, albo ok. 0,6%. Oznacza to, że dane prognozy (WEM i WAM) są realistyczne i UE jest bardzo blisko do osiągnięcia celu redukcji emisji gazów cieplarnianych o 20% w latach 1990–2020 zgodnie z pierwszym pakietem klimatyczno-energetycznym przyjętym przez Parlament Europejski w 2008 r.[21].

8. PODSUMOWANIE

Ewolucja ekologicznej polityki Unii Europejskiej w ciągu ostatnich trzech dekad, aktywne działania, związane z tworzeniem warunków dla rozwoju czystych ekologicznie i energooszczędnych technologii, zintegrowane podejście do problemów ochrony środowiska, przyczyniły się do osiągnięcia, w państwach członkowskich UE, znaczącego obniżania emisji gazów cieplarnianych i poprawy jakości powietrza oraz zapewniają stabilne podstawy dla dalszych inwestycji w zielone technologie, maksymalizację udziału OZE i postępów w zakresie efektywności energetycznej.

Wypełnienie zobowiązań z Kioto (lata 2008–2012) nie określa finału działań Unii Europejskiej w odniesieniu do zmian klimatycznych. UE jest liderem w międzynarodowym procesie redukcji emisji gazów cieplarnianych i wspiera ograniczenie zanieczyszczeń powietrza w skali globalnej. Dlatego aktywnie negocjuje o opracowywanie i wdrożenie nowej globalnej strategii na rzecz zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych celem rozwiązania kwestii globalnej zmiany klimatu.

Unia Europejska stawia ambitne plany ograniczenia emisji gazów cieplarnianych w przyszłości (unijne pakiety klimatyczno-energetyczne). I chociaż realistycznym jest, że dalsze europejskie wysiłki w zakresie ograniczania emisji gazów cieplarnianych w sektorach gospodarki (energetyka odnawialna, potencjał efektywności energetycznej, zwłaszcza w sektorze budowlanym) państw członkowskich mogą umożliwić redukcję emisji GHG, jednak trudności w sektorze transportu (wzrost liczby samochodów i wielkości ruchu, w tym tranzytowego) są powodem do niepokoju.

Przekształcenie sektora transportowego jest wymaganiem i będzie zależeć od rozwiązań technicznych, skutecznego wdrażania podejścia zintegrowanego w administracjach rządowych państw członkowskich UE, realizacji projektów inwestycyjnych dla rozwoju infrastruktury transportowej. Zastosowanie technologii (w tym biopaliw i energii elektrycznej) będzie podstawowym sposobem przyczyniającym się do

zmniejszenia wpływu transportu na środowisko i ma wielkie znaczenie w osiągnięciu celów redukcji GHG w UE w perspektywie długoterminowej.

Energetyczne plany UE stawiają także duże wyzwanie dla państw członkowskich Europy Południowo-Wschodniej. Takie zaniepokojenie wyraża Polska, w której energetyka opiera się na wykorzystaniu węgla jako głównego surowca energetycznego. Rzeczywiście, na poziomie krajowym niezbędne jest podjęcie działań zmierzających do poprawy efektywności energetycznej oraz propagowania idei wykorzystania odnawialnych źródeł energii, a także przeprowadzenia zmian w strukturze wiekowej i wydajności transportu. Wyzwania te, w trakcie realizacji wyznaczonych celów, wymagają zaangażowania znacznych zasobów ludzkich, systemu środków prawnych, ekonomicznych, organizacyjnych i technicznych i mogą być spełnione tylko poprzez połączenie planowania długoterminowego z realizacją tych planów działań w okresie krótkoterminowym.

Praca współfinansowana w ramach badań statutowych S40-029.

LITERATURA

- [1] AIRBUS (2014). *Focusing on the 2014-2033 timeframe, "Flying on demand" – Airbus' latest Global Market Forecast (GMF)*. Pobrane z http://www.airbus.com/company/market/forecast/?eID=maglisting_push&tx_maglisting_pi1%5BdocID%5D=40733
- [2] AUTHENTIC ELECTRONIC OFFICIAL JOURNAL OF THE EU (2001). *Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal market*. [OJ L 283, 27/10/ 2001].
- [3] AUTHENTIC ELECTRONIC OFFICIAL JOURNAL OF THE EU (2002). *2002/358/EC concerning the approval, on behalf of the European Community, of the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change and the joint fulfilment of commitments thereunder*. [OJ L 130, 15/05/2002 P].
- [4] AUTHENTIC ELECTRONIC OFFICIAL JOURNAL OF THE EU (2003). *Council Proposal for amending Directive 2003/96/EC restructuring the Community framework for the taxation of Energy products and Electricity*. [OJ L 283/57].
- [5] AUTHENTIC ELECTRONIC OFFICIAL JOURNAL OF THE EU (2003). *Decision No 1230/2003/EC of the European Parliament and of the Council of 26 June 2003 adopting a multi-annual programme for action in the field of energy: "Intelligent Energy – Europe" (2003–2006)*. [OJ L 176, 15.7.2003].
- [6] AUTHENTIC ELECTRONIC OFFICIAL JOURNAL OF THE EU (2003). *Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2003 on the promotion of the use of bio-fuels or other renewable fuels for transport*. [OJ L 123, 17/05/2003 P. 0042–0046].
- [7] AUTHENTIC ELECTRONIC OFFICIAL JOURNAL OF THE EU (2003). *Directive 2004/8/EC of the European Parliament and of the Council of 11 February 2004 on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market and amending Directive 92/42/EEC*. [OJ L 052, 21/02/2004 P. 0050–0060].
- [8] AUTHENTIC ELECTRONIC OFFICIAL JOURNAL OF THE EU (2006). *Decision No 1982/2006/EC of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning*

- the Seventh Framework Programme of the European Community for research, technological development and demonstration activities (2007–2013)*. [OJ L 412, 30.12.2006].
- [9] AUTHENTIC ELECTRONIC OFFICIAL JOURNAL OF THE EU (2010). *Directive 2010/31/eu of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010. On the energy performance of buildings* [OJ L 153, 18.6.2010, p. 13–35].
- [10] AUTHENTIC ELECTRONIC OFFICIAL JOURNAL OF THE EU (2014). *Communication from the Commission: Report on demonstrable progress under the Kyoto Protocol* (required under Article 5(3) of Decision 280/2004/EC concerning a mechanism for monitoring Community greenhouse gas emissions and for implementing the Kyoto Protocol). [COM (2005) 615 final].
- [11] BIEŃ J, ZABOCHNICKA – ŚWIĄTEK M AND SŁAWIK L. 2010. *Wady i zalety biopaliw na przykładzie bioetanolu. Konferencja: Debata o przyszłości energetyki*, Wysowa Zdrój.
- [12] CDC CLIMAT RESEARCH (2014). *Key Figures on Climate France and Worldwide 2014 Edition*. Pobrane z <http://www.cdclimat.com/Key-Figures-on-Climate-France-and-1535.html?lang=en>
- [13] CENTER FOR CLIMATE AND ENERGY SOLUTIONS (C2ES, 2014). *Country emissions targets. International Emissions Targets*. Pobrane z <http://www.c2es.org/international/key-country-policies/emissions-targets#ref1>
- [14] CONFERENCE OF THE PARTIES (COP, 2011). *Report of the Conference of the Parties on its seventeenth session*, held in Durban from 28 November to 11 December 2011.
- [15] EGGLESTON H.S. 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC. IGES. Japan, 2006.
- [16] ENVIRONMENT AGENCY AUSTRIA (2013). *Austria's National Inventory Report 2013*. Submission under the United Nations Framework. Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Vienna, 2013.
- [17] EUROPEAN COMMISSION (2000). *EU Action against Climate Change. The European Climate Change Programme (ECCP)* [COM (2000) 88 final].
- [18] EUROPEAN COMMISSION (2006). *The European Climate Change Programme (ECCP)*. EU Action against Climate Change, European Communities, 2006. ISBN 92-79-00411-5.
- [19] EUROPEAN COMMISSION (2011a). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions Roadmap to a Resource Efficient Europe* [SEC (2011) 1067 final].
- [20] EUROPEAN COMMISSION (2011b). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions 'A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050'* (COM(2011) [112 final of 8 March 2011]).
- [21] EUROPEAN COMMISSION (2011c). *The EU 2020 climate and Energy package*. Pobrane z http://ec.europa.eu/clima/policies/package/index_en.htm
- [22] EUROPEAN COMMISSION (2013). *EU 2030 Framework for Climate and Energy Policies*. Pobrane z http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/index_en.htm
- [23] EUROPEAN COMMISSION (2013). *The EU Emissions Trading System (EU ETS)*. Pobrane z http://ec.europa.eu/clima/publications/docs/factsheet_ets_en.pdf
- [24] EUROPEAN COMMISSION (2014a). *EU Transport in Figures: Statistical Pocketbook 2014*. Pobrane z <http://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/doc/2014/pocketbook2014.pdf>
- [25] EUROPEAN COMMISSION (2014b). *The Sixth Environment Action Programme of the European Community 2002-2012*. Pobrane z <http://ec.europa.eu/environment/archives/eap/index.htm>
- [26] EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2001). *Environmental Taxes: Recent Developments in Tools for Integration (Environmental Issues)*. Paperback – March 5, 2001.
- [27] EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2008). *Impacts of Europe's changing climate – 2008 indicator-based assessment*. EEA Report No 4/2008, JRC Reference Report No JRC47756, EEA/JRC/WHO, 2008.

- [28] EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2013). *Total greenhouse gas (GHG) emission trends and projections*. Pobrane z <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/greenhouse-gas-emission-trends>
- [29] EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (2011). *Greenhouse Gas Emission Trends and Projections in Europe 2011: Tracking Progress towards Kyoto and 2020 Targets*, Copenhagen, 2011.
- [30] EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (2014a). *Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2012 and inventory report 2014*. Submission to the UNFCCC Secretariat, EEA Technical report No 9/2014.
- [31] EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (2014b). *Trends and projections in Europe 2014. Tracking progress towards Europe's climate and energy targets for 2020*. Pobrane z <http://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-23105-etude-eea-europe-climat-energie.pdf>
- [32] EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (2014c). *Total greenhouse gas (GHG) emission trends and projections (CSI 010/CLIM 050)* – Assessment published Jun 2014.
- [33] EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (2014d). *Total greenhouse gas (GHG) emission trends and projections (CSI 010/CLIM 050)* – Assessment published Nov 2014.
- [34] EUROPEAN REANALYSIS AND OBSERVATIONS FOR MONITORING (EURO4M, 2015). *Climat Indicator Bulletin. 2014 warmest year on record in Europe*. Pobrane z http://cib.knmi.nl/mediawiki/index.php/2014_warmest_year_on_record_in_Europe
- [35] EUROSTAT (2014). *Share of renewable energy up to 14.1% of energy consumption in the EU-28 in 2012*. Eurostat News Release, 11 March 2014.
- [36] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2013). *About energy efficiency indicators*. Pobrane z <http://www.iea.org/topics/energyefficiency/subtopics/energyefficiencyindicators/>
- [37] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2014). *CO2 Emissions from Fuel Combustion, 1971–2012*. IEA/OECD, Paris, 2014.
- [38] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2014). *World Energy Outlook 2014 (WEO-2014), executive summary*. Paris Cedex, France, 2014.
- [39] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY STATISTICS (2012). *Austria: Indicators for 1990/2012*.
- [40] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY STATISTICS (2012). *Bulgaria: Indicators for 1990/2012*.
- [41] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY STATISTICS (2012). *Netherlands: Indicators for 1990/2012*.
- [42] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY STATISTICS (2012). *Poland: Indicators for 1990/2012*.
- [43] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY STATISTICS (2012). *Romania: Indicators for 1990/2012*.
- [44] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY STATISTICS (2012). *Spain: Indicators for 1990/2012*.
- [45] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY STATISTICS (2012). *United Kingdom: Indicators for 1990/2012*.
- [46] IPCC (1996). *Climate Change 1996, Revised IPCC Guidelines for National GHG Inventories: Reference Manual*, Intergovernmental Panel on Climate Change. Pobrane z <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html>
- [47] IPCC (1997). *Climate Change 1997, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Intergovernmental Panel on Climate Change. (Revised 1996 IPCC Guidelines), 1997.
- [48] IPCC (2014). *Summary for policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press, United Kingdom and New York, USA, pp. 1-32.
- [49] KAHN RIBEIRO et al. 2007: *Transport and its infrastructure. In Climate Change 2007: Mitigation*. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 2007.
- [50] KOMISJA EUROPEJSKA (2005). *Sprawozdanie Komisji z postępów Wspólnoty w realizacji celu z Kioto (wymagane na mocy decyzji Parlamentu Europejskiego i Rady 280/2004/WE dotyczącej*

- mechanizmu monitorowania emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie i wykonania Protokołu z Kioto) [SEC (2005) 1642].
- [51] KOMISJA EUROPEJSKA (2012). *Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego i Rady Postęp w Realizacji Celów z Kioto* (wymagane na podstawie art. 5 decyzji 280/2004/WE Parlamentu Europejskiego i Rady dotyczącej mechanizmu monitorowania emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie oraz wykonania protokołu z Kioto) [SWD (2012) 353 final].
- [52] KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT (KNMI, 2014). *2014: warmest year on record for Europe*. Pobrane z http://www.knmi.nl/cms/content/121996/2014_warmest_year_on_record_for_europe
- [53] MET OFFICE THE NATIONAL WEATHER SERVICE FOR THE UK (2014). *July 2014 in top ten warmest and sunniest*. Pobrane z <https://metofficenews.wordpress.com/2014/07/>
- [54] MINISTERSTWO GOSPODARKI POLSKI (2009). *Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku*. Załącznik 2 do Polityki energetycznej Polski do 2030 roku, Warszawa 2009 r.
- [55] NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA, 2015). *Global Analysis - Annual 2013*. Pobrane z <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/2013/13>
- [56] NETHERLAND'S NATIONAL INSTITUTE FOR PUBLIC HEALTH AND THE ENVIRONMENT (2013). *Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands, 1990–2011: National Inventory Report 2013*. Netherlands. (RIVM), 2013.
- [57] POLAND'S NATIONAL CENTRE FOR EMISSION MANAGEMENT (KOBIZE, 2013). *Poland's National Inventory Report 2013. Greenhouse Gas Inventory for 1988-2011*. Submission under the UN Framework Convention on Climate Change and its Kyoto Protocol. Warszawa, May 2013.
- [58] REPUBLIC OF BULGARIA MINISTRY OF ENVIRONMENT AND WATER (2013). *Bulgarian National Inventory Report 2013 for Greenhouse Gas Emissions*. Submission under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. May, 2013.
- [59] ROMANIAN MINISTRY OF ENVIRONMENT AND CLIMATE CHANGE (2013). *Romanian Greenhouse Gas Inventory. 1989-2011*. National Inventory Report. May 2013.
- [60] SPAIN'S MINISTRY OF ENVIRONMENT AND RURAL AND MARINE AFFAIRS (2010). *Greenhouse Gas Emissions Inventory of Spain 1990–2008*. Communication to the European Comision. Madrid, September 2010.
- [61] STUDIA BIURA ANALIZ SEJMOWYCH KANCELARII SEJMU (BAS, 2012). *Polityka klimatyczna pod redakcją Mirosława Sobolewskiego. Biuro Analiz Sejmowych Kancelarii Sejmu*. Nr 1(29) 2012. ISSN 2082-0658.
- [62] UK EMISSIONS TRADING SCHEME (2005). *UK Greenhouse Gas Emissions Trading Scheme 2002*. [Incorporating Scheme Rule Amendments From December 2004 and September 2005].
- [63] UNITED NATIONS (1998). *United Nations framework convention on climate change, UNFCCC* (1998) Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>
- [64] UNIVERSITY CORPORATION FOR ATMOSPHERIC RESEARCH (UCAR, 2014). *The Greenhouse Effect*. Pobrane z https://www.ucar.edu/learn/1_3_1.htm
- [65] WEATHER SPARK, 2006. *Historical Weather For 2006 in Wiener Neustadt, Austria*. Pobrane z <https://weatherspark.com/history/32359/2006/Wiener-Neustadt-Niederosterreich-Austria>
- [66] WEBB N, BROOMFIELD M, BROWN P, BUYS G, CARDENAS L. *UK Greenhouse Gas Inventory 1990-2012: annual report for submission under the Framework Convention on Climate Change. April 2014*.

TRENDS AND PROJECTIONS OF SELECTED GREENHOUSE GAS EMISSIONS IN EUROPE

This paper examines sectoral GHG emission trends for EU region for the period 1990-2020, using historical and prognosed data. This analysis includes estimates of the potential GHG emission reductions in Europe from specific mitigation and adaptation policies and technical mitigation potentials in the main emitting sectors. Macro activity indicators are analyzed as well as trends in sectoral energy demand carbon and dioxide emissions at the sector level.