

ŚLAD WĘGLOWY W PLANOWANIU GOSPODARKI NISKOEMISYJNEJ NA OBSZARACH WIEJSKICH

Paweł Wiśniewski¹

¹ Katedra Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska, Wydział Oceanografii i Geografii, Uniwersytet Gdański, ul. Bażyńskiego 4, 80-309 Gdańsk, e-mail: p.wisniewski@ug.edu.pl

STRESZCZENIE

W oparciu o analizę planów gospodarki niskoemisyjnej dokonano oceny roli i znaczenia śladu węglowego jako narzędzia w planowaniu gospodarki niskoemisyjnej na obszarach wiejskich w Polsce. Ocenie poddano zastosowaną w tych dokumentach metodologię inwentaryzacji emisji gazów cieplarnianych. Na podstawie danych dotyczących emisji, zawartych w badanych planach, dokonano obliczeń śladu węglowego dla badanych gmin wiejskich, wyrażonego w ekwiwalencie dwutlenku węgla. Przeprowadzono również analizy statystyczne. Stwierdzono znaczne zróżnicowanie wielkości śladu węglowego w poszczególnych gminach i sektorach, wynikające przede wszystkim z niejednorodnych założeń metodologicznych. Wartości globalne wahają się od 17,3 tys. Mg CO₂eq/rok do 167,4 tys. Mg CO₂eq/rok (przy średniej 63,5 tys. Mg CO₂eq/rok i odchyleniu standardowym 48,1 tys. Mg CO₂eq/rok), natomiast *per capita* od 2,9 Mg CO₂eq do 31,5 Mg CO₂eq (przy średniej 8,7 Mg CO₂eq i odchyleniu standardowym 7,2 Mg CO₂eq). Z przeprowadzonej analizy wynika, że stosowane w planach gospodarki niskoemisyjnej metody obliczania śladu węglowego są mało skuteczne i nie pozwalają na określenie rzeczywistego poziomu emisji gazów cieplarnianych na obszarach wiejskich.

Słowa kluczowe: plany gospodarki niskoemisyjnej, bazowa inwentaryzacja emisji, ślad węglowy, ekwiwalent dwutlenku węgla, obszary wiejskie

CARBON FOOTPRINT IN LOCAL PLANNING OF LOW CARBON ECONOMY IN RURAL AREAS

ABSTRACT

Based on the analysis of local low carbon economy plans, the assessment of the role and importance of carbon footprint as a tool in local planning of low carbon economy in rural areas in Poland was carried out. The methodology of the inventory of greenhouse gas emissions applied in these documents was evaluated. On the basis of the emission data contained in the studied plans, the carbon footprint was calculated for the rural municipalities, which was expressed in carbon dioxide equivalent. Furthermore, statistical analyzes were carried out. There were significant differences in the size of the carbon footprint in the individual municipalities and sectors, resulting mainly from the non-uniform methodological assumptions. Global values range from 17,3 thousand Mg CO₂eq/year to 167,4 thousand Mg CO₂eq/year (with an average of 63,5 thousand Mg CO₂eq/year and a standard deviation of 48,1 thousand Mg CO₂eq/year), while *per capita* from 2,9 Mg CO₂eq to 31,5 Mg CO₂eq (with an average of 8,7 Mg CO₂eq and a standard deviation of 7,2 Mg CO₂eq). Conducted diagnosis showed that the use in low carbon economy plans of these methods for calculating the carbon footprint are ineffective and do not allow for the determination of the actual level of greenhouse gas emissions.

Keywords: low carbon economy plans, baseline emission inventory, carbon footprint, carbon dioxide equivalent, rural areas

WSTĘP

Polska, realizując cele polityki klimatycznej Unii Europejskiej, a także chcąc sprostać nowym wyzwaniom, musi być przygotowana na konieczność przejścia na gospodarkę niskoemisyjną (niskowęglową). Rozwój takiej gospodarki, wymagający integracji jej wszystkich aspektów wokół niskoemisyjnych technologii i praktyk, wydajnych rozwiązań energetycznych, czystej i odnawialnej energii oraz proekologicznych innowacji technologicznych, jest jednym z priorytetowych celów przyjętego przez Parlament Europejski i Radę Unii Europejskiej, Siódmego ogólnego unijnego programu działań w zakresie środowiska naturalnego do 2020 r. [European Commission 2014]. Jest także zbieżny z założeniami i priorytetami strategii Europa 2020 na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu [European Commission 2010].

Aby skutecznie transformować polską gospodarkę należy planować odpowiednie działania na poziomie lokalnym. W tym celu tworzone są gminne plany gospodarki niskoemisyjnej, stanowiące ważne dokumenty strategiczne, mające określić wizję rozwoju gminy w kierunku gospodarki niskowęglowej, a także zwiększyć szansę samorządów w ubieganiu się o środki unijne w perspektywie finansowej 2014–2020. Są one odpowiednikiem planów działań na rzecz zrównoważonej energii (SEAP) – kluczowych dokumentów opracowywanych przez sygnatariuszy Porozumienia Burmistrzów w sprawie Klimatu i Energii, zrzeszającego ponad 6 tys. samorządów z Europy i nie tylko. Ze względu na znaczny udział w całkowitej emisji gazów cieplarnianych, istotny obszar aktywności w kształtowaniu gospodarki niskoemisyjnej powinny stanowić tereny wiejskie i związana z nimi działalność rolnicza [Karaczun i Wójcik 2009, Pandey i Agrawal 2014, Wiśniewski 2015, Gradziuk i Gradziuk 2016, Wiśniewski i Kistowski 2016, Żukowska i in. 2016].

Ważnym narzędziem wspierającym lokalne planowanie gospodarki niskoemisyjnej powinna być kontrola emisji gazów cieplarnianych przy zastosowaniu metody oceny śladu węglowego. Odpowiednio przeprowadzona bazowa inwentaryzacja emisji powinna stanowić istotny element diagnozy lokalnych uwarunkowań oraz punkt odniesienia dla przyjętych kierunków rozwoju niskowęglowego poszczególnych gmin. Celem pracy jest ocena roli i znaczenia śladu

węglowego jako narzędzia w lokalnym planowaniu gospodarki niskoemisyjnej na obszarach wiejskich w Polsce.

MATERIAŁ I METODY

Analizą objęto szesnaście planów gospodarki niskoemisyjnej, przyjętych do realizacji przez gminy wiejskie o typowo rolniczym charakterze, reprezentujące wszystkie województwa w Polsce (tab. 1). Ocenie poddano zastosowaną w badanych planach metodologię obliczeń śladu węglowego, w szczególności wybór roku bazowego, gazów i sektorów objętych inwentaryzacją oraz przyjęte wskaźniki emisji. W oparciu o przedstawione w badanych planach wyniki inwentaryzacji gazów cieplarnianych, dokonano obliczeń śladu węglowego (ogółem i w przeliczeniu na jednego mieszkańca) w poszczególnych gminach z podziałem na ujęte w inwentaryzacji sektory. Ze względu na zróżnicowane podejście samorządów do wyboru roku bazowego oraz inwentaryzacji kontrolnej, w pracy przedstawiono wielkości śladu węglowego obliczone dla ostatniego roku ujętego w danym dokumencie, dzięki czemu wszystkie zaprezentowane dane pochodzą z lat 2010–2015. W celu ujednoczenia wyników oraz przeprowadzenia analiz statystycznych, emisję gazów cieplarnianych wyrażono w ekwiwalencie dwutlenku węgla (CO_2eq), przyjmując współczynniki ocieplenia globalnego (GWP) określone w piątym raporcie oceny zmiany klimatu IPCC [IPCC 2013].

WYNIKI I DYSKUSJA

Z przeprowadzonego rozpoznania wynika, że we wszystkich analizowanych planach gospodarki niskoemisyjnej dokonano inwentaryzacji emisji gazów cieplarnianych z zastosowaniem standardowych wskaźników, zgodnych z zasadami IPCC, które obejmują całość emisji CO_2 wynikłej z końcowego zużycia energii na terenie gminy – zarówno emisje bezpośrednie ze spalania paliw w budynkach, instalacjach i transporcie, jak i emisje pośrednie towarzyszące produkcji energii elektrycznej, ciepła i chłodu na potrzeby mieszkańców (tab. 2). Standardowe wskaźniki emisji bazują na zawartości węgla w poszczególnych paliwach i są wykorzystywane w krajowych inwentaryzacjach gazów cieplarnianych wyko-

Tabela 1. Ogólna charakterystyka porównawcza gmin objętych analizą
Table 1. General characteristics of the municipalities covered by the analysis

Lp.	Gmina	Powiat	Województwo	Powierzchnia	Liczba ludności	Gęstość zaludnienia	Użytki rolne	Użytki leśne
				km ²	tys.	os./km ²	%	%
1	Aleksandrów Kujawski	aleksandrowski	Kujawsko-pomorskie	131	11	83	74	16
2	Bestwina	bielski	Śląskie	37	10	275	65	11
3	Bolesławiec	bolesławiecki	Dolnośląskie	288	13	43	41	40
4	Gietrzwałd	olsztyński	Warmińsko-mazurskie	174	5	30	37	48
5	Izbicko	strzelecki	Opolskie	84	5	64	51	38
6	Karczmiska	opolski	Lubelskie	95	6	65	72	22
7	Kiszkowo	gnieźnieński	Wielkopolskie	114	5	47	80	8
8	Morawica	kielecki	Świętokrzyskie	140	14	93	64	27
9	Narewka	hajnowski	Podlaskie	339	3	13	25	65
10	Postomino	ślawieński	Zachodniopomorskie	227	7	31	61	20
11	Przeworsk	przeworski	Podkarpackie	90	14	161	88	1
12	Pszczew	międzyrzecki	Lubuskie	177	4	24	40	49
13	Puck	pucki	Pomorskie	243	23	89	60	29
14	Regimin	ciechanowski	Mazowieckie	111	4	45	69	20
15	Sułoszowa	krakowski	Małopolskie	53	5	111	89	7
16	Tomaszów Mazowiecki	tomaszowski	Łódzkie	151	10	65	45	44

nywanych w kontekście Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu (UNFCCC) oraz Protokołu z Kioto. Zalecą tą metody jest fakt, iż Polska – będąca stroną UNFCCC – ma już doświadczenie w jej stosowaniu [Burchard-Dziubińska 2014]. Jednak zgodnie z tą metodyką najważniejszym gazem cieplarnianym jest CO₂, a emisje CH₄ i N₂O można pominać. Co więcej, emisje CO₂ powstające w wyniku spalania biomasy lub biopaliw wytwarzanych w zrównoważony sposób oraz emisje związane z wykorzystaniem certyfikowanej zielonej energii elektrycznej są traktowane jako zerowe [Bertoldi i in. 2010], co z reguły nie jest zgodne z rzeczywistością. W żadnej z badanych gmin nie zdecydowano się na zastosowanie wskaźników emisji LCA (Life Cycle Assessment), które uwzględniają cykl życia poszczególnych nośników energii. W podejściu tym pod uwagę bierze się nie tylko emisje związane ze spalaniem paliw, ale również emisje powstałe na wszystkich pozostałych etapach łańcucha dostaw, w tym emisje związane z pozyskiwaniem surowców, ich transportem i przeróbką. W zakres inwentaryzacji wchodzi więc także emisje, które występują poza granicami obszaru, na którym wykorzystywane są paliwa. Dodatkowo, w podejściu tym, emisje gazów

cieplarnianych związane z wykorzystaniem biomasy lub biopaliw oraz certyfikowanej zielonej energii elektrycznej są uznawane za wyższe od zera. W tym przypadku ważną rolę odgrywają także emisje gazów cieplarnianych innych niż CO₂. LCA jest godną uwagi, możliwą do zastosowania na szczeblu lokalnym w Polsce, standaryzowaną metodą wykorzystywaną na świecie przez wiele instytucji i rządów w celu wyznaczenia śladu węglowego, zapewniającą ujednolicone, zintegrowane podejście do roli konsumpcji na poziomie produktu w przyczynianiu się do emisji gazów cieplarnianych [Sinden 2014].

Polskie samorzady, tworząc lokalne plany gospodarki niskoemisyjnej, opierają się przede wszystkim na założeniach i wytycznych Porozumienia Burmistrzów w sprawie Klimatu i Energii, dotyczących zasad opracowywania planów działań na rzecz zrównoważonej energii (SEAP) oraz bazowej inwentaryzacji emisji (BEI). Zgodnie z tymi założeniami, jeżeli władze lokalne decydują się na wykorzystanie standardowych wskaźników emisji, inwentaryzacją wystarczy objąć emisje CO₂. Takie rozwiązanie zastosowało 81% badanych gmin. W jednym przypadku (gmina Tomaszów Mazowiecki) emisję wyrażono w ekwiwalencie dwutlenku węgla. Nie wskazano jednak

Tabela 2. Gazy cieplarniane oraz sektory ujęte w bazowej inwentaryzacji emisji w badanych gminach
Table 2. Greenhouse gases and sectors included in the emission inventory in the analyzed municipalities

Lp.	Gmina	Rok bazowy	Rok kontrolny	Gazy					Udział procentowy emisji według sektorów*								
				CO ₂	CO ₂ eq	N ₂ O	CH ₄	inne	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Aleksandrów Kujawski	2013	-	•					3,3	65,0**		19,9		2,0			9,8
2	Bestwina	2004	2013	•					1,2	72,5		17,1		0,4			8,8
3	Bolesławiec	2005	2014	•						0,1		90,9	0,3	0,7			8,0
4	Gietrzwałd	2003	2015	•					4,4	26,0		58,6		0,6			10,4
5	Izbicko	2010		•					3,5	30,2	2,4	54,2		0,5			9,2
6	Karczmiska	2014	-	•					4,1	76,4		17,7					1,8
7	Kiszkowo	2015	-	•			•		3,6	61,2		11,1		1,3	19,7		3,1
8	Morawica	2002	2013	•					5,1	55,3	2,2	12,2	2,8	1,5			20,9
9	Narewka	2014	-	•					1,3	61,6	26,1	10,8		0,2			
10	Postomino	2013	-	•					1,2	72,1		7,5		0,4			18,8
11	Przeworsk	2014	-	•					0,5	45,7		52,6		1,0			0,2
12	Pszczew	2014	-	•					0,6	33,7		60,6		0,3			4,8
13	Puck	2011	2013	•					1,2	36,1		41,5	1,0	1,0			19,2
14	Regimin	2010	2014	•					11,5	35,6	8,5	41,7		1,1			1,6
15	Sułoszowa	2013	-	•		•	•	•	3,6	54,5	0,1	37,5		0,5			3,8
16	Tomaszów Mazowiecki	2014	-		•				1,4	65,8		1,2		0,3			31,3

* sektory: A – użyteczność publiczna, B – mieszkalnictwo, C – przemysł, D – transport, E – gospodarka odpadami i wodno-ściekowa, F – oświetlenie publiczne, G – rolnictwo, H – zmiany użytkowania gruntów (LULUCF), I – inne

** wraz z rolnictwem

jakie gazy – poza CO₂ – zostały uwzględnione w inwentaryzacji, nie wyjaśniono także jakie przyjęto współczynniki GWP. W dwóch gminach (Kiszkowo i Sułoszowa) zdecydowano się na ujęcie w emisji także innych gazów (m.in. CH₄, N₂O, SO₂), nie przeliczono jednak ich emisji na ekwiwalent CO₂ (tab. 2).

Zgodnie z wytycznymi Porozumienia Burmistrzów, bazowa inwentaryzacja emisji powinna obejmować emisje bezpośrednie ze spalania paliw w budynkach, instalacjach oraz w sektorze transportu, emisje pośrednie towarzyszące produkcji energii elektrycznej, ciepła i chłodu wykorzystywanych przez odbiorców końcowych, a także – w zależności od specyfiki gminy – pozostałe emisje bezpośrednie występujące na jej terenie. Wśród rekomendowanych do uwzględnienia sektorów znajdują się: budynki, wyposażenia i urządzenia komunalne oraz usługowe (niekomunalne); budynki mieszkalne; komunalne oświetlenie publiczne; gminny transport drogowy (tabor gminny, transport publiczny, prywatny i komercyjny); gminny transport szynowy oraz zużycie paliw w procesie produkcji ciepła i chłodu.

Pozostały transport drogowy, szynowy, promy lokalne oraz transport odbywający się poza wyznaczonymi drogami (np. maszyny rolnicze i budowlane), zakłady przemysłowe nieobjęte Europejskim Systemem Handlu Upewnieniami do Emisji (EU ETS), oczyszczanie ścieków, gospodarka odpadami i zużycie paliw w procesie produkcji energii elektrycznej – powinny zostać ujęte w BEI, jeżeli działania w tych sektorach są uwzględnione w SEAP. Ujęcie zakładów przemysłowych objętych EU ETS, transportu lotniczego, morskiego i rzeczno, emisji niezorganizowanych powstających w procesie produkcji, przeróbki i dystrybucji paliw, emisji procesowych z zakładów przemysłowych, wykorzystania gazów fluorowanych i zawierających je produktów, rolnictwa oraz zmian w zasobach węgla spowodowanych zmianami użytkowania gruntów – zgodnie z wytycznymi Porozumienia Burmistrzów – nie jest obligatoryjne. W efekcie, sektory te są sporadycznie brane pod uwagę przy obliczaniu śladu węglowego przez jednostki samorządu terytorialnego w Polsce. W badanych gminach wiejskich, w bazowej inwentaryzacji

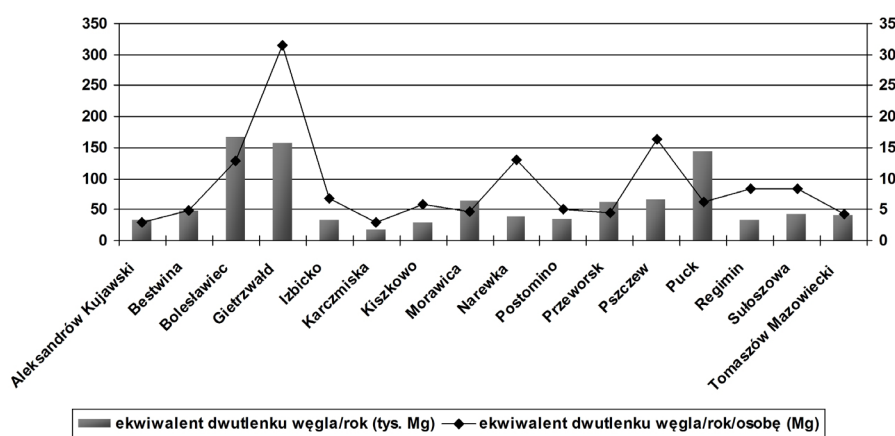
uwzględniono przede wszystkim emisje pochodzące z budynków użyteczności publicznej, mieszkalnictwa, transportu oraz oświetlenia publicznego (tab. 2). W nieco ponad 30% analizowanych planów, przy obliczaniu śladu węglowego ujęto także sektor przemysłu, ograniczając się jednak najczęściej do emisji ze źródeł ciepła w zakładach przemysłowych z wyłączeniem zakładów objętych EU ETS i przemysłu zasilanego średnim i wysokim napięciem. Załedwie w trzech dokumentach uwzględniono emisje związane z gospodarką odpadami i wodno-ściekową. Wielkość emisji z rolnictwa określono jedynie w planie gospodarki niskoemisyjnej dla gminy Kiszkowo. W przypadku gminy Aleksandrów Kujawski emisję z rolnictwa przedstawiono łącznie z mieszkalnictwem, co uniemożliwia ocenę wielkości śladu węglowego odrębnie dla tego sektora. W żadnym z analizowanych planów nie dokonano bilansu gazów cieplarnianych w mającym duży potencjał mitygacyjny sektorze LULUCF, obejmującym użytkowanie gruntów, zmiany użytkowania gruntów i leśnictwo [IPCC 2003].

W wytycznych Porozumienia Burmistrzów zaleca się także, aby w inwentaryzacji emisji, jako rok bazowy – w stosunku do którego władze lokalne będą starały się ograniczyć wielkość emisji do roku 2020 – wybrać rok 1990, gdyż stanowi on punkt wyjścia dla celów redukcyjnych przyjętych w pakiecie klimatyczno-energetycznym UE oraz w Protokole z Kioto. Jednak samorządy gminne w Polsce rzadko dysponują danymi umożliwiającymi obliczenie śladu węglowego dla roku 1990, co sprawia, iż praktyka ta nie jest stosowana (tab. 2). Dodatkowo nie wszystkie gminy decydują się

na przeprowadzenie inwentaryzacji kontrolnej, co utrudnia porównywanie rezultatów w zakresie redukcji emisji.

Wielkości śladu węglowego w badanych gminach wiejskich, wyrażone w ekwiwalencie dwutlenku węgla w wartościach bezwzględnych i *per capita* (rys. 1), a także wyniki analiz statystycznych (tab. 3), wskazują na znaczne zróżnicowanie wielkości emisji gazów cieplarnianych. Różnice te wynikają zapewne ze specyfiki poszczególnych gmin, ale także są efektem niejednorodnych założeń metodologicznych przy szacowaniu wielkości emisji.

Wartości śladu węglowego w badanych gminach wiejskich wahają się od 17,3 tys. Mg CO₂eq/rok w gminie Karczmiska do 167,4 tys. Mg CO₂eq/rok w gminie Bolesławiec, przy średniej wartości bezwzględnej 63,5 tys. Mg CO₂eq/rok i odchyleniu standardowym 48,1 tys. Mg CO₂eq/rok. W przeliczeniu na jednego mieszkańca, wielkości te kształtują się od 2,9 Mg CO₂eq w gminach Aleksandrów Kujawski i Karczmiska do 31,5 Mg CO₂eq w gminie Gietrzwałd, przy średniej 8,7 Mg CO₂eq i odchyleniu standardowym 7,2 Mg CO₂eq. Z analizy śladu węglowego w podziale na sektory wynika, że największy udział w ogólnej emisji CO₂ w badanych gminach mają mieszkalnictwo (średnio 49,5%) oraz transport (33,4%). Emisja z rolnictwa, oceniona jedynie w planie gospodarki niskoemisyjnej dla gminy Kiszkowo, stanowi 19,7% ogólnej emisji. Sektor oznaczony w tabelach 2 i 3 jako I (inne), obejmujący przede wszystkim budynki, wyposażenia i urządzenia usługowe (niekomunalne), odpowiada za 10,1% ogólnej emisji (tab. 2).



Rys. 1. Ślad węglowy w badanych gminach wiejskich, wyrażony w ekwiwalencie dwutlenku węgla (w wartościach bezwzględnych i *per capita*)

Fig. 1. Carbon footprint in the analyzed rural municipalities, expressed in carbon dioxide equivalent (global and *per capita*)

Tabela 3. Analizy statystyczne śladu węglowego (w wartościach bezwzględnych i per capita) według sektorów
Table 3. Statistical analysis of the carbon footprint (global and per capita) by sectors

Funkcja	Sektor*									Razem
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
<i>tys. Mg CO₂eq/rok</i>										
min	0,33	0,18	0,05	0,49	0,42	0,08	5,73	-	0,10	17,27
max	6,85	51,94	10,23	152,24	1,85	1,47			27,52	167,43
średnia	1,60	24,34	3,08	28,83	1,25	0,52			7,19	63,46
σ	1,79	12,76	4,12	41,32	0,74	0,44	-	7,95	48,06	
<i>Mg CO₂eq/rok/per capita</i>										
min	0,02	0,01	0,01	0,05	0,03	0,01	1,15	-	0,01	2,88
max	1,37	8,17	3,41	18,45	0,13	0,19			3,30	31,48
średnia	0,27	3,49	0,88	3,77	0,08	0,06			0,77	8,66
σ	0,38	2,18	1,44	5,17	0,05	0,04	-	0,82	7,22	

*Sektory: A – użyteczność publiczna, B – mieszkalnictwo, C – przemysł, D – transport, E – gospodarka odpadami i wodno-ściekowa, F – oświetlenie publiczne, G – rolnictwo, H – zmiany użytkowania gruntów (LULUCF), I – inne

WNIOSKI

1. Odpowiednio przeprowadzona ocena śladu węglowego powinna stanowić podstawowe narzędzie w identyfikacji głównych źródeł emisji gazów cieplarnianych oraz priorytetowych obszarów wymagających podjęcia działań niskoemisyjnych, zwiększając tym samym skuteczność lokalnej polityki niskowęglowej oraz przyczyniając się do optymalizacji kosztów działań na rzecz redukcji emisji.
2. Z przeprowadzonej w pracy analizy lokalnych planów gospodarki niskoemisyjnej, przyjętych do realizacji przez gminy wiejskie o typowo rolniczym charakterze, wynika jednak, że stosowane w nich metody obliczania śladu węglowego są mało skuteczne i nie pozwalają na określenie rzeczywistego poziomu emisji gazów cieplarnianych.
3. Skupianie się w planowaniu gospodarki niskoemisyjnej na obszarach wiejskich niemal wyłącznie na emisji CO₂, bez uwzględnienia innych gazów, a także pomijanie rolnictwa, jest nieuzasadnione i skutkuje niedoszacowaniem wielkości emisji oraz utrudnia wybór odpowiednich kierunków rozwoju niskowęglowego tych obszarów.
4. Ze względu na znaczne różnice wielkości śladu węglowego w poszczególnych gminach, wynikające przede wszystkim z niejednorodnych założeń metodologicznych, istnieje pilna potrzeba stworzenia skutecznego, spójnego i uproszczonego modelu oceny śladu węglowego, możliwego do zastosowania przez wszystkie jednostki samorządu terytorialnego,

wychodzącego poza wytyczne Porozumienia Burmistrzów w sprawie Klimatu i Energii, pozwalającego uwzględnić specyfikę lokalnych uwarunkowań. W przypadku obszarów wiejskich model ten powinien uwzględniać sektor rolnictwa, a także weryfikację śladu węglowego poprzez bilans gazów w sektorze LULUCF, stanowiącym przeważnie pochłaniacz netto.

BIBLIOGRAFIA

1. Bertoldi P., Cayuela D.B., Monni S., Raveschoot R.P. 2010. Guidebook „How to develop a sustainable energy action plan (SEAP)”. JRC Scientific and Technical Reports, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
2. Burchard-Dziubińska M. 2014. Dostępność i jakość danych statystycznych, niezbędnych do budowania strategii gospodarki niskoemisyjnej w jednostkach samorządu terytorialnego. Optimum. Studia Ekonomiczne, 3(69), 140–155.
3. European Commission 2010. Europe 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth, COM (2010) 2020. Brussels.
4. European Commission 2014. General Union Environment Action Programme to 2020. Living well, within the limits of our planet. Luxembourg.
5. Gradziuk P., Gradziuk B. 2016. Gospodarka niskoemisyjna – nowe wyzwanie dla gmin wiejskich. Wieś i Rolnictwo, 1(170), 105–126.
6. IPCC 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, Hayama, Kanagawa.
7. IPCC 2013. Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergov-

- ernmental Panel on Climate Change, Cambridge, United Kingdom and New York.
8. Karaczun Z., Wójcik B. 2009. Dobry klimat dla rolnictwa? Publikacja o zmianach klimatu dotyczących rolnictwa. Warszawa, Instytut na rzecz Ekorozwoju.
 9. Pandey D., Agrawal M. 2014. Carbon Footprint Estimation in the Agriculture Sector: In: Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors. Vol. 1 (Ed. S. S. Muthu). Singapore, Springer, 25–47.
 10. Sinden G. 2014. The contribution of PAS 2050 to the evolution of international greenhouse gas emission standards. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 14(3), 195–203.
 11. Wiśniewski P. 2015. Rolnictwo i obszary wiejskie w lokalnym planowaniu gospodarki niskoemisyjnej na przykładzie powiatu starogardzkiego. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, T. 15, Z. 4(52), 69–81.
 12. Wiśniewski P., Kistowski M. 2016. Local low carbon economy plans in the context of low carbon rural development. *Journal of Ecological Engineering*, 17(4), 112–119.
 13. Żukowska G., Myszura M., Baran S., Wesołowska S., Pawłowska M., Dobrowolski Ł. 2016. Agriculture vs. Alleviating the Climate Change. *Problemy Ekorozwoju – Problems of Sustainable Development*, 11(2), 67–74.