

**KRZYSZTOF BORZĘCKI, RAFAŁ PUDEŁKO, MAŁGORZATA KOZAK, MAGDALENA BORZĘCKA, ANTONI FABER**

## **Przestrzenne rozmieszczenie odpadów drzewnych w Europie\***

Spatial distribution of wood waste in Europe

### **ABSTRACT**

Borzęcki K., Pudełko R., Kozak M., Borzęcka M., Faber A. 2018. Przestrzenne rozmieszczenie odpadów drzewnych w Europie. Sylwan 162 (7): 563-571.

Wood waste in Europe is produced on a large scale. Production from all 28 European Union countries accounts for around 50.2 Mt. In many countries, wood waste management does not fully utilize this potential, which is in part due to the lack of proper law and regulations. Currently there is no uniform policy on wood waste in the European Union. There is also a lack of accurate statistics on the production and use of this waste. The aim of the study was to estimate the spatial distribution of wood waste from three different sources in the NUTS-2 regions. The total potential of wood waste from i) municipal waste is 24.33 Mt, ii) from wood industry – 5.6 Mt, and iii) from demolition and construction – 19.17 Mt. The total potential of this waste is about 7,85% of estimated waste biomass and by-products of the European Union, which is a significant fraction that can be recycled or used in biofuel production. Proper use of this potential can have a significant impact on the development of the bio-economy sector in all associated countries, which directly translates into the achievement of climate change mitigation targets.

### **KEY WORDS**

biomass, wood waste, wood waste management, spatial modeling

### **ADDRESSES**

Krzysztof Borzęcki – e-mail: kborzecki@iung.pulawy.pl  
Rafał Pudełko, Małgorzata Kozak, Magdalena Borzęcka, Antoni Faber

Zakład Biogospodarki i Analiz Systemowych, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy; ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

### **Wstęp**

Drewno jest postrzegane globalnie jako jeden z najważniejszych surowców odnawialnych. Może być ono pozyskiwane z terenów użytkowanych w różny sposób, jednak jego największym i naturalnym rezerwuarem są lasy. W 2016 roku powierzchnia lasów w krajach Unii Europejskiej (UE) wynosiła 182 mln hektarów, co stanowiło 41% ich całkowitego obszaru [Agriculture... 2017]. W Europie największa lesistość występuje w jej północnej części. Kraje skandynawskie oraz Estonia i Łotwa charakteryzują się również występowaniem zwartych kompleksów leśnych oraz największymi indeksami powierzchni lasów w przeliczeniu na jednego mieszkańca. Jednak ze względu na klimat najlepszą jakością drewna i największą produktywnością biomasy leśnej charakteryzują

\*Praca powstała w ramach projektu BioReg (H2020, nr umowy 727958) oraz BioEcon (Era Chair, H2020, nr umowy 669092).

się duże kompleksy leśne Nizy Europejskiego (Niemcy, Polska, Francja). Raport State... [2015] pokazuje, że powierzchnia lasów w Europie systematycznie się zwiększa. Corocznie (od 1995 roku) przybywa średnio 700 tys. ha lasu. Rynek wyrobów przemysłu drzewnego w Europie jest dobrze rozwinięty. W 2012 roku szacowane wartości jego ważniejszych produktów wynosiły: przemysł papierniczy około 90 mld euro, produkcja tartaczna 30 mld euro, produkcja paneli drewnianych 29 mld euro oraz pulpy 28 mld euro [Hetemäki i in. 2014]. Każdego roku przemysł drzewny wytwarzał znaczące ilości odpadów. Najmniej zanieczyszczone frakcje tych odpadów są praktycznie w całości powtórnie wykorzystywane, np. odpady z produkcji tartacznej do produkcji płyt, peletu itp. Również pozostałe frakcje odpadów drzewnych są nadal cennym źródłem surowca. Według Eurostatu (<http://ec.europa.eu/eurostat>) w 2014 roku kraje UE wyprodukowały ich w sumie 50 mln ton, najwięcej w Niemczech (>11 mln ton) i we Francji (>6 mln ton).

Właściwe wykorzystywanie odpadów drzewnych może mieć pozytywny wpływ na środowisko. Polityka Unii Europejskiej, kładąc nacisk na zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii w ogólnej ilości zużywanej energii, wskazuje na biomasę jako jeden ze strategicznych zasobów w jej zrównoważonym pozyskiwaniu. W 2014 roku 25,5% energii w UE pochodziło ze źródeł odnawialnych, w tym około 64% z biomasy i odpadów biodegradowalnych (<http://ec.europa.eu/eurostat>). Unijne i krajowe cele w zakresie pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych do 2020 roku definiuje Dyrektywa... [2009]. W przypadku Polski cel ten został ustalony na 15% w całym sektorze energetycznym oraz na 10% w sektorze paliw transportowych. Sektor energetyczny pozyskuje energię odnawialną (OZE) głównie metodą współspalania z węglem biomasy leśnej (od stycznia 2017 roku dopuszczalne jest wykorzystywanie wyłącznie drewna energetycznego) oraz biomasy pochodzenia rolniczego [Ustawa... 2017]. W perspektywie lat 2021-2030 pozyskiwanie energii OZE możliwe będzie w energetyce jedynie w wysokosprawnych technologiach energetycznych [Proposal... 2016].

W projekcie BioBoost (<http://bioboost.iung.pulawy.pl>) wykazano, że zrównoważone pozyskiwanie drewna jako biopaliwa jest drugim po słomie zasobem biomasy na cele energetyczne. Asikainen i in. [2008] szacują, że teoretyczny potencjał energetyczny biopaliwa z lasu wynosi 785 mln m<sup>3</sup>, a największy potencjał biomasy leśnej zlokalizowany jest w Szwecji, Niemczech, Finlandii i Francji. Stosunkowo duże zasoby stwierdzono w Polsce, Austrii i Czechach. Według Eubionet2 w 2004 roku potencjał energii z biomasy szacowany był na około 2,7 EJ. Większość biomasy stanowiło drewno opałowe (34%). Produkty uboczne przemysłu były drugim źródłem biomasy (18%). Osady ze ścieków przemysłowych stanowiły 15% zasobu. Mniejszy udział w oszacowanym potencjale miały: pozostałości poźrębowe – 12%, inne źródła biomasy – 10%, odpady drzewne – 9% oraz rafinowane paliwa drzewne – 2%.

Dyrektywa... [2008] określa wymagania dla każdego kraju członkowskiego UE dotyczące osiągania minimalnych ilości odpadów poddanych odzyskowi i recyklingowi. Dlatego ważne jest odpowiednie wykorzystanie odpadów drzewnych, a racjonalne gospodarowanie nimi może pomóc w wypełnieniu zobowiązań wynikających z obu cytowanych dyrektyw. Niestety, brak jest regulacji prawnej, która odnosiłaby się bezpośrednio do gospodarki odpadami drzewnymi w Europie. Brakuje również jednolitego podziału odpadów drzewnych. Dokumentem unijnym, który w pewnym stopniu je klasyfikuje, jest katalog odpadów [Decyzja... 2001]. Dzieli on odpady na 20 głównych grup w zależności od źródła ich powstawania. Jednak w katalogu odpady drzewne nie zostały wystarczająco rozróżnione ze względu na ich przydatność w recyklingu. Nie oddzielono na przykład masowych odpadów powstających w procesie produkcji płyt OSB i płyt pilśniowych od innych, mniej uciążliwych dla środowiska odpadów, tak więc różne pod względem powtórznego wykorzystania odpady drzewne znajdują się w jednej grupie „Odpady z prze-

twórstwa drewna oraz z produkcji płyt i mebli, masy celulozowej, papieru i tektury”. Polityka segregacji oraz utylizacji odpadów prowadzona jest w dużym stopniu niezależnie w poszczególnych krajach. Za kraj wzorcowy pod względem uregulowań prawnych dotyczących gospodarki odpadami drzewnymi uznawane są Niemcy. Według Altholzverordnung... [2002] odpady drzewne podzielone są na cztery grupy. Pierwszą z nich stanowią odpady bez żadnych dodatków, tzw. naturalne, „czyste” drewno. Do grupy drugiej zaliczane są odpady inne niż naturalne, niezawierające PCV i impregnatów do drewna. Grupę trzecią stanowią odpady inne niż naturalne, zawierające PCV, ale wolne od impregnatów. Odpady ostatniej grupy stanowi drewno poddane różnym procesom chemicznym.

Jak już podkreślono, ilość odpadów drzewnych powstających w poszczególnych krajach nie jest dokładnie znana. Brakuje również szczegółowych danych na temat źródeł tych odpadów. Jednak istnieją dość precyzyjne dane o rozmieszczeniu przestrzennym powierzchni leśnych (np. Corine Land Cover dostępne ze strony EEA <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps>) oraz produktywności lasów [Tum i in. 2011]. W związku z tym istnieją możliwości szacowania potencjału odpadów z gospodarki leśnej. Ze względu na to, że drewno pozyskiwane jest i przetwarzane regionalnie, można założyć, że odpady drzewne są generowane przeważnie w obrębie jednostek administracyjnych, w których pozyskiwany jest ten surowiec. Kierując się zasadami biogospodarki, można też przyjąć, że potencjał tego rodzaju biomasy powinien być również wykorzystywany regionalnie. Z tego względu rośnie obecnie zainteresowanie poznaniem dokładnego przestrzennego rozmieszczenia tego surowca. Wyrazem tego są realizowane projekty unijne, takie jak BioReg (<http://bioreg.eu>), S2Biom (<http://s2biom.eu>), BioBoost (<http://bioboost.iung.pulawy.pl>), BiomassFutures ([www.biomassfutures.eu](http://www.biomassfutures.eu)), BiomassEnergyEurope (BEE, <http://www.eu-bee.eu>) czy Renew (<http://www.renew-fuel.com>) oraz żywe zainteresowanie przedsiębiorców wykorzystywaniem rezultatów tych projektów.

Celem pracy było oszacowanie głównych zasobów odpadów drzewnych, które nie pochodzą bezpośrednio z gospodarki leśnej. Modelowanie potencjału odpadów drzewnych wykonano dla regionów NUTS-2 w 28 krajach Unii Europejskiej. Scharakteryzowano odpady z przemysłu drzewnego, budownictwa oraz frakcję drewnopochodną odpadów komunalnych. Trzy wymienione grupy stanowią największe źródła odpadowej biomasy drzewnej. Uzyskane szacunki przedstawiono na tle biomasy odpadowej z leśnictwa, która należy do drugiego pod względem wielkości zasobu odpadów biomasowych, po nadwyżkach słomy pochodzących z rolnictwa ([www.bioboost.iung.pulawy.pl](http://www.bioboost.iung.pulawy.pl)).

## **Materiał i metody**

Odpady komunalne zawierające jedynie frakcję drzewną oszacowano dla każdego regionu NUTS-2 poprzez obliczenie wartości jej udziału w ogólnej masie odpadów komunalnych w regionie. Jak podają Eggleston i in. [2006], frakcja odpadów drzewnych w ogólnej masie odpadów komunalnych jest różna w poszczególnych częściach Europy. W północnej części (Finlandia, Szwecja, Dania) wynosi 10%, we wschodniej części (Bułgaria, Chorwacja, Czechy, Estonia, Węgry, Łotwa, Estonia, Litwa, Polska, Słowacja, Rumunia, Słowenia) – 7,5%, w południowej części (Cypr, Grecja, Włochy, Malta, Portugalia, Hiszpania) – 10,6%, zaś największa jej ilość występuje w krajach zachodnich (Austria, Belgia, Francja, Niemcy, Irlandia, Luxemburg, Holandia, Szwajcaria, Wielka Brytania) – 11%. Dane dla poszczególnych krajów zastosowano dla ich regionów NUTS-2. Informację o biodegradowalnych odpadach komunalnych w NUTS-2 pozyskano bezpośrednio z map cyfrowych opracowanych w projekcie BioBoost ([www.bioboost.iung.pulawy.pl](http://www.bioboost.iung.pulawy.pl)).

Dla wygenerowania mapy teoretycznego potencjału drewna z odpadów komunalnych [tys. ton/rok] w regionach NUTS-2 wykorzystano algorytm:

$$TP\_FD = OKom \cdot \%FD / 10^2$$

gdzie:

*OKom* – odpady komunalne według BioBoost [tys. ton/rok],

*%FD* – zawartość frakcji drewna w odpadach komunalnych [Eggleston i in. 2006] [%].

Do obliczenia potencjału biomasy z rozbiórek i odpadów budowlanych zostały użyte dane z projektu Demowood (<http://www.wwnet-demowood.eu>). W projekcie tym zdefiniowano ilość odpadów drzewnych w przeliczeniu na mieszkańca. Odpady te zostały podzielone na kategorie według rodzaju poszczególnych frakcji (m.in. odpady budowlane i rozbiórkowe). Dane zostały przygotowane jedynie dla Finlandii, Francji, Niemiec, Austrii i Szwajcarii, zaś pozostałe kraje nie zostały uwzględnione. Dlatego też dla Polski, Słowacji, Czech, Węgier, Litwy, Holandii, Belgii oraz Danii przyjęto wartość określoną dla Niemiec – 36,8 kg/osobę. Dla Estonii, Szwecji i Łotwy wykorzystano wartość dla Finlandii (184 kg/osobę), dla Grecji, Włoch, Hiszpanii, Portugalii, Irlandii, Luksemburga, Chorwacji, Malty, Rumunii, Wielkiej Brytanii i Bułgarii dane francuskie (28,47 kg/osobę), a dla Słowenii przyjęto dane z Austrii (33,66 kg/osobę). Obliczenia teoretycznego potencjału biomasy z wyburzeń i odpadów budowlanych [tys. ton/rok] przeprowadzono według wzoru:

$$TP\_ORB = POP \cdot ORB / 10^6$$

gdzie:

*POP* – ludność według Eurostat (<http://ec.europa.eu/eurostat>),

*ORB* – ilość odpadów rozbiórkowych i budowlanych [kg/osoba/rok] według Demowood (<http://www.wwnet-demowood.eu/>).

Teoretyczna ilość biomasy z odpadów z przemysłu drzewnego została policzona w oparciu o rezultaty projektu Renew [Kunikowski i in. 2008]. Potencjał biomasy z przemysłu drzewnego zawiera cztery frakcje: produkty uboczne z tartaków, produkty uboczne przemysłu celulozowo-papierniczego, produkty uboczne przemysłu płytowego oraz produkty uboczne innych przemysłów drzewnych. Wyniki zbilansowano dla poszczególnych krajów, a następnie przeskalowano do poziomu NUTS-2, używając mapy CLC jako informacji na temat najbardziej prawdopodobnego rozkładu przestrzennego – przy założeniu, że ilość biomasy odpadowej z przemysłu drzewnego jest proporcjonalna do udziału powierzchni leśnych w każdym z analizowanych krajów. Obliczenia przeprowadzono według poniższego wzoru i przedstawiono na mapie (ryc. 3 A):

$$TP\_OPD = PD\_N0 \cdot CLC\_L\_N2 / CLC\_L\_N0$$

gdzie:

*PD\_N0* – teoretyczny potencjał odpadów z przemysłu drzewnego według Renew dla NUTS-0 [tys. ton/rok],

*CLC\_L\_N2* – lesistość w NUTS-2 ([ha], podzbiór *CLC\_L\_N0*),

*CLC\_L\_N0* – lesistość w NUTS-0 [ha],

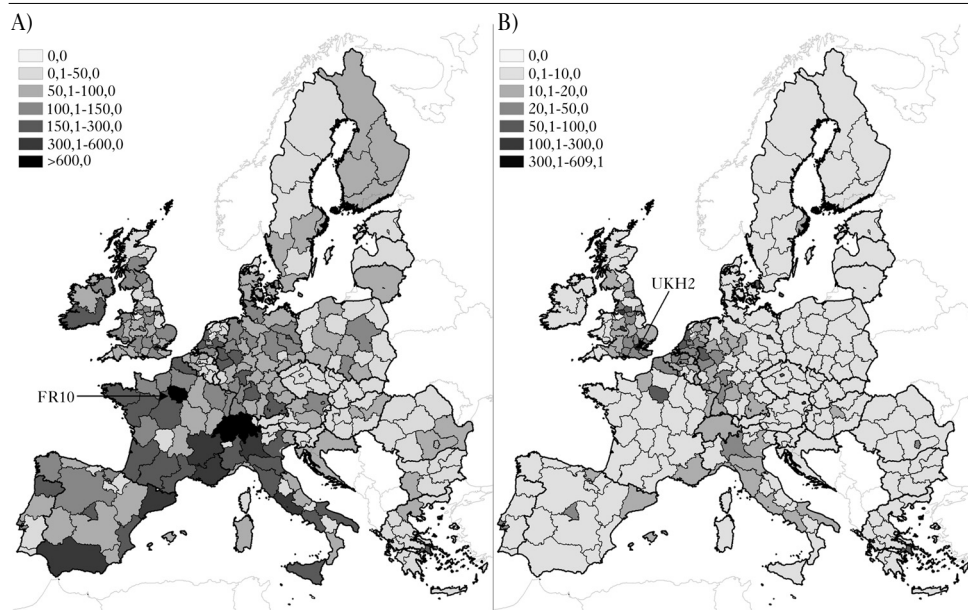
lesistość -> powierzchnia = klasa 23 (las liściasty) + klasa 24 (las iglasty) + klasa 25 (las mieszany) według CLC.

Jednostki statystyczne NUTS wyznaczone zostały przez Eurostat na podstawie wskaźników demograficznych i ekonomicznych oraz już istniejących krajowych systemów podziału administracyjnego. Regiony NUTS-2 często różnią się powierzchnią, a różnice te mogą być znaczące (np. między regionami w Szwecji i w Niemczech). Z tego względu w niniejszej pracy oprócz bezpośrednich szacunków potencjału biomasy w NUTS-2 zobrazowano również przestrzenną gęstość potencjału, którą obliczono jako wartości normalizowane powierzchnią regionu.

## Wyniki

Łączny całkowity potencjał odpadów drzewnych pochodzących z przemysłu drzewnego, odpadów komunalnych oraz rozbiórek i budów w 28 państwach wspólnoty europejskiej i Szwajcarii wynosił około 49 mln ton. Potencjał frakcji drewnopochodnej z odpadów komunalnych wynosił 24,33 mln ton. Średnia wartość dla NUTS-2 to około 93 tys. ton. W 76 regionach potencjał ten był większy niż 100 tys. ton. Największy potencjał został stwierdzony w regionie FR10 Ile de France (609 tys. ton), a największą gęstość stwierdzono w regionie UKH2 Bedfordshire and Hertfordshire (609 t/km<sup>2</sup>; ryc. 1). Potencjał biomasy z rozbiórek i odpadów budowlanych wynosił 19 mln ton. Średnia wartość dla NUTS-2 to około 73 tys. ton. W 52 regionach potencjał ten był większy niż 100 tys. ton. Największą wartość stwierdzono w SE11 Sztokholm (411 tys. ton), natomiast największą gęstość odnotowano w regionie UKI1 Inner London (312 t/km<sup>2</sup>; ryc. 2). Szacowany potencjał odpadów z przemysłu drzewnego wynosił 5,6 mln ton. Średnia wartość NUTS-2 to około 21 tys. ton. Dla 125 regionów wskazano potencjał biomasy większy niż 10 tys. ton. Największy stwierdzono w FI1D Pohjois-JaIta-Suomi (512 tys. ton), a najwyższą gęstość odnotowano dla BE34 Luksemburg (5,5 t/km<sup>2</sup>; ryc. 3).

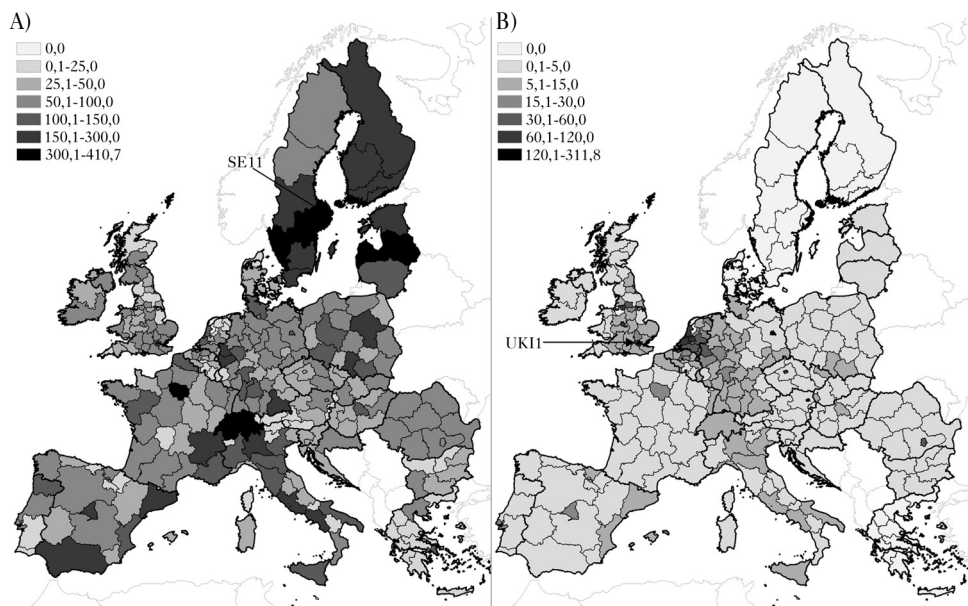
Największy teoretyczny potencjał biomasy z odpadów komunalnych znajduje się w krajach takich jak Niemcy (4,03 mln ton), Francja (3,89 mln ton) oraz Wielka Brytania (3,28 mln ton).



Ryc. 1.

Potencjał teoretyczny [kt] (A) i potencjalna gęstość [t/km<sup>2</sup>] (B) odpadów drewnianych w odpadach komunalnych

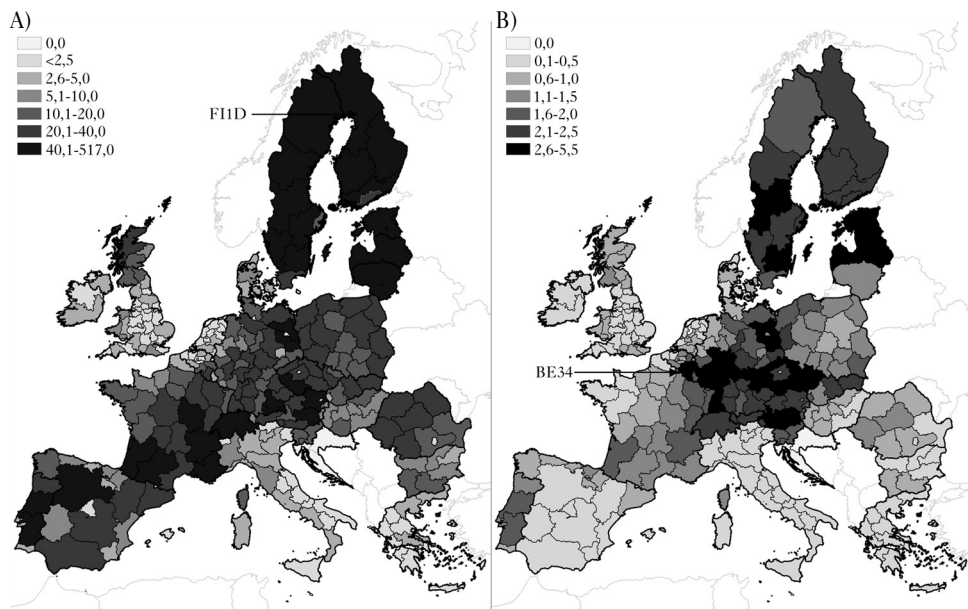
Theoretical potential [kt] (A) and potential density [t/km<sup>2</sup>] (B) of wood waste in municipal waste



Ryc. 2.

Potencjał teoretyczny [kt] (A) i potencjalna gęstość [t/km<sup>2</sup>] (B) odpadów drewnianych w odpadach budowlanych i z rozbiórek

Theoretical potential [kt] (A) and potential density [t/km<sup>2</sup>] (B) of wood waste from construction and demolition



Ryc. 3.

Potencjał teoretyczny [kt] (A) i potencjalna gęstość [t/km<sup>2</sup>] (B) odpadów z przemysłu drzewnego

Theoretical potential [kt] (A) and potential density [t/km<sup>2</sup>] (B) of wood waste from wood industry



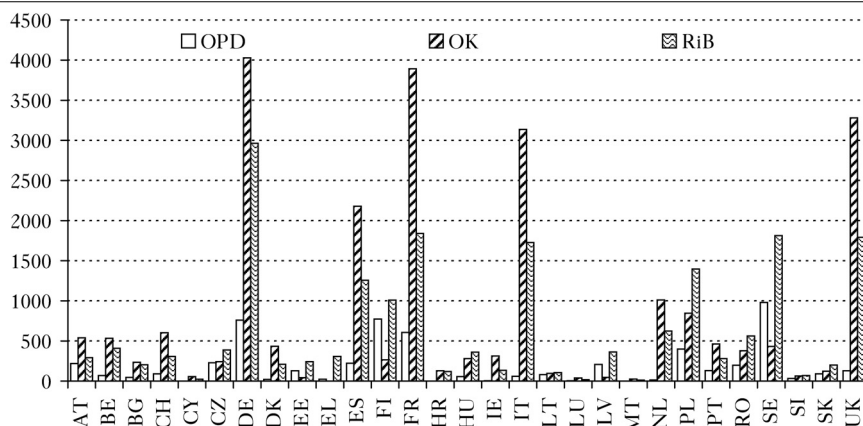
W dziesięciu krajach potencjał ten jest większy niż 500 tys. ton (ryc. 4). W krajach, które charakteryzują się największą produkcją odpadów komunalnych, również ilość odpadów drzewnych jest największa. Wynik taki nie stanowi zaskoczenia, ponieważ różnice między krajami w udziale frakcji drewna w odpadach komunalnych są niewielkie, więc o potencjale tego zasobu decyduje populacja danego kraju. Teoretyczny potencjał biomasy z rozbiórki i odpadów budowlanych w ośmiu krajach (Niemcy, Francja, Szwecja, Wielka Brytania, Włochy, Polska, Hiszpania, Finlandia) przekroczył milion ton. Największy potencjał biomasy pochodzącej z przemysłu drzewnego znajduje się w Szwecji (0,98 mln. ton), Finlandii (0,77 mln ton) oraz Niemczech (0,76 mln ton). Poza wymienionymi krajami potencjał ten przekroczył 0,4 mln ton także we Francji i w Polsce.

## Dyskusja

Potencjał odpadów drzewnych w Europie stanowi znaczący zasób na tle innych kategorii odpadów biomasowych. Porównując otrzymany wynik (49 mln ton) do trzech największych zasobów biomasy wskazanych w projekcie BioBoost ([www.bioboost.iung.pulawy.pl](http://www.bioboost.iung.pulawy.pl)), można stwierdzić, że masa odpadów drzewnych oszacowana według powyższej metodyki odpowiada: 32% nadwyżek słomy, 41% odpadów z gospodarki leśnej, 68% ogólnej frakcji biodegradowalnej odpadów komunalnych oraz 12% łącznej biomasy ubocznej i odpadowej, która została oszacowana w projekcie BioBoost.

Według wyliczeń BioBoost oraz Castillo i in. [2011] największym źródłem dostępnej biomasy są pozostałości rolnicze, a wśród nich największym potencjałem charakteryzuje się słoma, z zasobami około 150 mln ton. Wykazano również bardzo duży teoretyczny potencjał siana z trwałych użytków zielonych oraz biomasy z produkcji zwierzęcej (obornik, gnojowica, szlam), jednak w obu przypadkach biomasa ta niemal w całości powinna być wykorzystywana w rolnictwie jako nawóz [Pudełko 2013]. Nieco mniejszym potencjałem charakteryzują się odpady drzewne pozyskane z przycinek (m.in. sadów) – 15,4 mln ton.

Drugą dużą grupę o wysokim potencjale biomasy stanowią pierwotne pozostałości leśne (pozostałości po pozyskiwaniu drewna oraz pniaki) – 117,9 mln ton. Natomiast wcześniej wspomniany potencjał odpadów drzewnych z przemysłu drzewnego wynosi 5,6 mln ton, co stanowi tylko 4,7% odpadów biomasowych pochodzących z gospodarki leśnej.



Ryc. 4.

Teoretyczny potencjał biomasy [kt] z odpadów przemysłu drzewnego (OPD), odpadów komunalnych (OK) oraz z rozbiórek i budów (RiB) w poszczególnych krajach UE [kt]

Biomass potential [kt] of wood waste from wood industry (OPD), construction and demolition (OK) and municipal waste (RiB) for individual EU countries

Odpady drzewne (jako surowiec biomasowy) powinny być przetwarzane w regionie ich wytworzenia. Dzięki temu można ograniczyć koszty i środowiskową uciążliwość transportu, ale również pobudzić lokalną gospodarkę. Jest to szczególnie ważne w przypadku regionów słabiej rozwiniętych gospodarczo (np. Polska Wschodnia) lub regionów o niskiej demografii (np. kraje skandynawskie). Kolejnym aspektem analiz przestrzennych zasobów biomasy jest ogólna ocena wszystkich rodzajów zasobów możliwych do wykorzystania (potencjał techniczny), która z kolei jest podstawą do szacunków potencjału ekonomicznego, wykorzystywanego bezpośrednio do planowania inwestycji związanych z OZE i recyklingiem. W modelowaniu strategii zagospodarowania odpadów biomasowych należy również zwracać szczególną uwagę na aspekt prawny, który jak podają Taylor i in. [2009], jest kluczowy w kontekście recyklingu (ważniejszy niż uwarunkowania środowiskowe), a tym samym w możliwościach pozyskiwania tej frakcji odpadów biomasowych. Biorąc pod uwagę uwarunkowania legislacyjne, należy pamiętać o swoistej konkurencji o surowiec, jakim są odpady biodegradowalne. Polityka Unii Europejskiej promuje recykling jako podstawową drogę wykorzystania odpadów drzewnych, z drugiej strony kładzie nacisk na zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w tym biomasy odpadowej [Dyrektiva... 2008, 2009]. Kraje lepiej rozwinięte, posiadające rozwiązania prawne regulujące gospodarkę odpadami drzewnymi (Niemcy, Szwajcaria, kraje skandynawskie), potrafią w sposób optymalny włączyć ten rodzaj biomasy w ramy sformalizowanej biogospodarki. W innych krajach znaczna część odpadów drzewnych jest wciąż spalana w przydomowych instalacjach grzewczych. Ma to niekorzystny wpływ na jakość powietrza, ponieważ jako paliwo często wykorzystywane są surowce grupy drugiej i trzeciej (według klasyfikacji niemieckiej), mogące zawierać PCV [Oleniacz i in. 2014].

Szostak i Ratajczak [2003] podają, że potencjał odpadów drzewnych w Polsce (budownictwo, komunikacja, energetyka, telekomunikacja, rolnictwo, transport, handel oraz konsumenci bezpośredni) wynosi 2,8 mln ton. Prezentowane w niniejszej pracy wyniki (2,6 mln ton) potwierdzają w przybliżeniu te szacunki. Należy też zauważyć, że w metodyce ITD uwzględniono większą liczbę rodzajów odpadów. Według Szostak i Ratajczak [2003] największym źródłem odpadów drzewnych jest budownictwo (prawie 60%). Nieco mniejsze wartości wykazano w prezentowanej pracy (53%).

Należy zwrócić uwagę na racjonalne wykorzystanie odpadów drzewnych. Są one cennym źródłem surowca drzewnego (mogącym z powodzeniem zastępować drewno z lasów) oraz wartościowym paliwem [Szostak, Ratajczak 2003; Ratajczak 2013]. Z szacunków Ratajczak [2013] wynika, że w 2010 roku w Polsce podaż odpadów drzewnych (poużytkowych i przemysłowych) wyniosła 15,6 mln m<sup>3</sup>, co stanowiło prawie połowę pozyskanego surowca drzewnego. Brak odpowiednich regulacji prawnych utrudnia racjonalną gospodarkę odpadami drzewnymi [Cichy 2010]. Jak już wcześniej wspomniano, jednolity i prosty podział umożliwiłby lepsze wykorzystanie tego surowca oraz pozwoliłby na jasne rozdzielenie na produkty nadające się na biomasę energetyczną oraz te, które powinny zostać ponownie wykorzystane.

## Literatura

- Agriculture, forestry and fishery statistics. 2017. Eurostat. DOI: 10.2785/147560.
- Altholzverordnung (Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz) vom 15 August 2002. 2002. BGBl I 2002, 3302.
- Asikainen A., Liiri H., Peltola S., Karajalainen T., Laitila J. 2008. Forest Energy Potential in Europe (EU-27).
- Castillo A., Panoutsou C., Bauen A. 2011. Report on biomass market segments within the transport, heat and electricity – CHP sectors for EU-27 and Member States. [http://www.biomassfutures.eu/public\\_docs/final\\_deliverables/WP2/](http://www.biomassfutures.eu/public_docs/final_deliverables/WP2/). Dostęp: 22.11.2017.



- Cichy W. 2010. Odpady drzewne – problem z klasyfikacją. Seminarium naukowe „Ochrona środowiska – nowoczesne technologie w drzewnictwie”. Poznań.
- Decyzja Rady 2001/573/WE z dnia 23 lipca 2001 r. zmieniająca decyzję Komisji 2000/532/WE w zakresie wykazu odpadów. 2001. Dz. U. UE L 203 z 28.7.2001.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady nr 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy. 2008. Dz. U. UE L/312.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE. 2009. Dz. U. UE L 0914016.
- Eggleston S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K. 2006. IPCC Guidelines for national Greenhouse Gas Inventories. T. 5. IPCC.
- Hetemaki L. [red.]. 2014. Future of the European Forest-Based Sector: Structural Changes Towards Bioeconomy.
- Kunikowski G., Rutkowska-Filipeczak M., Wróbel A., Gańko E. 2008. Deliverable D5.01.03. Residue biomass potential inventory results. <http://www.renew-fuel.com>
- Oleniacz R., Bacik B., Spiszak M. 2014. Niekontrolowane spalanie odpadów i pozostałości roślinnych na terenach wiejskich – przykład inwentaryzacji źródeł emisji i oceny wpływu na jakość powietrza. W: Kuropka J., Musiałik-Piotrowska A. [red.]. Inżynieria i ochrona powietrza. Oficyna Wydawnicza PWR, Wrocław. 314-323.
- Proposal for a Directive Of The European Parliament And Of The Council on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast). 2016. Document 52016PC0767. COM/2016/0767 final – 2016/0382 (COD).
- Pudółko R. 2013. Ocena potencjałów biomasy ubocznej i odpadowej w UE-27 i Szwajcarii oraz ich regionalizacja. Monografie i Rozprawy Naukowe 39.
- Ratajczak E. 2013. Sektor leśno-drzewny w zielonej gospodarce. Wydawnictwo Instytutu Technologii Drewna, Poznań.
- State of Europe's forests. 2015. FAO, Rome.
- Szostak A., Ratajczak E. 2003. Zasoby odpadów drzewnych w Polsce. *Czysta Energia* 6: 21-23.
- Taylor J. A., Herr A., Siggins A. W. 2009. The influence of distance from landfill and population density on degree of wood residue recycling in Australia. *Biomass and Bioenergy* 33 (10): 1474-1480.
- Tum M., Buchhorn M., Günther K. P., Haller B. C. 2011. Validation of Modelled Forest Biomass in Germany using BETHY/DLR. *Geoscientific Model Development* 4: 1019-1034.
- Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii. 2017. Dz. U. poz. 1593.