

Kajetan Kościk

OCENA ZASOBÓW BIOMASY DRZEWNEJ NA TERENIE GMINY ŁASZCZÓW

Kajetan Kościk, mgr inż. – Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

adres korespondencyjny:

Wydział Nauk Rolniczych w Zamościu

ul. Szczepieszka 102, 22-400 Zamość,

e-mail: kajetan.koscik@up.lublin.pl

RATING OF WOODY BIOMASS RESOURCE IN THE COMMUNITY ŁASZCZÓW

SUMMARY: The estimation of wood energy potential in the area of Łaszczów commune was conducted. Potential from forests, wood industry, orchards and wooded areas was identified. Total amount of that biomass accounts to about 448 tons what gives an equivalent in terms of energy content that equals 4 200 GJ. The most of that potential is wood from the forests. High percentage is already in use by local community and also wood industry e.g. for board production from low quality wood raw material. At the same time wood from orchards and wooded areas have rather and irregular character what could be a significant obstacle in it's availability for interested enterprises.

KEY WORDS: biomass, wood, forests, orchards, wooded areas

Wstęp

Według rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r.¹ biomasa to stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z wytworów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, przemysłu je przetwarzającego, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji, oraz ziarna zbóż niespełniające wymagań jakościowych dla zbóż w zakupie interwencyjnym, określonych w art. 4 rozporządzenia Komisji (WE) nr 687/2008 z dnia 18 lipca 2008 r. ustanawiającego procedury przejęcia zbóż przez agencje płatnicze lub agencje interwencyjne oraz metody analizy do oznaczania jakości zbóż (...) i ziarna zbóż, które nie podlegają zakupowi interwencyjnemu.

Istnieje wiele różnych surowców, zarówno celowych, jak i odpadowych, które mogą zostać wykorzystane na potrzeby energetyczne, a które kwalifikowane są do uzyskania świadectw pochodzenia energii ze źródeł odnawialnych. Realna dostępność tych surowców jest jednak silnie zróżnicowana regionalnie. Decyzja o lokalizacji inwestycji wykorzystującej biomasę jako podstawowe źródło energii powinna zostać poprzedzona wnikliwą analizą dostępności substratów, gdyż od jej wyników zależeć będzie dalsze postępowanie inwestora. Charakterystyczną cechą biomasy jest jej rozproszenie, a koszty transportu są relatywnie drogie z powodu małej gęstości usypowej większości takich surowców, a często również ich wysokiej wilgotności. Najbardziej racjonalnym rozwiązaniem jest lokalizacja instalacji przetwarzających biomasę jak najbliżej miejsca jej wytwarzania.

Analiza zasobów odnawialnych zasobów energetycznych wymaga wyróżnienia potencjału²:

- biologicznego (teoretycznego), który zakłada istnienie urządzeń o 100% sprawności, brak ograniczeń technicznych oraz całkowity dostęp do zasobów przy założeniu, że nie są one wykorzystywane na inne potrzeby;
- technicznego, który uwzględni ograniczenia wynikające ze sprawności urządzeń wytwarzających energię, straty jej przesyłu oraz uwarunkowania formalnoprawne, szczególnie w zakresie ochrony przyrody;
- ekonomicznego, który oznacza technicznie dostępne zasoby w warunkach ekonomicznej opłacalności przedsięwzięcia; uzależniony jest od cen paliw i energii, podatków, struktury finansowej i oceniany na podstawie wskaźników ekonomicznych, takich jak IRR czy NPV.

Ze względu na specyfikę biomasy (mnogość sposobów zagospodarowania) należy doprecyzować, że:

¹ Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązku uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii, Dz. U. nr 156, poz. 969 z późn. zm.

² M. Tańczuk, R. Ulbrich, *Assessment of energetic potential of biomass*, "Proceedings of ECOpole" 2009 vol. 3 no. 1, p. 23-26.

- potencjał biologiczny (teoretyczny) biomasy obejmuje całą biomasę wytworzoną na określonym obszarze i jej wartość energetyczną niezależnie od sposobu jej wykorzystania i możliwości pozyskania;
- potencjał techniczny biomasy jest to potencjał biologiczny biomasy pomniejszony o aktualne wykorzystanie na potrzeby inne niż energetyczne, który może być pozyskany w ramach określonych technologii, z uwzględnieniem sprawności energetycznej urządzeń przetwarzających biomasę na energię użytkową.

Celem pracy jest określenie potencjału technicznego biomasy drzewnej na terenie gminy Łaszczów. Szacunki wykonano w oparciu o identyfikację zasobów biomasy drzewnej pochodzącej z terenów leśnych, odpadów z przemysłu drzewnego. Obliczono również zasoby z sadów i zadrzewień.

1. Charakterystyka biomasy drzewnej

Drewno pod względem fizykochemicznym jest substancją niejednorodną, zawierającą głównie celulozę – około 50%, hemicelulozę, ligninę – 20-30% (u gatunków iglastych około 30%, a u gatunków liściastych około 20%) i wodę – 20-60%. Wraz z wiekiem drzewa nasila się proces lignifikacji: zawartość ligniny w drewnie wzrasta, a wody maleje³. Zawartość wody w świeżym drewnie zależy głównie od gatunku drzewa i jest wyższa w przypadku drewna o mniejszym ciężarze właściwym. W skład drewna wchodzi również materiał palny, w którym węgiel stanowi 35%, tlen 40-44%, wodór 4%, azot około 0,1% i siarka około 0,1%. Wapń, magnez i potas stanowią około 0,5% popiołu. Paliwa drewnopochodne charakteryzują się wysoką zawartością składników lotnych. Zaledwie 20% ich masy stanowią nielotne związki węgla, które nie odparowują w procesie suchej destylacji (ogrzewania) drewna, lecz zostają spalone na ruszcie. Tymczasem większość związków lotnych spala się nad rusztem⁴. Właściwości energetyczne różnych gatunków drewna podano w tabeli 1.

1.1. Las jako źródło biomasy

Las jest zasobem naturalnym, ale tylko w umownym tego słowa znaczeniu. Na początku XVIII wieku las przestał być czystym tworem natury, a stał się w znacznej mierze tworem zaprojektowanym i tworzonym przez człowieka. Została wprowadzona uprawa lasu i monokultura. Globalne i lokalne przemiany środowiska są jednym z istotnych powodów rozwinięcia szerokiego programu zalesień w Polsce. Lasy są obecnie głównym źródłem biomasy drzewnej w Polsce. Traktowane są jako zasób odnawialny, ponieważ będąc względnie zamknię-

³ Dostęp: www.biomasa.org [data wejścia: 05-07-2011].

⁴ A. Kowalczyk-Juśko, *Źródła biomasy na cele energetyczne*, w: *Bioenergetyka Podkarpacka*, red. B. Kościak, Wyd. PWSZ, Jarosław 2007, s. 105-185.

Tabela 1
Ciepłota spalania i wartość opałowa różnych rodzajów drewna

Drewno liściaste				Drewno iglaste			
Rodzaj drewna	Ciepłota spalania [MJ/kg]	Wartość opałowa [MJ/kg]		Rodzaj drewna	Ciepłota spalania [MJ/kg]	Wartość opałowa [MJ/kg]	
		wilgotność 0%	wilgotność 15%			wilgotność 0%	wilgotność 15%
Brzoza	21,5	20,1	16,7	Daglezja	20,5	19,2	15,9
Buk	21,5	20,1	16,7	Jodła sezonowana	20,7	19,3	16,1
Buk	20,2	18,8	15,7	Jodła świeża	20,2	18,8	15,6
Buk	19,7	18,8	15,2	Modrzew	19,9	18,5	15,4
Dąb	19,1	17,8	14,7	Sosna	19,9	18,6	15,4
Grab	19,0	17,6	14,6	Świerk	21,8	20,5	17,0
Grochodrzew	21,4	20,1	16,7	Średnio	20,7	19,3	16,1
Wierzba	17,7	16,3	13,5				
Jawor	18,9	17,5	14,5				
Jesion	19,8	18,4	15,3				
Kasztanowiec	20,2	18,8	15,6				
Lipa	20,1	18,7	15,5				
Olcha czarna	19,3	18,0	14,9				
Topola czarna	19,3	17,9	14,9				
Trześnia	19,9	18,5	15,7				
Wiąz	20,6	18,5	15,9				
Średnio	19,6	18,3	15,1				

Źródło: S. Kruczek, R. Głąbik, R. Sikora, *Zagadnienia gazyfikacji drewna*, „Energetyka Ciepła i Zawodowa”, 18, 2002, s. 18-20.

tym układem biocenotycznym, mają zdolność do samoodnawiania się, jednak tylko w pewnych granicach⁵.

Według danych GUS, lasy zajmują 29% powierzchni Polski (9066 tys. ha). W strukturze własności dominują lasy Skarbu Państwa, będące w zarządzie Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe (PGL LP) – stanowią około 78% (7059,9 tys. ha) ogólnej powierzchni lasów w Polsce⁶. W przeszłości, w następstwie rozwojowych procesów społeczno-gospodarczych, a głównie powiększania terenów użytkowanych rolniczo, lesistość Polski zmniejszyła się do 38% w 1820 roku, do 20% w 1938 roku.⁷ Następnie została zwiększona z 21% w roku 1945 do 29% obecnie. Od roku 1995 do 2008 powierzchnia lasów zwiększyła się o 310 tys. ha⁸.

⁵ A. Woś, *Ekonomika odnawialnych zasobów naturalnych*, PWN, Warszawa 1995.

⁶ *Leśnictwo 2009. Informacje i opracowania statystyczne GUS*, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2010.

⁷ *Krajowy Program Zwiększania Lesistości*, Rada Ministrów, Warszawa 2003.

⁸ Dostęp: www.lasy.gov.pl [data wejścia: 15-08-2011].

W zalesianiu gruntów porolnych w okresie powojennym można umownie wyróżnić co najmniej trzy etapy. Pierwszy z nich przypada na lata 1946-1970; jest to okres intensywnych zalesień, a także procesów sukcesji naturalnej zbiorowisk leśnych. Lesistość wzrosła do 27,0% w 1970 roku, a przeciętnie rocznie zalesiano 37 tys. ha. Największy obszar zalesiono w 1960 roku (62 tys. ha). W latach 1971-1980 obserwowano umiarkowany przyrost powierzchni leśnej. Lesistość wzrosła do 27,8%, przy przeciętnym rocznym zalesianiu 12,0 tys. ha. W latach dziewięćdziesiątych XX wieku powierzchnia zalesień systematycznie zwiększała się: od 7,6 tys. ha w 1991 roku do 23,4 tys. ha w 2000 roku, co dało średni roczny rozmiar zalesień na poziomie 14,9 tys. ha. „Krajowy program zwiększania lesistości”, przyjęty przez Radę Ministrów 23 czerwca 1995 roku, przewiduje dalszy wzrost lesistości do 30% w 2020 roku i 33% po 2050 roku. Natomiast według Janowicza⁹ lesistość w 2020 roku wyniesie 32%. Kraje sąsiadujące z Polską (z wyjątkiem Ukrainy – 16,5%) mają wyższą lesistość: Białoruś – 38,0%, Czechy – 34,3%, Litwa – 33,5%, Niemcy – 31,7%, Słowacja – 40,1%. Średnia europejska jest również znacznie wyższa i wynosi 44,3%. Nierównomierne występowanie lasów na terenie kraju, a także znaczne rozdrobnienie i rozproszenie kompleksów leśnych okazuje się ważnym problemem. Lasy w zarządzie PGL LP podzielone są na kilkadziesiąt tysięcy kompleksów leśnych. Powierzchnia przeciętnego prywatnego gospodarstwa leśnego nie przekracza 1 ha. Gospodarstwo tej wielkości często stanowi kilka oddzielnych działek.

Głównym problemem jest nie tyle relatywnie niski wskaźnik lesistości kraju, co mała produktywność polskich lasów. Potencjał ten przez kilka dziesięcioleci był eksploatowany nieracjonalnie, ponad miarę, a wyrąb drzewostanu przekraczał zdolność biologicznej odnowy. Ponadto nasze lasy są podatne na klęski żywiołowe i szkody ekologiczne, nasilające się z powodu skażenia powietrza przemysłowymi emisjami toksycznych pyłów i gazów.

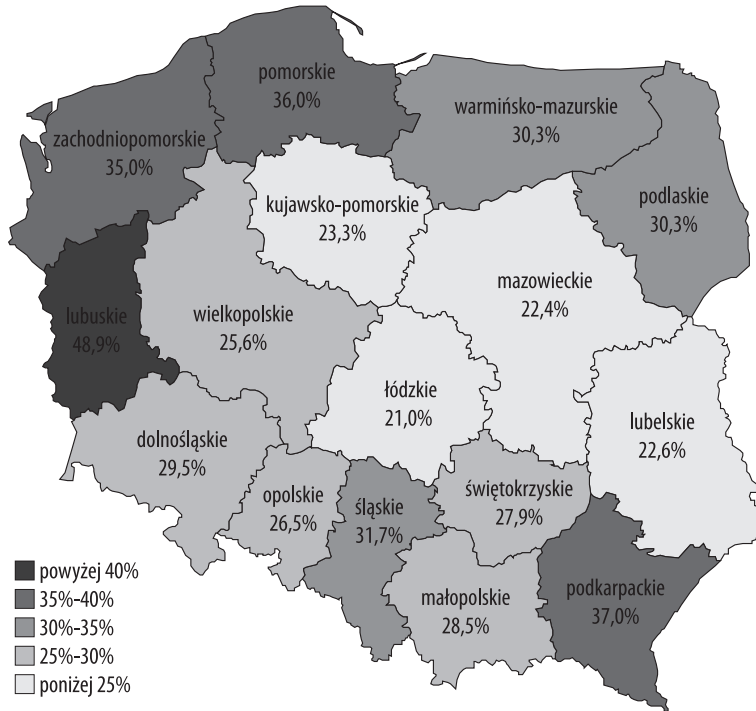
Szacuje się, że 55% powierzchni lasów zajmują bory. Na pozostałych obszarach występują siedliska mieszane, których część stanowią olsy i łęgi – niewiele ponad 3%. Na terenach nizinnych i wyżynnych najczęściej występuje sosna, rzadziej modrzew¹⁰. Sosna rośnie na około 69% powierzchni leśnej w PGL LP oraz na 63% lasów gminnych i prywatnych. W zachodniej części gór przeważa świerk, a we wschodniej świerk z bukiem. Dominacja sosny wynika ze sposobu prowadzenia gospodarki leśnej w przeszłości. Dawniej monokultury (uprawy jednego gatunku) były odpowiedzią na duże zapotrzebowanie przemysłu na drewno. Takie lasy okazały się jednak mało odporne na czynniki klimatyczne oraz łatwo padały ofiarą rozprzestrzenienia się szkodników.

W polskich lasach systematycznie zwiększa się udział innych gatunków, głównie drzew liściastych. Leśnicy odeszli od monokultur – dostosowują skład gatunkowy drzewostanu do naturalnego dla danego terenu. Dzięki temu w latach 1945-2008 powierzchnia drzewostanów liściastych na terenach PGL LP wzrosła z 13 do ponad 23%. Coraz częściej występują dęby, jesiony, klony, jawo-

⁹L. Janowicz, *Biomasa w Polsce*, „Energetyka” 2006 nr 8(626), s. 601-604.

¹⁰Dostęp: www.lasy.gov.pl [data wejścia: 16-08-2011].

Rysunek 1
Lesistość województw



Źródło: *Leśnictwo...*, op.cit.

ry, wiązy, a także brzozy, buki, olchy, topole, graby, osiki, lipy i wierzby. Wiek drzewostanów waha się od 40 do 80 lat, a więc przeciętny wiek lasu wynosi 60 lat. Coraz więcej jest drzew dużych, liczących ponad 80 lat.

W ostatnich latach na sytuację ochrony przyrody w Polsce zaczęły oddziaływać odnośne uregulowania prawne Unii Europejskiej: dwie dyrektywy unijne – ptasia i siedliskowa. Określono w nich gatunki i siedliska godne ochrony na obszarze Unii Europejskiej, a także sposoby ich ochrony w postaci ogólnoeuropejskiego programu sieci obszarów chronionych pod nazwą Natura 2000. Obok tego programu w Polsce funkcjonuje projekt sieci ekologicznej Econet, który jest rozwinięciem tego programu w kierunku tworzenia rzeczywistych powiązań ekologicznych między terenami chronionymi. Został wprowadzony do polityki planistycznej i strategii rozwoju wielu województw, szczególnie w kwestiach dotyczących utrzymania i poszerzenia korytarzy leśnych. Zmiana krytycznego stanu środowiska i tworzenie warunków do poprawy jakości życia ludności nie jest możliwa do osiągnięcia jedynie środkami technicznymi, ale wymaga rozwiązań ekologicznych, w których zwiększenie powierzchni leśnej i prośrodowiskowa lokalizacja zalesień jest szczególnie skutecznym instrumentem ekofi-

zjotaktyki¹¹. Zwiększenie lesistości kraju uzasadnione jest przede wszystkim potrzebą większego wykorzystania funkcji lasów w:

- przeciwdziałaniu degradacji i erozji gleb oraz stepowienia krajobrazu;
- retencjonowaniu, regulowaniu i łagodzeniu ekstremalnych stanów przepływu wód powierzchniowych i gruntowych;
- wiązaniu CO₂ i gazów przemysłowych z powietrza, wody i gleby oraz neutralizacji ich negatywnego działania i zmniejszania efektu cieplarnianego;
- korzystnej modyfikacji warunków hydrologicznych i topoklimatycznych na terenach rolniczych, zapewniających swobodny rozwój procesów życiowych roślin i zwierząt, oraz warunków do życia i działalności człowieka;
- zachowaniu zasobów genowych flory i fauny oraz tworzeniu, gromadzeniu i przywracaniu różnorodności biologicznej i naturalności krajobrazu;
- tworzeniu możliwości wypoczynku dla ludności oraz poprawy warunków życia na terenach zurbanizowanych¹².

Podstawowym paliwem stałym z biomasy jest biomasa leśna (drewno opałowe) występująca w postaci polan, okrąglaków, zrębków, brykietów, peletów i odpady z leśnictwa w postaci drewna niewymiarowego: gałęzi, żerdzi, krzewów, chrustu, karp oraz odpadów z przemysłu drzewnego (wióry, trociny) i papierniczego. W Polsce najczęstszym sposobem pozyskiwania drewna jest metoda, w której ścięte drzewa okrzusuje się bezpośrednio na powierzchni zrębowej, pozostawiając na niej odcięte gałęzie. Przygotowanie powierzchni zrębowej do jej wtórnego odnowienia wymaga zabiegów pielęgnacyjnych lasu. Pozostałości na powierzchniach zrębowych (gałęzie z igliwem, odcięte wierzchołki drzew) niewykorzystane w procesie pozyskiwania drewna utrudniają przeprowadzenie tych zabiegów, które polegają głównie na uporządkowaniu powierzchni zrębowej po wykonanym cięciu, usunięciu części drzew i odsłonięciu powierzchni leśnej. W zależności od regionu i lokalnych tradycji pozostałości pozrębowe mogą być wykorzystane w różny sposób. Najczęściej spotykaną metodą jej użytkowania jest układanie w stosy i spalanie. Zawarte w igliwii i gałęziach substancje odżywcze są częściowo tracone, a podczas spalania do atmosfery emitowane są duże ilości CO₂. Dotychczas praktykowane spalanie odpadów zrębowych nie ma nic wspólnego z ekologicznymi kierunkami utylizacji nieużytkowanego surowca i powinno być objęte powszechnym zakazem. Ostatnio jednak spalanie drobnicy zrębowej traci w Polsce znaczenie, a w wielu nadleśnictwach jest zabronione, szczególnie w okresie letnim. Drugim sposobem wykorzystania pozostałości pozrębowych jest ich usuwanie poza granice powierzchni zrębowej. Pozostawienie na powierzchni zrębowej gałęzi, czy też wierzchołków drzew wpływa niekorzystnie na stan zdrowotny i sanitarny lasu, a ponadto stanowi istotną przeszkodę zarówno w procesie odnowień naturalnych lub sztucznych nasadzeń oraz w naturalnym wzroście runa leśnego. Oba te sposoby postępowania znacząco i niekorzystnie wpływają na układy biologiczne ekosystemów leśnych. Pobierając z lasu określoną masę drzewną oraz zużytkowując odpady pozrębowe, zuboża się eko-

¹¹ *Krajowy program ...*, op.cit., Warszawa 2003.

¹² A. Woś, *Ekonomika ...*, op.cit.

system o pierwiastki chemiczne w nich zawarte, które mają znaczenie dla środowiska leśnego. Ponadto zakłócenia w obiegu biogenów przyczyniają się do degradacji gleb.

Coraz częściej pojawiają się inne formy utylizacji pozostałości zrębowych. Stanowią one istotny element obiegu biogenów i należałoby pozostawić je na powierzchni zrębowej w formie uwzględniającej sposób odnowienia oraz przeciwdziałania zakłóceniom w środowisku leśnym spowodowanym założeniem zrębu zupełnego. Z punktu widzenia proekologicznego byłoby celowe pozostawienie tej biomasy w lesie, ale w postaci odpowiednio rozdrobnionej. Pozostawiona arbomasa stanowi wtedy rezerwuar substancji pokarmowych dla zakładanej uprawy. Niektóre nadleśnictwa posiadają specjalne maszyny do rozdrabniania resztek pozrębowych. Inną metodą, stosowaną znacznie rzadziej, jest zrębkowanie pozostałości¹³.

Nadmierna eksploatacja lasów i pozyskiwanie arbomasy może prowadzić do naruszenia struktury i funkcjonowania lasu, który jest skomplikowanym, wielofunkcyjnym organizmem, o licznych funkcjach pozaprodukcyjnych. Oprócz ograniczenia ilościowego zasobów biomasy drzewnej pochodzącej z leśnictwa i przemysłu drzewnego, energetyczne wykorzystanie tego surowca podlega coraz bardziej restrykcyjnym ograniczeniom prawnym. Kwestię tę reguluje rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r., które nakazuje do roku 2017 zmniejszenie zużycia biomasy pochodzącej z leśnictwa i przemysłu drzewnego do 40% lub do zera – w zależności od mocy jednostki wytwórczej i stosowanej technologii. W miejsce drewna i jego odpadów powinna zostać zastosowana biomasa z upraw energetycznych¹⁴.

1.2. Zasoby drewna z lasów w gminie Łaszczów

Szacunek dostępnych zasobów drewna na cele energetyczne z lasów można przeprowadzić na podstawie powierzchni gruntów leśnych i rocznego przyrostu lub na podstawie pozyskania drewna opałowego z lasów regionalnych dyrekcji lasów państwowych oraz sprawozdań o lasach stanowiących własność osób fizycznych i prawnych, przygotowywanych na potrzeby statystyczne przez starostwa powiatowe.

Teoretycznie potencjał energetyczny biomasy leśnej można też obliczyć, określając ilość drewna odpadowego. Może być ona obliczona na podstawie zależności, że z każdych 100 m³ masy drzewnej pozyskanej w lesie na korę przypada 10 m³, chrust – 15 m³, grubiznę opałową – 20 m³, trociny i zrżyny – 19 m³,

¹³ Z. Pilarek, S. Gałązka, R. Gornowicz, *Wpływ sposobu zagospodarowania pozostałości pozrębowych na niektóre właściwości chemiczne gleb*, „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych” 2002 nr 486, s. 215-222; J. Sadowski, *Problemy zagospodarowania pozostałości zrębowych*, „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych” 2002 nr 486, s. 209-214.

¹⁴ A. Kowalczyk-Juśko, *Charakterystyka biomasy wybranych roślin pod kątem jej przydatności do granulacji i spalania*, w: *Konwersja odnawialnych źródeł energii*, red. A. Lisowski, Wyd. Wieś Jutra, Warszawa 2009, s. 88-101.

tarcicę – 36 m³, a na gotowe wyroby z drewna tylko 20-25 m³ z pozycji „tarcica”¹⁵. Mimo znaczącego udziału odpadów, w większości są one niedostępne ze względów technologicznych oraz przepisów dotyczących gospodarowania zasobami leśnymi.

W tej sytuacji dla obliczenia zasobów drewna z lasów na cele energetyczne w gminie Łaszczów posłużono się metodami opartymi na przyrostach i pozyskaniu drewna z lasów.

Zasoby drewna na cele energetyczne z lasów obliczono na podstawie wzoru:

$$Z_{dl} = A \cdot I \cdot F_w \cdot F_e \text{ [m}^3\text{/rok]}, \quad (1)$$

gdzie:

- Z_{dl} – zasoby drewna z lasów na cele energetyczne,
- A – powierzchnia lasów [ha],
- I – przyrost bieżący miąższości [m³/ha/rok],
- F_w – wskaźnik pozyskania drewna na cele gospodarcze [%],
- F_e – wskaźnik pozyskania drewna na cele energetyczne [%].

Tabela 2
Obliczenia zasobów drewna z lasów na cele energetyczne w gminie Łaszczów

Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Uwagi
Powierzchnia gruntów leśnych gminy	A	[ha]	489,0	
Przyrost bieżący miąższości	I	[m ³ /ha/rok]	7,2	dane dla kraju
Wskaźnik pozyskania drewna na cele gospodarcze	F_w	[%]	55,0	dane dla kraju
Roczne pozyskanie drewna	–	[m ³]	1 412 233,0	dane dla województwa lubelskiego
Roczne pozyskanie drewna sortymentów S4, M1 i M2	–	[m ³]	206 163,0	dane dla województwa lubelskiego
Wskaźnik wykorzystania drewna na cele energetyczne	F_e	[%]	14,6	dane dla województwa lubelskiego
Zasoby drewna z lasów na cele energetyczne	Z_{dl}	[m ³ /rok] [t/rok]	282,66 274,18	przyjęto gęstość nasypową drewna na poziomie 0,97 t/m ³ , przy wilgotności wynoszącej 50%

Źródło: opracowanie własne.

Dane dotyczące powierzchni lasów uzyskano z publikacji właściwych terytorialnie urzędów statystycznych oraz geodezyjnych wykazów gruntów sporządzanych corocznie przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii w Warszawie. Przyrost określono na podstawie różnicy stanu zasobów na końcu i początku roku wraz z ilością drewna pozyskaną w danym roku. Dane dotyczące jego wielkości uzyskano w regionalnej dyrekcji lasów państwowych na bazie aktualnych planów urzędzenia lasu.

Wskaźnik pozyskania drewna na cele gospodarcze (F_w) wyliczono na podstawie danych publikowanych corocznie przez Państwowe Gospodarstwo Leśne

¹⁵ L. Janowicz, *Biomasa w Polsce*, „Energetyka” 2002 nr 8(626), s. 601-604.

Lasy Państwowe w Warszawie w *Raporcie o stanie lasów w Polsce*. Wskaźnik ten za ostatnie 20 lat wyniósł 55%.

Wskaźnik wykorzystania drewna na cele energetyczne (F) w lasach państwowych ustalony został na podstawie procentowego udziału sortymentów drewna wykorzystywanych na potrzeby energetyczne w ogólnym pozyskaniu drewna. Dane z tego zakresu publikowane są przez Główny Urząd Statystyczny w raporcie *Leśnictwo*. Do wykorzystania na potrzeby energetyczne uwzględniono sortymenty S4, M1 i M2, gdzie:

S4 – drewno opałowe (odpowiada grubiznie opałowej);

M – drewno małowymiarowe (drobnica). Jest to drewno okrągłe o średnicy dolnej do 5 cm (bez kory), mierzone w sztukach grupowo lub w stosach; w zależności od jakości, drewno małowymiarowe dzieli się na dwie grupy;

M1 – drewno do przerobu przemysłowego; grupa odpowiada sortymentowi określanemu jako drobnica użytkowa (głównie tyczki),

M2 – drewno opałowe; grupa obejmuje tak zwaną gałęziówkę.

W lasach niestanowiących własności Skarbu Państwa wskaźnik ten stanowi procentowy stosunek drewna stosowego ogólnego pozyskania drewna.

Po przyjęciu ciężaru objętościowego drewna na poziomie $0,65 \text{ t/m}^3$ ¹⁶ obliczono teoretyczne zasoby drewna zarówno z lasów państwowych, jak i prywatnych w granicach administracyjnych gminy Łaszczów. Obliczono, że zasoby drewna pochodzącego z lasów, które przeznaczyć można na potrzeby energetyczne, wynoszą $282,66 \text{ m}^3$ ($274,18 \text{ t}$) w stosunku rocznym.

Celem wyrażenia potencjału biomasy leśnej w jednostkach energii przeliczono wielkości fizyczne (m^3 i tony) na jednostki energetyczne oraz uwzględniono sprawność kotłów służących do spalania drewna (80%). Przyjmując, że wilgotność drewna świeżego wynosi średnio 50%, a wartość opałowa absolutnie suchej masy drzewnej wynosi średnio $18,72 \text{ GJ/tonę}$, przyjęto wartość opałową (tak zwaną roboczą) drewna na poziomie $8,01 \text{ GJ/t}$. Ustalona wcześniej ilość drewna odpowiada wartości energetycznej $1\,785,24 \text{ GJ}$.

2. Drewno odpadowe z przetwórstwa drzewnego

Drewno i jego pochodne są wykorzystywane w wielu dziedzinach gospodarki. Procesowi jego pozyskiwania, przetwarzania w materiały i gotowe wyroby drzewne oraz konsumpcji i eksploatacji indywidualnej, zbiorowej i przemysłowej towarzyszy zjawisko powstawania różnego rodzaju odpadów drzewnych. Rodzi to określone skutki i problemy o charakterze technologicznym, ekonomicznym i ekologicznym. Odpady i ich zagospodarowanie to jeden z ważniejszych aspektów funkcjonowania sektora leśno-drzewnego¹⁷.

¹⁶ *European Biomass Statistics*, AEBIOM, Belgium 2007.

¹⁷ Dostęp: www.drewno.pl [data wejścia: 17-08-2011].

Odpady przemysłu drzewnego są ważnym źródłem biomasy. Są to przede wszystkim trociny i wióry pochodzące głównie z przemysłu tartaczno-ego oraz, w mniejszym stopniu, z przemysłu meblarskiego i płyt drewnopochodnych. Kora i pozostała ilość odpadów przeznaczona jest na eksport, a także wykorzystywana w ogrodnictwie i rolnictwie.

Drewno przeznaczone na potrzeby energetyczne może być pozyskiwane w postaci tradycyjnego drewna opałowego (szczapy, wałki), natomiast w większych instalacjach grzewczych wykorzystuje się zrębki drzewne¹⁸. Znaczne ilości zrębków uzyskanych z drewna odpadowego pochodzącego z wyrębów lasów zostaje, podczas rozdrabniania, rozrzucona na miejscu jako materiał użyźniający glebę, a zrębki z kory i bardzo cienkich gałęzi są zagospodarowywane jako materiał przeznaczony dla ogrodnictwa, stanowiąc warstwę ochronną i ozdobną wykładaną wokół krzewów, drzew czy kwiatów. Zrębki używane są ponadto jako opał w przydomowych kotłowniach. Są więc jednym z wielu odnawialnych źródeł energii, w tym wypadku energii cieplej¹⁹.

Drzewne odpady przemysłowe powstają u producentów wyrobów bazujących na przerobieniu surowca drzewnego, materiałów tartych i drewnopochodnych. Różnią się one pod względem rodzaju, postaci i jakości. Mogą pochodzić z przerobu drewna iglastego lub liściastego oraz mieć postać dużych i małych kawałków, wiórów, trocin, pyłu drzewnego czy kory.

Drewno kawałkowe to pozostałość (około 2%) drewna konstrukcyjnego, przycinanego na wymiar, bądź też odpad z produkcji przycinanych na wymiar półwyrobów (na przykład fryzów), lub materiał nie spełniający norm półwyrobu (stanowi nawet do 50% przerabianego drewna). Jego wartość opałowa wynosi 11-22 MJ/kg, wilgotność – 20-30%, a zawartość popiołu – 0,6-1,5% suchej masy.

Trociny stanowią około 10% drewna przerabianego w tartakach. Są także produktem ubocznym skrawania, frezowania w zakładach bardziej zaawansowanej obróbki drewna. Oczyszczone z drewna kawałkowego stanowią cenne paliwo i mogą być wykorzystywane w kotłowniach. Poziom wilgotności trocin jest zróżnicowany i waha się od 6-10% do 45-65% dla trocin z niedawno ściętego drzewa. Przy wilgotności 5-15% zawartość popiołu wynosi mniej niż 0,5%. Wady trocin są związane z magazynowaniem, skłonnością do zaparzenia i podatnością na zawilgocenia. Z uwagi na te słabe punkty trociny powinny być spalane w pierwszej kolejności.

Wióry są, podobnie jak trociny, produktem ubocznym przemysłu drzewnego, powstającym podczas skrawania i frezowania. Cechą charakterystyczną wiórów jest niska wilgotność (5-15%). Z tego powodu wykorzystywane są do produkcji peletów oraz brykietów drzewnych. Zawierają niewielką ilość zanieczyszczeń, a zawartość popiołu to mniej niż 0,5%.

¹⁸ *Wojewódzki Program Rozwoju Alternatywnych Źródeł Energii, Raport II. Uwarunkowania*, 2004, Biuro Planowania Przestrzennego w Lublinie, Lublin; L. Janowicz, *Biomasa w ...*, op.cit.; P. Gradziuk, A. Grzybek, K. Kowalczyk, B. Kościak, *Biopaliwa*, Wyd. Wieś Jutra, Warszawa 2003.

¹⁹ F. Adamczyk, P. Frąckowiak, S. Jankowiak, J. Mac, K. Michalec, *Wpływ grubości drewna (gałęzi) sumaka octowca *Rhus typhina* L. na parametry energetyczne jego zrębkowania prototypową rębarką RD*, „Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna” 2007 nr 4.

Zrębki drzewne to rozdrobnione drewno w postaci długich na 5-50 mm ścinków o nieregularnych kształtach (w postaci włókien, dłuższych drobin, wiórów, rozdrobnionych kawałków). Zrębki otrzymuje się z całego drzewa, włączając w to gałęzie. Są produkowane podczas pierwszego trzebień drzewostanów, wierzchołków i innych pozostałości po wyrębach, podczas obrabiania kłód w tartakach, na szybko rosnących plantacjach wierzby, z odpadów drzewnych w dużych zakładach przetwarzających drewno. Wartość opałowa zrębków wynosi 6-16 MJ/kg. Wilgotność zależy głównie od czasu, jaki upłynął od ścięcia drewna do chwili jego zrzębkowania. Jak podają różne źródła, wilgotność waha się od 20 do 60%. Zawartość popiołu zależy od gatunku drzewa oraz jakości igieł, gałęzi oraz łodyg. Naturalny popiół występujący w igłach może stanowić 5%, w gałęziach i korze około 3%, a w łodygach około 0,6%. Zrębki drzewne mogą być zanieczyszczone kamykami, glębą i piachem, co zwiększa zawartość popiołu. Zrębki są doskonałym paliwem dla kotłów, wykorzystuje się je również do produkcji płyt wiórowych i jako topnik w hutnictwie. Wadą tego paliwa jest wrażliwość na zmiany wilgotności powietrza i podatność na choroby grzybowe. Długo magazynowane zrębki powinny być co jakiś czas przewracane.

Kora to wartościowy pod względem energetycznym odpad przemysłu drzewnego; pozyskuje się ją, zdzierając z kłód z miękkiego drewna oraz przez ścinanie jej kawałków z drewna twardego. Stanowi to od 10 do 15% masy pozyskiwanego drewna. Jej wartość opałowa wynosi 18,5-20 MJ/kg, wilgotność natomiast waha się według różnych źródeł od 55% do 65%, a zawartość popiołu, który ma tendencję do żuźlowania, stanowi 1-3% suchej masy. Część kory zostaje podczas obróbki drewna przetworzona na trociny. Korę przed podaniem do kotła z podajnikiem ślimakowym należy poddać zrzębkowaniu w rębaku z górnym zasypem, zrzębkowanie kory przebiega jednak szybko i pochłania niewielkie ilości energii.

Paliwo uszlachetnione, czyli brykiet i pelety, cechuje się wysoką wartością opałową (za którą odpowiada niska wilgotność) i małą objętością, związaną z dużym ciężarem właściwym. Zaletą brykietu i peletu jest ich jednolita wielkość, ułatwiająca wykorzystanie.

Brykiet drzewny to walec lub kostka utworzone z suchego rozdrobnionego drewna (trocin, wiórów czy zrębków), sprasowanego pod wysokim ciśnieniem bez dodatku substancji klejących. W czasie zachodzącego pod ciśnieniem 200 atmosfer procesu brykietowania wydziela się lignina, która po obniżeniu temperatury zastyga, spajając surowiec w formie brykietu. Duże zagęszczenie materiału w stosunku do objętości sprawia, że proces spalania brykietu zachodzi stopniowo i powoli. Wartość energetyczna brykietu to: 19-21 GJ/t; wilgotność: 6-8%; zawartość popiołu: 0,5-1% suchej masy.

Pelety (inaczej granulaty) to produkowane z odpadów drzewnych (najczęściej z trocin i wiórów) cylindryczne granulki o średnicy 8-12 mm, o długości kilku centymetrów. Granulaty wytłacza się w prasie rotacyjnej bez dodatku substancji klejącej i pod dużym ciśnieniem, które umożliwia duże zagęszczenie surowca. Pelety są paliwem łatwym do transportowania, najpraktyczniejszym w magazynowaniu i najwygodniejszym w eksploatacji. Ich zaletą jest też bardzo niska za-

wartość popiołu (0,4-1% suchej masy). Wartość energetyczna peletów wynosi 16,5-17,5 MJ/kg, a wilgotność 7-12%²⁰.

2.1. Zasoby odpadów drzewnych w gminie Łaszczów

W bilansie energetycznym uwzględniane są zasoby drewna odpadowego powstające w trakcie przerobu drewna w zakładach przetwórstwa i obróbki drewna. Ocenia się je na podstawie wielkości pozyskania drewna z lasów państwowych (grubizny) oraz prywatnych (drewno dłużycowe) położonych na badanym obszarze. W lasach państwowych podstawę oceny stanowiło pozyskanie drewna wielkowymiarowego (ogólnego przeznaczenia i specjalne) oraz średniowymiarowego (do przerobu przemysłowego i dłużycowe).

Założono, że odpady drzewne (zrzyny, trociny, odłamki, wióry) stanowią średnio 20% masy początkowej przeznaczonej do przerobu²¹. Ograniczeniem w rynkowym wykorzystaniu tych zasobów jest to, że znaczące ilości odpadów powstających podczas mechanicznego przerobu drewna w zakładach przetwórczych zużywane są na własne potrzeby grzewcze tych jednostek, stanowią również surowiec do wyrobu płyt wiórowych. Ponadto część surowca zostaje w procesie przerobu traktowana substancjami chemicznymi, które dyskwalifikują odpad do dalszego wykorzystania na cele energetyczne. Jednak trociny już teraz stanowią ważny surowiec służący do produkcji granulatów opałowych: brykietów i peletów.

Zasoby drewna odpadowego z przemysłu ocenione zostały na podstawie wielkości pozyskania drewna z lasów państwowych (grubizny) oraz prywatnych (drewno dłużycowe) położonych na obszarze gminy. W lasach państwowych podstawę oceny stanowiło pozyskanie drewna wielkowymiarowego (ogólnego przeznaczenia i specjalne) oraz średniowymiarowego (do przerobu przemysłowego i dłużycowe).

Wskaźnik pozyskania drewna na cele przemysłowe (F_p) obliczono jako procentowy udział wyżej wymienionych klas jakościowo-wymiarowych drewna w stosunku do pozyskania drewna ogółem na terenie województwa. Współczynniki ustalone dla województwa lubelskiego odniesiono do zasobów drzewnych gminy Łaszczów.

$$Z_{dt} = A \cdot I \cdot F_w \cdot F_p \cdot 0,20 \text{ [m}^3/\text{rok]} \text{ lub} \quad (2a)$$

$$Z_{dt} = A \cdot I \cdot F_w \cdot F_p \cdot 0,20 \cdot 0,3 \text{ [t/rok]}, \quad (2b)$$

gdzie:

Z_{dt} - zasoby drewna z przetwórstwa drzewnego na cele energetyczne [m³/rok] lub [t/rok],

²⁰ A. Kowalczyk-Juśko, *Źródła biomasy na cele energetyczne*, w: *Bioenergetyka Podkarpacka*, red. B. Kościak, Wyd. Nauk. PWSZ, Jarosław 2007, s. 105-185.

²¹ J. Buczek, B. Kryńska, *Zasoby biomasy – zasady i wskaźniki sporządzania bilansu biomasy*. Mat. szkol. „Innowacje w technologiach roślinnych podstawą kształtowania rolniczej przestrzeni produkcyjnej przez samorząd terytorialny”, Uniwersytet Rzeszowski, Rzeszów 2007, s. 179-187.

Tabela 3
Obliczenia zasobów drewna z przetwórstwa drzewnego na cele energetyczne

Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Uwagi
Powierzchnia gruntów leśnych gminy	A	[ha]	489,0	
Przyrost bieżący miąższości	I	[m ³ /ha/rok]	7,2	dane dla kraju
Wskaźnik pozyskania drewna na cele gospodarcze	F _w	[%]	55,0	dane dla kraju
Roczne pozyskanie drewna	-	[m ³]	1 412 233,0	dane dla województwa lubelskiego
Roczne pozyskanie grubizny na cele przemysłowe	-	[m ³]	1 206 066,0	dane dla województwa lubelskiego
Wskaźnik pozyskania drewna na cele przemysłowe	F _p	[%]	85,4	dane dla województwa lubelskiego
Zasoby drewna z przetwórstwa drzewnego na cele energetyczne	Z _{dt}	[m ³ /rok] [t/rok]	330,72 99,21	przyjęto gęstość nasypową dla zrębków drzewnych na poziomie 0,3 t/m ³ , przy wilgotności wynoszącej 35%

Źródło: opracowanie własne.

- A – powierzchnia lasów [ha],
 I – przyrost bieżący miąższości [m³/ha/rok],
 F_w – wskaźnik pozyskania drewna na cele gospodarcze [%],
 F_p – wskaźnik pozyskania drewna na cele przemysłowe [%].

Oszacowane zasoby pozostałości z przemysłu drzewnego oceniono jako wyjątkowo skromne, wynoszące mniej niż 100 ton w ciągu roku.

3. Drewno odpadowe z sadów

Drewno odpadowe z towarowych upraw sadowniczych powstaje podczas całkowitej likwidacji starych plantacji oraz w czasie corocznych cięć sanitarnych drzew porażonych chorobami, szkodnikami, wyłamanych przez wiatr. Według J. Tymińskiego²², corocznie z wiosennych prześwietleń uzyskuje się 500 tys. ton drewna. Likwidacja starego sadu następuje średnio po upływie 25 lat od posadzenia drzew, zaś ubytki naturalne stanowią średnio 2% drzewostanu rocznie. Na uwagę zasługuje również fakt, że część areału sadów często stanowią niewielkie sady przydomowe służące zaspokojeniu własnych potrzeb rolników, niejednokrotnie zaniedbane i pozbawione części drzewostanu. Lokalizacja blisko własnego gospodarstwa, a więc dostępność bez potrzeby dalekiego transportu, oraz wysokie ceny innych surowców sprzyjają wykorzystaniu tego drewna na cele energetyczne. Uzyskane w wyniku usuwania drzew owocowych drewno może być również wykorzystywane między innymi do produkcji drewna kominowego, w meblarstwie oraz w galanterii drzewnej. Największy udział w ogólnej

²² J. Tymiński, *Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w Polsce do 2030 roku. Aspekt energetyczny i ekologiczny*, IBMER, Warszawa 1997.

powierzchni uprawy drzew owocowych mają jabłonie – 68,3%. Oprócz drzew owocowych uprawia się również krzewy owocowe (m.in. porzeczkę, agrest, maliny), których udział w ogólnej powierzchni sadów wynosi około 20%²³.

3.1. Zasoby drewna z sadów w gminie Łaszczów

W celu obliczenia ilości drewna odpadowego z sadów przyjęto średni jednostkowy odpad drzewny na poziomie $0,35 \text{ m}^3$ z hektara rocznie²⁴.

$$Z_{ds} = A \cdot 0,35 \text{ [m}^3\text{/ha/rok]}, \quad (3)$$

gdzie:

Z_{ds} – zasoby drewna odpadowego z sadów na cele energetyczne,

A – powierzchnia sadów [ha].

Tabela 4

Obliczenia zasobów drewna odpadowego z sadów na cele energetyczne

Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Uwagi
Powierzchnia sadów	A	[ha]	62,0	
Zasoby drewna odpadowego z sadów	Z_{ds}	[m ³ /rok] [t/rok]	21,70 6,51	przyjęto gęstość nasypową dla zrębków drzewnych na poziomie $0,3 \text{ t/m}^3$, przy wilgotności wynoszącej 35%

Źródło: opracowanie własne.

Oszacowane zasoby drewna z sadów są znikome ($6,5 \text{ t/rok}$), nie będą więc przedmiotem przetwórstwa i obrotu biomasą, najczęściej są wykorzystywane w obrębie gospodarstwa. W praktyce drewno pochodzące z wyczystek, cięć sanitarnych i odnowieniowych jest najczęściej spalane we własnym gospodarstwie – w piecu lub wprost na polu. Drewno to nie stanowi obecnie produktu handlowego z uwagi na stosunkowo niewielkie ilości tych odpadów powstających w dużym rozproszeniu. W przypadku dużych gospodarstw sadowniczych jest to jednak znaczące potencjalne źródło energii.

4. Drewno z zadrzewień

Zadrzewienia są to produkcyjne i ochronne skupiska drzew i krzewów na terenach poza lasami. Występują wzdłuż tras komunikacyjnych i cieków wodnych, wśród upraw rolnych, przy domach i budynkach gospodarczych oraz w obrębie i przy zakładach przemysłowych. Do zadrzewień nie zalicza się: sadów, plantacji, szkółek drzew i krzewów, cmentarzy, urządzonej zieleni komunalnej w miastach, ogrodów działkowych, skupisk drzew otaczających obiekty

²³ A. Maciak, G. Lipińska, *Drewno z sadów – możliwości energetycznego wykorzystania*, „Czysta Energia” 2006 nr 2(54), s. 13.

²⁴ E. Klugmann-Radziemska, *Odnawialne źródła energii – przykłady obliczeniowe*, Wyd. Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2009.

zabytkowe. W Polsce stan zadrzewień jest niezadowalający. Jest to spowodowane małym udziałem zadrzewień w krajobrazie wiejskim i koniecznością usunięcia znacznego odsetka topól, które były sadzone po wojnie i osiągnęły już kres biologicznej dojrzałości. W Polsce na obszarach rolniczych rośnie średnio około 4,6 drzewa na 1 hektarze. Wskaźnik zadrzewień powinien jednak wynosić około 10 drzew na 1 hektar²⁵.

Występowanie zadrzewień w mieście, na terenach otwartych śródpolnych oraz wzdłuż cieków wodnych i dróg przynosi znaczne korzyści: ekonomiczne, społeczne i ekologiczne.

Do korzyści ekonomicznych można zaliczyć²⁶:

- wzrost wartości nieruchomości; obliczono, że widok z okna na zieleni podnosi wartość mieszkań o 14%;
- czynnik wzrostu gospodarczego poprzez rozwój turystyki i ekoturystyki; drzewa są ważnym elementem krajobrazu, stanowią istotny czynnik wzrostu gospodarczego; przyczyniają się do rozwoju turystyki, co prowadzi do wzrostu zatrudnienia;
- zwiększanie odporności agrocenoz na działanie szkodników; zadrzewienia stwarzają dogodne warunki bytowe licznym owadom pasożytniczym i drapieżnym, które ograniczają liczebność szkodników żerujących na uprawach rolnych; sprzyjają także koncentracji owadożernych ptaków, które odbywają tu swoje lęgi; obliczono, że na 1 km pasowego zadrzewienia ptaki konsumują aż 100 kg owadów, co ogranicza zużycie pestycydów, a tym samym zmniejsza koszty związane z produkcją rolną;
- dostarczanie surowca drzewnego – zadrzewienia dostarczają drewna opałowego i użytkowego oraz wikliny; wraz ze wzrostem energetycznej i ekonomicznej opłacalności pozyskiwania i wykorzystywania odnawialnych źródeł energii zwiększa się w rolnictwie pozyskiwanie dla celów energetycznych odpadów drzewnych z własnych lasów i zadrzewień oraz z sadów, plantacji wieloletnich i innych;
- produkcja nektaru. Drzewa mogą dostarczać pszczołom surowca niezbędnego do produkcji miodu.

Społeczne korzyści zadrzewień to:

- wartość zdrowotna i estetyczna – według zaleceń WHO, na jednego mieszkańca miasta powinno przypadać 50 m² terenów zielonych, co zapewnia odpowiednią jakość życia;
- wartość kulturowa – duże i silne drzewa traktowane są jako dziedzictwo narodowe, a w powiązaniu z architekturą nadają miejscom wyjątkową jakość;

²⁵ Dostęp: www.idealnagmina.org [data wejścia: 12-10-2011].

²⁶ P. Kurek, M. Suchocka, J. Mieszkwicz, *Zostań przyjacielem drzew! Praktyczny poradnik, jak skutecznie zadrzewiać otoczenie*, Fundacja Aeris Futuro, Kraków 2008; A. Kowalczyk-Juśko, B. Kościk, *Potencjał biomasy w województwie lubelskim*, w: *Energetyka a ochrona środowiska naturalnego w skali globalnej i lokalnej*, red. B. Kościk, M. Sławińska, Wyd. Wieś Jutra, Warszawa 2009, s. 57-69; Z. Wójcicki, *Potencjał odnawialnych zasobów energii w rolnictwie*, „Wieś Jutra” 2003 nr 2(55), s. 8-10.

- wartość edukacyjna – drzewa stanowią bazę dla prowadzenia badań naukowych, dają możliwość obserwacji zachodzących w ich obrębie procesów, a także pozwalają nabyć umiejętność rozpoznawania ich różnych gatunków;
- wartość rekreacyjna – parki i tereny zielone stanowią atrakcyjne miejsca wypoczynku.

Ekologiczne korzyści zadrzewień postrzegać można w dwóch grupach, które bezpośrednio odnoszą się do kształtowania klimatu przez drzewa; w perspektywie globalnej – drzewa, absorbując CO₂ podczas fotosyntezy i akumulując go w swojej biomasie, korzystnie wpływają na środowisko naturalne; natomiast w perspektywie lokalnej zadrzewienia mogą oddziaływać na środowisko poprzez:

- regulowanie temperatury powietrza; drzewa oddziałują na środowisko przez łagodzenie letnich ekstremów temperatury, a w zimie obserwuje się efekt ocieplający poprzez redukcję szybkości wiatru;
- oczyszczanie powietrza z zanieczyszczeń; największe znaczenie mają zadrzewienia przydrożne i przy autostradach, które pełnią rolę biologicznego filtra ograniczającego zasięg emitowanych do powietrza zanieczyszczeń komunikacyjnych;
- wzbogacanie powietrza w substancje lotne (głównie w olejki eteryczne); substancje te mają charakter bakteriobójczy, stymulują proces oddychania, krążenie oraz regulują działanie układu nerwowego u ludzi;
- ograniczanie hałasu; odpowiednie nasadzenia drzew i krzewów w znacznym stopniu redukują odczucie hałasu;
- ograniczenie erozji wietrznej i działanie wiatrochronne; dzięki występowaniu zadrzewień następuje poprawa warunków ekologicznych; przyczyniają się one do obniżenia prędkości wiatru, co zapobiega osuszaniu pól uprawnych, erozji wietrznej gleb i ogranicza szkody wyrządzone roślinom przez wiatr;
- wpływanie na stosunki wilgotnościowe; zadrzewienia ograniczają parowanie terenowe, ułatwiają infiltrację wody, hamując wiatr, zmniejszają parowanie wody; w wyniku ich oddziaływania kilkucentymetrowe zwiększenie pokrywy śnieżnej odgrywa już znaczną rolę dla polepszenia warunków wodnych danego terenu; opady śniegu stanowią jedno z poważnych źródeł wody, a pokrywa śnieżna rezerwuar wody, którą gleba otrzymuje wiosną; z tego zapasu wilgoci korzysta w naszych warunkach klimatycznych cała szata roślinna w początkach okresu wegetacyjnego;
- oczyszczanie wody z zanieczyszczeń; szybko rosnące drzewa mają zdolność do oczyszczania wody z metali ciężkich, pełnią rolę buforową, przechwytyjąc zanieczyszczenia chemiczne pochodzące z intensywnego sposobu gospodarowania użytkami rolniczymi;
- ograniczanie spływu wód powierzchniowych; gleby przy zadrzewieniach w okresie topnienia śniegu i opadów magazynują więcej wody; korzenie drzew i krzewów filtrują wodę i później ją oddają; tam, gdzie nie występują zadrzewienia, woda gromadzi się w strumieniach i innych ciekach wodnych; jest to woda stracona dla rolnictwa, co wydłuża okres suszy; zadrzewienia wokół pól uprawnych pełnią funkcje pomp wodnych;

- przeciwdziałanie erozji wodnej i zatrzymywanie wody; zadrzewienia ograniczają spływ wodny do minimum, skutecznie zapobiegając erozji wodnej; część wody opadowej zostaje spożytkowana na potrzeby własne roślin, część zatrzymuje się na korze, liściach oraz gałęziach, natomiast reszta zostaje wchłonięta przez ściółkę; drzewa i krzewy zmniejszają ponadto zagrożenie powodziowe oraz wpływają na poprawę czystości wody;
- stanowienie ostoy dzikiej przyrody, enklawy różnorodności biologicznej oraz ochrona rzadkich gatunków zwierząt i roślin; zadrzewienia korzystnie wpływają na pojawianie się różnych gatunków owadów, ssaków i ptaków żyjących wśród drzew, stanowiących dla nich siedliska i miejsca lęgowe; taki stan wpływa na zmniejszenie liczby szkodników – przykładem mogą być biedronki walczące z mszycami, sowy i myszołowy walczące z gryzoniami polnymi, czy też pszczoły zapylające wiele gatunków roślin;
- tworzenie korytarzy ekologicznych; system zadrzewień umożliwia przemieszczanie się zwierząt i pokonywanie przez nie znacznych odległości; zadrzewienia na terenach rolniczych i zurbanizowanych pełnią rolę połączeń pomiędzy większymi kompleksami leśnymi.

Analizy wykazały, że poziom pozyskania drewna z zadrzewień nie zmienia się istotnie w poszczególnych latach. Należy jednak zaznaczyć, że biomasa ta jest trudna do pozyskania, ponieważ zadrzewienia obejmują małe obszary o różnorodnej strukturze własnościowej.

4.1. Zasoby drewna z zadrzewień w gminie Łaszczów

Biorąc pod uwagę rozproszenie i trudności technologiczne w zakresie pozyskania drewna z zadrzewień śródpolnych, oszacowanie potencjału energetycznego ograniczono do drewna z pielęgnacji drzew przydrożnych i obliczono według wzoru²⁷:

$$Z_{dz} = 1,5 \cdot L \cdot 0,3 \text{ [t/rok]}, \quad (4)$$

gdzie:

Z_{dz} – zasoby drewna z zadrzewień,

L – długość dróg [km],

1,5 – ilość drewna możliwa do pozyskania z 1 km zadrzewień przydrożnych [t/rok],

0,3 – wskaźnik zadrzewienia dróg.

Przeprowadzona ocena wskazuje, że z pielęgnacji zadrzewień przydrożnych na terenie badanej gminy można pozyskać około 225 m³ drewna w ciągu roku. Najczęściej drewno to wykorzystywane jest przez lokalną ludność jako materiał opałowy, można więc stwierdzić, że jest już obecnie przeznaczane na cele energetyczne w systemie rozproszonym. W przypadku lokalizacji na terenie gminy lokalnej ciepłowni opalanej biomasą lub zakładu przetwarzającego drewno do postaci granulatów zasoby te mogą być wykorzystane właśnie w tych jednostkach. Pozyskanie drewna z zadrzewień wymaga zastosowania specjalistycznego sprzętu, zarówno do ścinki, jak i rozdrabniania drewna. Dlatego pielęgnacja

²⁷ J. Buczek, B. Kryńska, *Zasoby ...*, op.cit.

Tabela 5
Obliczenia zasobów drewna z zadrzewień

Parametr	Oznaczenie	Jednostka	Wartość	Uwagi
Długość dróg	L	[km]	150,2	
Zasoby drewna z zadrzewień	Z _{dz}	[t/rok] [m ³ /rok]	67,59 225,40	aby otrzymać wynik w m ³ należy przyjąć ciężar objętościowy odpadów z pielęgnacji wynoszący 0,3 t/m ³ , przy wilgotności wynoszącej 35%

Źródło: opracowanie własne.

drzew przydrożnych prowadzona jest przez wyspecjalizowane przedsiębiorstwa, które mogą stać się ważnym dostawcą biomasy dla ciepłowni czy brykietarni po podpisaniu stosownych umów. Organizacja systemu zbierania i przetwarzania biomasy z zadrzewień wymaga odpowiednich działań logistycznych.

Podsumowanie

Drewno stanowi cenny surowiec energetyczny, wykorzystywany zarówno w kotłach domów wolno stojących, budynkach użyteczności publicznej, jak i przez energetykę zawodową: elektrownie i elektrociepłownie. Ze względu na wielorakie funkcje lasów dąży się do zmniejszenia ich znaczenia w produkcji energii. Gospodarka leśna powinna być zrównoważona, a rosące zapotrzebowanie na biomasę może powodować, że stanie się ona gospodarką rabunkową. Aby temu zapobiec, wskazane jest nasadzanie drzew na użytkach rolnych, a także pozyskiwanie drewna z zadrzewień czy sadów. Źródłem biomasy są też zakłady przetwarzające drewno, gdzie powstają znaczące ilości trocin, kory i wiórów. Odpady te, po zagęszczeniu do granulatów (brykietów, peletów), przydatne są nie tylko do wykorzystania lokalnego, ale również racjonalnego transportu nawet na duże odległości, gdyż dzięki granulacji uzyskują parametry gęstości zbliżone do paliw konwencjonalnych.

Obliczenia przeprowadzone w wybranej gminie, położonej w województwie lubelskim, wskazują na niewielkie zasoby biomasy drzewnej. Wynika to z rolniczego charakteru tego obszaru i niskiego stopnia zalesienia. W gminach o zbliżonym poziomie lesistości szczególnie wskazane jest zakładanie plantacji drzew lub krzewów (na przykład topoli, robinii akacjowej, wierzby) z przeznaczeniem na cele energetyczne. Oszacowany potencjał biomasy wyniósł zaledwie 448 ton drewna, przy czym największa jego ilość (274 t) może pochodzić z lasów położonych na terenie gminy Łaszczów. Pozostałe źródła biomasy drzewnej na badanym obszarze stanowią odpady drzewne, a także drewno z pielęgnacji sadów i zadrzewień przydrożnych. Pozyskanie biomasy z dwu ostatnich źródeł wymaga utworzenia systemu zbioru, rozdrabniania i transportu surowca do zakładu przetwarzającego biomasę (na przykład brykietarni, która funkcjonuje obecnie na terenie gminy Łaszczów i wykorzystuje głównie słomę), czy też kotłowni opa-

lanej biomasą. W świetle przeprowadzonej analizy można stwierdzić, że w gminach typowo rolniczych, o małym stopniu lesistości, głównym źródłem biomasy powinny stać się surowce pochodzące z rolnictwa, jak na przykład odpadowa słoma, czy też nasadzenia celowych roślin wieloletnich, w tym drzew o krótkich cyklach rębny (topola, robinia), traw szybko rosnących (przykładowo miskanty), czy też wieloletnich bylin, jak ślazioiec pensylwański czy słonecznik bulwiasty.

Praca przygotowana w ramach projektu N0515/R/H03/2009/06 Uwarunkowania i mechanizmy racjonalizacji gospodarowania energią w gminach i powiatach, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.