



Safe management of wastes from the timber roof truss

Małgorzata KAJDA-SZCZEŚNIAK¹

¹ *Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Katedra Technologii i Urządzeń Zagospodarowania Odpadów, ul. Konarskiego 18, 44-100 Gliwice, tel. 32 237 21 04, fax.32 237 11 67, e-mail: mkajda@polsl.pl*

Abstract

The article presents characteristics of fuelling properties and elemental composition of the combustion mass of the wastes from post-consumed timber. Two wasted timber roof truss elements were tested. The wastes came from the works related to the repair of the roof of approximately 50 years old house (WD1) and the construction of a new detached house (WD2). These wastes belong to the group of dangerous wastes due to their charges with chemical substances, i.e. timber protection agents. For the products these substances fulfil the role of preservatives of wood against fungi, mould, moss and algae. Tests were performed in order to determine possibilities of safe management of the discussed wastes.

Keywords: roof truss, impregnate, fuelling properties, waste management

Streszczenie

Bezpieczne zagospodarowanie odpadów więźby dachowej

W artykule przedstawiono charakterystykę właściwości paliwowych i składu elementarnego masy palnej odpadów drewna użytkowego. Badaniem objęto dwa odpady więźby dachowej pochodzące z prac związanych z remontem dachu około 50-cio letniego domu jednorodzinnego (WD1) oraz z budową nowego domu jednorodzinnego (WD2). Odpady te należą do grupy odpadów niebezpiecznych ze względu na obciążenia substancjami chemicznymi tj. środkami ochrony drewna. Substancje te w produktach pełnią funkcję impregnatów mających na celu ochronę drewna m.in. przed grzybami, pleśniami, mchami oraz glonami. Badania przeprowadzono w celu określenia możliwości bezpiecznego zagospodarowania omawianych odpadów. Odpady cechuje wartość opałowa mieszcząca się w przedziale od 17,38 MJ/kg dla odpadu WD2 do 18,95 MJ/kg dla odpadu WD1. Uzyskana wilgotność nie przekracza 9%, a zawartość popiołu odnotowano na poziomie poniżej 1% dla obu badanych odpadów.

Słowa kluczowe: więźba dachowa, impregnaty, właściwości paliwowe, zagospodarowanie

1. Wprowadzenie

Aby zaistniało racjonalne wykorzystanie drewna użytkowego w praktyce gospodarczej konieczne jest stworzenie efektywnego systemu gromadzenia, klasyfikacji i segregacji z uwzględnieniem ekonomicznych i technologicznych uwarunkowań wykorzystania tego nośnika energii. Czynnikiem, który determinuje możliwość i zakres energetycznego wykorzystania drewna użytkowego jest opłacalność procesu, z uwzględnieniem poszczególnych etapów od momentu pozyskania do spalania drzewnych odpadów użytkowych [1-3].

Czyste drewno kawałkowe, trociny, wióry, zrębki nie nastroczają problemu, bo mogą być z powodzeniem wykorzystane jako paliwo, lub też mogą znaleźć zastosowanie w produkcji płyt drewnopochodnych różnego przeznaczenia czy kompozytów drzewnych. Problem pojawia się, gdy powstaje odpad drzewny zawierający w swym składzie środki ochrony drewna. Dodatek substancji impregnujących ogranicza możliwości zagospodarowania tych odpadów [2-4].

W Niemczech zgodnie z Rozporządzeniem [5] odpady drzewne podzielono na cztery klasy, dla których - w zależności od stosowanych dodatków - stosuje się inne technologie termicznego przekształcania odpadów:

- AI - Drewno użytkowe naturalne lub obrabiane jedynie mechanicznie, które w nieznacznym stopniu zostało zanieczyszczone materiałami niezwiązanymi z drewnem.
- AII - Drewno użytkowe klejone, malowane, pokryte powłoką lub lakierowane bez związków chloroorganicznych w powłoce oraz bez środków chroniących drewno.
- AIII - Drewno użytkowe ze środkami chloroorganicznymi w powłoce i bez środków chroniących drewno.
- AIV - Drewno użytkowe ze środkami chroniącymi drewno, jak podkłady kolejowe, słupy energetyczne, krokwie, meble ogrodowe, czy paliki do winnic, które z powodu zanieczyszczenia substancjami szkodliwymi nie mogą zostać zaliczone do kategorii AI, AII, AIII, jak też do kategorii drewna użytkowego z PCB.

Zgodnie z podjętą klasyfikacją drewno impregnowane znalazło się w ostatniej czwartej grupie i dla odpadów z tej grupy powinno się zastosować kocioł o mocy od 1 MW do 50 MW [5, 6].

1.1. Bilans ilościowy drewna użytkowego

W Europie generowanych jest rocznie ok. 70 mln Mg odpadów drewna użytkowego i tworzyw drzewnych, z czego na Polskę przypada 2,9 mln Mg wymienionych odpadów. Nadmienić należy, że podaż drewna impregnowanego środkami ochrony stanowi 120 tys. Mg rocznie [2, 7].

W tabeli 1.1 przedstawiono porównanie podaży biomasy drzewnej na cele energetyczne w Polsce w latach 2010 i 2015. Obserwuje się rosnącą podaż biomasy drzewnej; tylko w przypadku drewna z plantacyjnych upraw drzew szybkorosnących widoczna jest stagnacja.

Tabela 1.1. Prognoza podaży biomasy drzewnej na cele energetyczne w Polsce w 2010 i 2015 roku [1]

Biomasa drzewna	2010 rok	2015 rok
	mln m ³	mln m ³
drewno z lasu: ❖ leśnictwo	6,08	6,38
drzewne produkty uboczne: ❖ tartaczniactwo – 43% ❖ meblarstwo – 28%	5,32	6,17 – 6,65
drewno użytkowe: ❖ zużyte meble – 21%, ❖ elementy wyeksploatowanych budynków i budowli – 15% ❖ zużyte opakowania – 21% ❖ zużyte okna i drzwi – 10%	3,65	4,56 – 4,75
drewno z plantacyjnych upraw drzew szybkorosnących: ❖ rolnictwo	0,15	0,15

Z kolei w tabeli 1.2 przytoczono dane dotyczące zagospodarowania drewna użytkowego w zależności od klasyfikacji do danej grupy. Wyraźnie widać, że drewno użytkowe z grupy I nieobciążone zanieczyszczeniami w całości zostaje wykorzystane na cele przemysłowe; odwrotna sytuacja ma miejsce dla drewna z grupy IV.

Tabela 1.2. Prognoza podaży i zagospodarowania drewna użytkowego w Polsce w 2015 roku [8]

Grupy klasyfikacji drzewnych odpadów użytkowych	Podaż drewna użytkowego		Zagospodarowanie			
			Na cele przemysłowe		Inne cele	
	tys. m ³	%	tys. m ³	%	tys. m ³	%
I	802,0	14,7	802,0	45,9	-	-
II	2760,0	58,0	828,0	47,3	1932,0	52,4
III	1189,5	21,9	119,0	6,8	1070,5	29,0
IV	684,5	12,6	-	-	684,5	18,6
Razem	5436,0	100,0	1749,0	100,0	3687,0	100,0

2. Impregnacja drewna

Drewno ze względu na swoje właściwości jest często stosowane jako materiał konstrukcyjny i dekoracyjno-izolacyjny. Wystawione na działanie czynników atmosferycznych bez odpowiedniego zabezpieczenia chemicznego szybko uległoby degradacji, głównie w wyniku działania grzybów i owadów, tracąc wytrzymałość jako element konstrukcyjny [9].

W tym celu stosuje się impregnaty, substancje, które w swym składzie zawierają środki owadobójcze i grzybobójcze mające na celu ochronę m.in. drewna przed grzybami, pleśniami, mchami oraz glonami. Stąd impregnaty można podzielić na jednofunkcyjne i wielofunkcyjne w zależności od tego ile pełnią funkcji ochronnych naraz. Ich działanie może być powierzchniowe lub może sięgać w głąb porowatej struktury. Znajdują one zastosowanie na zewnątrz jak i wewnątrz budynku [10, 11]. Ze względu na użyty rozpuszczalnik wyróżnić można [11, 12]:

- ❖ solne impregnaty do drewna,
- ❖ rozpuszczalnikowe impregnaty do drewna,
- ❖ impregnaty do drewna na bazie oleju lnianego,
- ❖ lakierobejce,
- ❖ barwiące impregnaty do drewna (żywiczne).

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 17 stycznia 2003 r. w sprawie kategorii i grup produktów biobójczych według ich przeznaczenia (Dz. U. 2003 nr 16 poz. 150) produkty biobójcze dzieli się na 4 kategorie, które dzielą się na 23 grupy - tabela 2.1.

Tabela 2.1. Kategorie i grupy produktów biobójczych [10]

Kategoria	Grupa
I. Produkty dezynfekujące i produkty biobójcze o ogólnym zastosowaniu	1-5
II. Produkty konserwujące	6-13
III. Produkty biobójcze do zwalczania szkodników	14-19
IV. Inne produkty biobójcze	20-23

Do grupy 8 należą wszystkie środki stosowane do ochrony drewna budowlanego wykorzystywanego na więźbę dachową, jako elementy konstrukcyjne w budownictwie szkieletowym, w budownictwie z bali oraz środki dekoracyjno-ochronne [10].

2.1. Metody impregnacji

Najbardziej znanymi metodami impregnacji są [11]:

- ❖ metoda kąpieli polegająca na zanurzeniu drewna w impregnacie na okres od kilku do kilkudziesięciu minut,
- ❖ metoda smarowania polegająca na rozprowadzeniu impregnatu na powierzchni drewna za pomocą pędzla,
- ❖ metoda polerowania polegająca na mechanicznym nanoszeniu impregnatu przy zastosowaniu urządzenia natryskowego,
- ❖ metoda próżniowo-ciśnieniowa, najczęściej stosowana metoda w Polsce, polegająca na odessaniu powietrza z komórek drewna i wtłoczeniu w jego miejsce impregnatu.

Sposób impregnacji oraz odpowiedni dobór środków impregnujących zależy będzie od przeznaczenia drewna. Zgodnie z normą PN EN-335-1:2007 wyróżnić można 5 klas użytkowania:

- ❖ I klasa ma zastosowanie do drewna użytkowanego pod dachem,
- ❖ II klasa ma zastosowanie do drewna użytkowanego pod dachem, ale narażonego na zawilgocenie,
- ❖ III klasa ma zastosowanie do drewna użytkowanego na zewnątrz bez kontaktu z gruntem,
- ❖ IV klasa ma zastosowanie do drewna użytkowanego na zewnątrz z kontaktem z gruntem lub słodką wodą,

- ❖ V klasa dotyczy drewna mającego kontakt z wodą morską.

Jako element konstrukcji dachu więźba zaliczana jest do drewna użytkowanego pod dachem, ale narażonego na zawilgocenie. W związku z tym drewno przeznaczone na więźbę dachową powinno posiadać odpowiednią klasę odporności ogniowej oraz zabezpieczenie środkami ochrony przed korozją biologiczną [13]. W artykule przedstawiono zagadnienia dotyczące zagospodarowania więźby dachowej.

3. Charakterystyka materiału i metodyka badań

Badania pod kątem termicznego przekształcania przeprowadzono na następujących odpadach więźby dachowej:

WD1 – odpad więźby dachowej powstały w wyniku prac związanych z remontem dachu około 50-cio letniego domu jednorodzinnego (rys. 3.1.),

WD2 – odpad więźby dachowej powstały w wyniku prac związanych z budową nowego domu jednorodzinnego (rys. 3.2.).



Rys. 3.1. Odpad WD1 (fot. M. Kajda-Szcześniak)



Rys. 3.2. Odpad WD2 (fot. M. Kajda-Szcześniak)

Badania właściwości paliwowych odpadów więźby dachowej polegały na oznaczeniu wybranych parametrów takich jak: wilgotność, zawartość części palnych, zawartość popiołu, zawartość części lotnych, temperatura zapłonu, ciepło spalania, wartość opałowa. Ponadto określono zawartość wybranych pierwiastków masy palnej: C, H, O, N, S, Cl. Badania wykonano w warunkach laboratoryjnych. Każde z oznaczeń zostało wykonane z powtórzeniami, tak aby gwarantowały powtarzalność uzyskanych wyników.

Poszczególne oznaczenia wykonano zgodnie z metodyką opisaną w Polskich Normach (PN-Z-15008-02:1993 Oznaczanie wilgotności całkowitej. PN-Z-15008-03:1993 Oznaczanie zawartości części palnych i niepalnych. PN-G-04516:1998 Oznaczanie zawartości części lotnych metodą wagową. PN-EN ISO 2592:2008 Oznaczanie temperatury zapłonu w tyglu otwartym metodą Clevelanda. PN-ISO 1928:2002 Oznaczanie ciepła spalania metodą spalania w bombie kalorymetrycznej i obliczanie wartości opałowej. PN-Z-15008-05:1993 Oznaczanie zawartości węgla i wodoru. PN-G-04523:1992 Oznaczanie zawartości azotu metodą Kjeldahla. PN-ISO 334:1997 Oznaczanie siarki całkowitej metodą Eschki. PN-ISO 587:2000 Oznaczanie zawartości chloru z zastosowaniem mieszaniny Eschki).

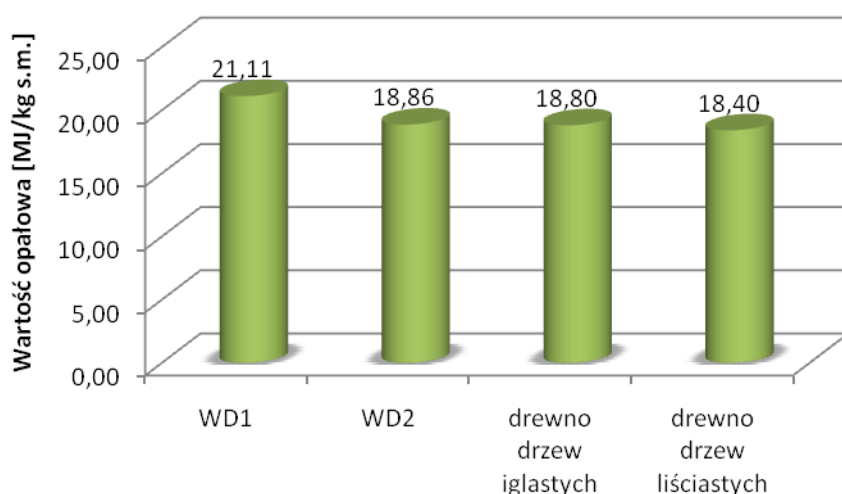
Badania miały na celu określenie wpływu dodatku substancji chemicznych, w tym przypadku impregnatów, na właściwości fizykochemiczne odpadów więźby dachowej. Badania przeprowadzono w kontekście oceny możliwości termicznego wykorzystania wyżej wymienionych odpadów. Wydaje się, że takie rozwiązanie powinno być korzystne zarówno z punktu widzenia środowiskowego jak i energetycznego.

4. Wyniki i ich dyskusja

Do analizy technicznej zalicza się oznaczenie: wilgotności, popiołu, części lotnych oraz ciepła spalania. Na podstawie przeprowadzonej analizy uzyskuje się podstawowe informacje o budowie i właściwościach użytkowych danego paliwa [14]. Porównując uzyskane wyniki analizy odpadów więźby dachowej między sobą można stwierdzić ich duże podobieństwo. Analiza wilgotności całkowitej badanych odpadów wykazała stosunkowo niewielkie różnice w obu próbkach. Wilgotność dla odpadu WD1 wynosi 8,95%, a dla odpadu WD2 6,62%. Korzystnym zjawiskiem jest również bardzo niska zawartość popiołu, która wynosi 0,88% dla odpadu WD1 i 0,35% dla odpadu WD2. Ilość części lotnych jest istotna z punktu widzenia oceny przydatności energetycznej paliwa. Na podstawie zawartości części lotnych określa się stopień uwęglenia, od którego zależy wartość użytkowa substancji organicznej [14]. Z danych zawartych w tabeli 4.1 wynika, że badane odpady cechują się wysoką zawartością części lotnych, dla odpadu WD1 jest to wielkość rzędu 70%, a dla WD2 jest to wielkość na poziomie 78%. Odnotowano stosunkowo niską temperaturę zapłonu, która dla odpadu WD1 wynosi 165°C i jest to wartość niższa o 9°C w porównaniu z odpadem WD2. Dane literaturowe [15] potwierdzają, że odpady cechuje zbliżona do biomasy drzewnej wartość opałowa mieszcząca się w przedziale od 18,86 MJ/kg suchej masy dla odpadu WD2 do 21,11 MJ/kg suchej masy dla odpadu WD1 – rysunek 4.1. Uwzględniając tylko przebadane parametry techniczne można stwierdzić, że badane odpady nadają się do wykorzystania w procesach termicznych.

Tabela 4.1. Analiza techniczna odpadów więźby dachowej

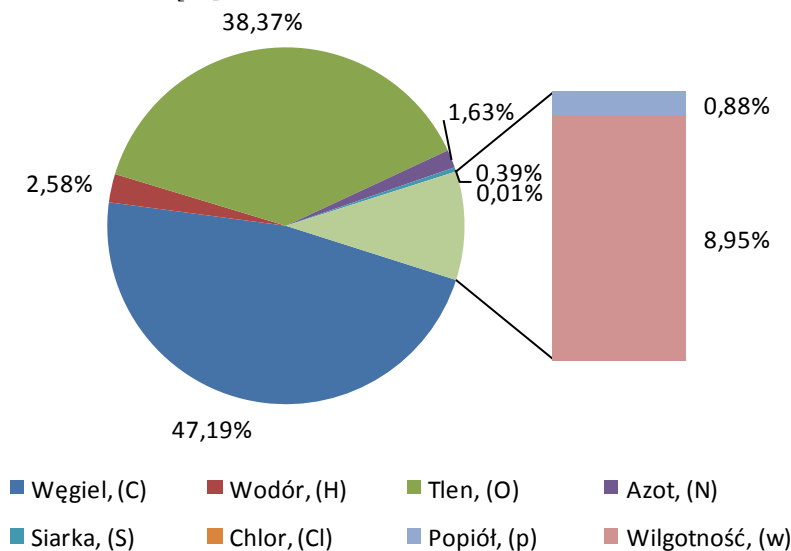
Właściwość	Symbol	Jednostka	WD1	WD2
Zawartość wilgotności całkowitej	W^r	%	8,95	6,62
Zawartość części palnych	X^r	%	99,12	99,65
Zawartość popiołu	A^r	%	0,88	0,35
Zawartość części lotnych	V^r	%	70,02	78,12
Temperatura zapłonu	-	°C	165	174
Ciepło spalania	W_g^r	MJ/kg	19,75	18,56
Wartość opałowa	W_d^r	MJ/kg	18,95	17,38
Wartość opałowa	W_d^d	MJ/kg _{s.m.}	21,11	18,86



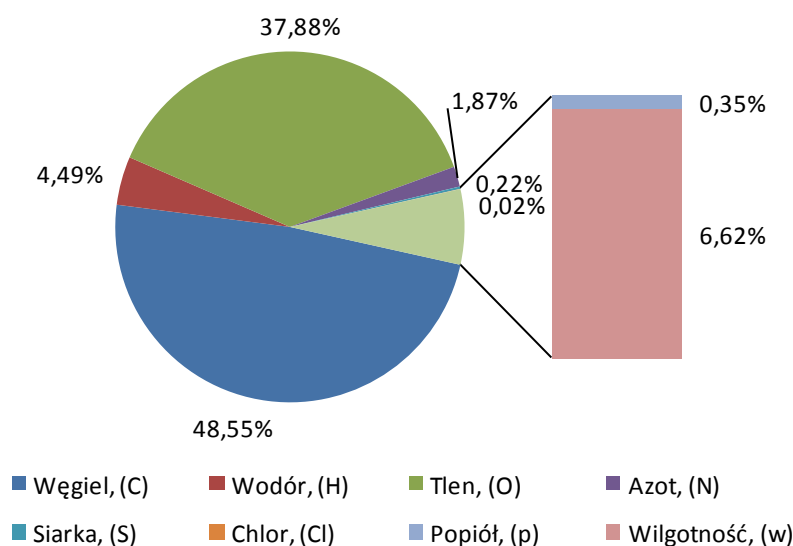
Rys. 4.1. Wartość opałowa odpadów WD1, WD2 i biomasy drzewnej [15]

Skład elementarny paliw stanowi podstawową charakterystykę, na podstawie której można m.in. obliczyć przybliżoną wartość opałową, zapotrzebowanie powietrza do spalania oraz ilość i skład spalin - zarówno suchych, jak i wilgotnych. Ponadto znajomość składu pierwiastkowego pozwala wyznaczyć wskaźniki emisji gazowych ze spalania paliw [16, 17].

Podstawowymi pierwiastkami wchodzącymi w skład odpadów WD1 i WD2 są węgiel, wodór i tlen – rysunki 4.2 i 4.3. Odpady WD1 i WD2 cechuje podobna zawartość pierwiastków węgla i tlenu. Z kolei w odpadzie WD1 odnotowuje się 1,5-krotnie niższą zawartość wodoru (~2,6%). Odpady charakteryzują się zbliżoną zawartością azotu na poziomie 1,6% dla odpadu WD1 i 1,9% dla odpadu WD2. Odpady posiadają stosunkowo niską zawartość siarki i chloru. W odpadzie WD1 odnotowano prawie dwukrotnie wyższą zawartość siarki na poziomie 0,4% i dwukrotnie niższą zawartość chloru rzędu 0,01% w porównaniu do odpadu WD2. Wysoka zawartość tych pierwiastków jest niekorzystna ze względu na możliwość zachodzenia procesów korozyjnych w kotłach i zużłowanie [16].



Rys. 4.2. Skład elementarny odpadów WD1



Rys. 4.3. Skład elementarny odpadów WD2

5. Wnioski

W oparciu o przedstawione wyniki badań można sformułować następujące wnioski:

- ❖ przeprowadzona analiza wykazała, że odpady więzby dachowej cechują się dobrymi właściwościami paliwowymi zbliżonymi do biomasy drzewnej [15];
- ❖ odpady WD1 i WD2 cechuje niska zawartość wilgoci (poniżej 9%) i popiołu (poniżej 1%), wysoka zawartość części lotnych (powyżej 70%) oraz dobra kaloryczność na poziomie ~ 18,0 MJ/kg ,
- ❖ uwzględniając tylko przebadane parametry techniczne i skład pierwiastkowy można uznać, że badane odpady nadają się do wykorzystania w procesach termicznych,
- ❖ jednak ze względu na zawartość środków ochrony drewna – impregnatów, w trakcie procesów spalania więzby dachowej może dochodzić do zwiększonej emisji toksycznych substancji, co może mieć z kolei negatywny wpływ na środowisko naturalne,
- ❖ po przeprowadzeniu studium literaturowego i badań własnych słusznym wydaje się, iż odpady te powinny być spalane w specjalistycznych obiektach (spalarniach) zaopatrzonych w odpowiednią instalację oczyszczania spalin,
- ❖ takie rozwiązanie pozwoli na zminimalizowanie zagrożeń dla środowiska.

Literatura

1. Ratajczak E., Bidzińska G.: Rynek biomasy drzewnej na cele energetyczne – aspekty ekonomiczne i społeczne. Konferencja Naukowo-Techniczna Możliwości i uwarunkowania podaży drewna do celów energetycznych. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary, 20-21.11.2012. file:///C:/Users/polsl/Downloads/biomasa-17-ratajczak.pdf, dostęp z dnia 30.07.2015 r.
2. Wasielewski R., Stelmach S.: Problem zagospodarowania zużytych drewnianych podkładów kolejowych. *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska*, vol. 16, nr 3, 2014, 7–16.
3. Danecki L.: Potencjał recyklingowy zużytych mebli. *Recykling* 81, 9, 2007, 26–27.
4. Cichy W., Wróblewska H.: Recykling odpadów drzewnych. *Recykling* 79, 5, 2003, 16–17.
5. Bundesrechtsverordnung, 2002. Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung - AltholzV) (BGBl. I Nr. 59 S. 3302–3317).
6. Hikiert M. A.: Problemy ze spalaniem odpadów płyt. <http://www.plytameblowa.pl/rozmowy>. Odczyt z dnia 29.07.2015.

7. Betlej I.: Czy powtórne wykorzystanie drewna impregnowanego, wycofanego z eksploatacji jest bezpieczne? <http://www.akademiaodpadowa.pl/227,a,3-czy-powtorne-wykorzystanie-drewna-impregnowanego-wycofanego-z-eks.htm>. dostęp z dnia 29.07.2015.
 8. Wasilewska K. Bezpieczne wykorzystanie odpadów drewna impregnowanego. Praca dyplomowa magisterska. Gliwice 2015 r.
 9. Wiejak A.: Badania skuteczności ochrony drewna budowlanego przed działaniem mikroorganizmów glebowych. Prace Instytutu Techniki Budowlanej – Kwartalnik. nr 2, 138, 2006, 57–66.
 10. Wiejak A.: Wymagania w odniesieniu do produktów biobójczych stosowanych w budownictwie. Prace Instytutu Techniki Budowlanej – Kwartalnik. nr 2, 146, 2008, 27–32.
 11. <http://www.lech-bud.org/technologie/drewno/drewno.html> dostęp z dnia 29.07.2015.
 12. <http://www.budujemydom.pl/chemia-budowlana/17125-rodzaje-impregnatow-do-drewna> dostęp z dnia 30.07.2015.
 13. Policińska-Serwa A.: Więzyby dachowe z litego drewna. Materiały budowlane. 6, nr 430, 2008 s. 35–38.
 14. http://polymer-carbon.ch.pwr.wroc.pl/instrukcje/SNE_techiczna.pdf dostęp z dnia 29.07.2015.
 15. Kaltschmitt M., Hartmann H.: Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer, Berlin 2001.
 16. Król, D., Łach, J., Poskrobko, S. O niektórych problemach związanych z wykorzystaniem biomasy nieleśnej w energetyce. Energetyka. nr 1, 2010, 53–62.
 17. Borycka B.: Ekologiczne aspekty współspalania biomasy z odpadów owocowo-warzywnych z węglem. Energetyka. nr 5, 2009, 386–390.
-