

DARIUSZ ZASTOCKI, JAROSŁAW SADOWSKI, TADEUSZ MOSKALIK, JAROSŁAW OKTABA, MICHAŁ JANIK

Produkcja węgla drzewnego na przykładzie RDLP Krosno

Charcoal production on the example of the Krosno RDSF

ABSTRACT

Zastocki D., Sadowski J., Moskalik T., Oktaba J., Janik M. 2018. Produkcja węgla drzewnego na przykładzie RDLP Krosno. Sylwan 162 (10): 837-843.

The burning of wood in the Bieszczady Mountains (SE Poland) began to play a significant role with first settlements in this region in the 17th and 18th centuries. Large beech wood resources were the main reason for such a high charcoal production in this part of Poland. The role of charcoal production in the Bieszczady region is reflected in the names of villages such as Smolnik (Tar), Potasznia (Potash) and Mielerzysko (Charcoal Pile). The aim of this paper is to present the scope and volume of charcoal production in forest districts located in the territory of the Krosno Regional Directorate of State Forests (RDSF) in 2008-2013. It also identifies the number of companies dealing with charcoal production as well as the efficiency and amount of burned charcoal calculated on the basis of the quantity of purchased wood. The verification of the information about the locations of charcoal burning concerned all 26 forest districts of the Krosno RDSF. Charcoal burning bases were identified in the following forest districts: Baligród, Bircza, Cisna, Dukla, Komańcza, Lutowska, Rymanów and Stuposiany. Most bases were located in the territory of the Lutowska ranging from 5 to 7 in the analysed period. Slight changes in the number of charcoal burning bases were found in the Cisna forest district, where initially there were 5 companies involved in charcoal production, while in 2009-2010 their number increased to 6 entities. In the Stuposiany forest district 5 bases of charcoal burning run by two companies were identified, and in the Baligród and Komańcza forest districts four charcoal burning bases operated in each of them. In the Dukla forest district, two companies dealing with charcoal production were identified in 2008-2009, one in 2010-2012, while in 2013 no such entity was found. In the Bircza and Rymanów forest districts, only one charcoal burning base operated at that time. In 2008-2013, the number of bases located in the research area slightly decreased from 29 to 25, and the amount of produced charcoal decreased from 7372.4 to 3855.6 tonnes sold mainly in Bieszczady and part of the Lublin region. A significant drop in production was not the result of a decrease in demand; it was rather associated, *inter alia*, with the import of cheaper charcoal from abroad.

KEY WORDS

charcoal burning, Bieszczady Mountains, adjustable retorts, efficiency

ADDRESSES

Dariusz Zastocki – e-mail: dariusz.zastocki@wl.sggw.pl

Jarosław Sadowski – e-mail: jaroslaw.sadowski@wl.sggw.pl

Tadeusz Moskalik – e-mail: tadeusz.moskalik@wl.sggw.pl

Jarosław Oktaba – e-mail: jarek.oktaba@wl.sggw.pl

Michał Janik – e-mail: janik1922@interia.eu

Katedra Użytkowania Lasu, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa

Wstęp

Wytwarzanie węgla drzewnego miało początek w okresie nowożytnym – był on wówczas wykorzystywany przy produkcji rud żelaza oraz do ogrzewania. Początkowo wypalanie węgla odbywało się w jamach. W wykopie układano polana i okrywano je zielonymi gałęziami. Po rozpaleniu stosu okładano go z góry mchem i ziemią. Później zaczęto zwęglać drewno w mielerzach. Na wybranym miejscu zrywano darni i kopano dół o głębokości 0,2-0,5 m i średnicy 8-12 m. Następnie ustawiano wokół drewniane szczapy. Powstałe miejsce wypełniano drewnem, układając je stożkowo do wysokości 2-3 m. Stos okładano darnią i uszczelniano gliną, aby ograniczyć dostęp tlenu do mielerza [Paschalis 1973]. Zapotrzebowanie przemysłu oraz konieczność uwzględnienia wymogów ochrony środowiska doprowadziły do opracowania nowych technologii – pozyskiwania węgla drzewnego w retortach. Produkcja węgla drzewnego prowadzona w przedstawiony sposób odbywała się głównie na terenie Bieszczad, ale już w XIX wieku istniały zakłady suchej destylacji w Fosowsku, Zawierciu, Gryfinie i Hajnówce, które zwiększały i jednocześnie przyspieszały produkcję węgla drzewnego. Obecnie jedną z najnowocześniejszych fabryk w Europie produkujących węgiel drzewny jest zakład zlokalizowany w Wałczu, a inne znajdują się w Niemczech i Francji.

Podczas suchej destylacji drewna węgiel drzewny nie jest jedynym produktem reakcji, dodatkowo uzyskiwane są dziegieć, potaż, smoła oraz maź, wykorzystywane dawniej w codziennym życiu [Marszałek 2012]. Sam węgiel stanowi około 35% mączszości użytego surowca [Demirbas 2001]. Przez szereg lat produkcja węgla drzewnego w Polsce kształtowała się na zmiennym poziomie. Rozwój metalurgii w ubiegłych wiekach dał początek rozkwitowi zwęglania, za czym szedł rozwój całej gospodarki. Ogromny popyt na węgiel drzewny wywoływał niekorzystne skutki dla lasów, ponieważ w tym celu eksploatowano coraz większe ich powierzchnie [Paschalis 1973]. Problem ten zmniejszył się w momencie rozpoczęcia wykorzystywania do opalania koksu z węgla kamiennego.

W początkach lat 50. uważano nawet, że używanie węgla drzewnego jest do pewnego stopnia dowodem zacofania gospodarczego i powinno się go możliwie szybko zaniechać [Laurow 1983]. Ostatecznie do końca nie zrezygnowano z wykorzystywania węgla drzewnego w przemyśle metalurgicznym. Produkt suchej destylacji węgla praktycznie nie zawiera siarki, która odpowiada za korozję metali. Na początku drugiej połowy ubiegłego stulecia zarejestrowano znaczny wzrost zapotrzebowania na węgiel nie tylko w Polsce, ale również na świecie. Wraz z popytem na węgiel wzrosła również jego cena na rynkach światowych. To zjawisko zostało odnotowane m.in. przez Laurowa [1983] i spowodowało renesans zwęglania drewna w mielerzach ziemnych na terenie Bieszczad.

Wypały węgla zazwyczaj znajdują się z dala od głównych szlaków komunikacyjnych i są zlokalizowane w ustronnych, odludnych miejscach, pomiędzy szczytami gór, z dala od cywilizacji. W latach 70.-80. ubiegłego wieku obraz pracujących retort był na tyle powszechny, że nie robił na nikim wrażenia, ale w dzisiejszych czasach jest spotykany coraz rzadziej. Bazy wypalowe są z reguły umiejscowione blisko cieków wodnych, ze względu na wykorzystywanie wody do zalewania retort w procesie ich wygaszania. W Bieszczadach wypał drewna znaczącą rolę zaczął odgrywać w momencie zasiedlania tych terenów, czyli w XVII-XVIII wieku. Główną przyczyną tak dużej ilości wypału węgla drzewnego w tej części Polski była baza surowcowa buka zwyczajnego. O roli produkcji węgla drzewnego w regionie Bieszczad świadczą nazwy miejscowości, takie jak Smolnik, Potasznia, Mielerzysko czy Majdan [Marszałek, Kusiak 2013]. Wypalanie węgla drzewnego na terenie nadleśnictw należących do RDLP Krosno stało się inspiracją do

zajęcia się będącym w regresji procesem wypału węgla drzewnego, który w latach 70. ubiegłego wieku był prowadzony na szeroką skalę. Mimo likwidacji wielu wypałów z przyczyn środowiskowych i ekonomicznych, w dalszym ciągu podtrzymuje się produkcję węgla drzewnego, bowiem wciąż znajduje on odbiorców.

Celem niniejszej pracy było przedstawienie wyników analizy zakresu i wielkości produkcji węgla drzewnego na terenie nadleśnictw zlokalizowanych w RDLP Krosno w latach 2008-2013. W pracy podano liczbę firm zajmujących się wypałem węgla drzewnego oraz na podstawie ilości zakupionego drewna wyliczono wydajność wypalania i ilość powstałego produktu.

Materiał i metody

Badania zostały przeprowadzone na terenie nadleśnictw zlokalizowanych w RDLP Krosno. W pierwszym etapie wysłano do nadleśnictw zapytanie dotyczące miejsca i ilości wypału węgla, a po zlokalizowaniu tych miejsc wygenerowano za pomocą raportów z Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP) informacje dotyczące sprzedaży surowca drzewnego. Rozmieszczenie baz wypałowych zostało zweryfikowane na podstawie umów dzierżawy pomiędzy nadleśnictwami a właścicielami wypału. Ilość wyprodukowanego węgla drzewnego na terenie RDLP Krosno została obliczona na podstawie ilości drewna zakupionego od nadleśnictw przez firmy zajmujące się wypałem węgla drzewnego. Następnie w celu oszacowania wydajności z 1 m³ surowca drzewnego, która według Suwały [2000] wynosi 145 kg węgla drzewnego, obliczono potencjalną ilość węgla drzewnego uzyskaną w retortach.

Przedstawione analizy opierają się na uzyskanych od nadleśnictw danych dotyczących ilości zakupionego drewna. Firmy zajmujące się wypałem węgla drzewnego znajdują się w 100% w rękach właścicieli indywidualnych, którzy mogą pozyskiwać drewno również od osób prywatnych. W takim przypadku ilość wyprodukowanego węgla drzewnego ulega zwiększeniu, a dokładne określenie sumarycznej produkcji jest niemożliwe.

Wyniki i dyskusja

Weryfikacja informacji dotyczących występowania miejsc, w których odbywa się wypał węgla, dotyczyła wszystkich 26 nadleśnictw z terenu RDLP Krosno i pozwoliła na identyfikację baz wypału drewna na terenie ośmiu nadleśnictw: Baligród, Bircza, Cisna, Dukła, Komańcza, Lutowiska, Rymanów i Stuposiany. Szczegółowa analiza danych wskazuje, że najwięcej baz wypału węgla zlokalizowanych jest na terenie Nadleśnictwa Lutowiska, a ich liczba w analizowanym okresie wahała się od 5 do 7. W Nadleśnictwie Cisna stwierdzono nieznaczne zmiany w liczbie baz wypałowych – w początkowym okresie zanotowano 5 firm wypalających węgiel drzewny, natomiast w latach 2009-2010 liczba ta wzrosła do 6. W latach 2011-2013 na terenie Nadleśnictwa Cisna działało 5 podmiotów gospodarczych wykonujących prace związane z wypałem węgla drzewnego. Na terenie Nadleśnictwa Stuposiany w analizowanym okresie funkcjonowało 5 baz wypału węgla drzewnego prowadzonych przez dwie firmy, a na terenie nadleśnictw Baligród i Komańcza działały po 4 bazy. W Nadleśnictwie Dukła w latach 2008-2009 zostały zlokalizowane dwie firmy zajmujące się wypałem węgla drzewnego, a w latach 2010-2012 działała tylko jedna firma, po czym w 2013 roku nie stwierdzono żadnego podmiotu zajmującego się tą produkcją. Na terenie nadleśnictw Bircza i Rymanów w tym czasie funkcjonowała tylko jedna baza wypału węgla drzewnego. W latach 2008-2013 liczba baz zlokalizowanych na terenie objętym badaniami nieznacznie zmalała z 29 do 25.

Wypał węgla drzewnego odbywał się w retortach przestawnych w kształcie cylindra wysokości 2,62 m i średnicy 2,80 m, wykonanego z blachy o grubości 5 cm. Ładowność retorty wynosi

do 10 mp drewna. Przeznaczone są one do zwęglania drewna przy składnicach, co umożliwia zgromadzenie dużej ilości surowca i eliminuje konieczność zmiany miejsca wypalania. Ma to znaczenie ze względu na masę własną retorty, wynoszącą około 3 t. Laurow [1980] podaje, że „istnieje możliwość koncentracji surowca w ilości nie mniejszej niż 7 tys. m³ rocznie”, aby wypalanie było uzasadnione ekonomicznie.

Po ręcznym załadunku retorty, polegającym na ułożeniu w niej jak największej ilości drewna i utworzeniu tzw. kanałów napowietrzających, w procesie wypalania węgla drzewnego wyróżnia się 3 główne fazy: rozpalenie wsadu trwające do 25 minut, zwęglanie zasadnicze, czyli wyżarzanie węgla w temperaturze w przedziale 400-420°C i wygaszanie zawartości retort, trwające do 24 godzin.

Jakość i rodzaj drewna wykorzystywanego do wypału węgla drzewnego nie są jedynymi czynnikami wpływającym na jakość produktu. Duże znaczenie mają także warunki zewnętrzne panujące wokół retorty, takie jak wiatr, opady atmosferyczne oraz temperatura powietrza [Laurow 1983; Lewandowski, Milchert 2011].

W nadleśnictwach, zlokalizowanych głównie w Bieszczadach, liczba firm w analizowanym okresie była w miarę stała, co świadczy o braku problemów ze znalezieniem odbiorców na produkt dobrej jakości. Wielu przedsiębiorców zajmujących się wypałem węgla dysponuje również tartakami, w następstwie czego wykorzystują odpady tartaczne, uzyskując dodatkowo węgiel drzewny. Tak jest w miejscowości Rabe w Nadleśnictwie Baligród, gdzie stoi 6 retort spalających m.in. pozostałości po obróbce tartacznej. Generalnie jednak należy stwierdzić, że liczba firm z roku na rok maleje, a niektóre są zamykane lub odchodzą od wypału węgla drzewnego. Na rynku pozostają jedynie firmy mające w ofercie handlowej węgiel drzewny dobrej jakości. Różnice w liczbie zakładów w poszczególnych latach mogą być skutkiem zaprzestania produkcji węgla w danym roku z powodu wzrostu cen surowca drzewnego lub braku zapotrzebowania rynku. To zjawisko mogło być też spowodowane sprowadzaniem z zagranicy węgla, którego cena jest niższa. Skutkowało to zaprzestaniem produkcji węgla drzewnego na terenie Nadleśnictwa Rymanów, a także zmniejszeniem liczby firm, a potem zaprzestaniem produkcji na terenie Nadleśnictwa Dukla (tab. 1).

Wszystkie miejsca wypału należą do właścicieli prywatnych. Ilość surowca zakupionego w nadleśnictwach przez firmy zajmujące się wypałem węgla drzewnego jest z roku na rok mniejsza i kształtuje się nierównomiernie, co jest spowodowane wahaniami cen surowca, wysokimi kosztami działalności oraz zapotrzebowaniem na węgiel w danym okresie.

Najwięcej drewna zakupiły firmy zajmujące się wypałem węgla z terenu nadleśnictw Cisna i Baligród. W przypadku Nadleśnictwa Cisna nastąpił wzrost wielkości zakupu drewna użytego do spalania z 6,5 tys. m³ w 2008 roku do 16,3 tys. m³ w 2009 roku, po czym w następnych latach wystąpiły wahania, a w ostatnim obserwowanym roku nastąpiło ponowne zwiększenie sprzedaży surowca drzewnego firmom zajmującym się wypałem węgla drzewnego – do 15 tys. m³. Natomiast w przypadku Nadleśnictwa Baligród w pierwszych poddanych obserwacji okresach ilość drewna zakupionego przez firmy wynosiła około 14,5 tys. m³. W kolejnych latach objętych badaniami zanotowano drastyczny spadek ilości sprzedanego drewna, do około 5 tys. m³ w 2011 roku, a w dwóch ostatnich latach (2012 i 2013) zarejestrowano wzrost sprzedaży drewna do około 8,2 tys. m³. W Nadleśnictwie Komańcza w 2008 roku sprzedano największą ilość, wynoszącą 8,18 tys. m³, ale w 2010 roku nastąpił spadek do 3,8 tys. m³. W następnych latach stwierdzono wzrost sprzedaży drewna w przedziale 4,6-6,8 tys. m³.

W Nadleśnictwie Lutowska stwierdzono największą liczbę firm zajmujących się wypałem, jednocześnie zanotowano o wiele mniejszą ilość zakupionego drewna w porównaniu z nadleśnic-

twami, na których terenie znajduje się mniejsza liczba podmiotów gospodarczych. W analizowanym okresie ilość sprzedanego rocznie surowca drzewnego ulegała zmianom mieszczącym się w przedziale 2,4-5,5 tys. m³.

W Nadleśnictwie Dukła firmy zajmujące się wypałem drewna kupowały w kolejnych latach coraz mniej drewna: od 5,69 tys. m³ w 2008 roku do 1,66 tys. m³ w 2012 roku. W kolejnym roku nie odnotowano sprzedaży drewna. Także w Nadleśnictwie Stuposiany sprzedaż surowca drzewnego firmom wypalającym węgiel spadła z 5 do zaledwie 1,25 tys. m³. Natomiast w Nadleśnictwie Rymanów sprzedaż drewna w latach 2008-2010 spadła z 6,33 do 1,99 tys. m³. Nadleśnictwo Bircza sprzedało najmniej drewna spośród wszystkich nadleśnictw objętych badaniami: 592-1117 m³ (ryc.).

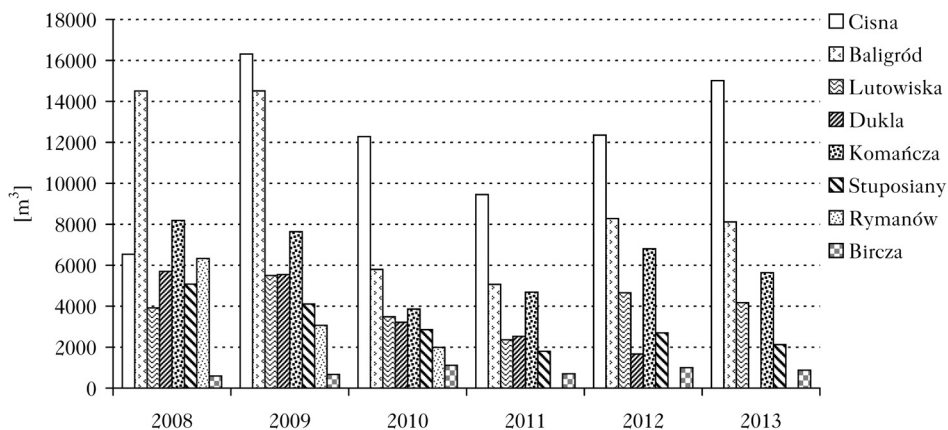
Najniższą wartość sumarycznej sprzedaży drewna przez Lasy Państwowe firmom zajmującym się wypałem węgla drzewnego – wynoszącą 3731 m³ – zanotowano w bazie zlokalizowanej na terenie Nadleśnictwa Stuposiany. Natomiast najwięcej drewna – 14 069 m³ – zakupiły firmy zajmujące się wypałem drewna znajdujące się na terenie Nadleśnictwa Baligród. W poszczególnych latach ilość drewna zakupionego przez firmy zajmujące się wypałem węgla ulegała znacznym wahaniom i wyniosła od 425 do 6330 m³ (tab. 2).

Tabela 1.

Liczba baz wypałówych na terenie nadleśnictw RDLP Krosno w latach 2008-2013

Number of charcoal burning places located in the territory of forest districts in the Krosno RDSF in 2008-2013

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Lutowiska	6	6	7	5	7	7
Cisna	5	6	6	5	5	5
Dukła	2	2	1	1	1	–
Komańcza	4	4	4	4	4	4
Stuposiany	5	5	5	5	5	5
Rymanów	1	1	1	–	–	–
Baligród	4	4	4	4	4	4
Bircza	1	1	1	1	1	1



Ryc.

Mięszość [m³] drewna zakupionego przez firmy zajmujące się wypałem węgla w poszczególnych nadleśnictwach RDLP Krosno w latach 2008-2013

Volume [m³] of wood purchased by companies dealing with charcoal production in individual forest districts of the Krosno RDSF in 2008-2013

Obliczenie potencjalnej ilości wyprodukowanego węgla drzewnego opierało się jedynie na ilości drewna zakupionego w Lasach Państwowych przez podmioty gospodarcze zajmujące się wypałem drewna. Spośród analizowanych nadleśnictw największą ilość węgla drzewnego, wynoszącą 10 431,8 t, wyprodukowano w Nadleśnictwie Cisna w latach 2008-2013, a produkcja roczna wzrosła z 947,4 t w 2008 roku do 2177,2 t w 2013 roku. W przypadku bazy zlokalizowanej na terenie Nadleśnictwa Bircza produkcja węgla drzewnego była najniższa i w analizowanym czasie wyniosła zaledwie 718,8 t. Produkcja węgla drzewnego prowadzona na terenie Nadleśnictwa Rymanów trwała spośród wszystkich nadleśnictw najkrócej, ale w ciągu trzech lat funkcjonowania wypalono 1650,8 t węgla drzewnego (tab. 3).

Główny Urząd Statystyczny (www.stat.gov.pl) oraz FAOSTAT (www.faostat3.fao.orf) odnotowały w latach 2008-2013 wzrost produkcji węgla drzewnego w Polsce z 65 058 do 99 456 t, natomiast w retortach zlokalizowanych na terenie RDLP Krosno wyprodukowano w zależności od roku od 3855,6 do 8315,9 t, co stanowi od 4 do 12% ogólnej produkcji węgla drzewnego. Z powyższych analiz wynika, że ponad 90% węgla drzewnego wyprodukowano w Polsce w dużych zakładach przemysłowych zlokalizowanych w Wałczu i Gryfinie. Węgiel drzewny ma bardzo szerokie zastosowanie. Wykorzystywany jest jako materiał opałowy oraz w pirotechnice, w medycynie, do wszelkiego rodzaju adsorbentów i pochłaniaczy, a także w rolnictwie i wielu innych dziedzinach. Tak wielorakie użytkowanie powoduje, że w dalszym ciągu istnieje popyt na ten produkt. Według FAOSTAT na wyprodukowanie 100 kg węgla drzewnego potrzeba 0,6 m³ drewna, więc do wyprodukowania podanej powyżej ilości węgla drzewnego potrzeba od 390,3 do 596,7 tys. m³ surowca drzewnego.

Tabela 2.

Miąższość [m³] drewna przypadająca na jedną bazę wypalową na terenie nadleśnictw RDLP Krosno
Volume [m³] of wood per burning place located in the territory of forest districts in the Krosno RDSF

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Lutowiska	653	917	498	472	665	596
Cisna	1307	2719	2047	1890	2470	3003
Dukla	2850	2774	3214	2528	1664	–
Komańcza	2047	1910	965	1172	1701	5640
Stuposiany	1016	821	571	360	539	425
Rymanów	6330	3065	1990	–	–	–
Bircza	592	671	1117	701	1001	875
Baligród	3627	3628	1449	1267	2069	2029

Tabela 3.

Potencjalna ilość [t] wyprodukowanego węgla drzewnego w nadleśnictwach RDLP Krosno w latach 2008-2013

Potential amount [Mg] of charcoal produced in forest districts in the RDSF Krosno in 2008-2013

	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Cisna	947,4	2365,1	1780,8	1370,2	1791,1	2177,2
Baligród	2103,4	2104,2	840,3	734,6	1200,2	1176,7
Lutowiska	567,8	797,5	505,0	342,2	675,0	604,7
Dukla	826,4	804,5	466,0	366,6	241,3	–
Komańcza	1187,3	1107,7	559,8	679,6	986,3	817,8
Stuposiany	736,5	595,2	414,0	260,8	390,8	308,0
Rymanów	917,9	444,4	288,6	–	–	–
Bircza	85,8	97,3	162,0	101,6	145,1	126,9

Wnioski

- ✦ Wielorakość i uniwersalność wykorzystania węgla drzewnego powoduje, że rynki krajowe i zagraniczne są nadal zainteresowane tym produktem. Popyt na produkty suchej destylacji drewna sprawia, że zagadnienia związane z produkcją węgla drzewnego nie tracą na aktualności, mimo wielowiekowej tradycji jego wypalania.
- ✦ W gospodarce wolnorynkowej funkcjonują firmy mające w ofercie sprzedaży węgiel drzewny w dużej ilości i dobrej jakości, który można wyprodukować znacznie szybciej w porównaniu z wypałem w stalowych retortach. Przedsiębiorcy kupujący drewno w dużych ilościach płacą za nie najczęściej niższe ceny w porównaniu z firmami średnimi i kupcami detalicznymi.
- ✦ Do kosztów produkcji należy jeszcze doliczyć koszty transportu i pracy. W związku z tym koszty sumaryczne produkcji drewna bardzo często przewyższają uzyskane przychody, co powoduje rezygnację małych podmiotów gospodarczych z produkcji węgla drzewnego.
- ✦ Na terenie RDLP Krosno w analizowanym okresie liczba baz zajmujących się wypałem węgla drzewnego w retortach zmniejszyła się z 29 do 25, a ilość wyprodukowanego węgla drzewnego spadła z 7372,4 do 3855,6 t. Produkt ten w głównej mierze znajduje zbyt na terenie Bieszczad i częściowo Lubelszczyzny, a nieznaczna jego część znajduje kupców w głębi kraju. Nie jest to wynikiem zmniejszenia zapotrzebowania, ale m.in. sprowadzania tańszego węgla z Ukrainy czy Chin. Jednocześnie produkcja węgla drzewnego w dużych zakładach przemysłowych zlokalizowanych w Wałczu i Gryfinie jest bardziej opłacalna.

Literatura

- Demirbas A. 2001. Carbonization ranking of selected biomass for charcoal, liquid and gaseous products. *Energy Conversion and Management* 42: 1229-1238.
- Laurow Z. [red.]. 1980. Dokumentacja konstrukcyjna, technologiczna i ekonomiczna wypalania węgla drzewnego w retortach polowych. Warszawa.
- Laurow Z. 1983. Węgiel drzewny generatorowy z retort polowych. *Sylwan* 127 (6): 63-68.
- Lewandowski G., Milchert E. 2011. Współczesna technologia suchej destylacji drewna. *Chemik* 65: 1301-1306.
- Marszałek E. 2012. Smak dziegciu. *Głos Lasu* 2: 34-36.
- Marszałek E., Kusiak W. 2013. Wypał węgla drzewnego w Bieszczadach w przeszłości i obecnie. *Roczniki Bieszczadzkie* 21: 164-183.
- Paschalis P. 1973. O węglach do hut i kuźnic. *Sylwan* 117 (1): 41-46.
- Suwała M. [red.]. 2000. *Poradnik użytkownika lasu*. Wydawnictwo Świat, Warszawa.