

SŁAWOMIR MONDER, PAWEŁ KOZAKIEWICZ, EWA IWANEK

Naturalna palność wybranych gatunków drewna z Afryki

The natural combustibility of selected species of African wood

ABSTRACT

Monder S., Kozakiewicz P., Iwanek E. 2010. Naturalna palność wybranych gatunków drewna z Afryki. Sylwan 154 (10): 721-728.

This paper presents results of study on natural combustibility of selected species of African wood. Short combustion tube method was used for testing. Moisture content, density, loss of mass as well as time of combustion and incandescence burning were examined. The influence of wood density on its combustibility was also analyzed. The results obtained for African species were compared with Scots pine and European oak.

KEY WORDS

natural combustibility, exotic wood

ADDRESSES

Sławomir Monder⁽¹⁾ – e-mail: slawomir_monder@sggw.pl

Paweł Kozakiewicz⁽²⁾ – e-mail: pawel_kozakiewicz@sggw.pl

Ewa Iwanek⁽²⁾

⁽¹⁾ Zakład Tworzyw Drzewnych, Wydział Technologii Drewna; ul. Nowoursynowska 166; 02-787 Warszawa

⁽²⁾ Zakład Nauki o Drewnie, Wydział Technologii Drewna; ul. Nowoursynowska 166; 02-787 Warszawa

Wstęp

Na europejskim rynku drewna istotną pozycję zajmują gatunki pochodzące z Afryki. Zamorskie drewno często charakteryzuje się wyjątkowymi właściwościami fizycznymi, takimi jak wzorzysty rysunek, trwały zapach czy intensywne zabarwienie twardej [Kozakiewicz 2004a]. Szeroka rozpiętość właściwości mechanicznych pozwala na stosowanie tego surowca w wielu dziedzinach gospodarki [Kozakiewicz 2005; Kozakiewicz i in. 2008]. W Unii Europejskiej i w Polsce od 15 lat obserwowany jest stały wzrost zużycia drewna egzotycznego [Kozakiewicz i in. 2008]. Jego zastosowanie w budownictwie staje się coraz popularniejsze. Obszarami wykorzystania są stolarka okienna i drzwiowa, podłogi, elewacje, a także elementy nośne konstrukcji. Niespotykana wśród krajowych gatunków drewna wysoka gęstość i wytrzymałość niektórych rodzajów drewna egzotycznego [Kozakiewicz 2007a, 2009; Kozakiewicz, Kościelniak 2009] pozwala na uzyskanie tarcicy budowlano-konstrukcyjnej najwyższych klas wytrzymałościowych [NEN 5480:1980 BS 5756:1997, PN-EN 1912:2005]. Część gatunków afrykańskich to nowości na rynku, o słabo poznanych właściwościach fizycznych, mechanicznych i technologicznych. Jedną z takich właściwości jest naturalna palność drewna.

Na naturalną palność i parametry spalania, tj. szybkość spalania i zwęglania, czas palenia i żarzenia oraz zapalność mają wpływ takie cechy drewna jak gatunek, gęstość, wymiary, kształt i stan powierzchni próbek, pojemność cieplna, współczynnik przewodnictwa oraz budowa anatomiczna. Gatunki egzotyczne jako materiał charakteryzują się wyjątkowo szeroką zmiennością

właściwości fizycznych i mechanicznych. Część z nich wyróżnia się szczególnie wysoką zawartością substancji niestrukturalnych nadających im wyjątkowe właściwości, także w zakresie palności. Ponadto zawartość związków mineralnych i żywicy wpływa istotnie na palność drewna [Metz 1953; Wytwer 1992]. Ogólnie uważa się, że powietrznie suche drewno o gęstości powyżej 800 kg/m^3 jest materiałem trudno zapalnym, a łatwo zapalnym jest drewno porowate o gęstości poniżej 450 kg/m^3 . Należy przy tym zaznaczyć, że istnieją również doniesienia wskazujące na niejednoznaczność tego twierdzenia. Metz [1953] prezentuje badania, w których na szybkość spalania nie ma wpływu gatunek drewna ani jego gęstość. Monder i in. [2009a, b] badając różne rodzaje drewna z Ameryki Południowej i Azji potwierdzili ogólną zależność wpływu gęstości niektórych gatunków drewna egzotycznego na jego naturalną palność, jednak wykazali też występowanie wyjątków od tej reguły. W rzeczywistości niepalnego drewna nie ma, lecz jest tylko drewno trudno zapalające się [Metz 1953; Lindner 1962; Wytwer 1992; Monder 2006; Monder i in. 2009a, b]. Decydujący wpływ na naturalną palność drewna ma jego wilgotność. Ogólnie ze wzrostem zawartości wilgoci w drewnie jego palność maleje. Drewno o wilgotności powyżej 30% można uznać za niepalne [Metz 1953; Lindner 1962]. Ilość doniesień naukowych na temat palności gatunków egzotycznych, w tym afrykańskich, jest niezmiernie rzadka. Metz [1953] podaje wyniki opóźnienia zapłonu i maksymalnej szybkości spalania mahoni, jednak nie określając dokładnie jego gatunku. Właściwości palności tego drewna o gęstości 520 kg/m^3 , są pośrednie między sosną pospolitą a lipą czy brzozą. Trudności w ocenie naturalnej palności drewna wynikają również ze stosowania wielu metod badawczych, różniących się sposobem i czasem inicjowania zapłonu, kształtem oraz wymiarami próbek – stąd uzyskane wyniki są trudne do porównania.

Celem pracy było oznaczenie naturalnej palności kilkunastu rodzajów i gatunków drewna z Afryki oraz określenie wpływu gęstości na tę cechę drewna.

Metody

Obszerna charakterystyka wybranych do badań 16 rodzajów drewna afrykańskiego (tab. 1) zawarta jest we wcześniejszych opracowaniach Kozakiewicza [2004b, 2007a-c, 2008, 2009], Kozakiewicza i Szkarłata [2004a, b] oraz Kozakiewicza i Kościelniaka [2009]. Zastosowano próbki o wymiarach $10 \times 10 \times 150 \text{ mm}$ (ostatni wymiar wzdłuż włókien). Dla każdego gatunku wykonano 12 powtórzeń badania palności. Do analizy wybrano 10 wartości odrzucając dwie skrajne. Wilgotność i gęstość próbek oznaczono według zaleceń norm PN-77/D-04100 i PN-77/D-04101 po sezonowaniu w warunkach klimatu w pomieszczeniu z centralnym ogrzewaniem. Wilgotność badanego drewna zawierała się w przedziale od 8 do 10%. Różnice wynikały z odmiennych właściwości higroskopijnych poszczególnych rodzajów drewna – osiągających nieco inne wilgotności równoważne w tym samym klimacie.

Oznaczenie palności drewna wykonano według metody „krótkiej rury ogniowej” opisanej w normie BN-72/7123-01. Próbki po zważeniu zawieszano w rurze wzdłuż jej podłużnej osi symetrii. Od dolnej krawędzi rury próbki wystawały na 5 mm, a palnik oddalony był o 15 mm. Wysokość widzialnej dla oka części płomienia wynosiła 40 mm. Płomień palnika zasilanego gazem ziemnym oddziaływał dokładnie na środek podstawy próbki przez 30 sekund, przy przepływie gazu 12 l/h. Wokół przyrządu nie występował zauważalny ruch powietrza. Po upływie 2 minut od zaniku samoistnego płomienia lub żarzenia, próbki powtórnie ważono z dokładnością do 0,01 g.

Podczas badania oznaczono następujące parametry: ubytek masy próbki, czas samodzielnego palenia i czas żarzenia. Obserwowano również inne efekty spalania, tj. sposób palenia się próbki czy rodzaj dymu. Podstawowym analizowanym parametrem był ubytek masy. Zgodnie

Tabela 1.

Nazewnictwo i gęstość badanych rodzajów i gatunków drewna
Trade names and density of analysed species

Nazwa hand. drewna ¹⁾	Nazwa botaniczna	Gęstość ²⁾ [kg/m ³]
Azobe	<i>Lophira alata</i> Banks ex Gaertn.f.	1059
Anakaraka ³⁾	<i>Cordyla madagascariensis</i> R.Vig.	926
Zebrano	<i>Microberlinia</i> sp. (<i>M. bisulata</i> A.Chev., <i>M. brazzavilliensis</i> A.Chev.)	922
Zamahoń afrykański lagos	<i>Khaya</i> sp. (<i>K. ivorensis</i> A.Chev., <i>K. anthoteka</i> (Welw.) C.DC., <i>K. grandifolia</i> C.DC.)	819
Danta	<i>Nesogardonia papaverifera</i> (A.Chev.) Capuron	816
Zakrwın	<i>Azelia</i> sp. (<i>A. africana</i> Smith ex Pers., <i>A. bipindensis</i> Harms, <i>A. pachyloba</i> Harms.)	807
Mahoń afrykański sipo	<i>Entandrophragma utile</i> (Dawe & Sprague) Sprague	739
Mahoń afrykański sapeli	<i>Entandrophragma cylindricum</i> (Sprague) Sprague	703
Mansonia	<i>Mansonia altissima</i> A.Chev.	669
Didelocja, gombe	<i>Didelotia</i> sp. (<i>D. idea</i> Oldem. De Wit & J. Léon., <i>D. letoutzeyi</i> Pellegr., <i>D. africana</i> Baill.)	621
Dąb europejski	<i>Quercus</i> sp. (np. <i>Quercus robur</i> L.)	621
Mahoń afrykański tiama	<i>Entandrophragma angolense</i> (Welw.) C.DC.	611
Migdałecznik idigbo	<i>Terminalia ivorensis</i> A.Chev.	607
Awodire	<i>Turraeanthus africanus</i> (Welw. Ex C.DC.) Pellegr.	592
Chlorofora, iroko	<i>Milicia</i> sp. (<i>M. excelsa</i> (Welw.) C.C.Berg, <i>M. regia</i> (A.Chev.) C.C.Berg)	548
Grusza afrykańska makore	<i>Tieghemella heckelii</i> Pierre ex A.Chev.	529
Sosna zwyczajna – twardziel	<i>Pinus sylvestris</i> L.	463
Okume	<i>Aucoumea klaineana</i> Pierre.	423

¹⁾ według PN-EN-13556 [2005]; according to PN-EN-13556 [2005]

²⁾ określona dla drewna o wilgotności od 8 do 10%; calculated for wood with 8-10% of humidity

³⁾ nieuwzględniona w normie PN-EN 13556 [2005]; not included in PN-EN 13556 [2005]

z normą BN-72/7123-01 przyjęto, że drewno spełnia warunki materiału trudno palnego, jeśli ubytek ten nie przekroczy 20%. Wyniki dla gatunków afrykańskich odniesiono do palności twardego krajowego drewna dębowego (*Quercus* sp.) i sosnowego (*Pinus sylvestris* L.).

Wyniki i dyskusja

Według klasyfikacji Krzysika [1974] wśród badanych gatunków występowało drewno bardzo ciężkie o gęstości powyżej 800 kg/m³ (azobe, anakaraka, zebrano, zamahoń afrykański lagos, danta, zakrwın), ciężkie o gęstości od 710 do 800 kg/m³ (mahoń afrykański sipo), umiarkowanie ciężkie o gęstości 610-700 kg/m³ (mahoń afrykański sapeli, mansonia, didelocja, dąb europejski – twardziel, mahoń afrykański tiama), umiarkowanie lekkie (510-600 kg/m³; migdałecznik idigbo, awodire, chlorofora, grusza afrykańska makore) oraz lekkie (410-500 kg/m³; sosna zwyczajna – twardziel i okume) (tab. 1).

Stwierdzono zmniejszanie się zapalności drewna wraz ze wzrostem jego gęstości. Zależność tę należy uznać za przybliżoną i ogólną, bowiem zaobserwowano kilka wyjątków. Zdecydowana większość gatunków bardzo ciężkich i ciężkich wykazała wyjątkowo niskie ubytki masy od 3,9 do 13,0% (tab. 2). Powyższe wartości pozwalają zaklasyfikować te gatunki do materiałów trudno zapalnych. Z grupy tej tylko drewno zebrano uzyskało średni ubytek masy aż 77,5%. Drewno zebrano ma specyficznym zabarwioną twardziel z wyraźnymi liniami i smuga-

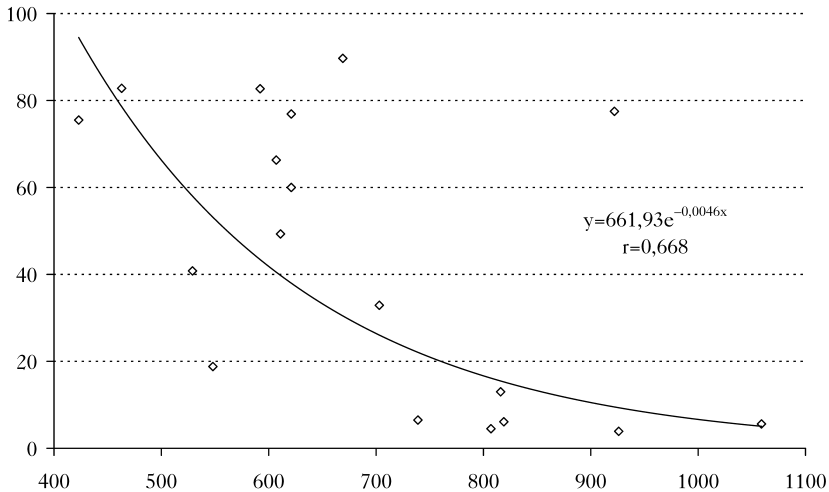
Tabela 2.

Ubytek masy, czas samodzielnego palenia oraz żarzenia badanych gatunków
The loss of mass, combustion and incandescence burning time of analysed species

Gatunek	Ubytek masy [%]			Czas samodz. palenia [s]			Czas żarzenia [s]		
	min.	śr.	max.	min.	śr.	max.	min.	śr.	max.
azobe	2,5	5,6	27,5	0	33	223	0	97	626
anakaraka	3,6	3,9	4,4	0	1	3	9	27	53
zebrano	5,4	77,5	97,6	0	127	169	0	749	1142
zamahoń afrykański lagos	4,8	6,1	9,1	0	12	40	8	14	20
danta	3,5	13,0	49,9	0	66	354	0	148	901
zakrwin	4,2	4,5	4,8	1	4	9	6	38	99
mahoń afrykański sipo	5,9	6,5	7,4	1	2	7	3	9	23
mahoń afrykański sapeli	8,3	32,9	67,7	2	87	141	8	235	583
mansonia	86,2	89,7	93,9	118	131	139	469	637	1165
didelocja, gombe	10,6	60,0	71,6	4	176	245	22	246	429
dąb europejski – twardziel	72,4	76,9	79,7	138	142	148	82	147	247
mahoń afrykański tiama	23,8	49,3	61,7	41	174	272	92	173	254
migdalcznik idigbo	48,6	66,3	75,8	76	115	144	84	216	336
awodire	81,8	82,7	83,5	123	135	145	207	281	346
chlorofora	14,2	18,8	27,6	7	35	112	74	380	773
grusza afrykańska makore	28,4	40,8	64,7	73	134	195	11	68	224
sosna zwyczajna – twardziel	81,1	82,8	84,1	109	128	154	188	212	261
okume	66,3	75,5	80,9	89	110	153	169	208	262

mi [Kozakiewicz, Kościelniak 2009]. Jasne obszary to miejsca o mniejszej zawartości związków niestrukturalnych i bardziej „otwarte” przy wymianie gazowej. Prawdopodobnie ta zróżnicowana budowa twardzieli jest przyczyną niższej odporności ogniowej drewna zebrano. Mansonia, zaliczona do gatunków umiarkowanie lekkich, osiągnęła największy średni ubytek masy ze wszystkich badanych gatunków drewna – 89,7% (tab. 2). Podobnie palne okazało się drewno awodire, wykazując ubytek masy rzędu 82,7%. Pewnym zaskoczeniem jest niski (18,8%) ubytek masy odnotowany dla drewna chlorofory – gatunku umiarkowanie lekkiego. W tym przypadku był on porównywalny z grupą drewna bardzo ciężkiego. Pozwala to zaklasyfikować ten gatunek jak materiał trudno zapalny. Prawdopodobnie wynika to z podwyższonej zawartości substancji mineralnych [Kozakiewicz, Szkarłat 2004a]. Pnie rosnących jeszcze drzew chlorofory ulegają szczególnej mineralizacji w wyniku symbiotycznej działalności bakterii. Zjawisko to zaobserwowano między innymi na Wybrzeżu Kości Słoniowej i w Kamerunie. Szczawian wapnia tworząc kryształy łączy się z tkankami drewna kory i łyka żyjących drzew, a następnie dochodzi do jego przetworzenia na węgiel wapnia.

Ogólną zależność między gęstością drewna a ubytkiem masy w próbie palności opisuje krzywa przedstawiona na rycinie. Jest to zależność wykładnicza o istotnym współczynniku korelacji równym 0,668. Badania potwierdziły również ogólną zależność, że wraz ze wzrostem gęstości rośnie czas samodzielnego palenia. Gatunki ciężkie są „lepszym paliwem” – palą się dłużej. Także dla tego kryterium zaobserwowano gatunki odbiegające od ogólnej zasady. Czas samodzielnego palenia takich rodzajów drewna jak azobe, anakaraka, zamahoń afrykański lagos, zakrwin i mahoń afrykański sipo wynosił poniżej 60 s, potwierdzając ich klasyfikację jako materiału trudno zapalnego. Wśród drewna ciężkiego jedynie zebrano paliło się długo (przeciętnie 127 s). Średni czas samodzielnego palenia dla drewna danta wyniósł 66 s. Gatunek ten, mimo niskiego ubytku masy (13,0%), nie może być klasyfikowany jako materiał trudno zapalny.



Ryc.

Wpływ gęstości drewna na ubytek masy podczas spalania
Effect of wood density on loss of mass during combustion

Rodzaje umiarkowanie ciężkie, takie jak mansonia, didelocja i mahoń afrykański tiama, wykazały stosunkowo długie czasy samodzielnego palenia (tab. 2). Wartości te odpowiadają gatunkom umiarkowanie lekkim. Chlorofora – drewno umiarkowanie lekkie – potwierdziła klasyfikację jako materiał trudno palny, osiągając wyjątkowo krótki, średni czas samodzielnego palenia (35 s). Okume, będąca gatunkiem lekkim, osiągnęła czas samodzielnego palenia porównywalny z grupą umiarkowanie ciężkiego drewna (tab. 2).

W badaniach nie zaobserwowano wyraźnego wpływu gęstości na czas żarzenia. Na wyróżnienie zasługuje fakt, że część gatunków (anakaraka, zamahoń afrykański lagos, zakrwini, mahoń afrykański sipo i grusza afrykańska) osiągnęła wyjątkowo krótki czas żarzenia (tab. 2). Najdłuższy czas żarzenia (749 s) otrzymano dla bardzo ciężkiego drewna zebrano. Długim czasem żarzenia charakteryzowało się również drewno mansoni – gatunku umiarkowanie ciężkiego oraz chlorofory – gatunku umiarkowanie lekkiego.

Podatność na palenie się poszczególnych rodzajów i gatunków drewna znajduje też swoje odzwierciedlenie w stabilności płomienia, wydzielaniu iskier i rodzaju dymu oraz trzasków (tab. 3). Na różny przebieg procesów spalania poszczególnych gatunków drewna egzotycznego oprócz gęstości najprawdopodobniej ma wpływ zróżnicowany skład chemiczny, a w szczególności różna zawartość substancji niestrukturalnych oraz odmienna struktura. Należy zaznaczyć, że na otrzymane wyniki mogły w pewnym stopniu wpłynąć niewielkie różnice w wilgotności badanego drewna.

Uzyskane wyniki badań palności drewna metodą rury ogniowej należy uznać za szacunkowe. Do zakwalifikowania pod względem palności poszczególnych rodzajów i gatunków drewna do odpowiedniej „euroklasy” niezbędne jest przeprowadzenie badań specjalistycznych w oparciu o stosowne procedury.

Wnioski

✦ Stwierdzono, że wraz ze wzrostem gęstości maleje palność drewna (notowany jest coraz mniejszy ubytek masy) oraz rośnie czas samodzielnego palenia się drewna.

Tabela 3.

Dodatkowe obserwacje procesu palenia
Additional remarks about combustion process

Gatunek	Obserwacje
Azobe	Drewno pali się słabo
Anakaraka	Płomień słabo inicjuje zapłon, słychać trzaski
Zebrano	Drewno pali się i żarzy intensywnie, słychać trzaski. Podczas palenia pojawiają się iskry, wydzielają się jasny dym
Zamahoń afrykański lagos	Drewno pali się i żarzy bardzo krótko
Danta	Drewno pali się słabo
Zakrwini	Drewno podczas palenia wydzielają charakterystyczny zapach, przypominający kadzidełko
Mahoń afrykański sipi	Drewno pali się i żarzy słabo i bardzo krótko
Mahoń afrykański sapeli	Obserwowano zarówno bardzo słabą, jak i dobrą palność drewna. Próbki żarzyły się krótko
Mansonia	Drewno pali się bardzo intensywnie. Podczas palenia słychać intensywne „syczenie”, pojawia się jasny dym. Próbki żarzą się długo
Didelocja	Podczas badania palności drewna słychać było „świs”, zapach dymu przypominał zapach ziemniaków pieczonych w ognisku
Dąb europejski	Drewno pali się bardzo dobrze, wydzielając mało intensywnie jasny dym
Mahoń afrykański tiami	Drewno pali się niestabilnym płomieniem nieobejmującym całej próbki. Obserwowano lokalne języczki płomieni. Słychać wyraźne trzaski
Migdałecznik idigbo	Drewno pali się dobrze. Czasami obserwowano wydzielanie się gazów palnych z charakterystycznym „gwizdem”
Awodire	Podczas inicjowania zapłonu słychać trzaski. Drewno pali się dobrze, intensywnym płomieniem. Pod koniec samodzielnego palenia wydzielają się intensywnie gazy niepalne
Chlorofora	Część drewna paliła się słabo, niestabilnym płomieniem. Żarzenie występuje tylko w dolnej części próbek
Grusza afrykańska makore	Próbki paliły się dobrze, wydzielając jasny i ciemny dym. Podczas procesu intensywnego utleniania słychać było cichy syk i trzaski
Sosna zwyczajna – twarżdziel	Płomień szybko obejmował całą ich powierzchnię próbki. Próbki żarzyły się krótko
Okume	Drewno pali się niestabilnym płomieniem, pojawiają się iskry i słychać głośne trzaski. Czasem od dołu próbki wydobywał się jasny dym

✚ Kilka rodzajów i gatunków drewna egzotycznego wykazuje odmienne właściwości spalania niż wynikałoby to z klasyfikacji gęstości. Najprawdopodobniej ma na to wpływ budowa anatomiczna i skład chemiczny drewna (rodzaj i zawartość związków niestrukturalnych).

✚ Azobe (*Lophira alata* Banks ex Gaertn.f.), anakaraka (*Cordyla madagascariensis* R. Vig.), zamahoń afrykański lagos (*Khaya* sp.), zakrwini (*Afzelia* sp.), mahoń afrykański sipi (*Entandrophragma utile* (Dawe & Sprague) Sprague) i chlorofora (*Milicia* sp.) należą do materiałów trudno zapalnych i trudno palnych.

✚ Na podstawie kryterium ubytku masy (ponad 20%) i czasu samodzielnego palenia (ponad 60 s) oraz występowania żarzenia, do materiałów palnych należy zaliczyć: zebrano (*Microberlinia* sp), dantę (*Nesogardonia papaverifera* (A. Chev.) Capuron), mahoń afrykański sapeli (*Entandrophragma cylindricum* (Sprague) Sprague), mansonię (*Mansonia altissima* A. Chev.), didelocję (*Didelotia* sp.), dąb (*Quercus* sp.), mahoń afrykański tiami (*Entandrophragma angolense* (Welw.) C.DC.), migdałecznik idigbo (*Terminalia ivorensis* A. Chev.), awodire

(*Turraeanthus africanus* (Welw. Ex C.DC.) Pellegr.), gruszę afrykańską makore (*Tieghemella heckelii* Pierre ex A. Chev.), sosnę zwyczajną (*Pinus sylvestris* L.) i okume (*Aucoumea klaineana* Pierre.).

Literatura

- BN-72/7123-01. Płyty wiórowe prasowane uodpornione na działanie ognia.
- BS 5756:1997. Specification for visual strength grading of hardwood.
- Kozakiewicz P. 2004a. Drewno egzotyczne – od pozyskania po wykorzystanie. Przemysł Drzewny 55 (1): 25-28.
- Kozakiewicz P. 2004b. *Mansonia* (*Mansonia altissima* A. Chev.) – drewno egzotyczne z zachodniej Afryki. Przemysł Drzewny 55 (10): 27-30.
- Kozakiewicz P., Szkarłat D. 2004a. Iroko (*Milicia excelsa* (Welw.) C.C.Berg) – drewno egzotyczne z Afryki. Przemysł Drzewny 55 (7-8): 53-56.
- Kozakiewicz P., Szkarłat D. 2004b. Sapelli (*Entandrophragma cylindricum* Sprague) – drewno egzotyczne z Afryki. Przemysł Drzewny 55 (9): 27-30.
- Kozakiewicz P. 2005. Drewno w budownictwie – podłogi. Przemysł Drzewny 56 (6): 6-11.
- Kozakiewicz P. 2007a. Zakrwin (*Afselia* sp.) – drewno egzotyczne z Afryki. Przemysł Drzewny 58 (2): 25-28.
- Kozakiewicz P. 2007b. „Grusza afrykańska” makore (*Tieghemella heckelii* Pierre ex A. Chev.) – drewno egzotyczne z Afryki. Przemysł Drzewny 58 (4): 43-46.
- Kozakiewicz P. 2007c. Awodire (*Turraeanthus africana* (Welw. Ex C.DC.) Pellegr.) – drewno egzotyczne z Afryki. Przemysł Drzewny 58 (7-8): 65-68.
- Kozakiewicz P. 2007d. Okume (*Aucoumea klaineana* Pierre) – drewno egzotyczne z Afryki. Przemysł Drzewny 58 (7-8): 69-72.
- Kozakiewicz P. 2007e. Zamahofi (*Khaya ivorensis* (A. Chev.)) – drewno egzotyczne z Afryki. Przemysł Drzewny 58 (11): 31-34.
- Kozakiewicz P. 2008. Migdałecznik idigbo (*Terminalia ivorensis* A. Chev.) – drewno egzotyczne z Afryki. Przemysł Drzewny 59 (2): 19-22.
- Kozakiewicz P. 2009. Azobe (*Lophira alata* Banks ex Gaertn.f) – drewno egzotyczne z Ameryki Południowej. Przemysł Drzewny 60 (9): 15-18.
- Kozakiewicz P., Kościelniak C. 2009. Zebrano (*Microberlinia brazzavillensis* A. Chev.) – drewno egzotyczne z Afryki. Przemysł Drzewny 60 (2): 11-14.
- Kozakiewicz P., Kościelniak C., Zakrzewska-Rudzińska W. 2008. Badania właściwości i innowacyjne zastosowania drewna egzotycznego w Polsce. Przemysł Drzewny 59 (4): 18-23.
- Krzysik F. 1974. Nauka o drewnie. PWN, Warszawa.
- Lindner J. 1962. Środki ogniochronne. WMON, Warszawa.
- Metz L. 1953. Przeciwożniowe zabezpieczanie drewna. PWT, Warszawa.
- Monder S. 2006. Naturalna palność drewna. Przegląd Pożarniczy 10: 22-24.
- Monder S., Kozakiewicz P., Iwanek E. 2009a. Naturalna palność wybranych gatunków drewna egzotycznego z Ameryki Południowej. Materiały X Sympozjum PSMB, Gdańsk 18-20.06.2009, Ochrona przed korozją 6s/A/2009, rok LII, SIGMA-NOT, Gliwice. 85-91.
- Monder S., Kozakiewicz P., Iwanek E. 2009b. The natural fire of selected species of exotic wood from Asia, Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Forestry and Wood Technology 69: 93-98.
- NEN 5480:1980. Kwaliteitseisen voor hout (KVH 1980) – Houtsoort Azobé.
- PN-77/D-04100. Drewno. Oznaczanie wilgotności.
- PN-77/D-04101. Drewno. Oznaczanie gęstości.
- PN-EN 13556:2005. Drewno okrągłe i tarcica. Terminologia stosowana w handlu drewnem w Europie.
- PN-EN 1912:2005. Drewno konstrukcyjne – Klasy wytrzymałości. Wizualny podział na klasy i gatunki.
- Wytwier T. 1992. Wybrane zagadnienia ochrony drewna budowlanego przed korozją biologiczną, Warszawa.

SUMMARY

The natural combustibility of selected species of African wood

A general principle of the influence of wood density on its combustibility has been confirmed on the basis of the obtained results. The loss of mass and the time of individual combustion of wood tend to decrease together with the increase of density. There are some exceptions among

the tested species of wood from Africa significantly deviating from the above rule. Some of them should be defined as hardly ignitable according to the adopted principles of classification. The following species of wood demonstrated the loss of mass below 20% and the time of combustion shorter than 60 s: ekki (*Lophira alata* Banks ex Gaertn. f.), anakaraka (*Cordyla madagascariensis* R. Vig.), African mahogany (*Khaya* sp.), afzelia (*Afzelia* sp.), utile (*Entandrophragma utile* (Dawe & Sprague) Sprague) and iroko (*Milicia* sp.). Zebrano (*Microberlinia* sp), mansonia (*Mansonia altissima* A. Chev.), didelotia (*Didelotia* sp.) or gedu nohor (*Entandrophragma angolense* (Welw.) C.DC.) have been characterized by an exceptionally high loss of mass and a long time of individual combustion. The differences observed in combustibility of respective species of wood from Africa have been probably significantly influenced by their individual chemical composition (content of specific non-structural substances). No significant influence of wood density on the time of incandescence has been observed in the tests.