

Doc. dr habil. JAN RUTKOWSKI

Politechnika Łódzka

## Aktualne i perspektywiczne zastosowanie drewna liściastego w przemyśle celulozowo-papierniczym\*

Актуальное и перспективное применение лиственной древесины в целлюлозно-бумажной промышленности

Recent and future use of hardwood in cellulose and paper industry

### 1. WPROWADZENIE

Rozwój produkcji roślinnych mas włóknistych, stanowiących półprodukt przemysłu papierniczego oraz znajdujących zastosowanie również w przemyśle chemicznym (głównie do wyrobu celulozowych włókien sztucznych), oparty jest o drzewną bazę surowcową. Z surowca drzewnego otrzymuje się około 95% całej ilości produkowanych w świecie mas włóknistych (1).

Powojenna światowa produkcja mas włóknistych różnych rodzajów (mas celulozowych, mas półchemicznych i mechaniczno-chemicznych, ściuru), podobnie jak produkcja wytworów papierniczych, charakteryzuje się znaczną dynamiką wzrostu. W ostatnim dwudziestoleciu przeciętny roczny przyrost produkcji mas włóknistych w skali ogólnoswiatowej sięgał 5,5% (1), a w latach sześćdziesiątych, jak widać z tabeli 1, był jeszcze większy (2).

Szybko rozwijającemu się przemysłowi celulozowo-papierniczemu z trudnością może sprostać baza surowcowa. Ograniczone zasoby leśne, coraz wyraźniej odczuwany w gospodarce wielu krajów deficyt drewna iglastego, stworzyły okoliczności nakazujące zastępowanie w coraz większym stopniu typowego surowca — papierówki iglastej drewnem liściastym.

Tendencje w zakresie zmian w latach 1950—1967 udziału drewna liściastego w ogólnym zużyciu drewna przez przemysł celulozowo-papierniczy niektórych krajów (1, 3) przedstawiono w tabeli 2. Na uwagę zasługuje poziom wskaźnika zużycia drewna liściastego w krajach zachodniej Europy (zwłaszcza we Francji i Włoszech) oraz Japonii. W wymienionych pań-

\* Referat wygłoszony na sesji naukowej Polskiego Towarzystwa Leśnego w dn. 25 i 26.IX.1971 r. w Gdańsku.

Tabela 1

**Produkcja wszystkich mas włóknistych (z wyjątkiem makulatury i szmat)  
w latach 1956—1967 (w tys. ton metrycznych) (2)**

Kraj	Rok			
	1956	1960	1966	1967
1. USA	20 077	22 850	32 328	32 618
2. Kanada	9 564	10 145	14 218	14 036
3. Szwecja	4 093	4 971	6 377	6 851
4. Japonia	2 202	3 532	5 679	6 219
5. Finlandia	2 840	3 700	5 707	5 712
6. ZSRR	2 605	3 237	5 048	5 655
14. Indie	52	82	674	672
15. Polska	382	458	606	655
16. CSRS	481	690	609	639
17. NRD	577	737	630	630
21. Jugosławia	122	175	407	455
26. Rumunia	94	118	356	357
33. Bułgaria	25	31	112	118
34. Węgry	23	44	91	103
69. Malazja	—	0,2	0,1	0,1
Świat	50 191	60 031	86 973	89 167

Tabela 2

**Procentowy udział drewna liściastego w ogólnym zużyciu drewna przez przemysł  
celulozowo-papierniczy niektórych krajów w latach 1950—1967 (1,3)**

Kraj	Rok		
	1950	1960	1967
Szwecja	4,6	6,2	14,6
Finlandia	0,4	5,1	19,0
NRF	10,7	14,9	40,7
Francja	8,2	34,9	51,9
Włochy	22,5	35,0	63,7
Kanada	4,4	6,8	10,7
USA	14	20	25
Japonia		36,3	53,6

stwach w 1967 r. ponad połowę przerabianego w przemyśle celulozowo-papierniczym drewna stanowił surowiec liściasty.

Również w krajach skandynawskich, stosunkowo zasobnych w lasy iglaste, obserwuje się w latach ostatnich wzrastające zainteresowanie drewnem liściastym jako surowcem do wyrobu mas włóknistych.

Problem coraz większego zastosowania drewna liściastego w przemyśle celulozowo-papierniczym jest także aktualny w naszym kraju, w którym surowcowa baza w zakresie drewna iglastego nie wystarcza na pokrycie potrzeb głównych dziedzin gospodarki narodowej.

## 2. OGÓLNA OCENA DREWNA LIŚCIASTEGO JAKO SUROWCA W PRZEMYSŁE CELULOZOWO-PAPIERNICZYM

Drewno liściaste różni się od iglastego wieloma właściwościami istotnymi w przerobie na masy włókniste. Ogólne oraz charakterystyczne dla określonych rodzajów drewna liściastego właściwości w znacznym stopniu determinują racjonalne kierunki wykorzystania tych surowców do wyrobu wybranych rodzajów mas włóknistych oraz wyznaczają optymalne technologiczne warunki przerobowe.

W zakresie morfologicznych cech drewna liściastego podstawowe znaczenie mają komórki libriformu decydujące o krótkowłóknistości liściastych mas włóknistych. Porównanie wymiarów włókien głównych rodzajów drewna iglastego i liściastego zawarte jest w tabeli 3.

Tabela 3

**Przeciętne rozmiary włókien różnych rodzajów surowców drzewnych (4)**

Rodzaj drewna	Przeciętna długość mm	Przeciętna szerokość mm	Przeciętna smukłość
1	2	3	4 = 2 : 3
Świerk	3,4	0,033	105 : 1
Sosna	3,5	0,039	90 : 1
Topola, osika	1,25	0,028	45 : 1
Brzoza	1,2	0,024	50 : 1
Buk	1,2	0,022	54 : 1

W przybliżeniu trzykrotnie mniejsza długość włókien z drewna drzew liściastych oraz niższy wskaźnik ich smukłości w porównaniu z włóknami (tracheidami) sosny i świerka stanowi z punktu widzenia papierniczego cechę w zasadzie niekorzystną. W przypadku włókien z drewna bukowego dodatkową cechą niekorzystną jest zbyt duża sztywność włókien, przez którą rozumie się stosunek grubości ścianek komórkowych do lumenu. Krótkowłóknistość przerabianego surowca wywiera wpływ na przebieg procesów produkcyjnych: utrudnia warunki mycia, pogarsza odwadnialność, obniża wytrzymałość mokrej wstęgi na odwadniarkach i maszynach suszących. Krótkość, mała smukłość, duża sztywność włókien są czynnikami ujemnie wpływającymi na właściwości wytrzymałościowe gotowego półproduktu oraz otrzymanego z niego wytworu papierniczego.

Ale krótkowłóknistość półproduktów liściastych stanowi pod niektórymi względami również zaletę. Dotyczy to w szczególności mas użytych do wyrobu białych papierów drukowych. Włókna mas liściastych polepszają bowiem ważne użytkowe właściwości tych papierów, w szczególności ich gładkość, nieprzezroczystość, drukowność.

Korzystną cechą drewna liściastego jest mniejsza, w porównaniu z surowcem iglastym, zawartość ligniny (o około 30% wzgl.) przy równoczesnej większej zawartości holocelulozy. Znaczna zawartość hemiceluloz w drewnie liściastym stanowi zaletę w przypadku mas włóknistych papierniczych, w masach do przerobu chemicznego jest składnikiem uciążliwym.

W następstwie mniejszej zawartości ligniny drewno liściaste ulega delignifikacji w procesach roztwarzania łatwiej niż iglaste, dając, przy określonej końcowej zawartości ligniny, półprodukt o wyższej wydajności z surowca.

Wyższa w porównaniu z masami iglastymi zawartość hemiceluloz w masach liściastych ułatwia ich proces mielenia w przerobie papierniczym prowadząc do zwiększenia przepustowości urządzeń mielących oraz do zmniejszenia jednostkowego zużycia energii elektrycznej.

Na różnice w przebiegu delignifikacji drewna iglastego i liściastego wpływa również budowa morfologiczna oraz rozkład ligniny w ściankach komórkowych. Dominujące w drewnie drzew liściastych komórki libiformu stanowią większą przeszkodę dla przenikania chemikaliów (szczególnie w przypadku drewna o dużej masie właściwej, np. buka lub brzozy) niż typowe dla drewna iglastego tracheidy. Wymaga to, dla osiągnięcia zadowalającej jednorodności roztworzenia, zapewnienia w niektórych procesach delignifikacji (zwłaszcza kwaśnych) lepszych warunków impregnacji surowca liściastego.

W drewnie liściastym, w odróżnieniu od iglastego, prawie cała ilość ligniny (około 90%) rozmieszczona jest w blaszce międzykomórkowej i błonie pierwotnej; w konsekwencji, do uzyskania dobrze rozwłóknialnej masy celulozowej z surowca liściastego, konieczna jest dalej posunięta delignifikacja.

Drewno liściaste zawiera większą liczbę grup kwasotwórczych (głównie acetylowych) niż iglaste. Powstająca zwiększona ilość lotnych kwasów organicznych wiąże w alkalicznych metodach roztwarzania, już na początku procesu, dodatkowe ilości chemikaliów. Sumaryczne końcowe zużycie chemikaliów w metodach alkalicznych roztwarzania drewna liściastego, odpowiednio do niskiej zawartości ligniny w surowcu, jest natomiast mniejsze niż przy roztwarzaniu surowca iglastego.

Cechą poszczególnych rodzajów drewna, ważną nie tylko ze względów technologicznych, lecz również czysto ekonomicznych, jest ich masa właściwa. Przy jednakowej cenie jednostkowej surowca liściastego i stosowaniu w obrocie handlowym objętościowych miar ilości drewna, a wagowych miar ilości wyprodukowanych mas włóknistych, wysoka masa właściwa niektórych rodzajów drewna liściastego (brzozy, buka) stanowi czynnik dodatnio wpływający na opłacalność produkcji.

### 3. KIERUNKI WYKORZYSTANIA DREWNA LIŚCIASTEGO W ŚWIATOWYM PRZEMYŚLE CELULOZOWO-PAPIERNICZYM

Drewno liściaste stosowane jest do wyrobu wszystkich rodzajów mas włóknistych: ścieru, mas półchemicznych i mechaniczno-chemicznych oraz mas celulozowych. Wytworzone z surowca liściastego masy włókniste używane są zarówno do przerobu papierniczego jak i chemicznego. Znajdują zastosowanie w stanie niebielonym, podbielonym do białości rzędu 75%, jak też wybielonym do białości 85—90%. O kierunkach przerobu surowca liściastego w przemyśle celulozowo-papierniczym w znacznym stopniu decydują ekonomiczne warunki poszczególnych krajów, specyficzne dla tych krajów układy gospodarcze. Ogólne tendencje racjonalnej technologii prze-

robu określonych rodzajów drewna liściastego polegają na przeznaczeniu ich do tych rodzajów mas włóknistych, przy których niekorzystne naturalne cechy surowca są ograniczone do minimum a rozwinięte są jego zalety. Możliwie optymalnemu wykorzystaniu papierówki liściastej sprzyja współczesny szybki postęp w zakresie udoskonalania metod technologicznych otrzymywania mas włóknistych.

Do wyrobu ścieru białego stosowana jest papierówka topolowo-osikowa (5, 6, 7). Wprawdzie własności wytrzymałościowe ścieru topolowo-osikowego ustępują odpowiednim własnościom ścieru świerkowego, ale przy korekturze technologii ścierania otrzymany półprodukt charakteryzuje się jakością pozwalającą na co najmniej częściowe zastąpienie ścieru świerkowego w papierze gazetowym produkowanym na maszynach papierniczych o dużej szybkości sięgającej 60 m/min. (6). Polepszeniu własności wytrzymałościowych ścieru liściastego sprzyja jego podbielanie nadtlenkami podnoszące równocześnie białość półproduktu. Ścier topolowo-osikowy jest produkowany w wielu krajach, przede wszystkim we Włoszech.

Do wyrobu ścieru białego nie nadaje się drewno o dużej gęstości (buk, brzoza) ze względu na zbyt niekorzystne cechy strukturalne i wytrzymałościowe. Papierówka brzozowa i bukowa jest natomiast przerabiana na ścier brązowy, który w wyniku wstępnego parowania surowca, uzyskuje odpowiednią wytrzymałość wystarczającą dla wymagań przy produkcji tektur i papierów pakowych.

Możliwości zarówno zastosowania do wyrobu tektury jak też częściowego zastąpienia masy celulozowej w papierach drukowych stwarza produkcja ścieru chemicznego, otrzymywanego z okrąglaków drewna liściastego poddawanych przed ścieraniem impregnacji chemikaliami: najczęściej roztworem obojętnego siarczynu sodowego (z dodatkiem węglanu sodowego) lub też wodorotlenkiem sodowym (8, 9, 10, 11).

W Europie zachodniej ścier chemiczny z drewna liściastego produkowany jest według metody ALB-Semicel z zastosowaniem obojętnego siarczynu sodowego jako środka impregnującego. Ścier chemiczny, którego wydajność z surowca wynosi około 80%, odznacza się znacznie lepszymi własnościami wytrzymałościowymi w porównaniu ze ścierem białym czy brązowym. Jako surowiec służą wszystkie europejskie rodzaje drewna liściastego.

Podobnie jak ścier biały, ścier chemiczny jest w niektórych fabrykach podbielany za pomocą niedelignifikujących środków (nadtlenków, podsiarczynów), co podnosi jego białość z około 60 do ponad 70%.

Półproduktem przemysłu papierniczego o coraz większej atrakcyjności są masy półchemiczne (oraz bliskie im technologią masy mechaniczno-chemiczne) otrzymywane na drodze umiarkowanego chemicznego roztworzenia zrębków drzewnych z następującym po nim rozwłóknianiem w młynach tarczowych. Dynamiczny rozwój produkcji w latach powojennych masy półchemiczne i mechaniczno-chemiczne zawdzięczają takim walorom technologicznym, jak znaczna wydajność z drewna (65—95%), niski koszt produkcji, dobre własności decydujące o szerokim zastosowaniu do różnego rodzaju wytworów papierniczych.

Masy półchemiczne powstają z drewna liściastego, jako surowca podstawowego; drewno iglaste odgrywa rolę drugorzędą. W praktyce produkcyjnej licznych w świecie i wciąż budowanych nowych wytwórni mas pół-

chemicznych utorowały sobie drogę różne metody roztwarzania: z użyciem obojętnego siarczynu sodowego, kwaśnego siarczynu sodowego, wodorotlenku sodowego. Procesy roztwarzania prowadzone są obecnie najczęściej w wernikach ciągłego działania (12, 13, 14).

Pod względem własności wytrzymałościowych masy półchemiczne zajmują miejsce pośrednie między ścierem a masami celulozowymi. Drewno topolowe i brzożowe daje lepszy półprodukt niż bukowe. W przerobie papierniczym masy półchemiczne znajdują zastosowanie zarówno w stanie niebielonym, jak też podbielonym nadtlenkami, czy wybielonym środkami chlorowymi. Niebielone masy półchemiczne przetwarzane są głównie na sfalowaną środkową warstwę tektury falistej, masy podbielane i bielone przeznaczone są do cenniejszych wytworów m. in. białych papierów drukowych, do pisania, papieru pergaminowego. W składzie recepturowym papierów drukowych udział mas półchemicznych może sięgać 50—70%.

Szerokie zastosowanie znajduje drewno liściaste w przerobie na masy celulozowe otrzymywane różnymi metodami, przede wszystkim siarczynową (5, 15, 16, 17) oraz siarczanową (18, 19, 20).

Masy celulozowe niebielone, stanowią mniej korzystny wariant przerobu drewna liściastego niż bielone. Niebielone masy celulozowe przeznaczone głównie do celów opakowaniowych nie zawsze mieszczą się w wymaganych granicach wskaźników wytrzymałościowych, co ogranicza produkcję. Masy celulozowe wysoko wydajne są mocniejsze od normalnych.

Bielone środkami chlorowymi masy celulozowe z drewna liściastego wprawdzie również ustępują pod względem własności wytrzymałościowych masom celulozowym świerkowym czy sosnowym, lecz użyte w papierach drukowych nadają im pożądaną miękkość i polepszają nieprzezroczystość, gładkość, drukowność. Masy celulozowe liściaste stanowią doskonały półprodukt do wyrobu papierów chłonnych.

Podniesieniu wskaźników wytrzymałościowych mas celulozowych papierniczych siarczynowych sprzyjają takie metody udoskonalania technologii procesu roztwarzania drewna liściastego, jak wymuszona impregnacja zrębków, zastąpienie zasady wapniowej magnezową lub sodową, system roztwarzania dwustopniowego. Ze względu na wydajność i wytrzymałość półproduktu, wysoce racjonalnymi przy przerobie drewna liściastego okazały się metody kwaśnego siarczynu sodowego (Arbiso) oraz kwaśnego siarczynu magnezowego (Magnefite).

Szczególnie dobre wyniki w zakresie wydajności półproduktu przeznaczonego na papier daje roztwarzanie drewna liściastego metodą siarczanową. Masy celulozowe liściaste otrzymywane są tą metodą z wydajnością o 10—20% względnych większą niż masy celulozowe sosnowe. Również pod względem własności wytrzymałościowych masy celulozowe siarczanowe górują nad siarczynowymi. Te zalety mas celulozowych siarczanowych papierniczych z drewna liściastego zdecydowały o tendencji szybkiego rozwoju tego kierunku produkcyjnego w krajach z wysoko rozwiniętym przemysłem celulozowo-papierniczym: USA, Japonii, Szwecji, Finlandii (5, 18, 19, 20).

Spośród europejskich rodzajów drewna liściastego, do wyrobu mas celulozowych papierniczych bardziej nadaje się brzoza, topola, osika niż buk. Ten ostatni surowiec przerabiany jest najczęściej na bielone masy celulozowe wiskozowe z zastosowaniem zarówno metody siarczynowej (17,

5) jak i siarczanowej (5). Roztworzenie drewna bukowego metodą siarczanową na masy celulozowe wiskozowe poprzedzane jest wstępną hydrolizą wodną lub kwasową, której celem jest usunięcie szkodliwych w procesie wiskozowym hemiceluloz — głównie pentozanów.

Roztworzenie drewna liściastego na masy celulozowe nie odbywa się bez trudności i strat. Tak np. roztwarzanie siarczynowe papierówki liściastej w zakładach produkcyjnych posiadających spirytusownie pociąga za sobą straty w postaci zmniejszonej wydajności etanolu z ługów powarzelnych w związku z obniżoną zawartością w nich cukrów fermentujących — heksoz.

Przy przerobie drewna liściastego metodą siarczanową zmniejsza się w porównaniu z roztwarzaniem sosny zdolność produkcyjna stacji wyparnej ługu czarnego oraz następuje zachwianie równowagi w bilansie cieplnym zakładu. Oczywiście, zarówno podane wyżej jak i wymienione poprzednio straty i trudności związane z uruchomieniem produkcji mas celulozowych liściastych, uwzględniane są w ogólnym zestawieniu kosztów produkcyjnych i znajdują rekompensatę w cenie wyjściowego surowca drzewnego.

#### 4. NAUKOWO-BADAWCZE PRACE KRAJOWE ZMIERZAJĄCE DO ROZSZERZENIA ZAKRESU STOSOWANIA DREWNA LIŚCIASTEGO W PRZEMYŚLE CELULOZOWO-PAPIERNICZYM

Krajowe ośrodki badawcze poświęcają dużo uwagi problemowi racjonalnego wykorzystania liściastej bazy drzewnej w przemyśle celulozowo-papierniczym. Świadczą o tym wykonane liczne, wielokierunkowe prace. Przeprowadzone badania stanowią integralny, ważny element działania zmierzającego do coraz pełniejszego i bardziej efektywnego zastosowania drewna liściastego w przerobie na półprodukty włókniste. Wykonane aktualnie prowadzone prace doświadczalne dotyczą wszystkich kierunków technologii przetwarzania surowców. Przeprowadzono badania m. in. nad oceną przydatności drewna topoli do wyrobu ścieru białego oraz ustalono optymalne warunki ścierania. Stwierdzono, że zastąpienie 25% ścieru świerkowego topolowym nie obniża własności wytrzymałościowych papieru (21).

Szeroki zakres prac obejmuje problematykę otrzymywania mas półchemicznych. Zbadano proces roztwarzania metodą obojętnego siarczynu sodowego i własności mas półchemicznych z drewna brzozy, osiki, topoli, buka i grabu (22, 23, 24, 25, 26). W pracach ustalono wpływ różnych czynników technologicznych na przebieg procesu i własności mas wyznaczając warunki optymalne dla określonego rodzaju surowca i przeznaczenia półproduktu. Zajmowano się również chemicznymi zjawiskami podstawowymi zachodzącymi w procesie obojętno-siarczynowym (22, 27). Zbadano proces podbielania i bielenia liściastych mas półchemicznych obojętnosiarczynowych (28). Ostatnio wykonano w Instytucie Celulozowo-Papierniczym obszerną pracę nad otrzymywaniem z drewna brzoźowego i topolowego mas półchemicznych do wyrobu papierów białych z interesującą technologią obejmującą roztwarzanie drewna mieszaniną obojętnego i kwaśnego siarczynu, a następnie dwustopniowe bielenie nadtlenkiem i podsiarczy-

nem (29). Otrzymano półprodukty o dobrych cechach użytkowych (z wyjątkiem wskaźnika przedarcia) przemawiają za wdrożeniem rezultatów pracy w projektowanej nowej fabryce celulozowo-papierniczej w Kwidzynie.

Przedmiotem zainteresowań eksperymentalnych był proces roztwarzania drewna buka, brzozy i topoli na siarczynowe masy celulozowe. W wykonanych badaniach ustalono stopień przydatności surowców do wyrobu mas włóknistych o określonym przeznaczeniu i rozpatrzono wpływ warunków procesu na jego wyniki (30, 31, 32). Nie pominięto oddziaływania dodatku drewna brzozonego do roztwarzanego metodą siarczynową wsadu świerkowego na efekt alkoholowej fermentacji ługów powarzelnych (33).

W zakresie tematyki dotyczącej przerobu drewna bukowego na masy celulozowe siarczanowe wiskozowe oceniono wpływ parametrów wstępnej hydrolizy na jej poziom oraz skład hydrolizatu (34), ustalono kryteria oceny procesu (35), wysunięto koncepcję hydrolizy impregnacyjnej z niskim modułem cieczy i zbadano ją doświadczalnie (36).

Określono również wpływ składowania papierówki bukowej na jej własności i na jakość otrzymanych mas celulozowych (37).

Zespół naukowy Katedry Technologii Celulozy i Papieru (obecnie Instytutu Papiernictwa i Maszyn Papierniczych) Politechniki Łódzkiej wykonał obszerny cykl badań nad zastosowaniem drewna brzozy do różnych rodzajów siarczanowych papierniczych mas celulozowych. W opracowaniach porównano proces gotowania drewna brzozy i sosny na masy celulozowe niebielone (38), zestawiono i omówiono własności półproduktów uzyskanych z oddzielnego oraz łącznego roztwarzania obu surowców (39), zbadano technologię siarczanowego roztwarzania na masy nisko wydajne z drewna brzozonego oraz mieszanek sosnowo-brzozowych o różnym udziale obu składników (40, 41). W badaniach poświęconych otrzymywaniu bielonych siarczanowych mas celulozowych z papierówki brzozonej oraz brzozowo-sosnowej, ustalono wskaźnikowe ilości chloru potrzebne do wybielenia oraz przedstawiono optyczne i wytrzymałościowe właściwości półproduktu (42, 43).

Instytut Celulozowo-Papierniczy oraz Instytut Papiernictwa i Maszyn Papierniczych Politechniki Łódzkiej zajmują się również drewnem topoli jako surowcem do wyrobu siarczanowych mas celulozowych przeznaczonych na papier. W okresie przygotowań upraw i zalesień topolowych dokonano oceny najważniejszych z punktu widzenia papierniczego własności kilku odmian topoli i ich zachowania się w procesie roztwarzania (44). Ostatnio ukończono badania nad ustaleniem optymalnych warunków siarczanowego roztwarzania jednej z najbardziej reprezentatywnych krajowych odmian drewna topolowego, a mianowicie *Populus robusta*. Zbadano również proces bielenia półproduktu, przy czym stwierdzono, że wybielone masy pod względem większości wskaźników jakości dorównują sosnowym przy znacznie większej wydajności (o ponad 20%) oraz zdecydowanie mniejszym (w przybliżeniu o 50%) zapotrzebowaniu środków bielących (45). Obecnie przedmiotem naszych badań nad roztwarzaniem siarczanowym i bieleniem do wysokiego poziomu białości jest papierówka topoli *Populus hybrida* 275.

Temat związany z otrzymywaniem siarczanowych bielonych mas pa-



Tabela 4

Zrealizowane w latach 1966—1970 oraz przewidywane na lata 1971—1975 zużycie drewna przez krajowy przemysł celulozowo-papierniczy (w tys. m<sup>3</sup>)

Rodzaj drewna	Zrealizowane zużycie w latach					Przewidywane zużycie w latach	
	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1975
Zużycie całkowite	2 387 600	2 575 400	2 753 500	2 810 900	2 853 600	2 864 600	3 953 100
w tym opał, zrżyny, zrębki							
świerkowo-jodłowe	80 608	78 417	70 865	64 768	70 507	72 500	98 000
zrżyny, zrębki sosnowe	236 999	252 449	210 142	241 905	262 701	297 700	660 000
żerdzie świerkowo-jodłowe	17 534	14 423	12 377	14 128	18 541	20 000	50 000
żerdzie sosnowe	133 726	174 344	187 458	187 536	203 310	226 500	320 000
papierówka liściasta	126 301	209 622	354 199	383 638	423 167	493 660	620 600
w tym papierówka bukowa		82 700	241 400	299 000	323 600	351 000	321 000
Udział papierówki liściastej w ogólnej ilości drewna, %	5,3	8,1	12,9	13,7	14,8	17,2	15,7

pierniczych z drewna topolowego, zaliczony do badawczych problemów węzłowych kraju, będzie kontynuowany przez najbliższe lata i po próbach półtechnicznych ma zakończyć się wdrożeniem do przemysłu.

##### 5. DOTYCHCZASOWE WYNIKI I ZAMIERZENIA W DZIEDZINIE ZASTOSOWANIA DREWNA LIŚCIASTEGO W KRAJOWYM PRZEMYŚLE CELULOZOWO-PAPIERNICZYM

Programowe zainteresowanie drewnem liściastym krajowego przemysłu celulozowo-papierniczego datuje się od lat pięćdziesiątych. Wyrazem tego zainteresowania jest wzrost udziału papierówki liściastej w ogólnym zużyciu drewna z około 2% w 1955 r. do 5,8% w 1960 r. (46). Ilość przerobionej papierówki liściastej, która w 1960 r. wynosiła 104 tys. m<sup>3</sup> (47) stopniowo wzrastała w następnych latach, osiągając w 1966 r. poziom 126 tys. m<sup>3</sup>, co stanowiło 5,3% w odniesieniu do całkowitego zużycia drewna (tabela 4).

W omawianym okresie korzystano prawie wyłącznie z papierówki brzozonej i osikowo-topolowej. Surowce przerabiano na masę celulozową siarczynową bieloną (częściowo w mieszance z drewnem świerkowym) w fabrykach w Kluczach i Włocławku. Drewno brzozone użytkowano poza tym na masę celulozową siarczanową niebieloną i bieloną — w mieszance z drewnem sosnowym w fabrykach w Kostrzynie i Jeleniej Górze. Papierówkę osikowo-topolową wykorzystywano również do wyrobu ścieru białego w zakładach w Jeziornie, Czułowie, Włocławku, Myszkowie, Częstochowie.

Wymienione kierunki przerobowe utrzymywane są do chwili obecnej. Ilości zużytkowanych surowców przez poszczególne fabryki zależą od profilu produkcyjnego i posiadanych urządzeń. Tak np. fabryki wyposażone w nowoczesne szybkobieżne maszyny papiernicze, produkujące ścier dla własnych potrzeb, korzystają z liściastego surowca mniej chętnie niż zakłady z maszynami papierniczymi dawnych konstrukcji o niewielkiej szybkości. Ogólny przerób drewna liściastego przez ścieralnie jest niewielki, nie przekraczający ostatnio 15 tys. m<sup>3</sup> rocznie. Udział ścieru osikowo-topolowego w ogólnej produkcji ścieru nie przekracza 10%.

Nowy etap racjonalnego wykorzystania krajowej bazy drzewnej w przemyśle celulozowo-papierniczym rozpoczął się w latach 1966 i 1967 uruchomieniem opartej całkowicie o surowiec liściasty produkcji nie wytwarzanych dotychczas w Polsce mas włóknistych: półchemicznej obojętnosiarczynowej z drewna brzozonego, bielonej celulozowej, siarczanowej z drewna bukowego przeznaczonej na sztuczne włókna wiskozowe oraz bukowej bielonej siarczanowej celulozowej papierniczej. Nowe wytwórnie półproduktów reprezentują współczesny poziom techniki.

W wytwórni mas półchemicznych obojętnosiarczynowych wchodzącej w skład Ostrołęckich Zakładów Celulozowo-Papierniczych drewno brzozone roztwarzane jest w warniku ciągłego działania systemu P a n d i a. Środkiem roztwarzającym jest pofenolowy siarczyn sodowy z dodatkiem węglanu sodowego. Ług powarzelny z roztwarzania obojętnosiarczynowego kierowany jest do układu regeneracyjnego chemikaliów w istniejącym w fabryce ciągu produkcyjnym masy celulozowej siarczanowej. Ten system „krzyżowy” regeneracji chemikaliów zapewnia niskie koszty produkcyjne

i zapobiega nadmiernemu zanieczyszczeniu wody w Narwi ściekami fabrycznymi.

Zakłady Ostrołęckie produkują obecnie około 14,5 tys. ton masy półchemicznej rocznie przy wskaźniku jednostkowym zużycia papierówki brzozonej 3,5 m<sup>3</sup> na 1 tonę półproduktu. Masa półchemiczna przerabiana jest na karton stanowiący wewnętrzną warstwę tektury falistej.

Drewno bukowe przerabiane jest na dwa rodzaje bielonej siarczanowej masy celulozowej w Zakładach Celulozowo-Papierniczych w Świeciu. Masa celulozowa do przerobu na sztuczne włókna wytwarzana jest ze wstępnej hydrolizą wodną, po której następuje gotowanie metodą siarczanową.

Gotowanie obu rodzajów mas odbywa się w platerowanych wurnikach okresowych. Oprzyrządowanie w nowoczesną sprawnie działającą aparaturę zapewnia ustabilizowane warunki procesu roztwarzania, dzięki którym półprodukt uzyskuje dużą jednorodność jakościową. Ugotowane i presortowane masy bielone są według wielostopniowego schematu z użyciem chloru pierwiastkowego, podchlorynu sodowego i dwutlenku chloru. Proces bielenia prowadzony jest systemem ciągłym. Dla zapewnienia wymaganej niskiej zawartości popiołu w masie wiskozowej, w końcowym etapie produkcyjnym używa się wody oczyszczonej chemicznie o twardości 4°N oraz wody zmiękczonej o twardości 0°N.

Docelowa produkcja masy celulozowej bielonej wiskozowej ma osiągać rocznie 50 tys. ton, masy papierniczej 12 tys. ton. Wskaźnikowe zużycie papierówki bukowej wynosi: na masę celulozową wiskozową 6,3 m<sup>3</sup>/t, na papierniczą 3,9 m<sup>3</sup>/t.

Wybudowany przy współudziale fińskich specjalistów nowoczesny oddział masy celulozowej siarczanowej bukowej daje przeznaczony do wyrobu włókien sztucznych wiskozowych półprodukt o wysokiej jakości. Osiągnane średnie wskaźniki jakościowe są następujące (48):

białość	89 %
popiół	0,05 %
zawartość żelaza	5 mg/kg
zawartość alfa-celulozy	95,00 %
ekstrakt alkohol.-benzenowy	0,20 %

Pod względem jakości produkowana masa nie tylko dorównuje zagranicznym półproduktom tego typu lecz niektóre z nich nawet przewyższa. Dowodem dobrej jakości jest znaczny udział wyeksportowanych mas wiskozowych w ogólnej ilości wyprodukowanych, który w latach 1967—1970 wynosił 39—75%. Masę celulozową otrzymywaną w zakładach w Świeciu importują kraje o wysokim poziomie rozwoju gospodarczego, m. innymi Anglia, Włochy, NRF, Japonia, Belgia.

Masa celulozowa bukowa papiernicza pochodząca z zakładów w Świeciu przerabiana jest na białe papiery drukowe z dozowaniem w niewielkich ilościach do innych składników włóknistych. Udział tej masy wprawdzie pogarsza własności wytrzymałościowe papieru (w stopniu zależnym od wprowadzonej ilości) lecz równocześnie poprawia jej cechy strukturalne (49).

Odpowiednio do założeń rozwojowych krajowego przemysłu celulozowo-papierniczego, w nadchodzących latach uruchomione zostaną nowe ciągi fabryczne mas włóknistych, w tym również mas wytworzonych z drewna liściastego.

W 1972 r. rozpoczęta zostanie, w zakładach w Świeciu, produkcja siarczanowych mas celulozowych wysoko wydajnych sosnowo-brzozowych z udziałem 12% papierówki brzozowej. Przy założonej wydajności warnika ciągłego działania systemu Kamyr — 300 ton półproduktu na dobę i wskaźniku zużycia drewna brzozowego 4,6 m<sup>3</sup> na 1 tonę, roczne docelowe zapotrzebowanie papierówki brzozowej dla nowego ciągu produkcyjnego wyniesie około 55 tys. m<sup>3</sup>.

Na lata 1976 i 1977 planowane jest uruchomienie w tymże kombinacie produkcji mas półchemicznych brzozowo-bukowych przeznaczonych na karton sfalowanej warstwy tektury falistej. Masy będą otrzymywane w warniku ciągłego działania systemu Kamyr lub Defibrator. Założona ilość produkowanego rocznie półproduktu wyniesie 55 tys. ton, konieczne zaopatrzenie w surowiec obu rodzajów — 190 tys. m<sup>3</sup>.

Celulozownia w Kwidzynie, która według założeń rozpocznie pracę w latach 1977—1978, będzie wytwarzać półchemiczne, jasne masy siarczynowe przeznaczone na papiery białe. Docelowa roczna produkcja 45 tys. ton wymagać będzie dostaw 170 tys. m<sup>3</sup> drewna topolowego i brzozowego.

Biorąc pod uwagę przewidziane na 1971 r. zużycie papierówki liściastej w pracujących już oddziałach produkcyjnych oraz uwzględniając podane wyżej zamierzenia produkcyjne przemysłu celulozowo-papierniczego i potrzebne do tego pokrycie surowcowe w latach dalszych, otrzymamy następujące zapotrzebowanie przemysłu na drewno liściaste w roku 1980:

zużycie	tys. m <sup>3</sup>
przewidziane na rok 1971	494
na masę wysoko wydajną w Świeciu	55
na masę półchemiczną w Świeciu	190
na masę półchemiczną jasną w Kwidzynie	170
<hr/>	
zapotrzebowanie ogółem	909

Przy założeniu, że masa półchemiczna w Świeciu będzie produkowana z udziałem 50% papierówki bukowej, łączne zapotrzebowanie przemysłu celulozowo-papierniczego na ten surowiec wyniesie w 1980 r. w przybliżeniu 440 tys. m<sup>3</sup>. Pozostałe około 470 tys. m<sup>3</sup> surowca będzie stanowić papierówka brzozowa i osikowo-topolowa.

Przedmiotem rozważań jest umiejscowienie przerobu oczekujących nas znacznych, przekraczających zapotrzebowanie na jasne masy półchemiczne w Kwidzynie, ilości papierówki topolowej, które — zgodnie z programem rozwojowym bazy drzewnej mogą sięgać w 1981 r. — 150 tys. m<sup>3</sup>, w 1986 r. — 430 tys. m<sup>3</sup>, a w 1991 r. — 870 tys. m<sup>3</sup> (50).

Przewidziana jest produkcja topolowych bielonych siarczanowych mas celulozowych dla celów papierniczych. Może to mieć miejsce bądź w istniejącej celulozowni Kostrzyńskiej Fabryki Celulozy i Papieru, bądź w Kombinacie w Kwidzynie, w którym oddział siarczanowych bielonych mas celulozowych ma ruszyć przed 1980 r. z docelową zdolnością wytwórczą 150 tys. ton półproduktu rocznie. W pierwszej wersji założeń projektowych oddziału masy siarczanowej w Kwidzynie przyjęto pokrycie zapotrzebowania surowcowego drewnem iglastym (w ilości ponad 1000 tys. m<sup>3</sup> rocznie), w przeważającej mierze zastępczym: żerdziami, opałem, kopalniakami. Wydaje się, że ten oddział mógłby (przy odpowiedniej adaptacji nie-

których urządzeń) przerabiać znaczne ilości papierówki topolowej, przy skierowaniu zwolnionych równoważnych ilości drewna iglastego dla innych potrzeb.

Dodatkowe ilości papierówki topolowej mogą być również wykorzystane przy wyrobie ścieru białego w istniejących ścieralniach. Wykonane w kraju badania oraz produkcyjne doświadczenia włoskiego przemysłu wskazują na potencjalne możliwości dalszego rozwoju tego kierunku przetworu drewna topoli również w naszym kraju.

#### LITERATURA

1. Surewicz Wł. — „Przemysł Papierniczy”, 1970 nr 9 s. 311.
2. Libiszowski S. — „Przemysł Papierniczy”, 1968 nr 12, s. 411.
3. Kubelka V. — „Papir a Celul.” 1970 nr 2, s. 39.
4. Szwarcsztajn E. — Technologia papieru. Warszawa 1963, s. 68.
5. Kossoj A. S. — Ispolzowanie listwiennoj dreviesiny w celluloznobumażnoj promyszlenosti. Moskwa 1967.
6. Bersano P. — Commercial experience in the utilization of poplar for pulp and paper manufacture. Referat wygłoszony na konferencji FAO, Kair 8—20 marca 1965.
7. Gazza G., Ceragioli G. — Paper Trade J. 1961 nr 37 s. 33.
8. Bogomoł G. M. — Die Herstellung von chemischen Holzschliff aus Buche und Hainbuche für Kartonzwecke. Referat wygłoszony na konferencji w Budapeszcie 1962 r.
9. Barker E. F. — „Papeterie”, 1962 nr 4, s. 326.
10. Barker E. F. — Paper Trade J. 1962 nr 29, s. 20.
11. Wultsch F. — „Wachenblatt für Papierfabr.”, 1956 nr 23, s. 935.
12. Rutkowski J. — „Przemysł Papierniczy”, 1961 nr 11, s. 331.
13. Surewicz Wł. — „Przemysł Papierniczy”, 1962 nr 12, s. 394.
14. Premo R. — „TAPPI” 1962 nr 12, s. 142.
15. Tenescu S. — „Pap. Cart. Cellul.” 1958 nr 1, s. 80.
16. Dant I., Kobor L., Chering D. — „Bumażn. Proszmyl.” 1962 nr 5, s. 3.
17. Roeske A. — „Przemysł Papierniczy”, 1958 nr 2, s. 42.
18. Bourgeois J., Derangere G., Valery A. — ATIP 1962 nr 5, s. 410.
19. Brax A. I. — „Pulp a. Pap. Intern.” 1961 nr 5, s. 61.
20. Hass L. — „Pulp a. Pap. Intern.” 1966 nr 1, s. 33.
21. Białobłocki B., Borniński J. — „Przemysł Papierniczy”, 1954 nr 6, s. 168.
22. Rutkowski J. — „Przemysł Papierniczy”, 1962 nr 11, s. 337.
23. Rutkowski J. — „Przemysł Papierniczy”, 1963 nr 3, s. 65.
24. Rozmej Zb., Kowalski J. — „Prz. Papiern.” 1960 nr 5, s. 129.
25. Olszewski J. — „Prz. Papiern.” 1961 nr 6, s. 161.
26. Olszewski J., Czubyrt J. — Próby ustalenia optymalnych parametrów wytwarzania mas półchemicznych z drewna bukowego i grabowego dla Ostrołęckich Zakładów Celulozowo-Papierniczych. Praca wykonana w Instytucie Celulozowo-Papierniczym w 1967 r. niepublikowana.
27. Rutkowski J. — „Zeszyty Problemowe Nauk Roln.” 1965 s. 235.
28. Surewicz Wł., Dąbrowski J., Kroczyński S. — „Prz. Papiern.” 1964 nr 12, s. 386.
29. Olszewski J. — Opracowanie technologii wytwarzania mas włóknistych przeznaczonych do wyrobu papierów białych w Kombinacie A-1. Badanie roztwarzania drewna liściastego na masy półchemiczne metodą siarczynu sodowego. Praca wykonana w Inst. Celul.-Pap., niepublikowana.
30. Palczewski T., Rutkowski J. — „Prace ICP”, 1956 nr 1 (8) s. 1.
31. Łapińska I., Nowakowski J. — „Prz. Papiern.” 1961 nr 2, s. 33.
32. Onisko W. — „Prz. Papiern.” 1963 nr 10, s. 309.
33. Sarnecki K., Szudzińska A. — „Prz. Papiern.” 1964, nr 6, s. 181.
34. Chomin Z. — „Prz. Papiern.” 1963 nr 1, s. 4.
35. Stupińska H. — „Prz. Papiern.” 1967 nr 9, s. 291.
36. Kin Z. — „Prz. Papiern.” 1969 nr 1, s. 8.
37. Błasińska J., Dymalski E. — „Prz. Papiern.” 1966 nr 1, s. 1.

38. Surewicz Wł., Modrzejewski K., Dąbrowski J. — „Prz. Papierniczy” 1963 nr 4, s. 101.
39. Surewicz Wł., Modrzejewski K. — „Prz. Papiern.” 1963 nr 7, s. 216.
40. Surewicz Wł., Dąbrowski J. — „Prz. Papiern.” 1966 nr 2, s. 39.
41. Surewicz Wł., Dąbrowski J. — „Prz. Papiern.” 1966 nr 4, s. 101.
42. Surewicz Wł., Wandet P. — „Prz. Papiern.” 1970 nr 2, s. 41.
43. Surewicz Wł., Wandet P. — „Prz. Papiern.” 1970 nr 3, s. 85.
44. Szlakowski Cz. — „Prace ICP”, 1953 nr 1 (2), s. 13.
45. Rutkowski J., Mróz Wł. — Badania nad otrzymywaniem bielonych mas celulozowych siarczanowych z drewna topolowego i mieszanek sosnowo-topolowych. Praca wykonana w Instytucie Papiernictwa i Maszyn Papierniczych Politechniki Łódzkiej w latach 1969—1971 — niepublikowana.
46. Surewicz Wł., Nowakowski J. — Polskie badania i doświadczenia przemysłowe w dziedzinie wykorzystania drewna liściastego w przemyśle celulozowo-papierniczym. Referat wygłoszony na Międzynarodowej Konferencji Papierników w Budapeszcie w 1969 r.
47. Grabowski T. — „Prz. Papiern.” 1963 nr 1, s. 21.
48. Palczewski T. — „Prz. Papiern.” 1971 nr 4, s. 117.
49. Chlubek Z., Radzimski J., — „Prz. Papiern.” 1969 nr 3, s. 96.
50. Krzysik F., Milewski J. — „Sylwan” 1970 nr 5, s. 45.

### Краткое содержание

В реферате рассматривается проблема переработки лиственной древесины в целлюлозно-бумажной промышленности в стране и за рубежом.

Представлены данные характеризующие динамику роста участия лиственной древесины в древесной сырьевой базе передовых, в области целлюлозной промышленности, стран мира.

Была проведена общая оценка лиственной древесины как сырья для производства волокнистых масс и бумаги, учитывая физические и морфологические свойства, а также химический состав древесины.

Дается характеристика технологических направлений использования лиственной древесины в мировой целлюлозно-бумажной промышленности, а также оцениваются потребительские свойства полученных из этого сырья целлюлозных, полухимических и древесных масс.

Представлен также объем отечественных научно-исследовательских работ касающихся технологии переработки лиственной древесины на волокнистые массы.

Характеризуется настоящее положение и планы на будущее в области применения лиственной древесины в отечественной целлюлозно-бумажной промышленности.

### Summary

The paper deals with the problem of hardwood processing by cellulose and paper industry in the world and at home.

Data characterizing the dynamics of an increase in hardwood proportion in wood raw-material resources of countries leading in cellulose industry were presented.

Brief evaluation of hardwood as a raw-material for the production of fibrous material and paper was carried out with the consideration to physical and morphological properties as well as to chemical composition of wood.

Technological directions of the utilization of hardwood in the world cellulose and paper industry were outlined and utilitarian properties of cellulose and semi-chemical pulp from this raw-material evaluated.

The scope of scientific research works in this country on the technology of the processing of hardwood into fibrous material was presented.

The recent status and plans for future in the field of the utilization of hardwood in the national industry of cellulose and paper were outlined.