

WPŁYW WIEKU DRZEW I SIEDLISKA NA WYDAJNOŚĆ  
I WŁAŚCIWOŚCI MAS CELULOZOWYCH SIARCZANOWYCH

## CZĘŚĆ II. DREWNO BUKOWE

*Barbara Surma-Ślusarska, Włodzimierz Surewicz*Instytut Papiernictwa i Maszyn Papierniczych  
Politechniki Łódzkiej

Zbadano budowę anatomiczną i skład chemiczny drewna bukowego w wieku 13 - 50 lat, pochodzącego z trzech siedlisk krajowych. Oceniono wpływ wieku drzew i siedliska na budowę i skład chemiczny drewna oraz na jego przydatność do wyrobu mas celulozowych siarczanowych.

## WPROWADZENIE

Niniejsza publikacja prezentuje wyniki drugiej części szczegółowych badań nad przydatnością krajowych surowców drzewnych do wyrobu mas celulozowych siarczanowych. Dotyczą one surowca bukowego, najszerszej stosowanego w naszym przemyśle gatunku drewna liściastego. Podobnie jak w przypadku sosny, badaniami objęto drewno bukowe niższych klas wieku tj. takie, jakie jest dostarczane do celulozowni. Jedną z prób stanowiły wycinki grubych gałęzi. Problem przerobu cienizny bukowej i drewna gałęziowego staje się coraz bardziej aktualny z powodu deficytu drewna typowej papierówki.

## PRZEDMIOT I METODYKA BADAŃ

Przedmiot badań stanowiło 9 prób zdrowego drewna bukowego, które pozyskano z 3 siedlisk krajowych (tab. 1). Z każdego siedliska pochodziły 3 próby. Dwie z nich to wycinki pni o średnicy zawartej w przedziałach, odpowiednio, 7 - 11 cm i 15 - 18 cm, natomiast trzecią stanowiły wycinki grubych gałęzi o średnicy w zakresie 5 - 7 cm.

Tabela 1

Charakterystyka siedlisk, z których pochodziły próbki  
drewna bukowego użytego do badań  
Characteristic of habitats

| Symbol<br>siedliska<br>Symbol of the<br>habitat | Region kraju<br>Region of the<br>country<br>Województwo<br>Province | Nadleśnictwo<br>Forest inspectorate<br>Leśnictwo<br>Forest district<br>Oddział<br>Section | Bonitacja<br>drzewostanu<br>Quality of the stand |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| T                                               | północny<br>northern<br>koszalińskie                                | Szczecinek<br>Turowo                                                                      | II                                               |
| R                                               | środkowo-zachodni<br>central-western<br>bydgoskie                   | 314b<br>Żołędowo<br>Reptowo<br>38g                                                        | II                                               |
| Ł                                               | południowo-<br>wschodni<br>south-eastern<br>rzeszowskie             | Strzyżów<br>Łętownia<br>133 g                                                             | I                                                |

Budowę anatomiczną i skład chemiczny badanego drewna bukowego oznaczono zgodnie z metodyką opisaną w I części badań (4).

Do roztwarzań przygotowano zrębki o wymiarach  $25(\pm 1) \times 16(\pm 2) \times 3(\pm 1)$  mm. Roztwarzano je metodą siarczanową w 1 litrowych autoklawach, ogrzewanych w obrotowej łaźni powietrznej, w następujących warunkach:

- wsad b.s. zrębków do autoklawu: 160g,
- ilość alkaliów czynnych jako NaOH: 19 - 21% (w zależności od wieku drewna), w stos. do masy b.s. drewna,
- siarczkowość ługu:  $25(\pm 1)\%$ ,
- moduł cieczy: 3,8,
- krzywa czasowo-temperaturowa:  $20^{\circ}\text{C} \xrightarrow{30 \text{ min}} 165^{\circ}\text{C} \xrightarrow{120 \text{ min}} 165^{\circ}\text{C}$ .

Wytworzone masy celulozowe analizowano zgodnie z ogólnie przyjętą metodyką (1).

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

### WPLYW WIEKU DRZEW I JAKOŚCI SIEDLISKA NA BUDOWĘ ANATOMICZNĄ I SKŁAD CHEMICZNY DREWNA BUKOWEGO

W tabeli 2 zestawiono dane dotyczące gęstości, słoistości, wieku i zawartości drewna późnego w badanych surowcach bukowych. Jak wynika z tych danych, gęstość drewna zawierała się w przedziale 0,56 - 0,63 g/cm<sup>3</sup>, a słoistość wahała się w szerokich granicach od 4,0 do 12,0 słoic/cm. Zawartość drewna późnego stanowiła 27 - 40% obj., zaś

Tabela 2

Wiek, słoistość, zawartość drewna późnego i gęstość surowców bukowych  
Age, number of annual rings, content of summerwood and density of beech wood

| Symbol siedliska<br>Symbol of the habitat | Średnica pnia (gałęzi*)<br>Stem (branch*) diameter cm | Wiek drewna lata<br>Age of wood years | Słoistość<br>Number of annual rings 1/cm | Zawartość drewna późnego, % obj.<br>Content of summerwood % by volume | Gęstość drewna<br>Wood density g/cm <sup>3</sup> |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| T                                         | 5,0*                                                  | 30                                    | 12,0                                     | 38                                                                    | 0,63                                             |
|                                           | 7,5                                                   | 32                                    | 8,5                                      | 28                                                                    | 0,58                                             |
|                                           | 14,7                                                  | 40                                    | 5,4                                      | 35                                                                    | 0,62                                             |
| R                                         | 7,0*                                                  | 20                                    | 5,7                                      | 35                                                                    | 0,56                                             |
|                                           | 11,0                                                  | 38                                    | 6,9                                      | 30                                                                    | 0,59                                             |
|                                           | 17,7                                                  | 50                                    | 5,6                                      | 36                                                                    | 0,60                                             |
| Ł                                         | 6,0*                                                  | 13                                    | 4,3                                      | 40                                                                    | 0,61                                             |
|                                           | 8,3                                                   | 30                                    | 7,2                                      | 27                                                                    | 0,59                                             |
|                                           | 15,5                                                  | 31                                    | 4,0                                      | 32                                                                    | 0,57                                             |

wiek drewna, określony na podstawie pomiaru liczby przyrostów rocznych, mieścił się w przedziale od 13 do 50 lat.

Masa objętościowa drewna pni z danego siedliska była na ogół tym większa im drewno było starsze. Natomiast z porównania tego wskaźnika dla pni i gałęzi wynika, że drewno gałęzi pochodzące z dwóch siedlisk (T i Ł) odznaczało się większą gęstością w porównaniu z drewnem pni.

Dane dotyczące budowy anatomicznej drewna bukowego przeanalizowano pod kątem zależności pomiędzy poszczególnymi cechami. Jednak nie stwierdzono pomiędzy nimi korelacji występujących w przypadku drewna sosnowego (4).

Przeciętne wymiary komórek w badanym drewnie podano w tabeli 3. Jak wynika z tych danych, w drewnie pni drzew młodszych stwierdzono nieco cieńsze ścianki i węższe włókna. W wycinkach grubizny gałęziowej, największą grubość ścianki komórkowej wykazywały włókna drewna pozyskanego z siedliska średniej jakości, położonego w Koszalińskim (T). Drewno to miało również największą masę właściwą (tab. 2).

Długość włókien drzewnych, wyrażona jako liczbowo średnia, zawierała się w przedziale 0,86 - 1,18 mm, zaś wyrażona jako wagowo średnia — w przedziale 0,96 - 1,27 mm, w zależności od rodzaju próby.

Z analizy danych dotyczących wszystkich prób wynika, że długość włókien wzrasta, w przybliżeniu prostoliniowo, wraz z wiekiem drzew. Zależność tę przedstawiono na rysunku 1. Natomiast nie stwierdzono istotnych różnic w długości włókien drewna w tym samym wieku, ale pozyskanego z różnych siedlisk.

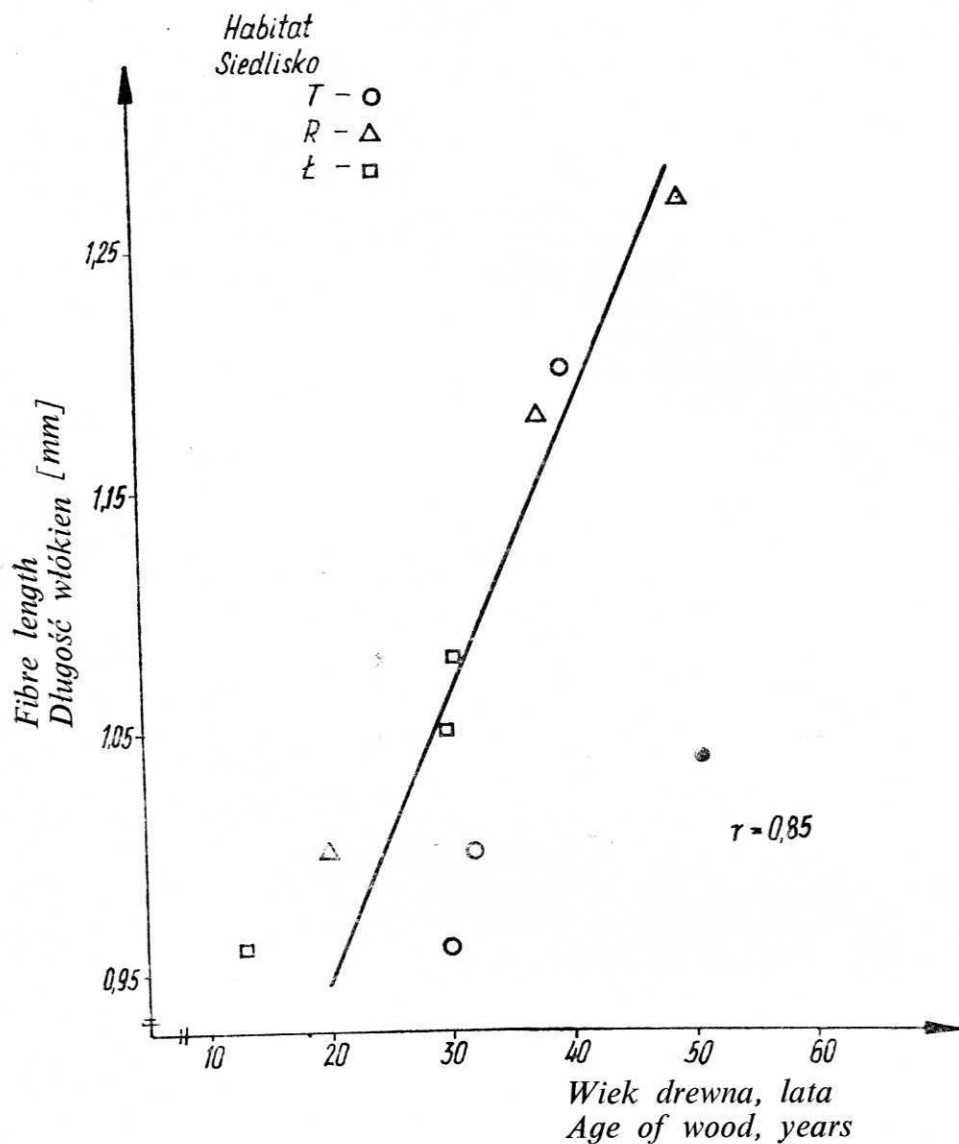
Na rysunku 2 przedstawiono przykładowo histogramy rozkładu długości włókien drewna bukowego, pochodzącego z siedliska położonego w Bydgoskim (R). Jak wynika z tych danych, w pniu 50-letnim podstawowa część włókien wykazuje długość w zakresie 0,75 - 1,50 mm,

Tabela 3

Przeciętne wymiary komórek w drewnie bukowym (po maceracji), mm  
Average dimensions of beech wood cells (after maceration), mm

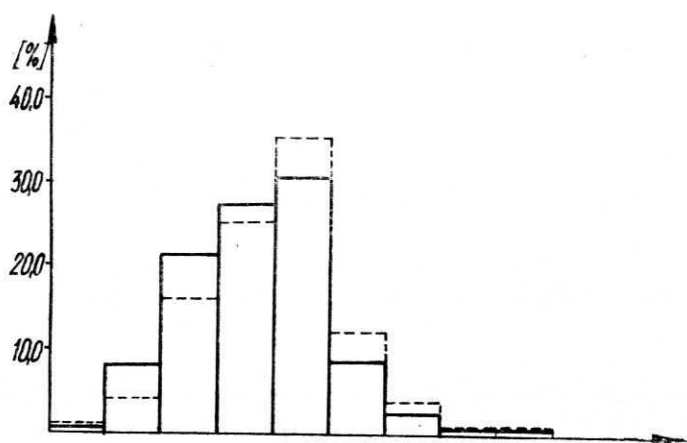
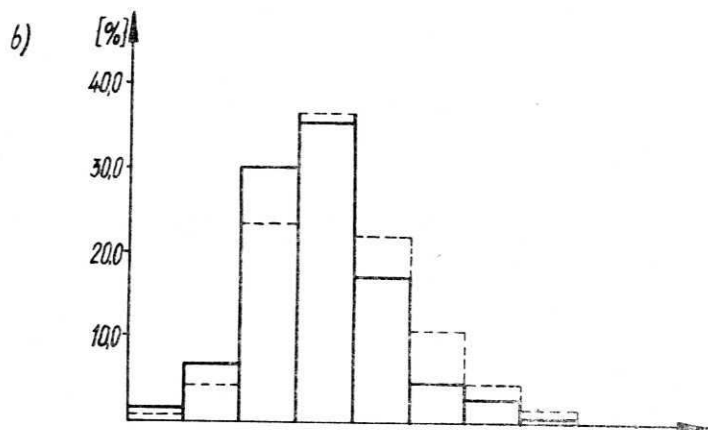
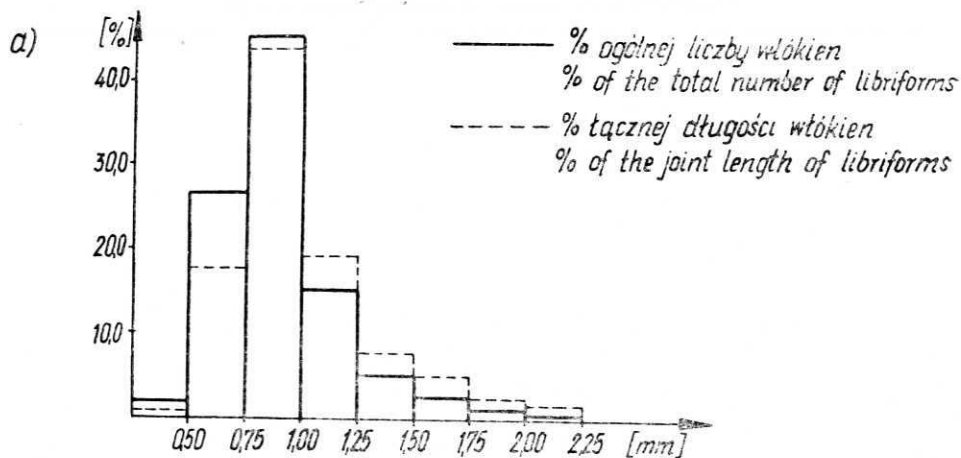
| Symbol siedliska<br>Symbol of the habitat | Wiek/<br>średnica drewna<br>(lata/cm)<br>Age/diameter<br>(years/cm) | Włókna drzewne<br>Libriforms             |                                        |                     |                                               | Naczynia*<br>Vessels |                    |                                              |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------------------------------|
|                                           |                                                                     | długość<br>length                        |                                        | szerokość*<br>width | grubość*<br>ścianki<br>cell wall<br>thickness | długość<br>length    | szerokość<br>width | grubość<br>ścianki<br>cell wall<br>thickness |
|                                           |                                                                     | liczbowo średnia<br>average by<br>number | wagowo średnia<br>average by<br>weight |                     |                                               |                      |                    |                                              |
| T                                         | 30/5,0                                                              | 0,87                                     | 0,96                                   | 0,0174              | 0,0061                                        | 0,39                 | 0,0417             | 0,0032                                       |
|                                           | 32/7,5                                                              | 0,92                                     | 1,00                                   | 0,0180              | 0,0059                                        | 0,45                 | 0,0470             | 0,0028                                       |
|                                           | 40/14,7                                                             | 1,11                                     | 1,20                                   | 0,0194              | 0,00605                                       | 0,54                 | 0,0529             | 0,0029                                       |
| R                                         | 20/7,0                                                              | 0,91                                     | 1,00                                   | 0,0175              | 0,0058                                        | 0,44                 | 0,0505             | 0,0027                                       |
|                                           | 38/11,0                                                             | 1,10                                     | 1,18                                   | 0,0178              | 0,0061                                        | 0,48                 | 0,0462             | 0,0031                                       |
|                                           | 50/17,7                                                             | 1,18                                     | 1,27                                   | 0,0188              | 0,0063                                        | 0,50                 | 0,0492             | 0,0030                                       |
| Ł                                         | 13/6,0                                                              | 0,86                                     | 0,96                                   | 0,0165              | 0,0057                                        | 0,37                 | 0,0370             | 0,0029                                       |
|                                           | 30/8,3                                                              | 0,93                                     | 1,05                                   | 0,0178              | 0,00555                                       | 0,40                 | 0,0403             | 0,0029                                       |
|                                           | 31/15,5                                                             | 1,02                                     | 1,08                                   | 0,0196              | 0,0060                                        | 0,57                 | 0,0590             | 0,0030                                       |

\* średnia arytmetyczna ze 100 pomiarów



Rys. 1. Zależność długości włókien od wieku drewna bukowego  
Fig. 1. Correlation between the length of fibres (libriforms) and the age of beech wood

w pniu 38-letnim w zakresie 0,50 - 1,25 mm, a w grubości gałęziowej (wiek 20 lat), w zakresie 0,50 - 1,00 mm. Podobnie kształtowały się histogramy rozkładu długości włókien drewna pozyskanego z siedlisk położonych w Koszalińskim i Rzeszowskim. Badania wykazały, że istotny wpływ na tę charakterystykę wywiera wiek drzew.



W tabeli 4 zamieszczono wartości wskaźników struktury włókien bukowych. Jak wynika z tych danych, jedynie wskaźnik smukłości był z reguły większy dla włókien drewna starszego. Natomiast wartości wskaźników: giętkości, sztywności i zwartości oraz wskaźnika Mühlstepha zawierały się w bardzo wąskich przedziałach i nie wykazywały regularnych zależności od wieku drzew i jakości siedliska.

Tabela 5 przedstawia udział poszczególnych rodzajów komórek w badanym drewnie bukowym. Udział włókien drzewnych stanowił od 36,8 do 44,2% objętości drewna, w zależności od rodzaju próby. Odpowiadało to udziałowi wagowemu tych komórek w zakresie 66,4 - 72,6%. Najwięcej włókien zawierało drewno pozyskane z siedliska średniej jakości, położonego w Koszalińskim (T), zaś najmniej drewno z siedliska wysokiej jakości, położonego w Rzeszowskim (Ł). W drewnie z tego ostatniego siedliska stwierdzono jednocześnie stosunkowo duży udział naczyń, wynoszący 13,7 - 16,3% wag. oraz komórek miękiszowych promieni rdzeniowych (13,7 - 14,9% wag.) i parenchymy (2,2 - 2,6% wag.). Więcej komórek miękiszowych zawierało jedynie drewno grubizny gałęziowej, pozyskane w Bydgoskim (R). W tym przypadku było ich ok. 20% wag., z czego 17% wag. w promieniach rdzeniowych. Zawartość komórek niewłóknistych z reguły była większa w drewnie gałęzi niż w drewnie pni.

W tabeli 6 podano wskaźniki charakteryzujące przekrój poprzeczny drewna bukowego. Jak wynika z tych danych, liczba komórek włóknistych, przypadających na 1 mm<sup>2</sup> powierzchni przekroju poprzecznego drewna zawierała się w przedziale 1532 - 2002, a liczba naczyń w przedziale 121 - 268. Wskaźniki te były na ogół większe dla drewna młodszego. Pozostawały one w zależności wprost proporcjonalnej z udziałem odnośnych komórek w drewnie oraz w zależności odwrotnie proporcjonalnej z wymiarami tych komórek.

Udział błon komórkowych w powierzchni przekroju poprzecznego włókna, zawierał się w przedziale 80 - 92% i na ogół był większy dla włókien drewna o większej gęstości.

Przeciętny udział błon komórkowych w powierzchni przekroju poprzecznego drewna, będący wypadkową udziałów błon włókien i naczyń, wynosił 47 - 56% i na ogół był wprost proporcjonalny do gęstości poszczególnych prób drewna.

←  
Rys. 2. Histogramy rozkładu długości włókien drewna bukowego, pochodzącego z leśnictwa Reptowo (woj. bydgoskie)

a — 20 lat; b — 38 lat; c — 50 lat

Fig. 2. Length distribution of fibres (libriforms) in beech wood from forest district Reptowo

a — 20 years; b — 38 years; c — 50 years

Tabela 4

Wskaźniki struktury komórek włóknistych drewna bukowego (po maceracji)  
Ind ices of beech wood fibres structure (after macerati on)

| Symbol siedliska<br>Symbol of the habitat | Wiek/średnica drewna<br>Age/diameter<br>(years/cm) | Wskaźnik smukłości<br>Felling index<br>$\frac{L}{D}$ | Wskaźnik giętkości<br>Flexibility index<br>$\frac{d}{D}$ | Wskaźnik sztywności<br>wg Runkla<br>Runkel rigidity index<br>$\frac{2G}{d}$ | Wskaźnik<br>Mühlstepha<br>Mühlsteph index<br>$\frac{D^2-d^2}{D^2}$ | Wskaźnik zwartości<br>Solids index<br>$\frac{D^2-d^2}{L}$ , $\mu\text{m}$ |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| T                                         | 30/5,0                                             | 55                                                   | 0,30                                                     | 2,35                                                                        | 0,91                                                               | 0,29                                                                      |
|                                           | 32/7,5                                             | 56                                                   | 0,34                                                     | 1,90                                                                        | 0,88                                                               | 0,29                                                                      |
|                                           | 40/14,7                                            | 62                                                   | 0,38                                                     | 1,66                                                                        | 0,86                                                               | 0,27                                                                      |
| R                                         | 20/7,0                                             | 57                                                   | 0,34                                                     | 1,97                                                                        | 0,89                                                               | 0,27                                                                      |
|                                           | 38/11,0                                            | 66                                                   | 0,31                                                     | 2,18                                                                        | 0,90                                                               | 0,24                                                                      |
|                                           | 50/17,7                                            | 68                                                   | 0,33                                                     | 2,03                                                                        | 0,89                                                               | 0,25                                                                      |
|                                           | 13/6,0                                             | 58                                                   | 0,31                                                     | 2,24                                                                        | 0,90                                                               | 0,26                                                                      |
| Ł                                         | 30/8,3                                             | 59                                                   | 0,38                                                     | 1,66                                                                        | 0,86                                                               | 0,26                                                                      |
|                                           | 31/15,5                                            | 55                                                   | 0,39                                                     | 1,58                                                                        | 0,85                                                               | 0,30                                                                      |

$L$  – długość włókna (wagowo średnia),  $D$  – szerokość włókna,  $d$  – szerokość lumenu włókna,  $G$  – grubość ścianki  
 $L$  – fibre length (average by weight),  $D$  – fibre width,  $d$  – fibre lumen width,  $G$  – fibre wall thickness



Tabela 5

Udział poszczególnych rodzajów komórek w drewnie bukowym  
Content of various kinds of cells in beech wood

| Symbol siedliska<br>Symbol of the habitat | Wiek/<br>średnica<br>drewna<br>(lata/cm)<br>Age/diameter<br>(years/cm) | Włókna drzewne<br>Libriforms<br>% |                   | Naczynia<br>Vessels<br>% |                   | Promienie rdzeniowe<br>Medullary ray cells<br>% |                   | Parenchyma<br>Parenchyma cells<br>% |                   |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|
|                                           |                                                                        | obj.<br>by volume                 | wag.<br>by weight | obj.<br>by volume        | wag.<br>by weight | obj.<br>by volume                               | wag.<br>by weight | obj.<br>by volume                   | wag.<br>by weight |
| T                                         | 30/5,0                                                                 | 42,1                              | 69,8              | 29,7                     | 15,0              | 24,0                                            | 13,0              | 4,2                                 | 2,2               |
|                                           | 32/7,5                                                                 | 43,8                              | 72,6              | 30,4                     | 13,3              | 22,0                                            | 12,0              | 3,8                                 | 2,1               |
|                                           | 40/14,7                                                                | 44,2                              | 72,6              | 32,2                     | 13,7              | 21,1                                            | 12,2              | 2,5                                 | 1,5               |
| R                                         | 20/7,0                                                                 | 36,8                              | 66,4              | 33,0                     | 14,1              | 26,4                                            | 17,0              | 3,8                                 | 2,5               |
|                                           | 38/11,0                                                                | 43,4                              | 71,4              | 29,5                     | 13,0              | 23,0                                            | 13,2              | 4,1                                 | 2,4               |
|                                           | 50/17,7                                                                | 42,5                              | 71,5              | 31,0                     | 13,2              | 22,5                                            | 13,0              | 4,0                                 | 2,3               |
| Ł                                         | 13/6,0                                                                 | 41,3                              | 67,8              | 31,2                     | 16,3              | 23,6                                            | 13,7              | 3,9                                 | 2,2               |
|                                           | 30/8,3                                                                 | 41,9                              | 67,3              | 28,7                     | 15,2              | 25,4                                            | 14,9              | 4,5                                 | 2,6               |
|                                           | 31/15,5                                                                | 41,7                              | 70,1              | 32,6                     | 13,7              | 22,0                                            | 13,9              | 3,7                                 | 2,3               |

Tabela 6

Charakterystyka przekroju poprzecznego drewna bukowego  
Characteristic of beech wood cross — section

| Symbol siedliska<br>Symbol of the habitat | Wiek/srednica drewna<br>(lata/cm)<br>Age/diameter<br>(years/cm) | Liczba komórek<br>włókniстых na 1 mm <sup>2</sup><br>powierzchni przekroju<br>poprzecznego drewna<br>Number of fibres per<br>1 mm <sup>2</sup> of wood cross<br>— section | Udział błony komórkowej w powierzchni przekroju poprzecznego włókna<br>Cell wall part in cross — section of fibre<br>% | Liczba naczyń na 1 mm <sup>2</sup> powierzchni przekroju poprzecznego drewna<br>Number of vessels per<br>1 mm <sup>2</sup> of wood cross<br>— section | Udział błony komórkowej w powierzchni przekroju poprzecznego naczynia<br>Cell wall part in cross — section of vessel<br>% | Udział błon komórkowych w powierzchni przekroju poprzecznego drewna<br>Cell wall part in cross — section of wood<br>% |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T                                         | 30/5,0                                                          | 2002                                                                                                                                                                      | 92                                                                                                                     | 222                                                                                                                                                   | 28                                                                                                                        | 56                                                                                                                    |
|                                           | 32/7,5                                                          | 1947                                                                                                                                                                      | 91                                                                                                                     | 166                                                                                                                                                   | 24                                                                                                                        | 55                                                                                                                    |
|                                           | 40/14,7                                                         | 1771                                                                                                                                                                      | 85                                                                                                                     | 153                                                                                                                                                   | 22                                                                                                                        | 52                                                                                                                    |
| R                                         | 20/7,0                                                          | 1593                                                                                                                                                                      | 84                                                                                                                     | 148                                                                                                                                                   | 20                                                                                                                        | 47                                                                                                                    |
|                                           | 38/11,0                                                         | 1783                                                                                                                                                                      | 86                                                                                                                     | 157                                                                                                                                                   | 23                                                                                                                        | 52                                                                                                                    |
|                                           | 50/17,7                                                         | 1746                                                                                                                                                                      | 87                                                                                                                     | 147                                                                                                                                                   | 22                                                                                                                        | 52                                                                                                                    |
|                                           | 13/6,0                                                          | 1860                                                                                                                                                                      | 85                                                                                                                     | 268                                                                                                                                                   | 27                                                                                                                        | 53                                                                                                                    |
| Ł                                         | 30/8,3                                                          | 1814                                                                                                                                                                      | 82                                                                                                                     | 223                                                                                                                                                   | 27                                                                                                                        | 52                                                                                                                    |
|                                           | 31/15,5                                                         | 1532                                                                                                                                                                      | 80                                                                                                                     | 121                                                                                                                                                   | 20                                                                                                                        | 48                                                                                                                    |

Tabela 7

Skład chemiczny badanego drewna bukowego  
Chemical composition of the investigated beech wood

| Symbol siedliska<br>Symbol of the habitat | Wiek/<br>średnica<br>drewna<br>(lata/cm)<br>Age/<br>diameter<br>(years/cm) | Zawartość składników % b.s. drewna<br>Content of components, % o.d. wood |                                                 |                                                        |                    |                        |               |                                | Substancje rozpuszczalne w:<br>Substances soluble in: |         |         |  |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------|------------------------|---------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------|---------|---------|--|
|                                           |                                                                            | Celuloza<br>wg Seiferta<br>Cellulose<br>(Seifert)                        | Lignina<br>Lignin                               |                                                        |                    | Pentozany<br>Pentosans | Popiół<br>Ash | gorącej<br>wodzie<br>hot water | acetonie<br>acetone                                   | 1% NaOH | 5% NaOH |  |
|                                           |                                                                            |                                                                          | wg Jayme'a<br>Knolle'a<br>acid - inso-<br>luble | rozpuszczal-<br>na w kwa-<br>sach<br>acid -<br>soluble | całkowita<br>total |                        |               |                                |                                                       |         |         |  |
| T                                         | 30/5,0                                                                     | 37,7                                                                     | 22,6                                            | 3,7                                                    | 26,3               | 22,6                   | 0,70          | 3,9                            | 1,7                                                   | 18,7    | 30,4    |  |
|                                           | 32/7,5                                                                     | 38,3                                                                     | 23,6                                            | 4,3                                                    | 27,9               | 23,9                   | 0,70          | 3,4                            | 1,5                                                   | 17,9    | 30,3    |  |
|                                           | 40/14,7                                                                    | 38,0                                                                     | 22,0                                            | 5,6                                                    | 27,6               | 19,2                   | 0,84          | 6,1                            | 2,4                                                   | 22,2    | 33,8    |  |
| R                                         | 20/7,0                                                                     | 39,2                                                                     | 25,3                                            | 3,7                                                    | 29,0               | 20,6                   | 0,66          | 3,2                            | 1,4                                                   | 17,5    | 27,5    |  |
|                                           | 38/11,0                                                                    | 38,8                                                                     | 24,8                                            | 3,3                                                    | 28,1               | 22,8                   | 0,74          | 3,5                            | 1,5                                                   | 16,9    | 26,3    |  |
|                                           | 50/17,7                                                                    | 39,8                                                                     | 21,1                                            | 5,2                                                    | 26,3               | 18,8                   | 0,89          | 3,7                            | 1,6                                                   | 20,6    | 31,2    |  |
| Ł                                         | 13/6,0                                                                     | 37,5                                                                     | 23,0                                            | 3,5                                                    | 26,5               | 20,8                   | 0,54          | 3,4                            | 1,5                                                   | 18,6    | 31,0    |  |
|                                           | 30/8,3                                                                     | 38,7                                                                     | 22,2                                            | 4,7                                                    | 26,9               | 21,5                   | 0,45          | 2,5                            | 1,1                                                   | 16,1    | 27,1    |  |
|                                           | 31/15,5                                                                    | 38,4                                                                     | 21,2                                            | 5,5                                                    | 26,7               | 18,5                   | 0,62          | 4,4                            | 2,1                                                   | 21,1    | 32,0    |  |

W tabeli 7 podano skład chemiczny drewna bukowego. Jak wynika z tych danych, zawartość celulozy wykazywała niewielkie różnicowanie, w przedziale 2% — od 37,5 do 39,8% — i nie korelowała jednoznacznie z wiekiem drzew.

Drewno grubizny gałęziowej, pochodzącej z siedlisk położonych w Koszalińskim (T) i Rzeszowskim (Ł), zawierało mniej celulozy niż drewno pni. Jedynie wycinki grubizny gałęziowej, pozyskane z siedliska w Bydgoskiem nie ustępowały pod względem zawartości celulozy pniom drzew. Zawartość ligniny „wagowej” była w drewnie gałęziowym o 1-4% większa niż w drewnie pni, jednakże po uwzględnieniu frakcji lignin rozpuszczalnych w kwasach, różnice te znacznie zmalały.

Zawartość pentozanów mieściła się w dość szerokim przedziale od 18,5 do 23,9%, w zależności od rodzaju próby. Najwięcej tych związków stwierdzono w drewnie pni 30-38-letnich, natomiast w drewnie pni starszych oraz młodszego drewna gałęziowego było ich mniej.

Na zjawisko zwiększania się zawartości pentozanów do określonego wieku drzew zwraca uwagę w swoich pracach Rozmarin [3].

Substancje rozpuszczalne w gorącej wodzie, acetonie i rozcieńczonych roztworach wodorotlenku sodowego występowały z reguły w nieco większych ilościach w drewnie starszym.

Z badań dotyczących składu chemicznego badanego drewna bukowego wynika ogólny wniosek, że rozpiętość zmian w zawartości poszczególnych składników jest niewielka. Szczególnie mało widoczny jest wpływ siedliska. Wniosek ten jest zgodny z wynikami badań Pollera i Hoffmana [2].

#### PRZYDATNOŚĆ DREWNA BUKOWEGO NIŻSZYCH KLAS WIEKU DO WYROBU MAS CELULOZOWYCH SIARCZANOWYCH

W tabelach 8-10 zamieszczono dane charakteryzujące właściwości mas celulozowych bukowych, wytworzonych z badanego drewna, zgodnie z metodyką podaną w rozdziale Przedmiot i metodyka badań.

Jak wynika z danych tabeli 8, wydajność netto mas celulozowych, przy praktycznie jednakowym stopniu rozтворzenia, wynoszącym 19-20 jednostek liczby kappa, wykazywała znaczną rozpiętość, w przedziale 10% wzgl. — od 50,0 do 55,1%. Największa wydajność (54-55%) cechowała masy uzyskane z surowca pochodzącego z siedliska wysokiej jakości (Ł) położonego w Rzeszowskim. Jeśli weźmie się pod uwagę, że drewno to było stosunkowo młode (13-31 lat) i nie odznaczało się największą gęstością (tab. 2), natomiast zawierało stosunkowo dużo celulozy (tab. 7), a mało ligniny, to nasuwa się wniosek, że wydajność mas pozostaje w korelacji przede wszystkim ze składem chemicznym drewna.

Tabela 8

Wydajność i stopień roztworzenia mas celulozowych  
Yield and pulping degree of kraft pulps

| Symbol siedliska<br>Symbol<br>of the habitat | Wiek/średnica drewna<br>(lata/cm)<br>Age/diameter<br>(years/cm) | Wydajność masy<br>przesortowanej<br>Screened pulp yield<br>% | Stopień roztworzenia<br>masy - l. kappa<br>Kappa number |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| T                                            | 30/5,0                                                          | 53,3                                                         | 19,9                                                    |
|                                              | 32/7,5                                                          | 50,9                                                         | 19,1                                                    |
|                                              | 40/14,7                                                         | 52,5                                                         | 18,9                                                    |
| R                                            | 20/7,0                                                          | 52,0                                                         | 20,5                                                    |
|                                              | 38/11,0                                                         | 50,0                                                         | 20,2                                                    |
|                                              | 50/17,7                                                         | 54,9                                                         | 20,5                                                    |
| Ł                                            | 13/6,0                                                          | 53,6                                                         | 19,5                                                    |
|                                              | 30/8,3                                                          | 54,0                                                         | 19,4                                                    |
|                                              | 31/15,5                                                         | 55,1                                                         | 18,8                                                    |

W tabeli 9 podano liczbę włókien i naczyń w jednostce wagowej mas celulozowych bukowych oraz jednostkowe wskaźniki masy tych komórek.

Najmniej włókien (6 mln/g) zawierała masa celulozowa uzyskana z najstarszego drewna, pochodzącego z siedliska średniej jakości, położonego w Bydgoskiem (R). Najwięcej włókien 9,4 mln/g stwierdzono w masie celulozowej wytworzonej z wycinków grubych gałęzi o średnicy 6 cm, w wieku 13 lat. Jak wynika z danych tabeli 9 i tabeli 3, liczba włókien w 1 g masy celulozowej na ogół zmniejszała się wraz ze wzrostem ich wymiarów.

Jednostkowy wskaźnik masy komórek włóknistych, przyjmujący wartości w zakresie od 8,4 do 10,7 mg/100 m bieżących włókna z reguły był większy w przypadku włókien masy celulozowej wytworzonej z drewna starszego, o większej gęstości.

Liczba segmentów naczyń w 1 g masy celulozowej zawierała się w przedziale od 0,8 do 1,7 mln. Więcej naczyń stwierdzono w masach uzyskanych z drewna młodego i wycinków gałęzi, w porównaniu z masami z drewna pni starszych. Jest to związane w znacznej mierze z mniejszymi wymiarami naczyń w drewnie młodym oraz z ich na ogół większym udziałem objętościowym w tym drewnie (tab. 3, tab. 5).

Przeciętne jednostkowe wskaźniki ciężaru komórek w masie celulozowej (tab. 9, wartość A) i w drewnie (tab. 9, wartość B), stanowiące wypadkową wskaźników włókien i naczyń, były na ogół większe w przypadku drewna starszego, zawierającego włókna i naczynia o większym przekroju poprzecznym.

W tab. 10 zestawiono właściwości wytrzymałościowe mas celulozowych siarczanowych, zmielonych do smarności 30°SR. Jak wynika z da-

Tabela 9

Liczba włókien i naczyń oraz jednostkowe wskaźniki ich masy w masach celulozowych bukowych  
Number of fibres and vessels in pulps and their coarseness

| Symbol siedliska<br>Symbol of the habitat | Wiek/średnica<br>dębna<br>(lata/cm)<br>Age/diameter<br>(years/cm) | Liczba włókien<br>w 1 g masy celu-<br>lozowej<br>Number of fibres<br>in 1 g of pulp<br>$\times 10^6$ | Jednostkowy wska-<br>źnik masy komórek<br>włókniстых<br>Coarseness of<br>pulp fibres<br>mg/100 m | Liczba naczyń<br>w 1 g masy celu-<br>lozowej<br>Number of vessel<br>elements in 1 g<br>of pulp<br>$\times 10^6$ | Jednostkowy<br>wskaźnik masy<br>naczynia<br>Coarseness of<br>pulp vessel ele-<br>ments<br>mg/100 m | Przeciętny <sup>1)</sup><br>jednostkowy wska-<br>źnik masy komó-<br>rek w masie celu-<br>lozowej (A),<br>Coarseness <sup>1)</sup> of<br>of pulp cells<br>mg/100 m | Przeciętny <sup>2)</sup><br>jednostkowy wska-<br>źnik masy komó-<br>rek w sruowcu (B),<br>Coarseness of<br>wood cells <sup>2)</sup><br>mg/100 m |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T                                         | 30/5,0                                                            | 8,1                                                                                                  | 9,9                                                                                              | 1,3                                                                                                             | 29,6                                                                                               | 13,2                                                                                                                                                              | 24,8                                                                                                                                            |
|                                           | 32/7,5                                                            | 8,5                                                                                                  | 9,3                                                                                              | 1,0                                                                                                             | 29,6                                                                                               | 12,6                                                                                                                                                              | 23,8                                                                                                                                            |
|                                           | 40/14,7                                                           | 6,1                                                                                                  | 10,6                                                                                             | 0,8                                                                                                             | 31,7                                                                                               | 13,9                                                                                                                                                              | 26,5                                                                                                                                            |
| R                                         | 20/7,0                                                            | 8,5                                                                                                  | 8,6                                                                                              | 1,1                                                                                                             | 29,1                                                                                               | 12,2                                                                                                                                                              | 23,5                                                                                                                                            |
|                                           | 38/11,0                                                           | 7,3                                                                                                  | 8,9                                                                                              | 0,9                                                                                                             | 30,1                                                                                               | 11,8                                                                                                                                                              | 23,6                                                                                                                                            |
|                                           | 50/17,7                                                           | 6,0                                                                                                  | 10,1                                                                                             | 0,8                                                                                                             | 33,0                                                                                               | 13,4                                                                                                                                                              | 24,4                                                                                                                                            |
| Ł                                         | 13/6,0                                                            | 9,4                                                                                                  | 8,4                                                                                              | 1,7                                                                                                             | 25,9                                                                                               | 11,5                                                                                                                                                              | 21,5                                                                                                                                            |
|                                           | 30/8,3                                                            | 8,4                                                                                                  | 8,6                                                                                              | 1,4                                                                                                             | 27,1                                                                                               | 11,9                                                                                                                                                              | 22,0                                                                                                                                            |
|                                           | 31/15,5                                                           | 6,9                                                                                                  | 10,0                                                                                             | 0,7                                                                                                             | 34,4                                                                                               | 13,4                                                                                                                                                              | 24,3                                                                                                                                            |

<sup>1)</sup> łącznie z frakcją drobną <sup>1)</sup> together with fines

<sup>2)</sup> wskaźnik B obliczono na podstawie wartości A i wydajności mas celulozowych <sup>2)</sup> The coarseness of wood cells (B) was calculated from values of pulp cells coar-  
seness (A) and pulp yield

Tabela 10

Właściwości wytrzymałościowe mas celulozowych siarczanowych bukowych zmielonych do 30°SR  
Strength properties of kraft beech pulps beaten to 30°SR

| Symbol siedliska<br>Symbol of the habitat | Wiek/srednica<br>drewna<br>(lata/cm)<br>Age/diameter<br>(years/cm) | Masa objętościowa<br>Sheet density<br>g/cm <sup>3</sup> | Samozerwalność<br>Breaking length<br>km | Wskaźnik<br>przepuklenia<br>Burst index<br>kPam <sup>2</sup> /g | Wskaźnik<br>oporu przedarcia<br>Tear index<br>mNm <sup>2</sup> /g | Liczba podwójnych<br>zgięć<br>Double folds<br>number | Liczba wytrzyma-<br>łości<br>Strength number<br>× 10 <sup>-1</sup> |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| T                                         | 30/5,0                                                             | 0,69                                                    | 7,6                                     | 3,9                                                             | 7,6                                                               | 80                                                   | 578                                                                |
|                                           | 32/7,5                                                             | 0,67                                                    | 7,4                                     | 3,7                                                             | 8,7                                                               | 200                                                  | 644                                                                |
|                                           | 40/14,7                                                            | 0,69                                                    | 8,3                                     | 4,1                                                             | 9,2                                                               | 260                                                  | 764                                                                |
| R                                         | 20/7,0                                                             | 0,72                                                    | 7,7                                     | 3,7                                                             | 8,5                                                               | 90                                                   | 655                                                                |
|                                           | 38/11,0                                                            | 0,68                                                    | 7,2                                     | 3,4                                                             | 9,0                                                               | 180                                                  | 648                                                                |
|                                           | 50/17,7                                                            | 0,67                                                    | 7,5                                     | 3,7                                                             | 9,5                                                               | 340                                                  | 713                                                                |
| Ł                                         | 13/6,0                                                             | 0,72                                                    | 8,0                                     | 3,8                                                             | 8,0                                                               | 90                                                   | 640                                                                |
|                                           | 30/8,3                                                             | 0,72                                                    | 8,3                                     | 4,6                                                             | 9,3                                                               | 250                                                  | 772                                                                |
|                                           | 31/15,5                                                            | 0,70                                                    | 7,8                                     | 4,4                                                             | 9,3                                                               | 250                                                  | 725                                                                |

nych tej tabeli, gęstość mas celulozowych wytworzonych z drewna w różnym wieku wykazywała zróżnicowanie w przedziale 7% wzgl. — od 0,67 do 0,72 g/cm<sup>3</sup>, przy czym z reguły była większa dla mas uzyskanych z drewna młodszego.

Samozerwalność mas celulozowych zawierała się w przedziale od 7,2 do 8,3 km (rozpiętość rzędu 15%) i nie wykazywała jednoznacznej korelacji z wiekiem drzew i jakością siedliska. Stwierdzenie to odnosi się również do przepuklenia mas celulozowych, którego wahania, sięgające 20%, nie wykazywały regularnego związku z wiekiem drzew. W przeciwieństwie do tego, obydwa wskaźniki wytrzymałości dynamicznej — opór przedarcia i liczba podwójnych zgięć były mniejsze w przypadku mas uzyskanych z drewna młodszego, a szczególnie drewna gałęziowego. Mniejszy opór przedarcia spowodował obniżenie liczby (iloczynu) wytrzymałości. Z odnośnych danych wynika, że wartości iloczynu wytrzymałości mas uzyskanych z grubizny gałęziowej są o 15 - 30% mniejsze od wartości tego wskaźnika dla mas wytworzonych z drewna pni bukowych. W tych ostatnich masach iloczyn wytrzymałości z reguły wzrastał wraz z wiekiem pni.

#### WNIOSKI

Z wykonanych badań wynikają następujące ogólne stwierdzenia i wnioski dotyczące drewna bukowego:

1. Gęstość drewna pni wzrasta na ogół wraz z wiekiem drzew. Zmiana gęstości nie towarzyszą ukierunkowane zmiany słoistości i zawartości drewna późnego. Nie stwierdzono również, aby budowa anatomiczna drewna zależała w zasadniczy sposób od rodzaju siedliska.

Gęstość drewna grubizny gałęziowej była na ogół większa od gęstości drewna pni.

2. Wymiary komórek drewna zwiększają się wraz z wiekiem drzew. Zależność długości włókien od wieku drzew jest proporcjonalna.

3. Rozpiętość zmian w składzie chemicznym drewna, spowodowana różnicami wieku i siedliska jest na ogół niewielka. W badanym przedziale wraz z wiekiem drzew zwiększa się nieco zawartość w drewnie substancji ekstrakcyjnych, części ligniny rozpuszczalnej w kwasach i składników rozpuszczalnych w rozcieńczonych roztworach wodorotlenku sodowego. Udział pentozanów wzrasta do ok. 40 roku życia drzewa, a następnie maleje. Drewno grubizny gałęziowej zawiera na ogół mniej celulozy, a więcej ligniny wagowej niż drewno pni.

4. Pod względem podatności na roztwarzanie siarczanowe drewno pni bukowych o małej średnicy (7 - 8 cm) i drewno grubizny gałęziowej



( $\phi = 5 - 7$  cm) wykazują charakterystykę zbliżoną do drewna pni bukowych o średnicy 15 - 18 cm.

5. Przerób drewna pni bukowych o średnicy 7 - 8 cm oraz grubizny gałęziowej o średnicy 5 - 7 cm nie powinien prowadzić do obniżenia wydajności masy celulozowej z jednostki objętości warnika, ponieważ mniej korzystny skład chemiczny tego drewna kompensuje na ogół większa jego gęstość w porównaniu z drewnem typowej papierówki.

6. Właściwości wytrzymałościowe statyczne mas celulozowych z cienkiego drewna bukowego i grubizny gałęziowej są porównywalne z odpowiednimi wskaźnikami mas celulozowych z drewna pni o średnicy 15 - 18 cm, natomiast właściwości dynamiczne są wyraźnie niższe. Opór przedarcia mas wytworzonych z grubych gałęzi jest mniejszy o ok. 20%, a liczba podwójnych zgięć — aż ponad dwukrotnie.

7. Przy zastępowaniu typowej papierówki bukowej cienizną i drewnem grubizny gałęziowej należy liczyć się z możliwością pogorszenia wskaźników w oddziałach przygotowania surowca (korowanie, rąbanie) i w procesach obróbki masy celulozowej (mycie, odwadnianie).

Praca wpłynęła do Redakcji w listopadzie 1984 r.

#### LITERATURA

1. Modrzejewski K., Olszewski J., Rutkowski J.: Metody badań w przemyśle celulozowo-papierniczym, skrypt PŁ, Łódź 1977.
2. Poller S., Hoffman K.: Zur chemischen Zusammensetzung von Buchenholz auf verschiedenen Standorten. Arch Forstwes. 1967, t. 16, s. 1065 - 1072.
3. Розмарин Г. Н., (Г. Н. Розмарин): О прямой возрастной зависимости химического состава ствола, выведенной на основе статистической обработки экспериментальных данных по химии древесины. Cellulose Chem Technol. 1977, t. 11, s. 441 - 454.
4. Surma-Ślusarska B., Surewicz W.: Wpływ wieku drzew i siedliska na wydajność i właściwości mas celulozowych siarczanowych. Część I. Drewno sosnowe. Folia Forestalia Polonica. Seria B; 1985, z. 16, s. 67 - 86.

#### \* ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА ДЕРЕВА И МЕСТОПРОИЗРАСТАНИЯ НА ВЫХОД И СВОЙСТВА СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

##### ЧАСТЬ II. БУКОВАЯ ДРЕВЕСИНА

##### Резюме

Исследовано влияние возраста дерева в пределе 13-50 лет (диаметр ствола и ветвей в пределе 5-18 см) и местопроизрастания на анатомическое строение, химический состав и морфологию волокон древесины бука. Совершено оценку влияния изменчивой характеристики древесины на её пригодность для производства сульфатной целлюлозы.

Констатируется, что выход целлюлоз из тонких стволов бука ( $\phi=7-8$  см) и толстых ветвей ( $\phi=5-7$  см) близкий к выходу целлюлоз из стволов бука среднего диаметра (15-18 см). Разрывная длина и сопротивление продавливанию целлюлоз из тонкомера на том же самом уровне как целлюлозы из балансной древесины. Однако динамическая прочность этих целлюлоз отчетливо хуже. Целлюлозы из толстых буковых ветвей показывают на 20% меньшее сопротивление раздиранию и в двойное меньшее число двойных перегибов по сравнению с показателями целлюлозы из балансной древесины.

## THE EFFECT OF THE AGE OF WOOD AND OF THE HABITAT ON THE YIELD AND PROPERTIES OF KRAFT PULPS

### PART II. BEECH WOOD

#### Summary

The effect of the age of wood in the range from 13 to 50 years (diameter of stem and branches in the range 5-18 cm) and of the habitat on the anatomical structure, chemical composition and the morphology of fibres of beech wood was investigated. The effect of variable characteristic of wood on its suitability for the production of kraft pulps was estimated.

It was stated that the yield of pulps from thin stem wood ( $\phi=7-8$  cm) and branch wood ( $\phi=5-7$  cm) is similar to that of pulps from wood of higher diameter (15-18 cm). The tensile and bursting strength of kraft pulps produced from thin wood and from pulpwood are on the same level. The tear index and double folds number of pulps obtained from thin wood are, however, distinctly lower. Pulps obtained from branch wood showed a tear index lower by about 20% and double folds number over two times lower as compared to pulps from typical pulpwood.

#### Adres autorów:

Dr Barbara Surma-Słusarska,  
Prof. dr Włodzimierz Surewicz  
Politechnika Łódzka  
Instytut Papiernictwa  
i Maszyn Papierniczych  
90-924 Łódź, ul. Zwirki 36