F. KRZYSIK

NAUKA O DREWNIE

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO
ROLNICZE I LEŚNE

Prof. dr F. KRZYSIK

NAUKA O DREWNIE

Warszawa 1957
PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO
ROLNICZE I LEŚNE

PRZEDMOWA

Drewno jest surowcem deficytowym. Jego niedobór pogłębia się z roku na rok w naszym kraju i w całym świecie. Wynika stąd konieczność oszczędności, którą można realizować tylko na podstawie głębokiej znajomości cech surowca. Stanowi to istotę i myśl przewodnią nauki o drewnie; bada ona przyczyny i skutki zachodzących w drewnie zjawisk oraz daje systematyczny przegląd i liczbową charakterystykę jego własności technicznych. Jest to punkt wyjściowy do racjonalnej obróbki i celowego stosowania drewna.

Zachodzące w drewnie zjawiska przebiegają na podłożu jego skomplikowanej budowy chemicznej i fizycznej. Wynika stąd wielokierunkowy charakter przedmiotu, który opiera się na właściwym stosowaniu i interpretowaniu wiadomości z anatomii oraz szeroko pojętej chemii, fizyki i stereomechaniki, a w pracy badawczej stosuje mikroskop elektronowy, metody chemiczne, promienie Roentgena i maszyny wytrzymałościowe. Chcąc umożliwić posługiwanie się podręcznikiem bez uciekania się do literatury pomocniczej przyjęto zasadę omawiania poszczególnych zagadnień od podstaw, w postaci zamkniętej całości. Ułatwi to stosowanie podręcznika w przemyśle i w praktyce.

Początki nauki o drewnie sięgają XVIII wieku; nasilenie prac badawczych i stworzenie szerokich, naukowych podstaw przypada na bieżące stulecie.

Pierwsze prace naukowe z tej dziedziny oraz pierwsze placówki dydaktyczne i badawcze pojawiają się w Polsce po roku 1920; nasze tradycje naukowe i możliwości techniczne są dotychczas szczupłe. Dlatego — poza tłumaczeniami — nie ma dotąd polskiego podręcznika nauki o drewnie, a oryginalne prace rozproszone są w piśmiennictwie polskim oraz w publikacjach niemieckich, francuskich i angielskich; niektóre z nich są u nas prawie nieznane. Jednym z istotnych zadań podręcznika było systematyczne zestawienie i analiza naszego w tej dziedzinie dorobku. Znalazł on wyraz zarówno w tekście podręcznika, jak w wykazie piśmiennictwa.

Książka, którą oddaję w ręce studentów, praktyków i naukowców jest wynikiem wieloletniej pracy. Starałem się nakreślić w niej obraz obecnego stanu wiedzy o drewnie w świetle ostatnich osiągnięć nauki, w świetle ostatnich, nieraz trudno dostępnych publikacji. Ujęty w ten sposób zespół wiadomości powinien ułatwić pracę w uczelni, w laboratorium i w fabryce, powinien przyczynić się do postępu w dziedzinie technologii drewna.

W wykazie literatury przedstawiłem całokształt polskiego piśmiennictwa z zakresu nauki o drewnie oraz wykaz ważniejszych publikacji w innych językach. Tak ujęty przegląd bibliograficzny ułatwi dobór i wyszukiwanie literatury potrzebnej przy opracowywaniu konkretnych zadań.

Wielokierunkowy zakres przedmiotu stwarzał potrzebę pomocy specjalistów. Za pomoc udzieloną przy opracowywaniu poszczególnych zagadnień wyrażam

podziękowanie: zast. prof. T. Dryńskiemu, prof. dr T. Gorczyńskiemu, doc. dr M. Janiczkowi, prof. dr J. Kochmanowi, zast. prof. dr H. Krach, prof. dr J. Marchlewskiej-Szrajerowej, prof. dr M. Nunbergowi i mgr inż. A. Waligórze. Do dużej wdzięczności poczuwam się w stosunku do mgra inż. B. Goneta i zast. prof. S. Walthera, którzy ponieśli wiele trudu udzielając mi konkretnej pomocy w czasie mej pracy.

Rozdział III: „Techniczne wady drewna" opracował mgr inż. A. Korzeniowski, punkt omawiający „Statystyczne opracowanie wyników badania" mgr inż. B. Gonet.

Podręcznik pisałem w Krynicy i w Warszawie, w latach 1954—1956.

Warszawa, w listopadzie 1956 r.

Zycha H. — Über die Kernbildung und verwandte Vorgänge im Holz der Rotbuche. F. Cbl., 1948.
Zyska B. — Charakterystyka impregnatów dla drewna kopalnianego. Badanie korozyjnego działania na metale i próby jego zmniejszenia. Przegląd Górniczy. 1954, nr 3.
Zyska B. — Wpływ warunków nasycania na nasycalność wilgotnych kopalniaków. Przegląd Górniczy. 1954, nr 6.
Zyska B. — Mykoflora kopalń. Wszechświat. 1954, nr 6.
Zyska B. — Charakterystyka impregnatów dla drewna kopalnianego. Badanie wpływu impregnatów na palność drewna. Przegląd Górniczy. 1955, nr 3.
Zyska B. — Nowy impregnat przeciwgrzybowy dla kopalniaków. Przegląd Górniczy. 1955, nr 7—8.
Zyska B. i Biliński A. — Badania nad podpornością ścianowych stojaków drewnianych. Przegląd Górniczy. 1955, nr 9.
Żurakowski M. — Leśne surowce garbnikowe. 1954. (maszynopis).

TREŚĆ

Przedmowa 3

I. Wiadomości wstępne 5

Drewno jako surowiec 5
Znaczenie i rola drewna w życiu gospodarczym 6
Drewno jako surowiec obrabiany mechanicznie 7
Drewno jako surowiec chemiczny 11
Drewno jako surowiec energetyczny 13
Stopień wykorzystania surowca drzewnego 13
Zasoby drzewne świata i Polski 14

II. Budowa drzewa i drewna 17

Kształt i morfologiczna budowa drzew 17
Drzewo i jego części składowe 17
Pokrój drzewa 19
Makroskopowa budowa drewna 28
Rdzeń 28
Drewno 30
Słoje roczne 32
Drewno wczesne i późne 40
Biel i twardziel 50
Mikroskopowa budowa drewna 72
Budowa komórki. Tkanka 72
Błona komórkowa 74
Jamki 78
Komórki miękiszowe 80
Włókna drzewne 81
Naczynia 82
Wcistki 83
Cewki (tracheidy) 86
Promienie rdzeniowe 88
Przewody żywiczne 89
Budowa drewna drzew iglastych 92
Budowa drewna drzew liściastych 94
Anatomiczne badanie drewna 100
Miazga 106
Kora 109
Submikroskopowa budowa błony komórkowej 113
Wiadomości ogólne 113
Teoria micelarna 114

Budowa celulozy 115
Teoria miceli indywidualnej 117
Teoria miceli frędzlowej 117
Struktura błony komórkowej 119
Rentgenograficzne badanie błony komórkowej 121
Wiadomości ogólne 121
Rentgenograficzne badanie drewna 127

III. Techniczne wady drewna 134

Wiadomości wstępne 134
Wady kształtu pnia 136
Zbieżystość 136
Krzywizna 138
Rozwidlenie 140
Spłaszczenie 140
Fałdy korzeniowe 141
Obrzęki 141
Wady anatomicznej budowy drewna 143
Wiadomości ogólne 143
Sęki 144
Nieregularność budowy słojów i przebiegu włókien 155
Rdzeń i wielordzenność 169
Zakorki 171
Drewno reakcyjne 172
Anormalne twardzielowanie 182
Anormalne nagromadzenie żywicy i wody 189
Wady drewna wywołane przez czynniki zewnętrzne i klimatyczne . . 193
Zranienia 194
Pęknięcia 198
Zabarwienia chemiczne 209
Wady drewna powodowane przez grzyby 211
Podstawowe wiadomości o budowie i biologii grzybów 211
Fizjologia i warunki rozwoju grzybów 218
Charakterystyka zmian drewna powodowanych przez grzyby . . . 224
Klasyfikacja zgnilizn ze względu na użytkową wartość drewna . . 227
Zabarwienia 232
Zgnilizny 245
Wpływ zgnilizny na techniczne własności drewna 265
Wady drewna powodowane przez owady i inne zwierzęta 275
Wiadomości ogólne 275
Chodniki i otwory owadzie 278
Szkodniki drewna iglastego 282
Szkodniki drewna liściastego 285
Szkodniki drewna obrobionego 287
Małże i raki jako szkodniki drewna 290

IV. Chemiczne własności drewna 293

Skład i budowa chemiczna drewna 294
Elementarny skład drewna 295
Substancja szkieletowa i lepiszcze 297

Celuloza i hemicelulozy 297
Budowa celulozy 299
Optyczne własności celulozy 303
Koloidowo-chemiczne własności celulozy 303
Wyodrębnianie celulozy 303
Hemicelulozy 305
Kwasy uronowe, gumy drzewne 309
Substancje pektynowe 310
Lignina 311
Materiały zapasowe 315
Wydzieliny drzewne 316
Żywica 316
Gumy drzewne 329
Laktorezyny 330
Garbniki 334
Barwniki 341
Tłuszcze, woski i inne składniki drewna 342
Odczyn drewna 345
Ilościowy skład chemiczny drewna 348
Korozja drewna 354
Działanie zasad, kwasów i innych związków chemicznych na drewno 355

V. Drewno jako surowiec w przemyśle chemicznym 362

Drewno w przemyśle celulozowo-papierniczym 363
Drewno w przemyśle hydrolizy 371
Drewno w przemyśle pirolizy 373

VI. Drewno jako surowiec energetyczny 383

Wartość opałowa drewna 384
Wartość opałowa i konserwacja trocin 393
Przegląd porównawczy ważniejszych paliw 395
Wartość pirometryczna 397
Drewno jako paliwo 397
Charakterystyka drewna jako paliwo 398
Spalanie drewna 399
Drewno jako materiał pędny 402
Drewno generatorowe 402

VII. Trwałość drewna 405

Czynniki wpływające na trwałość drewna 405
Wpływ rodzaju drewna na jego trwałość 405
Wpływ składu chemicznego na trwałość drewna 407
Wpływ czynników zewnętrznych na trwałość drewna 408
Odporność drewna na działanie czynników chemicznych 408
Odporność drewna na działanie wody 409
Odporność drewna na działanie grzybów 410
Porównawcza charakterystyka trwałości drewna 411
Wpływ pory ścinki na techniczne własności i trwałość drewna . . 413
Zasady utrwalania drewna 417

Utrwalanie drewna w budownictwie 417
Nasycanie drewna 422
Ważniejsze metody nasycania drewna 429
Badanie trwałości drewna 436
Trwałość drewna w stosunku do grzybów 436
Badanie toksyczności impregnatów 439
Trwałość i lotność impregnatu 442

VIII. Fizyczne własności drewna 444

Barwa drewna 444
Mineralizacja drewna 448
Połysk drewna 450
Rysunek drewna 452
Zapach drewna 455
Wilgotność drewna 456
Wiadomości podstawowe 456
Woda w drewnie drzew żywych 460
Stopień wilgotności drewna 467
Badanie wilgotności drewna 469
Metoda suszarkowo-wagowa 469
Metoda destylacyjna 479
Określanie wilgotności drewna impregnowanego 481
Metoda higrometryczna 485
Metoda kolorymetryczna 485
Elektrometryczne określanie wilgotności 486
Higroskopijne własności drewna 501
Adsorpcja chemiczna i fizyczna 502
Kondensacja kapilarna 508
Sorpcja i desorpcja 512
Występowanie wody w drewnie 516
Punkt nasycenia włókien 517
Higroskopijna równowaga drewna 520
Nasiąkliwość drewna 527
Przesiąkliwość drewna 535
Kurczenie się i pęcznienie drewna 538
Ciepło pęcznienia 540
Kontrakcja objętości 543
Histereza kurczliwości 545
Skurcz lub spęcznienie całkowite i jednostkowe 546
Współczynnik kurczenia się i pęcznienia 548
Anizotropia kurczliwości drewna 550
Kurczliwość objętościowa drewna 555
Pękanie i paczenie się drewna 561
Wpływ przeszkód mechanicznych na pęcznienie i kurczenie się drewna 564
Ciśnienie pęcznienia drewna 570
Higroskopijność i kurczliwość drewna uszlachetnionego 574
Pęcznienie drewna w zasadach, w kwasach i w roztworach soli . 581
Pęcznienie drewna w cieczach organicznych 582
Przyczyny pęcznienia drewna 584
Kurczliwość jako techniczna cecha drewna 585

Ciężar właściwy i porowatość drewna 587
Pojęcie wstępne; definicje i terminologia 587
Czynniki wpływające na ciężar właściwy drewna 589
Ciężar właściwy substancji drzewnej 591
Określanie ciężaru właściwego drewna 593
Związek między wilgotnością a ciężarem właściwym drewna . . . 599
Względny ciężar właściwy drewna 607
Porowatość drewna 610
Zawartość substancji drzewnej, wody i powietrza w wilgotnym drewnie 614
Zależność ciężaru właściwego od czynników wewnętrznych i zewnętrznych 615
Klasyfikacja drewna na podstawie ciężaru 623
Cieplne własności drewna 625
Ciepło właściwe drewna 625
Przewodnictwo cieplne drewna 629
Czynniki wpływające na przewodnictwo cieplne drewna 631
Przenikanie ciepła 637
Przewodnictwo temperatury 638
Charakterystyka liczbowa cieplnych własności drewna 640
Rozmieszczenie temperatury w ogrzewanym drewnie 641
Cieplna rozszerzalność drewna 647
Elektryczne własności drewna 650
Opór i przewodnictwo elektryczne drewna 651
Wytrzymałość na przebicie 655
Dielektryczne własności drewna 657
Piezoelektryczne własności drewna 666
Akustyczne własności drewna 666
Drewno jako materiał akustyczny 666
Istota dźwięku; wiadomości podstawowe 667
Prędkość rozchodzenia się dźwięków w drewnie 669
Oporność akustyczna 672
Tłumienie drgań 673
Zastosowanie drewna w instrumentach muzycznych 676
Drewno rezonansowe 678
Własności drewna w zakresie izolacji akustycznej 680
Tarcie w odniesieniu do drewna 682
Zachowanie się drewna w stosunku do światła i promieni Roentgena . 685
Przezroczystość drewna 685
Zachowanie się drewna w stosunku do promieni ultrafioletowych . 685
Zachowanie się drewna w stosunku do promieni podczerwonych . . 686
Zachowanie się drewna w stosunku do promieni Roentgena . . . 689
Promieniotwórczość drewna 689
Przepuszczalność drewna w stosunku do powietrza i gazów . . . 690

IX. Mechaniczne własności drewna 692

Podstawowe pojęcia stereomechaniki 692
Terminologia i definicje 692
Prawo Hooka; moduł sprężystości 694
Naprężenia graniczne 698

Czynniki wpływające na mechaniczne własności drewna 699
Wpływ chemicznej i submikroskopowej budowy na mechaniczne własności drewna 699
Wpływ wilgotności na mechaniczne własności drewna 700
Wpływ budowy i obróbki drewna na jego własności mechaniczne . 703
Maszyny do badania wytrzymałości drewna 705
Wytrzymałość na ściskanie 710
Kształt i wymiary próbek 711
Badanie wytrzymałości drewna na ściskanie podłużne 714
Czynniki wpływające na wytrzymałość drewna na ściskanie podłużne 717
Współczynnik jakości wytrzymałościowej 720
Wytrzymałość drewna na ściskanie w poprzek włókien 723
Wyboczenie drewna 729
Wytrzymałość na wyboczenie 729
Ściskanie mimośrodowe 733
Ostrzegawcze własności drewna 734
Wytrzymałość drewna na rozciąganie 734
Wytrzymałość na rozciąganie podłużne 735
Samozerwalność 741
Wytrzymałość na rozciąganie w poprzek włókien 742
Czynniki wpływające na wytrzymałość na rozciąganie 746
Łupliwość i wytrzymałość na rozłupanie 749
Łupliwość 749
Wytrzymałość na rozłupanie 750
Wytrzymałość na ścinanie 754
Wytrzymałość na skręcanie 759
Wytrzymałość na zginanie statyczne 762
Metodyka badania 763
Wartości liczbowe i ich ocena 773
Czynniki wpływające na wytrzymałość na zginanie 775
Modyfikacje Tanaki i Monnina 777
Wpływ kształtu przekroju na wytrzymałość zginanych elementów . 779
Praca zginania 780
Moduł sprężystości 782
Moduł sprężystości przy ściskaniu 783
Moduł sprężystości przy rozciąganiu 790
Moduł sprężystości giętnej 791
Moduł sprężystości przy skręcaniu 793
Próby dynamiczne 794
Udarność 795
Zginanie dynamiczne 805
Zmęczenie drewna 808
Wytrzymałość trwała 809
Wytrzymałość na zmęczenie 814
Współczynnik jakości wytrzymałościowej 819
Naprężenia dopuszczalne 823
Twardość 824
Metoda Janki 825
Próba Brinella 828

Metoda Chalais-Meudon 832
Twardość udarowa 833
Zależność twardości od budowy i ciężaru właściwego drewna . . 834
Klasyfikacja drewna według twardości 835
Próby technologiczne 835
Ścieralność drewna 836
Utrzymywanie gwoździ i wkrętów 840
Giętkość drewna 842
Normalizacja metod badania drewna 844

X. Metody zbierania materiału badawczego i opracowywania wyników . 846

Prace terenowe 846
Pobieranie próbek 850
Statystyczne opracowanie wyników badania 853

XI. Tablica I. Najważniejsze gatunki drewna i ich zastosowanie . . . 865

XII. Tablica II. Fizyczne i mechaniczne własności ważniejszych gatunków drewna 872

XIII. Literatura 873