

# **Prowadzenie hydrotermicznej obróbki drewna**



<b>1. Materiał nauczania</b>	2
<b>1.1. Proces warzenia i parzenia drewna</b>	2
<b>1.2. Urządzenia do parzenia i warzenia drewna</b>	12
<b>1.3. Przyrządy pomiarowe i kontrolne</b>	16
<b>2. Literatura</b>	22

# 1. MATERIAŁ NAUCZANIA

## 1.1. Proces warzenia i parzenia drewna

Proces warzenia drewna polega na działaniu ciepłej lub gorącej wody na drewno, przy czym temperatura wody jest zawsze niższa od temperatury wrzenia. Ogólnie przyjmuje się, że temperatura wody w basenach warzelnianych powinna wynosić 40–80°C w zależności od gatunku drewna. W wyniku tego procesu następuje likwidacja wewnętrznych naprężeń w drewnie poprzez rozerwanie, a następnie nasycenie wodą wiązań wodorowych łączących łańcuchy celulozy.

Hydrotermiczna obróbka drewna w procesie parzenia polega na ogrzewaniu drewna nasyconą parą wodną, przy czym proces ten jest znacznie bardziej skomplikowany niż warzenie drewna. Para używana do parzenia drewna ma ciśnienie do 2,0 at. Doprowadza się ją dwoma sposobami: bezpośrednio i pośrednio. Sposób bezpośredni polega na tym, że parę wodną wprowadza się bezpośrednio do komory i wówczas para trafia bezpośrednio na poddawane parzeniu drewno. Przy tym sposobie parzenia, para wodna nie musi mieć wysokiego ciśnienia (np. 1,1 at.). Bardzo istotnym w tym procesie parzenia drewna jest by para u wlotu do parzelni nie była przegrzana, gdyż wówczas drewno oprócz procesu ogrzewania zostanie również poddane procesowi suszenia, co jest niedopuszczalne. Takie zagrożenie nie występuje podczas parzenia pośredniego, które polega na przejściu pary wodnej z rur przez warstwę wody, powodując oddanie ciepła i parowanie wody.

**Tab. 1.** Ocena bezpośredniego i pośredniego doprowadzenia pary do urządzeń [opracowanie własne]

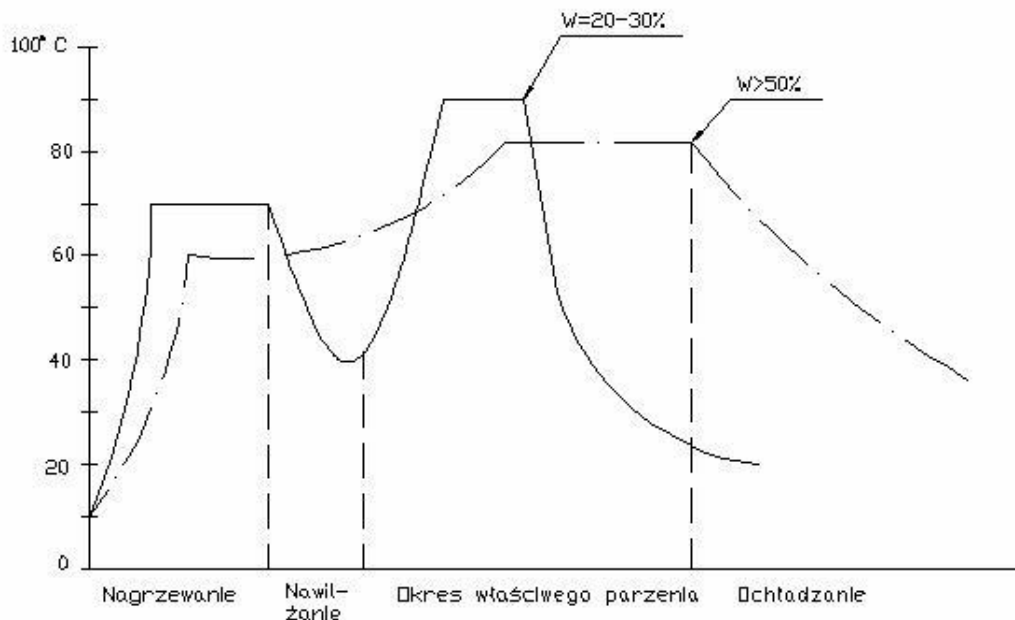
Rodzaj oceny	BEZPOŚREDNI SPOSÓB DOPROWADZENIA PARY	POŚREDNI SPOSÓB DOPROWADZENIA PARY
Zalety	<ul style="list-style-type: none"><li>– prosta i tania instalacja,</li><li>– możliwość stosowania pary o niskim ciśnieniu.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– łagodny przebieg procesu ograniczający uszkodzenia drewna,</li><li>– możliwość powtórnego wykorzystania kondensatu (oszczędność energii),</li><li>– ograniczenie ilości ścieków.</li></ul>
Wady	<ul style="list-style-type: none"><li>– możliwość uszkodzenia drewna</li><li>– niemożność wykorzystania kondensatu (straty ciepłe)</li><li>– konieczność stosowania reduktorów przy stosowaniu pary o wyższym ciśnieniu</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– konieczność stosowania pary o wyższym ciśnieniu</li><li>– droższy system ogrzewczy lecz oszczędniejszy</li></ul>

Przed procesem parzenia należy dążyć do uzyskania wilgotności drewna zbliżonej do punktu nasycenia włókien. Jeśli drewno wykazuje wilgotność niższą należy je wstępnie nawilżyć poprzez np. kąpiel. Tak, więc bezpośrednie doprowadzenie pary wodnej może mieć tylko miejsce w przypadku, gdy obróbce hydrotermicznej poddawane jest drewno świeże lub magazynowane w wodzie.

Wymagania, co do wilgotności wstępnej drewna parzonego są takie same jak w przypadku drewna warzonego. Szczególnie ostro śnie należy nagrzewać drewno zmarznięte.

Zarówno podczas procesu warzenia jak i parzenia drewna można wyróżnić trzy podstawowe okresy:

- czas nagrzewania drewna oraz zwiększenia wilgotności,
- czas właściwego warzenia lub parzenia,
- okres chłodzenia i wyrównywania temperatury.



**Rys. 1.** Schemat procesu parzenia drewna bukowego dla wilgotności 20–30% i 50% [3]

Drewno powietrzno-suche w czasie krótkiego okresu parzenia nie uzyskuje wymaganej wilgotności 25–30%. Czas parzenia drewna o wilgotności początkowej 12% jest wielokrotnie dłuższy niż drewna o wilgotności zbliżonej do wilgotności punktu nasycenia włókien. Dlatego drewno w stanie przesuszonym np. łąty przeznaczone do gięcia należy najpierw podgrzać i namoczyć w ciepłej wodzie oraz leżakować w wodzie w celu wyrównania wilgotności na przekroju poprzecznym, a następnie w dalszej kolejności parzyć.

Podstawowymi właściwościami drewna mającymi wpływ na procesy hydrotermicznej obróbki drewna są:

- gęstość drewna (masa jednostki objętości drewna w tej postaci w jakiej występuje ono w przyrodzie) – jest zależna przede wszystkim od wilgotności drewna, dlatego w praktyce określa się ją najczęściej w stanie powietrzno-suchym 15%,
- porowatość drewna (stosunek zawartych w drewnie przestrzeni wolnych, wypełnionych wodą lub powietrzem, do całkowitej jego objętości w stanie zupełnie suchym),
- wilgotność drewna (stosunek masy wody zawartej w drewnie do masy drewna w stanie zupełnie suchym wyrażanym w kg/kg lub w %),
- higroskopijne właściwości drewna (zdolność do pochłaniania pary wodnej przez ciała o strukturze porowatej jakim jest drewno),
- odkształcenia wilgotnościowe drewna (drewno zmienia swoje wymiary wskutek zmiany wilgotności, czego następstwem są takie zjawiska jak pęcznienie czy kurczenie się drewna),
- właściwości cieplne drewna takie jak: ciepło właściwe, przewodnictwo cieplne, zdolność wyrównywania temperatury zależą od rodzaju i gatunku drewna, budowy anatomicznej, gęstości, wilgotności i innych czynników.

Zjawiskami towarzyszącymi procesowi hydrotermicznej obróbki drewna są nagrzewanie drewna, nawilżanie drewna, pęcznienie oraz odkształcenia relaksacyjno – ubytkowe drewna.

Nagrzewanie drewna zasadniczo sprowadza się do ustalenia temperatury drewna w każdym dowolnym punkcie bryły drewna w zależności od temperatury środowiska ogrzewczego i czasu jego działania.

Warzeniu i parzeniu drewna poddaje się w praktyce drewno mokre (powyżej punktu nasycenia włókien) jak również drewno przeschnięte (poniżej punktu nasycenia włókien). Nawilżanie wówczas polega na rozluźnianiu wiązań cząsteczek celulozowych poprzez wodę. Duże ilości wody wchłaniane są przez drewno dopiero, gdy woda stygnie, gdyż kurczące się w nim powietrze wciąga wodę do wnętrza.

Pęcznienie drewna spowodowane jest zmianą wilgotności. Drewno nawilżane wodą gorącą pęcznieje szybciej i nieco więcej niż drewno nawilżane wodą zimną.

Odkształcenia relaksacyjno – ubytkowe są następstwem relaksacji naprężeń wzrostowych występujących w świeżo ściętym drewnie.

Drewno poddane hydrotermicznej obróbce wykazuje zmiany w zakresie zwiększenia podatności na skrawanie oraz wzrost jego giętkości. Drewno uzyskuje większą plastyczność i przechodzi w stan wysokiej elastyczności. Stwierdzono doświadczalnie, iż drewno poddane hydrotermicznej obróbce ma mniejszy stosunek R:S, gdzie R to promień zginania, a S – grubość zginanego elementu. Po wydaleniu wody z drewna oraz ostygnięciu drewno ponownie uzyskuje dawną sztywność, jaką miało przed obróbką ciepło-wodną.

Do trwałych zmian spowodowanych hydrotermiczną obróbką drewna można zaliczyć zmianę barwy, zmianę właściwości chemicznych (wyługowanie podczas procesu garbników czy żywic).

## **Pytania sprawdzające**

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy odpowiednio przyswoiłeś materiał do samodzielnej nauki.

1. Jaka jest różnica pomiędzy warzeniem a parzeniem drewna?
2. Jakie są fizyczne właściwości drewna wpływające na przebieg procesu warzenia?
3. Jakie zjawiska występują podczas obróbki hydrotermicznej drewna?
4. Jakie zmiany wykazuje drewno poddane obróbce hydrotermicznej?
5. Czy drewno poddane obróbce hydrotermicznej trwale zmienia swoje właściwości?
6. Jakie znasz sposoby parzenia drewna?
7. Jakie znasz etapy warzenia i parzenia drewna?

## 1.2. Urządzenia do parzenia i warzenia drewna

Podczas warzenia drewno zanurza się całkowicie w wodzie o podwyższonej temperaturze nie przekraczającej 100°C. Do tego celu służą baseny warzelniane, które budowane były w przeszłości z cegły klinkierowej lub betonu. Obecnie baseny takie budowane są z stali nierdzewnej lub aluminium, obłożone materiałami izolacyjnymi. Długość basenów warzelnianych powinna być większa od długości ładowanych wyrzynków tak, aby woda miała swobodny dostęp w celu lepszego przepływu pomiędzy czołami wyrzynków a ścianami basenów. W dolnej części basenów umieszczone są rury grzejne, zabezpieczone przed uszkodzeniami podłogą z bali lub legarami. Baseny warzelniane na czas hydrotermicznej obróbki zamykane są szczelnie pokrywą również betonową lub stalową. Najczęstszym uszczelnieniem basenów warzelnianych jest wykorzystanie śluzu wodnej. Drewno wprowadzane jest do basenów od góry za pomocą dźwigów lub żurawi.

$$W = V_W \frac{C_{zm}}{C} \quad [\text{m}^3/\text{zmianę}]$$

W – wydajność zmianowa

$V_W$  – objętość wyrzynków załadowanych do basenu warzelnianego w  $\text{m}^3$

$C_{zm}$  – czas zmiany w godzinach

C – czas warzenia wyrzynków w godzinach

Konieczną liczbę basenów warzelnianych oblicza się wg wzoru:

$$N = \frac{V_R}{n \times W_d}$$

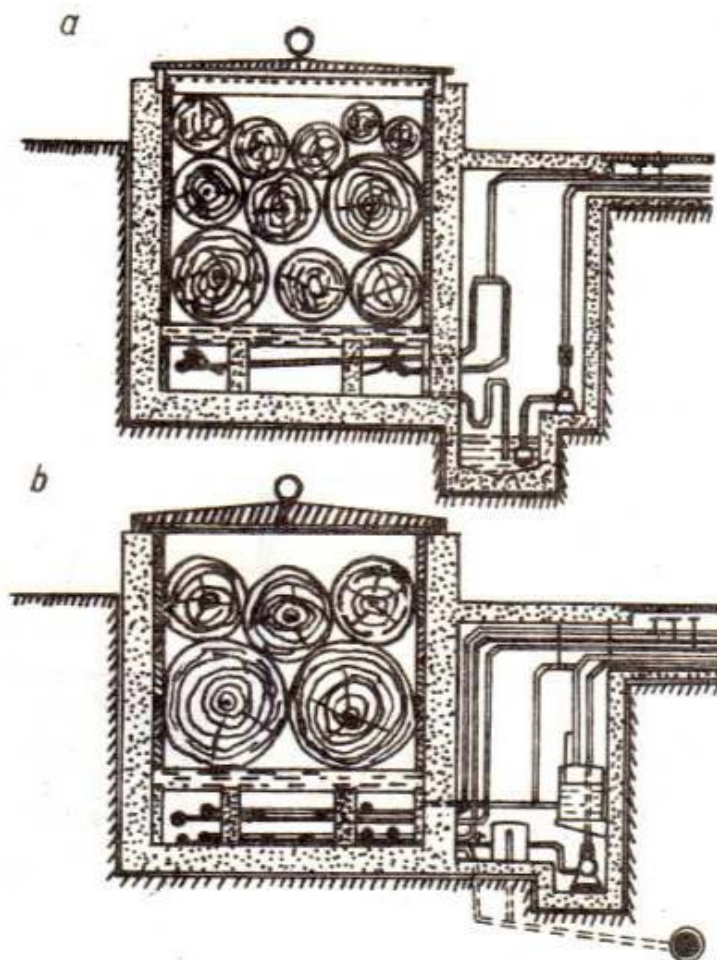
N – liczba basenów warzelnianych

n – liczba dni roboczych w roku

$W_d$  – wydajność basenu warzelnianego w okresie doby w  $\text{m}^3$

Baseny wykorzystywane są również do parzenia drewna. W zależności od sposobu nagrzewania drewna (pośredni lub bezpośredni) doły parzelniane wyposażone są w odpowiednie dysze parowe. Urządzenia takie jak baseny czy komory parzelniane wykorzystywane są głównie w przemyśle okleinowym i sklejkowym.

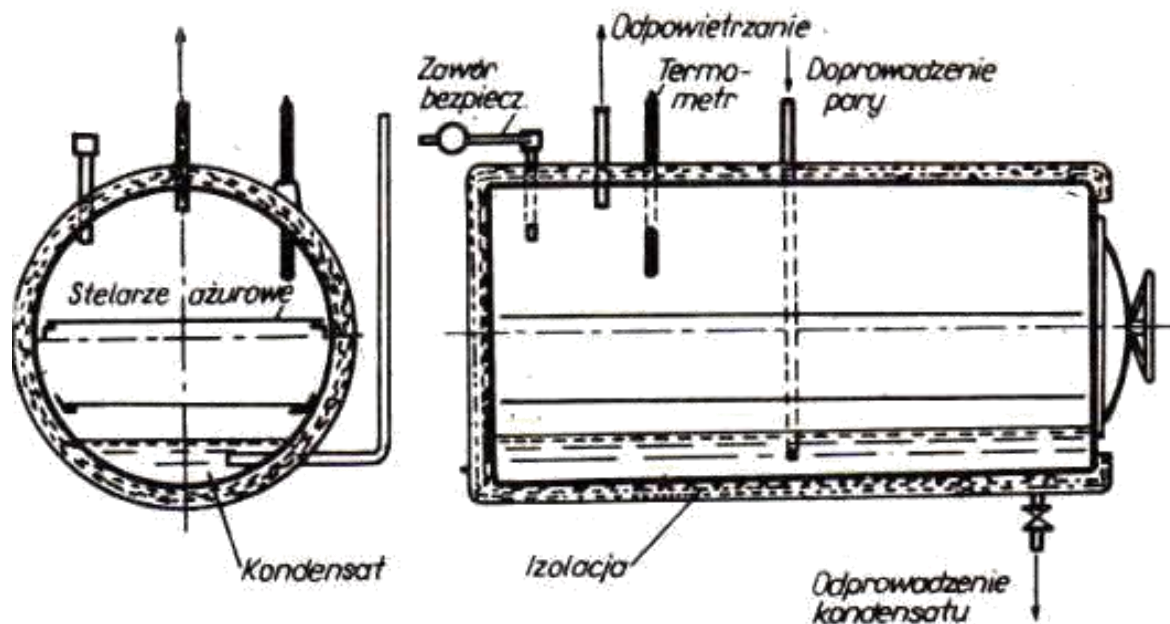
Podczas parzenia drewna bezpośrednio dysze parowe rozprzewadzą parę w sposób bezpośredni. Takie rozwiązanie ma jednak swoje wady. Para musi mieć odpowiednie ciśnienie tak, aby nie była przegrzana. Wówczas może dojść do suszenia a nie parzenia drewna. Podczas parzenia bezpośredniego zniszczeniu ulegą zewnętrzne warstwy drewna na skutek miejscowego przegrzania. Dlatego w przemyśle najczęściej stosowane jest parzenie pośrednie. Wówczas para grzejna musi najpierw przejść przez warstwę wody. Gwarantuje to, iż para będzie na pewno nasycona a drewno nie zostanie zniszczone.



**Rys. 2.** Baseny parzelniane a) z bezpośrednim doprowadzeniem pary, b) pośrednie doprowadzenie pary [3]

Do parzenia drewna wykorzystuje się również autoklawy parzelniane. Są to metalowe zbiorniki ciśnieniowe o ciśnieniu roboczym do 2 at. Wykorzystywane są głównie w przemyśle mebli giętych, gięcia łat czy drążków, ale również do parzenia drewna okrągłego. Drewno wprowadzane jest do autoklawu na szynach. Urządzenie wyposażone jest w przewód doprowadzający parę wodną, reduktor ciśnienia pary, zawór odcinający dopływ pary, zawór bezpieczeństwa, zawór do odpowietrzenia autoklawu, przewód odprowadzający skropliny i termometr. W zależności od sposobu dostarczenia pary wyróżniamy autoklawy z doprowadzeniem pary bezpośrednim oraz pośrednim (poprzez kondensat).

Średnice autoklawów wahają się pomiędzy 1,2–3 m dla drewna okrągłego i 0,5–1,00 m dla parzenia łat. Metalowe cylindry izolowane są watą szklaną o grubości min. 120 mm dla ochrony przed stratami ciepłymi. Wewnątrz autoklawy zabezpieczone są antykorozyjnie lub budowane są ze stopów aluminium. Urządzenia te wyposażone są w pokrywę szczelnie zamykaną na czas parzenia drewna. Zaleca się, aby łaty w parniku ułożone były w sposób luźny, co ułatwia dostęp pary do nich, natomiast dysze parowe nie były kierowane bezpośrednio na drewno w celu zabezpieczenia przed miejscowym przegrzaniem drewna.



Rys. 3. Autoklaw przeznaczony do parzenia łąt giętarskich [3]

Rysunek przedstawia budowę autoklawu do parzenia łąt. W celu zapewnienia dopływu nasyconej pary wodnej, doprowadzenie jej odbywa się poprzez kondensat. Autoklaw parzelniany powinien być ustawiony z niewielkim nachyleniem w kierunku otworu przeznaczonego do odpływu kondensatu. W dolnej części parnika powinna znajdować się ażurowa półka, na której układa się łąty przeznaczone do parnika. Parnik wyposażony jest w termometr i manometr dla zapewnienia stałej kontroli odpowiednich warunków parzenia.

W górnej części autoklawu warzelnianego znajduje się zawór odlotowy, umożliwiający odpowietrzenie parnika. Ponieważ łąty przeznaczone do gięcia należy od razu po zakończonym procesie parzenia skierować na giętarke, lepsze dla parzenia łąt są autoklawy o mniejszych wymiarach, gdyż są bardziej praktyczne, a czas pomiędzy pobraniem pierwszej i ostatniej parzonej łąty jest krótszy. Ciekawym rozwiązaniem jest zastępowanie dużego parnika zespołem mniejszych parników, stanowi ących zespół.

Przed otwarciem parnika należy bezwzględnie zamknąć dopływ pary do parnika. Nieprzestrzeganie tej zasady grozi ciężkim poparzeniem. Kondensat odprowadzany z urządzeń do hydrotermicznej obróbki drewna zawiera substancje żrące, dlatego nie można dopuścić do kontaktu ciała z cieczą poprzez stosowanie rękawic ochronnych i niezbędnego sprzętu bhp.

## Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy odpowiednio przyswoiłeś materiał do samodzielnej nauki.

1. Jakie wykorzystujemy urządzenia do warzenia drewna?
2. Jakie są urządzenia do parzenia drewna?
3. Jak zbudowany jest autoklaw do parzenia drewna?

### 1.3. Przyrządy pomiarowe i kontrolne

Kontrola prawidłowego przebiegu procesu hydrotermicznej obróbki drewna odbywa się za pomocą odpowiednich przyrządów pomiarowych. Pomiary dotyczą wilgotności drewna, ciśnienia pary technologicznej, temperatury pary w przypadku procesu parzenia oraz temperatury wody w przypadku procesu warzenia drewna.

Wilgotność wstępną drewna można mierzyć metodą suszarkowo-wagową (z użyciem dokładnej wagi technicznej) lub za pomocą wilgotnościomierza elektryczno-oporowego.

Do pomiaru temperatury pary czy wody, wykorzystywane są termometry szklane (rtęciowe lub alkoholowe), manometryczne i elektryczne.

Termometry szklane wyposażone są w rurkę zakończoną banieczką wypełnioną rtęcią, tak, aby ta mogła być zanurzona w cieczy grzejszej, a pozostała część z podziałką znajduje się po zewnętrznej stronie urządzenia do hydrotermicznej obróbki drewna. Dzięki temu można mierzyć temperaturę wewnątrz urządzenia, a odczytów dokonywać na zewnątrz. Termometry szklane są urządzeniami dokładnymi, tanimi i prostymi w obsłudze. Nie nadają się jednak do wykonywania zdalnych pomiarów i rejestracji wyników.

Termometry manometryczne składają się z metalowego zbiorniczka i połączonej z nim cienkiej rurki, zwiniętej na kształt spirali. Zbiornik i rurka wypełnione są gazem lub cieczą. Pod wpływem zmian temperatury zbiornik rozszerza się lub kurczy, powodując wychylenie się wolnego końca spiralnej rurki, który jest połączony ze wskazówką. W zależności od zakresu mierzonej temperatury, termometry manometryczne wykazują różną dokładność wskazań.

Termometry elektryczne (termopary) działają na zasadzie powstawania prądu elektrycznego w obwodzie utworzonym z dwu spojonych ze sobą przewodów, wykonanych z różnych metali i miliwoltomierza. Gdy miejsce spojenia przewodów zostanie ogrzane odczyt dokonywany jest za pomocą miliwoltomierza. Termometry elektryczne dzięki możliwości wykonywania zdalnych pomiarów oraz ich rejestracji są współcześnie bardzo często wykorzystywane.

Do ciągłej kontroli ciśnienia pary technologicznej służą manometry.

### Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy odpowiednio przyswoiłeś materiał do samodzielnej nauki.

1. Jakie urządzenia kontrolno-pomiarowe stosowane są podczas hydrotermicznej obróbki drewna?
2. Jakie rodzaje stosuje się do pomiarów temperatury podczas obróbki hydrotermicznej drewna?
3. Na czym opiera się działanie manometru?



## **2. LITERATURA**

1. Bajkowski J.: Maszyny i urządzenia do obróbki drewna. Cz. 1-2. WSiP, Warszawa 1 990
2. Deyda B., Beilschmidt L., Blotz G.: Technologia Drewna. Cz. 1. REA, Warszawa 1999
3. Ławniczak M.: Zarys hydrotermicznej i plastycznej o bróbki drewna. Cz. 1. Warzenie i parzenie drewna. Wyd. AR, Poznań 1972