



[www.lech-bud.org](http://www.lech-bud.org)

## **Impregnacja ciśnieniowa drewna - czynniki decydujące o jej skuteczności**

W Polsce, drewno impregnowane ciśnieniowo znajduje coraz szersze zastosowanie. Wykorzystuje się je w budownictwie przede wszystkim jako elementy spoczywające na fundamentach oraz elementy konstrukcyjne więźby dachowej. Ostatnio coraz częściej impregnowane drewno jest wykorzystywane w konstrukcjach na przestrzeni otwartej, w kontakcie z gruntem, a nawet z wodą morską.

Dobrym przykładem mogą być duże ilości drewna impregnowanego stosowanego w ramach tzw. programu ogrodowego. Technologia budownictwa szkieletowego również przewiduje impregnację niektórych elementów konstrukcyjnych. Duże zagrożenie ze strony czynników biotycznych (grzyby i owady - szkodniki techniczne drewna) tłumaczy konieczność impregnowania drewnianych elementów konstrukcyjnych budynku, znajdujących się poniżej gruntu, podwalin na fundamentach i ścianach fundamentowych, legarów podpodłogowych i innych elementów drewnianych narażonych na zawilgocenie w wyniku bezpośredniego kontaktu z betonem oraz elementów drewnianej architektury zewnętrznej. Warto również pamiętać, iż drewno wymaga ochrony przed czynnikiem fizycznej jego degradacji, jakim jest ogień.

W tym przypadku jakość zabiegu impregnacynego, dobór odpowiedniej metody impregnacji oraz środka ochrony szczególnie wpływa na skuteczność zabezpieczenia drewna. Istniejące w Polsce nasycalnie ciśnieniowe impregnują i eksportują dr inż. Bartłomiej Mazela Kierownik Zakładu Ochrony i Konserwacji Drewna Instytutu Chemicznej Technologii Drewna Akademii Rolniczej w Poznaniu, Specjalista mykologiczno-budowlany Polskiego Stowarzyszenia Mykologów Budownictwa, w latach 1996-98 specjalista d.s. kontroli jakości w przedsiębiorstwie IPALCO-Poland Sp. z o.o. (przemysłowa impregnacja drewna), od 2000 roku konsultant naukowy d.s. produktu w przedsiębiorstwie ALTAX Sp. z o.o. (środki ochrony drewna)

znaczne ilości drewna (fot. 1). Liczba nasycalni ciągle wzrasta. W roku 1995 liczbę takich przedsiębiorstw w Polsce zachodniej szacowano na około 50. Aktualnie w kraju liczbę autoklawów, w których nasycy się drewno metodami ciśnieniowymi, ocenia się na ok. 250. Według danych statystycznych, w ostatnich latach wykorzystanie impregnowanego drewna na przestrzeni otwartej, w krajach wysoko rozwiniętych wzrosło do 50% ogólnej produkcji drewna impregnowanego. W związku z tak szerokim wykorzystaniem drewna impregnowanego, coraz większą uwagę zwraca się na jakość impregnacji, jej metodę a także skutki wynikające z użytkowania takiego drewna.

**Środki                      stosowane                      w                      impregnacji                      ciśnieniowej.**

Proces impregnacji próżniowo-ciśnieniowej, opatentowany przez Bethell'a w 1838 roku, obecnie stanowi najczęściej stosowaną metodę impregnacji drewna na skalę przemysłową. W zakresie środków ochrony drewna stosowanych do nasycania drewna w skali światowej znaczną rolę odgrywają jeszcze preparaty typu CCA (chromowo-miedziowo-arsenowe). Z pośród wielu stosowanych środków ochrony drewna wyróżniają się również preparaty typu CCB (chromowo-miedziowo-borowe), skuteczne w zakresie szerokiego spektrum grzybów niszczących drewno, a jednocześnie o małym ryzyku oddziaływania na środowisko po utrwaleniu się w drewnie. Preparaty te, podobnie jak środki CCF (chromowo-miedziowo-fluorowe) wprowadzono jako alternatywne w stosunku do preparatów typu CCA. Środki impregnacyjne typu CCB opracowane zostały pod koniec lat pięćdziesiątych. Produkuje się je do dzisiaj, stopniowo eliminując związki chromu. W wielu krajach rozpoczęto eliminowanie tych związków ze składu środków ochrony drewna ze względu na ich toksyczność i konieczne stało się opracowanie bezchromowych impregnatów skutecznie zabezpieczających drewno.

Alternatywą stały się tu m.in. środki typu CB. Są to preparaty oparte na związkach miedzi i boru, których znaczenie ze względu na obecność łatwo wymywalnych związków boru zostało ograniczone. Związki boru (głównie kwas ortoborowy i czteroboran sodowy), będące głównymi składnikami powyższych środków, stosowane są ze względu na ich wysoką aktywność w stosunku do grzybów i owadów - technicznych szkodników drewna, a także wchodzi w skład środków przeciwogniowych. Związki miedzi posiadające w obecności związków chromu zbliżoną do niego zdolność utrwalania się w drewnie, stosowane są najczęściej w postaci siarczynu miedziowego, a także naftenianu miedziowego i pentachlorofenolanu miedziowego. W nowoczesnych środkach solnych występują już organiczne połączenia z miedzią. Przykładem mogą być mieszaniny zawierające kompleksy miedziorganiczne (typu Cu-HDO), amoniakalne roztwory miedzi i związków alkilamoniowych (ACQ), bądź nowoczesne preparaty na bazie czwartorzędowych soli amoniowych (QAC) i pochodnych triazolu, nie zawierające metali ciężkich, przeznaczone szczególnie do impregnacji drewna budowlanego.

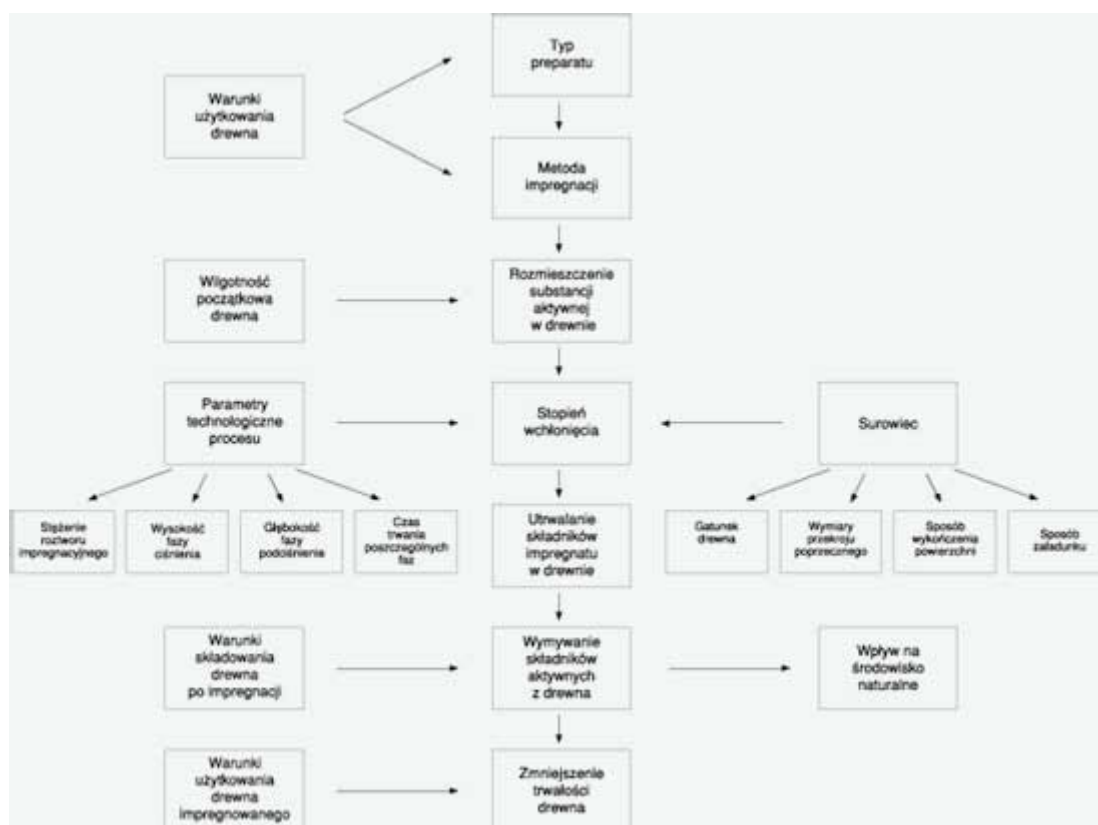
Ze względu na zaostrzone wymagania sanitarne i ekologiczne, stawiane obecnie impregnatom do drewna, preparaty rozpuszczalne w wodzie mają coraz szersze zastosowanie. Chociaż nie zawierają w swoim składzie toksycznych rozpuszczalników, ich wpływ na środowisko naturalne nie zawsze jest obojętny. Przyczyną tego jest łatwość wymywania niektórych składników takich impregnatów z drewna w okresie jego użytkowania, co w efekcie przyczynia się przede wszystkim do zmniejszenia trwałości drewna, a także oddziałuje na środowisko naturalne.

### **Czynniki wpływające na skuteczność impregnacji i trwałość drewna.**

Skuteczność zabezpieczenia drewna na drodze jego impregnacji ciśnieniowej, determinowana jest takimi czynnikami, jak skład chemiczny preparatu, stopień wchłonięcia, zależny od parametrów technologicznych i wilgotności drewna oraz warunki składowania drewna świeżo impregnowanego (rys.1). Podstawowe parametry technologiczne procesu nasycania ustala się uwzględniając klasy zagrożenia. Pojęcie klas zagrożenia jak i szczegółowe parametry technologiczne procesu impregnacyjnego szerzej zostały omówione w artykule dr A. Kundzewicza pt. "Przemysłowa impregnacja drewna" w numerze 5-6'00 niniejszego czasopisma.

Obowiązujące w wielu krajach wymagania dotyczące penetracji preparatu oraz jego

zawartości w jednostce masy lub objętości drewna, wskazują na konieczność prowadzenia badań kontrolnych, zarówno w odniesieniu do preparatu, jak i impregnowanego drewna. Zakres podstawowych czynności kontrolnych obejmuje systematyczne badanie stężenia cieczy impregnacyjnej i wilgotności drewna przed procesem nasycania. Wpływ wilgotności drewna na penetrację preparatu ma w tym przypadku istotne znaczenie. W praktyce, zwłaszcza w warunkach krajowych, nasycaniu poddaje się bardzo często drewno o zbyt wysokiej wilgotności. Działanie takie, chociaż nieuzasadnione z punktu widzenia jakości procesu impregnacji, praktykuje się tylko dlatego, iż brak zewnętrznych organów kontroli jakości impregnowanego drewna, a potencjalny jego użytkownik na podstawie wizualnej oceny, nie jest w stanie stwierdzić, czy drewno zostało prawidłowo zabezpieczone. Zużycie zaś preparatu w takim przypadku pozwala producentowi na duże oszczędności. Trudna więc do przewidzenia jest trwałość drewna w wyniku takiego zabezpieczania.



Badania o charakterze analitycznym, polegają na oznaczeniu głębokości wniknięcia impregnatu przy pomocy chemicznych reakcji barwnych oraz na ilościowej analizie składników aktywnych zarówno w roztworach impregnacyjnych jak i w strefie przesyconej drewna. Dla lepszego zobrazowania powyższej sytuacji, na fotografiach 2, 3 i 4 przedstawiono powierzchnie przekrojów poprzecznych wałków sosnowych poddanych impregnacji próżniowo-ciśnieniowej przy uwzględnieniu zróżnicowanej wilgotności drewna. Zabieg impregnacji wykonano w Zakładzie Ochrony i Konserwacji Drewna Instytutu Chemicznej Technologii Drewna Akademii Rolniczej w Poznaniu w specjalistycznym aparacie do nasycania drewna w skali półtechnicznej.

## Ocena jakości impregnowanego drewna

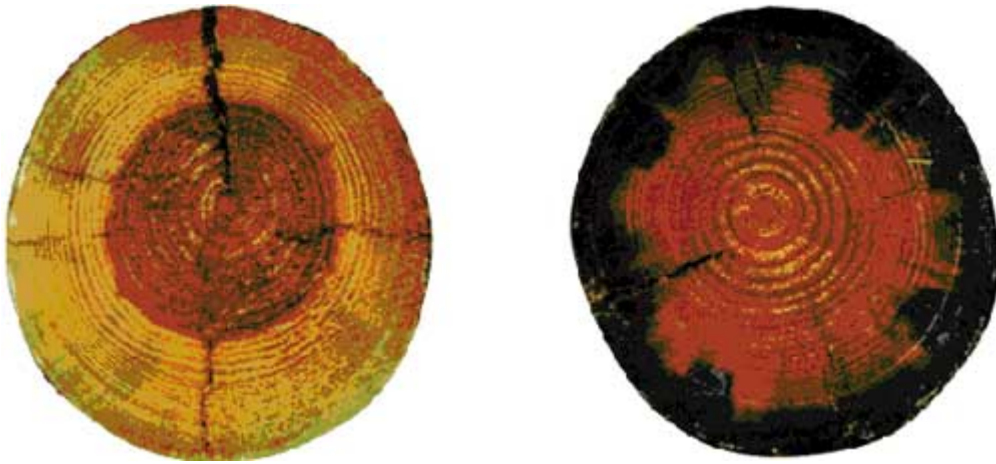
W celu określenia zawartości substancji aktywnej w impregnowanym drewnie wykorzystuje się metody kolorymetryczne, spektrofotometryczne oraz elektrolityczne. Najprostszym

sposobem oceny stopnia nasycenia drewna jest zastosowanie odczynnika dającego reakcję barwną z jednym ze składników środka impregnującego. Nie pozwala to jednak na ocenę ilościową preparatu w drewnie. Spośród metod analizy ilościowej najczęściej stosuje się spektrofotometrię absorpcji atomowej (AAS) bądź fluorescencję rentgenowską (XRF). Dotyczy to środków ochrony drewna zawierających sole nieorganiczne (preparaty typu CCA, CCB, CB). Metody chromatograficzne, lub bardziej tradycyjne metody analizy instrumentalnej polegające na oznaczaniu zawartości substancji kationowo czynnej na drodze miareczkowania dwufazowego, stosuje się do oznaczania preparatów typu ACQ i QAC. Na podstawie kart technicznych środków ochrony drewna przeznaczonych do stosowania metodami przemysłowymi, a także na podstawie wykazu środków dopuszczonych do stosowania można określić procentowy udział składników aktywnych, występujących w postaci różnych związków (np. jonów metali, związków kationowo czynnych, pochodnych triazolu itp.). Uwzględniając zalecane przez producenta zużycie preparatu w stosunku do klasy zagrożenia użytkowanego drewna (w kg/m<sup>3</sup>), można łatwo wyliczyć jaka ilość substancji aktywnej powinna zostać wprowadzona do drewna. Na tej podstawie w wyniku analizy chemicznej drewna impregnowanego można ustalić w dużym przybliżeniu stopień zabezpieczenia drewna.

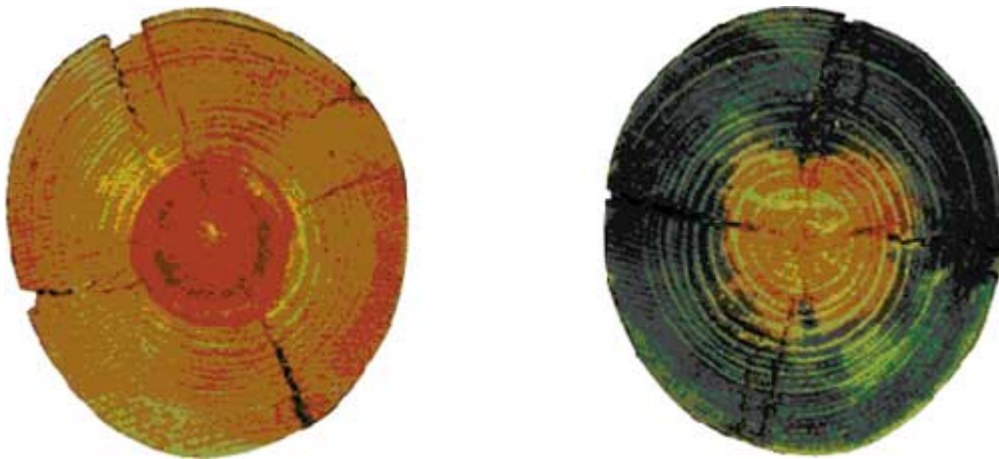


Fot. 1. Przelotowy autoklaw impregnacyjny do przemysłowego nasycania drewna.  
(Fot. Z. Czajka)





Fot. 2. Przekrój poprzeczny drewna nasycanego w stanie wilgotności 12%. Wchłonięcie preparatu = 10.7 kg/m<sup>3</sup>.  
(Fot. G. Cofta)



Fot. 3. Przekrój poprzeczny drewna nasycanego w stanie wilgotności 28%.  
Wchłonięcie preparatu = 7.5 kg/m<sup>3</sup>.  
(Fot. G. Cofta)



Fot. 4. Przekrój poprzeczny drewna nasycanego w stanie wilgotności 55%. Wchłonięcie preparatu = 2.3 kg/m<sup>3</sup>.  
(Fot. G. Cofta)



Fot. 5. Laboratoryjny aparat do nasycania drewna metodami ciśnieniowymi.  
(Fot. B. Mazela)

Badanie zawartości substancji aktywnej w roztworze impregnacyjnym oraz impregnowanym drewnie pozwala więc na jednoznaczną ocenę jakości procesu impregnacyjnego. O skuteczności zaś tego zabiegu można sądzić jedynie na podstawie badań biologicznych. W badaniach tego typu, choć rzadziej stosowanych ze względu na czas ich trwania, pobrane w odpowiedni sposób próbki drewna impregnowanego poddaje się działaniu grzyba testowego i obserwuje się stopień ich porośnięcia. Drewno nasycone w stopniu dostatecznym charakteryzuje się brakiem porostania przez grzyb testowy. Warunki prowadzenia testu muszą spełniać wymogi stawiane laboratoriom mykologicznym.

### **Skutki niedoimpregnowania drewna.**

Negatywne skutki impregnacji drewna objawiające się jego wczesną degradacją są często wynikiem niedopełnienia szeregu podstawowych parametrów technologicznych jak np. niskie stężenie roztworu impregnacyjnego, wysoka wilgotność drewna poddanego nasycaniu, niedostateczna wysokość ciśnienia w procesie impregnacji, skrócony czas procesu i wiele innych, które uwzględniono na rysunku przedstawiającym czynniki wpływające na skuteczność zabiegu impregnacyjnego.

Jednym ze skutków niedoimpregnowania drewna jest jego pleśnienie. Przyczyną tego zjawiska są warunki w jakich materiał ten jest przechowywany tuż po procesie impregnacyjnym. Drewno świeżo impregnowane posiada wilgotność znacznie przekraczającą

punkt nasycenia włókien (28%). Jak wynika z badań, graniczna wartość grzybobójcza fungicydów jest znacznie wyższa dla grzybów pleśniowych niż dla grzybów domowych. Ponadto zbyt niskie stężenie fungicydu może spowodować zjawisko stymulacji wzrostu grzybów pleśniowych. Drewno znajdujące się w warunkach stałej lub okresowo zmiennej, wysokiej wilgotności powietrza narażone jest w wysokim stopniu na działanie grzybów z klasy Ascomycetes i Deuteromycetes, wywołujących zjawisko pleśnienia.

Przyczyną częstego pleśnienia drewna impregnowanego, bądź jego nieoczekiwanie szybkiej degradacji jest również zjawisko wymycia składników impregnatu z drewna. O stopniu wymycia preparatu z drewna decyduje przede wszystkim jego skład chemiczny. Nie mniej jednak prowadzenie procesu nasycania ściśle wg technologii i zaleceń producenta środka impregnacynego oraz sposób użytkowania drewna może w znacznym stopniu ograniczyć tak negatywne skutki. Drewno przeznaczone do użytkowania na przestrzeni otwartej, często w kontakcie z gruntem, powinno być impregnowane z uwzględnieniem klas zagrożenia. Polega to w tym przypadku na wprowadzeniu do drewna odpowiednio większej ilości preparatu przewidzianej do zabezpieczenia drewna w III i IV klasie zagrożenia (drewno użytkowane na przestrzeni otwartej bez kontaktu z gruntem - klasa III oraz w kontakcie z gruntem - klasa IV), uwzględniając w ten sposób działanie wód opadowych oraz dyfuzję składników aktywnych do gleby.

Reasumując, chciałbym raz jeszcze podkreślić przewagę impregnacji wglębnej pod względem jej skuteczności nad metodami powierzchniowymi. W wyniku nasycania ciśnieniowego można uzyskać pełne przesylenie impregnatem strefy bielastej drewna. Niestety koszty zabezpieczenia 1 m<sup>3</sup> drewna metodą ciśnieniową są zdecydowanie wyższe od zabezpieczenia 1 m<sup>2</sup> tarcicy poprzez smarowanie, opryskiwanie, czy zanurzanie. Warto więc przestrzegać podstawowych wymogów technologicznych procesu impregnacynego, by inwestycja stała się w pełni opłacalna.

dr inż. **Bartłomiej Mazela**



materiały pochodzą ze strony  
[www.szkielet.com.pl](http://www.szkielet.com.pl)