

**Anna Wiejak\***

## **BADANIE SKUTECZNOŚCI OCHRONY DREWNA BUDOWLANEGO PRZED DZIAŁANIEM MIKROORGANIZMÓW GLEBOWYCH**

W artykule przedstawiono wyniki badań skuteczności dwóch środków ochrony drewna stosowanych w 4 klasie zagrożenia korozją biologiczną, czyli w kontakcie z gruntem. W badaniach wyznaczono nominalne skuteczne retencje środków metodą skryningową z użyciem gleby sztucznej – wermikulitu i w badaniu właściwym z użyciem gleby naturalnej. Badania prowadzono zgodnie z PN EN 807. Podana w tej normie metoda pozwala określić wymaganą retencję środków w rocznych badaniach laboratoryjnych. Dotychczas badania takie, wykonywane według PN EN 252, wymagały pięcioletnich badań poligonowych.

### **1. Wstęp**

Drewno ze względu na swoje właściwości jest często stosowane jako materiał konstrukcyjny i dekoracyjno-izolacyjny. Szczególną popularność osiągnęło w budownictwie o małej kubaturze, takim jak altany, domki rekreacyjne, place zabaw, skrzynie inspektorowe, skrzynki na kwiaty, szklarnie. Jest wykorzystywane do budowy mostów, pali portowych, słupów sieci elektrycznej, czy też używane na podkłady kolejowe. W zależności od miejsca i sposobu użytkowania drewno może ulegać działaniu różnych czynników atmosferycznych i biologicznych. Czynniki biologiczne mają wpływ nie tylko na zmianę wyglądu drewna, ale mogą powodować jego rozkład, a tym samym utratę nośności elementów konstrukcyjnych. Występowanie rozkładu szarego stwierdzono w wielu elementach budowlanych [1], a wpływ tego rozkładu jest często znaczący.

W zależności od warunków stosowania elementom drewnianym przyporządkowuje się odpowiednie klasy zagrożenia atakiem biologicznym, zdefiniowane w PN-EN 335 [2]. Drewno pozostające w kontakcie z gruntem zostało zakwalifikowane do 4 klasy zagrożenia korozją biologiczną. Jest ono narażone na działanie owadów, grzybów pleśniowych powodujących szary rozkład drewna oraz innych organizmów glebowych, na przykład bakterii. Stosowane w tych warunkach środki ochrony drewna powinny być więc skuteczne w działaniu przeciwko grzybom rozkładu szarego i innym mikroorganizmom glebowym.

---

\* mgr inż. – st. specjalista inż.-tech. w Zakładzie Ochrony Środowiska ITB

Ogólnie przyjętą metodą oceny efektywności ochrony drewna przed mikroorganizmami glebowymi są badania poligonowe prowadzone zgodnie z PN-EN 252 [3]. Badanie polega na wyznaczeniu ilości środka ochrony, która zabezpiecza drewno w kontakcie z gruntem. W tym celu umieszcza się próbki drewna zaimpregnowane różnymi ilościami środka w naturalnym gruncie na 5 lat i ocenia co roku stopień ich zniszczenia. Zasadniczą trudnością w stosowaniu tej metody jest duży teren potrzebny do wykonania badania oraz bardzo długi, 5-letni okres badań. Ogranicza to możliwości prowadzenia badań i stanowi duże utrudnienie dla producentów starających się o wydanie aprobat technicznych. Ze względu na istniejące zapotrzebowanie rynku konieczne stało się opracowanie przyspieszonych i ujednoczonych metod badań oraz ustalenie wymagań dla środków stosowanych w 4 klasie zagrożenia korozją biologiczną.

Badania środków ochrony drewna prowadzone w renomowanych ośrodkach naukowych różniły się metodyką [4–11], co miało zasadniczy wpływ na uzyskiwane wyniki wartości grzybobójczej. Podjęte wspólne międzynarodowe prace umożliwiły wyjaśnienie przyczyn występowania różnic, analizę uzyskiwanych wyników i ustalenie jednolitych zasad wykonywania badań, które zostały wykorzystane do opracowania normy ENV 807 [12]. W roku 2003 w ramach tematu naukowo-badawczego NS-42/03 [13] podjęto w ITB prace nad wdrożeniem normy ENV 807. Przeprowadzone badania pozwoliły na przygotowanie Laboratorium Drewna i Korozji Biologicznej do wykonywania badania środków ochrony drewna stosowanych w kontakcie z gruntem. Metoda uzyskała akredytację podczas audytu zewnętrznego PCA w 2005 r.

## 2. Sposób prowadzenia badań

Badania laboratoryjne środków ochrony drewna zgodnie z PN-ENV 807 są prowadzone w dwóch etapach:

- badania skryningowe (przyspieszone) z zastosowaniem gleby sztucznej, poprzedzające badania podstawowe,
- badania podstawowe z zastosowaniem gleby naturalnej.

### 2.1. Badania skryningowe

Badania skryningowe z zastosowaniem gleby sztucznej służą do wytypowania stężeń badanego środka do właściwego badania, prowadzonego z użyciem gleby naturalnej. Polegają one na poddaniu próbek drewna, nasyconych impregnatem o wybranych stężeniach, działaniu mieszaniny pięciu szczepów grzybów pleśniowych. Tak przygotowane próbki drewna umieszcza się w sterylnym podłożu z wermikulitu i infekuje mieszaniną grzybów. Pojemniki z próbkami inkubuje się w komorze hodowlanej przez 12 tygodni, w określonych warunkach cieplno-wilgotnościowych: wilgotność względna 70%  $\pm$  5 i temperatura 27°C  $\pm$  2. Po upływie tego czasu określa się ubytki mas próbek. Uzyskane wyniki odnosi się do preparatu wzorcowego CCA, który jest badany równocześnie z ocenianym środkiem ochrony drewna.

Badanie to – już po upływie 12 tygodni – pozwala na uzyskanie wstępnych informacji o skuteczności impregnatów i dobranie odpowiednich stężeń do badania właściwego z użyciem gleby.

## **2.2. Badania podstawowe z użyciem gleby naturalnej**

Badanie podstawowe z użyciem gleby naturalnej polega na zaimpregnowaniu serii próbek drewna badanych środkiem o tak dobranych stężeniach, aby ilości wchłoniętego środka mieściły się w zakresie wartości określonych w badaniach skryningowych. Próbki poddaje się następnie procedurze starzenia przez wymywanie, zgodnie z PN-EN 84:2000 [14], i umieszcza w pojemnikach z glebą o sprawdzonej, dużej aktywności mikrobiologicznej. Jednocześnie bada się próbki zaimpregnowane różnymi stężeniami preparatu wzorcowego CCA (miedź, chrom, arsen). Pojemniki z glebą i próbkami inkubuje się w komorze o wilgotności względnej  $70\% \pm 5$  i temperaturze  $27^{\circ}\text{C} \pm 2$ . Ubytki mas próbek oblicza się po 8, 16, 24 i 32 tygodniach ekspozycji w glebie. Ostatecznej oceny dokonuje się po 32 tygodniach. Wybiera się najwyższe stężenie preparatu wzorcowego, przy którym średnie ubytki masy próbek są większe niż 3%. Średnią retencję impregnatu, obliczoną na podstawie wybranego stężenia, przyjmuje się jako równoważną nominalną skuteczną retencję preparatu wzorcowego. Podstawiając ją do wzorów zamieszczonych w normie, oblicza się nominalną skuteczną retencję badanego impregnatu. Jest to taka ilość środka ochrony drewna, jaką w praktyce należy zastosować przy impregnacji drewna, aby nie ulegało ono degradacji przez mikroorganizmy glebowe.

## **3. Materiały do badań**

### **3.1. Preparat wzorcowy**

W badaniach skryningowych i podstawowych stosowano preparat wzorcowy o następującym składzie procentowym:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  – 35%,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  – 45%,  $\text{As}_2\text{O}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  – 20%. Jako rozcieńczalnika używano wody destylowanej.

### **3.2. Badane środki ochrony drewna**

Wybrano dwa środki ochrony drewna w postaci koncentratu:

- oznaczonego „I”, o składzie biocydowym: kwas borowy, propikonazol, tebukonazol, zasadowy węglan miedzi,
- oznaczonego „II”, o składzie biocydowym: czwartorzędowe sole amoniowe, czyli N,N-Didecyl-N-metylo-poly-(oxetylo) – amoniowy propionian, związki miedzi, związki boru.

### **3.3. Próbki drewna**

Do badań podstawowych użyto próbek z drewna sosny zwyczajnej. Z sezonowanego drewna o wilgotności  $14 \pm 2\%$  wycięto płaskie paski o wymiarach  $10 \times 5 \times 100$  mm. Stoje

przekroju znajdowały się pod kątem ( $90 \pm 15^\circ$  do szerokiej powierzchni czółowych. W badaniach skryningowych stosowano próbki o wymiarach  $15 \times 5 \times 40$  mm.

Próbki drewna impregnowano preparatem wzorcowym o stężeniach: 0; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63 i preparatem badawczym o stężeniach: 0,63; 1,0; 1,5; 2,5. Dla każdego stężenia i każdego czasu badania przygotowano następujące próbki:

- próbki badawcze impregnowane badaniem impregnatem, które umieszcza się w glebie (6 próbek badawczych dla każdego stężenia),
- próbki badawcze impregnowane preparatem wzorcowym, które umieszcza się w glebie (6 próbek badawczych dla każdego stężenia),
- próbki korekcyjne impregnowane badaniem impregnatem, które służą do obliczania współczynnika korekcji; w badaniach podstawowych próbki te są przechowywane w workach foliowych w komorze wilgotnościowej razem z próbkami badawczymi (4 próbki dla każdego stężenia); w badaniach skryningowych umieszcza się je w glebie nieinfekowanej grzybami; określony ubytek masy tych próbek odejmuje się od ubytku masy próbek badawczych, uzyskując skorygowaną stratę masy próbek badawczych,
  - próbki korekcyjne impregnowane preparatem,
  - próbki badawcze impregnowane wodą,
  - próbki korekcyjne impregnowane wodą,
  - próbki kontrolne nieimpregnowane, które umieszcza się w glebie w celu określenia jej aktywności (3 próbki dla każdego stężenia),
  - próbki nieimpregnowane (5 sztuk), monitorujące zmiany wilgotności podłoża w czasie.

### 3.4. Podłoża do badań

Można wyróżnić następujące podłoża do badań:

- podłoże do badań skryningowych – wermikulit,
- podłoże do badań podstawowych – specjalne podłoże glebowe o dużej aktywności mikrobiologicznej, przygotowywane z mieszaniny piasku gliniastego, torfu z torfowca, piasku grubego i niewielkiego dodatku kredy (informacje dotyczące doboru gleby przedstawiono w artykule zamieszczonym w kwartalniku ITB [15]).

## 4. Wyniki badań

### 4.1. Wyniki badań skryningowych

Na podstawie ubytku masy 200 próbek obliczono średnie skorygowane straty mas, które posłużyły do obliczenia nominalnej skutecznej retencji preparatów. Na podstawie ilości wchłoniętych przez próbki środków obliczono średnią retencję preparatów. Wyniki przedstawiono w tablicy 1.

Grzyby pleśniowe, którymi było infekowane sztuczne podłoże z wermikulitu, rozmnożyły się, zapewniając właściwe warunki badania. Po 12 tygodniach ekspozycji próbki kontrolne osiągnęły wymagane ubytki mas powyżej 15%.

Tablica 1. Zestawienie średnich skorygowanych strat mas próbek badawczych oraz średnich retencji  
 Table 1. The mean corrected mass losses of test samples and mean preservative retention

Stężenie roztworu %, m/m	Średnia retencja preparatu kg/m <sup>3</sup>	Średnia skorygowana strata masy %
Wzorzec		
0,00	–	15,68
0,16	1,74	7,48
0,25	2,67	3,95
0,40	4,29	0,46
0,63	7,23	0,01
Preparat I		
0,63	2,82	4,06
1,00	4,67	0,99
1,60	7,25	0,59
2,50	11,57	0,69
Preparat II		
0,63	2,80	7,17
1,00	4,49	2,03
1,60	7,14	0,76
2,50	11,75	0,74

Na podstawie ubytków mas próbek badawczych nasyconych środkami badanymi i wzorcowym zgodnie z normą, obliczono nominalne retencje środków:

- impregnatu I – 8,71 kg/m<sup>3</sup>,
- impregnatu II – 8,37 kg/m<sup>3</sup>.

W badaniach przyspieszonych nominalne retencje obu środków były bardzo podobne. Do obliczeń przyjęto ilości środków, przy zastosowaniu których ubytek masy jest niższy niż 3%. Pomimo że impregnat I osiągnął znacznie mniejsze ubytki mas – co wskazywałoby, że jest bardziej skuteczny – do obliczeń zastosowano podobne ilości obu środków, ponieważ ubytek masy poniżej 3% w obu wypadkach osiągnięto w przypadku roztworu o stężeniu 1%.

Wyniki badań skryningowych wskazywały, że lepsze właściwości ochronne powinien wykazywać środek I, co zostało potwierdzone doświadczalnie z użyciem gleby naturalnej.

#### 4.2. Wyniki badań podstawowych z użyciem gleby naturalnej

Badaniami podstawowymi z użyciem gleby naturalnej objęto 500 próbek. W przypadku każdej z nich obliczono ubytki mas po inkubacji w glebie. Na ich podstawie obliczono średnie skorygowane straty masy próbek po różnych okresach ekspozycji. Wyliczono również średnie retencje impregnatów. Wyniki przedstawiono w tablicy 2 i na wykresach (rys. 1–4).

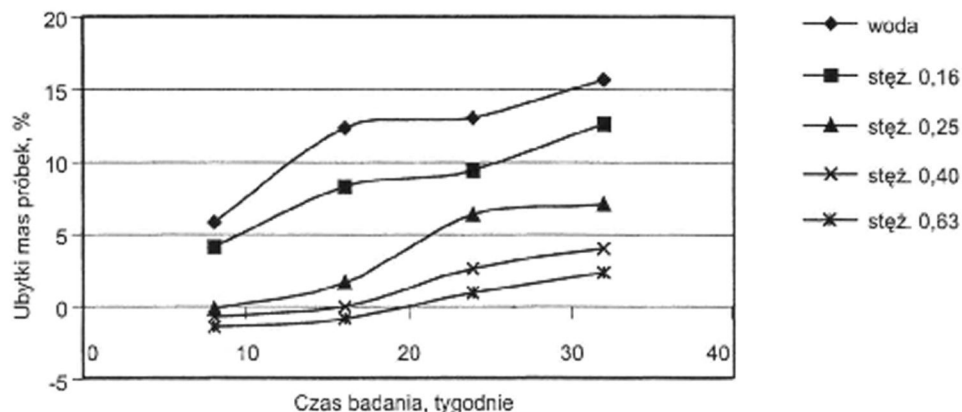
Tablica 2. Zestawienie średnich skorygowanych strat mas próbek badawczych oraz średnich retencji  
 Table 2. The mean corrected mass losses of test samples and mean preservative retention

Stężenie roztworu %, m/m	Średnia retencja impregnatu kg/m <sup>3</sup>	Średnia skorygowana strata masy, %			
		Okres ekspozycji w tygodniach			
		8	16	24	32
<b>Wzorzec</b>					
0,00	–	5,85	12,37	13,00	15,66
0,16	1,03	4,17	8,31	9,49	12,65
0,25	1,65	–0,15	1,64	6,45	7,06
0,40	2,64	–0,70	0,05	2,64	3,98
0,63	4,26	–1,36	–0,80	1,01	2,35
<b>Preparat I</b>					
0,00	–	5,85	12,37	13,00	15,16
0,63	4,36	–1,95	–1,22	3,53	4,65
1,00	6,96	–2,33	–3,45	2,72	3,77
1,60	10,91	–4,02	–4,11	1,03	2,51
2,50	17,13	–2,20	–2,40	–0,11	0,34
<b>Wzorzec</b>					
0,00	–	3,10	3,39	15,54	15,25
0,16	1,09	3,13	3,42	5,60	7,93
0,25	1,78	–0,99	–0,65	3,25	4,90
0,40	2,75	–0,14	–2,23	2,16	3,27
0,63	4,36	–2,09	–2,16	1,39	2,85
<b>Preparat II</b>					
0,00	–	3,10	3,39	15,54	15,25
0,63	4,09	–1,96	3,39	8,19	9,33
1,00	6,69	–1,45	1,45	3,27	5,05
1,60	10,80	–3,67	0,97	1,54	2,72
2,50	17,24	–2,43	–0,16	0,20	0,39

Na rysunkach 1 i 2 przedstawiono ubytki mas dwóch serii próbek zaimpregnowanych preparatem wzorcowym, badanych z dwoma różnymi środkami ochrony drewna (I i II).

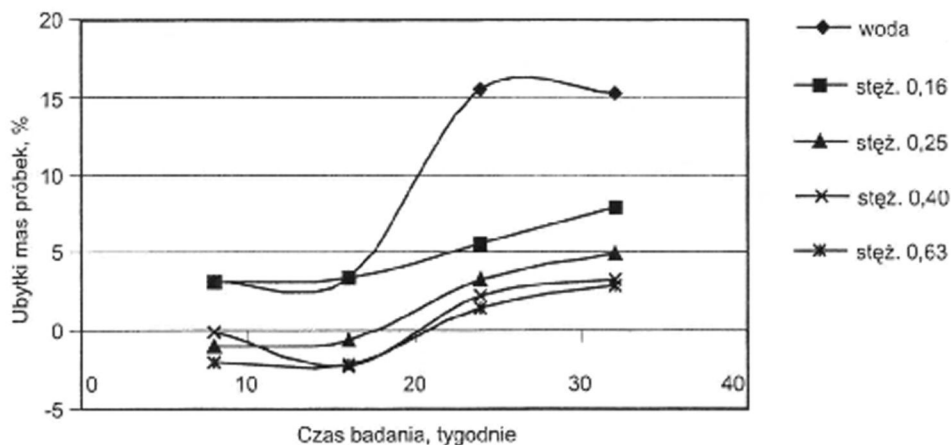
Dwie serie próbek nasycanych preparatem wzorcowym (pierwsza seria próbek impregnowanych środkiem I, druga – środkiem II) badane w tym samym podłożu powinny w takim samym stopniu ulegać degradacji. Mimo że podłoże do badań przygotowywane było równocześnie i powinno mieć tę samą aktywność, stwierdzono różnice w ubytkach mas próbek. Próbki nasycane preparatem wzorcowym badane z próbkami nasyconymi środkiem I mają większe ubytki mas niż te z drugiej serii, nasycone środkiem II. W pierwszej serii ubytki mas próbek wzrastają równomiernie podczas całego cyklu badawczego. W serii drugiej natomiast obserwuje się słabsze oddziaływanie mikroorganizmów w początkowym okresie badania, a ubytki mas stwierdza się dopiero po upływie 16 tygodni. Różnice te były spowodowane różną wilgotnością podłoża badawczego. Każdą serię badań prowadzono w innych komorach cieplnych i pomimo że warunki cieplno-wilgotnościowe w obu były zgodne z normą, to jednak różniły się między sobą. Norma

dopuszcza 10-procentowe wahania wilgotności w komorze. Wilgotność w komorze wpływa na wilgotność gleby w naczyniach badawczych, a tym samym na wilgotność próbek drewna. Próbki bardziej wilgotne są bardziej podatne na działanie mikroorganizmów.



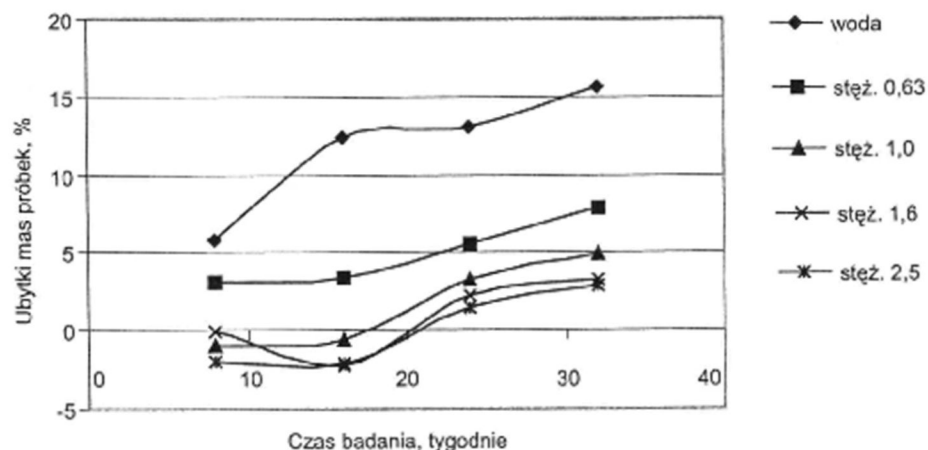
Rys. 1. Ubytki mas próbek w zależności od czasu badania i stężenia preparatu wzorcowego badanego razem ze środkiem I

Fig. 1. Average losses of mass of wooden samples in function of exposure time and of concentration of reference preservative tested together with product I

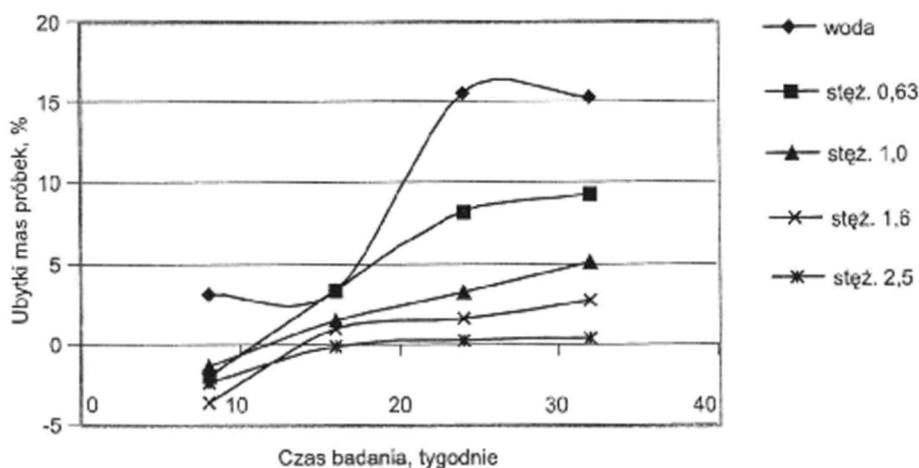


Rys. 2. Ubytki mas próbek w zależności od czasu badania i stężenia preparatu wzorcowego badanego razem ze środkiem II

Fig. 2. Average losses of mass of wooden samples in function of exposure time and of concentration of reference preservative tested together with product II



Rys. 3. Ubytki mas próbek w zależności od czasu badania i stężenia środka I  
 Fig. 3. Average losses of mass of wooden samples in function of exposure time and concentration of product I



Rys. 4. Ubytki mas próbek w zależności od czasu badania i stężenia środka II  
 Fig. 4. Average losses of mass of wooden samples in function of exposure time and concentration of product II

Z porównania wykresów 3 i 4, na których przedstawiono ubytki mas serii próbek nasyconych środkami I i II wynika, że procesy degradacji się różnią. Preparat I w początkowym okresie badania wykazuje niskie ubytki mas, a dynamika niszczenia próbek wzrasta w okresie powyżej 16 tygodni.

Jeśli chodzi o impregnat II, na początku nie obserwuje się ubytków, a wręcz przyrosty masy, ale ubytki wzrastają proporcjonalnie do czasu badania i są wyższe od tych, które obliczono w przypadku impregnatu I.



Na podstawie wyników zamieszczonych w tabelicy 2 obliczono nominalną skuteczną retencję preparatu I, która wynosi  $7,1 \text{ kg/m}^3$  i preparatu II –  $10,7 \text{ kg/m}^3$ .

Na podstawie obliczeń stwierdzono, że przy tej samej skuteczności znacznie korzystniejszy jest środek I niż II – ze względu na niższą retencję. Nominalna skuteczna retencja impregnatu I wynosi około  $7 \text{ kg/m}^3$  i jest ponad 3 kg niższa niż retencja impregnatu II. Środek I będzie więc bardziej ekonomiczny w praktycznym zastosowaniu niż środek II.

## 5. Podsumowanie

1. Poligonowe badania środków ochrony drewna przeznaczonych do stosowania w 4 klasie zagrożenia można zastąpić badaniami prowadzonymi zgodnie z PN-ENV 807. W normie określono warunki badania, pozostawiając wybór podłoża wykonującemu badanie. Dobór podłoża (gleby naturalnej) o dużej aktywności stanowi podstawową trudność i wymaga wykonania dodatkowych badań podłoża przed rozpoczęciem badań podstawowych.

2. Stałe warunki cieplno-wilgotnościowe w komorach badawczych mają decydujące znaczenie dla powtarzalności badań.

3. Z porównań ubytków mas próbek wynika, że do prawidłowego przeprowadzenia badań niezbędne jest dokładne określenie ilości wody odparowującej z pojemników badawczych. Zmiany wilgotności próbek mają wpływ na stopień degradacji biologicznej próbek.

4. Badanie według PN-ENV 807 jest badaniem porównawczym. Nominalną skuteczną retencję wylicza się ze wzorów podanych w normie, odnosząc wyniki uzyskane w przypadku badanego środka z wynikami uzyskanymi przy zastosowaniu preparatu wzorcowego, dlatego też badanie to daje dobre rezultaty, mimo zmiennej aktywności podłoża.

5. Badania skryningowe pozwalają z dużym prawdopodobieństwem określić zakres stężeń środka przydatny w badaniu podstawowym z użyciem gleby. Mimo że znacznie wydłużają one całkowity czas badań, powinny być podejmowane zwłaszcza w przypadku badania nowych środków, których zakres działania jest nieznany. Ryzyko podjęcia trwającego kilkanaście miesięcy badania podstawowego, bez badań skryningowych, jest zbyt duże, gdyż może okazać się konieczne powtórzenie całego cyklu badawczego.

## Bibliografia

- [1] Ważny J.: Badania nad występowaniem rozkładu pleśniowego drewna w Polsce. Zeszyt SGGW „Leśnictwo”, 1970
- [2] PN-EN 335:1996 Trwałość drewna i materiałów pochodnych. Definicja klas zagrożenia ataku biologicznego
- [3] PN-EN 252 Metoda poligonowego badania w celu oznaczania względnego działania zabezpieczającego środka ochrony drewna w kontakcie z ziemią
- [4] Schultz W. O., Riewwnendt M.: Experimentelle Untersuchungen zur Methodik der Moderaufleupfung. *Holz als Roh- und Werkstoff* 20(3), 1962, ss. 105–114

- [5] Ważny J.: Badanie wartości grzybobójczej środków ochrony w stosunku do grzybów rozkładu pleśniowego. *Folia Forestalia Polonica S. B.*, z. 13, ss. 197–213
- [6] Duncan C. G.: Soft rot in wood, and toxicity studies on causal fungi. *Procedures American Wood – Preserver Association*, 1960
- [7] Bravery A. F.: Determining the tolerance of soft-rot fungi to wood preservatives. A comparison of test methods. *Material und Organismen*, 5, 1968
- [8] Savory J. G.: Collaborative soft rot tests. Programme and test methods. IRG on Wood Preservation, Doc. No. IRG/WP/229, 1973
- [9] Gersonde M., Kerner-Gang W.: Development of a method for testing wood preservatives with soft rot fungi. IRG on Wood Preservation, Doc. No. IRG/WP/250, 1975
- [10] Kerner-Gang W., Gersonde M.: Untersuchungen zur Prüfung mit Moderfulepilzen im Vermiculit-Eingrabe-Verfahren. *Material und Organismen*, 7, 1972
- [11] DIN 52172 BL. 1 (1972) Prüfung von Holzschutzmitteln. Bescheinigte Alterung von geschützten Holz. Auswaschbeanspruchung von biologischen Prüfungen
- [12] ENV 807 (1997) Wood preservatives – Determination of the toxic effectiveness against rotting micro-fungi and other soil inhabiting micro-organisms
- [13] Piasecki M., Wiejk A.: Praca badawcza ITB nr 2.6.3.03/NS-42/2003, biblioteka ITB
- [14] PN-EN 84:2000 Środki ochrony drewna. Przyspieszone starzenie zabezpieczonego drewna przed badaniami biologicznymi. Procedura wymywania
- [15] Piasecki M., Wiejak A.: Metoda badania skuteczności ochrony drewna budowlanego przed działaniem mikroorganizmów glebowych. *Prace Instytutu Techniki Budowlanej – Kwartalnik*, 1(133), 2005

#### ASSESSMENT OF THE SOILS APLICABILITY FOR THE TEST OF WOOD PRESERVATIVES EFFECTIVENESS AGAINST SOFT ROTTING MICRO-FUNGI IN SOIL

##### Summary

The paper deals with the test results of wood preservatives effectiveness against soft rotting micro-fungi and other soil inhabiting microorganisms for two wood preservative products being used in the 4th class of biological corrosion hazard. Test were carried out in accordance with PN ENV 807. This method allows to determine the required retention of products within one year laboratory tests, while in method based on PN-EN 252 the 5 years period of testing was necessary. The nominal effective retention was found for two wood preservative products by screening method with technical soil called vermiculite and by the test with natural soil.

*Praca wpłynęła do Redakcji 30 II 2006*