

ARTYKUŁY – REPORTS

**Alicja Abram\***

**Anna Wiejak\*\***

## **DOBÓR METOD BADAŃ DO OCENY ODPORNOŚCI NA DZIAŁANIE GRZYBÓW DOMOWYCH ELEMENTÓW BUDOWLANÝCH Z KOMPOZYTÓW DREWNA I SPOIW MINERALNYCH**

W artykule przedstawiono wyniki badań odporności na zagrzybienie elementów z kompozytów drewna i spoiwa cementowego. Zastosowano kilka metod badawczych: badania grawimetryczne, oznaczanie części nierozpuszczalnych w kwasie solnym, analizę termiczną i badania strukturalne. Uzyskane wyniki nie pozwoliły na ilościowe oznaczenie zmian spowodowanych działaniem grzyba z rodzaju *Basidiomycetes*. Spośród metod stosowanych do oceny odporności materiałów z kompozytów drewna i spoiw mineralnych na działanie grzyba wybrano metodę jakościową, która uwzględnia zmiany zabarwienia, spójność, przyczepność spoiwa do wypełniacza, przerastanie materiału grzybnią.

### **1. Wstęp**

Powstające podczas mechanicznej obróbki drewna duże ilości odpadów w postaci zrębów, wiórów czy trocin są obecnie wykorzystywane jako surowiec wtórny do produkcji wyrobów drewnopochodnych, na przykład płyt wiórowych, pilśniowych, OSB, płyt włókno-cementowych. Znalazły one zastosowanie w różnych dziedzinach gospodarki, przede wszystkim w meblarstwie i w budownictwie. Jako lepszycze do produkcji wyrobów drewnopochodnych stosuje się żywice sztuczne, głównie fenolowo-formaldehadowe i mocznikowo-formaldehadowe, lub spoiwa mineralne, w tym cementowe.

Dotychczasowe badania kompozytów z drewna i cementu dotyczyły głównie właściwości fizykochemicznych oraz wytrzymałościowych [1–6], pomijano natomiast ich odporność na korozję biologiczną, uznając, że są one w tym zakresie odporne. Z wieloletnich obserwacji wynika jednak, że materiał ten jest atakowany przez grzyby niszczące drewno. Wyroby wiórowo-cementowe są bardzo niejednorodne i trudno ocenić ich odporności na zagrzybienie. Ich porowatość sprawia, że strzępki grzybni penetrują w głąb materiału powodując destrukcję.

\* inż. – st. specjalista w Zakładzie Ochrony Środowiska

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

W literaturze problem korozji biologicznej kompozytów z drewna i spoiw mineralnych poruszany był rzadko. Brak jest metodyki badań i kryteriów oceny tego typu wyrobów. W ramach działalności statutowej podjęto w ITB badania, których celem było opracowanie metod badań i wymagań w zakresie odporności elementów z kompozytów drewna i spoiw cementowych na działanie grzybów domowych.

## 2. Metodyka badań

### 2.1. Próbkki do badań

Do badań laboratoryjnych wykonano modelowe bloczki zrębkobetonowe z mineralizatorem i bez mineralizatora. Przygotowano cztery warianty bloczków o różnej zawartości cząstek drewna i mineralizatora w stosunku do cementu. Zróżnicowanie składu poszczególnych wariantów miało na celu sprawdzenie, czy podatność na działanie grzyba testowego *Coniophora puteana* jest uzależniona od ilości zastosowanej zrębki drzewnej. Wariant próbek bez mineralizatora służył tylko do oceny wyników uzyskanych w przypadku serii próbek z dodatkiem mineralizatora, w praktyce bowiem nie wykonuje się tego typu wyrobów bez mineralizatora. Skład poszczególnych wariantów przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Skład ilościowy bloczków. Table 1. Quantitative composition of blocks

Oznaczenie próbki	Cement	Zrębka drzewna	Mineralizator	Woda	Zawartość drewna w stosunku do cementu d/c
Wariant 1	224,8	215,7	–	188,8	96
Wariant 4	224,8	215,7	7,6	188,8	96
Wariant 2	441,4	282,6	–	370,7	64
Wariant 3	441,4	282,6	10	370,7	64

Z przygotowanych bloczków wycięto do badań właściwych i kontrolnych próbki, które sezonowano w komorze klimatycznej około 6 tygodni. Po tym czasie próbki badane poddano działaniu grzyba testowego. Próbki kontrolne umieszczono na samej pożywce maltozowo-agarowej, nie zaszczipionej grzybem testowym, na okres 3 miesięcy, w warunkach optymalnych dla rozwoju grzyba. Po okresie inkubacji próbki poddano dalszym badaniom.

### 2.2. Badania laboratoryjne

Zakres badań laboratoryjnych obejmował:

- badania grawimetryczne,
- analizę makro- i mikroskopową,
- oznaczenie części nierozpuszczalnych w kwasie solnym,
- analizę termiczną.

**Badania grawimetryczne** polegały na określeniu zmian masy próbek po 3-miesięcznej ekspozycji na grzybie.

W ramach **analizy makro- i mikroskopowej** określano zabarwienie świeżych przelamów próbek, strukturę, szacunkową przyczepność spoiwa do wypełniacza, przerastanie przekrojów próbek grzybnią oraz wygląd cząstek drewna.

**Części nierozpuszczalne w kwasie solnym** rozdrobionych próbek badawczych i kontrolnych oznaczono po badaniach grawimetrycznych, stosując rozcieńczony kwas solny w proporcji 1:3. Spodziewano się uzyskać różnice w zawartości części nierozpuszczalnych pomiędzy próbkami badawczymi a kontrolnymi. W próbce badanej, w której grzyb spowodował rozkład tkanki drzewnej, spodziewano się mniej części nierozpuszczalnych niż w próbkach kontrolnych, gdyż tkanka drzewna wchodzi w skład części nierozpuszczalnych.

Stosując **analizę termiczną**, poddano spaleniu poszczególne składniki zrębkobetonu: cement, zrębkę drzewną oraz mineralizator, a także próbki badane i kontrolne. Oznaczano ubytek mas próbek podczas spalania w temperaturze od 20 °C do 1000 °C. Oczekiwano, że na podstawie różnic w ubytkach mas w próbkach kontrolnych i badawczych uda się określić ilościowo rozkład drewna spowodowany działaniem grzyba testowego.

Badania strukturalne i analizę termiczną wykonano pod kierunkiem doc. dr Róży Krywobłockiej-Laurów.

### 3. Wyniki badań

#### 3.1. Badania grawimetryczne

Wyniki badań grawimetrycznych podano w tabelicy 2. Ubytki masy przedstawiono jako średnie ubytki masy z 10 próbek.

Tabelica 2. Wyniki badań grawimetrycznych. Table 2. Results of gravimetric tests

Wariant zrębkobetonu	Średnie zmiany masy próbek badanych i kontrolnych, %		Różnice przyrostu masy
	próbki kontrolne leżące na samej pożywce	próbki badane poddane działaniu grzyba	
1	-9,96*	-8,37	1,59
4	-10,68	-9,98	0,70
2	-12,25	-10,54	1,71
3	-10,79	-10,69	0,10

\* Znak minus przy zmianach masy oznacza przyrost masy

### 3.2. Oznaczanie części nierozpuszczalnych w kwasie solnym

Wyniki oznaczeń części nierozpuszczalnych w kwasie solnym przedstawiono w tablicy 3.

Tablica 3. Wyniki oznaczania części nierozpuszczalnych w kwasie solnym

Table 3. Results of determination of insoluble residue in HCl

Oznaczenie próbki	Zawartość części nierozpuszczalnych w HCl, %, średnia z 3 oznaczeń		Różnica w zawartości części nierozpuszczalnych między próbkami badanymi i kontrolnymi
	próbki kontrolne	próbki badane	
Wariant 1	27,2	27,3	-0,1*
Wariant 4	27,4	26,7	0,7
Wariant 2	20,5	19,3	1,2
Wariant 3	20,7	23,9	-3,2

\* Znak minus oznacza przyrost masy próbek badanych w stosunku do kontrolnych

### 3.3. Analiza makroskopowa

Wyniki analizy makroskopowej próbek badanych i kontrolnych zestawiono w tablicy 4.

Tablica 4. Analiza makroskopowa próbek zrębkobetonowych

Table 4. Macroscopic analysis of concrete incorporating wooden chips specimens

Badane cechy	Wariant 1		Wariant 4	
	próbki kontrolne	próbki badane	próbki kontrolne	próbki badane
Zabarwienie świeżego przełamu	szarobeżowe	kremowożółte z białym nalotem	kremowobeżowe	kremowobeżowe z białymi wyraźnymi plamami
Struktura	bardzo porowata	bardzo porowata; w porach widoczna grzybnia	porowata	porowata, pory częściowo wypełnia grzybnia
Szacunkowa przyczepność spoiwa do wypełniacza	słaba, próbka kruszy się pod silnym naciskiem palca	bardzo słaba, próbka kruszy się pod lekkim naciskiem palca	bardzo dobra, nie kruszy się pod silnym naciskiem palca	bardzo dobra, nie kruszy się pod silnym naciskiem palca
Badane cechy	wariant 2		wariant 3	
	próbki kontrolne	próbki badane	próbki kontrolne	próbki badane
Zabarwienie świeżego przełamu	szarobeżowe	żółtobeżowe z białym nalotem	beżowe	beżowożółte z białymi wyraźnymi nalotami
Struktura	porowata	porowata; w porach widoczna grzybnia	porowata	porowata; w porach widoczna grzybnia

cd. tablicy 4

Badane cechy	Wariant 2		Wariant 3	
	próbki kontrolne	próbki badane	próbki kontrolne	próbki badane
Szacunkowa przyczepność spoiwa do wypełniacza	bardzo dobra, próbka nie kruszy się pod silnym naciskiem palca	dostateczna, próbka kruszy się pod silnym naciskiem palca	bardzo dobra, nie kruszy się pod silnym naciskiem palca	bardzo dobra, nie kruszy się pod silnym naciskiem palca

### 3.4. Analiza termiczna

Wyniki analizy termicznej przedstawiono w tablicach 5 i 6.

Tablica 5. Ubytki masy poszczególnych składników zrębkobetonu w różnych zakresach temperatury  
Table 5. Decrease of mass of ingredients of concrete incorporating wooden chips at various temperature ranges

Składnik	Zakres temperatury °C	Ubytek masy %	Suma ubytku masy do 1000 °C
Zrębka drzewna	20–200	13,8	100
	200–400	55,0	
	400–660	31,2	
	660–1000	0	
Mineralizator	20–300	20,3	21,6
	300–1000	1,3	
Cement	20–200	0,8	3,2
	200–400	0,3	
	400–660	0,6	
	660–1000	1,5	

Tablica 6. Ubytki mas próbek zrębkobetonu

Table 6. Decrease of mass of concrete incorporating wooden chips specimens

Rodzaj próbki	Gęstość objętościowa g/cm <sup>3</sup>	Ubytki masy w różnych zakresach temperatury	
		20–1000 °C	200–660 °C
Próbki badane, wariant 1	0,450	53,4	31,0
Próbki kontrolne, wariant 1		49,4	28,3
Próbki badane, wariant 4	0,527	45,4	24,0
Próbki kontrolne, wariant 4		46,3	25,3
Próbki badane, wariant 2	0,638	46,0	24,0
Próbki kontrolne, wariant 2		43,4	22,7
Próbki badane, wariant 3	0,640	46,4	25,3
Próbki kontrolne, wariant 3		45,9	25,0

## 4. Omówienie wyników badań

W badaniach grawimetrycznych miarą destrukcyjnego działania grzyba jest ubytek masy próbek badanych pomniejszony o ubytek masy próbek kontrolnych. Po 3-miesięcznej ekspozycji badanych próbek żrętkobetonu na grzybie testowym zaobserwowano przyrosty masy zamiast spodziewanych ubytków.

Próbki badane każdego wariantu uzyskały niższe przyrosty mas niż próbki kontrolne. Różnica przyrostu mas próbek bez mineralizatora (wariant 1 i 2) okazała się większa niż w przypadku próbek z mineralizatorem i wynosiła odpowiednio 1,59% i 1,71%. W przypadku próbek z dodatkiem mineralizatora różnica ta wynosiła 0,1% (wariant 3) i 0,7% (wariant 4). Próbki o zwiększonej zawartości drewna (wariant 4) uzyskały wyższą „różnicę przyrostu” niż próbki zawierające mniej żrętki drzewnej (wariant 3).

Uzyskane wyniki badań grawimetrycznych nie pozwalają na jednoznaczne określenie wpływu działania grzyba testowego na próbki o różnym składzie ilościowym poszczególnych składników. Wpływ mineralizatora na odporność żrętkobetonu na zagrzybienie demonstruje się wyższą „różnicą przyrostu” masy w stosunku do próbek bez jego dodatku. Niewielkie różnice w przypadku wariantów o różnej zawartości cząstek drewna mogą być spowodowane dużą niejednorodnością materiału, a nie działaniem grzyba. Na wyniki wpływa również hydratacja cementu. Z wymienionych wyżej powodów nie można ilościowo określić zniszczenia próbek.

W badaniach oznaczeń części nierozpuszczalnych w kwasie solnym nie obserwuje się zależności pomiędzy zawartością części nierozpuszczalnych a ilością zawartego drewna w poszczególnych próbkach. Różnice pomiędzy próbkami badanymi i kontrolnymi są na tyle małe, że mogą wynikać z niejednorodności materiału. Nie obserwuje się przewidywanego wpływu działania grzyba na zawartość części nierozpuszczalnych.

W wyniku analizy termicznej poszczególnych składników żrętkobetonu stwierdzono, że:

- największe straty masy żrętki drzewnej zaobserwowano w temperaturze od 200 °C do 400 °C, a do osiągnięcia temperatury 660 °C ulega ona całkowitemu spalaniu;
- mineralizator wykazał największy ubytek masy, 20,3%, w temperaturze od 20 °C do 300 °C, a 1,3% w temperaturze od 300 °C do 1000 °C; na skutek małej zawartości mineralizatora w próbkach ubytek masy wynikający z jego rozkładu może być pominięty w obliczeniach;
- cement ulega rozkładowi bardzo równomiernie w temperaturze od 20 °C do 1000 °C.

Przyjęto, że do temperatury 660 °C ubytki masy pochodzą z rozkładu drewna i zaczynu cementowego, a powyżej tej temperatury, do 1000 °C, jedynie z rozkładu zaczynu cementowego. W próbkach poddanych działaniu grzyba zawartość produktów rozkładu żrętki powinna być niższa niż w próbkach kontrolnych. Ilość masy drzewnej poddanej spalaniu na skutek destrukcyjnego działania grzyba w próbkach badanych powinna być mniejsza. Nie zaobserwowano jednak takiej prawidłowości. W wariacie 3 (z dodatkiem mineralizatora) uzyskano identyczne zawartości produktów rozkładu żrętki w przypadku próbek badanych i kontrolnych. Jedynie próbki badane z dodatkiem mineralizatora (wariant 4) wykazywały nieco mniejszą zawartość produktów rozkładu żrętki w stosunku do próbek kontrolnych. Różnice między próbkami badanymi i kontrolnymi są zawarte w przedziale od 1,3% do 2,7%.

Oceniono strukturę materiału i przyczepność zaczynu cementowego do wypełniacza zrębki drzewnej. Próbkę wariantu 1 miały bardzo porowatą strukturę, wynikającą z dużej ilości zrębki w stosunku do cementu, i były najbardziej kruche – kruszyły się pod naciskiem palca. Próbkę wariantu 2 były mniej porowate niż próbki wariantu 1, miały bardzo dobrą przyczepność spoiwa do wypełniacza i nie kruszyły się pod naciskiem palca. Próbkę z mineralizatorem (wariant 3 i 4) wykazywały nieco lepszą przyczepność w stosunku do odpowiednich wariantów bez mineralizatora.

Po 3-miesięcznej ekspozycji na grzybie stwierdzono, że we wszystkich wariantach próbek badanych na powierzchni i przełomach widoczne były strzępki grzybni, które wypełniały pory zrębkobetonu. Zabarwienie próbek badanych różniło się od barwy próbek kontrolnych. Nie obserwowano znacznych zmian w strukturze drewna, natomiast próbki poddane działaniu grzyba były bardziej kruche niż przed ekspozycją. Grzyb rozwijając się, wytwarza środowisko kwaśne, które ma większy wpływ na zmiany w zacznym cementowym niż w samym drewnie, powodując zmiany w przyczepności spoiwa do wypełniacza.

## 5. Podsumowanie

Przeprowadzone w niniejszej pracy badania odporności elementów budowlanych z kompozytów drewna i cementu na działanie grzybów domowych nie pozwoliły na wytypowanie ilościowej metody oceny tych procesów. Mimo wykorzystania w badaniach próbek najbardziej podatnych na zagrzybienie – o dużej porowatości, braku dodatku mineralizatora, zróżnicowanej ilości zrębki drzewnej – zastosowane ilościowe metody oceny odporności na zagrzybienie nie przyniosły spodziewanych rezultatów.

W badaniach grawimetrycznych nie można jednoznacznie określić wpływu działania grzyba na badane próbki. Nie obserwuje się wyraźnych różnic zmiany masy w zależności od stosunku ilości drewna do cementu. Uzyskane przyrosty masy próbek świadczą, że metoda zmiany masy jest nieprzydatna do oceny odporności materiału na zagrzybienie.

Badania makroskopowe i analizy termiczne wykazują, że niezależnie od ilości drewna w stosunku do spoiwa działanie grzyba ma większy wpływ na zaczyn cementowy niż na zrębkę drzewną. Mimo penetracji grzyba do wnętrza próbek i optymalnych warunków do jego rozwoju nie obserwowano znaczącego, destrukcyjnego wpływu grzyba na drewno.

Próby oznaczenia części nierozpuszczalnych w kwasie solnym nie dały jednoznacznej odpowiedzi dotyczącej odporności zrębkobetonu na grzyb *Coniophora puteana*. Nie stwierdzono istotnych różnic między poszczególnymi wariantami.

Najbardziej miarodajną do oceny odporności materiałów z kompozytów drewna i spoiw cementowych wydaje się metoda jakościowa, która uwzględnia między innymi zmiany zabarwienia, spójność, przyczepność spoiwa do wypełniacza, przerastanie materiału grzybnią.

## Bibliografia

- [1] Dąbrowski J.: Badania nad możliwością zużytkowania strużki stolarskiej do produkcji materiałów budowlanych opartych na spoiwie cementowym. Praca ITB 1952 nr U/III-1
- [2] Dąbrowski J.: Ocena przydatności elementów wiórowo-cementowych OSDĄB w budownictwie niskokondygnacyjnym. Praca planowa ITB 1960 nr XI/3/111

- [3] Dąbrowski J.: Wytyczne stosowania elementów stróżkobetonowych w budownictwie. Praca ITB 1962 nr III/3/62
- [4] Druet T.: Technologia płyt wiórowych. Wyd. SGGW, Warszawa 1992
- [5] Toth S., Tompa M.: Produkcja płyt drewnopochodnych na Węgrzech. *Przemysł Drzewny*, 1, 1992
- [6] Provaznik I.: Produkcja płyt drzewnych w Czechosłowacji i możliwości współpracy. *Przemysł Drzewny*, 1, 1993

## SELECTION OF TEST METHODS FOR ESTIMATION OF RESISTANCE TO DOMESTIC FUNGUSES EFFECT IN CONCRETE INCORPORATING WOODEN CHIPS

### Summary

In paper, the results of research concerning the resistance on *Basidiomycetes* of concrete incorporating wooden chips are shown. The following test methods were used: gravimetric for determination of insoluble residue in HCl, thermal analysis and structural test. Obtained results did not allow for quantitative estimation of changes caused by *Basidiomycetes*. From the methods used for determination of resistance of concrete incorporating wooden chips to fungus proceeding, the qualitative method has been selected. This method include changing of colour, cohesion, bond strength between binder and filler, sticking of solder to fulfilment, overgrowing of fungus.

*Praca wpłynęła do Redakcji 14 IV 2003*