

# Adam Krajewski, Jerzy Ważny

---

## Naturalna trwałość drewna lim (*Erythrophleum fordii* Oliv.) i kien (*Hopea pierrei* Chance), materiału konstrukcyjnego zabytkowych budynków w Hue

---

Ochrona Zabytków 55/2 (217), 207-213

---

2002

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

## NATURALNA TRWAŁOŚĆ DREWNA LIM (*ERYTHROPHLEUM FORDI* OLIV.) I KIEN (*HOPEA PIERREI* CHANCE), MATERIAŁU KONSTRUKCYJNEGO ZABYTKOWYCH BUDYNKÓW W HUE

Odmienne warunki przyrodnicze i materiałowe, w jakich przyszło prowadzić zespołowi pracowników PP Pracownie Konserwacji Zabytków prace konserwatorskie w Hue w Wietnamie, spowodowały konieczność przeprowadzenia badań studialnych i doświadczalnych wyjaśniających niektóre kwestie. Latem 1996 r. zostały przysłane do Polski próbki drewna konstrukcyjnego z Hue. Zostały one oznaczone przez stronę wietnamską jako lim (*Erythrophleum fordii* Oliv.) i kien (*Hopea pierrei* Chance). W grudniu 1996 r. uzupełniono je dalszym materiałem testowym pobranym w Hue.

W związku z podziałem zadań badawczych i ograniczoną możliwością poboru materiału badawczego (liczebność i rozmiary pobranych próbek), badania prowadzone przez stronę polską skoncentrowały się na sprawach degradacji drewna tych gatunków przez grzyby. Niniejszy artykuł zawiera częściowe sprawozdanie z tych prac, w zamierzeniu mających znaleźć odzwierciedlenie w publikacji PKZ, podsumowującej prace konserwatorskie w Hue.

### Przegląd piśmiennictwa

Poniżej przedstawiono przegląd piśmiennictwa z okresu ostatnich 20 lat, dotyczący trwałości i innych właściwości technicznych drewna z rodzaju *Erythrophleum* i *Hopea*. A. L. K. Bentum i F. W. Addo-Ashong<sup>1</sup> w pięcioletnich badaniach poligonowych w klimacie Ghany dokonali oceny naturalnej trwałości twardzieli 48 tamtejszych gatunków drzew, m.in. *Erythrophleum guineense*.

W. H. Brown<sup>2</sup> omówił właściwości mechaniczne i odporność na biodegradację w aspekcie użyteczności licznych gatunków tropikalnych drewna konstrukcyjnego, m.in. z rodzaju *Hopea* (*H. iriana*, *H. papuana* i *H. parviflora*).

M. Hossain, M. A. Quasem i M. S. Hoque<sup>3</sup> opisali 5 mechanicznych właściwości twardzieli 9 gatunków drewna z Bangladeszu, m.in. *Hopea odorata*.

W anonimowym artykule zamieszczonym w periodyku „Perkasa”<sup>4</sup> podano dane dotyczące różnych właściwości technicznych gatunków *Hopea sp.* występujących w rejonie Sarawaku.

G. Deon, M. Chadenson i M. Hauteville<sup>5</sup> zbadał wpływ ekstraktów z twardzieli 6 afrykańskich gatunków ków drzew *Erythrophleum* (m.in. *E. guineense* i *E. ivorense*) na 2 gatunki grzybów rozkładu brunatnego (*Poria sp.* i *Poria placenta*) i 2 gatunki grzybów rozkładu białego (*Lentinus squarrosulus* i *Coriolus versicolor*).

M. Yatagai i T. Takahasi<sup>6</sup> podali stabelaryzowane informacje o 70 gatunkach drzew z północno-wschodniej Azji i rejonu Pacyfiku, w tym dla *Hopea pierrei*. Informacje te zawierały m.in. dane dotyczące rozkładu drewna spowodowanych przez *Tyromyces palustris*, *Coriolus versicolor* i *Pycnopterus coccineus* (*P. sanquineus*).

S. S. Rajput i R. C. Lohani<sup>7</sup> dokonali badań porównawczych cech wytrzymałościowych drewna miękkiego i gatunków drewna twardego w tym *Hopea utilis*, dla którego uzyskano dobre wyniki.

H. K. Seng<sup>8</sup> opisał w skrócie właściwości drewna 7 malajskich gatunków z rodzaju *Hopea*, podając dane dotyczące m.in. trwałości, występowania, ogólne dane dotyczące charakterystyki, anatomii oraz zastosowania zabiegów ochronnych.

B. Anuwongse<sup>9</sup> opisał użycie 5 gatunków twardego drewna w Tajlandii (m.in. *Hopea odorata*), obłożonych betonem do wysokości 1 m powyżej największego poziomu przyływu morza, w warunkach konstrukcji słupowych typu molo i domostw.

1. A. L. K. Bentum, F. W. Addo-Ashong, *Weathering Performance of Some Ghanaian Timbers*, Forest Products Research Institute, Ghana, Technical Note 16, 1977, s. 13.

2. W. H. Brown, *Some Heavy Structural Timbers. Strength in the Controlling Element in Selection Anduse*, „Woodworking Industry” 1978, 35(11), s. 19-20.

3. M. Hossain, M. A. Quasem, M. S. Hoque, *Five Mechanizing Properties of Nine Bangladesh Hardwoods*, Forest Research Institut Chittogong, Bangladesh, „Bango Biggyan Patrika” 1978, 1-1/7, s. 9-13.

4. *The Properties of Sarawak Timber: Merawan/Selangan (Hopea species)*, „Perkasa” 1979, 9/31.

5. G. Deon, M. Chadenson, M. Hauteville, *Influence des extraits naturels du bois sur sa resistance à la pourriture*, „Bois et Forets des Tropiques” 1980, 191, s. 75-90.

6. M. Yatagai, T. Takahashi, *Tropical Wood Extratives Effect on Durability, Point Curing Time and Pulp Sheet Resin Spotting*, „Wood Science” 1980, 12(3), 1980, s. 176-182.

7. S. S. Rajput, R. C. Lohani, *A Study on the Comparison of Strength of Sapwood and Heartwood*, Forest Research Institut Dehra Dun, India, 2/19, 1981 Van Vigyan, s. 78-82.

8. H. K. Seng, *Malaysian Timbers — Merawan*, ulotka handlowa Malaysian Forest Service 53, 1981, s. 10.

9. B. Anuwongse, *The Practice of Using Concrete on Wood Piling for Marine Use in Thailand*, International Research Group on Wood



Ho Xuan Cac<sup>10</sup> przedstawił warunki i technologie stosowane w Wietnamie w zakresie suszarnictwa, podając m.in. niektóre dane techniczne dotyczące *Hopea odorata*.

R. Wagenführ<sup>11</sup> opisał właściwości techniczne *Erythrophleum ivorense* i *Erythrophleum guineense*.

L. J. Harzmann<sup>12</sup> podał stabelaryzowane dane techniczne i niektóre dane przyrodnicze dotyczące drewna wielu gatunków drzew rosnących w Indochinach, m.in. *Erythrophleum fordii* i *Hopea pierrei*.

G. Deon<sup>13</sup> stwierdził, że przy ekstrakcji z użyciem szeregu rozpuszczalników pięć tropikalnych gatunków drzew (w tym *Erythrophleum ivorense*) straciło swoją naturalną odporność na rozkład powodowany przez grzyby.

N. Supriana<sup>14</sup> przeprowadził porównawcze badania nad odstraszeniem 2 gatunków termitów i odpornością na ich żer 28 tropikalnych gatunków drewna. W przypadku termita *Coptotermes curvignathus*, wśród gatunków drewna będących dobrymi repelantami najlepsza okazała się m.in. *Hopea ferruginea*.

W. Syafii, T. Yoshimima i M. Samejima<sup>15</sup> dokonali oceny podatności na rozkład drewna 13 azjatyckich gatunków drzew po dwumiesięcznym doświadczeniu z *Coriolus versicolor*. *Hopea pierrei* należała do gatunków, które wykazały najmniejsze straty ciężaru drewna.

R. Wagenführ i Chr. Scheiber<sup>16</sup> wśród różnych gatunków tropikalnego drewna opisali właściwości techniczne i niektóre dane przyrodniczo-techniczne dotyczące *Erythrophleum guineense* i *Erythrophleum ivorense* oraz *Hopea odorata*, m.in. trwałość i podatność na działanie szkodników technicznych drewna.

Phan Huy Le<sup>17</sup> omówił problemy dotyczące konserwacji zabytków w Hue w Wietnamie podając m.in. występujące w tamtych konstrukcjach gatunki drewna lim (*Erythrophleum fordii*), sen (*Bassia pasquieri*), tan (*Vatica sp.*) i mit.

Niektóre problemy występujące przy konserwacji zabytkowych budynków na terenie cytadeli w Hue przybliżyli polskiemu Czytelnikowi A. Krajewski i J. Ważny<sup>18</sup>.

## Cel i zakres badań

Badaniami objęto zagadnienia dotyczące naturalnej trwałości drewna twardzieli lim (*Erythrophleum fordii* Oliv.) i kien (*Hopea pierrei* Chance). Przeprowadzono je w celu zapewnienia prawidłowości działań konserwatorskich prowadzonych w Hue i wyjaśnienia licznych wątpliwości pojawiających się w trakcie prac w Wietnamie. Wykonano prace terenowe (pobranie próbek drewna, pobranie owocników grzybów lub wykonanie ich zdjęć) oraz prace kameralne i laboratoryjne w zakresie:

a) określenia gatunków grzybów niszczących drewno zabytkowych budynków w Hue,

b) oceny naturalnej odporności drewna lim i kien, współczesnego i XIX-wiecznego, na różnego typu rozkład drewna (w nawiązaniu do pkt. a).

## Metodyka badań

### Oznaczenie gatunków grzybów niszczących drewno zabytkowych budynków w Hue

Określenie gatunków grzybów przeprowadzono na podstawie próbek porażonego drewna pobranego z zabytkowych budynków w Hue oraz na podstawie fotografii wykonanych w miejscach, gdzie pobranie próbek nie było możliwe. Przy oznaczaniu gatunków grzybów, oprócz standardowo używanych w takich wypadkach kluczy, wykorzystano opracowania V. Rypačka<sup>19</sup> oraz H. Willeitnera i W. Liesego<sup>20</sup>. Zastosowano nazewnictwo podane w opracowaniach M. J. Larsena, R. M. Rentmeestera<sup>21</sup> oraz F. Rune i A. P. Kocha<sup>22</sup>.

### Naturalna odporność drewna lim i kien na różne typy rozkładu powodowanego przez grzyby

Do badań użyto wysezonowanego, powietrznosuchego nowo wyrobionego i współczesnego XIX-wiecznego (ok. 150-letniego) drewna twardzieli lim i kien oraz twardzieli dębu *Quercus sp.* z terenu Polski jako mate-

Preserv, Forest Products Research Division, Royal Forest Department, Thailand, Bangkok, IRG on Wood Preser., Doc. No. IRG/WP/492, 1982.

10. Ho Xuan Cac, *Zur Holzstockung in der SR Vietnam*, „Holzindustrie” 1982, 33/3, s. 70–72.

11. R. Wagenführ, *Holzzeitungstafel: Tali*, „Holztechnologie” 1982, 23/1, s. 53–54.

12. L. J. Harzmann, *Übersicht zu Eigenschaften von Hölzern Indochinas (2)*, „Holzindustrie” 1983, 33/6, s. 179–183.

13. G. Deon, *Vers une recherche de correlation entre la durabilite naturelle de certaines essences tropicales et leurs teneurs en extraits*, (w:) *Colloque sciences et industries du bois Grenoble du 20 au 22 septembre 1982*, Groupe de travail no. 2: *Les transformations physico-mecaniques*. Sous-grupe 2.5: *Preservation*, Ministere de la Recherche et de la Technologie, Paris 1984.

14. N. Supriana, *Feeding Behavior of Cryptotermes Cynocephalus Light and Coptotermes Curvignathus Holmgren on Twenty Eight Tropical Timbers*, „Jurnal Penelitian dan Pengembangan Kehutanan” 1988, 2(4), s. 1–5.

15. W. Syafi, T. Yoshimima, M. Samejima, *The effect of lignin structure*

*on decay resistance of some tropical woods*, „Bulletin of the Tokyo University Forests” 1988, 80, s. 69–77.

16. R. Wagenführ, Chr. Scheibler, *Holzatlas*, VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1989, s. 323–324, 377–378.

17. Phan Huy Le, *Conservation of Cultural Assets of Wood in Hue (Vietnam)*, (w:) *Conservation of Cultural Heritage and International Assistance in Asian Countries*. Nara International Symposium 1993, Research Center for Silk Road, Nara 1995, s. 118–132.

18. A. Krajewski, J. Ważny, *Niektóre problemy występujące przy konserwacji zabytkowych budynków na terenie cytadeli w Hue w Wietnamie*, „Ochrona Zabytków” 1999, nr 4, s. 450–459.

19. V. Rypaček, *Biologie holzzerstörender Pilze*, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena 1966, s. 211.

20. H. Willeitner, W. Liese, *Wood Protection in Tropical Countries*, DGTZ GmbH, Eschborn 1992, s. 228.

21. M. J. Larsen, R. M. Rentmeester, *Valid Names for Some Common Decay Fungi and Their Synonyms*, IRG on Wood Preser., Doc. No. IRG/WP/1522–92, 1992.

22. F. Rune, A. P. Koch, *Valid scientific names of wood decaying fungi in construction timber*, IRG on Wood Preser., Doc. No. IRG/WP/1546–92, 1992.





1. Konstrukcja dachu małego budynku koło świątyni The Mieu oprowadzona przez grzyb *Serpula lacrymans*. Wszystkie fot. A. Krajewski, XII 1996

1. Roof construction of a small building next to the The Mieu temple damaged by *Serpula lacrymans*. All photos: A. Krajewski, December 1996

riału porównawczego. Wykonano próbki o wymiarach 5 x 10 x 30 mm. Niewielkie wymiary próbek podyktowane zostały krótkim czasem przewidywanym na badania. W doświadczeniach zastosowano czyste kultury następujących gatunków grzybów:

a) *Serpula lacrymans* (Wulf.: Fr.) Schroet, stroczek domowy, powodujący bardzo silny brunatny rozkład drewna,

b) *Trametes versicolor* (L.) Pil., wrośniak różnobarwny, występujący w niektórych wcześniej wymienionych publikacjach pod nazwą *Coriolus versicolor*, powodujący silny biały rozkład drewna,

c) wietnamski szczep gatunku *Trichoderma viride* Persoon ex S. F. Gray aggr., wyhodowany z przywiezionych próbek drewna z Hue, powodujący szary rozkład drewna.

Po 5 próbek drewna każdego gatunku w danej klasie wieku ułożono w kolbach Kollego na szklanych podkładkach na pożywce agarowo-słodowej, na której zaszczerpiono poszczególne gatunki grzybów testowych. Doświadczenie wykonano utrzymując kultury grzybów w temperaturze +23°C przy wilgotności względnej powietrza ok. 100%. Jako kryterium odporności przyjęto ubytki masy po 6, 12 i 18 tygodniach ekspozycji.

W przypadku *Trametes versicolor* wykonano dodatkowe doświadczenie wykładając próbki drewna bezpośrednio na pożywce. Ten dodatkowy wariant doświadczenia podyktowany został faktem, że skórzasta grzybnia tego gatunku gorzej obrasta próbki umieszczone na podkładkach szklanych. Ze względu na niewielką liczbę próbek drewna pozostających do dyspozycji skrócono czas doświadczenia, dokonując w tym przypadku oceny wyników tylko po 6 i 12 tygodniach.

W każdym wariantcie doświadczenia (gatunek drewna / klasa wieku drewna / gatunek grzyba / okres rozkładu drewna) zastosowano po 10 próbek. Łącznie



2. Fragment il. 1 z widocznymi owocnikami *Serpula lacrymans*

2. Fragment of fig. 1 with visible fructification of *Serpula lacrymans*

użyto 220 próbek drewna lim, 220 próbek drewna kien i 90 próbek współczesnego drewna dębowego.

## Wyniki

Gatunki grzybów występujące na drewnie konstrukcyjnym zabytków w Hue

Stwierdzono występowanie następujących gatunków grzybów niszczących drewno:

a) *Serpula lacrymans* (Wulf.: Fr.) Schroet., stroczek domowy, grzyb powodujący rozległy i bardzo silny brunatny rozkład drewna iglastego i liściastego. Masowo opanował więźbę dachu małego, bardzo zniszczonego budynku świątyni koło The Mieu (il. 1 i 2).

b) *Poria medullaris* S. F. Gray, grzyb powodujący biały rozkład drewna liściastego. Opanował on rozległy obszar więźby dachu w strefie przyokapowej budynku w pkt. a (il. 3, 4).

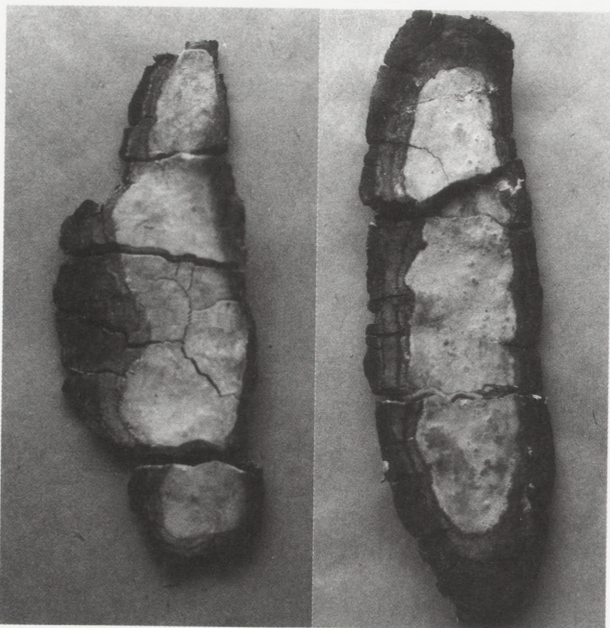
c) *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jünlich (il. 5), grzyb powodujący biały rozkład drewna iglastego i liściastego. Opanował on m.in. w dwóch miejscach słup i grub-



3. Spodnia część polaci dachu małego budynku koło świątyni The Mieu oprowadzona przez grzyb *Poria medullaris*

3. Bottom part of a fragment of the roof of a small building next to the The Mieu temple attacked by *Poria medullaris*





4. Zerwane z drewna owocniki grzyba *Poria medullaris*  
4. Fructification of *Poria medullaris* picked from the timber



5. Owocnik grzyba *Phlebiopsis gigantea* na konstrukcji małego budynku koło świątyni The Mieu  
5. Fructification of *Phlebiopsis gigantea* on the construction of a small building next to the The Mieu temple

szy element więźby dachu w budynku wspomnianym w pkt. a.

d) *Antrodia serialis* (Fr.) Donk, grzyb powodujący brunatny rozkład drewna iglastego i liściastego. Spowodowała silne zmurszenie drewna pulpitowego daszku nad bocznym wejściem do świątyni The Mieu od strony muru (il. 6 i 7).

e) *Peniophora purpurea* Bres. (il. 8), grzyb powodujący biały rozkład liściastego drewna. Pojedynczy owocnik znaleziono na drewnie pulpitowego daszku nad bocznym wejściem (il. 6) do świątyni The Mieu od strony muru.

f) *Gloeophyllum trabeum* (Pers.: Fr.) Murr, grzyb powodujący brunatny rozkład drewna iglastego i liściastego. Występowała na więźbie dachu obiektu wzmiankowanego w pkt. a.

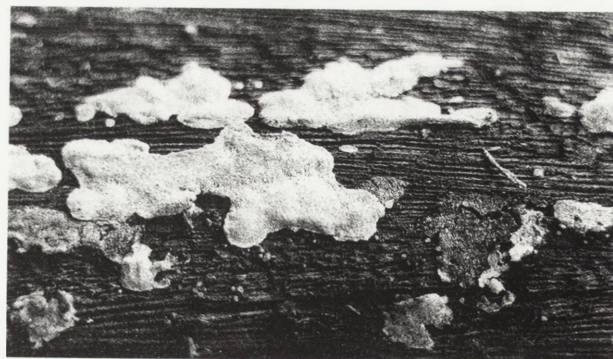
g) *Pholiota adiposa* Fr. (il. 9), grzyb powodujący biały rozkład drewna liściastego i iglastego. Znaleziono owocnik tego grzyba u podstawy słupa-kolumny w budynku wzmiankowanym w pkt. a.

Prawdopodobnie bliżej nieokreślone gatunki grzybów z rodzaju *Pholiota* występują na drewnianych elementach więźby dachu w Ta Vu, jednak nie udało się ze względów technicznych zdjąć ich owocników w celu dokładniejszego oznaczenia.



6. Pulpitowy daszek nad bocznym wejściem do świątyni The Mieu opanowany przez grzyb *Antrodia serialis* i w mniejszym stopniu przez grzyb *Peniophora purpurea*

6. Pulpit above the side entrance to the The Mieu temple attacked by *Antrodia serialis* and, to a smaller degree, by *Peniophora purpurea*



7. Owocnik grzyba *Antrodia serialis*  
7. Fructification of *Antrodia serialis*



h) *Schizophyllum commune* Fr., grzyb powodujący biały rozkład drewna liściastego. Znalaziono liczne owocniki tego grzyba na drewnie złożonym luźno w świątyni The Mieu.

i) *Trichoderma viride* Persoon ex S. F. Gray, grzyb pleśniowy powodujący szary rozkład drewna. Wyhodowany został z próbek drewna pobranych z dostępnych miejsc w The Mieu i budynku wzmiankowanym w pkt. a.



8. Owocnik grzyba *Peniophora purpurea*  
8. Fructification of *Peniophora purpurea*



9. Owocnik grzyba *Pholiota adiposa* u podstawy słupa-kolumny w małym budynku koło świątyni The Mieu  
9. Fructification of *Pholiota adiposa* at the base of a column in a small building next to the The Mieu temple

## Wyniki badań nad naturalną odpornością drewna lim i kien na rozkład powodowany przez grzyby

Wyniki rozkładu drewna lim, kien i dębu przez trzy gatunki grzybów przedstawiono w tabeli 1.

Średnie straty masy próbek drewna lim i kien (zarówno nowego jak i XIX-wiecznego) po 6, 12 i 18 tygodniach ekspozycji na degradacyjne działanie stroczka domowego (*Serpula lacrymans*) nie przekroczyły 1%. Sporadycznie występujące ubytki masy poszczególnych próbek powyżej 1% nie przekraczały 2%.

Średnie ubytki masy próbek drewna twardego dębu, oznaczane dla celów porównawczych, po 12 i 18 tygodniach przekroczyły nieznacznie 1%.

W przypadku rozkładu powodowanego przez *Trametes versicolor* średnie straty masy próbek twardego lim również nie przekroczyły 1%, lub nieznacznie przekroczyły tę wartość. Ekstremalny ubytek masy w pojedynczym przypadku przekroczył nieznacznie 2%.

Straty masy twardego drewna kien nie tworzą już tak jednoznacznych wyników. Część próbek wykonanych z XIX-wiecznego drewna tego gatunku, poddana działaniu wymienionych wyżej gatunków grzybów (zwłaszcza *Trametes versicolor*), wykazała wyraźnie większy ubytek masy (rzędu kilku — kilkunastu procent). Zwłaszcza dla 12-tygodniowego okresu badań znacznie podwyższyło to średnią. Dla próbek wyrobionych z nowego drewna kien straty masy przy wszystkich okresach badań kształtowały się poniżej 1%, nawet dla pojedynczych próbek.

Dla twardego dębu tylko w przypadku 18-tygodniowego okresu badań straty masy spowodowane przez *Trametes versicolor* nieznacznie przekroczyły 1%.

W przypadku szarego rozkładu drewna przez wietnamski szczep *Trichoderma viride* straty masy próbek drewna, zarówno współczesnego jak i XIX-wiecznego, nie przekroczyły 1%. Jedynie straty masy próbek twardego dębu po 12 tygodniach przekroczyły 1%, a po 18 tygodniach 2%.

## Dyskusja wyników

Lista oznaczonych gatunków grzybów niszczących drewno w Hue pokrywa się częściowo z zestawieniem gatunków grzybów podanych przez Bui Van Ai<sup>23</sup>, była jednak znacznie szersza. Potwierdza to fakt, że klimat Wietnamu bardzo sprzyja występowaniu grzybów niszczących drewno i umożliwia ich bujny rozwój. W trakcie przeglądu trzech budynków nie uzyskano dostępu do wielu miejsc i dlatego lista ta nie jest prawdopodobnie pełna.

Utrzymujące się nadal w wielu budynkach silne zniszczenia poszycia dachów powoduje zawilgocenie drewna, co jest warunkiem sprzyjającym rozwojowi

23. Bui Van Ai, *Investigation and estimation for termite poisoning expenditure (for building: The Mieu /Age Temple/ of Hue ancient capital city)*, Hue, styczeń 1997, mpis w archiwum PP PKZ, Warszawa.



**Tabela 1. Średni ubytek (w %) masy próbek drewna lim, kien i dębu, po działaniu przez 6, 12 i 18 tygodni trzech gatunków testowych grzybów. W nawiasach podano ekstremalne wartości ubytku masy pojedynczych próbek**

Gatunek drewna	Uproszczone zaszeregowanie wiekowe drewna	6 tygodni	12 tygodni	18 tygodni
<b>Grzyb testowy: <i>Serpula lacrymans</i></b>				
Lim	XIX w.	0,40 (0–1,83)	0,64 (0,17–1,32)	0,51 (0–0,90)
Lim	współczesne	0,09 (0–0,33)	0,21 (0,05–0,46)	0,17 (0–28)
Kien	XIX w.	0,17 (0–52)	0,92 (0,06–5,45)	0,51 (0–1,18)
Kien	współczesne	0,40 (0,11–0,92)	0,34 (0–0,61)	0,25 (0–0,48)
Dąb	współczesne	0,41 (0,23–0,59)	1,07 (0,61–1,86)	1,01 (0,36–1,77)
<b>Grzyb testowy: <i>Trametes versicolor</i></b>				
Lim	XIX w.	0,40 (0–1,44)	0,53 (0,10–2,31)	0,65 (0,10–1,39)
Lim	współczesne	0,45 (0,24–0,64)	0,20 (0–0,30)	0,34 (0–0,90)
Kien	XIX w.	0,48 (0,30–0,84)	3,31 (0,31–18,11)	0,91 (0,23–5,80)
Kien	współczesne	0,08 (0–0,21)	0,49 (0,19–0,72)	0,43 (0,11–0,67)
Dąb	współczesne	0,70 (0,17–1,06)	0,87 (0,52–1,28)	1,05 (0,45–1,66)
<b>Grzyb testowy: <i>Trichoderma viride</i> (szczep z Wietnamu)</b>				
Lim	XIX w.	0,14 (0–0,51)	0,35 (0,16–0,68)	0,06 (0–0,39)
Lim	współczesne	0,11 (0–0,45)	0,24 (0–0,91)	0,33 (0–1,83)
Kien	XIX w.	0,37 (0–0,74)	0,25 (0–0,50)	0,15 (0–0,89)
Kien	współczesne	0,21 (0–0,55)	0,11 (0–0,45)	0,04 (0–0,38)
Dąb	współczesne	0,81 (0,43–1,22)	1,46 (1,16–2,49)	2,16 (0,27–3,60)

grzybów. Dodatkowymi czynnikami sprzyjającymi zawilgoceniu i zagrzybieniu drewna w ciepłym i wilgotnym klimacie Wietnamu są występujące rozwiązania budowlane<sup>24</sup>, m.in.:

- brak obróbek blacharskich okapów dachów;
- nieszczelność poszyc dachów wynikająca ze złej jakości ceramiki;
- bezpośrednia styczność z betonem (brak izolacji), stosowanym dawniej również przy konserwacji jako prowizoryczne zastępstwo oryginalnych elementów drewnianych (np. okładziny baz kolumn);
- stosunkowo krótki wysięg okapów przy stosunkowo długim wysięgu poziomych płaszczyzn cokołów świątyń, wysuniętych przed szeregi drewnianych kolumn;
- zniszczenia urządzeń odwadniających teren całego zespołu architektonicznego.

Wydaje się, że możliwe i celowe jest wprowadzenie niektórych usprawnień przy zachowaniu tradycyjnych sposobów budowania, np. zamaskowanie obróbek bla-

charskich za drewnianymi listwami okapów, uszczelnienie koryt odwadniających styki połączeń podwójnych dachów świątyń czy zainstalowanie izolacji przeciwwilgociowej w grubych warstwach ceramicznych poszycia dachów. Każdorazowo wymaga to oczywiście odrębnego projektu.

Do badania naturalnej trwałości drewna lim i kien użyto trzech gatunków grzybów z poniżej przedstawionych powodów.

*Serpula lacrymans* to często występujący gatunek grzyba, m.in. w Hue, bardzo silnie i szybko niszczący drewno i reprezentujący brunatny rozkład. Przy tym na ogół jego liczne szczepy wykazują zbliżoną siłę niszczenia drewna (co opisali np. J. D. Thornton, J. Ważny<sup>25</sup>). Umożliwiło to zastosowanie szczepu, którym posługuje się Zakład Ochrony Drewna. Stoczek domowy jest jednak dosyć mało odporny na wiele środków ochrony drewna, jak wynika to z licznych publikacji<sup>26</sup>.

24. Zagadnienia budowlano-konserwatorskie szerzej omówiono we wcześniejszej pracy — A. Krajewski, J. Ważny, op. cit.

25. D. J. Thornton, J. Ważny, *Comparative laboratory testing of strains of the dry rot fungus *Serpula lacrymans* (Schum ex Fr.)*

S. F. Gray, *Growth and Decay Capacity*, „Holzforschung” 1986, 40/3/, s. 309–313.

26. M.in.: J. Ważny, *Oznaczanie grzybów domowych*, Warszawa 1963; J. Ważny, T. Wytwer, *Badanie własności grzybobójczej pie-*

*Trametes versicolor* często był używany do oceny naturalnej odporności tropikalnych gatunków drewna<sup>27</sup>. Ze względu na to, że wytwarza on skórzastą grzybnię, która jest z tego powodu mniej ekspansywna, zrezygnowano w drugiej fazie doświadczeń z tym gatunkiem z układania próbek na szklanych podkładkach. Prawdopodobnie również duża wrażliwość tego gatunku grzyba na naturalne substancje ochronne zawarte w twardej lim spowodowała bardzo nieznaczny rozkład.

Wreszcie lokalny szczep *Trichoderma viride* reprezentuje mykoflorę Hue. Przy tym wspomniane gatunki zapewniają uwzględnienie 3 typów rozkładu drewna.

W badaniach nad naturalną trwałością drewna lim i kien uzyskano na ogół wyniki straty masy drewna nie przekraczające 3%. Wartość ta w standardowych testach dotyczących rozkładu drewna przez grzyby uznawana jest jako granica tzw. błędu manipulacyjnego, stanowiącego sumę błędów możliwych do popełnienia w ramach prawidłowo zrealizowanej metodyki badawczej, przy oznaczaniu straty masy próbki.

Uwagę zwraca też w przypadku rozkładu 3 gatunków drewna przez stoczek domowego brak tendencji „dłuższy czas rozkładu — większa strata masy”, co przy poziomie błędu manipulacyjnego może również wynikać z dużej odporności badanego materiału. Sytuacja taka występuje również w przypadku dwóch pozostałych grzybów dla niektórych badanych gatunków drewna.

Wyraźne przekraczanie granicy 3% stwierdzono w przypadku 7 próbek XIX-wiecznego drewna kien. Świadczy to o dużej niejednorodności odporności starego drewna kien na biodegradację, wynikającej prawdopodobnie z wcześniejszych oddziaływań różnych mikroorganizmów *in situ*.

*ciochlorofenolu i pięćchlorofenolanu sodu*, „Zeszyty Naukowe SGGW — Leśnictwo” 1964, nr 6, s. 101–113.

27. G. Deon i współautorzy, op. cit.; M. Yatagai, T. Takahashi, op. cit.; W. Sayafii i współautorzy, op. cit.

Na podstawie wiadomości zawartych w piśmiennictwie i niepublikowanych tu wyników badań własnych należy podkreślić, że: oba gatunki lim i kien są bardzo trudne do impregnacji. Wnikanie preparatów w poprzek włókien praktycznie nie odbywa się nawet w przypadku kąpieli gorąco–zimnej. Tym bardziej wszelkie próby smarowania lub opryskiwania są mało efektywne. Z tego względu do konserwacji świątyni The Mieu zalecono impregnację konstrukcji nośnej jedynie wzdłuż włókien w szczególności wrażliwych miejscach (takich jak: miejsca podparcia słupów, węzły konstrukcyjne itp.) oraz szerokie zastosowanie profilaktyki budowlanej, sprowadzającej się do eliminacji zawilgocenia drewna<sup>28</sup>.

## Wnioski

Pamiętając o stosunkowo niewielkiej liczbie użytych próbek drewna, o dosyć przypadkowym z konieczności ich doborze i o stosunkowo krótkim czasie doświadczeń można postawić następujące praktyczne wnioski:

W warunkach Hue występują liczną mikroorganizmy niszczące drewno, w tym liczne gatunki powodujące bardzo rozległy i bardzo szybki rozkład drewna. Ochronę drewna przed nimi należy zapewnić przede wszystkim poprzez stosowanie szeroko rozumianej profilaktyki budowlanej.

Drewno lim, nawet ok. 150-letnie, jest wspaniałym materiałem, bardzo odpornym na biodegradację.

Współczesne drewno kien jest również materiałem bardzo odpornym na biodegradację. Stare, XIX-wieczne drewno kien jest jednak znacznie mniej odporne na rozkład przez grzyby niż drewno lim.

28. A. Krajewski, *Ekspertyza mykologiczno–budowlana dotycząca The Mieu (miejsce pamięci królów z dynastii Nguyen) i Ta Vu (pawilon z lewej strony dziedzińca z salą dla mandarynów) w Hue, Vietnam*, styczeń 1997, s. 27, mpis w archiwum PP PKZ, Warszawa.

## The Natural Durability of *Erythropileum Fordi* Oliv. and the *Hopea Pierrei* Chance — the Construction Material of Historical Buildings in Hue

The authors established species of fungi damaging timber used in the historical buildings located within the citadel in Hue (Central Vietnam): *Serpula lacrymans* (Wulf.: Fr.) Schroet., *Poria medullaris* S. F. Gray, *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jünlich, *Antrodia serialis* (Fr.) Donk, *Peniophora purpurae* Bres., *Gloelophyllum trabeum* (Pers.: Fr.) Murr, *Pholiota adiposa* Fr., *Schizophyllum commune* Fr., and *Trichoderma viride* Persoon ex S. F. Gray. The article discusses damage and incorrect construction solutions which contributed to the extensive development of fungi in conditions created by the extremely humid and warm climate of Vietnam.

Studies pertained to the resistance of the heart-wood of contemporary and nineteenth-century *Erythropileum fordii*

Oliv. and *Hopea pierrei* Chance upon disintegration caused by *Serpula lacrymans* (brown timber disintegration), *Trametes versicolor* (L.) Pil. (white timber disintegration) and *Trichoderma viride* (grey timber disintegration). The employed background is composed of the heartwood of the European oak (*Quercus* sp.). It was found that *Erythropileum fordii* Oliv., even about a hundred and fifty years-old, comprises splendid construction material, extremely resilient to disintegration produced by fungi. Contemporary *Hopea pierrei* Chance is also resistant to biodegradation. Nonetheless, nineteenth-century *Hopea pierrei* Chance is less resilient to fungi-caused disintegration than *Erythropileum fordii* Oliv.