

Aleksandra Wójcik*

Mikrofale w służbie zabytków

Microwaves to save monuments

Słowa kluczowe: mikrofale, drewno, ksylofagiczne owady, dezynsekcja

Key words: microwaves, timber, xylophagous insects, disinfestation

WSTĘP

W Corato we Włoszech, w roku 2008 na konferencji naukowej „Ekologiczne zwalczanie szkodników drewna w konstrukcjach drewnianych” przedstawione zostało urządzenie typu „SAURUS”, które w zupełnie nowy sposób wykorzystuje mikrofale do dezynfekcji i dezynsekcji drewna. Przyczyną podjęcia prac nad zrewolucjonizowaniem metody mikrofalowej były kłopoty z wykonaniem dezynsekcji zabytkowych drzwi pałacu w Bari [1], których demontaż i przeprowadzenie tradycyjnego zabiegu nastęrczałoby wiele trudności. Na podstawie doświadczeń przeprowadzanych przez naukowców z Uniwersytetu Przyrodniczego w Bari na czele z profesorem Francesco Porcellim i dzięki współpracy nawiązanej z włoską firmą MBL Solutions (ryc. 1) powstało nowe urządzenie mikrofalowe SAURUS działające bezpośrednio i miejscowo na dezynfekowane obiekty [2].

Urządzenie wykorzystuje mikrofale, czyli elektromagnetyczne pole rozproszone o długości fali mieszczącej się pomiędzy podczerwienią a falami ultrakrótkimi, zaliczane do fal radiowych. Szybkozmiennne pole powoduje, że cząsteczki wody, będące z budowy dipolami, orientują się względem kierunku pola. Powoduje to ruch cząsteczek, którego wynikiem jest wydzielanie się ciepła na skutek tarcia molekularnego [11]. Efektem jest mocne nagrzanie obiektów zawierających wodę lub inne substancje o budowie dipolowej, a więc na przykład ciał ksylofagicznych owadów, które mają w sobie więcej wody niż drewno, w którym żerują. Owady giną na skutek śmierci termicznej w temperaturze 50–60°C [5].

Zabytkowe obiekty tradycyjnej architektury drewnianej są narażone w kraju na atak różnych gatunków owadów – technicznych szkodników drewna. Szczególnie groźny dla historycznych obiektów kołatek domowy (*Anobium punctatum* de Geer) oznaczany nawet w drewnie obiektów XV-wiecznych [6, 9, 10], ale i spuszczał pospolity (*Hylotrupes bajulus* L.) opadający drewno młodszych konstrukcji bywał znajdowany w obiektach i 200-letnich [6, 7]. Rekonstrukcje zabytkowych obiektów za

INTRODUCTION

In 2008, in Corato, Italy, at the scientific conference entitled “Ecological woodworm disinfestation in timber constructions” a “SAURUS” type device was presented which in a completely novel way used microwaves for disinfection and disinfestation of wood. The reason for commencing work on revolutionising the microwave method were problems with carrying out the disinfestation of the historic door of the Palace in Bari [1], the dismantling of which and carrying out traditional treatment would cause serious difficulties. On the basis of experiments conducted by scientists from the University of Bari, supervised by Professor Francesco Porcelli, and thanks to the cooperation with the Italian company MBL Solutions (fig. 1), a new microwave device SAURUS was constructed which operates directly and locally in the disinfested objects [2].

The device uses microwaves, i.e. scattered electromagnetic field with wavelengths ranging between infrared and UHF waves, regarded as radio waves. A rapidly changing field causes the water molecules, which are dipoles by their structure, to become oriented in relation to the field. It causes movement of molecules which produces heat as a result of molecular friction [11]. The effect is intense heating of objects containing water, or other substances with dipole structure, such as e.g. the bodies of xylophagous insects which contain more water than the wood they feed on. Insects die as a result of thermal death in the temperature 50–60°C [5].

Historic objects of traditional timber architecture in our country are threatened by possible infestation of various species of insects, wood pests. Particularly dangerous for historic objects is the common furniture beetle (*Anobium punctatum* de Geer) found even in the wooden objects dating back to the 15th century [6, 9, 10], but also the old-house borer (*Hylotrupes bajulus* L.) feeding on wood of younger constructions has been found in even 200-year old objects [6, 7]. Recon-

* Dr inż. Aleksandra Wójcik, Wydział Technologii Drewna, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

* Aleksandra Wójcik, PhD. eng., Faculty of Wood Technology, Warsaw University of Life Sciences

pomocą świeżego i niezabezpieczonego drewna narażały je na atak owadów żerujących w drewnie nowszej daty, na przykład pojawianie się szkodników z rodziny miazgowcowatych, w tym miazgowca parkietowca (*Lyctus linearis* Goeze).

Drewno zagrzybiane atakują inne kołatkowate, np. tykotek pstry (*Xestobium rufovillosum* de Geer) oraz kołatek uparty (*Anobium pertinax* L.). W Polsce występują głównie w województwach warmińsko-mazurskim oraz podlaskim. Spotykane są także w na Podhalu, w Tatrach i na Orawie [6, 7]. Takim znanymi przykładami uszkodzenia zabytków w Polsce jest kościół w Dębnie z XV wieku i zbór ewangelicki w Pasłęku z XVI wieku [7].

HISTORIA ZASTOSOWANIA URZĄDZEŃ MIKROFALOWYCH DO DEZYNSEKcji DREWNA ZABYTKOWEGO

Oczywiście zastosowanie mikrofal do dezynsekcji nie jest samo w sobie pomysłem nowym. Pierwsze były próby użycia mikrofal do dezynfekcji w latach 30. XX wieku. W latach 40. XX w. przeprowadzono doświadczenia nad możliwością niszczenia za pomocą mikrofal owadów technicznych – szkodników drewna. J. Green (1946) prowadziła badania na miazgowcu brunatnym (*Lyctus brunneus*) [8]. Próby zwalczania grzybów domowych z rodzaju *Basidiomycetes*: stroczka łzawego (*Serpula Lacrymans*) oraz gnilicy mózgowatej (*Coniophora puteana*) za pomocą właśnie fal elektromagnetycznych prowadził Mac Donald (1947) [8]. W późniejszym czasie do zwalczania larw spuszczela pospolitego (*Hylotrupes bajulus*) wykorzystywał mikrofałe Jacquiota (1949, 1950) [8]. Larwy tego

szkodnika ginęły w czasie 5 minut przy grubości drewna 15 cm oraz 30 s przy drewnie o grubości 27 mm. Stwierdzono wtedy, że nie można stosować mikrofal do drewna łączonego z metalem. Wszelkie metalowe elementy, a szczególnie o małym przekroju, a także złączenia mogą ulec rozgrzaniu i zniszczeniu na skutek oporu elektrycznego przewodnika (zgodnie z prawem Maxwella – opór elek-



Ryc. 1. Saurus (materiały firmy Carsekt)
Fig. 1. Saurus (materials of the Carsekt Company)



Ryc. 2. Przykład nagrzewania drewna z metalowymi wtrętami (materiały firmy Carsekt)
Fig. 2. Example of heating timber with metal insertions (materials of the Carsekt Company)

structions of historic objects using fresh and unprotected wood made are vulnerable to attacks by insects feeding on younger wood, for instance occurrence of pests from the Lyctidae family, including the European lyctus beetle (*Lyctus linearis* Goeze).

Rot infested timber is attacked by other wood borers, e.g. the death-watch beetle (*Xestobium rufovillosum* de Geer), or house borer (*Anobium pertinax* L.). In Poland they occur mainly in the Warmińsko-Mazurskie and Podlaskie Voivodeships. They are also encountered in the area of Podhale, the Tatra Mountains and Orava [6, 7]. Well known examples of historic buildings in Poland damaged by woodworm are the church in Dębno from the 15th century and the Evangelical church in Pasłęk from the 16th century [7].

THE HISTORY OF USING MICROWAVE DEVICES FOR DISINFESTATION OF HISTORIC WOOD

Naturally, using microwaves for disinfection is not in itself a novel idea. The first attempts at using microwaves for disinfection were carried out during the 1930s. During the 1940s, experiments were conducted concerning the possibility of using microwaves to destroy wood-eating pests. J. Green (1946) conducted research on powder-post beetle (*Lyctus brunneus*) [8]. Attempts to eradicate house fungi of the *Basidiomycetes* kind: brown rot (*Serpula Lacrymans*) and cellar fungus (*Coniophora puteana*) by means of electromagnetic waves were made by Mac Donald (1947) [8]. Later, Jacquiota used microwaves to destroy the larvae of old-house borer (*Hylotrupes bajulus*) (1949, 1950) [8]. Larvae of that woodworm died within 5 minutes when the thickness of wood equalled 15 cm, and within 30 s when the thickness of wood equalled 27 mm. It was found out then that microwaves cannot be applied when wood is combined with metal. Any metal elements, and particularly those with small diameter as well as gilding, can be heated up and destroyed as a consequence of the electric resistance of the conductor (according to Maxwell's law – electric resistance generates thermal energy), which could lead to further wood damage. In Poland, Oleszkowski (1948) was the first to announce the possibility of using microwaves for disinfection, but several unsuccessful attempts were also made by Professor Marconi. Only during the 1990s, experiments conducted by Krajewski [8], confirmed the effectiveness of treatment by microwaves generated by a 600–1000 W and 2400 W-power device. Various development stages of the old-house borer (*Hylotrupes bajulus*) were used in the course of research. It allowed for observing damage suffered by gilding, though no damage to wood or cases of wood catching fire in the presence of nails were noticed. During the 1990s, microwaves were also applied for destroying the larvae of the old-house borer (*Hylotrupes bajulus* L.) or *Oligomerus ptilinoides* in wooden paining supports [3, 4].

MICROWAVES TODAY

Applying microwave radiation for disinfection of the door to the Palace in Bari yielded positive effects. The Institute CNR-IVALSA, CNR-IROE and the Conservation Laboratory of the Vatican Museum confirmed positive results of using microwaves for destroying insects and

tryczny generuje energię termiczną), co dodatkowo powoduje uszkodzenie materii drewna. W Polsce jako pierwszy zgłosił możliwość wykorzystania mikrofal do dezynsekcji Oleszkowski (1948), kilka nieudanych prób przeprowadził również profesor Marconi. Dopiero w latach 90. XX w. badania przeprowadzone przez Krajewskiego [8] dowiodły skuteczności wykonywania zabiegu za pomocą mikrofal wygenerowanych z urządzenia o mocy 600–1000 i 2400 W. Do badań wykorzystano różne stadia rozwojowe spuszczala pospolitego (*Hylotrupes bajulus*). Zaobserwował wtedy również uszkodzenia pszół. Nie stwierdzono jednak uszkodzeń ani incydentów zapalenia się drewna przy obecności gwoździ. W latach 90. XX w. mikrofałe były również stosowane do zwalczania larw spuszczala pospolitego (*Hylotrupes bajulus* L.) oraz *Oligomerus ptilinoides* w drewnianych podobrazjach [3, 4].

MIKROFALE DZISIAJ

Zastosowanie mikrofal do dezynsekcji drzwi pałacu w Bari przyniosło pozytywne efekty. Instytut CNR-IVALSA, CNR-IROE oraz laboratorium konserwatorskie Muzeum Watykańskiego potwierdziły dobre wyniki stosowania mikrofal do zwalczania owadów technicznych szkodników drewna [5]. Ksylofagiczne owady, w tym

woodworm [5]. Xylofagous insects, including the old-house borer and European lyctus beetle, were destroyed within the temperature range between 53°C and 60°C [5]. In the USA, attempts to destroy termites of the *Cryptotermes brevis*



Ryc. 3. Zabieg mikrofalami w Biskupicach (materiały firmy Carsekt)
Fig. 3. Microwave treatment in Biskupice (materials of the Carsekt Company)



Ryc. 4. Dezynsekcja obiektu w Serocku (materiały firmy Carsekt)
Fig. 4. Disinfestation of the object in Serock (materials of Carsekt)

spuszczel pospolity oraz miazgowiec parkietowiec ginęły w przedziale temperaturowym od 53°C do 60°C [5]. W USA przeprowadzano również próby zwalczania termitów z gatunku *Cryptotermes brevis* i *Kolotermes approimatus* za pomocą dezynfekcji mikrofalami.

Do Polski urządzenie SAURUS dotarło w 2011 roku i zostało z powodzeniem przetestowane na różnych obiektach drewnianych. Wykorzystano tutaj takie zalety innowacyjnego systemu, jak działanie bezpośrednie na zaatakowane przez ksylofagiczne owady miejsca poddawane konserwacji obiektu i nieogrzewanie przy zabiegu dodatkowo powietrza. Nie stwierdzono żadnego negatywnego wpływu zabiegu na samo drewno, a gwoździe występujące w materiale również nie stanowią zagrożenia (ryc. 5). Następną ważną zaletą urządzenia SAURUS jest jego mobilność dająca możliwość wykorzystywania go w konkretnie wybranym miejscu, przez co bardziej ukierunkowanie działania zapewniają większą skuteczność samego zabiegu, a także możliwość monitorowania i kontroli procesu dezynsekcji. Co niezwykle wygodne przy zwalczaniu ksylofagicznych owadów w budownictwie, można zastosować mikrofałe bezpośrednio w miejscu żerowania szkodników. Metoda ta jest uniezależniona od warunków zewnętrznych, takich jak temperatura i wilgotność powietrza. Stosowanie mikrofal przy użyciu urządzenia SAURUS spełnia wszystkie unijne normy bezpieczeństwa. Jest to urządzenie w pełni ekologiczne, ponieważ fale mikrofalowe są nieszkodliwe dla środowiska.

Metodę z zastosowaniem urządzenia SAURUS zastosowano między innymi przy zabiegach renowacyjnych w go-

and *Kolotermes approimatus* species by microwave disinfection were also carried out.

The SAURUS device arrived in Poland in 2011, and was successfully tested on various timber objects. The following merits of the innovative system were taken advantage of here: direct impact on the places in the conserved object infested with xylophagous insects without additionally heating the air during treatment. No negative impact of the treatment on the wood itself was observed, and nails occurring in the material did not pose a threat, either (fig. 5). The next important advantage of the SAURUS device is its mobility allowing for using it in a concrete selected place, due to which better oriented activities ensure higher effectiveness of the treatment, as well as the possibility to monitor and control the disinfection process. The fact that microwaves can be applied directly in the woodworm feeding place is extremely convenient when fighting xylophagous insects in buildings. The method is independent of the external conditions, such as temperature and air humidity. Microwave application while using the SAURUS device meets all the European Union safety regulations. It is a fully ecological device, because microwaves are harmless to the environment.

The method using the SAURUS device was applied, among others, while renovating a roadside inn in Biskupice near Poznan, where a hotel is located which boasts a windmill construction as its part, and where old objects bearing evidence of the regional culture were used for interior deco-



Ryc. 5. Dezynsekcja w Bojszowie (zdjęcia – materiały firmy Carsekt)

Fig. 5. Disinfection in Bojszów (photos courtesy of the Carsekt Company)

ścińcu w Biskupicach koło Poznania, gdzie znajduje się obiekt hotelowy, którego część stanowi konstrukcja wiatraka, gdzie jako elementy wystroju wnętrza wykorzystano stare obiekty świadczące o kulturze regionu (ryc. 3). Podobnie, z pozytywnym wynikiem wykonano zabiegi mikrofalami w drewnianym domu w Serocku oraz na więźbie drewnianej w Bojszowie. Nie są to obiekty zabytkowe, ale dobre wyniki w stosowaniu tej metody oraz przykłady z zagranicy zachęcają do rozpatrzenia możliwości wykorzystywania metody mikrofalowej do dezynfekcji części obiektów zabytkowych tam, gdzie taka interwencja byłaby uzasadniona.

ration (fig. 3). Similarly, microwave treatment was applied with positive results in a wooden house in Serock, and to a wooden roof truss in Bojszow. They are not historic objects; nevertheless good results in implementing the method as well as foreign examples encourage considering the possibility of using the microwave method for disinfecting some historic objects in cases where such an intervention would be justified.

tlum. V.M.

BIBLIOGRAFIA

- [1] http://www.saurus.com.pl/prezentacje/articolo_intervento_portone_it.pdf
- [2] <http://www.cerambycoidea.com/titles/porcelli2007.pdf>
- [3] Andreuccetti D., Bini M., Ignesti A., Olmi R., Priori S., Gambetta A., Vanini R., *A microwave device for woodworm disinfestations*, Proc. of the International Conference on Microwave and High Frequency Heating, St John's College, Cambridge (UK), September 1995.
- [4] Bini M., Andreuccetti D., Ignesti A., Olmi R., Priori S., Vanini R., *Treatment planning in microwave heating of painted wooden boards*, Proceedings of 6th International Conference on Microwave, 1997.
- [5] Bini M., Olmi R., Ignesti A., Priori S., Andreuccetti D., Vanni R., *Infrared mapping of power absorption in wooden boards exposed to microwave radiation*, Proc. of the 4th International Workshop on Advanced Infrared Technology and Applications (Florence, September 1997), Atti della Fondazione Giorgio Ronchi, Anno LIII, N. 1-3, gennaio-giugno 1998, pp. 305-319.
- [6] Dominik J., *Czynniki wpływające na zagrożenie w Polsce budowli zabytkowych przez owady*, [w:] *Zabytkowe drewno. Konserwacja i badania*, Instytut Wydawniczy PAX, 1987, s. 79-84.
- [7] Dominik J., Starzyk J.R., *Owady uszkadzające drewno*, PWRiL, Warszawa 2004.
- [8] Krajewski A., *Możliwość zastosowania mikrofal do dezynsekcji iglastego drewna budowlanego*, Wydawnictwa PKZ (seria: studia i materiały), Warszawa 1990.
- [9] Krajewski A., *Występowanie owadów i grzybów niszczących drewno w budynkach w latach 1985–1997*, *Ochrona obiektów budowlanych przed korozją biologiczną i ogniem. IV Sympozjum*, Polskie Stowarzyszenie Mykologów Budownictwa, Wrocław 1997, s. 87-96.
- [10] Krajewski A., *Z badań nad zwalczaniem promieniami gamma owadów niszczących zabytki i muzealia*, Cz. 2. *Odporność różnych gatunków*, *Ochrona Zabytków* 1997, nr 1, s. 47-55.
- [11] Roussy G., Pearce J.A., *Foundations and industrial applications of microwaves and radio frequency fields: Physical and Chemical Processes*, Wiley, 1995.

Streszczenie

Artykuł opisuje historię stosowania zabiegów mikrofalami do dezynsekcji i dezynfekcji drewnianych obiektów. Obecnie stosowane jest nowoczesne urządzenie służące do wykonywania zabiegów dezynsekcyjnych miejscowo w obiekcie porażonym przez owady ksylofagiczne. Zastosowanie tego typu zabiegu mikrofalami do dezynsekcji obiektów drewnianych, w tym zabytkowych, miało miejsce we Włoszech, gdzie przeprowadzono udany zabieg dezynsekcji drzwi pałacu w Bari. Od 2011 roku stosowano z powodzeniem zabiegi za pomocą tego samego typu urządzenia na kilku obiektach architektury drewnianej w Polsce.

Abstract

The article describes the history of applying microwave radiation in order to disinfect and exterminate insects infesting wooden objects. Currently a modern device is used for disinfection treatment applied locally in an object infested with xylophagous insects. This kind of microwave treatment to exterminate insects infesting historic wooden objects was applied in Italy, where it was successfully used for woodworm disinfestation of the door to the Palace in Bari. Since 2011, treatment using a device of the same type has been successfully applied in several objects of wooden architecture in Poland.