

# Dawne zabezpieczenia konstrukcyjnych elementów drewnianych wpływające szkodliwie na człowieka i środowisko



prof. nadzw. dr hab. inż.  
**TOMASZ Z. BŁASZCZYŃSKI**  
Eur Ing, CEng, MStructE  
**ORCID: 0000-0003-3177-9654**



dr inż. arch.  
**ROMAN PILCH**  
Politechnika Poznańska  
Wydział Architektury  
**ORCID: 0000-0002-6780-1350**



dr inż.  
**BARBARA KSIT**  
Politechnika Poznańska  
Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu  
**ORCID: 0000-0001-6459-8783**

Celem artykułu jest wykazanie, że dawne impregnowane elementy drewniane nie powinny dostawać drugiego życia, choć ich budowa oraz struktura nie ulegają destrukcji pomimo ich długoletniej eksploatacji.

**D**rewno, jak wiele materiałów budowlanych, jest podatne na degradację w wyniku oddziaływania zmiennych czynników atmosferycznych [1, 2]. W celu zwiększenia jego trwałości już w ubiegłych wiekach stosowano różne metody zabezpieczeń.

## Krótką historią impregnacji drewna

Pierwsze informacje na temat substancji stosowanych do ochrony drewna pochodzą z czasów starożytnych. Pliniusz pisze w swoich kronikach o zabezpieczaniu drewniane go posągu Diany z Efezu przez zastosowanie metody nawiercania drobnych otworów i wstrzykiwanie w drewno lekkiej smoly żywicznej. Pierwsze impregnaty były pochodzenia zwierzęcego lub roślinnego. Odkrycie właściwości smoly na szerszą skalę wyparło inne, ekologiczne impregnaty, a już od XVIII w. zabezpieczanie drewna stało się czynnością powszechną. Stosowano różne środki impregnacji, tj.: chlorek rtęci, arsen, mieszaninę olejów bitumicznych z dodatkiem kreozotu. Innymi ze znanych środków chemicznych stosowanych do nasycania drewna w połowie XIX stulecia były: siarczan miedzi, siarczan żelaza, chlorek cynku, alun oraz wodny roztwór soli kuchennej. Środki te stosowano zależnie od gatunku i własności drewna. Powszechną metodą było także opalenie drewna przeznaczonego do stosowania w gruncie. Innym zabiegiem było owijanie cienkimi foliami ołowianymi tych części elementów konstrukcyjnych, które były narażone na wilgoć gruntową albo technologiczną (np. belki stropowe). Dobre efekty uzyskiwano dzięki metodom polegającym na stosowaniu różnych po-

włok. Na suche, oczyszczone z kurzu i brudu drewno nakładano np. powłokę wapienną, olejną lub bitumiczną. Dwie ostatnie metody były uważane za bardzo skuteczne zabezpieczenie drewna przed wilgocią i owadami. Jako „olej” stosowano pokost z dodatkiem farb, a smolę z węgla kamiennego rozrzedzano olejkami terpentynowymi, często dodając sproszkowaną cegłę. Asfalt również był uznawany za skuteczną powłokę zabezpieczającą drewno. Zwracano uwagę, że musi on być dokładnie i kilkakrotnie nakładany. Popularne były też metody impregnacji powierzchniowej, takie jak smarowanie, opryskiwanie, moczenie w preparatach chemicznych. Stosowano także bandażowanie i pastowanie [3, 4]. Substancjami często używanymi do podkładów kolejowych, słupów drewnianych, palisad stały się organiczne środki impregnujące (rys.

1.). Jak potwierdzają badania, podkłady drewniane zaimpregnowane olejem kreozotowym wytrzymują min. 30–50 lat, a trwałość nieimpregnowanych elementów bukowych wynosi 3 lata [5, 6].

Związki chemiczne wykorzystywane do impregnatów były rozpuszczane głównie w ośrodkach oleistych, gdyż cechowała je ograniczona wymywalność spowodowana właściwościami hydrofobowymi. Wśród tych preparatów należy wymienić karbolineum, pentachlorofenol, nafteniany miedzi, dinitrofenian sodu oraz olej kreozotowy. Kreozot to składnik smoly drzewnej, który został wyprodukowany w postaci smoly w wyniku suchej destylacji drewna w 1832 przez Carla Reichenbacha [6]. Wypalanie drewna oraz produkcja smoly odbywała się zarówno w małych wytwórniach, jak i w zakładach przemy-



Rys. 1. Elementy drewniane impregnowane kreozotem (fot. B. Ksit)



Rys. 2. Wykorzystanie podkładów kolejowych w małej architekturze (fot. B. Ksist)

słowych. Sopleckie Zakłady Impregnacjne z okresu przed II wojną światową zajmowały znaczącą pozycję w produkcji tego materiału. Olej kreozotowy jest mieszaniną wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (w tym m.in. naftalenu, antracenu, fenantrenu i chryzenu) stanowiących od 80 do 90% składników oleju, oraz składników zasadowych i kwaśnych, czyli krezoli oraz fenoli czy metylowych pochodnych piryny i innych. Zawartość składników o charakterze kwasowym, głównie fenoli, waha się w granicach od 4 do 16%, a składników zasadowych od 3,5 do 4,5% oleju impregnacyjnego.

### Uzasadniona wołta

Zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 528/2012 zmienionym 334/2014 w sprawie udostępniania na rynku i stosowania produktów biobójczych od 1 maja 2013 r. kreozot, stosowany do impregnacji podkładów kolejowych, podrozdżadnic i mostownic, uznano za bezprogowy czynnik rakotwórczy oraz sklasyfikowano jako substancję rakotwórczą kategorii 1B (substancję klasyfikuje się jako rakotwórczą kategorii 1B na podstawie danych epidemiologicznych lub wyników badań przeprowadzonych na zwierzętach). Szczególnie jeden ze składników – benzo(a)piren ( $C_{20}H_{12}$ ) – jest wysoce kancerogeny, a niektóre z wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) uznano za trwale, zdolne do biokumulacji i toksyczne [6].

Szczególnie istotnym zjawiskiem determinującym właściwości WWA jest występowanie w ich cząsteczkach obszarów zwiększo-

nej gęstości elektronowej, tzw. *bay region* (np. struktura fenantrenu). Występowanie tego zjawiska, mającego oczywiście charakter kwantowo-mechaniczny, ma fatalne skutki zdrowotne, bowiem po dostaniu się do organizmu żywego WWA wykazują działanie kancerogenne. Mechanizm zjawiska jest skomplikowany. W skrócie można stwierdzić, iż pojawienie się w komórkach obszarów o zwiększonej gęstości elektronowej umożliwia tworzenie się adduktów z DNA żywych organizmów, co bardzo negatywnie wpływa na replikację komórek organizmu poddanego działaniu tych związków. W konsekwencji jest to długofalowe działanie kancerogenne.

Olej kreozotowy, który znajduje się w elementach drewnianych, zanieczyszcza powietrze, glebę i wodę. Toksyczne substancje uwalniają się do środowiska przy różnych wartościach temperatury oraz jednoznacznie wpływają na zanieczyszczenie środowiska. Podkłady kolejowe zaimpregnowane olejem kreozotowym wykazują dobre właściwości antykorozyjne [7], tj.:

- dobrą ochronę przed grzybami i owadami,
- dużą trwałość w okresie użytkowania nasyconego kreozotem drewna,
- brak wpływu na korozję stali,
- brak wpływu na zwiększenie palności drewna.

Elementy zaimpregnowane kreozotem mimo utraty swych parametrów technicznych (np.: trwałość tych materiałów jest ograniczona do ok. 30–50 lat) dostają „drugie życie” np. w małej architekturze (rys. 2.).

### Normy imisyjne

Dla celów projektowych rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu oraz WHO określa tylko poziom odniesienia dla godziny na poziomie  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  oraz dla roku kalendarzowego na poziomie  $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  [8]. Benzo(a)piren (przedstawiciel wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych) ma określony poziom docelowy dla wartości średniorocznej, który wynosi  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dawka śmiertelna benzo(a)pirenu dla organizmów stałocieplnych wynosi tylko  $710 \text{ mg}/\text{kg}$ . PM10 (ang. *Particulate Matter 10*) to mieszanina zawieszonych w powietrzu cząsteczek, których średnica nie przekracza 10 mikrometrów. Jest szkodliwa z uwagi na zawartość takich elementów jak benzo(a)pireny (jeden z kancerogennych składników oleju kreozotowego), furany, dioksyny – jednym słowem: rakotwórcze substancje, heterocykliczne związki z endocyklicznym atomem tlenu, cykliczne etery o charakterze aromatycznym. Kolejny składnik oleju kreozotowego – fenol, nie ma określonego poziomu dopuszczalnego. PM2,5 (ang. *Particulate Matter 2,5*) to aerozole atmosferyczne, których średnica nie jest większa niż 2,5 mikrometra. Ten pył zawieszony jest uznawany za najgroźniejszy dla zdrowia człowieka. Pozostałe wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne zawarte w kreozocie również nie mają określonych norm dopuszczalnych oraz poziomów odniesienia, ale to nie znaczy, że nie są groźne dla życia i zdrowia. W tabeli 1. zestawiono obowiązujące zestawienie stężeń zanieczyszczeń.

Zanieczyszczenia gleby określa rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi oraz dyrektywa 2010/75/UE w sprawie emisji przemysłowych – zwana również dyrektywą IED (ang. *Industrial Emissions Directive*). Substancje powodujące ryzyko szczególnie istotne dla ochrony powierzchni ziemi oraz dopuszczalne wartości tych substancji w glebie podane są dla głębokości 0–0,25 m p.p.t., z podziałem uwzględniającym grupy gruntów. Dla grupy I i II poziom benzo(a)pirenu wynosi  $0,1 \mu\text{g}/\text{kg}$ .

### Badania klasyfikacyjne

Choć olej kreozotowy jest materiałem zawierającym kancerogeny B(a)P, sklasyfikowany jako substancja rakotwórcza kategorii 1B, to UE dopuszcza stosowanie tego impregnatu. W normie PN-EN 13991 określone są wymagania techniczne (tabela 2.) i metody badań oleju kreozotowego stosowanego w przemyśle drzewnym do celów ochrony [10]. Olej kreozotowy był produkowany w trzech gatunkach. Od 2004 r. olej typu A został wycofany z produkcji ze względu na duże ilości benzo(a)pirenu.

Tabela 1. Obowiązujące normy stężeń pyłów PM10 i PM2,5 oraz benzo(a)pirenu [9]

Substancja	Okres uśredniania	PN-EN 13991	Dopuszczalna częstość przekraczania	Wartość informowania społeczeństwa	Wartość alarmowa
PM2,5	365 dni	$25 \mu\text{g}/\text{m}^3$	–	–	–
PM10	24 h	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	35 razy w roku	$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$300 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	365 dni	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	–	–	–



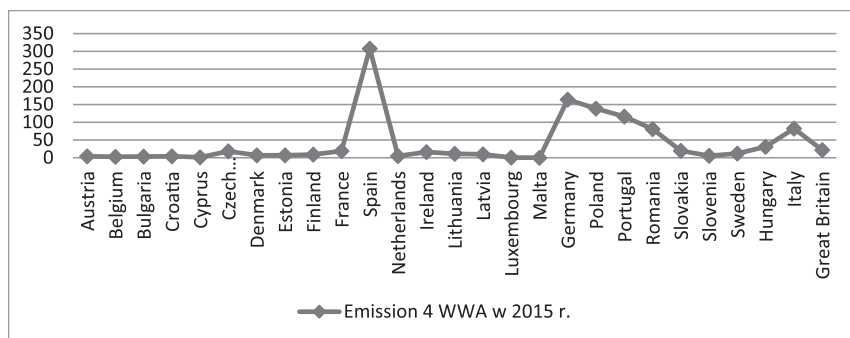
Tabela 2. Wymagania techniczne dla oleju kreozotowego wg PN-EN 13991:2004 [11]

Parametry	Gatunek A	Gatunek B	Gatunek C
Gęstość w 20/4 [kg/m <sup>3</sup> ]	1,040–1,150	1,020–1,150	1,030–1,170
Zawartość wody [%]	max. 1	max. 1	max. 1
Temp. krystalizacji [°C]	max. 23	max. 23	max. 50
Fenole ekstrahowane wodą (m/m) [%]	max. 3	max. 3	max. 3
Składniki nierozpuszczalne w toluenie (m/m) [%]	max. 0,4	max. 0,4	max. 0,4
Zakres temperatur wrzenia			
Destylat do 235	max. 10	max. 20	–
Destylat do 300	20 – 40	40 – 60	max. 10
Destylat do 355	55 – 75	min. 70	min. 65
Zawartość benzo(a)pirenu [μg/kg]	max. 500	max. 50	max. 50
Temperatura zapłonu [°C]	min. 61	min. 61	min. 61

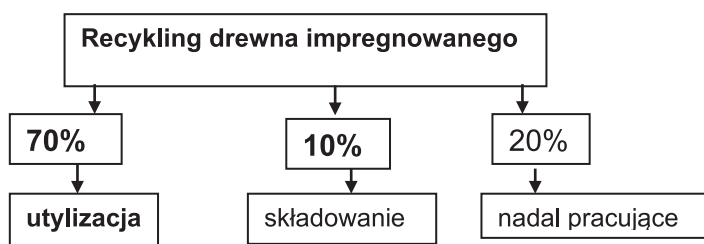
Jednakże wiele związków chemicznych nie ma określonych wartości dopuszczalnych – bezpiecznych dla organizmów żywych. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) stanowią liczną grupę związków o budowie pierścieniowej, charakteryzujących się zbliżonymi własnościami fizykochemicznymi. Znanych jest ponad 100 różnych WWA. Najczęściej w środowisku występuje 17 WWA. Jak wykazało opracowanie *European Union Emission inventory report 1990–2015 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP)*, EEA 2017 [12] (rys. 3.), analizujące lata 1990–2015, emisja z terenu Polski wybranych związków WWA stanowiła ponad 12% łącznej emisji WWA z krajów Unii Europejskiej.

Stężenia benzo(a)pirenu w Polsce są monitorowane na 129 stanowiskach. Badania wykazują, że utrzymują się one na wysokim poziomie. Najwyższe wartości uśrednionego stężenia B(a)P wystąpiły w 2010

i 2012 r. Jak podaje raport Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej z 2017 r. [13], wartości te przekraczały prawie sześciokrotnie poziom określony jako dopuszczalny. W 2016 r. nastąpił wzrost uśrednionych stężeń benzo(a)pirenu, a poziom przekroczony był na 122 ze 129 stanowisk w kraju, w tym na 111 spośród 114 stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego. Uśrednione stężenie roczne B(a)P dla wszystkich stanowisk tła miejskiego oraz podmiejskiego w 2016 r. wynosiło 5,20 mg/m<sup>3</sup>, było więc przeszło pięciokrotnie wyższe od wartości poziomu docelowego. Na 7% stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego stężenie średnie roczne B(a)P ponad dziesięciokrotnie przewyższało poziom docelowy. Poprawa jakości powietrza w zakresie WWA (oraz jednocześnie w zakresie pyłu PM10 i PM2,5) wymaga zatem podejmowania i prowadzenia działań zmierzających do ograniczenia emisji WWA.



Rys. 3. Emisja WWA w krajach UE [12]



Rys. 4. Schemat planu recyklingu na 2030 r. drewna z olejem kreozotowym

## Metody utylizacji

Unia Europejska narzuciła ostre wymagania związane z odpadami i aby nie płacić dużych kar, każdy kraj musi uzyskać wysokie wskaźniki w zakresie: recyklingu odpadów na poziomie 70% do 2030 r., redukcji składowania odpadów do maksymalnie 10% do 2030 r. (rys. 4.). Wymagania te zmierzają do całkowitego zakazu składowania odpadów segregowanych [12], a do takich należą podkłady kolejowe.

W Polsce oleju kreozotowego używano do zabezpieczania przeciwwilgociowego różnych konstrukcji, zarówno z drzewa iglastego (sosna), jak i liściastego (buk, dąb), a największe zużycie występowało w zabezpieczeniu elementów kolejowych (tabela 3.).

## Autorskie badania

W celu porównania struktury drewna zaimpregnowanego olejem kreozotowym wykonano badania w laboratorium Politechniki Poznańskiej. Analizy wykonano za pomocą mikroskopu TESKAN VEGAN-3. Porównano strukturę drewna niezaimpregnowanego (próbka 1), zaimpregnowanego w stanie nienaruszonym (próbka 3a) w części przy powierzchni belki oraz w środku belki (próbka 3b) i zaimpregnowanego w stanie destrukcji (próbka 2) (rys. 5.).

Na podstawie uzyskanych obrazów struktury materiału, przy wykorzystaniu obrazowania SEM można stwierdzić, że struktura próbek 3a i 3b nie uległa zniszczeniu mimo długoletniej eksploatacji. Nie odnotowano śladów korozji wywołanych niszczącym działaniem obciążań dynamicznych oraz obciążań środowiskowych. Wewnętrzna struktura badanych próbek zaimpregnowanych była porównywalna ze strukturą próbek niezaimpregnowanych (1 i 3b) (rys. 6.).

Jak wykazała analiza chemiczna EDX oraz obrazowanie mikroskopowe struktury drewna zaimpregnowanego kilkadziesiąt lat temu, w materiale ciągle występuje obecność impregnatu (rys. 7.). Badania potwierdziły, że struktura drewna zabezpieczonego, zarówno zdegradowanego (2), jak i w stanie nienaruszonym (3a, 3b) wykazuje obecność oleju kreozotowego. Elementy impregnowane kreozotem, które nie uległy zniszczeniu, choć nadal wykazują zwartą strukturę (rys. 6.), zamiast trafiać na rynek wtórny, powinny być także utylizowane jak elementy wykazujące destrukcję. Istotnym parametrem jest tu nie ich trwałość, ale kancerogenność. Metoda typu zabezpieczenie placu składowania przez zastosowanie membrany jest tylko chwilowym rozwiązaniem problemu, gdyż olej kreozotowy, uwalniając się do powietrza, zanieczyszcza środowisko. Należy podkreślić, że utylizacja takich materiałów jest trudnym zadaniem, ale naukowcy opracowali i wdrożyli kilka metod pozbycia się oleju kre-

ozotowego z drewnianych elementów. Wśród nich należy wymienić:

- **Metodę bioremediacji** przez mikroby. Najprostszą formą bioremediacji jest naturalna atenuacja (NA) lub bioatenuacja, podczas której rodzime populacje drobnoustrojów degradują rekalcytanty lub związki ksenobiotyków w oparciu o ich naturalne procesy metaboliczne [14].
- **Kąpiele fugujące**, które wykorzystują mechanizm bioremediacji – to proces odwrotny do namaczania w oleju kreozytowym. Prowadzony jest w autoklawach, z olejem wtłuskowym do płynu z bakteriami z grupy *Pseudomonas*. Emulsje wodne i olejowe otrzymane po procesie autoklawowania ulegają całkowitej biodegradacji, a produktami końcowymi są dwutlenek węgla oraz woda. Bioaugmentacja to metoda poprawy degradacji i zwiększenia tempa transformacji ksenobiotyków poprzez wprowadzenie do gleby mikroorganizmów typu dzikiego lub modyfikowanych genetycznie [15, 18]
- **Metoda termolizy odpadów** do niskotemperaturowy proces rozkładu termicznego. Termoliza, inaczej nazywana pirolizą, to proces podobny do znanej od XIX wieku technologii suchej destylacji drewna polegającej na termicznym rozkładzie drewna bez dostępu powietrza (lub z minimalnym dostępem) w reaktorach ogrzewanych do temperatury ok. 500°C. Produkty rozkładu termicznego drewna to węgiel drzewny, gaz drzewny, ocet drzewny (kwas octowy, metanol) i smoła [19, 20].
- **Metoda „elektrotermicznego dynamicznego procesu strippingowego”** (ET-DSP™) to sposób termicznej rekultywacji gruntu z wykorzystaniem węgla aktywnego. Polega on na zainstalowaniu określonej liczby elektrod pod powierzchnią gruntu w celu podgrzania gleby za pomocą energii elektrycznej i oczyszczenia powietrza/wody po ich wydobyciu z gleby (za pomocą mobilnego systemu uzdatniania) [13].

Wśród metod oczyszczania gleby można wyróżnić:

- **Fitoremediację**, co oznacza wykorzystanie roślin i związanych z nimi drobnoustrojów do oczyszczania środowiska [21, 22]. Fitoremediacja ma potencjalną wszechstronność w usuwaniu różnorodnych niebezpiecznych zanieczyszczeń. Może być stosowana do oczyszczania na dużą skalę, ponieważ jest to przyjazna środowisku ekotechnologia łatwa do zastosowania w zanieczyszczeniach gleby. Ta nieinwazyjna metoda jest również zrównoważona i może być atrakcyjną wizualnie technologią ekologicznej renowacji zanieczyszczonych terenów.
- **Rizoremediację**, definiowaną jako degradacja opornych zanieczyszczeń

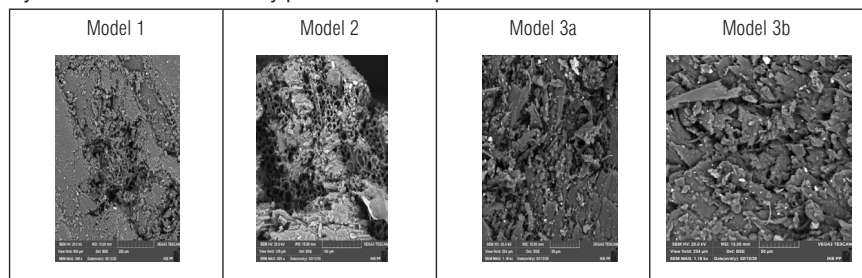
Tabela 3. Struktura wiekowa eksploatowanych podkładów kolejowych według stanu na 31.12.2016 r. (dane: Biuro Dróg Kolejowych PKP PLK, 2017 r.[13])

Rodzaj podkładów	Liczba [mln szt.]	Okres trwałości [lata]	Podkłady eksploatowane po okresie żywotności	
			Liczba [mln szt.]	[%] danego rodzaju
iglaste	17,8	18(20)	13,7	77,0
liściaste	2,3	25(30)	0,7	30,4

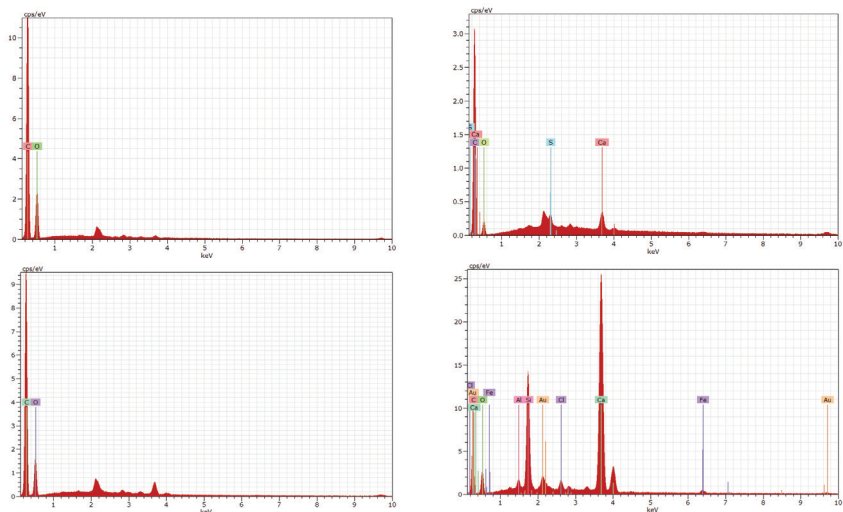
Rys. 5. Próbkę przyjęte do analiz (fot. B.Ksist)



Rys. 6. Obrazowanie struktury próbek mikroskopem TESKAN VEGAN-3



Rys. 7. Skład chemiczny w analizowanych próbkach



przez bakterie w ryzosferze. Jest ona atrakcyjnym procesem, ponieważ korzenie roślin zapewniają dużą powierzchnię dla znacznej populacji bakterii i transportują kolonizujące korzenie, remediując mikroorganizmy do zanieczyszczeń na głębokości od 10 do 15 m w glebie [17].

### Wnioski

Decyzja Wykonawcza Komisji (UE) 2017/2334 [23] przedłużyła ważność zatwierdzenia kreozytu do stosowania w produktach biobójczych należących do grupy produktowej 8 (środki stosowane do konserwacji drewna), co jest jednoznaczne z możliwością dalszego stosowania tej toksycznej substancji do zabezpieczenia elementów drewnianych. Olej

impregnacyjny (kreozyt) był dopuszczony do obrotu i stosowania świadectwem nr 2(81) wydanym przez Instytut Technologii Drewna (ITD) w Poznaniu. Świadectwo dopuszczenia do stosowania w budownictwie nr 293/83, wydane wspólnie z Instytutem Techniki Budowlanej (ITB), pt. *Środki ochrony drewna*, ograniczyło zakres stosowania kreozytu do impregnacji wyrobów drewnianych stosowanych wyłącznie na otwartej przestrzeni, a więc do takich wyrobów, jak: nawierzchnie kolejowe, słupy teletechniczne, elementy drewniane nabrzeży portowych. Jak wykazano w artykule, kreozyt stosowany jako impregnat w elementach drewnianych nadal pełni swe funkcje ochronne (hydroizolacyjne), jednakże z powodu uznania go za bezprogowy czynnik rakotwórczy w 2012/2014 nie powinien być stosowany.

Podsumowując, kreozot jako substancja czynna może być aktualnie stosowany w produktach biobójczych w grupie 8 (środki stosowane do konserwacji drewna) zgodnie z ograniczeniami określonymi w dyrektywie 2011/71/UE [24], uwzględniającymi obostrzenia zawarte w załączniku XVII do rozporządzenia REACH.

Jak wykazały badania, elementy kolejowe zabezpieczone w latach 2008–2012 olejem kategorii B i C nie przekroczyły wymaganych wartości (tabela 2.). Jednakże, choć wartości te są dopuszczalne, należy zauważyć, że zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 528/2012 zmienione 334/2014 każda ilość oleju kreozotowego jest kancerogenna. Należy stwierdzić, że elementy pochodzące z demontażu starych podkładów kolejowych powinny być utylizowane, a nie wykorzystywane do małej architektury (schronów zewnętrznych, murów oporowych lub całych przestrzeni rekreacyjno-wypoczynkowych), jak to jest praktykowane.

Od 2025 roku w Polsce ma zostać zmodernizowanych 9 tys. kilometrów torowisk kolejowych. Oznacza to konieczność utylizacji ponad 15 mln drewnianych podkładów kolejowych, czyli 975 mln ton niebezpiecznych odpadów. A podkłady kolejowe to tylko jeden z elementów konstrukcyjnych (inne to: słupy elektryczne, palowanie mostownic i podrozjazdnic), który impregnowano toksyczną substancją. Jak wykazano po wielu latach eksploatacji, zabezpieczone olejami impregnacyjnymi pochodzenia karbochemicznego elementy drewniane zawierają jeszcze szereg wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.

Benzo(a)piren tworzący WWA jest jednym z najbardziej toksycznych składników smogu (mgły zawierającej zanieczyszczenia powietrza), a konkretnie pyłu zawieszonego, który potrafi przenikać do układu oddechowego i krwiobiegu organizmów żywych, zwiększając wystąpienie groźnych chorób. Należy również podkreślić, że związek ten może pokonywać bardzo duże odległości w atmosferze. W Uniwersytecie Stanowym w Oregonie stwierdzono, że „mobilność” B(a)P wymusza również korektę w ocenie narażenia populacji ludzkich na te zanieczyszczenia.

Prawo zabrania odzyskiwania i unieszkodliwiania tego typu odpadów poza odpowiednimi przeznaczonymi do tego celu instalacjami lub urządzeniami. W żadnym wypadku zużyte elementy drewniane zabezpieczone olejem kreozotowym nie powinny być przekazywane komukolwiek do dalszego wykorzystania. Niestety takie drewno trafia do sprzedaży detalicznej w dużych ilościach i dostaje „drugie życie”, stwarzając zagrożenie dla ludzi i środowiska.

W wyniku metod utylizacyjnych elementy drewniane osiągają zawartość węglowodorów nie wyższą niż stanowiące wagowo górną granicę 2% pierwotnie zawartych w masie

drewna impregnatów. Przy takim poziomie zanieczyszczenia odzyskane drewno kwalifikuje się do wtórnego wykorzystania jako bezpieczne drewno opałowe lub też jako materiał do dalszej obróbki i wytwarzania budowlanych płyt OSB (ang. *oriented strand board* – płyta o wiórach orientowanych).

Jak wykazano, nie każdy materiał z rozbiernych konstrukcji (po okresie żywotności) można wykorzystać powtórnie mimo jego dobrych parametrów technicznych. W przypadku elementów drewnianych zabezpieczanych olejem kreozotowym utylizacja tego materiału wiąże się z dużymi problemami i nakładami finansowymi oraz logistycznymi, ale dzięki temu ochronimy środowisko i zmniejszyśmy zagrożenia kancerogenne następnych pokoleń.

DOI: 10.5604/01.3001.0014.6351

#### PROWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Błaszczński Tomasz Z., Ksiit Barbara, Pilch Roman, 2021, Dawne zabezpieczenia konstrukcyjnych elementów drewnianych wpływające szkodliwie na człowieka i środowisko, „Builder” 02 (283). DOI: 10.5604/01.3001.0014.6351

#### Literatura

- [1] J. Korentz, B. Nowogórska, Assessment of the life cycle of masonry walls in residential buildings, Proceedings of the Environmental Challenges in Civil Engineering ECCE Opole, Polska, MATEC Web of Conferences (2018) 174, 01025, 1-7.
- [2] B. Ksiit, A. Szymczak-Graczyk, Rare weather phenomena and the work of large-format roof coverings. Civil and Environmental Engineering Reports, CEER (2019) 30 (3), 123-133.
- [3] J. Karyś, Ochrona przed wilgocią i korozją biologiczną w budownictwie, Medium Warszawa 2014.
- [4] D. Mącznyński, Jak chroniono w Polsce drewno budowlane i konstrukcyjne w XIX i XX w. <http://www.icomos-poland.org/> (dostęp 10.02.2020 r.).
- [5] M. Leśniewicz, I. Kruszelnicka, D. Ginter-Kramarczyk, Problem z zagospodarowaniem drewnianych podkładów kolejowych. Instal (2015), 10.
- [6] S. Stelmach, R. Wasilewski, The problem of waste management of wooden railway sleepers. Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska (2014) 16(3), 7-15.
- [7] A. Jaworska, D. Milczarek, E. Naduk, Impregnowanie drewnianych podkładów kolejowych z uwzględnieniem właściwości fizykochemicznych stosowanych środków ochrony drewna. Problemy Kolejnictwa (2013) 161, 43-57.
- [8] WHO, Environmental Health Criteria 202 Selected non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons, Geneva 1998.
- [9] B.J. Alloway, D.C. Ayres, Chemiczne podstawy zanieczyszczenia środowiska, PWN, Warszawa 1999.
- [10] J. Holewa, E. Kusina, A. Krasińska, Zanieczyszczenia węglowodorowe w zużytych podkładach kolejowych i ich oznaczanie w celu klasyfikacji odpadów, Nafta-Gaz (2008), 3, 205.
- [11] PN-EN 13991:2004 Chemiczne środki ochrony drewna.
- [12] Move To A Circular Economy In Poland – Current State And Perspectives PolSCA.PAN Conference, European Parliament (Dec. 7, 2016).
- [13] I. Wojciechowski, A. Doliński, J. M. Radziszewska-Woźnińska, M. Wołosiak, Przyjazny dla środowiska recykling podkładów kolejowych. Problemy kolejnictwa. RAILWAY REPORT, z. 181 (Dec. 2018).
- [14] M. Popowska, Z. Markiewicz, Murein-Hydrolyzing Activity of Flagellin FlaA of *Listeria monocytogenes*. Pol. J. Microbiol., (2004) 53: 237-241.
- [15] R.J. Farański, Sposób unieszkodliwiania odpadów drewnianych impregnowanych olejami zawierającymi policykliczne węglowodory aromatyczne, Kraków, Patent 202 816 B1, 2009.
- [16] M.T. Kingsley, J.K. Fredrickson, F.B. Metting et al. (1994), Environmental restoration using plant-microbe bioaugmentation. In: R.E. Hinchee, A. Leeson, L. Semprini, S.K. Ong (eds) Bioremediation of Chlorinated and Polyaromatic Hydrocarbon Compounds. Lewis Publishers, Boca Raton, pp. 287–292.
- [17] E.L. Kuiper, G.V. Legendijk, B. Lugtenberg (2004), Rhizoremediation: A beneficial plant-microbe interaction. Mol Plant Microbe Int. 17:6–15.
- [18] J. Widada, H. Nohji, T. Omori (2001), Recent developments in molecular techniques for identification and monitoring of xenobiotic-degrading bacteria and their catabolic genes in bioremediation. Appl Microbiol Biotechnol 60:45–59.

[19] D. Kardaś i in., Modelowe kompleksy agroenergetyczne. Teoretyczne i eksperymentalne aspekty pirolizy drewna i odpadów, wydawnictwo UWM, Olsztyn 2014.

[20] G. Lewandowski, E. Milchert, Współczesna technologia suchej destylacji drewna, Chemik 2011, 65, 12, 1301-1306.

[21] D.E. Salt, R.D. Smith, I. Lakshmanaperumalsamy et al. (1998), Phytoremediation. Ann Rev Plant Physiol 49:643–668.

[22] O.V. Singh, R.K. Jain (2003) Phytoremediation of toxic aromatic pollutants from soil. Appl Microbiol Biotechnol 63:128–135.

[23] Decyzja wykonawcza Komisji (UE) 2017/2334 z dnia 14 grudnia 2017 r. odraczająca datę wygaśnięcia zatwierdzenia kreozotu do stosowania w produktach biobójczych należących do grupy typu 8.

[24] Dyrektywa Komisji 2011/71 / UE z dnia 26 lipca 2011 r. zmieniająca dyrektywę 98/8 / WE Parlamentu Europejskiego i Rady w celu włączenia kreozotu jako substancji czynnej do załącznika I do tej dyrektywy. Tekst mający znaczenie dla EOG.

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono dawne popularne zabezpieczenie drewna konstrukcyjnego ze względu na wilgoć i owady. Ekotoksyczny olej kreozotowy jest do dnia dzisiejszego stosowany jako środek zabezpieczający konstrukcje, które stykają się z gruntem, wodą i powietrzem. Kreozot, stosowany do impregnacji podkładów kolejowych, podrozjazdnic oraz mostownic, a także słupów linii energetycznych uznano za bezprogowy czynnik rakotwórczy i sklasyfikowano jako substancję rakotwórczą kategorii 1B. Obecnie w kraju podejmuje się próby neutralizacji tego materiału celem ochrony środowiska. Celem artykułu jest wykazanie, że dawne impregnowane elementy drewniane nie powinny dostawać drugiego życia, choć ich budowa i struktura nadal nie uległy destrukcji pomimo ich długoletniej eksploatacji. W artykule przedstawiono różne metody neutralizacji, porównano strukturę drewna zdegradowanego i bez śladów destrukcji po wieloletnim działaniu impregnatu.

**Słowa kluczowe:** olej kreozotowy, neutralizacja, drewno

**Abstract:** The article presents the former popular protection of construction timber due to moisture and insects. The eco-toxic creosote oil is still used today as a means of protecting structures that come into contact with soil, water and air. Creosote, used to impregnate railway sleepers, switch sleepers and bridge decks, power line poles, has been considered a non-threshold carcinogen and classified as a carcinogen category 1B. Currently, the country is trying to neutralize this material in order to protect the environment. The aim of the article is to show that the old impregnated wooden elements should not get a second life, although their structure and structure have not been destroyed, despite their many years of use. The article presents various methods of neutralization, compares the structure of degraded wood and wood without any signs of destruction after many years of impregnation.

**Key words:** creosote oil, neutralization, wood