

MACIEJ ŁAWNICZAK
Akademia Rolnicza w Poznaniu

PRODUKCJA I STOSOWANIE LIGNOMERU W ROLNICTWIE I W TRANSPORCIE

Geneza zagadnienia

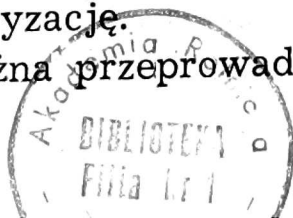
W celu ograniczenia zużycia materiałów klasycznych w ostatnich latach, w krajach uprzemysłowionych prowadzi się intensywne badania zmierzające do opracowania technologii tworzenia nowych kompozytów materiałowych charakteryzujących się doskonalszymi właściwościami od właściwości materiałów użytych do ich wyprodukowania.

W latach sześćdziesiątych rozpoczęto badania mające na celu ograniczenie przyrodzonych wad i poprawę właściwości drewna przez stworzenie na jego bazie nowego kompozytu drewno-polimer oraz poprawę właściwości wytrzymałościowych polimerów poprzez wysoką zorganizowaną strukturę drewna. Wiadomo bowiem, że drewno jest stale odtwarzane przez przyrodę na drodze biosyntezy. Ponieważ produkcja drewna jest nieskończona w czasie, przeto dochodzimy do wniosku, że mimo przemian zachodzących wokół niego, po węglu i ropie naftowej drewno będzie odgrywać decydujące znaczenie dla mieszkańców naszego globu. Już dzisiejsze badania prowadzone przez laureata nagrody Nobla, przyznanej za prace w zakresie fotosyntezy prof. M. Celvina z Uniwersytetu Kalifornijskiego wykazały, że w niedalekiej przyszłości będzie można uprawiać drzewa nie tylko produkujące drewno i tlen, ale także emulsje oleiste, które już obecnie pozyskane z dwóch odmian krzewów, i oczyszczone w tradycyjnych instalacjach rafineryjnych z powodzeniem zastępują benzynę. Dodać należy, że przerób drewna na elementy konstrukcyjne jest szczególnie mało energochłonny.

Zrodzenie się idei tworzenia kompozytu materiałowego na bazie jednego z najstarszych materiałów konstrukcyjnych i produktu najnowszego jakim są tworzywa sztuczne, należy uznać za przełom w badaniach i w rozwoju technologii doskonalenia właściwości i przedłużenia trwałości użytkowania drewna.

Tworzenie kompozytu drewno-polimer polega na wprowadzeniu do drewna najmniejszych cząstek tworzyw sztucznych w postaci monomerów lub prepolimerów oraz na częściowym ich skojarzeniu z substancją drzewną poprzez ich polimeryzację.

Proces polimeryzacji można przeprowadzić na drodze obróbki radia-



FAC-2472

cyjnej i termicznej. Najwięcej zagranicznych badań z zakresu tworzenia kompozytu drewno-polimer poświęcono polimeryzacji radiacyjnej, gdyż badania te były finansowane przez krajowe komisje energii atomowej. Badania te jednakże wykazały, że dla spolimeryzowania w drewnie monomerów są niezbędne duże dawki promieniowania niszczące strukturę drewna, co obniża wytrzymałość otrzymanego kompozytu. Stwierdzono również, że budowa zakładów ze źródłem promieniowania radiacyjnego wymaga dużych nakładów inwestycyjnych a koszt polimeryzacji jest bardzo wysoki. Ponadto wymaga zatrudnienia wysoko kwalifikowanych specjalistów. Ponieważ technologii tej nie można przenieść do zakładów podstawowej obróbki drewna jakimi są tartaki, przeto drewno w przypadku tym należy dostarczać do zakładów wyposażonych w źródła wielkiej energii, znajdujących się najczęściej w miastach uniwersyteckich. Z wymienionych przyczyn produkcja kompozytu materiałowego drewno-polimer nie została szeroko rozpowszechniona. W krajach przynależnych do RWPG również nie uruchomiono produkcji w skali technicznej kompozytu drewno-polimer na drodze polimeryzacji radiacyjnej.

Podjętą w roku 1968 badania podstawowe zmierzające do opracowania technologii tworzenia kompozytu drewno-polimer wyszliśmy z założenia, że dla wdrożenia i rozpowszechnienia, technologia ta musi być dostosowana do stanu technicznego i kwalifikacji kadr przemysłu tartaczego. Uznano, że warunek ten musi spełnić tylko jedynie polimeryzacja termiczna. Jednakże wówczas publikacje zagraniczne informowały, że polimeryzacja termiczna jest nieprzydatna do polimeryzacji monomerów w drewnie, gdyż większość monomerów zostaje wydalona z drewna przed ich spolimeryzowaniem, tworząc jednocześnie zagrożenie wybuchowe.

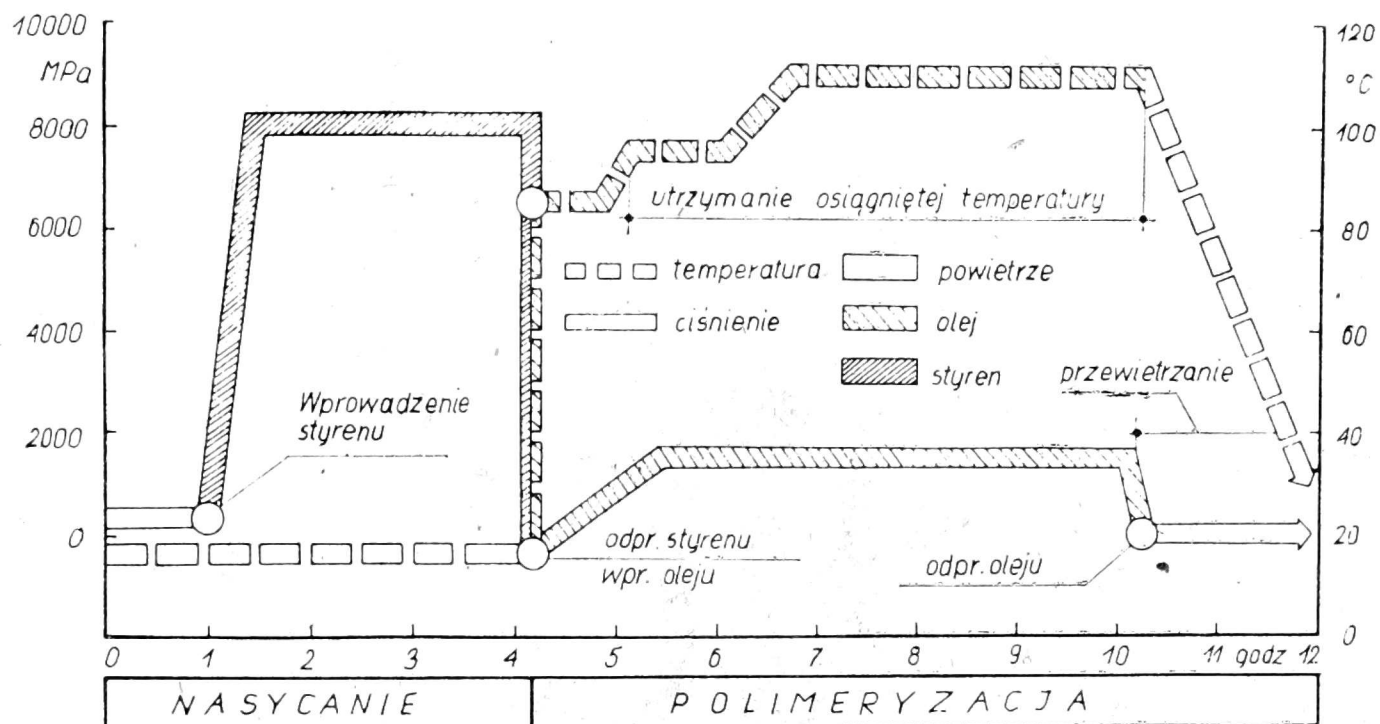
W związku z tym podjęto badania zmierzające do ograniczenia wad i usunięcia przyczyn uniemożliwiających tworzenie kompozytu drewno-polimer na drodze polimeryzacji termicznej. W wyniku przeprowadzonych badań zrodził się w roku 1971 pomysł, uznany za wynalazek, stwarzający możliwości produkcji nowego kompozytu materiałowego bez konieczności stosowania polimeryzacji radiacyjnej. Opierając się na wynalazku i dalszych badaniach, opracowano oryginalną technologię produkcji kompozytu materiałowego drewno-polistyren, który nazwano lignomerem¹⁾. Schemat procesu produkcji lignomeru obrazuje rysunek 1.

Produkcja lignomeru — według opracowanej technologii — jest mało energochłonna, gdyż wymaga nagrzania oleju przy pierwszym stosowa-

¹⁾ Nazwa ta powstała przez połączenie dwóch sylab za pomocą litery „o”:

lign — stanowiącej rdzeń słowa nazwy łacińskiej drewno — lignum

i mer — stanowiącej końcówkę słowa polimer

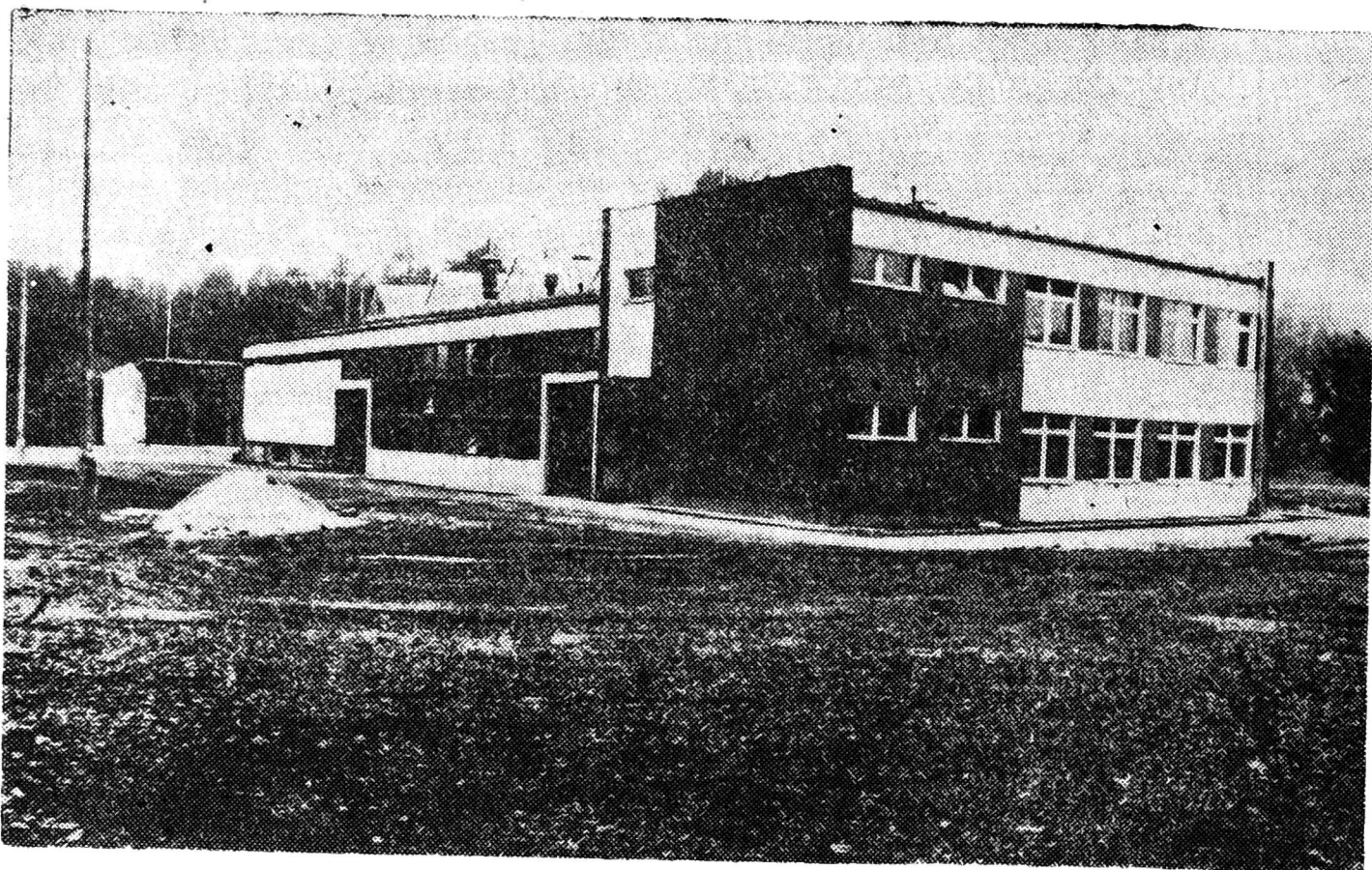


Rys. 1. Schemat technologiczny produkcji lignomeru

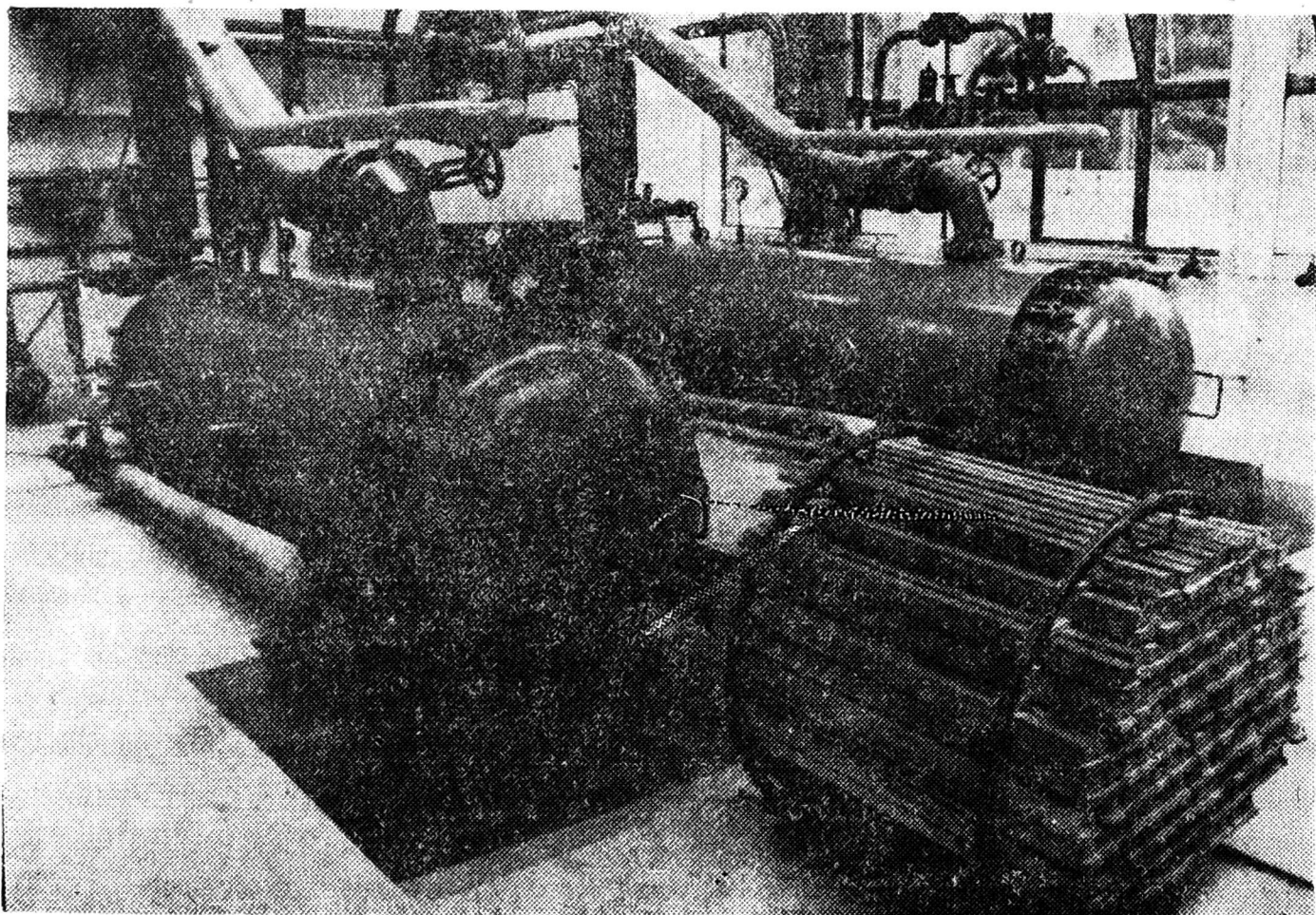
niu do temp. 85°C, przy której inicjuje się proces polimeryzacji styrenu w drewnie. W procesie dalszej obróbki termicznej wykorzystuje się ciepło będące wynikiem reakcji egzotermicznej procesu polimeryzacji styrenu, które jest przejmowane przez olej. Następnie olej nagrany podczas produkcji lignomeru w pierwszym autoklawie przepompowuje się do autoklawu drugiego, w którym znajduje się drewno uprzednio nasycone styrenem. Cykl ten powtarza się wielokrotnie bez konieczności ponownego nagrzania oleju do temp. 85°C. Dodać należy, że do produkcji lignomeru wykorzystuje się drewno gatunków o małej gęstości, charakteryzujących się niską wytrzymałością i krótką trwałością użytkowania.

W celu szybkiego doprowadzenia innowacji do końca, autor wynalazku przejął na siebie trud zbudowania pilotowego zakładu produkcji lignomeru. W roku 1975 rozpoczęto budowę a już w listopadzie 1976 roku uruchomiono produkcję lignomeru (fot. 1 i 2). W ten sposób Polska stała się pierwszym krajem przynależnym do RWPG produkującym kompozyt materiałowy drewno-polimer. W związku z tym, Polsce zostało powierzono zorganizowanie w maju 1979 roku pionowego spotkania specjalistów RWPG i Finlandii z zakresu modyfikacji drewna.

Celem pilotowego zakładu produkcji lignomeru było udoskonalenie prototypowych urządzeń i instalacji technologicznych. W wyniku dwuletnich prób i doświadczeń prowadzonych w skali technicznej opracowano założenia technologiczne i wytyczne branżowe do projektowania zakładów przemysłowych produkcji lignomeru o wydajności 5 tys. m³ rocznie, które przekazano w styczniu 1978 roku Zjednoczeniu Przemysłu Tartaczno i Wyrobów Drzewnych w Warszawie.



Fot. 1. Zakład produkcji lignomeru w Laskach woj. kaliskie



Fot. 2. Hala produkcyjna Zakładu w Laskach

Dalszym zadaniem pilotowego zakładu produkcji lignomeru jest produkcja dużych partii informacyjnych dla przyszłych użytkowników nowego produktu, którzy otrzymując lignometr przygotowują się do jego szerokiego stosowania po rozpowszechnieniu produkcji kompozytu drewno-polimer. Zakład ten umożliwi również szybkie sprawdzenie w skali technicznej rezultatów badań laboratoryjnych, które można przekazać do bezpośredniego wdrożenia do praktyki oraz stwarza możliwość szkolenia studentów.

Badania w zakresie produkcji i stosowania lignomeru są kontynuowane w ramach problemu węzłowego 09.11.

Dotychczas przeprowadzone badania eksploatacyjne w celu ustalenia kierunków stosowania kompozytu drewno-polimer wykazały, że jest on predysponowany do stosowania w wielu dziedzinach życia gospodarczego (tab. 1).

Tabela 1

Kierunki zastosowania lignomeru w praktyce

DZIEDZINA	ZASTOSOWANIE
ROLNICTWO	w budownictwie inwentarskim na podłogi do bezściółkowego wychowu bydła i trzody chlewnej oraz na okna i bramy, w budownictwie szklarniowym i w ogrodnictwie polowym, w budownictwie melioracyjnym na zastawki i przegrody, na części maszyn rolniczych;
TRANSPORT	na elementy wzmacniające drewniane podkłady kolejowe, na podrozdne kolejowe, na podłogi w wagonach towarowych oraz w platformach i kontenerach, na skrzynie i podłogi przyczep oraz samochodów ciężarowych, na wykładziny ładowni barek, na wykładziny podkładowe, na ślizgi do wodowania statków, na mosty zwodzone, na zabudowę słuz i zapór wodnych (Wisła);
METALURGIA	w produkcji modeli i płyt odlewniczych;
CHEMIA	w produkcji ram filtracyjnych i odsiarczalników, w produkcji skrzynek ssących;
ENERGETYKA	na elementy zraszalników chłodni kominowych, na poprzeczki słupów telegraficznych;

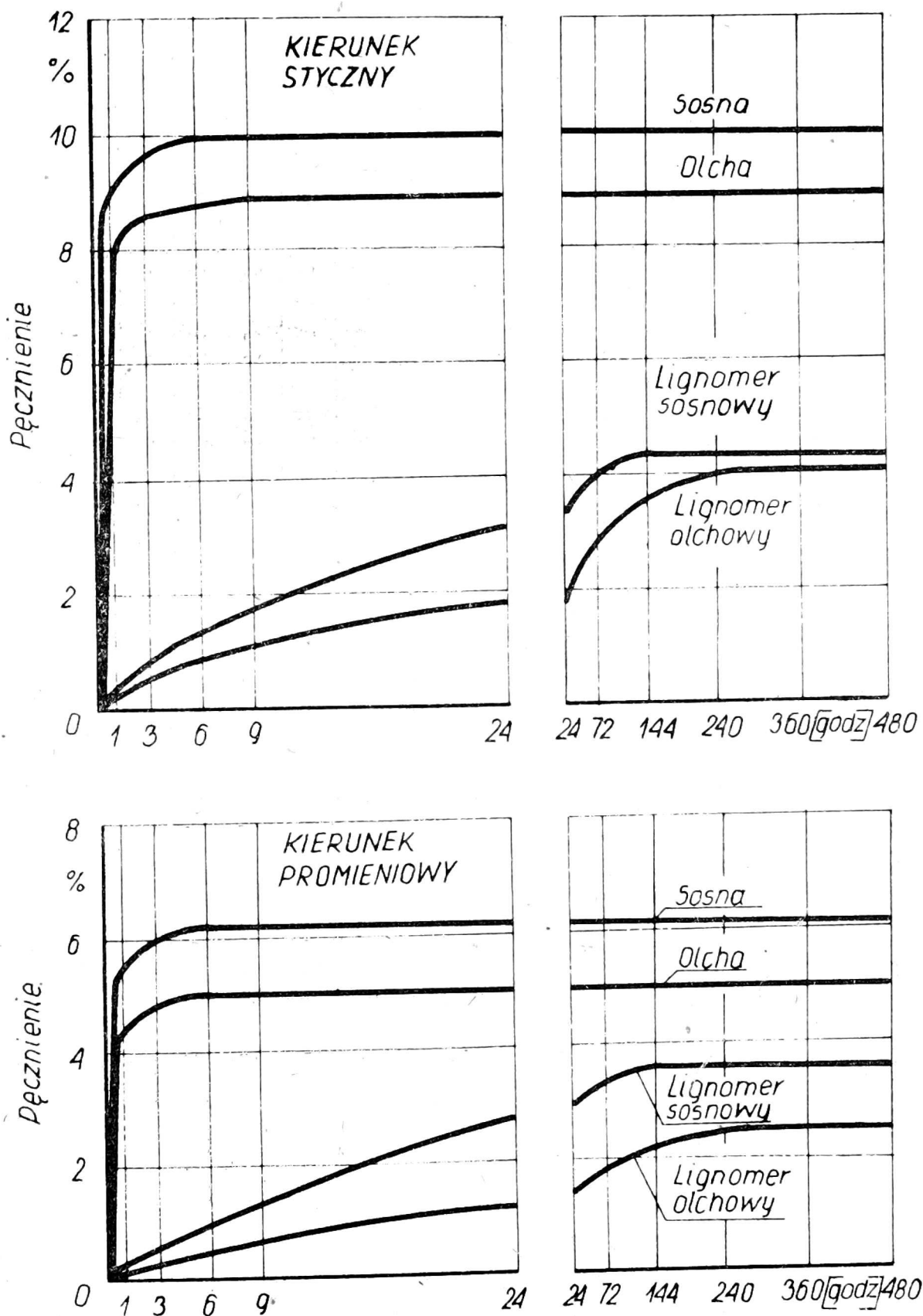
DZIEDZINA	ZASTOSOWANIE
BUDOWNICTWO	na konstrukcje klejone, na ramy okienne w budownictwie wysokościowym, na podłogi rusztowań wolnostojących i wiszących, na płyty szalunkowe;
GÓRNICTWO	na podkłady pod zwałowarki i koparki węgla brunatnego, na prowadniki szybowe;
SPORT I ODPO- CZYNEK	na szczeliny ławek znajdujących się na stadionach, w pływalniach oraz w parkach, w budowie saun.

Główne kierunki zastosowania lignomeru w rolnictwie

Lignomer jako materiał o zwiększonej stabilności wymiarowej (rys. 2) i wytrzymałości (tab. 2) oraz odporny na działanie czynników biotycznych, charakteryzujących się dobrymi właściwościami termoizolacyjnymi, winien znaleźć zastosowanie w budownictwie inwentarskim na wszelkiego rodzaju podłogi. Stwierdzono, że lignomer powstały z połączenia drewna bukowego i sosnowego z polistyrenem i polimetakrylanem metylu, po blisko 2-miesięcznym działaniu grzyba piwnicznego, stracił tylko poniżej 5% masy początkowej. Wartość ta przy ocenie środków grzybobójczych, uznana jest jako górna granica odporności biologicznej. Drewno takie wykazuje także znaczną odporność na żerowanie takich owadów jak termyty.

Odporność biologiczną drewna spolimeryzowanego można tłumaczyć blokującym działaniem polimeru wypełniającego tkankę drzewną. Polimer sam nie jest jednakże substancją toksyczną, a tylko zmniejszona higroskopijność i nasiąkliwość drewna spolimeryzowanego utrudnia w rezultacie rozwój mikroorganizmów rozkładających drewno. Ten sposób zwiększenia odporności biologicznej drewna ma tę zaletę, że polimer znajdujący się w drewnie, nie jest substancją szkodliwą dla otoczenia, jak również jest z drewna niewymywalny. Okoliczność ta ma szczególnie duże znaczenie dla ochrony środowiska. Wiadomo bowiem, że klasyczne metody ochrony drewna przed czynnikami biotycznymi polegają na stosowaniu środków toksycznych, które działają nie tylko na te czynniki, lecz niekiedy w znacznym stopniu na środowisko.

Z lignomeru należy wykonywać przede wszystkim części podłóg przeznaczone na legowiska. Literatura podaje na przykład, że 72% czasu



Rys. 2. Kinetyka pęcznienia lignomeru i drewna podczas moczenia w wodzie o temp. $20 \pm 2^\circ\text{C}$

trzoda chlewna leży na podłodze. Badania wykazały, że temperatura legowiska ma nie tylko wpływ na zdrowotność zwierząt, ale również na zużycie paszy i przyrost masy mięsnej. Straty energii cieplnej powstające wskutek odpływu od zwierząt ciepła do posadzki, muszą być wyrów-

Wybrane właściwości drewna i lignomeru

Rodzaj właściwości	Kierunek obciążenia	Wilgot- ność w chwili badania %	Rodzaj materiału											
			OLCHA					SOSNA						
			Drewno		Lignomer		Drewno		Lignomer		Drewno			
x_{min}	\bar{x}	x_{max}	x_{min}	\bar{x}	x_{max}	x_{min}	\bar{x}	x_{max}	x_{min}	\bar{x}	x_{max}			
Wytrzymałość na zginanie statyczne	styczny	8±2	61,0	81,0	95,0	171,0	199,0	228,0	87,0	105,0	130,0	118,0	146,0	171,0
		>30	31,0	38,0	42,0	90,0	122,0	153,0	27,0	35,0	44,0	72,0	99,0	128,0
Moduł sprężys- tości przy zgi- naniu statystycz.	styczny	8±2	6900	8100	9100	14000	16400	18700	8300	9900	11900	13100	15100	16700
		>30	3300	4300	5000	9100	11100	12600	3400	4500	5600	9000	10400	13000
Wytrzymałość na ściskanie	wzdłuż	8±2	53,0	59,0	64,0	96,0	116,0	138,0	61,0	72,0	89,0	116,0	129,0	140,0
	włókien	>30	19,0	22,0	25,0	54,0	71,0	86,0	16,0	19,0	23,0	56,0	74,0	90,0
Wytrzymałość na ściskanie	styczny	8±2	4,5	5,5	6,1	24,2	36,4	46,6	5,3	7,5	9,8	19,1	23,3	25,8
	promie- niowy	>30	1,7	2,1	2,5	11,2	16,0	20,0	1,4	1,9	2,5	9,2	10,9	13,0
Twardość	wzdłuż	8±2	7,2	9,0	10,6	38,0	44,0	53,3	2,9	4,1	6,1	31,1	35,0	39,8
	włókien	>30	2,0	2,7	3,5	14,1	20,0	26,2	0,8	1,0	1,2	12,7	15,3	18,3
Twardość	styczny	8±2	23,1	28,2	39,4	121,0	155,3	171,6	34,4	54,4	69,2	123,1	145,0	159,2
	promie- niowy	8±2	11,9	15,3	19,9	100,7	122,5	148,1	15,3	26,0	34,4	76,2	98,2	121,0
	styczny	8±2	15,1	17,2	25,0	106,8	127,9	148,1	14,8	24,6	38,1	80,4	100,7	121,0

nywane skarmieniem większej ilości paszy. Obserwacje praktyczne wykazały, że zwierzęta wolały przebywać na podłodze drewnianej niż betonowej. Podłogi z lignomeru zaleca się szczególnie w chlewniach-podrodówkach, gdyż wychów prosiąt wymaga szczególnie ciepłej posadzki. Przeprowadzone badania wykazały, że jedynie podłoga z lignomeru ma właściwości termoizolacyjne, zbliżone do ściółki ze słomy. Nie bez znaczenia jest również łatwość wykonania podłóg z lignomeru.

Dotychczasowe doświadczenia eksploatacyjne przeprowadzone w Wojewódzkim Ośrodku Postępu Rolniczego w Sielinku potwierdzają celowość stosowania lignomeru na podłogi w przemysłowych fermach hodowli świń (fot. 3). Po rocznym okresie stosowania podłóg z lignomeru, w fermie przemysłowej o rocznej produkcji 5 000 warchlaków, uzyskano wzrost produkcji w stosunku do poprzedniego roku o 1 000 sztuk oraz ograniczenie eliminowania sztuk hodowlanych jak i mniejsze zużycie paszy, co łącznie dało efekt ekonomiczny 1,5 mln. złotych.

W wydanej opinii, między innymi stwierdzono, że lignomer jest najlepszym materiałem podłogowym z dotychczas stosowanych. Ogólny stan zdrowotny zwierząt uległ zdecydowanej poprawie, co spowodowało wyraźny wzrost przyrostu ciężaru zwierząt i trzykrotnie zmniejszyło liczbę upadków

Badania przeprowadzone przez Instytutu Biologiczno-Farmaceutycz-



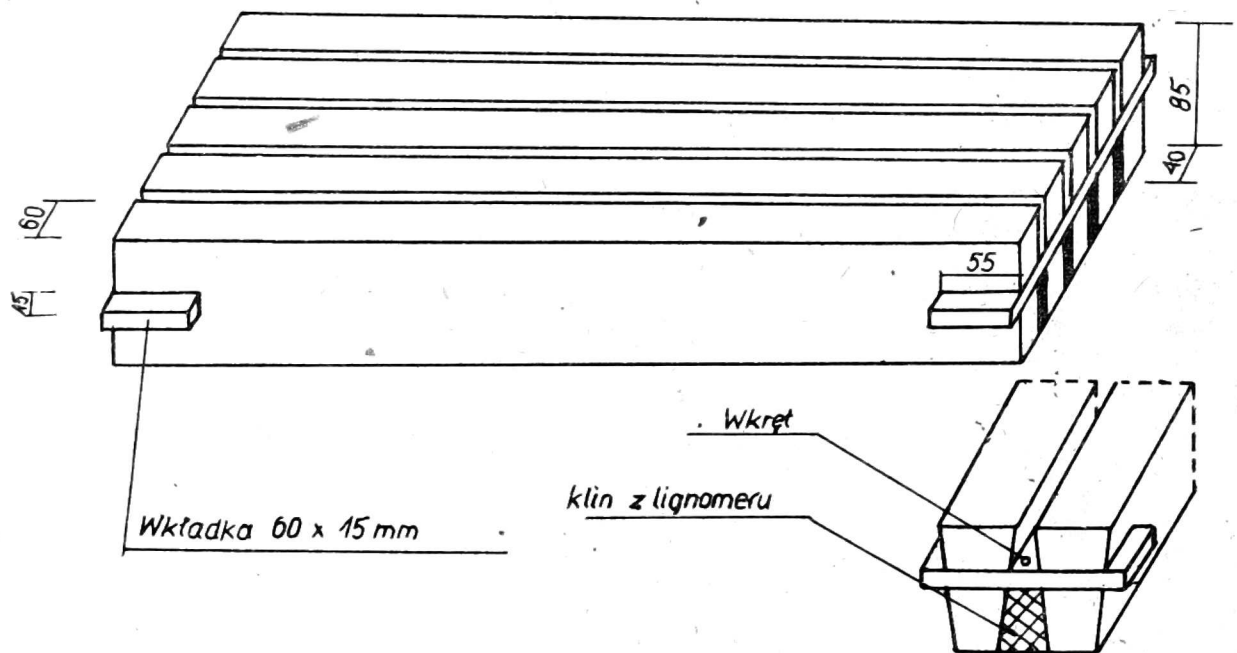
Fot. 3. Podłoga z lignomeru w kojcu do wychowu prosiąt

ny, Zakład Farmakologii i Farmadynamiki pod kierunkiem doc. dr. med. A. Mrozikiewicza wykazały, że lignomer i pary migrujące z lignomeru nie wywołują u zwierząt doświadczalnych jakichkolwiek zmian przemawiających za toksycznym oddziaływaniem lignomeru. Świadczą o tym następujące wyniki:

- brak zmian morfologicznych w składzie krwi i moczu zwierząt eksponowanych,
- brak zmian histopatologicznych w narządach mięsnych, mózgu oraz skóry zwierząt eksponowanych.

Lignomer i pary lignomeru nie wpływają na wzmożenie reakcji alergicznych u świń morskich i szczurów.

Zjednoczenie Państwowych Przedsiębiorstw Gospodarki Rolnej we Wrocławiu, dążąc do sukcesywnej intensyfikacji produkcji zwierzęcej wykonało w Kombinacie Rolnym Trzebica ponad 5 tys. m² podłóg szczelinowych z lignomeru w fermach przeznaczonych do wychowu cieląt (rys. 3). Dotychczasowe obserwacje wykazały, że ruszty z lignomeru są



Rys. 3. Schemat podłogi szczelinowej przeznaczonej do wychowu jałówek

bardziej wytrzymałe od rusztów wykonanych z tworzyw sztucznych (polipropylen o symbolu PP-40 i PP-63). Ruszty z lignomeru są odporne na ścieranie, nie odkształcają się pod obciążeniem zwierząt oraz są łatwe do dezynfekcji

Podłogi szczelinowe z lignomeru zastosowano w roku 1976 również w Kombinacie PGR w Manieczkach woj. poznańskie dla wychowu cieląt. Poczynione obserwacje potwierdzają celowość stosowania lignomeru na podłogi dla wychowu cieląt.

Przedsiębiorstwo „TECHNIROL” z Gdańska stosuje lignomer do produkcji klatek do przemysłowego wychowu cieląt.

Obserwacje oraz opinie hodowców potwierdzają słuszość zastosowania lignomeru na podłogi w budownictwie inwentarskim. Zastosowanie lignomeru na podłogi w budownictwie inwentarskim pozwoli uzyskać następujące efekty: zmniejszenie zużycia słomy na ściółkę z możliwością przeznaczenia jej na paszę, poprawę zdrowotności oraz zwiększenie przyrostu masy mięsa z możliwością zmniejszenia zużycia paszy, zmniejszenie liczby padnięć zwierząt, ograniczenie zużycia cementu.

W budownictwie inwentarskim bardzo ważną rolę odgrywają również okna, drzwi i wrota. Okna muszą nie tylko doprowadzać światło dzienne do chlewni i obory, ale także umożliwić w lecie wietrzenie budynku. Dotychczas stosowane okna wykonane z drewna, pod wpływem agresywnych czynników klimatu panującego w budynkach inwentarskich, ulegają szybkiej korozji biologicznej, natomiast wykonane z metalu — korozji chemicznej. Stąd żywotność użytkowania tych okien jest krótkotrwała. Ramy okienne wykonane z drewna w następstwie dużej chłonności wilgoci ulegają spęcznieniu i po rocznym okresie eksploatacji nie można ich otwierać a po kilku latach wskutek wystąpienia zgnilizny, nie nadają się do dalszej eksploatacji.

W roku 1972 w Gospodarstwie PGR Trapiszewo koło Malborka wbudowano okna wykonane z lignomeru. Po sześcioletnim okresie eksploatacji, okna te w pełni nadają się do dalszego użytkowania, można je swobodnie otwierać w przeciwieństwie do okien wykonanych z drewna naturalnego, które uległy całkowitemu zniszczeniu i trzeba je wymienić.

Duża wilgotność oraz ciepło istniejące wewnątrz budynków inwentarskich sprzyja rozwojowi grzybów niszczących drewno. Stąd wniosek praktyczny, że lignomer jako materiał o dużej odporności na korozję biologiczną, winien znaleźć zastosowanie również w produkcji okien przeznaczonych dla budownictwa inwentarskiego.

Zgodnie z programem rządowym, potrzeby gospodarki rolnej na lata 1976—1980 w zakresie powierzchni budynków inwentarskich w 47% winny zostać zaspokojone w oparciu o konstrukcje drewniane. W resorcie leśnictwa i przemysłu drzewnego planowano do końca roku 1980 zbudowanie 3 zakładów produkujących na licencji konstrukcje drewniane przeznaczone na budynki inwentarskie. Produkcja ich będzie polegała na łączeniu elementów drewnianych za pomocą płytek kolczastych. Lignomer winien także znaleźć zastosowanie na te elementy konstrukcji drewnianych, które narażone są na działanie szczególnie dużych naprężeń i na ujemny wpływ agresywnego środowiska istniejącego w budynkach inwentarskich. Ze względu na wyższą wytrzymałość lignomeru i jego dużą odporność na działanie czynników biotycznych, można by w ten spo-

sób zmniejszyć zużycie materiałów drewnianych niezbędnych do zrealizowania przyjętych założeń. Jednocześnie uzyska się przedłużoną trwałość użytkowania budynków inwentarskich.

Rozwój budownictwa inwentarskiego po roku 1980 winien jeszcze w większym zakresie bazować na surowcu drzewnym, w tym na lignomerze, gdyż stwarza się w ten sposób najlepsze warunki dla hodowli zwierząt.

Zastosowanie lignomeru w transporcie kolejowym

Poprawa właściwości i przedłużenie trwałości drewnianych podkładów kolejowych

Wielokrotnie spostrzeżenia wykazały, że podkłady drewniane nie straciły na znaczeniu, a nawet stwierdzono, że są znacznie lepsze niż podkłady betonowe.

Podstawową ujemną cechą podkładów drewnianych, zwłaszcza iglastych, jest ich krótka żywotność. Obserwacje poczynione w ostatnich latach wykazały, że wskutek wzrostu ładowności wagonów towarowych i masy przewożonych ładunków oraz z powodu wzrostu częstotliwości i szybkości ruchu pociągów, przyczyną dyskwalifikującą drewniane podkłady kolejowe z dalszego użytkowania w 80% są uszkodzenia mechaniczne, powstałe pod podkładką żebrową, na której spoczywa szyna. Uszkodzenia te są następstwem małej wytrzymałości drewna na ściskanie w poprzek włókien w kierunku prostopadłym do przebiegu włókien, wskutek czego podkładki żebrowe pod wpływem obciążeń wywieranych przez przejeżdżające pociągi wgniatają się w głąb podkładu. Wgniecenie się podkładki żebrowej w podkład drewniany powoduje uginanie się szyny oraz dalsze przemieszczanie się podkładki żebrowej w głąb podkładu. W następstwie tego, wkręty mocujące podkładkę żebrową wskutek ruchów pionowych szyny, występujących w czasie przejazdu pociągów, narażone są na działanie sił wyrywających je z podkładu. Badania wykazały, że przemieszczanie się wyrywających się wkrętów w podkładzie na odległość 3 mm eliminuje całkowicie ich zdolność mocowania. Podkłady, w których podkładka żebrowa przemieściła się w głąb podkładu na głębokość eliminującą zdolność mocowania szyny przez wkręty, są dyskwalifikowane z dalszego użytkowania.

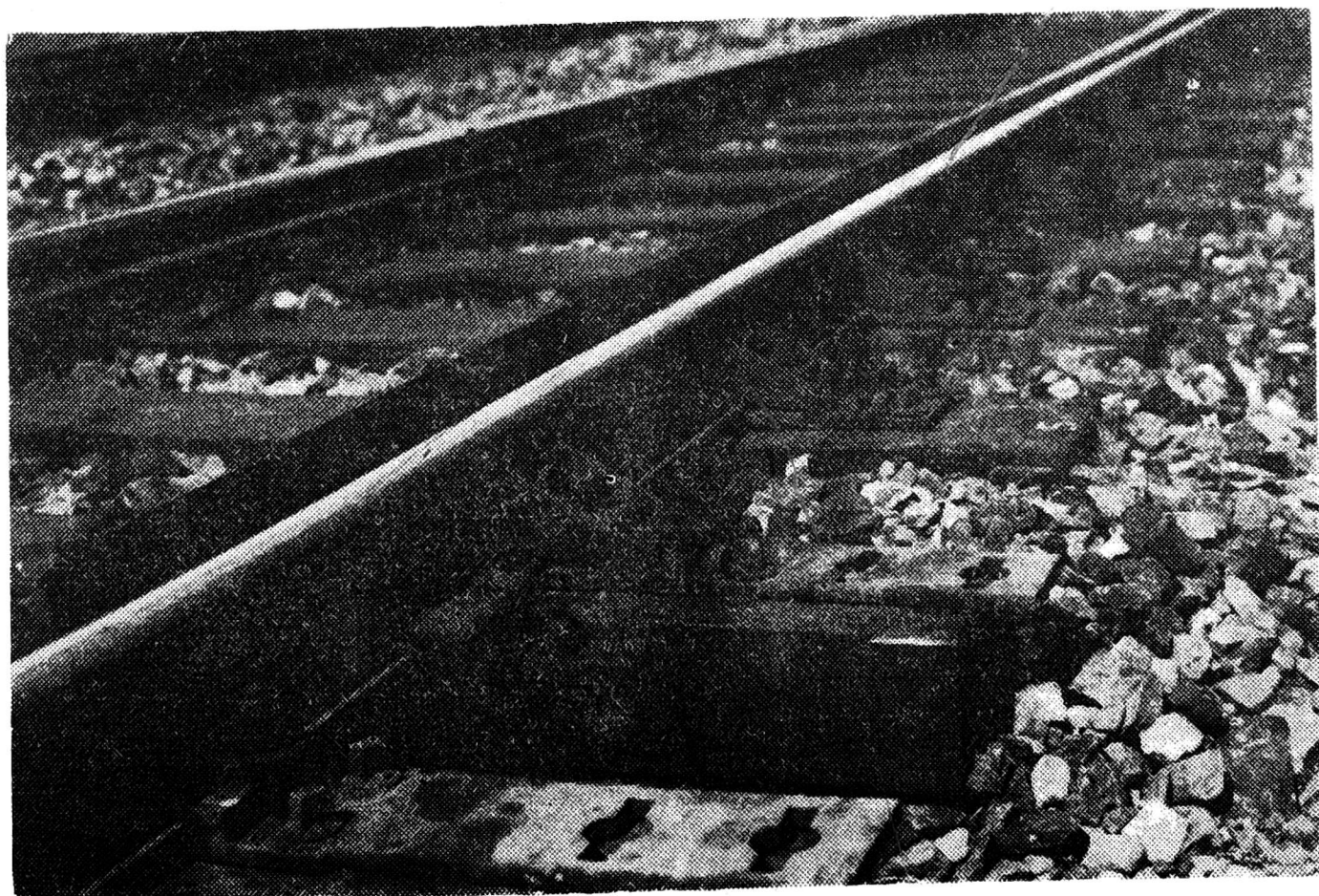
Żywotność drewnianych podkładów na magistralach kolejowych szczególnie obciążonych na łukach i rozjazdach, skraca się nawet poniżej 6 lat.

Zagadnienie przedłużenia trwałości użytkowania drewnianych podkładów kolejowych rozwiązano kompleksowo przez wzmocnienie mechanicz-

ne podkładów w miejscach podpory szyny oraz przez nasycenie olejem kreozotowym podkładów sosnowych na całym przekroju.

Wzmocnienie drewnianych podkładów przez wklejanie wkładek z lignomeru. Przystępując do badań mających na celu wzmocnienie drewnianych podkładów w miejscach podpory szyny, oprato się na fakcie, że wytrzymałość drewna na ściskanie w kierunku równoległym do przebiegu włókien jest kilkakrotnie wyższa od tejże wytrzymałości kierunku prostopadłym do włókien (w poprzek włókien). Zmianę kierunku działania siły ściskającej na podkład z kierunku prostopadłego do przebiegu włókien na równoległy do ich przebiegu uzyskano przez wklejenie w górną część podkładu w miejscu mocowania podkładek żebrowych, odpowiednio ukształtowanych wkładek z kompozytu materiałowego drewno-polimer, który charakteryzuje się dużą stabilnością wymiarową i wytrzymałością na ściskanie. Opisany sposób wzmocnienia drewnianych podkładów został już uznany za wynalazek przez Urząd Patentowy PRL, ZSRR, RFN, Wielkiej Brytanii i Kanady. Jego istota została zastrzeżona w dalszych 3 krajach.

Odporność sosnowych podkładów kolejowych o zmiennej konstrukcji z wkładkami z lignomeru, znajdującymi się pod stopą szyny, na zmianę obciążeń ściskających jest kilkanaście razy wyższa od podkładów tradycyjnych.



Rys. 4. Rozjazd kolejowy wykonany z podkładów z wkładkami z lignomeru

Badania laboratoryjne zostały potwierdzone próbami eksploatacyjnymi a mianowicie — w maju 1977 roku zbudowano z podkładów o nowej konstrukcji rozjazd R-62 (S-49-30; 1:9 ssd) Poznań—Dębina (fot. 4). Podkłady zabudowane w tym rozjeździe po 18-miesięcznej eksploatacji, przy obciążeniu 60 mln BRT są w stanie nienaruszalnym i prześwit toru nie uległ zmianie. Nie stwierdzono wgniecenia się żadnej podkładki żebrowej i obluźnienia wkrętów.

W wyniku tych stwierdzeń, podjęto decyzję w Generalnej Dyrekcji PKP o rozpowszechnianiu stosowania wkładek z lignomeru przy produkcji podkładów, przeznaczonych na rozjazdy kolejowe.

Z podkładów o nowej konstrukcji zbudowano również w sierpniu 1977 roku doświadczalny odcinek toru na linii kolejowej Łuków—Radom pomiędzy stacjami Pionki—Żytkowice.

Przeprowadzona analiza techniczno-ekonomiczna stosowania podkładów o nowej konstrukcji z wkładkami wzmacniającymi wykazała, że efektywność ich stosowania zapewnia zaledwie 20% wydłużenia ich żywotności w porównaniu z tradycyjnymi podkładami. Przy obecnym okresie eksploatacji iglastych podkładów drewnianych od 5 do 15 lat, efektywnie uzasadnione wydłużenie żywotności podkładów z wkładkami wzmacniającymi wynosi tylko od 1 do 3 lat. Badania laboratoryjne i próby eksploatacyjne wskazują, że wydłużenie czasu eksploatacyjnego tych podkładów będzie przynajmniej 5-krotnie wyższe aniżeli wyliczone minimum efektywne. W przypadku wzmocnienia połowy produkowanych podkładów iglastych, nie uwzględniając rozjazdów, w podany sposób przy założeniu, że okres eksploatacji wydłuży się o 100%, zmniejszy się zużycie drewna powyżej 100 tys. m³ i uzyska się efekt ekonomiczny rzędu 0,5 mld zł. rocznie.

Poprawa jakości drewnianych podkładów kolejowych, oprócz wymienionych korzyści, stworzy możliwość zwiększenia szybkości przejazdu pociągów i może w krótkim czasie usprawnić transport kolejowy, zwłaszcza towarowy, bez konieczności dużego wzrostu liczby wagonów.

Opracowany sposób wzmocnienia podkładów można zastosować do regeneracji drewnianych podkładów kolejowych. W przypadku poddania regeneracji 700 tys. podkładów staroużytecznych rocznie, uzyska się dalszą oszczędność w zużyciu drewna rzędu 70 tys. m³ oraz korzyści kilkudziesięciu milionów złotych.

Pragnę nadmienić, że obecnie rozpoczęto badania zmierzające do zmniejszenia grubości podkładów drewnianych. Wydaje się, że cel ten będzie można osiągnąć przez wzmocnienie wytrzymałości pocienionych podkładów w strefie spoczywającej na podsypce tłuczniowej. W związku z tym, prowadzone są dalsze doświadczenia, mające na celu wykazanie

jak kształtuje się wytrzymałość podkładów o zmniejszonej grubości, a jednocześnie wzmocnionych cienką warstwą lignomeru od strony spoczywającej na torze. Równocześnie zostanie zwiększona odporność podkładów na niszczące działanie tłucznia, stanowiącego podsypkę toru.

Zwiększenie stopnia nasycenia podkładów drewnianych olejem impregnacyjnym. Dotychczas stosowane metody impregnacji drewnianych podkładów kolejowych zwłaszcza sosnowych, nie zapewniają właściwego zabezpieczenia podkładów przed korozją biologiczną. Wynika to stąd, że stosowane impregnaty olejowe wnikają w drewno twarde na głębokość tylko kilku milimetrów. Podkład w czasie eksploatacji wskutek kolejnego nawilżania i wysychania pęka, w następstwie czego zostają odkryte partie drewna nie zaimpregnowane, które są narażone na infekcje i rozwój grzybów powodujących rozkład biotyczny drewna.

Opracowano sposób umożliwiający nasycenie sosnowych podkładów na całym przekroju, polegający na dodaniu do oleju impregnacyjnego określonej frakcji chemicznej, stanowiącej odpad w Mazowieckich Zakładach Petrochemicznych w Płocku. Wdrożenie opracowanego sposobu impregnacji w zakładach nasycania i produkcji podkładów przyniesie efekt rzędu 28 mln zł rocznie.

Sposób ten wdraża „POSTEOR” w Zakładach Produkcji i Nasycania Podkładów Kolejowych w Solcu Kujawskim.

Zastosowanie lignomeru na podłogi w wagonach towarowych

W przemyśle budowy taboru kolejowego drewno w postaci tarcicy zużywa się w większości na wagony towarowe, z tego głównie na podłogi. Obecnie ponad 80% drewna stosowanego w budowie wagonów towarowych stanowi właśnie tarcica podłogowa. Dlatego też bardzo istotnym zagadnieniem jest zwiększenie trwałości użytkowania podłóg w wagonach towarowych. Dotychczas stosowane metody impregnacji desek podłogowych nie dały oczekiwanych rezultatów.

W celu przedłużenia trwałości użytkowania podłóg w wagonach typu węglarki i platformy stosuje się od 1.1.1973 r. tarcicę podłogową o grubości 70 mm zamiast do tego okresu stosowanej tarcicy o grubości 50 mm. Zmiana grubości desek podłogowych zwiększyła o około 28% zużycie tarcicy.

Dotychczas przeprowadzone na przestrzeni 7 lat doświadczenia ek-

spoatacyjne, wspólnie z Zaodrzańskimi Zakładami Przemysłu Metalowego w Zielonej Górze oraz z Fabryką Wagonów Świdnica wykazały przydatność lignomeru na podłogi w wagonach typu węglarki i platformy. Podłoga z lignomeru po czterolenim okresie eksploatacyjnym była w stanie nieuszkodzonym w przeciwieństwie do podłóg z drewna naturalnego, które po tym samym okresie użytkowania nie nadawały się do dalszej eksploatacji.

Dalsze doświadczenia eksploatacyjne z zakresu stosowania lignomeru na podłogi wagonowe wykazały, że lignomer z drewna olchowego jest całkowicie odporny na korodujące działanie przewożonej siarki. Dodatkową zaletą podłogi wagonowej wykonanej z lignomeru jest to, że jest ona szczelna w przeciwieństwie do podłóg z drewna naturalnego, które pod wpływem wielokrotnego nawilżania i wysychania stają się coraz to mniej szczelne. Wydostająca się przez te nieszczelności siarka niszczy podwozia wagonów i torowiska. Stwierdzono ponadto, że podłogi wykonane z lignomeru wykazują trwałą wzrost wytrzymałości oraz dużą odporność na ścieranie i działanie czynników biotycznych.

Analiza techniczno-ekonomiczna wykazała, że w przypadku przedłużenia żywotności podłogi wagonowej, tylko dwukrotnie w stosunku do stanu obecnego, stosowanie lignomeru na podłogi w nowo budowanych wagonach pozwoli zaoszczędzić około 40 tys. m³ tarcicy podłogowej rocznie oraz uzyskać efekt ekonomiczny rzędu 20 mln zł rocznie. Dalsze oszczędności można uzyskać stosując lignomer podczas remontu podłóg w wagonach typu węglarki i platformy. Można będzie również zmniejszyć grubość podłóg z 70 mm do 40 mm, jak również uzyskać dalszy efekt ekonomiczny wynikający:

- z zmniejszenia nakładów pracy żywej i uprzedmiotowionej, ponoszonych dotychczas przy remontach i eksploatacji wagonów towarowych,
- z przedłużenia okresu eksploatacji wagonów z zmniejszeniem częstotliwości dotychczasowych napraw rewizyjnych i gwarancyjnych,
- z zwiększenia zdolności produkcyjnej zaplecza remontowego,
- z wyeliminowania postojów wagonowych w wyniku uszkodzeń podłogi i konieczności dokonania naprawy,
- z zmniejszenia kosztów eksploatacyjnych.

Przedłużenie trwałości użytkowania wagonów towarowych wskutek zastosowania lignomeru na podłogi, usprawni transport i przyczyni się do eliminacji importu wagonów towarowych i zmniejszenia liczby nowo budowanych wagonów, przewidzianej w prognozach na lata 1981—2000.

Informacje końcowe

Opisane poprzednio przykłady dotyczące zastosowania lignomeru dotyczą tylko dwóch ważnych dziedzin życia gospodarczego, stąd nie wyczerpują wszystkich możliwości jego stosowania.

Lignomer predysponowany jest do stosowania wszędzie tam, gdzie jest wymagana duża stabilność wymiaru i kształtu, zwiększona wytrzymałość oraz odporność na działanie czynników atmosferycznych, biotycznych i chemicznych.

Dalszych informacji na temat sposobu produkcji, właściwości i stosowania udzieli Instytut Mechanicznej Technologii Drewna Akademii Rolniczej w Poznaniu (kod: 60-637) ul. Wojska Polskiego 38/42, tel. 224-581 w. 254. Instytut ten wyraża gotowość udzielania niezbędnej pomocy wszystkim pragnącym zastosować lignomer.

Zamówienia na informacyjne partie lignomeru należy kierować na adres:

Ośrodek Modyfikacji Drewna Laski, poczta 63-611 MROCZEŃ koło Kępna. Tel. Kępno 185-70.

Zamówienia na lignomer na rok 1982 i dalsze lata należy składać na adres: Wielkopolskie Przedsiębiorstwo Przemysłu Drzewnego, 61-814, POZNAŃ, ul. Ratajczaka 19, które przystąpiło do prac związanych z uruchomieniem przemysłowej produkcji lignomeru.

LITERATURA

1. Biniek P., Ławniczak M.: Ruszty z drewna spolimeryzowanego. *Budownictwo Wiejskie* 1974, nr 11, s. 24—26.
2. Biniek P., Kozłowska A.: Zastosowanie drewna i innych materiałów na podpory w uprawie fasoli tycznej. *Hodowla Roślin* 1975, nr 6, s. 27—29.
3. Biniek P., Ławniczak M.: Zastosowanie drewna spolimeryzowanego olchy na ruszty do bezściółkowego chowu bydła. *Informator Budownictwa Rolniczego* 1976, nr 5, s. 26—28.
4. Biniek P.: Zastosowanie lignomeru na szczelinowe podłogi w budownictwie inwentarskim. *Materiały Sympozjum nt. „Produkcja i kierunki zastosowania lignomeru”*, Laski—Mroczeń 23 listopad 1976, s. 7.
5. Czechowski Z., Zakrzewski R.: Wpływ rodzaju i stężenia inicjatorów polimeryzacji na przebieg polimeryzacji styrenu wprowadzonego do drewna. *Materiały Sympozjum nt. „Modyfikacja Drewna”* Poznań—Laski, 22—23.11.1977. s. 74—83.
6. Dudziński J., Mameł A.: Sosnowe podkłady kolejowe z wkładkami wzmacniającymi. *Materiały z IV Ogólnopolskiego Sympozjum Naukowo-Technicznego SITLID nt.: „Kierunki racjonalizacji przerobu i zużytkowania drewna”*. Zielonka k/Poznania 6—7.5.1977. s. 184—193.

7. Dudziński J., Ławniczak M.: Właściwości podkładów kolejowych z kompozytu materiałowego drewno sosnowe — polistyren. Materiały z Sympozjum pt.: „Modyfikacja drewna Poznań—Laski. 22—23.11.1977. s. 187—211.
8. Dudziński J., Widłak H.: Drewno nadal podstawowym materiałem do produkcji podkładów kolejowych. Przegląd Kolejowy Drogowy 1976, nr 6, s. 24—27.
9. Helińska-Raczkowska L., Lipovszky G.: Odporność na przyspieszenie starzenia się drewna brzozy i buka zmodyfikowanego polimetakrylanem metylu. Roczniki Wyższej Szkoły Rolniczej w Poznaniu. T. 51, 1970, s. 71—82.
10. Helińska-Raczkowska L., Ławniczak M., Raczkowski J.: Wpływ rodzaju i stężenia inicjatora polimeryzacji wprowadzonych do drewna monomerów winylowych na niektóre właściwości układu drewno — polimer. PTPN. Prace Komisji Technologii Drewna. Poznań 1973, T. III, Z. 4, s. 65—105.
11. Helińska-Raczkowska L., Lipovszky G., Raczkowski J.: Effect of Polymethyl Methacrylate Content in Beech Wood on its Swelling Pressure *Holzforschung und Holzverwertung* 1973, 1, 12—18.
12. Helińska-Raczkowska L., Kokociński W., Ławniczak M.: Właściwości wytłoczonych płyt wiórowych zmodyfikowanych monomerami winylowymi w procesie polimeryzacji termicznej. Roczniki AR w Poznaniu, T. 68, 1974, s. 55—69.
13. Helińska-Raczkowska L., Raczkowski J.: Effect of swelling under mechanical restraint on the shrinkage of beech wood modified with polymethyl methacrylate (PMMA) and polystyrene (PST). *Holzforschung und Holzverwertung* 1977, 20 (2), s. 27—32.
14. Hruzik G., Kapica L.: Zastosowanie lignomeru w konstrukcji płyt podmodelowych w odlewnictwie. Materiały z Sympozjum pt. „Modyfikacja drewna Poznań—Laski, 22—23.11.1977. s. 175—186.
15. Kowalik R., Hruzik G.: Rezultaty prób eksploatacyjnych w zakresie stosowania lignomeru w odlewnictwie. Materiały Sympozjum nr. „Produkcja i kierunki zastosowania lignomeru” Laski—Mroczeń, 23.11.76., s. 9.
16. Kowalik R., Hruzik G.: Omodelowanie odlewnicze z lignomeru. *Przegląd Odlewnictwa* 1977, nr 7, s. 171—173.
17. Lewandowski W., Paszkiewicz St.: Próby zastosowania tarcicy zmodyfikowanej monomerami styrenu w budowie taboru kolejowego. Prace Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Przemysłu Drzewnego „ORED”, Poznań 1974, Z 15, s. 21—24.
18. Lewandowski W.: Ekonomiczna efektywność zastosowania zmodyfikowanej tarcicy do budowy podłóg w wagonach i kontenerach. Poznań 1975. Maszynopis w Bibliotece Katedry Ekonomiki i Organizacji Drzewnictwa AR w Poznaniu.
19. Lipovszky G., Raczkowski J.: Creep and Stress Relaxation in Wood Modified with Polymethyl Metacrylate. *Holzforschung und Holzverwertung* 1978, 2, 1—6.
20. Lipovszky G., Raczkowski J.: Wpływ wzrostu i spadku wilgotności na pęczanie drewna zmodyfikowanego polimetakrylanem metylu. Roczniki WSR Poznań, 1974, T. 68, s. 89—104.
21. Lutomski K., Ławniczak M.: Z badań nad odpornością drewna zmodyfikowanego na działanie grzybów. Zeszyty Naukowe SGGW — Leśnictwo 18, Warszawa 1972, s. 95—108.

22. Lutomski K., Ławniczak M.: Wpływ izocynu T-80 na odporność drewna sosny na działanie grzyba *Coniophora Cerebella*. Zeszyty Naukowe SGGW — AR Warszawa, Leśnictwo 20, 1974, s. 221—230.
23. Lutomski K., Ławniczak M.: Polymerholz und seine Widerstandsfähigkeit gegen biotische Einflüsse, Holz als Roh — und Werkstoff 35 (1977), s. 63—65.
24. Ławniczak M.: Badania pęcznienia drewna w monomerach winylowych z dodatkiem metanolu. PTPN Wydział Nauk Technicznych. Prace Komisji Technologii Drewna. Poznań 1970. T. 3. Z. 2. s. 25—47.
25. Ławniczak M., Grażyński R.: Polimeryzacja drewna. Wojskowy Przegląd Techniczny 1970, nr 3, s. 33—35.
26. Ławniczak M.: Effect of temperature on some rheologica properties of modified beech wood. *Holzforschung und Holzverwertung*, 1971, nr 6, s. 107—110.
27. Ławniczak M.: Wpływ rodzaju monomeru winylowego spolimeryzowanego termicznie w drewnie na niektóre jego właściwości fizyczne. *Folia Forestalia Polonica*, 1971, Seria B, nr 10, s. 55—72.
28. Ławniczak M.: Modifikácia dreva vinylovými monomérami postupom termickej polymerizácie. *Drevo* 1971, nr 11 — s. 321—324.
29. Ławniczak M.: Modyfikacja drewna, właściwości i zastosowanie. *Przemysł Drzewny* 1971, nr 7, s. 4—7.
30. Ławniczak M.: Wlijanie termicznej polimerizacji monomerów metylmetakrylata i styrola w drzewiesno-struzecznej pilicie na jej swojstwa. *Mechanická Obrabotka Drzewiesiny* 1971, nr 15, s. 17—19.
31. Ławniczak M.: Sposób polimeryzacji monomerów w drewnie. Opis patentowy wynalazku polskiego, nr 81908.
32. Ławniczak M.: Zur Modifizierung von Holz durch thermische Polymerisation von Vinylmonomeren. *Holzforschung und Holzverwertung* 1972, nr 3, s. 51—55.
33. Ławniczak M.: Modyficarea lemnului cu ajutorul polimerizării termice a monomerilor de viny 1. *Industria Lemnului* 1972. z. 4, s. 141—147.
34. Ławniczak M.: Drewno zmodyfikowane monomerami winylowymi jako nowe tworzywo konstrukcyjne. Materiały z VI Krajowej Konferencji Wytrzymałości i Badania Materiałów — Trwałość i Niezawodność Konstrukcji Mechanicznych. Poznań, 18—19. V. 1972, s. 443—466.
35. Ławniczak M.: Wpływ temperatury na odkształcenia zmodyfikowanego drewna brzozonego podczas obciążenia w poprzek włókien. *Folia Forestalia Polonica*, 1972, Seria B., z. 11, s. 53—65.
36. Ławniczak M.: Wpływ modyfikacji drewna topolowego izocyjanianami na niektóre jego właściwości. *Folia Forestalia Polonica*, 1972, Seria B., z. 11. s. 67—82.
37. Ławniczak M.: Effect of Moisture Content Changes on the strength of Polystyrene Modified Wood. *Holzforschung und Holzverwertung* 1973, nr 2, s. 38—43.
38. Ławniczak M.: Studia z zakresu modyfikacji drewna topolowego. PTPN. Wydział Nauk Technicznych. Prace Komisji Technologii Drewna 1973, T. 1 z. 3, s. 3—42.
39. Ławniczak M.: Polymerholz — Neue Wege für thermische Polymerisation. *Holz Zentralblatt* 1973, nr 138, s. 21—55.

40. Ławniczak M.: Načim modifikacije dreva monomérami putem termicka polimerizacije izrade u Polskoj. Drevna Industrija 1974, nr 3—4, s. 55—59.
41. Ławniczak M.: Sposób modyfikacji monomerami ili priepolimerami putem termiceskej polimerizaciji. Broszura informacyjna „Polska Wystawa Gospodarcza Moskwa 1974”.
42. Ławniczak M.: Zmodyfikowane drewno jako nowy materiał dla budownictwa. Materiały I Sympozjum Stolarki Budowlanej. Sopot, wrzesień 1974, 72—79.
43. Ławniczak M.: Modyfikacja tarcicy i elementów przeznaczonych monomerami i prepolimerami na drodze polimeryzacji termicznej. Prace Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Przemysłu Drzewnego, Poznań 1974, z. 15, s. 5—19.
44. Ławniczak M.: Sposób polimeryzacji monometrów w drewnie. Akademia Rolnicza, Poznań 1975. Wyd. Specjalne: „Szkoly Wyzsze — Gospodarce Narodowej Katowice 1975.
45. Ławniczak M.: Drewno — tworzywo konstrukcyjne. Horyzonty Techniki 1975, nr 9, s. 4—5.
46. Ławniczak M., Mamet A.: Wyniki badań i propozycje rozwiązań zmierzających do przedłużenia trwałości drewnianych podkładów kolejowych. Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej nt.: Podniesienie trwałości drewnianych podkładów kolejowych. Gdańsk, maj 1975, s. 25—60.
47. Ławniczak M.: Wpływ modyfikacji drewna polistyrenem na niektóre właściwości podczas ściskania w poprzek włókien. PTPN. Wydział Nauk Technicznych. Prace Komisji Technologii Drewna. 1975. T. 5., s. 3—16.
48. Ławniczak M.: Einfluss von Erwärmungstemperatur, Art und Konzentration des Reaktionsinitiators auf die Eigenschaften von Polymerholz. Holz als Roh u. Werkstoff 33, 1975, Nr 6, s. 222—230.
49. Ławniczak M.: Der Einfluss einiger Initiatoren auf die thermische Aushärtung von Polymerholz. Holztechnologie 1976, z. 2, s. 82—83.
50. Ławniczak M.: Vplyv diizokyanátu na razmerovú stalost a pevnost v statickom ohybe topolového a bukového dreva. Drevarsky Výskum (21) 1976, z. 2, s. 85—100.
51. Ławniczak M.: Badania zmierzające do opracowywania technologii modyfikacji drewna monomerami na drodze polimeryzacji termicznej. PTPN, Wydział Nauk Technicznych. Prace Komisji Technologii Drewna, 1976, T. 5, s. 51—77.
52. Ławniczak M.: Naczin za proizvodstvo i oblasti na izpoizovanie na lignomera w Polsce. Drwoobrabotwaszcza i miebielna promiszlennost 1976, nr 9 s. 262—265.
53. Ławniczak M.: Produkcja i właściwości lignomeru. Materiały z Sympozjum nt. „Produkcja i kierunki zastosowania lignomeru” Laski — Mroceń, 23.XI.1976. s. 18.
54. Ławniczak M.: Produkcja, własności i możliwości zastosowania lignomeru. Przemysł Drzewny 1977, nr 5, s. 21—24.
55. Ławniczak M., Raczyński J.: Lignomer — produkcja i zastosowanie. Materiały z IV. Sympozjum Ogólnopolskiego SITLID nt. „Kierunki racjonalizacji przerobu i zużytkowania drewna” Zielonka 6, 7 maja 1977, s. 150—163.
56. Ławniczak M.: Proizvodstvo i ispolzowanije modifitsirovannoj driewiesiny w Polsce. Dierwoobrabatywajuszczaja Promyszlennost 1977, nr 7, s. 29—30.
57. Ławniczak M.: Modifikacja i swojstwa driewiesiny. Wyd. „Wyszejszaja Szkoła”. Mińsk 1977, z. 7, s. 104—109.

58. Ławniczak M.: Drewno spolimeryzowane — Materiał dla budownictwa inwentarskiego. Materiały z Konferencji nt. „Materiały budowlane dla budownictwa wiejskiego”. Poznań 13—15 październik 1977, s. 48—65.
59. Ławniczak M.: Wpływ rodzaju medium ogrzewczego i warunków obróbki termicznej na proces polimeryzacji styrenu w drewnie i niektóre właściwości lignomeru. Materiały z Sympozjum nt. „Modyfikacja drewna”. Poznań — Laski 22—23.11.1977. s. 38—73.
60. Ławniczak M.: Modification of Wood Possibilities of Lignomer Application for Floors in Freight Cars and Railway Tissue Production. *Holzforschung und Holzverwertung* 1978 (30), 2, s. 25—31.
61. Ławniczak M.: Lignomer výroba i pouzitie. *Drevo* 1978 (8), 2, s. 38—42.
62. Ławniczak M.: Procedura si utilizarea lignomerului in Polonia. *Industria Lemnului* 29 (1978), 3, s. 109—113.
63. Ławniczak M.: „Lignomer” Polymerholz in Polen. *Holz und Kunststoffverarbeitung* 1978 (13), 5, s. 422—430.
64. Ławniczak M.: Lignomer — nowy materiał dla budownictwa rolniczego. Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej „Drewno w budowie inwentarskim”. Zielona Góra, maj 1978, s. 45—61.
65. Ławniczak M.: Możliwość zastosowania kompozytu materiałowego drewno-polimer w konstrukcjach budowlanych. Materiały z Sympozjum nt.: „Badania nad zastosowaniem drewna i materiałów drewnopochodnych we współczesnych konstrukcjach budowlanych”. Szczecin, czerwiec 1978, s. 53—60.
66. Ławniczak M.: I. Sympozjum „Modyfikacja drewna”, Poznań — Laski, 22—23.11.1977. *Nauka Polska* 1978 (26), 7, s. 85—88.
67. Ławniczak M.: Instytut Mechanicznej Technologii Drewna AR w Poznaniu na rzecz gospodarki narodowej. *Przemysł Drzewny* 1978, (29) nr 7, s. 29—31 oraz nr 8, s. 30—32.
68. Ławniczak M.: „Lignomer — Polymerholz in Polen — Herstellung, Anwendung, Pläne”. *Holz — Zentralblatt* 1978 (104), 93, s. 1427—1428.
69. Ławniczek M., Dudziński J.: Podkłady kolejowe z lignomeru. *Horyzonty Techniki* 1978 (30), nr 9, s. 14—15.
70. Ławniczek M.: Zastosowanie kompozytu materiałowego drewno-polimer w stolarce budowlanej. *Mat. Drugiego Sympozjum Stolarstwa Budowlanej Jachranka*, wrzesień 1978, s. 27—32.
71. Ławniczak M.: I Sympozjum nt. „Modyfikacja drewna”. *Przemysł Drzewny* 29 (1978) nr 10, s. 31—33.
72. Ławniczak M.: Kierunki zastosowania lignomeru w praktyce. *Prace Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Przemysłu Drzewnego*, 1978, nr 21, s. 12—19.
72. Ławniczak M., Mamet A., Aramowicz W.: Drewniany podkład zwłaszcza dla torów kolejowych. *Urząd Patentowy PRL. Opis patentowy wynalazku nr 100999*.
74. Ławniczak M., Mamet A., Aramowicz W.: Z wooden sleeper particularly suitable for railway track. *The Patent Office London. Opis patentowy wynalazku nr 1494379*.
75. Ławniczak M., Mamet A., Aramowicz W.: Holzschwelle, insbesondere für Eisenbahngleise. *Deutsche Patentamt, Bundesrepublik Deutschland. Opis patentu na wynalazek 2554625*.
76. Ławniczak — Blaszką D.: Lignomer. *Przegląd techniczny — Innowacje* 1976, nr 46, s. 22—24.

77. Moliński W., Raczkowski J.: Ciśnienie pęcznienia drewna zmodyfikowanego polistyrenem (PST). Materiały Sympozjum Kom. Technol. Drewna PAN „Modyfikacja Drewna” Poznań — Laski 1977, s. 85—102.
78. Mrozikiewicz A., Hładoń B., Przyborowski H., Nowakowska E.: Badania toksyczności lignomeru oraz par migrujących z lignomeru. Maszynopis w Bibliotece Zakładu Farmakologii Inst. Lek. AM w Poznaniu.
79. Raczkowski J., Tischler-Jabłońska M., Tuliszką-Grycza G.: Odporność drewna buka zmodyfikowanego polimetakrylanem metylu na korozję chemiczną. PTPN. Prace Kom. Technol. Drewna. Wydział Nauk Technicznych. 1976, T. 6, s. 107—132.
80. Raczkowski J.: Odporność drewna zmodyfikowanego polistyrenem na korozję atmosferyczną w warunkach kontaktu z rdzewiejącym żelazem. Mat. symp. Kom. Technol. Drewna PAN „Modyfikacja Drewna”. Poznań — Laski 1977, s. 121—133.
81. Raczkowski J., Raczkowska L., Marchwiak R., Myszka E.: Określenie odporności drewna zmodyfikowanego polistyrenem na starzenie się w warunkach przyspieszonych. Poznań 1977. Sprawozdanie z badań zlec. przez Inst. Technol. Drewna s. 171.
82. Raczkowski J.: Modification of wood with polystyrene (PST) improves its resistance against atmospheric corrosion in contact with rusting iron. Mat. Symp. „Structural use of wood in adverse environments”. Vancouver B.C. 1978 (Kanada)
83. Raczkowski J.: Glasübergangstemperatur vom mit Polystyren (PST) modifiziertem Buchenholz. Holztechnologie 1978 (w druku).
84. Widłak H., Walentynowicz T.: Analiza wybranych właściwości drewna zmodyfikowanego polistyrenem jako materiału do budowy podłóg wagonów towarowych. Mat. z Symp. nt. „Modyfikacja Drewna” Poznań — Laski, 22—23.IX.1977. s. 212—222.