

GINTER HRUZIŁ, MACIEJ ŁAWNICZAK, TADEUSZ WALENTYNOWICZ
Akademia Rolnicza w Poznaniu

ZASTOSOWANIE LIGNOMERU NA PODŁOGI PRZEZNACZONE DO BEZŚCIÓŁKOWEGO WYCHOWU TRZODY CHLEWNEJ I BYDŁA

Geneza zagadnienia

Bezściółkowy chów zwierząt inwentarskich zapewnia zorganizowanie hodowli w sposób odpowiadający aktualnym warunkom w rolnictwie. Obserwujemy stałe przemieszczanie się ludności ze wsi do miasta, szybko wzrastające zapotrzebowanie na artykuły spożywcze pochodzenia zwierzęcego oraz brak ściółki mający związek nie tylko z rozwojem hodowli, ale przede wszystkim z przejściem na uprawę odmian zbóż o krótkiej słomie. Czynniki te powodują, że ten rodzaj chowu ma swoje organizacyjne i ekonomiczne uzasadnienie.

W chowie bezściółkowym jest trudniej, aniżeli przy stosowaniu ściółki, zapewnić zwierzętom odpowiednie warunki bytowania, a od nich w znacznym stopniu zależą wyniki produkcji zwierzęcej. Najczęściej praktykowane technologie chowu bezściółkowego zakładają przetrzymywanie zwierząt przez cały okres chowu w pomieszczeniach zamkniętych. Jednocześnie zatem zwiększa się rola budynku inwentarskiego, a szczególnie tych elementów składowych, które mają wpływ na środowisko wnętrza. Spośród części budynku duże znaczenie ma konstrukcja i jakość podłóg na legowiskach. Mimo że podłogi spełniają ważną rolę, to zagadnienie doboru odpowiedniego materiału i konstrukcji nie jest dostatecznie rozwiązane, w przeciwieństwie do pozostałych przegród poziomych i pionowych. Podłogi bezściółkowe powinny posiadać następujące cechy.

- dobre właściwości cieplne,
- dużą wytrzymałość mechaniczną,
- odpowiednią twardość,
- dobrą przyczepność zapobiegającą poślizgom,
- odporność na działanie czynników biotycznych i chemicznych,
- dużą szczelność i nieprzepuszczalność dla wody,
- brak toksycznego oddziaływania na zwierzęta,
- łatwość utrzymywania w czystości,

- możliwość wykonywanie bieżących napraw,
- łatwość prefabrykacji i montażu,
- niski koszt.

Praktycznie wszyscy hodowcy twierdzą, że jest brak materiału, który spełniałby wymienione wymagania i mógłby z pełnym powodzeniem spełnić funkcję używanej dotąd ściółki. W prowadzonych badaniach w kraju i za granicą stosowano następujące materiały: asfalty, kompozyty betonowe, ceramikę budowlaną, drewno, tworzywa sztuczne, metale żelazne i nieżelazne. Wykonane z tych materiałów posadzki, płyty wykładzinowe, podłogi szczelinowe i rusztowe nie wykazywały jednocześnie tych wszystkich cech, które są niezbędne dla dobrego samopoczucia zwierząt i które zadowalałyby hodowców. Z prowadzonych badań laboratoryjnych i poligonowych wynika, że na podłogach drewnianych zwierzęta czują się wyjątkowo dobrze. Podłogi drewniane mają jednak dwie podstawowe wady. Pierwsza to ich krótka żywotność, która wynika ze zbyt niskich właściwości mechanicznych oraz małej odporności drewna na agresywne działanie środowiska. Drugą wadą jest duża nasiąkliwość drewna, co sprzyja rozwojowi szkodliwych czynników biotycznych i mikroorganizmów utrudniających dezynfekcję podłóg. Jeżeli do wymienionych dwóch zasadniczych wad drewna dodamy jeszcze jego przydatność na odkształcanie się, wówczas zrozumiałym jest, że w przemysłowych fermach hodowlanych praktycznie zrezygnowano ze stosowania podłóg drewnianych.

W Instytucie Mechanicznej Technologii Drewna Akademii Rolniczej w Poznaniu, w następstwie opracowania nowej technologii produkcji kompozytu drewno-polimer [15], zrodził się pomysł wykorzystania tego materiału również w budownictwie inwentarskim, szczególnie jako materiału podłogowego [16]. Należy tutaj dodać, że lignomer posiada dobre właściwości ciepłochronne, dużą stabilność kształtu i wymiarów, niską nasiąkliwość, podwyższone właściwości mechaniczne i zwiększoną odporność na działanie czynników biotycznych i substancji chemicznych [17]. Uruchomienie przemysłowej produkcji lignomeru umożliwiło przeprowadzenie doświadczeń eksploatacyjnych na dużą skalę, a tym samym szeroką atestację w warunkach praktycznych. W tym celu wykonano dokumentację techniczną segmentów podłóg szczelinowych [2], gdyż w pierwszej kolejności na tym typie podłogi postanowiono przeprowadzić badania zmierzające do zastosowania lignomeru w bezściółkowym chowie bydła i trzody chlewnej. Przeprowadzone badania laboratoryjne i eksploatacyjne potwierdziły wysoką wartość użytkową lignomeru jako materiału do budowy podłóg w budownictwie inwentarskim, a jednocześnie pozwoliły na zebranie doświadczeń praktycznych.

W związku z tym w pracy niniejszej uznano za celowe na podstawie dotychczas zebranych obserwacji, będących rezultatem praktycznego za-

stosowania lignomeru na podłogi do bezściółkowego wychowu zwierząt gospodarskich, zaproponować rozwiązanie konstrukcyjne, umożliwiające stosowanie lignomeru na podłogi w budownictwie inwentarskim.

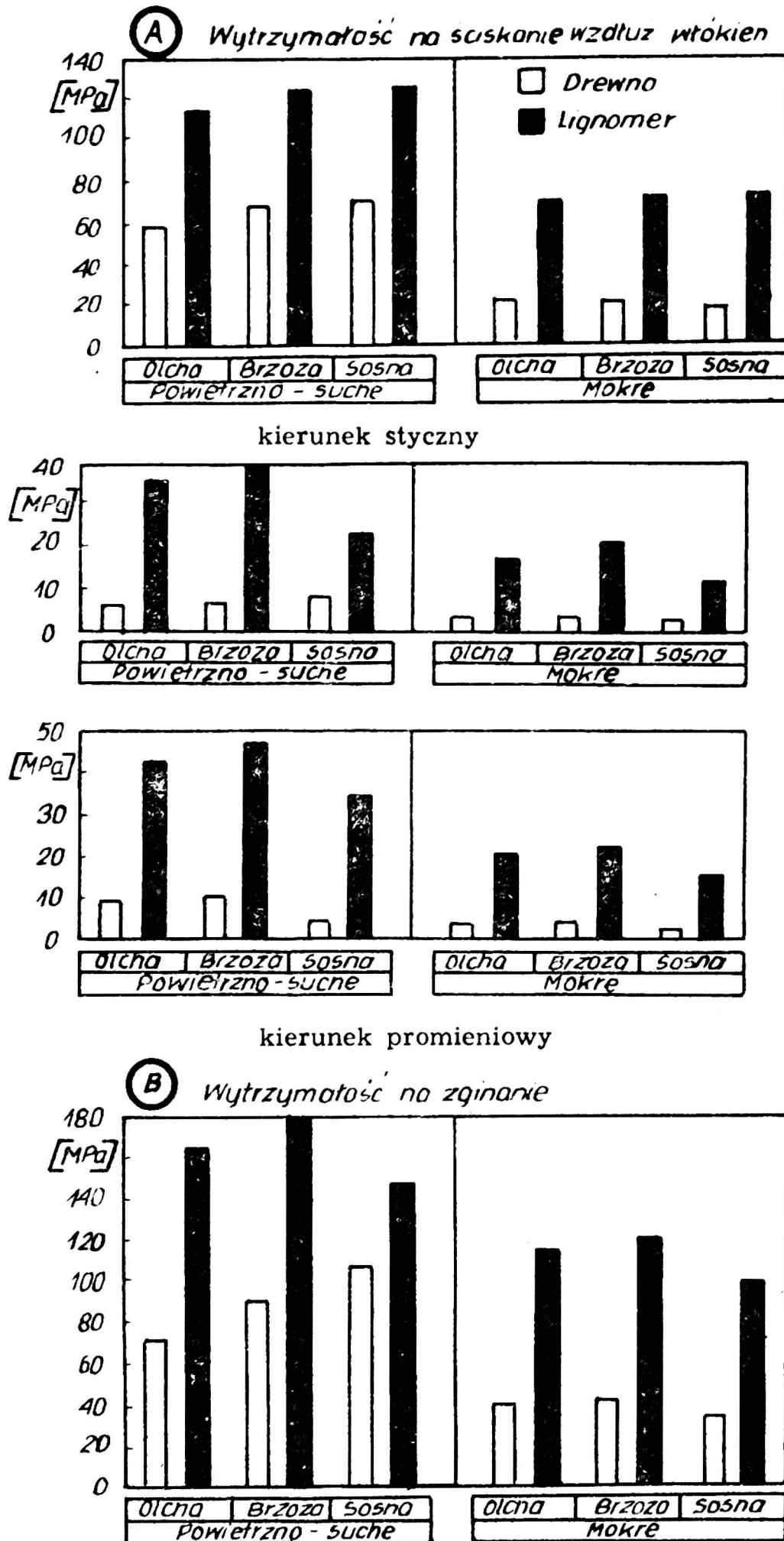
Właściwości lignomeru jako materiału na podłogi do bezściółkowego wychowu zwierząt

Drewno — materiał higroskopijny, pod wpływem stanu zmiennego zawilgocenia ulega odkształceniom wilgotnościowym. W miarę kolejnego nawilżania i wysychania powstają pęknięcia i odkształcenia desorpcyjne. Zasadniczą wadą drewna — jak już uprzednio wspomniano — jest ponadto jego podatność na rozkład biotyczny oraz niska wytrzymałość na ściskanie w poprzek włókien i mała odporność na ścieranie. Przy wzroście wilgotności drewna znacznie obniża się jego zdolność termoizolacyjna.

Lignomer — kompozyt powstały z połączenia drewna z tworzywami sztucznymi, poprawia nie tylko właściwości drewna i przedłuża jego trwałość użytkowania, ale również szkielet celulozowy drewna wzmacnia wytrzymałość polimerów syntetycznych. Jest on szczególnie predysponowany do stosowania w budownictwie inwentarskim ze względu na dobre właściwości termoizolacyjne oraz na dużą odporność na działanie czynników biotycznych i atmosferycznych [14].

Spośród szeregu zastosowań w budownictwie inwentarskim wydaje się, że w pierwszej kolejności powinien być użyty do budowy podłóg, gdyż z doborem odpowiedniego materiału na podłogi są duże trudności. W omówieniu właściwości lignomeru zostaną przedstawione te, które uważa się za znaczące w materiałach podłogowych do bezściółkowego wychowu zwierząt.

Lignomer w porównaniu z drewnem charakteryzuje się wyraźnie zmniejszonym pęcznieniem, kurczeniem oraz znacznie obniżoną nasiąkliwością i higroskopijnością. Ogólnie można stwierdzić, że lignomer olchowy i sosnowy pęcznieje o przeszło 60% mniej od drewna. Wolniejsze i mniejsze pęcznienie lignomeru w stosunku do pęcznienia drewna jest spowodowane mniejszą dyfuzją wody do ścian komórkowych wynikającą ze zmian zaszłych w substancji drzewnej podczas polimeryzacji monomeru w drewnie. Nasiąkliwość lignomeru jest przeszło 5-krotnie mniejsza od drewna — wynosi poniżej 30%. Niska nasiąkliwość lignomeru jest następstwem wypełnienia przez polistyren wolnych przestrzeni struktury drewna. W stanie maksymalnego nasycenia lignomeru wodą, jego gęstość jest zbliżona do gęstości drewna maksymalnie mokrego. Higroskopijność lignomeru podczas nawilżania w powietrzu o temperaturze 20°C i względ-



Rys. 1

nej wilgotności $94 \pm 3\%$ jest przeszło 60% mniejsza od drewna. Równowaga higroskopijna lignomeru olchowego w wymienionych warunkach ustala się w granicach 12—15%.

Lignomer wykazuje wyraźnie wyższą wytrzymałość mechaniczną od drewna. Największy przyrost wytrzymałości wykazuje lignomer badany w stanie mokrym. Wytrzymałość lignomeru na ściskanie obrazuje rys. 1. Porównując wytrzymałość lignomeru na ściskanie wzdłuż włókien z wytrzymałością drewna stwierdzamy, że charakteryzuje się on przeszło dwukrotnie wyższą wytrzymałością od drewna. Natomiast wytrzymałość lignomeru na ściskanie w poprzek włókien jest przeszło 5-krotnie wyższa od drewna. Wytrzymałość na zginanie statyczne lignomeru w porównaniu z drewnem jest około 2-krotnie wyższą.

W stanie pełnego nasycenia wodą, wytrzymałość lignomeru na zginanie statyczne jest trzykrotnie wyższa niż drewna. Wyjaśnić to można tym, że tak duża wytrzymałość lignomeru w stanie mokrym jest rezultatem trwałego połączenia się polistyrenu z wysokomolekularną substancją drzewną. Wydaje się, że im większa ilość polimeru jest trwale połączona z substancją drzewną, tym mniej wody związanej znajduje się w ściankach komórkowych, co przy wzroście wilgotności w mniejszym zakresie obniża wytrzymałość lignomeru niż drewna.

Pod względem odporności na czynniki wywołujące korozję lignomer wykazuje znacznie wyższą odporność aniżeli drewno. Po 60-dniowym działaniu grzyba piwnicznego lignomer wykazał ubytek masy poniżej 5%, która to wartość jest uznana jako górna granica odporności drewna na korozję biologiczną [14]. Badania poligonowe trwałości drewna i lignomeru na otwartej przestrzeni, a więc poddanego kompleksowemu działaniu czynników atmosferycznych, biologicznych i glebowych wykazały, że w okresie 36 miesięcy moduł sprężystości praktycznie nie zmienia się, natomiast drewno w tych samych warunkach ulega zupełnemu zniszczeniu [7]. Kompozyt materiałowy drewno-polistyren charakteryzuje się również od 80% do 150% większą odpornością na korozję atmosferyczną w kontakcie z rdzewiejącym żelazem [23]. Przeprowadzone badania wykazały, że lignomer ma dużo wyższą odporność na korozję chemiczną od drewna. Podczas moczenia próbek z drewna i lignomeru w 10% roztworach związków chemicznych wytrzymałość lignomeru na zginanie statyczne spada w dużo mniejszym zakresie niż drewna. Wytrzymałość lignomeru olchowego na zginanie statyczne po 24-godzinnym okresie działania korozji chemicznej jest od 40% do 120% wyższa niż wytrzymałość drewna olchowego nie poddanego oddziaływaniu korozji chemicznej. W wykonanych badaniach analizujących problem korozji lignomeru wywołanej wpływem niektórych agresywnych środowisk gazowych, mianowicie — amoniaku (NH_3), dwutlenku siarki (SO_2), chlorowodoru (HCl) okreś-

lono również zmiany wytrzymałości lignomeru na zginanie statyczne [8]. Wymienione badania wykazały, że wytrzymałość na zginanie statyczne badanego lignomeru jest znacznie większa po 9-miesięcznym działaniu agresywnych środowisk, niż wytrzymałość drewna nie poddanego działaniu czynników agresywnych. Najmniejsze zmiany wytrzymałości lignomeru zaszły pod działaniem amoniaku.

Przeprowadzone w Finlandii w ramach nawiązanej współpracy badania ścieralności lignomeru wyprodukowanego według poznańskiej technologii wykazały, że jego ścieralność jest zdecydowanie niższa od ścieralności drewna. Jak wynika z zamieszczonych w tab. 1 liczb, ścieral-

Tabela 1

Ścieralność lignomeru i drewna określona metodą Taber-Abrazer

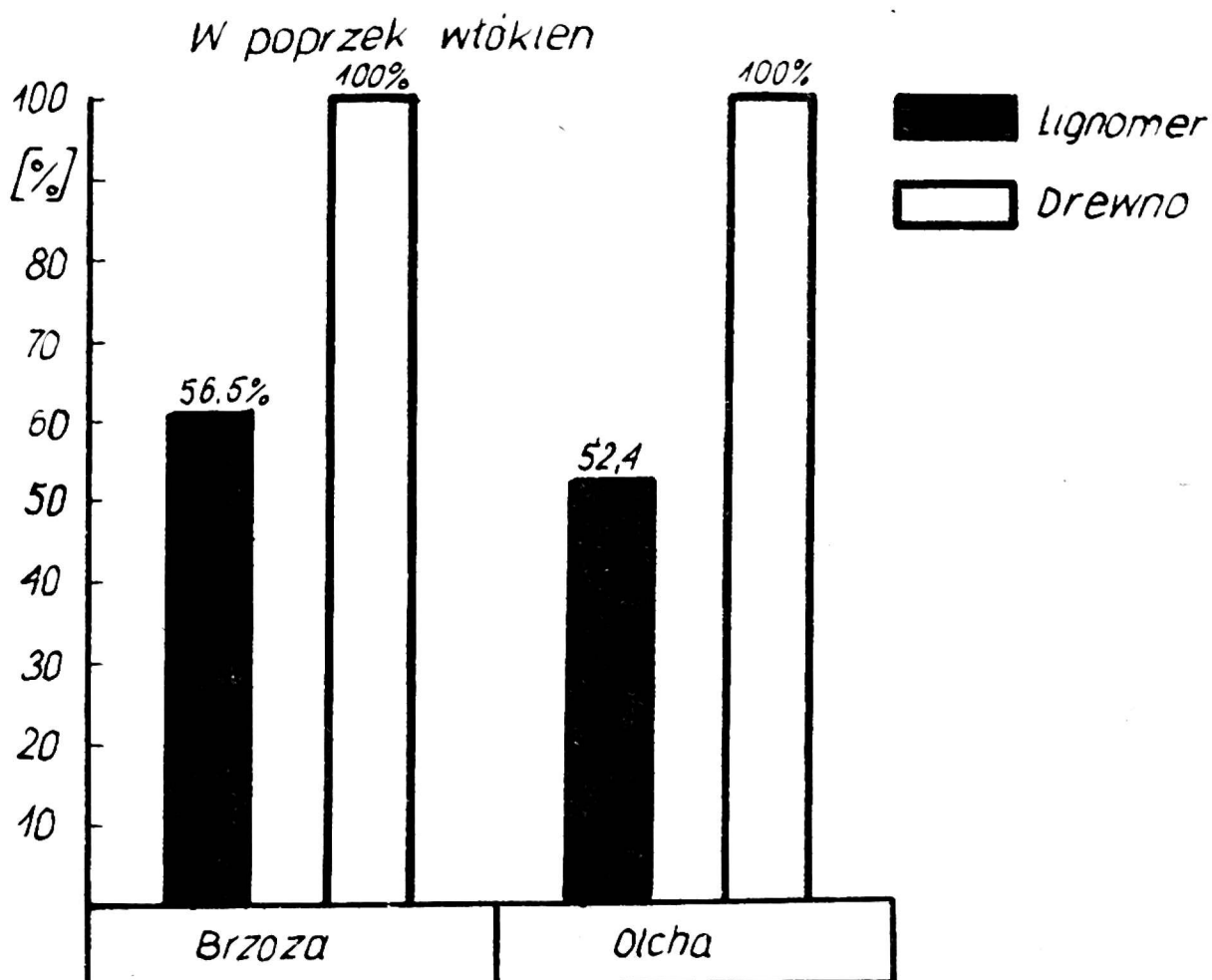
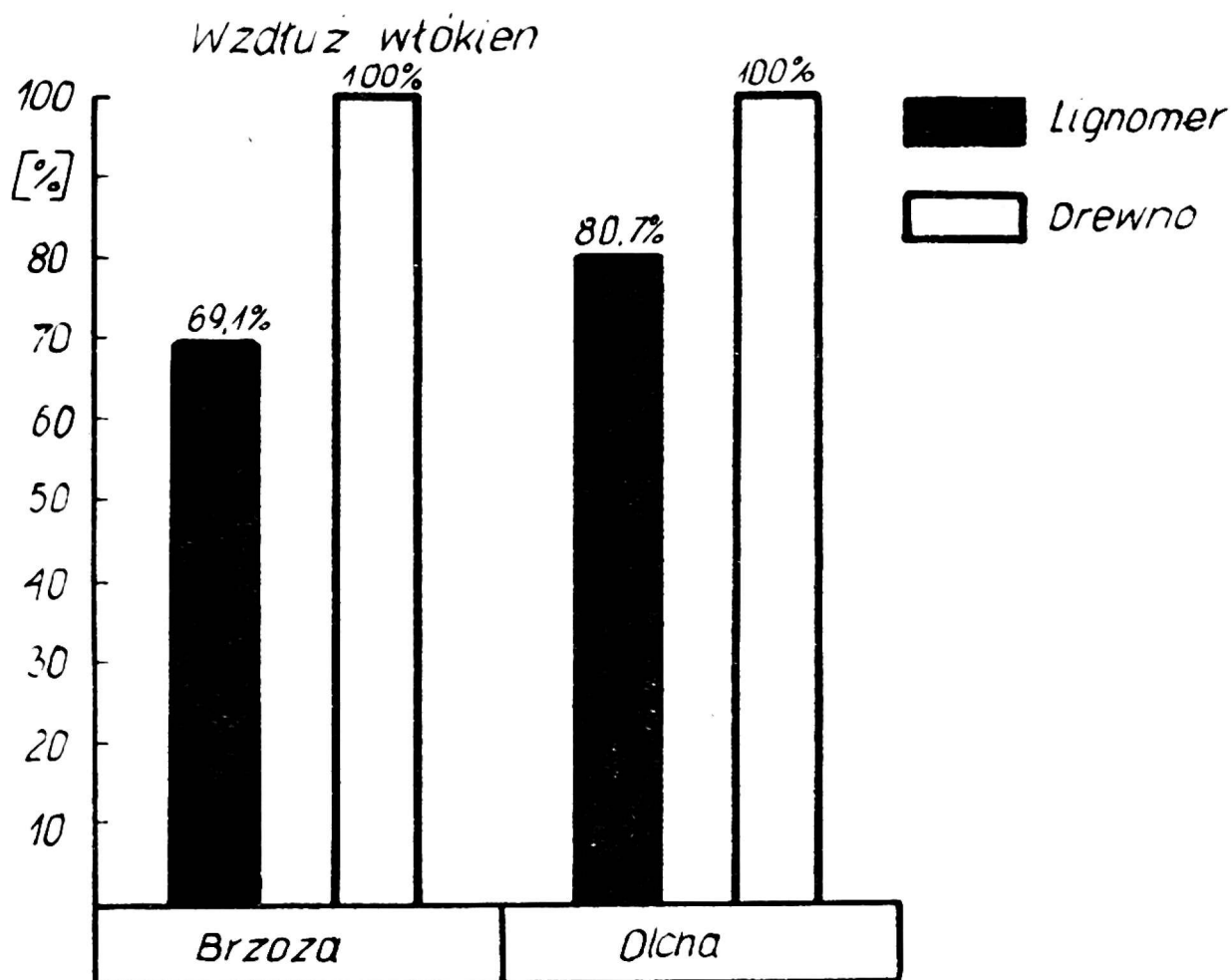
Rodzaj materiału	Ubytek materiału przy obciążeniu			Średnia ścieralność lignomeru wyrażona w procentach średniej ścieralności drewna
	1000 g	2000 g	3000 g	
	cm ³			
Lignomer z drewna olchy	0,093	0,189	0,272	55
Drewno olchy	0,172	0,332	0,515	—
Lignomer z drewna brzozy	0,094	0,179	0,255	79
Drewno brzozy	0,113	0,225	0,338	—

ność lignomeru badana metodą Taber-Abrazer stanowi od 55% do 79% ścieralności drewna.

Wykonane badania wpływu modyfikacji drewna na właściwości cieplne otrzymanych kompozytów wykazały, że wartości współczynnika przewodzenia ciepła dla lignomeru w stanie zupełnie suchym są wyższe od wartości tego współczynnika dla drewna (tab. 2).

Przewodnictwo cieplne lignomeru zmienia się pod wpływem wzrostu wilgotności w bardzo niewielkim zakresie, natomiast drewna w wyniku dużej nasiąkliwości znacznie się zwiększa [4].

W efekcie, wartości współczynnika przewodzenia ciepła w stanie maksymalnie mokrym dla lignomeru są niższe (rys. 2). Biorąc pod uwagę fakt, że podłogi w budynkach inwentarskich są eksploatowane w warunkach zbliżonych do maksymalnego nasycenia można stwierdzić, że ligno-



Rys. 2.

Tabela 2

Współczynnik przewodzenia ciepła lignomeru i drewna brzozonego o wilgotności 0% oraz temperaturze 20°C (wg M. Domańskiego i L. Glijera)

Rodzaj materiału	Współczynnik przewodzenia ciepła oznaczony w kierunku	
	wzdłużnym	poprzecznym
	W/mK	
Lignomer z drewna brzozy	0,35	0,17
Drewno brzozy	0,25	0,14

mer w porównaniu z drewnem jest materiałem o lepszych właściwościach cieplochronnych.

Badania przeprowadzone przez Zakład Farmakologii i Farmadynamiki Instytutu Leków Akademii Medycznej w Poznaniu 18 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 mięszowych, mózgu oraz skóry zwierząt eksponowanych.

Lignomer i pary migrujące z lignomeru nie wpływają na wzmożenie reakcji alergicznych u świnek morskich i szczurów.

Lignomer można łączyć za pomocą łączników metalowych w postaci gwoździ i śrub z tym, że przed wprowadzeniem łączników należy wykonać otwór wynoszący 0,85 średnicy gwoźdźnia lub wkrętu. Wkręty o prostym trzonie (blachowkręty) należy uznać za bardziej odpowiednie do łączenia lignomeru od wkrętów o trzonie zbieżystym, stosowanych do łączenia drewna. Zdolność utrzymywania wkrętów przez lignomer jest przeszło trzykrotnie wyższa od zdolności utrzymywania wkrętów przez drewno.

Do sklejanego lignomeru w większe elementy można stosować z krajowych klejów żywicę epoksydową Epidian 53 i żywicę rezorcynową RA oraz w szczególnych przypadkach żywicę fenolowoformaldehydową AG z dodatkiem styrenu 17.

Nadmienić należy, że decyzją Instytutu Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa z dnia 18.11.1980 r. zostało wydane świadectwo dopuszczające lignomer do stosowania w budownictwie rolniczym [25].

Dotychczasowe zastosowanie lignomeru na podłogi w budynkach inwentarskich

Lignomer, jako materiał o ograniczonej nasiąkliwości, zwiększonej stabilności wymiarowej i wytrzymałości, odporny na działanie czynników wywołujących korozję oraz zachowujący dobre właściwości termoizolacyjne również w stanie wilgotnym, nadaje się do wykorzystania w budownictwie inwentarskim przede wszystkim w hodowli bezściółkowej, na podłogi i legowiska. Zastosowanie lignomeru powinno pozwolić na:

- otrzymanie podłóg o dużej trwałości uwzględniających wymagania chowu bezściółkowego i umożliwiających realizację jego założeń technicznych,
- zmniejszenie upadków zwierząt,
- zwiększenie przyrostu masy zwierząt z możliwością zmniejszenia zużycia paszy,
- ograniczenie zużycia cementu,
- przeznaczenie słomy dotychczasowego materiału ściółkowego na paszę.

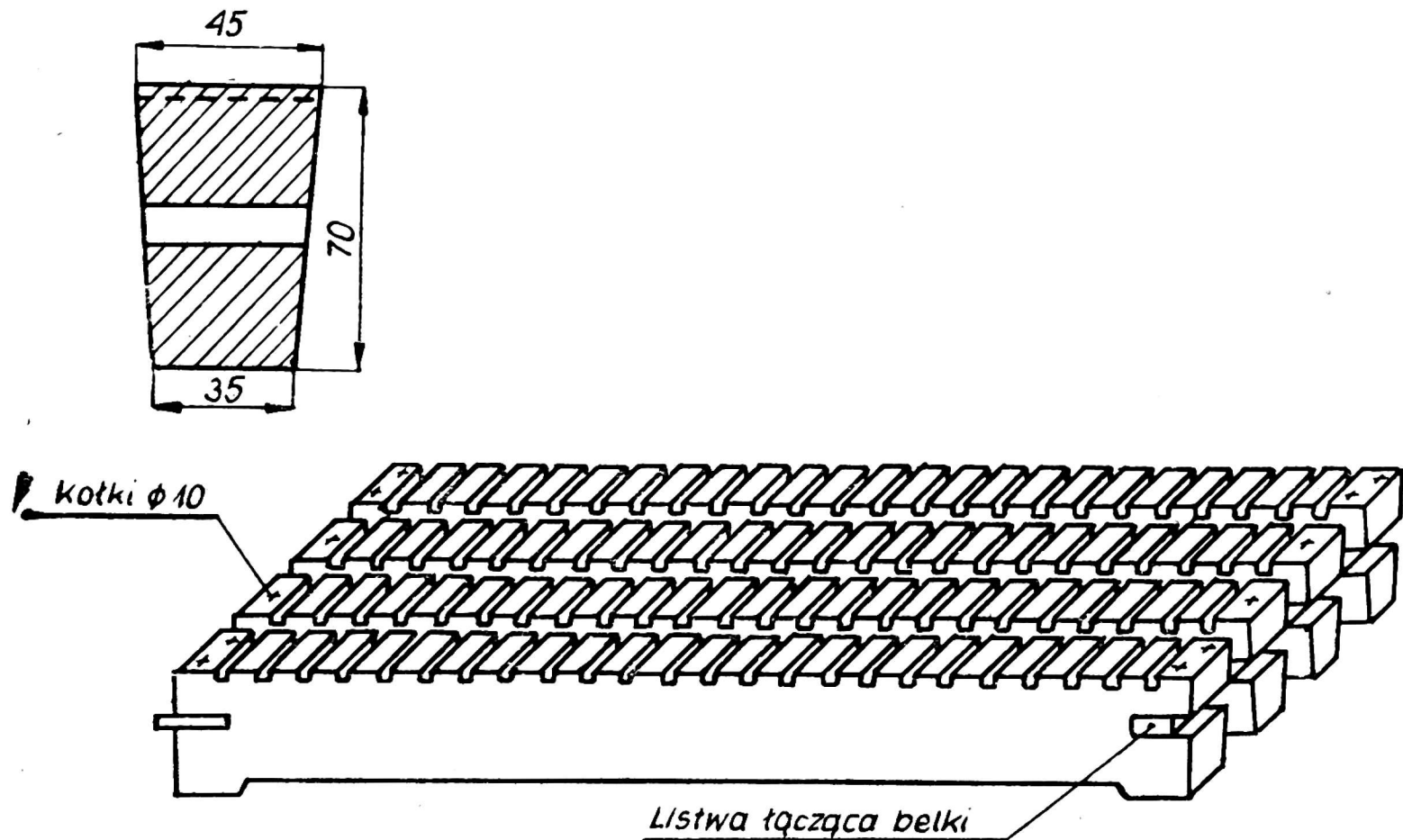
Przed szerszym zaproponowaniem wykorzystania lignomeru do budowy podłóg, wykonano wstępne doświadczenia eksploatacyjne, które przeprowadzono początkowo na bazie lignomeru wyprodukowanego w skali półtechnicznej w Instytucie Mechanicznej Technologii Drewna AR w Poznaniu, natomiast później, w skali technicznej po wybudowaniu Oddziału Modyfikacji Drewna w Laskach. Poczynione w okresie 4-letnim obserwacje pozwalają na bardziej precyzyjne określenie korzyści technicznych i ekonomicznych, wynikających z zastosowania lignomeru na podłogi oraz umożliwiają zaprojektowanie konstrukcji uwzględniającej w większym stopniu właściwości tegoż nowego materiału.

Zastosowanie lignomeru do budowy podłóg szczelinowych

Doświadczenia mające na celu sprawdzenie przydatności lignomeru do budowy podłóg w budynkach inwentarskich przeprowadzono początkowo na podłodze szczelinowej. W tym celu wykonano w Instytucie Mechanicznej Technologii Drewna AR w Poznaniu projekt prototypowej podłogi szczelinowej z lignomeru [1]. Zakładał on użycie elementów o przekroju trapezowym i wymiarach pokazanych na rys. 3. W konstrukcji postanowiono zastosować łączenie belek rusztów za pomocą listew umocowanych we wpustach kołkami o średnicy 10 mm. Na powierzchni

użytkowej zaproponowano nacięcia w celu ograniczenia ewentualnych poślizgów zwierząt.

Podłoga szczelinowa omówionej konstrukcji została zamontowana w gospodarstwie hodowlanym Wojewódzkiego Ośrodka Postępu Rolniczego w Marszewie oraz Kombinacie Państwowych Gospodarstw Rolnych w Manieczkach, jako zabudowa kanału gnojowego na stanowiskach jałówek. Według opinii gospodarstwa hodowlanego w Marszewie, gdzie przepro-



Rys. 3.

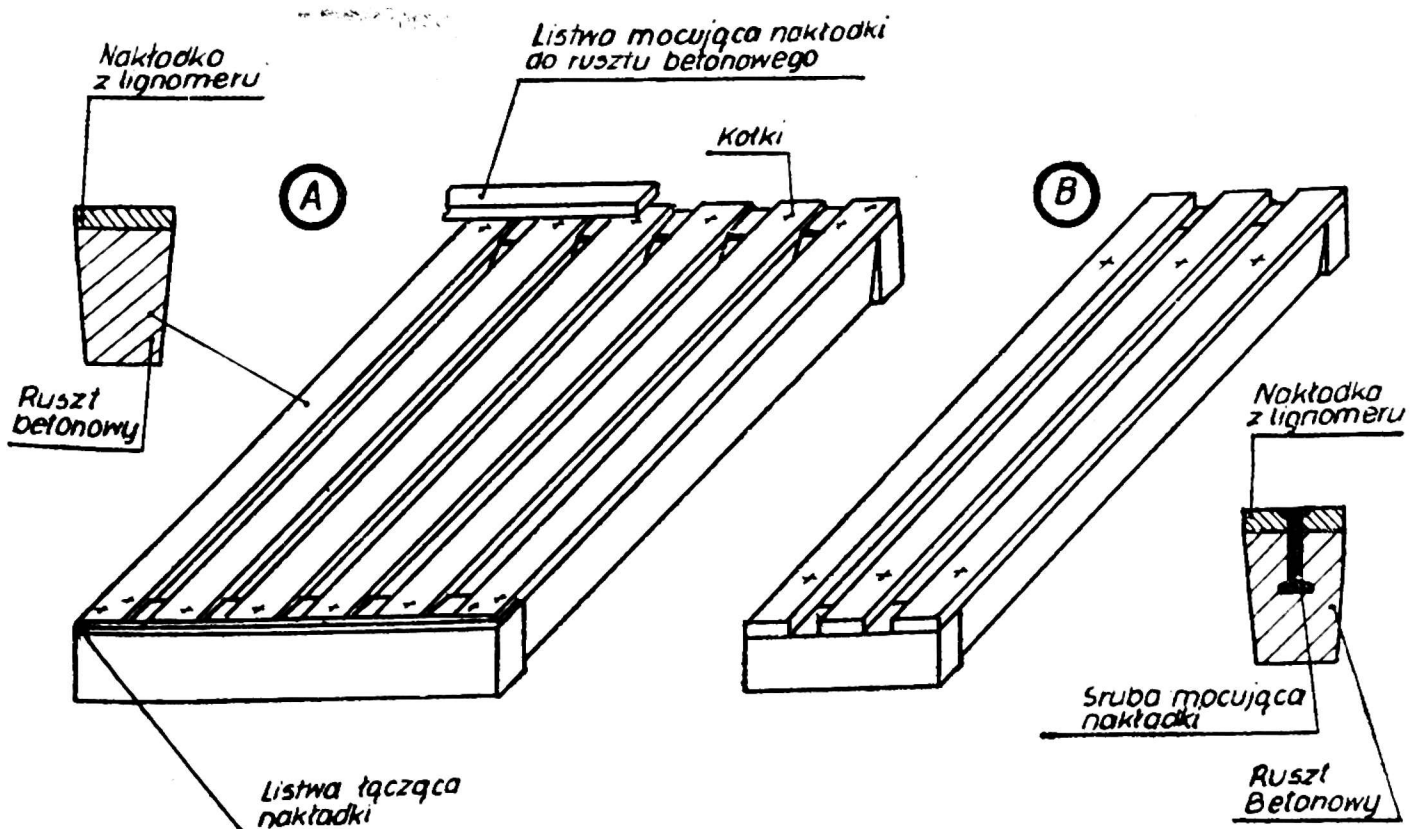
wadzono 3-letnie badania porównawcze rusztów wykonanych z lignomeru i drewna dębowego, pierwsze z nich były znacznie czystsze i higieniczniejsze. Ponadto w okresie trwania doświadczenia ruszty z lignomeru uległy tylko sporadycznie uszkodzeniu, przy siedemdziesięciu procentach wymienionych rusztów z drewna dębowego. W Kombinacie PGR w Manieczkach przeprowadzono badania porównawcze w okresie dwuletnim podłóg szczelinowych z lignomeru i z tworzywa sztucznego w postaci polipropylenu, które potwierdzają przydatność lignomeru do produkcji tego wyrobu i wykazują wyższość nad stosowanymi z tworzyw sztucznych.

Jednocześnie zwraca się uwagę na dokładniejsze wykonywanie połączeń, a zwłaszcza ich odpowiednie dopasowanie.

Zjednoczenie Państwowych Przedsiębiorstw Gospodarstw Rolnych we Wrocławiu dążąc do sukcesywnej intensyfikacji produkcji zwierzęcej stosuje od roku 1976 podłogi szczelinowe z lignomeru w fermach przeznaczonych do wychowu cieląt. Obserwacje poczynione w okresie wieloletnich eksploatacji wykazały, że ruszty z lignomeru są odporne na ścieranie, nie odkształcają się pod obciążeniem zwierząt oraz są łatwe do dezynfekcji. Obiektem wdrożeniowym jest Trzebnicki Kombinat Rolny, w którym zostały wykonane podłogi szczelinowe na terenie Zakładu Rolnego Skarszyn. Z opinii podsumowującej wynika, że posiadane zalety skłoniły Trzebnicki Kombinat Rolny do sukcesywnej wymiany podłóg z polipropylenu na podłogi z lignomeru.

Niezależnie od tego przedsięwzięcia, podległy Kombinatowi w Trzebnicy Zakład Remontowo-Budowlany wyprodukował ponad 6 tys. m² podłóg szczelinowych dla potrzeb innych kombinatów Zjednoczenia we Wrocławiu. Zostały one zainstalowane w Milickim, Oporowskim i Oleśnickim Kombinacie Rolnym. W Kombinacie Oleśnickim uległy zniszczeniu po 1,5 rocznej eksploatacji w wyniku ich nadmiernego obciążenia. Użytkownik poinformował, że zasiedlił stanowiska zwierzętami o wadze ponad 300 kg, podczas gdy były wykonane z przeznaczeniem dla cieląt, a więc dla zwierząt o wadze 150 kg.

Stanowiska szczelinowe dla zwierząt starszych, z uwagi na działające



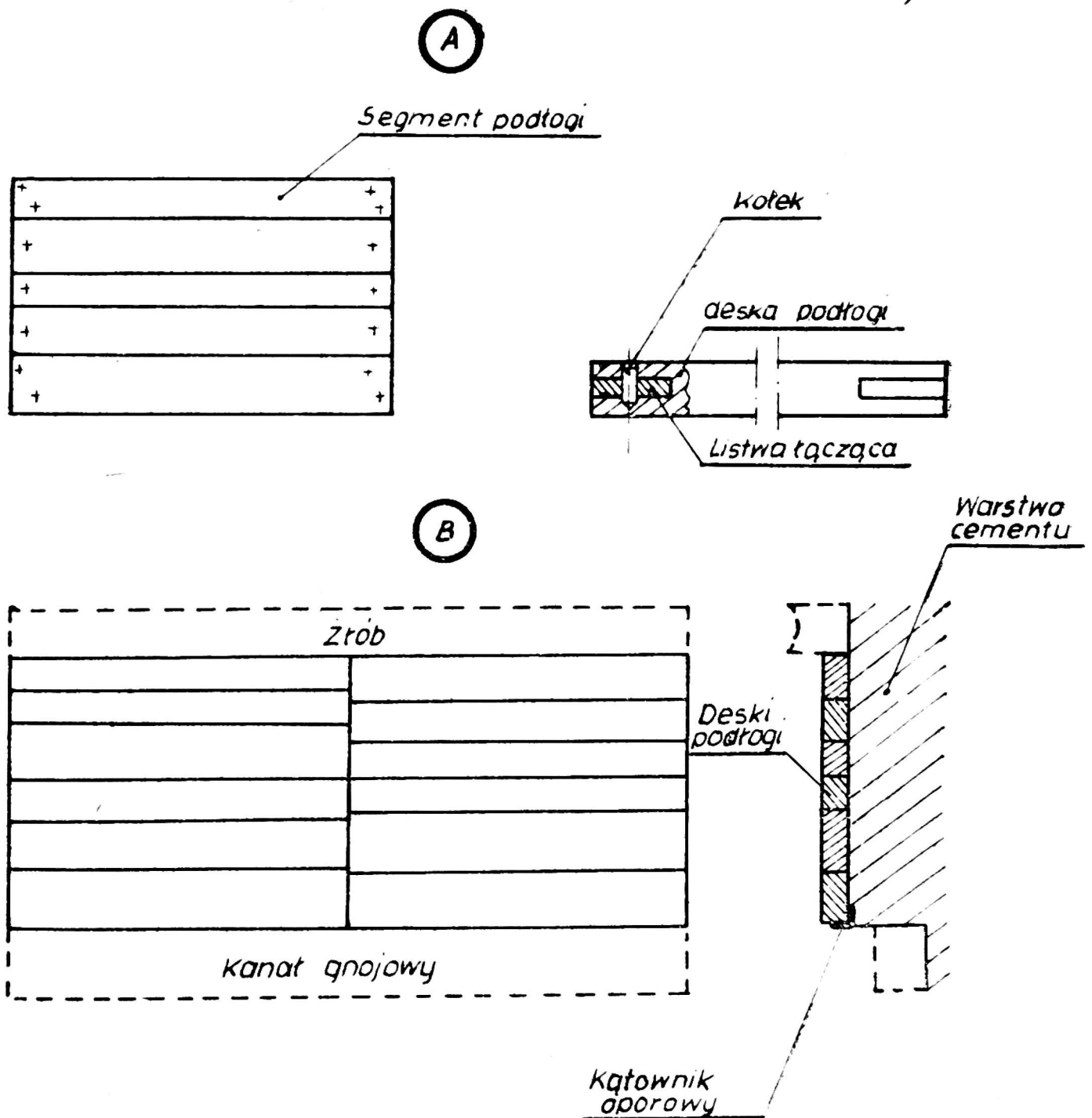
Rys. 4.

znaczące siły pionowe i poziome, muszą być zbudowane z belek o dużych przekrojach, co wiąże się z użyciem sporych ilości materiału i z dużymi kosztami. Stąd zrodził się pomysł w Instytucie Hodowli i Technologii Produkcji Zwierzęcej AR w Poznaniu wykonania z lignomeru nakładek przymocowanych do będących w użytkowaniu tradycyjnych rusztów betonowych. Zaletą tego rozwiązania jest, przy małym zużyciu lignomeru otrzymanie podłogi o dobrej izolacji cieplnej. Rozwiązanie to przedstawia rys. 4-A. Zastosowano je w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Dłoni, w oborze bezściółkowej przy całorusztowym wychowie bukatów, z nakładek lignomeru o grubości 10 mm stworzono konstrukcję połączoną w jedną całość za pomocą listew i kołków. Konstrukcja ta jest przymocowana do rusztów betonowych wyłącznie na bokach kojca. Zakład prowadzi systematyczne badania zdrowotności i przyrostów masy zwierząt na podłodze z rusztów betonowych z nakładkami z lignomeru oraz bez nakładek. Z przeprowadzonych przeszło rocznych obserwacji wynika, że zastosowane rozwiązanie wpływa korzystnie na zdrowotność zwierząt z tym, że w początkowym okresie podłoga była nieco śliska. Wydaje się, że śliskość powierzchni nakładek z lignomeru była spowodowana jego obróbką na strugarce grubościowej i nadaniem mu dużej gładkości, która w tym przypadku okazała się niepożądana. Dlatego też lignomeru przeznaczonego na podłogi nie należy poddawać obróbce struganiem.

Drugie rozwiązanie konstrukcyjne wykonano w Kombinacie Rolnym w Miliczu. Zakłada ono przymocowanie nakładek z lignomeru do betonowych rusztów za pomocą śrub (rys. 4-B) i jak wynika z opinii, zastosowane nakładki spełniają swoje zadanie. Otrzymano w ten sposób ruszty trwałe i wytrzymałe a jednocześnie o dobrej ciepłochronności.

Zastosowanie lignomeru do budowy podłóg litych

Podłogi lite z lignomeru wykonano dotychczas na stanowiskach bydła i trzody chlewnej. Rozwiązanie konstrukcyjne podłóg przeznaczonych dla bydła przedstawiono na rys. 5. Pierwsza z konstrukcji zakłada połączenie desek w panele za pomocą listew wprowadzonych od czoła we wpusty i dodatkowo zamocowane kołkami. Zmonotowanymi panelami wykłada się poszczególne stanowiska. To rozwiązanie umożliwi operowanie segmentami o przyjętym module, ułatwiającym znacznie montaż podłogi. Omówiona konstrukcja została wykorzystana w wykonawstwie podłogi na fermie jałówek we Lwówku Wlkp. należącej do Stadniny Koni w Posadowie. Według oceny podłoga ta jest sucha i pozwala utrzymać dużą czystość. W gospodarstwie indywidualnym Zenona Gałęskiego ze wsi Nie-



Rys. 5.

golewo gmina Opalenica — w oborze przeznaczony na 28 krów wykonano również podłogę z lignomeru w postaci desek nie połączonych ze sobą za pomocą łączników, ale układanych na styk bezpośrednio na nieutwardzonej zaprawie cementowej, która w tym przypadku spełnia rolę lepiszcza łączącego obie warstwy. Uzyskane zespolenie warstw praktycznie okazało się wystarczające dla położonych desek o grubości 32 mm, ale podczas eksploatacji oderwały się od podłoża dwie skrajne deski przy kanale gnojowym, na które działają największe siły zwłaszcza przy wstawianiu krów. Wypadnięcie desek spowodowane zostało brakiem oporowej listwy metalowej, zamocowanej w podłożu za pomocą kotw, wyznacza-

jącej długość stanowiska. Prowadzący gospodarstwo rolnik twierdzi, że od czasu zmiany nawierzchni z betonowej na lignomer, uzyskuje większe efekty w produkcji mleka i przyrostu masy mięsa.

Podłogi lite z przeznaczeniem dla trzody chlewnej wykonano w Wojewódzkim Ośrodku Postępu Rolniczego Sielinko oraz Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Przybrodzie. Zastosowane rozwiązanie konstrukcyjne obrazuje rys. 6. Prowadzone w WOPR-Sielinko doświadczenia od roku 1976 nad zastosowaniem podłóg z lignomeru mają duże wartości poznawcze i dlatego zostaną omówione szerzej na podstawie opinii wydanej przez Ośrodek oraz referatu n.t. „Zastosowanie posadzki z lignomeru w chlewni przemysłowej WOPR-Sielinko” [13].

Przemysłowa ferma trzody chlewnej miała posadzki betonowe, które sprawiały kłopot szczególnie w porodówce o 138 stanowiskach loch z prosiętami, a także w pomieszczeniach dla loch luźnych o 336 stanowiskach. Kłopoty te wynikały przede wszystkim z niewłaściwej posadzki wykonanej z betonu. Dlatego poszukiwano lepszych rozwiązań, np. elektryczne ogrzewanie, posadzki tartanu a ostatecznie zastosowano wykładzinę gumową, która uległa zniszczeniu po 3 miesiącach. W dalszym etapie poszukiwań użyto lignomer, początkowo na kilku stanowiskach. Zebrane obserwacje potwierdziły przydatność tego materiału i w związku z tym, we wrześniu 1977 roku położono na betonowe podłoże deski z lignomeru. W okresie jednego roku użytkowania i obserwacji stwierdzono znaczne efekty, przedstawione w tabeli 3. W wyniku obserwacji stwierdzono:

1. Lignomer należy uznać za najlepszy materiał podłogowy z dotychczas stosowanych w fermach trzody chlewnej.

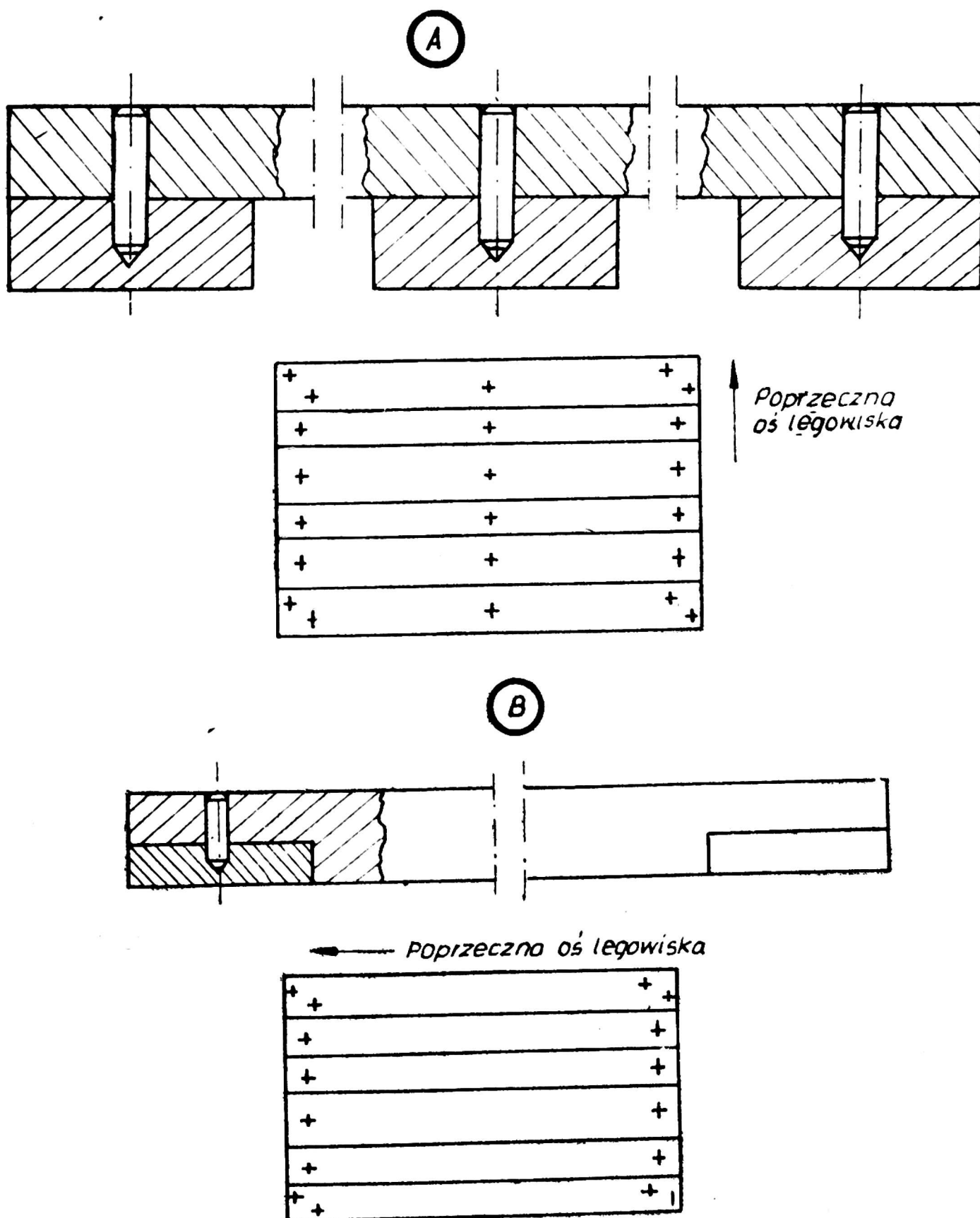
2. Podłoga z lignomeru zabezpieczała wymagane właściwości izolacji cieplnej.

3. U zwierząt wychowywanych na podłodze z lignomeru nie zaobserwowano uszkodzeń kończyn a stan zdrowotny zwierząt uległ poprawie

Tabela 3

Upadki prosiąt i warchlaków w okresie 1 roku na podłogach z betonu i lignomeru wg Z. Krusia i T. Walkowiaka [13]

Rodzaj posadzki	Upadki prosiąt			Upadki warchlaków		
	Ilość urodzonych prosiąt	Ilość upadków prosiąt		Ilość odsadzonych prosiąt	Ilość upadków warchlaków	
	%	szt.		szt.	%	
Beton	5130	554	10,8	4576	554	12,1
Lignomer	5482	356	6,5	5126	159	3,1



Rys. 6.

powodującej wyeliminowanie grypy u prosiąt. W wyniku zdecydowanej poprawy zdrowotności prosiąt odchowywanych na podłodze z lignomeru, przy dalszym ich chowie przyrosty dzienne na masie były o 35% większe niż u prosiąt odchowywanych na posadzce z betonu.

4. Liczba loch eliminowanych ze stada podstawowego wskutek uszkodzeń kończyn, stawów i racic zmniejszyła się o 80%.

W celu eliminacji ślizgania się ciężkich loch podczas wstawania, przy wykonywaniu podłóg z lignomeru należy stosować deski o zróżnicowanej grubości o 2 mm i układać je poprzecznie w stosunku do podłużnej osi stanowiska.

Wymagania związane ze stosowaniem lignomeru na podłogi

Doświadczenia zebrane przez użytkowników podłóg oraz obserwacje wskazują, że należy zwrócić uwagę na zagadnienia dotyczące:

- rodzaju i jakości lignomeru,
- przeznaczenia i doboru konstrukcji uwzględniającej właściwości lignomeru,
- prawidłowego wykonawstwa i użytkowania podłóg z lignomeru, które oprócz ogólnych wymagań stawianych podłogom bezściółkowym, wpływają bezpośrednio na trwałość i przydatność tego materiału do budowy podłóg.

Przeprowadzone badania potwierdzają, że do produkcji lignomeru najbardziej przydatne jest drewno olchy i brzozy. Dlatego należy zalecić stosowanie kompozytów obu rodzajów drewna z polimerem. Dotychczas wykonano także badania zmierzające do wykorzystania na podłogę rusztową kompozytu drewna sosnowego młodego z polistyrenem. Trudno jednoznacznie ocenić przydatność drewna młodego sosny do produkcji lignomeru z przeznaczeniem na podłogi rusztowe. Prace w tym kierunku prowadzone na terenie Zjednoczenia Państwowych Przedsiębiorstw Gospodarki Rolnej w Gorzowie są na etapie obserwacji założonych w miesiącach letnich 1980 roku podłóg z lignomeru z drewna sosnowego młodego z przeznaczeniem dla wychowu cieląt.

Dla oceny jakości lignomeru przeznaczonego do budowy podłóg wystarczy kontrola organoleptyczna, którą proponuje się przeprowadzić przez: oględziny przekroju poprzecznego wybranej deski lub belki przeciętej w odległości przynajmniej 20 cm od czoła. Wybrana deska na całym przekroju winna być nasyconą równomiernie. Miejsca nie zawierające polistyrenu nie powinny występować, ale można dopuścić ich obecność w warstwach wewnętrznych wówczas, gdy belki lub deski nie będą podane dalszej obróbce mechanicznej i stanowią nie więcej niż 30% przekroju poprzecznego. W przeciwnym razie podczas obróbki mechanicznej mogą zostać odkryte warstwy nie zawierające polistyrenu, które nie są wystarczająco odporne na warunki panujące w pomieszczeniach inwentarskich. Nierównomierne nasycenie drewna gatunków rozpierzchna-

czyniowych występuje głównie przy nierównomiernym jego wysuszeniu na całym przekroju lub po utworzeniu się wcistek.

W celu stwierdzenia obecności śladów wolnego styrenu należy poddać kontrolną deskę wachaniu. Stwierdzenie obecności wolnego styrenu objawia się zapachem zbliżonym do gazu butan-propan. Ślady wolnego styrenu mogą wystąpić tylko przy nieprzestrzeganiu parametrów procesu technologicznego w czasie produkcji lignomeru.

Z perspektywy zebranych informacji wydaje się, że lignomer można przeznaczyć na podłogi w postaci konstrukcji ażurowej o belkach litych wyłącznie dla zwierząt młodych wywierających mniejsze siły, aniżeli zwierzęta dorosłe. Wykonanie rusztów z lignomeru dla zwierząt o masie powyżej 150 kg wydaje się być nieuzasadnione z przyczyn techniczno-ekonomicznych.

W przypadku tym konstrukcje ażurowe wykonane z betonu lub metalu należy pokryć nakładkami z lignomeru. Konstrukcja taka umożliwia przetrzymywanie na zmontowanych podłogach zwierząt o dużym ciężarze. Wydaje się, że jest to rozwiązanie optymalne, gdyż lignomer stanowi warstwę spełniającą wymagania stawiane warstwie zewnętrznej, z którą zwierzęta bezpośrednio się stykają, a jednocześnie zużywa się stosunkowo mało lignomeru. Dla trzody chlewnej jak również dla bydła można stosować konstrukcje lite połączone z podłożem na stałe lub z elementów segmentowych ułożonych na wspornikach.

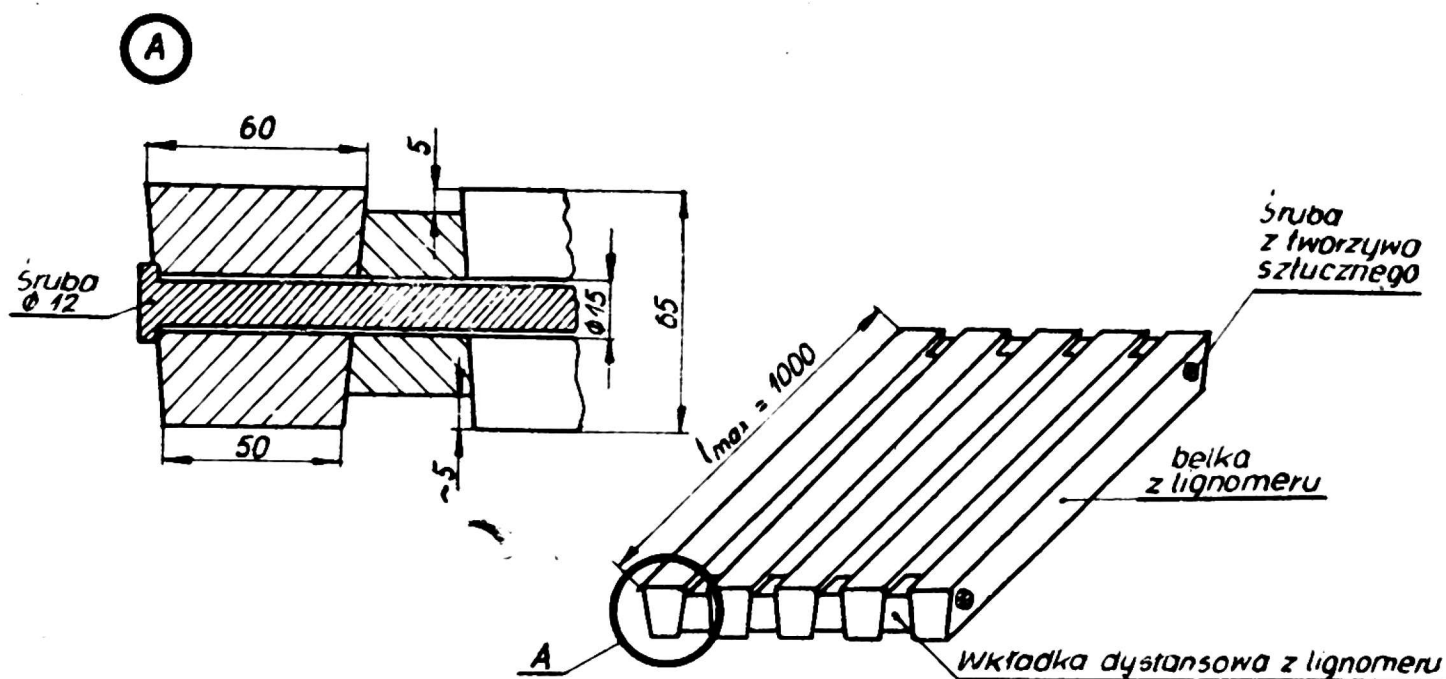
Podczas użytkowania podłóg z lignomeru trzeba pamiętać, że podobnie jak przy podłogach drewnianych lub z tworzyw sztucznych, mogą być zasiedlane wyłącznie zwierzętami, dla których zostały wykonane, przestrzegając zasady, że po przekroczeniu określonego ciężaru należy przesiedlić je do pomieszczeń przystosowanych do ich chowu.

Proponowane rozwiązanie konstrukcyjne podłóg do bezściółkowego wychowu zwierząt

Podłogi szczelinowe

Proponowane rozwiązanie konstrukcyjne podłogi szczelinowej z lignomeru przeznaczonej dla bydła i trzody chlewnej o wadze do 150 kg przedstawiono na rys. 7. Przyjęto następujące założenia:

1. Wykonanie pojedynczych belek podłogi przed procesem modyfikacji, ale po uprzednim wysuszeniu drewna w postaci tarcicy do wilgotności $10 \pm 2\%$ uwarunkowanej wymaganiami technologicznymi procesu produkcji lignomeru.

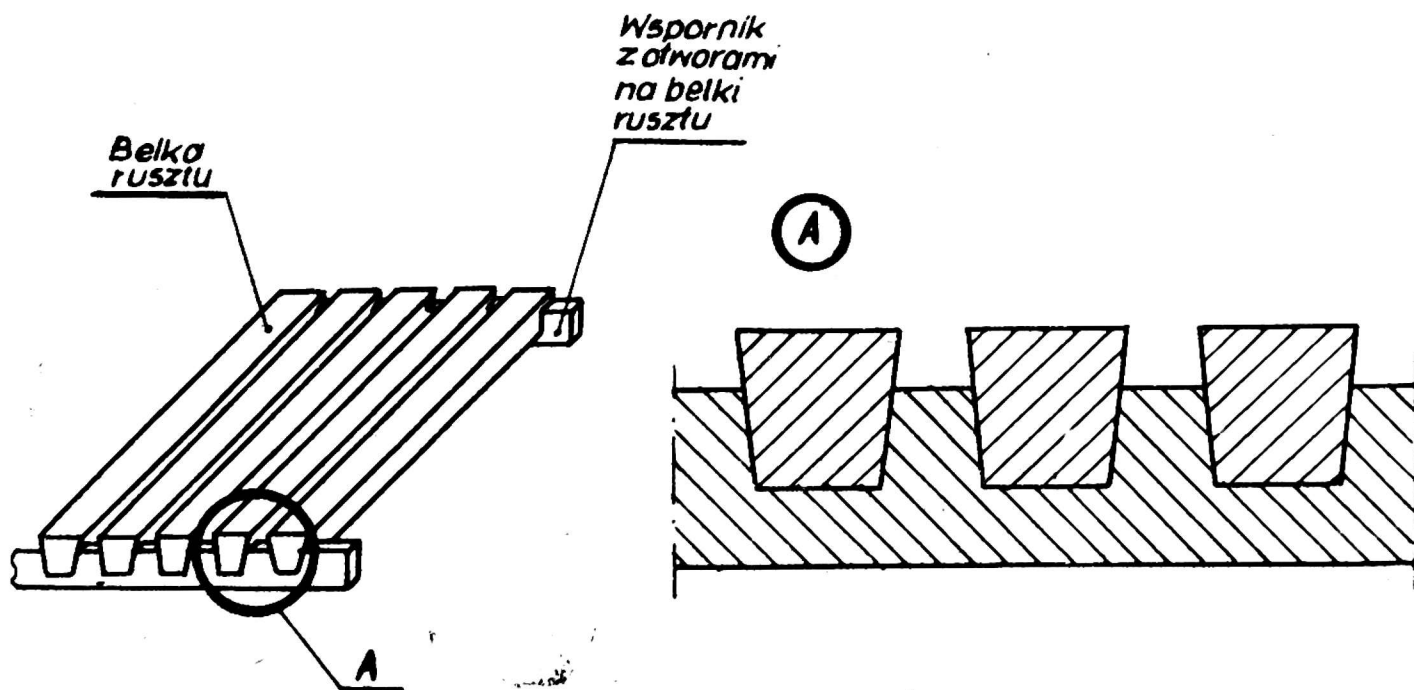


Rys. 7.

2. Obróbkę powierzchni użytkowej belek przy użyciu pił o zębach bez węglików spiekanych w celu zwiększenia chropowatości powierzchni i zmniejszenia śliskości podłogi.

3. Wykonanie połączeń umożliwiających złożenie belek w segmenty oraz montaż segmentów odbywać się będzie po procesie modyfikacji. Należy przypomnieć, że przy wierceniu lignomeru prędkość obrotowa musi być mniejsza aniżeli przy wierceniu drewna.

4. Połączenie belek w segmenty przy użyciu łącznika w postaci sworz-



Rys. 8.

nia odpowiedniej długości z tworzywa sztucznego lub prętu zbrojenio-
wego zabezpieczonego powłoką antykorozyjną.

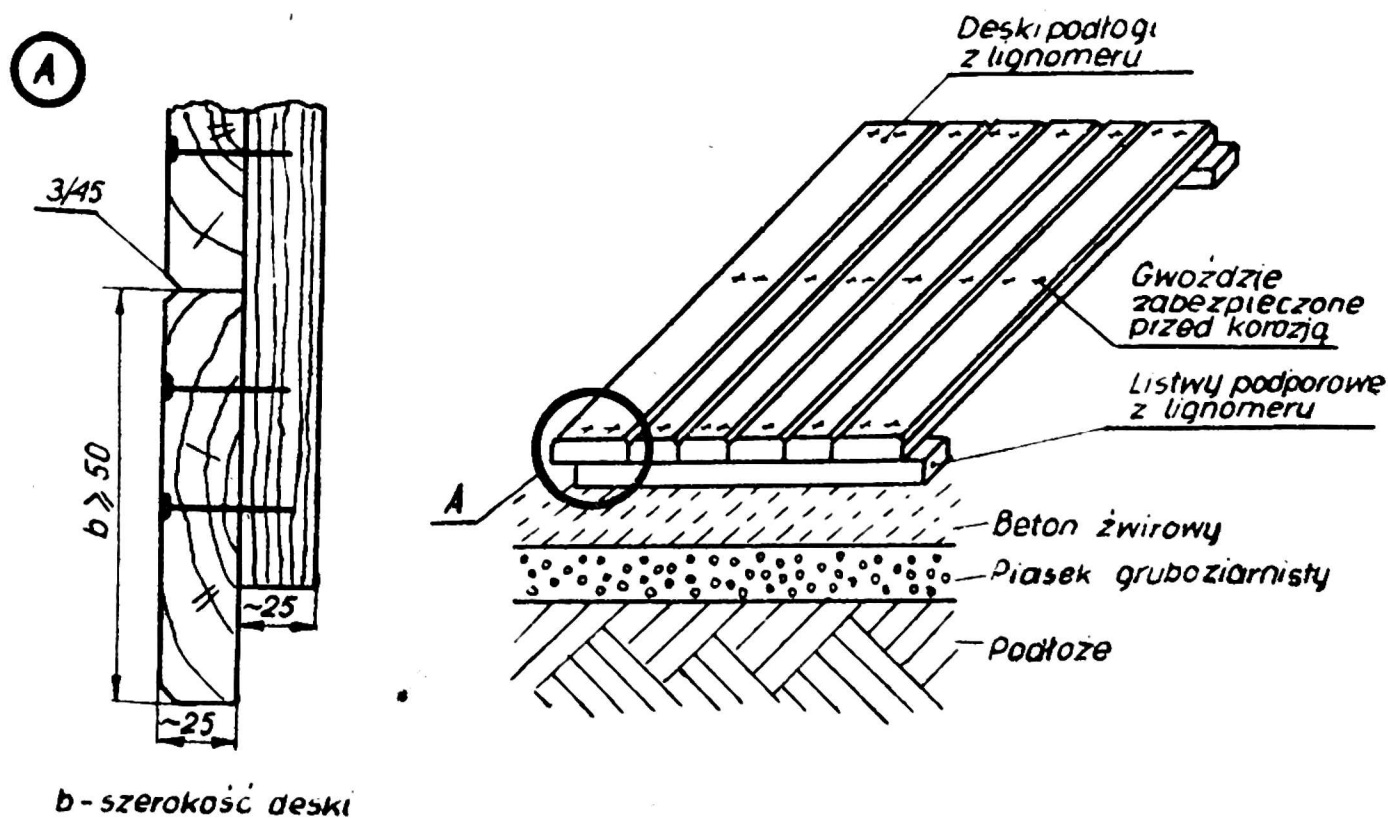
5. Wielkość szczelin utrzymywaną za pomocą wkładek dystansowych
z lignomeru lub z tworzywa sztucznego.

Propozycję rozwiązania konstrukcyjnego podłogi szczelinowej z lig-
nomeru przeznaczonej dla hodowli owiec przedstawiono na rys. 8. Roz-
wiązanie to zakłada luźne ułożenie belek w gniazdach wykonanych we
wspornikach, co umożliwia łatwą ich wymianę w przypadku uszkodze-
nia. Zastosowanie omówionej konstrukcji jest możliwe, gdyż owce — jak
wykazały doświadczenia — nie zmieniają położenia belek.

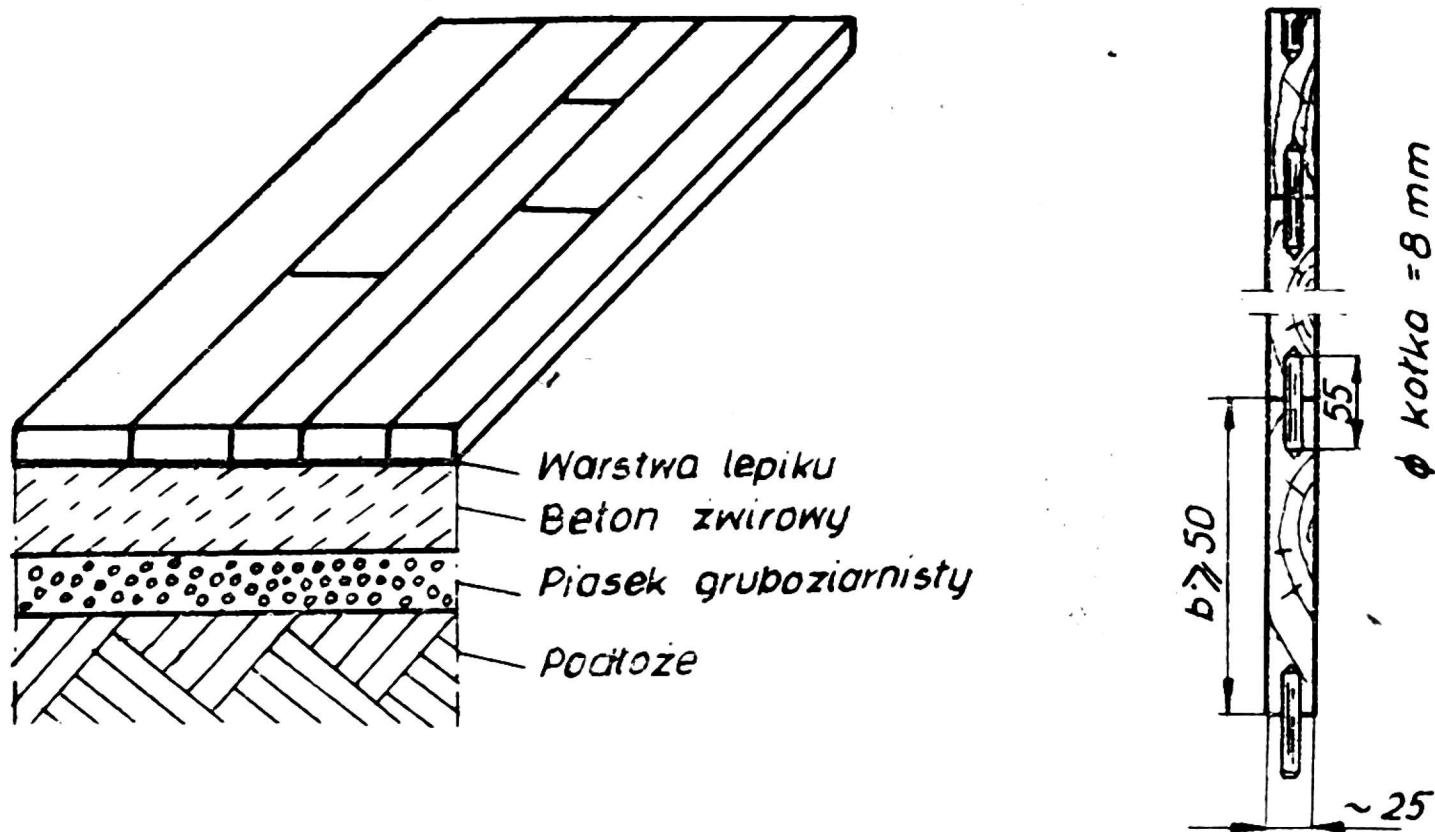
Podłogę ażurową dla trzody chlewnej o wadze powyżej 150 kg pro-
ponuje się wykonać w oparciu o rozwiązanie konstrukcyjne opisane uprzed-
nio a zobrazowane na rys. 3.

Podłogi lite

Proponowane rozwiązanie konstrukcyjne podłóg litych wykonanych
z lignomeru przedstawiono na rys. 9 i 10. Przy wykonywaniu tych pod-
łóg należy moduł podłogi dostosować do nominalnych indywidualnych
wymiarów stanowisk hodowlanych. Jednocześnie wymiary poszczegól-
nych segmentów nie powinny być większe od 100 cm. Poszczególne ele-
menty podłogi należy łączyć za pomocą kołków na sucho (pasowanie
ciasne kołka). Zakłada się pozostawienie płaszczyzn bocznych po obróbce



Rys. 9.



Rys. 10.

piłami trakowymi lub tarczowymi. Dopuszcza się stosowanie elementów o długości mniejszej od bocznych długości podłogi w sposób przedstawiony na rys. 10. Wydaje się również celowe zwrócenie uwagi na możliwości zastosowania lignomeru w postaci kostki podłogowej w zastępstwie kostki drewnianej, korzystając z zasady budowania tego typu podłogi w katalogu BISPROL'u [10].

Efektywność zastosowania lignomeru na podłogi bezściółkowe w budynkach inwentarskich

W przypadku zastosowania lignomeru na podłogi stanowisk zwierząt wykonywanych dotychczas z innych materiałów, ustalenia bezpośredniego efektu zastosowania lignomeru można dokonać za pomocą następującego wzoru:

$$E_1 = (C_0 + k_0 + v_0) \cdot n \cdot \frac{t_1}{t_0} - (C_1 + k_1 + v_1) \cdot n_1$$

gdzie:

C_0, C_1 — cena zakupu podłogi dotychczasowej i z lignomeru w złotych,

E_1 — bezpośredni efekt zastosowania lignomeru w złotych,

- k_0, k_1 — koszt obróbki i montażu podłogi dotychczasowej i z lignomeru,
- v_0, v_1 — koszt bieżącego utrzymania w eksploatacji podłogi dotychczasowej i z lignomeru,
- n_0, n_1 — udział ilościowy materiału dotychczasowego i z lignomeru w wyrobie,
- t_0, t_1 — czas eksploatacji podłogi dotychczasowej i z lignomeru w latach.

Wskaźniki n_0 i n_1 można w tym wzorze pominąć, gdy cała podłoga konywana jest z lignomeru. Całkowity bezpośredni efekt stosowania lignomeru wyrażony wartościowo dla omawianej dziedziny zastosowania lub określonego zakładu wdrażającego ten nowy materiał uzyska się przez przemnożenie E_1 przez ilość podłóg do budowy których zastosowano lignomer w określonej skali czasu, np. roku.

Właściwości fizyczno-mechaniczne lignomeru powodują, że poza bezpośrednimi efektami jego stosowania uzyskuje się szereg korzyści i efektów pośrednich (E_p), które zdaniem autorów przekraczają efekty bezpośrednie. Do korzyści i efektów pośrednich wynikających ze stosowania lignomeru na podłogi w budynkach inwentarskich zaliczyć można:

- a) zmniejszenie liczby remontów wymagających częściowego lub całkowitego opróżnienia budynku,
- b) poprawę zdrowotności hodowanych zwierząt,
- c) zmniejszenie liczby upadków zwierząt młodych,
- d) ograniczenie ilości paszy spożywanej przez zwierzęta,
- e) zwiększenie przyrostu masy.

Wymienione efekty należy skwantyfikować w odniesieniu do określonego okresu czasu.

Kompleksowa analiza celowości stosowania lignomeru powinna uwzględniać wszystkie korzyści i efekty, które spowodowane zostały stosowaniem tego materiału. Stąd też całkowitą efektywność stosowania lignomeru (E_c) na podłogi bezściółkowe można ustalić z zależności:

$$E_c = E_1 + E_p$$

Wymaga to jednak prowadzenia szczegółowych obserwacji i analiz statystycznych po zakończeniu cykli wdrożeniowych podłóg litych lub szelinowych z lignomeru.

Na obecnym etapie możliwe jest dokonanie apriorycznych obliczeń

bezpośredniej efektywności zastosowania lignomeru, posługując się następującą zależnością:

$$E_z = \frac{(C_0 + k_0 + v_0) \cdot n_0 \cdot t_1}{(C_1 + k_1 + v_1) \cdot n_1 \cdot t_0} - 1$$

Jako informacje wyjściowe dla przeprowadzenia porównań posłużono się aktualnymi, tj. na poziomie 1980 roku cenami jednostkowymi różnych typów podłóg litych oznaczonych A oraz podłóg szczelinowych oznaczonych B, które przedstawiają się następująco:

- A₁ — Płyty podłogowe z lignomeru (wg kalkulacji jednostkowej Ośrodka Modyfikacji Drewna w Laskach k/Kępna), cena ok. 800 zł/m²,
- A₁ — Maty gumowe produkcji PPG „Stomil” (wg informacji Działu Zbytu), cena przeliczeniowa 733 zł/m²,
- A₂ — Posadzki z kostki drewnianej z drewna iglastego nasyczonego o wysokości 80 mm (wg katalogu cen kosztorysowych „konstrukcje budowlane” nr 3-02), cena ok. 204 zł/m²,
- B₁ — Podłoga szczelinowa (wg kalkulacji jednostkowej Ośrodka Modyfikacji Drewna w Laskach k/Kępna) przy wykonywaniu jej sposobem rzemieślniczym — cena ok. 1300 zł/m²,
- B₁ — Płyty szczelinowe drewniane dla bydła i owiec typu EK-8245/A (wg katalogu BISPROL’u nr 70/1978), cena ok. 730 zł/m²,
- B₂ — Płyty szczelinowe żelbetowe dla bydła typ EK-8210/B (wg katalogu BISPROL’u nr 70/1978 — cena ok. 510 zł/m²,
- B₃ — Podłoga szczelinowa z belek profilowych z polipropylenu lub PCV typ PP63 (wg informacji Działu Zbytu Przedsiębiorstwa Obrotu Tworzywami Sztucznymi „Chemiplast” w 1980 r.) — cena przeliczeniowa 900 zł/m².

W oparciu o zamieszczony wzór i powyższe ceny, wyznaczono efektywność stosowania lignomeru dla przykładów A i B, zakładając całkowite wykonanie podłóg z lignomeru ($n_0 = n_1$) oraz znikomy koszt bieżących napraw i remontów ($u_0 = u_1 = 0$) i montażu ($k_0 = k_1 = 0$). Efektywność w przykładach tych opisuje się następującymi równaniami:

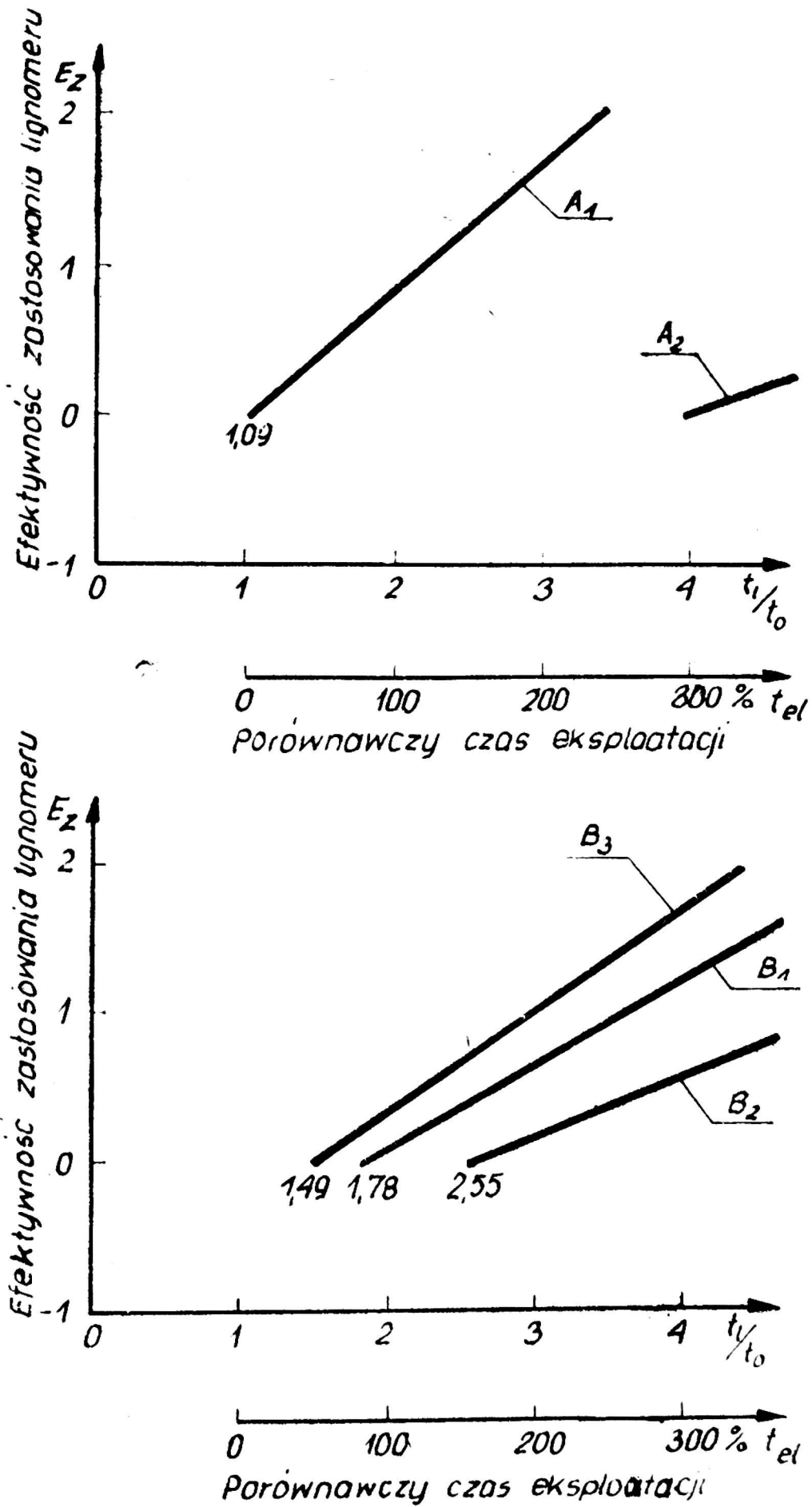
$$A_1 - E_z = 0,916 \frac{t_1}{t_0} - 1,$$

$$A_2 - E_z = 0,255 \frac{t_1}{t_0} - 1,$$

$$B_1 - E_z = 0,562 \frac{t_1}{t_0} - 1,$$

$$B_2 - E_z = 0,392 \frac{t_1}{t_0} - 1,$$

$$B_3 - E_z = 0,692 \frac{t_1}{t_0} - 1.$$



Rys. 11.

Graficznie zależności te ilustruje rysunek 11. Wynika z niej, że minimalny efektywny czas użytkowania lignomeru, wyrażony w procentach wydłużenia pracy w stosunku do dotychczas stosowanego rozwiązania wyniesie:

$$A_1 — 9\%, \quad A_2 — 292\%, \quad B_1 — 78\%, \quad B_2 — 155\%, \quad B_3 — 49\%.$$

Z przytoczonych liczb wynika, że zastępując lignomerem maty gumowe, wymagany jest zaledwie 9% dłuższy czas jego stosowania (w praktyce materac wymienia się po 1 roku użytkowania — lignomer w WOPR Sie-linko pracuje już piąty rok). Kostka drewniana jest tańsza, ale bardzo krótkotrwała i charakteryzuje się dużą nasiąkliwością a więc małą izolacją cieplną. Z przedstawionych podłóg szczelinowych lignomer musiałby posiadać 1,5 razy wyższą trwałość od trwałości rusztów z betonu. Jednak ruszt betonowy z zootechnicznego punktu widzenia stanowi najgorszą podłogę, stąd też efekty pośrednie przy zastąpieniu podłogi szczelinowej z betonu podłogą z lignomeru są wysokie. W związku z tym dla zwierząt o masie powyżej 150 kg, jak wykazano uprzednio, należy stosować ruszta betonowe z nakładkami z lignomeru.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń i studiów nad zastosowaniem lignomeru do budowy podłóg przeznaczonych do bezściółkowego wychowu zwierząt w pomieszczeniach inwentarskich można sformułować następujące wnioski:

1. Właściwości lignomeru odpowiadają wymaganiom stawianym materiałom podłogowym i stąd winien on znaleźć szerokie zastosowanie w budynkach inwentarskich.

2. Podłogi z lignomeru są predysponowane do bezściółkowego wychowu zwierząt ze względu na dobrą ciepłochronność i dużą trwałość.

3. Przeprowadzona analiza efektywności stosowania lignomeru w postaci podłóg przemawia za celowością ich rozpowszechnienia w praktyce.

LITERATURA

1. Biniek P., Ławniczak M.: Ruszt drewniany. Opis wzoru użytkowego nr 25391. 23.07.1975.
2. Biniek P., Ławniczak M.: Dokumentacja techniczna rusztów do bezściółkowego chowu bydła z drewna spolimeryzowanej olchy. Maszynopis w bibl. IMTD. Poznań 1976.
3. Doleżał O., Radéj J., Zadražil R.: Bezściółkowy chów bydła PWRiL. Warszawa 1975.
4. Domański M., Glijer L.: Podstawowe właściwości cieplne niektórych rodzajów drewna modyfikowanego. Mat. II Symp. nt. Modyfikacja drewna, Zielonka 1979.
5. Fall K.: Biuletyn Informacyjny Instytutu Zootechniki nr 4, 1975.
6. Fall K.: Informator Budownictwa Rolniczego nr 12, 1979.
7. Gajdziński M., Lutomski K.: Badania wpływu warunków poligonowych na trwałość lignomeru przez oznaczenie modułu sprężystości. Maszynopis w bibl. IMTD 1976/80.
8. Gos B., Olszewski A.: Badania wybranych zmian chemicznych i wytrzymałościowych zachodzących w lignomerze pod wpływem agresywnych środowisk gazowych. Mat. II Symp. nt. Modyfikacja drewna. Zielonka 1979.
9. Hoffmann H. W.: Biuletyn Informacyjny Instytutu Zootechniki nr 6, 1969.
10. Katalog BISPROL nr 84: Podłogi w budynkach inwentarskich, COBRBR, Warszawa 1979.
11. Kowalik R., Hruzik G.: Przegląd Odlewnictwa nr 7, 1977.
12. Klein-Hessling P.: Der Tierzüchter nr 18, 1966.
13. Kruś Z., Walkowiak T.: Zastosowanie posadzki z lignomeru w chlewni przemysłowej Wojewódzkiego Ośrodka Postępu Rolniczego Sielinko. Mat. II Symp. nt. Modyfikacja drewna. Zielonka 1979.
14. Lutomski K., Ławniczak M.: Holz als Roh u. Werkstoff, nr 2, 1977.
15. Ławniczak M.: Sposób polimeryzacji monomerów w drewnie. Opis patentowy wynalazku polskiego nr 81908.
16. Ławniczak M.: Postępy Nauk Rolniczych nr 6, 1979.
17. Ławniczak M., Walentynowicz T.: Lignomer — właściwości i zastosowanie. PWRiL. Poznań 1979.
18. Mrozikiewicz A., Hładoń B., Nowakowska E.: Badania toksyczności lignomeru oraz par migrujących z lignomeru. Mat. II Symp. nt. Modyfikacja drewna, Zielonka 1979.
19. Nieć J.: Informator Budownictwa Rolniczego nr 12, 1975.
20. Ober J., Kiesl H. P.: Bauen auf dem Lande, nr 7, 1970.

21. Ober J., Koller G.: Pomieszczenia dla bydła. PWRiL. Warszawa 1975.
22. Płoński W., Nieć J.: Informator Budownictwa Rolniczego nr 1/2, 1975.
23. Raczkowski J.: Odporność drewna modyfikowanego polistyrenem na korozję atmosferyczną w warunkach kontaktu z rdzewiejącym żelazem. Mat. I Symp. nt. Modyfikacja drewna. Poznań—Laski 1977.
24. Skrzyniowski Z.: Wytyczne projektowania i wykonawstwa podłóg na stanowiskach w budynkach inwentarskich. IBMER, Warszawa 1977.
25. Świadectwo dopuszczające lignomer do stosowania w budownictwie rolniczym wydane przez Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa z 18.11.1980 r.