

Załącznik II

AUTOREFERAT

Opis dorobku i osiągnięć naukowych

dr inż. Andrzej Borusiewicz
Wyższa Szkoła Agrobiznesu w Łomży
ul. Studencka 19
18-402 Łomża
e-mail: andrzej.borusiewicz@wsa.edu.pl

Łomża 2018

SPIS TREŚCI

1.	DANE PERSONALNE.....	3
2.	POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE:	3
3.	INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH	3
4.	WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA	5
4.1	OKREŚLENIE OSIĄGNIĘCIA	5
4.2	WPROWADZENIE I ANALIZA DOTYCHCZASOWEGO STANU	7
4.3	CEL I ZAKRES BADAŃ	11
4.4	METODYKA PRACY	11
4.4.1	PIERWSZY OBSZAR PRAC OD NR 01 DO NR 05	11
4.4.2	DRUGI OBSZAR PRAC OD NR 06 DO NR 08	13
4.5	REZULTATY BADAŃ OBSZARU PIERWSZEGO	27
4.6	REZULTATY PRAC OBSZARU DRUGIEGO	36
4.6.1	OPIS PRZYKŁADOWEGO GOSPODARSTWA ORAZ BUDYNKU INWENTARSKIEGO STANOWIĄCEGO PRZEDMIOT BADAŃ (OBSZAR 2) ..	43
4.6.2	OKREŚLENIE JEDNOSTKOWYCH KOSZTÓW EKSPLOATACJI	50
4.6.3	PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ PRZYKŁADOWEJ OBORY I WNIOSKI.....	52
4.6.4	BADANIA EKSPLOATACYJNE ZABIEGU PRZYGOTOWANIA I ZADAWANIA PASZ (ZABIEG 2) W PRZYKŁADOWEJ OBORZE NA PODSTAWIE PRACY 08	55
4.7	PODUSMOWANIE KOŃCOWE.....	67
4.8	LITERATURA	69
5.	KRÓTKIE OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO- BADAWCZYCH (ARTYSTYCZNYCH).....	73
6.	PODSUMOWANIE DOROBKU NAUKOWO-BADAWCZEGO	76

1. DANE PERSONALNE

Imię i Nazwisko: Andrzej Borusiewicz

Miejsce pracy: dr inż. Andrzej Borusiewicz

Wyższa Szkoła Agrobiznesu w Łomży

ul. Studencka 19

18-402 Łomża

2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE – Z PODANIEM NAZWY, MIEJSCA I ROKU ICH UZYSKANIA ORAZ TYTUŁU ROZPRAWY DOKTORSKIEJ:

- a) **magister inżynier**, kierunek rolnictwo w zakresie rolnictwo i zarządzanie produkcją rolniczą. Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie, 31.08.1999 r. Temat pracy magisterskiej: „*Zastosowanie komputerowej analizy obrazu w ocenie porażenia ziarna zbóż*”. Tytuł zawodowy: magister inżynier. Promotor prof. dr hab. Marian Wiwart.
- b) **doktor nauk rolniczych** w zakresie agronomii, specjalność: hodowla odpornościowa roślin, Rada Wydziału Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie, 17.12.2003 r., temat: „*Komputerowa analiza obrazu w ocenie porażenia ziarna zbóż przez grzyby z rodzaju Fusarium sp.*”. Promotor prof. dr hab. Marian Wiwart.

3. INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH:

01.10.1999 r. – 30.09.2003 r. – Doktorant, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie. Prowadzący przedmioty: Podstawy Informatyki, Zastosowanie Informatyki na kierunkach: Rolnictwo, Biologia, Biotechnologia, Kształtowanie środowiska, Zarządzanie i marketing.

01.10.2004 r. – 28.02.2005 r. – Adiunkt, Wyższa Szkoła Agrobiznesu w Łomży. Prowadzone przedmioty: Informatyka, Technologia informacyjna, Wykorzystanie komputerów w rolnictwie, Podstawy programowania, Grafika inżynierska, Systemy informatyczne w zarządzaniu, Systemy informacyjne w zarządzaniu.

01.03.2005 r. – 31.08.2013 r. – Adiunkt, Dziekan Wydziału Informatyki, Wyższa Szkoła Agrobiznesu w Łomży.

01.10.2012 r. – 30.06.2016 r. – Pracownik kontraktowy, Podstawowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Suwałkach. Prowadzone przedmioty: Komputerowe wspomaganie procesów w produkcji rolniczej, Systemy informacyjne w rolnictwie, Systemy informacyjne w agroturystyce.

Od 01.09.2013 r. – obecnie – Adiunkt, Prorektor ds. dydaktyki Wyższej Szkoły Agrobiznesu w Łomży. Dziekan Wydziału Rolniczo – Ekonomicznego.

4. WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA WYNIKAJĄCEGO Z ART. 16. UST. 2 USTAWY Z DNIA 14 MARCA 2003 R. O STOPNIACH NAUKOWYCH I TYTULE NAUKOWYM ORAZ O STOPNIACH I TYTULE W ZAKRESIE SZTUKI (DZ. USTAW NR 65, POZ. 595, ZE ZMIANAMI: DZ. U. Z 2005 NR 164, POZ. 1365, ORAZ DZ. U. Z 2001 R., NR 84, POZ. 455):

4.1 OKREŚLENIE OSIĄGNIĘCIA

a) tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego

Moim osiągnięciem naukowym, uzyskanym po otrzymaniu stopnia doktora, stanowiącym znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Rolnicza określonym w art. 16. Ust 2 Ustawy jest cykl publikacji nt.: **„OCENA ROZWIĄZAŃ TECHNOLOGICZNYCH STOSOWANYCH W CHOWIE BYDŁA MLECZNEGO”**.

Badania podzielono na dwa obszary technologiczne połączone, przy czym pierwszy dotyczył rozpoznania problemu oraz określenia wykorzystania nowoczesnych technologii w chowie bydła mlecznego. Analizę nowoczesnych rozwiązań techniczno-technologicznych stosowanych w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji mleka oraz zmian stanu wyposażenia gospodarstw rolnych w środki mechanizacji stosowane w produkcji mleka. Drugi określenia wartości charakteryzujących badane obiekty pod kątem zrównoważonej produkcji: parametry techniczne, technologiczne, ekonomiczne, jakościowe i warunki środowiskowe (temperatura, wilgotność, stężenie szkodliwych gazów, oświetlenie) wynikające z przyjętych rozwiązań budowlanych, w tym wentylacyjnych, identyfikację elementów charakteryzujących zabiegi procesu technologicznego chowu bydła mlecznego. W literaturze temat ten nie był dotychczas dobrze rozpoznany i nie obejmował kompleksowego opracowania.

Osiągnięcie naukowe stanowi cykl dziesięciu oryginalnych prac z czego osiem to publikacje naukowe a dwie to monografie.

b) Wykaz prac dokumentujący osiągnięcie naukowe:

01. **Borusiewicz A.,** Kapela K. 2012. Ocena wykorzystania technologii IT w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji mleka na terenie powiatu kolneńskiego w woj. podlaskim. Inżynieria Rolnicza, z. 2(137), t. 2, s. 7-16. (5 punktów), (*Aktualnie: 10 punktów*)

02. **Borusiewicz A.**, Kapela K. 2013. Nowoczesne rozwiązania technologiczno-funkcjonalne stosowane w chowie krów mlecznych na przykładzie wybranych gospodarstw powiatu łomżyńskiego. *Inżynieria Rolnicza*, nr 3 (146), s. 41-47. (5 punktów), *(Aktualnie: 10 punktów)*
03. **Borusiewicz A.**, Kapela K. 2014. „Zaopatrzenie w środki produkcji gospodarstw rolnych specjalizujących się w produkcji mleka”, *Inżynieria Rolnicza*, nr 4(152), s. 15-21. (5 punktów), *(Aktualnie: 10 punktów)*
04. **Borusiewicz A.**, Drożyner P., Marczuk T. 2015. Zmiany stanu wyposażenia gospodarstw rolnych w środki mechanizacji stosowane w produkcji mleka. *Problemy Inżynierii Rolniczej. (I-III): z. 1 (87)*, s. 69-77. (4 punkty), *(Aktualnie: 7 punktów)*
05. **Borusiewicz A.** 2017. Analysis of technical equipment in dairy farms. *Agricultural Engineering*, vol. 21 (1), s. 101-112. *(10 punktów)*
06. **Borusiewicz A.** 2017. Technological preconditions in dairy farm. *Agricultural Engineering*, vol. 21 (2), s. 59-68. *(10 punktów)*
07. **Borusiewicz A.**, Pierednia W. I., Romaniuk W., Mazur K., Kitun A. W. 2017. *Teoretyczne podstawy konstrukcji maszyn i urządzeń do doju krów mlecznych i analiza procesu technologii w oborach*”, Wydanie II. Monografia, ISBN 978-83-945206-9-4, Łomża, ss. 140. *(25 punktów)*
08. **Borusiewicz A.**, Sysuev V.A., Saviennyh P. A., Romaniuk W., Majchrzak M., Gorbunow I. 2017. *Technologia przygotowania pasz treściwych i objętościowych w gospodarstwach rodzinnych i farmerskich w Rosji i w Polsce*”, Wydanie II. Monografia, ISBN 978-83-945206-8-7, Łomża, ss. 147. *(25 punktów)*
09. **Borusiewicz A.**, Mazur K. 2017. Environmental and economic conditioning of the breeding of dairy cattle. *Fresenius Environmental Bulletin*, vol 26 (10), s. 5824-5832. IF: 0,378 *(15 punktów)*
10. **Borusiewicz A.**, Barwicki J. 2017. Slurry management on family farms using acidification system to reduce ammonia emissions. *Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set The Environment Protection)*, nr 19, s. 423-438. IF: 0,705 *(15 punktów)*

ŁĄCZNIE (OSIĄGNIĘCIE):

- Punkty MNiSW zgodnie z rokiem wydania publikacji **119**
- Punkty MNiSW zgodnie z aktualną listą czasopism **137**

Wkład wnioskodawcy w postanie każdej z ww. publikacji obejmował autorstwo hipotez i koncepcji badawczych, wykonanie doświadczeń, analizę i opracowanie wyników badań oraz ich dyskusję, jak również przygotowanie manuskryptów.

c) omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

4.2 WPROWADZENIE I ANALIZA DOTYCHCZASOWEGO STANU

Współczesne rolnictwo bardzo dynamicznie rozwija się pod wieloma względami. Istotnym czynnikiem tego rozwoju jest proces informatyzacji wsi. Zastosowanie nowoczesnych technologii informacyjnych w rolnictwie jest obecnie istotnym czynnikiem napędzającym jego rozwój (Kozłowski 2008). Z roku na rok wzrasta liczba gospodarstw wyposażonych w nowoczesny sprzęt, wśród którego komputer należy do standardu. Dynamicznie postępujący wzrost liczby gospodarstw wyposażonych w komputery można zaobserwować, analizując wyniki badań uzyskane przez Szewczyk (2010) oraz Lorencowicza i Kubonia (2011). Rolnik posiadając komputer, poza oprogramowaniem przeznaczonym do pozyskiwania informacji ogólnogospodarczych, zaczyna poszukiwać również możliwości wykorzystania informatyki do wspomagania produkcji w gospodarstwie (Cupiał 2006). W nowoczesnym gospodarstwie rolnym procesy decyzyjne wspierane są często narzędziami, które mają postać aplikacji komputerowych. W najbardziej rozbudowanej formie są to systemy wspomagania decyzji (SWD), zdefiniowane jako systemy informacyjne służące do zbierania, przetwarzania oraz dostarczania informacji do użytkownika ostatecznego w celu ułatwienia podejmowania trafnych decyzji (Rączka i in. 2007). Znaczenie stosowania tego typu programów komputerowych w rolnictwie podkreśla wielu autorów (Cupiał 2006; Cupiał i Szelań-Sikora 2008; Grudziński 2006; Kuboń 2007a; Zaliwski i Pietruch 2007). Wykorzystanie technologii informacyjnej w rolnictwie pozwoli na ciągły rozwój oraz możliwość wprowadzenia nowych przystosowań w czasie całego życia zawodowego co pozwoli na podniesienie produktywności w gospodarstwie. Każdy rolnik chcąc nadążyć za przemianami współczesnego rynku musi posiadać zdolność ciągłego rozwoju, pogłębiania swojej wiedzy (Roszkowski 2004; Zaliwski, Pieruch 2007). Jak wykazują badania rolnicy posiadają wiedzę na temat specjalistycznych programów komputerowych przeznaczonych do zarządzania gospodarstwem rolnym,

prowadzącym zarówno gospodarstwo nastawione na produkcję roślinną, jak i zwierzęcą. Wśród badanych rolników wielu nie korzysta i nie zamierza w przyszłości korzystać z tego rodzaju programów, które w dużym stopniu przyczyniają się do rozwoju oraz obniżenia kosztów produkcji w gospodarstwie rolnym (Borusiewicz 2009).

Obecne rolnictwo jest w coraz większym stopniu uzależnione od fachowej wiedzy i umiejętnościach zarządzania informacją. Aby produkcja rolna była opłacalna i konkurencyjna względem państw Europy Zachodniej, wdrażane są nowoczesne technologie mające na celu zwiększenie efektywności produkcji, jednocześnie nie wchodzące w konflikt z koncepcją zrównoważonego rozwoju. Wykorzystanie takich rozwiązań pozwala na prowadzenie produkcji rolnej w sposób przyjazny dla środowiska przy optymalnym wykorzystaniu środków produkcji i najnowszych osiągnięć techniki.

Istotny jest także rozwój zdobywania i przekazywania informacji w rolnictwie. Dziś gospodarstwo potrzebuje rzeczowych, specjalistycznych, wiarygodnych i aktualnych informacji o tym, co się dzieje (Mueller i in. 2008). Jednak, pomimo powstawania coraz większej ilości oprogramowania przeznaczonego dla potrzeb rolnictwa, w dalszym ciągu niewiele przeprowadzono w naszym kraju badań, które mogą wykazać, jakie programy są rolnikowi potrzebne (Grudziński 2006). Specjalizacja produkcji stwarza możliwości zredukowania liczby sprzętu rolniczego oraz jego lepszego wykorzystania (Kowalczyk 2009). Realizacja procesów logistycznych wymaga posiadania określonego zaplecza w postaci budynków inwentarskich, budowli magazynowych, technicznych środków produkcji oraz środków teleinformatycznych (Kuboń 2007b). Logistyczne zarządzanie gospodarstwem to nic innego jak wykonanie określonych czynności w określonym czasie jak na przykład: zamawianie paszy, nasienia do inseminacji, preparatów do higieny i dezynfekcji urządzeń udojowych. Informacja niezbędna jest zarówno producentom rolnym, jaki i wytwórcom i dostawcom środków produkcji oraz odbiorcom produktów rolniczych. (Kuboń 2007c). Wielkość gospodarstwa i typ produkcji w danym regionie ma wpływ na strukturę zakupów środków produkcji (Owsiak i in. 2013). Specjalizacja produkcji stwarza możliwości zredukowania liczby sprzętu rolniczego oraz jego lepszego wykorzystania (Kowalczyk 2009). W Polsce chów bydła należy do najważniejszych rolniczych sektorów gospodarki. Wysoka wydajność krów przy równocześnie jak najniższej pracochłonności ich obsługi i energochłonności jest podstawą opłacalności produkcji. W przypadku krów mlecznych, obok żywienia jako czynnika decydującego o ich produktywności, ważną rolę odgrywają warunki bytowania zwierząt oraz genetyczne uwarunkowania użytkowości. Podstawowym elementem

ochrony zwierząt przed niekorzystnymi wpływami czynników zewnętrznych jest budynek inwentarski, który powinien być zaprojektowany, wykonany i wyposażony technicznie zgodnie ze znajomością wymagań zwierząt (Węglarzy, Bereza 2014; Neja 2011).

W ciągu kilku ostatnich lat został poczyniony znaczny postęp w poprawie dobrostanu zwierząt. Odpowiednie warunki utrzymania zależą głównie od stosowanej technologii, jak również zmechanizowania prac w gospodarstwie. Wprowadzenie nowych urządzeń ma ułatwić prace, ale jednocześnie zapewnić jak najlepsze warunki utrzymania stada. Modernizacja i mechanizacja pracy na wsi nie skupia się tylko na instalowaniu drogich urządzeń i maszyn. Biorąc pod uwagę, że niektóre z rozwiązań są mniej lub bardziej korzystne dla zwierząt, należy do każdej inwestycji podejść racjonalnie, gdyż wprowadzone urządzenia mogą w realnych warunkach odbiegać od zamierzonego efektu działania założonego przez producenta.

Obecny stan wiedzy pozwala stwierdzić, że nie wszystkie obiekty spełniają podstawowe warunki dobrostanu zwierząt. Nadal zbyt częstym widokiem na wsi są pozamykane otwory wentylacyjne zimą w celu utrzymania ciepła, pojenie zwierząt tylko dwa razy dziennie czy też utrzymywanie bydła na nieodpowiedniej uwięzi lub niewygodnym legowisku. Nie ma idealnej technologii utrzymania zwierząt, niemającej wad, zwłaszcza jeśli jest ona nieodpowiednio stosowana.

W Polsce przeważającym systemem utrzymania bydła mlecznego jest system uwięziowy. Obory wolnostanowiskowe różnią się od obór stanowiskowych znacznie większą koncentracją zwierząt, inną technologią produkcji i łączącymi się z tym innymi rozwiązaniami funkcjonalnymi i wyposażeniem obory w urządzenia mechaniczne (Romaniuk i in. 2005).

Pierwsze prototypy robotów udojowych pojawiły się w latach 80-tych XX wieku (Czarnociński i Lipiński 2005). Na przestrzeni minionych kilku lat obserwuje się dynamiczny wzrost liczby użytkowników robotów udojowych. Hamulcem we wprowadzeniu robota udojowego w Polsce była jego cena. Według kalkulacji przeprowadzonej przez Szlachtę (2007) dla warunków krajowych na początku XXI wieku, robot był trzykrotnie droższy w porównaniu do hali udojowej dla tej samej wielkości stada krów. W gospodarstwach rolnych wyposażonych w automatyczne systemy doju podkreśla się możliwość bardziej precyzyjnego monitorowania jakości mleka (Klungel i in. 2000) i stanu zdrowia zwierząt (Rasmussen i in. 2001), a także zapewnienia bardziej fizjologicznego pozyskiwania mleka, wykluczenia błędów i niedociągnięć osób obsługujących dojarę (Lipiński i Winnicki 1997). Poznanie zachowań i potrzeb bydła pozwala na stworzenie odpowiednich warunków jego utrzymania, obsługi i pielęgnacji, dostosowanych do wymogów poszczególnych grup technologicznych i kierunków

produkcji. Należy pamiętać, że dobrostan bydła wymaga zawsze przyjaznego i dobrego traktowania zwierząt przez obsługę.

Systemy utrzymania bydła mlecznego można podzielić ze względu na sposób chowu zwierząt, sposób i miejsce żywienia oraz utrzymania zwierząt. Systemy te w połączeniu z techniką mają znaczny wpływ na poziom dobrostanu zwierząt. Chów bydła mlecznego odbywa się w budynkach inwentarskich, między innymi ze względu na udój mleka, konieczność żywienia paszą o dużej koncentracji białka i energii. Obecnie w produkcji mlecznej szczególny nacisk kładzie się na zapewnienie i utrzymanie dobrostanu zwierząt przez zapewnienie najkorzystniejszych warunków mikroklimatycznych oraz odpowiednie wyposażenie techniczne w pomieszczeniach inwentarskich. Odpowiednio do przyjętego systemu chowu stosuje się różne technologie utrzymania zwierząt, zadawania pasz, doju czy też usuwania nawozu naturalnego. Według badań przeprowadzonych w 2002 roku, na terenie całej Polski ponad 98% wszystkich obór to obory uwięziowe. Jedynie w gospodarstwach produkujących ponad 100 tys. l mleka rocznie udział obór wolnostanowiskowych wynosił ponad 10% (Nawrocki 2009, Romaniuk 2004). Racjonalny rozwój techniki i technologii produkcji zwierzęcej jest uwarunkowany postępowaniem genetycznym, wymaganiami dobrostanu zwierząt i jakości produktów, a także ograniczeniami związanymi z ochroną środowiska (Romaniuk 2010). Wdrażanie postępu technicznego i technologicznego w produkcji zwierzęcej zależy od efektywności prowadzonej działalności. Na strukturę stosowanych maszyn wpływa koncentracja zwierząt. Wielkość stada zwierząt zależy od wielkości gospodarstwa, jakości gleb oraz prawidłowego doboru i wykorzystania maszyn (Kwaśniewski 2006). Wprowadzenie nowoczesnych technologii, np. stosowanie robotów udojowych, wpływa na poprawę jakości i ilości uzyskiwanego mleka od krów (Głowicka-Wołoszyn i in. 2010; Winnicki i in. 2010; Winnicki, Jugowar 2014).

Wyniki badań opublikowane w w/w pracach, zostały zauważone i wykorzystane przez naukowców w kraju i zagranicą.

Na podstawie analizy literatury oraz przeprowadzonych badań własnych, sformułowano **problem badawczy** w postaci następujących pytań:

1. Czy jest możliwe określenie wpływu systemu technologicznego ze szczególnym uwzględnieniem rozwiązań technicznych i organizacyjnych na koszty eksploatacyjne, w tym energochłonność w chowie bydła mlecznego?
2. Jaki jest wpływ zastosowanych systemów technologicznych na parametry techniczne, ekonomiczne oraz ekologiczne?

4.3 CEL I ZAKRES BADAŃ

Głównym celem badań było określenie wpływu systemu technologicznego ze szczególnym uwzględnieniem rozwiązań technicznych i organizacyjnych chowu bydła mlecznego na koszty eksploatacyjne, w tym energochłonność oraz warunki środowiskowe w chowie bydła mlecznego.

Celem szczegółowym prac była:

- analiza węzłów technologiczno-konstrukcyjnych maszyn i urządzeń do mechanizacji procesu technologicznego chowu bydła mlecznego w odniesieniu do poszczególnych zabiegów produkcyjnych tj. doju krów i wstępnej obróbki mleka, zadawania pasz, usuwania nawozu naturalnego i prac różnych;
- analiza organizacji elementów infrastruktury technicznej na efektywność produkcji zwierzęcej.

4.4 METODYKA PRACY

Przedstawiony powyżej wykaz prac stanowiących zestaw monotematyczny składa się z dwóch zasadniczych obszarów wzajemnie ze sobą technologicznie połączonych.

4.4.1 PIERWSZY OBSZAR PRAC OD NR 01 DO NR 06

Dotyczy elementów infrastruktury organizacyjnej umożliwiającej dobór systemu zarządzania techniką chowu bydła mlecznego poprzez zastosowanie nowoczesnych systemów informatycznych umożliwiających zarządzanie stadem krów w kontekście całego gospodarstwa, poprzez np. zastosowanie robotów do doju i żywienia oraz usuwania nawozu naturalnego.

Głównym celem badań pierwszego obszaru prac było określenie możliwości informatyzacji gospodarstw specjalizujących się w produkcji mleka na terenie województwa podlaskiego.

Celami szczegółowymi były:

- ocena przykładowych nowoczesnych gospodarstw pod względem wykorzystania technologii informacyjno-telekomunikacyjnych (ICT) na potrzeby poprawy efektywności produkcji mleka;
- identyfikacja elementów technologii chowu krów mlecznych wpływających na efektywność produkcji.

Realizacja powyższych celów była dokonana poprzez zastosowanie metodyki badań polegającej na wywiadzie bezpośrednim składających z następujących elementów: charakterystyka gospodarstwa, opisy i analizy sposobu utrzymania bydła, mechanizacji

zabiegów produkcyjnych oraz kompleksowego zarządzania gospodarstwem, w tym produkcji mleka poprzez zastosowanie techniki kompleksowej.

W publikacjach nr 1-6 badań przedstawiono analizę stopnia nowoczesnych rozwiązań techniczno-technologicznych stosowanych w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji mleka oraz zmian stanu wyposażenia gospodarstw rolnych w środki mechanizacji stosowane w produkcji mleka.

Realizacja zdefiniowanego celu osiągnięcia naukowego, przy zachowaniu jego wartości użytecznej i poznawczej, wymagała zastosowania w badaniach zróżnicowanych metod badawczych. Analizę stopnia zastosowania nowoczesnych rozwiązań w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji mleka przeprowadzono w oparciu o badania przeprowadzone za pomocą kwestionariusza wywiadu w gospodarstwach rolnych specjalizujących się w produkcji mleka. Dla potrzeb oceny dokonano podziału gospodarstw pod względem wielkości gospodarstwa, stada, produkcji a także dokonano podziału rolników pod względem wykształcenia oraz dokonano podziału rolników na grupy wiekowe. Przedstawiono systemy utrzymania zwierząt, strukturę wyposażenia technicznego, metody pozyskiwania mleka oraz omówiono wady i zalety stosowanych technologii. Dokonano także badań w zakresie oceny sposobów zaopatrzenia w środki produkcji gospodarstw rolnych specjalizujących się w produkcji mleka. Zakres badań obejmował gospodarstwa rolne specjalizujące się w produkcji mleka na terenie województwa podlaskiego, warmińsko – mazurskiego i mazowieckiego. Badania wykonano na podstawie analizy materiałów zebranych bezpośrednio w gospodarstwach rolnych, wypełnionych kwestionariuszy wywiadu bezpośredniego oraz dokumentacji otrzymanej od właścicieli gospodarstw rolnych. Łącznie badania przeprowadzono w 427 gospodarstwach rolnych specjalizujących się w produkcji mleka na terenie województwa podlaskiego, warmińsko – mazurskiego i mazowieckiego. Zakresem badań objęto gospodarstwa ze zróżnicowanym systemem utrzymania oraz pozyskiwania mleka. Dokonano oceny warunków środowiskowych w pomieszczeniach dla bydła, systemów utrzymania zwierząt, zadawania pasz, usuwania nawozu naturalnego odchodów oraz sposobów pozyskiwania i wstępnej mleka. W badaniach wykorzystano także dokumenty otrzymane z Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa Oddział Regionalny w Łomży oraz Podlaskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Szepietowie. Kompleksowe badania realizowano na podstawie następujących założeń metodycznych:

- wybór obiektów do badań, w tym określenie kryterium wyboru;
- charakterystyka wykorzystania informacji, nowoczesnych rozwiązań technicznych;

- opracowanie charakterystyki badanego obiektu, zwłaszcza w zakresie wykorzystania nowoczesnych systemu technologicznych w chowie bydła mlecznego;
- identyfikacja elementów charakteryzujących stosowane nowoczesne rozwiązania technologiczne w gospodarstwie;
- opis analityczny wykorzystania informacji i sposoby przetwarzania w gospodarstwach.

Przeprowadzono doświadczenia bezpośrednio w badanych gospodarstwach a także wykonano doświadczenia laboratoryjne. Dokonano określenia wpływu systemu technologicznego ze szczególnym uwzględnieniem rozwiązań technicznych i organizacyjnych na koszty eksploatacyjne, w tym energochłonność w chowie bydła mlecznego a także oceny stopnia intensyfikacji produkcji i wykorzystania rozwiązań techniczno – technologicznych w tym programów komputerowych i Internetu w gospodarstwach. Zaproponowano nowoczesne, innowacyjne rozwiązania techniczne i technologiczne dla badanych gospodarstw oraz określono wpływ zastosowanych systemów technologicznych na parametry techniczne, ekonomiczne oraz ekologiczne w badanych gospodarstwach.

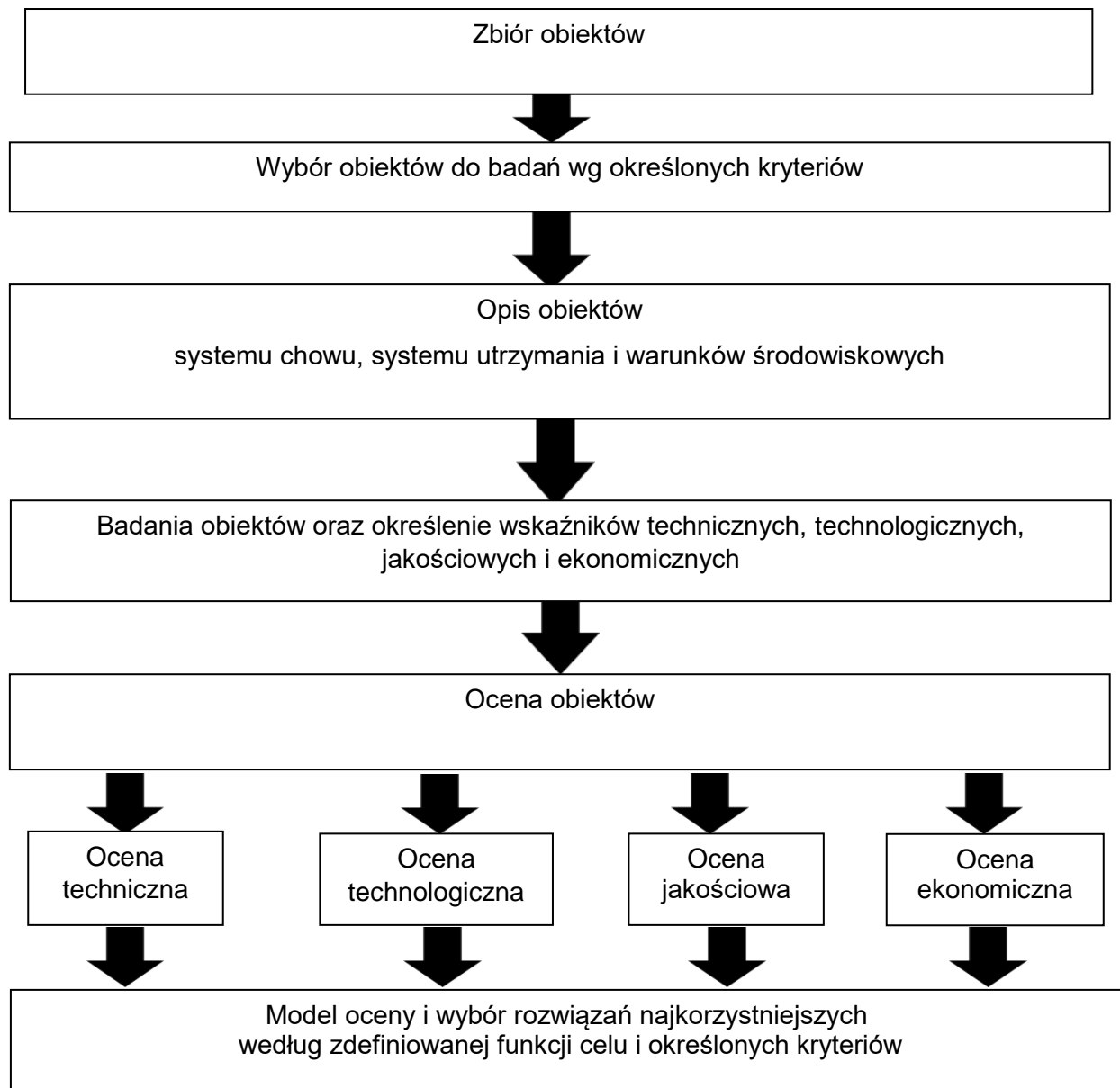
4.4.2 DRUGI OBSZAR PRAC OD NR 07 DO NR 10

Dotyczy badań zrealizowanych na podstawie niżej przedstawionych założeń metodycznych:

- wybór obiektów do badań, w tym określenie kryterium wyboru,
- charakterystyka systemu utrzymania bydła w obiekcie.
- opracowanie charakterystyki badanego obiektu,
- identyfikacja elementów charakteryzujących zabiegi procesu technologicznego chowu bydła mlecznego.

Przy wyborze gospodarstw do badań kierowano się podstawowym kryterium, jakim jest wysoki poziom mechanizacji prac poszczególnych wyżej wymienionych zabiegów (Romaniuk 1996). Badania prowadzone były na podstawie metodyk dostosowanych do aktualnych potrzeb i systemu chowu.

Badania przebiegały według następujących etapów przedstawionych na diagramie na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat etapów realizacji wyboru rozwiązania najkorzystniejszego spośród ocenianych obiektów

Spośród zbioru budynków inwentarskich np. dla bydła – obór wolnostanowiskowych, zostały wybrane do analizy obiekty według ustalonych kryteriów: o najwyższym 4 i 5 poziomie mechanizacji, wydajności jednostkowej krowy powyżej 8500 litrów mleka w trzech różnych systemach utrzymania: na głębokiej ściółce, ściółkowy i bezściółkowy.

Przeprowadzono badania, w wyniku których uzyskano dane do oceny technicznej, ekonomicznej i energetycznej.

4.4.2.1 OPIS SYSTEMÓW CHOWU OBIEKTÓW STANOWIĄCYCH PRZEDMIOT BADAŃ

W ramach charakterystyki procesu technologicznego zostały określone wartości charakteryzujące badane obiekty pod kątem zrównoważonej produkcji: techniczne, technologiczne, ekonomiczne, jakościowe i warunków środowiskowych (temperatury, wilgotności, stężenia szkodliwych gazów, oświetlenia) wynikające z przyjętych rozwiązań budowlanych, w tym wentylacyjnych.

Ocena elementów technicznych: Wartości oceny elementów technicznych są przedstawione według wzoru tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie wartości technicznych badanego obiektu (obory)

Nr obiektu	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	...	x_{18}
Nazwa obiektu

gdzie:

x_1 – jednostkowa powierzchnia legowisk [$m^2 \cdot DJP^{-1}$]

x_2 – jednostkowa powierzchnia korytarzy gnojowych [$m^2 \cdot DJP^{-1}$]

x_3 – jednostkowa powierzchnia korytarza paszowego [$m^2 \cdot DJP^{-1}$]

x_4 – jednostkowy wymiar obszaru dostępu do paszy [$m \cdot DJP^{-1}$]

x_5 – kubatura obiektu [$m^3 \cdot DJP^{-1}$]

x_6 – jednostkowa pojemność magazynowania nawozu płynnego - zbiornika gnojówki [$m^3 \cdot DJP^{-1}$]

x_7 – jednostkowa pojemność magazynowania nawozu stałego [$m^3 \cdot DJP^{-1}$]

x_8 – jednostkowa powierzchnia składowania nawozu stałego [$m^2 \cdot DJP^{-1}$]

x_9 – jednostkowa pojemność zbiornika na wody technologiczne [$m^3 \cdot DJP^{-1}$]
(przy bydle mlecznym)

x_{10} – jednostkowa powierzchnia pomieszczenia na mleko [$m^2 \cdot DJP^{-1}$]

x_{11} – jednostkowa powierzchnia pomieszczeń pomocniczych [$m^2 \cdot DJP^{-1}$]

x_{12} – powierzchnia zabudowy [$m^2 \cdot DJP^{-1}$]

x_{13} – powierzchnia użytkowa [$m^2 \cdot DJP^{-1}$]

x_{14} – powierzchnia produkcyjna [$m^2 \cdot DJP^{-1}$]

x_{15} – powierzchnia okien [$m^2 \cdot DJP^{-1}$]

x_{16} – powierzchnia kanałów nawiewnych [$m^2 \cdot DJP^{-1}$]

x_{18} – powierzchnia kanałów wywiewnych [$m^2 \cdot DJP^{-1}$]

Ocena warunków środowiskowych

Do głównych elementów wpływających na kształtowanie środowiska wewnątrz i na zewnątrz obiektów inwentarskich zalicza się:

- koncentrację i rodzaj produkcji zwierzęcej,
- system chowu zwierząt (ściółkowy, bezściółkowy, stanowiskowy, wolnostanowiskowy),
- strefę klimatyczną,
- organizację procesu produkcyjnego,
- gospodarkę nawozami naturalnymi (obornikiem, gnojówką, gnojowicą).

Do najważniejszych czynników kształtujących mikroklimat zaliczamy:

- temperatura – minimalna $4^{\circ}C$, zalecana $8-16^{\circ}C$, maksymalna $25^{\circ}C$. Bydło posiada dobrą termoregulację w przedziale temperatur od $-10^{\circ}C$ do $+25^{\circ}C$;
- wilgotność powietrza – minimalna 60%, zalecana 70%, maksymalna 80%; najgorsza sytuacja występuje wówczas, gdy wysokiej temperaturze otoczenia towarzyszy duża wilgotność powietrza (powyżej 80%) i słaba wentylacja;
- prędkość ruchu powietrza – latem do $0,5 m \cdot s^{-1}$, zimą do $0,3 m \cdot s^{-1}$; niezwykle ważnym wymogiem jest zapewnienie krowom zacisznego miejsca, bez przeciągów. Zwiększenie prędkości ruchu powietrza o $1 m/s$ odpowiada spadkowi temperatury o $1,5-2^{\circ}C$ w przypadku zwierząt o długiej okrywie włosowej (30 mm) i $3-4^{\circ}C$ w przypadku zwierząt z okrywą krótką;
- gazy odzwierzęce:
 - dwutlenek węgla CO_2 – maksymalne stężenie 3000 ppm. W dobrze wentylowanym budynku najkorzystniejsze jest stężenie CO_2 mniejsze niż 1000 ppm,
 - amoniak NH_3 – maksymalne stężenie 20 ppm,
 - siarkowodór H_2S – maksymalne stężenie 0,5 ppm; podczas usuwania nawozu dopuszcza się przejściowy wzrost stężenia do 5 ppm;
- zapylenie – najwyższe do $3 mg \cdot m^{-3}$ dla pracowników przez osiem godzin dziennie (wartość maksymalna), natomiast w budynkach inwentarskich maksymalna dopuszczalna wartość emisji pyłów powinna być mniejsza od $120 \mu g \cdot m^{-3}$ (w okresie 24 godzin) natomiast średnia

roczna mniejsza od $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Zapylenie należy utrzymywać na możliwie jak najniższym poziomie;

- oświetlenie – światło naturalne – powierzchnia świetlików równa 3-5% powierzchni podłogi, powierzchnia okien (otworów) równa 5-10% powierzchni podłogi; światło sztuczne - 5 Lx w okresie nocnym oraz 100-200 Lx w pozostałym czasie dnia;
- hałas – ciągły na możliwie jak najniższym poziomie; granicę tolerancji hałasu przez bydło określono na 70 dB. Nieoczekiwany hałas może prowadzić do obniżenia wydajności mlecznej.

Badania przykładowych wybranych obiektów (06) w zakresie parametrów mikroklimatu przeprowadzono zgodnie z opartą na normie branżowej „Mikroklimat w budynkach inwentarskich” BN-86/880-03 (zgłoszonej przez IBMER w 1986 r.). Ponadto, do określenia poziomu spełnienia wymagań dobrostanu w zakresie warunków mikroklimatu wykorzystano następujące opracowania:

- Romaniuk W. Overby T. 2005 „Praca zbiorowa. Systemy utrzymania bydła.

Uzupełniająco wykorzystano Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 czerwca 2010 r. w sprawie minimalnych warunków utrzymywania gatunków zwierząt gospodarskich innych niż te, dla których normy ochrony zostały określone w przepisach Unii Europejskiej [Dz.U. 2010 nr 116 poz. 778].

Rozporządzenia te są implementacją następujących dyrektyw:

- Dyrektywa Rady 91/629/EEC z 19 listopada 1991 r. o minimalnych standardach ochrony cieląt (1);
- Decyzja Komisji 97/182/EC z 24 lutego 1997 r. o minimalnych standardach ochrony cieląt (2);
- Dyrektywa Rady 97/2/EC z 20 stycznia 1997 r. o standardach minimalnych ochrony cieląt (3).

W harmonogramie prac w oborze przedstawiono spis czynności, jakie występują w poszczególnych zabiegach. Na siatce dobowej przedstawiono przebieg czynności w czasie za pomocą kresek (odcinków czasu). Najmniejszy odcinek oznacza 5 minut, co odpowiada połowie 10 minutowej podziałki. W ostatnich dwóch kolumnach podano dzienne nakłady robocizny na poszczególne czynności na całą oborę w przeliczeniu na DJP. Jeżeli w harmonogramie nie ma zaznaczonych nakładów na odpowiednie czynności, to znaczy, że czynność ta wykonywana jest automatycznie.

W ujęciu tabelarycznym przedstawiono spis maszyn i urządzeń stosowanych w poszczególnych zabiegach, natomiast w harmonogramie przedstawiono czas ich pracy.

Opis procesu technologicznego

Proces technologiczny (przedstawiono w pracy 06 w postaci harmonogramu) został podzielony na niżej wymienione zabiegi:

- zabieg I - doju i wstępnej obróbki mleka
- zabieg II – przygotowania i zadawania pasz
- zabieg III – usuwania i magazynowania nawozu naturalnego
- zabieg IV – prace różne (czyszczenie, pielęgnacja, zapewnienie wentylacji).

Ocena elementów technologicznych: elementy stanowiące zbiór danych wynikających z opisu procesu technologicznego obory przedstawiono przykładowo w pracy 06 poniżej.

W wyniku badań zostaną określone wartości zużycia energii:

- elektrycznej z_{n-1} [$\text{kWh} \cdot \text{DJP}^{-1}$] lub [$\text{kWh} \cdot \text{dm}^{-3}$] mleka (przy chowie bydła mlecznego),
 - mechanicznej z_{n-1} [$\text{dm}^3 \text{ON} \cdot \text{DJP}^{-1}$] lub [$\text{dm}^3 \text{ON} \text{dm}^{-3}$] mleka (przy chowie bydła),
- w zakresie czterech zabiegów: I – doju i schładzania mleka (występuje w chowie bydła), II- przygotowania i zadawania pasz, III – usuwania magazynowania nawozów naturalnych oraz IV - prac różnych.

Tabela 2. Wartości technologiczne badanych obiektów

Nr obiektu\	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	y_9	...	y_n
Nazwa obektu

Objaśnienia do tabeli 2:

y_1 – jednostkowe dzienne nakłady robocizny na zabiegi produkcyjne [$\text{rbmin}^{-1} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$]

y_{1a} – jednostkowe dzienne nakłady robocizny na dój i wstępną obróbkę mleka [$\text{rbmin}^{-1} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$]

y_{1b} – jednostkowe dzienne nakłady robocizny na przygotowanie i zadawanie pasz

[$\text{rbmin}^{-1} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$]

y_{1c} – jednostkowe dzienne nakłady robocizny na usuwanie i magazynowanie nawozów naturalnych
 $[\text{rbmin}^{-1} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}]$

y_2 – jednostkowe dzienne nakłady energii elektrycznej na zabiegi produkcyjne
 $[\text{kWh} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}]$

y_{2a} – jednostkowe dzienne nakłady energii elektrycznej na dój i wstępną obróbkę mleka
 $[\text{kWh} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}]$ (tylko przy bydle mlecznym)

y_{2b} – jednostkowe dzienne nakł. energii elektrycznej na przygotowanie i zadawanie pasz
 $[\text{kWh} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}]$

y_{2c} – jednostkowe dzienne nakł. energii elektrycznej na usuwanie i magazynowanie nawozów naturalnych
 $[\text{kWh} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}]$

y_{3a} – jednostkowe dzienne nakłady energii elektrycznej ze źródeł OZE na zabieg I
 $[\text{kWh} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}]$ (tylko przy bydle mlecznym)

y_{3b} – jednostkowe dzienne nakłady energii elektrycznej ze źródeł OZE na zabieg II
 $[\text{kWh} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}]$

y_4 – jednostkowe dzienne nakłady energii elektrycznej na wentylację $[\text{kWh} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}]$

y_5 – jednostkowe dzienne nakłady energii elektrycznej na oświetlenie $[\text{kWh} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}]$

y_6 – jednostkowe dzienne nakłady energii mechanicznej na zabiegi produkcyjne
 $[\text{kWh} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}]$

y_{6a} – jednostkowe dzienne nakłady energii mechanicznej na zabieg II $[\text{kWh} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}]$

y_{6b} – jednostkowe dzienne nakłady energii mechanicznej na zabieg III $[\text{kWh} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}]$

y_7 – jednostkowe dzienne zużycie paliw płynnych na poszczególne zabiegi

(zadawania pasz, usuwania nawozów naturalnych i ścielenia) $[\text{kWh} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}]$

y_{7b} – jednostkowe dzienne zużycie paliw płynnych na zabieg II $[\text{kWh} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}]$

y_{7c} – jednostkowe dzienne zużycie paliw płynnych na zabieg III $[\text{kWh} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}]$

Określenie jednostkowych kosztów eksploatacji

Obliczono koszty eksploatacji według wzorów przedstawionych poniżej, a wyniki zbiorcze dla poszczególnych zabiegów przedstawiono według wzoru tabeli 3.

$$k_{ej} = \frac{K_{utr} + K_{uż}}{N_{DJP}} \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

gdzie:

k_{ej} – jednostkowe koszty eksploatacji [$zł \cdot DJP^{-1} \cdot rok^{-1}$]

K_{utr} – koszty utrzymania [$zł \cdot rok^{-1}$]

$K_{uż}$ – koszty użytkowania [$zł \cdot rok^{-1}$]

N_{DJP} – liczba DJP w obiekcie inwentarskim

Tabela 3. Koszty jednostkowe eksploatacji budynku obory oraz maszyn i urządzeń w poszczególnych zabiegach technologicznych

Nr obiektu	k_{e1}	k_{e2}	k_{e3}	k_{e4}	k_{eb}
Nazwa obiektu

gdzie: k_{e1} – jednostkowe koszty eksploatacji maszyn i urządzeń w zabiegu I, k_{e2} – jednostkowe koszty eksploatacji maszyn i urządzeń w zabiegu II, k_{e3} – jednostkowe koszty eksploatacji maszyn i urządzeń w zabiegu III, koszty eksploatacji maszyn i urządzeń w zabiegu IV, k_{eb} – koszty eksploatacji budynku.

Koszty eksploatacji budynku i wyposażenia obliczono stosując następujące wzory:

$$K_e = K_{utr} + K_{uż} \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

gdzie:

K_e – całkowite roczne koszty eksploatacji

K_{utr} – koszty utrzymania (wyposażenia i budynku) [$zł \cdot rok^{-1}$]

$K_{uż}$ – koszty użytkowania (wyposażenia i budynku) [$zł \cdot rok^{-1}$]

$$K_{utr} = K_{utr}^b + K_{utr}^{wyp} \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

$$K_{uż} = K_{uż}^b + K_{uż}^{wyp} \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

K_{utr}^b – koszty utrzymania budynku [$zł \cdot rok^{-1}$]

K_{utr}^{wyp} – koszty utrzymania wyposażenia [$zł \cdot rok^{-1}$]

$K_{uż}^b$ – koszty użytkowania budynku [$zł \cdot rok^{-1}$]

$K_{uż}^{wyp}$ – koszty użytkowania wyposażenia [$zł \cdot rok^{-1}$]

Jednostkowe koszty eksploatacji

$$k_{ej} = \frac{K_e^b + K_e^{wyp}}{N_{DJP}} \quad [zł \cdot DJP^{-1} \cdot rok^{-1}]$$

lub

$$k_{ej} = \frac{K_e^b + K_e^{wyp}}{P} \quad [zł \cdot dm^{-3} \text{mleka}]$$

gdzie:

k_{ej} – jednostkowe koszty eksploatacji [$zł \cdot DJP^{-1} \cdot rok^{-1}$]

K_e^b – koszty eksploatacji budynku [$zł \cdot rok^{-1}$]

K_e^{wyp} – koszty eksploatacji wyposażenia [$zł \cdot rok^{-1}$]

P – ilość wyprodukowanego mleka [dm^3]

Koszty eksploatacji budynku

$$K_e^b = K_{utr}^b + K_{uż}^b \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

K_e^b – koszty eksploatacji budynku [$zł \cdot rok^{-1}$]

K_{utr}^b – koszty utrzymania budynku [$zł \cdot rok^{-1}$]

$K_{uż}^b$ – koszty użytkowania budynku [$zł \cdot rok^{-1}$]

Koszty utrzymania budynku

$$K_{utr}^b = A_b + K_{ub}^b \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

A_b – amortyzacja budynku [$zł \cdot rok^{-1}$]

K_{ub}^b – koszty ubezpieczenia budynku [$zł \cdot rok^{-1}$]

Koszt amortyzacji budynku

$$A_b = \frac{K_i^b}{T_b} \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

K_i^b – koszty inwestycyjne budynku [$zł$]

T_b – zakładana trwałość budynku [liczba lat]

Koszty użytkowania budynku

$$K_{uż}^b = K_{ee}^b + K_n^b \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

K_{ee}^b – koszty energii elektrycznej [$zł \cdot rok^{-1}$]

K_n^b – koszty napraw (remontów) [$zł \cdot rok^{-1}$]

$$K_{ee}^b = K_{os}^b + K_w^b \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

K_{os}^b – koszty oświetlenia w budynku [$zł \cdot rok^{-1}$]

K_w^b – koszty energii elektrycznej do wentylacji mechanicznej/ sterowania wentylacją naturalną [$zł \cdot rok^{-1}$]

Koszty oświetlenia

$$K_{os}^b = N_{os}^b \cdot C_{kWh} \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

N_{os}^b – zużycie energii elektrycznej na oświetlenie [$kWh \cdot rok^{-1}$]

C_{kWh} – cena jednostkowa energii elektrycznej [$zł \cdot kWh^{-1}$]

Koszty wentylacji

$$K_w^b = N_w^b \cdot C_{kWh} \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

N_w^b – zużycie energii elektrycznej na wentylację [$kWh \cdot rok^{-1}$]

C_{kWh} – cena jednostkowa energii elektrycznej [$zł \cdot kWh^{-1}$]

Koszty napraw i remontów budynku

$$K_n^b = S_b \cdot \frac{K_i^b}{T_b} \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

$S_b = 0,2-0,5$ - współczynnik kosztów napraw i remontów budynku

Koszty eksploatacyjne wyposażenia

$$K_e^{wyp} = K_{utrż}^{wyp} + K_{uż}^{wyp} \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

K_e^{wyp} – koszty utrzymania wyposażenia [$zł \cdot rok^{-1}$]

$K_{uż}^{wyp}$ – koszty użytkowania wyposażenia [$zł \cdot rok^{-1}$]

Koszty utrzymania wyposażenia

$$K_{utrż}^{wyp} = \sum \left(\frac{C_{mi}}{T_i} + K_{ui}^{wyp} \right) \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

C_{mi} – cena (wartość) odtworzeniowa i-tej maszyny lub urządzenia [$zł$]

T_i – okres trwałości [*liczba lat*]

K_{ui}^{wyp} – koszt ubezpieczenia i-tej maszyny lub urządzenia [$zł \cdot rok^{-1}$]

Koszty użytkowania wyposażenia

$$K_{uż}^{wyp} = K_r + K_{ee}^{wyp} + K_{em} + K_n^{wyp} \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

K_r – koszty robocizny [$zł \cdot rok^{-1}$]

K_{ee}^{wyp} – koszty energii elektrycznej maszyn i urządzeń [$zł \cdot rok^{-1}$]

K_{em}^{wyp} – koszty energii mechanicznej [$zł \cdot rok^{-1}$]

K_n^{wyp} – koszty napraw maszyn i urządzeń [$zł \cdot rok^{-1}$]

Jednostkowy roczny koszt użytkowania wyposażenia

$$k_{uż}^{wyp} = \frac{K_{uż}^{wyp}}{N_{DJP}} \quad [zł \cdot DJP^{-1} \cdot rok^{-1}]$$

Koszty robocizny

$$K_r = n_r \cdot N_{DJP} \cdot C_j \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

$$n_r = n_r' \cdot 200 \text{ dni} + n_r'' \cdot 165 \text{ dni}$$

n_r – jednostkowe roczne nakłady robocizny [$rbh \cdot rok^{-1} \cdot DJP^{-1}$]

n_r' – jednostkowe dzienne nakłady robocizny w okresie zimowym [$rbh \cdot doba^{-1} \cdot DJP^{-1}$]

n_r'' – jednostkowe dzienne nakłady robocizny w okresie letnim [$rbh \cdot doba^{-1} \cdot DJP^{-1}$]

C_j – koszt 1 godziny pracy ludzkiej [$zł \cdot h^{-1}$]

Koszt energii elektrycznej

$$K_{ee}^{wyp} = N_{ee}^{wyp} \cdot C_{kWh} \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

K_{ee}^{wyp} – koszt energii elektrycznej [$zł \cdot rok^{-1}$]

N_{ee}^{wyp} – nakłady energii elektrycznej [$kWh \cdot rok^{-1}$]

C_{kWh} – koszt 1 kWh energii elektrycznej [$zł \cdot kWh^{-1}$]

Koszt energii mechanicznej

$$K_{em} = N_{em} \cdot C_{em} \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

K_{em} – koszt energii mechanicznej [$zł \cdot rok^{-1}$]

N_{em} – roczne nakłady energii mechanicznej [$kWh \cdot rok^{-1}$]

C_{em} – cena energii mechanicznej [$zł \cdot kWh^{-1}$]

Koszty napraw

$$K_n^{wyp} = \sum S_n \cdot \left(\frac{C_{mi}}{T_i} \right) \quad [zł \cdot rok^{-1}]$$

$S_n = 0,2-1,1$ w zależności od maszyny lub urządzenia (Muzalewski 2010).

Koszty eksploatacji maszyn i urządzeń w poszczególnych zabiegach a także w ujęciu zbiorczym ujęto w zestawieniu tabelarycznym (tabelach) oraz całkowite koszty eksploatacji.

Wartości ekonomiczne badanego obiektu, tzn. koszty inwestycyjne, koszty robocizny przedstawiono według wzoru tabeli 4.

Tabela 4. Wartości ekonomiczne badanego obiektu

Nr obiektu	z ₁	z ₂	z ₃	z ₄	z ₅	z ₆	z ₇	z ₈	z ₉	z ₁₀	z ₁₁	z ₁₂	z ₁₃
Nazwa obiektu

gdzie:

- z_1 – jednostkowy koszt inwestycyjny obiektu (budynku z wyposażenia [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1}$],
 z_2 – jednostkowy koszt ubezpieczenia obiektu (budynku) [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$],
 z_3 – koszty maszyn i urządzeń do mechanizacji zabiegu I [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1}$],
 z_4 – koszty maszyn i urządzeń do mechanizacji zabiegu II [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1}$],
 z_5 – koszty maszyn i urządzeń do mechanizacji zabiegu III [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1}$],
 z_6 - z_8 – jednostkowy koszt energii elektrycznej z zabiegów [$\text{kWh} \cdot \text{CkWh} \cdot \text{DJP}^{-1}$] =>
 $[\text{zł} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}]$
 z_9 – koszt ubezpieczenia maszyn do mechanizacji zabiegu II [$\text{zł} \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$],
 z_{10} – koszt ubezpieczenia maszyn do mechanizacji zabiegu III [$\text{zł} \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$],
 z_{11} – koszt robocizny w zabiegu doju (I) [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$] [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$],
 Z_{12} – koszt robocizny w zabiegu żywienia (II) [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$]
 Z_{13} – koszt robocizny w zabiegu usuwanie i magazynowanie nawozu (III) [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$]

Model oceny obiektów i wybór rozwiązania najkorzystniejszego

Ramowy model oceny został zrealizowany w oparciu o kryteria ekonomiczne, technologiczne i jakościowe:

- koszty inwestycyjne budynku z obiektami towarzyszącymi,
- zużycie energii elektrycznej i mechanicznej,
- zużycie wody i jej koszt,
- nakłady pracy ludzkiej i jej koszt,
- warunki mikroklimatu: stężenie i emisja szkodliwych gazów, w tym cieplarnianych, mających wpływ na zmiany klimatu (CO_2 , CH_4 , NH_3) oraz warunki termiczno-wilgotnościowe.

Podstawowym funkcją modelu oceny są jednostkowe koszty eksploatacji dążące do minimum (funkcja celu)

$$k_{je} \rightarrow \textit{minimum} \quad [\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

przy następujących ograniczeniach:

a) jednostkowych nakładów energii elektrycznej

$$E_{j1} \leq E_0 \quad [\text{kWh} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

gdzie: E_{j1} – jednostkowe uzyskane nakłady energetyczne

E_0 – jednostkowe stanowiące ograniczenia nakłady energetyczne określone np. przez obowiązujące zalecenia, zmierzające do poprawy efektywności energetycznej produkcji. Przykładowo, procentowy udział energii niekonwencjonalnej X_{OZE} w stosunku do całkowitych nakładów energii X_1 będzie wynosić:

$$\frac{X_{OZE}}{X_1} \cdot 100\% \geq 15\%$$

b) stężeń gazów cieplarnianych i amoniaku

$$W_{GHG} \leq W_{grGHG} \quad [ppm]$$

$$W_{CO_2} \leq W_{grCO_2} \quad [ppm]$$

$$W_{H_2S} \leq W_{grH_2S} \quad [ppm]$$

$$W_{NH_3} \leq W_{grNH_3} \quad [ppm]$$

W_{GHG} – stężenie gazu cieplarnianego [ppm]

W_{grGHG} – graniczne stężenie gazu cieplarnianego [ppm]

W_{NH_3} – stężenie amoniaku [ppm]

W_{grNH_3} graniczne stężenie [ppm]

$$W_{grCO_2} \leq 3000 \text{ ppm}$$

$$W_{grH_2S} \leq 0,5 \text{ ppm}$$

$$W_{grNH_3} \leq 20 \text{ ppm}$$

c) jednostkowych kosztów inwestycyjnych

$$k_{ij} \leq k_{igr} \quad [zł \cdot DJP^{-1}]$$

k_{ij} – jednostkowe koszty inwestycyjne proponowanego obiektu [zł · DJP⁻¹]

k_{igr} – jednostkowe koszty inwestycyjne możliwe do zrealizowania przez inwestora [zł · DJP⁻¹]

Powyższa metodyka w zakresie opisu obiektu, systemu chowu, systemu utrzymania, wartości elementów technicznych, technologicznych, jakościowych i ekonomicznych jest podstawą

do opracowania wytycznych i wartości technicznych dla przykładowego projektu niskoemisyjnego i energooszczędnego budynku inwentarskiego.

4.5 REZULTATY BADAŃ OBSZARU PIERWSZEGO

pt. „Nowoczesne rozwiązania technologiczne, informacyjno– telekomunikacyjnych stosowane w chowie krów mlecznych” (składającej się z prac 01, 02, 03, 04, 05 i 06)

Przedstawiony od początku cykl publikacji dotyczył określenia wpływu systemu technologicznego ze szczególnym uwzględnieniem rozwiązań technicznych i organizacyjnych na koszty eksploatacyjne, w tym energochłonność w chowie bydła mlecznego. W badaniach opisano także stopień wykorzystania nowoczesnych systemów technologicznych, informacji technicznej w rolnictwie oraz określenia zapotrzebowania na programy komputerowe.

W ciągu ostatnich lat w badanych gospodarstwach dokonano znacznych zmian w wyposażeniu w środki trwałe. Ponad 80% badanych gospodarstw zostało wyposażonych w silosy zbożowe i silosy do kiszzonek, a nawet sieczkarnie do zbioru kukurydzy. We wszystkich badanych gospodarstwach specjalizację w produkcji mleka rozpoczęto w latach 70 i 80 ubiegłego stulecia. Od 1993 r. do czasu wejścia Polski do Unii Europejskiej zmiany w gospodarstwach mlecznych były ukierunkowane na zwiększenie pogłowia stada i wymianę zwierząt na rasy mleczne o większej wydajności, a także na zmiany składu pasz stosowanych w żywieniu. Zwiększenie stada wiązało się z modernizacją lub rozbudową istniejących obór oraz ze zmianą wyposażenia technicznego. Zmieniły się wymagania formalno-prawne w zakresie standardów techniczno-technologicznych stosowanych w produkcji zwierzęcej, a także wymagania związane z dobrostanem zwierząt i ochroną środowiska (Romaniuk 2005; Romaniuk i in. 2005). Zwiększenie powierzchni gospodarstwa i pojawienie się kukurydzy w strukturze zasiewów, a także zwiększenie powierzchni użytków zielonych z jednoczesnym zmniejszeniem areалу zbóż spowodowało wzrost zapotrzebowania na gnojowicę. Modernizacja obór rozwijała się w kierunku obór bezściółkowych z utrzymaniem krów na materacach legowiskowych. Zamiast korytarzy gnojowych zaczęły pojawiać się ruszty. W związku z tym potrzebne były większe zbiorniki na gnojowicę. Zwiększenie liczebności stada wymusiło zmianę sposobu doju, zamiast dominujących wcześniej dojarek bańkowych zaczęto stosować dojarki przewodowe, hale i roboty udojowe. Sposób doju jest ważnym czynnikiem w aspekcie zachowania walorów spożywczych i technologicznych mleka dla przetwórstwa. Zmienił się sposób utrzymywania krów, coraz częstszy stał się system alkierzowy. W gospodarstwach nastąpiły także zmiany pokoleniowe. Gospodarstwa zaczęli przejmować młodzi następcy,

którzy znacząco lub całkowicie korzystają z projektów unijnych na modernizację gospodarstw. Po wejściu Polski do UE pojawiły się nowoczesne obory wolnostanowiskowe, zbiorniki zgodne z obowiązującymi zasadami ochrony środowiska. Zmieniła się struktura zasiewów, stosowane są nowoczesne maszyny do uprawy, zbioru i zadawania paszy. Podstawę żywienia krów mlecznych zaczęły stanowić sianokiszonki, kiszonki traw i kukurydza. Racjonalizacja działań w rolnictwie, polegająca na jak najlepszym wykorzystywaniu sprzętu stosowanego w produkcji rolnej, wymaga także znajomości czynników kształtujących proces użytkowania maszyn i urządzeń w gospodarstwie (Malaga-Toboła 2009b), co zdaniem Nawrockiego (2009) wywiera znaczący wpływ na efektywność gospodarowania. Stosowane środki techniczne w produkcji zwierzęcej nie mogą być tylko celem, służącym wyłącznie do osiągnięcia lepszych wyników produkcyjnych i ekonomicznych, w ich doborze muszą być uwzględniane przede wszystkim potrzeby zwierząt. Efektywność produkcji paszowej gospodarstwa zwiększa się wraz ze wzrostem skali produkcji i stosowaniem bardziej wydajnych technologii produkcji pasz (Malaga-Toboła 2009a; Jarka 2007; Kowalik 2001). Pomocne tutaj okazują się programy do zarządzania stadem zwierząt, doboru maszyn i urządzeń rolniczych (Marczuk 2010).

Praca nr 01:

W pracy przedstawiono badania dotyczące oceny wykorzystania nowoczesnych technologii w IT w gospodarstwach rolnych specjalizujących się w produkcji mleka: **Borusiewicz A, Kapela K.** 2012. Ocena wykorzystania technologii IT w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji mleka na terenie powiatu kolneńskiego w woj. podlaskim. *Inżynieria Rolnicza*, z. 2(137), t. 2, s. 7-16. (5 punktów), (*Aktualnie: 10 punktów*).

W badaniach przeprowadzonych w 2012 roku stwierdzono, że odsetek osób posiadających komputer w gospodarstwie wzrósł do 92%, a 76% miało podłączenie do Internetu (**Praca nr 01**). Właściciele największych gospodarstw dysponują komputerami najdłużej – wszyscy posiadają go dłużej niż pięć lat, a jedna trzecia dłużej niż dziesięć. Spośród osób posiadających dostęp do Internetu 81% respondentów wykorzystuje Internet do poszukiwania fachowej informacji i doradztwa. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że ocena poziomu mechanizacji zależna jest od wykształcenia. Najlepiej swoje gospodarstwa oceniają posiadacze wyższego wykształcenia. Najgorzej oceniają je właściciele z podstawowym wykształceniem - aż $\frac{3}{4}$ badanych uważa, że ich gospodarstwa nie są dostatecznie zmechanizowane. 41% badanych miało kontakt bądź posiada specjalistyczne oprogramowanie

dla potrzeb rolnictwa. 43% badanych uznało potrzebę posiadania specjalistycznego oprogramowania dla potrzeb rolnictwa (oprogramowanie do wypełniania wniosków związanych z otrzymywaniem dopłat, dawek paszowych czy opracowywania planów ochrony roślin), rolnicy z wyższym wykształceniem uważają, że bez wykorzystania komputera wraz z fachowym oprogramowaniem prowadzenie, zarządzanie gospodarstwem jest bardzo utrudnione.

Praca nr 02:

Problematykę badawczą związaną z oceną stopnia wykorzystania nowoczesnych technologii w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji mleka i ich wpływ na produkcję surowca poruszono w pracy: **Borusiewicz A.**, Kapela K. 2013. Nowoczesne rozwiązania technologiczno-funkcjonalne stosowane w chowie krów mlecznych na przykładzie wybranych gospodarstw powiatu łomżyńskiego. Inżynieria Rolnicza, nr 3 (146), s. 41-47. (5 punktów), *(Aktualnie: 10 punktów)*

W badaniach przeprowadzonych w 2012 roku na terenie powiatu łomżyńskiego (**Praca nr 02**) stwierdzono, że dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii rolnik na bieżąco ma dostęp do podstawowych danych dotyczących krów. Porównując średnie wydajności stada krów badanych gospodarstw, należy stwierdzić, że są one zdecydowanie wyższe od średniej wszystkich gospodarstw na terenie województwa podlaskiego, która dla gospodarstw posiadających 50 sztuk krów mlecznych w 2010 roku wynosiła około 6000 kg mleka rocznie (Rychłowski 2011). Ważnym z punktu widzenia dobrostanu zwierząt jest zapewnienie bydłu świeżej paszy, dlatego też dokonano analizy zasadności zakupu robota paszowego. Wielokrotne podgarnianie paszy zarówno w dzień, jak i w nocy zapewnia stały dostęp do paszy oraz zapobiega nadmiernemu zagrzewaniu się. W części badanych gospodarstw podgarnianie paszy odbywa się mechanicznie za pomocą ładowarek do podgarniania paszy, natomiast w pozostałych gospodarstwach czynność tę wykonuje się ręcznie. Krowy mleczne powinny być wyposażone w aktywometry. Zapewnia to stały podgląd aktywności ruchowej zwierząt, dzięki czemu łatwiejsze jest dostrzeżenie objawów rui, a tym samym – odpowiednie dostosowanie zabiegów inseminacji. W oborach wolnostanowiskowych badanych gospodarstw krowy mogły korzystać z czochradeł górnych i bocznych oraz wybiegów. Część badanych obór wolnostanowiskowych wyposażona była także w wanny do kąpieli racic, co wpływa pozytywnie na utrzymanie ich zdrowotności. Niepokojącym jest fakt, że tylko w kilku

badanych gospodarstwach przy wejściu do obory wystąpiły maty dezynfekujące. Badane obory wyposażone były w odpowiednią ilość legowisk dla posiadanego stada, a obok obór znajdowały się wybiegi dla krów. Podobnie jak w badaniach Nawrockiego (2008), stwierdzono, że mimo zastosowania nowoczesnych rozwiązań technicznych i uzyskiwania wysokich wyników produkcyjnych, organizacja pracy oraz eksploatacja urządzeń nie do końca była właściwie prowadzona, zgodnie z przepisami BHP. Zastosowanie nowoczesnych technologii i wyposażenia pozwala uzyskać wysokie standardy jakości szczególnie z zakresu higieny, co bezpośrednio wiąże się ze stanem zdrowia stada. Zwierzętom powinno się zapewnić jak najwięcej świeżej paszy, wody i czystego powietrza. Legowiska powinny być miękkie, a kanały spacerowe jak najbardziej suche i wygodne do chodzenia. To właśnie daje zwierzętom dobre samopoczucie. Choroby racic czy też zapalenie wymienia wskazują, że dobrostan zwierząt jest znacznie obniżony. Zastosowane roboty udojowe monitorują przebieg całego procesu doju, analizują stan zdrowia krów oraz zapewniają fizjologiczne pozyskiwanie mleka z wykluczeniem błędów i niedociągnięć, co potwierdzają w swoich badaniach Rasmussen i in. (2011). W przypadku wystąpienia chorób wymienia robot natychmiast wykrywa i sygnalizuje nieprawidłowości oraz zagrożenia, co zapobiega ich dalszemu rozprzestrzenianiu się. Pozwala także na szybką identyfikację krowy w stadzie i maksymalne wykorzystanie jej genetycznych możliwości. Rolnik posiadający pełne kwalifikacje ma możliwość samodzielnego prowadzenia gospodarstwa, osobistego dopilnowania i pokierowania właściwym wykorzystaniem robota, z jednoczesnym zachowaniem wysokiej jakości produktu.

Praca nr 03:

Badania dotyczące oceny zaopatrzenia w środki produkcji gospodarstw rolnych specjalizujących się w produkcji mleka przedstawiono w publikacji: **Borusiewicz A., Kapela K.** 2014. Zaopatrzenie w środki produkcji gospodarstw rolnych specjalizujących się w produkcji mleka. Inżynieria Rolnicza, nr 4(152), 15-21. (5 punktów), (*Aktualnie: 10 punktów*)

Analizując zaopatrzenie w środki produkcji gospodarstwa rolne specjalizujące się w produkcji mleka (**Praca nr 03**) należy stwierdzić, że planowanie zamówień przez rolników odbywa się najczęściej z miesięcznym wyprzedzeniem przed zużyciem zapasów. Rolnicy chętnie dokonują zamówień i zleceń przez internet (41% respondentów). Na pytanie za pomocą, jakiego źródła najczęściej śledzone są aktualne ceny surowców, rolnicy podali dwa główne źródła: internet (26%) oraz prasę fachową (25%). Następnie telewizję (22%), radio (12%), doradców rolnych

(10%) oraz pozostałe źródła – 5%. Świadczy to o rozwoju informatycznym jaki ma miejsce na wsi, ukazując cały wachlarz możliwości, jakie daje internet odnośnie śledzenia najnowszych informacji o żywieniu i hodowli zwierząt, cenach surowców na rynku, rozwiązaniach technologicznych, umieszczaniu ogłoszeń i wymianie doświadczeń o charakterze produkcyjnym. Z badań wynika, że na wysokim poziomie kształtują się umiejętności negocjacyjne rolników, ponieważ zawsze dopytują o rabaty i upusty cenowe podczas zamówień, negocjują również warunki zamówień, gdy zamawiają duże partie oraz kontrolują otrzymywane surowce w celu oceny wykonanej usługi. Natomiast tylko nieliczni dokonują zamówień na określone dobro wówczas, gdy jest ono niezbędne. Spośród badanych była też nieliczna grupa rolników, która kierowała się metodą zamawiania, opartą o zasadę „just-in-time”, czyli dopiero wtedy, gdy są rzeczywiście potrzebne.

Praca nr 04:

Badania dotyczące oceny zmiany stanu wyposażenia technicznego w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji mleka krowiego w ostatnich 20 lat przedstawiono w publikacji: **Borusiewicz A.**, Drożyner P. Marczuk T. 2015. Zmiany stanu wyposażenia gospodarstw rolnych w środki mechanizacji stosowane w produkcji mleka. Problemy Inżynierii Rolniczej. (I-III): z. 1 (87). S. 69-77. (4 punkty), (*Aktualnie: 7 punktów*).

Chów bydła mlecznego, jego efekty ekonomiczne i produkcyjne są ściśle uzależnione od struktury gospodarstw rolnych specjalizujących się w tej dziedzinie (**Praca nr 04**), dlatego też w kolejnych badaniach określono zmiany stanu wyposażenia w środki mechanizacji stosowane w produkcji mleka na przełomie ostatnich 20 lat. W 1993 r. we wszystkich analizowanych gospodarstwach stada krów mlecznych liczyły 10–15 szt. W 2013 roku w 57 gospodarstwach stada liczą 41–50 szt., co stanowi 60% ogółu badanych, natomiast w 23 gospodarstwach – 31–40 szt., a w pozostałych 15 najwięcej – ponad 50 szt. 1993 r. wszystkie obory były oborami ściółkowymi. Aktualnie największy udział (59%) stanowią obory uwięziowe na podłodze szczelinowej, o ponad połowę mniej (24%) – obory uwięziowe płytke ściółkowe, ale już w prawie 17% badanych gospodarstw są najbardziej zalecane i preferowane obory wolnostanowiskowe, z legowiskami na materacach. Z analizy wynika, że w 1993 r. udój mleka odbywał się wyłącznie za pomocą dojarek bańkowych. Z biegiem lat, wraz z postępowaniem technicznym, zmodernizowano system doju we wszystkich badanych gospodarstwach. W 79 gospodarstwach, stanowiących 83% ogółu, stosuje się dojarki przewodowe, w ponad 10% –

hale udojowe, a 6,4% gospodarstw posiada już roboty udojowe. W gospodarstwach, w których udój odbywał się dojką bańkową, do utrzymania odpowiedniej temperatury mleka służyły schładzarki konwiowe. W przypadku stosowania dojarek przewodowych lub innych nowoczesnych systemów udojowych schładzanie odbywa się w schładzarkach zbiornikowych. Wprowadzając zmiany w gospodarstwach, szczególną uwagę zwracano na właściwe i przyjazne dla zwierząt warunki w celu utrzymania dobrostanu zwierząt inwentarskich. Zastosowanie w większości badanych gospodarstw mlecznych materacy legowiskowych, czochradeł, mat dezynfekujących i innych urządzeń miało znaczny wpływ na poprawę utrzymania higieny i dobrostanu zwierząt.

Praca nr 05:

Badania dotyczące analizy wyposażenia technicznego gospodarstw specjalizujących się w produkcji mleka przedstawiono w publikacji: **Borusiewicz A.** 2017. Analysis of technical equipment in dairy farms. Agricultural Engineering, vol. 21 (1), s. 101-112. (10 punktów).

W badaniach przeprowadzonych w 2015 roku poddano analizie wyposażenie techniczne gospodarstw rolniczych specjalizujących się w chowie bydła mlecznego (**Praca nr 5**). Spośród ankietowanych najczęściej występowały osoby prowadzące działalność rolniczą od 11 do 20 lat – 36%. Kolejną grupę stanowili rolnicy prowadzący gospodarstwo powyżej 20 lat - 32%. Wśród badanych były również osoby prowadzące gospodarstwo rolne od 6 do 10 lat (24%). W badanej grupie było najmniej osób, które posiadały gospodarstwo od 1 do 5 lat (8%). We wszystkich badanych gospodarstwach obory wyposażone były w świetliki dachowe oraz kurtyny lub ściany stałe. Przeważająca część respondentów odpowiedziała, że w gospodarstwie pracuje od 1 do 2 osób (62%). Jedna trzecia badanych rolników (32%) wskazała, że w gospodarstwie pracuje od 2 do 5 osób. W grupie badanych były również osoby, które zadeklarowały, że w gospodarstwie pracuje więcej niż 5 osób. Gospodarstwa specjalizujące się w chowie bydła mlecznego wymagają zarówno ciągników o małej i średniej mocy do prac związanych z obsługą stada. Dokonując planowania liczby i mocy ciągników, zastosowania wielofunkcyjnych maszyn i urządzeń, należy dokładnie określić areal użytków rolnych oraz kierunek i wielkość produkcji gospodarstwa (Kapela i in. 2011; Kowalski, Szelań-Sikora 2006). Badani rolnicy najczęściej wskazywali na posiadanie ciągników o mocy 40 - 60 kW (46%) oraz 60 kW i większej mocy (34%). Część badanych rolników wskazała również na (użytkowanie ciągników 25 - 40 kW (13%), 15 - 25 kW (4%) oraz do 15 kW (3%). Dwie trzecie gospodarstw

wyposażone było w następujące maszyny: kosiarki (82%), wybieraki do kiszonek (76%), opryskiwacze (76%), mieszalniki pasz (70%), oraz wozy paszowe (70%). Gospodarstwa posiadały także agregaty ścierniskowe (62%), rozrzutniki obornika (50%), kombajny zbożowe (38%), brony talerzowe (36%) oraz deszczownice szpulowe (30%). Mniej niż jedna czwarta gospodarstw dysponowała ładowaczami czołowymi (24%), przetrząsaczami karuzelowymi (10%) oraz wozami asenizacyjnymi (7%). Przeważająca część badanych gospodarstw posiada na wyposażeniu dojkarkę rurociągową (72%), roboty udojowe (20%) oraz hale udojowe (8%). W gospodarstwach stosowane są wanny do kąpieli racic (20%), stacje paszowe (16%), roboty do zgarniania odchodów (10%), czochradła dla krów i maty dezynfekujące (8%). W części badanych gospodarstw podgarnianie paszy odbywa się mechanicznie za pomocą podgarniaczy pasz (16%), natomiast w pozostałych gospodarstwach czynność tę wykonuje się ręcznie (42%). W wyniku badań ustalono, że rolnicy ocenili stan swojego parku maszynowego jako średni (50%) lub dobry (40%). W grupie badanych osób były również takie, których zdaniem park maszynowy w gospodarstwie jest w złym stanie (10%). Znaczna część badanych rolników (44%) w ciągu ostatnich 5 lat (2010-2014) na inwestycje związane z parkiem maszynowym przeznaczyła od 20 do 50 tys. zł. Kolejna grupa badanych osób (26%) na doposażenie parku maszynowego przeznaczyła do 20 tys. zł. Część badanych rolników w celu usprawnienia parku maszynowego wydała środki mieszczące się w przedziale od 50 do 100 tys. zł. Kilka wskazało brak inwestycji w park maszynowy. W grupie badanych były również osoby, które zainwestowały w park maszynowy od 100 do 500 tys. zł (4%) oraz powyżej 500 tys.1 zł (2%) (rys. 5). W okresie 2010-2014 rolnicy zainwestowali średnio od 1 tys. zł do 12 tys. zł w przeliczeniu na 1 ha użytków rolnych.

Przeważająca część badanych gospodarzy inwestycje związane z parkiem maszynowym finansuje z kredytów bankowych (38%). Część rolników wskazała źródła finansowania takie jak dotacje unijne (24%) oraz leasing (20%). Często też rolnicy finansują inwestycje ze środków własnych (18%). Jako główne kryteria determinujące wybór maszyn badani rolnicy najczęściej wskazywali wydajność (25%), cenę (23%) oraz dostępność do serwisu (20%). Część osób wybierając sprzęt do parku maszynowego bierze pod uwagę nowoczesną technologię (12%), ergonomię pracy (6%), łatwość obsługi (6%), stan techniczny (5%) oraz jakość maszyn (3%). Racjonalny rozwój techniki i technologii produkcji zwierzęcej jest uwarunkowany postępowaniem genetycznym, wymaganiami dobrostanu zwierząt i jakości produktów, a także ograniczeniami związanymi z ochroną środowiska (Romaniuk 2010).

Praca nr 06:

Badania dotyczące analizy stosowanych technologii w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji mleka przedstawiono w publikacji: **Borusiewicz A.** 2017. Technological preconditions in dairy farms. *Agricultural Engineering*, Vol. 21 (2), s. 59-68. (10 punktów)

Celem podjętych badań była analiza stosowanych technologii w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji mleka (**Praca nr 6**). Zakresem badań objęto wyposażenie techniczne wykorzystywane w chowie bydła mlecznego oraz doju w 50 gospodarstwach rolnych na terenie powiatu grajewskiego w województwie podlaskim. Badania przeprowadzono w 2016 roku metodą sondażu diagnostycznego na podstawie opracowanego w tym celu kwestionariusza wywiadu. Stwierdzono, że ponad połowa (54%) respondentów posiada gospodarstwo o powierzchni 21-40 ha, natomiast 26% z nich to właściciele gospodarstw powyżej 40 ha. Gospodarstwa o powierzchni od 11 do 20 ha prowadzi 16% ankietowanych rolników, a 4% z nich posiadają gospodarstwa o powierzchni do 10 ha. Badania wykazały, że analizowane gospodarstwa są dość dobrze zmechanizowane. Każde z nich jest wyposażone w zgrabiarki, przetrząsaczo-zgrabiarki, pługi, brony, roztrząsacze obornika, prasy zwijające, kosiarki oraz ładowarki. Zdecydowana większość gospodarstw (96%) posiada sieczkarnie i kultywatory, natomiast 78% z nich jest wyposażonych w beczkowsy. Silosy posiadają 72% badanych gospodarstw, a w przypadku 68% znajdują się wozy paszowe. Jeśli chodzi o ciągniki to w przypadku 68% mają one średnią moc, natomiast 54% wykorzystuje ciągniki o dużej mocy, 34% badanych posiada ciągniki o małej mocy a tylko 4% respondentów posiada kombajn zbożowy. W przypadku 38% badanych gospodarstw właściciele utrzymują od 26 do 40 sztuk bydła, natomiast 24% z nich posiada powyżej 60 sztuk bydła. Stada liczące od 41 do 60 sztuk bydła występują w przypadku 20% badanych gospodarstw, a 14% z nich od 11 do 25 sztuk bydła. Mniej niż 10 sztuk bydła utrzymuje 4% badanych gospodarstw. Badania wykazały, że 68% ankietowanych gospodarzy utrzymuje bydło w systemie uwięziowym, a pozostałe 32% stosuje system wolnostanowiskowy.

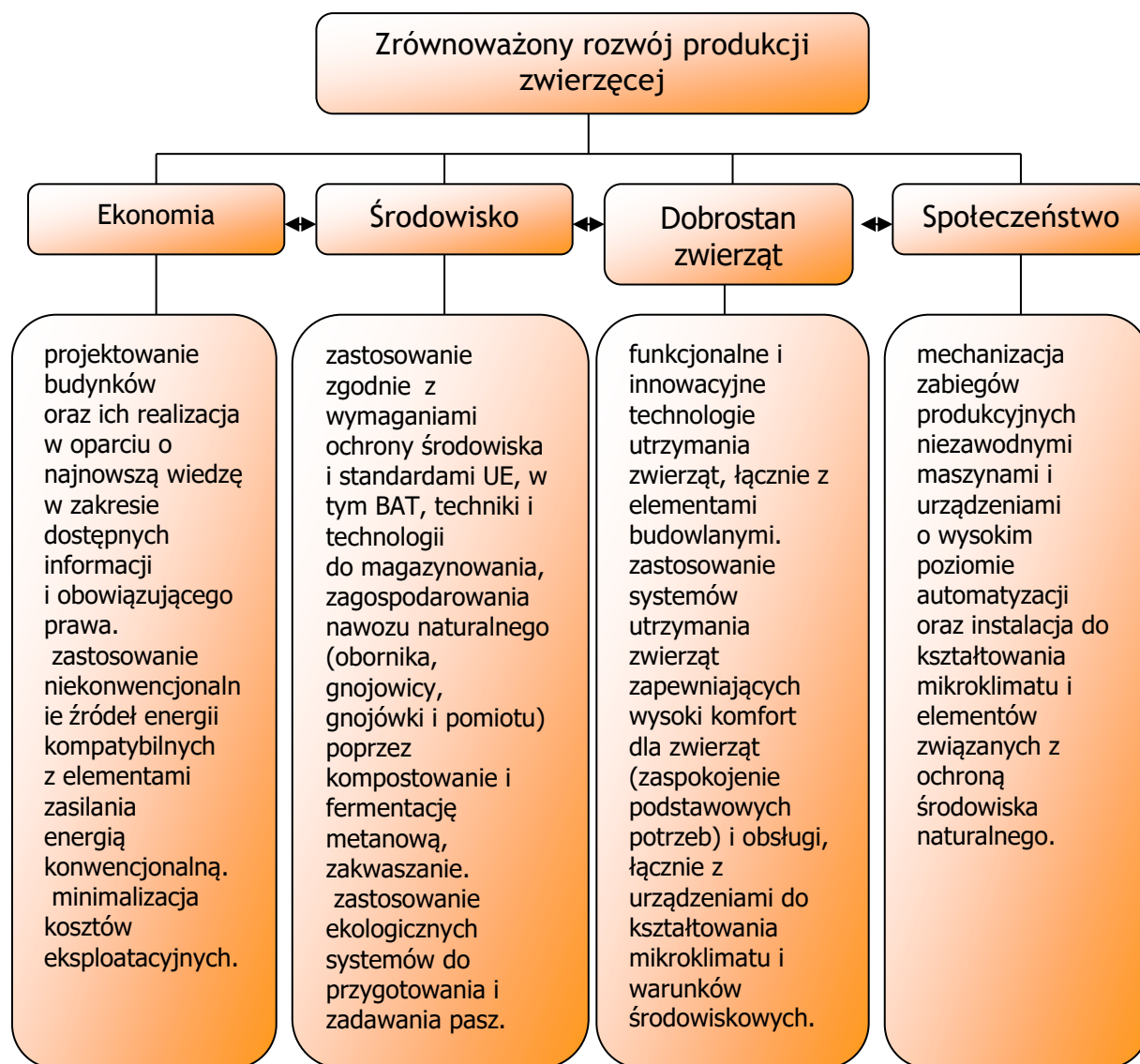
Prawie połowa (48%) ankietowanych obiektów utrzymuje zwierzęta na głębokiej ściółce, a 34% z nich stosuje płytkie ściółkowanie. W przypadku 18% badanych gospodarstw zwierzęta są utrzymywane na podłodze szczelinowej. W przypadku 38% badanych gospodarstw liczba stanowisk dla krów w oborze wynosi od 26 do 40, natomiast 24% spośród badanych gospodarstw ma powyżej 60 stanowisk w oborze. Stanowiska w przedziale od 41 do 60 znajdują się w 20% badanych gospodarstw, a 14% z nich posiada od 11 do 25 stanowisk.

Najmniejszą grupę badanych gospodarstw (4%) stanowią te, które posiadają do 10 stanowisk w oborze. Badania wykazały, że wszystkie gospodarstwa są wyposażone w urządzenia do mechanicznego doju i schładzalnia mleka. Badane gospodarstwa w produkcji mleka stosują przede wszystkim dojarki przewodowe (38%) oraz dojarki bańkowe (36%). Halę udojową posiada 22% badanych gospodarstw, natomiast 4% z nich posiada roboty udojowe. Analiza statystyczna wykazała istotną dodatnią korelację między systemem utrzymania zwierząt, liczbą stanowisk legowiskowych w oborze, żywieniem bydła TMR, sposobem pozyskiwania mleka a wydajnością mleczną krów. Potwierdziła, że utrzymanie krów mlecznych na podłodze szczelinowej, posiadana liczba stanowisk, sposób żywienia krów oraz sposób pozyskiwania mleka ma bezpośredni wpływ na wydajność mleczną krów. Współczynnik korelacji dla tych zależności wynosiły odpowiednio $r=0,899$, $r=0,912$, $r=0,982$, $r=0,978$.

4.6 REZULTATY PRAC OBSZARU DRUGIEGO

Obejmujący prace nr 07, 08, 09 i 10

Punktem wyjścia do podejmowania działań w zakresie zrównoważonej produkcji zwierzęcej, w tym produkcji mleka jest szereg czynników wpływających na efektywność produkcji pokazanych na rysunku 2.



Rys. 2. Elementy kształtujące rozwój nowoczesnego systemu produkcji (według pracy nr 07)

Praca nr 07:

Badania efektywności procesu technologicznego chowu bydła mlecznego, a zwłaszcza doju krów i wstępnej obróbki mleka zaprezentowano w publikacji: **Borusiewicz A., Pierednia W. I., Romaniuk W., Mazur K., Kitun A. W. 2017. Теоретические обоснование конструкций**

машин и оборудования для доения коров и анализа процесса технологии в коровниках (Teoretyczne podstawy konstrukcji maszyn i urządzeń do doju krów mlecznych i analiza procesu technologii w oborach). Wydanie II. Monografia, ISBN 978-83-945206-9-4, Łomża, ss. 140. (25 punktów)

Celem pracy (nr 07) było dokonanie analizy procesu technologicznego w przykładowym obiekcie inwentarskim z uwzględnieniem analizy szczegółowej warunków środowiskowych, w tym mikroklimatu.

Wyżej wymieniona praca składa się z trzech rozdziałów połączonych ze sobą wspólną tematyką pozyskania wysokiej jakości surowca - mleka.

Rozdział 1. Mechanizacja doju krów i wstępna obróbka mleka.

Rozdział 2. Optymalizacja procesu doju i wstępnej obróbki mleka.

Rozdział 3. Model rozwojowy procesu technologicznego produkcji mleka.

Szczególnie rozdział 3 stanowi podstawowy zakres tematu pracy habilitacyjnej.

Jednym z ważniejszych czynników decydujących o efektach produkcyjnych zwierząt jest mikroklimat pomieszczeń, przez który rozumie się zespół czynników fizycznych, chemicznych i biologicznych występujących wewnątrz budynku. Czynniki fizyczne to np.: temperatura, oświetlenie, wilgotność powietrza. Czynniki chemiczne są zanieczyszczenia gazowe, takie jak: dwutlenek węgla, siarkowodór, amoniak itd., a biologicznymi – pasożyty i drobnoustroje chorobotwórcze.

Mikroklimat wpływa nie tylko na produktywność, ale także na zdrowotność, rozrodczość i długowieczność zwierząt oraz na stan budynku inwentarskiego i jego wyposażenia.

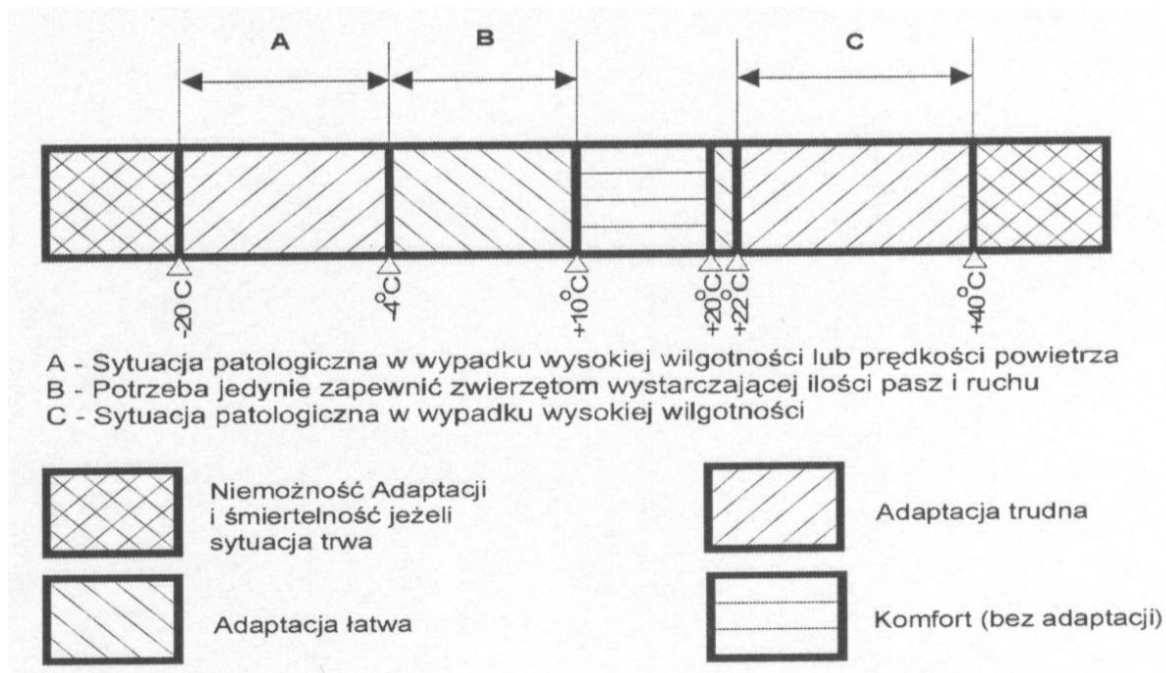
Badane czynniki kształtujące mikroklimat w przykładowej oborze

Do czynników kształtujących mikroklimat w budynkach inwentarskich zalicza się:

- temperaturę powietrza,
- wilgotność względną po wietrzą,
- prędkość ruchu powietrza,
- zanieczyszczenia gazowe powietrza,
- zapylenie powietrza (rodzaj stosowanej paszy),
- oświetlenie pomieszczeń inwentarskich,
- ciepłochronność budynku inwentarskiego (współczynnik przenikalności cieplnej),
- sposób utrzymania zwierząt i ich zagęszczenie,

- system chowu zwierząt,
- poziom hałasu

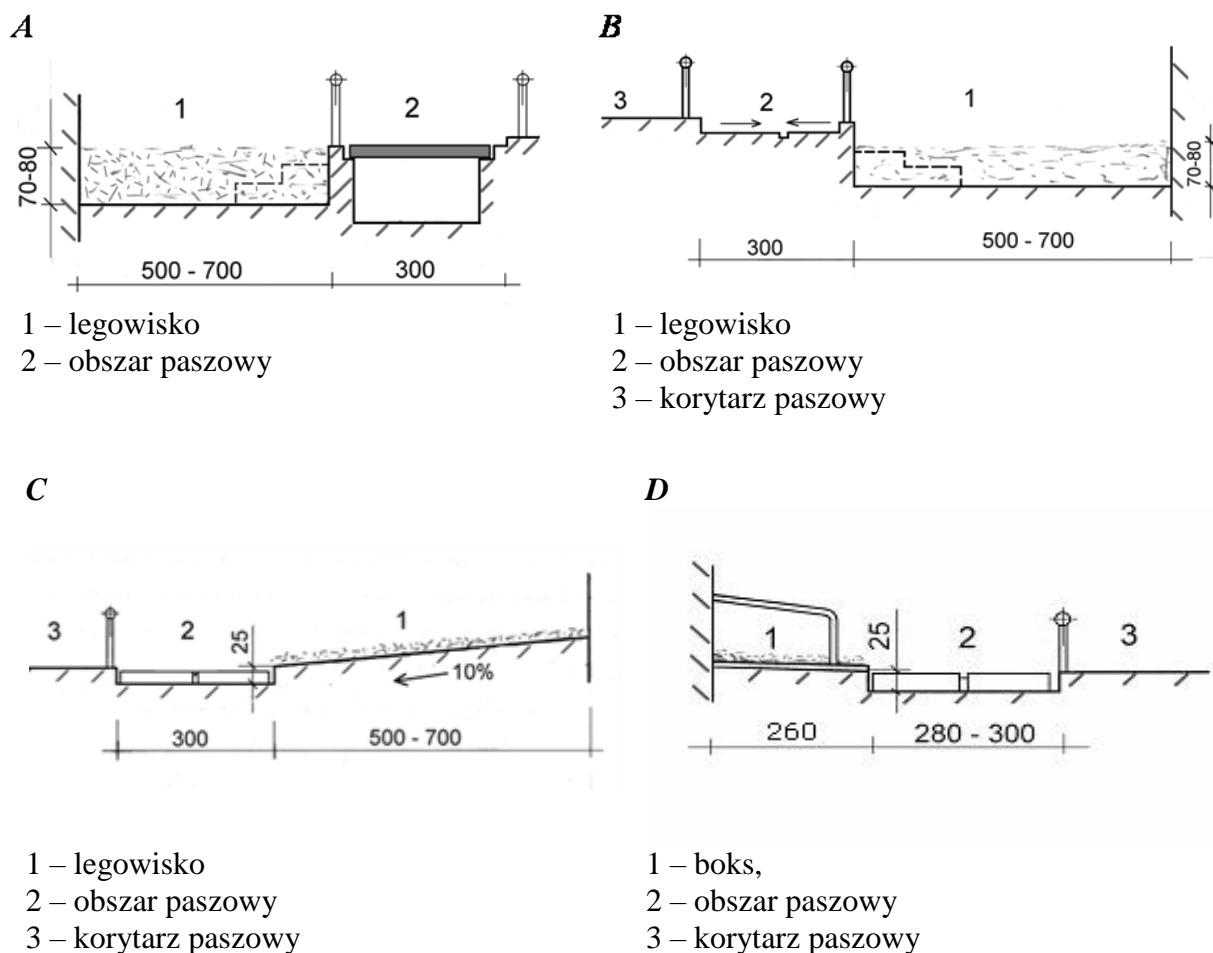
Temperatura powietrza jest jednym z najważniejszych czynników kształtujących mikroklimat obór. Największym problemem tych budynków jest nadmierne ochładzanie, wyjątek stanowi krótki okres upałów, kiedy to zwierzęta ulegają przegrzaniu. Zwierzęta, dzięki układowi termoregulacyjnemu, utrzymują stałą ciepłotę ciała niezależnie od temperatury otoczenia. Z całkowitej ilości energii otrzymywanej w procesie metabolicznym, zaledwie około 30% zwierzę wykorzystuje na funkcjonowanie własnego organizmu, a pozostała część oddawana jest w postaci ciepła. Dlatego też ważne jest stworzenie takich warunków, aby maksymalnie ograniczyć wydatkowanie energii na ogrzanie ciała, które odbywa się kosztem procesów produkcyjnych. Zarówno niskie, jak i zbyt wysokie wartości temperatury są niepożądane z produkcyjnego punktu widzenia. Spadek temperatury poniżej optymalnego poziomu powoduje nadmierne zużycie paszy w wyniku wzrostu szybkości przemiany materii, a przy zachowaniu stałej ilości zadawanej paszy obserwuje się obniżenie produkcji. Także wysoka temperatura niekorzystnie wpływa na funkcjonowanie organizmu zwierzęcia, zwłaszcza jeśli cierpi ono na schorzenia układu oddechowego i krążenia.

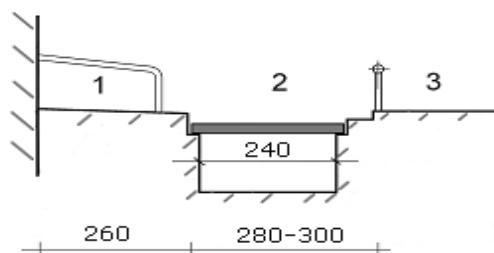


Rys. 3. Zdolność adaptacji bydła pod względem temperatury otoczenia (wg Capdeville i Veissier 2001)

Obserwować można objawy stresu cieplnego tj.: przyspieszony oddech, obniżenie apetytu, jak również zaburzenia reprodukcyjne. Jednak najbardziej niekorzystny wpływ na organizm zwierzęcia mają gwałtowne wahania temperatury. Zwiększają one ryzyko pojawienia się dolegliwości ze strony układu oddechowego, pokarmowego, schorzeń wymion, chorób mięśni i stawów. Utrzymanie zatem, na stałym poziomie właściwej temperatury w pomieszczeniach inwentarskich warunkuje uzyskanie pożądanego efektów produkcyjnych. W oborach stanowiskowych stosowanych w Polsce (ściółkowych i bezściółkowych) przewiduje się budowanie ścian zewnętrznych i stropów z izolacją termiczną. Natomiast w oborach wolnostanowiskowych przewiduje się stosowanie termoizolacji w zależności od systemu utrzymania.

Na rysunku 4 przedstawiono przekroje nowoczesnych obór wolnostanowiskowych z uwzględnieniem zalecanej izolacji cieplnej ścian zewnętrznych od sposobu utrzymania i wzajemnej relacji legowiska krów (1), korytarza nawozowego (gnojowego) (2) zwanego obszarem paszowym według standardów technologicznych (Romaniuk, Overby 2005).



E

1 – boks

2 – obszar paszowy o szczelinowej podłodze

3 – korytarz paszowy

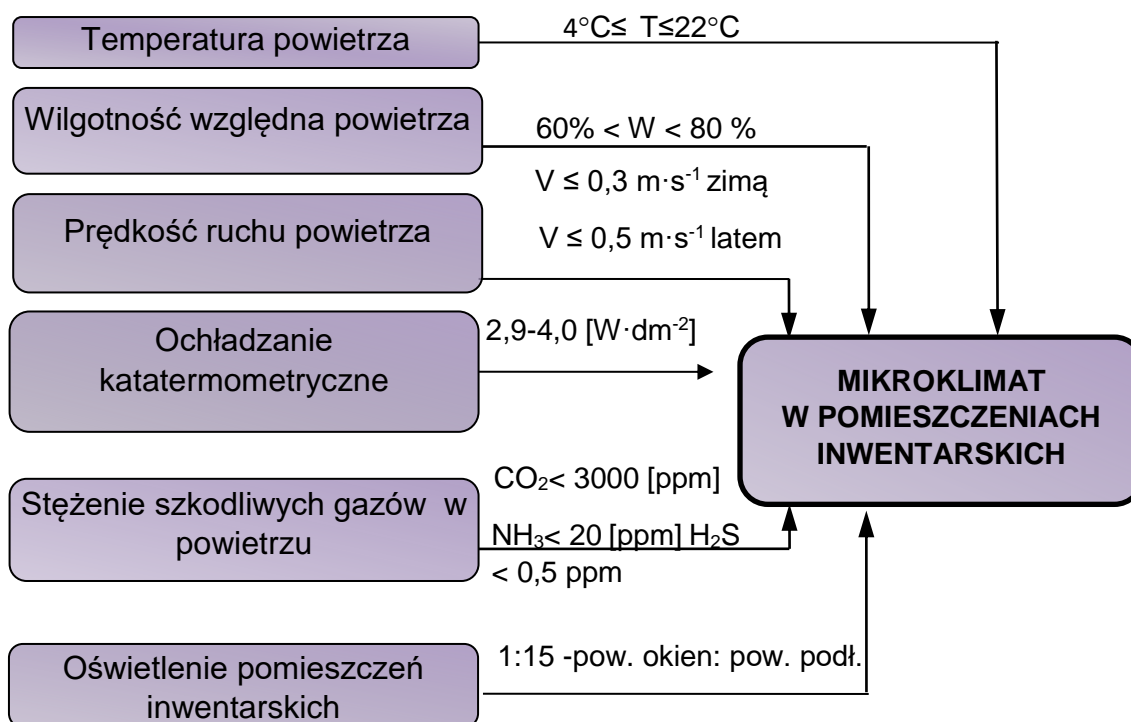
Rys. 4. Stosowane rozwiązania obór wolnostanowiskowych z/bez izolacji cieplnej ścian zewnętrznych (opracowanie własne)

A, B, C – ściana podłużna bez izolacji termicznej np. zastosowana kurtyna ruchoma

D, E – zalecana izolacja termiczna ścian zewnętrznych

Wilgotność powietrza. Zawartość pary wodnej w powietrzu wywiera znaczący wpływ na gospodarkę ciepłą zwierząt. Zbyt duża wilgotność powoduje duże zużycie energii na utrzymanie stałej ciepłoty ciała, co ujemnie wpływa na produktywność.

Głównym źródłem pary wodnej w pomieszczeniach inwentarskich są same zwierzęta, które parując i oddychając wytwarzają około 60-80% całkowitej pary wodnej zawartej w powietrzu pomieszczenia, w którym się znajdują. Pozostała zawartość pary wodnej trafia do pomieszczeń wraz ze ś wieżą porcją po wietrzą napływającego z zewnątrz, a także z parowania mokrych powierzchni tj. sufity, ściany, podłogi, kanały gnojowe oraz ściółki. Wilgotność powietrza wywiera wpływ nie tylko na organizm zwierzęcia, ale także na stan techniczny budynku inwentarskiego. Zawilgocenie ścian powoduje wzrost przenikalności cieplnej materiałów budowlanych, w wyniku czego następuje nadmierny odpływ ciepła z budynku. Ponadto wysoki poziom pary wodnej w powietrzu sprzyja rozwojowi grzybów, procesom gnilnym i namnażaniu drobnoustrojów.



Rys. 5. Zalecane parametry mikroklimatu w budynkach dla bydła

Ruch powietrza. Wiatr oddziałujący na budynek inwentarski, jego szczelność oraz funkcjonowanie urządzeń wentylacyjnych wpływają na ruch powietrza wewnątrz obiektu. Nieszczelność budynku w połączeniu z dużą różnicą pomiędzy temperaturą pomieszczenia a temperaturą zewnętrzną, przyczynia się do zwiększenia parowania, a tym samym do wychłodzenia budynku i znacznych strat ciepła u zwierząt. Ruch powietrza w znacznym stopniu decyduje o warunkach mikroklimatycznych wewnątrz obory. Tylko optymalny poziom tego parametru zapobiega nadmiernemu ochładzaniu i powstawaniu przeciągów, które są przyczyną wzrostu zachorowalności zwierząt i obniżeniu wydajności produkcyjnej.

Oświetlenie. Światło, zarówno naturalne jak i sztuczne, wywiera korzystny wpływ na organizm zwierząt, jak również na warunki panujące wewnątrz budynku. Oświetlenie naturalne powoduje wzrost temperatury i obniżenie wilgotności powietrza w pomieszczeniu inwentarskim. Wchodzące w skład światła promienie nadfioletowe działają bakteriobójczo, stymulują procesy fizjologiczne, a także biorą udział w produkcji witaminy D. Ponadto światło poprawia kondycję psychiczną zwierząt. W sytuacji niedostatecznego oświetlenia obserwuje się u nich zaburzenia w procesach rozrodczych, spadek aktywności ruchowej i obniżenie mleczności. Stopień oświetlenia wnętrza obory zależy od pory roku, powierzchni okien, jakości

i czystości szyb. Nie bez znaczenia pozostaje utrzymanie czystości wewnątrz budynku. Zaleca się, aby sufity, ściany i wszelkie urządzenia były jasne, w celu uzyskania maksymalnego obciążenia promieni słonecznych. Brudne powierzchnie pochłaniają znaczenie więcej promieni niż powierzchnie białe.

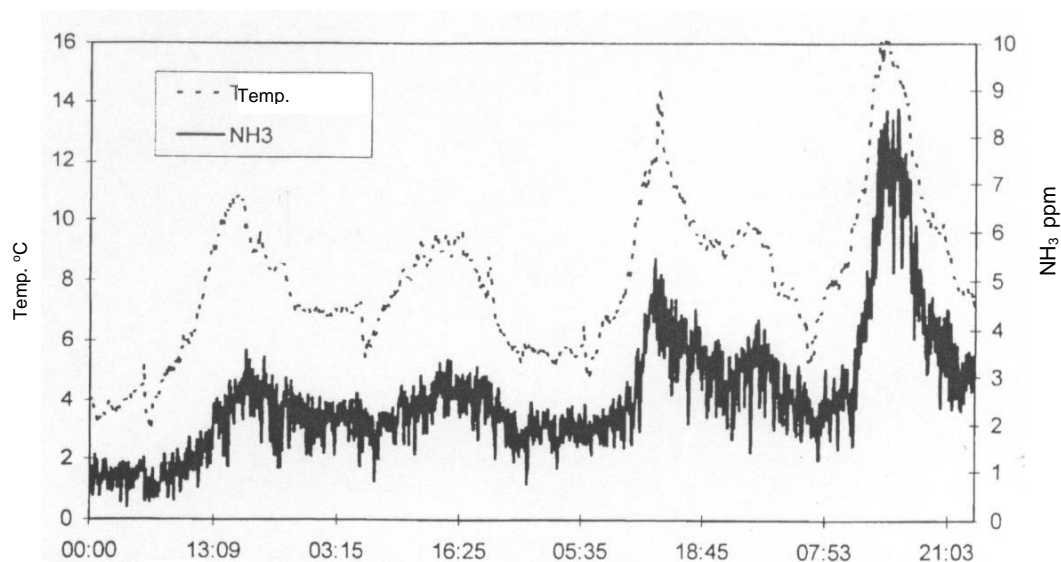
Zanieczyszczenia gazowe powietrza. Obecność w pomieszczeniach inwentarskich szkodliwych gazów wynika przede wszystkim z procesów oddychania, rozkładu kału i moczu, a także wydzielania substancji lotnych z zadawanych pasz. Spośród wielu zanieczyszczeń gazowych podstawowe znaczenie mają dwutlenek węgla (CO_2), siarkowodór (H_2S) i amoniak (NH_3), z uwagi na ich dużą koncentrację i ogromną szkodliwość.

Głównym źródłem CO_2 wewnątrz budynku jest wydychane przez zwierzęta powietrze. Powstaje on również w niewielkich ilościach podczas gnicia odchodów i pasz. Ocenia się, że w pomieszczeniu inwentarskim stężenie tego gazu może być kilka, a nawet kilkanaście razy wyższe niż w powietrzu atmosferycznym. Nadmierna ilość dwutlenku węgla wywołuje u zwierząt pogłębienie i przyspieszenie oddechu, zmniejszony apetyt i apatię. Konsekwencją tych zaburzeń jest obniżenie mleczności u krów, spadek zawartości lipidów w mleku oraz słaby przyrost u młodzięży.

Siarkowodór powstaje podczas rozkładu materii organicznej (białek zawierających aminokwasy siarkowe) w warunkach beztlenowych. Jest to bardzo toksyczny gaz, wywierający negatywny wpływ na zwierzęta nawet w małych stężeniach. Podrażnia błony śluzowe, wywołując stany zapalne spojówek, dróg oddechowych i układu pokarmowego, a także przyczynia się do obniżenia odporności i wystąpienia nieodwracalnych zmian we krwi.

Amoniak jest produktem rozkładu białka zawartego w odchodach zwierzęcych. Podwyższone stężenia tego gazu niekorzystnie wpływa na ogólną kondycję zwierząt i ich wydajność. Amoniak podobnie jak siarkowodór powoduje podrażnienie błon śluzowych i obniżenie odporności immunologicznej, a także pojawienie się bólu kończyn i problemów z oddychaniem, które nierzadko związane są z obecnością krwawych wylewów do tchawicy i oskrzeli oraz obrzękiem płuc.

W pomieszczeniach inwentarskich obserwuje się wzrost stężenia tego gazu wraz ze wzrostem temperatury powietrza.



Rys. 6. Wpływ temperatury powietrza na stężenie amoniaku (Capdeville 1995)

Obok tych zanieczyszczeń w pomieszczeniu inwentarskim znajdują się także inne gazy kłoczące takie jak: metan, indol, fenol, skatol, merkaptan i in. Nie poświęca się im jednak wiele uwagi ze względu na ich niewielką koncentrację i małą szkodliwość dla organizmu zwierząt.

4.6.1 OPIS PRZYKŁADOWEGO GOSPODARSTWA ORAZ BUDYNKU INWENTARSKIEGO STANOWIĄCEGO PRZEDMIOT BADAŃ (OBSZAR 2)

Gospodarstwo jest położone na terenie województwa podlaskiego. Obszar gospodarstwa wynosi 65 ha w tym 20 ha dzierżawa. W oborze przeznaczonej na 75 DJP była są utrzymywane krowy mleczne rasy ph-f, natomiast zwierzęta młodsze, tj. jałówki i byczki są utrzymywane w osobnym budynku. Obora dla krów została specjalnie zaprojektowana i wybudowana pod robota udojowego. Średnia roczna wydajność mleczna stada wynosi 9500 litrów mleka klasy ekstra. Mleko jest oddawane do OSM Piątnica.

SYSTEM CHOWU I SYSTEM UTRZYMANIA W OBORZE

System utrzymania

Jest to obora boksowa, bezściółkowa. Utrzymanie na materacach z elastycznej gumy. W korytarzach gnojowo-spacerowych oraz na obszarze paszowym i sektorze robota udojowego są podłogi szczelinowe (ruszty). Gnojowica składowana jest pod podłogą w kanałach, a nadmiar jest usuwany do zbiornika na zewnątrz częściowo zagłębionego. Przejezdny korytarz paszowy oddziela sektor krów mlecznych od sektora dla krów zasuszonych oraz jałówek

starszych. Krowy mleczne wypoczywają w boksach na materacach z elastycznej gumy. Krowy zasuszone przebywają na podłodze szczelinowej bez wydzielonych boksów, co jest błędem jednakże łatwo można wprowadzić boksy. Odchody w postaci kału i moczu są przydeptywane do głębokich kanałów. W oborze wydzielono sektor dla krów odseparowanych, m.in. z powodu podejrzeń o choroby.

Obora jest trzyczędowa, z jednym rzędem boksów przyległych, jednym przyściennym, z asymetrycznym korytarzem paszowym. Konstrukcja nośna dachu jest stalowa, słupy stalowe, ściany wykonano z bloczków gazobetonowych na zaprawie wapienno cementowej.

W oborze znajdują się trzy automatyczne czochradła służące do wyczesywania skóry bydła o masażu o mocy 0,12 kW każde. Do korekcji racic służy dekornizator elektryczny o mocy 0.25 kW. Obora jest malowana wewnątrz co 4 lata oraz dezynfekowana 1 raz w roku.

Tabela 5 przedstawia kartę technologiczną dla 4 zabiegów technologicznych w oborze, natomiast tabela 6 przedstawia wielkości nakładów robocizny, energii elektrycznej, mechanicznej, zużycie oleju napędowego.



A - boks legowiskowy



B - Widok robota udojowego w gospodarstwie



C - widok ogólny obory w gospodarstwie



D - robot podgarniający paszę

Rys. 7. Elementy technologiczne przykładowej badanej obory

Tabela 5. Karta technologiczna dla zabiegów I, II i III i IV w przykładowej oborze boksowej bezściółkowej (praca nr 07)

Lp.	Rodzaj czynności	Sposób wykonania pracy	Termin wykonania pracy	Czas wykonania dobowy [min.]	Nazwa oraz liczba potrzebnych maszyn i urządzeń	Symbol maszyny	nominalna moc maszyny [kW]	Liczba osób obsługi	Nakłady energii	Nakłady robocizny		
									kWh · DJP ⁻¹ · rok ⁻¹	rbh · DJP ⁻¹ · rok ⁻¹		
Zabieg I - dój i wstępna obróbka mleka												
1.	przygotowanie do doju	automatyczny	2,5 raza na dzień/krowę	20	robot udojowy	DeLaval VMS	n.d.	0	164,006	4,87		
2.	dój	automatyczny	2,5 raza na dzień/krowę	60	pompa próżniowa	-	2,2	0				
					pompa mleczna		0,55					
3.	higiena po udoju (diping)	automatyczny	2,5 raza na dzień/1krowę	0	robot udojowy	DeLaval VMS	-	0				
4.	mycie aparatów udojowych i rurociągu mlecznego	automatyczny	2,5 raza na dzień/krowę	0	robot udojowy	DeLaval VMS	-	1				
5.	schładzanie mleka	automatyczny	-	10	schładzarka z odzyskiem ciepła		agregat 6,0	1			40,198	0,81
6.	mycie zbiornika na mleko	automatyczny	-	15	myjnia automatyczna	-	-	0				0
7.	podgrzewanie wody	automatyczny	-	60	podgrzewacz	podgrzewacz 120dm ³	2,0	0	4,866	0		

Lp.	Rodzaj czynności	Sposób wykonania pracy	Termin wykonania pracy	Czas wykonania dobowy [min.]	Nazwa oraz liczba potrzebnych maszyn i urządzeń	Symbol maszyny	nominalna moc maszyny [kW]	Liczba osób obsługi	Nakłady	
									energii kWh · DJP ⁻¹ · rok ⁻¹	Nakłady robocizny rbh · DJP ⁻¹ · rok ⁻¹
8.	zarządzanie dojem – obsługa oprogramowania	umysłowe	2 razy dziennie	30	program komputerowy	program komputerowy	0,16	1	29,2	2,43
Zabieg II – przygotowanie i zadawanie pasz										
8.	załadunek pasz objętościowych	zmechanizowany	1 raz dziennie	16,5	ciągnik +ładowacz	SAME Roller 450	74	1	89,4	1,209
9.	załadunek pasz treściwych	zmechanizowany	1 raz dziennie	5	ciągnik +ładowacz	SAME + TUR-6	74	1	27,118	0,3664
10.	mieszanie pasz (objętościowe +treściwe)	zmechanizowany	1 raz dziennie	20	ciągnik +wóz paszowy	SAME 123 KM + SEKO 11 m ³	90	1	131,927	0,146
11.	transport pasz wymieszanych	zmechanizowany	1 raz dziennie	4	ciągnik +wóz paszowy	ciągnik SAME + SEKO 11 m ³	90	1	26,385	0,293

Lp.	Rodzaj czynności	Sposób wykonania pracy	Termin wykonania pracy	Czas wykonania dobowy [min.]	Nazwa oraz liczba potrzebnych maszyn i urządzeń	Symbol maszyny	nominalna moc maszyny [kW]	Liczba osób obsługi	Nakłady energii	Nakłady robocizny
									kWh · DJP ⁻¹ · rok ⁻¹	rbh · DJP ⁻¹ · rok ⁻¹
11.	zadawanie zmieszanych pasz	zmechanizowany	1 raz dziennie	26	wóz paszowy + ciągnik	SAME+ SEKO 11 m ³	90	1	189,8	0,316
12.	transport pasz treściwych do silosów	zmechanizowany	3 razy w miesiącu	4,28	ciągnik + ładowacz	ciągnik + ładowacz, silosy PRO AGRO PMR 8 i 10m ³	74	1	23,213	0,314
13.	pojenie	automatyczny	ciągłe	-	-	poidla komorowe	-	-	-	0
14.	podgarnianie paszy	automatyczny	-	50	robot podgarniający pasze	LELY JUNO	3,67	n.d.	13,234	0
Zabieg III – usuwanie i magazynowanie nawozów naturalnych										
13.	czyszczenie podłóg szczelinowych	automatyczny	6 razy dziennie	180	robot do czyszczenia	DeLaval RS250	0,165	0	2,176	n.d.
14.	mieszanie gnojowicy	zmechanizowany	3 razy w roku	5,753	ciągnik+mieszadło	John Deer	87	1	36,686	0,421
15.	przepompowanie gnojowicy z kanałów	zmechanizowany	3 razy w roku	12,82	ciągnik + wóz z pompą	SAME wóz asenizacyjny 12700 dm ³	74	1	76,94	1,03

Lp.	Rodzaj czynności	Sposób wykonania pracy	Termin wykonania pracy	Czas wykonania dobowy [min.]	Nazwa oraz liczba potrzebnych maszyn i urządzeń	Symbol maszyny	nominalna moc maszyny [kW]	Liczba osób obsługi	Nakłady energii	Nakłady robocizny
									kWh · DJP ⁻¹ · rok ⁻¹	rbh · DJP ⁻¹ · rok ⁻¹
Zabieg IV – prace różne, w tym pielęgnacyjne, konserwacja maszyn i urządzeń i porządkowanie										
16.	pielęgnacja-czyszczenie zwierząt	automatyczny	n.d.	n.d.	czochradła aktywne	2 czochradła	0,12	0	0,0149	n.d.
17.	zabiegi pielęgnacyjne i weterynaryjne	zmechanizowany	1 raz w roku	60	elektryczny dekornizator	-	0,25	1	0,25	1
18.	dezynfekcja, czyszczenie	zmechanizowany	1 raz w roku	0,328	myjka wysokociśnieniowa	typu Karcher	2,7	1	4,869	2,294
19.	utrzymanie czystości	ręczny	1 raz dziennie	25	szczotka	szczotka	0	1	0	2,02

Tabela 6. Wartości technologiczne charakteryzujące badaną oborę (według pracy nr 07)

Nazwa obiektu	y ₁	y _{1a}	y _{1b}	y _{1c}	y ₂	y _{2a}	y _{2b}	y _{2c}	y _{2d}	y _{3a}	y _{3b}	y ₄	y ₅	y ₆	y _{6a}	y _{6b}	y ₇	y _{7a}	y _{7b}
Obora wolnostanowiskowa bezściółkowa boksowa	12,114	8,11	2,644	1,36	258,813	238,27	13,234	2,176	5,133	0	0	0	14,76	476,748	487,843	0	69,507	57,246	12,261

gdzie:

y₁ – jednostkowe roczne nakłady robocizny na zabiegi produkcyjne [rbh⁻¹·rok⁻¹·DJP⁻¹]y_{1a} – jednostkowe roczne nakłady robocizny na dój i wstępną obróbkę mleka [rbh⁻¹·rok⁻¹·DJP⁻¹]y_{1b} – jednostkowe roczne nakłady robocizny na przygotowanie i zadawanie pasz [rbh⁻¹·rok⁻¹·DJP⁻¹]y_{1c} – jednostkowe roczne nakłady robocizny na usuwanie i magazynowanie nawozów naturalnych [rbh⁻¹·rok⁻¹·DJP⁻¹]y_{2a} – jednostkowe roczne nakł. energii elektrycznej na dój i wstępną obróbkę mleka [kWh·rok⁻¹·DJP⁻¹]y_{2b} – jednostkowe roczne nakł. energii elektrycznej na przygotowanie i zadawanie pasz [kWh·rok⁻¹·DJP⁻¹]y_{2c} – jednostkowe roczne nakł. energii elektrycznej na usuwanie i magazynowanie nawozów naturalnych [kWh·rok⁻¹·DJP⁻¹]y_{2d} – jednostkowe roczne nakł. energii elektrycznej na prace różne [kWh·rok⁻¹·DJP⁻¹]y_{3a} – jednostkowe roczne nakłady energii elektrycznej ze źródeł OZE na zabieg I [kWh·rok⁻¹·DJP⁻¹]y_{3b} – jednostkowe roczne nakłady energii elektrycznej ze źródeł OZE na zabieg II [kWh·rok⁻¹·DJP⁻¹]y_{3c} – jednostkowe roczne nakłady energii elektrycznej ze źródeł OZE na zabieg III [kWh·rok⁻¹·DJP⁻¹]y₄ – jednostkowe roczne nakłady energii elektrycznej na wentylację [kWh·rok⁻¹·DJP⁻¹]

y_5 – jednostkowe roczne nakłady energii elektrycznej na oświetlenie [$\text{kWh} \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$]

y_6 – jednostkowe roczne nakłady energii mechanicznej na zabiegi produkcyjne [$\text{kWh} \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$]

y_{6a} – jednostkowe roczne nakłady energii mechanicznej na zabieg II [$\text{kWh} \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$]

y_{6b} – jednostkowe roczne nakłady energii mechanicznej na zabieg III [$\text{kWh} \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$]

y_7 – jednostkowe roczne zużycie paliw płynnych na poszczególne zabiegi [$\text{dm}^3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$]

y_{7a} – jednostkowe roczne zużycie paliw płynnych na zabieg II [$\text{dm}^3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$]

y_{7b} – jednostkowe roczne zużycie paliw płynnych na zabieg III [$\text{dm}^3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$]

4.6.2 OKREŚLENIE JEDNOSTKOWYCH KOSZTÓW EKSPLOATACJI

W tabeli 7 przedstawiono wartości zmiennych ekonomicznych, a w tabeli 8 koszty eksploatacji maszyn i urządzeń w poszczególnych zabiegach technologicznych oraz koszty eksploatacji budynku przykładowej obory według publikacji 07.

Tabela 7. Wartości ekonomiczne badanego obiektu obory wolnostanowiskowej bezściółkowej dla 75 DJP

Nazwa obiektu	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8	z_9	z_{10}	z_{11}	z_{12}	z_{13}	z_{14}	z_{15}
obora wolnostanowiskowa boksowa bezściółkowa	5084,46	230,0	5492,17	6112,29	1632,53	152,05	91,10	5,29	0,87	2,053	42,67	121,65	39,66	20,4	49,41

gdzie:

z_1 – jednostkowy koszt inwestycyjny obiektu (budynku z wyposażenia) [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1}$],

z_2 – jednostkowy koszt ubezpieczenia obiektu (budynku) [$\text{zł} \cdot \text{rok}^{-1}$],

z_3 – koszty maszyn i urządzeń do mechanizacji zabiegu I [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1}$],

z_4 – koszty maszyn i urządzeń do mechanizacji zabiegu II [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1}$],

z_5 – koszty maszyn i urządzeń do mechanizacji zabiegu III [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1}$],

z_6 – koszty maszyn i urządzeń do mechanizacji zabiegu III [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1}$],

z_7 – koszty maszyn i urządzeń do mechanizacji zabiegu III [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1}$],

z_8 - z_{10} – jednostkowy koszt energii elektrycznej z zabiegów [$\text{zł} \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$]

z_{11} – koszt ubezpieczenia maszyn do mechanizacji zabiegu II [$\text{zł} \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$],

z_{12} – koszt robocizny w zabiegu doju (I) [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$]

z_{13} – koszt robocizny w zabiegu żywienia (II) [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$]

z_{14} – koszt robocizny w zabiegu usuwanie i magazynowanie nawozu (III) [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$]

z_{15} – koszt robocizny w zabiegu prace różne (IV) [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$]

Tabela 8. Jednostkowe roczne koszty eksploatacji budynku i wyposażenia technicznego w badanej oborze [$\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$]

Nazwa obiektu	k_{e1}	k_{e2}	k_{e3}	k_{e4}	k_{eb}	k_e	$k_{e'}$
wolnostanowiskowa boksowa bezciosłkowa	1285,78	2251,47	418,65	0,36	369,26	4325,52	0,34

gdzie:

k_{e1} – jednostkowe koszty eksploatacji maszyn i urządzeń w zabiegu I [$\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$],

k_{e2} – jednostkowe koszty eksploatacji maszyn i urządzeń w zabiegu II, [$\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$]

k_{e3} – jednostkowe koszty eksploatacji maszyn i urządzeń w zabiegu III, [$\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$]

k_{e4} – koszty eksploatacji maszyn i urządzeń w zabiegu IV, [$\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$]

k_{eb} – koszty eksploatacji budynku, [$\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$]

$k_e, k_{e'}$ – łączne koszty eksploatacji budynku obory z wyposażeniem oraz maszyn i urządzeń do mechanizacji wszystkich zabiegów I-IV; odpowiednio [$\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$], [$\text{zł}\cdot\text{dm}^{-3}\text{mleka}\cdot\text{DJP}$]

4.6.3 PODSUMOWANIE WYNIKÓW BADAŃ PRZYKŁADOWEJ OBORY I WNIOSKI

Przedstawione wyniki badań obory wolnostanowiskowej bezciosłkowej dla 75 DJP krów pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

- Zbadane rozwiązanie technologiczno – funkcjonalne obory zapewnia odpowiednie warunki środowiskowe dla zwierząt, tj. wystarczającą przestrzeń dla zwierząt i wyposażenia do mechanizacji i automatyzacji zabiegów produkcyjnych; funkcjonalność, tj. właściwe wzajemne umiejscowienie elementów technologicznych, sprawną wentylację oraz oświetlenie. Dzięki sterowanym systemom wentylacyjnym zapewnione są następujące warunki mikroklimatyczne:
 - średnia temperatura powietrza poniżej 22°C przy wilgotności względnej powietrza nie wyższej niż 80%.
 - średnie stężenie dwutlenku węgla nie przekraczające 1000 ppm, wobec normy 3000 ppm.
 - średnie stężenie amoniaku nie przekraczające 6 ppm wobec normy 20 ppm.
 - wymiana powietrza na poziomie $151,57\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$ w okresie zimowym oraz $399,65\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$ w okresie letnim.
- W badanej oborze dzienne jednostkowe nakłady robocizny na wszystkie zabiegi technologiczne wynoszą $1,99\text{ rbmin}\cdot\text{doba}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$, co pozwala na kwalifikację do V poziomu mechanizacji.

3. Roczne jednostkowe nakłady energii elektrycznej i mechanicznej wynoszą 726 kWh·rok⁻¹·DJP⁻¹. Nakłady energii elektrycznej ze źródeł konwencjonalnych można zmniejszyć poprzez zastosowanie np. odzysku ciepła z mleka, paneli fotowoltaicznych, produkcji biogazu
4. Jednostkowe koszty inwestycyjne wynoszą 27 000 zł·DJP⁻¹.
5. Roczne jednostkowe koszty eksploatacji budynku oraz maszyn i urządzeń do mechanizacji i robotyzacji zabiegów technologicznych wynoszą 4325,52 [zł·rok⁻¹·DJP⁻¹] oraz 0,34 [zł·dm³] mleka.

Praca nr 08:

Badania efektywności procesu przygotowywania pasz treściwych i objętościowych gospodarstw rodzinnych i farmerskich specjalizujących się w produkcji mleka przedstawiono w publikacji: **Borusiewicz A., Sysuev V.A., Saviennyh P. A., Romaniuk W., Majchrzak M., Gorbunow I.** 2017. Технологии приготовления концентрированных и объемных кормов в крестьянско-фермерских хозяйствах России и Польши (Technologia przygotowania pasz treściwych i objętościowych w gospodarstwach rodzinnych i farmerskich w Rosji i w Polsce). Wydanie II. Monografia, ISBN 978-83-945206-8-7, Łomża, ss. 147. (25 punktów)

Głównym celem niniejszej pracy jest analiza przygotowania i zadawania pasz treściwych i objętościowych. Zakres prac obejmuje wyniki badań eksploatacyjnych zabiegu (II) przygotowania i zadawania pasz w przykładowej oborze w gospodarstwie farmerskim.

Wzrost wydajności mlecznej krów, który nastąpił w ostatnich 35 latach, aż w 80% osiągnięto dzięki poprawie i racjonalizacji żywienia, a jedynie w 20% w wyniku doskonalenia cech genetycznych (Krzyżewski, Reklewski 1997). Troska hodowcy i producenta powinna zmierzać w kierunku zachowania właściwej równowagi między potencjałem genetycznym zwierzęcia a racjonalnym żywieniem, które należy mu zapewnić, aby uzyskać dobre efekty produkcyjne i zdrowotne. Racjonalne żywienie powinno odpowiadać następującym wymaganiom (Romaniuk i in. 2011b):

- skarmiane pasze powinny w pełni pokrywać zapotrzebowanie zwierząt na składniki energetyczne, białko, witaminy i sole mineralne;
- pasze, zdawane w odpowiedniej ilości, powinny charakteryzować się dobrą jakością, odpowiadającą przyjętym standardom;

- stosowany sposób żywienia powinien gwarantować prawidłowy przebieg procesów rozrodczych oraz dobry stan zdrowia zwierząt, które są podstawowymi czynnikami sprzyjającymi długowieczności i decydującymi o efektach ekonomicznych produkcji;
- pasze dla bydła mlecznego powinny być skarmiane w postaci mieszanki pełnoporcjowej (np. TMR), zmiksowanej w wozie paszowym mieszającym pasze objętościowe, treściwe i mineralne;
- skarmiane pasze powinny być możliwie tanie, gdyż ich koszt w zależności od kierunku produkcji stanowi 50–70% wszystkich ponoszonych kosztów, związanych z uzyskaniem produktów w chowie bydła;
- produkcja pasz powinna charakteryzować się wysoką efektywnością, mierzoną ilością uzyskiwanych składników pokarmowych z jednostki powierzchni, która systematycznie zmniejsza się; pasze dla zwierząt w coraz większym stopniu konkurują z produkcją pokarmów roślinnych przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji dla człowieka;
- rodzaj produkowanych pasz powinien umożliwić zastosowanie pełnej mechanizacji w uprawie roślin oraz podczas ich sprzętu, konserwacji, przechowywania i skarmiania;
- pasze powinny charakteryzować się dobrą strawnością i wysokim stopniem wykorzystania zawartych w nich składników pokarmowych, tak aby ilość uzyskiwanych odchodów była mniejsza, zwłaszcza w warunkach większej koncentracji zwierząt, mogą bowiem występować kłopoty z utylizacją odchodów, w świetle wciąż zaostrzających się przepisów ochrony środowiska naturalnego.

Zabieg ten wiąże się z całą działalnością gospodarstwa rolnego (produkcja roślinna skoordynowana z produkcją zwierzęcą w aspekcie paszowym) i składa się z dwóch zakresów – organizacyjnego i technologicznego.

Działalność w zakresie programu organizacyjnego to:

- ustalenie zasad nowoczesnego i racjonalnego żywienia z podziałem na okresy żywienia zimowego i letniego;
- ustalenie potrzeb paszowych na podstawie własnych zasobów pasz gospodarskich objętościowych i treściwych (preliminarz paszowy).

Działalność w zakresie programu technologicznego to:

- przygotowanie pasz własnych (zbiór, konserwacja, przechowywanie, uzdatnianie, rozdrabnianie i mieszanie);
- rozdział i zadawanie pasz dla bydła;
- pojenie zwierząt;

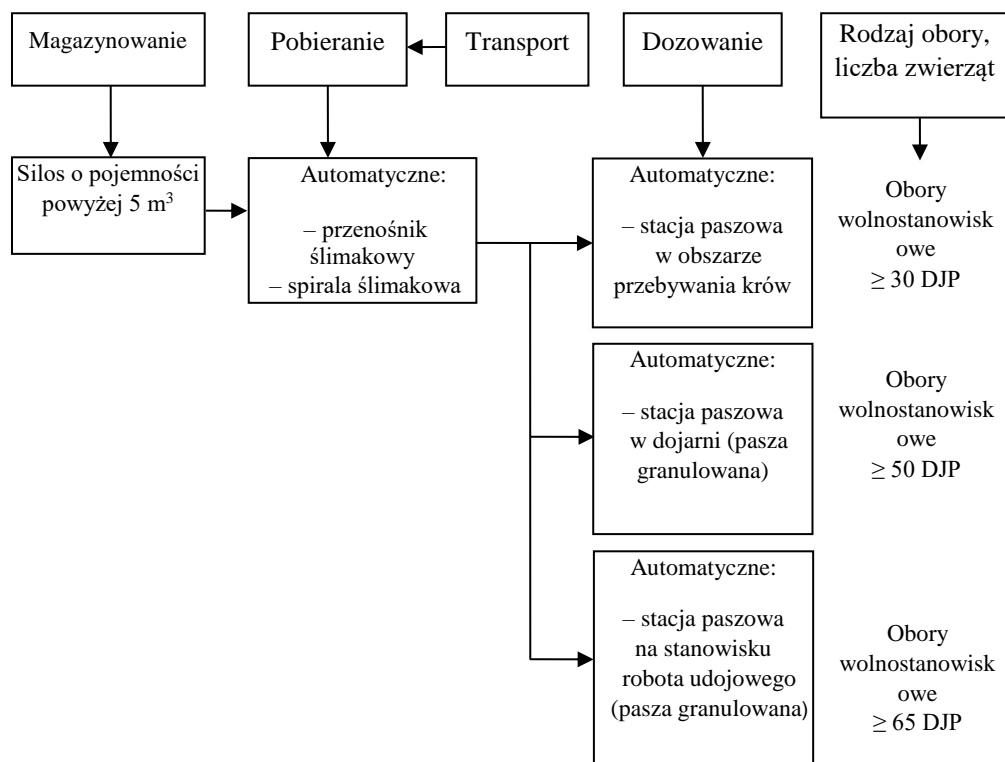
– pastwiskowanie w okresie letnim.

4.6.4 BADANIA EKSPLOATACYJNE ZABIEGU PRZYGOTOWANIA I ZADAWANIA PASZ (ZABIEG 2) W PRZYKŁADOWEJ OBORZE NA PODSTAWIE PRACY 08

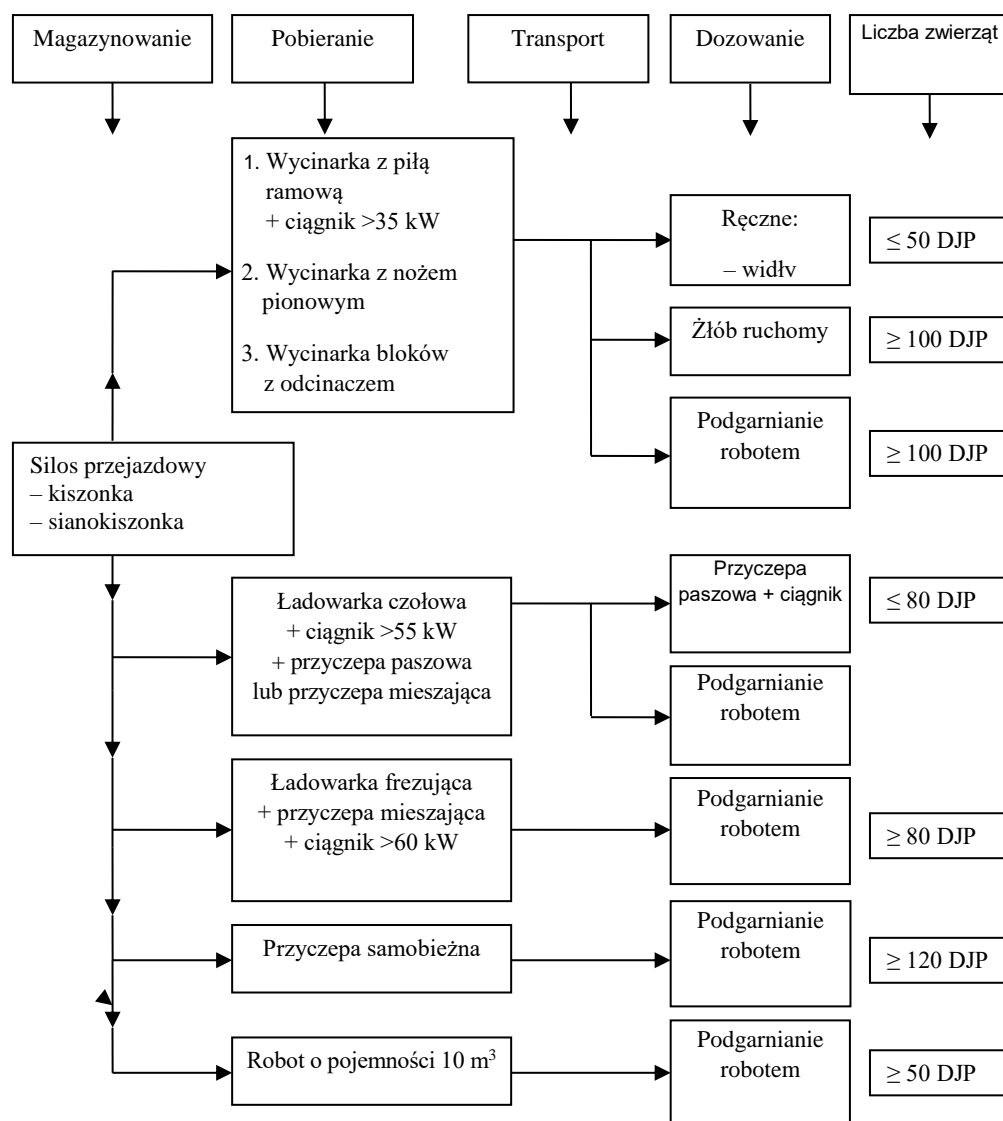
Dobre pasze i właściwe ich przygotowanie mają decydujący wpływ na efektywność chowu zwierząt. Jakość wyprodukowanego mleka lub mięsa jest uzależniona od jakości i rodzaju paszy.

- Wybór obór do badań w celu określenia podstawowych parametrów technologicznych i eksploatacyjnych zabiegu 2 dokonano na podstawie następujących kryteriów: obsada od 38 do 170 DJP;
- wyposażone w automatyzację żywienia (robot paszowy sterowany komputerowo lub wóz paszowy mieszający, roboty do podgarniania paszy itp.);
- minimum IV poziom mechanizacji prac podczas przygotowania i zadawania pasz.

Zabieg przygotowania i zadawania pasz treściwych i objętościowych w poszczególnych wybranych oborach stanowiskowych i wolnostanowiskowych realizowano według poniższych schematów (rys. 8 i 9).



Rys. 8. Schemat zabiegu przygotowania i zadawania paszy treściwej (opracowanie własne)



Rys. 9. Schemat zabiegu przygotowania i zadawania paszy objętościowej w badanych oborach (opracowanie własne)

Identyfikacja elementów charakteryzujących badany obiekt

Wartości wskaźników technologicznych badanych obór w odniesieniu do zabiegów technologicznych można wyrazić za pomocą:

- dziennych jednostkowych nakładów robocizny [$\text{rbmin} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$];
- jednostkowych nakładów energii elektrycznej [$\text{kWh} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$];
- jednostkowych nakładów energii mechanicznej [$\text{kWh} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$] lub [$\text{KMh} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$].

Wartości wskaźników ekonomicznych badanych obór można wyrazić za pomocą:

- kosztów maszyn i urządzeń do mechanizacji [$\text{zł} \cdot \text{DJP}^{-1}$];
- jednostkowych kosztów energii elektrycznej [$\text{zł} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$] lub [$\text{kWh} \cdot C_{\text{kWh}} \cdot \text{DJP}^{-1}$];
- kosztów energii mechanicznej [$\text{KMh} \cdot C_{\text{KMh}} \cdot \text{DJP}^{-1}$] lub [$\text{zł} \cdot \text{doba}^{-1} \cdot \text{DJP}^{-1}$];

- kosztów ubezpieczenia maszyn [$\text{zł}\cdot\text{rok}^{-1}\cdot\text{DJP}^{-1}$];
- kosztów robocizny [$\text{zł}\cdot\text{DJP}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$].

Na podstawie analizy literatury i wstępnych badań dokonano porównania między wozami paszowymi a robotami w zakresie czasu wymieszania i zadawania pasz oraz nakładów robocizny.

Obliczono koszty eksploatacji linii przygotowania i zadawania pasz, oszacowano okres użytkowania, współczynnik kosztów napraw i zużycie paliwa dla maszyn rolniczych, biorących udział w przygotowaniu i zadawaniu pasz.

Sposób szczegółowy określania wskaźników ekonomiczno-technicznych przedstawiono w metodyce pracy rozdział 4.4.2.

Wyniki badań przykładowej obory (praca nr 08)

W gospodarstwie znajduje się obora wolnostanowiskowa z podłogą szczelinową dla 143 krów mlecznych oraz 30 jałówek cielných. Boksy legowiskowe dla krów dojnych znajdują się wzdłuż jednej ściany oraz w dwóch rzędach przyległych. W oborze jest jeden korytarz paszowy o szerokości 550 cm (rys. 10).



Rys. 10. Obora wolnostanowiskowa dla krów mlecznych w badanym gospodarstwie

Na terenie gospodarstwa znajdują się dwa silosy „Michał” na paszę treściwą o pojemności: 14 i 8 t. W okresie letnim i zimowym zwierzęta otrzymują jednakową paszę jeden raz dziennie, tj. kukurydzę, sianokiszonki z traw i lucerny, kiszone młóto browarniane oraz słoma z ozimej pszenicy i żyta. Poza tym krowy otrzymują pasze treściwe TMR (śruta sojowa i zboże), zadawane za pomocą wozu paszowego RMH 14 m³ w ilości ok. 26 m³ na dobę.

Porządek na korytarzu paszowym utrzymywany jest za pomocą robota do podgarniania pasz Lely Juno 150, poruszającego się wzdłuż korytarza paszowego średnio 14 razy na dobę. Jeden przejazd robota zajmuje ok. 15 min.

Poza tym, podczas doju, zwierzęta pobierają również z robota udojowego pasze treściwe z dodatkiem witamin oraz 21% białka.

Kiszonka z kukurydzy oraz kiszonka z traw i lucerny sporządzana jest w silosach ziemnych o łącznej objętości 2200 m³.

Do pojenia krów służą poidła jednokomorowe i miskowe.

Koszty maszyn i urządzeń zestawiono w tabeli 9, a koszty ich eksploatacji przedstawiono w tabeli 10. Dzielne nakłady robocizny zestawiono w tabeli 11.

Tabela 9. Zestawienie maszyn i urządzeń do mechanizacji żywienia w gospodarstwie (opracowanie własne)

Maszyna lub urządzenie	Cena [zł·szt.⁻¹]	Liczba [szt.]	Cena razem [zł]
Ciągnik Same (95 KM) 2005 r. ¹⁾	129 150	1	129 150
Ładowarka JCB (80 KM) 2010 r.	221 400	1	221 400
Wóz paszowy RMH 14 m ³ 2010 r.	98 400	1	98 400
Robot Lely Juno 150	61 500	1	61 500
Wycinak do kiszonki	10 000	1	10 000
Poidła jednokomorowe Arntjen	625	4	2 500
Poidła miskowe	100	7	700
Drabina paszowa	18 450	kpl.	18 450
Silos „Michał” 20 m ³	10 000	1	10 000
Silos „Michał” 14 m ³	8 000	1	8 000
Razem wyposażenie [zł]			560 100
Przelicznik DJP stada w oborze			170
Koszt maszyn i urządzeń do żywienia w przeliczeniu na DJP [zł·DJP⁻¹]			3 294,70

¹⁾ Cena odpowiednika (nowego ciągnika)

Tabela 10. Zestawienie kosztów eksploatacji maszyn i urządzeń linii żywienia w gospodarstwie (opracowanie własne)

Wykorzystanie roczne W_r [h·rok ⁻¹]	Okres użytkowania [lata]	Koszty utrzymania $K_{utr.}$		Koszty użytkowania $K_{uż.}$ [zł·h ⁻¹]	Koszty eksploatacji K_e	
		[zł·rok ⁻¹]	[zł·h ⁻¹]		[zł·h ⁻¹]	[zł·rok ⁻¹]
Ciągnik Same (95 KM) 2005 r.						
600	20	10 332	17,22	46,78	64	38 403,75
Ładowarka JCB (80 KM) 2010 r.						
180	25	15 498	86,10	51,10	137,20	24 696
Wóz paszowy RMH 14 m ³ 2010 r.						
365	20	7 872	21,56	6,74	28,30	10 332
Robot Lely Juno 150						
1 277	15	5 945	4,66	0,96	5,62	7 175
Wycinak do kisonki						
120	20	800	6,67	2,29	8,96	1 075
Poidła jednokomorowe Arntjen						
1 500	12	283,33	0,19	0,03	0,22	325
Poidła miskowe						
1 500	12	79,34	0,05	0,008	0,06	91
Drabina paszowa						
3 000	20	1 476	0,49	0,03	0,52	1 568,25
Silos „Michał” 20 m ³						
4 000	15	966,67	0,24	0,20	0,44	1 758,34
Silos „Michał” 14 m ³						
4 000	15	773,34	0,19	0,18	0,38	1 511,67
Razem koszty eksploatacji [zł·rok⁻¹]						86936,01
Przelicznik DJP stada w oborze						170
Koszty eksploatacji maszyn i urządzeń do żywienia w przeliczeniu na 1 DJP [zł·DJP⁻¹]						511,39

Tabela 11. Dzielne nakłady robocizny na przygotowywanie i zadawanie pasz w gospodarstwie (opracowanie własne)

Czynność		Sposób wykonania maszyny i urządzenia	Liczba pracowników	Czas trwania czynności [min]	Nakłady robocizny [rbmin]
Okres zimowy i letni	wycinanie kiszonki	ciągnik Same z wycinakiem do kiszonki	1	20	20
	załadunek wozu paszowego	ładowarka JCB		30	30
	mieszanie i zadawanie pasz	ciągnik Same + wóz paszowy RMH 14 m ³		60	60
Razem okres zimowy i letni			1	110	110

Podsumowanie i wnioski

W wyżej wymienionym opracowaniu (08) przedstawiono podstawowe dane wyjściowe do produkcji pasz treściwych i objętościowych w gospodarstwach rodzinnych i farmerskich oraz rozwiązania techniczne urządzeń do ich przygotowania umożliwiając wybór rozwiązań dostosowanych do potrzeb profilu ekonomicznego gospodarstwa ze względu na uwarunkowania ekonomiczne i kierunek produkcji. Przedstawione propozycje były przedmiotem badań rozwiązań obór specjalizujących się w produkcji mleka i mięsa wołowego w gospodarstwach rodzinnych. Wynikiem badań była ocena kosztów eksploatacji maszyn i urządzeń linii przygotowania i zadawania pasz w gospodarstwach o różnych systemach utrzymania bydła.

Badania wykazały, jak duże znaczenie na nakłady robocizny oraz koszty eksploatacji maszyn i urządzeń do przygotowania i zadawania pasz w oborach ma poziom mechanizacji. Na podstawie uzyskanych wyników sformułowano następujące wnioski:

- Badane obory (wolnostanowiskowe) zapewniają zwierzętom odpowiednie warunki utrzymania, ponieważ mają one zapewnioną swobodę przemieszczania się, dostęp do paszy i odpoczynku.
- Wszystkie obory spełniają wymagania odnośnie do dobrostanu zwierząt w zakresie technologii żywienia.
- Urządzenia do karmienia i pojenia zwierząt były tak zaprojektowane, by zminimalizować ryzyko zanieczyszczenia pokarmu i wody oraz szkodliwych skutków walki o pokarm i wodę między poszczególnymi zwierzętami. Zwierzęta miały zapewniony stały dostęp do wody pitnej. Urządzenia do karmienia i pojenia były w dobrym stanie technicznym.
- Materiały użyte do wykonania urządzeń były bezpieczne dla zwierząt.
- Zwierzęta otrzymywały pasze o dobrej jakości (jakość paszy, dawka), w odstępach czasu odpowiednich do potrzeb fizjologicznych zwierząt. Wszystkie zwierzęta miały dostęp do paszy (odpowiednia liczba stanowisk, długość żłobów, koryt).
- W badanych oborach paszę zadawano z użyciem wozów paszowych i podwieszanych robotów Pellon. Żywienie paszą w systemie TMR dostosowaną do potrzeb zwierząt lub PMR, umożliwia racjonalne żywienie i racjonalne wykorzystanie pasz treściwych.
- Wielokrotne w ciągu dnia zadawanie paszy treściwej w ściśle określonych dawkach za pomocą robotów podwieszanych Pellon powoduje znaczący przyrost mleczności.
- Koszty wyposażenia obór w maszyny i urządzenia do przygotowywania i zadawania pasz, w przeliczeniu na 1 DJP, były zróżnicowane i zawierały się w granicach od 3294,70 do 6112,29 zł·DJP⁻¹. Roczne koszty eksploatacji maszyn i urządzeń do przygotowywania i zadawania pasz, w przeliczeniu na 1 DJP, również były zróżnicowane i zawierały się w granicach od 511,39 do 823,17 zł·DJP⁻¹.
- Dienne nakłady robocizny na przygotowanie i zadawanie pasz mieściły się w przedziale od 71 do 110 rbmin.

Praca nr 09:

Badania dotyczące stosowania nowoczesnych technologii w produkcji mleka w zrównoważonym rozwoju produkcji zaprezentowano w publikacji: **Borusiewicz A., Mazur K.** 2017. Modern technologies of milk production in the scope of sustainability. Fresenius Environmental Bulletin, IF: 0,378, s. 5824-5832. (15 punktów)

Poziom zrównoważenia produkcji zwierzęcej zależy od zastosowania nowoczesnych systemów, które zapewniają wysoką produktywność i jakość mleka oraz mięsa, z możliwością robotyzacji prac, jednocześnie przy minimalizacji negatywnego wpływu na środowisko, zmniejszeniu zużycia energii konwencjonalnej poprzez zastosowanie Odnawialnych Źródeł Energii i zapewnieniu dobrostanu zwierząt.

Produkcja zwierzęca, w szczególności produkcja mleka jest źródłem znacznych ilości szkodliwych gazów takich jak dwutlenek węgla i amoniak. Głównym celem badań była wielokryterialna ocena obór wolnostanowiskowych dla krów mlecznych biorąc pod uwagę zrównoważenie produkcji. Badaniom poddano 12 obór wolnostanowiskowych, w tym boksowych ściółkowych i bezściółkowych oraz z głęboką ściółką, po cztery w danym systemie. Opracowana metodyka pozwoliła na ocenę technologiczno-funkcjonalną, ekonomiczną i środowiskową obór dla krów i elementów infrastruktury.

Schemat metodologii składał się z następujących etapów: etap 1- wybór obiektów do badań, etap 2 – charakterystyka badanych obiektów, etap 3 - identyfikacja kluczowych elementów charakteryzujących obiekty, które służą ocenie technicznej, technologicznej, jakościowej i ekonomicznej, etap 4 - określenie wyżej wymienionych. parametrów, 5 - model końcowej oceny i wyboru najlepszego, najodpowiedniejszego technologiczno- funkcjonalnego rozwiązania, etap 6 – zaprojektowanie przykładowych modeli.

Otrzymane wyniki badań 12 obór wolnostanowiskowych o zróżnicowanym sposobie mechanizacji zabiegów technologicznych pozwoliły na dokonanie wielokryterialnej oceny technicznej, technologicznej i ekonomicznej tych rozwiązań.

W tym celu określono zmienne decyzyjne charakteryzujące zabiegi produkcyjne oraz rozwiązania tych obór w produkcji mleka. Opracowano model oceny rozwiązań technologiczno – funkcjonalnych na podstawie funkcji celu jaką jest minimalny koszt eksploatacji technicznej obiektu.

Następnie wyznaczono najkorzystniejsze rozwiązania przy wyznaczonych ograniczeniach. Sporządzono charakterystyki budowlano-technologiczne obór, określono w wyniku badań nakłady robocizny, energii elektrycznej i mechanicznej, wyznaczono poziom mechanizacji prac zabiegów technologicznych, zmierzono parametry charakteryzujące mikroklimat w obiektach. Na podstawie wyników badań, oceny wielokryterialnej i wyznaczonych ograniczeń wynikających z potrzeb zrównoważonej produkcji wskazano najkorzystniejsze rozwiązania technologiczne badanych obiektów oraz przedstawiono propozycje rozwiązań modelowych.

W 9 badanych oborach były zainstalowane dojarnie typu „rybia ość”, były to rozwiązania o mniejszych kosztach inwestycyjnych oraz eksploatacyjnych w porównaniu do dojarni „tandem” i robotów AMS. Dzięki instalacji do odbioru ciepła ze schłodzonego mleka podgrzana woda jest wykorzystana do mycia instalacji dojarni lub robotów i zmniejsza się zapotrzebowanie na energię.

W strukturze kosztów inwestycyjnych w większości gospodarstw jednostkowe koszty inwestycyjne budynku były wyższe od kosztów inwestycyjnych maszyn i urządzeń do mechanizacji zabiegów, a wśród kosztów maszyn stwierdzono najwyższy udział kosztów inwestycyjnych maszyn i urządzeń do zabiegu przygotowania i zadawania pasz.

W dwóch oborach z robotami udojowymi oraz z robotem do podgarniania pasz i doczyszczania podłóg szczelinowych wystąpiły relatywnie niskie nakłady energii mechanicznej oraz wysokie nakłady energii elektrycznej na dój i wstępną obróbkę mleka. Koszty użytkowania maszyn i urządzeń do zabiegu doju i wstępnej obróbki mleka we wszystkich badanych oborach były wyższe niż koszty utrzymania. W oborach z robotami udojowymi (nr 9 i 10) koszty eksploatacji w zabiegu doju i wstępnej obróbki mleka były wyższe średnio o 91,71% w porównaniu z tradycyjnym system doju, co było efektem zarówno wyższych kosztów utrzymania (wysoki koszt inwestycyjny) jak i wysokich nakładów energii elektrycznej, wpływających na koszty użytkowania. Jednocześnie jednak najwyższe łączne jednostkowe koszty eksploatacji w odniesieniu do 1 dm³ mleka wystąpiły nie w oborach z robotami udojowymi, robotami do podgarniania pasz i doczyszczania podłóg szczelinowych, lecz z głęboką ściółką (nr 1 i 4) z dojarniami typu „rybia ość”.

Jednostkowe nakłady robocizny na zabiegi I, II, III i IV były najniższe w oborach bezściółkowych wyposażonych w roboty udojowe, roboty do podgarniania pasz oraz doczyszczania podłóg szczelinowych i wynosiły odpowiednio 0,78 rbmin·doba⁻¹·DJP⁻¹ i 1,93 rbmin·doba⁻¹·DJP⁻¹. W siedmiu oborach stwierdzono V poziom mechanizacji wynikający z wyposażenia w maszyny i urządzenia o nakładach dziennych jednostkowych robocizny poniżej 5 rbmin·DJP⁻¹·doba⁻¹, natomiast w pięciu IV poziom, w których jednostkowe nakłady robocizny nie przekraczały 10 rbmin·DJP⁻¹·doba⁻¹. W najmniej zmechanizowanym gospodarstwie wynosiły one 7,25 rbmin·doba·DJP⁻¹.

Jednostkowe nakłady inwestycyjne budynków oraz maszyn i urządzeń były najwyższe dla obory bezściółkowej boksowej z jednym robotem udojowym, robotem do podgarniania pasz oraz doczyszczania podłóg szczelinowych i wynosiły 26648,38 zł·DJP⁻¹. Najniższe jednostkowe koszty eksploatacji budynku obory wystąpiły w oborze boksowej z płytką ściółką,

dojarnią typu „rybia ość” 2x3, zgarniaczami hydraulicznymi nawozu i wynosiły 1589,17 zł·rok⁻¹·DJP⁻¹.

Jednocześnie koszty eksploatacji w odniesieniu do 1 DJP były najwyższe w oborach z głęboką ściółką.

Najkorzystniejszymi rozwiązaniami, spełniającymi wszystkie ograniczenia są dwie obory. Pierwsza to obora boksowa, ściółkowa z dojarnią typu tandem, zgarniaczami hydraulicznymi nawozu, z konstrukcją słupową budynku. W oborze tej jednostkowe koszty eksploatacji wynosiły 1710,98 zł·rok⁻¹·DJP⁻¹, przy nakładach inwestycyjnych 11556,69 zł·DJP⁻¹, nakładach energii elektrycznej 0,40 kWh·doba⁻¹·DJP⁻¹, energii mechanicznej 1,170 KMh·doba⁻¹·DJP⁻¹, robocizny 4,52 rbmin·doba⁻¹·DJP⁻¹ oraz średnim stężeniu dwutlenku węgla 941,7 ppm i amoniaku 4,5 ppm.

Drugą najkorzystniejszą jest obora boksowa, bezściółkowa z dojarnią typu „rybia ość” 2x5 z głębokimi kanałami gnojowicowymi, o konstrukcji budynku w postaci ram stalowych, gdzie jednostkowe koszty eksploatacji wynosiły 2088,85 zł·rok⁻¹·DJP⁻¹ przy nakładach inwestycyjnych 14992,86 zł·DJP⁻¹, nakładach energii elektrycznej 0,269 kWh·doba⁻¹·DJP⁻¹, energii mechanicznej 1,88 KMh·doba⁻¹·DJP⁻¹, robocizny 2,96 rbmin·doba⁻¹·DJP⁻¹ oraz średnim stężeniu dwutlenku węgla 1500,89 ppm i amoniaku 10,6 ppm.

Wyniki analizy wskazują, że obory z robotami udojowymi, do podgarniania pasz oraz doczyszczania rusztów, zwłaszcza o dużej obsadzie mogą być zalecane jako rozwiązania modelowe z punktu widzenia minimalizacji kosztów eksploatacji.

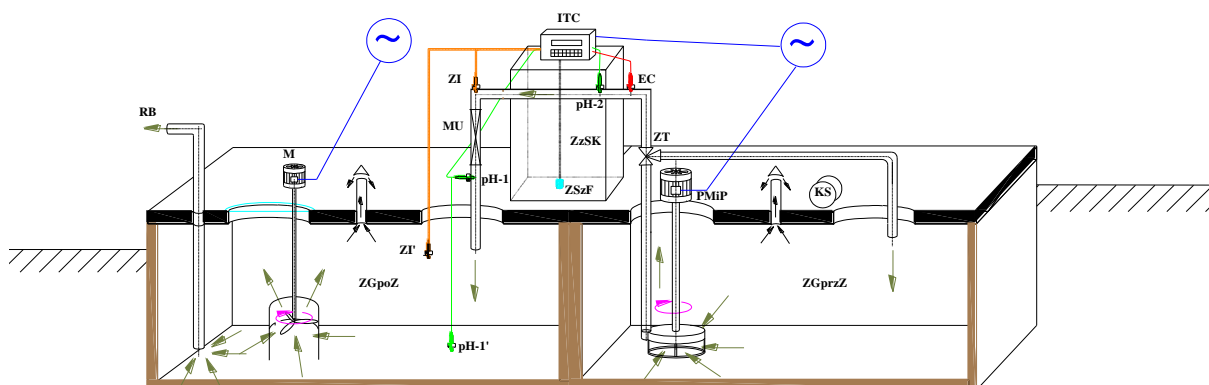
Parametry uzyskane z badań umożliwiły wybór najkorzystniejszego rozwiązań do zastosowania także w przyszłych projektach, które spełniają wymogi standardów, wliczając w to dobrostan, ochronę środowiska i minimalizację nakładów energii.

W oparciu o rezultaty badań zostały opracowane trzy rozwiązania technologiczno-funkcjonalne obór dla bydła. Pierwsza z propozycji jest dla obory boksowej z płytą ściółką. Drugi proponowany model to obora boksowa bezściółkowa rusztowa. Trzeci proponowane rozwiązanie to obora z głęboką ściółką. Wszystkie proponowane modele zapewniają właściwy mikroklimat poprzez odpowiednią konstrukcję dostosowanego systemu wentylacji. Również koszty inwestycyjne oraz planowane nakłady energetyczne mogą być na poziomie akceptowalnym przez inwestora dzięki automatyzacji i robotyzacji.

Praca nr 10:

Badania dotyczące zastosowania nowoczesnej technologii zakwaszania gnojowicy w celu zmniejszenia emisji amoniaku przedstawiono w publikacji: **Borusiewicz A.**, Barwicki J. 2017. Slurry management on family farms using acidification system to reduce ammonia emissions. Annual Set The Environment Protection, IF: 0,705, s. 423-438. (15 punktów)

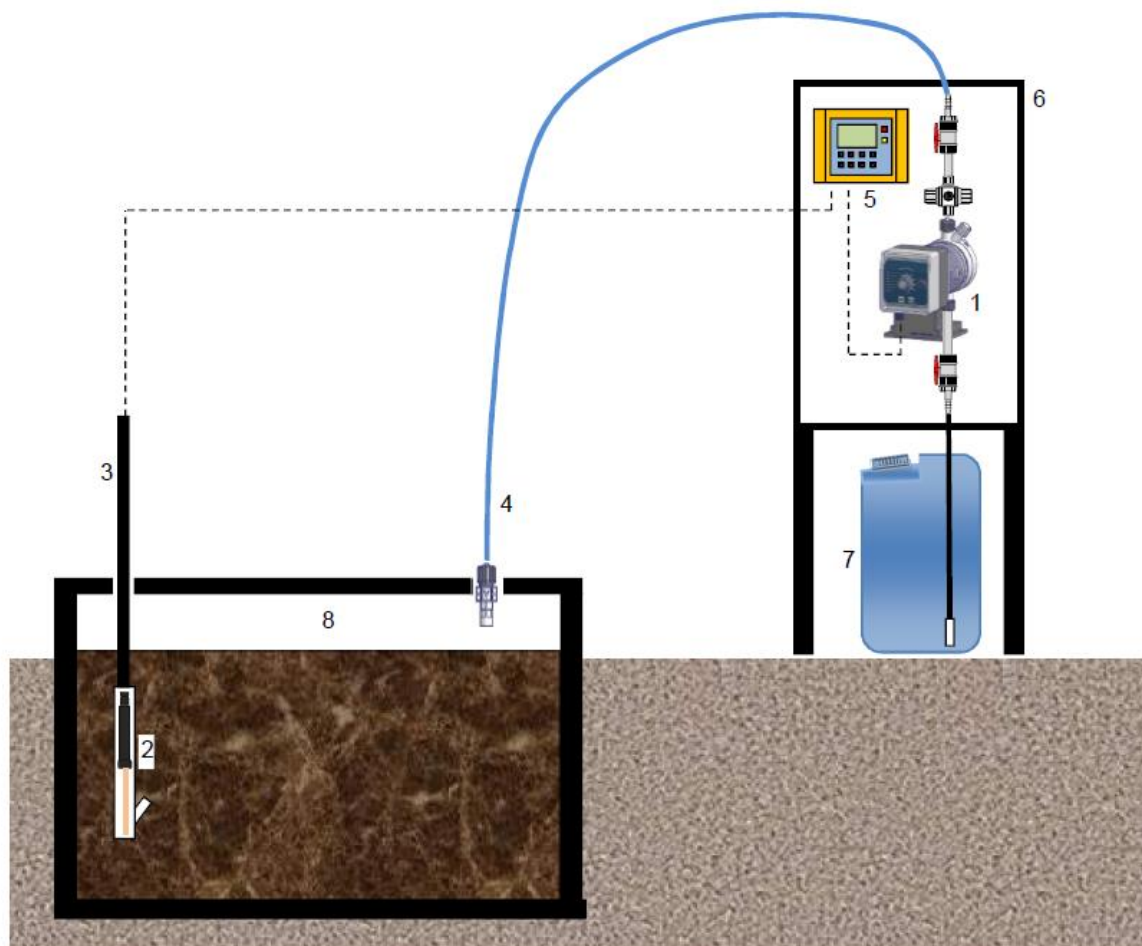
Większość bydła mlecznego i mięsnego utrzymywana jest w budynkach inwentarskich wyposażonych w podłogi szczelinowe co powoduje wysoką koncentrację gnojowicy i jest przyczyną emisji dużej ilości amoniaku. W badaniach przedstawiono wykorzystanie technologii systemu zakwaszenia gnojowicy w budynkach inwentarskich, zbiornikach lub bezpośrednio na polu. Oczywistym sposobem minimalizacji emisji amoniaku jest zmniejszenie pH gnojowicy poprzez dodawanie kwasów lub innych substancji, działających w podobny sposób. Metoda ta pozwala na zmniejszenie emisji amoniaku, co wpływa pozytywnie na elementy ochrony środowiska. Proces zakwaszania gnojowicy zmniejsza ilość strat azotu, zwiększa dostępność składników w nawozie co pozytywnie wpływa na ilość stosowanych nawozów w gospodarstwie a także produkcję biogazu w gospodarstwie.



Rys. 11. Przykładowy schemat przepompowywania gnojowicy do zbiornika z kwasem (opracowanie własne)

- ITC – pompa dozująca z pomiarem pH
- ZzSK – pojemnik z kwasem
- M – mikser
- PMiP – pompa
- ZT – zawór trójdrożny
- ZGprzZ – zbiornik ze świeżą gnojowicą
- ZGpoZ – zbiornik z zakwaszoną gnojowicą
- RB – rura opróżniająca zbiornik

Sposobem minimalizacji emisji amoniaku jest zmniejszenie pH gnojowicy poprzez dodawanie kwasu siarkowego lub innych substancji, działających w podobny sposób. Takie rozwiązania stosowane są np. w Danii, a jego skuteczność minimalizacji emisji NH_3 (Fangueiro i in. 2013; Fangueiro i in. 2014).



Rys. 12. Schemat elektronicznego systemu sterowania procesem zakiszenia gnojowicy (opracowanie własne na podstawie realizacji stanowiska badawczego przez firmę FAPO w ramach projektu INTERREG - Baltic Slurry Acidification)

- 1 – pompa AMSPLUS dozująca kwas
- 2 – sonda pH EPHL
- 3 – system kontroli przepływu PECAP-E
- 4 – przewód wtryskujący kwas z zaworem wylotowym
- 5 – urządzenie sterujące
- 6 – sterownia
- 7 – zbiornik z kwasem
- 8 – zbiornik z gnojowicą

Badania potwierdziły, że koncepcja zmniejszenia pH gnojowicy w celu uzyskania niższych strat azotu do atmosfery zależy od równowagi pomiędzy NH_4 i NH_3 . W trakcie badań

stwierdzono, że wiosną i jesienią istniały silne związki między emisjami NH_3 i szybkością wentylacji, mniejsze wystąpiły w okresie letnim, gdzie wskaźniki wentylacji były na ogół wysokie. Stwierdzono, że wkład z dna zbiornika do emisji NH_3 wynosił <50%. Nie zaobserwowano wpływu zastosowanej metody na emisję N_2O . Zakwaszenie zmniejsza emisje NH_3 przechowywanej gnojowicy do 10% w porównaniu z gnojowicą bez zakwaszenia, a emisja NH_3 w polu była mniejsza o 63%.

4.7 PODSUMOWANIE KOŃCOWE I WNIOSKI

Przedstawiony powyżej cykl publikacji powiązanych tematycznie z procesem technologicznym chowu bydła mlecznego stanowiących podstawę autoreferatu podkreślają konieczność uwzględnienia następujących czynników w projektowaniu i eksploatacji nowoczesnych obiektów:

- ekonomicznej produkcji, w tym minimalizacji kosztów eksploatacji przy uwzględnieniu niekonwencjonalnych źródeł energii kompatybilnych z elementami zasilania energią konwencjonalną;
- środowiskowe zastosowania zgodnie z wymogami ochrony środowiska ze standardami UE, w tym BAT, techniki i technologii do magazynowania i zagospodarowania nawozu naturalnego poprzez fermentację metanową i dalsze kompostowanie, ekologicznych systemów przygotowania i dystrybucji pasz objętościowych i treściwych;
- dobrostanu zwierząt poprzez zastosowanie komfortu zwierząt stosując kontrolowany system warunków środowiskowych, w tym mikroklimatu;
- społeczny poprzez zastosowanie wysokiego poziomu mechanizacji i automatyzacji zabiegów produkcyjnych i kształtowania mikroklimatu w obiektach i na zewnątrz.

Przeprowadzone badania wykazały, że nowoczesne rozwiązania technologiczne są coraz częściej stosowane w gospodarstwach rolnych specjalizujących się w produkcji mleka. Właściciele takich gospodarstw zauważają potrzebę posiadania oprogramowania specjalistycznego. Prawie połowa badanych uznała, że tego typu oprogramowanie jest niezbędne, ponieważ wykorzystują komputer do różnych prac związanych z zarządzaniem gospodarstwem rolnym, w tym produkcją mleka.

Zastosowanie nowoczesnych rozwiązań elementów technologicznych takich jak, zgarniaczy, czochradeł, robotów udojowych, robotów paszowych, robotów do zgarniania nawozów naturalnych, znacznie skraca czas pracy, przyczyniając się do zwiększenia wydajności pracy i minimalizacji pracochłonności. Nowoczesne systemy utrzymania zwierząt, żywienia,

pozyskiwania mleka, wpływają na poprawę dobrostanu, a także utrzymania higieny. Skomputeryzowane procesy produkcji mechanizmy pozwalają na pełną kontrolę zabiegu doju krów i wstępnej obróbki mleka. Rolnik ma ciągły dostęp do wszystkich informacji i parametrów dotyczących jakości, ilości mleka oraz zdrowotności stada. Wyniki analizy wskazują, że obory z robotami udojowymi, do podgarniania pasz oraz doczyszczania rusztów, zwłaszcza o dużej obsadzie mogą być zalecane jako rozwiązania modelowe z punktu widzenia minimalizacji kosztów eksploatacji.

Z porównywania dwóch systemów chowu (wolnostanowiskowy i uwięziowy) stosowanych w poszczególnych gospodarstwach, jak i technik doju krów w nich wykorzystywanych wynika, że zarówno w nowoczesnym, jak i tradycyjnym systemie doju następował wzrost produkcji i poprawa wydajności mlecznej krów. Dynamika wzrostu była wyższa w przypadku nowoczesnych technologii doju, co wynikało głównie z większej obsady zwierząt w gospodarstwie, gdzie bardziej opłacalne było stosowanie dojarni czy też robotów udojowych. Przeprowadzone badania potwierdzają, że zakwaszanie gnojowicy kwasem siarkowym daje wiele korzyści z punktu widzenia nawożenia glebowego, a także ograniczenia emisji amoniaku do atmosfery. Oczywiście wymaga to zapewnienia procedur bezpieczeństwa w celu uniknięcia bezpośredniego kontaktu ludzi ze szkodliwym działaniem kwasu. Zakwaszanie gnojowicy zwierzęcej okazało się skutecznym rozwiązaniem minimalizującym emisję NH_3 o 70%. Jednocześnie zakwaszanie zwiększa wartość nawozu, bez negatywnego wpływu na inne emisje gazowe. Ponadto zakwaszenie wpływa pozytywnie na proces obróbki gnojowicy np. oddzielenie cieczy stałej, kompostowanie. Przy zastosowaniu dodatku zawierającego siarczek, możemy uzyskać również pozytywny wpływ na produkcję biogazu z nawozów naturalnych. Niemniej jednak zakwaszenie gnojowicy może powodować wyższe straty składników mineralnych przez kwaśne ługowanie w wyniku solubilizacji.

4.8 LITERATURA

Uzupełniający wykaz literatury niewymieniony w wyszczególnionych publikacjach na początku autoreferatu.

1. Borusiewicz A. 2009. Wykorzystanie specjalistycznych programów komputerowych i Internetu w gospodarstwach rolnych. *Acta Scientiarum Polonorum, Technica Agraria*, 8(3-4), s. 3-8.
2. Capdeville J., Veissier I. 2001. A method of assessing welfare in loose housed dairy cows at farm level, focusing on animal observations. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 30, s. 62-68.
3. Cupiał M. 2006. Potrzeby informacyjne gospodarstw rolnych Małopolski. *Inżynieria Rolnicza*, 2(77), s. 185-190.
4. Cupiał M., Szelań-Sikora A. 2008. Wpływ powierzchni użytków rolnych oraz wykształcenia właściciela na sposoby pozyskiwania informacji w wybranych gospodarstwach Małopolski. *Inżynieria Rolnicza*, 4(102), s. 175-180.
5. Czarnociński F., Lipiński M. 2005. Ekonomiczne aspekty robotyzacji doju mechanicznego. *PTPN - Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych*, 98/99, s. 141-148.
6. Fangueiro, D., Surgy, S., Coutinho, J., Vasconcelos, E. 2013. Impact of cattle slurry acidification on carbon and nitrogen dynamics during storage and after soilincorporation. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 176, s. 540-550.
7. Fangueiro, D., Surgy, S., Napier, V., Menaia, J., Vasconcelos, E., Coutinho, J. 2014. Impact of slurry management strategies on potential leaching of nutrients and pathogens in a sandy soil amended with cattle slurry. *J. Environ. Manag.* 146, s. 198-205.
8. Głowicka-Wołoszyn R., Winnicki S., Jugowar J.L. 2010. Krotność doju krów z zastosowaniem robota VMS firmy DeLaval. *Nauka Przyroda Technologie*, 4, s. 1-8.
9. Grudziński J. 2006. Technologie informacyjne w systemach doradczych zarządzania gospodarstwem rolnym. *Inżynieria Rolnicza*, 5(80), s. 207-213.
10. Jarka S. 2007. Analiza czynników wpływających na efektywność gospodarstw mlecznych. *Acta Scientiarum Polonorum. Oeconomia*, 6 (4), s. 13-18.
11. Kapela K., Woliński J., Jabłonka R. 2011. Ocena wyposażenia wybranych gospodarstw specjalizujących się w produkcji mleka w sprzęt rolniczy. *Inżynieria Rolnicza*, 1(126), s. 97-10.

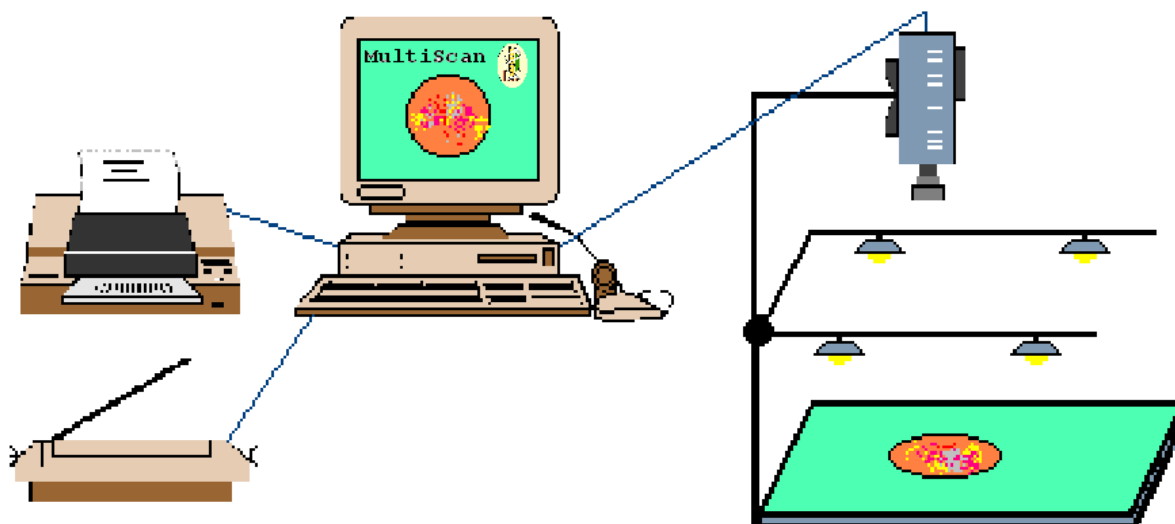
12. Klungel G. H., Slaghuis B. A., Hogeveen H. 2000. The effect of the introduction of automatic milking systems on milk quality. *Journal of Dairy Science*, 83(9), s. 1998-2003.
13. Kuboń M. 2007a. Logistyka zaopatrzenia gospodarstw rolniczych o wielokierunkowym profilu produkcji. *Inżynieria Rolnicza*, 6(94), s. 113-119.
14. Kuboń M. 2007b. Miejsce i rola infrastruktury logistycznej w funkcjonowaniu przedsiębiorstw rolniczych. *Inżynieria Rolnicza*, 9(97), s. 87-93.
15. Kuboń M. 2007c. Poziom wyposażenia i wykorzystania elementów infrastruktury informatycznej w gospodarstwach o różnym typie produkcji rolniczej. *Inżynieria Rolnicza*, 9(97), s. 95-102.
16. Kowalczyk Z. 2009. Wyposażenie i wykorzystanie wybranych technicznych środków produkcji w gospodarstwach warzywniczych o różnej intensywności produkcji. *Inżynieria Rolnicza*, 6(115), s. 163-168.
17. Kowalski J., Szelań-Sikora A. 2006. Wpływ wieku właściciela na wielkość mocy zainstalowanej w gospodarstwie rolnym. *Inżynieria Rolnicza*, 13, s. 217-223.
18. Kowalik W. 2001. Wydajność mleczna stada a wyposażenie techniczne gospodarstwa. *Inżynieria Rolnicza*, 1, s. 147-153.
19. Kwaśniewski D. 2006. Potencjał produkcyjny na tle wyposażenia technicznego gospodarstw rolniczych. *Inżynieria Rolnicza*, 5, s. 411-418.
20. Kozłowski R. 2008. Nowoczesne technologie informatyczne i ich zastosowanie w agrobiznesie. Materiały konferencyjne „Informatyka dla rolnika”. CDR w Brwinowie, s. 6.
21. Lorencowicz E., Kuboń M. 2011. Ocena wykorzystania technologii informacyjnych w zarządzaniu gospodarstwem rodzinnym. *Roczniki Naukowe Seria*, 7(XIII), s. 76-79.
22. Lipiński M., Winnicki S. 1997. Wstępna ocena funkcjonowania robota do dojenia krów firmy Lely Industries N.V. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1(15), s. 99-105.
23. Marczuk A. 2010. Dobór środków technicznych do zadawania pasz w obiektach inwentarskich dla bydła. *Inżynieria Rolnicza*, 3, s. 119-125.
24. Malaga-Toboła U. 2009a. Kierunek i uproszczenie produkcji a wyposażenie gospodarstw w budynki gospodarskie. *Inżynieria Rolnicza*, 9, s. 145-152.
25. Malaga-Toboła U. 2009b. Produkcja towarowa a kierunki zmian wyposażenia technicznego w rozwojowych gospodarstwach rolnych. *Inżynieria Rolnicza*, 1, s. 175-182.

26. Mueller W., Boniecki P., Joachimiak H. 2008. Internetowy system wspomagający zarządzanie usługami rolniczymi. *Inżynieria Rolnicza*, 9(107), s. 227-233.
27. Nawrocki L. 2009. Technika a dobrostan zwierząt. Oficyna Wydawnicza Politechniki Opolskiej. ISBN: 978-83-60691-54-0, ss. 222.
28. Neja W. 2011. Co powinno znajdować się w oborze? *Hodowca Bydła*, 11, s. 33-37.
29. Owsiak Z., Płócienniczak M., Biskupski A., Weber R., Włodek S. 2013. Logistyka zaopatrzenia gospodarstw rolnych w wybrane środki produkcji. *Inżynieria Rolnicza*, 3(146), s. 275-284.
30. Rasmussen M. D., Blom J. Y., Nielsen L. A. H., Justesen P. 2001. Udder health of cows milked automatically. *Livestock Production Science*, 72, s. 147-156.
31. Rączka K., Kowalski M., Gąsiorek S. 2007. Systemy wspomagające podejmowanie decyzji w przedsiębiorstwie. *Inżynieria Rolnicza*, 6(94), s. 205-212.
32. Romaniuk W. 2010. Kierunki zrównoważonego rozwoju technologii i budownictwa w chowie zwierząt. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 4, s. 121-128.
33. Romaniuk W. 2005. Wymagania formalno-prawne w zakresie standardów techniczno-technologicznych w produkcji zwierzęcej. *Inżynieria Rolnicza*, 3, s. 23-32.
34. Romaniuk W., Łukaszuk M., Karbowy A. 2005. Rozwiązania obór pod kątem dobrostanu zwierząt i ochrony środowiska w zakresie produkcji bydła mlecznego i mięsnego. *Inżynieria Rolnicza*, 64(732), s. 175-181.
35. Romaniuk W., Overby T. 2005. Systemy utrzymania bydła. *Poradnik. Praca zbiorowa*. Warszawa, IBMER, Duńskie Służby Doradztwa Rolniczego. ISBN 83-89806-04-5, ss. 127.
36. Romaniuk W. 2004. Ekologiczne systemy gospodarki gnojowicą. IBMER. Warszawa, ISBN 83-86264-58-6, ss. 120.
37. Romaniuk W. 1996. Wpływ funkcjonalno-technologicznych rozwiązań obór na energochłonność i koszty produkcji mleka w gospodarstwach rodzinnych. *Rozprawa habilitacyjna. Prace Naukowo-Badawcze IBMER*. Warszawa. ISSN 0209-1380, ss. 136.
38. Roszkowski A. 2004. Informatyka w rolnictwie – najważniejsze aspekty zastosowania. *Materiały konferencyjne Krajowe Centrum Doradztwa Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich (on-line)*, ISBN 83-88082-31-0 [dostęp 11-09-2011], Dostępny w Internecie: www.cbr.edu.pl/konferencja_pliki/program_tczy_14_09.doc.
39. Szewczyk J. 2010. Badanie poziomu komputeryzacji gospodarstw rolnych w województwie świętokrzyskim. *Roczniki Naukowe Seria*, 3(XII), s. 400-404.

40. Szlachta J. 2007. Analiza systemów zarządzania stadem krów. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1, s. 67-75.
41. Węglarzy K., Bereza M. 2014. Bydło mleczne w gospodarstwie ekologicznym. Rozdział w monografii: *Poradnik Rolnika Ekologicznego*, oprac. zbior. pod red. Węglarzy K. Zakład Doświadczalny Instytutu Zootechniki PIB. Grodziec Śląski. ISBN 978-83-7607-264-7, s.126-139.
42. Winnicki S., Jugowar J.L., Głowicka-Wołoszyn R. 2010. Efektywność wykorzystania robota udojowego dla krów. *Inżynieria Rolnicza*, 2, s. 279-284.
43. Winnicki S., Jugowar J.L. 2014. Wskaźniki produkcji krów w stadach z robotami udojowymi. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 3, s. 69-78.
44. Zaliwski A. S., Pietruch C. 2007. Narzędzia informatyczne w produkcji roślinnej. *Inżynieria Rolnicza*, 2(90), s. 333-339.

5. KRÓTKIE OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH (ARTYSTYCZNYCH)

W latach 1998 – 2003 w ramach podjętych badań pracy magisterskiej oraz rozprawy doktorskiej moje zainteresowania naukowe skupiały się na zastosowaniu komputerowej analizy obrazu w badaniach rolniczych pod kierunkiem prof. dr hab. Mariana Wiwarta. Efektem podjętych badań był zrealizowany Grant KBN P06B nr 529-1008-0910 „Badania morfometryczne ziarna zbóż w warunkach infekcji patogenami z rodzaju *Fusarium* sp. przy zastosowaniu komputerowej analizy obrazu” oraz publikacje poświęcone w/w tematyce. Podejmowana tematyka badań, w okresie przed uzyskaniem stopnia doktora, opublikowana została w 3 oryginalnych pracach twórczych (A1, A2, D1). W celu wykonania złożonych analiz opracowałem i wykonałem prototypowe stanowisko badawcze (rys. 12).



Rys. 12. Schemat stanowiska do komputerowej analizy obrazu

Dalsze badania związane z komputerową analizą obrazu, przetwarzaniem obrazu (badania eksperymentalne prowadzone we współpracy z kilkoma ośrodkami naukowymi w Polsce np. Uniwersytetem Przyrodniczym w Poznaniu) kontynuowałem w późniejszej pracy naukowej czego efektem są publikacje wydane w międzynarodowych i krajowych wydawnictwach (D2, D3, D4, D6, D7, D12, D17, D32). Badania te miały na celu opracować bezinwazyjną metodę szybkiej analizy w rolnictwie, sterowania procesami kontroli jakości, określenia tożsamości oraz zdrowotności badanego obiektu. Punktem wyjścia do podejmowania działań związanym z analizą badanego obiektu był dobór metod

matematycznych, programów komputerowych do analizy obrazu wykorzystując do tego eksperymenty laboratoryjne. Badania dowiodły, że analiza obiektów (fraktali) może być z powodzeniem zastosowana w różnych obszarach nauk: medycznych, rolniczych, technicznych (D8, D31). W kolejnych badaniach dotyczących pozostałości pestycydów w roślinach uprawnych byłem odpowiedzialny za wykonanie badań dotyczących zastosowania komputerowych metod analizy (A3, A4, A5).

Rozwinięcie opisanej tematyki przedstawionej w autoreferacie stanowią prace (D11, D13, D14, D15, D16, D24, D27, D41, M1, M2, M3, M5, M9, D48, D49, M10), w których podjęto próbę określenia stopnia wykorzystania nowoczesnych technologii informacyjno-telekomunikacyjnych w rolnictwie, oceny źródeł, sposobów przetwarzania i wykorzystania informacji w planowaniu i realizacji produkcji w gospodarstwach rolnych.

W badaniach podjęto także próbę określenia potrzeb techniczno – technologicznych oraz propozycji rozwiązań w produkcji biogazu w gospodarstwach rodzinnych i farmerskich (M7). Bardzo ważnym elementem są aspekty ochrony środowiska, potrzeby utylizacji odpadów z produkcji rolniczej i przetwórstwa. Potrzeba badań wynikająca ze wzrostu liczby innowacyjnych rozwiązań technologii w produkcji zwierzęcej powinna być skojarzona z racjonalnym zagospodarowaniem nawozów naturalnych, związanych ze znaczną koncentracją pogłównia zwierząt oraz odpadów poprodukcyjnych. Produkcja i wykorzystanie energii pochodzenia rolniczego to szansa na dywersyfikację i wzrost przychodów rolniczych oraz bezpieczeństwa energetycznego wsi, a także poprawa ochrony środowiska na terenach rolniczych. Głównym celem prowadzonych prac badawczych w zakresie innowacyjnych instalacji biogazowych było zwiększenie efektywności produkcji metanu. Przedstawiono kompleksowe rozwiązania praktyczne, które mogą być wdrożone do produkcji biogazu w gospodarstwach rodzinnych i farmerskich.

W dalszych badaniach określono stopień wykorzystania, możliwości zastosowania nowoczesnych technologii w rolnictwie, w różnych obszarach produkcji rolniczej, zmianę struktury wyposażenia technicznego gospodarstw. W ramach prowadzonych badań opracowano program komputerowy Serwis Maszyn (D36), zaprojektowano osłony strumieniowe dla cieczy rozproszonej (M4) a także dokonano analizy wdrożenia technik rolnictwa precyzyjnego i ich oceny w gospodarstwach rolnych (D25, D26, D37, D39, D40, D47), wykonano analizę ekonomiczną w tym zużycia energii (D34). Dokonano także analizy wpływu środków pomocowych z UE na rozwój rozwiązań technicznych gospodarstw rolnych w województwie podlaskim i mazowieckim (D23, D43, D44) w tym zapotrzebowanie na

żywność ekologiczną (D42), uwarunkowania sprzedaży bezpośredniej produktów rolnych w rolnictwie (D50) a także znaczenie edukacji rolniczej w świadomości studentów (D46).

Kolejną grupę stanowią prace realizowane w ramach prowadzonych doświadczeń polowych roślin uprawnych w Łomży oraz Krzyżewie (D5, D9, D10, D18, D19, D20, D21, D22, D28, D29, D30, D33, D35, D38, D45, M6, M8), w których badano wpływ różnych czynników na plonowanie roślin.

6. PODSUMOWANIE DOROBKU NAUKOWO-BADAWCZEGO

Mój dotychczasowy dorobek naukowy związany jest przede wszystkim z moimi zainteresowaniami badawczymi dotyczącymi dwóch obszarów zastosowania nowoczesnych technologii, w tym technologii informacyjno-telekomunikacyjnych, komputerowej analizy obrazu w rolnictwie oraz oceny i określenia stopnia wykorzystania elementów technologicznych stosowanych w gospodarstwach specjalizujących się w produkcji mleka. Obejmuje łącznie 75 pozycji (73 prac znajduje się lub znajdowało w momencie publikacji na liście czasopism punktowanych przez MNiSW – zał. IV), w tym 61 stanowią oryginalne prace twórcze, 4 monografie, 8 artykułów w monografiach oraz 2 publikacje pokonferencyjne (tab. 15 i 16).

Spośród 61 prac oryginalnych, 4 monografii, 8 artykułów w monografiach oraz 2 publikacji pokonferencyjnych, 25 napisanych jest w języku angielskim, 5 w języku rosyjskim, z czego 7 publikacji indeksowanych jest w bazie Journal Citation Reports (JCR), posiadające Impact Factor.

Tabela 15. Syntetyczne zestawienie całego dorobku naukowego

Rodzaj publikacji	Język	Przed doktoratem			Po doktoracie			Łącznie
		Indywidualne	Zbiorowe	Łącznie	Indywidualne	Zbiorowe	Łącznie	
Oryginalne prace twórcze								
W czasopismach z <i>Impact Factor</i>	A	0	2	2	0	5	5	7
Prace oryginalne opublikowane w czasopismach recenzowanych	A	0	1	1	2	14	16	17
	P	0	0	0	3	34	37	37
Monografie	R	0	0	0	0	2	2	2
	P	0	0	0	0	2	2	2
Artykuły w monografii	R	0	0	0	0	3	3	3
	P	0	0	0	0	5	5	5
Inne prace (niepunktowane)								
Publikacje pokonferencyjne	A	0	0	0	1	1	2	2
	P	0	0	0	0	0	0	0
Łącznie		0	3	3	6	66	72	75

A- angielski, P – polski, R- rosyjski

Tabela 16. Punktacja opublikowanych prac wg MNiSW

Nazwa czasopisma	Liczba publikacji	IF	Suma punktów MNiSW	
			zgodnie z rokiem wydania*	w roku 2015**
<u>Osiągnięcie naukowe</u>				
Inżynieria Rolnicza	5		35	50
Problemy Inżynierii Rolniczej	1		4	7
Monografie	2		50	50
Fresenius Environmental Bulletin	1	0,378	15	15
Roczniki Ochrony Środowiska	1	0,705	15	15
Razem	10	1,083	119	137
<u>Pozostałe czasopisma punktowane</u>				
Lecture Notes in Computer Science	1	0,872	10	13
J. Appl. Genet.	1	1,118	10	20
IEEE Xplore. Proceedings of the IEEE	2		30	30
Science of The Total Environment	1	4,100	40	40
Environmental Monitoring & Assessment	1	1,687	25	25
Science of the Total Environment	1	4,900	40	40
Image Processing & Communications	1		4	9
Die Bodenkultur	1		10	20
Inżynieria Rolnicza (Agricultural Engineering)	9		65	90
Problemy Inżynierii Rolniczej	3		18	21
Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering	1		12	12
Machine Graphics & Vision - International Journal	1		5	8
Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych	1		4	12
Acta Scientiarum Polonorum Technica Agraria	1		2	6
Pamiętnik Puławski	1		4	0
Czasopismo Logistyka	1		10	0
Zeszyty Naukowe OTN	3		25	27
Zeszyty Naukowe WSES w Ostrołęce	6		44	54
Zeszyty Naukowe WSA w Łomży	17		14	51
Monografie	2		40	40
Artykuły w monografiach	8		35	35
Razem	63	12,677	447	553
<u>Publikacje punktowane łącznie</u>				
	73	13,760	566	690
<u>Inne recenzowane artykuły:</u>				
Organic Farming, Praga	1			
Developments in Machinery Design and Control, Bydgoszcz	1			
<u>Wszystkie publikacje łącznie</u>				
	75	13,760	566	690
<i>Publikacje punktowane łącznie przed doktoratem</i>	3	1,990	24	42
<i>Publikacje punktowane łącznie po doktoracie</i>	72	11,770	542	648

*Punktacja MNiSW określona według roku wydania publikacji, w przypadku braku danych przy publikacjach z roku 2017, przyjęto aktualną punktację z listy z dnia 31 grudnia 2014

**Punktacja MNiSW określona według aktualnie obowiązującej listy z dnia 31 grudnia 2014

IF w roku wydania publikacji, w przypadku publikacji z roku 2017 podano ostatni dostępny IF według JCR

SUMA PUNKTÓW UZYSKANYCH ZA DOTYCHCZASOWE PUBLIKACJE:

Całkowita liczba punktów MNiSW zgodnie z rokiem wydania publikacji:	566
Całkowita liczba punktów MNiSW zgodnie z aktualną listą czasopism:	690
Sumaryczny IF zgodnie z rokiem wydania publikacji wg JCR:	13,760
Liczba punktów za cykl publikacji:	119
Liczba punktów za cykl publikacji zgodnie z aktualną listą czasopism MNiSW:	137

SUMA PO ODJĘCIU PUNKTÓW ZA CYKL PUBLIKACJI POWIĄZANYCH TEMATYCZNIE, SKŁADAJĄCYCH SIĘ NA OSIĄGNIĘCIE NAUKOWE:

Liczba punktów MNiSW zgodnie z rokiem wydania publikacji:	447
Liczba punktów MNiSW zgodnie z aktualną listą czasopism:	553

Informacje dotyczące osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzatorskich, zamieszczone zostały w zał. IV.

Łomża, dn. 14.05.2018r.

Andrzej Borusiewicz