

Nowoczesne technologie w chowie i hodowli zwierząt

Ewa Marta Kuźnicka¹ , Martyna Bartosiewicz¹, Paweł Gburzyński², Julia Janusz¹

¹*Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Nauk o Zwierzętach,
Katedra Hodowli Zwierząt, ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa*

²*Vistula, ul. Stokłosa 3, 02-787 Warszawa*

Wraz z rozwojem nauki ludzie coraz lepiej rozumieją potrzeby zwierząt, dzięki czemu zwiększa się świadomość społeczeństwa na temat szeroko pojętego ich dobrostanu. Niezależnie od tego, czy są to zwierzęta dzikie, gospodarskie czy towarzyszące ważne jest, aby zapewnić im jak najlepsze warunki życia, ponieważ ich los zależy od człowieka.

Rozwój przemysłu spowodował, że nowoczesne technologie stały się częścią naszego życia i powoli stają się również ważną częścią w życiu zwierząt. Jak podają Jukan i in. (2017), jednym z obszarów, które odnoszą korzyści z rozwoju technologii jest dobrostan zwierząt. Według Karthick i in. (2020), postęp w wykorzystaniu nowoczesnych oraz inteligentnych technologii jest szansą na polepszenie warunków bytowania zwierząt oraz ułatwienie komunikacji między człowiekiem a zwierzęciem.

Najbardziej rozwiniętą i dobrze prosperującą gałęzią przemysłu są inteligentne technologie opierające się na obliczeniach cyfrowych, czujnikach, kamerach, modelowaniu precyzyjnym, sztucznej inteligencji (AI) oraz Internecie Rzeczy (IoT – *ang. Internet of Things*). Technologie komunikacyjne dzielą się na przewodowe, np. Ethernet oraz bezprzewodowe, np. Bluetooth i Wi-Fi. IoT umożliwia monitorowanie, zarządzanie procesami oraz działaniami połączonych obiektów, które mogą wymieniać się danymi za pomocą technologii komunikacyjnych, tworząc

cyfrową sieć działającą bez interwencji człowieka (Karthick i in., 2020; Kulik, 2021; Wysokińska, 2022). W przypadku urządzeń stworzonych dla zwierząt działanie IoT polega na przekazywaniu danych zbieranych przez bioczuJNIKI umieszczone na ciele zwierzęcia lub w pomieszczeniu poprzez system przesyłający do centrum zbierania tych informacji (Karthick i in., 2020). Drugą często wykorzystywaną technologią jest sztuczna inteligencja (AI). AI jest modelem matematycznym, który korzysta z wiedzy zebranej z historycznych danych (Puślecki, 2021). Umożliwia rozwiązywanie problemów, podejmowanie decyzji czy wyróżnianie schematów.

Wymienione technologie przyczyniły się do rozwoju sektora gospodarki ukierunkowanego na urządzenia stworzone z myślą o zwierzętach i ich dobrostanie. Drony, roboty, kamery czy czujniki monitorujące aktywność fizyczną są urządzeniami wykorzystywanymi przez właścicieli do pomocy przy opiece nad zwierzętami.

Urządzenia wykorzystywane do poprawy dobrostanu zwierząt towarzyszących

Zwierzęta towarzyszące są przez wielu opiekunów uważane za członków rodziny, dlatego tak ważny staje się dla nich komfort podopiecznych. Najczęściej utrzymywanymi zwierzętami domowymi są psy i koty. Z tego względu większość produktów skierowanych jest do właścicieli tych grup zwierząt. Pet-tech jest sektorem

technologii i urządzeń tworzonych dla zwierząt domowych. Najczęściej są to: zabawki mechaniczne, automatyczne poidła i karmniki, systemy kamer, głośników i czujników umieszczonych w pomieszczeniach oraz na ciele zwierzęcia. Czujniki monitorują czynności życiowe czy położenie obserwowanego osobnika.

Dostępnych jest wiele urządzeń, szczególnie przeznaczonych dla psów i kotów, podnoszących ich komfort życia (Ulatowska, 2022; <https://www.komputronik.pl>). Może to być legowisko z termoregulacją, sterowane za pomocą aplikacji, którego schłodzenie lub ogrzanie poprawia komfort zwierzęcia nawet pod nieobecność domowników. Innym przykładem są sterowane automatycznie lub poprzez aplikację zabawki dla zwierząt.

Interaktywne zabawki, jak piłki, myszy i kości, wyposażone w silnik, źródło światła czy miejsce na włożenie smakołyka mogą być ciekawą formą zabawy. Są one sterowane poprzez aplikacje lub samodzielnie dostosowują rodzaj oraz szybkość ruchu do przestrzeni; mogą kręcić się, wibrować i podskakiwać. Dzięki temu zapewniają zwierzętom aktywność ruchową w czasie, kiedy właściciela nie ma w domu lub nie może poświęcić swojemu pupilowi dostatecznej uwagi. Taka forma zabawy dostarcza zwierzęciu wielu bodźców, zapewniając mu komfort psychiczny i spełniając wymogi behawioralne.

Innego rodzaju urządzeniami są automatyczne podajniki karmy i wody. Automatyczne poidła są w szczególności dedykowane kotom, które mają problemy z pobieraniem płynów. Poidło w formie fontanny lub strumienia często zachęca je do picia, a bardziej rozwinięte systemy

posiadają sterowanie przez telefon i możliwość podgrzania lub schłodzenia wody lub czujnik, dzięki któremu źródło włącza się po wykryciu ruchu (<https://techwish.pl>). Podajnik karmy daje możliwość systematycznego jej wydawania nawet w czasie nieobecności domowników. Urządzenie racjonuje karmę według ustalonego harmonogramu lub zdalnie przez aplikację. Dodatkowo, niektóre urządzenia są wyposażone w kamerkę i głośnik, co umożliwia właścicielowi obserwowanie zwierzęcia (<https://www.euro.com.pl>). Kontrolowane wydawanie posiłków może pomóc w walce z otyłością zwierząt, które często są przekarmiane.

Kolejną grupą urządzeń są czujniki (akcelerometry) umieszczane w obrożach, szelkach, opaskach lub ubrankach zakładanych zwierzętom. Są to najczęściej technologie śledzące, czyli urządzenia monitorujące i informujące o położeniu pupila, szczególnie pomocne w przypadku zwierząt ze skłonnością do ucieczek. Technologie umożliwiające śledzenie zwierząt są przedstawione między innymi przez Sivaraman i in. (2021) oraz Aqraldo i in. (2021). Sensor GPS noszony przy obroży wysyła dane o lokalizacji zwierzęcia a właściciel poprzez aplikację na telefon ma wgląd do tych danych. Takie rozwiązania mogą ograniczyć liczbę zaginionych zwierząt, gdyż właściciel zawsze może sprawdzić, gdzie przebywa jego pupil.

Brophy i in. (2021) zaprezentowali urządzenie określające rodzaj aktywności zwierzęcia oraz ilość spalonych w jej wyniku kalorii. Dzięki temu właściciel może ustalać dawki pokarmowe tak, aby utrzymać prawidłową masę ciała pupila.



Ryc. 1. Przepływ informacji od zwierzęcia do właściciela (rys. J. Janusz, 2023)

Fig. 1. Information flow from the animal to the owner (fig. J. Janusz, 2023)

Jednym z ważnych aspektów dobrostanu jest zdrowie zwierzęcia, dlatego wiele technologii skupia się na monitorowaniu parametrów fizjologicznych, takich jak tętno, rytm serca i częstotliwość oddechów. Urządzenia tego typu mogą być noszone na szyi lub klatce piersiowej monitorowanego osobnika (Cotur i in., 2020; Brugarolas i in., 2014). Akcelerometry zbierają dane, które są wysyłane za pomocą komunikacji bezprzewodowej do chmury i analizowane, a pomiary można odczytać przy użyciu aplikacji na telefon. Brophy i in. (2021) opisali próby skonstruowania urządzenia, które przy użyciu algorytmu wykrywałoby nieprawidłowości w rytmie serca. W przyszłości takie rozwiązanie pozwalałoby na wczesne diagnozowanie chorób, takich jak kardiomiopatia przerostowa u kotów czy choroba zwyrodnieniowa zastawki mitralnej u psów.

Jak podaje Alcaidinho (2016), zastosowanie nowoczesnych technologii może pomóc również w treningach, komunikacji i ograniczeniu stresu psów pracujących. Prowadzą oni badania nad urządzeniem mogącym wykrywać oznaki lęku u psów służbowych będących w treningu. Wczesne wykluczenie osobników lękliwych pozwoliłoby ograniczyć u nich stres związany z treningami. Zwierzęta pracujące są narażone na

stres, a jego oznaki mogą być trudne do zauważenia przez mniej doświadczonych opiekunów. Z tego względu Boruta i in. (2021) pracują nad stworzeniem urządzenia monitorującego poziom stresu u psów pracujących, mogącego alarmować opiekuna o występujących anomaliach. Umożliwiłoby to lepszą opiekę nad tymi niezwykle cennymi zwierzętami. Prowadzone są również badania nad innymi rodzajami urządzeń przeznaczonych dla psów pracujących. Są to specjalne kamizelki i ekrany dotykowe umożliwiające komunikację zwierzęcia z opiekunem czy służące do analizy temperamentu osobnika i monitorowania jego zdrowia (Moore Jackson i in., 2018).

Nad problematyką dobrostanu zwierząt przebywających w schroniskach pracowali Mancini i in. (2014). Autorzy analizowali możliwości stworzenia interaktywnego otoczenia dla psów w schroniskach przy użyciu inteligentnych systemów monitorujących i zabawek interaktywnych. Dzięki takim rozwiązaniom możliwe byłoby badanie zachowania zwierząt oczekujących na adopcję i dostosowywanie warunków utrzymania do ich potrzeb. Alcaidinho i in. (2015) prowadzili natomiast badania mogące w przyszłości pomóc w adopcji zwierząt. Autorzy sprawdzali czy użycie monitora aktywności zakładanego na

obrożę może pomóc w komunikacji człowiek-zwierzę i tym samym ograniczyć liczbę psów oddawanych z powrotem do schronisk. Okazało się, że właściciele dzięki możliwości monitoringu parametrów fizjologicznych zwierząt oraz

ich aktywności dobowej mocniej związywali się ze zwierzęciem, dzięki czemu więcej psów znajdowało stały dom. Takie urządzenia mogą mieć duże znaczenie w walce z bezdomnością zwierząt.



Fot. 1. Czujnik zamocowany do obroży psa (fot. P. Gburzyński, 2023)
Photo 1. Sensor attached to the dog's collar (phot. P. Gburzyński, 2023)

W celu utworzenia w domu bezpiecznego środowiska dla zwierząt, szczególnie dla osobników starszych i chorych, Bhatia i in. (2020) proponują system inteligentnej opieki zdrowotnej, gdzie lekarz weterynarii i opiekun mieliby dostęp do danych. Umożliwi to zminimalizowanie wizyt w gabinetach weterynaryjnych i zmniejszy śmiertelność wśród zwierząt domowych. W założeniu, czujniki byłyby rozmieszczone w pomieszczeniach oraz noszone przez zwierzę, zbierając dane przesyłane do chmury i analizowane. W sytuacji, gdy system wykryje nieprawidłowe zdarzenie, opiekun dostanie powiadomienie, a jeśli zdarzenie byłoby określone jako zagrażające życiu, również automatycznie zostałby powiadomiony lekarz weterynarii. Taki system może w przyszłości pomóc w zapewnieniu lepszej opieki weterynaryjnej.

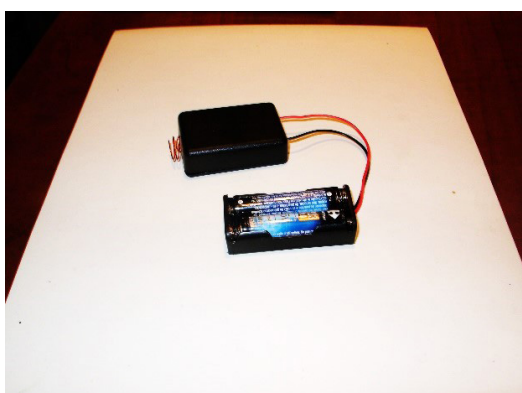
Urządzenia wykorzystywane do poprawy dobrostanu zwierząt gospodarskich

Hodowla zwierząt gospodarskich to jeden z najbardziej rozwijających się sektorów produkcji rolnej, w których nowoczesne technologie i urządzenia są powszechnie wdrażane i umiejętnie wykorzystywane. Pozwalają one nie tylko na znaczne udoskonalenie procesu produkcji, ale również podejmowanie istotnych decyzji hodowlanych.

Zdrowie fizyczne i psychiczne zwierząt jest dla właściciela ważnym aspektem, ponieważ ma wpływ na ich wydajność, a co za tym idzie opłacalność finansową hodowli. Jak podają Kaur i in. (2021), innowacyjne technologie mogą być rozwiązaniem problemów związanych z trudnością monitorowania zwierząt za pomocą standardowych metod, czyli obserwacją przez hodow-

cę. Szczególnie w przypadku dużej liczebności zwierząt widoczna jest potrzeba precyzyjnego zarządzania stadem, monitorowania zachowania, parametrów fizjologicznych i dobrostanu. Lovarelli i in. (2020) podają, że potrzeba wsparcia technologicznego przyczyniła się do rozwoju Precision Livestock Farming (PLF), czyli precyzyjnej hodowli zwierząt. PLF wykorzystywane jest w celu zarządzania większymi grupa-

mi zwierząt. Jak podają Dominiak i Kristensen (2017), rozwiązaniami technologicznymi w produkcji zwierzęcej są najczęściej systemy monitoringu i zarządzania danymi, które przy użyciu dostępnych informacji oraz systemów wspomagania decyzji są w stanie analizować zgromadzone dane w celu kontroli zdrowia i dobrostanu zwierząt poprzez wczesne wykrywanie i ostrzeżenie o problemach.



Fot. 2. Czujnik i antena zbiorcza przekazująca dane do komputera (fot. E. Kuźnicka, 2017)
Photo 2. Sensor and collecting antenna transmitting data to a computer (phot. E. Kuźnicka, 2017)

Takie technologie opierają się najczęściej na bezprzewodowych systemach biosensorycznych noszonych przez zwierzęta oraz czujnikach rozmieszczonych w pomieszczeniach. Do pomiarów wykorzystywane są kamery, mikrofony, akcelerometry i transpondery. Ich zadaniem jest zbieranie danych, które następnie przy użyciu oprogramowania lub algorytmów są przeliczane na parametry fizjologiczne i behawioralne (Lee i Seo, 2021). Daje to możliwość mierzenia takich parametrów, jak: liczba kroków, czas spędzony na jedzeniu, leżeniu, poziom aktywności zwierzęcia, temperatura ciała, potliwość, tętno i wiele innych. Czujniki montowane na ciele zwierząt mogą być przyczepiane do kantara, zakładane jako kolczyk, mocowane na specjalnej obroży, pasie czy nogach. Mogą one pomóc w opiece nad

matką oraz młodym, ograniczając tym samym liczbę upadków. Hartmann i in. (2018) proponują użycie akcelerometru przymocowanego do kantara w celu monitorowania stanu kłaczy przed oźrebiem. Czujnik ten pozwala na mierzenie poziomu niepokoju u kłaczy, świadczącym o zbliżającym się porodzie. Innym przykładem jest system umożliwiający monitorowanie odchovu jagniąt, który przedstawiają Kuźnicka i Gburzyński (2017). Wykorzystany w badaniu, zakładany na szyję jagnięcia akcelerometr przesyła za pomocą fal radiowych dane do komputera. Na podstawie częstotliwości i długości pobierania mleka przez jagnię można ocenić konieczność dopajania, a u starszych z nich zmniejszenie kontaktu z maciorką wskazuje na możliwość wcześniejszego odsadzenia bez obawy o ich dobrostan.



Fot. 3. Czujnik rejestrujący częstość ssania umieszczony na szyi jagnięcia (fot. E. Kuźnicka, 2017)
Photo 3. Sensor placed on the neck of a lamb recording the frequency of sucking (phot. E. Kuźnicka, 2017)

Urządzenia zakładane zwierzętom sprawdzają się również w przypadku stad wypasanych na rozległych terenach. Monitoring umożliwia kontrolę przemieszczania się zwierząt, stanu ich zdrowia oraz relacji między poszczególnymi osobnikami w stadzie (Gburzyński, 2014). Nad aspektem behawioralnym wypasanych owiec pracowali Giovanetti i in. (2017). Wykorzystywali dane z akcelerometrów założonych owcom oraz nagrania z kamer do pomiaru parametrów behawioralnych owiec związanych z wypasem, takich jak: odpoczynek, przeżuwanie czy tempo zgrzyzania runi pastwiskowej. Umożliwia to wykrywanie anormalnego zachowania i zadbanie o zdrowie zwierząt. Riego del Castillo i in. (2022) proponują natomiast system bazujący na obrazie do wykrywania zbliżających się drapieżników i informujący właściciela o nadchodzącym zagrożeniu.

Często stosowanym i prostym sposobem monitoringu zdrowia zwierząt jest termografia w podczerwieni. Kamery termowizyjne pokazują rozkład temperatury w danych partiach ciała zwierzęcia. Jest to nieinwazyjna metoda, dzięki której można wykryć toczące się w organizmie procesy fizjologiczne i patologiczne. W miejscu zmian zapalnych rośnie temperatura, co można zaobserwować na obrazie z kamer. Kamery ter-

mowizyjne są stosowane do wykrywania stanów zapalnych w organizmie, urazów, chorób oraz wyznaczania poziomu stresu (Racewicz i in., 2018). Jednym ze schorzeń często wykrywanych w ten sposób są kulawizny, szczególnie u bydła mlecznego (Kęпка i Wójcik, 2021). W przypadku trzody chlewnej sprawdzają się natomiast do pomiarów temperatury i monitoringu stanów zapalnych (Racewicz i in. (2021).

W opiece nad zdrowiem zwierząt mogą być również wykorzystywane czujniki dźwięku. W oparciu o dźwięk Carpentier i in. (2019) zaproponowali system monitorowania zdrowia drobiu, gdyż częstym objawem chorób dróg oddechowych u tego gatunku jest kichanie. Autorzy stworzyli algorytm, który w oparciu o nagrania dźwiękowe monitoruje kichnięcia, co umożliwia wykrywanie chorych zwierząt i szybkie wdrażanie leczenia. Wykorzystanie czujników dźwięku znalazło również zastosowanie w wykrywaniu chorób i anormalnego zachowania u trzody chlewnej (Chung i in., 2013) oraz rui u krów (Hong i in., 2020).

Żywienie zwierząt jest bardzo ważnym czynnikiem w aspekcie ich dobrostanu oraz wydajności, istotnej w produkcji zwierzęcej. Z tego względu coraz szersze zastosowanie mają automatyczne systemy paszowe, w których samo-

bieżne wózki paszowe, przenośniki taśmowe transportują i rozdzielają karmę przygotowywaną w mieszalnikach lub przez pracowników (Kaczor, 2017). W przypadku bydła, dzięki automatycznym systemom paszowym zwierzęta pobierają mniejsze dawki karmy, ale z większą częstotliwością. Odwzorowuje to ich naturalne zachowania wpływając pozytywnie na zdrowie (Pezzuolo i in., 2016). Prostsze systemy są oparte na wydawaniu paszy według harmonogramu czasowego, a bardziej zaawansowane dostosowane są do potrzeb jednostki (Oberschätzl-Kopp i in., 2016). Na przykład, Ernst i in. (2005) proponują system karmienia świń, w którym osobniki są przywoływane do stacji żywieniowej przy użyciu konkretnego dźwięku.

Równie ważna jest kontrola ilości spożywanej przez zwierzę wody. Crul i in. (2019) przedstawiają proste urządzenie, składające się z czujnika kontrolującego pojemność zbiornika, który może być przyklejony do poidła i systemu łączności bezprzewodowej. Dzięki temu rozwiązaniu właściciel konia kontroluje ilość wypitej przez niego wody. Bardziej skomplikowany system przedstawiają Williams i in. (2020) dla wypaszanego bydła. Składa się on z czujników przepływu wody w korycie oraz czujników umieszczonych w obroży lub kolczyku zwierzęcia. Pozwoliło to autorom określić czas pobierania wody, jej ilość oraz częstotliwość picia. Na tej podstawie określono wzorzec zachowania badanych osobników związany z piciem.

Oprócz wymienionych urządzeń często wykorzystywane są również czujniki służące do określania parametrów środowiskowych, takich jak temperatura, wilgotność czy oświetlenie. System kontrolujący takie parametry i zarządzający środowiskiem dla kur opisali Jindarat i Wuttidittachotti (2015). Składa się on z czujników podłączonych do komputera oraz modułów z czujnikami do pomiaru wilgotności, natężenia światła, jakości powietrza (stężenia zawartości szkodliwych gazów, jak NH_3 , CO_2 , CO). W momencie wykrycia przekroczenia norm dla danego wskaźnika system wysłał ostrzeżenie do wła-

ściciela i kontroluje nasilenie pracy wentylatora i lamp, aby przywrócić poprawne parametry. Wang i in. (2012) przedstawiają natomiast badania nad stworzeniem systemu monitorującego parametry środowiskowe w owczarni przy użyciu czujników zakładanych owcom oraz czujników zainstalowanych w pomieszczeniu.

Problemy związane z rozwojem i wykorzystaniem nowoczesnych technologii w hodowli zwierząt

Rozwój technologii przyczynia się do powstawania coraz to nowych urządzeń i systemów przeznaczonych do opieki nad zwierzętami, może to jednak nieść za sobą zagrożenia. Zachwalane są możliwości oraz korzyści ze stosowania różnych urządzeń dla dobrostanu zwierząt, jednak niewiele z nich zostało wprowadzonych na rynek (Tuytens i in., 2022).

Wiele urządzeń jest dopiero na etapie testów, a te już dostępne na rynku często są niedopracowane i pojawiają się błędy w ich działaniu (Neethirajan, 2020). Wiele omawianych rozwiązań technologicznych również mierzy się z problemami w działaniu. W przypadku kamer na podczerwień parametry środowiskowe wpływają na niedokładne wyniki obrazu (Racewicz i in., 2021), nagrania dźwiękowe są trudne do analizy przez zakłócenia innymi dźwiękami (Hong i in., 2020), a odczyty czujników zakładanych zwierzętom mogą być obciążone błędami przez wzmożony ruch zwierząt lub ze względu na ich okrywą włosową (Cotur i in., 2020).

Choć systemy precyzyjnej hodowli zwierząt gospodarskich są dopiero we wczesnej fazie wdrażania, to ich rozwój niepokoi wielu pracowników rolnych. Obawiają się oni, że zaczną być wypierani przez nowoczesne urządzenia i roboty. Pojawia się również kwestia wykluczenia z rynku części rolników nie posiadających odpowiednich umiejętności cyfrowych lub dostępu do nich (Klerkx i in., 2019).

Kolejnym problemem są ogromne ilości danych przechowywanych przez producentów produktów i usług technologicznych. Rolnikom

zazwyczaj zależy na poufności informacji dotyczących ich gospodarstwa i mają zastrzeżenia co do bezpieczeństwa swoich danych przechowywanych przez firmy, gdyż mogą one być wykorzystywane lub sprzedawane. To powoduje konflikty z producentami (Wolfert i in., 2017). Obawy właścicieli zwierząt domowych dotyczące prywatności względem korzystania z urządzeń zakładanym zwierzętom przedstawili Van der Linden i in. (2020). Stwierdzili oni, że właściciele zwierząt bardziej martwią się danymi pozyskiwanymi z urządzeń noszonych przez nich samych niż z urządzeń dla zwierząt. Najczęstsze obawy dotyczące prywatności to brak kontroli nad przepływem danych oraz możliwość ujawnienia miejsca pobytu właściciela przez lokalizator zwierzęcia.

Wraz z rozwojem nowoczesnych technologii w produkcji zwierzęcej pojawia się dylemat, czy na pewno wpływają one pozytywnie na dobrostan zwierząt. Problem ten przedstawił Dawkins (2021), zwracając uwagę, że technologie i urządzenia monitorujące zwierzęta gospodarskie stosowane są głównie z myślą o zysku finansowym, co wiąże się ze zwiększeniem wydajności, a wcale nie musi faktycznie polepszać dobrostanu zwierząt. Stevenson (2017) stwierdził, że systemy precyzyjnego rolnictwa w produkcji zwierzęcej są nastawione na intensyfikację, gdzie ich zadaniem jest zwiększenie przeżywalności zwierząt, które mimo to mogą nadal żyć w stresujących warunkach i przy niskim poziomie dobrostanu.

Dostępność urządzeń zapewniających zaspokojenie podstawowych potrzeb zwierząt towarzyszących może prowadzić do mniejszego zainteresowania nimi ich opiekunów. W konsekwencji może skutkować mniejszą ilością czasu spędzonego ze zwierzętami. Trudno jednak obec-

nie jednoznacznie stwierdzić, jakie jest oddziaływanie nowoczesnych technologii na dobrostan zwierząt czy środowisko, gdyż nie są one jeszcze stosowane na szeroką skalę.

Podsumowanie

Wykorzystanie nowoczesnych technologii jest szansą na polepszenie dobrostanu zwierząt oraz ułatwienie komunikacji między człowiekiem a zwierzęciem. Pet-tech jest sektorem produkcji urządzeń tworzonych dla zwierząt domowych, mających ułatwiać właścicielom opiekę nad nimi. Najczęściej są to: zabawki mechaniczne, automatyczne poidła i karmniki, systemy kamer, głośników i czujników umieszczonych w pomieszczeniach oraz na ciele zwierzęcia. Czujniki mogą monitorować parametry fizjologiczne, takie jak: tętno, rytm serca i częstość oddechów lub położenie obserwowanego osobnika. Rozwiązaniami technologicznymi stosowanymi w gospodarstwach nastawionych na produkcję zwierzęcą są najczęściej systemy monitoringu i zarządzania danymi. Przy ich użyciu oraz systemów wspomaganie decyzji możliwa jest analiza zgromadzonych informacji w celu kontroli zdrowia i dobrostanu zwierząt poprzez wczesne wykrywanie i ostrzeżenie o problemach. Takie technologie opierają się najczęściej na bezprzewodowych systemach biosensorycznych noszonych przez zwierzęta oraz czujnikach rozmieszczonych w pomieszczeniach. Trudno obecnie jednoznacznie stwierdzić, jakie jest oddziaływanie nowoczesnych technologii na dobrostan zwierząt, gdyż nie są one stosowane na szeroką skalę. Wiele urządzeń jest dopiero testowanych, a te już dostępne na rynku są często niedopracowane i pojawiają się błędy w ich działaniu.

Literatura

- Alcaldinho J. (2016). Canine Behavior and Working Dog Suitability from Quantimetric Data. Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '16), pp. 193–197.
- Alcaldinho J., Valentin G.R., Tai S., Nguyen B., Sanders K., Moore Jackson M., Gilbert E., Starner T. (2015).

- Leveraging Mobile Technology to Increase the Permanent Adoption of Shelter Dogs. Mobile HCI '15: Proceedings of the 17th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, Association for Computing Machinery, pp. 463–469.
- Aqraldo B.W., Sentoman Y., Markos D., Warnars H.L.H.S. (2021). Detepet Mobile Application for Pet Tracking. 2021 International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI), pp. 48–52.
- Bhatia M., Sood S.K., Manocha A. (2020). Fog-inspired smart home environment for domestic animal healthcare. *Computer Communications*, 160, 1: 521–533.
- Boruta A., Gburzyński P., Kuźnicka E. (2021). On reliable wireless streaming of real-time sensor Data. *Concurrency, Specification and Programming – Revised Selected Papers from the 29th International Workshop on Concurrency, Specification and Programming (CS&P'21)*, Berlin, Germany, Springer, pp. 131–144.
- Brophy K., Davies S., Olenik S., Cotur Y., Ming D., Van Zalk N., O'Hare D., Guder F., Yetisen A.K. (2021). The future of wearable technologies. *Briefing Paper*, 6: 1–20.
- Brugarolas R., Dieffenderfer J., Walker K., Wagner A., Sherman B., Roberts D., Bozkurt A. (2014). Wearable wireless biophotonic and biopotential sensors for canine health monitoring. *SENSORS*, 2014 IEEE, pp. 2203–2206.
- Carpentier L., Vranken E., Berckmans D., Paeshuyse J., Norton T. (2019). Development of sound-based poultry health monitoring tool for automated sneeze detection. *Computers and Electronics in Agriculture*, 162: 573–581.
- Chung Y., Lee J., Oh S., Park D., Chang H.H., Kim S. (2013). Automatic detection of cow's oestrus in audio surveillance system. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26, 7: 1030–1037.
- Cotur Y., Kasimatis M., Kaisti M., Olenik S., Georgiou C., Güder F. (2020). Stretchable composite acoustic transducer for wearable monitoring of vital signs. *Advanced Functional Materials*, 30, 15: 1910288.
- Crul S., Leenders G., Van der Perre L. (2019). Glue-and-play sensing solution for remotely monitoring drinking frequency of horses. 2019 IEEE SENSORS Montreal, QC, Canada, pp. 1–4.
- Dawkins M.S. (2021). Does smart farming improve or damage animal welfare? Technology and what animals want. *Frontiers in Animal Science*, 2: 736536.
- Dominiak K.N., Kristensen A.R. (2017). Prioritizing alarms from sensor-based detection models in livestock production – A review on model performance and alarm reducing methods. *Computers and Electronics in Agriculture*, 133: 46–67.
- Ernst K., Puppe B., Schön P.C., Manteuffel G. (2005). A complex automatic feeding system for pigs aimed to induce successful behavioural coping by cognitive adaptation. *Applied Animal Behaviour Science*, 91, 3–4: 205–218.
- Gburzyński P. (2014). Nostalgiczna krowa czyli długoterminowe monitorowanie zwierząt przy pomocy efemerycznych sieci czujników. *Seminarium SGGW*.
- Giovanetti V., Decandia M., Molle G., Acciaro M., Mameli M., Cabiddu A., Cossu R., Serra M.G., Manca C., Rassu S.P.G., Dimauro C. (2017). Automatic classification system for grazing, ruminating and resting behaviour of dairy sheep using a tri-axial accelerometer, *Livestock Science*, 196: 42–48.
- Hartmann C., Lidauer L., Aurich J., Aurich C., Nagel C. (2018). Detection of the time of foaling by accelerometer technique in horses (*Equus caballus*) – a pilot study. *Reproduction in Domestic Animals*, 53, 6: 1279–1286.
- Hong M., Ahn H., Atif O., Lee J., Park D., Chung Y. (2020). Field-applicable pig anomaly detection system using vocalization for embedded board implementations. *Applied Sciences*, 10, 19: 6991.
- Jindarat S., Wuttidittachotti P. (2015). Smart farm monitoring using Raspberry Pi and Arduino. 2015 International Conference on Computer, Communications, and Control Technology (I4CT), pp. 284–288.
- Jukan A., Masip-Bruin X., Amla N. (2017). Smart computing and sensing technologies for animal welfare: A systematic review. *ACM Computing Surveys*, 50, 1: 1–27.
- Kaczor A. (2017). Automatyzacja żywienia bydła. *Wiadomości Zootechniczne*, 55, 4: 138–147.

- Karthick G.S., Sridhar M., Pankajavalli P.B. (2020). Internet of Things in Animal Healthcare (IoTAH): Review of recent advancements in architecture, sensing technologies and real-time monitoring. *SN Computer Science*, 1: 301.
- Kaur U., Voyles R.M., Donkin S. (2021). Future of animal welfare – technological innovations for individualized animal care. CABI Books, CABI International.
- Kępką K., Wójcik E. (2021). Kamery termowizyjne jako element profilaktyki kulawizn. *Przegląd Hodowlany*, 5: 18–21.
- Klerkx L., Jakku E., Labarthe P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91: 100315.
- Kulik W. (2021). Internet Rzeczy – co to jest? Przykłady urządzeń IoT. <https://www.komputronik.pl/informacje/internet-rzeczy-co-to-jest/> (Data dostępu: 11.01.2023)
- Kuźnicka E., Gburzyński P. (2017). Automatic detection of suckling events in lamb through accelerometer data classification. *Computers and Electronics in Agriculture*, 138: 137–147.
- Lee M., Seo S. (2021). Wearable wireless biosensor technology for monitoring cattle: A review. *Animals (Basel)*, 11, 10: 2779.
- Lovarelli D., Bacenetti J., Guarino M. (2020). A review on dairy cattle farming: Is precision livestock farming the compromise for an environmental, economic and social sustainable production? *Journal of Cleaner Production*, 262: 121409.
- Mancini C., Dewsbury G., van der Linden J., Kortuem G., Mills D., Smith N. (2014). Towards smart kennels for supporting canine welfare: An early exploration of requirements. AISB 2014 – 50th Annual Convention of the AISB.
- Moore Jackson M., Byrne C., Freil L., Valentin G., Zuerndorfer J., Zeagler C., Logas J., Gilliland S., Rapoport A., Sun S., Peet D., Lau A., Han X., Alcaidinho J., Starner T. (2018). Technology for working dogs. *Proceedings of the Fifth International Conference on Animal-Computer Interaction (ACI '18)*, Association for Computing Machinery, 17: 1–5.
- Neethirajan S. (2020). The role of sensors, big data and machine learning in modern animal farming. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 29: 100367.
- Oberschätzl-Kopp R., Haidn B., Peis R., Reiter K., Bernhardt H. (2016). Effects of an automatic feeding system with dynamic feed delivery times on the behaviour of dairy cows. *Conference: CIGR AgEng 2016 in Aarhus*, pp. 1–8.
- Pezzuolo A., Chiumenti A., Sartori L., da Borso F. (2016). Automatic feeding system: evaluation of energy consumption and labour requirement in north-east Italy dairy farm. *Conference: Engineering for Rural Development at Jelgava*, 15: 882–887.
- Puślecki Z.W. (2021). Sztuczna inteligencja (AI), internet rzeczy (IoT) i sieć piątej generacji (5G) w nowoczesnych badaniach naukowych. *Człowiek i Społeczeństwo*, 52: 123–164.
- Racewicz P., Sobek J., Majewski M., Różańska-Zawieja J. (2018). Przydatność pomiarów termowizyjnych w stadach krów mlecznych. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, 14, 1: 55–69.
- Racewicz P., Ludwiczak A., Skrzypczak E., Składanowska-Baryza J., Biesiada H., Nowak T., Nowaczewski S., Zaborowicz M., Stanisz M., Ślósarz P. (2021). Welfare health and productivity in commercial pig herds. *Animals*, 11, 4: 1176.
- Riego del Castillo V., Sánchez-González L., Campazas-Vega A., Strisciuglio N. (2022). Vision-based module for herding with a sheepdog robot. *Sensors*, 22: 5321.
- Sivaraman S., Zainuddin A.A., Subramaniam K. (2021). Advances in technology for pet tracker sensing systems. *2021 International Conference on Green Energy, Computing and Sustainable Technology (GECOST)*, pp. 1–4.
- Stevenson P. (2017). Precision livestock farming: could it drive the livestock sector in the wrong direction.

- <https://www.ciwf.org.uk/research/animal-welfare/precision-livestock-farming-could-it-drive-the-livestock-sector-in-the-wrong-direction/> (Data dostępu: 29.12.2022).
- Tuytens F.A.M., Molento C.F.M., Benaissa S. (2022). Twelve threats of Precision Livestock Farming (PLF) for animal welfare. *Frontiers in Veterinary Science*, 9: 889623.
- Ulatowska P. (2022). Smart home dla zwierząt, czyli inteligentne akcesoria psów i kotów. <https://www.komputronik.pl/informacje/inteligentny-dom-dla-zwierzat-gadzety/> (Data dostępu: 05.01.2023).
- Van der Linden D., Edwards M., Hedar I., Zamansky A. (2020). Pets without PETs: on pet owners' under-estimation of privacy concerns in pet wearables. *Proceedings on Privacy Enhancing Technologies*, 1: 143–164.
- Wang L., Zhou J., Qu A. (2012). Penalized generalized estimating equations for high-dimensional longitudinal data analysis. *Biometrics*, 68, 2: 353–360.
- Williams L.R., Moore S.T., Bishop-Hurley G.J., Swain D.L. (2020). A sensor-based solution to monitor grazing cattle drinking behaviour and water intake. *Computers and Electronics in Agriculture*, 168: 105141.
- Wolfert S., Ge L., Verdouw C., Bogaardt M.J. (2017). Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems*, 153: 69–80.
- Wysokińska Z. (2022). Czy gospodarka cyfrowa pomoże zmniejszyć presję na środowisko naturalne? W: M. Burchard-Dziubińska (red.), *W poszukiwaniu zielonego ładu*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, ss. 148–159.
- <https://rws.waw.pl/branza-pet-tech/> (Data dostępu: 29.12.2022).
- <https://techwish.pl>
- <https://www.euro.com.pl>

MODERN TECHNOLOGIES IN ANIMAL HUSBANDRY

Summary

The utilization of modern technologies is an opportunity to improve animal welfare and facilitate communication between humans and animals. Pet-tech is a sector of devices created for domestic animals, aimed at making it easier for owners to care for their pets. The most common devices include mechanical toys, automatic waterers and feeders, systems of cameras, speakers, and sensors placed indoors and on the animal's body. Sensors can monitor physiological parameters such as heart rate, heart rhythm, respiratory rate, or the location of the observed individual. Technological solutions used in livestock farming most often involve monitoring and data management systems. By using these systems and decision support systems, it is possible to analyze the collected information to control animal health and welfare through early detection and warning of problems. Such technologies are typically based on wireless biosensor systems worn by animals and sensors deployed indoors. Currently, it is difficult to conclusively determine the impact of modern technologies on animal welfare, as they are not widely used. Many devices are still in the testing phase, and those already available on the market are often underdeveloped, with operational errors occurring.

Key words: animal welfare, new technologies, pet-tech

Automatyczny podajnik paszy

Źródło: Total Dairy Management; <https://www.tdm.it/en/project/afiact>; www.berutex.com/automatyczny-podajnik-paszy/

