

Przesłano: 23-12-2025

Zaakceptowano do druku: 10-06-2026



WYKORZYSTANIE BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW POWIETRZNYCH DO SZACOWANIA SZKÓD W UPRAWACH ROLNICZYCH WYRZĄDZONYCH PRZEZ DZIKIE ZWIERZĘTA

Marian Flis¹

Abstrakt: Zwiększająca się liczebność zwierzyny grubej przyczynia się do wzrostu interakcji zwierząt poszczególnych gatunków ze środowiskami bytowania, co wpływa dość istotnie na rozmiar szkód w uprawach rolniczych. Pomimo, że podmioty odpowiedzialne za szacowanie dokonują oceny strat i wyliczeń kwot odszkodowań, niemal corocznie na tym tle pozostają pewne kwestie budzące szereg emocji i nieporozumień, głównie wynikających z dokonywanych pomiarów powierzchni zniszczonych przez zwierzęta. W opracowaniu przedstawiono możliwości szacowania szkód wyrządzonych przez dzikie zwierzęta z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych. Wykorzystanie dronów w procedurze likwidacji szkód ogranicza się do oceny powierzchni uszkodzeń gniazdowych i punktowych oraz ustalenia procentu zniszczeń, a tym samym powierzchni zredukowanej szkody. Pomimo, że sam pilotaż jak i późniejsze wyliczenia stawiają przed szacującymi pewne wymagania zarówno prawne jak i techniczne, to w znacznym stopniu przyczyniają się do zmniejszenia czasochłonności wykonania opisanych czynności w terenie. Pomiary często nieregularnych powierzchni na podstawie wykonanych zdjęć i sporządzenia stosownych map i modeli 3D, są znacznie dokładniejsze niż te wykonane bezpośrednio na gruncie. Wykorzystanie opisanych metod, pomimo, iż wymaga od podmiotów szacujących poniesienia kosztów początkowych, jednak w ujęciu długofalowym, zwłaszcza przy trwającej intensyfikacji rolnictwa jest nieuniknione i wydaje się być właściwym kierunkiem.

Słowa kluczowe: szkody w uprawach rolniczych, odszkodowania łowieckie, dzikie zwierzęta, drony

JEL: O13

USE OF UAVS TO ESTIMATE DAMAGE TO AGRICULTURAL CROPS CAUSED BY WILD ANIMALS

Marian Flis¹

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie (Lublin University of Life Sciences) | ORCID 0000-0001-7429-3158 | e-mail: marian.flis@up.edu.pl

Abstract: The increasing abundance of large game increases interactions between individual species and their habitats, significantly affecting the extent of crop damage. Although entities responsible for assessments assess losses and calculate compensation amounts, certain issues arise almost annually, generating a range of emotions and misunderstandings, primarily stemming from the measurement of areas damaged by animals. This study presents the potential for assessing damage caused by wild animals using unscrewed aerial vehicles. The use of drones in damage control procedures is limited to assessing the area of the nest and spot damage, determining the percentage of damage, and thus the area of reduced damage. Although piloting and subsequent calculations impose certain legal and technical requirements on the assessors, they significantly reduce the time required to perform the field activities described. Measurements of often irregular surfaces from photographs, and the preparation of appropriate maps and 3D models, are much more accurate than those performed directly on the ground. The use of the described methods, although it requires estimating entities to incur initial costs, is inevitable in the long term, especially with the ongoing intensification of agriculture, and seems to be the right direction.

Keywords: damage to agricultural crops, hunting compensation, wild animals, drones

JEL Classification: O13

1. Wstęp

Szkody w uprawach rolniczych wyrządzone przez dzikie zwierzęta to długofalowy problem, z którym borykają się rolnicy w całej Polsce. Mimo okresowo pojawiających się nowych wytycznych wciąż istnieją liczne kwestie sporne dotyczące procedur szacowania szkód, w tym określania rozmiaru zniszczeń stanowiących podstawę do obliczenia odszkodowania (Flis, 2013; Flis, 2018a; Flis i Rataj, 2017; Zalewski i in., 2020). Kolejne rozwiązania prawne nie wnoszą istotnych zmian co do podmiotów odpowiedzialnych za wynagradzanie strat z tytułu zniszczeń upraw powodowanych przez dzikie zwierzęta. Również procedury szacowania, pomimo pojawiających się co jakiś czas zmian i rzekomych ulepszeń co do istoty problemu pozostają niezmiennie. Najlepszym potwierdzeniem tego faktu jest okres lat 2016-2018, kiedy to próbowano diametralnie zmienić podejście do szacowania szkód, za które odpowiedzialność ponoszą dzierżawcy lub zarządcy obwodów łowieckich, czyli *de facto* myśliwi. Po nieco ponad 2 latach zawirowań w tej kwestii i wskazywania coraz to innych, tak naprawdę niezależnych podmiotów, okazało się, że tylko myśliwi są w stanie podźwignąć ciężar związany z obowiązkami szacowania zarówno w kwestiach merytorycznych jak i technicznych (Flis, 2023a; Flis, 2023b).

Stan ten niewątpliwie uwarunkowany jest faktem, iż oprócz faktycznie wyliczonych kwot odszkodowań z tytułu strat, podmioty szacujące, czyli koła łowieckie, ponoszą diametralnie wysokie koszty związane z przeprowadzaniem

czynności szacowania. Koszty te wielokrotnie przewyższają kwoty wypłaconych odszkodowań i są wkalkulowane w funkcjonowanie kół łowieckich. Według różnych szacunków wynoszą od 300 do 500 mln złotych rocznie. Należy wskazać, iż koszty szacowania nie są ujmowane w żadnych statystykach dotyczących szkód a tylko w bilansach rocznych kół łowieckich. Tym samym są to tzw. koszty ukryte, które wielokrotnie przewyższają kwoty corocznie wypłacanych odszkodowań. Dość istotnym w tym względzie jest fakt, iż środki finansowe kół łowieckich pochodzą z dwóch źródeł. Jednym z nich są wpływy z tytułu sprzedanych polowań i zwierzyny, a drugim składki członkowskie i inne opłaty na rzecz kół łowieckich ponoszone przez ich członków (Flis, 2023b; Flis, 2023c; Flis, 2024a).

Pomimo pojawiających się zmian ujęcia prawnego i metodycznego całość zagadnień związanych z szacowaniem szkód w uprawach i płodach rolnych wynika z przepisów ustawy – Prawo łowieckie oraz Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2019 roku, w sprawie sposobu postępowania przy szacowaniu szkód oraz wypłat odszkodowań za szkody w uprawach i płodach rolnych (Flis i Rataj, 2017; Flis, 2018; Ustawa – Prawo łowieckie; Rozp. Min. Środ. z dnia 16 kwietnia 2019 roku). Przepisy te w sposób jasny i przejrzysty definiują sposób postępowania zarówno poszkodowanych jak i przedstawicieli kół łowieckich w całości zagadnień związanych z likwidacją konkretnej szkody. Nakreślają one szereg ściśle określonych czynności, które powinny odbyć się w odpowiedniej kolejności i zmierzać do obiektywnego określenia zakresu i rozmiaru strat.

Celem opracowania było przedstawienie możliwości wykorzystania nowych rozwiązań i technologii w procedurze likwidacji szkód wyrządzonych przez dzikie zwierzęta w uprawach rolniczych, na przykładzie kukurydzy. Nie bez przyczyny wybrano szacowanie szkód w kukurydzy, co uwarunkowane jest faktem gwałtownie zwiększającej się powierzchni uprawy przeznaczonej do różnych kierunków użytkowania.

2. Materiał i metody

Procedury szacowania szkód ze względu na dynamicznie postępujące zmiany struktur pól i upraw wymagają coraz większych nakładów zarówno w ujęciu czasowym jak i kosztowym (Sporek, 2014; Flis, 2024b). Coraz powszechniejsze występowanie upraw wielkoobszarowych w połączeniu z uprawami roślin o wysokim potencjale składników pokarmowych wpływają na zmiany behawioru zwierząt dzikich. Zmiany te objawiają się wyborem terenów rolniczych jako podstawowych areałów bytowania niemal przez cały okres cyklu rocznego (Węgorek, 2002; Zawadzki i in., 2011; Kamieniarz, 2025). Stąd też, poszukuje się nowych rozwiązań w zakresie określania rozmiaru zniszczeń zwłaszcza w kukurydzy, w których to uprawach uszkodzenia

przez dzikie zwierzęta są największe. W ostatnich latach testuje się wiele rozwiązań w zakresie wykorzystania technik obrazowania wielkości zniszczeń na podstawie zdjęć wykonanych z bezzałogowych statków powietrznych (Aszkowski i in., 2024; Banaszek i Szota, 2025; Dobosz i in., 2023; Dobosz i in., 2025; Jełowicki i in., 2020). Problematyka ta nie dotyczy tylko Polski, ale także innych państw europejskich, gdzie rozmiar szkód w uprawach rolniczych w ostatnich latach przybiera na znaczeniu (Hlavňna i Bahan, 2025; Kwak i Park, 2019).

W procedurze szacowania strat najbardziej pracochłonną czynnością jest zawsze określenie rozmiaru zniszczeń, czyli powierzchni poszczególnych zniszczeń gniazdowych oraz punktowych, co po ich zsumowaniu i sprowadzeniu do powierzchni zredukowanej szkody stanowi podstawę do dalszych ustaleń i obliczeń należnego odszkodowania. Z reguły pomiarów tych dokonuje się przy użyciu taśmy mierniczej i przyporządkowaniu wyodrębnionym powierzchniom szkód kształtu figur geometrycznych płaskich. Począwszy od 2019 roku do pomiarów dopuszczone zostały urządzenia GPS, które w znacznej mierze ułatwiają określenie powierzchni dość nieregularnych zniszczeń (rysunek 1). Pomimo tych udogodnień coraz powszechniejsze staje się wykorzystywanie do tego celu bezzałogowych statków powietrznych oraz programów komputerowych.

Rysunek 1

Pomiar powierzchni zniszczonej z wykorzystaniem urządzenia GPS



Źródło: Fot. Marian Flis.

Niniejsze badania przeprowadzono na uprawie kukurydzy w województwie świętokrzyskim z przeznaczeniem na ziarno, gdzie dokonano ustalenia powierzchniowego rozmiaru zniszczeń z wykorzystaniem drona. Całość szkód wyrządzona była przez dziki, co potwierdzały charakterystyczne ślady buchtowania oraz tropy i pozostałości miejsc odpoczynku (barłogów). Powierzchnię poszczególnych zniszczeń ustalono poprzez wykonywanie oblotu danej uprawy statkiem powietrznym DRON DJI AIR2S (rysunek 2). W dalszej kolejności na podstawie wykonanych fotografii utworzono mapę uprawy w programie OpenDroneMap, który pozwala na przetwarzanie zdjęć lotniczych na mapy i modele 3D. Do oceny zniszczeń i pomiaru poszczególnych powierzchni wykorzystano program QGIS.

Rysunek 2

Oblot dronem uprawy kukurydzy i wykonanie zdjęć



Źródło: Fot. Marian Flis.

Czynności pomiarowe wykonano bezpośrednio w terenie a poprzedzone one były pracami kameralnymi związanymi ze zlokalizowaniem danej uprawy i działek ewidencyjnych, na których się ona znajduje. W niniejszych badaniach uprawa kukurydzy zlokalizowana była na działkach ewidencyjnych nr 253/2 i 254, których łączna powierzchnia, według danych z ewidencji gruntów i budynków wynosiła 5,98 ha (rysunek 3). Trasę przelotu oraz wysokość jak również liczbę wykonanych zdjęć zaplanował program komputerowy po wprowadzeniu danych działki a tym przypadku działek w ujęciu ewidencyjnym, na których znajdowała się uprawa objęta szacowaniem (rysunek 4).

Niezmiernie ważnym aspektem jest fakt, iż operator drona musi posiadać odpowiednie uprawnienia do wykonywania lotów, w obecnej sytuacji prawnej muszą to być uprawnienia klasy co najmniej A1/A3, a sam operator musi być zarejestrowany i posiadać unikalny indywidualny numer pozwalający na wykonywanie lotów².

Rysunek 3

Uytuowanie i kształt działek, na których uprawiana była kukurydza



Źródło: www.geoortal.gov.pl – opracowanie własne.

² Operator drona w kategorii otwartej (Open) musi posiadać odpowiednie uprawnienia, być zarejestrowany w systemie UAS w kraju pochodzenia i posiadać unikalny numer identyfikacyjny umożliwiający wykonywanie lotów. Zgodnie z obowiązującymi przepisami UE (Rozporządzenie (UE) 2019/947) i polskimi wytycznymi Ministerstwa Infrastruktury:

- Klasa A1 – drony lekkie (<0,9 kg), dopuszczone do lotów w pobliżu ludzi, z wyłączeniem zgromadzeń;
- Klasa A2 – drony średniej wagi (0,9–4 kg), loty w pobliżu ludzi wymagające dodatkowego szkolenia teoretycznego i praktycznego; minimalna odległość od osób postronnych 30 m (lub 5 m przy wolnym locie – low speed mode);
- Klasa A3 – drony cięższe (>250 g), loty z dala od ludzi, zabudowań i zgromadzeń, w strefach bezpiecznych.

Źródła: European Union (2019). *Regulation (EU) 2019/947 of the European Parliament and of the Council of 24 May 2019 on the rules and procedures for the operation of unmanned aircraft* (OJ L 152, 11.06.2019, pp. 1–45); Ministerstwo Infrastruktury, Polska. Zasady rejestracji operatorów dronów w Polsce, dostęp: <https://drony.gov.pl>, data dostępu: 31.12.2025.

Z kolei sam lot należy bezwzględnie zgłosić w systemie DroneTower (Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej). Niejednokrotnie należy uzyskać zgodę na lot, zwłaszcza jeżeli uprawa, nad którą chcemy wykonać przeloty znajduje się w tzw. strefach kontrolowanych, zwłaszcza w pobliżu lotnisk lub stałych tras przelotu samolotów (CTR). Po wykonaniu oblotu nad uszkodzoną uprawą z wykonanych zdjęć utworzono mapę w modelu 3D. Na podstawie tej mapy wykonano pomiary poszczególnych zniszczeń gniazdowych jak i punktowych wykorzystując program QGIS. Obliczenia te można wykonać na dwa sposoby. Jednym z nich jest obliczanie powierzchni każdego pojedynczego obiektu, stosowane przy niewielkiej liczbie szkód gniazdowych. W tym przypadku wykorzystano metodę obliczenia powierzchni polygonowej wielu obiektów (zniszczeń) w układzie metrycznym, co pozwoliło na interpolowanie tych obliczeń do hektarów.

Rysunek 4

Plan misji dla bezzałogowego statku powietrznego celem wykonania zdjęć

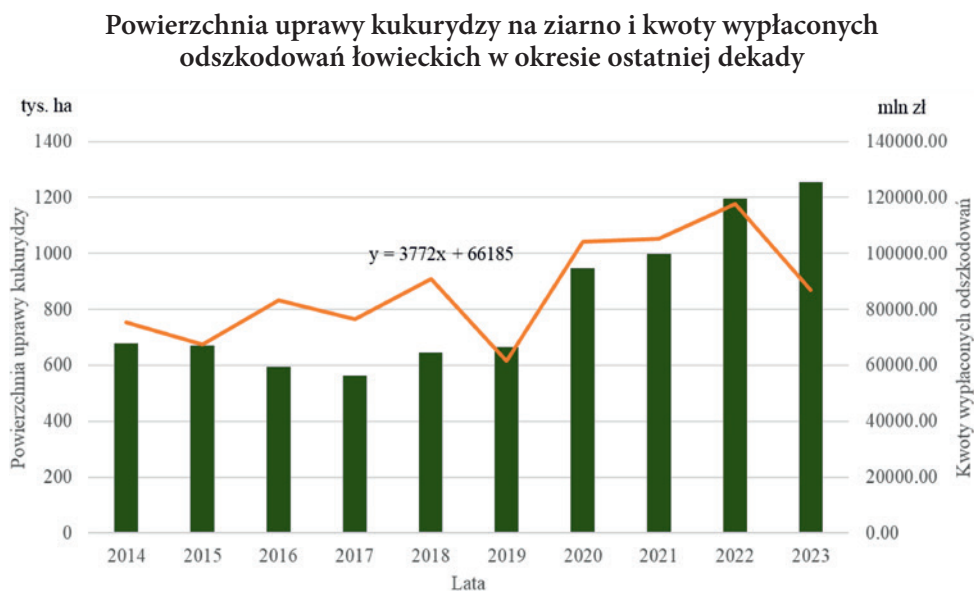


Źródło: www.geoortal.gov.pl – opracowanie własne.

3. Wyniki

W okresie ostatniej dekady powierzchnia uprawy kukurydzy w użytkowaniu na ziarno zwiększyła się blisko 2-krotnie, co pociągnęło za sobą wzrost zobowiązań myśliwych z tytułu szkód w uprawach rolniczych (rysunek 5), gdzie zdecydowana większość dotyczy właśnie upraw kukurydzy. Pomimo, że zobowiązania z tytułu szkód w ujęciu dekadowym wykazują także tendencję wzrostową, czego potwierdzeniem jest równanie linii trendu, to kwoty te w zdecydowanej większości zależne są od koniunktury na rynkach rolniczych i uwarunkowane w głównej mierze od ceny płodów rolnych w danym roku. Mając na względzie przedstawione trendy i tendencje rozwoju rolnictwa, w powiązaniu ze zwiększającą się liczebnością zwierzyny grubej, a tym samym rosnącymi zobowiązaniami z tytułu szkód konieczne staje się poszukiwanie nowych rozwiązań zmierzających do udoskonalenia procedur szacowania i bardziej precyzyjnego określania rozmiaru zniszczeń w ujęciu powierzchniowym. Stąd też do oceny zniszczeń wykorzystano bezzałogowy statek powietrzny.

Rysunek 5



Źródło: Opracowanie własne. Na podstawie: Główny Urząd Statystyczny.

Po wykonaniu zaplanowanej wcześniej misji oblotu uprawy kukurydzy zebrane dane wprowadzono do systemu komputerowego i wykorzystując odpowiednią aplikację (OpenDroneMap) utworzono mapę całościową danej uprawy. Następnie zliczono powierzchnie uszkodzone gniazdowo i powierzchnie uszkodzone

punktowo (rysunek 6), co widoczne jest doskonale na wykonanej mapie uprawy. Wykonane fotografie pozwoliły na ocenę zarówno powierzchni poszczególnych gniazd jak i procentu zniszczenia roślin na tak wyodrębnionych gniazdach a w konsekwencji ustalenia powierzchni zredukowanej szkody. Umożliwiały także bardzo dokładne wychwycenie liczby zniszczeń punktowych lub zniszczeń w postaci ścieżek od zwierzyny i ustalenia ich procentowego udziału w odniesieniu do pozostałej powierzchni uprawy, gdzie nie występują zniszczenia gniazdowe.

Wykorzystanie do pomiarów bezzałogowego statku powietrznego uwidoczniło, iż faktyczna powierzchnia tej uprawy wynosiła 3,09 ha, gdyż reszta działki porośnięta była lasem. Korzystanie z drona poprzedzone musi być zaplanowaniem misji przelotu nad ocenianą uprawą, jej wysokości oraz liczby wykonanych zdjęć niezbędnych do późniejszej oceny. Wykonane pomiary i obliczenia w konsekwencji pozwoliły na określenie rozmiaru zniszczeń gniazdowych i punktowych w ujęciu powierzchni zredukowanej szkody, stanowiącej podstawę do dalszych obliczeń przysługującego odszkodowania. Umożliwiły także przedstawienie tego w formie graficznej (rysunek 7), dla potrzeb szacowania i jako obligatoryjnego załącznika do protokołu szacowania szkody.

Rysunek 6

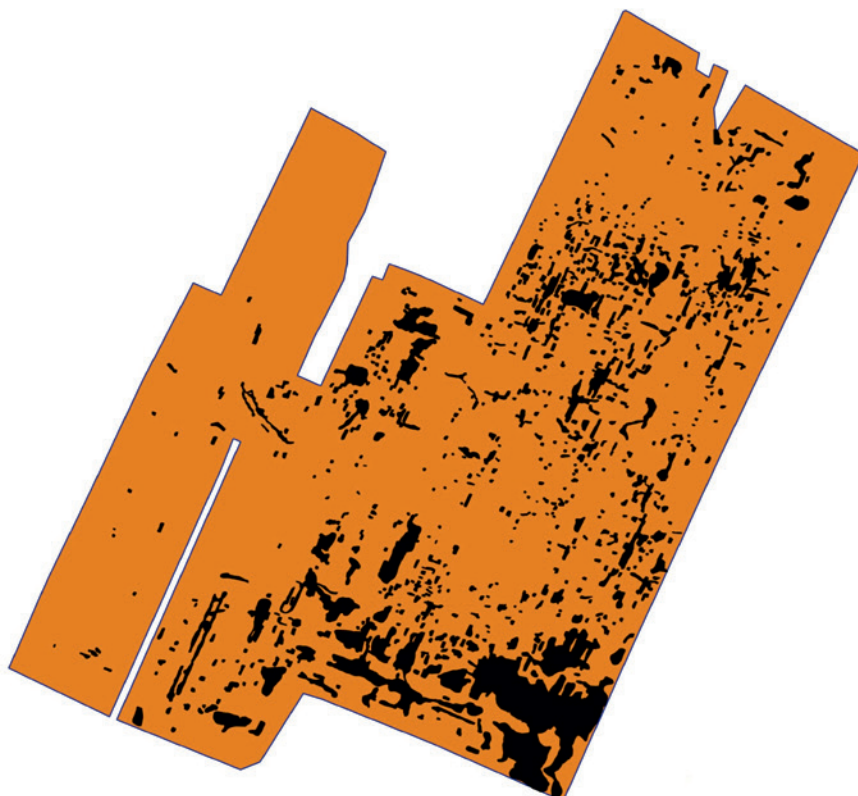
**Widok fragmentu uprawy z występującymi szkodami
gniazdowymi i punktowymi**



Źródło: Opracowanie własne. Fot. Marian.Flis.

Rysunek 7

Mapa uprawy kukurydzy wraz z naniesionymi uszkodzeniami (kolor czarny) stanowiąca jednocześnie szkic sytuacyjny uprawy objętej szacowaniem



Źródło: Opracowanie własne. Szkic sytuacyjny uprawy wykonany w programie QGIS.

Dalsze czynności szacowania szkód, tj. określanie plonowania uszkodzonej uprawy oraz ceny rynkowej potencjalnie możliwego do uzyskania plonu nie wymaga wykorzystania drona. Wykonują je szacujący indywidualnie dla każdej uprawy w zależności od polowych prób wydajności i rozeznania co do ceny produktów rolniczych w rejonie powstania szkody.

4. Wnioski

1. Przedstawione informacje i dane uwidaczniają wzrastającą problematykę występowania szkód w uprawach rolniczych ze szczególnym uwzględnieniem kukurydzy, jako podstawowej rośliny paszowej i konsumpcyjnej w naszym

kraju. Postępujący wzrost powierzchni upraw kukurydzy pociąga za sobą konsekwencje środowiskowe w postaci szkód wyrządzanych przez dzikie zwierzęta, a w konsekwencji zwiększenie zobowiązań finansowych podmiotów odpowiedzialnych za wynagradzania tego rodzaju szkód.

2. Ze względu na z reguły rozproszony i nieregularny charakter zniszczeń w uprawach stosowane dotychczas techniki pomiarów zniszczeń są bardzo pracochłonne i z reguły mało dokładne. Stąd też obecnie występują bardzo duże możliwości wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych w procedurze szacowania szkód zwłaszcza w rozległych uprawach plantacyjnych. Niemniej jednak wymagają one od osoby obsługującej drona pewnych umiejętności w zakresie jego pilotażu oraz uwarunkowań prawnych możliwości wykonywania lotów w określonej przestrzeni powietrznej, jak również znajomości specyfiki szkód i ich oceny w terenie. Tego rodzaju nowatorskie rozwiązania znacznie upraszczają procedury szacowania pod względem czasowym, ale także, a może przede wszystkim, pod względem dokładności związanej z ustalaniem powierzchni i procentowego rozmiaru zniszczeń. Od osób wykonujących tego rodzaju pomiary wymagana jest także umiejętność obsługi programów komputerowych związanych z czynnościami mapowania wykonanych zdjęć i wykonania pomiarów. Niemniej jednak przy utrzymującej się tendencji do intensyfikacji produkcji rolniczej i zwiększających się jednostkowych powierzchniach upraw, nieuniknione staje się wprowadzanie nowatorskich rozwiązań do procedur szacowania, a wykorzystanie dronów w całej rozciągłości jest właściwym kierunkiem w tym zakresie.
3. Pomimo faktu, iż istnieją jeszcze inne możliwości oceny szkód, w tym wykorzystanie możliwości automatycznej detekcji obszarów ze szkodami oraz uczenia maszynowego, jak również wykorzystanie sztucznej inteligencji, jednak zważywszy na możliwości finansowe kół łowieckich oraz możliwości techniczne osób podejmujących się tego rodzaju działań, metody te w praktyce nie znajdują zastosowania. Wykorzystuje się je z reguły na niewielkich obszarach w celach naukowych i eksperymentach a nie znaczeniu praktycznym w uprawach wielkopowierzchniowych, gdzie na każdej z nich występuje odmienna charakterystyka uszkodzeń jak i samej plantacji. Ponadto metody te generują znaczne koszty zakupu sprzętu.
4. Opisane rozwiązanie mieści się w granicach możliwych do zaakceptowania przez koła łowieckie, nadleśnictwa lub doradców środowiskowych kosztów, skracając czasochłonność a zarazem wpływając na znacznie większą dokładność uzyskanych pomiarów. Tym samym pozwala to na bardziej precyzyjne określenie zniszczeń rzutujące wprost na kwotę lub kwoty wyliczonych odszkodowań. Pomimo, iż przedstawione rozwiązanie znacznie upraszcza

i skraca czas czynności szacowania, nie zapewnia kompleksowego podejścia do procedury likwidacji szkód, gdyż na każdym szacowaniu szkody niezależnie od zastosowanej metody i tak niezbędna jest obecność szacujących, którzy dokonują szczegółowych ustaleń, do kompleksowej likwidacji szkody.

LITERATURA

1. Aszkowski, P., Kraft, M., Drapikowski, P., Pieczyński, D. (2024). Estimation of corn crop damage caused by wildlife in UAV images. *Precision Agriculture*, 25, 2505-2530, <https://doi.org/10.1007/s11119-024-10180-7>
2. Banaszek, S., Szota, M. (2025). A semi-automated RGB-based method for wildlife crop damage detection using QGIS-integrated UAV workflow. *Sensors*, 25(15), 4734, <https://doi.org/10.3390/s25154734>
3. Dobosz, B., Gozdowski, D., Koronczuk, J., Žukovskis, J., Wójcik-Gront, E. (2023). Evaluation of maize crop damage using UAV-Based RGB and multispectral imagery. *Agronomy*, 13(8), 1627, <https://doi.org/10.3390/agriculture13081627>
4. Dobosz, B., Gozdowski, D., Koronczuk, J., Žukovskis, J., Wójcik-Gront, E. (2025). Detection of crop damage in maize using Red-Green-Blue Imagery and LiDAR data acquired using an unmanned aerial vehicle. *Agronomy*, 15(1), 238, <https://doi.org/10.3390/agronomy15010238>
5. European Union. (2019). *Regulation (EU) 2019/947 of the European Parliament and of the Council of 24 May 2019 on the rules and procedures for the operation of unmanned aircraft* (OJ L 152, 11.06.2019, pp. 1–45). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019R0947>
6. Flis, M. (2013). Ecological, legal land economic aspects of evaluating the damages caused by wild animals. *Environmental Protection and Natural Resources*, 243(57), 53-58.
7. Flis, M., Rataj, B. (2017). Szkody łowieckie – nowe podejście do problemu. *Wies i Rolnictwo*, 1(174), 149-161.
8. Flis, M. (2018). Szkody łowieckie – stan faktyczny i kolejne rozwiązania prawne. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*, 94(4), 112–122.
9. Flis, M. (2023a). Efektywna gospodarka leśna i rolna a zadania myśliwych. [w:] *Wyzwania współczesnego łowiectwa w Polsce. Kancelaria Senatu*. Warszawa, 35-44.
10. Flis, M. (2023b). Rolnictwo i łowiectwo - konflikt czy wspólnota interesu. [w:] *Lasy i leśnictwo a rozwój obszarów wiejskich. Wielkopolski Oddział Polskiego Towarzystwa Leśnego*, Poznań, 46- 60.
11. Flis, M. (2023c). Kondycja finansowa kół łowieckich na tle zobowiązań z tytułu szkód w uprawach i płodach rolnych. *Agronomy Science*, 78(3), 101-110. <https://doi.org/10.24326/as.2023.5114>
12. Flis, M. (2024a). Rational hunting management: The impact on plant production and annual culling of wild game animals. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, 73(3), 338–344. <https://doi.org/10.17306/J.JARD.2024.01882>
13. Flis, M. (2024b). Gospodarowanie populacjami zwierzyny we współpracy Lasów Państwowych i Polskiego Związku Łowieckiego. [w:] *Osiągnięcia leśnictwa polskiego*

- w świetle rozwoju nauk leśnych pod redakcją Wojciecha Gila. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary, 139-152.
14. Hlavňna, M., Bahan, R. (2025). Evaluating Mechanically-caused Crop Damage Using Two Simple UAV-based Assessment Techniques. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVIII-5/W3-2025, 35-42. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-5-W3-2025-35-2025>
 15. Jełowicki, Ł., Sosnowicz, K., Ostrowski, W., Osińska-Skotak, K., Bakula, K. (2020). Evaluation of Rapeseed Winter Crop Damage Using UAV-Based Multispectral Imagery. *Remote Sensing*, 12, 2618, <https://doi.org/10.3390/rs12162618>
 16. Kamieniarz, R. (2025). Uszkodzenia upraw leśnych i rolnych przez zwierzynę – przyczyny powstawania oraz sposoby przeciwdziałania. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*, 120(2), 43–63.
 17. Kwak G., Park N. (2019). Impact of texture information on crop classification with machine learning and UAV images. *Applied Science*, 9(4), 643, <https://doi.org/10.3390/app9040643>
 18. Ministerstwo Infrastruktury. (n.d.). *Zasady rejestracji operatorów dronów w Polsce*. <https://drony.gov.pl> (Dostęp: 31 grudnia 2025)
 19. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2019 roku, w sprawie sposobu postępowania przy szacowaniu szkód oraz wypłat odszkodowań za szkody w uprawach i płodach rolnych (Dz. U. 2019. poz. 776).
 20. Sporek M. (2014). Szkody łowieckie w uprawach rolnych. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, 2(32), 181-188.
 21. Ustawa z dnia 13 października 1995 roku – Prawo łowieckie (Dz.U.205.539).
 22. Węgorzek, P. (2002). Cykl zasiedlania wielkoobszarowych upraw kukurydzy przez subpopulacyjne ugrupowania dzików i dynamika narastania szkód w zależności od fazy rozwojowej tych upraw. *Progres in Plant Protection*, 42(2), 730-735.
 23. Zawadzki, A., Szuba-Trznadel, A., Fusch, B. (2011). Baza pokarmowa, charakterystyka populacji i sezonowość rozrodu dzików na terenie Gór Kaczawskich. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Biologia i Hodowla Zwierząt*, 63, 363-376.
 24. Zalewski, D., Markuszewski, B., Wójcik, M. (2020). *Szkody w gospodarce wyrządzane przez dzikie zwierzęta*. 7-93. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.