

Zastosowanie teledetekcji satelitarnej w statystyce rolniczej do prognozowania powierzchni upraw rolnych i ogrodnich

240 tys. ha

Powierzchnia buraków cukrowych określona w oparciu o eksperymentalną metodę identyfikacji upraw na podstawie zobrażeń satelitarnych w 2020 r. W porównaniu do powierzchni zasiewów ubiegłorocznych jest o ok. 1% mniejsza, a także o ok. 1% mniejsza od powierzchni wyszacowanej przez rzeczoznawców GUS na etapie szacunku wstępnego w 2020 r.

Wstęp

Jednym z działań innowacyjnych prowadzonych przez statystykę publiczną jest zastosowanie nowoczesnych metod przetwarzania obrazów satelitarnych na potrzeby statystyki rolnictwa. Departament Rolnictwa GUS wspólnie z Urzędem Statystycznym w Olsztynie już od wielu lat prowadzi badania nad wykorzystaniem zobrażeń satelitarnych do prognozowania powierzchni zasiewów upraw rolnych i ogrodnich. Badania te prowadzone były wspólnie z jednostkami naukowymi tj. Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk (CBK PAN) oraz Instytutem Geodezji i Kartografii (IGiK). Jednostki naukowe posiadają odpowiednie zaplecze naukowe oraz infrastrukturę informatyczną do pobierania i analizy zdjęć satelitarnych, natomiast Główny Urząd Statystyczny dostarczył materiałów terenowych w postaci opisu upraw znajdujących się na działkach rolnych (badania typu in-situ) do walidacji uzyskanych wyników. W ramach powyższych prac realizowany jest projekt pt. „Satelitarna identyfikacja i monitorowanie upraw na potrzeby statystyki rolnictwa – SATMIROL” w ramach I konkursu na projekty otwarte w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych: „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków GOSPOSTRATEG”. Celem projektu badawczo-rozwojowego jest budowa i wdrożenie innowacyjnego systemu do identyfikacji i monitorowania upraw rolnych. Monitoring obejmie również wpływ sytuacji kryzysowych (susze, powodzie, przymrozki, itp.) na stan upraw rolnych w okresie wegetacji. Projekt jest kontynuacją działań prowadzonych przez GUS i CBK PAN mających na celu wykorzystanie danych satelitarnych do badań rolniczych.

W ramach realizacji projektu wykorzystane zostaną między innymi satelitarne obserwacje Ziemi - Earth Observation (EO), pochodzące z satelitów Sentinel 1 i Sentinel 2, dane z systemu administracyjno-informatycznego Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa (ARiMR), w tym systemu identyfikacji działek rolnych LPIS, dane katastralne z Ewidencji Gruntów i Budynków (EGiB) oraz dane statystyczne z badań rolniczych prowadzonych przez GUS.

Departament Rolnictwa Głównego Urzędu Statystycznego uczestniczy również w konsorcjum z IGiK oraz CBK PAN w projekcie realizowanym we współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną. Departament Rolnictwa w ramach współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną w zakresie prac nad wykorzystaniem zdjęć satelitarnych do identyfikacji i monitorowania upraw nawiązał ścisłą współpracę z Agencją Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, a także Krajowym Ośrodkiem Wsparcia Rolnictwa. Głównym zagadnieniem prac jest identyfikacja zasiewów i określenia ich powierzchni, a także prognozowanie plonowania roślin uprawnych oraz monitorowanie sytuacji kryzysowych występujących w rolnictwie, a mających wpływ na uzyskane zbiory.

Pojawienie się pandemii koronawirusa na początku bieżącego roku oraz ograniczenie badań reprezentacyjnych spowodowało zintensyfikowanie prac nad wykorzystaniem zdjęć satelitarnych do szacowania powierzchni upraw rolnych i ogrodnich.

W 2020 r. w miesiącach wrzesień – listopad przeprowadzany będzie Powszechny Spis Rolny, stąd zacho-

03.08.2020 r.

Projekt pt. „Satelitarna identyfikacja i monitorowanie upraw na potrzeby statystyki rolnictwa – SATMIROL” w ramach I konkursu na projekty otwarte w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych: „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków GOSPOSTRATEG”.

dzi konieczność wyszacowania powierzchni upraw na wcześniejszym etapie, aby możliwe było określenie spodziewanych zbiorów upraw rolnych i ogrodniczych. Departament Rolnictwa wspólnie z Urzędem Statystycznym w Olsztynie na etapie szacunku wstępnego w lipcu br. wykorzystał zobrazowania satelitarne po raz pierwszy do wyszacowania powierzchni wytypowanych upraw.

Statystyka publiczna od kilku lat prowadzi prace rozwojowe w zakresie wykorzystania danych teledetekcyjnych na potrzeby statystyki rolnictwa. Wychodząc naprzeciw rosnącym oczekiwaniom odbiorców danych statystycznych co do jakości, szczegółowości i aktualności danych w niniejszej notatce przedstawiono najnowsze rozwiązania w zakresie wykorzystania metod teledetekcji satelitarnej do określania powierzchni upraw.

Wstępny szacunek głównych ziemiopłodów rolnych i ogrodniczych w 2020 r.

Szacunek został wykonany z wykorzystaniem metod teledetekcji satelitarnej. Podstawę jego opracowania stanowiły obrazy radarowe Sentinel-1A/B (rozdzielczość 10m). Okres obserwacji obejmował miesiące kwiecień-czerwiec 2020 r. Łącznie wykorzystano 248 scen satelitarnych o szerokości 250 km danych GRD-IW (Ground Range Detected) w polaryzacji pionowej i krzyżowej (VV, VH). Szacunek został opracowany na podstawie segmentacji i klasyfikacji obiektowej współczynnika rozpraszania wstecznego Sigma Nought z wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego (Support Vector Machine). Do uczenia systemu i walidacji wyników klasyfikacji wykorzystano dane z wektorowej bazy wniosków o przyznanie płatności pozyskanej przez Departament Rolnictwa GUS z Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa. Uzyskano dokładność ogólną klasyfikacji na poziomie 79%. Szczegółowy zakres klasyfikacji oraz dokładności uzyskanie dla poszczególnych upraw przedstawia poniższa tabela:

Tablica 1. Szczegółowy zakres klasyfikacji oraz dokładności uzyskane dla poszczególnych upraw

Uprawa	Powierzchnia w [ha]	Precision*	Recall*	F-score*	OA*	KIA*		
buraki cukrowe	239674	0.83	0.81	0.82	0.79	0.77		
gorczyca	239158	0.47	0.31	0.37				
gryka	211035	0.57	0.51	0.54				
jęczmień jary	254351	0.81	0.77	0.79				
jęczmień ozimy	255344	0.93	0.91	0.92				
kukurydza	1463744	0.81	0.92	0.86				
mieszanki zbożowe	303323	0.52	0.39	0.44				
owies	474007	0.57	0.69	0.62				
plantacje drzew owocowych	619658	0.75	0.77	0.76				
plantacje krzewów owocowych	581422	0.56	0.52	0.54				
proso	158618	0.61	0.55	0.58				
pszenica jara	147610	0.61	0.29	0.40				
pszenica ozima	1731230	0.89	0.94	0.92				
pszenżyto jare	730939	0.46	0.37	0.41				
pszenżyto ozime	1024497	0.79	0.87	0.83				
rzepak jary	18230	0.59	0.03	0.06				
rzepak ozimy	983171	0.93	0.99	0.96				
strączkowe	264083	0.69	0.62	0.65				
trawy i użytki zielone	4565123	0.86	0.94	0.90				
truskawka	171043	0.70	0.69	0.69				
tytoń	46314	0.81	0.81	0.81				
warzywa	206467	0.54	0.45	0.49				
ziemianki	148306	0.82	0.78	0.80				
zioła i przyprawy	135610	0.60	0.38	0.46				
żyto	667746	0.84	0.88	0.86				
Suma	15640703							

KIA współczynnik Kappa (kappa coefficient) wyniósł **0,77**

*Precision (precyzja) - stosunek poprawnie sklasyfikowanych upraw do całkowitej liczby sklasyfikowanych obiektów w tej klasie,

*Recall (czułość) - stosunek poprawnie sklasyfikowanych upraw do całkowitej liczby obiektów kontrolnych w tej klasie,

*F-score - średnia harmoniczna z precyzji i czułości,

*OA (overall accuracy) - dokładność ogólna wyrażająca iloraz sumy obiektów sklasyfikowanych poprawnie oraz całkowitej liczby wszystkich sklasyfikowanych obiektów.

*KIA - współczynnik Kappa (kappa coefficient) - wyraża łączny błąd klasyfikacji. Współczynnik ten określa na ile klasyfikacja została wykonana lepiej w porównaniu z przypadkowym przypisywaniem wartości. Współczynnik kappa może wynosić od -1 do 1. Wartość 0 wskazuje, że klasyfikacja nie jest lepsza niż klasyfikacja losowa. Liczba ujemna wskazuje, że klasyfikacja jest znacznie gorsza niż losowa. Wartość bliska 1 wskazuje, że klasyfikacja jest znacznie lepsza niż losowa."

Uwagi metodologiczne i analiza wyników

- a) W celu weryfikacji otrzymanych wyników porównano rozpoznaną w 2020 roku powierzchnię upraw w Polsce i województwach z powierzchnią rozpoznaną w roku 2019, przyjmując założenie, że o ile nie było znaczących strat w uprawach ozimych i trwałych nie powinna się ona znacząco zmienić.

Tablica 2. Zmiany w powierzchni zasiewów w 2020 r. - w procentach

Uprawa	Polska	W województwach
	2019=100	2019=100
pszenica ozima	94,9	76,1-116,6
pszenica jara	50,9	9,4-79,5
pszenżyto ozime	99,1	84,9-189,8
pszenżyto jare	219,5	69,1-309,5
żyto ozime	98,7	75,1-197,8
jęczmień ozimy	126,3	75,8-147,4
jęczmień jary	107,5	63,8-181,7
owies	130,9	94,4-221,9
mieszanki zbożowe	64,7	9,2-103,5
zboża*	103,0	92,3-110,9
gryka	134,8	63,4-1062,4
proso	228,7	14,7-1177,7
kukurydza	97,5	77,1-128,1
burak cukrowy	102,0	25,8-445,9
rzepak ozimy	108,7	89,6-215,8
rzepak jary	16,2	10,5-112,0
gorczyca	254,8	90,4-622,9
ziemniaki	87,7	42,8-112,1
tytoń	157,9	0-4351,9
strączkowe	108,2	46,6-186,0
warzywa	116,1	42,4-228,3
truskawka	148,8	79,6-533,1
zioła i przyprawy	180,9	37,5-1107,6
trawy i użytki zielone	90,5	69,7-101,3
plantacje drzew owocowych	104,4	66,4-246,2
plantacje krzewów owocowych	82,4	44,5-554,1
Suma	99,9	99,7-100,8

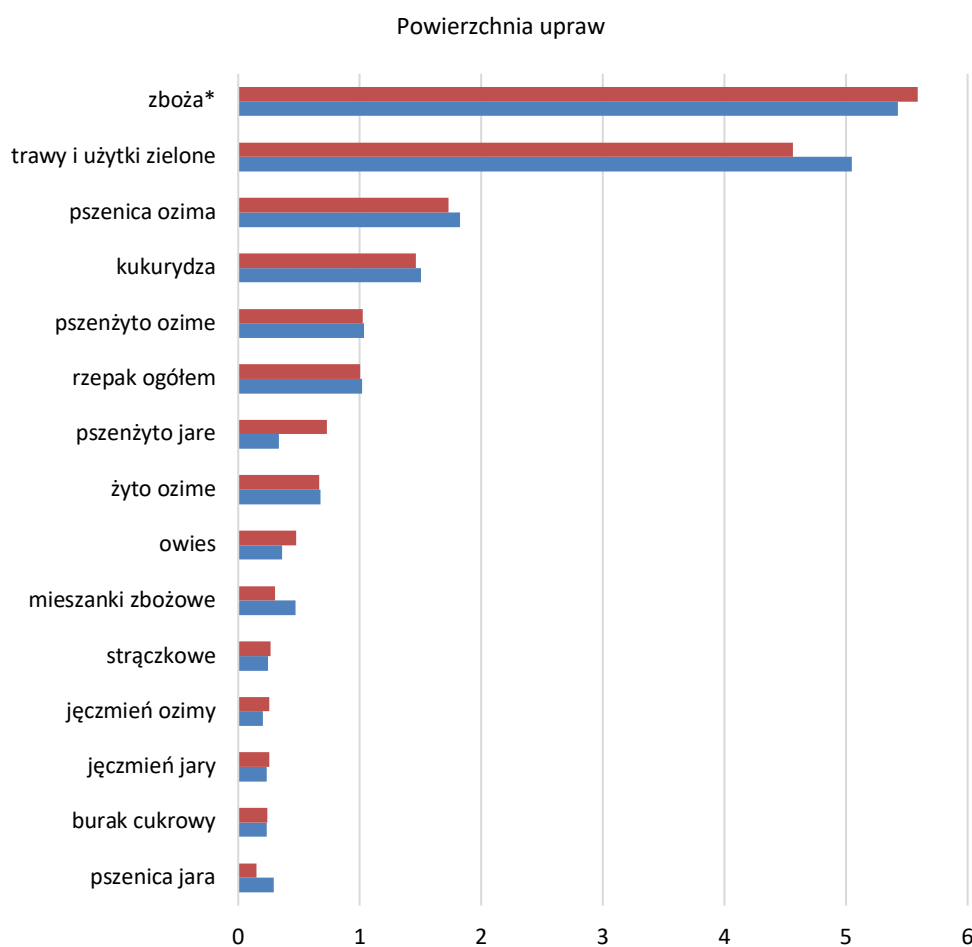
Zmiany w powierzchni zasiewów
Polska = 99,9% (2019 = 100%)

*zboża – zboża zbliżone pokrojowo.

- 1) Widoczna jest duża zgodność dla grupy zbóż zbliżonych pokrojowo – 103,0%. Wśród nich dominują zboża ozime, preferowane przez rolników z uwagi na występujące w Polsce susze wiosenne. Uprawy jare pojawiają się na ogół po stratach zimowych lub związane są z brakiem czasu na siew ozimin oraz trudności w przygotowaniu pól. Dokładna identyfikacja uprawy ozimej we wczesnym stadium rozwoju może być utrudniona z uwagi na przesuwanie się jesiennych terminów zasiewów i słabszym rozwojem tych roślin w okresie jesienno-zimowym oraz pozostającymi na polu na okres zimowy poplonami. Rozpoznanie zbóż jarych w czystym siewie może być utrudnione, z uwagi na częste ich występowanie w mieszankach wielogatunkowych. Przebieg wiosennych warunków agrometeorologicznych determinuje zróżnicowanie rozwoju, tzn. w warunkach niedoboru wilgoci lepiej radzi sobie jęczmień, zaś przy dobrym uwilgotnieniu szybciej rozwija się owies, gatunki najczęściej wchodzące w skład mieszanek jarych.
- 2) Porównywalna jest ogólna powierzchnia kukurydzy - 97,5%.
- 3) W skali kraju obserwuje się w miarę stabilną powierzchnię uprawy rzepaku ozimego – 108,7%. Jedynie w województwie lubelskim powierzchnia tej uprawy zwiększyła się 2-krotnie. Uprawa rzepaku jarego w Polsce ma charakter marginalny i tu należy spodziewać się dużych wahań areatu.
- 4) Buraki cukrowe uprawiano w Polsce na podobnym areale – 102,0%. Niemniej jednak występują duże zmiany w powierzchni na poziomie niektórych województw. Jest to produkcja wysokospecjalistyczna, prowadzona na ogół w tych samych gospodarstwach, posiadających specjalistyczny sprzęt, dlatego oczekuje się mniejszych różnic. Generalnie uzyskano wysoką dokładność klasyfikacji buraków na podstawie próbek kontrolnych, która wyniosła 82,7%. Pozostałe 17,3% działek referencyjnych zostało sklasyfikowanych jak inne uprawy (m.in. 4,9% jako warzywa, 3,1% jako kukurydza, 2,8%

- jako ziemniaki). Dowodzi to słabej rozróżnialności tych upraw we wczesnych fazach rozwoju. W celu uzyskania wyższych dokładności niezbędne jest rozszerzenie serii czasowej danych radarowych.
- 5) Ustabilizowana jest ogólnopolska powierzchnia uprawy ziemniaków 87,7%, a znaczące ubytki upraw obserwuje się w województwach z małymi gospodarstwami, w których są one uprawiane na niewielkich działkach.
 - 6) Utrzymuje się w Polsce porównywalny areal uprawy roślin strączkowych – 108,2%. Z uwagi na stosunkowo niewielkie powierzchnie upraw w województwach, każda zmiana w powierzchni uwidacznia się znaczącą zmianą procentową.
 - 7) Z uwagi na duży areal traw i użytków zielonych w Polsce i województwach nie zaobserwowano większych zmian rok do roku - 90,5% .
 - 8) Pozostałe rozpoznane klasy upraw, z uwagi na mniejsze powierzchnie, cechują się dużą zmiennością. Zmienność ta nie uwidacznia się na poziomie Polski, ale jest znacząca na poziomie województw. Należałoby się przyjrzeć dokładniej zwłaszcza rozpoznaniu upraw trwałych, tj. plantacjom drzew i krzewów owocowych oraz wieloletnim uprawom truskawek.

Rys. 1. Powierzchnia upraw w latach 2019 i 2020



- b) Dokonano również dodatkowego porównania danych o powierzchni upraw w województwie warmińsko-mazurskim.
- 2020 ■ 2019

Tablica 3. Powierzchnia zasiewów w ha w województwie warmińsko-mazurskim

Uprawa	2019			2020	
	R-CzBR_sg	ARiMR	dane satelitarne	ARiMR*	dane satelitarne
buraki cukrowe	5 907	4 535	3 967	5 639	4 102
gorczyca	772	2 285	1 821	1 922	1 646
gryka	6 134	6 061	6 283	6 276	10 932
jęczmień jary	33 936	24 156	16 440	22 548	18 098
jęczmień ozimy	4 725	4 437	3 545	4 551	3 634
kukurydza	52 633	74 010	75 623	82 030	87 047
mieszanki zbożowe	42 857	24 467	25 078	21 378	21 729
owies	22 196	26 185	24 138	30 168	39 635

Przyjmując dane satelitarne 2020 =100 zmiany w powierzchni zasiewów wynoszą np.:

- pszenicy ozimej od 93% do 123%,
- żyta od 88% do 123%,
- pszenżyta ozimego od 105% do 137%,
- rzepaku ozimego od 98% do 129%.

Uprawa	2019			2020	
	R-CzBR_sg	ARiMR	dane satelitarne	ARiMR*	dane satelitarne
plantacje drzew owocowych	1 177	1 624	12 102	1 276	9 364
plantacje krzewów owocowych	922	1 793	13 649	1 502	7 664
proso	106	267	498	351	1 218
pszenica jara	38 901	19 924	19 824	19 755	15 769
pszenica ozima	108 750	139 044	138 306	143 005	133 611
pszenżyto jare	8 997	5 187	11 162	5 036	12 209
pszenżyto ozime	67 660	75 499	79 789	79 497	83 858
rzepak jary	1 430	3 138	2 824	2 408	296
rzepak ozimy	74 067	93 683	97 936	92 814	95 793
strączkowe	26 630	75 758	36 040	76 881	37 297
trawy i użytki zielone	368 483	567 987	561 945	572 199	545 313
truskawka	158	305	1719,07	272	2 228
tytoń	0	21	316	22	593
warzywa	1 178	1 605	1 902	2 894	2 044
ziemianki	7 624	5 363	2 907	4 778	2 749
zioła i przyprawy	949	2 419	523	752	387
żyto	37 132	40 646	38 448	33 524	35 710
Suma	913 326	1 200 399	1 176 785	1 211 478	1 172 928

*dane nieostateczne, według stanu na 30.06.2020

- 1) Dane powierzchniowe dla województwa warmińsko-mazurskiego porównano z uogólnionymi wynikami reprezentacyjnego czerwcowego badania użytkowania gruntów GUS (R-CzBR) przeprowadzonego w 2019 r. - według siedziby gospodarstwa rolnego. Z rozpoznania satelitarnego zostało opisanych o 287 tys. ha (o 31,4%) więcej upraw niż w R-CzBR. Wynika to z faktu, że rozpoznanie satelitarne upraw wykonywane jest w obrębie gruntów ornych zakwalifikowanych do jednolitej płatności obszarowej przez ARiMR i obejmujących cały kraj. Ponadto rozpoznanie satelitarne dostarcza informacji na poziomie nie tylko województw, ale również powiatów i gmin. Dotychczasowe wyniki w zakresie powierzchni użytków rolnych oraz zasiewów na podstawie badań reprezentacyjnych były uogólniane dla gospodarstw rolnych według siedziby gospodarstwa lub siedziby użytkownika. Dane pozyskane na podstawie zobrażeń satelitarnych odnoszą się natomiast do powierzchni upraw w granicach administracyjnych, stąd też mogą się różnić od dotychczas prezentowanych w innym ujęciu.
- 2) Dodatkowo w zestawieniu zamieszczono dane z wniosków obszarowych składanych corocznie przez rolników do ARiMR. Rozbieżności sumy powierzchni ARiMR i powierzchni uzyskanych z danych Sentinel wynikają po pierwsze z faktu, że deklaracje rolników opisują nie wszystkie działki (ok. 80% powierzchni upraw położonych na terenie województwa warmińsko-mazurskiego, w Polsce 75%), a po drugie z powodu niskiej rozdzielczości przestrzennej danych Sentinel, która powoduje zacieranie granic małych działek rolnych.
- 3) Przyczyny różnic w rozpoznaniu satelitarnym upraw na dzień 1 lipca 2020 r. dla:
 - ziemniaków (niedobór) i tytoniu (nadwyżka) jest wykorzystanie zbyt krótkiej serii czasowej obrazów radarowych. Seria czasowa obejmująca miesiące kwiecień-czerwiec uwzględnia jedynie początkowe fazy wzrostu tych roślin. Znaczące miesiące w identyfikacji ziemniaków i tytoniu przypadają na czerwiec-sierpień, kiedy roślinność jest w pełni rozwinięta.
 - drugim czynnikiem wpływającym na rozbieżności są niewielkich rozmiarów działki, które jak wspomniano wcześniej, ze względu na rozdzielczość obrazów satelitarnych (10mx10m) nie są możliwe do identyfikacji.
- 4) W powierzchni plantacji drzew i krzewów owocowych (nadwyżka) jest zbyt duże zróżnicowanie gatunkowe. Plantacje drzew i krzewów obejmują wiele gatunków i charakteryzują się roślinnością o różnej wysokości oraz uprawą rzędowną, co znacznie wpływa na rozróżnialność między nimi. Ponadto wyższa powierzchnia plantacji drzew i krzewów owocowych w opracowaniu danych satelitarnych wynika z tego, że część trwałych użytków zielonych, na których również występują zadrzewienia i zakrzaczenia mogła zostać sklasyfikowana jako plantacje drzew i krzewów owocowych.

Wnioski

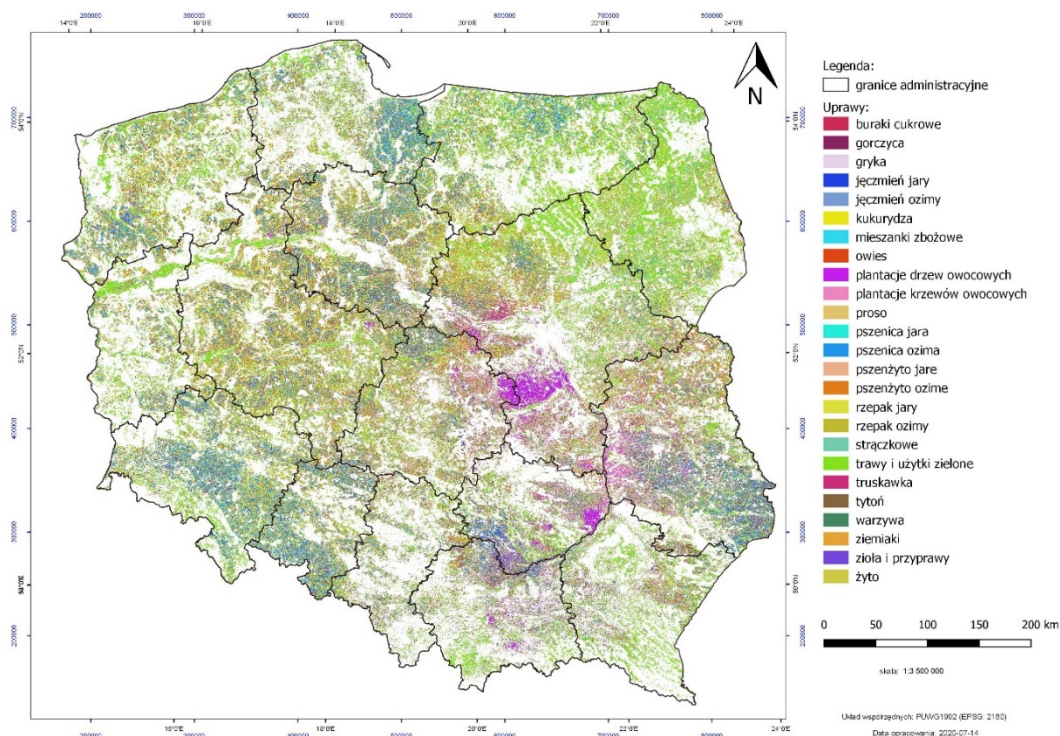
Na podstawie przeprowadzonych analiz wnioskuje się, że seria czasowa danych radarowych Sentinel-1 obejmująca miesiące kwiecień-czerwiec jest wystarczająca do uzyskania satysfakcjonujących dokładno-

ści identyfikacji upraw ozimych i części upraw jarych. W celu uzyskania właściwego szacunku pozostałych upraw, które rozwijają się w późniejszych miesiącach (kukurydza, buraki, ziemniaki, tytoń i inne) niezbędne jest wydłużenie serii czasowej. Problemem pozostaje niska rozdzielczość przestrzenna wykluczająca działki o niewielkich rozmiarach. Identyfikacja błędów klasyfikacji dla plantacji drzew i krzewów owocowych wymaga dalszej analizy.

W GUS oraz US Olsztyn dalej prowadzone będą intensywne prace naukowe oraz wdrożeniowe we współpracy z CBK PAN oraz IGIK nad zastąpieniem wybranych statystyk w zakresie identyfikacji i monitorowania upraw wykorzystujących teledetekcję satelitarną. W Departamencie Rolnictwa podjęto szeroką współpracę również z innymi jednostkami administracji publicznej (MRiRW, ARiMR, KOWR) oraz instytucjami naukowymi, tak aby w przyszłości prezentować dane na niższym poziomie agregacji (powiat, gmina) przy jednoczesnym zmniejszeniu obciążenia respondentów i ankietowanych oraz poprawy jakości prezentowanych wyników.

Poniższa mapa przedstawia wstępny szacunek głównych ziemiopłodów rolnych i ogrodniczych w 2020 r. na podstawie analizy zdjęć satelitarnych.

Mapa 1. Wstępny szacunek głównych ziemiopłodów rolnych i ogrodniczych



Opracowanie merytoryczne:

Urząd Statystyczny Olsztyn

Dyrektor Marek Morze

Tel: 89 524 36 66

Departament Rolnictwa GUS

Zastępca Dyrektora Tomasz Milewski

Tel: 22 608 34 12

Rozpowszechnianie:

Rzecznik Prasowy Prezesa GUS

Karolina Banaszek

Tel: 695 255 011

Wydział Współpracy z Mediami

Tel: 22 608 34 91, 22 608 38 04

e-mail: obslugaprasowa@stat.gov.pl



www.stat.gov.pl



[@GUS_STAT](https://twitter.com/GUS_STAT)



[@GlownyUrzadStatystyczny](https://www.facebook.com/GlownyUrzadStatystyczny)

Powiązane opracowania

<https://stat.gov.pl/statystyki-eksperymentalne/gospostrateg/satmirol-satelitarna-identyfikacja-i-monitorowanie-upraw-na-potrzeby-statystyki-rolnictwa/>

[Użytkowanie gruntów i powierzchnia zasiewów w 2019 roku](#)

[Produkcja upraw rolnych i ogrodnich w 2019](#)

Temat dostępny w bazach danych

[BDL: Powierzchnia zasiewów](#)

Ważniejsze pojęcia dostępne w słowniku

[Powierzchnia upraw](#)