

## SZCZEGÓŁOWY OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

### I. DEFINICJE I PODSTAWOWE SKRÓTY

O ile w niniejszym szczegółowym Opisie Przedmiotu Zamówienia wyraźnie inaczej nie wskazano, poniższe terminy będą miały następujące znaczenie:

Pojęcie / skrót	Definicja
Baza Danych Obiektów Ogólnogeograficznych (BDOO)	wektorowa (obiektowa) baza danych zawierająca lokalizację przestrzenną obiektów topograficznych wraz z ich charakterystyką. Treść i szczegółowość bazy BDOO odpowiada mapie ogólnogeograficznej w skali 1:250 000, gdzie zakres tematyczny obejmuje m.in. informacje o: sieci wodnej, sieci komunikacyjnej, sieci uzbrojenia terenu, pokryciu terenu, budynkach, budowlach i urządzeniach, kompleksach użytkowania terenu, terenach chronionych, jednostkach podziału terytorialnego.
Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k)	wektorowa (obiektowa) baza danych zawierająca lokalizację przestrzenną obiektów topograficznych wraz z ich charakterystyką. Treść i szczegółowość bazy BDOT10k odpowiada mapie topograficznej w skali 1:10 000, gdzie zakres tematyczny obejmuje m.in. informacje o: sieci wodnej, sieci komunikacyjnej, sieci uzbrojenia terenu, pokryciu terenu, budynkach, budowlach i urządzeniach, kompleksach użytkowania terenu, terenach chronionych, jednostkach podziału terytorialnego.
CORINE	Celem programu COoRdination of INformation on Environmet jest koordynacja działalności w zakresie jednolitych i uporządkowanych sposobów pozyskiwania i gromadzenia informacji o środowisku geograficznym.
Corine Land Cover (CLC)	Jeden z elementów programu CORINE dotyczący pokrycia terenu, który w pierwszym etapie obejmował kraje Unii Europejskiej, a w następnym został rozszerzony na 10 krajów Europy Środkowej i Wschodniej, w tym także Polskę.
Dane satelitarne niskorozdzielcze	Dane satelitarne o rozdzielczości przestrzennej niższej i równej niż 250 m
Dane satelitarne średniorozdzielcze	Dane satelitarne o rozdzielczości przestrzennej od 10 do 30 m.
Dane satelitarne bardzo wysokorozdzielcze (VHR)	Dane satelitarne o rozdzielczości przestrzennej wyższej niż 5 m
Dokumentacja	Dokumentacja wytworzona w ramach Przedmiotu Zamówienia.
Global Land Cover/ Globe Cover	Bazy danych pokrycia terenu utworzone we współpracy z EEA, FAO, GOFC-GOLD, IGBP, JRC i UNEP z wykorzystaniem danych MERIS. Rozdzielczość przestrzenna to 300m

Pojęcie / skrót	Definicja
ESA	Europejska Agencja Kosmiczna
High Resolution Layers (HRL)	ogólnoeuropejskie warstwy wysokorozdzielcze zawierające uszczegółowioną informację o charakterystycznych formach pokrycia terenu. Warstwy te są komplementarne z bazami Corine Land Cover.
Metodyka	Zbiór środków i działań (metod) wybranych do realizacji określonego Zadania czy rozwiązania konkretnego problemu.
Numeryczny model pokrycia terenu (NMPT)	stanowi dyskretną (punktową) reprezentację powierzchni terenu wraz z obiektami wystającymi ponad tę powierzchnię, takimi jak: budynki, drzewa, mosty, wiadukty i inne elementy infrastruktury.
Oprogramowanie	(ang. software) – ogół informacji w postaci zestawu instrukcji, zaimplementowanych interfejsów i zintegrowanych danych przeznaczonych dla komputera do realizacji wyznaczonych celów. Celem oprogramowania jest przetwarzanie danych w określonym przez twórcę zakresie.
Państwowy Zasób Geodezyjny i Kartograficzny (PZGiK)	zbiór wszystkich cyfrowych i analogowych materiałów (zbiory map oraz dokumenty w postaci operatów, rejestrów, wykazów, katalogów, wydawnictw, zdjęć lotniczych i satelitarnych, baz danych oraz banków danych), geodezyjnych i kartograficznych, służący gospodarce narodowej, obronności państwa, nauce, kulturze i potrzebom obywateli.
Przedmiot Umowy lub Przedmiot Zamówienia	Całość prac realizowanych na podstawie niniejszej umowy, mających na celu osiągnięcie rezultatu, tj. opracowanie lub aktualizację metodyki, opracowanie wniosków i rekomendacji, opracowanie lub aktualizację oprogramowania realizującego automatycznie proces klasyfikacji i detekcji zmian oraz wykonanie map pokrycia terenu oraz mapy zmian w pokryciu terenu.
Pokrycie terenu	Termin „pokrycie terenu” jest według wielu autorów utożsamiany z wymiarem biofizycznym i odnoszony do fizycznego opisu przestrzeni ziemi, czyli jego fizycznych właściwości, a więc odnosi się do obecnych, fizycznych właściwości powierzchni ziemi.
S2GLC	Sentinel-2 Global Land Cover – międzynarodowy projekt, finansowany przez ESA, którego celem było opracowanie metodologii zautomatyzowanego tworzenia mapy pokrycia terenu o wysokiej rozdzielczości w oparciu o zdjęcia Sentinel-2.
S2GLC PL2020	Przystosowana do warunków polskich metodyka i klasyfikacja S2GLC.
SOPZ	Szczegółowy Opis Przedmiotu Zamówienia, niniejszy dokument stanowiący załącznik do Umowy.
Umowa	Umowa, do której załącznikiem jest niniejszy OPZ.
Utwór	Powstały w wykonaniu Przedmiotu Umowy i utrwalony przejaw działalności twórczej, stanowiący utwór w rozumieniu ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych wskazany w Umowie szczegółowo opisany w protokole odbioru

Pojęcie / skrót	Definicja
Użytkowanie terenu	Termin „użytkowanie terenu” bywa najczęściej odnoszony do wymiaru funkcjonalnego i utożsamiany z opisem powierzchni w aspekcie społeczno-ekonomicznym, a więc odnosi się do działalności człowieka związanej z daną częścią terenu.
Zamawiający	Polska Agencja Kosmiczna (POLSA)

## II. PRZEDMIOT ZAMÓWIENIA

Przedmiotem zamówienia jest „Opracowanie map zmian pokrycia terenu”.

Monitorowanie środowiska, jego ochrona, zrównoważony rozwój, racjonalne planowanie wymagają inwentaryzacji sposobów użytkowania i pokrycia terenu oraz detekcji zachodzących zmian. Mapy pokrycia terenu, opracowane cyklicznie według określonej systematyki i klasyfikacji są istotnym źródłem informacji na potrzeby dalszych analiz, w tym detekcji zachodzących zmian, dotyczących racjonalizacji wykorzystania przez człowieka otaczającego środowiska. Coraz liczniejsze są międzynarodowe projekty badawczo-rozwojowe, dotyczące między innymi badania zmian użytkowania ziemi i pokrycia terenu, prowadzone zarówno w skali globalnej jak i regionalnej, coraz więcej jest doświadczeń krajowych. Wykorzystanie rozwiązań AI, w tym uczenia maszynowego, gwarantuje automatyzację i powtarzalność procesu klasyfikacji, pozwala monitorować zmiany w krótszych odstępach czasu, umożliwia generowanie nie tylko map zmian jakie zaszły w pokryciu i użytkowaniu terenu ale również przewidywać z dużym prawdopodobieństwem stan w przyszłości.

Podstawowym elementem zamówienia będzie wykonanie w sposób zautomatyzowany oraz walidacja map zmian pokrycia terenu odpowiednio pomiędzy latami 2019/2020 oraz 2020/2021 w oparciu m.in. o mapy pokrycia terenu, wykonane w zautomatyzowanym procesie klasyfikacji wieloczasowych, scen satelitarnych Sentinel-2 oraz opisanie metodyki wykonania tych map

## III. SZCZEGÓŁOWY OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Zamówienie obejmować będzie w szczególności następujące zadania:

1. **Opracowanie i opisanie sposobu automatycznego generowania i walidacji map zmian pokrycia terenu** – opisanie w formie dokumentacji o charakterze metodycznym sposobu postępowania w celu realizacji przedmiotu umowy w tym między innymi:
  - a. opis materiałów źródłowych i sposobu ich wykorzystania w procesie detekcji zmian i klasyfikacji,
  - b. opis algorytmów wykorzystanych do detekcji zmian, przy założeniu wysokiego stopnia automatyzacji procesu detekcji i klasyfikacji,
  - c. propozycja minimalnych obszarów zmian dla poszczególnych klas, z analizą i uzasadnieniem przyjętych istotności,
  - d. opis sposobu i formy wizualizacji uzyskanych wyników, przy założeniu, że produktami będą mapa rastrowa, mapa wektorowa oraz zestawienia tabelaryczne,
  - e. opis sposobu i zakresu generowania zestawień tabelarycznych/tabeli zmian:
    - i. zakres informacyjny tabeli,
    - ii. miara powierzchni zmian,

- iii. propozycja agregacji wyników w jednostkach administracyjnych,
- f. opis metod walidacji uzyskanych wyników, w tym oceny skuteczności i prawidłowości zastosowanego rozwiązania, przy założeniu dwustopniowej oceny zmian tzn. określeniu miejsca zmiany oraz jej charakteru,
- g. opis materiałów źródłowych i sposobu ich wykorzystania w procesie walidacji,
- h. opis propozycji dalszych możliwych działań rozwojowych w zakresie sposobu opracowania i formy mapy zmian pokrycia terenu.

## 2. Wykonanie map zmian pokrycia terenu 2019/2020 oraz 2020/2021 wraz z walidacją

- a. Dla obszaru całego kraju wygenerowane zostaną mapy zmian pokrycia terenu, które zaszły pomiędzy rokiem 2019 a rokiem 2020 oraz rokiem 2020 i rokiem 2021.
- b. Mapy zostaną wykonane według zasad opisanych w uzgodnionym z Zamawiającym dokumencie, o którym mowa w rozdziale III pkt 1.
- c. Detekcja zmian powinna być wykonana co najmniej dla poniżej opisanych klas, zgodnych z klasami występującymi w będących w posiadaniu Zamawiającego mapach pokrycia terenu:

Nazwa klasy	Opis
Tereny antropogeniczne	Antropogeniczne formy pokrycia terenu powstałe w skutek zastąpienia przez człowieka form naturalnych (ożywionych lub nieożywionych) przez budowle oraz inne obiekty o trwałej, sztucznej nawierzchni. Do obszarów tych zaliczane są obszary mieszkaniowe, przemysłowe, usługowe oraz komunikacyjne.
Tereny naturalne pozbawione roślinności	Tereny naturalne pozbawione roślinności złożone z piasków i żwirów, piargów, rumowisk oraz odsłoniętych skał. Klasa ta zawiera również obszary eksploatacji odkrywkowej, zwałowiska oraz hałdy.
Lasy liściaste	Tereny z dominacją drzew liściastych bez względu na wysokość roślin.
Lasy iglaste	Tereny z dominacją drzew iglastych bez względu na wysokość roślin.
Roślinność trawiasta	Tereny z przewagą roślinności trawiastej i zielonej obejmujące obszary naturalne (murawy) jak również trwałe użytki zielone będące częścią upraw (łąki i pastwiska).
Wrzosowiska i zakrzaczenia	Niskie formacje roślinne obszarów górzystych składające się z roślin zielnych oraz karłowatych krzaków i krzewinek.
Tereny rolne	Tereny objęte rolniczą działalnością człowieka obejmujące nawadniane i nienawadniane grunty orne różnych upraw oraz tereny ugorowane.
Tereny bagienne	Tereny nisko położone o roślinności niedrzewiastej ze stałymi lub okresowymi podmokłościami (nasylenie wodą) wynikającymi z opadów lub podtopień rzecznych lub przybrzeżnych nadmorskich.
Torfowiska	Obszary podmokłe z występującą akumulacją osadów organicznych z roślin bagiennych oraz bagiennie-łąkowych. Klasa obejmuje również obszary wydobycia torfu.
Obszary wodne	Tereny otwartej wody obejmujące wody śródlądowe i morskie.

Obszary zachmurzone	Obszary, na których niemożliwa jest detekcja form pokrycia terenu z powodu występowania zachmurzenia jak również innych zjawisk (np. cienie chmur, dym, zamglenia) na większości dostępnych zobrażeń Sentinel-2.
---------------------	--

- d. Wykonawca dokona szczegółowej analizy efektów detekcji zmian i ich klasyfikacji w podziale na poszczególne warstwy klasyfikacji oraz opracuje wnioski i rekomendacje.
- e. W wyniku opracowania powstanie mapa rastrowa, mapa wektorowa oraz tabelaryczne zestawienie zmian, w szczególności:
  - i. mapa rastrowa zmian powinna być wykonana według tej samej systematyki co mapy źródłowe,
  - ii. zmiany pokrycia powinny być określone na podstawie mapy rastrowej,
  - iii. mapa wektorowa powinna zawierać tylko takie zmiany, które zgodnie z metodyką zostaną zaklasyfikowane jako „istotne” – z uwzględnieniem rozdzielczości geometrycznej i radiometrycznej oraz prawdopodobieństwa wystąpienia zmian o określonym charakterze,
  - iv. tabela zmian powinna zawierać powierzchnie zmian w przyjętej w metodyce jednostce powierzchni oraz jako % zmian w danej klasie dla przyjętego obszaru administracyjnego agregacji danych.
- f. Wykonawca dokona walidacji uzyskanych wyników na poziomie nie mniejszym niż 10%, według zasad opisanych w uzgodnionym z Zamawiającym dokumencie, o którym mowa w rozdziale III pkt 1.
- g. Wykonawca zapewni obiektywność oceny jakości i efektywności rozwiązania, a proces walidacji będzie szczegółowo udokumentowany i uzupełniony wnioskami i rekomendacjami.
- h. Dokładność całkowita detekcji zmian powinna wynosić minimum 80%, dokładność całkowita poprawności kierunków zmian powinna być na poziomie 75%, a dla pojedynczej klasy zmian nie mniejsza niż 70%.

### 3. Opracowanie dokumentacji, prezentacja.

- a. Wykonawca przekaze Zamawiającemu dokumentację opisującą proces realizacji przedmiotu umowy w tym w szczególności:
  - i. opis wykorzystanych materiałów źródłowych oraz danych referencyjnych;
  - ii. dokumentację związaną z procesami walidacji w tym: strategię doboru próbek, wyboru punktów i miar walidacyjnych, oraz analizę dokładności i rekomendacje;
- b. Szczegółowy zakres dokumentacji oraz jej treść będzie przedmiotem uzgodnień z Zamawiającym;
- c. Wykonawca przeprowadzi dla Zamawiającego prezentację sposobu realizacji prac oraz jej wyników w miejscu i terminie ustalonym przez strony.

## IV. DANE, MATERIAŁY I ŹRÓDŁA INFORMACJI

- 1. Do realizacji Zamówienia Wykonawca wykorzysta wszystkie niezbędne źródła informacji, w tym w szczególności:
  - a. obowiązujące przepisy prawa w obszarze objętym zamówieniem,

- b. opracowania, raporty i publikacje dotyczące przedmiotu zamówienia w tym potencjału informacyjnego danych satelitarnych i ich wykorzystania do detekcji zmian pokrycia terenu - zarówno krajowe jak i zagraniczne,
  - c. dane, produkty, algorytmy, aplikacje, biblioteki dotyczące klasyfikacji pokrycia i użytkowania terenu oraz detekcji zmian pokrycia terenu, dostępne na zasadzie otwartych licencji o udokumentowanej efektywności z wiarygodnych źródeł,
2. Zamawiający udostępni Wykonawcy mapy pokrycia terenu z lat 2019, 2020, 2021 wykonane w zautomatyzowanym procesie klasyfikacji zdjęć Sentinel – 2, w postaci mapy rastrowej w Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych 1992 (EPSG 2180), w formacie GeoTIFF, przycięte wzdłuż granic kraju z buforem o szerokości 5 km, z opisanym poniżej obrazem klasyfikacyjnym.

Nazwa klasy	Kody klas	Kolor wydzielenia		
		R	G	B
Obszary zachmurzone	0	255	255	255
Tereny antropogeniczne	62	210	0	0
Tereny rolne	73	253	211	39
Lasy liściaste	82	35	152	0
Lasy iglaste	83	8	98	0
Roślinność trawiasta	102	249	150	39
Wrzosowiska i zakrzaczenia	103	141	139	0
Tereny bagienne	105	149	107	196
Torfowiska	106	77	37	106
Tereny naturalne pozbawione roślinności	121	154	154	154
Obszary wodne	162	20	69	249
Brak danych	255	255	255	255

3. Wszelkie niezbędne sceny satelitarne Sentinel-2, dane referencyjne, dane treningowe, dane do walidacji, dane państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, w tym dane BDOT10k, Wykonawca pozyska we własnym zakresie, mając na względzie fakt, że dostęp do nich jest nieodpłatny i nieograniczony żadną formą licencji.

## V. POSTANOWIENIA KOŃCOWE

1. Podczas realizacji Umowy Wykonawca będzie ściśle współpracował z osobami odpowiedzialnymi za realizację Umowy po stronie Zamawiającego.
2. Realizacja Zamówienia odbywa się na zasadach i w zakresie przedstawionym w SIWZ wraz z załącznikami w tym w szczególności Umowie,



3. Przekazywanie wyników prac odbywać się będzie w formie elektronicznej. Na życzenie Zamawiającego Wykonawca przekaże wyniki prac w wersji papierowej.
4. Zadania wymagające bezpośredniego kontaktu z przedstawicielami Zamawiającego będą realizowane przez Wykonawcę w siedzibie Zamawiającego lub w formie spotkań zdalnych, oraz w miejscach wskazanych przez Zamawiającego, określonych potrzebami Zamawiającego,
5. Zadania niewymagające bezpośredniego kontaktu z przedstawicielami Zamawiającego mogą być realizowane przez Wykonawcę w jego siedzibie.
6. Ponadto Wykonawca jest zobowiązany do następujących działań:
  - a. Udzielania na żądanie Zamawiającego każdorazowo pełnej informacji na temat stanu realizacji Umowy i przekazania wskazanych przez Zamawiającego dokumentów oraz informacji związanych z realizowaną Umową,
  - b. Zapoznania się z materiałami i przepisami niezbędnymi do poprawnej realizacji Umowy, w tym w szczególności z:
    - i. informacjami, materiałami, dokumentami krajowymi i europejskimi dotyczącymi wykorzystywanych lub planowanych do wykorzystania danych,
    - ii. dokumentami, przepisami, zarządzeniami dotyczącymi struktury, zadań, procedur procesów i sposobów ich realizacji w administracji publicznej,
    - iii. obowiązującymi przepisami związanymi zarówno ze sprawami formalno-organizacyjnymi jak i merytorycznymi, realizowanej usługi,i uwzględnienia ich w bieżących działaniach.
7. Zamawiający zastrzega sobie prawo między innymi do:
  - a. organizowania spotkań roboczych w formie i terminie ustalonym przez Zamawiającego,
  - b. zgłaszania uwag i proponowania zmian na każdym etapie realizacji Umowy,
  - c. żądania od Wykonawcy przedstawiania wyników prac cząstkowych dotyczących realizowanej Umowy.

