

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 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.
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.
ESA	Europejska Agencja Kosmiczna.
Geoportal	Prowadzony pod adresem www.geoportal.gov.pl , przez Głównego Geodetę Kraju portal internetowy zapewniający dostęp do danych i usług danych przestrzennych m.in. zgromadzonych w PZGiK
Level-1C (L1C)	Systematycznie generowany produkt, uwzględniający korekcje radiometryczne i geometryczne, w tym ortorektyfikację, korekcję w oparciu o współczynnik odbicia górnej części atmosfery i rejestrację przestrzenną w globalnym systemie odniesienia (UTM/WGS84) z dokładnością podpikselową.

Pojęcie / skrót	Definicja
Level-2A (L2A)	Systematycznie generowany w segmencie naziemnym produkt, uwzględniający klasyfikację sceny oraz wszelkie korekcje zastosowane do produktów L1C, którego cechą jest dodanie korekcji dolnej części atmosfery (BOA). Produkt Level-2A składa się z ortorektyfikowanych obrazów (tiles) 100km x 100km w UTM/WGS84.
Metodyka	Zbiór środków i działań (metod) wybranych do realizacji określonego zadania czy rozwiązania konkretnego problemu.
Numeryczny model pokrycia terenu (NMPT)	Dyskretna (punktowa) reprezentacja powierzchni terenu wraz z obiektami wystającymi ponad tę powierzchnię, takimi jak: budynki, drzewa, mosty, wiadukty i inne elementy infrastruktury.
Numeryczny model terenu (NMT)	Dyskretna (punktowa) reprezentacja wysokości topograficznej powierzchni terenu, wraz z algorytmem interpolacyjnym umożliwiającym odtworzenie jej kształtu w określonym obszarze.
Ortofotomapa	Rastrowy obraz powierzchni terenu, powstały w wyniku przetworzenia zdjęć lotniczych lub satelitarnych w procesie ortorektyfikacji.
Ortorektyfikacja	Przetworzenie fotogrametrycznego zdjęcia lotniczego albo zobrazowania satelitarnego do postaci kartometrycznej z uwzględnieniem geometrii zdjęcia albo zobrazowania oraz numerycznego modelu terenu lub numerycznego modelu pokrycia terenu.
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.
Sentinel	Misja satelitów uruchomiona przez Europejską Agencję Kosmiczną na potrzeby programu Copernicus.

Pojęcie / skrót	Definicja
Sentinel-2	Druga misją Komisji Europejskiej realizowaną operacyjnie przez ESA w ramach programu Copernicus. Dostarcza wielospektralne zobrazowania w zakresie promieniowania widzialnego (VIS), czerwieni krawędziowej (RE) oraz bliskiej i średniej podczerwieni (NIR, SWIR). Konstelacja satelitów Sentinel-2 składa się z dwóch bliźniaczych satelitów : Sentinel-2A oraz Sentinel-2B wyposażonych w skaner wielospektralny MSI (MultiSpectral Instrument).
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
Zamawiający	Polska Agencja Kosmiczna (POLSA).

II. PRZEDMIOT ZAMÓWIENIA

Przedmiotem zamówienia jest opracowanie dla obszaru całej Polski ortofotomapy satelitarnej o zwiększonej rozdzielczości ze scen Sentinel-2 zarejestrowanych w 2022 r., z terenowym rozmiarem piksela nie większym niż 2,5 m, w barwach rzeczywistych RGB (RGB 432) oraz CIR (RGB 843), w układzie PL- 1992 oraz opisanie metodyki jej wykonania. Ortofotomapa satelitarna o zwiększonej rozdzielczości ze scen Sentinel-2 opracowana zostanie przy użyciu technologii bazującej na uczeniu maszynowym przy wykorzystaniu w procesie uczenia ortofotomapy wykonanej ze zdjęć lotniczych lub wysokorozdzielczych scen satelitarnych.

Celem zamówienia jest dostarczenie opracowanych w sposób zautomatyzowany, w krótkim czasie, bezchmurnych, zmozaikowanych dla obszaru całego kraju ortofotomap satelitarnych o zwiększonej rozdzielczości do wykorzystania jako warstwy tłowe oraz jako produkt umożliwiający wysokopoziomowe analizy o charakterze strategicznym dotyczące zjawisk i ich relacji w tym pokrycia terenu, zmian pokrycia terenu, trendów w zakresie rozwoju obszarów miejskich czy degradacji obszarów przyrodniczych. Bardzo istotną cechą zamówienia jest automatyzacja i prostota procesu oraz krótki czas i stosunkowo nieduże koszty wykonania opracowania wystarczającego do wielu prac czy procesów decyzyjnych o strategicznym charakterze. Bardzo istotne szczególnie w kwestiach dotyczących środowiska jest wykorzystanie podczerwieni.

III. SZCZEGÓŁOWY OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

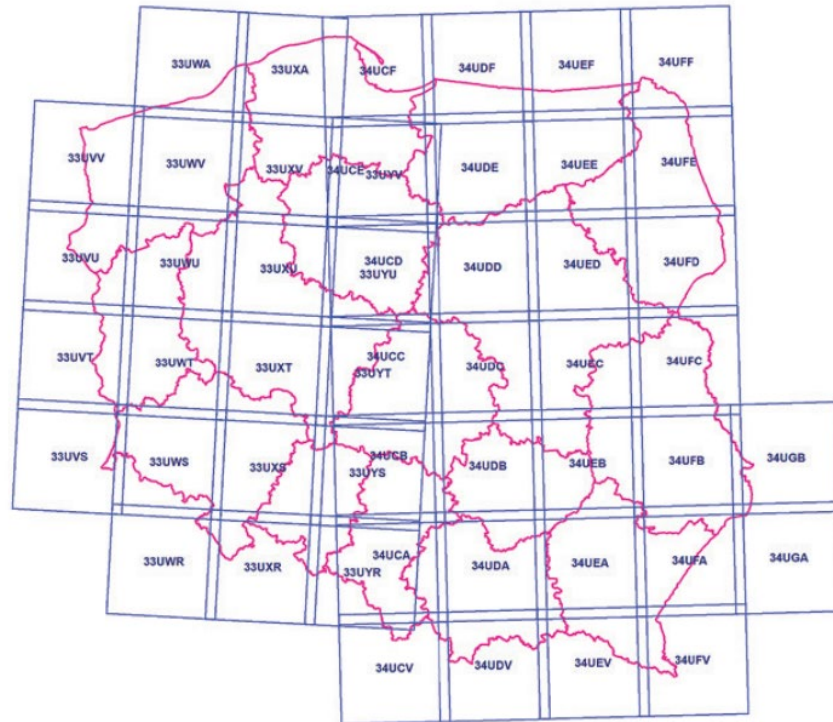
Zamówienie obejmuje w szczególności:

1. Opracowanie ortofotomapy satelitarnej o zwiększonej rozdzielczości

Opracowanie ortofotomapy satelitarnej o zwiększonej rozdzielczości dla obszaru całej Polski ze scen Sentinel-2 polega między innymi na:

1.1. Klasyfikacji danych źródłowych ich przetworzeniu oraz wykonaniu mozaiki

- a. Do wykonania ortofotomapy satelitarnej należy wykorzystać produkt L2A Sentinel-2. W przypadku chęci wykorzystania produktu L1C Sentinel-2 należy przygotować uzasadnienie dowodzące pozytywnego wpływu na jakość przedmiotu zamówienia wykorzystania produktu Level 1C oraz planowanych do wykorzystania narzędzi, algorytmów wprowadzających niezbędne korekty atmosferyczne. Wykorzystanie Produktu innego niż L2C wymaga zgody Zamawiającego.
- b. Finalne ortofotomapy powstaną poprzez:
 - i. wykorzystanie wyselekcjonowanych źródłowych scen lub fragmentów scen (tiles 100km x 100km) Sentinel-2 zarejestrowanych pomiędzy 1 kwietnia, a 30 września 2022r.,
 - ii. pozyskanie danych treningowych, do przeszkolenia modelu sieci neuronowej w celu zebrania charakterystyk spektralnych dla obszaru Polski, celem pozyskania obiektów, które nie są widoczne na scenach Sentinel – 2 w źródłowej rozdzielczości. Jako dane treningowe należy wykorzystać ortofotomapy lotnicze dostępne w PZGiK i publikowane na Geoportalu lub wysokorozdzielcze sceny satelitarne,
 - iii. przetworzenie wyselekcjonowanych scen lub fragmentów scen w celu zwiększenia rozdzielczości co najmniej 4-krotnie w odniesieniu do terenowego rozmiaru piksela ze scen Sentinel-2 przy wykorzystaniu technologii bazującej na algorytmach uczenia maszynowego,
 - iv. automatyczne mozaikowanie przetworzonych scen,
 - v. jakiegokolwiek odstępstwa od powyżej wskazanego okresu danych źródłowych wykorzystanych do realizacji przedmiotu zamówienia wymagają akceptacji Zamawiającego, przy czym dane źródłowe nie mogą pochodzić z lat wcześniejszych,
 - vi. Do analiz i przetworzenia nie należy wykorzystywać kanałów o rozdzielczości 60m, a kanał o rozdzielczości 20m (*wg. oryginalnej, oficjalnej specyfikacji technicznej detektorów obrazujących powierzchnię Ziemi, w zakresie NIR kanał 8*) powinien być przepróbowany do rozdzielczości 10m metodą najbliższego sąsiada,
- c. We wskazanym okresie dla każdej sceny (rozkład tiles/scen wg. poniższego rysunku) Sentinel-2 rejestrowanych jest ok. 40 zdjęć, więc aby końcowy produkt był jak najwyższej jakości radiometrycznej należy do analiz wykorzystać co najmniej 5 zdjęć dla każdej sceny ze wszystkich dostępnych we wskazanym okresie,



- d. Dobór scen i ich fragmentów powinien być przeprowadzony według poniższych kryteriów:
- i. należy wykorzystać serie czasowe danych i zastosować algorytmy oparte na wygładzaniu czasowym co oznacza, zgodnie ze specyfiką zamówienia, które co do zasady wymaga wykorzystania do wytworzenia ortofotomapy szeregów czasowych, czyli ciągu obserwacji powierzchni Ziemi poczynając od 1 kwietnia 2021r. do 30 września 2021r., wybór spektralne najlepszych pikseli z serii czasowej zobrazowań Sentinel-2 wybranych w procesie automatycznym,
 - ii. zastosowanie innej metody np. wybór danych spójnych radiometrycznie musi być poparte analizą efektywności tej metody jeśli chodzi o jakość produktu końcowego i czas przetworzenia,
 - iii. końcowy produkt powinien być bezchmurny, a ewentualne poziom zachmurzenia dla całego opracowania nie powinien przekroczyć 5% pod warunkiem akceptacji takiej sytuacji przez Zamawiającego,
 - iv. sceny lub fragmenty scen składające się na końcowy produkt i spełniające warunek bezchmurności powinny być dobierane tak aby czas pomiędzy ich wykonaniem był jak najkrótszy,
 - v. końcowy produkt powinien być jednolity radiometrycznie, należy zastosować automatyczne algorytmy wygładzania krawędzi na liniach mozaikowania jednak w taki sposób aby nie stracić jakości i zawartych w danych źródłowych informacji,
- e. Finalna ortofotomapa powinna być wolna od:
- i. wad obrazu zmniejszających możliwość interpretacyjną cech zobrazowanego terenu,
 - ii. wad ciągłości obrazu obiektów liniowych położonych na powierzchni terenu, powodującego przesunięcie treści ortofotomapy większe od 1,5 terenowego rozmiaru piksela,

- iii. wad skutkujących zniekształconym obrazem i nierzeczywistym położeniem obiektów w terenie, w tym przesunięć i zmian kształtów w szczególności mostów, wiaduktów, kładek.

1.2. Kontrola jakości, korekcje geometryczne,

- a. W celu kontroli jakości końcowego opracowania, w zasięgu każdej sceny Sentinel-2 (patrz rozkład tiles wg. rysunku w pkt 1d) należy wybrać około 10-15 równomiernie rozłożonych punktów kontrolnych reprezentujących jednoznacznie identyfikowalne, sytuacyjne szczegóły terenowe odpowiadające dokładnością, zakładanej dokładności finalnej ortofotomapy.
- b. Większa ilość punktów powinna być wybrana w terenach górskich lub obszarach o większych deniwelacjach.
- c. Dla scen obejmujących niewielką powierzchnię dopuszczalne jest połączenie tych scen z sąsiadującymi i następnie wykonanie kontroli jakości opracowania w zasięgu obejmującym dwie sceny.
- d. Szczegółowy rozkład i ilość punktów kontrolnych zostanie uzgodniony z Zamawiającym.
- e. Rekomendowanym źródłem punktów kontrolnych jest ortofotomapa lotnicza dostępna w serwisie Geoportal lub również dostępne w tym serwisie bazy danych BDOT10k.
- f. Sposób przeprowadzenia kontroli jakości oraz otrzymane wyniki powinny być szczegółowo opisane a dla obszarów/scen/fragmentów scen, dla których błędy przekroczą rozmiar terenowy 1,5 piksela konieczna będzie korekta geometrii. Korekta nie może wpłynąć negatywnie na miejsca łączenia poszczególnych scen oraz na jakość pozostałych fragmentów mozaiki.
- g. Obrazy poddane algorytmowi zwiększenia rozdzielczości powinny być zbliżone wizualnie do obrazów satelitarnych o podobnej natywnej rozdzielczości, pod względem wartości informacyjnej: czytelności detali, ostrości krawędzi obiektów, wyrazistości i ciągłości obiektów liniowych (typu drogi, rzeki, przecinki leśne), widocznych tekstur na obszarach lasów, terenów rolnych.

2. Raport końcowy

W ramach opracowania Raportu końcowego, Wykonawca przygotowuje prezentację podsumowującą realizację przedmiotu umowy oraz dokument zawierający:

- a. opisany w sposób metodyczny proces realizacji przedmiotu umowy w tym w szczególności:
 - i. opis wykorzystanych materiałów źródłowych oraz danych referencyjnych i treningowych wykorzystanych do opracowania produktów,
 - ii. wykaz wykonanych produktów,
 - iii. opis zastosowanych metod i algorytmów, wykonanych analiz i korekcji radiometrycznych oraz geometrycznych,
 - iv. opis metody zwiększania rozdzielczości scen źródłowych,
 - v. dokumentację związaną z procesem walidacji, analizę dokładności, rekomendacje i ewentualne podjęte działania w zakresie korekcji geometrycznych,
 - vi. informacje o problemach zaistniałych w trakcie realizacji przedmiotu umowy z rekomendacjami dotyczącymi ich rozwiązywania.

- b. Szczegółowy zakres dokumentacji oraz jej treść będzie przedmiotem uzgodnień z Zamawiającym.
- c. Prezentacja podsumowująca prace wykonane w ramach realizacji przedmiotu zamówienia zostanie przygotowana w formacie .ppt/.pptx. Prezentacja będzie zawierać co najmniej: metodykę, opis sposobu realizacji zadań objętych Umową w szczególności proces zwiększenia rozdzielczości scen źródłowych, informacje o danych wykorzystanych dla celów realizacji przedmiotu zamówienia oraz przykładowe zobrazowania dla różnych rejonów Polski uwzględniając zróżnicowane zagospodarowanie terenów i istniejącej infrastruktury.
- d. Wykonawca przeprowadzi dla Zamawiającego prezentację sposobu realizacji prac oraz jej wyników w miejscu i terminie ustalonym przez strony nie później jednak niż w dniu zakończenia realizacji przedmiotu zamówienia.

IV. PRODUKT KOŃCOWY

Produktem końcowym realizacji umowy będą:

1. Ortofotomapa satelitarna o zwiększonej rozdzielczości w barwach rzeczywistych RGB (RGB 432) w formie jednolitej geometrycznie i radiometrycznie mozaiki pokrywająca obszar całej Polski bez podziału na arkusze.
2. Ortofotomapa satelitarna o zwiększonej rozdzielczości w podczerwieni CIR (RGB 843) w formie jednolitej geometrycznie i radiometrycznie mozaiki pokrywająca obszar całej Polski bez podziału na arkusze.
3. Ortofotomapy zostaną przygotowane:
 - a. z terenowym rozmiarem piksela nie większym niż 2,5 m,
 - b. z zastosowaniem metod zwiększania rozdzielczości scen źródłowych,
 - c. z buforem poza granicami Polski – 10 km,
 - d. w układzie PL-1992,
 - e. w formacie zapisu GeoTIFF,
 - f. z rozdzielczością radiometryczną co najmniej 8 bitów/piksel dla każdego z zastosowanych kanałów barwnych,
 - g. z pełną piramidą obrazową opracowaną z wykorzystaniem metody Gaussa,
 - h. z kompresją objętościową JPEG o stopniu kompresji $q = 4$ lub $q = 5$ albo w skali jakości od 0 do 100%, gdzie 100% oznacza obraz bez kompresji, na poziomie $Q = 95\%$ lub $Q = 96\%$.
4. Plik wektorowy (w powszechnie stosowanym formacie wektorowym) zawierający zasięgi wykorzystanych scen lub wykorzystanych fragmentów scen z datami ich rejestracji.
5. Raport końcowy z wykonania prac objętych umową.

V. DANE, MATERIAŁY I ŹRÓDŁA INFORMACJI

1. Do realizacji Zamówienia Wykonawca wykorzysta wszystkie niezbędne źródła informacji i wiedzy, w tym w szczególności:
 - a. obowiązujące przepisy prawa w obszarze objętym zamówieniem,
 - b. opracowania, raporty i publikacje dotyczące przedmiotu zamówienia,
 - c. dane, produkty, algorytmy, aplikacje, biblioteki dotyczące klasyfikacji, zwiększania rozdzielczości, mozaikowania oraz korekcji geometrycznych i radiometrycznych wieloczasowych scen satelitarnych, dostępne na zasadzie otwartych licencji o udokumentowanej efektywności z wiarygodnych źródeł lub z własnych opracowań, prac badawczych czy doświadczeń produkcyjnych.
 - d. ortofotomapy wykonane ze zdjęć lotniczych lub wysokorozdzielcze sceny satelitarne obszaru całej Polski.
 - e. inne dane, które mogą przyczynić się do zwiększenia jakości opracowania.
2. Wszelkie niezbędne sceny satelitarne Sentinel-2 (produkty), dane referencyjne, dane treningowe, dane do walidacji oraz inne dane z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego istotne w procesie weryfikacji i ewentualnych korekcji geometrycznych oraz dane dotyczące granic kraju, Wykonawca pozyska we własnym zakresie, mając na względzie fakt, że dostęp do nich jest nieodpłatny i nieograniczony żadną formą licencji.
3. W przypadku, w którym Wykonawca wybierze jako dane treningowe wysokorozdzielcze sceny satelitarne, ich pozyskanie leży po stronie Wykonawcy.

VI. 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.
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. 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.

VII. HARMONOGRAM

1. Wykonawca realizuje zamówienie w terminach określonych w Tabeli Nr 1.
2. Raport końcowy Wykonawca przygotowuje na zakończenie realizacji Umowy tj. na zakończenie Etapu II. Raport podlega procedurze odbioru.

Tabela Nr 1. Harmonogram realizacji Zamówienia.

Lp.	Nazwa	Termin realizacji (w liczbie tygodni od dnia podpisania umowy)
1.	Opracowanie ortofotomapy satelitarnej o zwiększonej rozdzielczości oraz raportu końcowego	17