

## 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 / opis
Dane satelitarne niskorozdzielcze	Dane satelitarne o rozdzielczości przestrzennej niższej niż i równej 250 m
Dane satelitarne średniorozdzielcze	Dane satelitarne o rozdzielczości przestrzennej od 10 do 30 m.
Dokumentacja	Dokumentacja wytworzona w ramach Przedmiotu Zamówienia.
Metodyka	Zbiór środków i działań (metod) wybranych do realizacji określonego Zadania czy rozwiązania konkretnego problemu.
Państwowy Zasób Geodezyjny i Kartograficzny (PZGiK)	Zbiór 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.
Kompozycja dziesięciodniowa wilgotności gleby	Kompozycja produktów wilgotności gleby wyznaczonych dla pojedynczych orbit satelity Sentinel-1 na przestrzeni dziesięciu dni.
Przedmiot Umowy lub Przedmiot Zamówienia	Całość prac realizowanych na podstawie niniejszej umowy/
Objętościowa wilgotność gleby	Stosunek objętości wody zawartej w próbce gleby do objętości całej próby gleby. Może być wyrażony w [%] lub [m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ].
Produkty monitoringu	Przez produkty monitoringu definiuje się dziesięciodniowe kompozycje wilgotności gleby w warstwie korzeniowej 0-5 cm wygenerowane w formacie GeoTIFF (układ współrzędnych 92) w następujących podziałach: <ol style="list-style-type: none"> <li>1 wilgotność objętościowa wyrażona w [%] lub [m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 dla orbit wstępujących (ang. ascending) Sentinel-1                   <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1.1 w rozdzielczości 100x100 m</li> <li>1.1.2 w rozdzielczości 250x250 m</li> <li>1.1.3 w rozdzielczości 500x500 m</li> <li>1.1.4 w rozdzielczości 1000x1000 m</li> </ol> </li> <li>1.2 dla orbit zstępujących (ang. descending) Sentinel-1                   <ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.1 w rozdzielczości 100x100 m</li> <li>1.2.2 w rozdzielczości 250x250 m</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>

Pojęcie / skrót	Definicja / opis
	1.2.3 w rozdzielczości 500x500 m 1.2.4 w rozdzielczości 1000x1000 m 2 stosunek wilgotności wyrażony w [%] 2.1 dla orbit wstępujących (ang. ascending) Sentinel-1 2.1.1 w rozdzielczości 100x100 m 2.1.2 w rozdzielczości 250x250 m 2.1.3 w rozdzielczości 500x500 m 2.1.4 w rozdzielczości 1000x1000 m 2.2 dla orbit zstępujących (ang. descending) Sentinel-1 2.2.1 w rozdzielczości 100x100 m 2.2.2 w rozdzielczości 250x250 m 2.2.3 w rozdzielczości 500x500 m 2.2.4 w rozdzielczości 1000x1000 m Oprócz obrazów wilgotności gleby produktami monitoringu będą zestawienia tabelaryczne prezentujące zróżnicowanie wilgotności gleb w jednostkach administracyjnych oraz wyniki porównania wilgotności gleb w latach.
SWZ	Specyfikacja Warunków Zamówienia
SOPZ	Szczegółowy Opis Przedmiotu Zamówienia, niniejszy dokument stanowiący załącznik do Umowy.
Umowa	Umowa, do której załącznikiem jest niniejszy SOPZ.
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 i szczegółowo opisany w protokole odbioru. W szczególności Dokumentacja, Metodyka, Produkty monitoringu.
WMS	usługa Web Map Service służąca do wizualizacji produktów monitoringu
Zamawiający	Polska Agencja Kosmiczna (POLSA)

## II. PRZEDMIOT ZAMÓWIENIA

Przedmiotem zamówienia jest usługa pn.: **Opracowanie serwisu monitoringowego wilgotności gleb – pilotaż.**

Woda to najważniejszy element środowiska determinujący klimat. Należy do najcenniejszych dla człowieka i jego egzystencji zasobów naturalnych. W atmosferze krąży zaledwie 0.0001% wszystkich zasobów wody na Ziemi. Równoważne zasoby wody są utrzymywane w przypowierzchniowej warstwie gleby, na łądach tzn. na około ¼ powierzchni planety. Udział zasobu wody z gleby w cyrkulacji wody przez atmosferę oraz jego relacja do pokrycia powierzchni planety łądami wciąż jest niezbadana. Jest to jedna z kluczowych kwestii dla globalnych badań skutków zmian klimatu. Udział wymiany wody z glebą w bilansie wodnym naszej planety jest bardzo istotny, z uwagi na fakt, że ta wymiana podlega szybkim zmianom. Mimo, iż są to niewielkie, ułamkowe części w miarach względnych to stanowią olbrzymie masy wody i powiązane z nią ilości energii, która napędza cały cykl wodny.

Optymalne ilości wody w glebie to również gwarant udanych plonów, co wiąże się z bezpieczeństwem żywnościowym w skali globalnej i regionalnej. Dzięki informacjom o wilgotności gleby na obszarze

polu uprawnego rolnik może na bieżąco monitorować stopień wilgotności gleby i tym samym w sposób efektywny przeprowadzać zabiegi agrarne, mając na względzie oszczędne, a zarazem racjonalne dla poprawy jakości plonu nawodnienie. Bieżąca obserwacja wilgotności gleby jest istotna nie tylko w kontekście braku wody, ale również jej nadmiaru.

Monitoring wilgotności gleby jest zatem serwisem o charakterze horyzontalnym i stanowi kluczowe źródło danych dla różnych zastosowań. Na skalę globalną czy regionalną może być realizowany wyłącznie za pomocą teledetekcji satelitarnej. Satelity obserwacji Ziemi nowej generacji np. Sentinel 1 są wyposażone w sensory umożliwiające wysokorozdzielcze pomiary radarowe o dużej rozdzielczości czasowej, a także zapewniają wielkopowierzchniowe pokrycie obserwacjami. Ponadto misja Sentinel 1 gwarantuje długoterminową ciągłość pozyskiwania danych o tym samym, wysokim standardzie technicznym, co jest warunkiem niezbędnym do prowadzenia długofalowych analiz uwilgotnienia gleby. Sentinel 1 dostarcza danych o wilgotności gleby w jej podpowierzchniowych warstwach (0-5 cm). Pozostając w synergii z dotychczas wykorzystywanymi niskorozdzielczymi produktami wilgotność gleb z programu Copernicus stanowić będzie atrakcyjny i użyteczny produkt dla wielu użytkowników.

Przedmiotem zamówienia jest opracowanie serwisu monitoringowego wilgotności gleby na obszarach rolnych w wierzchniej warstwie gleby t.j. 0-5 cm w latach 2021-2022 na podstawie danych radarowych satelity Sentinel-1.

### III. SZCZEGÓŁOWY OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Zamówienie obejmować będzie w szczególności następujące zadania:

1. **Opracowanie metodyki tworzenia serwisu monitoringowego** – opracowanie metodyki i przedstawienie w postaci spójnej dokumentacji sposobu postępowania oraz zastosowanych metod w celu realizacji przedmiotu Umowy, w tym między innymi:
  - a. opis materiałów źródłowych i sposobu ich wykorzystania w procesie generowania produktów monitoringu wilgotności gleb,
  - b. opis wykorzystanych algorytmów do wyznaczania objętościowej wilgotności gleby oraz stopnia wilgotności gleby na podstawie danych radarowych satelity Sentinel-1,
  - c. opis w pełni automatycznego procesu generowania produktów monitoringu wilgotności gleb,
  - d. opis sposobu klasyfikacji powierzchni terenu o określonej wilgotności gleby z użyciem przyjętego podziału wskazującym na zasadność liczby wyodrębnionych klas w kontekście rozdzielczości przestrzennej i wartości wskaźnika wilgotności gleb. Stopień wilgotności będzie określany w % jako stan od pełnego wyschnięcia (wartość bliska zero) do pełnego nasycenia (wartość 100%). Wilgotność objętościowa gleby będzie wyrażona w % lub [m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]. Klasy wilgotności gleb zostaną ujęte w kategorie w celu ułatwienia użytkownikowi interpretacji wyników w odniesieniu do:
    - i. monitoringu suszy glebowej,
    - ii. optymalizacji procesów nawadniania na polach uprawnych,
    - iii. monitoringu zagrożenia powodziowego,
  - e. opis sposobu i form graficznej wizualizacji uzyskanych wyników (mapy rastrowe),
  - f. opis sposobu i zakresu generowania zestawień tabelarycznych:
    - i. zakres informacyjny tabeli,
    - ii. agregacja wyników w jednostkach administracyjnych,

- g. opis metod walidacji uzyskanych wyników oraz opis materiałów źródłowych i sposobu ich wykorzystania w procesie walidacji,
- h. opis sposobu porównania wilgotności gleby w roku 2022 z wilgotnością w analogicznym okresie (terminie) roku ubiegłego (analiza porównawcza, analizy statystyczne, prezentacja graficzna),
- i. opis propozycji dalszych działań rozwojowych dotyczących sposobu opracowania, zakresu i formy świadczenia serwisu monitoringowego wilgotności gleby. W szczególności dyskusja na temat potencjalnych kierunków rozwoju metod analizy wilgotności gleby powinna uwzględniać zagadnienia zmiennych atmosferycznych, typu pokrycia powierzchni, rodzaju gleby,
- j. identyfikację obszarów zastosowań i sposobu wykorzystania serwisu monitoringowego wilgotności gleb wraz ze wskazaniem interesariuszy i użytkowników oraz możliwość wykorzystania produktów monitoringu jako danych źródłowych w innych serwisach monitoringowych.

## 2. Opracowanie serwisu monitoringowego wraz z walidacją uzyskanych produktów

- a. Dla obszaru całej Polski, z danych satelity Sentinel 1, zostaną wygenerowane spójne dziesięciodniowe kompozycje wilgotności gleby dostępnej dla roślin uprawnych w warstwie korzeniowej 0-5 cm wyrażone jako wilgotność objętościowa gleby w % lub [m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>] oraz jako procentowy stopień wilgotności gleby.
- b. Kompozycje będą przygotowywane na bieżąco z opóźnieniem nie przekraczającym 7 dni po uzyskaniu pełnego pokrycia obserwacjami z satelity Sentinel 1 z danych uzyskanych w kolejnych następujących po sobie 10 dniach kalendarzowych.
- c. Kompozycje będą wykonane na podstawie wszystkich dostępnych w latach 2021-2022 obrazów satelitarnych IW GRD dla terenu Polski (ang. *Interferometric Wide swath Ground Range Detected*).
- d. Algorytm generujący produkty wilgotności gleby winien uwzględniać wpływ kąta zobrazowania na współczynnik wstecznego rozpraszania wiązki radarowej oraz eliminować obszary porośnięte gęstą roślinnością, z zamrzniętą lub zalaną glebą (gdzie wyznaczenie wilgotności gleby nie jest możliwe).
- e. Kompozycje zostaną poddane klasyfikacji według zasad zawartych w opisie wizualizacji wyników, o którym mowa w Rozdziale III, punkt 1. W wyniku klasyfikacji wilgotność gleb zostanie określona procentowo w przedziałach nie większych niż 10%. Wykonawca określi stopień wilgotności gleb w procentach wskazujący na możliwy deficyt wody w strefie korzeniowej roślin uprawnych.
- f. Produkty monitoringu zostaną przygotowane w rozdzielczości przestrzennej 100x100 m, 250x250 m, 500x500 m, 1000x1000 m.
- g. Produkty będą generowane oddzielnie dla orbit wstępujących (ang. ascending) i zstępujących (ang. descending) satelity Sentinel 1.
- h. Produkty będą prezentowane w Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych 1992.
- i. Kompozycje wilgotności gleb z roku 2022 będą porównywane z kompozycjami z roku 2021 dla analogicznych terminów, a wyniki porównania zostaną zestawione tabelarycznie i zaprezentowane graficznie.
- j. Wykonawca dokona walidacji przygotowanych produktów na poziomie nie mniejszym niż 10% (0.1 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) wilgotności objętościowej gleby (średni błąd kwadratowy).
- k. Produkty będą walidowane na terenie Polski lub/i na terenach o zbliżonym klimacie i typach gleb.

1. Wykonawca zapewni obiektywność oceny jakości i efektywności rozwiązania, a proces walidacji będzie szczegółowo udokumentowany i uzupełniony wnioskami i rekomendacjami i przedstawiony w Raporcie, o którym mowa w Rozdziale III punkt 4 litera a.

### **3. Świadczenie serwisu monitoringowego wilgotności gleb i udostępnienie produktów**

- a. Na serwis monitoringowy składają się wszystkie produkty objęte Umową, o których mowa w Rozdziale III punkt 2.
- b. Serwis monitoringowy będzie świadczony w postaci:
  - i. serwisu mapowego na geoportalu internetowym,
  - ii. usługi internetowej w formacie WMS,
  - iii. usługi FTP.
- c. Wykonawca zapewni referencję przestrzenną dla produktów serwisu w postaci podkładu mapowego pochodzącego z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego lub zasobów Zamawiającego lub innych zasobów o ile zasadne.
- d. Serwis monitoringowy będzie świadczony, na zapewnionej przez Wykonawcę infrastrukturze do zakończenia realizacji Umowy.
- e. Wykonawca zapewni ciągłość działania serwisu monitoringowego, w tym utrzymanie gotowości do reakcji na zgłaszane incydenty, ich klasyfikację i rozwiązanie w okresie świadczenia serwisu monitoringowego.
- f. Wykonawca zapewni wsparcie użytkownikom telefonicznie lub/i za pośrednictwem środków komunikacji elektronicznej na odległość.
- g. Produkty serwisu Wykonawca udostępni również na serwerze internetowym Zamawiającego.
- h. Wykonawca, na żądanie Zamawiającego, przeniesie zasób Serwisu monitoringowego na infrastrukturę Zamawiającego. Zamawiający powiadomi Wykonawcę o zamiarze przeniesienia zasobów co najmniej na 14 dni kalendarzowych przed planowaną datą przeniesienia.

### **4. Opracowanie dokumentacji, prezentacja.**

- a. Wykonawca przekaze Zamawiającemu Raport z realizacji przedmiotu Umowy na zakończenie każdego etapu prac, zawierającego w szczególności:
  - i. wykaz materiałów źródłowych oraz danych referencyjnych wykorzystanych do opracowania produktów,
  - ii. wykaz wykonanych produktów,
  - iii. dokumentację zawierającą wyniki walidacji produktów, analizę dokładności oraz ocenę skuteczności i prawidłowości zastosowanego rozwiązania, wnioski oraz rekomendacje.

Sporządzenie Raportu z realizacji nie dotyczy Etapu I, którego celem jest Opracowanie metodyki tworzenia serwisu monitoringowego.

- b. Na zakończenie realizacji Umowy Wykonawca przygotowuje Raport końcowy podsumowujący realizację przedmiotu umowy wraz rekomendacjami wynikającymi z działań pilotażowych.
- c. 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 poszczególnych etapów, o których mowa w Rozdziale V Harmonogram realizacji zamówienia. Podsumowanie uzyskanych wyników Wykonawca przedstawi w Raporcie końcowym.

## IV. DANE, MATERIAŁY I ŹRÓDŁA INFORMACJI

1. Do realizacji Zamówienia Wykonawca wykorzysta wszystkie niezbędne źródła danych i 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 opracowania wilgotności gleb.
  - c. dane satelitarne programu Copernicus Sentinel 1.
2. Dane źródłowe do opracowania serwisów, dane do walidacji, dane państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego i inne niezbędne do realizacji zamówienia dane Wykonawca pozyska we własnym zakresie.

## V. HARMONOGRAM REALIZACJI ZAMÓWIENIA

Przedmiot umowy Wykonawca zrealizuje w etapach:

**Etap I** – Opracowanie metodyki tworzenia serwisu monitoringowego – do 15 listopada 2021 r.

W ramach prac objętych Etapem I Wykonawca przygotowuje dokument, o którym mowa w Rozdziale III, punkt 1.

**Etap II** – Opracowanie produktów monitoringu wilgotności gleb za rok 2021 r. – do 15 grudnia 2021 r.

W zakresie Etapu II Wykonawca opracuje i opublikuje produkty monitoringu, o których mowa w Rozdziale III punkt 2. dla okresu od dnia 1 marca 2021 r. do dnia 31 października 2021 r.

**Etap III** – Świadczenie serwisu monitoringowego od 1 marca do 30 czerwca 2022 r

W zakresie Etapu III Wykonawca będzie na bieżąco opracowywał i publikował produkty monitoringu, o których mowa w Rozdziale III punkt 2. dla okresu od dnia 1 marca 2022 r. do dnia 30 czerwca 2022 r.

**Etap IV** – Świadczenie serwisu monitoringowego od 1 lipca do 31 października 2022 r.

W zakresie Etapu IV Wykonawca będzie na bieżąco opracowywał i publikował produkty monitoringu, o których mowa w Rozdziale III punkt 2. dla okresu od dnia 1 lipca 2022 r. do dnia 31 października 2022 r.

**Etap V** – Przygotowanie raportu końcowego z działań pilotażowych - do dnia 15 grudnia 2022 r.

W ramach Etapu V Wykonawca przygotowuje „Raport końcowy” z działań pilotażowych objętych umową, w którym przedstawi co najmniej opis przeprowadzonych czynności, wykaz materiałów źródłowych i danych referencyjnych, wykaz produktów wraz ze strukturą katalogu, opis warunków technicznych i organizacyjnych świadczenia serwisu monitoringowego, wyniki walidacji, osiągniętą dokładność, wnioski i rekomendacje.

## 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 SWZ 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 satelitarnych,
    - 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, w tym między innymi dotyczących zakresu i zawartości metodyki, produktów i serwisu monitoringowego.
  - c. żądania od Wykonawcy przedstawiania wyników prac cząstkowych dotyczących realizowanej Umowy.