

Znak sprawy: OR.271.22.2022

URZĄD MIASTA ZGIERZA
Wydział Ochrony Środowiska i Rolnictwa
95-100 Zgierz, Plac Jana Pawła II 16
tel. 42 714 32 18, 42 714 31 51,
42 714 31 68

Opis przedmiotu zamówienia

Nazwa i miejsce realizacji zamówienia: „Określenie obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów, ich wpływu na środowisko oraz technologii i kosztów ich rekultywacji” – CZĘŚĆ I, realizowane w ramach projektu „Zgierz - nowoczesne miasto po godzinach” finansowanego z programu Mechanizmu Finansowego EOG Rozwój Lokalny.

Kod zamówienia, główny przedmiot: 71610000-07

1. Opis przedmiotu zamówienia:

Określenie obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów usytuowanych na nieruchomościach położonych w Zgierzu przy:

- ul. Miroszewskiej 54-60 (Obszar 1), na której występuje składowisko odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych i częściowo składowisko gipsów i popiołów;
- ul. Waleriana Łukasińskiego 15/17 (Obszar 2), na której występuje część składowiska gipsów i popiołów;
- ul. Andrzeja Struga 30 (Obszar 3), na której występuje tzw. wysypisko za Bzurą.

2. Ogólne warunki realizacji zamówienia

- Wszystkie produkty wektorowe i rastrowe będące wynikiem realizacji zamówienia zostaną opracowane w układzie współrzędnych płaskich PL-2000 strefa 6 i układzie współrzędnych wysokościowych PL-EVRF2007-NH.
- Dla wszystkich produktów Etapu 2 należy opracować symbolizację do wyświetlania w oprogramowaniu QGIS w postaci pliku stylu qml.

3. Podział na etapy

Przedmiot **CZĘŚCI I zamówienia** będzie realizowany w podziale na dwa etapy:

- **Etap 1** - Przedmiotem Etapu 1 będzie pozyskanie źródłowych danych lotniczych oraz terenowych (TER). W ramach nalotu lotniczego pozyskane zostaną aktualne zobrazowania hiperspektralne (HS) oraz dane lotniczego skaningu laserowego (ALS), które następnie zostaną przetworzone do postaci produktów fotogrametrycznych. W ramach prac terenowych pobrane zostaną próbki w postaci liści roślin, które przekazane zostaną do certyfikowanego laboratorium w celu oznaczenia zawartości metali ciężkich. Pomierzona zostanie lokalizacja co najmniej 100 osobników dominującego gatunku drzewa w celu opracowania mapy występowania tego gatunku na analizowanym obszarze. W trakcie prac w terenie pomierzone będą charakterystyki spektralne obiektów (m. in. nawierzchni dróg, parkingów, odkrytego gruntu) umożliwiające przeprowadzenie oceny korekcji danych hiperspektralnych. Na podstawie wyników Etapu 2 wybranych zostanie co najmniej 5 lokalizacji, gdzie zostaną przeprowadzone badania georadarem w Obszarze 3.
- **Etap 2** - Przedmiotem Etapu 2 będzie przeprowadzenie analiz mających na celu dostarczenie informacji w zakresie obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów. Materiałem źródłowym niezbędnym do wykonania analiz będą dane teledetekcyjne oraz terenowe pozyskane w Etapie 1. Zamawiający udostępni wyłonionemu w postępowaniu Wykonawcy na nośniku informatycznym ortofotomapę wykonaną w okresie bezlistnym w kompozycji RGB oraz CIR (z 2022 r.) — obejmującą Obszary 1, 2 i 3 oraz skany posiadanych wersji dokumentów tj.: „Projekt rekultywacji kwatery nr 1 na składowisku odpadów poprodukcyjnych w tym niebezpiecznych w Zgierzu przy ul. Miroszewskiej” (z 2004 r.) — Obszar 1; „Zamknięcie i rekultywacja składowiska „za Bzurą” (z 2000 r.) i „Wstępna koncepcja rekultywacji oraz zabezpieczenia wysypiska odpadów stałych „za Bzurą” w Zgierzu przed wielkimi wodami rzeki Bzury” (z 2000 r.) — Obszar 3, które Wykonawca może wykorzystać w pracach analitycznych. Wykonawca może również wykorzystać w analizie inne, pozyskane we własnym zakresie materiały pod warunkiem ich opisanie w dokumentacji projektowej i podania ich źródła.

W wyniku realizacji zamówienia Wykonawca przekaze Zamawiającemu:

- **raport techniczny z pozyskania i przetworzenia danych teledetekcyjnych** (raport musi zawierać potrzebne do pełniejszego

- zrozumienia ryciny, wykresy i tabele; raport zostanie przekazany razem z danymi pozyskanymi w Kolekcji 1),
- **raport z prac terenowych wraz z opisem metodyki** (raport musi zawierać wyniki laboratoryjnego oznaczenia zawartości metali ciężkich, tabelę oraz rycinę prezentującą lokalizację badanych drzew, rycinę prezentującą lokalizację miejsc wykonania pomiarów spektrometrem, rycinę prezentującą lokalizację miejsc przeprowadzenia pomiarów georadarem, wyniki pomiarów georadarem oraz inne potrzebne do pełniejszego zrozumienia ryciny, wykresy i tabele; raport bez części dotyczącej pomiarów georadarem zostanie przekazany razem z danymi pozyskanymi w Kolekcji 1, następnie w trakcie przekazania wyników dla Kolekcji 2 zostanie on zaktualizowany przez Wykonawcę o treść dotyczącą pomiarów georadarem),
 - **raport z analizy teledetekcyjnej obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów wraz z opisem metodyki** (raport musi zawierać potrzebne do pełniejszego zrozumienia ryciny, wykresy i tabele; raport zostanie przekazany razem z wynikami Etapu 2 (Produkt 2.5)),
 - **produkty w postaci wektorowych oraz rastrowych danych,**
 - **karty produktów zawierające ich charakterystyki** (opis musi zawierać potrzebne do pełniejszego zrozumienia ryciny, wykresy i tabele; karta zostanie przygotowana dla każdego Produktu),
 - **streszczenie wyników badań sporządzone w języku niespecjalistycznym.**

4. Harmonogram realizacji zamówienia

4.1 Etap 1 - pozyskanie danych

Tabela 1. Harmonogram odbioru produktów Etapu 1.

Lp.	Kolekcja danych	Planowany termin pozyskania kolekcji	Termin odbioru produktu	Okres rozliczeniowy
1	Kolekcja 1 (ALS+HS+TER)	do 17.09.2022	do 25.11.2022	IV kw 2022
2	Kolekcja 2 (pomiar georadarem)	do 11.11.2022	do 25.11.2022	IV kw 2022

4.2 Etap 2 - analizy

Tabela 2. Harmonogram odbioru produktów Etapu 2.

Lp.	Numer produktu	Termin odbioru produktu	Okres rozliczeniowy
1	2.1	do 14.12.2022	IV kw 2022
2	2.2	do 14.12.2022	IV kw 2022

3	2.3	do 14.12.2022	IV kw 2022
4	2.4	do 14.12.2022	IV kw 2022
5	2.5	do 14.12.2022	IV kw 2022

5. Opis Etapu 1 - Pozyskanie danych teledetekcyjnych oraz terenowych

5.1 Pozyskanie aktualnych danych teledetekcyjnych

5.1.1 Opis warunków ogólnych pozyskania danych teledetekcyjnych

- a) Przedmiotem Etapu 1 jest pozyskanie m. in. lotniczych danych teledetekcyjnych i przetworzenie ich do postaci produktów fotogrametrycznych będących podstawą do analiz prowadzonych w ramach Etapu 2.
- b) Wskazane jest zachowanie spójności czasowej kolekcji danych zaplanowanych do pozyskania w jednym terminie. Powinny one zostać wykonane w porównywalnych warunkach atmosferycznych oraz jak najkrótszym odstępem czasowym, aby uniknąć problemu niespójności danych teledetekcyjnych wynikających z naturalnych i antropogenicznych zmian w środowisku. Moment rozpoczęcia kampanii lotniczych uzależniony będzie od warunków fenologicznych i pogodowych.
- c) Pozyskanie źródłowych danych teledetekcyjnych zostanie zrealizowane poprzez wykonanie nalotu z pułapu lotniczego dla Kolekcji 1.
- d) Zamawiający wymaga, aby:
 - kolekcja 1 została wykonana w terminach określonych w Tabeli 1,
 - zobrazowania hiperspektralne dla obszaru objętego zamówieniem zostały pozyskane w ciągu jednego lotu,
 - dane lotniczego skaningu laserowego dla obszaru objętego zamówieniem zostały pozyskane w ciągu jednego lotu,
 - Wykonawca uwzględnił w planach lotów wpływ kierunku lotu i kąta padania promieni słonecznych oraz dynamikę warunków oświetleniowych na rejestrowane dane, a co za tym idzie na jakość produktów.
- e) W trakcie realizacji prac lotniczych Wykonawca zapewni stabilizację urządzeń rejestrujących, np. poprzez zastosowanie dedykowanych platform, właściwości samolotu (np. masy), redukujących wpływ ruchów mas powietrza na wychylenia urządzeń, tak aby zminimalizować prawdopodobieństwo zmiany wartości kątów wychylenia od pionu oraz kąta skręcenia względem osi lotu.
- f) Warunki realizacji lotu nie dopuszczają występowania chmur oraz ich cieni na obrazie. Po stronie Wykonawcy leży obowiązek pozyskania danych lotniczych w taki sposób, aby umożliwiały wykonanie dobrych jakościowo produktów do analiz zgodnie z założeniami Etapu 2.
- g) Wykonawca po pozyskaniu kompletu źródłowych danych teledetekcyjnych dla bloku przeprowadzi wewnętrzną kontrolę jakościową i ilościową pozyskanych danych.
- h) Wykonawca w terminie do 25 dni roboczych od daty pozyskania zgodnie z warunkami OPZ kompletu źródłowych danych teledetekcyjnych dla Kolekcji 1,

przetworzy dane do postaci produktów fotogrametrycznych i przeprowadzi ich wewnętrzną kontrolę ilościową i jakościową. Wykonawca zgłosi i przekaże Zamawiającemu opracowane produkty oraz „Raport techniczny z pozyskania i przetworzenia danych teledetekcyjnych”, który będzie zawierał:

- opis parametrów lotów, w tym warunków meteorologicznych, zastosowanych samolotów, prędkości przelotowej, wysokości, pokrycia, liczby i długości szeregów, terminów kolekcji danych od - do z dokładnością zapisu hh:mm,
 - powykonawczy plan nalotu fotogrametrycznego z podanymi numerami szeregów zdjęć oraz lokalizacją punktów polowej osnowy fotogrametrycznej w postaci pliku wektorowego,
 - opis przebiegu prac związanych z opracowaniem pozyskanych danych do postaci produktów, w kolejności ich realizacji, z uwzględnieniem informacji o zastosowanej technologii przetwarzania, użytym oprogramowaniu, parametrach wynikowych, uzyskanych dokładnościach dla każdego z produktów, wyniki wewnętrznej kontroli ilościowej i jakościowej oraz spis przekazanych danych wraz z opisem struktury folderów.
- i) Prace należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami, standardami i wytycznymi w zakresie wykonywania prac geodezyjnych i kartograficznych oraz prac fotolotniczych.

5.1.2 Opis warunków szczegółowych pozyskania danych lotniczych

5.1.2.1 Zobrazowania hiperspektralne (HS)

- a) Wymagania względem skanera hiperspektralnego:
- zakres spektralny obrazowania: 400-2500 nm,
 - interwał próbkowania spektralnego: ≤ 10 nm,
 - szerokość kanału (tzw. szerokość połówkowa filtra - FWHM): ≤ 10 nm,
 - całkowity kąt widzenia (FOV): $\leq 65^\circ$,
 - rozdzielczość radiometryczna: ≥ 12 bit.
- b) Sposób wykonania nalotu:
- rozdzielczość przestrzenna: 1,0 m,
 - pokrycie poprzeczne między szeregami: $\geq 30\%$,
 - wysokość Słońca nad horyzontem ≥ 30 stopni.
- c) Termin pozyskania Kolekcji 1 - zgodnie z Tabelą 1.
- d) Zasięg przestrzenny pozyskania danych - określony w pliku wektorowym dołączonym do OPZ.

5.1.2.2 Dane lotniczego skanowania laserowego (ALS)

- a) Wymagania względem skanera laserowego:
- zakres spektralny wiązki lasera w zakresie podczerwieni,
 - nieliniowość wiązki lasera mniejsza niż 0,5 mrad,
 - rejestracja i zapis sygnału intensywności odbicia (*Intensity*),
 - aktualna metryka kalibracji (nie starsza niż 2 lata).
- b) Sposób wykonania nalotu:

- minimalna gęstość wynikowej chmury punktów dla 90% powierzchni obszaru skanowania (z wyłączeniem obszarów wód powierzchniowych): 15 pkt/m²,
 - dokładność pomiaru wysokości H: $mH \leq \pm 0,08 \text{ m}$,
 - całkowity maksymalny kąt skanowania: $\leq 60^\circ$,
 - minimalne pokrycie poprzeczne szeregów: $q > 50 \%$,
 - wynikowa chmura punktów powinna charakteryzować się pełnym i równomiernym pokryciem szeregami,
 - parametry lotu i skanowania należy tak dobrać, aby zapewnić równomierny rozkład gęstości punktów w kierunku lotu i kierunku poprzecznym.
- c) Termin pozyskania Kolekcji 1 - zgodnie z Tabelą 1.
- d) Zasięg przestrzenny pozyskania danych – obszar opracowania określony w pliku wektorowym, stanowiącym załącznik nr 1 do OPZ.

5.2 Pozyskanie danych terenowych

5.2.1 Opis ogólnych warunków pozyskania danych terenowych

- a) Przedmiotem Etapu 1 jest pozyskanie m. in. danych terenowych będących podstawą do analiz prowadzonych w ramach Etapu 2.
- b) Wskazane jest zachowanie spójności czasowej pozyskania danych terenowych (oprócz pomiarów georadarem) oraz lotniczych. Powinny one zostać pomierzone w porównywalnych warunkach atmosferycznych oraz jak najkrótszym odstępem czasowym, aby uniknąć problemu niespójności danych wynikającego z naturalnych i antropogenicznych zmian w środowisku. Moment rozpoczęcia pomiarów terenowych uzależniony będzie od terminu realizacji kampanii lotniczej. Dopuszcza się maksymalną różnicę w czasie zbierania danych terenowych względem terminu pozyskania danych lotniczych wynoszącą 10 dni.
- c) Zamawiający wymaga, aby pomiary terenowe zostały wykonane nie później niż w terminach określonych w Tabeli 1.
- d) Pomiary terenowe nie powinny być realizowane bezpośrednio po intensywnych opadach deszczu, gdyż może to wpływać na wyniki wykonywanej analizy oraz obniżać możliwości penetracji podłoża przez wiązkę radarową.

5.2.2 Opis warunków szczegółowych pozyskania danych terenowych

5.2.2.1 Zbieranie próbek roślinnych

- a) Próbki liści pozyskane w celu oznaczenia zawartości metali ciężkich muszą być zebrane z drzew gatunku dominującego na terenie przedmiotowych nieruchomości (preferowany jest gatunek podatny na wpływ metali ciężkich znajdujących się w glebie),
- b) Próbki muszą być zebrane z górnej części korony drzewa, która będzie widoczna na zobrazowaniu hiperspektralnym w celu zapewnienia porównywalności obu zestawów danych,
- c) Próbki muszą zostać pobrane z co najmniej 30 indywidualnych osobników znajdujących się bezpośrednio na terenie wymienionych składowisk i z miejsc potencjalnie narażonych na ekspozycję zanieczyszczeń ze składowisk objętych opracowaniem (80% próbek), a także osobników tego samego gatunku (20%

próbek) z lokalizacji znajdujących się poza miejscami potencjalnie narażonymi na ekspozycję zanieczyszczeń ze składowisk objętych opracowaniem (na obszarze objętym zobrazowaniem hiperspektralnym),

- d) Miejsce pobierania próbek musi mieć zarejestrowane współrzędne płaskie z dokładnością minimum 0,5 m.
- e) Termin pozyskania danych terenowych - zgodnie z Tabelą 1 i ogólnymi warunkami pozyskania danych terenowych (5.2.1).
- f) Zasięg przestrzenny pozyskania danych - w obszarze objętym zobrazowaniem hiperspektralnym.

5.2.2.2 Pomiary spektrometrem

- a) Wymagania względem spektrometru:
 - rejestrowany zakres spektralny: 350-2500 nm,
 - interwał próbkowania spektralnego: ≤ 10 nm,
- b) Miejsce pobierania próbek musi mieć zarejestrowane współrzędne płaskie z dokładnością minimum 0,5 m.
- c) Termin pozyskania Kolekcji 1- zgodnie z Tabelą 1.
- d) Zasięg przestrzenny pozyskania danych - w obszarze objętym zobrazowaniem hiperspektralnym.

5.2.2.3 Pomiar lokalizacji drzew na potrzeby klasyfikacji

- a) Pomiar lokalizacji koron dominującego gatunku drzewa na terenie przedmiotowych nieruchomości powinien być przeprowadzony w taki sposób, aby móc je jednoznacznie zidentyfikować na zobrazowaniu hiperspektralnym.
- b) Pomiar współrzędnych płaskich musi być wykonany z dokładnością minimum 0,5 m.
- c) Pomiary muszą zostać wykonane dla co najmniej 100 indywidualnych osobników dominującego gatunku (dopuszczalne jest uwzględnienie drzew, z których pobierano próbki liści).
- d) Termin pozyskania Kolekcji 1 - zgodnie z Tabelą 1 i ogólnymi warunkami pozyskania danych terenowych (5.2.1).
- e) Zasięg przestrzenny pozyskania danych - w obszarze objętym zobrazowaniem hiperspektralnym.

5.2.2.4. Pomiary georadarem

- a) Wymagania względem georadaru:
 - częstotliwość centralna wiązki ≤ 350 MHz,
 - rozdzielczość pionowa $\leq 0,6$ m.
- b) Pomiary georadarem zostaną wykonane w co najmniej 5 transektach na Obszarze 3, których lokalizacja zostanie wyznaczona na podstawie analizy przestrzennej danych pozyskanych w ramach Kolekcji 1.
- c) Termin pozyskania Kolekcji 2 - zgodnie z Tabelą 1
- d) Zasięg przestrzenny pozyskania danych - w wyznaczonych transektach na obszarze 3.

6. Etap 1 - Przetwarzanie danych teledetekcyjnych do postaci produktów fotogrametrycznych

6.1 Opis warunków ogólnych

- a) Pozyskane źródłowe dane teledetekcyjne mają zostać przetworzone do postaci kartometrycznej z nadaną georeferencją w układach wskazanych w Rozdziale 2. Ogólne warunki realizacji zamówienia.
- b) Przetworzenie danych musi zostać przeprowadzone z należytą starannością z uwzględnieniem faktu ich dalszego zastosowania dla celów analizy teledetekcyjnej.
- c) Dla pozyskanych danych źródłowych należy opracować metadane wg aktualnie obowiązującej normy ISO 19115 (*Geographic information-Metadata*).

6.2 Opis warunków szczegółowych

6.2.1 HS - Produkty fotogrametryczne

6.2.1.1 Produkt 1.1 - Mozaika hiperspektralna

- a) Zobrazowania hiperspektralne należy poddać procesowi georeferencji i ortorektyfikacji:
 - należy wykonać georeferencję wprost z wykorzystaniem pomierzonych przez system GNSS/INS trajektorii lotu i kątów wychylenia,
 - do ortorektyfikacji należy wykorzystać dane wysokościowe (NMPT) pozyskane w ramach Kolekcji 1 (ALS),
 - resampling w procesie ortorektyfikacji należy wykonać z wykorzystaniem metody najbliższego sąsiedztwa.
- b) Zobrazowania hiperspektralne należy poddać procesowi przekształcenia wartości pikseli do współczynnika odbicia na poziomie gruntu (bez wpływu atmosfery):
 - do usunięcia wpływu atmosfery należy użyć modelu transferu promieniowania z użyciem modelu fizycznego, np. MODTRAN,
 - wynik przekształcenia wartości pikseli do współczynnika odbicia należy porównać z pomiarami referencyjnymi, w tym celu należy zmierzyć różnice pomiędzy krzywą odbicia spektralnego zmierzoną w terenie a krzywą odbicia spektralnego odczytaną z piksela zobrazowania, odpowiadającego punktowi referencyjnemu. Pierwiastek błędu średniokwadratowego (RMSE) pomierzonych odbić nie może przekroczyć 10%.
- c) Zobrazowania hiperspektralne należy poddać procesowi mozaikowania szeregów:
 - należy połączyć wszystkie szeregi zobrazowania w mozaikę hiperspektralną, linia mozaikowania powinna przebiegać przez środek pasa wzajemnego pokrycia sąsiednich szeregów,
 - w procesie mozaikowania nie należy ingerować w radiometrię mozaikowanych szeregów (nie należy wykonywać wyrównania radiometrycznego w obszarze opracowania).
- d) Wielkość boku piksela mozaiki hiperspektralnej musi wynosić 1,0 m.
- e) Produkt należy przekazać w formacie ENVI BSQ.

6.2.1.2 Produkt 1.2 - Quicklooki (HS)

- a) Należy z mozaiki zobrazowań hiperspektralnych utworzyć quicklooki w dwóch kompozycjach (RGB i CIR) o wielkości piksela równej 1,0 m.
- b) Produkt należy przekazać w formacie GeoTIFF bez kompresji.

6.2.1.3 Produkt 1.3 - Rzeczywiste linie mozaikowania

Należy przekazać warstwę poligonową w formacie wektorowym zawierającą zasięgi szeregów wykorzystane do mozaiki (linie mozaikowania) z przypisanymi numerami szeregów w tabeli atrybutów.

6.2.2 ALS - Produkty fotogrametryczne

6.2.2.1 Produkt 1.4 - Chmura punktów

- a) Wyrównanie dla kolekcji ma być wykonane w jednym procesie dla całego zakresu przestrzennego opracowania (bloku).
- b) Pomiar płaszczyzn referencyjnych:
 - dobór rodzaju, kształtu, ilości i lokalizacji płaszczyzn referencyjnych należy do Wykonawcy tak aby zapewnić wymaganą dokładność i jakość produktów końcowych,
 - dodatkowo należy przedstawić raport z analizy dokładności zawierający między innymi wyniki pomiaru płaszczyzn kontrolnych (nie biorących udziału w procesie nadawania georeferencji i wyrównania chmury punktów).
- c) Dokładność pomiaru wysokości punktu po wyrównaniu szeregów: $m_h \leq 0,10$ m,
- d) Dokładność pomiaru sytuacyjnego punktu po wyrównaniu szeregów: $m_{XY} \leq 0,20$ m,
- e) Wyrównana chmura punktów powinna zostać przefiltrowana i sklasyfikowana z uwzględnieniem podziału, na co najmniej następujące klasy:
 - 1 - przetworzone, niesklasyfikowane,
 - 2 - grunt,
 - 3 - niska roślinność (0-0,39 m),
 - 4 - średnia roślinność (0,40 m – 1,99 m),
 - 5 - wysoka roślinność (powyżej 2 m),
 - 6 - zabudowa i obiekty inżynierskie, jak mosty, wiadukty, zapory, inne konstrukcje
 - 7 - szum (punkty omyłkowe „niskie”, tj. pod ziemią, „wysokie”, tj. ponad budynkami i roślinnością),
 - 8 - wody powierzchniowe (cieki, jeziora, stawy).
- f) Dopuszczalny błąd sklasyfikowania punktów poniżej 5%, poza klasą 2 gdzie błąd wyniesie 1% a w marginesie błędu mogą znaleźć się wyłącznie punkty z klasy 3.
- g) Obiekty, takie jak wysokie konstrukcje, znaki drogowe, latarnie, trakcja napowietrzna, słupy itp. obiekty antropogeniczne, nie mogą być zaklasyfikowane jako roślinność (klasy 3, 4, 5) - takie obiekty należy zaklasyfikować do klasy 1.
- h) Poszczególne szeregi należy połączyć w ciągłą chmurę punktów. Dane w zakładach mają wejść w skład finalnej chmury punktów.
- i) Format zapisu danych – LAS 1.4, POINT DATA RECORD FORMAT 3, w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1:1 000.
- j) Średnia gęstość chmury punktów po wyrównaniu i klasyfikacji: 15 pkt/m².

6.2.2.2 Produkt 1.5 - Numeryczny Model Terenu (NMT)

- a) Opracowany w wyniku interpolacji punktów z danych źródłowych sklasyfikowanych jako grunt.
- b) Wielkość piksela rastra: 0,5 m.
- c) Dokładność wysokości Z: $m_h \leq 0,15$ m.
- d) Model powinien być opracowany dla powierzchni gruntu poprzez wyeliminowanie wszystkich elementów do niego nie należących, tj. budynków, drzew, samochodów, przesyłowych linii napowietrznych, itp.
- e) Zapisany w formacie ASCII GRID w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1:1 000.

6.2.2.3 Produkt 1.6 - Numeryczny Model Pokrycia Terenu (NMPT)

- a) Opracowany w wyniku interpolacji punktów z danych źródłowych sklasyfikowanych jako pokrycie terenu oraz grunt w obszarach gdzie grunt jest odkryty.
- b) Wielkość piksela rastra: 0,5 m.
- c) Dokładność wysokości Z: $m_h \leq 0,15$ m.
- d) Zapisany w formacie ASCII GRID w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1:1 000.

6.2.2.4 Produkt 1.7 - Znormalizowany Numeryczny Model Pokrycia Terenu (zNMPT)

- a) Opracowany w wyniku obliczenia różnicy NMPT i NMT.
- b) Wielkość piksela rastra: 0,5 m.
- c) Zapisany w formacie ASCII GRID w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1:1 000.

6.2.2.5 Produkt 1.8 - Numeryczny model wysokości roślinności (CHM)

- a) Opracowany według procedury Khosravipour i in. 2014¹.
- b) Wielkość piksela rastra: 0,5 m.
- c) Zapisany w formacie ASCII GRID w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1:1000.

7. Etap 1 - Przetwarzanie danych terenowych

7.1 Opis warunków ogólnych

Przetworzenie danych musi zostać przeprowadzone z należytą starannością z uwzględnieniem faktu ich dalszego zastosowania dla celów analizy teledetekcyjnej.

7.2 Opis warunków szczegółowych

7.2.1 Próbkę roślinne

Próbki roślinne muszą zostać przekazane do certyfikowanego laboratorium zajmującego się oznaczaniem zawartości metali ciężkich w próbkach stałych w celu

1 Khosravipour, A., Skidmore, A. K., Isenburg, M., Wang, T., & Hussin, Y. A. (2014). Generating pit-free canopy height models from airborne lidar. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 80(9), 863-872.

oznaczenia zawartości co najmniej 3 następujących metali ciężkich: chromu, miedzi ołowiu. Wyniki badań laboratoryjnych muszą zostać przekazane Zamawiającemu wraz z raportem z prac terenowych.

7.2.2 Wyniki skanowania georadarem

Wyniki skanowania georadarem mają zostać zaprezentowane w formie skanów 2D z przypisanymi współrzędnymi lokalizującymi miejsca wykonania skanów i opisem.

8. Procedura odbioru Etapu 1

- Wykonawca po zakończeniu realizacji prac Etapu 1 zgłosi Zamawiającemu gotowość odbioru każdej Kolekcji przekazując dane wymagane do zapoznania się z produktami prac oraz umieści wyniki na serwerze FTP.
- Zamawiający zastrzega sobie możliwość zgłoszenia uwag dla produktów każdej Kolekcji.
- Zgłoszenie ewentualnych uwag dla Kolekcji 1 może nastąpić w terminie do 12 dni roboczych od daty zgłoszenia Zamawiającemu gotowości odbioru prac. Wykonawca dokona analizy, umieści wyniki na serwerze FTP, przekaże dane wymagane do zapoznania się z produktem a przyjęte uwagi, dokonane poprawki lub uzasadnienie Wykonawcy co do nieuwzględnienia uwag Zamawiającego wykaże w protokole zdawczo - odbiorczym.
- Zgłoszenie ewentualnych uwag dla Kolekcji 2 może nastąpić w terminie do 2 grudnia 2022 r. Wykonawca dokona analizy uwag, umieści wyniki na serwerze FTP, przekaże dane wymagane do zapoznania się z produktem, a przyjęte uwagi, dokonane poprawki lub uzasadnienie Wykonawcy co do nieuwzględnienia uwag Zamawiającego wykaże w protokole zdawczo - odbiorczym.
- Produkty zostaną przekazane do siedziby Zamawiającego w 1 kopii na nośniku HDD ze złączem USB 3.0 i finalnie zaprezentowane, zgodnie z warunkami umowy.

9. Etap 2 – Analiza obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów.

9.1 Opis warunków ogólnych

- a) Przedmiotem Etapu 2 jest opracowanie produktów mających na celu dostarczenie informacji o obecnym stanie niezrekultywowanych składowisk odpadów.
- b) Wykonawca przekaże Zamawiającemu opracowane produkty w postaci warstw wektorowych i rastrowych, map oraz raportu (Produkt 2.5).

9.2 Opis warunków szczegółowych

9.2.1 Produkt 2.1 Mapy zawartości metali ciężkich w liściach wybranego gatunku drzewa

Definicja produktu: Warstwy rastrowe zawierające informacje o zawartości wybranych metali ciężkich w tkankach wybranego gatunku drzewa. W ramach tego produktu:

- 1 Wykonane zostaną terenowe pomiary spektralne liści wybranego gatunku drzewa - minimum 30 okazów.
- 2 Oznaczona zostanie zawartość minimum 3 metali ciężkich (chromu, miedzi i ołowiu) w liściach dominującego gatunku drzewa - minimum 30 okazów.
- 3 Wykonana zostanie mapa prezentująca rozmieszczenie badanego gatunku drzewa.
- 4 Wykonana zostanie mapa prezentująca zróżnicowanie zawartości wybranych metali ciężkich w tkankach badanego gatunku drzewa.

Metoda wytworzenia:

- 1 Mapa prezentująca rozmieszczenie badanego gatunku drzewa wykonana zostanie metodą uczenia maszynowego z wykorzystaniem zebranych w terenie poligonów referencyjnych (min. 100 szt.).
- 2 Mapy prezentujące zawartości wybranych metali ciężkich wykonane zostaną metodą regresji lub klasyfikacji danych HS. Zbiór treningowy i walidacyjny do tej analizy to minimum 30 wybranych okazów drzew, dla których oznaczono zawartość metali ciężkich. Mapy wynikowe prezentujące zawartość metali ciężkich zostaną ograniczone przestrzenią do zasięgu badanego gatunku drzewa.

Zasięg przestrzenny produktu: Obszary 1, 2, 3 wraz ze strefą buforową wynoszącą 150 metrów wokół każdego z obszarów (o ile dany gatunek będzie występował na wszystkich obszarach).

Dane wejściowe:

- dane HS,
- pomiary spektralne,
- wyniki laboratoryjnych pomiarów zawartości metali ciężkich w tkankach wybranego gatunku drzewa.

Minimalna liczba wynikowych map dla metali ciężkich: 3.

Minimalna dokładność: Wartość RMSE między szacowaną zawartością metali ciężkich z danych HS a wynikami oznaczeń laboratoryjnych nie gorsza niż 30% dla każdego z trzech metali ciężkich osobno.

Format danych wynikowych: Warstwy rastrowe.

9.2.2 Produkt 2.2 Mapa kondycji zdrowotnej drzew

Definicja produktu:

Mapa prezentująca kondycję zdrowotną drzew rosnących na terenie objętym opracowaniem. W odróżnieniu od produktu 2.1, mapa ta będzie prezentowała kondycję zdrowotną wszystkich drzewa (niezależnie od gatunku).

Metoda wytworzenia:

Na podstawie danych ALS i HS obliczone mają zostać wskaźnik strukturalne i biofizyczne (indeksy spektralne). Następnie wskaźniki te zostaną wykorzystane do oceny stanu zdrowotnego drzew występujących w granicach opracowania.

Zasięg przestrzenny produktu: Obszary 1, 2, 3 wraz ze strefą buforową wynoszącą 150 metrów wokół każdego z obszarów.

Dane wejściowe:

- dane HS
- dane ALS

Format danych wynikowych: warstwa rastrowa i wektorowa.

9.2.3 Produkt 2.3 Mapa kondycji zdrowotnej roślinności zielnej**Definicja produktu:**

Mapa prezentująca kondycję zdrowotną roślinności zielnej rosnącej na terenie objętym opracowaniem.

Metoda wytworzenia:

Na podstawie danych ALS i HS obliczone zostaną wskaźnik strukturalne i biofizyczne (indeksy spektralne). Następnie wskaźniki te zostaną wykorzystane do oceny stanu zdrowotnego roślinności zielnej występujących w granicach opracowania.

Zasięg przestrzenny produktu: Obszary 1, 2, 3 wraz ze strefą buforową wynoszącą 150 metrów wokół każdego z obszarów.

Dane wejściowe:

- dane HS
- dane ALS

9.2.4 Produkt 2.4 Mapa obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów oraz obszaru ich oddziaływania.**Definicja produktu:**

Mapa niezrekultywowanych składowisk odpadów wraz z zasięgiem ich oddziaływania.

Metoda wytworzenia mapy:

Mapa powstanie w wyniku nałożenia na siebie i interpretacji produktów fotogrametrycznych Etapu 1 oraz produktów Etapu 2 (produkt 2.1, 2.2, 2.3). Materiałem pomocniczym do wyznaczenia zasięgu składowisk będą również archiwalne dane lotnicze pochodzące z Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego.

Etap 1

Wyznaczenie zasięgu przestrzennego 2D obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów w drodze analizy wielokryterialnej i porównawczej zasięgu:

- produkt 2.1 Mapy zawartości metali ciężkich w liściach wybranego gatunku drzewa,

- porównania aktualnego NMT oraz NMT z archiwum Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego,
- analiza archiwalnych zdjęć lotniczych i zmian zagospodarowania terenu.

Etap 2

Na podstawie analizy opracowanej „Mapy obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów oraz obszaru ich oddziaływania” wyznaczone zostaną fragmenty terenu o wysokim stopniu zanieczyszczenia drzew metalami ciężkimi. Wyznaczone fragmenty zostaną zapisane jako poligonowa warstwa wektorowa. W co najmniej 5. lokalizacjach w obrębie tych fragmentów należy przeprowadzić badania georadarem na Obszarze 3. Skany 2D muszą mieć przypisane współrzędne pozwalające na odnalezienie miejsca ich wykonania.

Zasięg przestrzenny produktu: Obszary 1, 2, 3 wraz ze strefą buforową wynoszącą 150 metrów wokół każdego z obszarów.

Dane wejściowe:

- produkt – Mapy zawartości metali ciężkich w liściach wybranego gatunku drzewa,
- produkt – NMT oraz NMT archiwalny z danych wysokościowych z zasobu ISOK z Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego,
- produkt – wyniki pomiarów georadarem.

Format danych wynikowych: warstwa wektorowa.

9.2.5 Produkt 2.5. Raport z analizy teledetekcyjnej obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów

Raport przekazany zostanie w wersji elektronicznej oraz drukowanej. Powstanie jako podsumowanie wykonanych prac Etapu 2 i będzie zawierał opis zastosowanych metod, uzyskane wyniki oraz ich interpretację. Głównym celem raportu będzie wskazanie obecnego stanu niezrekultywowanych składowisk odpadów na Obszarach 1, 2 i 3 i zasięgu ich oddziaływania. Wyniki posłużą docelowo dla opracowania CZĘŚCI II Zamówienia obejmującej - określenie wpływu składowisk na środowisko (wskazanie potrzebnych kolejnych badań) oraz wskazanie możliwych wariantów metod ich rekultywacji i kosztów. Raport musi zawierać streszczenie wyników w języku niespecjalistycznym.

10. Procedura odbioru prac Etapu 2

- Wykonawca po zakończeniu realizacji danego produktu zgłosi Zamawiającemu gotowość odbioru prac podając dane wymagane do zapoznania się z produktami prac oraz umieści wyniki na serwerze FTP nie później niż do 8 grudnia 2022 r.
- Zamawiający zastrzega sobie możliwość zgłoszenia uwag do produktów w terminie 4-ech dni roboczych.
- Wykonawca dokona analizy uwag Zamawiającego, umieści wyniki na serwerze FTP, prześle dane wymagane do zapoznania się produktem a przyjęte uwagi, dokonane poprawki lub uzasadnienie Wykonawcy co do

niewuwzględnienia uwag Zamawiającego wykaże w protokole zdawczo-odbiorczym.

- Ostatecznie produkty zostaną przekazane do siedziby Zamawiającego w 1. kopii na nośniku HDD ze złączem USB 3.0 wraz z raportem, o którym mowa w rozdziale 9 Produkt 2.5, który doręczony zostanie również w wersji wydrukowanej, i zaprezentowane zgodnie z umową.

11. Gwarancja

Wykonawca udzieli Zamawiającemu gwarancji na wyniki realizacji przedsięwzięcia do dnia 31.05.2023 roku. W trakcie trwania gwarancji Wykonawca będzie zobligowany do poprawienia zgłoszonych przez Zamawiającego uchybień wykrytych w okresie trwania gwarancji.

Załączniki:

1. Załącznik nr 1 warstwa wektorowa (obszar opracowania)
2. Załącznik nr 2 MAPA – lokalizacja składowisk

Sporządził:

Naczelnik Wydziału


Anna Sobierajska

Naczelnik Wydziału
Zamawiającego:


Naczelnik Wydziału

Anna Sobierajska

Zgierz, dnia 31 lipca 2022 r.

