Załącznik nr 1 do SWZ

# Przedmiot Zamówienia

Przedmiotem zamówienia jest realizacja usługi inwentaryzacji i analizy zasobów przyrodniczych torfowisk wskazanych na Rycinie 1., występujących na obszarze Nadleśnictw Woziwoda oraz Tuchola. Celem usługi jest dostarczenie informacji, która zostanie użyta do oceny stanu walorów przyrodniczych oraz ich zagrożeń, planowania inżynieryjnych zadań projektowych oraz uchwycenia stanu wyjściowego badanych elementów przyrody w celu ich dalszego monitoringu.

Realizację zadań w ramach przedmiotu zamówienia podzielono na produkty (Tabela 1.).

**Tabela 1.** Podział usługi na Produkty.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Grupa produktów** | **Nazwa produktu** | **Nr** |
| 1. Hydrografia
 | Identyfikacja zasięgu torfowisk | 1.1. |
| Identyfikacja granic zlewni bezpośredniej torfowisk | 1.2. |
| Identyfikacja sieci hydrograficznej | 1.3. |
| 1. Roślinność
 | Mapa rozmieszczenie wybranych gatunków drzew i krzewów | 2.1. |
| Mapa rozmieszczenie wybranych hydrogenicznych zbiorowisk roślinnych | 2.2. |
| 1. Przesuszenie
 | Analiza przesuszenia torfowisk | 3.1. |
| 1. Dane Źródłowe
 | Dane teledetekcyjne - ALS, ortofotomapa | 4.1. |
| Dane teledetekcyjne - HS, ALS | 4.2. |
| Dane teledetekcyjne - TIR | 4.3. |

# Termin realizacji

Prace realizowane przez Wykonawcę zostaną przeprowadzone w czterech Etapach, od chwili podpisania Umowy pomiędzy Zamawiającym a Wykonawcą z uwzględnieniem harmonogramu realizacji prac (Tabela 2.).

**Tabela 2.** Harmonogram realizacji prac.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **nr. produktu** | **Etap** | **Termin odbioru produktu** | **Okres rozliczeniowy** |
| 4.1. | I | 15.12.2021 | IV kw 2021 |
| 1.1. | II | 31.03.2022 | II kw 2022 |
| 1.2. | 31.03.2022 | II kw 2022 |
| 1.3. | 31.03.2022 | II kw 2022 |
| 4.2. | III | 20.09.2022 | III kw 2022 |
| 4.3. | 20.09.2022 | III kw 2022 |
| 2.1. | IV | 31.10.2022 | IV kw 2022 |
| 2.2. | 15.12.2022 | IV kw 2022 |
| 3.1. | 15.12.2022 | IV kw 2022 |

# Obszar realizacji usługi

Usługa będzie realizowana w podziale na trzy zakresy przestrzenne:

Zakres nr 1. Zasięg torfowisk - produkt 1.1.

Zakres nr 2. Zasięg buforu 100 m od granicy zlewni torfowisk (produktu 1.2.)

Zasięg nr 3. Zasięg obejmujący torfowiska przedstawione na Rycinie 1, nie większy niż 50 km2 .

# Wymagania dla realizacji produktów

Wszystkie produkty zostaną opracowane w układzie współrzędnych PUWG 2000 strefa 6.

Zamawiający zobowiązuje się do przekazania Wykonawcy nieodpłatnie wszystkich danych źródłowych, które mogą zostać użyte do opracowania produktów a pozostających w jego posiadaniu. Zdefiniowane atrybuty produktów mogą zostać rozszerzone o atrybuty dodatkowe zaproponowane przez Wykonawcę.

# Grupa Produktów 1 Hydrografia

## Produkt 1.1. Identyfikacja zasięgu torfowisk

* Definicja: Wyznaczenie granicy zasięgu przestrzennego torfowisk wskazanych na Rycinie 1
* Atrybuty: id, powierzchnia, rzędna terenu, nr oddziału, nazwa własna,
* Dane źródłowe: Kolekcja 1, Kolekcja 2
* Metoda analizy: fotointerpretacja
* Wynik: warstwa wektorowa powierzchniowa w formacie GIS.
* Zakres przestrzenny analiz: Zakres nr 3.

## Produkt 1.2. Identyfikacja granic zlewni bezpośredniej torfowisk

* Definicja: Wyznaczenie granic zlewni bezpośredniej torfowisk, których granice zostały wyznaczone w Produkcie 1.1
* Atrybuty: id, powierzchnia, max rzędna terenu, nr oddziału,
* Dane źródłowe: Kolekcja 1, Kolekcja 2
* Metoda analizy: segmentacja NMT z wykorzystaniem algorytmów zlewniowych, analizy geoprzestrzenne, fotointerpretacja
* Wynik: warstwa wektorowa powierzchniowa w formacie GIS.
* Zakres przestrzenny analizy: Zakres nr 3.

## Produkt 1.3. Identyfikacja sieci hydrograficznej

* Definicja: Wyznaczenie przebiegu osi rowów i cieków naturalnych, zbiorników,
* Atrybuty: id, typ, długość, średnia głębokość do lustra wody/suchego dna, nr oddziału,
* Legenda klas typ:
	+ rów,
	+ ciek naturalny,
	+ zbiornik
* Dane źródłowe: Kolekcja 1, Kolekcja 2,
* Metoda analizy: fotointerpretacja, analizy geoprzestrzenne,
* Wynik: warstwa wektorowa liniowa i powierzchniowa w formacie GIS,
* Zakres przestrzenny analizy: Zakres nr 2.

# Grupa Produktów 2. Roślinność

## Produkt 2.1. Mapa rozmieszczenie wybranych gatunków drzew i krzewów

* Definicja: Mapa prezentująca rozmieszczenie wybranych gatunków drzew dominujących w granicach torfowisk oraz na terenach bezpośrednio przyległych do badanych torfowisk.
* Atrybuty: klasa
* Legenda klas: min. 6 klas gatunków, w tym np.
	+ *Pinus sylvestris,*
	+ *Picea abies,*
	+ *Alnus glutinosa,*
	+ *Fagus sylvatica,*
	+ *Betula pubescens ,*
	+ *B. pendula,*
	+ *Salix cinerea,*
	+ *S. pentandra*
* Dokładność klasyfikacji: średnie F1 dla klas legendy mapy wynikowej >0.6
* Dane źródłowe:
	+ Kolekcja 1, Kolekcja 3, Kolekcja 4,
	+ Dane referencyjne do trenowania i walidacji modelu zostaną dostarczone przez Zamawiającego - liczebność i rozmieszczenie zbioru referencyjnego zostanie uzgodniona z Wykonawcą w trybie roboczym w trakcie realizacji zamówienie.
* Metoda analizy: klasyfikacja nadzorowana.
* Wynik: warstwa rastrowa w formacie GIS oraz koncepcja wizualizacji wyniku.
* Zakres przestrzenny analiz: Produkt zostanie opracowany dla wybranych zlewni wchodzących w Zakres nr 2.. Wybór torfowisk nastąpi na podstawie uzgodnień roboczych pomiędzy Wykonawcą a Zamawiającym na podstawie analizy produktów 1.1.-1.3 oraz wizji terenowej.

## Produkt 2.2. Mapa rozmieszczenie wybranych hydrogenicznych zbiorowisk roślinnych

* Definicja: Mapa prezentująca rozmieszczenie wybranych hydrogenicznych zbiorowisk roślinnych występujących w granicach torfowisk.
* Atrybuty: id, klasa, powierzchnia
* Legenda klas: min. 15 klas, w tym np.

Przykładowy wykaz zespołów roślinnych

|  |  |
| --- | --- |
| **LP** | **Zespół roślinny** |
| 1 | *Typhetum angustifoliae* Soó 1927 *ex* Pignatti 1953 |
| 2 | *Typhetum latifoliae* Soó 1927 *ex* Lang 1973 |
| 3 | *Sparganietum ramosi* Roll 1938 |
| 4 | *Cladietum marisci* Allorge 1922 *ex* Zobrist 1935 |
| 5 | *Phragmitetum communis* Kaiser 1926 |
| 6 | *Equisetetum limosi* Steffen 1931 |
| 7 | *Glycerietum maximae* (Allorge 1922) Hueck 1931 |
| 8 | *Thelypterido-Phragmitetum* Kuiper 1958 |
| 9 | *Iridetum pseudoacori* Eggler 1933 *ex* Brzeg *et* M. Wojterska 2001 |
| 10 | *Caricetum paniculatae* Wangerin 1916 *ex* von Rochow 1951 |
| 11 | *Caricetum rostratae* Rübel 1912 *ex* Osvald 1923 |
| 12 | *Caricetum elatae* W. Koch 1926 |
| 13 | *Caricetum acutiformis* Eggler 1933 |
| 14 | *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 |
| 15 | *Caricetum limosae* Osvald 1923 |
| 16 | *Sphagno tenelli-Rhynchosporetum albae* Osvald 1923 *nom. invers.* |
| 17 | *Sphagno recurvi-Eriophoretum angustifolii* Hueck 1925 |
| 18 | *Carici canescentis-Agrostietum caninae* R. Tx. 1937 |
| 19 | *Sphagno-Juncetum effusi* Dziubałtowski 1928 |
| 20 | *Sphagno apiculati-Caricetum rostratae* Osvald 1923 *em.* Steffen 1931 |
| 21 | *Caricetum lasiocarpae* Osvald 1923 |
| 22 | *Scorpidio-Caricetum diandrae* Osvald 1923 |
| 23 | *Menyantho-Sphagnetum teretis* Warén 1926 |
| 24 | *Calamagrostietum neglectae* Steffen 1931 |
| 25 | *Andromedo-Sphagnetum magellanici* Bogdanowskaja-Gienev 1928 |
| 26 | *Sphagno recurvi-Eriophoretum vaginati* Hueck 1925 *nom. invers*. |
| 27 | *Ledo-Sphagnetum magellanici* Sukopp 1959 *ex* Neuhäusl 1969 |
| 28 | *Vaccinio uliginosi-Pinetum* Kleist 1930 *em*. W. Mat. 1962  |
| 29 | *Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* Libbert 1933 *em*. R. Tx. 1937 (Syn.: *Betuletum pubescentis* (Hueck 1929) R. Tx. 1937 *p.max.p.*) |

* Dokładność klasyfikacji: średnie F1 dla klas legendy mapy wynikowej >0.6
* Dane źródłowe:
	+ Kolekcja 1, Kolekcja 3, Kolekcja 4,
	+ Dane referencyjne do trenowania i walidacji modelu zostaną dostarczone przez Zamawiającego - liczebność i rozmieszczenie zbioru referencyjnego zostanie uzgodniona z Wykonawcą w trybie roboczym w trakcie realizacji zamówienie.
* Metoda analizy: klasyfikacja nadzorowana
* Wynik: warstwa wektorowa i rastrowa w formacie GIS oraz koncepcja wizualizacji wyniku.
* Zakres przestrzenny analiz: Produkt zostanie opracowany dla wybranych torfowisk wchodzących w Zakres nr 1.. Wybór torfowisk nastąpi na podstawie uzgodnień roboczych pomiędzy Wykonawcą a Zamawiającym na podstawie analizy produktów 1.1-1.3 oraz wizji terenowej.

# Grupa Produktów 3. Przesuszenie

## Produkt 3.1. Analiza przesuszenie torfowisk

* Definicja: Warstwy informacyjne umożliwiające analizę przesuszenia wybranych torfowisk. W wyniku realizacji produktu powstaną warstwy informacyjne prezentujące zmienność poszczególnych parametrów tj: CWSI, dobowa amplituda temperatur, wskaźniki roślinne (min.:MSI, NDVI), insolacja. Łączna analiza tych parametrów ma umożliwić zamawiającemu identyfikację obszarów przesuszonych.
* Dane źródłowe:
	+ Kolekcja 4, Kolekcja 5, Kolekcja 6,
	+ Dane referencyjne do trenowania i walidacji modelu zostaną pozyskane przez Wykonawcę synchronicznie na nalotem dla kolekcji 5, 6 w liczbie min. 50 poligonów referencyjnych wskazujących płaty torfowisk w różnym stanie przesuszenia.
	+ referencyjne dane do wyprowadzenie krzywej CWSI - w tym:
		- dobowy pomiar temperatury powietrza i wilgotności w interwale co 5 min na wybranym torfowisku, temperatura w warunkach braku zachmurzenia i wysokiej temp. powietrza.
		- pomiar temperatury roślinności na torfowisku zmierzona pirometrem co 30 min od godziny 6:00 do 20:00. Minium na 4 płatach w warunkach braku zachmurzenia i wysokiej temp. powietrza. Pomiar temperatury powietrza i temperatury roślinności muszą zostać zarejestrowane tego samego dnia na tym samym
* Metoda analizy: analiza geoprzestrzenna,
* Wynik: warstwa rastrowa w formacie GIS oraz koncepcja wizualizacji wyniku.
* Zakres przestrzenny analiz: Produkt zostanie opracowany dla wybranych torfowisk wchodzących w Zakres nr 1.. Wybór torfowisk nastąpi na podstawie uzgodnień roboczych pomiędzy Wykonawcą a Zamawiającym na podstawie analizy produktów 1.1-1.3 oraz wizji terenowej.

# Grupa Produktów 4. Dane Źródłowe

Dane źródłowe obejmują pozyskanie lotniczych danych teledetekcyjnych oraz terenowych danych botanicznych i teledetekcyjnych dla zakresu przestrzennego opracowania. Dane te będą podstawą do opracowania produktów z grup 1-3. W ramach usługi Wykonawca zrealizuje misje lotnicze w celu pozyskania źródłowych danych teledetekcyjnych oraz przetworzy je do postaci produktów teledetekcyjnych. Pozyskanie lotniczych danych teledetekcyjnych oraz pomiarów terenowych botanicznych i teledetekcyjnych, zostanie zrealizowane przez Wykonawcę przy użyciu potencjału technicznego oraz zespołu specjalistów zadeklarowanych w ofercie.

**Tabela 3.** Warunki pozyskania źródłowych danych teledetekcyjnych.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Produkt** | **Synchronizacja kolekcji** | **Nr kolekcji** | **Rodzaj danych** | **Termin wykonania kolekcji** | **Obszar realizacji usługi** |
| 4.1. | tak | Kolekcja 1 | ALS | od terminu podpisania umowy - 30.11.2021 | Zakres nr 3. |
| Kolekcja 2 | RGB |
| 4.2. | tak | Kolekcja 3 | ALS | 1.06.2022 - 31.07.2022 | Zakres nr 2. |
| Kolekcja 4 | HS |
| 4.2. | N/A | Kolekcja 5 | TIR-dzień | 1.06.2022 - 31.07.2022 | Zakres nr 1. |
| Kolekcja 6 | TIR-noc |

Zamawiający wymaga, aby: kolekcje od 1 do 6 zostały wykonane w terminach określonych w tabeli 3.; kolekcje 1 i 2 oraz 3 i 4 zostały wykonane synchronicznie, to jest w czasie tego samego lotu samolotu; dla kolekcji 4 do 6 Wykonawca jest zobowiązany do uwzględnienia w planach lotów wpływu kierunku lotu i kąta padania promieni słonecznych oraz dynamiki warunków oświetleniowych na rejestrowane dane, a co za tym idzie na jakość produktów.

Wykonawca przekaże Zamawiającemu, zgodnie z procedurą odbioru, wytworzone produkty wraz z dokumentacją projektową “Raport Techniczny”. Raport będzie zawierał między innymi: 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 na nośnikach przekazanych Zamawiającemu.

Prace należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami, standardami i wytycznymi w zakresie wykonywania prac geodezyjnych i kartograficznych oraz prac fotolotniczych.

##

## Produkt 4.1.

## Kolekcja 1: Pozyskanie i przetworzenie danych lotniczego skanowania laserowego (ALS)

**Pozyskanie danych**

* Wymagane parametry lotniczego skanera laserowego ALS
	+ zakres spektralny wiązki lasera w zakresie podczerwieni,
	+ nieliniowość wiązki lasera mniejsza niż 0,5 mrad (wzrost średnicy wiązki lasera mniejszy niż 50 cm na 1000 m),
	+ rejestracja pełnego kształtu fali odbitej (*Full-Waveform*),
	+ rejestracja zestawu parametrów *amplitude, pulse width* lub *amplitude, reflectance, pulse shape deviation* na podstawie ekstrakcji z fali ciągłej skanowania laserowego.
* Wymagane parametry lotu
	+ minimalna gęstość wynikowej chmury punktów: 7 pkt/m2,
	+ całkowity maksymalny kąt skanowania: 50°
	+ pokrycie poprzeczne między pasami skanowania: minimum 30%
	+ 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,
	+ pozyskanie danych ALS w warunkach technicznych optymalnych dla najwierniejszego odwzorowania gruntu.
	+ Zakres przestrzenny kolekcji: Zakres nr 3

**Przetworzenie danych do postaci produktów**

#### Produkt 4.1.1.1. Chmura punktów

* Wyrównanie dla kolekcji ma być wykonane w jednym procesie dla całego zakresu przestrzennego opracowania. Dla wyniku wyrównania chmury punktów na płaszczyznach kontrolnych muszą być osiągnięte następujące dokładności (błędy średnie):
	+ wysokościowo: mh ≤ 0,10 m,
	+ sytuacyjnie: mXY ≤ 0,20 m.
* Do chmury punktów zostaną zapisane parametry dekompozycji:
	+ *amplitude, reflectance, deviation* lub l *pulsewidth* z wykorzystaniem „*extra bytes*”
* Chmura punktów zostanie przefiltrowana i sklasyfikowana z uwzględnieniem podziału, na co najmniej następujące klasy:
	+ klasa 1 – punkty przetwarzane, ale niesklasyfikowane,
	+ klasa 2 – punkty leżące na gruncie,
	+ klasa 3 – punkty reprezentujące niską roślinność, tj. w zakresie 0 - 0,40 m,
	+ klasa 4 – punkty reprezentujące średnią roślinność, tj. w zakresie 0,40 - 2,00 m,
	+ klasa 5 – punkty reprezentujące wysoką roślinność, tj. w zakresie powyżej 2,00 m,
	+ klasa 6 – punkty reprezentujące budynki, budowle oraz obiekty inżynierskie jak mosty, wiadukty, zapory, inne konstrukcje,
	+ klasa 7 – szum (punkty omyłkowe „niskie”, tj. pod ziemią, „wysokie”, tj. ponad budynkami i wegetacją),
	+ klasa 9 – punkty reprezentujące obszary pod wodami (cieki, jeziora, stawy).
* Dokładność klasyfikacji chmury punktów:
	+ Dopuszczalny błąd poprawności sklasyfikowania punktów wynosi 5% dla wszystkich klas oprócz klasy 2 „punkty leżące na gruncie”. Dopuszczalny błąd dla tej klasy wynosi 1%, przy czym w tym marginesie błędu mogą znaleźć się punkty należące tylko do klasy reprezentującej niską roślinność.
	+ Obiekty, takie jak wysokie konstrukcje, znaki drogowe, latarnie, trakcja napowietrzna, słupy i inne obiekty antropogeniczne, nie mogą być zaklasyfikowane jako roślinność (klasy 3, 4, 5). Takie obiekty należy zaklasyfikować do klasy 1.
* Produkt należy przekazać w formacie LAS (ASPRS) w wersji 1.4 Point Data Record Format 3, w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1:1 000.

#### Produkt 4.1.1.2. Numeryczny model terenu (NMT)

* Numeryczny model terenu jest wynikiem interpolacji punktów w strukturze GRID
* Wymiar „oczka” siatki – 0,5 m (w obu kierunkach).
* Dokładność wysokości Z: mh ≤ 0,30 m
* Produkt należy przekazać w formacie ESRI GRID w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1:1 000

#### Produkt 4.1.1.3. Numeryczny model pokrycia terenu (NMPT)

* Numeryczny model pokrycia terenu jest wynikiem interpolacji punktów w strukturze GRID,
* Wymiar „oczka” siatki – 0,5 m (w obu kierunkach),
* dokładność wysokości Z: mh ≤ 0,30 m
* Produkt należy przekazać w formacie ESRI GRID w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1:1 000

#### Produkt 4.1.1.4 Model wysokości roślinności (CHM)

* Numeryczny model wysokości roślinności w strukturze GRID
* Wymiar „oczka” siatki – 0,5 m (w obu kierunkach).
* Produkt należy przekazać w formacie ESRI GRID w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1:1 000

## Kolekcja 2: Pozyskanie i przetworzenie zdjęć w zakresie widzialnym R, G, B

**Pozyskanie danych**

* Wymagania dotyczące kamery obrazującej:
	+ Wymagana jest cyfrowa, fotogrametryczna kamera lotnicza rejestrująca trzy zakresy promieniowania elektromagnetycznego R, G, B.
	+ Kamerę ma cechować rozdzielczość rozumiana jako liczba czynnych elementów rejestrujących matrycy obrazującej nie mniejsza niż 100 milionów pikseli,
	+ Kamera musi współpracować z systemami pozycjonowania GNSS/INS w zakresie precyzyjnej rejestracji czasu wykonania ekspozycji celem wyliczenia położenia punktu głównego zdjęcia w przestrzeni trójwymiarowej oraz elementów orientacji kątowej (*Roll, Pitch, Yaw*).
* Wymagane parametry lotu
	+ Rozdzielczość przestrzenna nie gorsza niż: 0,1 m
	+ Pokrycie podłużne: 70%
	+ Pokrycie poprzeczne: 30%
	+ Zdjęcia należy wykonać przy bezchmurnej pogodzie
	+ Na wlotach i wylotach należy wykonać po dwa dodatkowe zdjęcia przed i za granicą obszaru.
	+ Kamera musi mieć mierzone w locie elementy orientacji zewnętrznej zintegrowanymi systemami GNSS/INS
	+ Zakres przestrzenny kolekcji: Zakres nr 3

**Przetworzenie danych do postaci produktów**

#### Produkt 4.1.2.1. Ortofotomapa w kompozycji RGB

* ortofotomapa o rozdzielczości przestrzennej wynikającej z wielkości piksela zdjęć. Średni błąd położenia piksela na ortofotomapie nie może być gorszy niż 3 piksele. Proces ortorektyfikacji zostanie wykonany na podstawie Produktu 4.1.1.2. Poszczególne ortoobrazy tworzące ortofotomapę zostaną przycięte zgodnie z liniami mozaikowania (Produkt 4.1.2.2.). Zamawiający wymaga, aby wykonane ortofotomapy zostały poddane korekcie wyrównania barwnego w celu ujednolicenia ich wyglądu zarówno w obrębie pojedynczego zdjęcia, jak i całej mozaiki. Parametry wyrównania (*LookUpTable*) powinny zostać dobrane w sposób zapewniający maksymalne zróżnicowanie tonalne elementów obrazu w obszarach zacienionych oraz granicznych pomiędzy obszarami naturalnymi a antropogenicznymi
* Produkt należy przekazać w formacie GeoTIFF o rozdzielczości radiometrycznej co najmniej 8 bit na kanał z piramidą obrazową (overview metodą subsample), z kompresją JPEG Q5, w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1: 5 000

## Produkt 4.2.

## Kolekcja 3: Pozyskanie i przetworzenie danych lotniczego skanowania laserowego (ALS)

**Pozyskanie danych**

* Wymagane parametry lotniczego skanera laserowego ALS
	+ zakres spektralny wiązki lasera w zakresie podczerwieni,
	+ nieliniowość wiązki lasera mniejsza niż 0,5 mrad (wzrost średnicy wiązki lasera mniejszy niż 50 m na 1000 m),
	+ rejestracja pełnego kształtu fali odbitej (*Full-Waveform)*,
	+ rejestracja zestawu parametrów *amplitude, pulse width lub amplitude, reflectance, pulse shape deviation* na podstawie ekstrakcji z fali ciągłej skanowania laserowego.
* Wymagane parametry lotu
	+ minimalna gęstość wynikowej chmury punktów: 7 pkt/m2,
	+ całkowity maksymalny kąt skanowania: 50°
	+ pokrycie poprzeczne między pasami skanowania: minimum 30%
	+ 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,
	+ pozyskanie danych ALS w warunkach technicznych optymalnych dla najwierniejszego odwzorowania struktury pionowej roślinności.
	+ Zakres przestrzenny kolekcji: Kolekcja zostanie wykonana dla wybranych zlewni wchodzących w Zakres nr 2. Wybór nastąpi na etapie uzgodnień w ramach Grupy Produktów nr 2.

**Przetworzenie danych do postaci produktów**

#### Produkt 4.2.3.1. Chmura punktów

* Wyrównanie dla kolekcji ma być wykonane w jednym procesie dla całego zakresu przestrzennego opracowania. Dla wyniku wyrównania chmury punktów na płaszczyznach kontrolnych muszą być osiągnięte następujące dokładności (błędy średnie):
	+ wysokościowo: mh ≤ 0,10 m,
	+ sytuacyjnie: mXY ≤ 0,20 m.
* Do chmury punktów zostaną zapisane parametry dekompozycji:
	+ *amplitude, reflectance, deviation* lub *l pulsewidth* z wykorzystaniem „*extra bytes*”
* Chmura punktów zostanie przefiltrowana i sklasyfikowana z uwzględnieniem podziału, na co najmniej następujące klasy:
	+ klasa 1 – punkty przetwarzane, ale niesklasyfikowane,
	+ klasa 2 – punkty leżące na gruncie,
	+ klasa 3 – punkty reprezentujące niską roślinność, tj. w zakresie 0 - 0,40 m,
	+ klasa 4 – punkty reprezentujące średnią roślinność, tj. w zakresie 0,40 - 2,00 m,
	+ klasa 5 – punkty reprezentujące wysoką roślinność, tj. w zakresie powyżej 2,00 m,
	+ klasa 6 – punkty reprezentujące budynki, budowle oraz obiekty inżynierskie jak mosty, wiadukty, zapory, inne konstrukcje,
	+ klasa 7 – szum (punkty omyłkowe „niskie”, tj. pod ziemią, „wysokie”, tj. ponad budynkami i wegetacją),
	+ klasa 9 – punkty reprezentujące obszary pod wodami (cieki, jeziora, stawy).
* Dokładność klasyfikacji chmury punktów:
	+ Dopuszczalny błąd poprawności sklasyfikowania punktów wynosi 5% dla wszystkich klas oprócz klasy 2 „punkty leżące na gruncie”. Dopuszczalny błąd dla tej klasy wynosi 1%, przy czym w tym marginesie błędu mogą znaleźć się punkty należące tylko do klasy reprezentującej niską roślinność.
	+ Obiekty, takie jak wysokie konstrukcje, znaki drogowe, latarnie, trakcja napowietrzna, słupy i inne obiekty antropogeniczne, nie mogą być zaklasyfikowane jako roślinność (klasy 3, 4, 5). Takie obiekty należy zaklasyfikować do klasy 1.
* Produkt należy przekazać w formacie LAS (ASPRS) w wersji 1.4 Point Data Record Format 3, w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1:1 000.

#### Produkt 4.2.3.2. Numeryczny model terenu (NMT)

* Numeryczny model terenu jest wynikiem interpolacji punktów w strukturze GRID
* Wymiar „oczka” siatki – 0,5 m (w obu kierunkach).
* Dokładność wysokości Z: mh ≤ 0,30 m
* Produkt należy przekazać w formacie ESRI GRID w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1:1 000

#### Produkt 4.2.3.3 Numeryczny model pokrycia terenu (NMPT)

* Numeryczny model pokrycia terenu jest wynikiem interpolacji punktów w strukturze GRID,
* Wymiar „oczka” siatki – 0,5 m (w obu kierunkach),
* dokładność wysokości Z: mh ≤ 0,30 m
* Produkt należy przekazać w formacie ESRI GRID w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1:1 000

#### Produkt 4.2.3.4 Model wysokości roślinności (CHM)

* Numeryczny model wysokości roślinności w strukturze GRID
* Wymiar „oczka” siatki – 0,5 m (w obu kierunkach).
* Produkt należy przekazać w formacie ESRI GRID w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1:1 000

## Kolekcja 4: Pozyskanie i przetworzenie danych hiperspektralnych

**Pozyskanie danych**

* Wymagane parametry skanera hiperspektralnego
	+ zakres spektralny obrazowania: 400-2500 nm;
	+ interwał próbkowania spektralnego: ≤ 7 nm;
	+ szerokość kanału (tzw. szerokość połówkowa filtra - FWHM): ≤ 7 nm;
	+ całkowity kąt widzenia (FOV): ≤ 35°;
	+ rozdzielczość radiometryczna: 16 bit
* Wymagane parametry lotu
	+ rozdzielczość przestrzenna nie gorsza niż: 1 m;
	+ pokrycie poprzeczne między szeregami: ≥ 30%
	+ wysokość słońca nad horyzontem ≥ 30 stopni
	+ bez pokrywy chmur i ich cieni
	+ Zakres przestrzenny kolekcji: Kolekcja zostanie wykonana dla wybranych zlewni wchodzących w Zakres nr 2. Wybór nastąpi na etapie uzgodnień w ramach Grupy Produktów nr 2.

**Przetworzenie danych do postaci produktów**

#### Produkt 4.2.4.1. Mozaika hiperspektralna

* 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 Produkt 4.2.3.3.
	+ Resampling w procesie ortorektyfikacji należy wykonać z wykorzystaniem metody najbliższego sąsiada (ang. *nearest neighbour*).
* 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 teledetekcyjnymi 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%.
* 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).
* Wielkość piksela mozaiki hiperspektralnej wynosi wynikająca z rozdzielczości danych źródłowych,
* Produkt należy przekazać w formacie ENVI BSQ

#### Produkt 4.2.4.2. Quicklooki HS

* Należy przetworzyć mozaikę zobrazowań hiperspektralnych w dwóch kompozycjach (RGB i CIR) o wielkości piksela równej 1 m.
* Produkt należy przekazać w formacie GeoTIFF bez kompresji

#### Produkt 4.2.4.3. Rzeczywiste linie mozaikowania HS

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

## Produkt 4.3.

## Kolekcja 5: Pozyskanie i przetworzenie obrazów termalnych (dzień)

**Pozyskanie danych**

* Wymagania dotyczące kamery termalnej:
	+ Rozdzielczość sensora: min. 1Mpx
	+ Zakres spektralny obrazowania mieszczący się: 3.6 – 14µm
	+ Rozdzielczość radiometryczna: ≥ 14bit
	+ Rozdzielczość pomiaru; NETD ≤ 50 mK
	+ Dokładność pomiaru: ≤ +/-2 °C
	+ Skalibrowany zakres pomiarowy: min. -20 – +80°C
* Wymagane parametry lotu
	+ rozdzielczość przestrzenna nie gorsza niż: 1 m;
	+ Pokrycie podłużne: 60%
	+ Pokrycie poprzeczne: 30%
	+ Rejestracja danych w warunkach maksymalnego nagrzania gruntu
	+ Synchronizacja czasu wyzwolenia kamery z systemem GNSS/INS o dokładności nie gorszej niż 3ms
	+ Zakres przestrzenny kolekcji: Kolekcja zostanie wykonana dla wybranych torfowisk wchodzących w Zakres nr 1. Wybór nastąpi na etapie uzgodnień w ramach Grupy Produktów nr 3.

**Przetworzenie danych do postaci produktów**

#### Produkt 4.3.5.1. Mozaika ortoobrazów termalnych

* Należy wykonać georeferencję wprost z wykorzystaniem pomierzonych przez system GNSS/INS trajektorii lotu i kątów wychylenia.
* Resampling w procesie ortorektyfikacji należy wykonać z wykorzystaniem metody najbliższego sąsiada (ang. nearestneighbour)
* Ortoobrazy zostaną wytworzone na podstawie obrazów o oryginalnej rozdzielczości radiometrycznej, bez kompresji i bez rozciągnięcia histogramów.
* Średni błąd położenia piksela nie może być gorszy niż 3 piksele.
* Proces ortorektyfikacji zostanie wykonany na podstawie Produktu 4.2.3.3.
* Produkt należy przekazać w formacie GeoTIFF o rozdzielczości radiometrycznej 16 bitów

## Kolekcja 6: Pozyskanie i przetworzenie obrazów termalnych (noc)

**Pozyskanie danych**

* Wymagania dotyczące kamery termalnej:
	+ Rozdzielczość sensora: min. 1Mpx
	+ Zakres spektralny obrazowania mieszczący się: 3.6 – 14µm
	+ Rozdzielczość radiometryczna: ≥ 14bit
	+ Rozdzielczość pomiaru; NETD ≤ 50 mK
	+ Dokładność pomiaru: ≤ +/-2 °C
	+ Skalibrowany zakres pomiarowy: min. -20 – +80°C
* Wymagane parametry lotu
	+ rozdzielczość przestrzenna nie gorsza niż: 1 m;
	+ Pokrycie podłużne: 60%
	+ Pokrycie poprzeczne: 30%
	+ Rejestracja danych w warunkach wychłodzenia temperatury gruntu
	+ Synchronizacja czasu wyzwolenia kamery z systemem GNSS/INS o dokładności nie gorszej niż 3ms
	+ Zakres przestrzenny kolekcji: Kolekcja zostanie wykonana dla wybranych torfowisk wchodzących w Zakres nr 1. Wybór nastąpi na etapie uzgodnień w ramach Grupy Produktów nr 3.

**Przetworzenie danych do postaci produktów**

#### Produkt 4.3.6.1. Mozaika ortoobrazów termalnych

* Należy wykonać georeferencję wprost z wykorzystaniem pomierzonych przez system GNSS/INS trajektorii lotu i kątów wychylenia.
* Resampling w procesie ortorektyfikacji należy wykonać z wykorzystaniem metody najbliższego sąsiada (ang. nearestneighbour)
* Ortoobrazy zostaną wytworzone na podstawie obrazów o oryginalnej rozdzielczości radiometrycznej, bez kompresji i bez rozciągnięcia histogramów.
* Średni błąd położenia piksela nie może być gorszy niż 3 piksele.
* Proces ortorektyfikacji zostanie wykonany na podstawie Produktu 4.2.3.3.
* Produkt należy przekazać w formacie GeoTIFF o rozdzielczości radiometrycznej 16 bitów.

### Procedura odbioru produktów z Grupa Produktów 4.

W ramach procedury odbioru produktów z Grupa Produktów 4, Wykonawca po zakończeniu realizacji produktów zgłosi Zamawiającemu gotowość odbioru prac a wyniki umieści na serwerze FTP. Zgłoszenie gotowości odbioru prac odbędzie się drogą elektroniczną.

Zamawiający przekaże uwagi indywidualnie dla produktów w terminie 5 dni roboczych od daty zgłoszenia Zamawiającemu gotowości odbioru prac. W przypadku uwag do produktów ze strony Zamawiającego, Wykonawca zobowiązany jest do ich poprawy w terminie wskazanym przez Zamawiającego, jednak nie krótszym niż 10 dni roboczych. Po wniesieniu poprawek Wykonawca ponownie zgłosi gotowość odbioru prac Zamawiającemu oraz umieści wyniki na serwerze FTP.

Po ostatecznym zaakceptowaniu przez Zamawiającego całości prac będących przedmiotem odbioru, zostanie podpisany protokół końcowy, a produkty zostaną przekazane Zamawiającemu w 1 kopii na nośniku HDD ze złączem USB 3.