*Załącznik nr 1 do SIWZ*

**Część II - Opis przedmiotu zamówienia (OPZ)**

Przedmiotem zamówienia jest pozyskanie aktualnych i archiwalnych danych teledetekcyjnych oraz na ich podstawie wykonanie analiz środowiskowych niezbędnych do oceny stanu zasobów przyrodniczych w Wigierskim Parku Narodowym. Dla pozyskania danych teledetekcyjnych oraz wykonania analiz wyznaczono dwa zasięgi przestrzenne projektu:

* obejmujący obszar Wigierskiego Parku Narodowego o powierzchni 15 085,49 ha (150,9 km2) - zwany dalej „**obszarem WPN**”,
* obejmujący obszar WPN, powiększony o fragmenty obszaru zlewni bezpośredniej jeziora Wigry i obszaru zlewni badawczej Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego WIGRY (ZMŚP) o powierzchni 15 827,68 ha (158,3 km2) – zwany dalej „**obszarem WPN powiększonym**”.

Objęcie projektem całej zlewni bezpośredniej jeziora Wigry pozwoli na analizowanie różnych procesów wpływających na stan tego zbiornika oraz planowanie skutecznej jego ochrony. Natomiast objęcie projektem całej zlewni badawczej ZMŚP pozwoli na analizowanie zjawisk badanych przez Park w ramach Monitoringu Państwowego, którego ZMŚP jest elementem składowym. **Graficzny zasięg przestrzenny projektu określono w *załączniku nr 1a*.**

Przedmiot zamówienia będzie realizowany w podziale na cztery Etapy:

* Przedmiotem Etapu 1 będzie opracowanie dokumentu opisującego szczegółowo: parametry i warunki pozyskania danych teledetekcyjnych niezbędnych do wykonania analiz, założenia przeprowadzenia terenowych kampanii pomiarowych, metody wykonania poszczególnych analiz oraz parametry produktów wynikowych. Dokument opisujący szczegółowo metodykę prac jest niezbędny do rozpoczęcia dalszych etapów realizacji przedmiotu zamówienia.
* Przedmiotem Etapu 2 będzie pozyskanie danych źródłowych, w tym: wykonanie nalotów mających na celu pozyskanie aktualnych lotniczych danych teledetekcyjnych, przeprowadzenie terenowych kampanii pomiarowych w celu pozyskania danych referencyjnych, pozyskanie danych archiwalnych.
* Przedmiotem Etapu 3 będzie zbiór analiz mających na celu dostarczenie informacji w zakresie poszczególnych zagadnień tematycznych. Materiałem źródłowym niezbędnym do wykonania analiz, w zależności od zakresu tematycznego, są dane teledetekcyjne, dane terenowe, informacja przestrzenna z zasobów krajowych lub z zasobów Wigierskiego Parku Narodowego. Wynikiem analiz jest zasób informacji przestrzennej w postaci wektorowych oraz rastrowych danych GIS.
* Przedmiotem Etapu 4 będzie opracowanie raportu z wykonania analiz, uwzględniający odstępstwa od szczegółowego planu prac przedstawionego w Etapie 1 oraz uzupełniający go o szczegóły dotyczące zastosowanych narzędzi, algorytmów, parametrów. Raport obejmie opis wyników analiz uwzględniający zastosowaną legendę, metody prezentacji, zakresy wartości itp.

**1. Etap 1 – Szczegółowy plan prac**

**1.1 Opis warunków ogólnych**

Wykonawca przed przystąpieniem do realizacji Etapu 2, 3, 4 opracuje i przedstawi Zamawiającemu do konsultacji i akceptacji koncepcję metodyki realizacji prac opisanych w Etapach 2, 3, 4. Wykonawca powinien doprowadzić do zidentyfikowania aktualnego stanu zasobów środowiska przyrodniczego obszaru badań, a następnie przeprowadzić jego analizę jakościową. Identyfikacja stanu środowiska przyrodniczego oraz jego analiza jakościowa zostaną zbadane metodami analizy teledetekcyjnej w oparciu o pozyskane wieloźródłowe i wieloczasowe dane teledetekcyjne oraz referencyjne badania terenowe służące zebraniu naziemnych pomiarów spektralnych oraz ilościowych i jakościowych o stanie środowiska przyrodniczego. Wykonawca zaproponuje metody badawcze, zakres i metody analiz oraz sposób osiągnięcia celów. Ponadto Wykonawca przedstawi Zamawiającemu plan nalotów do uzgodnienia i akceptacji.

**1.2 Opis warunków szczegółowych**

1) Metodyka realizacji prac obejmie swym zakresem:

1. propozycję opracowania produktów Etapu 2,
2. propozycję opracowania produktów Etapu 3,
3. wykaz potencjału technicznego planowanego do wykorzystania przy realizacji Etapu 2 i 3,
4. propozycję harmonogramu realizacji projektu uwzględniający zapisy SIWZ, wraz ze schematem blokowym ilustrującym realizację etapów i wzajemne ich powiązania
5. sposób zarządzania projektem,
6. kompetencje i struktura organizacyjna (z uwzględnieniem liczby osób) zespołu realizującego projekt, w tym podzespołów odpowiedzialnych za pozyskanie danych lotniczych,
* pozyskanie danych terenowych,
* przeprowadzenie analiz i wytworzenie produktów,
* implementację narzędzi do obsługi zdjęć ukośnych i modeli 3D,
* przeprowadzenie szkoleń dla pracowników parku.
1. plan nalotów, który powinien zawierać:
	* podział obszaru opracowania na bloki wraz z uzasadnieniem przyjętego podziału
	* warstwy wektorowe zawierające minimum następujące dane:
		+ zakres opracowania;
		+ miejsca wyzwolenia migawki (jeśli dotyczy);
		+ obszar pokrycia dla poszczególnych zobrazowań;
		+ obszar pokrycia szeregów dla poszczególnych zobrazowań lub skaningu ALS.
	* opis następujących parametrów:
		+ typ i numer rejestracyjny statku powietrznego pozyskującego zobrazowania;
		+ nazwę planowanego lotniska startu i lądowania wraz z wysokością lotnisk;
		+ nazwę układu współrzędnych i elipsoidy odniesienia;
		+ przybliżoną skalę zdjęć / GSD / gęstość skanowania;
		+ specyfikację kamery/skanerów użytych do pozyskania zobrazowań (w tym odległość obrazową kamery);
		+ przewidywane parametry lotu, takie jak m.in.: wysokość (względną i bezwzględną) i czas lotu; liczbę wyzwoleń migawki (jeśli dotyczy) w każdym szeregu; ilość, długość i szerokość każdego z szeregów; wartości pokrycia poprzecznego i podłużnego dla poszczególnych zobrazowań; azymut; odstęp między osiami szeregów (baza poprzeczna); czas nawrotów między szeregami; średnią prędkość poruszania się statku powietrznego, warunki specyficzne dla rodzaju danych (np.wysokość słońca nad horyzontem).
* plan nalotu dla każdej kolekcji należy przekazać w formacie tekstowym .pdf i .docx oraz załączniki w formacie .shp lub .kml
1. identyfikację ryzyk projektowych wraz z określeniem ich prawdopodobieństwa wystąpienia, wpływu na projekt oraz sposobu ich mitygacji,
2. opis implementacji aplikacji wraz ze szkoleniem
3. opis implementacji produktów wraz ze szkoleniem
4. opis sposobu komunikacji pomiędzy Wykonawcą a Zamawiającym umożliwiający Zamawiającemu stały dostęp do:
	* dokumentacji Projektowej, umożliwiający edycję dokumentów w czasie rzeczywistym w trybie komentowania, sugerowania i akceptacji zmian, archiwizowanie i wersjonowanie dokumentów.
	* narzędzi, umożliwiający pobieranie produktów z przestrzeni dyskowej Wykonawcy, archiwizowanie i wersjonowanie produktów.

**1.3 Procedura odbioru Etapu 1**

1. Wykonawca po zakończeniu realizacji prac Etapu 1 zgłosi Zamawiającemu gotowość odbioru prac oraz umieści wyniki na serwerze FTP. Zgłoszenie gotowości odbioru prac odbędzie się drogą elektroniczną.
2. Zamawiający wyznaczy termin, nie dłuższy niż 5 dni roboczych od faktu zgłoszenia gotowości odbioru prac, w którym Wykonawca przedstawi Szczegółowy Plan Pracy w formie prezentacji w siedzibie Zamawiającego.
3. Zamawiający przekaże uwagi do Szczegółowego Planu Pracy w terminie 10 dni roboczych od daty zgłoszenia Zamawiającemu gotowości odbioru prac.
4. W przypadku uwag do Szczegółowego Planu Prac ze strony Zamawiającego, Wykonawca zobowiązany jest do poprawy Szczegółowego Planu Prac w terminie wskazanym przez Zamawiającego, jednak nie krótszym niż 5 dni robocze.
5. Po wniesieniu poprawek Wykonawca ponownie zgłosi gotowość odbioru prac Zamawiającemu oraz umieści wyniki na serwerze FTP.
6. Po ostatecznym zaakceptowaniu przez Zamawiającego prac będących przedmiotem odbioru, zostanie podpisany protokół końcowy, a produkty zostaną przekazane Zamawiającemu w 1 kopii na nośniku HDD ze złączem USB 3.0
7. Wykonawca ma obowiązek w taki sposób zaplanować harmonogram prac, aby uwzględnić w nim czas niezbędny do przeprowadzenia procedury odbioru. Należy dotrzymać ostatecznej daty odbioru do 20.05.2019 r.
8. Dokumentacja projektowa zostanie opracowana zgodnie z wytycznymi określonymi w pkt. 5 OPZ.
9. Brak odbioru przez Zamawiającego Szczegółowego Planu Pracy może być podstawą do rozwiązania umowy. Warunkiem do rozpoczęcia przez Wykonawcę prac objętych Etapem 2, 3, 4 jest zaakceptowany przez Zamawiającego dokument pn. „Szczegółowy Plan Pracy”.

 **Tabela 1.** Harmonogram prac Etapu 1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Okres rozliczeniowy | Zakres prac | Ostateczny termin odbioru produktów |
| 1 | II kw. 2019 | Opracowanie „Szczegółowego Planu Prac” | 20.05.2019 r. |

**2. Etap 2 – Pozyskanie danych**

**2.1 Aktualne dane teledetekcyjne**

**1) Opis warunków ogólnych**

1. Do wykonania zaplanowanych analiz teledetekcyjnych potrzebne jest pozyskanie wielu kolekcji danych, różniących się parametrami oraz terminem pozyskania.  Wykonanie tak zróżnicowanych kolekcji pozwoli na zrealizowanie podejścia data fusion, które maksymalnie zwiększy potencjał informacyjny danych. Wskazane jest zachowanie spójności czasowej kolekcji danych zaplanowanych do pozyskania w jednym terminie. Powinny one zostać wykonane w porównywalnych warunkach atmosferycznych oraz jak najkrótszym odstępie 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 oraz przyjęcia przez Zamawiającego dokumentu pn. „Szczegółowy Plan Prac” (zakończenie Etapu 1). W związku z tym przyjęcie ww. dokumentu w terminie późniejszym niż rozpoczęcie okresu wegetacyjnego (maj) będzie skutkowało koniecznością przesunięcia realizacji Etapu 2 na kolejny rok.
2. Pozyskanie źródłowych danych teledetekcyjnych zostanie zrealizowane poprzez wykonanie kolekcji 1-8, które będą skorelowane w czasie z wykonaniem botanicznych i spektralnych pomiarów terenowych,

 **Tabela 2.** Kolekcje aktualnych danych teledetekcyjnych

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nr kolekcji | Rodzaj kolekcji | Termin pozyskania kolekcji | Warunek synchronizacji kolekcji |
| **1**  | ALS – skaner laserowy | okres ulistnienia: 1.06.2019 – 31.07.2019 r. | pozyskanie razem z kolekcją nr 3, 4 |
| **2**  | ALS – skaner laserowy | okres bezlistny: 1.10.2019 – 30.11.2019 r. |  |
| **3** | HS – skaner hiperspektralny | okres ulistnienia: 1.06.2019 – 31.07.2019 r. | pozyskanie razem z kolekcją nr 1, 4 |
| **4** | TIR – kamera termalna | okres ulistnienia: 1.06.2019 – 31.07.2019 r. | pozyskanie razem z kolekcją nr 1, 3 |
| **5** | TIR – kamera termalna | okres ulistnienia: 1.07.2019 – 31.08.2019 r., nalot dzienny i nocny |  |
| **6**  | RGB NIR – kamera wielkoformatowa | okres ulistnienia: 1.07.2019 – 10.09.2019 r. |  |
| **7** | RGB NIR – kamera wielkoformatowa | okres ulistnienia: 1.07.2020 – 10.09.2020 r. |  |
| **8** | OBLIQ – zestaw kamer ukośnych | okres ulistnienia: 1.06.2019 – 10.09.2019 r. |  |

1. Podstawą realizacji lotów jest plan nalotu dla każdej kolekcji (1-8) uzgodniony i zaakceptowany przez Zamawiającego w dokumencie pn. „Szczegółowy Plan Prac” z Etapu I.
2. Z uwagi na możliwe dynamiczne zmiany warunków pogodowych oraz ze względu na przeznaczenie danych do celów analizy stanu zasobów przyrodniczych, Zamawiający wymaga aby:
	* kolekcje 1-8 zostały wykonane w terminach określonych w Tabeli 1,
	* kolekcja 1 - ALS, kolekcja 3 - HS oraz kolekcja 4 - TIR zostały wykonane synchronicznie, to jest w czasie tego samego lotu przez jeden samolot.
	* wszystkie kolekcje zostały wykonane dla całego bloku w czasie do 14 dni, licząc od dnia pierwszego do ostatniego lotu dla bloku. W przypadku niespełnienia tego warunku dla poszczególnych lotów, dotychczas wykonane loty nie mieszczące się w przedziale 14 dni, należy wykonać ponownie tak, aby warunek 14 dni został spełniony dla wszystkich lotów w bloku. Odstąpienie od tego warunku jest możliwe jedynie za zgodą Zamawiającego, o ile Wykonawca udowodni, że brak zgodności w czasie (powyżej zdefiniowanych 14 dni wewnątrz bloku) nie będzie mieć istotnego wpływu na dokładność i homogeniczność wyniku analizy teledetekcyjnej w obrębie bloku. Na wniosek Zamawiającego, Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia takiego dowodu.
	* dla kolekcji 3, 4, 6, 7, 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. W Metodyce Pracy należy opisać w jaki sposób Wykonawca zamierza uwzględnić te czynniki w planach lotów.
3. Wykonawca zobowiązuje się do pozyskania danych ALS w warunkach technicznych optymalnych dla najlepszego odwzorowania struktury pionowej szaty roślinnej.
4. Wykonawca zobowiązuje się do pozyskania danych obrazowych w warunkach oświetleniowych zapewniających rejestrację najszerszego spektrum fali elektromagnetycznej, prace należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz standardami i wytycznymi w zakresie wykonywania prac geodezyjnych i kartograficznych oraz prac fotolotniczych.
5. 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.
6. Warunki realizacji lotu dopuszczają pokrycie chmurami na obrazie < 5% powierzchni zakresu przestrzennego opracowania dla kolekcji 1, 2, 3, 4, 5, dla pozostałych kolekcji nie jest dopuszczalne występowanie chmur na obrazie. Po stronie Wykonawcy leży obowiązek pozyskania danych lotniczych w taki sposób, aby umożliwiały wykonanie dobrych jakościowo produktów analiz zgodnie z założeniami Etapu 3.
7. Wykonawca poinformuje Zamawiającego drogą elektroniczną o każdym locie przed startem samolotu.
8. Wykonawca ma obowiązek poinformowania Zamawiającego o fakcie wykonania każdej kolekcji w terminie do 2 dni od daty jej wykonania, informując o numerze kolekcji i bloku, dacie nalotu, zakresie przestrzennym.
9. Wykonawca po pozyskaniu kompletu źródłowych danych teledetekcyjnych dla bloku przeprowadzi wewnętrzną kontrolę jakościową i ilościową pozyskanych danych.
10. Wykonawca w terminie do 20 dni roboczych od daty pozyskania kompletu źródłowych danych teledetekcyjnych dla wszystkich bloków i kolekcji w danym sezonie lotniczym przedstawi Zamawiającemu dokumentację projektową “Raport Techniczny z pozyskania źródłowych danych teledetekcyjnych”. Celem raportu jest potwierdzenie, że pozyskane dane spełniają parametry jakościowe i ilościowe zdefiniowane w OPZ krytyczne dla opracowania produktów Etapu 2 i 3. Raport będzie zawierał między innymi:
	* opis parametrów lotów, ze szczególnym uwzględnieniem trajektorii lotów w postaci plików .kmz z danymi GNSS/INS z samolotu, 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 .shp,
11. Wykonawca w terminie do 60 dni roboczych od daty pozyskania zgodnie z warunkami OPZ kompletu źródłowych danych teledetekcyjnych dla kolekcji, przetworzy dane do postaci produktów Etapu 2 i przeprowadzi ich wewnętrzną kontrolę ilościową i jakościową.
12. Wykonawca przekaże Zamawiającemu, zgodnie z procedurą odbioru, wytworzone produkty wraz z dokumentacją projektową “Raport Techniczny z opracowania produktów danych teledetekcyjnych”.
13. 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.
14. Prace należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami, standardami i wytycznymi w zakresie wykonywania prac geodezyjnych i kartograficznych oraz prac fotolotniczych.
15. Wykonawca wykona prace lotnicze zgodnie z ustawą z 5 sierpnia 2010 o ochronie informacji niejawnych (tekst jednolity po zmianach (Dz.U z 2018 r., poz 412)). Ze względu na czasową zmienność dotyczącą lokalizacji oraz klauzuli obiektów objętych ustawą, Wykonawca ma obowiązek utrzymać zdolność do pozyskiwania, przetwarzania oraz przechowywania materiałów niejawnych w całym okresie trwania umowy. W trakcie realizacji umowy Wykonawca zobowiązany jest posiadać aktualną informację odnośnie ewentualnej obecności, klauzuli oraz granic obiektów podlegających ochronie zgodnie z w/w. ustawą znajdujących się w zakresie przestrzennym opracowania.

**2) Opis warunków szczegółowych – dane cyfrowe i parametry techniczne ich pozyskania będące przedmiotem zamówienia:**

**2.1.1. Kolekcja 1 – Chmura punktów pozyskana technologią ALS**

* 1. Wymagania względem skanera laserowego:
		+ 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,
		+ rejestracja i zapis sygnału intensywnośći odbicia (Intensity),
	2. Sposób wykonania nalotu
		+ minimalna gęstość wynikowej chmury punktów: 12 pkt/m2, wymóg ten odnosi się do gęstości punktów laserowych ostatniego odbicia i musi być spełniony dla 95% badanych próbek o oczku 25 x 25 metrów
		+ całkowity maksymalny kąt skanowania: 50°
		+ pokrycie poprzeczne między pasami skanowania: minimum 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,
		+ parametry pracy skanera umożliwiające uzyskanie na obszarach leśnych dla kolekcji liczby co najmniej 0,1% punktów dla szóstego odbicia względem zbioru wszystkich punktów
		+ pozyskanie danych ALS w warunkach technicznych optymalnych dla najwierniejszego odwzorowania struktury pionowej szaty roślinnej.
	3. Termin pozyskania kolekcji
		+ w okresie ulistnienia 2019 r., zgodnie z Tabelą 1
	4. Zasięg przestrzenny pozyskania kolekcji
		+ obszar WPN powiększony

**2.1.2. Kolekcja 2 – Chmura punktów pozyskana technologią ALS**

1. Lotnicze skanowanie laserowe o parametrach technicznych jak w przypadku Kolekcji 1,
2. Termin pozyskania kolekcji:
	* + w okresie bezlistnym 2019 r., zgodnie z Tabelą 1,
		+ nalotów nie należy wykonywać, gdy zalega pokrywa śnieżna, jak również, gdy środowisko, dla którego planowane jest pozyskanie danych jest wilgotne (rosa, okres po wystąpieniu opadów).
	1. Zasięg przestrzenny pozyskania kolekcji
		* obszar WPN powiększony

**2.1.3. Kolekcja 3 – Zobrazowania hiperspektralne (HS)**

1. Wymagania względem 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
2. Sposób wykonania nalotu
	* + rozdzielczość przestrzenna: 1 m;
		+ pokrycie poprzeczne między szeregami: ≥ 30%
		+ wysokość słońca nad horyzontem ≥ 30 stopni
3. Termin pozyskania kolekcji
	* okres ulistnienia 2019 r., zgodnie z Tabelą 1
	* w przypadku braku wymaganych warunków do wykonania lotu w roku 2019, lot należy wykonać w roku 2020 - zmiana terminu pozyskania danych hiperspektralnych wymaga zgody Zamawiającego.
4. Zasięg pozyskania kolekcji
	* obszar WPN powiększony

**2.1.4. Kolekcja 4 – Zdjęcia termalne (TIR)**

* 1. Wymagania względem 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
	2. Sposób wykonania nalotu
		+ rozdzielczość przestrzenna: ≤ 0,8 m
		+ pokrycie podłużne: 60%
		+ pokrycie poprzeczne: 30%
		+ rejestracja danych w warunkach południowego oświetlenia
		+ synchronizacja czasu wyzwolenia kamery z systemem GNSS/INS o dokładności nie gorszej niż 3 ms
	3. Termin pozyskania kolekcji
		+ okres ulistnienia 2019 r., zgodnie z Tabelą 1
	4. Zasięg przestrzenny pozyskania kolekcji
		+ obszar WPN

**2.1.5. Kolekcja 5 – Zdjęcia termalne (TIR)**

1. Wymagane parametry techniczne jak w przypadku Kolekcji 4, z tym że:
	* + wymagane jest pozyskanie dwóch zbiorów danych, dla skrajnych stanów akumulacji energii cieplnej:
* słońce w zenicie,
* po zachodzie słońca.
	+ Zamawiający nie określa zakresu godzinowego rozumianego jako „słońce w zenicie”
	i „po zachodzie słońca” - przedział godzin zostanie zdefiniowany indywidualnie przez Wykonawcę w zależności od planowanej do zastosowania technologii pozyskania danych oraz w oparciu o wymagane dane meteorologiczne oraz referencyjne pomiary terenowe.
	+ rozdzielczość przestrzenna: ≤ 2 m
1. Termin pozyskania kolekcji
	* okres ulistnienia 2019 r., zgodnie z Tabelą 1
2. Zasięg przestrzenny pozyskania kolekcji
	* obszar WPN

**2.1.6. Kolekcja 6 – Zdjęcia pionowe (PAN-RGB-NIR)**

* 1. Wymagania względem kamery obrazującej:
		+ wymagana jest cyfrowa, fotogrametryczna kamera lotnicza rejestrująca jednocześnie materiał obrazowy za pomocą osobnych dla każdego zakresu spektralnego układów optycznych i osobnych przetworników obrazowych;
		+ kamera ma umożliwiać synchroniczną rejestrację pięciu obrazów w pięciu zakresach promieniowania elektromagnetycznego odpowiadających zakresom:
			1. PAN (ang. PANchromatic - barwy w zakresie światła widzialnego),
			2. R (ang. Red - barwa czerwona),
			3. G (ang. Green - barwa zielona),
			4. B (ang. Blue - barwa niebieska),
			5. NIR (ang. Near Infra Red - pasmo bliskiej podczerwieni) ;
		+ kamerę ma cechować rozdzielczość rozumiana jako liczba czynnych elementów rejestrujących matrycy obrazującej w zakresie PAN nie mniejsza niż 190 milionów pikseli;
		+ kamera ma zapewnić proporcje rozdzielczości każdej z czterech matryc obrazujących w czterech zakresach promieniowania R,G,B i NIR do rozdzielczości matrycy obrazującej w zakresie PAN nie większe niż 1:3;
		+ kamera musi być wyposażona w system kompensacji rozmazania;
		+ kamera musi współpracować z systemami pozycjonowania GNSS/INS w zakresie precyzyjnej rejestracji czasu wykonania ekspozycji celem wyliczenia położenia punktu głównego zdjęcia w przestrzeni trójwymiarowej (zapisanej w układzie współrzędnych płaskich PL-1992 i wysokościowych PL-KRON86-NH) oraz elementów orientacji kątowej (Roll, Pitch, Yaw).
	2. Sposób wykonania nalotu
		+ rozdzielczość przestrzenna w zakresie PAN: 0,10 m
		+ pokrycie podłużne: 70 %
		+ pokrycie poprzeczne: 30 %
		+ kąt padania promieni słonecznych ≥ 35 stopni
		+ 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
		+ rejestracja niezależnych obrazów w zakresie PAN, R, G, B, NIR
	3. Termin pozyskania kolekcji
		+ okres ulistnienia 2019 r., zgodnie z Tabelą 1
	4. Zasięg pozyskania kolekcji
		+ obszar WPN powiększony

**2.1.7. Kolekcja 7 – Zdjęcia pionowe (PAN RGB NIR)**

1. Parametry techniczne jak w przypadku Kolekcji 6, z tym że:
* rozdzielczość przestrzenna w zakresie PAN: 0,20 m
1. Termin pozyskania kolekcji:
* okres ulistnienia 2020 r., zgodnie z Tabelą 1
1. Zasięg przestrzenny pozyskania kolekcji:
* obszar WPN powiększony

**2.1.8. Kolekcja 8 – Zdjęcia ukośne (OBLIQ)**

* 1. Wymagane względem zestawu kamer lotniczych
		+ zdjęcia należy wykonać zespołem czterech sprzężonych ze sobą kamer typu kadrowego o osiach optycznych skierowanych w czterech kierunkach co ok. 90° oraz wychyleniu osi kamer od linii poziomu o ok. -(minus) 45°, umożliwiającym wykonanie kompletu czterech zdjęć z każdego miejsca fotografowania;
		+ zdjęcia należy wykonać z zastosowaniem lotniczych kamer cyfrowych o rozdzielczości co najmniej stu milionów pikseli. Kamery powinny rejestrować zakres promieniowania widzialnego w barwach naturalnych R, G, B;
		+ kamera musi współpracować z systemami pozycjonowania GNSS/INS w zakresie precyzyjnej rejestracji czasu wykonania ekspozycji celem wyliczenia położenia punktu głównego zdjęcia w przestrzeni trójwymiarowej (zapisanej w układzie współrzędnych płaskich PL-1992 i wysokościowych PL-KRON86-NH) oraz elementów orientacji kątowej (Roll, Pitch, Yaw).
	2. Sposób wykonania nalotu
		+ plan nalotu powinien być tak wykonany, aby każdy obiekt położony w zakresie przestrzennym opracowania można było zobaczyć z co najmniej czterech ekspozycji, z kierunków zbliżonych do geograficznej północy, południa, wschodu i zachodu, oraz wykonania produktów zdefiniowanych w Etapie 4
		+ pokrycie podłużne zdjęć powinno wynosić 60 %,
		+ pokrycie poprzeczne zdjęć powinno wynosić 60 %
	3. Wymagane parametry zdjęć ukośnych
		+ rozdzielczość przestrzenna będzie wynosić nie więcej niż 0,10 m w centralnej części zdjęcia.
		+ zdjęcia będą wykonane w kompozycji barwnej RGB
	4. Termin pozyskania kolekcji
		+ okres ulistnienia 2019 r., zgodnie z Tabelą 1
	5. Zasięg przestrzenny pozyskania kolekcji
		+ obszar WPN powiększony

**2.2. Pomiary terenowe**

* Większość analiz teledetekcyjnych wymaga wykonania pomiarów terenowych. Są one niezbędne do walidacji uzyskanych wyników a niekiedy również do kalibracji stosowanych modeli. W każdym przypadku stanowią również referencyjny materiał pomocniczy pozwalający lepiej rozpoznać przyrodniczy charakter badanych zjawisk.

Należy wykonać następujące typy pomiarów terenowych:

1. **Pomiary botaniczne** – identyfikacja zbiorowisk roślinnych, gatunków promotorów sukcesji, gatunków lasotwórczych, identyfikacja roślinności o obniżonej kondycji wskutek przesuszenia, identyfikacja wodnych zbiorowisk roślinnych, należy uwzględnić 3 kampanie terenowe:
* Kampania 1 przed nalotem i jej celem będzie zaplanowanie kampanii pomiarowej;
* Kampania 2 pomiarowa zsynchronizowana z nalotem, podczas której należy zebrać dane referencyjne;
* Kampania 3 walidacyjna, która ma służyć ocenie wstępnych wyników analiz i ew. zasilenie bazy nowymi pomiarami referencyjnymi w celu poprawy dotychczasowych wyników analiz,
1. Pomiary botaniczne będą obejmowały identyfikację:
	* zbiorowisk roślinnych,
	* gatunków promotorów sukcesji,
	* gatunków lasotwórczych,
	* drzew o obniżonej kondycji na skutek gradacji kornika i wiatrołomów,
	* roślinności o obniżonej kondycji wskutek przesuszenia,
	* wodnych zbiorowisk roślinnych,
2. Zasięg przestrzenny wykonania kampanii pomiarowych determinuje zasięg przestrzenny produktów w których zostaną wykorzystane.
3. Pomiary w ramach Kampanii nr 2 nie mogą być rozpoczęte przed terminem pozyskania kolekcji 1, 3, 4, 5, 6, 7 (Tabela 1) i muszą być wykonane maksymalnie do 30 dni po pozyskaniu wyżej wymienionych kolekcji.
4. Metodyka i narzędzia do zbierania danych terenowych muszą umożliwiać bieżącą kontrolę postępu prac terenowych przez Wykonawcę i Zamawiającego w ramach realizacji Kampanii nr 2.
5. Dokładność pomiarów terenowych nie może być gorsza niż 1 metr.
6. Botaniczne pomiary terenowe w ramach Kampanii nr 2 należy wykonać:
	* dla każdej jednostki mapy roślinności rzeczywistej
	* dla każdego gatunku promotora sukcesji, gatunku lasotwórczego oraz głównych gatunków tła
	* na potrzeby analizy kondycji drzew (głównie świerka pospolitego) dla drzew zdrowych i dla drzew o obniżonej kondycji uwzględniając różny poziom przebarwień i defoliacji,
	* dla każdej jednostki mapy roślinności wodnej
7. Wykonawca ma obowiązek zebrać odpowiednią reprezentację punktów terenowych, minimum 10 sztuk dla każdego potencjalnego wydzielenia legendy oraz minimum 2 punkty reprezentujące każdy podtyp wydzielenia legendy, tak aby reprezentowana była zmienność w obrębie jednej klasy.
8. Wykonawca w terminie 20 dni roboczych od zakończenia pomiarów w kampanii nr 2 zgodnie z warunkami OPZ przetworzy dane do postaci produktów bazy botanicznych danych terenowych i przeprowadzi wewnętrzną kontrolę ilościową i jakościową danych.
9. Wykonawca przekaże Zamawiającemu, zgodnie z procedurą odbioru, wytworzone produkty wraz z dokumentacją projektową “Raport Techniczny z wykonania terenowych pomiarów botanicznych”.
10. Raport będzie uwzględniał: opis przeprowadzenia Kampanii nr 1 i 2 oraz ich rezultat w postaci liczby pomiarów, ich rozmieszczenia i charakterystyki zebranych atrybutów oraz rezultaty kontroli.
11. Botaniczne pomiary terenowe w ramach Kampanii nr 3 będą wykonywane dla wybranych produktów Etapu 3 w celu poprawy ich parametrów jakościowych. Pozyskane w ramach Kampanii nr 3 pomiary powinny zostać opisane w zakresie: metodyki pozyskiwania danych, liczby pomiarów, ich rozmieszczenia i charakterystyki zebranych atrybutów oraz wyników kontroli ilościowej i jakościowej. Opis uwzględniający wyżej wymienione aspekty powinien znaleźć się w dokumentacji projektowej “Raport Techniczny z opracowania produktów analiz” przekazywanej Zamawiającemu w ramach Etapu 3.
12. Wyniki botanicznych pomiarów terenowych zostaną przekazane Zamawiającemu w strukturze bazy danych opisanej w Szczegółowym Planie Pracy.
13. **Pomiary spektrometryczne** – pozyskanie krzywych odbicia spektralnego dla wybranych obiektów.
14. Wymagane parametry terenowych pomiarów spektrometrycznych służących ocenie korekcji atmosferycznej zobrazowań hiperspektralnych:
	* pomiar wykonany spektrometrem o zakresie spektralnym 350-2500 nm.
	* pomiar wykonany przy warunkach pogodowych i oświetleniu (kąt padania promieni słonecznych) jak w czasie obrazowania hiperspektralnego na powierzchniach stabilnych spektralnie lub przy użyciu sondy kontaktowej.
	* należy pomierzyć co najmniej 10 punktów pomiarowych na każdy blok nalotu. Wynik pomiaru ma być uśrednioną wartością co najmniej 9 powtórzeń wykonanych w danej lokalizacji.
	* lokalizacja pomiaru ma być rejestrowana odbiornikiem GNSS z dokładnością nie gorszą niż połowa terenowej wielkości piksela danych hiperspektralnych.
15. Wymagane parametry terenowych pomiarów spektrometrycznych służących ocenie kondycji roślin na obszarach przesuszonych:
	* terenowy pomiar hiperspektralny:
		+ wykonany w zakresie 350-2500 nm o rozdzielczości spektralnej wynoszącej nie więcej niż 5,0 nm w zakresie widzialnym, w zakresie NIR oraz SWIR
		+ kalibracja spektrometru za pomocą skalibrowanego wzorca bieli,
		+ pomiary wykonane na poziomie liścia za pomocą sondy kontaktowej.
	* terenowy pomiar zawartości chlorofilu, temperatury radiacyjnej i termodynamicznej minimum po 10 szt. dla każdego poligonu roślinnego wskazującego miejsca występowania roślinności o obniżonej kondycji w wyniku przesuszenia i miejsc referencyjnych bez tego zaburzenia
	* lokalizacja poligonów badawczych wg pomiaru GNSS,
	* szczegółowe parametry pomiarów dla osiągnięcia celów analiz teledetekcyjnych zostaną zaproponowane w metodyce prac w dokumencie pn. „Szczegółowy Plan Pracy”.
16. Wykonawca w terminie 20 dni roboczych od zakończenia pomiarów przeprowadzi wewnętrzną kontrolę ilościową i jakościową danych.
17. Wykonawca przekaże Zamawiającemu dokumentacją projektową pn. “Raport Techniczny z wykonania terenowych pomiarów spektralnych”.
18. Raport będzie uwzględniał: opis pozyskiwania terenowych danych spektralnych, w tym: liczbę pomiarów, ich rozmieszczenie i charakterystykę zebranych atrybutów oraz rezultaty kontroli.
19. Wyniki pomiarów terenowych zostaną przekazane Zamawiającemu w strukturze bazy danych opisanej w „Szczegółowym Planie Pracy”.

**2.3. Archiwalne dane**

Do wykonania analiz związanych z badaniem dynamiki zjawisk niezbędne jest pozyskanie archiwalnych materiałów teledetekcyjnych, w tym zdjęć lotniczych, chmur punktów skanowania laserowego oraz produktów pochodnych. W związku z czym rolą Wykonawcy jest:

1. inwentaryzacja wszystkich dostępnych źródeł lotniczych danych archiwalnych, w tym zbiorów Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego, w postaci zdjęć lotniczych oraz danych lotniczego skanowania laserowego dla zasięgu przestrzennego, dla którego zdefiniowano produkty analiz historycznych,
2. pozyskanie lotniczych danych archiwalnych: zdjęć lotniczych i danych lotniczego skaningu laserowego spełniających niezbędne parametry zapewniające możliwość wykorzystania danych w Etapie 3,
3. wykonanie oceny jakościowej pozyskanych danych archiwalnych względem przyjętych wymagań dla możliwości ich zastosowania w Etapie 3, zgodnie z metodyką pracy opisaną w dokumencie pn. „Szczegółowy Plan Prac”,
4. przetworzenie możliwych do dalszej obróbki danych do postaci produktów teledetekcyjnych o parametrach i dokładności geometrycznej spójnej z pozyskanymi w ramach przedmiotu zamówienia produktami teledetekcyjnymi z kolekcji 1-8,
5. Wykonawca zobowiązany jest zgromadzenia i wykorzystania podczas realizacji Etapu 3 min. następujących zbiorów danych:
* Zdjęcia lotnicze analogowe oraz ich produkty pochodne z roku 1954,
* Zdjęcia i produkty pochodne wykonane w ramach projektu PHARE i LPIS z lat: 1996, 2002, 2006, 2009, 2013, 2016,
* Zdjęcia lotnicze i produkty pochodne opracowane na potrzeby Wigierskiego Parku Narodowego z roku 1996, 2011,
* Ogólnodostępne bezpłatne obrazy satelitarne Landsat, Sentinel-2,
* Dane skaningu laserowego pozyskane w ramach projektu ISOK z roku 2014 oraz pozyskane na potrzeby Wigierskiego Parku Narodowego w roku 2011,
1. ponadto Wykonawca rozpozna i zgromadzi zbiory państwowego zasobu w zakresie starszych materiałów,
2. Wykonawca dokona kontroli jakościowej dostępnych materiałów i oceni ich przydatności do wykonania analiz teledetekcyjnych,
3. część analiz wymaga wykorzystania pomocniczych danych kartograficznych i innych, znajdujących się w różnych zasobach, min. archiwalne mapy topograficzne, mapy tematyczne oraz kartograficzne bazy danych znajdujące się w zasobach państwowych (BDOT, MPHP, PRG) oraz parku,
4. pozyskane zbiory danych dostępne w postaciach danych źródłowych bądź półproduktów możliwych do dalszej obróbki powinny zostać przetworzone do produktów fotogrametrycznych spójnych geometrycznie z danymi aktualnymi, dzięki czemu ma powstać zinwentaryzowany i utworzony jeden kompletny i spójny zbiór materiałów fotogrametrycznych który zostanie zaimplementowany do systemu danych przestrzennych w zasobie Wigierskiego Parku Narodowego.

**2.4. Produkty pochodne - bazy źródłowych aktualnych danych teledetekcyjnych**

**1) Opis warunków ogólnych**

1. pozyskane źródłowe dane teledetekcyjne mają zostać przetworzone do postaci kartometrycznej z nadaną georeferencją,
2. przetworzenie danych musi zostać przeprowadzone z należytą starannością
z uwzględnieniem faktu ich dalszego zastosowania dla celów analizy teledetekcyjnej,
3. przetworzone dane muszą spełniać parametry wymagane przez system GIS prowadzony przez Zamawiającego i umożliwiać ich wczytanie,
4. dane należy opracować w układzie współrzędnych PUWG 1992, układ wysokościowy Kronsztad 86,
5. dla pozyskanych danych źródłowych należy opracować metadane wg aktualnie obowiązującej normy ISO 19115 (Geographic information-Metadata),
6. dla pozyskanych danych źródłowych należy opracować operat techniczny
z wykonanych prac w formie cyfrowej w formacie DOC, PDF oraz formie wydruku.

**2) Opis warunków szczegółowych – bazy danych**

**2.4.1. Baza danych źródłowych ALS**

1. Chmura punktów
* wyrównanie dla kolekcji ma być wykonane w jednym procesie dla całego zakresu przestrzennego opracowania.
* wyrównanie dla Kolekcji 1 i 2 zostanie wykonane na jednym zbiorze płaszczyzn referencyjnych,
* dokładność pomiaru wysokości punktu po wyrównaniu szeregów: mh ≤ 0,10 m,
* dokładność pomiaru sytuacyjnego punktu po wyrównaniu szeregów: mXY ≤ 0,20 m,
* klasyfikacja chmury punktów z uwzględnieniem klas:
* 1 - przetworzone, niesklasyfikowane;
* 2 - grunt;
* 3 - niska roślinność (0-0,39m);
* 4 - średnia roślinność (0,40m – 1,99m);
* 5 - wysoka roślinność (powyżej 2m);
* 6 - zabudowa i obiekty inżynieryjne;
* 7 – szum;
* 8 – woda.
* 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,
	+ - * 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.
			* chmura punktów zostanie pokolorowana barwami RGB (do każdego punktu należy dopisać atrybuty (składowe) RGB),
			* format zapisu danych – LAS 1.4, POINT DATA RECORD FORMAT 3, w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1:1 000
			* średnia gęstość chmury punktów po wyrównaniu i klasyfikacji 12 pkt/m2.
1. Numeryczny Model Terenu (NMT) - wynik interpolacji punktów danych źródłowych sklasyfikowanych jako grunt.
* wielkość piksela rastra: 0,5 m,
* dokładność wysokości Z: mh ≤ 0,30 m,
* zapisany w formacie ESRI GRID w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1:1 000.
1. Numeryczny Model Pokrycia Terenu (NMPT) - wynik interpolacji punktów danych źródłowych sklasyfikowanych jako pokrycie terenu oraz grunt tam gdzie grunt jest odkryty.
* wielkość piksela rastra: 0,5 m,
* dokładność wysokości Z: mh ≤ 0,30 m,
* zapisany w formacie ESRI GRID w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1:1 000.
1. Znormalizowany Numeryczny Model Pokrycia Terenu (ZNMPT) – wynik różnicy NMPT i NMT.
* wielkość piksela rastra: 0,5 m,
* zapisany w formacie ESRI GRID w podziale na arkusze w kroju sekcyjnym map w skali 1:1 000.

**2.4.2. Baza danych źródłowych HS**

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 dane wysokościowe (NMPT) pozyskane w ramach Kolekcji 1 (ALS),
			* resampling w procesie ortorektyfikacji należy wykonać z wykorzystaniem metody najbliższego sąsiedztwa.
		- 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%.
		- 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 1 m,
		- produkt należy przekazać w formacie ENVI BSQ
1. 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
2. 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.

**2.4.3. Baza danych źródłowych TIR**

1. Surowe obrazy termalne
* zarejestrowane dane termalne z Kolekcji 4 i 5 należy przetworzyć z postaci źródłowej stosując metodę korekcji zarejestrowanej temperatury z uwzględnieniem emisyjności badanych obiektów, temperatury otoczenia oraz względnej wilgotności powietrza i przepuszczalności termicznej atmosfery
* produkt należy przekazać w formacie R-JPEG, TIFF z zachowaniem pełnej radiometrii obrazu.
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. nearest neighbour) o rozdzielczości przestrzennej równej dla Kolekcji 4 – 0,80 m i dla Kolekcji 5 - 2 m.
* ortoobrazy zostaną wytworzone na podstawie surowych obrazów termalnych 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 NMT (produkt pochodny z ALS),
* ortoobrazy zostaną przycięte zgodnie z liniami mozaikowania.
* produkt należy przekazać w formacie GeoTIFF o rozdzielczości radiometrycznej 16 bitów.
1. Rzeczywiste linie mozaikowania
* w procesie mozaikowania obrazów termalnych zostaną poprowadzone linie mozaikowania. Linie mozaikowania poszczególnych obrazów mają omijać w miarę możliwości obszary naturalne. Linie mozaikowania powinny przebiegać wzdłuż liniowych obiektów antropogenicznych.
* produkt należy przekazać jako warstwę poligonową w formacie .shp z przypisanym w tabeli atrybutów numerem obrazu.

**2.4.4. Baza danych źródłowych PAN-RGB-NIR**

* 1. Surowe zobrazowania lotnicze bez wyostrzenia przestrzennego
		+ zobrazowania lotnicze w postaci warstwowej w jednym pliku (4 warstwy R, G, B, NIR bez wyostrzenia przestrzennego) o oryginalnej rozdzielczości radiometrycznej i przestrzennej, bez kompresji i bez rozciągnięcia histogramów
		+ produkt należy przekazać w formacie TIFF.
	2. Surowe zobrazowania lotnicze z wyostrzeniem przestrzennym
		+ Zobrazowania lotnicze w postaci warstwowej w jednym pliku (4 warstwy R, G, B, NIR z wyostrzeniem przestrzennym) wyostrzone poprzez złożenie z obrazem panchromatycznym PAN w procesie ”PAN-Sharpening”, bez kompresji i bez rozciągnięcia histogramów,
		+ produkt należy przekazać w formacie TIFF.
	3. Ortoobrazy bez wyostrzenia przestrzennego
		+ ortoobrazy zostaną wytworzone na podstawie surowych zobrazowań lotniczych bez wyostrzania metodą resamplingu - metoda najbliższego sąsiada w postaci warstwowej w jednym pliku (4 warstwy R, G, B, NIR bez wyostrzenia przestrzennego) o oryginalnej rozdzielczości przestrzennej i radiometrycznej, bez kompresji i bez rozciągnięcia histogramów,
		+ średni błąd położenia piksela nie może być gorszy niż 3 piksele,
		+ proces ortorektyfikacji zostanie wykonany na podstawie NMT (produkt pochodny z ALS),
		+ produkt należy przekazać w formacie GeoTIFF o rozdzielczości 32 bit.
	4. Ortofotomapa w kompozycji RGB
		+ ortofotomapa o rozdzielczości wynikającej z wielkości piksela kanału panchromatycznego (dla Kolekcji 6 – 0,10 m, dla Kolekcji 7 – 0,20 m) w kompozycji barwnej w barwach rzeczywistych R, G, B, wyostrzona poprzez złożenie ze zdjęciem panchromatycznym PAN,
		+ średni błąd położenia piksela na ortofotomapie nie może być gorszy niż 3 piksele,
		+ proces ortorektyfikacji zostanie wykonany na podstawie NMT (produkt pochodny z ALS),
		+ poszczególne ortoobrazy tworzące ortofotomapę zostaną przycięte zgodnie z liniami mozaikowania,
		+ 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 (Look Up Table) powinny zostać dobrane w sposób zapewniający maksymalne zróżnicowanie tonalne elementów obrazu w obszarach naturalnych,
		+ 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.
	5. Ortofotomapa w kompozycji CIR
		+ ortofotomapa o rozdzielczości wynikającej z wielkości piksela kanału panchromatycznego (dla Kolekcji 6 – 0,10 m, dla Kolekcji 7 – 0,20 m) w kompozycji barwnej w barwach nierzeczywistych NIR, R, G, wyostrzona poprzez złożenie ze zdjęciem panchromatycznym PAN,
		+ średni błąd położenia piksela na ortofotomapie nie może być większy niż 3 piksele,
		+ proces ortorektyfikacji zostanie wykonany na podstawie NMT (produkt pochodny z ALS),
		+ poszczególne ortoobrazy tworzące ortofotomapę zostaną przycięte zgodnie z liniami mozaikowania,
		+ 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 (Look Up Table) powinny zostać dobrane w sposób zapewniający maksymalne zróżnicowanie tonalne elementów obrazu w obszarach naturalnych,
		+ 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.
	6. Ortomozaika NDVI (Znormalizowany Różnicowy Wskaźnik Wegetacji)
		+ Ortomozaika wskaźnika NDVI zostanie wytworzona na podstawie Produktu 2.4.3 poprzez obliczenie wskaźnika NDVI wg wzoru:

$NDVI = (NIR-Red) / (NIR+Red)$

* + - produkt należy przekazać w formacie GeoTIFF o rozdzielczości radiometrycznej 32 bit.
	1. Rzeczywiste linie mozaikowania ortoobrazów
		+ W procesie mozaikowania obrazów na etapie wytworzenia ortofotomapy zostaną poprowadzone linie mozaikowania obrazów,
		+ linie mozaikowania poszczególnych obrazów mają omijać w miarę możliwości obszary naturalne, a w lasach w miarę możliwości powinny być prowadzone granicami oddziałów,
		+ linie mozaikowania powinny przebiegać wzdłuż liniowych obiektów antropogenicznych,
		+ Zamawiający wymaga aby na etapie pozyskania obrazów lotniczych Wykonawca zastosował taką wielkość matrycy kamery, która w największym stopniu zminimalizuje liczbę obrazów potrzebnych do wykonania dla całego zakresu przestrzennego opracowania,
		+ Zamawiającemu zależy na maksymalnym zminimalizowaniu długości linii mozaikowania w produktach,
		+ produkt należy przekazać jako warstwę poligonową w formacie .shp z przypisanym w tabeli atrybutów numerem obrazu.
	2. Projekt aerotriangulacji surowych zobrazowań lotniczych bez i z wyostrzeniem przestrzennym
		+ proces aerotriangulacji zostanie wykonany metodą niezależnych wiązek, wykorzystując pomierzoną osnowę fotogrametryczną oraz NMT (produkt pochodny z ALS),
		+ projekt należy przekazać w formacie .prj

**2.4.5. Baza danych źródłowych OBLIQ (zdjęcia ukośne)**

* 1. Surowe zdjęcia ukośne
		+ zdjęcia należy skatalogować w czterech zestawach po jednym zestawie dla każdej kamery,
		+ wraz z surowymi zdjęciami ukośnymi należy dostarczyć plik tekstowy zawierający następujące informacje o każdym zdjęciu:
			1. unikalny identyfikator zdjęcia,
			2. współrzędne XY zapisane w układzie współrzędnych płaskich PL-1992 oraz współrzędną Z w układzie wysokościowym PL-KRON86-NH.
			3. data i czas GNSS,
			4. elementy orientacji kątowej (Omega, Phi, Kappa oraz Roll, Pitch, Yaw)
		+ produkt należy przekazać w formacie TIFF o rozdzielczości radiometrycznej 24 bit/piksel (8 bit/piksel dla każdego z kanałów RGB) z piramidą obrazową (overview metodą subsample), tajlowane, z zastosowaniem kompresji JPG Q=4.
	2. Ortoobrazy ukośne
		+ zdjęcia należy przetworzyć do ortoobrazów w postaci właściwej dla wymagań zaproponowanego na etapie 4 narzędzia desktop oraz narzędzi internetowych do obsługi zdjęć ukośnych,
		+ produkt należy przekazać w formacie TIFF o rozdzielczości radiometrycznej 24 bit/piksel (8 bit/piksel dla każdego z kanałów RGB) z piramidą obrazową (overview metodą subsample), tajlowane, z zastosowaniem kompresji JPG Q=4.
	3. Model 3D
		+ zdjęcia należy przetworzyć do postaci właściwej dla wymagań zaproponowanego w Etapie 4 narzędzia desktop do obsługi modelu 3D.
* produkt należy przekazać w formatach Collada (.DAE), Wavefront (.OBJ), ContextCapture 3MX (.3mx) - dla potrzeb aplikacji desktopowych

**2.5. Procedura odbioru Etapu 2**

1. Wykonawca po zakończeniu realizacji prac Etapu 2 zgłosi Zamawiającemu gotowość odbioru prac oraz umieści wyniki na serwerze FTP. Zgłoszenie gotowości odbioru prac odbędzie się drogą elektroniczną.
2. Zamawiający przekaże uwagi indywidualnie dla produktów w terminie 28 dni roboczych od daty zgłoszenia Zamawiającemu gotowości odbioru prac.
3. 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.

1. Po wniesieniu poprawek Wykonawca ponownie zgłosi gotowość odbioru prac Zamawiającemu oraz umieści wyniki na serwerze FTP.
2. 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 3.0.
3. Dokumentacja projektowa zostanie opracowana zgodnie z wytycznymi określonymi w pkt. 5 OPZ.

 **Tabela 3.** Harmonogram prac Etapu 2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Okres rozliczeniowy | Zakres prac | Ostateczny termin odbioru prac |
| 1 | IV kw. 2019 | Pozyskanie aktualnych danych teledetekcyjnychPozyskanie archiwalnych danych teledetekcyjnychPomiary terenoweOpracowanie produktów pochodnych | 15.12.2019 r. |
| 2 | IV kw. 2020  | Pozyskanie aktualnych danych teledetekcyjnych (Kolekcja 7)Opracowanie produktów pochodnych dla Kolekcji 7 | 15.11.2020 r. |

1. **Etap 3 – Analizy stanu zasobów przyrodniczych**

**1) Opis warunków ogólnych**

Do przeprowadzenia analiz należy wykorzystać min. następujące metody:

**Fotointerpretacja**

Fotointerpretacja jest metodą wizualnego rozpoznawania obiektów i zjawisk na podstawie danych teledetekcyjnych np. ortofotomapy. Analizując cechy bezpośrednie obiektów takie jak np. kształt, wielkość, fototon lub barwa, tekstura i struktura oraz cechy pośrednie np. cień rzucany przez dany obiekt czy jego położenie topograficzne względem innych obiektów możliwa jest ich identyfikacja na zdjęciu.

**Segmentacja**

Segmentacja obrazu jest to proces podziału obrazu na jednorodne, homogeniczne części - segmenty. Kryteriami jednorodności obszarów są m.in.: poziom szarości, barwa, tekstura ale również cechy geometryczne segmentów takie jak wielkość i kształt. Metoda ma na celu podzielenie analizowanego obszaru na obiekty, które mogą zostać opisane szeregiem cech statystycznych obliczonych na podstawie źródłowych danych teledetekcyjnych, takich jak np.  ortofotomapa, modele terenu z ALS, dane hiperspektralne. Ten sposób analizy pozwala na uwzględnienie w analizach danych informacji o sąsiedztwie i współwystępowaniu pewnych wartości co nie jest możliwe przy podejściu analiz pikselowych.

**Klasyfikacja**

Jedna z metod uczenia maszynowego. Zastosowana zostanie metoda pikselowej klasyfikacji nadzorowanej. Zbiorem danych wejściowych do algorytmu jest zestaw rastrowych produktów teledetekcyjnych wytworzonych z danych pozyskanych w ramach poszczególnych kolekcji, w tym danych ALS, hiperspektralnych, termalnych, wielospektralnych. Zbiór referencyjny wskazany jest przez dane pozyskane w ramach terenowej kampanii pomiarowej. Klasyfikacje przeprowadzone będą z użyciem zaawansowanych algorytmów klasyfikacyjnych, np. Random Forest. Wybór najlepszych parametrów klasyfikacji, takich jak np. optymalny zestaw danych wejściowych, zostanie dokonany metodami optymalizacji, np. Feature Selection.

**Regresja**

W teledetekcji stosuje się matematyczne modele zależności pomiędzy zmierzonymi w terenie zmiennymi a wartościami występującymi w danych teledetekcyjnych, np. kanałach zobrazowania hiperspektralnego lub obrazie termalnym. Wykorzystuje się różne rodzaje regresji takie jak: liniowa, logistyczna, lasso, PLSR. Po ustaleniu zależności wykonuje się predykcję zmiennej na całym obszarze objętym danymi teledetekcyjnymi.

**Obliczenia rastrowe**

Metoda polegająca na wykonywaniu operacji matematycznych na macierzach pikseli jakimi są rastrowe dane teledetekcyjne, między innymi kanały zobrazowania hiperspektralnego, modele wysokościowe z danych ALS czy zdjęcia termalne wykonane w różnych porach doby. Można w ten sposób policzyć amplitudy, różnice wysokości czy wskaźniki spektralne.

**Analizy geoprzestrzenne**

Zbiór metod wykorzystywanych w systemach GIS. Bazują na przestrzennych zależnościach obiektów przedstawionych w postaci wektorów z przypisaną lokalizacją przestrzenną. Tego typu analizy pozwalają na tworzenie buforów wokół punktów, linii czy poligonów, wyznaczanie punktów przecięcia, części wspólnych a także zapytania przestrzenne oparte o zależności typu nakładanie się obiektów, zawieranie się w granicach innego obiektu, odległości pomiędzy obiektami itp.

**Statystyki strefowe**

Metody pozwalające na przypisanie wartości występujących w rastrowych danych teledetekcyjnych do wektorowych obiektów odpowiadających im przestrzennie. Algorytm odczytuje wartości pikseli z lokalizacji odpowiadającej wektorowemu obiektowi i przypisuje wybrane statystyki takie jak: średnia, wartość minimalna lub maksymalna, do tabeli atrybutów danego obiektu. Źródłem wartości mogą być dane teledetekcyjne jak również wyniki dowolnych analiz rastrowych.

**Analiza wielokryterialna**

Analiza wielokryterialna stosowana jest w przypadku występowania kilku/kilkunastu kryteriów niezbędnych do wzięcia pod uwagę przy ocenie danego zagadnienia. Kryteria te mogą mieć charakter twardy (np. bariery, ograniczenia) lub miękki (np. parametry, czynniki). Korzystając z twardych kryteriów analizy uzyskuje się mapę prezentującą obszary, które spełniają lub nie spełniają założonych warunków. Na podstawie kryteriów miękkich otrzymuje się informację o stopniu przydatności analizowanego obszaru do postawionego wcześniej celu.

1. Przedmiotem etapu jest wytworzenie produktów mających na celu dostarczenie informacji o elementach środowiska przyrodniczego, które pozwolą na ocenę stanu zasobów przyrodniczych Wigierskiego Parku Narodowego.

1. Zamawiający dysponuje systemem GIS opartym na oprogramowaniu ESRI ArcGIS. Wszystkie produkty Etapu 3 należy dostosować do formatów obsługiwanych przez to oprogramowanie.
2. Wykonawca przekaże Zamawiającemu, zgodnie z procedurą odbioru, wytworzone produkty wraz z dokumentacją projektową “Raport Techniczny z opracowania produktów analiz”. Raport będzie zawierał między innymi:
* opis przebiegu prac związanych z opracowaniem produktów, z uwzględnieniem informacji o użytym oprogramowaniu,
* zastosowanych parametrach wejściowych,
* uzyskanych parametrach jakościowych, jeżeli były wymagane,
* rezultaty kontroli oraz spis przekazanych danych wraz z opisem struktury folderów na nośnikach przekazanych Zamawiającemu.
1. Zamawiający dopuszcza realizację prac Etapu 3 w trybie konsultacji roboczych. Konsultacje mogą przyjmować formę pracy na dokumentach udostępnionych online oraz spotkań w siedzibie Zamawiającego lub Wykonawcy. Celem wprowadzenia tego trybu jest dbałość o jakość opracowywanych produktów, wymianę wiedzy i wzajemne zrozumienie celu i sposobu wykonywanych zadań.
2. Dla niektórych produktów Zamawiający określił minimalne warunki jakości.

**2) Opis warunków szczegółowych – cele analiz**

**3.1. Cel 1 - Inwentaryzacja i analiza zmian zagospodarowania terenu w zakresie użytkowania gruntu, zabudowy.**

3.1.1. Mapy użytkowania gruntów.

1. **Mapa użytkowania gruntów – stan obecny:** mapa przedstawia stan aktualny zróżnicowania form użytkowania gruntów, wydzielenia poligonowe zachowują względem siebie topologiczne relację sąsiedztwa i w sposób ciągły pokrywają cały teren opracowania, wypełniając go w 100%, minimalna powierzchnia wydzielenia poligonowego wynosi 100 m2, dopuszcza się wprowadzenie obszarów o mniejszej od podanej powierzchni, jeżeli jest to istotne dla oddania prawidłowego obrazu terenu.
* Podstawowym materiałem źródłowym jest aktualna ortofotomapa w barwach RGB, NIR (kolekcja 6), natomiast dane pomocnicze będą stanowiły zdjęcia ukośne (kolekcja 8).
* Analiza wykonywana jest metodą fotointerpretacji.
* Wynikami analiz są warstwy wektorowe poligonowe oraz warstwa graficzna .lyr.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN powiększony”.
* Warunek jakości:
* wymagany jest min. trzeci poziom legendy CORINE Land Cover uzupełniony, tam gdzie jest to możliwe, o czwarty poziom,
* wymóg ostatecznego wykonania i przekazania mapy do 11.03.2020 r.
1. **Mapa użytkowania gruntów – stan historyczny:** mapa przedstawia formy użytkowania gruntu dla dat pozyskania głównych materiałów źródłowych służących do jej wykonania,
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią wybrane dostępne archiwalne ortofotomapy.
* Analiza wykonywana jest metodą fotointerpretacji.
* Wynikami analiz są warstwy wektorowe poligonowe i warstwy graficzne .lyr w liczbie odpowiadającej ilości analizowanych ortofotomap archiwalnych.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN powiększony”.

3.1.2. Mapy zabudowy (budynki i posesje) przedstawiają budynki oraz zasięg obszarów zabudowy różnego typu.

1. **Mapa zabudowy aktualnej (budynki posesje)**,  przedstawiająca aktualny stan w zakresie budynków oraz zasięgu obszarów różnego typu zabudowy.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią aktualne ortofotomapy w barwach RGB (kolekcja 6) oraz dane skaningu laserowego (kolekcja 2), a materiałem pomocniczym będą zdjęcia ukośne (kolekcja 8).
* Analiza wykonywana jest metodą fotointerpretacji.
* Wynikami analizy są warstwy wektorowe punktowe i  poligonowe dla stanu aktualnego w liczbie odpowiadającej ilości analizowanych materiałów archiwalnych.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN powiększony”.
1. **Mapa zabudowy na danych historycznych (budynki i posesje)**, która przedstawia budynki oraz zasięg obszarów zabudowy różnego typu w stanie dla dat pozyskania głównych materiałów źródłowych służących do jej wykonania.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią wybrane dostępne archiwalne ortofotomapy w barwach RGB (kolekcja 6) oraz dane skaningu laserowego (kolekcja 2), a materiałem pomocniczym będą zdjęcia ukośne (kolekcja 8).
* Analiza wykonywana jest metodą fotointerpretacji.
* Wynikami analizy są warstwy wektorowe punktowe i  poligonowe dla stanu archiwalnego w liczbie odpowiadającej ilości analizowanych materiałów archiwalnych.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN powiększony”.

3.1.3. Powyższe mapy będą wykorzystane podczas przeprowadzania analizy zmian użytkowania gruntów - stan historyczny do aktualnego, której wynikiem jest:

1. **Analiza zmian form użytkowania terenu** - warstwa informacyjna przedstawiająca zmiany w użytkowaniu gruntów.
* Analiza wykonywane są metodą analiz geoprzestrzennych w środowisku GIS
* Wynikami analiz są warstwy wektorowe punktowe i poligonowe.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN powiększony”.
1. **Analiza dynamiki i trendu koncentracji zabudowy w ujęciu historycznym (budynki i posesje) -** rozumiana jako presja urbanizacyjna w obszarze Parku i na granicy Parku, czyli warstwa informacyjna przedstawiająca zmiany zabudowy w ujęciu historycznym.
* Analiza wykonywana jest metodą analiz geoprzestrzennych w środowisku GIS
* Wynikami analizy są warstwy wektorowe punktowe i poligonowe oraz projekt mapy .mxd.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN powiększony”.

3.1.4. Forma przekazania:

1. Wykonawca potwierdzi realizację zadania 3.1. w formie przygotowanego opracowania pt. „**Inwentaryzacja i analiza zmian zagospodarowania terenu w zakresie użytkowania gruntu, zabudowy**”. Dokument zostanie opracowany zgodnie z wytycznymi określonymi w pkt. 5 OPZ.
2. Opracowanie zostanie przygotowane w formie cyfrowej w formatach DOC, PDF oraz w postaci wydruku wraz z załącznikami tabelarycznymi i graficznymi, będzie obejmowało swoją treścią prace wynikające z zadań 3.1.1-3.1.3.
3. Do opracowania zostaną dołączone dane wynikowe GIS przeprowadzonych badań i analiz w postaci wektorowej/rastrowej.
4. Wyniki z realizacji zadania 3.1. Wykonawca omówi w siedzibie Zamawiającego.

**3.2. Cel 2 - Inwentaryzacja roślinności lądowej poprzez opracowanie mapy roślinności rzeczywistej oraz charakterystyka zróżnicowania roślinności z wykorzystaniem parametrów teledetekcyjnych.**

1. **Mapa roślinności rzeczywistej:** mapa przedstawia aktualną roślinność rzeczywistą - rozmieszczenie zbiorowisk roślinnych występujących w zakresie przestrzennym analizy, podstawowym wydzieleniem mapy jest płat zbiorowiska roślinnego lub ich kompleks gdzie minimalna powierzchnia wydzielenia zostanie wyznaczona indywidualnie dla każdego zbiorowiska i będzie ≥ 100 m2 , szczegółowość opracowania, będzie wynikać z poziomu pojemności informacyjnej produktów teledetekcyjnych.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią dane hiperspektralne (kolekcja 3,4), skaningu laserowego (kolekcja 1,2) oraz terenowe pomiary botaniczne, a źródłowy materiał pomocniczy stanowią ortofotomapa w barwach RGB (kolekcja 6) i dane termalne (kolekcja 5) oraz mapy i dane botaniczne pozostające w zasobie Wigierskiego Parku Narodowego, dodatkowy materiał pomocniczy stanowią zdjęcia ukośne (kolekcja 8).
* Analiza wykonywana jest metodą klasyfikacji danych teledetekcyjnych.
* Wynikiem analizy są warstwy wektorowe poligonowe oraz projekt mapy .mxd.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
* Warunek jakości: wymagana, tam gdzie jest to możliwe, identyfikacja roślinności rzeczywistej przynajmniej na poziomie szczegółowości podanym w Tabeli 4.

**Tabela 4.** Wykaz zbiorowisk roślinnych występujących

 w Wigierskim Parku Narodowym.

|  |  |
| --- | --- |
| *Lp* | *Nazwa zbiorowiska roślinnego* |
|  | *Betulo-Salicetum repentis* |
|  | *Caricetum buxbaumii* |
|  | *Consolido-Brometum* |
|  | *Fraxino-Alnetum* |
|  | *Ledo-Sphagnetum magellanici* |
|  | *Papaveretum argemonoes* |
|  | *Peucedano-Pinetum* |
|  | *Querco-Piceetum* |
|  | *Ribeso nigri-Alnetum* |
|  | *Salicetum pentandro-cinereae* |
|  | *Serratulo-Pinetum* |
|  | *Sphagno girgensohnii-Piceetum* |
|  | *Sphagno squarrosi-Alnetum* |
|  | *Tilio-Carpinetum* |
|  | *Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris* |
|  | *Vicietum tetraspermae* |
|  | *Zbiorowisko Betula pubescens-Thelypteris palustris* |
|  | *Zbiorowisko z klasy Agropyretea intermedio-repentis* |
|  | *Zbiorowisko z klasy Artemisietea vulgaris* |
|  | *Zbiorowisko z klasy Epilobietea angustifolii* |
|  | *Zbiorowisko z klasy Koelerio glaucae-Corynephoretea canescentis* |
|  | *Zbiorowisko z klasy Trifolio-Geranietea sanguinei* |
|  | *Zbiorowisko z rzędu Arrhenatheretalia elatioris* |
|  | *Zbiorowisko z rzędu Scheuchzerietalia palustris* |
|  | *Zbiorowisko z rzędu Sphagnetalia magellanici* |
|  | *Zbiorowisko ze związku Alopecurion pratensis* |
|  | *Zbiorowisko ze związku Calthion palustris* |
|  | *Zbiorowisko ze związku Caricion lasiocarpae* |
|  | *Zbiorowisko ze związku Cynosurion* |
|  | *Zbiorowisko ze związku Filipendulion ulmariae* |
|  | *Zbiorowisko ze związku Magnocaricion* |
|  | *Zbiorowisko ze związku Molinion caerulae* |
|  | *Zbiorowisko ze związku Phragmition* |

1. **Mapa przestrzennego rozkładu teledetekcyjnych wskaźników roślinności związanych z termiką roślin:** mapa przedstawia rozkład przestrzenny wartości wybranych wskaźników związanych z termiką roślin.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią dane termalne (kolekcja 5).
* Analiza wykonywana jest metodą obliczania wskaźników termalnych, wymagany opis zastosowania wskaźników wraz ze wzorami obliczenia.
* Wynikiem analizy są warstwy rastrowe.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
1. **Mapa przestrzennego rozkładu teledetekcyjnych wskaźników roślinności związanych z cechami biofizycznymi roślin:** mapa przedstawiająca rozkład przestrzenny wybranych wskaźników związanych z cechami biofizycznymi roślin, produkt powinien zawierać wskaźniki charakteryzujące: kondycję roślinności, zawartość chlorofilu i innych barwników, wykorzystanie światła w procesie fotosyntezy, starzenie się roślin i zawartość wody w roślinach.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią dane hiperspektralne i termalne (kolekcja 3,4).
* Analiza wykonywana jest metodą obliczania wskaźników spektralnych, wymagany opis zastosowania wskaźników wraz ze wzorami obliczenia.
* Wynikiem analizy są warstwy rastrowe.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
1. **Mapa przestrzennego rozkładu teledetekcyjnych wskaźników roślinności związanych ze strukturą roślin**: mapa przedstawiająca rozkład przestrzenny wartości wybranych wskaźników związanych ze strukturą roślin, produkt powinien zawierać wskaźniki opisujące strukturę pionową roślinności.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią dane skanowania laserowego (kolekcja 1,2).
* Analiza wykonywana jest metodą obliczania statystyk pionowego rozkładu chmury punktów w komórce rastra, wymagany opis zastosowania wskaźników wraz ze wzorami obliczenia.
* Wynikiem analizy są warstwy rastrowe.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
1. **Analiza zróżnicowania kondycji w płatach roślinności w oparciu o teledetekcyjne wskaźniki roślinności:** to warstwa informacyjna przedstawiająca zróżnicowanie wskaźników teledetekcyjnych w płatach roślinności,
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią wynikowe warstwy mapy roślinności rzeczywistej, mapy przestrzennego rozkładu wskaźników teledetekcyjnych cech biofizycznych, termiki i struktury.
* Analiza wykonywana jest metodą obliczania statystyk strefowych.
* Wynikiem analizy są warstwy wektorowe poligonowe.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
* Parametr jakości: parametryzacja metody pozwalająca na odtwarzalność analizy przez Zamawiającego na danych pozyskanych w przyszłości
1. **Analiza zróżnicowania uwilgotnienia siedlisk hydrogenicznych w oparciu o teledetekcyjne wskaźniki roślinności (predykcja obszarów przesuszonych)** to warstwa informacyjna przedstawiająca zróżnicowanie uwilgotnienia roślinności rozwijającej się na siedliskach hydrogenicznych oraz wskazanie  obszarów przesuszonych,
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią dane termalne (kolekcja 5), wyniki pomiarów terenowych oraz wynikowe warstwy produktów: mapy przestrzennego rozkładu wskaźników teledetekcyjnych oraz mapy roślinności rzeczywistej.
* Analiza wykonywana jest metodą wielokryterialnej analizy GIS.
* Wynikiem analizy są warstwy wektorowe poligonowe.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
* Warunek jakości: parametryzacja metody pozwalająca na odtwarzalność analizy przez Zamawiającego na danych pozyskanych w przyszłości.

3.2.1. Forma przekazania:

1. Wykonawca potwierdzi realizację zadania 3.2. w formie przygotowanego opracowania pt. „**Inwentaryzacja roślinności lądowej poprzez opracowanie mapy roślinności rzeczywistej oraz charakterystyka zróżnicowania roślinności z wykorzystaniem parametrów teledetekcyjnych**”. Dokument zostanie opracowany zgodnie z wytycznymi określonymi w pkt. 5 OPZ.
2. Opracowanie zostanie przygotowane w formie cyfrowej w formatach DOC, PDF oraz w postaci wydruku wraz z załącznikami tabelarycznymi i graficznymi, będzie obejmowało swoją treścią prace wynikające z poszczególnych analiz zadania 3.2.
3. Do opracowania zostaną dołączone dane wynikowe GIS przeprowadzonych badań i analiz w postaci wektorowej/rastrowej.
4. Wyniki z realizacji zadania 3.2. Wykonawca omówi w siedzibie Zamawiającego.

**3.3. Cel 3 - Identyfikacja procesu sukcesji pierwotnej i wtórnej.**

1. **Mapa identyfikacji aktualnego rozmieszczenia gatunków krzewów i drzew promotorów sukcesji:** mapa przedstawiająca aktualne rozmieszczenie gatunków krzewów i drzew uznanych za promotorów sukcesji w Wigierskim Parku Narodowym na obszarach nieleśnych.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią dane hiperspektralne (kolekcja 3), skaningu laserowego (kolekcja 1,2) oraz terenowe pomiary botaniczne.  Źródłowy materiał pomocniczy stanowi ortofotomapa w barwach RGB (kolekcja 6) i zdjęcia ukośne (kolekcja 8).
* Analiza wykonywana jest metodą klasyfikacji danych teledetekcyjnych.
* Wynikiem analizy są warstwy wektorowe poligonowe.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.

1. **Mapa identyfikacji archiwalnego stanu pokrycia obszaru drzewami i krzewami:** mapa przedstawiająca historyczne rozmieszczenie krzewów i drzew w zakresie przestrzennym analizy, w rozróżnieniu na poszczególne lata, dla których dostępne są materiały archiwalne, podstawową jednostką mapy będzie powierzchnia koron drzew i krzewów objętych analizą, szczegółowość opracowania i zakres czasowy analiz będzie wynikać z poziomu pojemności informacyjnej dostępnych dla poszczególnych lat materiałów archiwalnych.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią wybrane dostępne archiwalne ortofotomapy oraz dane skaningu laserowego.
* Analiza wykonywana jest metodą fotointerpretacji.
* Wynikami analizy są warstwy wektorowe poligonowe dla stanu aktualnego i w liczbie odpowiadającej ilości analizowanych materiałów archiwalnych.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
1. **Identyfikacja płatów roślinności objętych procesami sukcesji wtórnej:** warstwa informacyjna przedstawiająca płaty roślinności objęte procesami sukcesji wtórnej.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią wynikowe warstwy produktów: mapa roślinności rzeczywistej, mapa zasięgu lasu oraz gatunków roślin zielnych, krzewów i drzew promotorów sukcesji.
* Analiza wykonywana jest metodą obliczania statystyk strefowych.
* Wynikiem analizy jest warstwa wektorowa poligonowa oraz warstwa graficzna .lyr.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.

3.3.1 Wyznaczenie granicy las/tereny otwarte to dwie mapy przedstawiające zasięg lasu.

1. **Analiza wyznaczenia aktualnej granicy: las/tereny otwarte (w tym polan śródleśnych)**: mapa przedstawiająca aktualny zasięg lasu.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią dane hiperspektralne (kolekcja 3) i skaningu laserowego (kolekcja 1,2). Źródłowy materiał pomocniczy stanowi ortofotomapa w barwach RGB (kolekcja 6).
* Analiza wykonywana jest metodą segmentacji i klasyfikacji danych teledetekcyjnych.
* Wynikami analizy są warstwy wektorowe poligonowe.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
1. **Analiza wyznaczenia historycznej granicy las/tereny otwarte (w tym polan śródleśnych)**: mapa przedstawiająca historyczny zasięg lasu, w rozróżnieniu na poszczególne lata, dla których dostępne są materiały archiwalne, szczegółowość opracowania i zakres czasowy analiz będzie wynikać z poziomu pojemności informacyjnej dostępnych dla poszczególnych lat materiałów archiwalnych.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią wybrane dostępne archiwalne ortofotomapy.
* Analiza wykonywana jest metodą fotointerpretacji.
* Wynikami analiz są warstwy wektorowe poligonowe w liczbie odpowiadającej ilości analizowanych materiałów archiwalnych
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.

3.3.2 Wynikowe mapy aktualnego i archiwalnego zasięgu promotorów sukcesji oraz aktualnego i archiwalnego zasięgu lasu posłużą do przeprowadzenia kolejnej analizy:

1. **Analizy dynamiki i trendów sukcesji w ujęciu historycznym**: warstwa informacyjna przedstawiająca analizę procesu sukcesji w ujęciu historycznym, tj. zmiany zasięgu występowania drzew i krzewów oraz zmiany granicy lasu, w przedziale czasowym, dla którego dostępne są materiały archiwalne oraz materiały aktualne, analiza obejmie dynamikę oraz trendy sukcesji, m.in. tempo i zasięg wkraczania krzewów i drzew na obszary nieleśne, zróżnicowanie tempa sukcesji w zależności od typu zbiorowiska roślinnego/siedliska, Podstawową jednostką mapy będzie zmiana powierzchni koron drzew i krzewów na analizowanym obszarze w funkcji czasu, szczegółowość opracowania będzie wynikać z poziomu pojemności informacyjnej wykorzystanych produktów teledetekcyjnych.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią wynikowe mapy aktualnego i archiwalnego zasięgu promotorów sukcesji oraz aktualnego i archiwalnego zasięgu lasu
* Analiza wykonywana jest metodą analiz geoprzestrzennych w środowisku GIS.
* Wynikiem analizy są warstwy wektorowe dla poszczególnych okresów oraz warstwa graficzna .lyr.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.

3.3.1. Forma przekazania:

1. Wykonawca potwierdzi realizację zadania 3.3. w formie przygotowanego opracowania pt. „**Identyfikacja procesu sukcesji pierwotnej i wtórnej**”. Dokument zostanie opracowany zgodnie z wytycznymi określonymi w pkt. 5 OPZ.
2. Opracowanie zostanie przygotowane w formie cyfrowej w formatach DOC, PDF oraz w postaci wydruku wraz z załącznikami tabelarycznymi i graficznymi, będzie obejmowało swoją treścią prace wynikające z poszczególnych analiz zadania 3.3.
3. Do opracowania zostaną dołączone dane wynikowe GIS przeprowadzonych badań i analiz w postaci wektorowej/rastrowej.
4. Wyniki z realizacji zadania 3.3. Wykonawca omówi w siedzibie Zamawiającego.

**3.4. Cel 4 - Charakterystyka lasów i zadrzewień.**

1. **Mapa zasięgu zadrzewień** to mapa przedstawiająca aktualny zasięg obszarów zadrzewionych.
* Analiza wykonywana jest metodą segmentacji i klasyfikacji danych teledetekcyjnych.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią dane hiperspektralne (kolekcja 3) i skaningu laserowego (kolekcja 1,2). Źródłowy materiał pomocniczy stanowi ortofotomapa w barwach RGB (kolekcja 6) oraz do inwentaryzacji drzew zdjęcia ukośne (kolekcja 8).
* Wynikiem analizy jest warstwa wektorowa poligonowa.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN powiększony”
1. **Mapa wyznaczenia aktualnej granicy lasu:** mapa przedstawiająca aktualny zasięg lasu.
* Analiza wykonana metodą analiz geoprzestrzennych w środowisku GIS.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią dane hiperspektralne (kolekcja 3) i skaningu laserowego (kolekcja 1,2). Źródłowy materiał pomocniczy stanowi ortofotomapa w barwach RGB (kolekcja 6) oraz do inwentaryzacji drzew zdjęcia ukośne (kolekcja 8).
* Wynikiem analizy jest warstwa wektorowa poligonowa.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
1. **Mapa identyfikacji lasotwórczych gatunków drzew** przedstawia aktualne rozmieszczenie głównych gatunków lasotwórczych, podstawową jednostką mapy będzie powierzchnia koron drzew dla gatunków objętych analizą, szczegółowość opracowania, w tym liczba identyfikowanych gatunków, będzie wynikać z poziomu pojemności informacyjnej produktów teledetekcyjnych
* Analiza wykonywana jest metodą klasyfikacji danych teledetekcyjnych.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią dane hiperspektralne (kolekcja 3), skaningu laserowego (kolekcja 1,2), warstwa wynikowa produktu aktualna granica lasu oraz terenowe pomiary botaniczne. Źródłowy materiał pomocniczy stanowi ortofotomapa w barwach RGB (kolekcja 6) i zdjęcia ukośne (kolekcja 8).
* Wynikiem analizy jest warstwa wektorowa poligonowa oraz projekt mapy .mxd.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
1. **Analiza kondycji drzewostanów:** warstwa informacyjna przedstawiająca zasięg drzew o obniżonej kondycji na skutek np. ognisk kornika, wiatrołomów, legenda mapy będzie uwzględniać zmiany kondycji zdrowotnej drzew przypisanej do powierzchni koron, szczegółowość opracowania będzie wynikać z poziomu pojemności informacyjnej produktów teledetekcyjnych.
* Analiza wykonywana jest metodą analiz geoprzestrzennych w środowisku GIS dla dwu kolejnych lat 2019 - 2020.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią aktualne ortofotomapy w barwach RGB CIR (kolekcje 6, 7), terenowe pomiary botaniczne. Źródłowy materiał pomocniczy stanowią dostępne dane satelitarne Landsat lub Sentinel-2 oraz warstwy wynikowe produktów: mapa zasięgu zadrzewień, wskaźniki teledetekcyjne, dane hiperspektralne.
* Wynikiem analizy jest warstwa wektorowa poligonowa oraz warstwa graficzna .lyr.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
* Warunek jakości: parametryzacja metody pozwalająca na odtwarzalność analizy przez Zamawiającego na danych pozyskanych w przyszłości.
1. **Analiza** **identyfikacji martwych drzew stojących**: warstwa informacyjna przedstawiająca przestrzenne i czasowe występowanie martwych drzew stojących, produkt przedstawia występowanie martwych drzew stojących, podstawową jednostką mapy będzie powierzchnia koron drzew martwych, w szczególności dla świerka *Picea abies*, szczegółowość opracowania będzie wynikać z poziomu pojemności informacyjnej produktów teledetekcyjnych.
* Analizawykonywana jest metodą klasyfikacji i fotointerpretacji danych teledetekcyjnych. Analiza zostanie przeprowadzona dla stanu aktualnego i historycznego, w ten sposób zostanie zidentyfikowana dynamika zjawiska.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią dane skanowania laserowego (kolekcja 1,2), hiperspektralne (kolekcja 3) oraz true-ortofotomapa (kolekcja 6), a także archiwalna ortofotomapa lotnicza z 2011 roku, materiał pomocniczy stanowią zdjęcia ukośne (kolekcja 8).
* Wynikiem analizy jest warstwa wektorowa poligonowa.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.

3.4.1. Forma przekazania:

1. Wykonawca potwierdzi realizację zadania 3.4. w formie przygotowanego opracowania pt. „**Charakterystyka lasów**”. Dokument zostanie przygotowany zgodnie z wytycznymi określonymi w pkt. 5 OPZ,
2. opracowanie zostanie przygotowane w formie cyfrowej w formatach DOC, PDF oraz w postaci wydruku wraz z załącznikami tabelarycznymi i graficznymi, będzie obejmowało swoją treścią prace wynikające z poszczególnych analiz zadania 3.4.,
3. do opracowania zostaną dołączone dane wynikowe GIS przeprowadzonych badań i analiz w postaci wektorowej/rastrowej,
4. Wyniki z realizacji zadania 3.4. Wykonawca omówi w siedzibie Zamawiającego.

**3.5. Cel 5 - Charakterystyka geologiczna i geomorfologiczna oraz antropogeniczne przekształcenia rzeźby terenu.**

1. **Dynamika rzeźby terenu wywołana zjawiskami naturalnymi i antropogenicznymi:** to warstwa informacyjna przedstawiająca dynamikę zmian rzeźby terenu poprzez identyfikację: np. koryt rzek, osuwisk, wyrobisk, nasypów, obiektów archeologicznych oraz wojennych (np. okopy, stanowiska strzeleckie), szczegółowość opracowania będzie wynikać z poziomu pojemności informacyjnej produktów teledetekcyjnych.
* Analiza wykonywana jest metodą fotointerpretacji oraz analizy GIS.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią aktualne dane skaningu laserowego (kolekcja 2), zasoby Wigierskiego Parku Narodowego oraz archiwalne ortofotomapy i dane skaningu laserowego oraz pomiary terenowe.
* Wynikiem analizy są warstwy wektorowe: punktowe, liniowe i poligonowe, projekt mapy .mxd.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
* Warunek jakości: dla obiektów wojennych należy zinwentaryzować przynajmniej istniejące linie obronne z czasów II Wojny Światowej.
1. **Identyfikacja źródlisk na utworach hydrogenicznych:** warstwa informacyjna przedstawiająca występowanie źródlisk na utworach hydrogenicznych, szczegółowość opracowania będzie wynikać z poziomu pojemności informacyjnej produktów teledetekcyjnych.
* Analiza wykonywana jest metodą analiz geoprzestrzennych w środowisku GIS.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią dane skaningu laserowego (kolekcja 1,2), dane termalne dzienne i nocne  (kolekcja 5) oraz zasoby Wigierskiego Parku Narodowego. Materiał pomocniczy stanowią dane hiperspektralne (kolekcja 3).
* Wynikiem analizy jest warstwa wektorowa.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.

3.5.1. Forma przekazania:

1. Wykonawca potwierdzi realizację zadania 3.5. w formie przygotowanego opracowania pt. „**Charakterystyka geologiczna i geomorfologiczna oraz antropogeniczne przekształcenia rzeźby terenu**”. Dokument zostanie opracowany zgodnie z wytycznymi określonymi w pkt. 5 OPZ,
2. opracowanie zostanie przygotowane w formie cyfrowej w formatach DOC, PDF oraz w postaci wydruku wraz z załącznikami tabelarycznymi i graficznymi, będzie obejmowało swoją treścią prace wynikające z poszczególnych analiz zadania 3.5.,
3. do opracowania zostaną dołączone dane wynikowe GIS przeprowadzonych badań i analiz w postaci wektorowej/rastrowej,
4. Wyniki z realizacji zadania 3.5. Wykonawca omówi w siedzibie Zamawiającego.

**3.6. Cel - 6 Inwentaryzacja hydrograficzna.**

1. **Inwentaryzacja wód powierzchniowych - w tym rzeki, rowy, kanały, stawy, jeziora, starorzecza (stan aktualny)** to mapa przedstawiająca aktualne na dzień pozyskania danych lotniczych granice występowania wód powierzchniowych, szczegółowość opracowania będzie wynikać z poziomu pojemności informacyjnej produktów teledetekcyjnych.
* Analizy wykonywane są metodą fotointerpretacji.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią dane skaningu laserowego (kolekcja 2) i ortofotomapa w barwach RGB i NIR (kolekcja 6). Materiał pomocniczy stanowią zdjęcia ukośne (kolekcja 8).
* Wynikami są dwie warstwy wektorowe: liniowa i poligonowa.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN powiększony”.
1. **Inwentaryzacja wód powierzchniowych - w tym rzeki, rowy, kanały, stawy, jeziora, starorzecza (stan historyczny)** to mapa przedstawiająca historyczny zasięg  występowania wód powierzchniowych i przebieg sieci rzecznej, szczegółowość opracowania będzie wynikać z poziomu pojemności informacyjnej produktów teledetekcyjnych.
* Analizy wykonywane są metodą fotointerpretacji.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią wybrane dostępne archiwalne dane skaningu laserowego i ortofotomapy w barwach RGB i NIR.
* Wynikami są dwie warstwy wektorowe: liniowa i poligonowa.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN powiększony”.

3.6.1. Forma przekazania:

1. Wykonawca potwierdzi realizację zadania 3.6. w formie przygotowanego opracowania pt. „**Inwentaryzacja hydrograficzna**”. Dokument zostanie opracowany zgodnie z wytycznymi określonymi w pkt. 5 OPZ,
2. opracowanie zostanie przygotowane w formie cyfrowej w formatach DOC, PDF oraz w postaci wydruku wraz z załącznikami tabelarycznymi i graficznymi, będzie obejmowało swoją treścią prace wynikające z poszczególnych analiz zadania 3.6.,
3. do opracowania zostaną dołączone dane wynikowe GIS przeprowadzonych badań i analiz w postaci wektorowej/rastrowej,
4. Wyniki z realizacji zadania 3.6. Wykonawca omówi w siedzibie Zamawiającego.

**3.7. Cel 7 - Charakterystyka parametrów fizycznych wód.**

1. **Mapa identyfikacji mieszania się wód przypowierzchniowych w zbiornikach:** mapaprzedstawia obszary mieszania się wód do głębokości penetracji sensora optycznego, szczegółowość opracowania będzie wynikać z poziomu pojemności informacyjnej produktów teledetekcyjnych.
* Analiza wykonywana jest metodą analiz wskaźników i klasyfikacji danych teledetekcyjnych.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią dane hiperspektralne (kolekcja 3,4) i termalne (kolekcja 5), wskaźniki teledetekcyjne oraz pomiary terenowe.
* Wynikiem analizy jest warstwa poligonowe/ rastrowe.
* Zasięg przestrzenny opracowania: jezioro Wigry pomiędzy Zatoką Hańczańską a ujściem rzeki Czarnej Hańczy do jeziora Postaw. Rzeczywisty obszar analizy mieszania się wód w jeziorze Wigry uzależniony będzie od rozkładu przestrzennego wskaźników teledetekcyjnych.

3.7.1. Forma przekazania:

1. Wykonawca potwierdzi realizację zadania 3.7. w formie przygotowanego opracowania pt. „**Charakterystyka parametrów fizycznych wód**”. Dokument zostanie opracowany zgodnie z wytycznymi określonymi w pkt. 5 OPZ,
2. opracowanie zostanie przygotowane w formie cyfrowej w formatach DOC, PDF oraz w postaci wydruku wraz z załącznikami tabelarycznymi i graficznymi, będzie obejmowało swoją treścią prace wynikające z poszczególnych analiz zadania 3.7.,
3. do opracowania zostaną dołączone dane wynikowe GIS przeprowadzonych badań i analiz w postaci wektorowej/rastrowej,
4. Wyniki z realizacji zadania 3.7. Wykonawca omówi w siedzibie Zamawiającego.

**3.8 - Cel 8 -**  **Inwentaryzacja roślinności wodnej poprzez opracowanie mapy roślinności wodnej.**

1. **Mapa roślinności wodnej** przedstawia zasięg występowania zbiorowisk powierzchniowej i wynurzonej roślinności wodnej, szczegółowość opracowania będzie wynikać z poziomu pojemności informacyjnej produktów teledetekcyjnych.
* Analiza wykonywana jest metodą klasyfikacji danych teledetekcyjnych.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią dane hiperspektralne (kolekcja 3,4), ortofotomapy w barwach RGB i NIR (kolekcja 6, 7) wykonane w okresie szczytu wegetacji roślinności wodnej, dane termalne (kolekcja 5) oraz terenowe pomiary botaniczne. Źródłowe materiały pomocnicze stanowią archiwalne ortofotomapy w barwach RGB i NIR i zdjęcia ukośne (kolekcja 8).
* Wynikiem analizy jest warstwa wektorowa poligonowa.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
* Warunek jakości: należy wyróżnić w wodach Parku obecność roślinności wodnej wynurzonej oraz o liściach pływających, należącej do jak największej liczby zespołów, reprezentowanych, tam gdzie jest to możliwe, przez co najmniej trzy związki – Phragmition, Magnocaricion oraz Nymphaenion, w tym:
* ze związku Phragmition zespoły:

*- Scripetum lacustris (zespół oczeretu jeziornego)*

*- Typhetum angustifoliae (zespół pałki wąskolistnej)*

*- Phragmitetum (zespół trzciny pospolitej)*

*- Typhetum latifoliae (zespół pałki szerokolistnej)*

*- Sparganietum erecti (zespół jeżogłówki gałęzistej)*

*- Glycerietum maximae (zespół manny mielec)*

*- Acoretum calami (zespół tataraku zwyczajnego)*

*- Equisetetum fluviatilis (szuwar skrzypowy);*

* ze związku Magnocaricion zespoły:

*- Cladietum marisci (zespół kłoci wiechowatej)*

*- Caricetum gracilis (zespół turzycy zaostrzonej)*

*- Caricetum acutiformis (zespół turzycy błotnej)*

*- Caricetum rostratae (zespół turzycy dzióbkowatej)*

*- Caricetum elatae (zespół turzycy sztywnej)*

*- Caricetum appropinquatae (zespół turzycy tunikowej)*

*- Thelypteridi-Phragmitetum (Szuwar trzciny i nerecznicy błotnej)*

* ze związku Nymphaenion zespoły:

*- Nuphareto - Nymphaeetum albae (zespół grążela żółtego i grzybieni białych)*

*- Potamogetonetum natantis (zespół rdestnicy pływającej).*

3.8.1. Forma przekazania:

1. Wykonawca potwierdzi realizację zadania 3.8. w formie przygotowanego opracowania pt. „**Inwentaryzacja roślinności wodnej poprzez opracowanie mapy roślinności wodnej**”. Dokument zostanie opracowany zgodnie z wytycznymi określonymi w pkt. 5 OPZ.
2. opracowanie zostanie przygotowane w formie cyfrowej w formatach DOC, PDF oraz w postaci wydruku wraz z załącznikami tabelarycznymi i graficznymi, będzie obejmowało swoją treścią prace wynikające z poszczególnych analiz zadania 3.8.,
3. do opracowania zostaną dołączone dane wynikowe GIS przeprowadzonych badań i analiz w postaci wektorowej/rastrowej, projekt mapy .mxd.
4. Wyniki z realizacji zadania 3.8. Wykonawca omówi w siedzibie Zamawiającego.

**3.9 Cel 9 -** **Identyfikacja procesów zarastania zbiorników wodnych.**

1. **Mapa identyfikacji aktualnego zasięgu pła**: warstwa informacyjna przedstawiająca aktualny zasięg pła na powierzchni zbiorników wodnych.
* Analiza wykonywana jest metodą fotointerpretacji.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią ortofotomapa w barwach RGB i NIR (kolekcje 6, 7), zdjęcia ukośne (kolekcja 8) oraz terenowe pomiary botaniczne.
* Wynikiem analizy jest warstwa wektorowa poligonowa.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
1. **Mapa identyfikacji  historycznego zasięgu pła:** warstwa informacyjna przedstawiająca historyczny zasięg pła na powierzchni zbiorników wodnych dla dat pozyskania głównych materiałów źródłowych służących do jej wykonania.
* Analiza wykonywana jest metodą fotointerpretacji.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią wybrane dostępne archiwalne ortofotomapy. Źródłowym materiałem pomocniczym są wybrane zasoby Wigierskiego Parku Narodowego
* Wynikiem analizy są warstwy wektorowe poligonowe w liczbie odpowiadającej ilości analizowanych ortofotomap archiwalnych.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
1. **Mapa identyfikacji aktualnej powierzchni lustra wody jezior:** warstwa informacyjna przedstawiająca aktualną powierzchnię lustra wody jezior.
* Analizy wykonywane są metodą fotointerpretacji.
* Podstawowy materiał źródłowy stanowią dane skaningu laserowego (kolekcja 1), ortofotomapa w barwach RGB i NIR (kolekcja 6). Materiałem pomocniczym są zdjęcia ukośne (kolekcja 8).
* Wynikiem analizy jest warstwa wektorowa poligonowa.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
1. **Mapa** **identyfikacji historycznej powierzchni lustra wody jezior**: warstwa informacyjna przedstawiająca historyczną powierzchnię lustra wody jezior dla dat pozyskania głównych materiałów źródłowych służących do jej wykonania.
* Analizy wykonywane są metodą fotointerpretacji.
* Podstawowy materiał źródłowy są wybrane dostępne archiwalne ortofotomapy.
* Wynikiem analizy są warstwy wektorowe poligonowe w liczbie odpowiadającej ilości analizowanych ortofotomap archiwalnych.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
1. **Analiza dynamiki zasięgu pła**: koncepcja graficzna przedstawiająca zmiany zasięgu pła na powierzchni zbiorników wodnych.
* Analizy wykonywane są metodą analiz geoprzestrzennych w środowisku GIS
* Podstawowym materiałem źródłowym są wynikowe warstwy informacyjne aktualnego i historycznego zasięgu pła
* Wynikiem analizy są warstwy wektorowe dla poszczególnych okresów oraz koncepcja wizualizacji wyniku.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.
1. **Analiza dynamiki zarastania jezior**: koncepcja graficzna przedstawiająca dynamikę procesu zarastania jezior.
* Analizy wykonywane są metodą analiz geoprzestrzennych w środowisku GIS.
* Podstawowym materiałem źródłowym są wynikowe warstwy informacyjne aktualnej i historycznej powierzchni lustra wody w jeziorach.
* Wynikiem analizy są warstwy wektorowe dla poszczególnych okresów oraz koncepcja wizualizacji wyniku.
* Zasięg przestrzenny opracowania: „obszar WPN”.

3.9.1. Forma przekazania:

1. Wykonawca potwierdzi realizację zadania 3.9. w formie przygotowanego opracowania pt. „**Identyfikacja procesów zarastania zbiorników wodnych**”. Dokument zostanie opracowany zgodnie z wytycznymi określonymi w pkt. 5 OPZ,
2. Opracowanie zostanie przygotowane w formie cyfrowej w formatach DOC, PDF oraz w postaci wydruku wraz z załącznikami tabelarycznymi i graficznymi, będzie obejmowało swoją treścią prace wynikające z poszczególnych analiz zadania 3.9.,
3. Do opracowania zostaną dołączone dane wynikowe GIS przeprowadzonych badań i analiz w postaci wektorowej/rastrowej,
4. Wyniki z realizacji zadania 3.9. Wykonawca omówi w siedzibie Zamawiającego.

### 3.10 Procedura odbioru prac Etapu 3

1. Wykonawca po zakończeniu realizacji danego zadania (Celu Etapu 3) zgłosi Zamawiającemu gotowość odbioru prac oraz umieści wyniki na serwerze FTP. Zgłoszenie gotowości odbioru prac odbędzie się drogą elektroniczną.
2. Zamawiający wyznaczy termin, nie dłuższy niż 5 dni roboczych od faktu zgłoszenia gotowości odbioru prac, w którym Wykonawca przedstawi produkty podlegające przekazaniu w formie prezentacji.
3. Zamawiający przekaże uwagi indywidualnie dla produktów w terminie 21 dni roboczych od daty zgłoszenia Zamawiającemu gotowości odbioru prac.
4. W przypadku uwag do produktów ze strony Zamawiającego, Wykonawca zobowiązany jest do ich poprawy w terminie wskazanym przez Zamawiającego, jednak nie krótszym niż 15 dni robocze. Po wniesieniu poprawek Wykonawca ponownie zgłosi gotowość odbioru prac Zamawiającemu oraz umieści wyniki na serwerze FTP (procedura zgłoszenia uwag i wniesienia poprawek, będzie realizowana z zastosowaniem reguł pkt 3 i 4).
5. 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 3.0
6. Dokumentacja projektowa zostanie opracowana zgodnie z wytycznymi określonymi w pkt. 5 OPZ.

 **Tabela 5.** Harmonogram realizacji Etapu 3.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Okres rozliczeniowy | Ostateczny termin odbioru częściowych wyników prac | Orientacyjny % środków przeznaczony na okres rozliczeniowy |
| 1 | I kw. 2020 | 15.03.2020 r. | 20 |
| 2 | III kw. 2020 | 15.09.2020 r. | 17 |
| 3 | I kw. 2021 | 15.03.2020 r. | 54 |
| 4 | II kw. 2021 | 15.09.2021 r. | 9 |

**4. Etap 4 – Raport**

4.1.W ramach Etapu 4 Wykonawca opracuje raport z wykonania analiz, uwzględniający odstępstwa od „Szczegółowego Planu Prac” przedstawionego w Etapie 1 oraz uzupełniający go o szczegóły dotyczące zastosowanych narzędzi, algorytmów, parametrów. Raport podsumuje wyniki poszczególnych analiz uwzględniając zastosowaną legendę, metody prezentacji, zakresy wartości itp.

4.2. Po ukończeniu wszystkich analiz (celów) nastąpi faza implementacji wyników obejmująca przystosowanie wytworzonych produktów do istniejącego systemu informacji przestrzennej funkcjonującego w parku. Wykonawca przekaże Zamawiającemu wszystkie wytworzone produkty oraz źródłowe dane teledetekcyjne i inne zgromadzone w ramach realizacji całego projektu. Wraz z pełnym zestawem danych przekazane zostaną dedykowane aplikacje do wyświetlania zdjęć ukośnych oraz do obsługi modelu 3D.

1. Aplikacja desktopowa umożliwiająca wyświetlanie zdjęć ukośnych
* Aplikacja desktopowa umożliwiająca wyświetlanie zdjęć ukośnych zostanie dostarczona przez Wykonawcę jako plug-in dostosowany do posiadanego przez Zamawiającego oprogramowania ArcGIS. Aplikacja zostanie zainstalowana na 2 do 10 stacjach roboczych. Licencja aplikacji przekazana przez Wykonawcę powinna umożliwiać Zamawiającemu późniejszą samodzielną instalację na nieograniczonej liczbie stanowisk. Zamawiający nie dopuszcza możliwości dostarczania oprogramowania typu freeware, opensource z uwagi na trudną do przewidzenia przyszłość takiego oprogramowania, ograniczone wsparcie techniczne czy możliwość zmiany w części lub całości warunków jego użytkowania oraz brak gwarancji bezpieczeństwa danych i sprzętu w przypadku wykorzystania tego typu rozwiązań.
* Wymagana funkcjonalność:
	+ obsługa danych wektorowych np. w formacie .shp, w tym rzutów trapezoidalnych oraz innych warstw dołączanych do i usuwanych z programu przez Zamawiającego,
	+ obsługa dostarczonych przez Wykonawcę zdjęć ukośnych oraz ortofotomapy,
	+ płynne wyświetlanie ortofotomapy,
	+ wyświetlanie zdjęć ukośnych z każdego kierunku N, S, W, E dla wybranego punktu na ortofotomapie,
	+ pomiar odległości, powierzchni i wysokości obiektów na zdjęciach ukośnych,
	+ możliwość zapisu do pliku wybranego zdjęcia ukośnego (wraz z jego metadanymi) oraz możliwość zapisu do pliku zrzutu ekranu,
	+ wyświetlanie lokalizacji (X, Y),
	+ zarządzanie warstwami wektorowymi przez włączanie i wyłączanie warstw,
	+ powiększanie, pomniejszanie i przesuwanie w oknie mapy,
	+ zmianę parametrów radiometrii wybranych zdjęć ukośnych.
* Rozwiązanie informatyczne
	+ Aplikacja ma być oparta na technologii umożliwiającej płynne przesuwanie wyświetlanej zawartości okna mapy bez widocznych opóźnień.
	+ Aplikacja powinna funkcjonować w większości popularnych systemów operacyjnych: Windows XP (32 bit), Windows 7 (32 oraz 64 bit), Windows 8.1 (64 bit) oraz Windows 10.

Implementacja Modelu 3D do aplikacji Zamawiającego

* Model 3D w postaci wielokątowej oteksturowanej siatki „mesh” zaimplementowanej przez Wykonawcę do posiadanego przez Zamawiającego oprogramowania ArcGIS., wygenerowanej w formacie COLLADA (\*.dae) oraz Wavefront OBJ (\*.obj).
1. Aplikacja desktopowa do obsługi Modelu 3D
* Aplikacja desktopowa do obsługi Modelu 3D dla nielimitowanej liczby użytkowników i komputerów.
* Wymagana funkcjonalność:
	+ obsługa dostarczonego przez Wykonawcę teksturowego Modelu 3D,
	+ płynne wyświetlanie Modelu 3D,
	+ pomiar odległości, powierzchni i wysokości obiektów na Modelu 3D,
	+ powiększanie, pomniejszanie i przesuwanie w oknie mapy,
	+ możliwość zmiany kąta widoku i obrotu o 360 stopni,
	+ możliwość oglądania w trybie 3D (przy pomocy okularów anaglifowych),
* Rozwiązanie informatyczne:
* Aplikacja ma być oparta na technologii umożliwiającej płynne przesuwanie wyświetlanej zawartości okna mapy bez widocznych opóźnień.
* Aplikacja powinna funkcjonować w większości popularnych systemów operacyjnych: Windows XP (32 bit), Windows 7 (32 oraz 64 bit), Windows 8.1 (64bit) oraz Windows 10.
* Nielimitowana liczba jednoczesnych użytkowników i komputerów dostosowana do instalacji w środowisku Windows Server.
* Wymagania wydajnościowe względem serwera i stacji roboczej nie powinny przekraczać jednoprocesorowej maszyny średniej klasy z zasobem dyskowym do 2 TB.
1. Wykonawca przeprowadzi implementację wytworzonych danych na sprzęt informatyczny i oprogramowanie będące w dyspozycji Zamawiającego.
* Implementacja Modelu 3D do aplikacji Zamawiającego
* Model 3D w postaci wielokątowej oteksturowanej siatki „mesh” zaimplementowanej przez Wykonawcę do posiadanego przez Zamawiającego oprogramowania ArcGIS., wygenerowanej w formacie COLLADA (\*.dae) oraz Wavefront OBJ (\*.obj).
* Wykonawca zaimplementuje produkty Etapu 2 i 3:
* po realizacji Etapu 2 i 3 Zamawiający przeprowadzi wewnętrzną walidację wyników i wskaże Wykonawcy na Etapie 4 “status implementacji produktu”, który będzie decydował o sposobie i miejscu implementacji produktu w strukturze baz danych przestrzennych Zamawiającego
* Wykonawca fizyczne umieści pliki produktów Etapów 2 i 3 w istniejącym systemie informacji przestrzennej Wigierskiego Parku Narodowgo
1. Szkolenia
* Wykonawca w siedzibie Zamawiającego przeprowadzi szkolenie dla 5 do 10 pracowników Zamawiającego w zakresie do wyświetlania zdjęć ukośnych oraz do obsługi modelu 3D.
* szkolenie odbędzie się w siedzibie Zamawiającego w godzinach między 7:00 a 15:00
* w ramach szkolenia Wykonawca przekaże Zamawiającemu przygotowaną dokumentację projektową w skład której wejdą: instrukcja użytkowania aplikacji zdjęć ukośnych i modelu 3D
* Wykonawca przeprowadzi w siedzibie Zamawiającego szkolenie dla 5 do 10 pracowników z zakresu korzystania z danych oraz produktów wytworzonych w ramach projektu.
* szkolenie odbędzie się w siedzibie Zamawiającego w godzinach między 7:00 a 15:00
* w ramach szkolenia Wykonawca przekaże Zamawiającemu przygotowaną dokumentację projektową w skład której wejdą materiały opracowane na potrzeby szkolenia pracowników parku z zakresu korzystania z produktów Etapów 2 i 3,
* elementem szkolenia będzie również przekazanie wiedzy o sposobie wytworzenia poszczególnych produktów oraz ich specyfice i cechach charakterystycznych.

4.4. Forma przekazania:

1. Wykonawca potwierdzi realizację Etapu 4. w formie przygotowanego opracowania pt. „**Raport z teledetekcyjnej analizy stanu zasobów przyrodniczych Wigierskiego Parku Narodowego**”. Dokument zostanie opracowany zgodnie z wytycznymi określonymi w pkt. 5 OPZ,
2. Opracowanie zostanie przygotowane w formie cyfrowej w formatach DOC, PDF oraz w postaci wydruku wraz z załącznikami tabelarycznymi i graficznymi, będzie obejmowało swoją treścią prace wynikające z zadań 4.1.-4.2.,

### 4.5. Procedura przeprowadzenia implementacji wyników.

1. Implementacja wyników w ramach Etapu 4, będzie realizowana po odbiorze prac Etapu 2 i 3.
2. Wykonawca każdorazowo zgłosi drogą elektroniczną Zamawiającemu gotowość do przeprowadzenia implementacji wyników i aplikacji oraz szkoleń.
3. Zamawiający wyznaczy termin, nie dłuższy niż 15 dni roboczych od faktu zgłoszenia gotowości, w którym Wykonawca przeprowadzi daną czynność.
4. W przypadku uwag Zamawiającego do efektu implementacji, Wykonawca zobowiązany jest do usunięcia usterek w terminie wskazanym przez Zamawiającego, jednak nie krótszym niż 10 dni roboczych.
5. Dokumentacja projektowa zostanie opracowana zgodnie z wytycznymi określonymi w pkt. 5 OPZ.

 **Tabela 6.** Harmonogram prac Etapu 4.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Okres rozliczeniowy | Zakres prac | Ostateczny termin odbioru prac |
| 1 | IV kw. 2021 | 1. Opracowanie Raportu, implementacja wyników, szkolenia
2. Aplikacje: do wyświetlania zdjęć ukośnych i obsługi modelu 3D
 | 01.12.2021 r. |