

Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia do zadania:

„Pozyskanie danych i przeprowadzenie analiz z wykorzystaniem nowoczesnych technologii teledetekcyjnych” realizowanego w ramach projektu „Ocena stanu ekosystemów Babiogórskiego Parku Narodowego za pomocą nowoczesnych metod teledetekcyjnych” zgodnie z umową o dofinansowanie nr POIS.02.04.00-00-0002/18-00 w ramach działania 2.4 Ochrona przyrody i edukacja ekologiczna oś priorytetowa II Ochrona środowiska, w tym adaptacja do zmian klimatu Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014 – 2020.

1. Zagadnienia ogólne:

1.1. Zakres realizacji przedmiotowego zadania

1.1.1. Zakres przestrzenny realizacji zadania „Pozyskanie danych i przeprowadzenie analiz z wykorzystaniem nowoczesnych technologii teledetekcyjnych” obejmuje obszar Babiogórskiego Parku Narodowego (BgPN) powiększony o strefę buforową wokół granic parku wynoszącą +250 m.

1.1.2. Realizacją przedmiotowego zadania należy objąć wszystkie enklawy BgPN.

1.1.3. Obszar BgPN w postaci pliku Esri Shapefile (PL-1992) stanowi załącznik do dokumentacji przetargowej.

1.2. Harmonogram opracowania działań

1.2.1. Planowany termin realizacji działań, dostarczenia danych i produktów przedstawia tabela 1.

Tabela. 1.

Nr.	Działanie	¹⁾ Termin realizacji działania i dostarczenia produktu
1	Opracowanie Szczegółowego Planu Prac	do 14 dni od podpisania umowy.
2	Cyfrowe zdjęcia lotnicze wraz z lotniczą ortofotomapą cyfrową CIR/RGB – FOTO 1	do 15.10.2019r.
3	Chmura punktów LiDAR ALS 2 - LEAF-OFF	²⁾ do 15.08.2019r. lub 08.01.2020r.
4	Chmura punktów LiDAR ALS 1- LEAF-ON	do 15.10.2019r.
5	Termalne cyfrowe zdjęcia lotnicze wraz fotoplanem	do 15.10.2019r.

6	Zobrazowania hiperspektralne (HS) wraz z ortomozaiką	do 04.11.2019r.
7	Cyfrowe zdjęcia lotnicze wraz z cyfrową ortofotomapą lotniczą CIR/RGB – FOTO 2	do 15.10.2020r.
8	Cyfrowe zdjęcia lotnicze wraz z cyfrową ortofotomapą lotniczą CIR/RGB – FOTO 3	do 15.10.2021r.
9	Pozyskanie archiwalnych danych teledetekcyjnych	do 15.09.2019r.
10	Pozyskanie referencyjnych danych terenowych niezbędnych do walidacji i kalibracji uzyskanych wyników z danych teledetekcyjnych	do 15.10.2019r.
11	Przeprowadzanie analiz objętych realizacją zadania oraz sporządzenie raportu z przeprowadzonych analiz	do 15.10.2021r. z zastrzeżeniem, że terminy dostarczenia poszczególnych analiz zostaną uzgodnione z Wykonawcą w ramach działania nr 1 po podpisaniu umowy.
12	Implementacja wyników obejmująca przystosowanie wytworzonych produktów do istniejącego systemu informacji przestrzennej w BgPN.	do 15.11.2021r.
13	Przeprowadzenie szkolenia pracowników BgPN z zakresu korzystania z danych oraz produktów wytworzonych w ramach realizacji zadania.	do 30.11.2021r.

¹⁾Szczegółowe terminy realizacji poszczególnych działań zostaną ustalone w ramach działania nr 1 i będą potwierdzane częściowymi zleceniami obejmującymi ustalony zakres poszczególnych działań.

²⁾W przypadku braku odpowiednich warunków atmosferycznych do pozyskania danych Zamawiający dopuszcza przesunięcie terminu dostarczenia danych oraz produktu na 08.01.2020r. lub 15.08.2020 r.

1.2.2. Zamawiający wymaga pozyskania danych dla działań 2,4,6 w przeciągu 10 dni kalendarzowych ze względu na możliwość zmian fenologicznych roślinności.

1.3. Wykonawca każdorazowo prześle produkty i pozyskane dane do siedziby Zamawiającego na dyskach zewnętrznych 2,5 calowym HDD USB 3.0 lub uzgodni inny sposób przekazania z Zamawiającym. Zamawiający zastrzega, iż w przypadku gdy zajdzie taka potrzeba, przekazanie pozyskanych danych i produktów może nastąpić w siedzibie Eksperta, mieszczącej się w Krakowie.

Ekspert – podmiot zatrudniony przez Zamawiającego między innymi w celu konsultacji, weryfikacji i odbioru danych oraz produktów wytworzonych w ramach realizacji zadania „Pozyskanie danych i przeprowadzenie analiz z wykorzystaniem nowoczesnych technologii teledetekcyjnych”

2. Szczegółowy Plan Prac (realizacja w ramach działania nr 1)

- 2.1. Wykonawca przed rozpoczęciem prac obejmujących działania od 2 do 13 przygotuje w terminie 14 dni od podpisania umowy, Szczegółowy Plan Prac (SPP), który na bieżąco w trakcie jego tworzenia będzie uzgadniany z Zamawiającym oraz Ekspertem.
- 2.2. Wykonawca zobowiązany jest do szczegółowego przedstawienia i omówienia w Szczegółowym Planie Prac następujących zagadnień:
 - 2.2.1. Metodykę wraz z harmonogramem realizacji prac dotyczących poszczególnych działań z uwzględnieniem wymogów zawartych w pkt. od 3 do 8.
 - 2.2.2. Kosztów poszczególnych prac wynikających z w/w harmonogramu, których suma będzie równa kwocie oferty złożonej przez Wykonawcę w postępowaniu przetargowym.
 - 2.2.3. Zagrożeń jakie mogą wystąpić podczas realizacji zamówienia oraz działań zapobiegających przed powstaniem tych zagrożeń albo ich zminimalizowanie.
 - 2.2.4. Sposób zarządzania realizacją przedmiotowego zadania.
 - 2.2.5. Plan Zarządzania Komunikacją pomiędzy Zamawiającym, Wykonawcą i Ekspertem.
 - 2.2.6. Wykaz osób realizujących projekt
 - 2.2.7. Przedstawienie szczegółowego opisu metodyki poszczególnych prac wchodzących w zakres działań uwzględniający:
 - a. Parametry, warunki pozyskania danych teledetekcyjnych
 - b. Założenia do przeprowadzenia referencyjnych pomiarów terenowych
 - c. Sposobu wykonywania poszczególnych produktów powstałych z pozyskanych danych teledetekcyjnych oraz analiz z uwzględnieniem oprogramowania i algorytmów
- 2.3. Wykonawca zobowiązany jest do przekazania Szczegółowego Planu Prac zgodnie z terminem określonymi w pkt. 2.1. w wersji edytowalnej (plik DOCX) oraz w formacie PDF i dodatkowo w formie drukowanej w formacie A4 (2 egzemplarze) Przekazanie odbędzie się w siedzibie Zamawiającego lub w siedzibie Eksperta (pkt. 1) i potwierdzone zostanie podpisaniem protokołu przekazania.
- 2.4. Zamawiający w terminie 7 dni roboczych dokona oceny i kontroli przekazanego Szczegółowego Planu Prac (SPP).
- 2.5. W przypadku nie stwierdzenia błędów w przekazanym SPP Zamawiający podpisze z Wykonawcą protokół odbioru, który będzie podstawą do wystawienia faktury przez Wykonawcę za wykonanie działania nr 1.
- 2.6. W przypadku stwierdzenia przez Zamawiającego niezgodności dostarczonym SPP, Zamawiający przedstawi Wykonawcy listę uwag w formie dokumentu, który zostanie

przekazany za pośrednictwem poczty elektronicznej do osoby ze strony Wykonawcy odpowiedzialnej za kontakt z Zamawiającym.

- 2.7. Wykonawca w terminie 5 dni roboczych dokona poprawy nieprawidłowości i przekaże do ponownej kontroli Zamawiającemu.
- 2.8. Zamawiający w terminie 5 dni roboczych dokona ponownej kontroli dostarczonego SPP i o wynikach kontroli poinformuje Wykonawcę dokumentem, przekazany za pośrednictwem poczty elektronicznej do osoby ze strony Wykonawcy odpowiedzialnej za kontakt z Zamawiającym.
- 2.9. W przypadku nie stwierdzenia błędów w przekazanym SPP Zamawiający podpisze z Wykonawcą protokół odbioru, który będzie podstawą do wystawienia faktury przez Wykonawcę za wykonanie działania nr 1
- 2.10. W przypadku ponownego stwierdzenia błędów mają zastosowania zapisy zawarte w pkt. 9.8 – 9.10 z zastrzeżeniem iż ponowna kontrola wykonana przez Zamawiającego nie będzie dłuższa niż 5 dni roboczych.

3. Dane cyfrowe i parametry techniczne ich pozyskania będące przedmiotem zamówienia:

3.1. cyfrowe pionowe zdjęcia lotnicze (realizacja w ramach działania nr 2,7,8)

- 3.1.1. Pozyskanie zdjęć należy wykonać w trzech kampaniach pomiarowych (lata: 2019 – FOTO 1, 2020 – FOTO 2 oraz 2021 – FOTO 3), w okresie pełnego rozwoju fenologicznego roślinności we wszystkich piętrach wysokościowych, tj. w oknie czasowym od około 15 czerwca do 15 sierpnia. Daty nalogów należy każdorazowo dostosować do warunków meteorologicznych i fenologicznych (tempa rozwoju roślinności) i uzgodnić z Zamawiającym co najmniej na 7 dni przed ich wykonaniem (należy uzyskać informację (weryfikację) od Zamawiającego nt. stanu fenologicznego szczególnie w wyższych piętrach roślinnych). Pozyskanie zdjęć lotniczych nie powinno trwać dłużej niż 1 dzień. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się maksymalnie okres 5 dni na 1 kampanię (1 nalog).
- 3.1.2. Wykonawca na co najmniej 7 dni przed planowanym nalogem przekaże do akceptacji Zamawiającemu plan nalogu w postaci cyfrowej (plik PDF oraz Esri Shapefile).
- 3.1.3. Zamawiający wymaga pozyskania zdjęć fotogrametrycznych wielkoformatową cyfrową kamerą lotniczą typu kadrowego o wielkości matrycy co najmniej 190Mpix - w 4 dedykowanych kanałach spektralnych, tj.: B, G, R oraz NIR oraz dodatkowo w kanale panchromatycznym (PAN).



3.1.4. Od Wykonawcy wymaga się pozyskania pionowych cyfrowych zdjęć lotniczych o pokryciu podłużnym (p) co najmniej 70% oraz poprzecznym (q) pomiędzy szeregiem wynoszącym minimum 40%.

3.1.5. Rozdzielczość terenowa (ang. GSD) cyfrowych zdjęć lotniczych nie może być gorsza niż 0,10 m.

3.1.6. Przy nalocie fotogrametrycznym wymagana jest bezchmurna pogoda oraz kąt padania promieni słonecznych większy od 30 stopni.

3.2. chmura punktów LiDAR pozyskana technologią lotniczego skanowania laserowego (ALS) (realizacja w ramach działania nr 3,4)

3.2.1. Lotnicze skanowanie laserowe (ang. ALS) ma być przeprowadzone dwukrotnie, po uprzednim przedstawieniu do akceptacji planu nalotu Zamawiającemu, co najmniej na 7 dni przed planowanym nalotem.

3.2.2. Zamawiający wymaga pozyskania danych w 2 różnych okresach fenologicznych, tj.:

- LEAF-OFF (ALS 2), tj. w okresie braku aparatu asymilacyjnego u drzew i krzewów liściastych oraz braku występowania wysokiej roślinności zielnej (zwykle w okresie wiosny: do końca kwietnia lub w okresie jesieni, tj. na przełomie października i listopada). Pozyskanie danych należy planować w okresie wiosennym w 2019 roku, jednak w przypadku braku odpowiednich warunków meteorologicznych, niwalnych i fenologicznych Zamawiający dopuszcza pozyskanie danych w okresie jesiennym 2019 roku lub wiosną 2020 roku, oraz
- LEAF-ON (ALS 1), tj. w okresie fenologicznym pełnego rozwoju roślinności (w BgPN zwykle od 15 czerwca do 15 sierpnia). Dane należy pozyskać w okresie pełnego rozwoju roślinności 2019 roku.

Oba okresy: LEAF-OFF oraz LEAF-ON należy bezwzględnie ustalić z Zamawiającym i dostosować do warunków meteorologicznych, niwalnych i fenologicznych poprzedzających te okresy (np. wczesnej wiosny bądź wczesnej jesieni). Dopuszcza się pozyskiwanie danych ALS w okresie LEAF-OFF w sytuacji występowania szczątkowej pokrywy śnieżnej pod drzewostanem lub w piętrze kosodrzewiny i alpejskim.

3.2.3. Od Wykonawcy nalotów ALS wymaga się:

- przeprowadzenia nalotu z poprzecznym kątem skanowania (nadir-off) $\leq 25^\circ$
- utrzymania pokrycia poprzecznego szeregów ALS na poziomie min. 30%;
- rejestracji czasu GPS;
- rejestracji co najmniej 4 odbić (ech sygnału);

- rejestracji sygnału impulsu laserowego w sposób ciągły (ang. full-waveform) oraz
 - rejestracji wartości intensywności odbicia (Intensity).
- 3.2.4. Cały obszar opracowania ma zostać pokryty chmurami punktów ALS wraz z buforem co najmniej +250,0 m wokół jego granic.
- 3.2.5. Gęstość chmury punktów z lotniczego skanowania laserowego (ALS) ma wynosić co najmniej 10 pkt/m² i jest wyliczana wyłącznie dla tylko ostatniego odbicia (Last Echo).
- 3.2.6. Zamawiający wymaga od Wykonawcy nadania chmurom punktów ALS (należy dostarczyć dwa warianty zestawów chmur punktów ALS) atrybutów: RGB oraz CIR (kanały NIR R G);
- 3.2.7. Pozyskania lotniczych zdjęć cyfrowych należy wykonać wraz z rejestracją chmury ALS lub w okresie zbliżonym, tj. maksymalnie ± 5 dni od jej pozyskania.
- 3.2.8. Z uwagi na specyfikę projektu (duże deniwelacje terenu) Zamawiający wymaga poprawnej klasyfikacji klas roślinności oraz gruntu na pozyskanych chmurach punktów ALS LiDAR.
- 3.2.9. Wykonawca zobowiązany jest pomierzyć i dostarczyć Zamawiającemu, w formie raportu, minimum 4 obiekty kontrolne rozmieszczone równomiernie na obszarze skanowania
- Poprzez ww. obiekty kontrolne rozumie się:
- obiekt „sytuacyjno-wysokościowy”, tj. kalenice dwóch dachów położonych blisko siebie i ułożonych prostopadle w stosunku do siebie, oraz
 - obiekt „wysokościowy”, tj. siatkę 9 punktów rozłożonych równomiernie na powierzchni utwardzonej (np. droga, boisko)
- 3.2.10. Dokładność pomiaru obiektów kontrolnych nie może być gorsza niż $mXYZ \leq 0,05$ m.
- 3.2.11. Dopuszczalny maksymalny błąd nadania georeferencji bezwzględnej mierzonej na obiektach kontrolnych ustala się na:
- a) dla dokładności wysokościowej (Z) 0,15m
 - b) dla dokładności sytuacyjnej (XY) 0,30 m
- 3.2.12. Dopuszczalny maksymalny błąd wyrównania względnego pomiędzy szeregami nalogu ALS nie może przekraczać:
- a) wysokościowo (Z) 0,20 m, oraz
 - b) sytuacyjnie (XY) 0,30 m.

3.3. Termalne cyfrowe zdjęcia lotnicze (realizacja w ramach działania nr 5,10)

- 3.3.1. Wykonawca na co najmniej 7 dni przed planowanym nalotem przekaże do akceptacji Zamawiającemu plan nalotu wykonania cyfrowych zdjęć termalnych.
- 3.3.2. Pozyskania zdjęć lotniczych kamerą termalną należy dokonać kiedy Słońce znajduje się w najwyższym swoim położeniu w najcieplejszym miesiącu roku.
- 3.3.3. Zdjęcia termalne należy wykonać z pokryciem poprzecznym szeregów co najmniej 30%.
- 3.3.4. Terenowa wielkość piksela (GSD) zdjęcia termalnego nie może być gorsza niż 2,0 m
- 3.3.5. Cyfrowe zdjęcia termalne należy wykonać w zakresie termalnej podczerwieni 7,5-14 μm .
- 3.3.6. Oczekiwana dokładność pomiaru matrycy kamery to co najmniej $\pm 1,5$ K.
- 3.3.7. Kalibrację radiometryczną kamery należy przeprowadzić w oparciu o pomiary terenowe temperatury obiektów wraz z udokumentowaniem zdjęciem z aparatu cyfrowego z datą i pozycją GPS, dokonywane przez obserwatorów (co najmniej 4 pomiary po każdej stronie Babiej Góry w każdym piętrze roślinności) oraz o dane pozyskane z najbliższych stacji meteorologicznych w tym samym czasie co pozyskiwanie danych termalnych z platformy lotniczej.

3.4. Zobrażenia hiperspektralne (realizacja w ramach działania nr 6,10)

- 3.4.1. Wykonawca na co najmniej 7 dni przed planowanym nalotem przekaże do akceptacji Zamawiającemu plan nalotu z wykorzystaniem zobrażeń hiperspektralnych.
- 3.4.2. Zobrażenia należy zarejestrować w okresie fenologicznym pełnego rozwoju roślinności, tj. od ok. 14 czerwca do 15 sierpnia. Nalot należy przeprowadzić w okresie ± 10 dni od pozyskiwania chmury punktów ALS_1 (LEAF-ON) w 2019 roku. W sytuacji problemów meteorologicznych lub niezależnych od Wykonawcy (force majeure) nalot hiperspektralny należy wykonać w 2020 roku.
- 3.4.3. Zamawiający wymaga pozyskania danych o rozdzielczości przestrzennej (GSD) nie gorszej niż:
 - dla zakresu spektralnego widzialnego do bliskiej podczerwieni (VIS-NIR): $\leq 2,0$ m.
 - dla zakresu podczernieni krótkofalowej (SWIR) $\leq 4,0$ m.
- 3.4.4. Wymagany zakres spektralny zobrażeń hiperspektralnych: 400 - 2500 nm.
- 3.4.5. Rozdzielczość próbkowania (ang. sampling interval) musi być lepsza niż 4 nm (dla zakresu VIS-NIR) i 6 nm (dla zakresu SWIR).

- 3.4.6. Zamawiający dopuszcza też stosowanie kamery linikowej obrazującej w ciągłym zakresie co najmniej 400-2500 nm spełniającej powyższe warunki rozdzielczości spektralnej oraz przestrzennej.
- 3.4.7. Zamawiający wymaga jednoczesnej rejestracji co najmniej 150 kanałów spektralnych przy kącie widzenia kamery hiperspektralnej (ang. FOV; Field Of View) wynoszącym maksymalnie 35 stopni w poprzek linii nalotu.
- 3.4.8. Rozdzielczość radiometryczna zobrazowań ma wynosić co najmniej 12 bitów.
- 3.4.9. Pokrycie między szeregami zobrazowań hiperspektralnych ma wynosić co najmniej 30 %.
- 3.4.10. Wykonawca przeprowadzi proces kalibracji radiometrycznej dla rejestrowanych danych hiperspektralnych.
- 3.4.11. Parametry pomiarów referencyjnych:
- a. pomiar wykonany spektrometrem o zakresie i rozdzielczości spektralnej nie gorszej niż zastosowany lotniczy skaner (kamera linikowa) hiperspektralny.
 - b. pomiar referencyjny ma być wykonany przy warunkach pogodowych i oświetleniu (wysokość Słońca) jak w czasie obrazowania hiperspektralnego na homogenicznych powierzchniach, o w miarę jednolitej strukturze pionowej i składzie gatunkowym (roślinność) i podobnym spektrum odbicia promieniowania.
 - c. Wykonawca jest zobowiązany przedstawić Zamawiającemu mapę wraz z plikiem lokalizacji GPS powierzchni referencyjnych rozmieszczonych równomiernie po stronie północnej (N) i południowej (S) obszaru BgPN. Dla każdej z powierzchni reprezentujących daną klasę obiektów (np. skały) czy zbiorowisko roślinne (np. kosodrzewina) należy wykonać zdjęcie cyfrowe. Każdy z obiektów lub zbiorowisk roślinnych wykazywanych w legendzie mapy pokrycia i użytkowania terenu ma mieć co najmniej 4 powtórzenia po stronie N oraz S masywu Babiej Góry (jeśli występuje).
 - d. lokalizacja powierzchni kontrolnych pomiarów wykonywanych spektrometrem ma być udokumentowana odbiornikiem GNSS z dokładnością nie gorszą niż $\frac{1}{2}$ GSD piksela, obrazów hiperspektralnych.

4. Opracowanie danych i przekazanie produktów Zamawiającemu:

4.1. Cyfrowe zdjęcia lotnicze (realizacja w ramach działania nr 2,7,8)



- 4.1.1. Nieprzetworzone zobrażenia lotnicze w postaci wielo-kanałowej, tzn. zapisane 4 kanały w jednym pliku. Każdy z wyciągów barwnych R, G, B, NIR bez wyostrzenia przestrzennego, o oryginalnej rozdzielczości radiometrycznej, bez kompresji i bez rozciągnięcia histogramów.
- 4.1.2. Zdjęcia lotnicze w postaci wielo-kanałowej, tzn. zapisane 4 kanały w jednym pliku. Każdy z wyciągów barwnych: R, G, B, NIR – ma zostać wyostrzony (ang. PAN-sharpening) poprzez złożenie z obrazem w zakresie panchromatycznym (PAN), bez zastosowania kompresji i bez rozciągnięcia histogramów.
- 4.1.3. Ortoobrazy w postaci wielo-kanałowej w jednym pliku (każdy z wyciągów barwnych R, G, B, NIR, bez wyostrzenia przestrzennego), o oryginalnej rozdzielczości radiometrycznej, bez kompresji, w układzie PL-1992, przycięte zgodnie z liniami mozaikowania wykorzystanymi do opracowania ortofotomapy. Format GeoTIFF, 16 bit, przy czym dla każdego pliku należy dołączyć plik w formacie TFW, zastosowana metoda najbliższego sąsiada (ang. nearest neighbor) przepróbowania (ang. resampling);
- 4.1.4. Ortorektyfikacja cyfrowych zdjęć lotniczych ma nastąpić z wykorzystaniem NMT otrzymanym na podstawie nalogu LiDAR (preferowana chmura punktów LEAF-OFF).
- 4.1.5. Wykonawca dostarczy do Zamawiającego projekt fotogrametryczny przed wyrównaniem oraz po wyrównaniu w formacie ASCII dla pozyskanych zdjęć.
- 4.2. Ortofotomapa lotnicza RGB oraz CIR (realizacja w ramach działania nr 2,7,8)**
- 4.2.1. Wykonawca dostarczy zamawiającemu ortofotomapę lotniczą o rozdzielczości (GSD) 0,1 m w kompozycjach barwnych: R, G, B oraz CIR (ang. Colour InfraRed), tj: NIR, R, G, - obie wyostrzone poprzez złożenie ze zdjęciem panchromatycznym (ang. pan-sharpening). Rozdzielczość radiometryczna obrazu 8 bit, z piramidą obrazową (*overview metodą subsample*), z kompresją JPEG Q5.
- 4.2.2. Ortofotomapa lotnicza zostanie dostarczona w układzie współrzędnych PL-1992 w podziale na sekcje odpowiadające arkuszom mapy topograficznej 1: 10.000.
- 4.2.3. Ortofotomapa lotnicza zostanie wykonana z wykorzystaniem aktualnego modelu NMT wykonanym na podstawie nalogu LiDAR.
- 4.2.4. Format obrazu: GeoTIFF, przy czym dla każdego pliku należy dołączyć plik w formacie TFW o identycznej nazwie jak arkusz ortooobrazu. Średni błąd położenia piksela na ortofotomapie nie może być gorszy niż wielkość 3 pikseli.
- 4.2.5. Rzeczywiste linie mozaikowania należy dostarczyć w postaci warstwy poligonowej w pliku Esri Shapefile, który ma zawierać w tabeli atrybutów przypisany numer zdjęcia.

4.3. Chmura punktów ALS (realizacja w ramach działania nr 3,4)

4.3.1. Zamawiający wymaga dostarczenia sklasyfikowanej chmury punktów na poszczególne klasy:

- a) punkty przetwarzane, ale niesklasyfikowane (klasa 1). W skład tej klasy wchodzi m.in.:
 - a. samochody na parkingach;
 - b. szklarnie i tunele;
 - c. linie napowietrzne i słupy;
 - d. skupiska obiektów nietrwałych;
- b) grunt (klasa 2);
- c) niska roślinność (w zakresie 0,00 m – 0,40 m; klasa 3);
- d) średnia roślinność (w zakresie 0,40 – 2,00 m; klasa 4);
- e) wysoka roślinność (powyżej 2,00 m; klasa 5);
- f) budynki, budowle (klasa 6). W skład tej klasy wchodzi m.in.:
 - a. budynki, budowle
 - b. obiekty inżynieryjne
 - c. mosty
- g) szum (klasa 7);
- h) woda (klasa 9);
- i) punkty wielokrotnego pokrycia (klasa 12) (*ang. overlap points*);

4.3.2. Dla Wykonawcy dopuszcza się maksymalny błąd dokładności procesu klasyfikacji chmury punktów ALS jak dla poniższych klas :

- a) klasy a, c-i (4.3.1): błąd do 5% (liczony jako iloraz punktów błędnie sklasyfikowanych do poprawnie sklasyfikowanych w danej klasie)
- b) klasa b (grunt) – błąd do 1 %, przy czym żaden punkt błędnie sklasyfikowany nie może być odległy od terenu więcej niż 0,40m

4.3.3. Atrybuty RGB

- a) poprawnie wyrównanej i sklasyfikowanej chmurze punktów ALS, Wykonawca nada atrybuty RGB/NIR RG na podstawie wykonanych przez niego zdjęć lotniczych (okresy pozyskania danych ALS oraz zdjęć cyfrowych nie mogą się różnić więcej niż 5 dni).
- b) zdjęcia lotnicze użyte do kolorowania chmury punktów muszą być wyrównane tonalnie.
- c) maksymalne dopuszczalne przesunięcie pomiędzy nadanymi atrybutami RGB a chmurą punktów może wynosić 1,0 m. Przesunięcie mierzone będzie pomiędzy widoczną kalenicą dachów na wartości RGB, a kalenicą pomierzoną na chmurze punktów.

4.3.4. Przekazanie danych chmur punktów:

- a) Obowiązującym układem współrzędnych płaskich prostokątnych jest PL-1992 a wysokościowych: Kronsztad '86;

- b) Wykonawca prześle chmury punktów w formacie LAS 1.2, POINT DATA RECORD FORMAT 3 (ASPRS) z zapisem czasu GPS pozyskania danych, intensywnością odbicia, oraz informacją o numerze szeregu.
- c) Dodatkowo Wykonawca prześle Zamawiającemu chmurę punktów w zapisie pełnej fali (ang. full-waveform) w formacie – LAS 1.3.4, POINT DATA RECORD FORMAT 4 (ASPRS)
- d) Dane zostaną podzielone na arkusze „1/16” części sekcji mapy 1:10 000 w układzie współrzędnych płaskich prostokątnych PL-1992.
- e) Wraz z danymi Wykonawca prześle metrykę kalibracji systemu LiDAR oraz zapis trajektorii (format *.trj oraz *.txt) po wyrównaniu danych.
Wykonawca dołączy sprawozdanie techniczne z wykonanych prac.

4.4. Produkty pochodne ALS (realizacja w ramach działania nr 3,4)

- 4.4.1. Wykonawca na podstawie prawidłowo sklasyfikowanej chmury punktów ALS wygeneruje Numeryczny Model Terenu (NMT) wykorzystując w tym celu klasy: „grunt” oraz „woda”. Oczko siatki przekazanego modelu NMT ma mieć wielkość 0,5 m.
- 4.4.2. Wykonawca na podstawie prawidłowo sklasyfikowanej chmury punktów ALS wygeneruje Numeryczny Model Pokrycia Terenu (NMPT) wykorzystując w tym celu klasy: 3-6 oraz klasę 2 i 9 (tam gdzie grunt pozbawiony jest występowania szaty roślinnej). Oczko siatki modelu NMPT ma mieć wielkość 0,5 m.
- 4.4.3. Wykonawca dostarczy także do Zamawiającego znormalizowany Numeryczny Model Pokrycia Terenu (zNMPT), tj. model różnicowy wykonany na podstawie analiz przestrzennych (map algebra) pomiędzy rastrowymi modelami wysokościowymi NMPT oraz NMT.
- 4.4.4. Modele zostaną podzielone na arkusze „1/4” części sekcji mapy 1:10 000 w układzie współrzędnych PL-1992.
- 4.4.5. Dokładność wysokościowa modeli wysokościowych ma być lepsza niż $mh \leq 0,30m$.
- 4.4.6. Przekazane modele wysokościowe: NMT, NMPT oraz zNMPT mają być ciągłe i nie mogą zawierać „łuk”.
- 4.4.7. Niedopuszczalne jest przekazanie modelu NMPT i zNMPT z „kurtykami” powstałymi na liniach energetycznych oraz z błędnie dokonana klasyfikacją roślinności.
- 4.4.8. Wykonawca prześle Zamawiającemu wszystkie modele wysokościowe w formacie ESRI GRID oraz ASCII XYZ.

4.4.9. Współrzędne wysokościowe (Z) mają być zapisane z dokładnością do dwóch miejsc dziesiętnych, współrzędne środków pikseli mają mieć postać wielokrotności 0,50 m.

4.4.10. Wykonawca przekaze Zamawiającemu pozyskane zdjęcia lotnicze wraz elementami orientacji zewnętrznej (ang. EO) zdjęć użyte do kolorowania chmury punktów ALS.

4.5. Lotnicze zdjęcia termalne (realizacja w ramach działania nr 5)

4.5.1. Do Zamawiającego przekazane zostaną przez Wykonawcę cyfrowe zdjęcia termalne w oryginalnej rozdzielczości radiometrycznej, bez zastosowania kompresji obrazu i bez rozciągania histogramów wraz z elementami orientacji zewnętrznej (EO).

4.5.2. Wykonawca opracuje ortofotoplan dla obszaru analizy dla poszczególnych nalogów z wykorzystaniem zortorektyfikowanych zobrazowań termalnych na podstawie NMT.

4.5.3. Rozdzielczość terenowa przekazanych ortofotoplanów ma być lepsza niż 2.0 m.

4.5.4. Wykonawca przekaze sprawozdanie techniczne z wykonanych prac w z metryką kamery termalnej.

4.6. Zobrazowania hiperspektralne (realizacja w ramach działania nr 6)

4.6.1. Zobrazowania hiperspektralne należy poddać procesowi ortorektyfikacji w oparciu o model NMT oraz nadania georeferencji z wykorzystaniem parametrów pomierzonych przez system GNSS/INS.

4.6.2. Zobrazowania hiperspektralne należy poddać procesowi korekcji współczynnika luminancji energetycznej (ang. *radiance*) bez wpływu atmosfery oraz parametrycznej korekcji radiometrycznej i spektralnej.

4.6.3. Wykonawca dostarczy mozaikę hiperspektralną wykonaną na podstawie zobrazowań przetworzonych wg. pkt 4.6.1 i 4.6.2 z rozmiarem piksela 2,0 m (format ENVI BSQ).

4.6.4. Na podstawie produktu z pkt. 4.6.3 Wykonawca wygeneruje zgeometryzowane obrazy RGB oraz CIR w postaci *quicklook* w formacie GeoTIFF bez kompresji.

4.6.5. Wykonawca ma obowiązek przekazać rzeczywiste linie mozaikowania w postaci pliku Esri Shapefile zawierający zasięg pojedynczych szeregów (wraz z numerem szeregu) wykorzystanych w mozaice hiperspektralnej.

4.6.6. Wykonawca przekaze Zamawiającemu sprawozdanie techniczne z przeprowadzonych prac, zawierające m.in.:

a. Plan wykonania nalogu, kierunek i czas wykonania każdego szeregu.

- b. Informacje dotyczące warunków atmosferycznych.
- c. Dokładny opis wykonania mozaiki
- d. Raport z procesu ortorektyfikacji i korekcji atmosferycznej wraz z oryginalnymi danymi obrazowymi oraz z charakterystykami spektralnymi naziemnych poligonów kalibracyjnych (pomiar terenowy spektrometrem)
- e. Dokładny opis korekcji geometrycznej. Załączniki w formie elektronicznej, w postaci plików log
- f. Dokładny opis korekcji atmosferycznej. Załączniki w formie elektronicznej, w postaci plików log
- g. Raport z aktualnej kalibracji sensora (*smile effects, keystone*)

4.7. Archiwalne zobrazowania satelitarne (realizacja w ramach działania nr 9)

- 4.7.1. Zamawiający dokonał wstępnej inwentaryzacji dostępnych archiwalnych zobrazowań satelitarnych i przedstawił je poniżej (Tab. 1):

Tabela 1. Archiwalne zobrazowania satelitarne dla obszaru BgPN.

L.p.	Satelita / Sensor	Termin rejestracji	Rozdzielczość
1	SPOT CIB-10	15.06.1986	10 m
2	Landsat 7	26.05.2001	15/30/100 m
3	IKONOS	28.06.2001 (N) + 26.05.2001 (S)	0,8 m
4	RapidEye	20.08.2009	5,0 m
5		27.08.2011	
6		11.09.2012	
7		07.08.2013	
8		30.09.2014	
9		30.08.2015	
10		27.08.2016	
11		30.08.2017	
12	WorldView-1	26.11.2009	0,5 m
13	WorldView-2	5.09.2011 (W) + 13.09.2011 (E)	0,5 m
14	PlanetScope	31.08.2016	3,1 m
15		24.08.2017	
16		12.09.2018	
17	Sentinel-2 (ESA)	13.09.2015	10,0 m
18		28.08.2016	
19		31.08.2017	
20		12.09.2018	

- 4.7.2. Wykonawca zaktualizuje i zweryfikuje przedstawiony powyżej wykaz i uzgodni z Zamawiającym wybór zobrazowań satelitarnych, które będą wykorzystane w dalszych etapach prac.

- 4.7.3. Wykonawca w ramach zamówienia, po uzgodnieniu z Zamawiającym, pozyska i dostarczy archiwalne zobrazowania satelitarne dla obszaru analizy.

4.7.4. Pozyskane zobrażenia satelitarne zostaną poddane procesowi ortorektyfikacji oraz o ile to możliwe korekcji atmosferycznej bądź topograficznej.

4.8. Archiwalne zdjęcia lotnicze (realizacja w ramach działania nr 9)

4.8.1. Zamawiający posiada w swoich zasobach ortofotomapy i zdjęcia lotnicze, które zestawil w poniższej Tab. 2:

Tabela 2. Wykaz zdjęć i ortofotomap lotniczych w zasobie Zamawiającego.

L.p.	Nazwa produktu	Rok	Rozdzielczość terenowa (GSD)
1	ortofotomapa	1998	piksel 75 cm
2	ortofotomapa	2003	piksel 25 cm
3	ortofotomapa	2010	piksel 25 cm
4	ortofotomapa i zdjęcia lotnicze	2011	piksel 20 cm
5	ortofotomapa i zdjęcia lotnicze	2012	piksel 20 cm
6	ortofotomapa i zdjęcia lotnicze	2014	piksel 20 cm

4.8.2. Zamawiający dokonał wstępnej inwentaryzacji dostępnych archiwalnych zdjęć lotniczych. W zbiorach Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego znajdują się następujące dane (Tab.3):

Tabela 3. Zdjęcia lotnicze dostępne dla obszaru BgPN w pzgik.

L.p.	Nazwa produktu	Rok	Inne informacje
1	zdjęcia lotnicze	1964	fragment BgPN
2	zdjęcia lotnicze	1977	
3	zdjęcia lotnicze	1978	fragment BgPN
4	zdjęcia lotnicze	1983	
5	zdjęcia lotnicze	1993	

4.8.3. Wykonawca w ramach zamówienia zinwentaryzuje dostępne źródła lotniczych danych archiwalnych oraz pozyska i dostarczy archiwalne dane lotnicze dla obszaru analizy, które będą wykorzystane na dalszych etapach prac.

4.8.4. Wykonawca na podstawie pozyskanych materiałów fotolotniczych opracuje dla obszaru analiz archiwalne ortofotomapy.

4.8.5. Ortofotomapy lotnicze zostaną dostarczone w układzie współrzędnych płaskich PL-1992 w podziale na sekcje odpowiadające arkuszom mapy topograficznej 1: 10 000.

4.8.6. Rozdzielczość radiometryczna ortofotomap co najmniej 8 bit, z piramidą obrazową (*overview metodą subsample*), z kompresją JPEG Q5.

5. Przekazywanie pozyskanych danych i kontrola produktów teledetekcyjnych

Wykonawca zgłosi Zamawiającemu gotowość do odbioru prac, jednocześnie przekazując wyniki Zamawiającemu na nośnikach uzgodnionych wcześniej z Zamawiającym

Kontroli będą poddane:

5.1. Cyfrowe zdjęcia lotnicze i cyfrowa ortofotomapa lotnicza.

- spełnienie warunków pozyskania zdjęć: termin wykonania nalotu, kąt padania promieni słonecznych, pokrycie podłużne i poprzeczne, wielkość piksela, zachmurzenie
- poprawność geometryczna w oparciu o pomiar wybranych punktów osnowy lub innych szczegółów sytuacyjnych, dopuszczalny błąd kwadratowy (RMSE) położenia punktów kontrolnych - 3-krotna wielkość piksela,
- poprawność ortorektyfikacji: linie mozaikowania zdjęć zdefiniowane tak, aby maksymalnie wykorzystać nadirową część zdjęcia i jednocześnie wykorzystać naturalne obiekty liniowe jako miejsca prowadzenia linii mozaikowania, wyrównanie radiometryczne i ogólne wrażenia estetyczne produktu końcowego

5.2. Chmura punktów ALS

W ramach kontroli ilościowej przeprowadzona zostanie:

- kontrola kompletności oraz zgodności obszarowej chmury punktów,
- kontrola formatu zapisu danych,
- kontrola poprawnego odczytania zapisanych danych,

W ramach kontroli jakościowej dokonana zostanie:

- kontrola zgodności średniej gęstości chmury punktów dla obszaru opracowania z wymogami określonymi w pkt. 3.2.
- kontrola zgodności dokładności orientacji bezwzględnej z wymogami określonymi w pkt. 3.2. kontrola zgodności ilości i rodzaju klas chmury punktów z wymogami określonymi w pkt. 4.3.1.

5.3. Produkty pochodne ALS

W ramach kontroli ilościowej dokonana zostanie:

- kontrola kompletności oraz zgodności obszarowej chmury punktów,
- kontrola formatu zapisu danych, oraz
- kontrola poprawnego odczytania zapisanych danych

W ramach kontroli jakościowej Zamawiający przeprowadzi kontrole:

- poprawności wykorzystanych klas do generowania modeli wysokościowych NMT i NMPT,
- braku „pików” na wygenerowanych modelach NMT i NMPT pochodzących z błędnej klasyfikacji chmury punktów: poprawność wykonania zNMPT

5.4. Lotnicze zdjęcia termalne

W ramach kontroli ilościowej przeprowadzona zostanie:

- kontrola kompletności oraz zgodności obszarowej chmury punktów,
- kontrola formatu zapisu danych, oraz
- kontrola poprawnego odczytania zapisanych danych.

W ramach kontroli jakościowej Zamawiający sprawdzi:

- spełnienie warunków pozyskania zdjęć: termin wykonania nalogu, pokrycie podłużne i poprzeczne, wielkość piksela, bezchmurność;
- spełnienie zakresu zarejestrowanego promieniowania termalnej podczerwieni
- poprawności wykonania fotoplanu, szczególności brak widocznych linii mozaikowania

5.5. Zobrazowania hiperspektralne

W ramach kontroli ilościowej przeprowadzona zostanie:

- kontrola kompletności oraz zgodności obszarowej chmury punktów,
- kontrola formatu zapisu danych, oraz
- kontrola poprawnego odczytania zapisanych danych

W ramach kontroli jakościowej:

- spełnienie warunków pozyskania obrazów: termin wykonania nalogu, pokrycie podłużne i poprzeczne, wielkość piksela, zakres spektralny pozyskanych zobrazowań oraz rozdzielczość spektralna i wyniki pomiarów referencyjnych (terenowych).
- Poprawność wykonania ortomozaiki

6. Przeprowadzenie analiz na podstawie pozyskanych danych teledetekcyjnych, danych terenowych i innych danych pozyskanych podczas realizacji projektu

Zamawiający wymaga raportowania postępu prac z zakresu przeprowadzanych analiz. Raport w formie cyfrowej (plik pdf) należy dostarczyć Zamawiającemu raz na kwartał na wskazany adres e-mail do 20 dnia następnego miesiąca po zakończonym kwartale. W raporcie należy uwzględnić zakres wykonanych prac oddzielnie dla każdej z analiz. Brak dostarczenia w/w raportu skutkować będzie tym iż Zamawiający może polecić Wykonawcy podjęcie kroków niezbędnych dla przyspieszenia tempa prac w taki sposób, aby usługa wykonana została w przewidzianym terminie. Wszystkie koszty związane z podjętymi działaniami obciążają Wykonawcę chyba, że niezwłocznie uzasadni, iż termin wykonania Przedmiotu Umowy nie jest zagrożony.

6.1. Przeprowadzenie analiz związanych z dynamiką zmian pokrycia terenu obejmującego aktualną granicę BgPN z wyszczególnieniem zasięgów roślinności drzewiastej i krzewiastej. (realizacja w ramach działania nr 11)

Przeprowadzenie analiz przestrzennych związanych z określeniem dynamiki zmian zasięgu lasu w odniesieniu do: polan, hal, powierzchni wylesionych w wyniku działalności człowieka bądź naturalnych czynników biotycznych i abiotycznych, górnej granicy lasu (ggl) oraz roślinności krzewiastej (np. zbiorowisk kosodrzewiny) ze szczególnym uwzględnieniem procesu wtórnej sukcesji leśnej zachodzących na terenach nieleśnych znajdujących się w aktualnych granicach BgPN. Na podstawie pozyskanych geodanych obrazowych (zdjęć lotniczych i zobrazowań hiperspektralnych - HS) a także danych archiwalnych (zdjęcia lotnicze, wysokorozdzielcze zobrazowania satelitarne VHRS oraz chmur punktów LiDAR – ISOK) – Wykonawca:

6.1.1. Dostarczy do Zamawiającego skatalogowane dane nieprzetworzone (np. zdjęcia lotnicze w postaci plików TIFF) oraz wykonane na ich podstawie produkty pochodne (np. wygenerowane ortofotoplany).

6.1.2. Na podstawie pozyskanych materiałów oraz wykonanych analiz przestrzennych GIS (rastrowych i wektorowych), na drodze fotointerpretacji, wektoryzacji czy klasyfikacji obrazów Wykonawca przeprowadzi klasyfikację poniższych klas pokrycia (oddzielnie dla poszczególnych lat dla których zgromadzone będą dane):

- drzewostany (warianty: żywe i martwe: stojące i leżące jeżeli z pozyskanych materiałów będzie można pozyskać taką informację);
- zarośla krzewów (np. przy g.g.l. lub zarastających polan, hal);
- laski jarzębinowe (ponad g.g.l., pomiędzy świerczynami a kosodrzewiną jeżeli z pozyskanych materiałów będzie można pozyskać taką informację);
- kosodrzewina (z uwzględnieniem oddzielonych płatów),
- piętro roślinności alpejskiej;

- polany i hale (z informacją o wariantach koszenia i braku użytkowania jeżeli z pozyskanych materiałów będzie można pozyskać taką informację),
- skały i piargi, gołoborza;
- tereny z infrastrukturą (budynki, parkingi, drogi);
- pozostałe tereny bez roślinności drzewiastej i krzewiastej (np. zręby).
- Inne uzgodnione z Zamawiającym (np. zalegające płaty śniegu)

6.1.3. Dokładna liczba okresów czasowych, dla których należy wykonać analizy zostanie uzgodniona z Zamawiającym, jednak należy przyjąć, że analizy będą wykonywane co najmniej na podstawie analiz obrazów materiałów fotolotniczych oraz satelitarnych z lat: 1977, 1983, 1993, 1998, 2003, 2010, 2012, 2014, 2019 -2021, Zamawiający dopuszcza, w przypadku braku możliwości wykonania klasyfikacji dla danych archiwalnych, do wszystkich ww. klas pokrycia, ograniczenie liczby klas, jednak takie odstępstwo jest możliwe jedynie w wyjątkowych przypadkach spowodowanych niską jakością geodanych i każdorazowo wymaga uzgodnienia z Zamawiającym.

6.1.4. Wykonawca na podstawie przeprowadzonych klasyfikacji pokrycia terenu sporządzi porównawczą analizę powierzchniowych zmian klas pokrycia wyszczególnionych w pkt. 6.1.2 dla poszczególnych interwałów czasowych.

6.1.5. Na podstawie wykonanych analiz na zgromadzonych geodanych Wykonawca zestawí w odpowiednich arkuszach kalkulacyjnych (zgodne z formatem Excel) powierzchnie, długości granic, liczby poligonów, zasięgi min – maks. wysokości n.p.m czy inne statystyki ustalone z Zamawiającym. Jako najmniejszy przedział czasowy dla rejestracji zmian Zamawiający przyjmuje wstępnie 5 lat ale w sytuacji wystąpienia nagłych gradacji czy uszkodzeń od wiatru i dostępności geodanych – Zamawiający na drodze ustalenia z Wykonawcą określi konkretne przedziały czasowe do wyliczenia statystyk zmian poszczególnych klas pokrycia terenu.

6.1.6. Na podstawie wykonanych analiz Wykonawca sporządzi kompozycje mapowe przedstawiające aktualny stan pokrycia terenu przez ww. klasy pokrycia terenu oraz historyczne powierzchniowe zmiany pokrycia terenu ww. klas pokrycia terenu, w skali 1:10 000, w formacie A0 w plikach wyeksportowanych do plików .pdf i .jpg rozdzielczość min. 300 dpi. Szczegółowe wytyczne dotyczące kompozycji mapowych zostaną ustalone z Zamawiającym po wykonaniu analiz gdyż są uzależnione od ich wyników. Wykonawca prześle także projekty kompozycji mapowych w formacie .mxd z relatywnym zapisem ścieżek i wszystkimi danymi umożliwiającymi właściwe otworzenie projektu w ArcGIS 10.2. oraz po odbiorze prawidłowo wykonanych prac dwa egzemplarze wydrukowane – format A0, papier o gramaturze min. 120 g

6.2. Analizy składu gatunkowego drzewostanów z wyodrębnieniem zarośli krzewów i kosodrzewiny (realizacja w ramach działania nr 10,11)

6.2.1. Wykonawca na podstawie pozyskanych danych hiperspektralnych, danych ALS oraz terenowych pomiarów referencyjnych gatunków drzew i tła wykona klasyfikację lasotwórczych gatunków drzew na obszarach leśnych z uwzględnieniem w legendzie klasyfikacji co najmniej: świerk pospolity *Picea abies*, buk zwyczajny *Fagus sylvatica*, jodła pospolita *Abies alba*, klon jawor *Acer pseudoplatanus*, kosodrzewina *Pinus mugo*, jesion wyniosły *Fraxinus excelsior*, modrzew europejski *Larix decidua*, olsza szara *Alnus incana*, jarząb pospolity *Sorbus aucuparia* i odnosząc wyniki do istniejących warstw podziału powierzchniowego (mapa numeryczna; warstwy wektorowe oddziałów) dokona analizy agregacji sklasyfikowanych (np. metoda GEOBIA) dominujących głównych gatunków lasotwórczych w grupy (poligony wewnątrz oddziałów). W tym celu Wykonawca zobowiązany jest założyć na obszarze analiz co najmniej 6 powierzchni obserwacyjnych (po 3 powierzchnie po stronie północnej „N” oraz 3 powierzchnie po stronie południowej „S” masywu Babiej Góry) w dominującym (> 85% zajmowanej powierzchni koron piętra głównego) drzewostanie danego gatunku (taksonu). Wydzielone powierzchnie taksonów wewnątrz oddziałów BgPN nie mogą być mniejsze niż 10 arów (0.1 ha). Do obszaru zajmowanego przez poligon dominującego taksonu zalicza się także przestrzeń pomiędzy koronami z wyłączeniem dużych luk przekraczających 10 arów (0,1 ha) np. wylesień, halizn, piargów, które należy wyodrębnić jako inne z zaznaczeniem czego dotyczą. W niektórych przypadkach, np. drzewostanów w fazie rozpadu, kiedy trudno będzie określić skład gatunkowy pojawiającego się odnowienia, wymagana będzie weryfikacja terenowa.

W przypadkach szczególnych drzewostanów mieszanych o równomiernym stopniu zmieszania (np. 50-50% lub 33-33-33% $\pm$ 5%) Wykonawca skonsultuje z Zamawiającym kolejność gatunku dominującego. Wysokość drzew w przypadku wydzielanych poligonów dominujących taksonów musi być > 3m. W przypadku zarośli krzewów i kosodrzewiny oraz naturalnego lub sztucznego odnowienia drzewostanów, wysokość roślinności musi być > 0.5m.

Dokładność określania gatunku panującego powinna wynieść powyżej 70% - weryfikacja na podstawie danych naziemnych z powierzchni testowych i fotointerpretacji. Opracowaniu obligatoryjnie podlegają gatunki, których udział powierzchniowy na wszystkich powierzchniach próbnych wynosi minimum 10%)

6.2.2. Wykonawca dostarczy Zamawiającemu warstwy wektorowe wydzielonych powierzchni taksonów z aktualnym składem gatunkowym dla drzewostanu głównego, w odniesieniu ilościowym w granicach aktualnego podziału administracyjnego BgPN na poziomie oddziału z wyodrębnieniem innych przestrzeni w granicach oddziału nie wchodzących w granice danego taksonu obejmującego drzewostan oraz roślinność krzewiastą takie jak np. wylesienia, halizny, piargi. Na podstawie atrybutów przypisanych do poszczególnych oddziałów Wykonawca sporządzi także zagregowaną warstwę wskazującą na ilość dominujących taksonów w oddziałach (np. oddziały 1-gatunkowe, 2-gatunkowe, 3-gatunkowe...)

Proponowane zestawienie tabelaryczne dla uzyskanych wyników przedstawiono poniżej (Tab. 4)

Tabela 4. Wzór tabeli dla powierzchni oraz udziału taksonów w oddziale.

Nr oddziału wg. obowiązującego podziału powierzchniowego BgPN	Oznaczenie taksonów (literowe)	Powierzchnia zajmowana przez takson	Udział i skład gatunkowy w poligonie taksonu (np. 5Jd, 3Sw, 2Bk)
Np. 24	a		
	b		
	c		

6.2.3. W oparciu o wydzielone grupy taksonów oraz zdegradowaną warstwę wskazującą na ilość dominujących taksonów w oddziałach Wykonawca sporządzi kompozycję mapową, w skali 1:10 000, w formacie A0 wyeksportowane do plików .pdf i .jpg, rozdzielczość min. 300 dpi. Wykonawca przekaże także projekt kompozycji mapowej w formacie .mxd z relatywnym zapisem ścieżek i wszystkimi danymi umożliwiającymi właściwe otworzenie projektu w ArcGIS 10.2 oraz po odbiorze prawidłowo wykonanych prac dwa egzemplarze wydrukowane – format A0, papier o gramaturze min. 120 g.

6.3. Budowa drzewostanu (realizacja w ramach działania nr 10,11)

6.3.1. Struktura piętrowa dominujących taksonów

Na podstawie chmur punktów ALS1 LEAF-ON oraz ALS2 LEAF-OFF, Wykonawca dokona analizy struktury przestrzennej, poziomej i pionowej wydzielonych dominujących taksonów. Wewnątrz poligonów taksonów powstaną hierarchicznie wydzielone grupy (segmentu) i dokonane zestawienie ilościowe (powierzchniowe i procentowe) wg poniższego schematu: Minimalna wielkość obiektu (segmentu) wydzielanego w procesie analiz 5 ary (500 m²). Weryfikacja wyników na podstawie powierzchni testowych. Dokładność klasyfikacji nie gorsza niż 70%

- a. Drzewostan piętra górnego (I piętro; drzewa dominujące, panujące i współpanujące)
- b. Drzewostan podrzędny (II piętro) – korony drzew poniżej I piętra, nieznacznie wkraczające w I piętro. Osiągana wysokość koron do ok. 2/3 wysokości I piętra.
- c. Drzewostany o strukturze przerębowej (występowanie dużej różnorodności struktury piętrowej bez wyraźnej dominacji jednej z grup wysokościowych i wiekowych)
- d. Drzewostan podrzędny o wysokościach drzew:
 - od 0,5 do 2,0 m;
 - od 2,1 do 8,0 m
 - przedział 0,5- 8,0 m (w przypadku braku możliwości rozgraniczenia w/w przedziałów skutkującego powstaniem poligonów < 0,10 ha)

6.3.2. Określenie zwarcia poziomego koron

Wykonawca na podstawie danych fotolotniczych (ALS1-LEAF-ON oraz FOTO_1) określi zwarcie poziome koron drzew dla piętra I, stosując skalę 0-100% i piksel dla Modelu Koron Drzew (MKD; ang. CHM.) o oczku 10,0m (wartość piksela powinna reprezentować średnią wielkość korony drzewa i może być modyfikowana w zależności od analizowanej grupy drzewostanów)

Przez zwarcie poziome drzewostanu należy rozumieć stosunek powierzchni rzutu koron drzew drzewostanu głównego na powierzchnię poziomą do analizowanego obszaru (np. 1 ha). Obrysy referencyjne koron drzew w starszych klasach wieku (> 60 lat) mają być pozyskane podstawie chmur punktów LiDAR (ALS LEAF-ON) lub pochodzić z opracowania fotogrametrycznego modeli 3D (stereogramów zdjęć lotniczych CIR). Ocena dokładności zwarcia poziomego (0-100%) określanego na podstawie chmur punktów ALS (ALS LEAF-ON); siatka 10x10m) ma być przeprowadzona na podstawie minimum 80 obszarów reprezentujących gatunki (taksony) w różnych klasach zwarcia o powierzchni minimalnej 1000m². Błąd określania zwarcia poziomego koron na podstawie ALS nie powinien przekraczać 20% w stosunku do danych referencyjnych.

Zwarcie poziome koron drzew należy określić zgodnie z poniższymi zakresami:

- zwarcie pełne (91 – 100%);
- zwarcie umiarkowane (67 – 90%);
- zwarcie przerywane (51 – 66%);
- zwarcie luźne (<50%).

Tabela 5. Wzór tabeli dla zestawienia zwarcia dla poszczególnych taksonów w oddziale

Oddz.	Powierzchnia	Procent zajmowanej powierzchni %	Zwarcie
-------	--------------	----------------------------------	---------

	Oznaczenie taksonu	taksonu ha	I piętro	II piętro	Struktura przerębowa	Drzewostan podrzędny w przedziałach wysokość [m]			poziome najwyższego piętra [%]
						0,5 - 2	2,1 - 8	Zmieszane 0,5 - 8	

Tabela 6. Wzór tabeli dla zestawienia średniej wysokości drzew dla poszczególnych taksonów w oddziale

Oddz.	Oznaczenie taksonu	Średnia wysokość [m]	
		I piętro	II piętro

6.3.3. W oparciu o wyniki przeprowadzonych analiz Wykonawca sporządzi kompozycję mapową, w skali 1:10 000, w formacie A0 wyeksportowane do plików .pdf i .jpg, rozdzielczość min. 300 dpi. Wykonawca prześle także projekt kompozycji mapowej w formacie .mxd z relatywnym zapisem ścieżek i wszystkimi danymi umożliwiającymi właściwe otworzenie projektu w ArcGIS 10.2 oraz po odbiorze prawidłowo wykonanych prac dwa egzemplarze wydrukowane – format A0, papier o gramaturze min. 120 g.

6.4. Określenie zasobności drzewostanów w poszczególnych jednostkach „takson dominujący” (realizacja w ramach działania nr 10,11)

6.4.1. Na podstawie założonych przez Wykonawcę w terenie powierzchni próbnych (badawczych), zostanie określona zależność pomiędzy pomierzonymi cechami taksacyjnymi dominujących gatunków (np. $d_{1,3m}$, wysokość, wielkość korony). Wykonawca jest zobowiązany dla każdego gatunku (taksonu) dominującego założyć w terenie co najmniej po 10 powierzchni badawczych na każdej z dwóch głównych ekspozycji (N oraz S) o powierzchni co najmniej 1000 m². Zamawiający udostępni Wykonawcy posiadane przez siebie dane z inwentaryzacji przeprowadzonych na powierzchniach kołowych lub na innych transektach badawczych. Wykonawca musi wziąć pod uwagę, iż współrzędne środków tych powierzchni wymagają prawdopodobnie ponownego pomiaru odpowiedniej klasy odbiornikiem GNSS.

6.4.2. Wykonawca ma za zadanie przedstawić pełną metodykę opracowania zasobności taksonów dominujących uwzględniającą analizy statystyczne (np. Radanom Forest) bazujące na metrykach (np. percentyle, zwarcie, wysokości, echa) otrzymanych z lotniczego skanowania laserowego (ALS1 LEAF-ON oraz ALS2 LEAF OFF). Mapa zasobności powinna być sporządzona jako warstwa rastrowa (komórka 10mx10m) i zapisana w formacie GeoTIFF. Uzyskane dane należy zestawić tabelarycznie dla każdego taksonu oddzielnie.

6.4.3. Zasobność drzewostanów należy określić na podstawie pierśnicowego pola przekroju drzewostanu ($G \text{ m}^2/\text{ha}$) oraz innych zmiennych (statystyk, metryk) ALS oraz wybranych wskaźników roślinnych (np. z wykorzystaniem obrazów hiperspektralnych) - określonych na drodze modelowania statystycznego pozyskanych w projekcie danych teledetekcyjnych oraz wybranych informacji opisowych (dokładność: $R^2 > 0.6$, $\%RMSE < 30\%$, ocena dokładności na podstawie danych terenowych z inwentaryzacji pozyskanych z powierzchni próbnych).

Przez powierzchnie próbne (badawcze) należy rozumieć liczbę powierzchni gwarantującą uzyskanie dokładności opisanych powyżej na których należy wykonać pomiar: pozycji środka lub narożników powierzchni próbnych / transektów badawczych (pomiar GNSS) i pozycji drzewa (pomiar azymutalny), pierśnicy i wysokości (wysokość drzew zgodnie z IUL). Szczegółowe parametry powierzchni próbnych mają umożliwić uzyskanie dokładności cech opisanych powyżej muszą być zdefiniowane w metodyce przedstawionej przez Wykonawcę.

6.4.4. W oparciu o wyniki przeprowadzonych analiz Wykonawca sporządzi kompozycję mapową, w skali 1:10 000, w formacie A0 wyeksportowane do plików .pdf i .jpg, rozdzielczość min. 300 dpi. Wykonawca prześle także projekt kompozycji mapowej w formacie .mxd z relatywnym zapisem ścieżek i wszystkimi danymi umożliwiającymi właściwe otworzenie projektu w ArcGIS 10.2 oraz po odbiorze prawidłowo wykonanych prac dwa egzemplarze wydrukowane – format A0, papier o gramaturze min. 120 g.

6.5. Inwentaryzacja stanu zdrowotnego drzewostanów BgPN. (realizacja w ramach działania nr 10,11)

6.5.1. Wykonawca ma dokonać inwentaryzacji drzew i drzewostanów pod kątem ich kondycji zdrowotnej przyjmując zaproponowane w metodyce klasy defoliacji i przebarwień aparatu asymilacyjnego. Analiza ma być dokonana w oparciu o klasyfikację i analizy statystyczne geodanych: ALS1, zdjęć lotniczych FOTO1 (lub FOTO2 lub FOTO3) oraz zobrażeń hiperspektralnych (HS), termicznych (TIR) pozyskanych w okresie pełnego rozwoju fenologicznego. Wykonawca ma obowiązek założyć w terenie i udokumentować (współrzędne dGNSS; zdjęcia z GeoTAG) co najmniej 20 powierzchni, po 10 powierzchni (na ekspozycji N oraz S) dla każdej w wytypowanej klasy zdrowotnej/uszkodzeń (w sytuacji drzewostanów martwych: typy obiektów np. drzewa martwe stojące bez koron, drzewa martwe stojące z koronami bez aparatu asymilacyjnego, drzewa stojące złamane). Zaproponowane klasy uszkodzeń i stanu zdrowotnego muszą uzyskać akceptację Zamawiającego w zaproponowanej przez Wykonawcę metodyce fotointerpretacji i klasyfikacji geodanych. Na podstawie przeprowadzonej analizy obrazu, Wykonawca dokona tabelarycznego (format Excel) zestawienia

ilościowego poszczególnych wydzielonych klas i typów uszkodzeń oraz przygotuje odpowiednie warstwy wektorowe GIS (Esri Shapefile) z tabelą atrybutów. Zestawienie ilościowe należy odnieść do jednostek podziału powierzchniowego (Oddziały).

6.5.2. Wykonawca sporządzi kompozycję mapową z naniesionymi powierzchniami uszkodzonych drzewostanów w odniesieniu do klas zdrowotności i typów uszkodzeń, w skali 1:10 000, w formacie A0 wyeksportowane do plików .pdf i .jpg, rozdzielczość min. 300 dpi. Wykonawca prześle także projekt kompozycji mapowej w formacie .mxd z relatywnym zapisem ścieżek i wszystkimi danymi umożliwiającymi właściwe otworzenie projektu w ArcGIS 10.2 oraz po odbiorze prawidłowo wykonanych prac dwa egzemplarze wydrukowane – format A0, papier o gramaturze min. 120 g.

Tabela 7. Wzór tabeli dla zestawienia uszkodzeń w oddziałach

Oddział	Typ uszkodzenia	Powierzchnia uszkodzenia [ha]	Uszkodzenie powierzchni [%]	Klasa defoliacji	Klasa przebarwień

6.6. Bezpieczeństwo na szlakach turystycznych (realizacja w ramach działania nr 11)

6.6.1. Wykonawca przeprowadzi analizę przestrzenną GIS polegającą na wskazaniu odcinków szlaków turystycznych oraz parkingów i miejsc wypoczynku/odpoczynku turystów – zagrożonych upadkiem drzew martwych i osłabionych (obumierających lub pochylonych). Wykonawca przedstawi Zamawiającemu metodykę analiz wraz z zaproponowanymi klasami ryzyka (co najmniej 3 klasy ryzyka upadku drzew na szlak lub inny obiekt turystyczny w zależności od odległości drzewa od obiektu turystycznego, wysokości drzewa, rozmiaru korony i pnia drzewa). Do analizy należy wykorzystać chmury punktów ALS oraz wyniki analizy stanu zdrowotnego drzew jak również modele NMT oraz NMPT. W szczególnych przypadkach, jeśli okaże się to konieczne, Wykonawca może proponować analizę z wykorzystaniem chmur punktów TLS lub MLS.

6.6.2. Wykonawca prześle Zamawiającemu:

- warstwę wektorową (warstwa liniowa; Esri shapefile) szlaków ze wskazaniem odcinków zagrożonych
- warstwę obszarów wokół szlaków zagrożonych upadkiem drzew (warstwa poligonowa; Esri shapefile)

6.6.3. Wykonawca sporządzi kompozycję mapową przedstawiającą obszary zagrożone upadkiem drzewa oraz fragmenty zagrożonych szlaków w przyjętej klasyfikacji stopni ryzyka w skali 1:10 000, w formacie A0 wyeksportowane do plików .pdf i .jpg, rozdzielczość min. 300 dpi. Wykonawca prześle także projekt kompozycji mapowej w formacie .mxd z relatywnym zapisem ścieżek i wszystkimi danymi umożliwiającymi właściwe otwarcie projektu w ArcGIS 10.2 oraz po odbiorze prawidłowo wykonanych prac dwa egzemplarze wydrukowane – format A0, papier o gramaturze min. 120 g.

6.7. Inwentaryzacja sieci komunikacyjnych oraz istniejącej i teoretycznej sieci wód powierzchniowych. (realizacja w ramach działania nr 11)

6.7.1. Zadaniem wykonawcy jest zweryfikowanie poprawności istniejących w zasobach Zamawiającego warstw wektorowych sieci komunikacyjnej oraz hydrologicznej i jej aktualizacja w oparciu o aktualny model NMT wygenerowany na podstawie lotniczego skanowania laserowego ALS1 oraz ALS2 oraz w razie konieczności na podstawie przeprowadzonych prac terenowych.

6.7.2. Wykonawca przed przystąpieniem do właściwych prac proponuje Zamawiającemu metodykę wykonania weryfikacji. Metodyka wymaga zatwierdzenia przez Zamawiającego.

6.7.3. Wykonawca zaktualizuje i prześle Zamawiającemu odpowiednie warstwy geometryczne (liniowe i poligonowe) w zależności od typu obiektu wraz z bazą atrybutową obrazującą wyodrębnione ciągi komunikacyjne takie jak drogi, ścieżki oraz istniejącą i teoretyczną warstwę wód powierzchniowych w rozbięciu na: potoki, stawki, jeziora, inne zbiorniki wodne.

6.7.4. Wykonawca sporządzi kompozycję mapową przedstawiającą sieć komunikacyjną oraz wody powierzchniowe obszaru opracowania z zaznaczonymi granicami podziału powierzchniowego (granice oddziałów) w skali 1:10 000, w formacie A0 wyeksportowane do plików .pdf i .jpg, rozdzielczość min. 300 dpi. Wykonawca prześle także projekt kompozycji mapowej w formacie .mxd z relatywnym zapisem ścieżek i wszystkimi danymi umożliwiającymi właściwe otwarcie projektu w ArcGIS 10.2 oraz po odbiorze prawidłowo wykonanych prac dwa egzemplarze wydrukowane – format A0, papier o gramaturze min. 120 g.

6.8. Raporty z przetwarzania geodanych i wykonania analiz przestrzennych (realizacja w ramach działania nr 11)

6.8.1. Wykonawca oddzielnie dla każdej z analiz zobowiązany jest do przekazania szczegółowego raportu zawierającego:

- Metodykę pozyskiwania geodanych do analiz oraz przetwarzania geodanych (pre-processing, klasyfikacja, powierzchnie wzorcowe/referencyjne)
- Wyniki analiz przestrzennych GIS i ich kontrola jakości dla poszczególnych zadań.
- Zestawienie (skatalogowanie) wszystkich dokumentów i danych przekazanych Zamawiającemu w ramach realizacji przedsięwzięcia.

6.8.2. Raporty zostaną przygotowane i dostarczone w wersji edytowalnej (plik DOCX) oraz w formacie PDF i dodatkowo w formie drukowanej w formacie A4 (po 2 egzemplarze). Raporty do zadań do których Zamawiający wymaga dostarczenia kompozycji mapowej z otrzymanych wyników w formacie A0 w skali 1: 10 000, poza opisem zastosowanej metodyki i wyników, muszą zawierać także kompozycje mapowe w skali 1:10 000 przygotowane w formie arkuszy formatu A3 (odpowiednio złożonych do formatu A4 i zintegrowanych z pozostałą częścią raportu). Szczegółowe wytyczne dotyczące przygotowywanych raportów zostaną ustalone z Zamawiającym.

6.8.3. Wszystkie mapy i raporty przygotowywane i dostarczone podczas realizacji projektu powinny być opatrzone logotypami zgodnie z zasadami promocji i oznakowania projektów w ramach Programu Infrastruktura i Środowisko 2014-2020 (<https://www.pois.gov.pl/strony/o-programie/promocja/>), w odpowiednim układzie. Szczegółowe wytyczne dotyczące oznakowania produktów powstałych w ramach projektu zostaną uzgodnione z Zamawiającym.

7. Implementacja wyników do systemu informacji przestrzennej w BgPN (realizacja w ramach działania nr 12)

- 7.1. Wykonawca przed przekazaniem ostatecznej wersji pozyskanych danych i wytworzonych produktów w wyniku realizacji niniejszego zadania, przystosuje je w sposób określony przez Zamawiającego na etapie realizacji działania nr 1 w celu dostosowania ich do istniejącego systemu GIS w BgPN.
- 7.2. Odbiór prac nastąpi na podstawie protokołu odbioru wystawionego przez Zamawiającego po sprawdzeniu prawidłowego funkcjonowania przekazanych danych i produktów pozyskanych w ramach realizacji zadania. Odbiór nastąpi w obecności Wykonawcy, który przedstawi Zamawiającemu funkcjonalność w/w elementów w systemie GIS w BgPN.

8. Przeprowadzenie szkolenie pracowników BgPN (realizacja w ramach działania nr 13)

- 8.1. Wykonawca w ramach działania nr 13 przeprowadzi szkolenie dla co najmniej 6 pracowników BgPN z zakresu korzystania z danych oraz produktów wytworzonych w ramach niniejszego zadania.
- 8.2. Zakres szkolenia będzie obejmował: wyświetlenia, przeglądania, przeszukiwania, tworzenia kwerend, podstawowych analiz przestrzennych czy edycji w środowisku GIS. Ponadto wykonawca przekaze szkolonym informację o sposobie wytworzenia poszczególnych produktów oraz ich specyfice i cechach charakterystycznych.
- 8.3. Szkolenie zostanie przeprowadzone w siedzibie Zamawiającego.
- 8.4. Odbiór prac nastąpi na podstawie protokołu odbioru wystawionego przez Zamawiającego po zakończonym szkoleniu.

9. Procedury odbioru prac wyszczególnionych w pkt. 3,4,6

- 9.1. Wykonawca zobowiązany jest do przekazania pozyskanych danych oraz każdego z wykonanych produktów oddzielnie, zgodnie z terminami określonymi w harmonogramie (pkt 1.2). Przekazanie odbędzie się w siedzibie Zamawiającego lub w siedzibie Eksperta (pkt 1) i potwierdzone zostanie podpisaniem protokołu przekazania.
- 9.2. Zamawiający w terminie 14 dni roboczych dokona oceny i kontroli przekazanych pozyskanych danych i produktów.
- 9.3. W przypadku nie stwierdzenia błędów w przekazanych pozyskanych danych i produktach Zamawiający podpisze z Wykonawcą protokół odbioru, który będzie podstawą do wystawienia faktury przez Wykonawcę za wykonanie odpowiedniej części zamówienia.
- 9.4. W przypadku stwierdzenia przez Zamawiającego niezgodności dostarczonych danych i produktów ze specyfikacją, Zamawiający przedstawi Wykonawcy listę uwag do przekazanych danych lub produktów w formie dokumentu, który zostanie przekazany za pośrednictwem poczty elektronicznej do osoby ze strony Wykonawcy odpowiedzialnej za kontakt z Zamawiającym.
- 9.5. Wykonawca w terminie 10 dni roboczych dokona poprawy nieprawidłowości i przekaże do ponownej kontroli Zamawiającemu.

- 9.6. Zamawiający w terminie 10 dni roboczych dokona ponownej kontroli dostarczonego produktu lub pozyskanych danych i o wynikach kontroli poinformuje Wykonawcę dokumentem, przekazany za pośrednictwem poczty elektronicznej do osoby ze strony Wykonawcy odpowiedzialnej za kontakt z Zamawiającym.
- 9.7. W przypadku nie stwierdzenia błędów w przekazanych produktach lub danych Zamawiający podpisze z Wykonawcą protokół odbioru, który będzie podstawą do wystawienia faktury przez Wykonawcę za wykonanie odpowiedniej części zamówienia.
- 9.8. W przypadku ponownego stwierdzenia błędów w przekazanych produktach lub danych sprawdzanych wcześniej, każdy dzień roboczy po otrzymaniu uwag o niezgodnościach w opracowanych danych lub produktach będzie skutkował naliczeniem Wykonawcy kar umownych w wysokości zawartej w umowie na realizację niniejszego zadania.
- 9.9. Zamawiający przedstawi Wykonawcy uwagi do przekazanych produktów w formie dokumentu dostarczonego za pośrednictwem poczty elektronicznej, w którym Wykonawcy zostanie wyznaczony termin do którego zobowiązany będzie do przekazania produktu lub danych bez wad. Wykonawca może przedłożyć poprawiony produkt lub pozyskane dane Zamawiającemu przed datą wyznaczoną przez Zamawiającego.
- 9.10. Zamawiający w terminie do 10 dni roboczych ponownie skontroluje przekazany produkt i prześle uwagi Wykonawcy. Czas jaki będzie potrzebny Zamawiającemu do ponownej kontroli nie będzie liczony jako dni opóźnienia i nie będzie skutkował naliczaniem kar umownych za każdy dzień zwłoki w dostarczeniu Zamawiającemu poprawnego produktu lub pozyskanych danych.