

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Pozyskanie danych do przeprowadzenia prac badawczych dotyczących analizy i inteligentnej konwersji danych surowych skaningu laserowego oraz obrazów RGB do postaci cyfrowych scen wirtualnych

w ramach projektu *„Interakcyjna gra symulacyjna z immersyjnym fotelem gamingowym odwzorowującym dynamikę obiektów rzeczywistych zapewniająca silną interakcję z grą i otoczeniem - Insignic”* współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014 – 2020 (PO IR)

Spis treści

Wprowadzenie	3
1. Cel przedmiotu zamówienia	3
2. Opis prac do realizacji w ramach zamówienia	3
2.1 Zakres prac	3
2.1.1 Skaniny laserowe	4
2.2.2 Zdjęcia izometryczne	5
2.2.3 Nagrania wideo z czoła pojazdu	5
2.2.4 Nagrania audio z kabiny pojazdu	6
2.2.5 Sygnały dla przeciążeń z pojazdu	7
2.2.6 Wymagania dodatkowe dla kompletu danych	7
3. Harmonogram prac	7
4. Wymagania do realizacji Zamówienia	8

Wprowadzenie

Zamawiający prowadzi postępowanie mające na celu wyłonienie Wykonawcy usługi pozyskania danych ze szlaków kolejowych oraz trenerów przylegających do szlaków kolejowych. Zakres prac dotyczy pozyskania danych niezbędnych do przeprowadzenia prac badawczych dotyczących analizy i inteligentnej konwersji danych surowych skaningu laserowego oraz obrazów RGB do postaci cyfrowych scen wirtualnych. W ramach zleconych prac podwykonawca, wykorzystując sparametryzowany zestaw urządzeń stanowiący referencje do urządzeń przewidzianych do integracji w inteligentnym mapperze, dokona pomiarów odcinka 10km² szlaków kolejowych efektem, których będzie:

1. chmura punktów skanowanego obszaru wygenerowana na podstawie lasera LiDAR (gęstość chmury min. 300 punktów na metr kwadratowy, średnia odległość między punktami min. 1cm, dokładność odwzorowania min. 2cm),
2. zdjęcia wysokiej rozdzielczości (rozdzielczość min. 4K, kąt widzenia: min. 60 stopni, rozdzielczość przestrzenna min. 2cm, głębia koloru min. 24 bity).

Wymagana jest wysoka dokładności pomiaru dla każdego z typów urządzeń zapewniona, m.in. poprzez rejestracje wykonane przy niskich prędkościach przejazdów oraz właściwie dobrane odcinki szlaków w połączeniu z rozkładami jazdy, tak by na pozyskanych zestawach danych nie występowały elementy będące bezpośrednimi dystraktorami, tj. inne pociągi, prace remontowe itp.). Do przedmiotowego zakresu prac wymaga się dostarczenia materiałów referencyjnych audio-video oraz dokonania procesu adnotacji przez sygnatury geograficzne w formacie zgodnym z Państwowym Układem Współrzędnych Geodezyjnych 2000.

1. Cel przedmiotu zamówienia

Celem usługi jest przeprowadzenie prac badawczych wykonanych również w terenie z zakresu pozyskania danych przestrzennych z pozycjonowaniem wykorzystującym wysoko dokładny lokalizator, wykorzystujący korektę RTK, zapewniający uśrednioną dokładność danych wynikowych na poziomie 0,5cm. Konieczne jest dostarczenie danych o przyspieszeniach rejestrowanych w czasie pomiarów jakie oddziaływały na pojazd, sygnały audio w obszarze 10km² terenu kolejowego i około-kolejowego. Główny obszar rejestracji ma zawierać przede wszystkim szlak kolejowy, ale także elewacje otaczającą szlak. Usługa jest elementem prac weryfikujących prace nad modułami analitycznymi złożonych struktur danych 3D zgodnie z przyjętymi założeniami projektowymi. Właściwa, jakościowa reprezentacja danych jest bardzo ważna na etapie badań, która ma pozwolić dodatkowo na weryfikację opracowywanych modeli przetwarzania danych i modeli sieci neuronowych przetwarzający dane przestrzenne w trybie quasi-real time.

2. Opis prac do realizacji w ramach zamówienia

2.1 Zakres prac

W ramach realizacji zamówienia Wykonawca jest zobowiązany do realizacji usługi, której efektem będzie dostarczenie na rzecz Zamawiającego informacji określonych w Tabeli 1.

Tabela 1. Oczekiwane do dostarczenia produkty i informacje wynikowe jako efekt realizowanej usługi.

Symbol	Opis
DD.01	Chmura punktów, wygenerowana na podstawie skaningu laserowego, zgodnie z podaną specyfikacją, dla parametrów wyjściowych.
DD.02	Zdjęcia w wysokiej rozdzielczości, wykonane pod kątem co najmniej 60 stopni, zgodnie z podaną specyfikacją dla parametrów wyjściowych.

DD.03	Zestaw danych dotyczących wartości przeciążeń, zgodnie z podaną specyfikacją, dla parametrów wyjściowych.
DD.04	Zestaw danych audio, zgodnie z podaną specyfikacją, dla parametrów wyjściowych.
DD.05	Nagrania wideo w wysokiej rozdzielczości, wykonane z perspektywy czoła pojazdu trakcyjnego, zgodnie z podaną specyfikacją, dla parametrów wyjściowych.

Informacje, o których mowa w Tabeli 1 powinny zostać przekazane Zamawiającemu niezwłocznie po ich zebraniu i przygotowaniu, w sposób umożliwiający ich swobodny odczyt i modyfikację, z uwzględnieniem ograniczeń funkcyjnych wynikających z różnych rodzajów oprogramowania. Wszystkie dane wymienione w Tabeli 1 muszą posiadać przypisaną informację geolokalizacyjną, umożliwiającą przypisanie danego zasobu informacyjnego, do konkretnego miejsca w przestrzeni. Sposób oznaczenia lokalizacji dla poszczególnych zasobów informacyjnych leży w gestii Wykonawcy, jednakże Wykonawca zobowiązany jest do opracowania instrukcji dotyczącej sposobu zapisywania i wiązania z obszarami informacji lokalizacyjnych.

Szlaki kolejowe, dla których zostaną dokonane pomiary mają zostać zaproponowane przez Zleceniobiorcę i zaakceptowane przez Zleceniodawcę. Zleceniobiorca zobowiązany jest do ścisłego określenia tras i ich parametrów.

Od Zleceniobiorcy wymaga się uzyskanie wszelkich zgód, pozwoleń oraz spełnienia wymogów dla wykonania pomiarów.

2.1.1 Skanিং laserowy

Zleceniobiorca zobowiązany jest w ramach dostarczanego zamówienia przekazać skan 3D w postaci chmury punktów (plików LAS) całości wskazanego obszaru. Skan 3D musi zostać wykonany techniką skaningu laserowego (wykorzystując sensor pomiarowy typu LiDAR). Niedozwolone jest korzystanie z metod odwzorowania przy użyciu innych technologii, takich jak generowanie chmury punktów z wykorzystaniem obrazów RGB. Kryteria jakie musi spełnić materiał opisane zostały w Tabeli 2. Materiał z całości oblotów musi być ze sobą spójny i kompletny. Wraz z plikami źródłowymi Zleceniobiorca zobowiązuje się do przekazania plików umożliwiających uruchomienie projektu w programie do wizualizacji danych GIS-owych (np. ArcGis, AgiSoft) bez potrzeby dodatkowej konfiguracji. Do załączonych materiałów Zleceniobiorca zobowiązany jest także do przekazania instrukcji z dokładnie opisanymi plikami (rejestr i opis struktury plików) oraz procedurami niezbędnymi do przygotowania środowiska wizualizacyjnego oraz uruchomienia projektu. Dostarczony zestaw plików docelowych przygotowany musi być w układzie współrzędnych XY: PUWG 2000s6 oraz układzie wysokościowym: Amsterdam.

Klasy obiektów do klasyfikacji na zeskanowanym materiale:

1. Grunt
2. Roślinność
3. Elementy infrastruktury
 - a. budynki gospodarcze
 - b. stacje kolejowe
 - c. perony
 - d. mosty
 - e. wiadukty
 - f. przepusty
 - g. tunele

- h. posterunki ruchu
- i. słupy trakcyjne
- j. semafony
- 4. Torowisko
- 5. Trakcja
- 6. Pozostałe, w tym:
 - a. dzikie przejścia
 - b. porzucone elementy infrastruktury/taboru

Tabela 2. Kryteria wymagane dla danych ze skaningu laserowego.

Kryterium	Parametr
Pas terenu	min. 35m od osi toru, bądź torowiska w przypadku linii 2 torowych
Gęstość chmury punktów 3D (Point Density)	$\geq 300\text{ppm}^2$ (punktów na metr kwadratowy)
Średnia odległość między punktami dla chmury punktów (Point Spacing)	$\leq 1\text{cm}$
Dokładność odwzorowania punktów w przestrzeni XYZ	$\leq 2\text{cm}$

2.2.2 Zdjęcia izometryczne

Zleceniobiorca zobowiązany jest w ramach dostarczanego zamówienia przekazać zdjęć przedstawiających szlak kolejowy w perspektywie izometrycznej. Kryteria jakie musi spełnić materiał opisane zostały w Tabeli 3. Załączony materiał musi być ze sobą spójny oraz opisane muszą zostać referencje geograficzne dla każdego pliku fotograficznego.

Tabela 3. Kryteria wymagane dla danych ze zdjęć izometrycznych w wysokiej rozdzielczości.

Kryterium	Parametr
Pas terenu	min. 20m od osi toru, bądź torowiska w przypadku linii 2 torowych
Kąt widzenia obiektywu	≥ 60 stopni
Kąt natarcia względem powierzchni terenu	15 – 45 stopni
Rozdzielczość przestrzenna w środku zdjęcia	2cm
Format zapisu	PNG i/lub JPG i/lub TIFF
Głębokość koloru	24 bity
Tryb koloru	RGB
Minimalna rozdzielczość zdjęcia	3240 x 2560px

2.2.3 Nagrania wideo z czoła pojazdu

Zleceniobiorca zobowiązany jest do przekazania nagrań wideo z perspektywy czoła pojazdu szynowego poruszającego się na zadanym obszarze w warunkach operacyjnych. Nagrania muszą być przygotowane w warunkach umożliwiających ich interpretację przez algorytmy analizy wizyjnej, stąd warunki, podczas których będą wykonywane muszą być pozbawione dystraktorów w postaci: pokrywy śnieżnej, opadów śniegu, deszczu, gradu, mgły itp. Ponadto nagranie nie może zawierać defektów

zewnątrznych - w przypadku wykonywania nagrania z perspektywy wnętrza kabiny, obraz nie może zawierać artefaktów w postaci zabrudzeń szyby, ruchu wycieraczki itp.

Pozyskany materiał musi mieć charakter ciągły - opisany dla każdej trasy odcinkami granicznymi przy zachowaniu spójnej logiki łączenia i ciągłości - materiał nagrany z przejazdu ze Stacji A do Stacji B, musi zachować kryterium ciągłości dla obszaru widocznego z perspektywy początku nagrania ze Stacji B do Stacji C. Ponadto cały filmowany obszar musi być ostry na całej długości trasy, niedopuszczalne są fragmenty, na których widoczna jest strata ostrości obrazu. Kryterium wyłączającym wskazany parametr łączności jest końcowy punkt danego odcinka szlaku kolejowego. Pozostałe kryteria dla nagrań wideo zdefiniowano w ramach Tabeli 4.

Tabela 4. Kryteria wymagane dla nagrań wideo

Kryterium	Parametr
Kąt widzenia kamery (FOV)	≥ 30 stopni
Rozdzielczość rejestrowanego obrazu	$\geq 1980 \times 1280$ px
Częstotliwość próbkowania kamery	≥ 30 Hz
Głębia kolorów	24 bity
Format danych	MP4 i/lub MOV

2.2.4 Nagrania audio z kabiny pojazdu

Zleceniobiorca zobowiązany jest do dostarczenia nagrań audio pochodzących z kabiny maszynisty pojazdu trakcyjnego (innego niż autobus szynowy) wraz z ich geolokalizacją dla każdej sekundy nagrania, a także informacjami dotyczącymi prędkości poruszania się składu kolejowego, aktualizowanej nie rzadziej niż raz na 2.5 sekundy. Minimalna łączna długość przekazanego nagrania wideo to 3h, a minimalna liczba kilometrów trasy pokonanych przez skład kolejowy w czasie realizacji nagrania wynosi 250km. Ponadto w ramach dostarczonych nagrań nie może być wyraźnie słyszalnych rozmów ani innych dźwięków niezwiązanych z normlaną pracą danego pojazdu kolejowego oraz wynikających z jazdy po infrastrukturze danego typu.

Tabela 5. Kryteria wymagane dla nagrań audio z kabiny pojazdu

Kryterium	Parametr
Typ dźwięku	2 kanały (stereo)
Pasma przenoszenia	100 – 10000 [Hz]
Charakterystyka kierunkowości mikrofonu wykorzystywanego do pomiarów	dookólna
Czułość mikrofonu wykorzystywanego do pomiaru	120dB
Format danych	WAV, Próbkowanie: 24[Bit] / 192[kHZ]

2.2.5 Sygnały dla przeciążeń z pojazdu

Zleceniobiorca zobowiązany jest do dostarczenia sygnałów przeciążeń oddziałujących na pojazd trakcyjny. Dane dotyczące przeciążeń muszą być powiązane z przekazanym materiałem nagrań wideo, o którym mowa w pkt. 2.2.3 – w związku z czym nie muszą już zawierać samodzielnych danych geolokalizacyjnych. Wymagane typy informacji to:

- dane pochodzące z akcelerometru, o zakresie pomiarowych nie gorszym niż $\pm 8g$, próbkowanie nie mniejsze niż 15Hz;
- dane pochodzące z żyroskopu, o zakresach pomiarowych: $\pm 250^\circ/s$, $\pm 500^\circ/s$, $\pm 1000^\circ/s$, $\pm 2000^\circ/s$, próbkowanie nie mniejsze niż 10Hz;
- dane pochodzące z barometru, o zakresie pomiarowym nie gorszym niż 30 – 125kPa;
- dane pochodzące z magnetometru, o zakresie pomiarowym nie gorszym niż ± 4 , ± 8 , ± 12 , ± 16 gauss;

2.2.6 Wymagania dodatkowe dla kompletu danych

Wszystkie zebrane dane muszą zostać skatalogowane i opisane rejestrem w formie umożliwiającej ich ręczną weryfikację. Dopuszczalne formy dla rejestru to tabela, struktura JSON, XML lub inna struktura logiczna umożliwiająca łączenie ze sobą fragmentów szlaków z sygnaturami geo-referencyjnymi oraz odpowiednim meta-językiem opisu umożliwiającym ich wykorzystanie w ramach fuzji sensorycznej przy wykorzystaniu narzędzi informatycznych. Każdy z typów danych musi zostać opisany parametrami umożliwiającymi odtworzenie odpowiedniego miejsca przy wykorzystaniu parametru lokalizacyjnego. Przykładowo: Plik wideo musi zostać sparametryzowany parametrami jazdy pociągu dla możliwości uruchomienia pliku wideo z przejazdu ze Stacji A do Stacji B na jego N-tym kilometrze, dla takiego pliku źródłowego musi zostać opisany algorytm umożliwiający uruchomienie pliku wideo w odpowiedniej jego klatce. Zleceniobiorca w ramach oddania danych zobowiązany jest do przekazania dokumentacji meta-opisu oraz opisu środowiska narzędziowego umożliwiającego ich uruchomienie i wykorzystanie dla odszukania kompletu danych według zadanej kwerendy lokalizacyjnej.

3. Harmonogram prac

Pierwszą fazę realizacji zamówienia stanowi przygotowanie przez Zleceniobiorcę wybranych szlaków kolejowych, dla których spełnione zostaną wymogi pomiarowe. Przed przystąpieniem do realizacji faktycznego zakresu merytorycznego pomiarów Zleceniobiorca musi uzyskać akceptację Zleceniodawcy, która oceniona zostanie pod względem spełnialności kryteriów przedstawionych w zamówieniu. Wybrany zakres pomiarowy będzie stanowił załącznik do Umowy i na jego podstawie weryfikowana będzie kompletność zrealizowanych prac.

W ramach realizowanych prac Zleceniobiorca odda efekty prac w podziale na etapy. Spełnienie kryteriów dla danego typów danych i ich akceptacja przez Zleceniodawcę definiuje możliwość przejście do kolejnego etapu prac. Prace mogą być realizowane równolegle z zastrzeżeniem możliwości braku akceptacji przedstawionych kryteriów dla prac chronologicznie wcześniejszych pod rygorem powtórnego wykonania prac, w tym prac które w wyniku dalszych zależności wymagają powtórzenia prac dla kolejnych etapów.

Tabela 6. Podział projektu na etapy

Nr etapu	Wskaźnik realizacji Zamówienia	Dane dostarczone w ramach etapu
----------	--------------------------------	---------------------------------

Etap 1	25%	Materiały dotyczące skaningu laserowego oraz zdjęć izometrycznych (zadania DD.01 i DD.02 zgodnie z Tabelą nr 1)
Etap 2	33%	Materiały dotyczące nagrań wideo oraz audio (zadanie DD.03 zgodnie z Tabelą nr 1.)
Etap 3	42%	1. Materiały dotyczące sygnałów o przeciążeniach oddziaływujących na skład kolejowy 2. Komplet danych opisany meta-opisem, wraz z dokumentacją i wykazem przekazywanych danych (zadania DD.04, DD.05 zgodnie z Tabelą nr 1)

W ramach zdefiniowanego podziału na etapy Zleceniodawca oczekuje dostarczenia poszczególnych rezultatów dla etapów w ramach procedur odbiorowych zgodnie z poniższym harmonogramem (Tabela 7).

Tabela 7. Harmonogram realizacji etapów

Nr etapu	Termin oddania etapu
Etap 1	Nie później niż dwa miesiące od daty podpisaniu Umowy
Etap 2	Nie później niż trzy miesiące od daty podpisania Umowy
Etap 3	Nie później niż cztery miesiące od daty podpisania Umowy

4. Wymagania do realizacji Zamówienia

Do realizacji Zamówienia z należytą starannością Zleceniodawca wymaga złożenia od Zleceniobiorcy oświadczeń o posiadaniu niezbędnej kadry oraz zasobów.

W ramach realizacji usługi zasoby kadrowe Zleceniobiorcy muszą mieć ma kwalifikacje dotyczące doboru aparatury pomiarowej, definiowaniu sposobów pomiaru na bazie dostarczonych parametrów, planowania cykli pozyskiwania danych pod względem zaburzeń jakie generują czynniki zewnętrzne, takie jak warunki pogodowe, rozkład jazdy (ruch), remonty, cykliczne prace na trasie, itp. Ponadto członkowie zespołu wykonawcy muszą posiadać niezbędną wiedzę, doświadczenie, a także dopuszczenie do obsługi i poruszania się po obszarach torowych.

Zespół Zleceniobiorcy musi posiadać wysokie kwalifikacje z zakresu wiedzy o wytycznych, rozporządzeniach kolejowych oraz całego polskiego rynku kolejowego, co umożliwi przeprowadzenie efektywnych prac pod kątem zebrania danych stanowiących jak największą bazę badawczą w zastosowaniu gry symulacyjnej odbywającej się w świecie kolejowym oraz ubogacenie jej szerokim zakresem występujących na trasie elementów z różnych zakresów infrastruktury kolejowej (trakcja, elementy torowe, elementy sterujące, fizyczne elementy infrastruktury zarządczo-technicznej).

Wymagania minimalne dotyczącego Zespołu Zleceniobiorcy:

Nazwa stanowiska	Wymagane doświadczenie
Specjalista ds. techniki pomiarowej	Minimum roczne doświadczenie w pozyskiwaniu danych fotogrametrycznych i przestrzennych, szczególnie z obszarów kolejowych

Specjalista ds. przetwarzania danych przestrzennych	Minimum 2 letnie doświadczenie w dziedzinie przetwarzania, analizy i opisu chmur punktów, będących wynikowymi skaningu laserowego
Specjalista ds. infrastruktury kolejowej	Minimum roczne doświadczenie w klasyfikacji elementów charakterystycznych infrastruktury, opisu szlaku kolejowego pod kątem standardów definiowanych przez Ministerstwo Transportu, wytycznych interoperacyjności oraz bezpośrednich standardów budowlanych pod względem dopuszczenia i certyfikacji infrastruktury torowowo-trakcyjnej

W ramach wymagań związanych z zasobami posiadanymi przez Zleceniobiorcę wymaga się pełnego środowiska narzędziowego do wykonania prac oraz referencji w postaci już wykonanych pomiarów z wykorzystaniem metod fotogrametrii.

Wymagania minimalne dotyczące zasobów posiadanych przez Zleceniobiorcę:

Nazwa zasobu	Specyfikacja
Środowisko narzędziowe do pracy na plikach geoprzestrzeniach	Licencje na oprogramowanie służące do analizy danych fotogrametrycznych (np. QuantumGIS lub ArcGIS)
Dane przetworzone na podstawie pomiarów geoprzestrzennych	Fragmenty surowe oraz przetworzone dla obszarów kolejowych (minimum dla 500 km), w tym ortofotomapy obszaru, chmury punktów, skaningu laserowego LiDaR, zdjęć izometrycznych i wideo.