Zał. nr 2 Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia - specyfikacja

Dot. zapytania ofertowego nr ET/2025/5 z dnia 06.11.2026, na wykonanie i dostawę modułu wyliczenia materiałowego i kalkulacja komponentów, w ramach projektu pt.: „Systemy decyzyjne do procesów projektowania systemów dachowych i fasadowych zintegrowanych z mikropanelami fotowoltaicznymi o różnych wymiarach".

Informacje ogólne

Poniższy dokument opisuje wymagania całego systemu, gdyż wymagania te mają wpływ na opisane w punkcie E. niniejszego dokumentu funkcjonalności i zakres usług, których dotyczy poniższa specyfikacja. Zamawiane moduły będą elementami składowymi całego systemu.

Specyfikacja techniczna – całego systemu

Nazwa systemu: *Systemy decyzyjne do procesów projektowania systemów dachowych i fasadowych zintegrowanych z mikropanelami fotowoltaicznymi o różnych wymiarach*

A. Ogólne wytyczne dotyczące całego systemu podzielonego na moduły

1. Wyzwania stawiane całemu systemowi:

Podstawową sprawą w całym systemie jest Stworzenie silnika GIS 3d modelu budynku zintegrowanego z fotowoltaiką komunikującego się z innymi modułami poprzez API:

W ramach tych prac wchodzą stworzenie i wdrożenie do systemu algorytmów:

- System identyfikacji kluczowych punktów na mapie satelitarnej do tworzenia bryły 3d: poprzez analizę obrazów identyfikacja obrysów budynku i dachu, tworzenia punktów załamań połaci, identyfikacja obiektów zacienienia na dachu (np. komin, wyższa połać) oraz obok budynku (np. drzewo).
- System identyfikacji kluczowych punktów na zdjęciu budynku do określenia płaszczyzny, na której należy rozmieścić produkty (dachówkę fotowoltaiczną, fotowoltaiczny system fasadowy).
- System rozmieszczenia obiektów 3d na zdjęciu uwzględniając kluczowe punkty
- Algorytm optymalnego rozmieszczenia produktów na płaszczyznach (dachu, fasady) celem zachowania odstępów i dobrania optymalnego schematu elektrycznego połączeń stringów fotowoltaicznych.

- System identyfikacji uzysków energetycznych różnych płaszczyzn budynków (fasada, dach) oraz odniesienie ich do możliwych uzysków energetycznych. Uzyski wzorcowe roczne są zależne od położenia geograficznego. Algorytm będzie wyliczał uzyski zgodnie z położeniem wschód-zachód, północ-południe oraz obiekty zacienienia i informacje czy będzie stosowany optymalizator mocy w instalacji.

B. Zakres prac został opisany na końcu dokumentu

Zadanie 1 - Stworzenie silnika GIS 3d modelu budynku zintegrowanego z fotowoltaiką

Problem do rozwiązania

Potencjalni klienci produktów BIPV muszą przejść proces komunikacji i wyjaśnienia z instalatorem, jak ma wyglądać integracja produktów z obiektem budowlanym (muszą dostarczyć zdjęcia budynku, dokładny adres wraz ze wskazaniem na mapie, dostarczyć rzut budynku). Instalator musi zebrać materiały i zamówić od producenta (naszej firmy) wykonania wizualizacji, kosztorysu oraz informacji o wartościach elektrycznych (uzyski mocy, opłacalność inwestycji itp.). Producent musi utrzymywać designerów 3d i kosztorysantów do opracowania dokumentacji. Dopiero po otrzymaniu tych informacji klient jest w stanie podjąć decyzję co do tego, czy jest zainteresowany produktem. Nie jest to rozwiązanie optymalne.

Proponowane rozwiązanie ma na celu zautomatyzowanie procesów sprzedażowych poprzez wdrożenie algorytmów, które pozwolą szybko skonfigurować produkt i zaprojektować rozwiązanie. Klient otrzymuje wymagane informacje, ma możliwość w czasie rzeczywistym wybrać z kilku wariantów oraz zamówić wizytę instalatora lub dokonać wstępnej rezerwacji.

Zakres prac

Opracowanie metody półautomatycznego tworzenia modeli 3D wykorzystując zdjęcia satelitarne o niskiej rozdzielczości. Wnioskodawca zamierza (wykorzystując zdjęcia satelitarne pochodzące z zewnętrznego oprogramowania) opracować rozwiązanie, które wspomogą użytkownika w szybszym przygotowaniu modelu 3D dachu. Wnioskodawca zamierza wykorzystać w tym celu algorytmy segmentacji obrazu K-średnich z odpowiednio dobranymi hiperparametrami (nadzorowanymi przez użytkownika końcowego). Dane pochodzące z segmentacji będą stanowiły dane wejściowe dla oprogramowania do tworzenia modeli 3D (3DStudioMax lub podobne) wykorzystując metody fotogeometryczne. Nową wiedzą będzie opracowanie rozwiązania, które ze zdjęcia satelitarnego będzie w stanie w sposób półautomatyczny przygotować wstępny model 3D do dalszej obróbki.

Narzędzia możliwe do wykorzystania lub podobne: OpenCV, Python, PIX3Dmapper, AutoDesk ReCap, zamawiający jest otwarty na rozwiązania pozwalające na zwiększenie wydajności systemu.

Opracowanie prototypu modułu, którego głównym celem będzie automatyzacja doboru parametrów danej instalacji. Bazując na rezultatach pracy (modelowi 3D) obróbki danych Wnioskodawca opracuje metodę automatycznego doboru rodzaju i ilości paneli maksymalizującej wykorzystanie dostępnej na nim przestrzeni oraz zysków z instalacji dla klienta końcowego. W tym celu Wnioskodawca zaimplementuje algorytm w postaci drzewa decyzyjnego, które będzie zawierało w sobie wiedzę osoby wykwalifikowanej do tego zadania. Nową wiedzą będzie przedstawienie wiedzy architekta w postaci algorytmu, który z powodzeniem go zastąpi przyśpieszając proces zakupowy.

Narzędzia możliwe do wykorzystania lub podobne: Sklearn, Python, zamawiający jest otwarty na rozwiązania pozwalające na zwiększenie wydajności systemu.

Zadanie 1.1 Opracowanie metody półautomatycznego tworzenia modeli 3D wykorzystując zdjęcia satelitarne o niskiej rozdzielczości:

- Integracja z zewnętrznym oprogramowaniem dostarczającym zdjęcia satelitarne (np. ArcGis Professional lub pokrewne)
- Badania skuteczności algorytmów segmentacji/wykrywania krawędzi obrazu (np. K-średnich) na danych pochodzących z Zad 1.1. Rezultatem ma być dokładnie zaznaczony kontur dachu w wybranym adresie. Zadanie obejmuje również budowę interfejsu użytkownika, który będzie umożliwiał wizualizację rezultatów badanych algorytmów i dostarczy użytkownikowi końcowemu możliwość ręcznego poprawienia niedokładnego rezultatu algorytmu.

- Opracowanie sposobu zapisu rezultatów pozyskanych z interfejsu użytkownika do formatu danych
  zrozumiałego dla oprogramowania do tworzenia modeli 3D. Zadanie obejmuje również dokonanie transformacji na przetworzonym obrazie 2D, która w sposób półautomatyczny stworzy ogólną bryłę budynku (która będzie bazą dla dalszej obróbki użytkownika końcowego w zewnętrznym oprogramowaniu) przyśpieszającą proces tworzenia modeli 3D.

Zadanie 1.2. Opracowanie prototypu modułu, którego głównym celem będzie automatyzacja doboru parametrów danej instalacji

- Badania nad sposobem doboru parametrów instalacji przez profesjonalnych architektów wykonujących takie zlecenia każdego dnia (będącego zespołem Wnioskodawcy), a następnie zapisanie zebranych informacji w formie drzewa decyzyjnego.

- Opracowanie interfejsu programistycznego, który przetworzy dane z modelu 3D wyselekcjonowując informacje niezbędne do rozpoczęcia wnioskowania przy użyciu zbudowanego w poprzednim podzadaniu drzewa decyzyjnego (takie jak powierzchnia dachu, krzywizny, lokalizacja kominów).
- Weryfikacja skuteczności opracowanych reguł dla projektów, które wcześniej były wykonywane przez
  Wnioskodawcę. Zadanie obejmuje dopracowanie pierwotnie utworzonych reguł celem możliwie ich najdokładniejszego działania w stosunku do rezultatów profesjonalnego zespołu.

Zadanie 2. Opracowanie prototypu docelowej platformy i osadzenie jej na skalowalnej infrastrukturze

- Osadzenie zintegrowanych elementów w formie pojedynczej instancji możliwej do osadzenia na kontenerach, które można w relatywnie krótkim czasie przeskalować lub przenieść na zasoby claudowe, by zapewnić możliwie szybkie wdrożenie po zakończeniu badań.

Testy prototypu w warunkach zbliżonych do rzeczywistych (zasilenie go danymi produkcyjnymi i ręczną weryfikacją skuteczności opracowanego rozwiązania w porównaniu z procesem przeprowadzonym manualnie). Zakończenie badań i demonstracja ostatecznej formy technologii.

C. Opis oczekiwanych wyników – Parametry modułów

Tabela 1: Oczekiwane wyniki zaplanowanych prac B+R w podziale na zadania

Zadanie 1		
Metoda tworzenia natycznego modeli 3D	Moduł selekcjonuje i obrabia zdjęcia satelitarne zapisując je w formacie zrozumiałym dla oprogramowania do obróbki 3D w czasie do 5min od chwili uruchomienia przez użytkownika interfejsu.	Wnioskodawca dopuszcza wydłużenie czasu jednak nie dłużej niż do 15min od chwili uruchomienia interfejsu. Weryfikacja będzie przeprowadzona poprzez wylosowanie 10 adresów z wybranego województwa i próba zapisania modeli 3D jedynie na podstawie zdjęcia satelitarnego wybranego adresu. Brak

		satysfakcjonujących rezultatów będzie skutkowało koniecznością przerwania projektu.
Moduł dobierający parametry instalacji	Moduł w czasie do 60s dobiera ilość i rodzaj PV na dachu w sposób odbiegający o max 20% od pierwotnego oszacowania wykonanego przez profesjonalistę	Weryfikacja parametru będzie się odbywać na podstawie wcześniejszych wdrożeń i danych jakie posiada Wnioskodawca (na dzień złożenia wniosku jest to około 100 wycen wraz z modelami 3D i dodatkowymi informacjami potrzebnymi jako dane wejściowe. Wnioskodawca dopuszcza możliwość wydłużenia działania algorytmu jednak nie dłużej niż w czasie do 2min od wprowadzenia danych wejściowych. Brak satysfakcjonujących rezultatów będzie skutkowało koniecznością przerwania projektu.
Zadanie 2		
Skalowalna infrastruktura	Prototyp jest w stanie obsługiwać (kolejkować dla użytkownika) 20 adresów i przygotować wstępnie obrobione zdjęcia satelitarne wskazanych miejsc w czasie do 300s od chwili nadesłania pierwszego adresu.	Wnioskodawca dopuszcza możliwość wydłużenia czasu jednak nie dłużej niż do 500s.. Brak uzyskania satysfakcjonujących rezultatów będzie skutkować przerwaniem projektu.

Skrócenie czasu wyceny, kalkulacji, opłacalności i wizualizacji	do – 6h	Na chwilę obecna czas oczekiwania na przygotowanie dopasowanej oferty to 120 godzin. Realizacja projektu i osiągnięcie założonych celów skróci ten czas do poziomu 6 godzin co stanowi wyraźny skok i podniesienie konkurencyjności firmy na rynku. Brak satysfakcjonujących rezultatów będzie skutkowało koniecznością przerwania projektu.

D. Nowe cechy i funkcjonalności rezultatów projektu w odniesieniu do rozwiązań konkurencyjnych

Tabela 2: Cechy innowacyjne rezultatu projektu w odniesieniu do konkurencji

Cecha/funkcjonalność rezultatu projektu	Korzyść/przewaga	Parametry techniczne
Dokładność umiejscowienia mikropaneli BIPV w systemie GIS	Dzięki dokładności pomiaru i wsparciu użytkownika w projektowaniu systemu dachowego, ograniczamy swobodę możliwości popełnienia błędów przez projektanta. System jest projektowany szybko.	Konkurencyjne rozwiązanie: PV SOL (50 cm), SolarWeb (100 cm), Nasze rozwiązanie umożliwia dokładniejsze projektowanie poprzez przyciąganie do kluczowych punktów, co daje większą dokładność (20 cm).
Szybkość projektowania komponentów dachu	Systemy do projektowania dachów wymagają specjalistycznej wiedzy w zakresie dekarstwa. Nasz system poprzez wbudowane systemy decyzyjne automatycznie	Konkurencyjne rozwiązanie: RS Dachy, Ruukki Roofs (2 h/dach) (brak systemu GIS, konieczność projektowania każdej płaszczyzny, rozkładania na płaszczyzny 2d, brak systemów

	określa płaszczyzny i rozmieszcza elementy, takie jak gąsiory, systemy rynnowe, określa kluczowe punkty zacienienia. System podejmuje decyzje za użytkownika, wiedza jest wdrożona w algorytmy, dzięki czemu użytkownik nie musi wrysowywać poszczególnych komponentów do dachu.	decyzyjnych), nasz system (15 min/dach) (możliwość plastycznego projektowania płaszczyzn poprzez widok 3d i 2d, identyfikacja kluczowych punktów dachu poprzez analizę obrazu, systemy decyzyjne do automatycznego uzupełniania odpowiednich produktów w zależności od nachylenia i stron świata).
Oszczędność wydatków energetycznych poprzez optymalny rozkład produktów o różnych wymiarach na stole laminacyjnym	Wprowadzenie technik nestingu wraz z algorytmami parametrów energetycznych do stołu laminacyjnego umożliwi wprowadzeniu znaczących kosztów do najbardzieje energochłonnego procesu produkcji paneli fotowoltaicznych - laminowania (ponad 15% kosztów bezpośrednich produkcji, > 140kW mocy). Dzięki optymalizacji koszt produkcji panelu będzie o 5% niższy.	Obecne na rynku linie laminacyjne: REOO, Meyer Burger (50% wypełnienie powierzchni stołu mikropanelami), Nasza liniia laminacyjna (75% rozkładu).
Automatyzacja produkcji mikropaneli fotowoltaicznej o róznej wielkości	Do tej pory na rynku funkcjonują panele fotowoltaiczne o jednakowej wielkości i jednakowej mocy. Producenci paneli (głównie z Chin) skupiają się na obniżeniu kosztów produkcyjnych, dlatego nie oferują paneli o różnej wielkości, przez to systemy nie są dopasowane do dachów. Przestawienie linii z jednego typu panelu na drugi zajmuje tygodnie i wymaga wymiany maszyn. Dzięki wprowadzeniu naszego systemu, możliwa będzie produkcji mikropaneli o	Inne linie produkcyjne: Ecoprogetti, Keyland, Ooi, Boots Solar.

	różnych wielkościach podczas jednego cyklu produkcyjnego.	
Oszczędność wydatków energetycznych poprzez optymalny rozkład produktów o różnych wymiarach na stole laminacyjnym	Wprowadzenie technik nestingu wraz z algorytmami parametrów energetycznych do stołu laminacyjnego umożliwi wprowadzeniu znaczących kosztów do najbardzieje energochłonnego procesu produkcji paneli fotowoltaicznych - laminowania (ponad 15% kosztów bezpośrednich produkcji, > 140kW mocy). Dzięki optymalizacji koszt produkcji panelu będzie o 5% niższy.	Obecne na rynku linie laminacyjne: REOO, Meyer Burger (50% wypełnienie powierzchni stołu mikropanelami), Nasza liniia laminacyjna (75% rozkładu)

Cecha nowości „Automatyzacja produkcji mikropaneli fotowoltaicznej o róznej wielkości" nie ma precyzyjnie określonych parametrów. Rekomendujemy doprecyzowanie parametrów technicznych, wskazanie, co jest nowością w optymalizacji ułożenia detali na stole roboczym, w jaki sposób ma zostać zrealizowana ta cecha nowości. Podobne rozwiązania, w tym algorytmy, są stosowane np. w procesach wycinania laserowego i mają na celu maksymalizację wykorzystania materiału i minimalizację czasu cięcia.

Ułożenie jakie mam miejsce w procesach wycinania laserowego jest obliczane każdorazowo dla każdej sytuacji wycinania. Ilość oraz wymiary wycinanych elementów są z góry znane. W naszym przypadku do laminatora wkładane są najpierw elementy najbardziej potrzebne w danym momencie a następnie miejsce wole uzupełniane jest przez odpowiednie dostępne w danym momencie moduły w buforze lub magazynie automatycznym. Drugim kryterium, które jest brane pod uwagę jest rozkład temperatur i ciśnienia w laminatorze. W zależności od odległości od krawędzi i od środka wartość ta jest inna. Dodatkowo każda wielkość szyby oraz jej grubość wymaga innego rozkład temperatury. Temperatura i ciśnienie zmienia się w czasie długotrwałej pracy laminatora. Wszystkie te czynniki należy cały czas mierzyć i na ich podstawie odpowiednio jak najdokładniej wypełniać przestrzeń roboczą laminatora, co pozwala na zmniejszenie energii niezbędnej do wyprodukowania 1m2 mikropanelu fotowoltaicznego. W przypadku zastosowania długich i cienkich mikropaneli niezbędna jest bardzo duża dbałość o stałość parametrów na całej powierzchni szyby.

E. Wymagane funkcjonalności i zadania

Cały system składających się z modułów będzie miał za zadanie:

1. Optymalizację zużycia materiału i energii – stworzenie algorytmów optymalizacyjnych związanych z procesem produkcyjnym mikropaneli PV.
2. Optymalizacja rozmieszczenia produktów Electrotile (blachodachówki z PV lub modułów montowanych na rąbek), tak aby optymalizować produkcję energii elektrycznej.
3. Komunikacja między modułami za pomocą interfejsu API
4. Import produktów PV produkowanych przez Wnioskodawcę.

Moduły w systemie

I. Moduł wyliczenia zapotrzebowania materiałowego i kalkulacja komponentów - MODUŁ

Funkcjonalności

1. Ustandaryzowane wzory schematów wewnętrznych mikropaneli fotowoltaicznych
   - Baza danych standardowych schematów mikropaneli.
   - Możliwość wyboru i dostosowania wzorów przez użytkownika.
2. Wyliczenia list cięć i obróbki profili aluminiowych do systemów integrowanych z fotowoltaiką
   - Algorytmy do obliczania cięć i obróbki profili aluminiowych na podstawie wymiarów budynku i paneli.
   - Generowanie szczegółowych list materiałów.
3. Wyliczenie schematów elektrycznych i wiązek elektrycznych do produktów integrowanych z fotowoltaiką
   - Automatyczne tworzenie schematów elektrycznych.
   - Obliczanie długości i parametrów wiązek elektrycznych.
4. Analiza i przygotowanie algorytmów, technologii, wzorców
   - Opracowanie i optymalizacja algorytmów do wyliczeń.
   - Badanie i integracja nowych technologii i wzorców.

Specyfikacja techniczna zamawianego modułu

1. Opracowanie warstwy backend: struktury bazy danych, uruchomienia frameworka, obiektów i klas
   - Projektowanie i implementacja struktury bazy danych.
   - Konfiguracja i uruchomienie frameworka backendowego (np. Django, Node.js).
   - Tworzenie odpowiednich obiektów i klas w kodzie backendowym.
2. Opracowanie warstwy frontend: zaprogramowanie interfejsu użytkownika, podłączenie pod frameworka
   - Implementacja interfejsu użytkownika zgodnie z przygotowaną szatą graficzną.
   - Integracja z backendem poprzez odpowiednie API.