

Załącznik Nr 1 do SWZ: Szczegółowy Opis Przedmiotu Zamówienia (SOPZ)

SZCZEGÓŁOWY OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Spis treści

I. Definicje i podstawowe skróty	2
II. Przedmiot zamówienia	3
III. Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia	4
IV. Dane, materiały i źródła informacji.....	6
V. Szczególne warunki realizacji zamówienia.....	8
VI. Harmonogram realizacji zamówienia	9

I. DEFINICJE I PODSTAWOWE SKRÓTY

O ile w niniejszym Szczegółowym Opisie Przedmiotu Zamówienia wyraźnie inaczej nie wskazano, poniższe terminy będą miały następujące znaczenie:

Tabela nr. 1. Definicje i skróty

Pojęcie / skrót	Definicja / opis
Dane satelitarne średniorozdzielcze	Dane satelitarne o rozdzielczości przestrzennej od 10 do 30 m.
Dokumentacja	Dokumentacja wytworzona w ramach Przedmiotu Zamówienia.
Metodyka	Zbiór środków i działań (metod) wybranych do realizacji określonego Zadania czy rozwiązania konkretnego problemu.
Metody teledetekcyjne	Rodzaj badań wykonywanych z pewnej odległości (zdalnie) przy wykorzystaniu specjalistycznych sensorów (czujników). Badania teledetekcyjne można wykonywać z samolotów, przestrzeni kosmicznej lub z powierzchni ziemi. Metody teledetekcyjne dzielą się na aktywne i pasywne.
Państwowy Zasób Geodezyjny i Kartograficzny (PZGiK)	Zbiór cyfrowych i analogowych materiałów (zbiory map oraz dokumenty w postaci operatów, rejestrów, wykazów, katalogów, wydawnictw, zdjęć lotniczych i satelitarnych, baz danych oraz banków danych), geodezyjnych i kartograficznych, służący gospodarce narodowej, obronności państwa, nauce, kulturze i potrzebom obywateli.
Miejska wyspa ciepła (MWC)	Zjawisko klimatyczne polegające na występowaniu wyższej temperatury powietrza w mieście w porównaniu z terenami otaczającymi miasto.
UHI-index	Różnica minimalnej dobowej temperatury powietrza między miastem i terenem pozamiejskim. Podstawowa miara miejskiej wyspy ciepła.
NDVI	Znormalizowany różnicowy wskaźnik wegetacji (NDVI) stosowany w pomiarach teledetekcyjnych, pozwalający określić stan rozwojowy oraz kondycję roślinności. NDVI bazuje na kontraście między największym odbiciem w paśmie bliskiej podczerwieni a absorpcją w paśmie czerwonym.
Przedmiot Umowy lub Przedmiot Zamówienia	Całość prac realizowanych na podstawie niniejszej umowy, mających na celu osiągnięcie rezultatu, tj. opracowanie lub aktualizację metodyki, opracowanie wniosków i rekomendacji, opracowanie lub aktualizację oprogramowania realizującego automatycznie proces określenia intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła na podstawie zobrażeń satelitarnych.

Pojęcie / skrót	Definicja / opis
Pokrycie terenu	Termin „pokrycie terenu” jest według wielu autorów utożsamiany z wymiarem biofizycznym i odnoszony jest do fizycznego opisu przestrzeni ziemi, czyli jego fizycznych właściwości, a więc odnosi się do obecnych, fizycznych właściwości powierzchni ziemi.
Użytkowanie terenu	Termin „użytkowanie terenu” bywa najczęściej odnoszony do wymiaru funkcjonalnego i utożsamiany z opisem powierzchni w aspekcie społeczno-ekonomicznym, a więc odnosi się do działalności człowieka związanej z daną częścią terenu.
Produkty	Produkty stanowią mapy temperatury powierzchni ziemi oraz intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła dla wybranych obszarów. Oprócz map dot. miejskiej wyspy ciepła produktami będą zestawienia tabelaryczne prezentujące zróżnicowanie intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła w jednostkach administracyjnych oraz wyniki porównania z intensywnością tego zjawiska w latach poprzednich.
SOPZ	Szczegółowy Opis Przedmiotu Zamówienia, niniejszy dokument stanowiący załącznik do Umowy.
Umowa	Umowa, do której załącznikiem jest niniejszy SOPZ.
Utwór	Powstały w wykonaniu Przedmiotu Umowy i utrwalony przejaw działalności twórczej, stanowiący utwór w rozumieniu ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych wskazany w Umowie i szczegółowo opisany w protokole odbioru.
Oprogramowanie	Ogół informacji w postaci zestawu instrukcji, zaimplementowanych interfejsów i zintegrowanych danych przeznaczonych dla komputera do realizacji wyznaczonych celów. Celem oprogramowania jest przetwarzanie danych w określonym przez twórcę zakresie.
GIS	System informacji geograficznej służący do wprowadzania, gromadzenia, przetwarzania oraz wizualizacji danych geograficznych, którego jedną z funkcji jest wspomaganie procesu decyzyjnego.
WMS	Usługa Web Map Service służąca do wizualizacji produktów monitoringu
Zamawiający	Polska Agencja Kosmiczna (POLSA)

II. PRZEDMIOT ZAMÓWIENIA

Miejska wyspa ciepła (MWC) to zjawisko klimatyczne polegające na występowaniu wyższej temperatury w mieście w porównaniu z terenami otaczającymi miasto. Do powstawania MWC

przyczynia się charakterystyczna dla miast struktura funkcjonalno-przestrzenna, czyli nagromadzenia powierzchni sztucznych, niewielkiego udziału terenów zieleni miejskiej oraz osłabionego przewietrzania.

Podstawową miarą miejskiej wyspy ciepła jest różnica minimalnej dobowej temperatury powietrza pomiędzy miastem i terenem pozamiejskim (UHI-index). W badaniu zjawiska miejskiej wyspy ciepła stosuje się naziemne pomiary temperatury powietrza, a także metody teledetekcyjne, w tym satelitarne i lotnicze obrazy termalne powierzchni miasta, które umożliwiają określenie temperatury powierzchni promieniującej.

Przedmiotem zamówienia jest wykonanie monitoringu satelitarnego miejskich wysp ciepła dla następujących obszarów:

1. Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia (obszar zgodny z rozporządzeniem Rady Ministrów, na podstawie ustawy z dnia 9 marca 2017),
2. Białystok,
3. Bielsko-Biała,
4. Bydgoszcz,
5. Częstochowa,
6. Elbląg,
7. Gdynia,
8. Gorzów Wielkopolski,
9. Kielce,
10. Koszalin.
11. Legnica,
12. Lublin,
13. Olsztyn,
14. Opole,
15. Płock,
16. Poznań,
17. Radom,
18. Rzeszów,
19. Szczecin,
20. Tarnów,
21. Toruń,
22. Wałbrzych,
23. Włocławek,
24. Zielona Góra.

Mapy miejskiej wyspy ciepła opracowane zostaną na podstawie danych termalnych Landsat (TIRS) z 2024 roku, gotowych danych powierzchni nieprzepuszczalnych (High Resolution Layers - Imperviousness), a także map wykonanych na zlecenie Polskiej Agencji Kosmicznej, m.in. mapa pokrycia terenu w wyniku zautomatyzowanego procesu klasyfikacji wieloczasowych scen satelitarnych Sentinel-2 z 2023 roku. Dane dodatkowe niezbędne do poprawnych analiz to: dane meteorologiczne ze stacji synoptycznych (m.in. dobowe wartości temperatury powietrza oraz prędkości wiatru) oraz dane o typach cyrkulacji Lityńskiego. Szczegółowe dane dodatkowe znajdują się w rozdziale IV.

III. SZCZEGÓŁOWY OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Przedmiot zamówienia to wykonanie usługi „**Monitoring satelitarny dla klimatu: miejska wyspa ciepła 2024**” i obejmuje w szczególności realizację następujących zadań:

III.1. Przygotowanie metodyki opracowania map intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła (Etap I).

1. Metodyka będzie zawierać co najmniej:
 - a. wskazanie danych źródłowych i wejściowych oraz ich charakterystykę,
 - b. opis wykorzystanych algorytmów do obliczania temperatury powierzchni ziemi i intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła w porze dziennej na podstawie danych termalnych Landsat (TIRS) oraz dostępnych produktów opracowanych na zlecenie POLSA,
 - c. opis w pełni automatycznego procesu generowania map dot. miejskiej wyspy ciepła,
 - d. opis metody walidacji uzyskanych wyników oraz opis materiałów źródłowych i sposobu ich wykorzystania w procesie walidacji,
 - e. projekt graficzny legend map wynikowych,
 - f. opis metadanych oraz formatu map wynikowych,
 - g. opis sposobu porównania intensywności zjawiska powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła obecnie z intensywnością tego zjawiska w okresie 5 minionych lat (analiza porównawcza, analizy statystyczne, prezentacja graficzna) w kontekście zachodzących zmian klimatu i intensyfikacji procesu urbanizacji miasta,

III.2. Wykonanie map intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła (Etap II).

1. Dla obszarów wybranych miast i metropolii z buforem 100 m zostaną przygotowane mapy temperatury powierzchni ziemi na podstawie metody analizy serii czasowej zobrażeń satelitarnych.
2. Dla obszarów wybranych miast i metropolii z buforem 100 m zostaną przygotowane mapy intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła uwzględniająca wielkości różnicy temperatury między terenami miejskim i pozamiejskim na podstawie metody analizy serii czasowej zobrażeń satelitarnych w odniesieniu do przyjętych jednostek przestrzennych. Metoda powinna uwzględniać także analizę przestrzenną i statystyczną następujących informacji:
 - a. Mapy pokrycia terenu,
 - b. Powierzchnie nieprzepuszczalne,
 - c. Wskaźnik NDVI obliczony z danych satelitarnych średniorozdzielczych,
 - d. Temperatura powietrza atmosferycznego,
 - e. Informacje statystyczne o populacji,
 - f. Inne informacje dostępne w PZGiK.
3. Dane źródłowe: dane satelitarne średniorozdzielcze Landsat-8 i -9 (kanał podczerwieni termicznej) dla lata meteorologicznego, obejmującego okres od 1 czerwca do 31 sierpnia, udostępnione publicznie.

4. Obszar analizy: granice administracyjne wybranych miast lub metropolii z buforem 100 metrów.
5. Dokładność wyniku analizy: produkt powinien zostać zaprezentowany w jednostkach przestrzennych, które zostaną ustalone z Zamawiającym na etapie przygotowania metodyki opracowania map intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła.
6. Mapy będą generowane i wizualizowane w formatach rastrowych GeoTIFF oraz png bez tła.
7. Dla opracowania map rastrowych zostanie wykorzystany układ pikseli źródłowego obrazu satelitarnego (minimalna rozdzielczość przestrzenna 100 metrów). Obraz wynikowy po resamplingu będzie posiadał piksel o wielkości 30 m.
8. Produkty będą prezentowane w Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych 1992 (EPSG:2180) z kodowaniem polskich znaków Unicode w transformacji UTF-8. Dla symbolizacji plików *GeoTIFF należy sporządzić własny plik stylu z rozszerzeniem *.sld, osobno dla każdej z warstw i każdego z plików rastrowych sporządzony wcześniej np. w oprogramowaniu QGIS.
9. Produkty monitoringu miejskiej wyspy ciepła powinny zostać przygotowane również jako usługi sieciowe WMS, umożliwiające ich wyświetlenie w dowolnym serwisie mapowym oraz oprogramowaniu GIS.
10. Przygotowane zostaną także zestawienia tabelaryczne prezentujące zróżnicowanie intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła w jednostkach administracyjnych oraz wyniki porównania z intensywnością tego zjawiska w latach poprzednich na podstawie dostępnych materiałów.
11. Wszystkie zestawienia tabelaryczne, wykresy i grafiki zostaną przekazane w pełnej wersji edytowalnej wraz z danymi źródłowymi.

III.3. Opracowanie Raportu końcowego (Etap III).

1. Wykonawca przekaze Zamawiającemu Raport końcowy z realizacji przedmiotu Umowy, zawierającego w szczególności:
 - a. opis metodyki,
 - b. wykaz materiałów źródłowych oraz danych referencyjnych wykorzystanych do opracowania produktów,
 - c. szczegółowy wykaz wykonanych produktów,
 - d. dokumentację zawierającą wyniki walidacji produktów, analizę dokładności oraz ocenę skuteczności i prawidłowości zastosowanego rozwiązania, wnioski oraz rekomendacje,
 - e. porównanie intensywności zjawiska powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła z intensywnością tego zjawiska w okresie 5 minionych lat (analiza porównawcza, analizy statystyczne, prezentacja graficzna) w kontekście zachodzących zmian klimatu i intensyfikacji procesu urbanizacji miasta,
 - f. opis wpływu odnotowanych fal upałów w 2024 roku na intensywność powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła oraz porównanie z okresem 5 minionych lat występowania fal upałów,

- g. opis intensywności zjawiska powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła w podziale na dzielnice poszczególnych miast lub gminy metropolii, w tym wyznaczenie miejsc o bardzo wysokim wskaźniku zjawiska miejskiej wyspy ciepła, tzn. miejsc interwencji,
 - h. analiza zróżnicowania intensywności PMWC dla klas pokrycia terenu, pomocniczych jednostek administracyjnych oraz w zależności od gęstości zaludnienia,
 - i. zestawienia tabelaryczne zawierające podstawowe statystyki (minimum, maksimum, średnia, odchylenie standardowe) wartości temperatury powierzchni terenu i intensywności PMWC obliczone dla pomocniczych jednostek administracyjnych oraz wyniki porównania z wartościami w ostatnich 5 latach,
 - j. analiza zróżnicowania temperatury powierzchni terenu oraz intensywności PMWC w kontekście zmiany klimatu, w zależności od klasy pokrycia terenu, przy uwzględnieniu gęstości zaludnienia w miastach, a także w kontekście rozwoju procesów urbanizacyjnych,
 - k. ocena wpływu pokrycia /użytkowania terenu na intensywność miejskiej wyspy ciepła,
 - l. opis propozycji dalszych działań rozwojowych dotyczących sposobu opracowania, zakresu i formy świadczenia serwisu monitoringowego miejskiej wyspy ciepła. W szczególności dyskusja na temat potencjalnych kierunków rozwoju metod analizy miejskiej wyspy ciepła powinna uwzględniać zagadnienia zmiennych atmosferycznych, typu pokrycia powierzchni, kondycji roślinności miejskiej, itp.,
 - m. identyfikację obszarów zastosowań i sposobu wykorzystania serwisu monitoringowego miejskiej wyspy ciepła wraz ze wskazaniem interesariuszy i użytkowników oraz możliwość wykorzystania produktów monitoringu jako danych źródłowych w innych serwisach monitoringowych.
2. Raport końcowy zostanie przekazany w wersji edytowalnej .docx oraz pdf.
 3. Wykonawca opracuje i przekaże Zamawiającemu prezentację zawierającą informacje opisujące sposób realizacji prac oraz jej wyników w formacie .pptx.
 4. Wykonawca przeprowadzi dla Zamawiającego prezentację sposobu realizacji prac oraz jej wyników w miejscu i terminie ustalonym przez strony. Podsumowanie uzyskanych wyników Wykonawca przedstawi w Raporcie końcowym.

IV. DANE, MATERIAŁY I ŹRÓDŁA INFORMACJI

Do realizacji Zamówienia Wykonawca wykorzysta wszystkie niezbędne źródła informacji, w tym w szczególności rekomenduje się:

1. Obowiązujące przepisy prawa lub ich projekty – ustawy, akty wykonawcze, w zakresach spraw objętych zamówieniem,
2. Europejskie i krajowe dokumenty strategiczne, programy i plany w zakresach spraw objętych zamówieniem,

3. Europejskie i krajowe dokumenty strategiczne, programy i plany mające lub mogące mieć wpływ na działalność i rozwój sektora kosmicznego, w szczególności w obszarze wykorzystania teledetekcji do określenia skutków zmian klimatu, w tym w szczególności miejskiej wyspy ciepła,
4. Opracowania, raporty i publikacje dotyczące przedmiotu zamówienia, w tym potencjału informacyjnego danych satelitarnych i ich wykorzystania w realizacji zadań publicznych - zarówno krajowe jak i zagraniczne,
5. Baza danych pokrycia/użytkowania ziemi CORINE Land Cover.
6. Baza danych o pokryciu terenu POLSA, m.in. mapy pokrycia terenu w wyniku zautomatyzowanego procesu klasyfikacji wieloczasowych scen satelitarnych Sentinel-2 z 2023 roku.
7. Baza danych o użytkowaniu terenów zurbanizowanych – Urban Atlas.
8. Baza danych o powierzchniach nieprzepuszczalnych – High Resolution Layers (HRL).
9. Wskaźnik NDVI obliczony na podstawie dane satelitarnych średniorozdzielczych.
10. Dane satelitarne Landsat-8 i -9, sensor: Thermal Infrared Sensor (TIRS-1 i TIRS-2).
11. Dane satelitarne z sensorów VIIRS (Suomi-NPP, NOAA-20), MODIS (Terra, Aqua) i/lub SLSTR (Sentinel-3).
12. Dane meteorologiczne ze stacji synoptycznych (m.in. dobowe wartości temperatury powietrza oraz prędkości wiatru).
13. Dane o typach cyrkulacji Lityńskiego
14. Dane statystyczne o populacji.
15. Dane podziału administracyjnego z rejestrów publicznych.
16. Zamawiający udostępni na wniosek Wykonawcy do wykorzystania w trakcie realizacji zamówienia materiały będące w posiadaniu Zamawiającego, związane z przedmiotem zamówienia, w tym w szczególności bazy danych, o których mowa w punkcie 6.

V. SZCZEGÓLNE WARUNKI REALIZACJI ZAMÓWIENIA

1. Podczas realizacji Umowy Wykonawca będzie ściśle współpracował z osobami odpowiedzialnymi za realizację Umowy po stronie Zamawiającego.
2. Realizacja Zamówienia odbywa się na zasadach i w zakresie określonym w Umowie.
3. Przekazywanie wyników prac odbywać się będzie w formie elektronicznej. Na życzenie Zamawiającego Wykonawca prześle wyniki prac w wersji papierowej.
4. Zadania wymagające bezpośredniego kontaktu z przedstawicielami Zamawiającego będą realizowane przez Wykonawcę w siedzibie Zamawiającego lub w formie spotkań zdalnych, oraz w miejscach wskazanych przez Zamawiającego, określonych potrzebami Zamawiającego.
5. Zadania niewymagające bezpośredniego kontaktu z przedstawicielami Zamawiającego mogą być realizowane przez Wykonawcę w jego siedzibie.
6. Ponadto Wykonawca jest zobowiązany do następujących działań:
 - a. udzielania na żądanie Zamawiającego każdorazowo pełnej informacji na temat stanu realizacji Umowy i przekazania wskazanych przez Zamawiającego dokumentów oraz informacji związanych z realizowaną Umową,

- b. zapoznania się z materiałami i przepisami niezbędnymi do poprawnej realizacji Umowy, w tym w szczególności z:
 - i. informacjami, materiałami, dokumentami krajowymi i europejskimi dotyczącymi wykorzystywanych lub planowanych do wykorzystania danych,
 - ii. dokumentami, przepisami, zarządzeniami dotyczącymi struktury, zadań, procedur procesów i sposobów ich realizacji w administracji publicznej,
 - iii. obowiązującymi przepisami związanymi zarówno ze sprawami formalno-organizacyjnymi jak i merytorycznymi realizowanej usługi i uwzględnienia ich w bieżących działaniach.
7. Zamawiający zastrzega sobie prawo między innymi do:
 - a. organizowania spotkań roboczych w formie i terminie ustalonym przez Zamawiającego,
 - b. zgłaszania uwag i proponowania zmian na każdym etapie realizacji Umowy,
 - c. żądania od Wykonawcy przedstawiania wyników prac cząstkowych dotyczących realizowanej Umowy w dowolnym terminie.

VI. HARMONOGRAM REALIZACJI ZAMÓWIENIA

Wykonawca zrealizuje przedmiot zamówienia w etapach:

Etap I - Przygotowanie metodyki opracowania map intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła

Wykonawca w Etapie I przegotuje Metodykę zgodnie z zapisami Rozdziału III.1.

Zamawiający do przekazanych przez Wykonawcę wyników Etapu I zgłosi uwagi lub zaakceptuje przedstawiony Produkt. Zamawiający wskaże termin na wniesienie uwag nie krótszy niż 3 dni robocze od dnia przekazania uwag Zamawiającego. Wykonawca jest zobowiązany do uwzględnienia uwag Zamawiającego w wyznaczonym terminie.

Etap II - Wykonanie map intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła

Wynikiem pracy w ramach Etapu II będzie Produkt:

1. Mapa temperatury powierzchni ziemi;
2. Mapa intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła wykonana na podstawie wielkości różnicy temperatury między terenami miejskim i pozamiejskim metodą analizy serii czasowej obrazowań satelitarnych w odniesieniu do przyjętych jednostek przestrzennych.
3. Zestawienia tabelaryczne prezentujące zróżnicowanie intensywności powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła w jednostkach administracyjnych oraz wyniki porównania z intensywnością tego zjawiska w latach poprzednich.

Zamawiający do przekazanych przez Wykonawcę wyników Etapu II zgłosi uwagi lub zaakceptuje przedstawiony Produkt. Zamawiający wskaże termin na wniesienie uwag nie krótszy niż 3 dni robocze od dnia przekazania uwag. Wykonawca jest zobowiązany do uwzględnienia uwag Zamawiającego w wyznaczonym terminie.

Etap III – Opracowanie Raportu końcowego

Zadaniem Wykonawcy w Etapie III jest opracowanie Raportu końcowego podsumowującego wykonaną pracę wraz z rekomendacjami na dalsze działania wraz z prezentacją. Raport końcowy zostanie przedstawiony Zamawiającemu w ramach procedury Odbioru w postaci dokumentu oraz prezentacji multimedialnej.

Zamawiający do przekazanych przez Wykonawcę wyników Etapu III zgłosi uwagi lub zaakceptuje przedstawiony Produkt. Zamawiający wskaże termin na wniesienie uwag nie krótszy niż 3 dni robocze od dnia przekazania uwag. Wykonawca jest zobowiązany do uwzględnienia uwag Zamawiającego.

Tabela nr 2. Etapy i terminy realizacji

L.p.	Etap	Termin realizacji
1.	Etap I	5 tygodni od podpisania umowy
2.	Etap II	14 tygodni od podpisania umowy
4.	Etap III	22 tygodni od podpisania umowy