* 1. Przedmiot zamówienia

Przedmiotem zamówienia jest dostarczenie i wdrożenie rozwiązania informatycznego spełniającego wymagania opisane w niniejszym dokumencie obejmującego funkcjonalność umożliwiającą automatyczną detekcję wybranych klas pokrycia terenu zdefiniowanych w Systemie Identyfikacji Działek Rolnych (LPIS) z wykorzystaniem narzędzi sztucznej inteligencji.

* 1. Terminologia i definicje
     1. Pokrycie terenu (pola zagospodarowania - PZ)

Są to wektorowe granice obiektów odzwierciedlających różne typy użytkowania terenu, którym w zależności od sposobu użytkowania (charakterystyki) przypisane są odpowiednie kody. Są to obszary o różnym, precyzyjnie zdefiniowanym sposobie użytkowania gruntu zarówno obszary niekwalifikowane do dopłat, jak i obszary kwalifikowane do podstawowego wsparcia dochodów (dawniej płatności bezpośrednich).

* Obszary niekwalifikowane to - lasy (za wyjątkiem obszarów zalesionych po roku 2008 w ramach schematu pomocowego „Zalesianie gruntów rolnych” realizowanego w ramach PROW 2007-2013, które w roku 2008 uprawnione były do przyznania płatności bezpośrednich oraz realizowanego w ramach PROW 2014-2020, SRL2327 systemów rolno-leśnych – i TZS2327 Tworzenie zadrzewień śródpolnych 23/27), siedliska, tereny przemysłowe i zurbanizowane, tereny komunikacyjne, wody (w tym rowy szersze niż 2m), tereny zadrzewione i zakrzewione, tereny oznaczone jako „Inne tereny nierolnicze”, potencjalne grunty rolne, powierzchniowe elementy nieprodukcyjne: oczka wodne od 100 m2 do 10000 m2, rowy od 2 m do 10 m szerokości oraz zagajniki śródpolne.
* Obszary kwalifikowane to - sady, uprawy trwałe, obszary zalesione po 2008 roku w ramach PROW, trwałe użytki zielone, SRL2327 systemy rolno-leśne, TZS2327 tworzenie zadrzewień śródpolnych 23/27, zagajniki o krótkiej rotacji oraz grunty orne.

Poniżej znajduje się charakterystyka obiektów tworzących aktualnie obowiązującą warstwę pokrycia terenu:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **KOD** | **Nazwa** | **Rodzaj warstwy** | **Charakterystyka** |
| L | Las | Powierzchniowa | Grunt o zwartej powierzchni, co najmniej 0,10 ha, pokryty roślinnością leśną (uprawami leśnymi) drzewami i krzewami oraz runem leśnym – lub przejściowo jej pozbawiony, a także drogi leśne |
| Z | Zadrzewienia i zakrzewienia | Powierzchniowa | Grunty porośnięte roślinnością leśną, poza zwartymi kompleksami lasów, skupiska drzew i krzewów mające charakter parku, ale nie wyposażone w urządzenia których pole powierzchni jest mniejsze od 0,1 ha, a także:   * śródpolne skupiska drzew i krzewów niezaliczone do lasów, * tereny torfowisk, pokrytych częściowo kępami krzewów i drzew karłowatych, * grunty porośnięte wikliną w stanie naturalnym oraz krzewiastymi formami wierzb w dolinach rzek i obniżeniach terenu, * przylegające do wód powierzchniowych grunty porośnięte drzewami lub krzewami, stanowiące biologiczną strefę ochronną cieków i zbiorników wodnych, * jary i wąwozy pokryte drzewami krzewami w sposób naturalny lub sztuczny w celu zabezpieczenia przed erozją, niezaliczone do lasów, * wysypiska kamieni i gruzowiska porośnięte drzewami i krzewami, * zadrzewione i zakrzewione tereny nieczynnych cmentarzy poza zwartymi kompleksami lasów,   skupiska drzew i krzewów mające charakter parku, ale nie wyposażone w urządzenia i budowle służące rekreacji i wypoczynkowi,  - inne tereny zakrzewione z wyłączeniem plantacji wieloletnich. |
| ZS | Zagajniki śródpolne | Powierzchniowa | Powierzchnia zagajnika śródpolnego może wynosić maksymalnie do 5000 m2. Zagajnik śródpolny może obejmować drzewa, krzewy lub kamienie o maksymalnej powierzchni do 0,5 ha, przy czym maksymalna wielość elementu zaliczana do EFA (obecnie nieprodukcyjne ENP) to 0,3 ha. |
| W | Wody | Powierzchniowa | Grunty znajdujące się pod wodami płynącymi i wewnętrznymi wodami stojącymi czyli: rzeki, jeziora, kanały i rowy melioracyjne, stawy, zalewy z wyjątkiem morskich wód wewnętrznych. |
| OM | Oczka wodne do 100 m2 | Powierzchniowa | Oczka wodne o maksymalnej powierzchni do 100 m2, z wyłączeniem zbiorników zawierających elementy betonowe lub plastik. W przypadku, gdy oczko wodne otacza roślinność nadbrzeżna, do powierzchni oczka wodnego wliczana jest strefa z roślinnością nadbrzeżną o szerokości do 10 m. |
| OW | Oczka wodne od 100 m2 do 10000 m2 | Powierzchniowa | Oczka wodne o powierzchni od 100 m2 do 10000 m2, z wyłączeniem zbiorników zawierających elementy betonowe lub plastik; W przypadku, gdy oczko wodne otacza roślinność nadbrzeżna, do powierzchni oczka wodnego wliczana jest strefa z roślinnością nadbrzeżną o szerokości do 10 m. |
| K | Tereny  komunikacyjne | Powierzchniowa | Grunty w granicach pasów drogowych dróg publicznych i dróg wewnętrznych w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz.U.204 poz. 320 ze zm. W szczególności do dróg zalicza się grunty zajęte pod: drogi krajowe, drogi wojewódzkie, drogi powiatowe, drogi gminne, drogi w osiedlach mieszkaniowych, drogi dojazdowe do gruntów rolnych i leśnych oraz do obiektów użyteczności publicznej, place postojowe i manewrowe przy dworcach kolejowych, autobusowych i lotniczych, portach morskich i rzecznych i innych, oraz ogólnodostępne dojazdy do ramp wyładowczych i placów składowych.  Grunty zajęte pod obiekty, budowle i inne urządzenia przeznaczone do wykonywania i obsługi ruchu kolejowego (torowiska kolejowe, stacje, rampy, magazyny, bocznice kolejowe, itp.).  Inne tereny komunikacyjne, do których zalicza się grunty zajęte pod: porty lotnicze i inne budowle oraz urządzenia służące komunikacji lotniczej, urządzenia portowe, przystanie, obiekty i budowle służące komunikacji wodnej, torowiska tramwajowe poza pasami ulic i dróg, a także obiekty i urządzenia związane z komunikacją miejską, urządzone parkingi poza lasami państwowymi, dworce autobusowe, wały ochronne wód przystosowane do ruchu kołowego. |
| U | Tereny  uprzemysłowione oraz zurbanizowane | Powierzchniowa | Tereny przemysłowe, do których zalicza się grunty zajęte pod budynki i urządzenia służące produkcji przemysłowej, a także ujęcia wody, oczyszczalnie ścieków, stacje transformatorowe, czynne hałdy i wysypiska, urządzenia magazynowo - składowe, bazy transportowe i remontowe itp.  Tereny mieszkaniowe, do których zalicza się grunty, niewykorzystywane do produkcji rolniczej i leśnej, zajęte pod budynki mieszkalne, urządzenia funkcjonalnie związane z budynkami mieszkalnymi (podwórza, dojazdy, przejścia, przydomowe place gier i zabaw itp.),  Inne tereny zabudowane, do których zalicza się grunty zajęte pod budynki i urządzenia związane z administracją, służbą zdrowia, handlem, kultem religijnym, rzemiosłem, usługami, nauką, oświatą, kulturą i sztuką, wypoczynkiem, łącznością itp., czynne cmentarze, grzebowiska zwierząt,  Tereny rekreacyjno - wypoczynkowe, do których zalicza się niezajęte pod budynki: tereny ośrodków wypoczynkowych, tereny zabaw dziecięcych, plaże, urządzone parki, skwery, zieleńce (poza pasami ulic), tereny o charakterze zabytkowym: ruiny zamków, grodziska, kurhany, pomniki przyrody itp., tereny sportowe: stadiony, boiska sportowe, skocznie narciarskie, tory saneczkowe, strzelnice sportowe, kąpieliska itp., tereny spełniające funkcje rozrywkowe: lunaparki, wesołe miasteczka itp., ogrody zoologiczne i botaniczne, tereny zieleni nieurządzonej nie zaliczone do lasów oraz gruntów zadrzewionych i zakrzewionych, ogródki działkowe.  Użytki kopalne, do których zalicza się grunty zajęte przez czynne odkrywkowe kopalnie, w których odbywa się wydobycie kopalin. |
| D | Siedliska | Powierzchniowa | Siedliska rolnicze (Grunty rolne zabudowane) obejmują grunty zajęte pod budynki mieszkalne oraz inne budynki i urządzenia budowlane służące produkcji rolniczej oraz przetwórstwu rolno- spożywczemu (kotłownie, komórki, garaże, szopy, stodoły, wiaty, spichlerze, budynki inwentarskie, silosy, place składowe i manewrowe w obrębie zabudowy itp.), Cechą charakterystyczna tych terenów jest usytuowanie ich na gruntach rolnych tj. wykazanych w ewidencji gruntów i budynków jako „B-R". |
| T | Trwałe użytki zielone | Powierzchniowa | Grunty wykorzystywane do uprawy traw lub innych pastewnych roślin zielnych rozsiewających się naturalnie (samosiewnych) lub uprawianych (wysiewanych), które nie były objęte płodozmianem danego gospodarstwa rolnego przez okres pięciu lat lub dłużej; mogą one obejmować inne gatunki, takie jak krzewy lub drzewa, które mogą nadawać się do wypasu, pod warunkiem że zachowano przewagę traw i innych pastewnych roślin zielnych, a także – w przypadku gdy zadecydują tak państwa członkowskie - grunty, które mogą nadawać się do wypasu i które stanowią część utrwalonych praktyk lokalnych w przypadkach, gdy trawy i inne zielne rośliny pastewne tradycyjnie nie są roślinnością dominującą na obszarach wypasu  Łąki trwałe - do łąk trwałych zalicza się grunty pokryte zwartą, wieloletnią roślinnością, złożoną z licznych gatunków traw, roślin motylkowych i ziół, tworzących ruń łąkową, systematycznie koszoną, a w rejonach górskich - hale i połoniny z zasady koszone.  Pastwiska trwałe - do pastwisk trwałych zalicza się grunty pokryte podobną jak na łąkach roślinnością, z reguły wypasane, a w rejonach górskich hale i połoniny, które z zasady nie są koszone, lecz wypasane.  Trwałym użytkiem zielonym stanie się również ugór z okrywą roślinną należącą do traw w przypadku nieprzerwanej deklaracja trawy na ugorze na tej samej powierzchni przez okres 5 lat. |
| S | Sady | Powierzchniowa | Grunty użytkowane jako sady bez względu na ich wielkość, uprawy trwałe (plantacje owoców). Działki deklarowane we wniosku o przyznanie płatności jako „sad" lub „mieszanka sad mieszany (uprawa wielogatunkowa)". |
| CU | Uprawy trwałe | Powierzchniowa | Uprawy trwałe – oznaczają uprawy niepodlegające płodozmianowi, inne niż trwałe użytki zielone, pastwiska trwałe i sady. Uprawy te zajmują grunty przez okres pięciu lat lub dłużej i zalicza się do nich rośliny zdrewniałe dające powtarzające się zbiory w postaci owoców oraz uprawy wieloletnie roślin niezdrewniałych, zajmujących grunt przez okres pięciu lat lub dłużej i dających powtarzające się zbiory w postaci samej rośliny.  Do upraw trwałych zalicza się zagajniki o krótkiej rotacji i szkółki:  • szkółki – oznaczają obszary, na których uprawiane są na otwartym powietrzu młode zdrewniałe (drzewiaste) rośliny w celu późniejszego przesadzenia, tj.: szkółki winorośli oraz podkładek, szkółki drzew i krzewów owocowych, szkółki roślin ozdobnych, komercyjne szkółki drzew leśnych, z wyłączeniem rosnących w lesie szkółek przeznaczonych na potrzeby własne gospodarstwa rolnego, szkółki drzew i krzewów do sadzenia w ogrodach, parkach, na poboczach dróg i na wałach (na przykład sadzonki żywopłotu, róże i inne krzewy ozdobne, ozdobne drzewa i krzewy iglaste), w tym, we wszystkich przypadkach, ich kłącza, rozłogi i młode sadzonki.  Z upraw trwałych wyłączone zostały sady jako oddzielna warstwa S. |
| O | Obszar zalesiony po 2008r. w ramach PROW | Powierzchniowa | Obszary zalesione po 2008 r. w ramach PROW 2007-2013 (zalesienia na gruntach rolnych) i PROW 2014-2020 |
| SRL2327 | Systemy rolno-leśne 23/27 | Powierzchniowa | Systemy rolno-leśne założone w ramach interwencji Zakładanie systemów rolno- leśnych WPR 2023-2027. Przyczyniają się one do redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz zwiększania zawartości materii organicznej w glebie. Drzewa i krzewy tworzą barierę chroniącą rośliny uprawne przed wiatrem, wpływają na poprawę zasobów wodnych oraz ochronę wód powierzchniowych, zapobiegają erozji. Mają pozytywny wpływ na różnorodność biologiczną, gdyż biocenotyczne i miododajne gatunki drzew lub krzewów są naturalnym środowiskiem występowania owadów zapylających, w szczególności pszczół. Systemy rolno-leśne, w których drzewa i krzewy stanowią część pastwiska dają zwierzętom schronienie przed niekorzystnymi warunkami pogodowymi. Dzięki temu podnoszą dobrostan zwierząt, co przekłada się na poprawę ich produktywności i stanu zdrowia. |
| TZS2327 | Tworzenie zadrzewień śródpolnych 23/27 | Powierzchniowa | Zadrzewienia powstałe w ramach interwencji Tworzenie zadrzewień śródpolnych WPR 2023-2027. Stanowią one element krajobrazu istotny dla zachowania bioróżnorodności obszarów rolnych, ponieważ są miejscem bytowania wielu organizmów i bazą pokarmową m.in. dla ptaków i owadów zapylających, wspomagając tym samym utrzymanie równowagi ekologicznej w systemach rolniczych. Zadrzewienia śródpolne są też ważne dla produkcji rolnej poprzez m.in. zwiększanie retencji krajobrazowej, ograniczenie skutków suszy i zapobieganie erozji glebowej. Odgrywają też ważną rolę w ochronie jakości wód. |
| R | Zagajnik o krótkiej rotacji | Powierzchniowa | Powierzchnie obsadzone gatunkami nw. drzew, kwalifikujące się tylko do jednolitej płatności obszarowej, w skład których wchodzą zdrewniałe uprawy wieloletnie, a także podkładki lub podstawy łodyg pozostające w ziemi po zbiorach oraz pędy wyrastające w następnym roku.  Zgodnie z art. 2 ust. 33) Ustawy o Planie Strategicznym jest to grunt wykorzystywany do uprawy drzew z rodzaju:   * wierzba (Salix sp.), których maksymalny cykl zbioru wynosi 8 lat, * topola (Populus sp.), których maksymalny cykl zbioru wynosi 8 lat,   brzoza (Betula sp.), których maksymalny cykl zbioru wynosi 10 lat. |
| I | Inne | Powierzchniowa | Inne nienadające się do działalności rolniczej |
| P | Potencjalny grunt rolny | Powierzchniowa | Obszary niekwalifikujące się do płatności o charakterze nietrwałym, położone wewnątrz działki rolnej (wyłączenia) lub w bezpośrednim jej sąsiedztwie. Nie kwalifikują się do płatności, a jednocześnie mogą być przywrócone do produkcji rolniczej bez konieczności znaczących nakładów pracy. Warstwą potencjalny grunt rolny objęte mogą być również działki niedeklarowane w poprzednich kampaniach. |
|  | Grunty orne | Alfanumeryczna | w rozumieniu art. 4 ust. 3 lit. a rozporządzenia nr 2021/2115, oznaczają grunty uprawiane w celu produkcji roślinnej lub obszary dostępne do produkcji roślinnej, ale ugorowane; ponadto obejmują one - w okresie, w którym ma zastosowanie dane zobowiązanie - grunty uprawiane w celu produkcji roślinnej lub obszary dostępne do produkcji roślinnej, ale ugorowane, które są odłogowane zgodnie z art. 31 lub 70 bądź z normą 8 dobrej kultury rolnej zgodnej z ochroną środowiska wymienioną w załączniku III do niniejszego rozporządzenia lub z art. 22, 23 lub 24 rozporządzenia Rady (WE) nr 1257/1999 35 , lub art. 39 rozporządzenia Rady (WE) nr 1698/2005 36 , lub art. 28 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1305/ 2013 37. Warstwa powstaje poprzez odjęcie z maksymalnego obszaru kwalifikowalnego pól zagospodarowania typu obiektów niekwalifikowalnych oraz trwałych użytków zielonych, sadów i upraw trwałych, obszarów zalesionych po 2008 oraz zagajników o krótkiej rotacji. |

* + 1. Powierzchnia uprawniona do płatności (MKO - maksymalny kwalifikowalny obszar)

Powierzchnia uprawniona do płatności MKO powstaje poprzez przestrzenne odjęcie od obszaru wyznaczonego poprzez granice działki referencyjnej niżej wymienionych obiektów dostępnych na warstwach PZ:

* siedlisk (D)
* terenów komunikacyjnych (K)
* lasów (L)
* oczek wodnych od 100 m2 do 10000 m2 (OW)
* potencjalnych gruntów rolnych (P)
* terenów uprzemysłowionych lub zurbanizowanych (U)
* wód (W)
* terenów zadrzewionych lub zakrzewionych (Z)
* zagajników śródpolnych (ZS)
* innych terenów nienadających się do działalności rolniczej (I)
  + 1. Granice odniesienia (GO)

Granice działek referencyjnych o charakterze katastralnym. Są to granice ewidencyjne działek dostosowane do faktycznego sposobu użytkowania widocznego na obrazie ortofotomapy.

* + 1. Ortofotomapa

Dostępna w systemie LPIS ortofotomapa cyfrowa, tj. zdjęcie powierzchni ziemi wykonane z samolotu lub satelity przetworzone do postaci metrycznej, jest opracowaniem geodezyjnym wykonywanym zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa (art. 12 ustawy z dnia 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne Dz. U. z 2024 r. poz. 1151 t.j.). Ortofotomapy wykonane w układzie współrzędnych płaskich prostokątnych „1992", tj. w państwowym systemie odniesień przestrzennych, stanowią najlepsze, ogólnie dostępne źródło aktualizacji danych referencyjnych, dokonywania pomiarów powierzchni oraz interpretacji w zakresie zagospodarowania i użytkowania gruntów, tj. stanowią podstawowy dokument do wykonywania pomiarów i kompleksowej oceny maksymalnego kwalifikowalnego obszaru (MKO) w ramach działki. Nowe ortofotomapy, wykonane na podstawie zdjęć lotniczych i zobrazowań satelitarnych, w barwach naturalnych RGB oraz w bliskiej podczerwieni CIR, a także anaglify - ortofotomapy 3D. Ich aktualizacja odbywa się cyklicznie co 2 lata (w podziale na województwa wschodnie w jednym roku i województwa zachodnie w drugim roku).

* + 1. LPIS

System Identyfikacji Działek Rolnych (z ang. Land Parcel Identification System), jest podstawowym elementem IACS, szczególnie w kontekście realizacji Wspólnej Polityki Rolnej (WPR) w Unii Europejskiej. Jest to baza danych utworzona na podstawie Ewidencji Gruntów i Budynków, której celem jest zapewnienie aktualnych danych o użytkach rolnych, co jest niezbędne do prawidłowego przyznawania i rozliczania płatności bezpośrednich oraz innych form wsparcia finansowego dla rolników. Bazuje na ortofotomapach (zdjęciach lotniczych lub satelitarnych).

* + 1. IACS

Zintegrowany System Zarządzania (ang. Integrated Administration and Control System, IACS), którego techniczne i funkcjonalne zostały szczegółowo opisane w Rozdziale II Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/2116 z dnia 2 grudnia 2021 r. w sprawie finansowania, zarządzania i monitorowania wspólnej polityki rolnej (Dz.U. L 435 z 6.12.2021, s. 187).

* + 1. Dane wektorowe

Format danych przestrzennych, które reprezentują obiekty geograficzne, typu punkty, linie i poligony. Każdy obiekt punktowy jest reprezentowany jako pojedyncza para współrzędnych, natomiast linia i obiekt poligonowy przedstawione są jako uporządkowany zbiór wierzchołków.

* + 1. Dane rastrowe

Format danych przestrzennych, który opisuje dany obszar w postaci zbioru komórek o jednakowym rozmiarze uporządkowanych w wiersze i kolumny. Każda komórka zawiera wartość atrybutu oraz współrzędne jej lokalizacji.

* + 1. Atrybut warstwy

W systemach informacji geograficznej nieprzestrzenna informacja opisująca obiekty geograficzne, zwykle przechowywana w tabeli i powiązana z nimi poprzez unikalny identyfikator.

* + 1. Rozbieżność

To zgłoszenie konieczności aktualizacji danych referencyjnych LPIS, wskazujące na obiekty należące do warstwy referencyjnej Producenta Rolnego, sklasyfikowana jako „Do rozwiązania". Rozbieżność może być związana z konkretnym wnioskiem lub być niezależnym zgłoszeniem dotyczącym aktualizacji danych graficznych.

* + 1. AI

Sztuczna inteligencja (AI) to dziedzina informatyki, która rozwija systemy zdolne do wykonywania zadań wymagających ludzkiej inteligencji, takich jak rozumowanie, rozpoznawanie wzorców czy podejmowanie decyzji. Obejmuje techniki takie jak uczenie maszynowe, które pozwalają maszynom uczyć się na podstawie danych, oraz uczenie głębokie, które wykorzystuje sieci neuronowe do analizy dużych zbiorów danych.

* + 1. ML

Uczenie maszynowe (ML) to gałąź sztucznej inteligencji, która polega na tworzeniu algorytmów zdolnych do rozpoznawania wzorców i wyciągania wniosków na podstawie danych, bez potrzeby programowania ich do konkretnych zadań. Uczenie maszynowe dzieli się na różne techniki, w tym uczenie nadzorowane, gdzie model jest trenowany na danych z etykietami oraz uczenie nienadzorowane, które pozwala na wykrywanie ukrytych struktur w danych.

* + 1. Model uczenia maszynowego

Matematyczny lub statystyczny model, który jest trenowany na danych w celu rozwiązywania określonych problemów, takich jak klasyfikacja, regresja czy klasteryzacja. Model ten uczy się wzorców i zależności w danych, a po zakończeniu procesu treningowego jest w stanie dokonywać prognoz lub podejmować decyzje na nowych, nieznanych danych.

* + 1. Zestaw danych

Ortofotomapy cyfrowe o rozdzielczości przestrzennej 25cm, 50cm, 10m (i więcej dla radarowych), bądź BSL lub dane z lotniczej teledetekcji hiperspektralnej. Obrazujące konkretny zakres przestrzenny. A także dodatkowe dane wektorowe i/lub rastrowe wspomagające proces identyfikacji klas pokrycia terenu.

* + 1. Zestaw testowy

Zestaw danych składający się z danych rastrowych i odpowiadających im danych wektorowych z poprawnymi klasami pokrycia terenu, utworzony na potrzeby walidacji skuteczności algorytmów automatycznej identyfikacji klas pokrycia terenu.

* + 1. Zbiory treningowe, testowe i walidacyjne

Zbiory danych wykorzystywane do trenowania, testowania i walidacji modeli sztucznej inteligencji. Składają się z danych rastrowych oraz odpowiadających im danych wektorowych zawierających poprawne klasy pokrycia terenu Zbiory treningowe służą do nauki modelu, walidacyjne do oceny postępów nauki, a testowe do weryfikacji skuteczności po zakończeniu nauki.

* + 1. Metryki systemowe

Metryki odzwierciedlające skuteczność procesu automatycznej identyfikacji klas pokrycia terenu w systemie.

* + 1. Metryki modelowe

Metryki wykorzystywane do oceny jakości modelu w procesie nauki, nie biorą pod uwagę dodatkowej logiki zaimplementowanej w procesie identyfikacji klas pokrycia terenu.

* + 1. Repozytorium Modeli

Repozytorium stanowiące zasób systemu, w którym przechowywane są modele gotowe do wykorzystania w procesie identyfikacji klas pokrycia terenu. Oprócz samych modeli repozytorium przechowuje też ich optymalne parametry przetwarzania oraz raport skuteczności na zestawie testowym.

* + 1. Rejestr Modeli

Rejestr będący częścią Modułu Uczenia Maszynowego zawierający modele oraz ich statystyki na różnych etapach nauki.

* + 1. Poziom ufności/prawdopodobieństwo klasyfikacji

Miara określająca stopień pewności modelu sztucznej inteligencji co do poprawności przypisania obiektu do danej klasy.

* + 1. IoU (Intersection over Union)

Miara używana w postprocessingu w celu oceny, czy dwa wykrycia odnoszą się do tego samego obiektu. Określa stosunek obszaru wspólnego dwóch wykryć do obszaru ich połączenia.

* + 1. IKPT

Identyfikacja Klas Pokrycia Terenu - robocza nazwa specyfikowanego Systemu.

* 1. Zakres przedmiotu zamówienia

Zakres przedmiotu zamówienia obejmuje opracowanie systemu informatycznego umożliwiającego automatyczną detekcję klas pokrycie terenu zdefiniowanych w Systemie Identyfikacji Działek Rolnych (LPIS) na zobrazowaniach lotniczych lub satelitarnych z wykorzystaniem narzędzi sztucznej inteligencji.

Rozwiązanie powinno:

1. Wspierać identyfikację następujących klas pokrycia terenu:
2. Tereny komunikacyjne,
3. Lasy w tym m.in.:

o Zadrzewienia/zakrzewienia,

o Zagajniki śródpolne do 5000 m2,

o Żywopłoty/pasy zadrzewione do 10 m szerokości,

1. Tereny przemysłowe lub zurbanizowane,
2. Siedliska wraz z budynkami,
3. Wody płynące i wewnętrzne stojące, w tym m.in.:

o Oczka wodne od 100 do 10000 m2,

o Rowy od 2 do 10 m szerokości,

1. Inne tereny nierolnicze.

Każda z wykrytych klas (a-f) obiektów powinna być reprezentowana jako oddzielna warstwa wektorowa. Obiekty przypisane do konkretnych klas powinny być prezentowane w postaci poligonów, opatrzonych atrybutem wskazującym rozpoznaną klasę. Dodatkowo, wyniki identyfikacji powinny zawierać informację o poziomie ufności lub prawdopodobieństwie klasyfikacji dla każdego obiektu.

1. Umożliwiać użytkownikowi wybór źródła danych wejściowych np. import plików/ katalogów ze wskazanego zasobu plikowego (ortofotomapy lotnicze, satelitarne), przy uwzględnieniu różnych rozdzielczości i wielkości pikseli oraz umożliwiać podłączenie i wykorzystanie innych danych (wektorowych, rastrowych) jako wsparcie procesu identyfikacji.
2. Umożliwiać podłączanie gotowych modeli uczenia maszynowego, dostępnych na rynku lub przygotowanych w ramach obsługi Systemu.
3. Umożliwiać użytkownikowi zdefiniowanie zakresu danych wejściowych do przetworzenia. Użytkownik powinien mieć możliwość wyboru przetwarzania danych z: aktualnego widoku mapy, całego zestawu danych lub jego części wyznaczonej poprzez ręcznie wyrysowany wielokąt albo zaznaczenie obszaru z innej warstwy wektorowej.
4. Pozwalać na utworzenie przez użytkownika zbiorów treningowych, testowych i walidacyjnych dla każdej iteracji aktualizacji ortofotomapy, a także wspierać proces trenowania wczytanych modeli sztucznej inteligencji na podstawie stworzonych zbiorów TTW (treningowych, testowych i walidacyjnych).
5. Umożliwiać wybór konkretnych metryk jakości dla właściwych metod analizy obrazu w zakresie pomiaru precyzji oraz zwracać informacje o poziomie ufności/prawdopodobieństwa z jaką dany zbiór został wyuczony.
6. Przechowywać zbiory walidacyjne oraz treningowe i umożliwiać ich modyfikacje oraz ponowne wykorzystanie.
7. Umożliwiać użytkownikowi przerwanie cyklu uczenia w wybranym przez niego momencie.
8. Umożliwiać użytkownikowi konfigurację kluczowych parametrów przetwarzania danych wejściowych, takich jak: rozdzielczość, rozmiar kafelka, stopień nakładania się kafelków, rozmiar partii, próg prawdopodobieństwa klasy, próg pewności, próg IoU oraz inne parametry, dostosowując działanie modeli sztucznej inteligencji do specyfiki analizowanego materiału.
9. Automatycznie przypisać typ modelu (segmentacja, detekcja, regresja) na podstawie danych o modelu dostępnych w repozytorium modeli. Dodatkowo powinien zapewnić użytkownikowi możliwość ręcznej modyfikacji tych parametrów.
10. Umożliwiać ustalenie dopuszczalnych błędów pomiarowych dla obiektów powierzchniowych. Ustalenie dopuszczalnych błędów pomiarowych obejmie pomiar powierzchni dla obiektów powierzchniowych.
11. Wspierać zapewnienie spójności topologicznej dla wszystkich wygenerowanych. System powinien zapewniać, aby w wyniku edycji lub generowania obiektów nie powstawały niewielkie przerwy ani luki pomiędzy granicami przylegających do siebie, tożsamych pól zagospodarowania. Powstałe obiekty powierzchniowe nie powinny również się na siebie nakładać.
12. Umożliwiać kontrolę jakości zestawu danych wejściowych oraz modeli sztucznej inteligencji.
13. Umożliwiać użytkownikowi wygenerowanie raportu kontroli jakości danych wynikowych (dokładność działania Systemu, dokładność identyfikacji klas pokrycia terenu) na podstawie wskazanego przez użytkownika (w Interfejsie Użytkownika) obszaru do analizy, który może obejmować: aktualny widok mapy, cały zestaw danych lub jego część wyznaczoną poprzez ręcznie wyrysowany wielokąt albo zaznaczenie obszaru z innej warstwy wektorowej.
14. Umożliwić wyeksportowanie danych wynikowych w formatach wektorowych, które będą możliwe do wykorzystania w ramach systemów dziedzinowych ARiMR.

System „Identyfikacji Klas Pokrycia Terenu" (IKPT) będzie stanowił integralny element infrastruktury informatycznej ARiMR, zapewniając pełną interoperacyjność z innymi systemami dziedzinowymi w ramach LPIS oraz IACS. Wyniki przetwarzania, w postaci klas pokrycia terenu, będą generowane w powszechnie stosowanych formatach wektorowych, co zagwarantuje ich łatwą integrację oraz wykorzystanie w systemach dziedzinowych ARiMR.

1. Wysokopoziomowy Opis Wymaganego Rozwiązania IKPT
   1. **Cel systemu**

Celem systemu „Identyfikacji Klas Pokrycia Terenu" (IKPT) jest automatyczna identyfikacja klas pokrycia terenu na podstawie zobrazowań lotniczych lub satelitarnych. System ma wspierać procesy identyfikacji klas pokrycia terenu w ramach Systemu Identyfikacji Działek Rolnych (LPIS), z wykorzystaniem zaawansowanych technologii sztucznej inteligencji, zapewniając jednocześnie precyzję, automatyzację i spójność przetwarzania danych przestrzennych. Dodatkowo narzędzie powinno oferować użytkownikowi interakcję za pomocą intuicyjnego interfejsu graficznego (GUI).

Głównych cele systemu:

* Automatyczna identyfikacja klas pokrycia terenu

System „Identyfikacji Klas Pokrycia Terenu" (IKPT) ma umożliwiać automatyczne rozpoznawanie zdefiniowanych klas pokrycia terenu przy wykorzystaniu zaawansowanych modeli sztucznej inteligencji i algorytmów uczenia maszynowego. Proces ten opierać się będzie na analizie danych geoprzestrzennych, takich jak ortofotomapy lotnicze i satelitarne w oparciu o przygotowane zbiory danych wybranych klas pokrycia terenu.

* Weryfikacja skuteczności identyfikacji

System powinien wspierać ocenę jakości wyników automatycznej klasyfikacji klas pokrycia terenu poprzez implementację narzędzi analitycznych. Weryfikacja ta będzie oparta na określonych metrykach jakości (np. precyzja, dokładność, IoU), umożliwiając użytkownikowi ocenę skuteczności działania algorytmów oraz identyfikację obszarów wymagających dalszej optymalizacji.

* Zapewnienie kompatybilności danych z systemami ARiMR

System musi umożliwiać generowanie wyników w standardowych formatach danych przestrzennych, takich jak SHP i GML dla danych wektorowych oraz GeoTIFF i JPEG dla danych rastrowych. Możliwość trenowania modeli sztucznej inteligencji.

System powinien umożliwiać tworzenie, aktualizację i rozwój modeli sztucznej inteligencji poprzez opcję ich trenowania. W tym celu musi zapewniać użytkownikowi narzędzia do definiowania zbiorów treningowych, testowych i walidacyjnych, a także elastyczne środowisko do iteracyjnego dostosowywania modeli do zmieniających się danych lub nowych wymagań klasyfikacyjnych.

* 1. **Opis aktorów systemu**

W Systemie „Identyfikacja Klas Pokrycia Terenu" (IKPT) zidentyfikowano czterech głównych aktorów, którzy inicjują zdarzenia i współdziałają z systemem w ramach przypisanych im ról. System powinien zapewnić możliwość przypisania wielu ról jednemu użytkownikowi, co pozwoli na elastyczne dostosowanie funkcjonalności do potrzeb operacyjnych.

* 1. **Interfejsy systemu**
     1. Zewnętrzne źródła danych rastrowych

System powinien zapewniać integrację z zewnętrznymi serwisami udostępniającymi dane rastrowe takimi jak Google Maps, Google Earth, Sentinel, Geoportal Infrastruktury Informacji Przestrzennej GUGiK (geoportal.gov.pl) i inne, umożliwiając pobranie danych dla podanego obszaru.

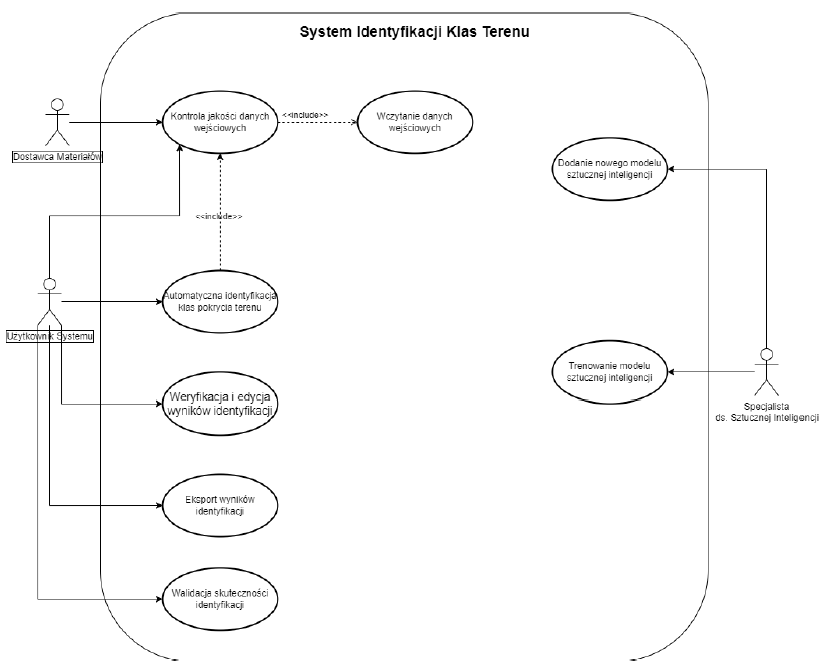
* + 1. Zewnętrzne źródła danych wektorowych

System powinien zapewniać integrację z zewnętrznymi serwisami udostępniającymi dane wektorowe takimi jak Geoportal Infrastruktury Informacji Przestrzennej GUGiK (geoportal.gov.pl), Bank Danych o Lasach (lasy.gov.pl) i inne, umożliwiając pobranie danych dla podanego obszaru.

* + 1. Zewnętrzne źródła danych przestrzennych

System powinien zapewniać integrację z zewnętrznymi serwisami udostępniającymi dane przestrzenne takie jak numeryczny model terenu lub chmura punktów z lotniczego skaningu laserowego, np. Geoportal Infrastruktury Informacji Przestrzennej GUGiK (geoportal.gov.pl) i inne, umożliwiając pobranie danych dla podanego obszaru.

* 1. Przypadki użycia



1. Kontrola jakości danych wejściowych.
2. Automatyczna identyfikacja klas pokrycia terenu.
3. Weryfikacja i edycja wyników identyfikacji klas pokrycia terenu.
4. Walidacja skuteczności automatycznej identyfikacji klas pokrycia terenu.
5. Eksport wyników identyfikacji klas pokrycia terenu.
6. Dodanie nowego modelu sztucznej inteligencji do systemu.
7. Trenowanie modeli sztucznej inteligencji.

Jako Użytkownik Systemu lub Dostawca Materiałów chciałbym skontrolować kompletność i jakość wybranych danych wejściowych w celu sprawdzenia czy spełniają wymagania algorytmów automatycznej identyfikacji klas pokrycia terenu.

Aktorzy:

* Użytkownik Systemu
* Dostawca Materiałów

Warunki wstępne:

* Do systemu dodany został przynajmniej jeden zestaw danych wejściowych.

Warunki końcowe:

* Raport jakości danych wejściowych dostępny dla użytkownika w Interfejsie Użytkownika.
* Wybrany zestaw danych oznaczony statusem zgodnym z rezultatem kontroli jakości.

Scenariusz:

1. Użytkownik wybiera zestaw danych, dla których chce wykonać kontrolę jakości.
2. System wyświetla optymalne parametry kontroli jakości i daje użytkownikowi możliwość ich modyfikacji.
3. Użytkownik modyfikuje lub nie parametry i uruchamia proces kontroli jakości.
4. System kontroluje jakość danych w wybranym zestawie danych.
5. System wyświetla raport z kontroli jakości danych.
6. Użytkownik ma możliwość ponownego uruchomienia kontroli jakości z innymi parametrami od kroku 2.

Pomocnicze przypadki użycia:

* Wczytanie danych wejściowych.

[Diagram aktywności](#bookmark124)

1. *Automatyczna identyfikacja klas pokrycia terenu*

Opis:

Jako Użytkownik Systemu chciałbym automatycznie wygenerować klasy pokrycia terenu dla wybranego zestawu danych wejściowych.

Aktorzy:

* Użytkownik Systemu

Warunki wstępne:

* Wybrany zestaw danych wejściowych pomyślnie przeszedł kontrolę jakości.
* Do systemu dodany został przynajmniej jeden model sztucznej inteligencji.

Warunki końcowe:

* Raport z procesu identyfikacji dostępny dla użytkownika w Interfejsie Użytkownika.
* Wygenerowane klasy pokrycia terenu dostępne dla użytkownika w Interfejsie Użytkownika.

Scenariusz:

1. Użytkownik wybiera zestaw danych, dla którego chce wykonać automatyczną identyfikację klas pokrycia terenu.
2. System wyświetla listę dostępnych modeli z Repozytorium Modeli.
3. Użytkownik wybiera model z listy.
4. System wyświetla optymalne parametry przetwarzania pobrane wraz z modelem z Repozytorium Modeli i umożliwia użytkownikowi ich modyfikację.
5. Użytkownik modyfikuje lub nie parametry i uruchamia proces automatycznej identyfikacji klas pokrycia terenu.
6. System informuje użytkownika o postępach procesu.
7. System wyświetla raport z procesu identyfikacji i pozwala użytkownikowi przejść do modyfikacjia trybutów oraz doboru metryk.

Pomocnicze przypadki użycia:

* Wczytanie danych wejściowych.

1. *Weryfikacja i edycja wyników identyfikacji klas pokrycia terenu*

Opis:

Jako Użytkownik Systemu chciałbym mieć możliwość ręcznej modyfikacji automatycznie wygenerowanych klas pokrycia terenu w interfejsie typu GIS, w celu dostosowania wyników do potrzeb.

Aktorzy:

* Użytkownik Systemu

Warunki wstępne:

* Wybrany zestaw danych został poddany automatycznej identyfikacji pól pokrycia terenu.

Warunki końcowe:

* Wprowadzone zmiany zostają zapisane w zestawie danych.

Scenariusz:

1. Użytkownik wybiera zestaw danych, dla którego chce przeglądać i/lub modyfikować wyniki automatycznej identyfikacji pól pokrycia terenu.
2. System wyświetla interfejs typu GIS, w którym umożliwia edycję pól pokrycia terenu.
3. Użytkownik ma możliwość zapisania zmian w zestawie danych.

[Diagram aktywności](#bookmark126)

1. *Walidacja skuteczności automatycznej identyfikacji klas pokrycia terenu*

Opis:

Jako Użytkownik Systemu chciałbym zweryfikować skuteczność automatycznej identyfikacji klas pokrycia terenu na wybranych danych testowych i otrzymać raport z wybranymi metrykami.

Aktorzy:

* Użytkownik Systemu

Warunki wstępne:

* Przynajmniej jeden zestaw testowy został dodany do systemu.

Warunki końcowe:

* Raport z walidacji dostępny dla użytkownika w Interfejsie Użytkownika.

Scenariusz:

1. Użytkownik wybiera zestaw testowy, na którym chce przeprowadzić walidację modelu.
2. System wyświetla listę dostępnych modeli z Repozytorium Modeli.
3. Użytkownik wybiera model z listy.
4. System wyświetla optymalne parametry przetwarzania pobrane wraz z modelem z Repozytorium Modeli i umożliwia użytkownikowi ich modyfikację.
5. Użytkownik modyfikuje lub nie parametry i przechodzi dalej.
6. System wyświetla listę metryk zaimplementowanych dla danego typu modelu.
7. Użytkownik wybiera metryki z listy i uruchamia proces walidacji.
8. System przetwarza zestaw testowy i wylicza wybrane metryki.
9. System generuje raport walidacji systemu i wyświetla go w Interfejsie Użytkownika.
10. *Eksport wyników identyfikacji klas pokrycia terenu*

Opis:

Jako Użytkownik Systemu chciałbym mieć możliwość wyeksportowania wygenerowanych i zmodyfikowanych wyników do innych systemów dziedzinowych ARiMR, w wybranym formacie wyjściowym.

Aktorzy:

* Użytkownik Systemu

Warunki wstępne:

* Wybrany zestaw danych został poddany automatycznej identyfikacji pól pokrycia terenu.

Warunki końcowe:

* Zestaw danych wyeksportowany w wybranym formacie.

Scenariusz:

1. Użytkownik wybiera zestaw danych, dla którego chce wyeksportować dane.
2. System wyświetla listę dostępnych formatów.
3. Użytkownik wybiera format z listy.
4. System wyświetla listę dostępnych miejsc docelowych eksportu.
5. Użytkownik wybiera miejsce docelowe i podaje niezbędne dane.
6. Użytkownik uruchamia eksport danych.
7. System przedstawia proces zaawansowania eksportu danych.
8. System informuje użytkownika o powodzeniu procesu eksportu.
9. *Dodanie nowego modelu sztucznej inteligencji do systemu*

Opis:

Jako Specjalista ds. Sztucznej Inteligencji chciałbym mieć możliwość dodania nowego modelu sztucznej inteligencji wraz z jego optymalnymi parametrami do systemu, w celu skorzystania z niego w procesie automatycznej identyfikacji klas pokrycia terenu.

Aktorzy:

* Specjalista ds. Sztucznej Inteligencji

Warunki wstępne:

* Przynajmniej jeden zestaw testowy dodany do systemu.

Warunki końcowe:

* Model dodany do repozytorium modeli i gotowy do wykorzystania w systemie.

Scenariusz:

1. Użytkownik wybiera model z listy modeli umieszczonych w Rejestrze Modeli lub podaje ścieżkę do pliku z modelem.
2. Użytkownik podaje optymalne parametry przetwarzania dla danego modelu.
3. System wywołuje testową inferencję modelem z podanymi parametrami w celu sprawdzenia jego poprawności.
4. Jeśli model jest poprawny, użytkownik wybiera zestaw testowy, na którym przeprowadzona zostanie walidacja modelu.
5. Następuje przejście do kroku 6 przypadku użycia [„Walidacja skuteczności automatycznej](#bookmark128) [identyfikacji klas pokrycia terenu”](#bookmark128).
6. Użytkownik ma możliwość zapisania modelu w Repozytorium Modeli.
7. *Trenowanie modeli sztucznej inteligencji*

Opis:

Jako Specjalista ds. Sztucznej Inteligencji chciałbym mieć możliwość nauczenia modelu AI za pomocą danych dodanych do systemu, aby poprawić jego skuteczność.

Aktorzy:

* Specjalista ds. Sztucznej Inteligencji

Warunki wstępne:

* Brak

Warunki końcowe:

* Model zapisany w Rejestrze Modeli.
* Statystyki nauki modelu dostępne dla użytkownika w Interfejsie Użytkownika.

Scenariusz:

1. Użytkownik wczytuje dane na potrzeby wygenerowania zbiorów treningowych, walidacyjnych i testowych do systemu.
2. System przeprowadza kontrolę jakości danych i informuje użytkownika o wyniku.
3. W przypadku pozytywnego wyniku kontroli jakości system generuje zbiory treningowy, walidacyjny i testowy.
4. Użytkownik wprowadza parametry nauki modelu.
5. System uruchamia proces nauki modelu i na bieżąco aktualizuje statystyki w Interfejsie Użytkownika.
6. Użytkownik ma możliwość przerwania nauki w dowolnym momencie lub nauka zostaje przerwana na podstawie zdefiniowanych kryteriów.
7. System wylicza statystyki modelu na zbiorze walidacyjnym.
8. Użytkownik ma możliwość modyfikacji parametrów nauki i wznowienia procesu od kroku 5 lub przejścia do testu modelu.
9. System wylicza statystyki modelu na zbiorze test.
10. System zapisuje model wraz ze statystykami w Rejestrze Modeli.
11. Pomocnicze przypadki użycia
12. *Wczytanie danych wejściowych*

Opis:

Jako Użytkownik Systemu lub Dostawca Materiałów chciałbym mieć możliwość wczytania danych wejściowych z różnych źródeł. Wczytane do systemu dane zostaną wykorzystane na potrzeby procesów:

* kontroli jakości,
* automatycznej identyfikacji klas pokrycia terenu,
* walidacji skuteczności identyfikacji,
* trenowania modelu sztucznej inteligencji.

Aktorzy:

* Użytkownik Systemu
* Dostawca materiałów

Warunki wstępne:

* Brak

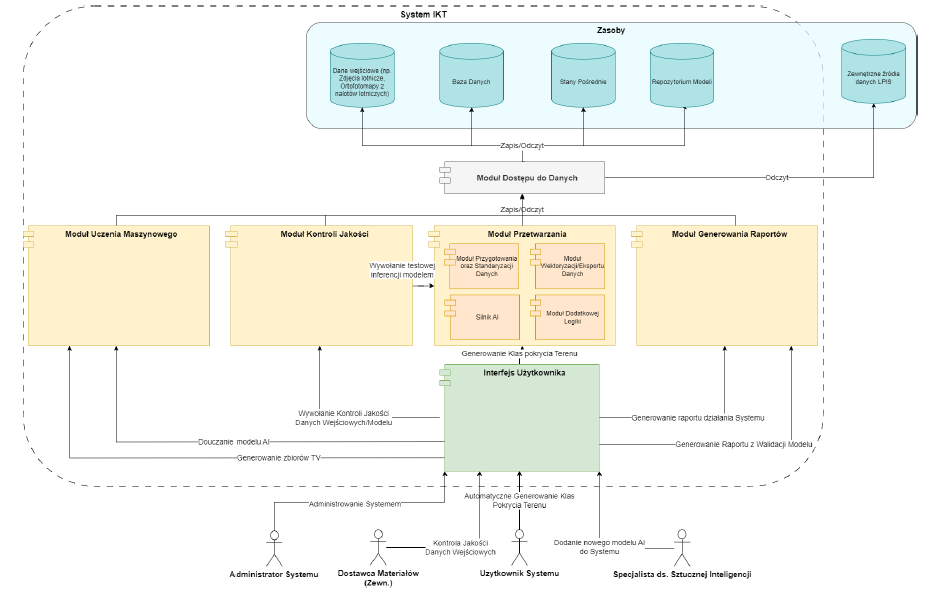
Warunki końcowe:

* Zestaw danych dodany do systemu i gotowy do kontroli jakości.

Scenariusz:

1. Użytkownik wybiera w Interfejsie Użytkownika opcję dodawania nowego zestawu danych.
2. System wyświetla dostępne źródła danych.
3. Użytkownik wybiera źródło danych i uzupełnia wymagane dane.
4. System zapisuje podane informacje w bazie danych.
5. Struktura systemu
   1. Moduły systemu

Diagram blokowy modułów w Systemie IKPT:



* + 1. Moduł Dostępu Do Danych
* Rola Modułu:

Moduł Dostępu do Danych pełni rolę centralnego punktu odpowiedzialnego za obsługę danych wykorzystywanych przez system. Moduł ten zapewnia ustandaryzowany sposób zapisu, przechowywania oraz odczytu danych. Umożliwia również komunikację z zewnętrznymi źródłami danych oraz obsługę wyjątków, co pozwala na niezawodną pracę systemu. Dzięki niemu system może efektywnie zarządzać danymi wejściowymi (np. zdjęciami, ortofotomapami) oraz wynikami generowanymi przez modele AI (np. klasy pokrycia terenu).

* Zadania:

o Zarządzanie danymi wejściowymi:

* Odpowiedzialność za odczyt i zapis danych wejściowych wykorzystywanych w systemie (np. zdjęć, ortofotomap, plików wektorowych).
* Zabezpieczenie, że dane wejściowe są w odpowiednim formacie (np. GeoTIFF, JPEG, SHP) i mogą być prawidłowo przetwarzane przez system.

o Zarządzanie danymi wynikowymi:

* Odpowiedzialność za zapis wyników generowanych przez modele AI, takich jak klasyfikacje pokrycia terenu, w odpowiednich formatach wyjściowych (np. GeoTIFF, SHP, GML).
* Umożliwienie późniejszego odczytu wyników przez inne moduły systemu.

o Ustandaryzowany dostęp do danych:

* Zapewnienie ustandaryzowanego interfejsu do odczytu oraz zapisu danych, co ułatwia integrację z różnymi źródłami danych oraz formatami.
* Oferowanie usług dostępu do danych zgodnych z określonymi normami i standardami w systemie.

o Komunikacja z zewnętrznymi źródłami danych:

* Integracja z systemami zewnętrznymi, np. bazami danych GIS, zewnętrznymi repozytoriami danych, chmurami obliczeniowymi w celu importu oraz eksportu danych.
* Obsługa połączeń z zasobami zewnętrznymi, zapewniając odpowiednią komunikację oraz integrację z różnymi źródłami danych (np. API, FTP).

o Obsługa wyjątków:

* Weryfikacja danych wejściowych oraz wyników w celu wykrycia błędów, takich jak uszkodzone pliki, niekompatybilne formaty lub brakujące dane.
* Obsługa wyjątków i błędów związanych z dostępem do danych, takich jak nieprawidłowy format pliku, brak połączenia z zasobami zewnętrznymi itp.
* Granice Odpowiedzialności:

o Zakres odpowiedzialności

* Odczyt i zapis danych wejściowych (zdjęcia, ortofotomapy, pliki wektorowe) oraz wyników generowanych przez modele AI.
* Umożliwienie dostępu do danych w standardowych formatach (np. GeoTIFF, JPEG, SHP, GML) i zarządzanie ich przechowywaniem.
* Weryfikacja poprawności danych oraz obsługa wyjątków związanych z dostępem do danych.
* Komunikacja z zasobami zewnętrznymi oraz systemami GIS.

o Poza zakresem:

* Analiza danych.
* Przetwarzanie oraz modyfikacja danych.
  + 1. Interfejs Użytkownika
* Rola Modułu:

Zapewnienie interakcji użytkownika z systemem w celu wizualizacji, edycji oraz konfiguracji procesów przetwarzania danych i wyników. Moduł odpowiada za intuicyjne i ergonomiczne zarządzanie operacjami w środowisku graficznym zorientowanym na GIS.

* Zadania:
* Komunikacja z pozostałymi modułami w celu:
* Uruchomienia przetwarzania przez użytkownika, z zapewnieniem możliwości:
* Wyboru modelu
* Wyboru danych, na których model ma być uruchomiony,
* Wybory parametrów przetwarzania,
* Dodania nowego modelu do systemu,
* Dokonania Kontroli Jakości danych wejściowych,
* Weryfikacji skuteczności automatycznej identyfikacji klas pokrycia terenu,
* Eksportu wyników przetwarzania do systemów dziedzinowych ARiMR.
* Wizualizacja wyników przetwarzania:
* Prezentacja wyników przetwarzania w postaci map, z wykorzystaniem warstw GIS.
* Obsługa standardowych narzędzi GIS, takich jak nawigacja, zmiana widoku, nakładanie warstw i manipulacja przezroczystością.
* Edycja danych wynikowych:
* Możliwość ręcznej poprawy wyników generowanych przez moduł przetwarzania (np. edycja granic klas pokrycia terenu).
* Weryfikacja i zapis wprowadzonych zmian.
* Konfiguracja parametrów przetwarzania:
* Udostępnienie interfejsu do wyboru i edycji parametrów:
* modeli AI takich jak prawdopodobieństwo, progi identyfikacji
* przygotowania danych takich jak rozdzielczości, nakładanie się zdjęć itp.
* Centralne GUI dla całego systemu:
* Udostępnienie spójnego i zunifikowanego interfejsu dla całego systemu, integrującego dostęp do wszystkich modułów.
* Intuicyjny przepływ pracy (workflow) dla użytkowników.
* Prezentacja komunikatów systemowych:
* Wyświetlanie błędów, powiadomień oraz wyników kontroli jakości.
* Granice Odpowiedzialności:
* Zakres odpowiedzialności:
* Wizualizacja wyników i zapewnienie narzędzi do interakcji z wynikami GIS.
* Udostępnienie GUI do konfiguracji parametrów i współpraca z innymi modułami systemu.
* Poza zakresem:
* Przetwarzanie danych (realizowane przez moduł przetwarzania).
* Walidacja danych i wyników (realizowane przez moduł kontroli jakości).
* Logika biznesowa i operacje związane z danymi wejściowymi (obsługiwane przez moduł dostępu do danych).
  + 1. Moduł Przetwarzania
* Rola Modułu:

Moduł Przetwarzania pełni centralną rolę w procesie automatycznego generowania klas pokrycia terenu. Moduł jest odpowiedzialny za pełny cykl przetwarzania danych - od ich przygotowania, przez uruchamianie modeli AI, zastosowanie logiki biznesowej, aż po generowanie wyników w formacie GIS, które mogą być wykorzystywane w systemach analizy przestrzennej.

* Zadania:

o Przygotowanie i standaryzacja danych:

* Ustandaryzowanie danych wejściowych (ortofotomapy, zdjęcia z georeferencją, itp.) do jednolitego formatu umożliwiającego ich przetwarzanie przez modele AI.

o Uruchomienie modeli AI:

* Wykorzystanie zapisanych modeli AI z Repozytorium Modeli do przeprowadzenia inferencji i wygenerowania klas pokrycia terenu.

o Zastosowanie dodatkowej logiki biznesowej:

* Implementacja reguł biznesowych w celu poprawy wyników uzyskanych z modeli AI, np. integracja dodatkowych danych, takich jak pliki .SHP czy numeryczny model terenu.

o Wektoryzacja wyników:

* Konwersja wyników do formatów wektorowych (np. SHP), które mogą być wykorzystane w systemach GIS.
* Granice Odpowiedzialności:

o Zakres odpowiedzialności:

* Przygotowanie i standaryzacja danych wejściowych, w tym konwersja do formatu kompatybilnego z wymaganiami modeli AI.
* Uruchamianie i zarządzanie procesem semantycznej segmentacji danych przy użyciu zapisanych w rejestrze modeli AI.
* Implementacja dodatkowej logiki biznesowej w celu poprawy wyników i integracji danych z innych źródeł.
* Wektoryzacja wyników segmentacji do odpowiednich formatów GIS (np. SHP).

o Poza zakresem:

* Modyfikacja, douczanie modeli uczenia maszynowego.
* Generowanie raportów.

1. Moduł Uczenia Maszynowego

* Rola Modułu:

Moduł Uczenia Maszynowego pełni kluczową rolę w ekosystemie zarządzania cyklem życia modeli sztucznej inteligencji. Odpowiada za proces trenowania modeli, przechowywanie i rejestrowanie modeli oraz historii eksperymentów, a także zapewnia dostęp do przechowywanych modeli w celu ich dalszego wykorzystywania w różnych częściach systemu. Umożliwia także automatyzację procesów związanych z treningiem, testowaniem oraz analizowaniem wyników eksperymentów AI.

* Zadania:
* Szkolenie modeli AI:
* Moduł zarządza procesem treningu modeli AI na różnych danych, monitorując ich wydajność i optymalizację parametrów.
* Rejestracja i przechowywanie modeli:
* Moduł odpowiada za rejestrację nowych modeli w Rejestrze Modeli, w tym wersjonowanie, metadane modeli oraz ich właściwości, jak dokładność, typ algorytmu itp.
* Zarządzanie historią eksperymentów:
* Rejestrowanie wyników eksperymentów, w tym danych wejściowych, wyników modeli oraz parametrów eksperymentów, co umożliwia późniejszą analizę i replikację.
* Pobieranie modeli z rejestru:
* Zapewnienie dostępu do wcześniej zapisanych modeli, umożliwiając ich ponowne użycie w różnych scenariuszach (np. w produkcji, testach, analizach).
* Optymalizacja i wersjonowanie:
* Moduł umożliwia porównanie różnych wersji modeli oraz wybór najlepszych pod kątem wydajności na podstawie zdefiniowanych metryk.
* Granice Odpowiedzialności:
* Zakres odpowiedzialności:
* Proces trenowania modeli AI na zbiorach danych.
* Przechowywanie, wersjonowanie oraz organizowanie modeli w centralnym rejestrze.
* Dokumentowanie wyników eksperymentów oraz metryk.
* Umożliwianie dostępu do zarejestrowanych modeli i wyników eksperymentów dla innych systemów i użytkowników.
* Przygotowywanie zbiorów treningowych, walidacyjnych i testowych dla eksperymentów jak również ich wersjonowanie.

o Poza zakresem:

* Przetwarzanie danych wejściowych modelami AI - wykonywanie Inferencji na danych.
* Prezentacja wyników użytkownikowi.

1. Moduł Kontroli Jakości

* Rola Modułu:

Moduł Kontroli Jakości ma na celu automatyczne przeprowadzanie weryfikacji danych wejściowych (np. ortofotomapy, zdjęcia) oraz modeli AI, aby zapewnić poprawność działania systemu i dokładność wygenerowanych wyników.

* Zadania:

o Kontrola jakości danych wejściowych:

* Weryfikacja jakości zdjęć/ortofotomap przed ich przetworzeniem w systemie, obejmująca takie parametry jak rozdzielczość, georeferencja, poprawność metadanych.
* Sprawdzanie poprawności formatów plików danych wejściowych oraz ich kompatybilności z wymaganiami systemu.
* Kontrola jakości modeli AI:
* Weryfikacja poprawności zapisanych modeli AI w systemie (metadane, wersje modeli, parametry wejściowe/wyjściowe).
* Sprawdzanie czy model jest poprawnie zaimplementowany i może być wykorzystany w systemie, w tym uruchomienie modelu na danych testowych w celu weryfikacji działania modelu.
* Weryfikacja formatu wyjściowego modelu (np. sprawdzenie zgodności z wymaganym formatem danych wyjściowych, np. formaty predykcji, klas pokrycia terenu).
* Interakcja z modułem Przetwarzania:
* Uruchomienie modeli AI w celu przetestowania ich na rzeczywistych danych wejściowych (np. ortofotomapa) i sprawdzenie wyników generowanych przez model.
* Granice Odpowiedzialności:
* Zakres odpowiedzialności:
* Weryfikacja danych wejściowych: zdjęcia, ortofotomapy, ich jakość, rozdzielczość, metadane oraz formaty plików.
* Weryfikacja modeli AI: sprawdzanie zgodności metadanych modeli, uruchamianie testów na danych wejściowych w celu weryfikacji poprawności działania modeli.
* Zabezpieczenie jakości wyjściowych wyników, np. sprawdzenie zgodności formatu wyników generowanych przez modele AI.
* Poza zakresem:
* Przetwarzanie, modyfikowanie danych.
* Tworzenie raportów lub generowanie wyników klasyfikacji.

1. Moduł Generowania Raportów

* Rola Modułu:

Moduł Generowania Raportów pełni rolę odpowiedzialną za tworzenie raportów na temat wydajności modeli AI oraz ogólnych wyników generowanych przez system. Moduł generuje raporty dotyczące dokładności działania Systemu (porównanie z danymi rzeczywistymi) oraz raporty dotyczące wyników identyfikacji klas pokrycia terenu (liczba rozpoznanych klas i ich statystyki). Raporty te mają kluczowe znaczenie dla oceny jakości działania systemu, monitorowania jego efektywności i podejmowania dalszych działań optymalizacyjnych.

* Zadania:
* Generowanie raportu dokładności Systemu:
* Porównanie wyników predykcji Systemu (wykorzystującego modele AI) z danymi rzeczywistymi (np. rzeczywiste dane o klasach pokrycia terenu);
* Obliczanie miar oceny dokładności, takich jak dokładność (accuracy), precyzja, recall, F1-score, itp.
* Raportowanie wyników w formie tabelarycznej.
* Generowanie raportu wyników identyfikacji klas pokrycia terenu:
* Analiza wyników identyfikacji klas pokrycia terenu, obejmująca liczbę rozpoznanych klas pokrycia terenu oraz ich dokładną analizę (np. powierzchnia);
* Generowanie podsumowań na temat rozkładu klas pokrycia terenu w obrębie analizowanego obszaru.
* Generowanie raportów dla różnych typów danych:
* Obsługa różnych formatów wyjściowych raportów (np. PDF, Excel, CSV).
* Dostosowywanie raportów w zależności od wymagań użytkownika lub organizacji (np. zmiana poziomu szczegółowości, formatów graficznych).
* Automatyzacja procesu raportowania:
* Umożliwienie automatycznego generowania raportów po zakończeniu procesu przetwarzania danych przez system.
* Obsługa harmonogramowania raportów na podstawie zaplanowanych analiz lub zakończenia przetwarzania danych.
* Granice Odpowiedzialności:
* Zakres odpowiedzialności:
* Tworzenie raportów związanych z dokładnością działania Systemu (wykorzystującego modeli AI), w tym obliczanie miar oceny Systemu.
* Generowanie raportów na temat wyników klasyfikacji pokrycia terenu, takich jak liczba klas i ich powierzchnia.
* Automatyzacja procesu generowania raportów po zakończeniu analiz.
* Poza zakresem:
* Przetwarzanie danych.
* Procesy uczenia maszynowego lub kontrola jakości wyników.

1. Kontrakty Integracyjne Modułów

Poniżej opis kontraktów dla poszczególnych modułów.

1. Moduł Dostępu do Danych

* Wejście:
* Żądanie danych (np. zapytanie o dane wejściowe do analizy pokrycia terenu, dane lotnicze, satelitarne, dane z dronów, itp.).
* Wyjście:
* Dane w odpowiednim formacie (np. JSON, XML, CSV) dostosowane do wymagań innych modułów systemu.
* Interakcje z innymi modułami:
* Interfejs Użytkownika:
* Dostarcza dane do wizualizacji oraz uruchomienia wszystkich procesów z GUI
* **Moduł Przetwarzania**:
* Dostarcza dane do przetwarzania.
* **Moduł Uczenia Maszynowego**:
* Dostarcza dane do nauki modeli AI.
* **Moduł Kontroli Jakości**:
* Dostarcza dane do weryfikacji jakości danych wejściowych.
* **Moduł Generowania Raportów**:
* Dostarcza dane na potrzeby generowania raportów w Systemie (zdjęcia, ortoforomapę, modele, pliki .SHP itp.)
* **Błędy:**
* **Opis błędu**: Brak żądanych danych, nieobsługiwany format danych, uszkodzone dane.
* **Obsługa błędu**: Brak dostarczonych danych do innych modułów oraz logowanie błędu.

1. Interfejs Użytkownika

* Wejście:
* Dane autoryzacyjne.
* Wyjście:
* Brak.
* Interakcje z innymi modułami:
* Moduł Dostępu do Danych:
* Wysyła żądanie otrzymania danych, otrzymuje dane umieszczone w Zasobach w odpowiednim formacie.
* Moduł Przetwarzania:
* Wysyła żądanie przetwarzania danych wraz z parametrami przetwarzania. Otrzymuje dane wynikowe w formacie wektorowym.
* Moduł Uczenia Maszynowego:
* Wysyła żądanie nauki modelu AI na wskazanych zbiorach danych. Przesyła parametry nauki (typ modelu, hiperparametry modelu) oraz wskazane dane wejściowe. Otrzymuje lokalizację modelu w rejestrze modeli wraz z jego osiągniętymi metrykami na zbiorach walidacyjnym oraz testowym,
* Wysyła żądanie generowania nowych zbiorów treningowych, walidacyjnych i testowych. Przesyła lokalizację Surowych Danych umieszczonych w Zasobach. Otrzymuje lokalizację zapisanych zbiorów w Zasobach.
* Moduł Kontroli Jakości:
* Wysyła żądanie wykonania Kontroli Jakości danych wejściowych. Przekazuje lokalizację danych umieszczonych w Zasobach, parametry kontroli jakości. Otrzymuje raport Kontroli Jakości zapisany w Zasobach wraz z informacją czy dane spełniają kryteria jakości.
* Wysyła żądanie wykonania Kontroli Jakości modelu AI. Przekazuje lokalizację modelu zapisanego w Zasobach wraz z danymi umieszczonymi w Zasobach, na których zostanie wykonana próbna inferencja, parametry kontroli jakości. Otrzymuje raport Kontroli Jakości zapisany w Zasobach wraz z informacją czy model spełnia kryteria jakości.
* Moduł Generowania Raportów:
* Wysyła żądanie generowania raportów. Przekazuje parametry (wskazany model, dane źródłowe, metryki, typ raportu, itp.). Otrzymuje lokalizację raportu zapisanego w Zasobach.

1. Moduł Przetwarzania

* Wejście:
* Surowe dane wejściowe (np. zdjęcia lotnicze, satelitarne, mapy topograficzne, dane z dronów, modele).
* Wyjście:
* Przetworzone dane w formacie wektorowym.
* Interakcje z innymi modułami:
* Moduł Dostępu do Danych:
* Wysyła żądanie otrzymania danych, otrzymuje dane umieszczone w Zasobach w odpowiednim formacie (dane wejściowe, modele).
* Moduł Kontroli Jakości:
* Otrzymuje zlecenie wykonania inferencji wskazanym modelem AI na próbce danych w celu weryfikacji jakości danych wejściowych oraz modelu. Zwraca wynik inferencji.
* Interfejs Użytkownika:
* Otrzymuje zlecenie wykonania automatycznego generowania klas pokrycia terenu. Zwraca dane w formacie wektorowym.

1. Moduł Uczenia Maszynowego

* Wejście:
* Surowe danych do trenowania modeli AI (np. dane wektorowe, ortofotomapy lotnicze i satelitarne, zdjęcia z nalotu).
* Wyjście:
* Wytrenowany model AI.
* Przygotowane zbiory treningowe, walidacyjne i testowe.
* Interakcje z innymi modułami:
* Moduł Dostępu do Danych:
* Wysyła żądanie otrzymania danych, otrzymuje dane umieszczone w Zasobach w odpowiednim formacie (dane wejściowe).
* Interfejs Użytkownika:
* Otrzymuje zlecenie wygenerowania zbiorów treningowych, walidacyjnych i testowych. Otrzymuje lokalizację Surowych Danych umieszczonych w Zasobach, zwraca lokalizację zapisanych zbiorów w Zasobach.
* Otrzymuje zlecenie nauki modelu AI. Otrzymuje parametry nauki (typ modelu, hiperparametry modelu) oraz wskazane dane wejściowe, zwraca lokalizację modelu zapisanego w rejestrze modeli wraz z jego osiągniętymi metrykami.

1. Moduł Kontroli Jakości

* Wejście:
* Surowe dane wejściowe (np. ortofotomapy lotnicze i satelitarne, mapy topograficzne, dane z dronów, modele).
* Parametry kontroli jakości.
* Wyjście:
* Raporty o jakości danych (np. analiza poprawności, wykrycie błędów). W przypadku danych spełniających kryteria jakości dane te zostają oznaczone jako „spełniające wymagania Jakości" i mogą być wykorzystane w Systemie (np. automatyczne generowanie klas pokrycia terenu, generowanie raportów).
* Interakcje z innymi modułami:
* Moduł Dostępu do Danych:
* Wysyła żądanie otrzymania danych, otrzymuje dane umieszczone w Zasobach w odpowiednim formacie (dane wejściowe).
* Interfejs Użytkownika:
* Otrzymuje zlecenie wykonania Kontroli Jakości danych wejściowych. Otrzymuje lokalizację danych umieszczonych w Zasobach, parametry kontroli jakości. Przekazuje raport Kontroli Jakości zapisany w Zasobach wraz z informacją czy dane spełniają kryteria jakości.
* Otrzymuje zlecenie wykonania Kontroli Jakości modelu AI. Otrzymuje lokalizację modelu zapisanego w Zasobach wraz z danymi umieszczonymi w Zasobach, na których zostanie wykonana próbna inferencja, parametry kontroli jakości. Przekazuje raport Kontroli Jakości zapisany w Zasobach wraz z informacją czy model spełniają kryteria jakości.

.

* Moduł Przetwarzania:
* Wysyła żądanie wykonania inferencji. Przesyła lokalizację modelem AI umieszczonego w Zasobach, próbkę danych, na których zostanie wykonana inferencja. Otrzymuje wynik inferencji.

1. Moduł Generowania Raportów

* Wejście:
* Dane wejściowe:
* Zestaw Danych obrazujące konkretny zakres przestrzenny (np. ortofotomapy lotnicze).
* (opcjonalnie) ground truth - pliki .SHP zawierające informacje o aktualnych klasach Pokrycia Terenu dla konkretnego zakresu przestrzennego. Te dane posłużą do wyliczenia Metryk Systemowych.
* Wyniki Modułu Przetwarzania - automatycznie wygenerowane klasy pokrycia terenu. Dodatkowo do każdego wyniku przetwarzania będą przypisane metadane modelu AI, z którego zostały one wygenerowane.
* Wyjście:
* Raporty PDF, JSON, HTML z wynikami klasyfikacji, wykresami, analizami.
* Interakcje z innymi modułami:
* Moduł Dostępu do Danych:
* Wysyła żądanie otrzymania danych, otrzymuje dane umieszczone w Zasobach w odpowiednim formacie (dane wejściowe).
* Interfejs Użytkownika:
* Otrzymuje zlecenie generowania raportów. Otrzymuje parametry (wskazany model, dane źródłowe, metryki, typ raportu, itp.). Przekazuje lokalizację raportu zapisanego w Zasobach.

1. Specyfikacja wymagań ogólnych
   1. Wymagania funkcjonalne
      1. Wymagania funkcjonalne systemu IKPT

Wymagania funkcjonalne opisują kluczowe cechy i funkcjonalności systemu „Identyfikacji Klas Pokrycia Terenu" (IKPT), które są niezbędne do realizacji celów projektu.

W poniższej sekcji przedstawiono szczegółowe funkcje, jakie system powinien realizować. Wymagania te stanowią podstawę dla projektowania, wdrożenia oraz integracji systemu z istniejącymi rozwiązaniami informatycznymi ARiMR, zapewniając jego użyteczność i zgodność z wymaganiami operacyjnymi.

Określenie tych funkcjonalności pozwoli na opracowanie rozwiązania, które w sposób intuicyjny i efektywny będzie wspierać użytkowników w realizacji ich zadań związanych z analizą danych przestrzennych oraz przetwarzaniem wyników identyfikacji.

1. Automatyczna detekcja klas pokrycia terenu

* System musi wspierać możliwość identyfikacji następujących klas pokrycia terenu:
* Tereny komunikacyjne,
* Lasy w tym m.in.:
* Zadrzewienia/zakrzewienia,
* Zagajniki śródpolne do 5000 m2,
* Żywopłoty/pasy zadrzewione do 10 m szerokości,
* Tereny przemysłowe lub zurbanizowane,
* Siedliska wraz z budynkami,
* Wody płynące i wewnętrzne stojące, w tym m.in.:
* Oczka wodne od 100 do 10000 m2,
* Rowy od 2 do 10 m szerokości.
* Inne tereny nierolnicze.
* System musi wykorzystywać modele sztucznej inteligencji do automatycznego generowania klas pokrycia terenu.
* Każda z wykrytych klas obiektów powinna być reprezentowana jako oddzielna warstwa wektorowa. Obiekty przypisane do konkretnych klas powinny być prezentowane w postaci poligonów, opatrzonych atrybutem wskazującym rozpoznaną klasę.

• Dodatkowo, wyniki identyfikacji powinny zawierać informację o poziomie ufności lub prawdopodobieństwie klasyfikacji dla każdego obiektu.

1. Obsługa danych wejściowych

* System musi umożliwiać użytkownikowi wybór źródła danych wejściowych (ortofotomapy lotnicze, satelitarne), uwzględniając przy tym różne ich rozdzielczości i wielkości pikseli oraz umożliwiać podłączenie i wykorzystanie innych danych jako wsparcie procesu identyfikacji.

1. Zarządzanie modelami sztucznej inteligencji

* System musi umożliwiać użytkownikowi podłączenie gotowych modeli uczenia maszynowego, dostępnych na rynku lub przygotowanych w ramach interakcji Użytkownika z Systemem.
* System musi umożliwiać użytkownikowi utworzenie zbiorów treningowych, testowych i walidacyjnych dla każdej iteracji aktualizacji ortofotomapy, a także wspierać proces uczenia oraz przeuczania wczytanych modeli sztucznej inteligencji na podstawie stworzonych zbiorów TTW (treningowych, testowych i walidacyjnych).
* System powinien obsługiwać historyczne wersje danych w repozytorium, umożliwiając powrót do wcześniejszych konfiguracji w razie potrzeby.
* System musi umożliwiać wybór przez użytkownika konkretnych metryk jakości dla właściwych metod analizy obrazu w zakresie pomiaru precyzji oraz zwracać informacje o poziomie ufności/prawdopodobieństwa z jaką dany zbiór został wyuczony.
* System musi przechowywać zbiory testowe, walidacyjne oraz treningowe, a także umożliwiać ich modyfikacje oraz ponowne wykorzystanie.
* System musi umożliwiać użytkownikowi przerwanie cyklu uczenia w wybranym przez niego momencie.

1. Konfiguracja parametrów przetwarzania

* System musi umożliwiać użytkownikowi konfigurację kluczowych parametrów przetwarzania danych wejściowych, takich jak: rozdzielczość, rozmiar kafelka, stopień nakładania się kafelków, rozmiar partii, próg prawdopodobieństwa klasy, próg pewności, próg IoU oraz inne parametry, dostosowując działanie modeli sztucznej inteligencji do specyfiki analizowanego materiału.
* System musi automatycznie przypisać typ modelu (segmentacja, detekcja, regresja) na podstawie danych o modelu dostępnych w repozytorium modeli. Dodatkowo powinien zapewnić Użytkownikowi możliwość ręcznej modyfikacji tych parametrów.
* System musi umożliwiać użytkownikowi zdefiniowanie zakresu danych wejściowych do przetworzenia. Użytkownik powinien mieć możliwość wyboru przetwarzania danych z: aktualnego widoku mapy, całego zestawu danych lub jego części wyznaczonej poprzez ręcznie wyrysowany wielokąt albo zaznaczenie obszaru z innej warstwy wektorowej.

1. Kontrola jakości danych

* System powinien wspierać zapewnienie spójności topologicznej dla wszystkich wygenerowanych obiektów. System powinien zapewniać, aby w wyniku edycji lub generowania obiektów nie powstawały niewielkie przerwy ani luki pomiędzy granicami przylegających do siebie, tożsamych pól zagospodarowania. Powstałe obiekty powierzchniowe nie powinny również się na siebie nakładać.
* System musi umożliwiać przeprowadzenie kontroli jakości zestawów danych wejściowych.
* System powinien umożliwiać kontrolę jakości modeli sztucznej inteligencji.

1. Generowanie raportów

* System musi umożliwiać ustalenie dopuszczalnych błędów pomiarowych dla obiektów powierzchniowych. Ustalenie dopuszczalnych błędów pomiarowych obejmie pomiar powierzchni.
* System musi umożliwić wygenerowanie raportu z przetwarzania danych zawierającego: listę rozpoznanych klas, nazwę oraz wersję modelu, zastosowane parametry przetwarzania, informację o poziomie ufności/prawdopodobieństwie klasyfikacji dla każdej klasy, średni błąd pomiaru powierzchni dla obiektów powierzchniowych.
* System musi umożliwiać wygenerowanie raportu dokładności Systemu zawierającego metryki systemowe odzwierciedlające skuteczność procesu automatycznej identyfikacji klas pokrycia terenu w Systemie.

1. Edycja i eksport wyników

* System musi umożliwiać ręczną edycję wyników identyfikacji w celu poprawienia błędnie sklasyfikowanych obiektów.
* System musi umożliwiać eksport wyników w formatach kompatybilnych z systemami dziedzinowymi ARiMR.

1. Mechanizm backupu

* System powinien zapewniać automatyczne tworzenie kopii zapasowych danych wejściowych (zdjęcia, ortofotomap, dane wektorowe) oraz wyników generowanych przez modele AI (np. klasyfikacje pokrycia terenu).
* Kopie zapasowe powinny być tworzone w regularnych odstępach czasu oraz po istotnych zmianach danych.
* System powinien umożliwiać odzyskiwanie danych z kopii zapasowych w przypadku utraty danych, awarii systemu lub innych nieoczekiwanych problemów.
* Kopie zapasowe powinny być przechowywane w bezpieczny sposób, z zastosowaniem odpowiednich mechanizmów szyfrowania.
* System powinien monitorować proces tworzenia kopii zapasowych, generując powiadomienia o ewentualnych problemach (np. brak miejsca na dysku, błędy podczas backupu).
* System powinien zapewniać możliwość przechowywania kilku wersji kopii zapasowych, umożliwiając odzyskiwanie danych w określonych punktach czasowych.

1. Zarządzenie użytkownikami

* System powinien umożliwiać definiowanie ról użytkowników takich np. jak: Administrator Systemu, Specjalista ds. Sztucznej Inteligencji, Użytkownik Systemu, Dostawca Materiałów.
* System powinien wspierać przypisywanie wielu ról jednemu użytkownikowi, zgodnie z potrzebami operacyjnymi.
* Dostęp do funkcji systemu powinien być kontrolowany przez przypisane uprawnienia, które wynikają z ról użytkowników.
* Administrator Systemu powinien mieć możliwość konfiguracji poziomu dostępu dla użytkowników i grup użytkowników.
* System powinien umożliwiać tworzenie, edycję, dezaktywację i usuwanie kont użytkowników.
* Powinna istnieć możliwość resetowania hasła oraz zmiany danych użytkownika (np. adresu e-mail)
* System powinien wspierać mechanizmy bezpieczeństwa logowania użytkowników z wykorzystaniem hasła
* Administrator powinien mieć możliwość wymuszania zmiany hasła w określonych interwałach czasowych.
* System powinien rejestrować kluczowe operacje wykonywane przez użytkowników (np. modyfikacja danych, eksport wyników, edycja modeli AI) w celu zapewnienia możliwości audytu.
  + 1. Wymagania funkcjonalne modułów
       1. *Moduł Dostępu do Danych*

1. Odczyt danych:
2. Moduł powinien zapewniać jednolity interfejs API do dostępu do danych, umożliwiając łatwe połączenie z różnymi źródłami danych (np. bazy danych GIS, chmury obliczeniowe, systemy zewnętrzne).
3. Moduł powinien umożliwiać odczyt danych wejściowych w standardowych formatach, takich jak GeoTIFF, JPEG, SHP, geoJSON oraz na bazie danych PostgreSQL.
4. Moduł powinien obsługiwać standardowe protokoły komunikacyjne takie jak REST API, FTP do integracji z zewnętrznymi źródłami danych.
5. Moduł powinien umożliwiać odczytanie i udostępnienie wyników wygenerowanych przez inne moduły systemu. W szczególności Moduł powinien umożliwiać odczytanie wyników automatycznego generowania klas pokrycia terenu.
6. Zapis wyników:
7. Moduł powinien umożliwiać zapis wyników modeli AI w formatach wynikowych, takich jak GeoTIFF, SHP, CSV lub JSON, geoJSON oraz na bazie danych PostgreSQL.
8. Moduł musi umożliwiać zapis wyników generowanych przez modele AI w formatach zgodnych z wymaganiami systemu (np. GeoTIFF, SHP, geoJSON oraz na bazie danych PostgreSQL) oraz zapis danych wejściowych do systemu w odpowiednich formatach (np. GeoTIFF, JPEG, SHP, geoJSON oraz na bazie danych PostgreSQL).
9. Zarządzanie wynikami:
10. Moduł powinien zapewniać wersjonowanie wyników, aby umożliwić łatwe śledzenie zmian w danych wynikowych.
11. Weryfikacja poprawności danych:
12. Moduł powinien weryfikować integralność danych wejściowych (np. obecności metadanych w plikach).
13. Moduł powinien weryfikować poprawność danych (np. czy plik nie jest uszkodzony/nie da się odczytać pliku z Zasobów).
14. Obsługa wyjątków:
15. Moduł powinien obsługiwać wyjątki związane z dostępem do danych, takie jak błędne formaty plików, uszkodzone pliki lub błędy w komunikacji z systemami zewnętrznymi.
16. Moduł powinien zapewniać mechanizm logowania błędów oraz monitorowania (logging & monitoring), aby umożliwić wykrycie i diagnostykę problemów z danymi lub dostępem do zewnętrznych źródeł.
17. Moduł powinien obsługiwać błędy związane z nieprawidłowymi formatami plików, brakiem połączenia z zasobami zewnętrznymi, uszkodzonymi plikami oraz innymi problemami podczas zapisu i odczytu danych.
18. Moduł powinien zapewniać mechanizm ponownego próbowania (retry) w przypadku czasowych błędów połączeń z zewnętrznymi źródłami danych.
19. Komunikacja z zewnętrznymi systemami/bazami danych:
20. Moduł musi zapewniać możliwość komunikacji z systemami GIS w celu integracji z zewnętrznymi bazami danych i zasobami.
21. Moduł powinien obsługiwać różne protokoły autentykacji i bezpieczeństwa (OAuth, SSH) do zapewnienia bezpiecznego dostępu do zewnętrznych zasobów.
    * + 1. *Interfejs Użytkownika*
22. Spójność Wizualna i Funkcjonalna

* Interfejs Użytkownika powinien oferować spójne i jednolite środowisko pracy, z jednolitym stylem graficznym i spójnym schematem nawigacji. Należy zapewnić jednolitą paletę barw, typografii i layoutów, a także spójną nawigację i identyczne mechanizmy interakcji w różnych częściach Interfejsu.

1. Personalizacja interfejsu

* Użytkownik powinien mieć możliwość dostosowania interfejsu do własnych potrzeb, np. poprzez zmianę układu paneli, zakładek czy narzędzi. Personalizacja może również obejmować możliwość zapisywania i wczytywania predefiniowanych ustawień interfejsu.

1. Wizualizacja danych

* Interfejs powinien zapewniać dynamiczne i responsywne metody wizualizacji danych przestrzennych, które ułatwią identyfikację klas pokrycia terenu, takie jak mapy, diagramy czy panele informacyjne.

1. Interaktywność mapy

* Mapa powinna oferować narzędzia do manipulacji widokiem (zoom, przesuwanie), selekcji elementów oraz wyświetlania informacji szczegółowych po kliknięciu na obiekt czy region.

1. Zarządzanie danymi i warstwami

* Użytkownik powinien mieć możliwość łatwego dodawania, usuwania, modyfikowania i organizowania warstw danych w interfejsie. Ponadto, system powinien umożliwiać efektywne zarządzanie dużymi zbiorami danych.

1. Dostępność i skalowalność

* Interfejs Użytkownika powinien być przystosowany do pracy na różnych urządzeniach i rozdzielczościach ekranu.

1. Współpraca i integracja

* Interfejs Użytkownika powinien integrować się z innymi modułami Systemu IKPT umożliwiając:
* Współpracę z Modułem Dostępu Do Danych:
* Import danych geoprzestrzennych do modułów przetwarzania i kontroli jakości.
* Prezentację i selekcję danych do analizy z wykorzystaniem widoku mapy.
* Wyświetlanie informacji w tabeli atrybutów o poziomie ufności wyników identyfikacji.
* Umożliwienie użytkownikowi ręcznej edycji wyników identyfikacji.
* Współprace z Modułem Przetwarzania:
* Wyzwalanie algorytmów automatycznej identyfikacji klas pokrycia terenu.
* Wizualizację wyników w widoku mapy oraz ich szczegółowe przeglądanie w panelach danych.
* Eksport przetworzonych danych w formatach zgodnych z wymaganiami systemów dziedzinowych (np. SHP, GML).
* Współpracę z Modułem Uczenia Maszynowego:
* Zarządzanie zbiorami treningowymi, testowymi i walidacyjnyFmi (TTW).
* Prezentowanie i monitorowanie procesu uczenia oraz przeuczania modeli AI.
* Wdrażanie wyuczonych modeli do Systemu IKPT.
* Zapewnienie prostego oraz intuicyjnego interfejsu graficznego (GUI), który umożliwi użytkownikom zarządzanie procesem uczenia modeli, walidacji oraz wdrażania Modeli AI, bez konieczności programowania. Moduł powinien być zintegrowany z Interfejsem Modułu Uczenia Maszynowego umożliwiając wykonywanie podstawowych operacji, takich jak inicjowanie procesów treningu, pobieranie wyników eksperymentów, konfigurację modelu oraz dostęp do historii eksperymentów.
* Współpracę z Modułem Generowanie Raportów:
* Tworzenie raportów i wizualizacji dla użytkowników końcowych.

1. Układy współrzędnych
2. Interfejs powinien pracować domyślnie w układzie współrzędnych PUWG'92.
3. Interfejs powinien obsługiwać wiele różnych systemów projekcji mapy (układów współrzędnych).
4. Interfejs ma mieć możliwość korzystania dodatkowo z co najmniej następujących układów współrzędnych: PL-2000, 1965, WGS84 geograficznych: Dł., Wys., Szer.
5. Interfejs powinien umożliwiać dokonywanie konwersji pomiędzy różnymi układami współrzędnych, w tym konwersji w locie.
6. Interfejs powinien umożliwiać eksport i import danych w układach współrzędnych innych niż użyte w bazie danych Systemu.
7. Interfejs powinien umożliwiać podawanie współrzędnych punków w innych układach współrzędnych niż użyte w bazie danych.
8. Interfejs powinien umożliwić wyświetlanie treści mapy w dowolnie wybranym (spośród zdefiniowanych) układzie współrzędnych.
9. Stosowne przekształcenia map mają się odbywać w czasie rzeczywistym i dotyczyć zarówno treści wektorowej, jak i rastrowej.
10. Bezpieczeństwo

* Interfejs powinien zapewniać odpowiednie środki bezpieczeństwa, takie jak autoryzacja użytkowników i szyfrowanie danych, aby chronić informacje przed nieautoryzowanym dostępem.

1. Wsparcie i dokumentacja

* System powinien oferować kompleksowe wsparcie techniczne oraz dokładną dokumentację użytkownika, co ułatwi rozwiązywanie problemów i optymalne wykorzystanie wszystkich funkcji systemu.

Interfejs Użytkownika powinien składać się z następujących komponentów:

1. Widok Mapy

* Główna przestrzeń robocza Interfejsu, w której wizualizowane są dane geoprzestrzenne w formie warstw rastrowych i wektorowych. Widok mapy umożliwia użytkownikowi interakcję z danymi poprzez narzędzia nawigacyjne (zoom, przesuwanie mapy), edycję obiektów oraz wizualizację wyników analiz przestrzennych.

1. Pasek Menu

* Centralny element nawigacyjny interfejsu, zawierający hierarchicznie uporządkowane funkcje systemu, takie jak zarządzanie projektami, import/eksport danych, ustawienia programu, konfiguracja widoków oraz dostęp do funkcji analitycznych i pomocy.

1. Pasek Narzędzi

* Zestaw ikon umożliwiających szybki dostęp do najczęściej używanych funkcji, takich jak nawigacja po mapie, pomiary, edycja geometrii obiektów czy selekcja danych. Zestaw sugerowanych narzędzi znajdujących się w pasku narzędzi:

1. Narzędzia digitalizacji,
2. Narzędzia nawigacji,
3. Narzędzia zarządzania warstwami,
4. Narzędzia pomiarowe,
5. Narzędzia selekcji,
6. Narzędzia automatycznej identyfikacji klas pokrycia terenu.
7. Panel Warstw:

* Panel warstw umożliwia zarządzanie warstwami danych w projekcie. Pozwala użytkownikowi na włączanie i wyłączanie warstw, zmianę ich kolejności, stylizację oraz grupowanie.

1. Pasek Statusu

* Pasek statusu umożliwia wyświetlanie bieżących informacji o stanie pracy w systemie, takich jak współrzędne kursora, skala mapy, status przetwarzania danych czy komunikaty błędów.

|  |
| --- |
| **Funkcje mapowe** |
| Zbliżanie/oddalanie/przesuwanie dedykowanymi przyciskami, rolką myszy |
| Zbliżanie do zasięgu warstwy |
| Zbliżanie do selekcji |
| Zbliżanie/oddalanie scrollem |
| Zakładki przestrzenne/obszary robocze (zapisywanie widoków mapy jako lista szybkich dostępów do obszarów mapy) |
| Podpowiedzi mapowe (MapTips) |
| Generowane dynamicznie okno mapy poglądowej (mini mapa) |
| Pomiar odległości/powierzchni z możliwością dociągania do obiektów na mapie |
| Ograniczenie wyświetlania mapy do wybranego obszaru/kształtu geometrycznego (filtracja przestrzenna również w oparciu o obszary innych warstw) |
| Rotacja mapy |
| **Odpytywanie danych/mapy** |
| Identyfikacja z przejściem do edycji |
| Selekcje logiczne |
| Wyszukiwanie po dowolnych atrybutach |
| Odczyt tabeli atrybutów (widok pojedynczego rekordu, widok zbiorczy) |
| Nawigacja po wyszukanych rekordach na mapie (panoramowanie, podświetlanie) |
| Selekcje przestrzenne (dowolny kształt selektora) |
| Selekcje międzywarstwowe (analizy) |
| Definiowanie warunku ograniczającego wyświetlanie danych (filtracja z selekcji logicznej) |
| Statystyki tabelaryczne, wykresy |
| Podgląd i eksport współrzędnych x,y wybranego punktu mapy |
| **Dane atrybutowe** |
| Edycja atrybutów |
| Zmiana wymagalności pól |
| Filtrowanie pól |
| Sortowanie rekordów wg wybranego pola (pól) |
| **Symbolika** |
| Ustawianie skali minimalnej i maksymalnej wyświetlania warstwy |
| Renderery dla unikalnych wartości |
| Renderery dla przedziałów wartości |
| Renderery dla wyrażeń logicznych |
| Wiele rendererów dla warstwy |
| Renderery zależne od skali |
| Symbole z czcionek truetype |
| Symbole z plików graficznych (m.in.:PNG, JPG, SVG) |
| Biblioteki symboli |
| Etykietowanie wartościami atrybutów |
| Sterowanie umiejscowieniem etykiet |
| Zaawansowana symbolika tekstowa (halo, otoczki, przeźroczystość) |
| **Źródła danych wektorowych(odczyt)** |
| SHP |
| DXF |
| GML |
| TXT |
| geoJSON |
| PostgreSQL/PostGIS |
| DGN |
| **Źródła danych rastrowych (odczyt)** |
| Tiff/GeoTiff |
| BMP |
| JPEG |
| **Źródła danych usługowych (odczyt)** |
| WMS |
| WFS |
| WebService |
| OpenStreetMap |
| **Wydruki/kompozycje mapowe** |
| Wstawianie tekstów na kompozycję |
| Wstawienie obiektów graficznych |
| Wstawianie legendy |
| Strzałka północy |
| Podziałka |
| Dynamiczny tekst skali |
| Ustawienia właściwości map, skali, legendy, podziałki, strzałki północy |
| Wydruki wielostronicowe |
| **Dedykowane eksporty danych** |
| Do SHP |
| Do GML |
| Do DXF |
| Do formatów rastrowych z georeferencją |
| geoJSON |
| PostgreSQL/PostGIS |
| Do XLS(X) |
| Do CSV |
| **Edycja danych** |
| Edycja geometrii |
| Usuwanie i ponawianie edycji |
| Edycja grupowa |
| Wstawianie obiektów geometrycznych przez wprowadzanie współrzędnych |
| Dociąganie do dowolnej warstwy wektorowej |
| Narzędzia domiarowania |
| Przesuwanie obiektów |
| Zachowanie spójności topologicznej |
| Sprawdzanie poprawności geometrii i atrybutów |
| Kopiowanie międzywarstwowe |
| **Geoprzetwarzanie** |
| Analizy SQL |
| Analizy przestrzenne |
| Zapamiętywanie analiz i zapytań SQL |

* + - 1. *Moduł Przetwarzania*

1. Obsługa danych wejściowych:

* Moduł musi obsługiwać dane wejściowe oraz dane wspomagające w różnych formatach danych rastrowych i wektorowych.

1. Preprocessing danych:

* Moduł musi być w stanie przygotować dane wejściowe na potrzeby inferencji modelami sztucznej inteligencji, w formacie optymalnym dla każdego typu modelu w Repozytorium Modeli.

1. Wykorzystanie modeli sztucznej inteligencji:

* Moduł musi być w stanie uruchomić inferencję modelami pobranymi z Repozytorium Modeli, dla każdego typu modelu.
* Moduł do automatycznego generowania klas pokrycia terenu musi wykorzystywać przynajmniej jeden z niżej wymienionych typów modeli:

1. Modele segmentacji obrazów (np. U-Net, DeepLab, Mask R-CNN);
2. Modele detekcji obiektów (np. YOLO, Faster R-CNN, RetinaNet);
3. Modele klasyfikacji obrazów (np. ResNet, VGG, EfficientNet).
4. Modele regresji.
5. Dodatkowa logika:

* Moduł powinien wykorzystywać w procesie identyfikacji klas pokrycia terenu dodatkowe dane wspomagające, takie jak dane wektorowe lub przestrzenne obrazujące ten sam obszar co dane wejściowe.

1. Postprocessing danych:

* Moduł musi być w stanie skonwertować wyniki inferencji modelami do wspólnego formatu wyjściowego, dla wszystkich typów modeli w Repozytorium Modeli.

1. Przetwarzanie z różnymi parametrami:

* Moduł musi być w stanie przetwarzać dane z różnymi wartościami parametrów takich jak: rozdzielczość, rozmiar kafelka, stopień nakładania się kafelków, rozmiar partii, próg prawdopodobieństwa klasy, próg pewności, próg IoU oraz inne.

1. Zapis danych:

* Moduł powinien zapisywać dane pośrednie przetwarzania po wykonaniu każdego kroku w procesie automatycznej identyfikacji klas pokrycia terenu (np. odczyt i standaryzacja danych, inferencja modelami, uruchomienie dodatkowej logiki biznesowej itp.). Moduł powinien umożliwiać wstrzymanie przetwarzania oraz wznowienie przetwarzania z wykorzystaniem zapisanych stanów pośrednich.
* Moduł musi zapisywać dane wynikowe w formacie zrozumiałym dla reszty systemu

1. Obsługa błędów:

* W przypadku wystąpienia błędu w procesie identyfikacji klas pokrycia terenu, moduł musi poinformować o tym użytkownika w zrozumiały sposób oraz umożliwić ponowne przetworzenie zestawu danych. Przerwanie procesu w dowolnym momencie nie może pozostawiać w systemie zbędnych danych.
  + - 1. *Moduł Uczenia Maszynowego*

1. Szkolenie modeli AI

a. Zarządzanie procesem uczenia:

1. Moduł powinien umożliwiać trenowanie różnych modeli AI (np. modeli semantycznej segmentacji, modeli klasyfikacyjnych, regresyjnych) na dostępnych zbiorach danych.
2. Moduł powinien umożliwiać dobór architektury modelu (np. ResNet, resnet18, resnet50, resnet101 jako feature extractor dla modeli segmentacji semantycznej).
3. Moduł powinien umożliwiać dobór konfiguracji parametrów trenowania, takich jak np. rozmiar partii (batch size), współczynniki uczenia (learning rate).
4. Optymalizacja parametrów:
5. Moduł powinien umożliwiać automatyczną selekcję najlepszych parametrów na podstawie porównań wyników różnych eksperymentów (np. optymalizacja za pomocą algorytmów typu grid search, random search).
6. Monitorowanie procesu treningowego:
7. Moduł powinien monitorować proces treningu modeli, wyświetlając metryki wydajności w czasie rzeczywistym (np. strata, dokładność, miara błędu).
8. Moduł powinien mieć funkcjonalność wstrzymywania, wznowienia lub anulowania procesu treningowego w zależności od potrzeb.
9. Zarządzanie danymi eksperymentalnymi

* Przygotowywanie zbiorów danych:

1. Moduł powinien umożliwiać przygotowanie danych do treningu, testowania i walidacji, a także ich wersjonowanie.
2. Zbiory danych do eksperymentów powinny być przechowywane i udostępniane w sposób umożliwiający późniejsze ich użycie w analizach.
3. Dane powinny być przechowywane w Rejestrze Artefaktów oraz każdy eksperyment powinien mieć przypisana dane, na których był uczony.
4. Zarządzanie historią eksperymentów
5. Rejestrowanie wyników eksperymentów:
6. Moduł musi rejestrować wyniki każdego eksperymentu AI, w tym dane wejściowe, parametry modelu, metryki oceny (np. dokładność, precyzja, recall).
7. Historia eksperymentów powinna być przechowywana w sposób, który umożliwia późniejsze przeglądanie i analizowanie, w tym porównywanie wyników różnych eksperymentów.
8. Porównywanie różnych eksperymentów:
9. Moduł powinien umożliwiać porównanie różnych eksperymentów, w tym metryk na zbiorach testowych.
10. Moduł powinien umożliwiać porównanie wyników różnych eksperymentów w celu wyboru najlepszej wersji modelu.
11. Możliwość replikacji eksperymentów:
12. Moduł powinien umożliwiać replikację eksperymentów AI, odtwarzając te same warunki treningu i używając identycznych danych wejściowych i parametrów.
13. Powinna być możliwość ponownego uruchomienia eksperymentów z zapisaną konfiguracją (np. używając wcześniejszych wersji danych wejściowych i modeli).
14. Rejestracja i przechowywanie modeli

a. Centralny rejestr modeli:

1. Moduł powinien przechowywać wytrenowane modele w rejestrze, umożliwiając ich późniejsze wykorzystanie w innych modułach systemu.
2. Modele powinny być rejestrowane z metadanymi, takimi jak: data treningu, użyte dane treningowe, algorytm, parametry, dokładność, itp.
3. Wersjonowanie modeli:
4. Każdy zapisany model w rejestrze modeli powinien być wersjonowany, co pozwala na śledzenie zmian w kolejnych wersjach modelu.
5. Zarządzanie metadanymi:
6. Moduł powinien rejestrować metadane każdego wytrenowanego modelu, umożliwiając ich późniejsze przeszukiwanie i analizę.
7. Moduł powinien umożliwiać przypisania etykiety/komentarza do każdego modelu (np. model testowy, model produkcyjny).
8. Pobieranie modeli z rejestru
9. Interfejs pobierania modeli:

i. Moduł musi umożliwiać bezpieczne pobieranie wcześniej zapisanych modeli z Rejestru Modeli do Repozytorium Modeli znajdującego się w Zasobach w celu ich dalszego wykorzystywania w procesie automatycznego generowania klas pokrycia terenu.

1. Ochrona przed nieautoryzowanym dostępem:

i. Moduł musi zapewniać odpowiednie mechanizmy autoryzacji i autentykacji, aby dostęp do zapisanych modeli miał tylko upoważniony personel lub procesy systemowe.

1. Bezpieczeństwo i autoryzacja
2. Kontrola dostępu do eksperymentów i modeli:

i. Moduł musi zapewniać mechanizmy autoryzacji dostępu do modeli AI i wyników eksperymentów, gwarantując, że tylko upoważnione procesy i użytkownicy będą mogli je przeglądać, modyfikować lub wykorzystywać.

1. Bezpieczne przechowywanie modeli:

i. Modele i dane związane z eksperymentami powinny być przechowywane w sposób zapewniający ich bezpieczeństwo i ochronę przed nieautoryzowanym dostępem.

1. Automatyzacja i integracja
2. Automatyzacja procesów:
3. Moduł Uczenia Maszynowego powinien uruchamiać procesy nauki oraz inferencji w izolowanych środowiskach, aby zapewnić możliwość łatwej replikacji eksperymentów oraz ich wyników.
4. Moduł powinien zapewnić możliwość uruchamiania procesu douczania modelu w sposób automatyczny w przypadku dodania nowych danych treningowych do modułu. Proces taki powinien uruchomić się automatycznie oraz wyuczyć model wraz z wygenerowaniem wyników na zbiorach testowych.
5. Integracja z innymi modułami:

i. Moduł Uczenia Maszynowego powinien posiadać API umożliwiające integrację z innymi modułami systemu (np. Modułem Dostępu do Danych, Interfejsem Użytkownika) w celu łatwego przekazywania wyników eksperymentów oraz pobierania danych.

* + - 1. *Moduł Kontroli Jakości*

1. Kontrola kompletności danych:

* Moduł musi być w stanie skontrolować czy wybrany zestaw danych posiada wszystkie dane niezbędne do automatycznej identyfikacji klas pokrycia terenu.

1. Kontrola jakości danych:

* Moduł musi być w stanie skontrolować czy dane w wybranym zestawie danych spełniają wymagania zdefiniowane za pomocą parametrów kontroli jakości

1. Wybór parametrów kontroli:

* Moduł musi brać pod uwagę parametry kontroli określone przez użytkownika

1. Kontrola jakości modelu:

* Moduł musi być w stanie sprawdzić czy wybrany model poprawnie uruchamia się z wybranymi przez użytkownika parametrami
  + - 1. *Moduł Generowania Raportów*

1. Generowanie raportów dokładności systemu:
2. Moduł musi być w stanie wygenerować raport dokładności systemu, zawierający zdefiniowane przez użytkownika metryki.
3. Moduł musi być w stanie wyliczyć zdefiniowane przez użytkownika metryki na wybranym Zestawie Testowym.
4. Generowanie raportów wyników detekcji:
5. Moduł musi być w stanie przeanalizować wyniki identyfikacji klas pokrycia terenu z Modułu Przetwarzania i wyliczyć na nich statystyki takie jak: liczba rozpoznanych klas, liczba obiektów w każdej klasie, sumaryczna powierzchnia obiektów poszczególnych klas.
6. Moduł musi być w stanie wygenerować raport w wybranym przez użytkownika formacie.
7. Moduł musi być w stanie generować raporty z różnymi układami graficznymi.
8. Moduł powinien generować raport wyników detekcji automatycznie po zakończeniu procesu identyfikacji klas pokrycia terenu.
9. Zakres obszaru do analizy:

a. Moduł musi mieć możliwość dokonania analizy i wygenerowania raportu na podstawie wybranego przez użytkownika w Interfejsie Użytkownika obszaru. Obszar wskazany przez użytkownika (w Interfejsie Użytkownika) może obejmować: aktualny widok mapy, cały zestaw danych lub jego część wyznaczoną poprzez ręcznie wyrysowany wielokąt albo zaznaczenie obszaru z innej warstwy wektorowej.

* 1. **Wymagania niefunkcjonalne**
     1. **Wydajność systemu**

1. Przetwarzanie równoległe danych wejściowych

System musi zapewnić mechanizmy równoległego uruchamiania procesów identyfikacji klas pokrycia terenu dla różnych danych wejściowych, w celu zwiększenie jego wydajności.

1. Czas przetwarzania w procesie identyfikacji klas pokrycia terenu

System powinien być w stanie przetworzyć do 3000 km2 danych na godzinę w przypadku danych o wysokiej rozdzielczości (0.25m).

1. Przetwarzanie równoległe danych wejściowych

System musi zapewnić mechanizmy równoległego uruchamiania procesów identyfikacji klas pokrycia terenu dla różnych danych wejściowych, w celu zwiększenie jego wydajności.

1. Wpływ procesu identyfikacji klas pokrycia terenu

Uruchomienie procesu identyfikacji klas pokrycia terenu nie może mieć wpływu na ogólną wydajność systemu.

1. Wpływ procesu trenowania modelu AI

Uruchomienie procesu trenowania modelu AI nie może mieć wpływu na ogólną wydajność systemu.

1. Optymalizacja wczytywania Ortofotomap

System musi zapewnić mechanizmy optymalizacji czasowej wczytywania cache Ortofotomapy. Czas wczytywania/odświeżania cache Ortofotomapy nie może być dłuższy niż 500 ms dla wyświetlanego widoku (obszaru), niezależnie od zbliżenia.

1. Optymalizacja importu ortofotomapy

System musi zapewnić mechanizmy optymalizacji czasowej importu Ortofotomapy. Czas importu Ortofotomapy uwzględniający wyliczenie 'Piramida cache' nie może być dłuższy niż 1 h dla paczki 1300 ramek (1300 ramek/h).

1. Wielkość wolumenu przetwarzanych danych

System powinien umożliwiać przetwarzanie dowolnie dużych wolumenów danych, w razie konieczności dzieląc dane wejściowe na mniejsze paczki.

* + 1. **Skalowalność i zarządzanie obciążeniem**

1. Skalowanie w obszarze bazy danych

System musi zapewnić mechanizmy skalowania pionowego i poziomego w obszarze bazy danych w celu zwiększania jego wydajności.

1. Skalowanie w obszarze logiki biznesowej

System musi zapewnić mechanizmy skalowania pionowego i poziomego w obszarze logiki biznesowej (serwerów aplikacyjnych) w celu zwiększania jego wydajności.

1. Skalowanie w obszarze aplikacji

System musi zapewnić mechanizmy skalowania pionowego i poziomego w obszarze aplikacji portalowej/webowej w celu zwiększania jego wydajności.

1. Liczba zalogowanych użytkowników

System musi zapewnić wydajność pozwalającą na jednoczesną pracę nie mniej niż 10 zalogowanych użytkowników.

1. Równoważenie obciążenia

System musi posiadać możliwość realizacji równoważenia obciążenia poszczególnych komponentów.

* + 1. **Bezpieczeństwo systemu i danych**

1. Uwierzytelnianie za pośrednictwem Active Directory

System musi zapewnić użytkownikom możliwość uwierzytelnienia poprzez Active Directory (przy użyciu loginu i hasła nadanego w Active Directory, w tym w zakresie AD Group Policy) funkcjonującego w ARiMR.

1. Autoryzacja użytkowników

System musi zapewnić dedykowany komponent do autoryzacji uwierzytelnionych w AD użytkowników.

1. Logowanie użytkowników przy wsparciu Single-Sign-On

System musi zapewnić użytkownikom możliwość logowania przy wsparciu mechanizmu Single-Sign-On (SSO), SAML. Uwierzytelniony i zautoryzowany użytkownik, który jest zalogowany do domeny nie musi wprowadzać danych logowania podczas uruchamiania aplikacji systemu IKPT.

1. Moduł zarządzania rolami użytkowników

System musi zapewnić dedykowany moduł do zarządzania rolami użytkowników umożliwiający mapowanie w zakresie AD Group Policy.

1. Parametryzowane automatyczne wylogowywanie użytkownika

System musi zapewnić parametryzowane/konfigurowalne automatyczne wylogowanie użytkownika (zakończenie sesji) w przypadku braku aktywności w zdefiniowanym przedziale czasu.

1. Parametryzowanie poziomu dostępu do funkcjonalności i danych

System musi umożliwiać parametryzację poziomu dostępu do funkcjonalności poprzez definicję reguł w oparciu o atrybuty takie jak rola, warstwa, obszar.

1. Audytowanie historii operacji

System musi umożliwiać wykonywanie działań na zapisanej historii operacji co najmniej w zakresie przeglądania i wyszukiwania po użytkowniku, dacie, typie wykonanej operacji.

1. Przechowywanie logów

System musi umożliwiać zapisywanie i przechowywanie logów.

1. Sterowanie poziomem szczegółowości zapisywanych logów

System powinien umożliwiać sterowanie/konfigurowanie poziomu szczegółowości zapisywanych informacji w logach.

1. Uniemożliwienie przechowywania w logach informacji wrażliwych

System powinien uniemożliwiać zapisywanie i przechowywanie w logach informacji wrażliwych.

1. Zabezpieczenie interfejsów wykorzystywanych w integracji

Wszystkie interfejsy wykorzystywane do komunikacji/integracji z innymi systemami/aplikacjami, muszą być zabezpieczone przed nieautoryzowanym dostępem, a dostęp do nich musi być poprzedzony procesem uwierzytelnienia i autoryzacji.

1. Utwardzenie elementów systemu

Każdy składowy element systemu (bazy danych, systemy operacyjne, serwery aplikacyjne) powinien być utwardzony (ang. hardened) w celu uzyskania maksymalnej możliwej odporności przed atakami, zarówno z sieci wewnętrznej ARiMR jak i z zewnątrz organizacji.

1. Szyfrowanie baz danych

System musi zapewniać pełne szyfrowanie produkcyjnych baz danych oraz wszystkich ich kopii zapasowych (backupów) w celu ochrony poufności danych, zgodności z przepisami oraz zabezpieczenia przed nieautoryzowanym dostępem.

* + 1. **Dostępność i niezawodność**

1. Poziom dostępności

Wszystkie obszary systemu muszą charakteryzować się poziomem dostępności na określonym minimum wynoszącym nie mniej niż 99% w godzinach pracy systemu w skali miesiąca.

1. Zapewnienie dostępności - wskaźniki RTO i RPO

System musi spełniać następujące wymagania dotyczące dostępności:

* + - * wartość wskaźników RTO < 24[h] i RPO < 8[h] dla dowolnej awarii o charakterze katastrofy
      * wartość wskaźników RTO < 4[h] i RPO < 1[h] dla dowolnej pojedynczej awarii sprzętowej infrastruktury systemu.

1. Monitorowanie utylizacji puli połączeń

System musi umożliwiać monitorowanie utylizacji puli połączeń do bazy danych oraz wykonywanych operacji na bazie danych w szczególności operacji długotrwających.

1. Kopia zapasowa - online

System musi posiadać mechanizm wykonywania kopii zapasowej systemu on-line bez konieczności wyłączania/zatrzymywania jakichkolwiek usług systemu.

1. Odtwarzanie z kopii zapasowej

System musi zapewnić możliwość odtworzenia systemu z kopii zapasowej w tym odtworzenia w innym środowisku.

1. Procedura wykonywania i odtwarzania z kopii zapasowej

W ramach dostarczonego systemu musi zostać przygotowana procedura wykonywania kopii zapasowej oraz przywracania środowiska produkcyjnego w celu osiągnięcia wskaźników wymaganych RTO i RPO.

* + 1. **Zgodność z istniejącymi systemami ARiMR**

1. Integracja z systemami dziedzinowymi za pośrednictwem warstwy usługowej

System musi dostarczać warstwę usług dostarczającej usługi dedykowane dla systemów dziedzinowych ARiMR.

Wymagania techniczne i architektoniczne

* + 1. **Wymagania sprzętowe**

1. Przetwarzanie danych z wykorzystaniem GPU

System powinien zostać wdrożony na serwerach aplikacyjnych umożliwiających wykorzystanie kart graficznych GPU w procesie przetwarzania danych, w szczególności na potrzeby inferencji modelami AI.

1. Wydajność dostępu do danych

Infrastruktura, na której wdrożony zostanie system, powinna zapewniać jak najkrótszy czas dostępu do danych źródłowych, w celu zapewnienia wydajności procesu identyfikacji klas pokrycia terenu.

* + 1. **Technologie podstawowe**

1. Technologia GIS

System powinien zostać zaimplementowany z wykorzystaniem standardowych technologii GISowych wykorzystywanych w ARiMR.

1. Architektura modułowa

System powinien zostać wykonany w architekturze modułowej, gdzie moduł jest rozumiany jako autonomiczna cześć systemu mogąca świadczyć usługi bez konieczności uruchomienia innych modułów systemu - każdy moduł systemu powinien pracować niezależnie od innego.

1. Autonomiczność modułów systemu

Poszczególne moduły systemu powinny być konfigurowane i uruchamiane niezależnie od innych modułów.

1. Ponowne użycie Komponentów

Komponenty systemu powinny być opracowane i zaimplementowane w taki sposób, aby możliwe było ich ponowne użycie w ramach innych rozwiązań niż objęte zakresem niniejszego Projektu - wykorzystanie pojedynczych, wybranych Komponentów powinno być możliwe niezależnie od pozostałych Komponentów całego rozwiązania.

1. Asynchroniczna obsługa zdarzeń

System musi zapewnić asynchroniczną obsługę zdarzeń za pośrednictwem brokerów wiadomości.

1. Konteneryzacja i orkiestracja

Dostarczone rozwiązanie powinno być uruchamiane w postaci kontenerów działających pod nadzorem narzędzia orkiestracyjnego takiego jak: docker-compose, Kubernetes, HashiCorp Nomad

1. Orkiestracja

Wykorzystane narzędzie orkiestracyjne musi umożliwiać m.in.: ograniczanie zasobów wykorzystywanych przez poszczególne moduły, ponowne uruchamianie modułów w przypadku awarii.

1. Zarządzanie słownikami i parametrami

System powinien dostarczyć mechanizmy umożliwiające zarządzanie dostępnymi słownikami i parametrami.

* + 1. **Modele wdrożeniowe**

1. Elastyczność modelu wdrożeniowego

Architektura systemu powinna umożliwiać wdrożenie w różnych modelach wdrożeniowych, w tym: on-premise, chmura prywatna, środowisko chmurowe.

* + 1. **Interfejsy API i specyfikacja kontraktów**

1. Integracja z Active Directory

System musi zapewnić integrację z usługami Active Directory ARiMR. Usługi AD będą stanowiły podstawowy komponent uwierzytelnienia i autoryzacji w oparciu o przynależność użytkowników do grup.

1. Integracja z macierzą obiektową

System musi zapewnić integrację z macierzą obiektową w zakresie składowania i dostępu do plików i ich metadanych z wykorzystaniem warstwy usługowej macierzy.

1. Integracja z systemem monitorowania

System musi zapewnić integrację z systemem monitorowania funkcjonującym w ARiMR. Sposób przekazywania i zakres danych zostaną uzgodniony na etapie prac wdrożeniowych.

1. Integracja z zewnętrznymi portalami mapowymi za pośrednictwem usług OGC

System musi zapewnić mechanizmy umożliwiające integrację z zewnętrznymi publicznymi oraz zewnętrznymi prywatnymi (wymagającymi uwierzytelnienia i autoryzacji) portalami mapowymi za pośrednictwem usług OGC. Mechanizmy integracji z usługami OGC powinny zapewnić możliwość pozyskiwania danych oraz ich prezentowania w Interfejsie Użytkownika.

1. Integracja z zewnętrznymi portalami mapowymi

System powinien zapewnić integrację z zewnętrznymi portalami mapowymi takimi jak Google Maps, Google Earth, Sentinel, Geoportal Infrastruktury Informacji Przestrzennej GUGiK (geoportal.gov.pl) i inne.

1. Integracja z systemem klasy IDM

System musi zapewnić integrację z systemem IDM (ang. Identity Management) ARiMR.

* 1. **Wymagania dotyczące zarządzania danymi**

1. Format danych wejściowych

System musi być w stanie obsłużyć dane wejściowe i uzupełniające w formatach:

• Dane Rastrowe - ortofotomapa w formatach:

* GeoTIFF
* BMP
* JPEG
* Dane wektorowe:
* SHP
* DXF
* GML o TXT
* DGN
* GeoJSON
* Dane przestrzenne – chmury punktów:
* LAS

1. Format danych wyjściowych

System musi mieć możliwość eksportu danych wynikowych do formatów:

* SHP
* GML
* DXF
* XLS(X)
* CSV
* GeoJSON
* GeoTIFF

1. Obsługa zaszyfrowanych danych

System powinien mieć możliwość wczytywania danych zaszyfrowanych popularnymi metodami szyfrowania danych.

1. Szyfrowanie danych wynikowych

System musi mieć możliwość szyfrowania danych wynikowych eksportowanych do innych systemów lub plików.

1. Przechowywanie danych wynikowych

System powinien przechowywać dane wynikowe w bazie danych typu PostGIS, umożliwiającej efektywne przechowywanie danych wektorowych wraz z georeferencją. Wykorzystany silnik bazy danych powinien charakteryzować się możliwie krótkim czasem dostępu do danych geoprzestrzennych.

1. Przechowywanie danych historycznych

System powinien przechowywać historyczne wersje danych wynikowych na potrzeby analiz i audytów.

1. Specyfikacja wymagań specyficznych
   1. Opis technik AI
2. Automatyczna Identyfikacja i Klasyfikacja:

System musi wykorzystać algorytmy sztucznej inteligencji do automatycznej identyfikacji i klasyfikacji różnych rodzajów pokrycia terenu z wykorzystaniem danych wejściowych, takich jak ortofotomapa, zdjęcia satelitarne i zdjęcia z dronów. Celem jest przypisanie odpowiednich klas pokrycia terenu do zidentyfikowanych obszarów w obrazach.

Techniki AI wykorzystane w Systemie:

* Segmentacja obrazu: Modele segmentacji, takie jak U-Net, DeepLab, Mask R-CNN i inne podobne, segmentują obrazy w celu wykrycia granic i obiektów w różnych klasach pokrycia terenu. Model segmentacji identyfikuje granice obiektów, takich jak lasy, woda i inne klasy.
* Modele Detekcji (detekcji obiektów na zdjęciu): Modele detekcji (np. YOLO, Faster R- CNN, RetinaNet) identyfikują i lokalizują obiekty w obrazie, przypisując im odpowiednie klasy. Modele te umożliwiają detekcję obiektów o różnych kształtach i rozmiarach, takich jak budynki, drogi, zbiorniki wodne i inne struktury.
* Klasyfikacja obiektów: Modele klasyfikacji (np. ResNet, VGG, EfficientNet) przypisują etykiety klas do zidentyfikowanych obiektów na podstawie cech obrazu. Modele te analizują całe obszary obrazu, identyfikując typy pokrycia terenu, np. „las", „woda", „tereny zabudowane".
* Model regresji: Modele regresji będą rozpoznawać różne typy pokrycia terenu w sposób numeryczny, np. przy przewidywaniu ilości pokrycia roślinnością lub wody na danym obszarze, co może być istotne w zastosowaniach takich jak monitorowanie zmian w czasie.

1. Obsługa Różnorodnych Danych:

System musi obsługiwać różnorodne źródła danych (np. zdjęcia satelitarne, dane z dronów, chmury punktów LIDAR, numeryczne modele terenu) i różne formaty tych danych. Modele AI wykorzystywane w Systemie muszą być przystosowane do analizy danych uzyskanych w różnych warunkach oświetleniowych oraz w różnych porach dnia (np. zmienne oświetlenie na zdjęciach satelitarnych). Modele takie muszą być w stanie przeprowadzać detekcję i klasyfikację z uwzględnieniem specyficznych cech danych, takich jak zmienność rozdzielczości, różnice w jakości obrazów (np. zdjęcia wykonane w różnych warunkach pogodowych).

* 1. Dokładność i wydajność modeli AI

1. Dokładność Modeli AI:

Modele muszą być regularnie oceniane na podstawie zestawu danych testowych oraz rzeczywistych danych, aby potwierdzić ich trafność i skuteczność w rzeczywistych warunkach. Dla każdego modelu minimalne Metryki Modelowe powinny być dopasowane do złożoności problemu oraz zbiorów testowych:

Dla:

• Modeli Segmentacji:

* Modele segmentacji muszą wykazywać zdolność do precyzyjnego rozdzielania obszarów o różnych rodzajach pokrycia terenu, takich jak lasy, woda itp.
* Powinny skutecznie identyfikować granice obiektów, z minimalizowaniem błędów zarówno w obszarach o wyraźnych, jak i słabo zdefiniowanych granicach.
* Ocena skuteczności modelu segmentacji powinna uwzględniać zdolność do radzenia sobie z obrazami o różnej jakości, o zmiennym oświetleniu oraz różnej rozdzielczości.
* Modeli Detekcji:
* Modele detekcji muszą być w stanie identyfikować i lokalizować obiekty (np. budynki, pojedyncze drzewa itp.) w obrazach niezależnie od ich kształtu i rozmiaru.
* Powinny wykazywać wysoką zdolność do wykrywania zarówno dużych, jak i małych obiektów, niezależnie od warunków zewnętrznych (np. zmieniające się oświetlenie).
* Ocena efektywności modeli detekcji powinna obejmować zarówno trafność wykrywania obiektów, jak i ich lokalizację na obrazie, z uwzględnieniem możliwych błędów związanych z fałszywymi alarmami lub pominięciami obiektów.
* Modeli Klasyfikacji:
* Modele klasyfikacji muszą efektywnie przypisywać odpowiednie klasy pokrycia terenu do zidentyfikowanych obszarów w obrazach.
* Modele powinny być odporne na zmienność jakości danych wejściowych (np. różne warunki oświetleniowe, różnice w rozdzielczości) oraz w stanie przeprowadzać klasyfikację z zachowaniem wysokiej precyzji.
* Skuteczność modeli klasyfikacji powinna być oceniana na podstawie ich zdolności do poprawnej identyfikacji klas, nawet w przypadku trudnych do rozróżnienia obiektów.
* Modeli Regresji:
* Modele regresji muszą być w stanie dokładnie przewidywać wartości numeryczne, takie jak procent pokrycia terenu roślinnością czy ilość wody na danym obszarze, bazując na analizie obrazów.
* Modele te powinny również radzić sobie z różnymi rodzajami danych wejściowych (np. obrazy satelitarne, zdjęcia z dronów) oraz z różnorodnymi warunkami atmosferycznymi i oświetleniowymi.
* Ocena efektywności modeli regresji powinna uwzględniać ich zdolność do przewidywania wartości w sposób dokładny, nawet przy ograniczonej dostępności danych lub przy obecności zakłóceń w obrazach.

1. Wydajność przetwarzania dużych zbiorów danych:

System musi być w stanie przetwarzać duże zbiory danych (np. zdjęcia satelitarne o wysokiej rozdzielczości) w możliwie najkrótszym czasie. Oczekiwana wydajność to przetwarzanie do 3000 km2 danych na godzinę w przypadku danych o wysokiej rozdzielczości (0.25m). Aby to osiągnąć System powinien uruchamiać inferencję Modelami AI na kartach graficznych GPU oraz wspierać zrównoleglanie instancji Modeli AI w celu zoptymalizowania wykorzystania zasobów sprzętowych.

* 1. Wymagania dotyczące jakości danych

Dane wejściowe muszą spełniać określone standardy jakości, aby zapewnić skuteczność modelu. Wymagania obejmują:

* Minimalna rozdzielczość zdjęć satelitarnych: 0.25 m.
* Jakość zdjęć powinna być wystarczająca, aby rozróżniać różne klasy pokrycia terenu, z uwzględnieniem zmiennych warunków pogodowych i oświetleniowych.
* W przypadku wykorzystania zdjęć z dronów, muszą być one wykonane z odpowiedniej wysokości i mieć zachowaną stabilność obrazu, aby unikać zniekształceń.
  1. Walidacja i aktualizacja modeli AI

Modele AI w Systemie IKPT będą testowane na zestawach danych testowych, aby potwierdzić, że spełniają minimalne wymagania precyzji i czułości. Regularne testowanie na nowych danych jest kluczowe, aby utrzymać wysoką jakość identyfikacji i klasyfikacji. Proces walidacji będzie obejmować porównanie wyników klasyfikacji modeli z rzeczywistymi danymi z terenu oraz wygenerowanie wydajności (np. dokładność, precyzja, czułość).

Aktualizacja modeli powinna odbywać się co najmniej raz w roku lub w przypadku douczenia modeli poprzez wprowadzenia nowych danych treningowych (np. nowe zdjęcia satelitarne, dane z nowych regionów wraz z etykietami) do Modułu Uczenia Maszynowego i poprawy KPI Modelowych. Po wprowadzeniu nowych danych do Modułu Uczenia Maszynowego proces douczania modeli powinien uruchomić się automatycznie.

* 1. Interpretowalność wyników modeli AI

Modele AI muszą oferować możliwość interpretacji wyników. W Module Uczenia Maszynowego podczas walidowania modelu na zbiorze testowym powinna być dostępna analiza wizualna wyników klasyfikacji, w tym mapy klasyfikacji z wyraźnym oznaczeniem granic między różnymi klasami pokrycia terenu w formie raportu umieszczonym w Rejestrze Artefaktów. Ponadto, w takim raporcie powinna występować analiza wraz z wizualizacją umożliwiającą wyjaśnienie decyzji modeli (np. przez metody takie jak LIME, SHAP) dla wybranych fragmentów danych testowych, aby użytkownicy mogli zrozumieć, dlaczego model przypisał dany obszar do konkretnej klasy.

* 1. Monitorowanie i zarządzanie modelami AI

Do każdego modelu w Systemie będą przypisane wyniki ewaluacji modelu na zbiorach testowych wraz z datą wykonania testów - dzięki temu w Systemie będzie przechowywana pełna historia ewaluacji modelu (od jego wdrożenia do systemu po aktualizację lub dezaktywację). Dodatkowo Modele wyuczone w module Uczenia Maszynowego będą miały integrację z narzędziem do śledzenia eksperymentów, umożliwiającym dostęp do pełnej historii, w tym artefaktów nauki (dane wykorzystane do nauki, raporty), metryk i raportów.

* 1. Bezpieczeństwo danych w kontekście AI

Wszystkie dane wykorzystywane przez modele AI, w tym dane wejściowe oraz wyniki, muszą być przechowywane w sposób bezpieczny i zgodny z przepisami o ochronie danych osobowych. W Systemie zostaną odpowiednie mechanizmy autoryzacji i uwierzytelniania użytkowników, które zostały opisane w Wymaganiach Funkcjonalnych dla Modułu Uczenia Maszynowego oraz Modułu Dostępu do Danych.

1. Wymagania Operacyjne
   1. Wsparcie techniczne

System musi być objęty usługą wsparcia technicznego obejmującą rozwiązywanie problemów technicznych, aktualizacje oprogramowania oraz konsultacje w zakresie optymalnego wykorzystania funkcji systemu. Wsparcie techniczne powinno być dostępne w formie zdalnej oraz w razie potrzeby, w formie wsparcia na miejscu.

Dodatkowo Wykonawca powinien zapewnić wsparcie w procesie dodawania nowych modeli sztucznej inteligencji, w szczególności tych, które posiadają innowacyjną lub zmodyfikowaną architekturę. Wsparcie to powinno obejmować integrację modeli z systemem, weryfikację ich kompatybilności oraz konfigurację parametrów przetwarzania. Wykonawca zobowiązuje się również do dostarczania dokumentacji i szkoleń związanych z dodawaniem oraz wdrażaniem nowych modeli.

* 1. Szkolenie użytkowników końcowych

W ramach wdrożenia systemu należy przeprowadzić kompleksowe szkolenia dla wszystkich grup użytkowników, w tym dla Administratorów Systemu, Specjalistów ds. Sztucznej Inteligencji oraz Użytkowników Systemu. Szkolenie powinno obejmować obsługę interfejsu użytkownika, wykorzystanie narzędzi przetwarzania danych oraz interpretację wyników.

* 1. Dokumentacja użytkowa i techniczna
  2. Dostarczony system musi zawierać pełną dokumentację użytkową i techniczną. Dokumentacja użytkowa powinna opisywać szczegółowo funkcjonalności systemu, instrukcje obsługi oraz typowe scenariusze użycia. Dokumentacja techniczna powinna zawierać opis architektury systemu, specyfikację interfejsów, instrukcje instalacji, konfiguracji oraz informacje dotyczące zarządzania systemem.
  3. Plan wdrożeniowy i testy akceptacyjne
  4. Przed rozpoczęciem wdrożenia Systemu należy opracować szczegółowy plan wdrożeniowy obejmujący harmonogram działań, odpowiedzialność za realizację poszczególnych etapów oraz zasady przeprowadzania testów i akceptacji systemu. Wdrożenie systemu musi być zakończone przeprowadzeniem testów akceptacyjnych, które potwierdzą zgodność systemu z wymaganiami określonymi w dokumentacji projektowej. Testy akceptacyjne powinny obejmować cały zakres funkcjonalny Systemu.