



Zadanie 6. Zastosowanie technologii informatycznych w medycynie

### Sprawozdanie

z wykonania pracy w ramach umowy o dzieło p.t.:

**Projekt obiegu danych obrazowych i danych stowarzyszonych związanych z preparatem wirtualnym oraz projekt oprogramowania skalającego obrazy**

z dnia

15.10.2010

termin wykonania  
dzieła:

16.12.2010

Wykonawca dzieła:

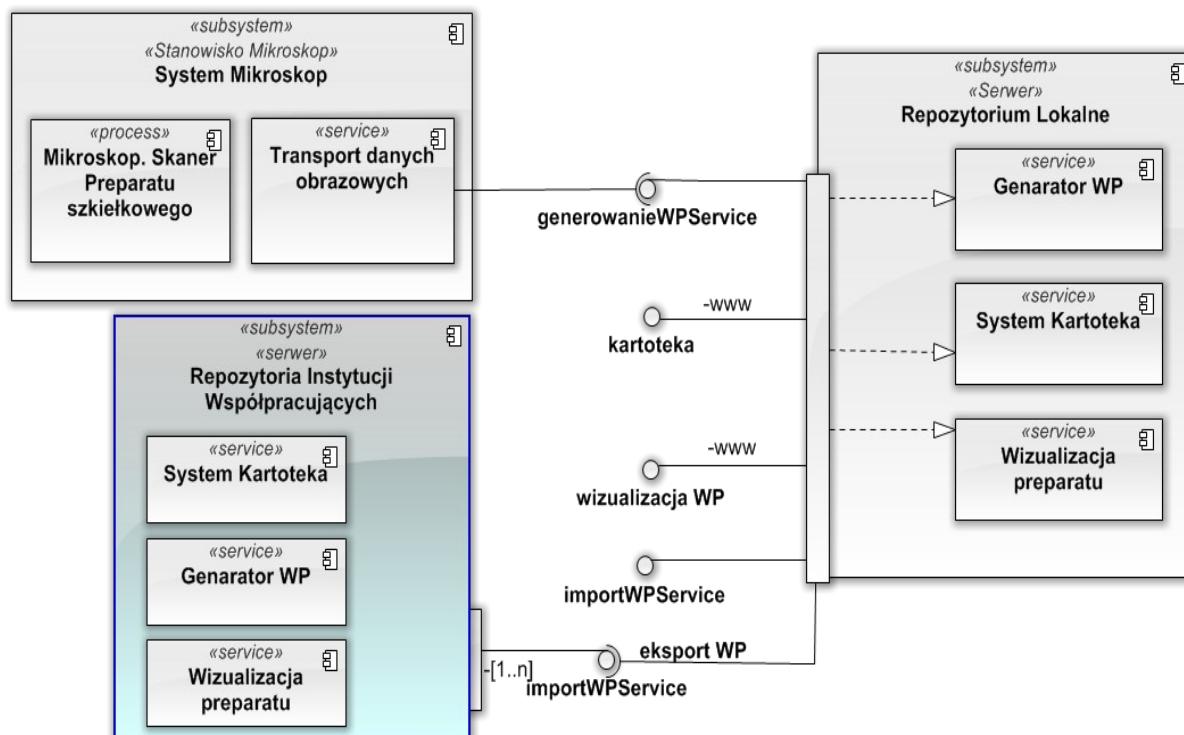
mgr Grzegorz Barański

Niniejsze opracowanie ma na celu przedstawienie kompleksowego procesu skanowania i archiwizowania biologicznych preparatów mikroskopowych i danych powiązanych (zwanego dalej „Systemem”).

System powinien realizować następujące wymagania:

- Automatyczne tworzenie cyfrowych obrazów o rozdzielczości na poziomie diagnostycznym, pokrywających cały region zainteresowania na preparacie szkiełkowym, z załączonymi danymi opisowymi (metadane - dane techniczne i identyfikujące).
- Scalanie obrazów i dodanie metadanych - powstanie **Wirtualnego Preparatu (WP)**.
- Umieszczanie WP w lokalnym repozytorium.
- Wizualizacja i udostępnianie WP do celów diagnostycznych.
- Przekazanie WP do celów naukowo – badawczych.

Poniższy rysunek przedstawia poszczególne podsystemy Systemu Mikroskop wraz z modułami. Każdy z nich zawiera odpowiednią funkcjonalność systemu:



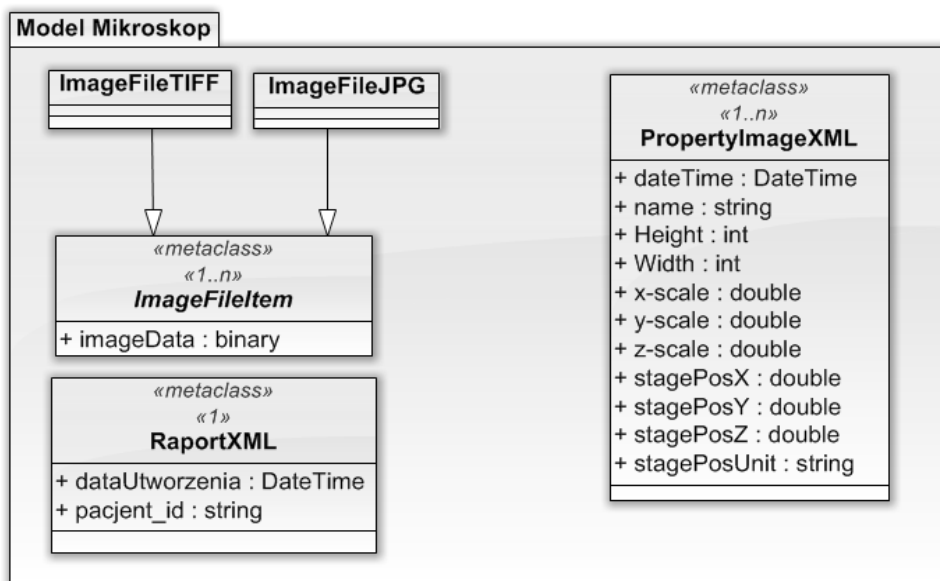
Rysunek 1: Ogólna koncepcja działania systemu. Diagram relacji pomiędzy podsystemami.

- **System Mikroskop** - podsystem odpowiedzialny jest za tworzenie obrazów i danych opisowych. Uruchomiony na komputerze producenta mikroskopu Olympus.
  - *Skaner preparatu szkiełkowego* to moduł wykorzystujący udostępnione API producenta mikroskopu w celu automatycznego skanowania preparatu. Powstają dane obrazowe i opisowe (dane techniczne i raport kończący).
  - *Transport danych obrazowych* to moduł pracujący w formie usługi, oczekujący na pojawienie się danych ze skanera i przesłanie ich do serwisu „generowanieWPService” podsystemu repozytorium lokalnego i uruchomienie generatora WP dla dokonania scalenia danych obrazowych cząstkowych w jeden obraz zawierający cały WP.
- **Repozytorium lokalne** – główny podsystem systemu odpowiedzialny za tworzenie, przetwarzanie, udostępnianie danych obrazowych w formie wirtualnych preparatów.
  - *Generator WP* – moduł scalający elementy obrazowe (cząstkowe) w jeden obraz zawierający całe WP i dołączenie metadanych. Przekazanie danych do modułu system kartoteka.

- *System kartoteka* – podsystem odpowiada za tworzenie kartotek danych: osobowych pacjentów. Administrowanie wirtualnymi preparatami (udostępnianie w celach diagnostycznych, eksport do innych systemów).
- *Wizualizacja danych* – podsystem prezentuje wirtualne preparaty w wysokiej jakości przy ograniczonej przepustowości łącza.
- **Repozytoria instytucji współpracujących** – system instytucji naukowych współpracujący z repozytorium lokalnym. Dane przekazane poza placówkę Służby Zdrowia nie mogą zawierać danych osobowych.

## Model danych Systemu Mikroskop

Przedstawiony na rysunku 2. model danych określa zakres informacyjny wytworzony w podsystemie „System mikroskop”, a następnie przekazany do podsystemu Repozytorium lokalne w celu dalszego przetwarzania.



Rysunek 2: Model danych podsystemu mikroskop.

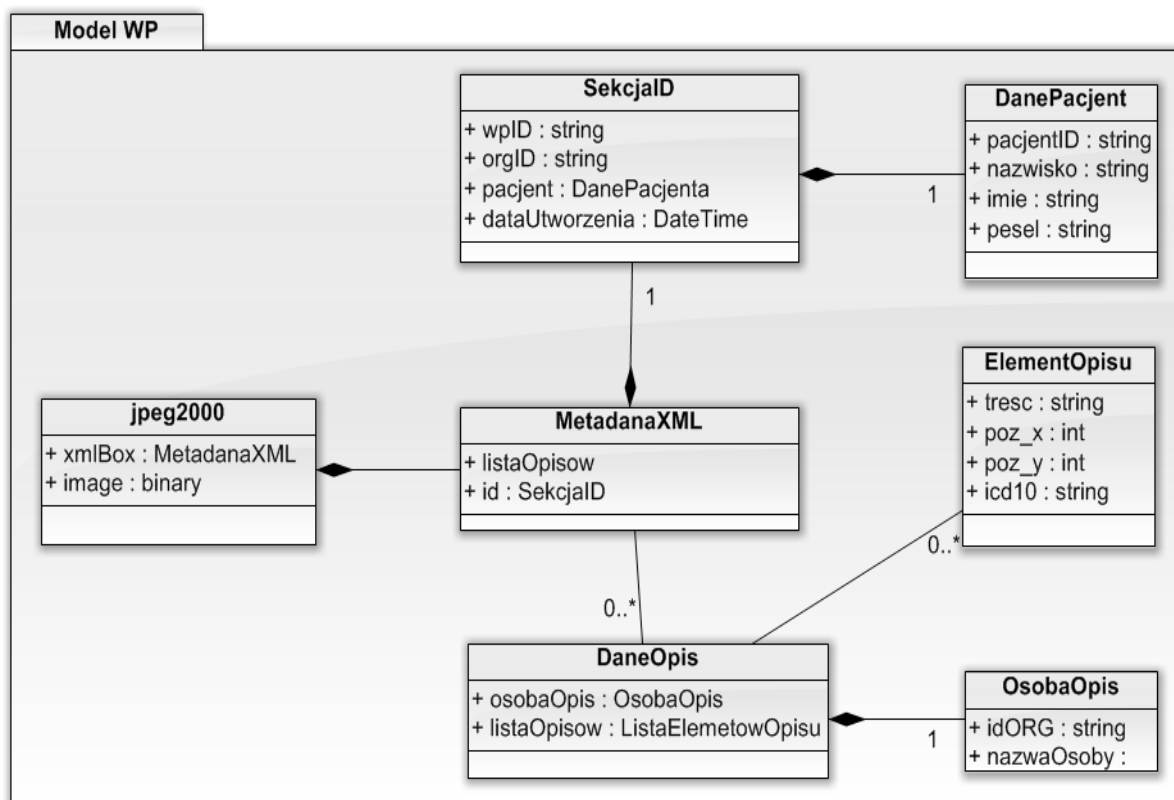
Nazwa	Opis
Model Mikroskop	Elementy reprezentujące dane powstające w systemie System Mikroskop.
ImageFileItem	Reprezentacja zdjęcie preparatu szkiełkowego w postaci pliku graficznego.

ImageFileTIFF	<p>TIFF (ang. Tagged Image File Format) - komputerowy format plików graficznych. Służy do zapisywania grafiki rastrowej.</p> <p>Został opracowany w 1986 przez grupę firm pod przewodnictwem Aldus Corporation do drukowania postscriptowego. W pracach nad nim uczestniczył też Microsoft i Hewlett-Packard. Pliki zapisane w tym formacie mają rozszerzenie ".tif" lub ".tiff".</p> <p>Umożliwia stosowanie kompresji bezstratnej typu LZW oraz CCITT Group 4.</p>
ImageFileJPG	<p>JPEG (JPG) - format kompresji statycznych obrazów astrowych, przeznaczony głównie do stratnego zapisu obrazów naturalnych (pejzaży, portretów itp.), charakteryzujących się płynnymi przejściami barw oraz brakiem lub małą ilością ostrych krawędzi i drobnych detali.</p> <p>Typ MIME zarejestrowany dla tego formatu nosi nazwę image/jpeg i został zdefiniowany w RFC 1341.</p>
PropertyImageXML	<p>Reprezentacja pliku formacie z XML powiązana z plikiem graficznym.</p> <p>Przykładowa zawartość pliku:</p> <pre>&lt;?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?&gt; &lt;Image&gt;   &lt;DateTime&gt;2010-12-15, 10:59&lt;/DateTime&gt;   &lt;Name&gt;Image1&lt;/Name&gt;   &lt;Height&gt;1932&lt;/Height&gt;   &lt;Width&gt;2576&lt;/Width&gt;   &lt;X-Scale&gt;0.337841&lt;/X-Scale&gt;   &lt;Y-Scale&gt;0.337841&lt;/Y-Scale&gt;   &lt;Z-Scale&gt;1.000000&lt;/Z-Scale&gt;   &lt;StagePosX&gt;0.013877&lt;/StagePosX&gt;   &lt;StagePosY&gt;0.003034&lt;/StagePosY&gt;   &lt;StagePosZ&gt;0.039002&lt;/StagePosZ&gt;   &lt;StagePosUnit&gt;um&lt;/StagePosUnit&gt; &lt;/Image&gt;</pre>
RaportXML	<p>Reprezentacja informacji pozwalająca powiązać dane obrazowe z danymi osobowymi pacjenta znajdujące się w kartotece.</p>

## Model Wirtualnego Preparatu

Najważniejszym zestawem danych przekazywanym pomiędzy podsystemami jest wirtualny preparat. By sprawnie i elastycznie nim zarządzać, powinien być zaprojektowany jako pojedynczy obiekt zawierający dane obrazowe i metadane w formacie xml. Główną

zaletą takiego rozwiązania jest ograniczenie do minimum problemów związanych z spójnością danych w trakcie przetwarzania. Wszystkie powyższe założenia spełnia format graficzny o nazwie JPEG2000. Poniższy rysunek 3. przedstawia model danych reprezentujący WP:



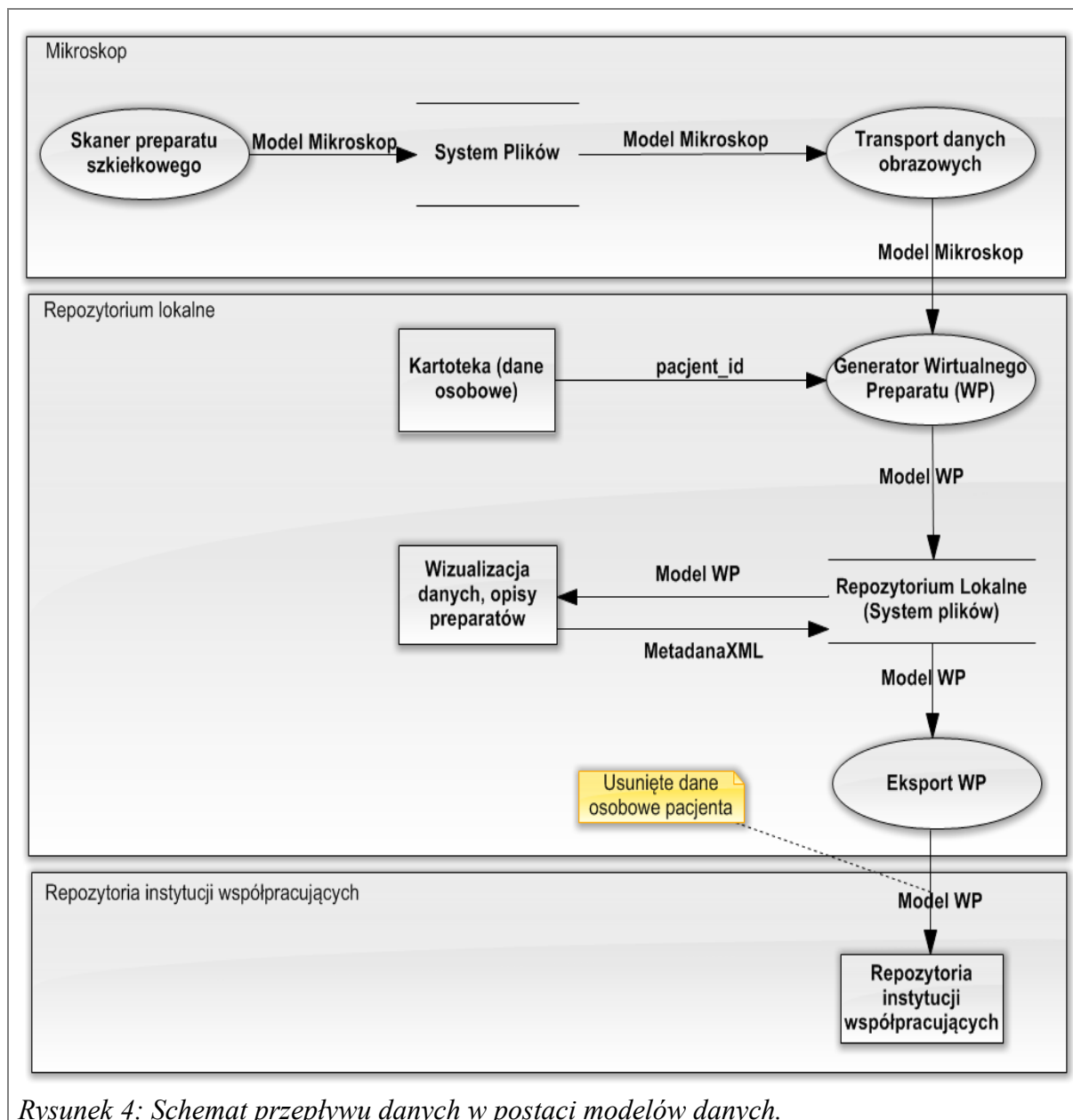
Rysunek 3: Model danych reprezentujący wirtualny preparat.

Nazwa	Opis
Model WP	Model przedstawia zakres informacyjny Wirtualnego Preparatu.
jpeg2000	JPEG 2000 - standard kompresji obrazu opracowany jako uzupełnienie istniejących, bardzo popularnych technik kompresji JPEG. Algorytm JPEG 2000 opiera się na wykorzystaniu dyskretnej transformaty falkowej DWT, która dzieli obraz na wysokie i niskie częstotliwości. Część odpowiadająca niskim częstotliwościom może być dzielona dalej w ten sam sposób. Tak przygotowaną tablicę próbek dzieli się na bloki, a następnie kwantuje i koduje niezależnie od siebie. Stopień kompresji reguluje się poprzez wysłanie tylko niektórych bloków, jak również przez zmienną kwantyzację próbek.

	<p>Opcje kodera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– kwantyzacja,</li> <li>– entropijne kodowanie,</li> <li>– kompresja stratna / bezstratna,</li> <li>– XML-owa struktura informacji dodatkowych.</li> </ul> <p>Opcje dekodera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– rozdzielczość obrazu,</li> <li>– jakość obrazu,</li> <li>– dostęp do regionu zainteresowań.</li> </ul> <p>Specyfikacja JPEG 2000 została zawarta w normie ISO/IEC 15444.</p> <p>Typ MIME jest określony w RFC 3745.</p>
DanePacjent	<p>Informacje identyfikujące pacjenta (dane osobowe).</p> <p>WP przekazany do celów naukowych nie posiada danych osobowych pozostaje pacjent_id.</p>
SekcjaID	SekcjaID - nagłówek identyfikujący wirtualny preparat.
MetadanaXML	<p>Reprezentacja metadanych WP zawiera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– nagłówek identyfikacji,</li> <li>– lista opisów.</li> </ul>
DaneOpis	<p>Reprezentuje dane opisu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– inf. o osobie dokonującej opis,</li> <li>– lista elementów treści.</li> </ul>
OsobaOpis	Informacje o osobie dokonującej opis.
ElementOpisu	reprezentacja punktu (wskazanie współrzędne) i treści opisu.

## **Obieg danych obrazowych i danych stowarzyszonych związanych z preparatem wirtualnym**

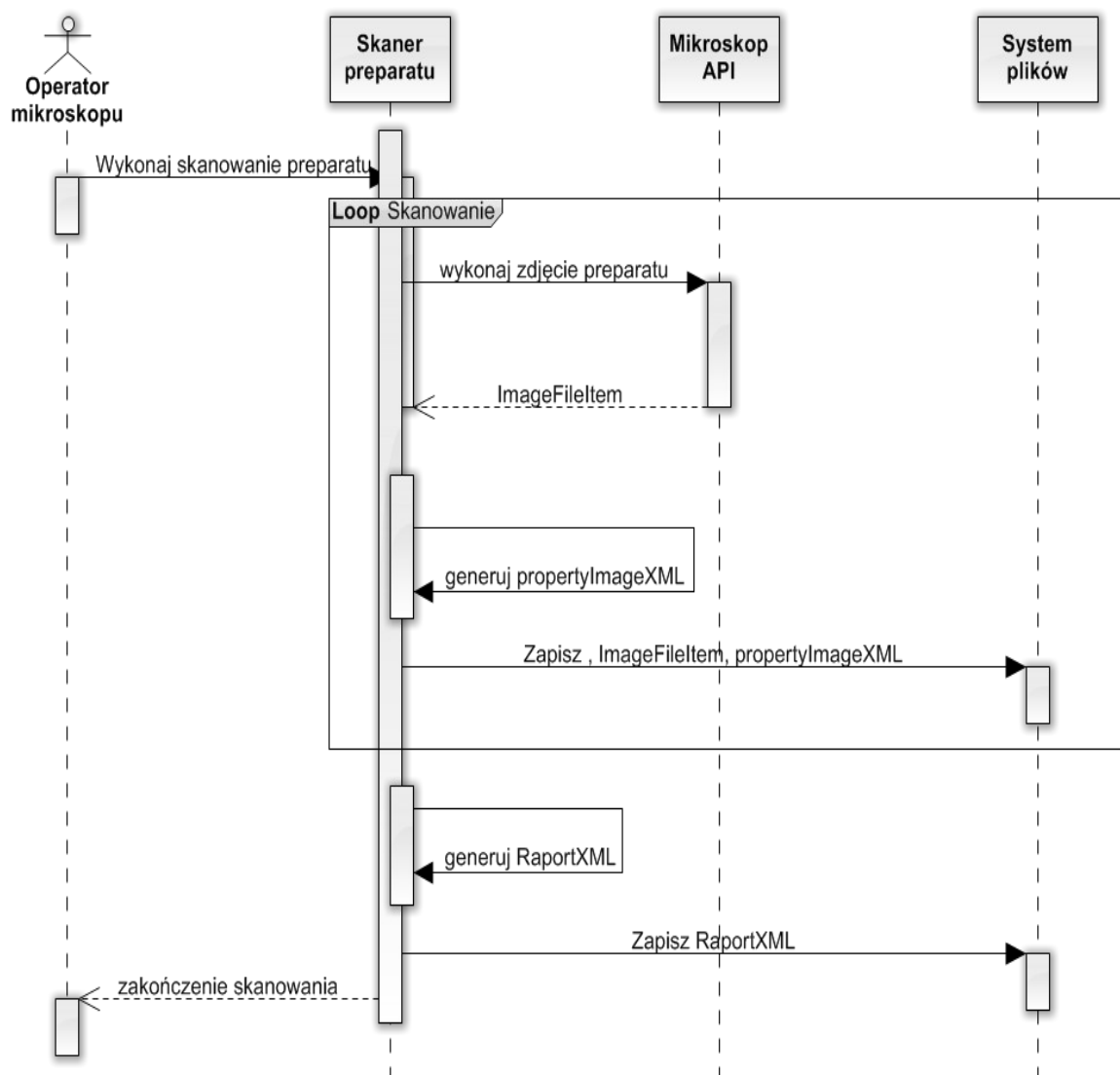
Projektując system składający się z wielu podsystemów, bardzo dużo uwagi należy poświęcić przepływowi struktur danych (modeli danych). Poniższy rysunek 4. prezentuje przepływy danych pomiędzy modułami z podziałem na podsystemy:



Rysunek 4: Schemat przepływu danych w postaci modeli danych.

## Mikroskop, skaner preparatu szkiełkowego

Poniżej przedstawiono sposób działania aplikacji skanującej preparat mikroskopowy. W wyniku skanowania powstają dane zgodne z Modelem Mikroskop.

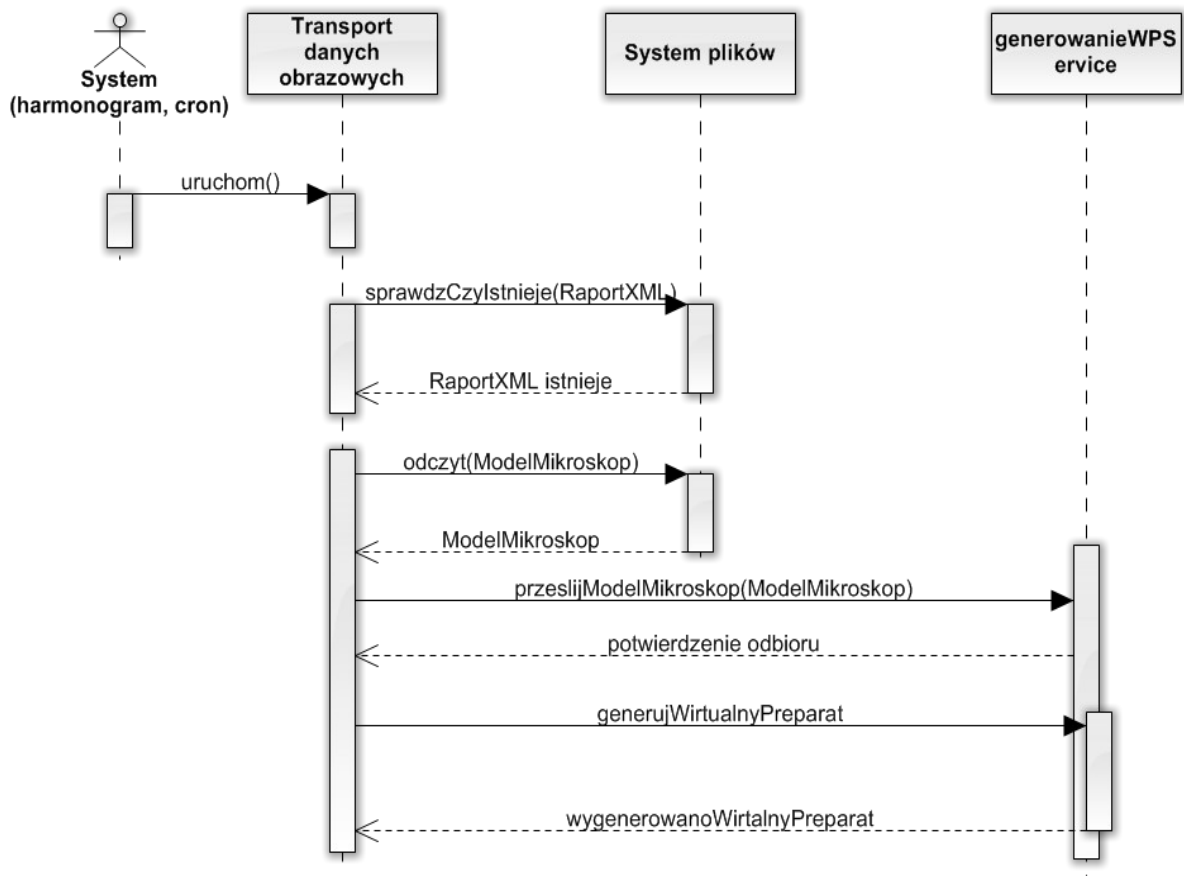


Rysunek 5: Skanowanie preparatu szkiełkowego w podsystemie Mikroskop.

## Mikroskop. Transport danych

W wyniku działania skanera powstały dane zgodne z modelem mikroskop. Następnie przy użyciu aplikacji „transport danych” dane te zostają przekazane do usługi generowania wirtualnego preparatu, uruchomionej w podsystemie repozytorium lokalne. Działanie aplikacji „transport danych” przedstawia poniższy rysunek 6.





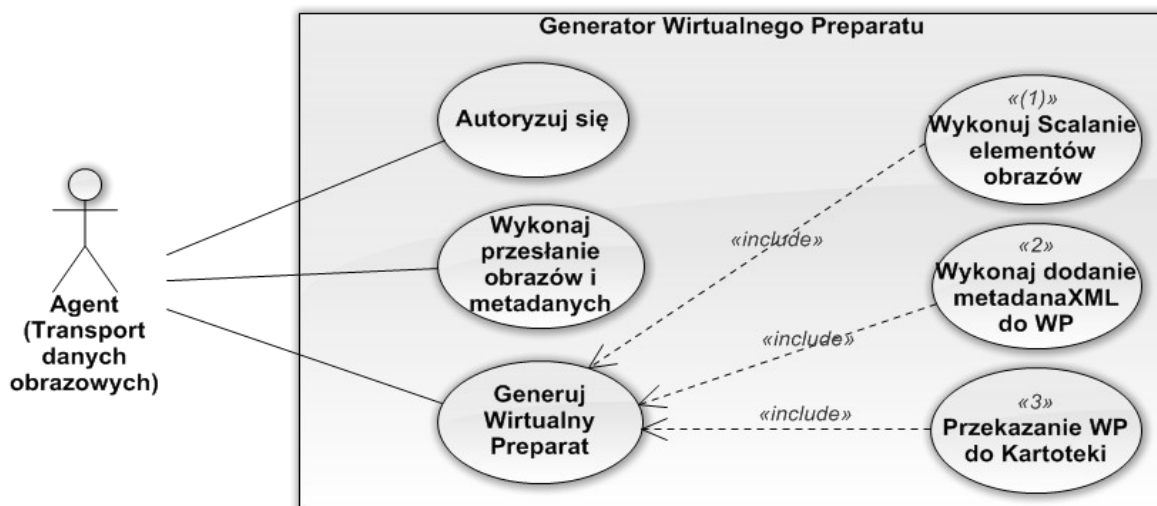
Rysunek 6: Transport danych z systemu mikroskop do repozytorium lokalnego.

## Generator wirtualnego preparatu

Generowanie wirtualnego preparatu jest podsystemem, który realizuje automatycznie proces odbioru informacji w postaci modelu mikroskop, a następnie gwarantuje wykonanie następujących kroków:

1. scalanie obrazów,
2. dodanie metadanych,
3. przekazanie WP do kartoteki.

Poniższy rysunek 7. przedstawia w formie graficznej elementy składowe generatora WP:

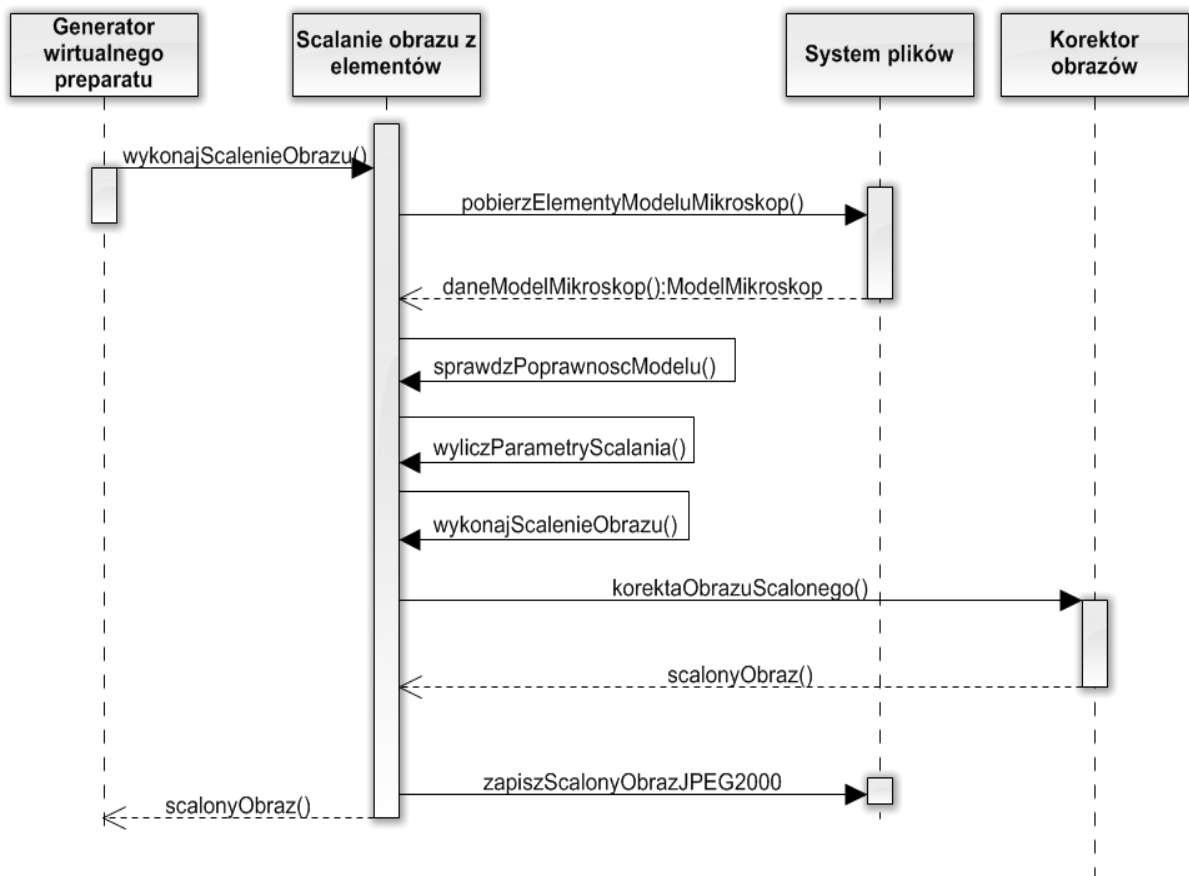


Rysunek 7: Diagram przypadków użycia podsystemu generowania WP.

## Projekt oprogramowania scalającego obrazy

Celem rozdziału jest pokazanie projektu aplikacji do automatycznego scalania plików graficznych (określanych jako kafelki obrazów) do postaci scalonego obrazu cyfrowego z zachowaniem jakości obrazu. Konstrukcja aplikacji powinna pozwolić na utworzenie bardzo dużych obrazów, które nie mogą być w całości przetwarzane w pamięci. W wyniku kalibracji ruchu elementu skanującego, kafelki obrazu pokrywają się w pionie i poziomie w obszarze 10-50 pikseli. Jednak ze względu na niedokładność mechaniczną, rzeczywiste ruchy preparatu wahają się w przedziale 1-4 mikrometrów w sposób losowy, co powoduje widoczne szwy. Dlatego oprogramowanie powinno automatycznie korygować obraz w celu usunięcia błędów łączenia obrazów. Powyższe wymogi co do działania aplikacji pozwalają wyekstrahować etapy przetwarzania danych obrazowych w trakcie scalania.

Rysunek 8. przedstawia wydzielone etapy działania aplikacji „scalanie obrazów”:



Rysunek 8: Schemat działania programu scalanie obrazów.

#### Scalanie obrazów składa się z następujących etapów:

1. *pobierzElementyModeluMikroskop()* - wczytanie z systemu plików metadanych dotyczące przesłanych obrazów.
2. *sprawdzPoprawnoscModelu()* - sprawdzenie czy istnieją wszystkie wymagane pliki obrazów.
3. *wyliczParametryScalania()* - wyliczenie pozycji poszczególnych obrazów. Obliczenie liczby pikseli nakładania się obrazów w wierszach(Y) i kolumnach (X)
4. *wykonajScalenieObrazu()* - wykonanie właściwego połączenia obrazów.
5. *korektaObrazuScalonego()* - wykonanie przetworzenia scalonego obrazu w celu usunięcia szwów.
6. *zapiszScalonyObrazJPEG2000* - zapis do systemu plików scalony obraz w formacie JPEG2000.

Przedstawione elementy projektu aplikacji „scalanie obrazów” powinny być realizowane przy wykorzystaniu następujących narzędzi:

- język programowania Oracle JAVA,
- Java Advanced Imaging(JAI),
- Java Advanced Imaging Image I / O Tools (JAI I / O bibliotek Narzędzia),
- ImageJ,
- TurboReg ImageJ plugin (do korekcji obrazu, opcja).

---

*Podpis Wykonawcy dzieła*

Stwierdzam wykonanie pracy zgodnie z umową

*data*

---

*Podpis przyjmującego pracę*