



POLITECHNIKA  
LUBELSKA  
WYDZIAŁ ELEKTROTECHNIKI  
I INFORMATYKI

# Praca dyplomowa inżynierska

na kierunku Informatyka  
na specjalności Inżynieria oprogramowania

Aplikacja internetowa domu aukcyjnego z interaktywną wizualizacją obiektów 3D

Auction house web application with interactive 3D object visualisation

Konrad Tomasz Nowak  
99640

Maciej Ołdakowski  
99648

Patryk Kamil Nowacki  
99638

Promotor Dr Marcin Barszcz

Lublin 2025



## **Streszczenie**

Komentarz: Streszczenie zostanie napisane po skończeniu całości pracy.

## **Abstract**

# Spis treści

<b>1 Wstęp</b>	<b>6</b>
<b>2 Cel i zakres pracy</b>	<b>8</b>
2.1 Cel pracy . . . . .	8
2.2 Zakres pracy . . . . .	8
2.3 Podział pracy . . . . .	10
<b>3 Analiza rynku</b>	<b>11</b>
3.1 invaluable.com . . . . .	11
3.2 desa.pl . . . . .	12
3.3 auctionet.com . . . . .	12
<b>4 Użyte technologie i narzędzia</b>	<b>14</b>
4.1 Element renderujący . . . . .	14
4.1.1 Język C++ . . . . .	14
4.1.2 WebGPU . . . . .	14
4.1.3 WebGPU-Cpp . . . . .	14
4.1.4 WebAssembly . . . . .	14
4.1.5 Emscripten . . . . .	15
4.1.6 WGSL (WebGPU Shading Language) . . . . .	15
4.1.7 CMake . . . . .	15
4.1.8 Ninja . . . . .	15
4.1.9 Biblioteki C++ . . . . .	15
4.2 System aukcyjny . . . . .	16
<b>5 Projekt aplikacji</b>	<b>17</b>
5.1 Udokumentowanie analizy i udokumentowanie rozpoznanych procesów biznesowych . . . . .	17
5.1.1 Przypadki użycia: . . . . .	17
5.1.2 Diagramy bpmn: . . . . .	18
5.2 Wymagania funkcjonalne: . . . . .	19
5.3 Wymagania niefunkcjonalne: . . . . .	20
5.4 Diagram pakietów przypadków użycia . . . . .	21
5.5 Diagramy przypadków użycia . . . . .	21
5.6 Historyjki użytkownika . . . . .	23
5.6.1 Użytkownik . . . . .	23
5.6.2 Administrator . . . . .	25
5.6.3 Dom aukcyjny . . . . .	25
5.7 Diagramy klas . . . . .	26

5.8 Diagramy sekwencji . . . . .	29
5.9 Projekt interfejsu użytkownika . . . . .	29
5.10 Model danych . . . . .	41

# 1 Wstęp

Z roku na rok rynek e-commerce dynamicznie się rozwija, przyciągając coraz większą liczbę użytkowników. Według badania „E-commerce w Polsce 2024” szacuje się, że w 2024 roku aż 75% internautów dokonuje zakupów w polskich sklepach internetowych, a 36% korzysta z zagranicznych platform e-commerce. Pandemia Covid-19 znaczco przyspieszyła ten trend — w 2020 roku wartość sprzedaży online w Polsce podwoiła się w porównaniu z rokiem poprzednim. Wraz z rozwojem rynku użytkownicy oczekują coraz bardziej innowacyjnych rozwiązań, które zwiększą ich zaufanie do zakupów online i poprawią jakość doświadczeń zakupowych.

Jednym z kluczowych wyzwań w handlu internetowym, w szczególności w sektorze aukcji online, jest zapewnienie kupującym możliwości dokładnego zapoznania się ze stanem oferowanego przedmiotu. Tradycyjne platformy aukcyjne,

takie jak desa.pl, the-saleroom.com czy allegro.pl,

Czy potrzeba tutaj wymieniać nazwy, jeżeli zostaną one dokładnie opisane w analizie rynku?

opierają się głównie na zdjęciach i opisach, które nie zawsze w pełni oddają rzeczywisty stan produktu. Brak możliwości szczegółowego obejrzenia przedmiotu może prowadzić do nieporozumień i obniżać zaufanie kupujących. Rozwiązaniem tego problemu może być zastosowanie nowoczesnych technologii wizualizacji, które umożliwiają interaktywne przedstawienie produktów w trójwymiarowej przestrzeni.

W naszej pracy inżynierskiej skupiamy się na wykorzystaniu nowatorskiej technologii WebGPU do renderowania interaktywnych modeli 3D przedmiotów aukcyjnych w przeglądarce internetowej. WebGPU, będące następcą WebGL, oferuje znacznie wyższą wydajność i lepsze możliwości graficzne, umożliwiając tworzenie zaawansowanych wizualizacji przy minimalnym obciążeniu dla użytkownika. W porównaniu do starszych technologii, takich jak WebGL, które borykały się z ograniczeniami w wydajności renderowania złożonych modeli, czy nieaktualnego Adobe Flash Player, który ze względu na problemy z bezpieczeństwem i brak wsparcia przestał być stosowany, WebGPU stanowi przełom w dostarczaniu płynnych i realistycznych wrażeń wizualnych w środowisku przeglądarkowym. Dzięki temu użytkownicy mogą dokładnie obejrzeć przedmiot z każdej perspektywy, co zwiększa transparentność procesu aukcyjnego i minimalizuje ryzyko nieporozumień dotyczących stanu produktu.

Nasz projekt inżynierski zakłada opracowanie systemu domu aukcyjnego, w którym klu-czową funkcjonalnością jest interaktywne renderowanie modeli 3D za pomocą WebGPU. System aukcyjny pełni funkcję demonstracyjną, stanowiąc praktyczny przypadek użycia dla tej technologii. Wdrożenie WebGPU pozwala na stworzenie nowoczesnego, intuicyjnego i angażującego interfejsu, który wyróżnia się na tle istniejących rozwiązań aukcyj-

nych, oferując użytkownikom nową jakość w doświadczeniu zakupowym.

Czy nie to samo co w celu i zakresie pracy?

## **2 Cel i zakres pracy**

### **2.1 Cel pracy**

Celem niniejszej pracy inżynierskiej jest zaprezentowanie nowatorskiego podejścia do renderowania obiektów 3D w czasie rzeczywistym w przeglądarce internetowej z wykorzystaniem technologii WebGPU. Projekt zakłada zademonstrowanie możliwości tej technologii poprzez opracowanie komponentu renderującego, który efektywnie wykorzystuje kartę graficzną urządzenia, z kodem skompilowanym do formatu WebAssembly dla zapewnienia wysokiej wydajności. Komponent ten zostanie zintegrowany z uproszczonym systemem domu aukcyjnego, aby zilustrować jego praktyczne zastosowanie w kontekście aukcji online, zwiększając transparentność i zaufanie użytkowników do procesu zakupowego poprzez interaktywną wizualizację licytowanych przedmiotów.

### **2.2 Zakres pracy**

Zakres pracy obejmuje następujące kluczowe elementy:

#### 1. Analiza rynku platform aukcyjnych online

- Badanie wiodących platform: Przeprowadzenie analizy głównych platform aukcyjnych, takich jak eBay, Sotheby's, Christie's oraz lokalnych, takich jak Allegro.pl, pod kątem stosowanych metod wizualizacji produktów.
- Ocena technologii wizualizacji: Skupienie się na obecnych rozwiązaniach, takich jak zdjęcia 2D, filmy wideo oraz ewentualne zastosowanie technologii 3D. Badania wskazują, że większość platform nadal opiera się na tradycyjnych metodach, co podkreśla lukę w rynku dla zaawansowanych wizualizacji 3D (Market Research Future, 2025).
- Identyfikacja potrzeb: Określenie ograniczeń istniejących rozwiązań, takich jak brak możliwości dokładnego obejrzenia przedmiotu z różnych perspektyw, oraz wskazanie, jak renderowanie 3D może poprawić doświadczenie użytkownika.

#### 2. Wprowadzenie do technologii WebGPU i WebAssembly

- WebGPU: Omówienie architektury WebGPU, nowoczesnego API graficznego, które jest następcą WebGL. WebGPU oferuje lepszą wydajność, bezpośredni dostęp do nowoczesnych funkcji GPU oraz wsparcie dla obliczeń ogólnego przeznaczenia, co czyni je idealnym do renderowania 3D w przeglądarkach (MDN Web Docs, 2025).
- WebAssembly: Wyjaśnienie roli WebAssembly jako formatu binarnego umożliwiającego wykonywanie kodu o wysokiej wydajności w przeglądarce, co jest

kluczowe dla złożonych obliczeń graficznych (WebGPU Implementation Status, 2024).

- Zalety technologiczne: Podkreślenie korzyści, takich jak zwiększoną wydajność, lepsze zarządzanie zasobami sprzętowymi oraz kompatybilność międzyplatformowa, w porównaniu do starszych technologii, takich jak WebGL czy Adobe Flash Player, który został wycofany z powodu problemów z bezpieczeństwem i wydajnością.

### 3. Projekt i implementacja komponentu renderującego 3D

- Podejście techniczne: Szczegółowy opis projektowania i implementacji komponentu renderującego opartego na WebGPU, w tym użycie języka WGSL (WebGPU Shading Language) do definiowania efektów graficznych (W3C WebGPU Specification, 2025).
- Kompilacja do WebAssembly: Wyjaśnienie procesu komplikacji kodu renderującego w C++ do WebAssembly, co pozwala na uzyskanie wydajności zbliżonej do natywnej w środowisku przeglądarkowym.
- Wyzwania implementacyjne: Omówienie potencjalnych trudności, takich jak zapewnienie kompatybilności z różnymi przeglądarkami (np. Chrome i Edge od wersji 113, Safari od wersji 26, eksperymentalne wsparcie w Firefox (Lambda-Test, 2023)), optymalizacja wydajności oraz dostosowanie do ograniczeń sprzętowych.

### 4. Integracja z systemem domu aukcyjnego

- Podejście techniczne: Opis i implementacja architektury klient-serwer z użyciem React po stronie frontendu i Express, Node.js i MongoDB po stronie backendu.
- Architektura systemu: Nakreślenie struktury uproszczonego systemu aukcyjnego, który służy jako przypadek użycia dla komponentu renderującego. System obejmuje podstawowe funkcjonalności, takie jak przeglądanie przedmiotów, licytacja i wyświetlanie modeli 3D.
- Integracja komponentu 3D: Opis sposobu włączenia komponentu renderującego do interfejsu użytkownika, w tym zarządzania danymi modeli 3D i interakcji użytkownika, takich jak obracanie czy przybliżanie obiektów.
- Przykłady użycia: Zaprezentowanie scenariuszy, w których użytkownicy mogą wchodzić w interakcję z modelami 3D, np. oglądanie antyków lub dzieł sztuki z różnych kątów, co zwiększa pewność co do stanu licytowanego przedmiotu.

### 5. Ewaluacja i perspektywy rozwoju

- Testowanie wydajności: Przeprowadzenie testów komponentu renderującego pod kątem szybkości renderowania, zużycia zasobów i płynności interakcji użytkownika.
- Ocena doświadczenia użytkownika: Analiza, jak wizualizacja 3D wpływa na postrzeganie platformy aukcyjnej przez użytkowników, w tym potencjalne zmniejszenie liczby zwrotów dzięki lepszemu zrozumieniu produktu (Market Report Analytics, 2025).
- Przyszłe zastosowania: Dyskusja nad potencjalnym rozszerzeniem technologii na inne obszary e-commerce, takie jak sklepy internetowe z meblami czy modą, oraz dalszy rozwój w miarę zwiększania wsparcia dla WebGPU w przeglądarkach.

### 2.3 Podział pracy

Komentarz: Później

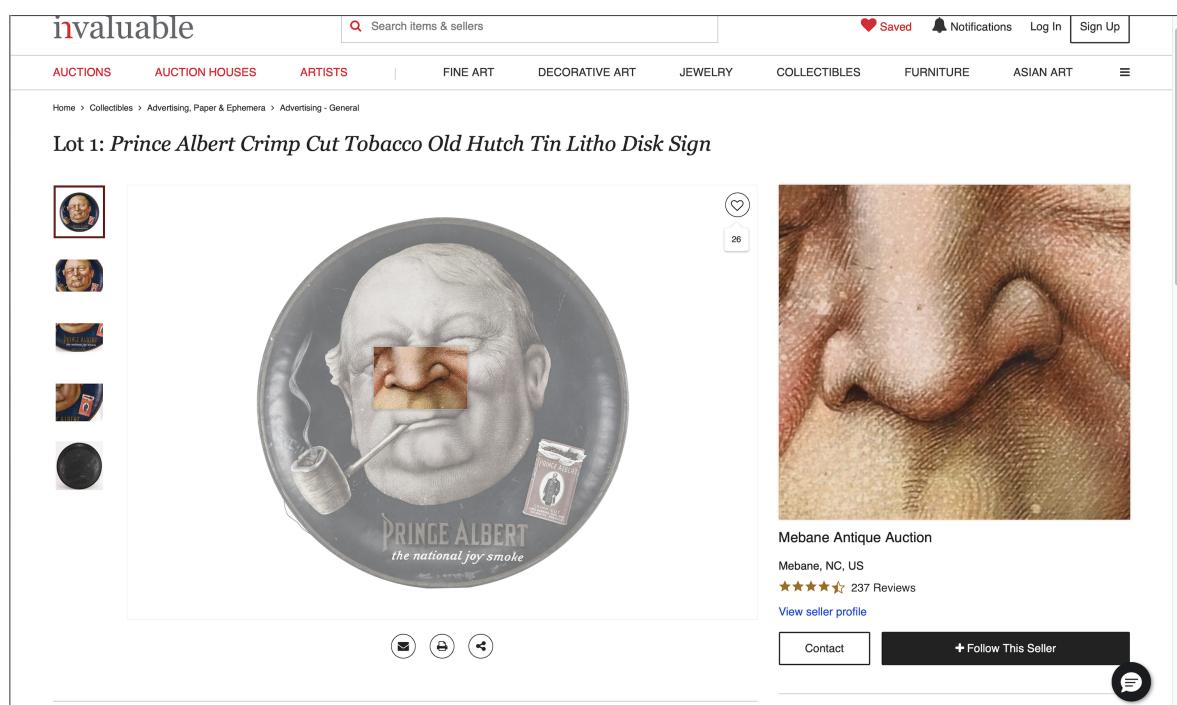
### 3 Analiza rynku

Na rynku istnieje wiele witryn internetowych, na których użytkownicy mogą licytować drogocenne przedmioty. Jak okazuje się, w największych witrynach, nie ma możliwości podglądu obiektu w formie 3D. Witryny takie jak [invaluable.com](#), [desa.pl](#) i [auctionet.com](#) posiadają prostą funkcjonalność podglądu zdjęć, nie wyróżniając się innowacyjnym rozwiązaniem jakim jest rendering 3D.

Obrazy 2D zapewniają statyczny widok i nie oddają skutecznie skomplikowanych szczegółów, kątów lub faktur. Prowadzi to do tego, że nie mamy rzeczywistego oddania stanu przedmiotu, przez co potencjalny konsument, może zostać wprowadzony w błąd, podczas zakupu danego przedmiotu. Technologia ta pozwala nam na dokładną inspekcję wybranego przez nas przedmiotu, poprzez obracanie obiektem, możliwością przybliżania oraz oddalania się od obiektu i renderingu w bardzo wysokiej jakości.

#### 3.1 [invaluable.com](#)

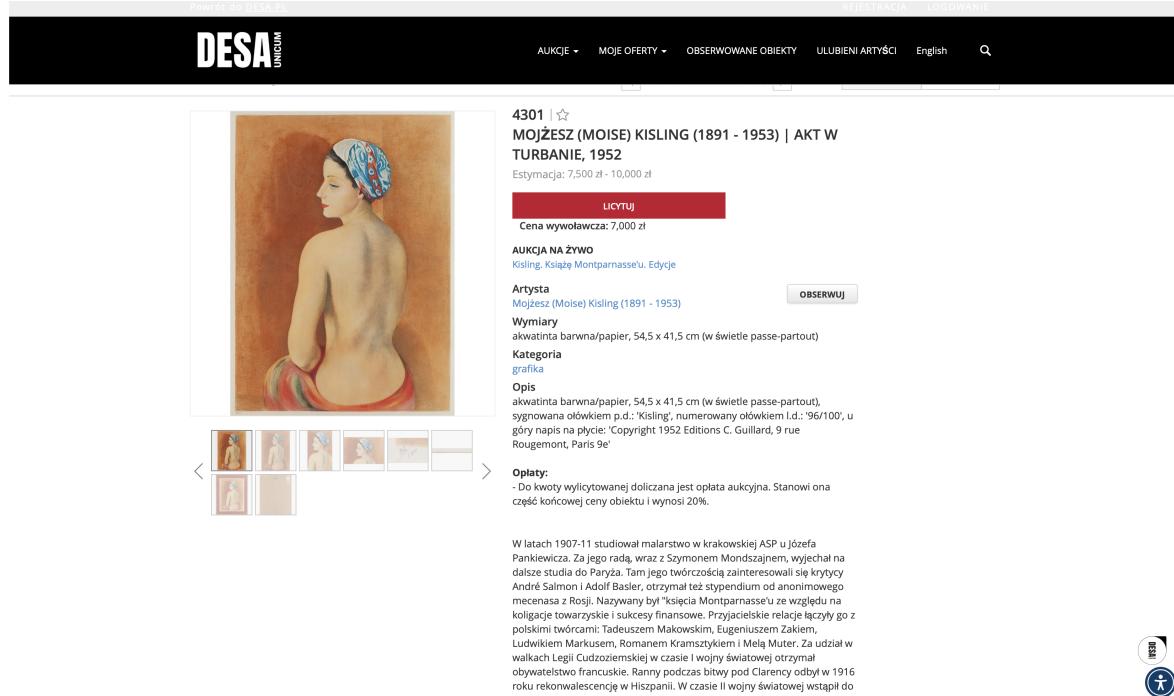
Jest to jeden z większych serwisów internetowych, zajmujących się sprzedażą obrazów, antyków i rzeczy kolekcjonerskich. Współpracują z ponad pięcioma tysiącami domów aukcyjnych na całym świecie. Ten serwis, będąc jednym z większych na świecie, nie zapewnia renderowania 3D obiektów. Przeglądając aukcje, użytkownik może przejrzeć i przybliżyć tylko pierwsze zdjęcie, aby dokonać dokładniejszej inspekcji przedniej części obiektu, który potencjalnie będzie licytowany.



Rysunek 3.1: Podgląd obiektu w serwisie [invaluable.com](#)

### 3.2 desa.pl

Największy dom aukcyjny w Polsce, który prowadzi aukcje on-line i stacjonarnie. Główne zajmuje się wyceną i sprzedażą dzieł sztuki. Rocznie realizują 200 aukcji, na który sprzedano 7441 dzieł sztuki. Interfejs tej strony jest prosty, intuicyjny w obsłudze dla użytkownika. Jednak podgląd obiektu licytacji jest niezaawansowany. Możemy jedynie podejrzeć zdjęcia dołączone do aukcji, lecz nie możemy ich przybliżyć i dokonać dokładniejszej inspekcji danego dzieła.



Rysunek 3.2: Podgląd obiektu w serwisie desa.pl

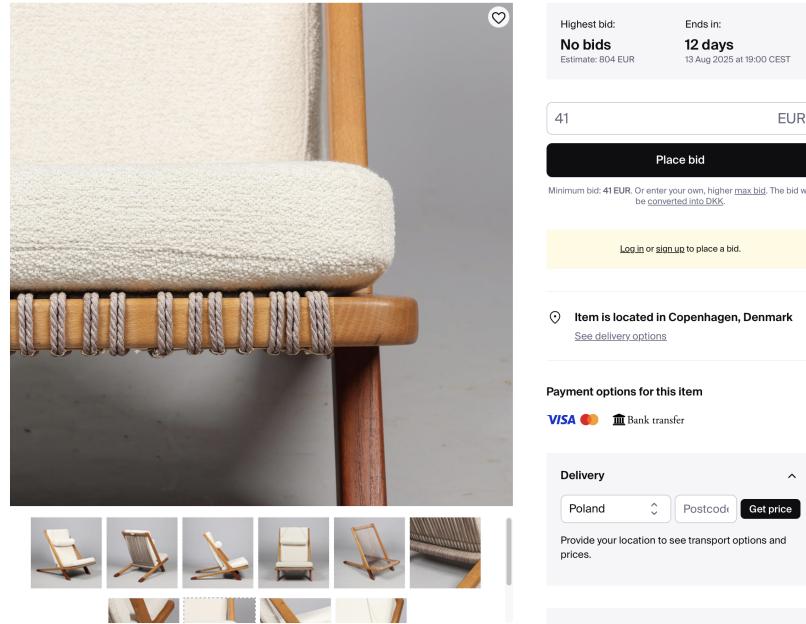
### 3.3 auctionet.com

Serwis założony w 2011 przez Niklasa Söderholma, założyciela i prezesa zarządu Bukowsis Market i Tom Österman, eksperta z Bukowskis and Åmells. Obsługuje domy aukcyjne na terenie całej Europy, będąc pośrednikiem w sprzedaży dzieł sztuki i przedmiotów kolekcjonerskich. Strona z zawartością aukcji jest bardzo przejrzysta. Sam podgląd obiektu to są tylko i wyłącznie zdjęcia, które możemy przybliżać i zobaczyć kilka na raz. Przez takie rozwiązanie, inspekcja przedmiotu jest zależna od formatu i jakości zdjęcia, które mogą być w gorszej jakości, jeżeli były poddane jakiejś formie kompresji.

4441784. Scandinavian master carpenter, sculptural armchair made of solid wood, flagline and woven textile, Denmark/Sweden, 1950/60s.

PALSGAARD

KUNSTAUKTIONER



Rysunek 3.3: Podgląd obiektu w serwisie auctionet.com

## 4 Użyte technologie i narzędzia

### 4.1 Element renderujący

#### 4.1.1 Język C++

Wysokopoziomowy język programowania stworzony przez Bjarne Stroustrupą, jako dodatek do języka C. C++ jest szeroko używany w aplikacjach wymagających wysokiej wydajności, takich jak gry komputerowe, silniki gier komputerowych, aplikacje graficzne, aplikacje uczenia maszynowego i wiele innych, gdzie wydajność jest kluczowa. Perfekcyjnie wpasowuję się on w potrzebę stworzenia graficznego komponentu renderującego obiekty 3D.

W przedstawionym projekcie wykorzystywany jest C++ 23 (ISO/IEC 14882:2024), czyli aktualny otwarty standard języka. Ostateczna wersja dokumentu to N4950. Zawiera ona w sobie wiele nowych funkcji, oraz całą zawartość wcześniejszych standardów.

#### 4.1.2 WebGPU

Nowoczesny interfejs programowania aplikacji (API), który umożliwia wydajny dostęp do procesora graficznego (GPU) na różnych platformach. U podstawy działania wykorzystuje systemowe interfejsy: Vulkan, Metal, lub Direct3D 12. Zastępuje starszą technologię WebGL, jako nowy główny standard graficzny dla sieci.

WebGPU jest wspierane zarówno w Google Chrome, jak i Firefox. Mozilla używa własnej implementacji w języku Rust o nazwie `wgpu`. Google natomiast stworzyło Dawn, czyli implementację standardu WebGPU w Chromium za pomocą C++.

Komentarz: 1. Czy należy zaznaczać nazwy bibliotek, czcionką monospace, tak jak powyżej? Jeżeli tak to czy tylko tych podrzędnych, skoro WebGPU jest główną technologią to zostawić Times New Roman? 2. Czy taka długość opisu wystarczy? Aktualnie jest krótki opis profilowany, aby nawiązywać do projektu.

#### 4.1.3 WebGPU-Cpp

Wrapper dla WebGPU napisany w C++, ponieważ obie implementacje udostępniają plik nagłówkowy w języku C z definicjami funkcji i struktur. Stworzony został przez użytkownika eliemichel i udostępniany jest na platformie Github.

#### 4.1.4 WebAssembly

Otwarty standard, który definiuje przenośny format binarny i odpowiadający mu format tekstowy dla programów komputerowych. Głównym celem jest umożliwienie łatwiejszego tworzenia wielce wydajnych aplikacji w przeglądarkach na stronach internetowych. Jest nie-

zależny od platformy oraz wspiera każdy język programowania. Kod wykonywany jest w wirtualnej maszynie stosowej.

#### 4.1.5 Emscripten

Całkowicie otwarty kompilator, który umożliwia komplikację kodu C i C++, lub innego języka używającego LLVM, do formatu WebAssembly. Emcc, czyli frontend kompilatora używa Clang, oraz LLVM. Pozwala on na bezproblemową konwersję praktycznie każdego projektu C i C++ do WebAssembly. Emscripten ma na koncie kilka udanych konwersji takich jak: Unreal Engine 4, Quake 3, czy Doom 3, wszystkie działające w przeglądarce.

#### 4.1.6 WGS (WebGPU Shading Language)

Wysokopoziomowy język shaderów dla WebGPU. Umożliwia on tworzenie shaderów, czyli programów wykonywanych na procesorze graficznym. Został stworzony przez W3C GPU for the Web Community Group, aby zapewnić nowoczesny, bezpieczny i przenośny sposób pisania shaderów dla WebGPU.

Komentarz: 1. Czy tłumaczenie shading language jest poprawne? Nigdzie nie znalazłem innego, a język cieniowania brzmi groteskowo. 2. Ciężko jest więcej napisać bez potrzeby wyjaśniania kolejnych sformułowań, jak: możliwość komplikacji do SPIR-V

#### 4.1.7 CMake

Narzędzie do zarządzania budowaniem kodu źródłowego. Zdejmuję z użytkownika konieczkość pisania skomplikowanych plików potrzebnych systemom budowania. Jest szeroko używany w projektach C i C++.

#### 4.1.8 Ninja

Lekki system budowania, skupiający się na szybkości. Jest zaprojektowany, aby pliki wejściowe były generowanie przez inne wysokopoziomowe narzędzie. Używany do budowania Google Chrome, czy części systemu Android.

#### 4.1.9 Biblioteki C++

**GLFW** Napisana w C wieloplatformowa biblioteka do tworzenia okien aplikacji używających OpenGL, OpenGL ES i Vulkan.

**GLM (OpenGL Mathematics)** Napisana w C++ biblioteka matematyczna przeznaczona dla oprogramowania graficznego opartego na specyfikacjach języka OpenGL Shading Language (GLSL). Biblioteka ta doskonale współpracuje z OpenGL, ale zapewnia kompatybilność z innymi bibliotekami i zestawami SDK innych producentów.

**stb\_image** Biblioteka dla C/C++ umożliwiająca załadowywanie obrazów w różnych formatach, takich jak: JPG, PNG, TGA, BMP, PSD, GIF, HDR, PIC.

**tinyobjloader** Napisana w C++ biblioteka umożliwiająca załadowywanie modeli 3D w formacie OBJ stworzonym przez Wavefront Technologies.

**Dear ImGui** Napisana w C++ biblioteka umożliwiająca tworzenie lekkich interfejsów graficznych z minimalnymi zależnościami.

## 4.2 System aukcyjny

...

Komentarz: Uzupełnione po implementacji

## **5 Projekt aplikacji**

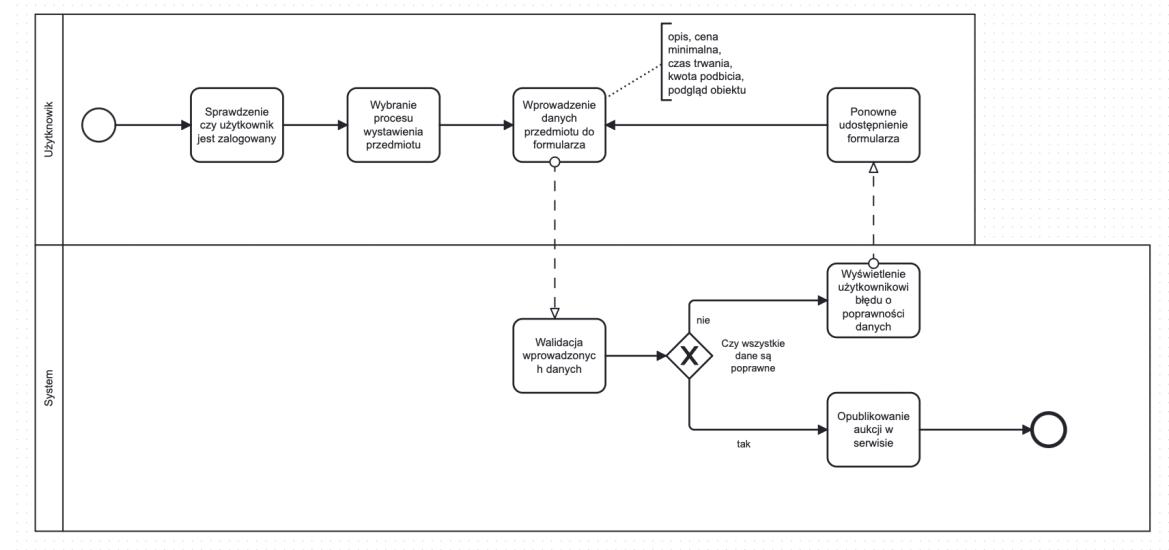
1. Zawartość niniejszego rozdziału została przygotowana na zajęciach: Projekt zespołowy - projektowanie. Przedstawiamy to aby Pan się zapoznał i ocenił co należy zosta- wić, a co nie jest potrzebne.
2. Dla poniższej zawartości bardziej zgodny byłby tytuł: Projektowanie systemu aukcyjnego; ponieważ wymagania prowadzącego były bardziej skupione na tym elemencie naszej aplikacji, chociaż staraliśmy się uwzględnić też rederowanie 3D.

### **5.1 Udokumentowanie analizy i udokumentowanie rozpoznanych procesów biznesowych**

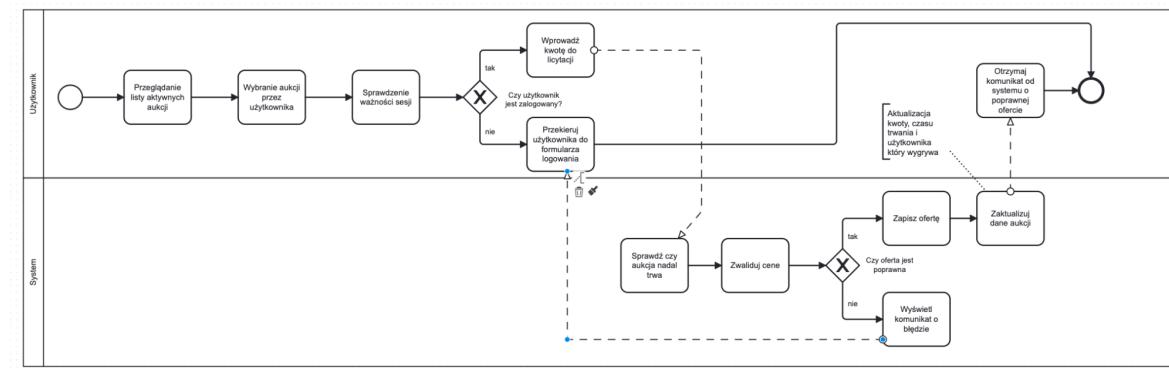
#### **5.1.1 Przypadki użycia:**

- Rejestracja nowego użytkownika
- Logowanie do systemu
- Edycja konta
- Tworzenie aukcji
- Przeglądanie aukcji
- Wizualizacja modelu 3D
- Licytacja
- Moderacja aukcji
- Generowanie raportów i statystyk

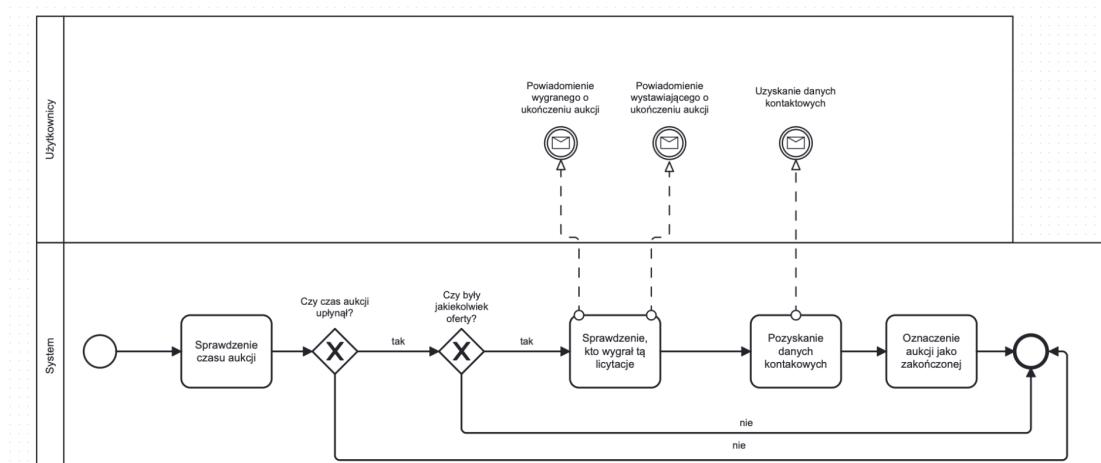
### 5.1.2 Diagramy bpmn:



Rysunek 5.1: Tworzenie aukcji



Rysunek 5.2: Proces licytacji



Rysunek 5.3: Kończenie aukcji

Czy diagramy nie za małe? Można użyć \landscape, ale czy w pracy można to zastosować?

## 5.2 Wymagania funkcjonalne:

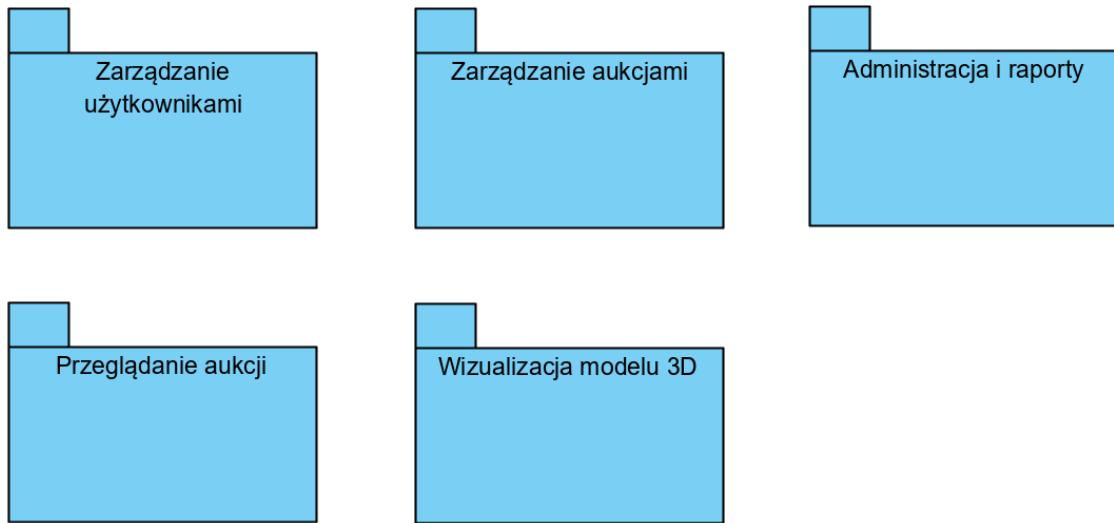
- Obsługa aukcji
  - System musi umożliwiać tworzenie i zarządzanie aukcjami przez zarejestrowane domy aukcyjne (zakres: kreacja, edycja, usuwanie aukcji).
  - Każda aukcja powinna posiadać ustalony czas rozpoczęcia i zakończenia, automatyczne otwieranie i zamykanie zgodnie z harmonogramem.
  - System musi zbierać i prezentować kluczowe parametry aukcji (status, cena wywoławcza, aktualna najwyższa oferta).
- System licytacji w czasie rzeczywistym
  - Użytkownicy powinni móc składać oferty online w trybie rzeczywistym, z mechanizmem aktualizacji najwyższej kwoty dla wszystkich obserwatorów.
  - Mechanizm obsługi przebijania ofert: każde nowe przebicie powinno być natychmiast komunikowane pozostałym uczestnikom.
  - Logika rozstrzygania zwycięzcy oraz rezerwacja przedmiotu po zakończeniu aukcji.
- Wizualizacja 3D
  - Dla każdej pozycji aukcyjnej system zapewnia podgląd modelu 3D przedmiotu, osadzony w interaktywnym viewerze.
  - Viewer 3D powinien obsługiwać podstawowe operacje (obrót, przybliżenie/oddalanie), by użytkownik mógł dokładnie obejrzeć szczegóły oferty.
  - Integracja procesu uploadu i weryfikacji pliku 3D w formatach ustalonych w specyfikacji technicznej.
- Zarządzanie użytkownikami
  - Rejestracja i uwierzytelnianie: tworzenie kont z walidacją danych, logowanie, wylogowanie, procedura resetu hasła.
  - Konta użytkowników z podziałem na role: licytujący, dom aukcyjny, administrator. Każda rola ma inne uprawnienia (np. tylko dom aukcyjny może tworzyć aukcje).
  - Profil użytkownika: edycja danych osobowych, podgląd historii aktywności (aukcje wygrane/przegrane, złożone oferty).

- Interaktywna wyszukiwarka i filtry
  - System wyszukiwania musi obsługiwać pełnotekstowe zapytania, filtrowanie wyników po parametrach (kategoria, przedział cenowy, status aukcji, dom aukcyjny itp.).
  - Sortowanie wyników według różnych kryteriów (cena rosnąco/malejąco, najbliższe zakończenie, najnowsze).
  - Możliwość zapamiętywania i zarządzania własnymi zestawami filtrów (ulubione kategorie, alerty o nowych aukcjach).

### 5.3 Wymagania niefunkcjonalne:

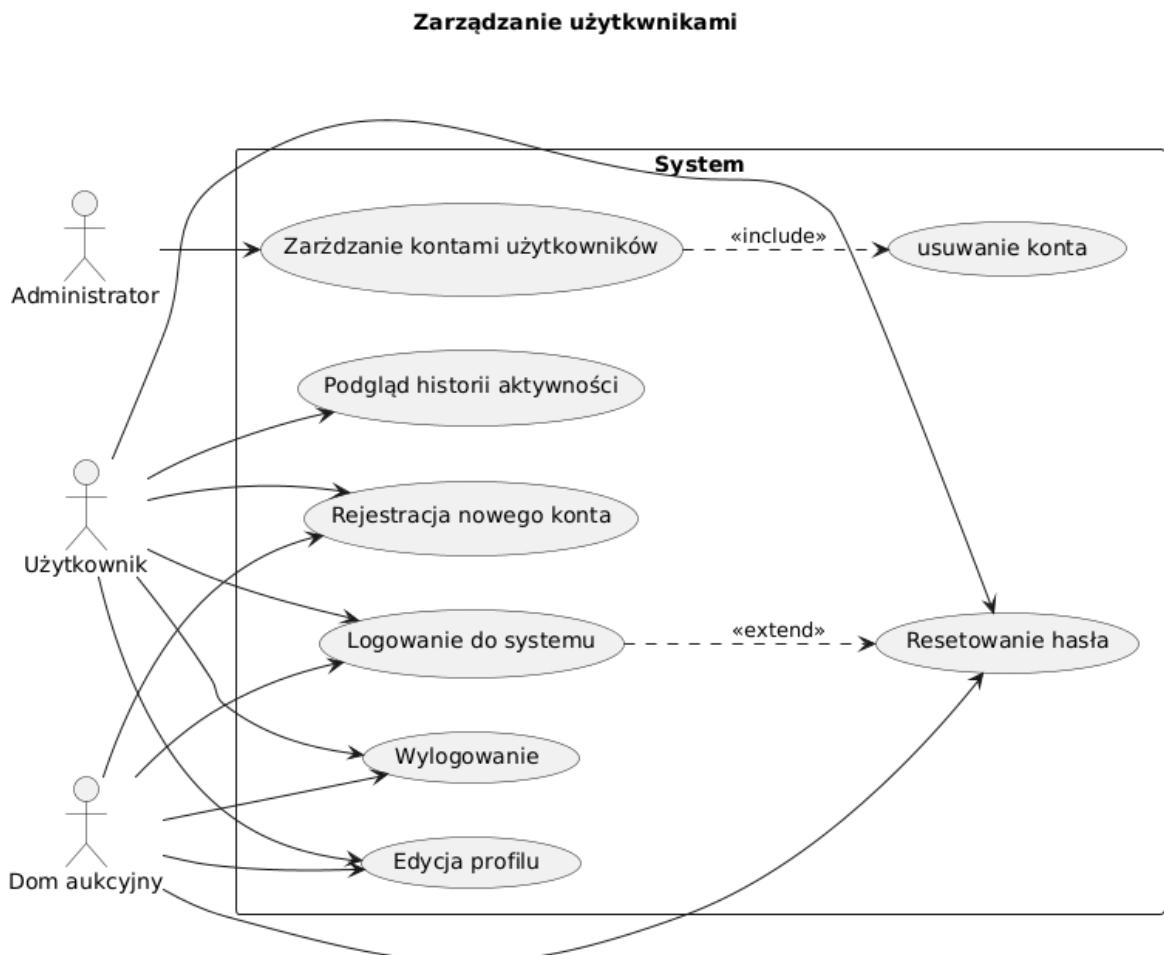
- Wydajność
  - System musi gwarantować płynne renderowanie modeli 3D przy wykorzystaniu WebGPU, zapewniając interaktywność bez opóźnień.
  - Prawidłowa optymalizacja strony pod względem dodawania treści.
  - Ogólna skalowalność strony. System powinien pozwalać na obsługiwanie rosnącej liczby użytkowników na aukcji, przy zachowaniu wysokiej wydajności.
- Rozszerzalność i utrzymanie platformy
  - Budowa systemu umożliwiająca dodawanie nowych funkcjonalności bez konieczności przebudowy całego systemu.
  - Przejrzysta dokumentacja kodu i architektury, ułatwiająca przyszłe modyfikacje i integrację z innymi systemami.
- Użyteczność
  - Intuicyjny, przejrzysty i klarowny dla użytkownika interfejs ułatwiający poruszanie się po serwisie zarówno dla strony kupującej jak i sprzedającej.
  - Wsparcie dla nowoczesnych przeglądarek obsługujących WebGPU.
  - Kompatybilność systemu dla wszystkich urządzeń.

## 5.4 Diagram pakietów przypadków użycia

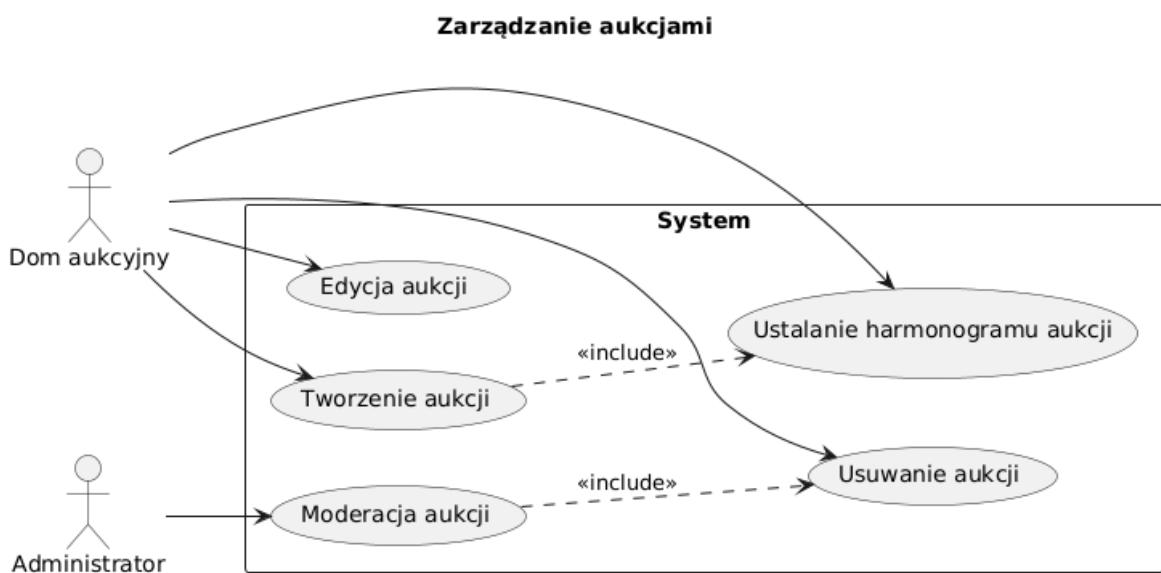


Rysunek 5.4: Diagram pakietów

## 5.5 Diagramy przypadków użycia



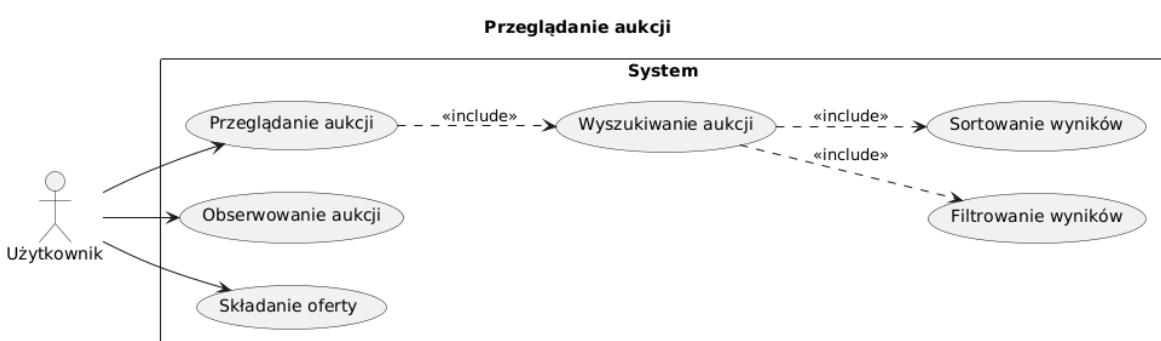
Rysunek 5.5: Zarządzanie użytkownikami



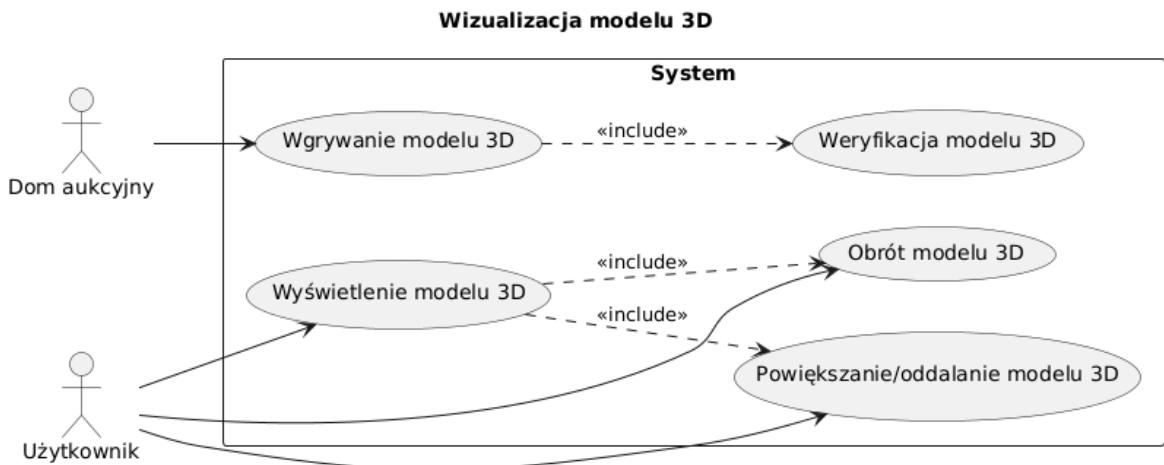
Rysunek 5.6: Zarządzanie aukcjami



Rysunek 5.7: administracja i raporty



Rysunek 5.8: Przeglądanie aukcji



Rysunek 5.9: Wizualizacja modelu 3D

## 5.6 Historyjki użytkownika

### 5.6.1 Użytkownik

- **Jako** użytkownik,  
**Chciałbym** mieć podgląd przedmiotu w 3D, który wybrałem,  
**Aby** móc ocenić stan przedmiotu.  
**Zakładając**, że aukcja zawiera załadowany model 3D,  
**Jeśli** użytkownik kliknie przycisk „Podgląd 3D” na stronie aukcji,  
**To wtedy** interaktywny widok 3D przedmiotu zostanie wyświetlony.
  
- **Jako** użytkownik,  
**Chciałbym** móc obracać, przybliżać i oddalać przedmiot w podglądzie 3D,  
**Aby** móc dokładniej ocenić stan przedmiotu.  
**Zakładając**, że widoczny jest model 3D w viewerze,  
**Jeśli** użytkownik użyje myszy lub gestów dotykowych,  
**To wtedy** model zareaguje odpowiednio na obrót, przybliżenie i oddalenie.
  
- **Jako** użytkownik,  
**Chciałbym** w czasie rzeczywistym móc licytować wybrany przedmiot,  
**Aby** dokonać jego zakupu.  
**Zakładając**, że użytkownik jest zalogowany i aukcja jest aktywna,  
**Jeśli** wpisze ofertę wyższą niż obecna i kliknie „Licytuj”,  
**To wtedy** jego oferta stanie się najwyższą i będzie widoczna dla innych w czasie rzeczywistym.
  
- **Jako** użytkownik,

**Chciałbym** móc wyszukać przedmiot, który mnie interesuje i wyświetlić 10 przedmiotów, które pasują do wyszukanego przedmiotu,

**Aby** mieć przedmioty do porównania.

**Zakładając**, że użytkownik wpisze zapytanie w wyszukiwarce,

**Jeśli** wyników jest więcej niż 10,

**To wtedy** system wyświetli pierwsze 10 najbardziej dopasowanych aukcji do zapytania.

- **Jako** użytkownik,

**Chciałbym** móc zawęzić ilość wyszukanych przedmiotów przez zastosowanie filtrów ceny (filtrowanie według ceny malejąco i rosnąco),

**Aby** wyrzucić przedmioty, które nie będą w moim budżecie

**Zakładając**, że użytkownik określi przedział cenowy lub wybierze sortowanie po cenie,

**Jeśli** kliknie „Zastosuj filtr”,

**To wtedy** system pokaże tylko aukcje mieszczące się w wybranym przedziale lub odpowiednio posortowane.

- **Jako** użytkownik,

**Chciałbym** móc zawęzić ilość wyszukanych przedmiotów przez zastosowanie filtrów czasowych licytacji (od najstarszego do najnowszego),

**Aby** móc ominąć starsze licytacje.

**Zakładając**, że użytkownik wybierze sortowanie według daty rozpoczęcia lub zakończenia aukcji,

**Jeśli** kliknie „Zastosuj”,

**To wtedy** system posortuje lub przefiltruje aukcje zgodnie z wybranym zakresem czasowym.

- **Jako** użytkownik,

**Chciałbym** móc dodać przedmiot do sekcji obserwowane,

**Aby** mieć przedmioty, które mnie interesują w jednej sekcji.

**Zakładając**, że użytkownik jest zalogowany i przegląda aukcję,

**Jeśli** kliknie ikonę „Dodaj do obserwowanych”,

**To wtedy** przedmiot zostanie zapisany w sekcji „Obserwowane” na jego profilu.

- **Jako** użytkownik

**Chciałbym** zobaczyć swoją historię zakupów, których dokonałem,

**Aby** móc szybko wyszukać zakupiony przedmiot

**Zakładając**, że użytkownik jest zalogowany,

**Jeśli** przejdzie do swojego profilu i kliknie „Historia zakupów”,  
**To wtedy** system wyświetli listę wygranych przez niego aukcji.

### 5.6.2 Administrator

- **Jako** administrator,  
**Chciałbym** móc moderować aukcje na platformie,  
**Aby** usuwać z serwisu nieodpowiednie oferty i zapewnić bezpieczeństwo użytkownikom.  
**Zakładając**, że istnieje aukcja zawierająca niedozwolone treści,  
**Jeśli** administrator wybierze opcję usunięcia tej aukcji,  
**To wtedy** aukcja zostanie trwale usunięta z systemu.
  
- **Jako** administrator,  
**Chciałbym** generować raporty i statystyki platformy  
**Aby** analizować aktywność użytkowników i wyniki aukcji.  
**Zakładając**, że system posiada dane o aukcjach i użytkownikach,  
**Jeśli** administrator wybierze zakres dat i kliknie „Generuj raport”,  
**To wtedy** system przedstawi zestawienie z wykresami lub tabelami odzwierciedlającymi statystyki (np. liczbę aukcji, wartość licytacji, liczbę aktywnych użytkowników).

### 5.6.3 Dom aukcyjny

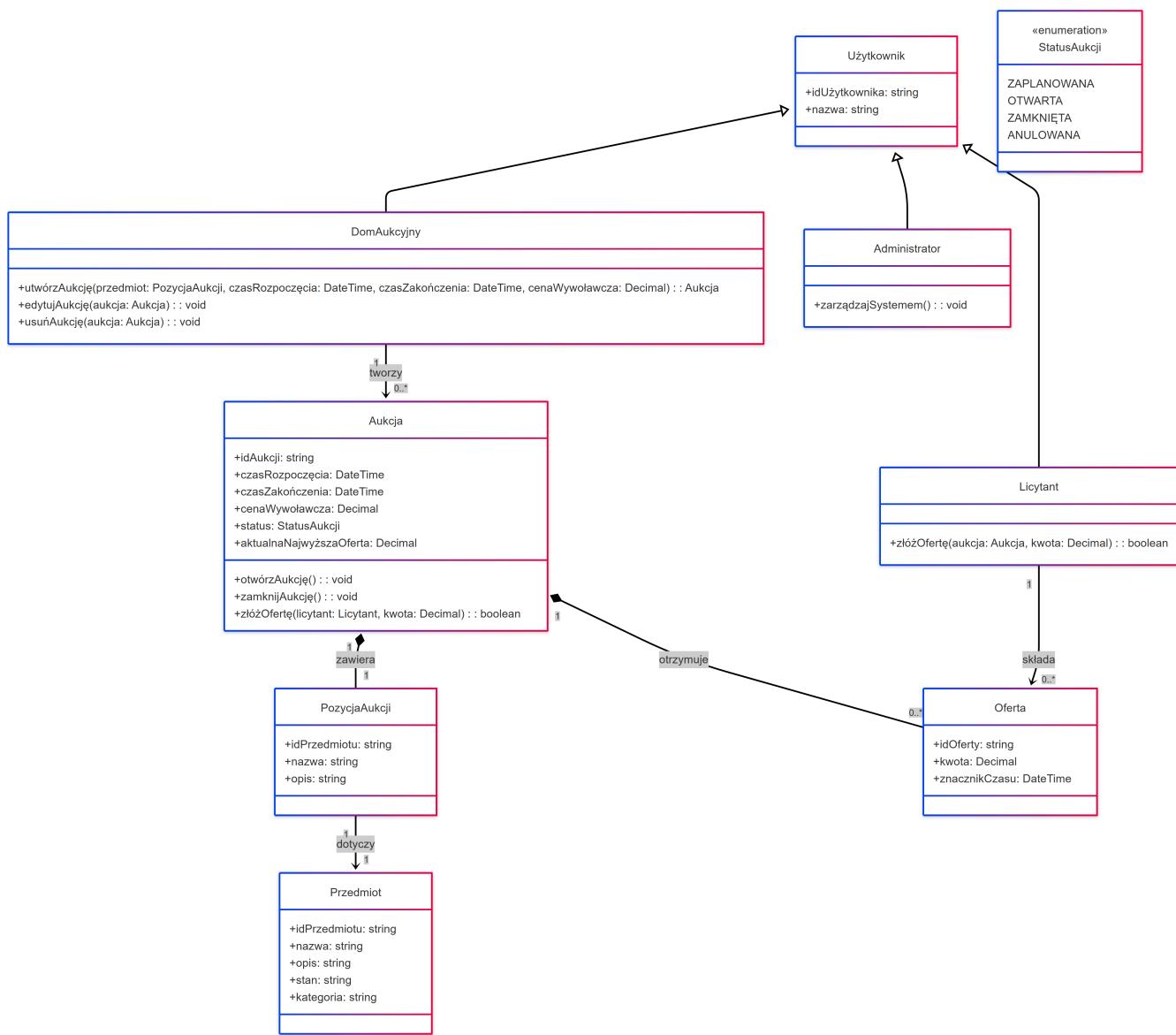
- **Jako** dom aukcyjny,  
**Chciałbym** zarejestrować konto w serwisie  
**Aby** móc tworzyć i wystawiać własne aukcje:  
**Zakładając**, że podano prawidłowe dane rejestracyjne (w tym informacje o domu aukcyjnym),  
**Jeśli** formularz rejestracji zostanie poprawnie wypełniony i zatwierdzony,  
**To wtedy** konto domu aukcyjnego zostanie utworzone, a użytkownik uzyska dostęp do panelu aukcyjnego.
  
- **Jako** dom aukcyjny,  
**Chciałbym** wystawiać nowe aukcje ze szczegółowym opisem i modelami 3D przedmiotów  
**Aby** prezentować oferowane przedmioty w atrakcyjny sposób potencjalnym klientom  
**Zakładając**, że jestem zalogowany jako dom aukcyjny i mam wszystkie dane przedmiotu (opis, zdjęcia, model 3D),

**Jeśli** wypełnię formularz tworzenia aukcji i potwierdzę jego dodanie,  
**To wtedy** nowa aukcja pojawi się na liście dostępnych aukcji na platformie.

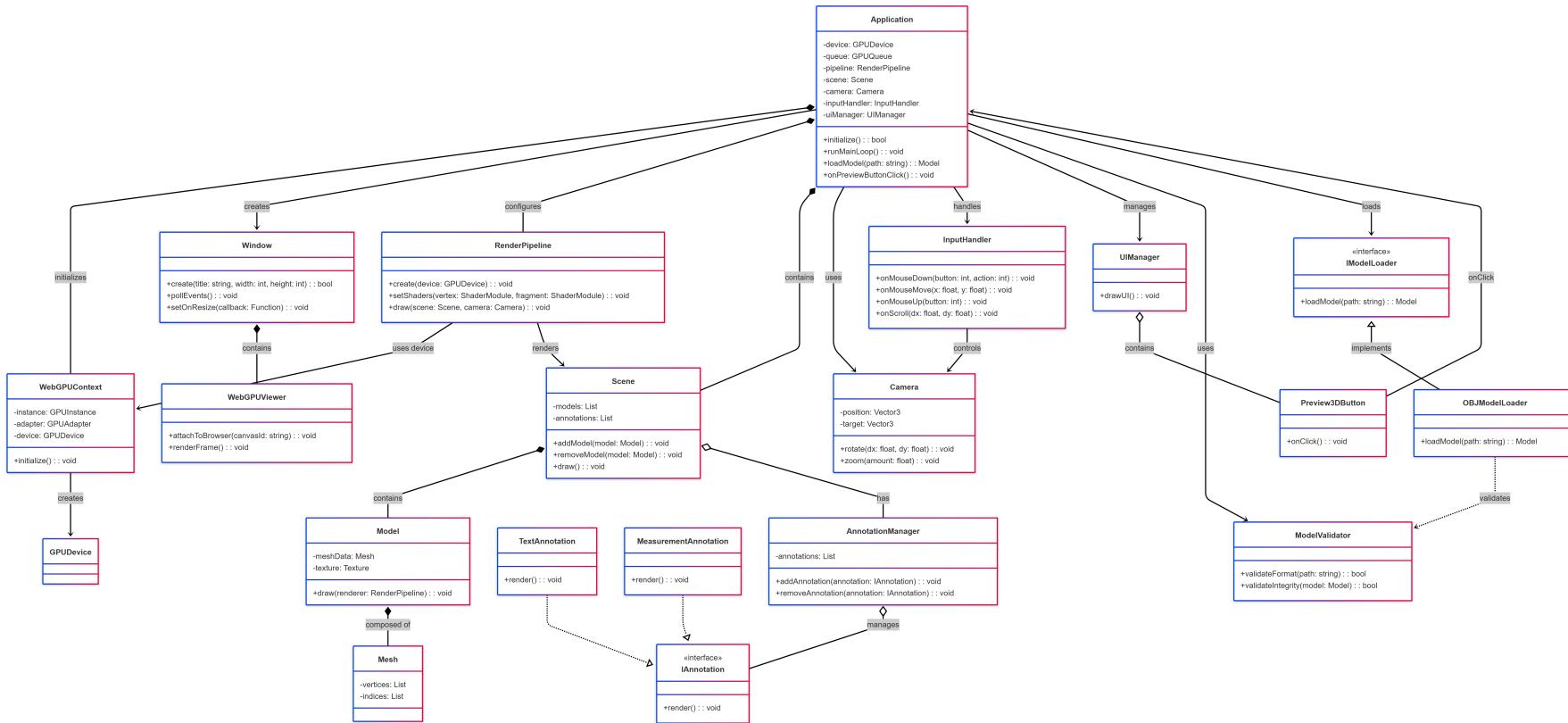
Pomysł: każda historyjka w oddzielone ramki za pomocą paczki tcolorbox lub innej.

## 5.7 Diagramy klas

bez landscape obrazki bardzo nieczytelne

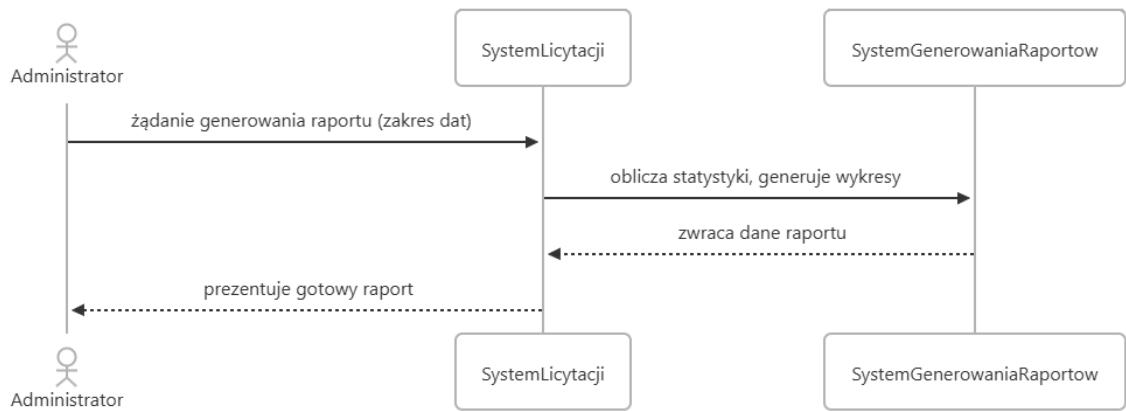


Rysunek 5.10: Proces licytacji

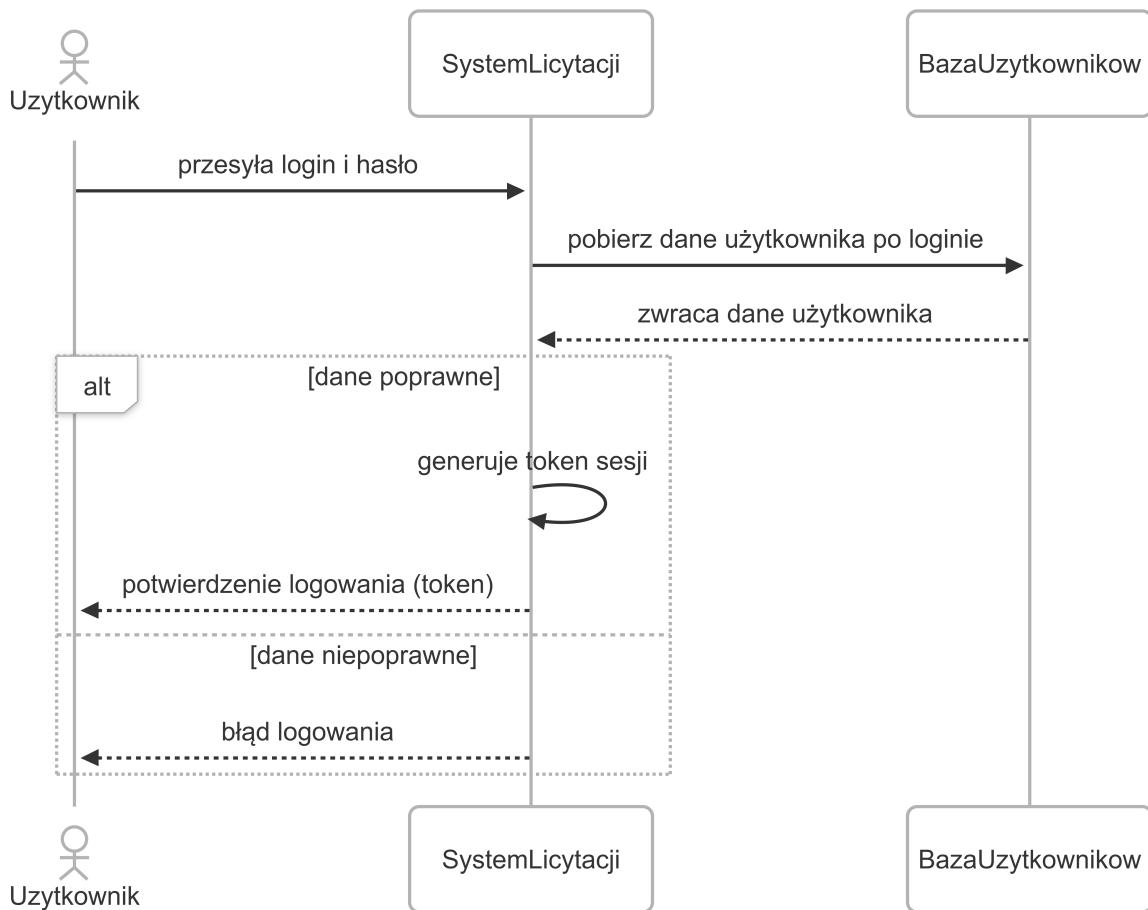


Rysunek 5.11: Wizualizacja obiektu 3D

## 5.8 Diagramy sekwencji

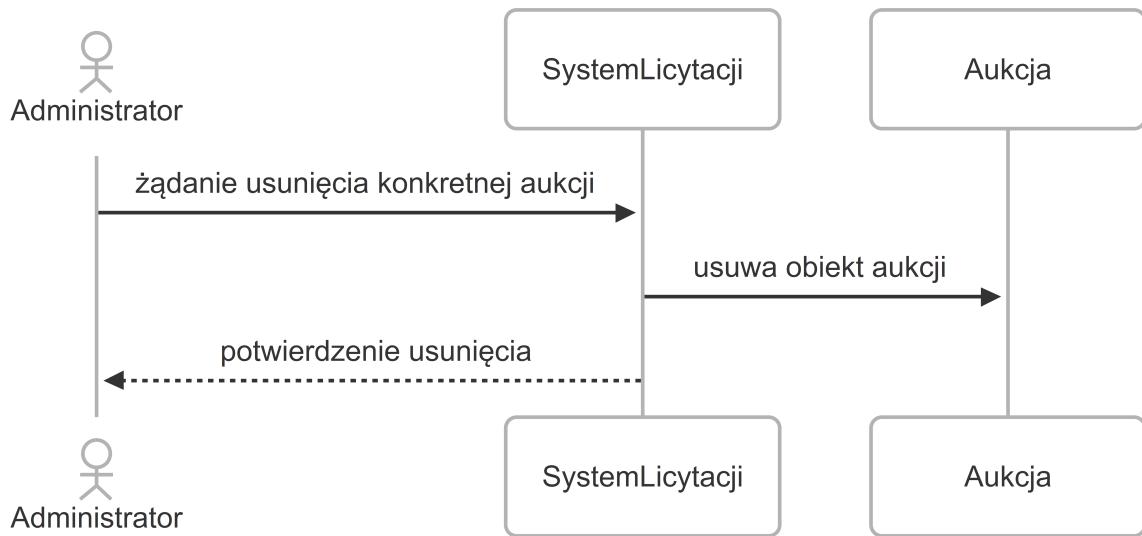


Rysunek 5.12: Generowanie raportów

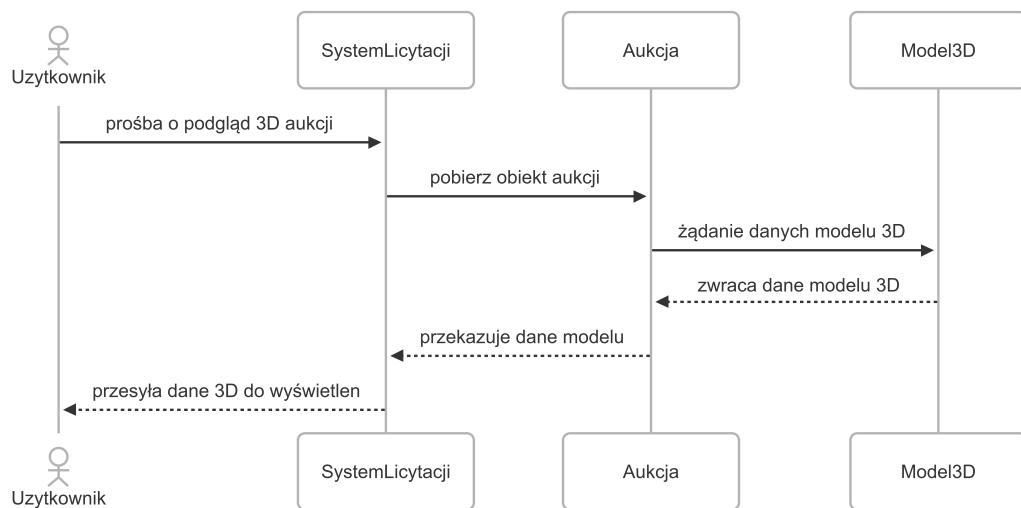


Rysunek 5.13: Logowanie

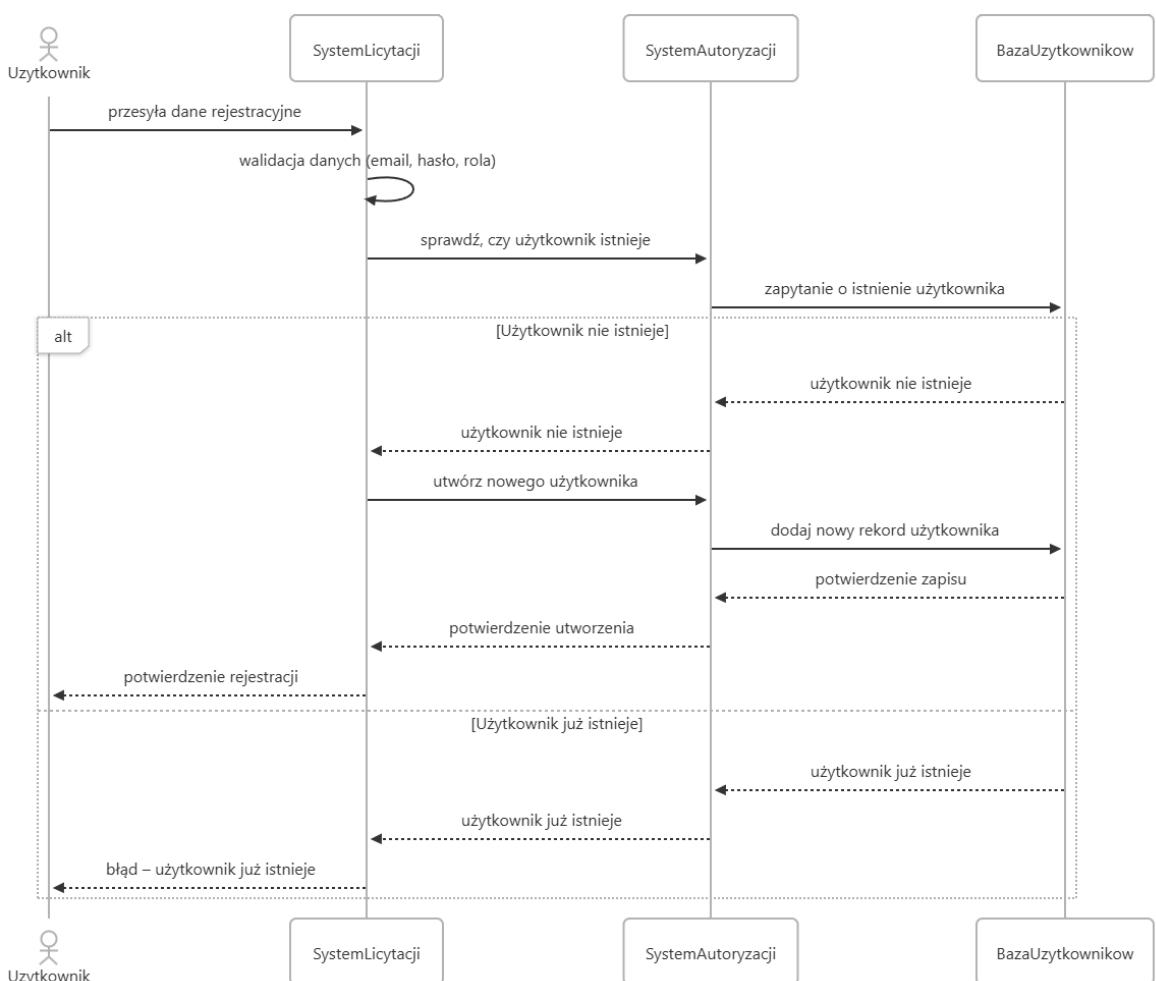
## 5.9 Projekt interfejsu użytkownika



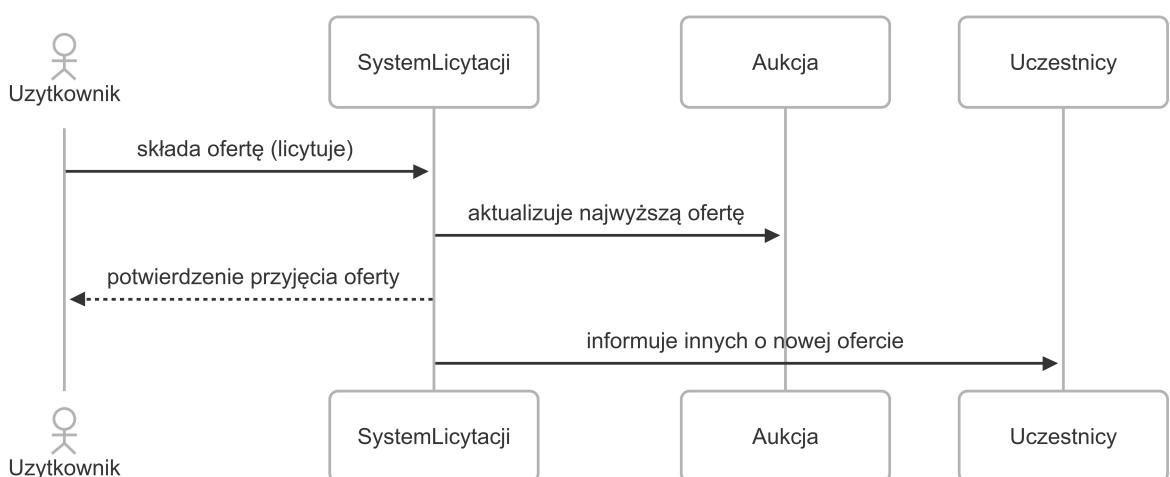
Rysunek 5.14: Moderacja aukcji



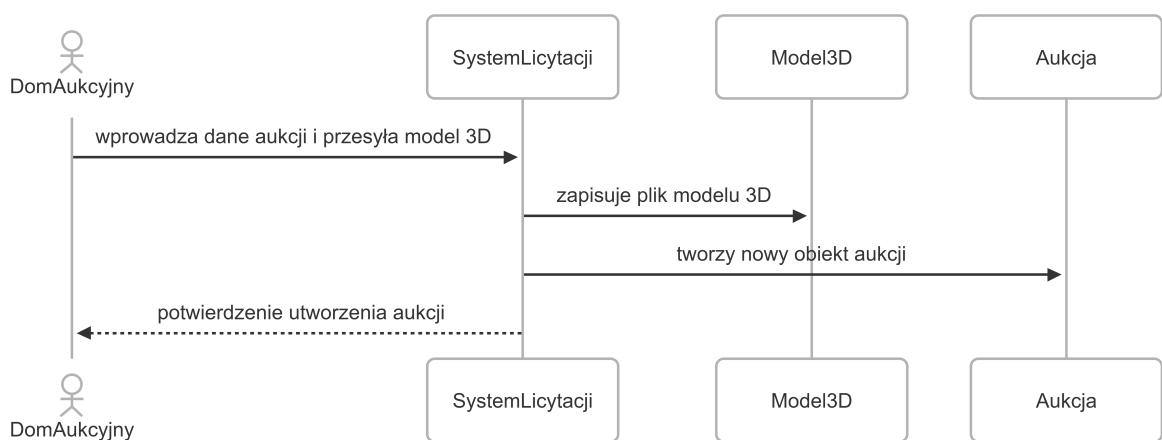
Rysunek 5.15: Wizualizacja modelu 3D



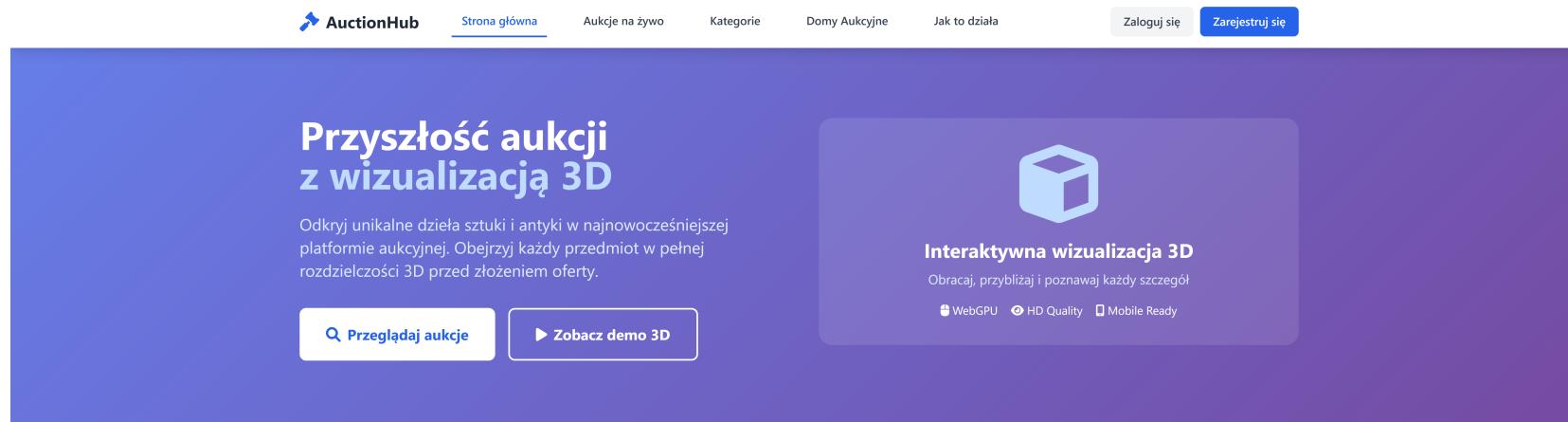
Rysunek 5.16: Rejestracja



Rysunek 5.17: System licytowania



Rysunek 5.18: Tworzenie aukcji



33

## Aukcje na żywo

Aktualne licytacje z wizualizacją 3D

**Antyczny Wazon Ming**  
Dom Aukcyjny Sztuki Klasycznej  
Aktualna oferta **16 053 zł** Kończy za **2h 34m**  
[Licytuj teraz](#)

**Pierścionek Art Deco**  
Galeria Biżuterii Vintage  
Aktualna oferta **8425 zł** Kończy za **45m**  
[Licytuj teraz](#)

**Rzeźba Współczesna**  
Miejska Galeria Sztuki  
Aktualna oferta **12 960 zł** Kończy za **1h 15m**  
[Licytuj teraz](#)

Rysunek 5.19: Mockup strony głównej - widok 1

## Kategorie aukcji

Odkryj różnorodne kolekcje w naszych specjalistycznych kategoriach, każda z interaktywną wizualizacją 3D



Sztuka  
234 aukcji



Antyki  
156 aukcji



Bijuteria  
89 aukcji



Meble  
67 aukcji



Książki  
123 aukcji



Monety  
45 aukcji

## Dlaczego AuctionHub?

Nowoczesna technologia spotyka się z tradycją aukcyjną



**Wizualizacja 3D WebGPU**  
Pierwsza platforma aukcyjna z pełną obsługą modeli 3D w czasie rzeczywistym. Obejrzyj każdy przedmiot z każdej strony.



**Licytacja w czasie rzeczywistym**  
Natychmiastowe aktualizacje ofert dla wszystkich uczestników. Żadnych opóźnień, pełna transparentność.



**Wiele domów aukcyjnych**  
Wszystkie najlepsze domy aukcyjne w jednym miejscu. Porównuj oferty i wybieraj najlepsze okazje.

Rysunek 5.20: Mockup strony głównej - widok 2

The mockup displays the AuctionHub homepage with the following elements:

- Header:** AuctionHub logo, navigation links (Strona główna, Aukcje na żywo, Kategorie, Domy Aukcyjne, Jak to działa), and user account links (Zaloguj się, Zarejestruj się).
- Section 'Jak to działa?':** Subtitle 'Proste kroki do Twojego pierwszego zakupu na aukcji'. Four steps are shown:
  - Zarejestruj się**: 'Stwórz bezpłatne konto i zweryfikuj swoją tożsamość w kilka minut'
  - Przeglądaj w 3D**: 'Oglądark przedmioty w pełnej rozdzielcości 3D z każdej strony'
  - Licytuń na żywo**: 'Składaj oferty w czasie rzeczywistym podczas trwania aukcji'
  - Odbierz przedmiot**: 'Wygrywasz? Odbierz swój przedmiot bezpiecznie i szybko'
- Statistics (dark blue bar):**
  - 2456** Zakończonych aukcji
  - 12 849** Aktywnych użytkowników
  - 48** Domów aukcyjnych
  - 125M** Wartość sprzedanych dzieł

35

## Co mówią nasi użytkownicy

Opinie klientów i domów aukcyjnych współpracujących z AuctionHub



Anna Kowalska  
Kolekcjonerka sztuki

"Wizualizacja 3D całkowicie zmieniła moje podejście do kupowania na aukcjach. Mogę teraz dokładnie obejrzeć każdy szczegół przed licytacją."



Marek Nowak  
Dom Aukcyjny "Klasyka"

"Platforma zwiększyła nasze sprzedaży o 40%. Klienci mają większe zaufanie do przedmiotów, które mogą obejrzeć w 3D."



Piotr Wiśniewski  
Miłośnik antyków

"Bardzo intuicyjna platforma. Licytowanie w czasie rzeczywistym działa bez zarzutu, a technologia 3D to przyszłość aukcji online."



Rysunek 5.21: Mockup strony głównej - widok 3

The image shows a mockup of the AuctionHub homepage. At the top, there is a purple header with a white rounded rectangle containing a sign-up form. The form has the title "Bądź na bieżąco" (Stay up-to-date) and the subtitle "Otrzymuj powiadomienia o najnowszych aukcjach i ekskluzywnych ofertach" (Receive notifications about the latest auctions and exclusive offers). It includes a text input field for "Twój adres email" (Your email address) and a blue button labeled "Zapisz się" (Sign up). Below the form is a small note: "Nie wysyłamy spamu. Możesz zrezygnować w każdej chwili." (We do not send spam. You can unsubscribe at any time.). The main body of the page is black, featuring the AuctionHub logo (a blue diamond icon followed by the text "AuctionHub"), a brief description of the platform, and social media links (Facebook, Twitter, Instagram, LinkedIn). There are four columns of links: "Aukcje" (Current auctions, Upcoming auctions, Archive, Categories), "Dla domów aukcyjnych" (Join us, Management panel, Catalog, Technical support), "Pomoc i kontakt" (How to start, FAQ, Contact, Privacy policy), and legal links (Regulamin, Prywatność, Cookies). At the bottom right is a blue circular icon with a white upward-pointing arrow.

Bądź na bieżąco  
Otrzymuj powiadomienia o najnowszych aukcjach i ekskluzywnych ofertach

Twój adres email

Zapisz się

Nie wysyłamy spamu. Możesz zrezygnować w każdej chwili.

**AuctionHub**

Pierwsza platforma aukcyjna z wizualizacją 3D w Polsce. Łączymy tradycję z nowoczesną technologią.

[f](#) [t](#) [i](#) [in](#)

Aukcje

- Aktualne aukcje
- Nadchodzące
- Archiwum
- Kategorie

Dla domów aukcyjnych

- Dolacz do nas
- Panel zarządzania
- Cennik
- Wsparcie techniczne

Pomoc i kontakt

- Jak zacząć
- FAQ
- Kontakt
- Polityka prywatności

© 2025 AuctionHub. Wszystkie prawa zastrzezone.

Regulamin Prywatność Cookies

Rysunek 5.22: Mockup strony głównej - widok 4

AuctionHub Aukcje Kategorie Domy Aukcyjne Jan Kowalski Wyloguj

Strona główna / Aukcje / Sztuka i Antyki / Antyczny Wazon Ming

AUKCJA TRWA NA ŻYWO • 247 obserwatorów

Wizualizacja 3D (WebGPU) Pełny ekran Instrukcje

Model 3D Wazonu Ming  
Przeciągnij aby obrócić • Kółko myszy aby przybliżyć  
Obrót Zoom Przesuw

Jakość renderowania: Ultra HD WebGPU aktywne

NA ŻYWO

Antyczny Wazon Ming  
Dom Aukcyjny Sztuki Klasycznej

Aukcja kończy się za:  
02 godz 27 min 01 sek

Aktualna najwyższa oferta  
**17 800 zł**  
Cena wywoławcza: 8,000 zł

Twoja oferta  
17900 zł  
Minimalna oferta: 17 900 zł (wzrost o 100 zł)  
+100 zł +500 zł +1000 zł

LICYTUJ TERAZ Auto-licytacja Powiadom

Ostatnie oferty  
17 800 zł Użytkownik W\*\*\*k • teraz  
17 700 zł Użytkownik G\*\*\*h • teraz

37

Rysunek 5.23: Mockup widoku aukcji - widok 1

**AuctionHub** Aukcje Kategorie Domy Aukcyjne Jan Kowalski Wyloguj

**Opis przedmiotu**

Wyjątkowy antyczny wazon z okresu dynastii Ming (1368-1644), wykonany z najwyższej jakości porcelany. Przedmiot charakteryzuje się klasyczną formą oraz bogato zdobionym wzorem w kolorze kobaltowym, typowym dla sztuki chińskiej tego okresu.

Wazon został starannie zrekonstruowany i przeszedł pełną konserwację przez ekspertów. Stan zachowania oceniany jako bardzo dobry, z niewielkimi śladami użytkowania zgodnie z wiekiem przedmiotu.

**Szczegółowe dane techniczne:**

**Wysokość:** 28 cm  
**Średnica:** 15 cm  
**Waga:** 1.2 kg  
**Materiał:** Porcelana  
**Pochodzenie:** Chiny, dynastia Ming  
**Stan:** Bardzo dobry (ocena eksperta)

**Certyfikaty i dokumenty**

Certyfikat autentyczności ✓  
Raport konserwatorski ✓  
Prowieniencja ⓘ

**Warunki aukcji**

Prowizja kupującego: 18%  
VAT: 23%  
Koszt dostawy: 50 zł  
Szacowana końcowa cena: 18,590 zł

**Podobne przedmioty**

Wazon Tang Dynasty Konczy za 3 dni 12,000 zł  
Ceramika Qing Rozpoczyna jutro 8,500 zł

Rysunek 5.24: Mockup widoku aukcji - widok 2

The mockup displays the AuctionHub user profile interface. At the top right, there is a notification icon with a red '2', a user icon labeled 'JK Jan Kowalski', and a 'Wyloguj' (Logout) button. On the left, a sidebar titled 'Mój Profil' shows navigation links: 'Przegląd' (selected), 'Moje aukcje', 'Obserwowane', 'Wygrane', 'Płatności', and 'Ustawienia'. The main content area features a purple header with the user's name 'Jan Kowalski' and title 'Kolekcjoner sztuki • Czonek od 2023'. Below the header are four summary cards: 'Wygrane aukcje 12' (with a trophy icon), 'Aktywne licytacje 3' (with a bid icon), 'Obserwowane 28' (with a heart icon), and 'Wydane w tym miesiącu 8,5k zł' (with a banknote icon). The central part of the dashboard includes sections for 'Ostatnie aktywności' (listing items like 'Wazon Ming Dynasty', 'Pierścionek Vintage', and 'Obraz Impresjonistyczny') and 'Lista obserwowanych' (listing items like 'Korona Królewska', 'Zegarek Pocket', and 'Gitara Vintage'). At the bottom, there is a section titled 'Szybkie akcje' with four buttons: 'Szukaj aukcji' (magnifying glass icon), 'Dodaj do obserwowanych' (heart icon), 'Edytuj profil' (person icon), and 'Pełna historia' (clock icon).

Rysunek 5.25: Mockup widoku panelu urzytkownika

The image shows a screenshot of the AuctionHub Administrator Panel. At the top left is the logo "AuctionHub" with a blue icon, followed by the word "ADMIN". On the top right are three notifications (3), a user icon (Administrator), and a red "Wyloguj" (Logout) button. The main header is "Panel Administratora" with the subtitle "Zarządzaj platformą AuctionHub".

**Panel Zarządzania**

- Dashboard** (highlighted in blue)
- Aukcje
- Użytkownicy
- Domy Aukcyjne
- Modele 3D
- Raporty
- Ustawienia

**Panel Administratora**

Zarządzaj platformą AuctionHub

**Aktywne aukcje** 47

**Użytkownicy online** 234

**Dzisiejsze przychody** 45,2k zł

**Oczekujące zgłoszenia** 8

**Najnowsze aukcje** [Zobacz wszystkie](#)

- Wazon Ming** Dom Aukcyjny Sztuki AKTYWNA
- Pierścionek Art Deco** Galeria Biżuterii ZAKOŃCZONA
- Rzeźba Współczesna** Galeria Sztuki OCZEKUJE

**Aktywność systemu** Online

- Nowy użytkownik zarejestrowany 2 min temu
- Aukcja "Wazon Ming" zaktualizowana 5 min temu
- Nowy model 3D załadowany 12 min temu
- Dom aukcyjny "Sztuka Klasyczna" dołączył 1h temu

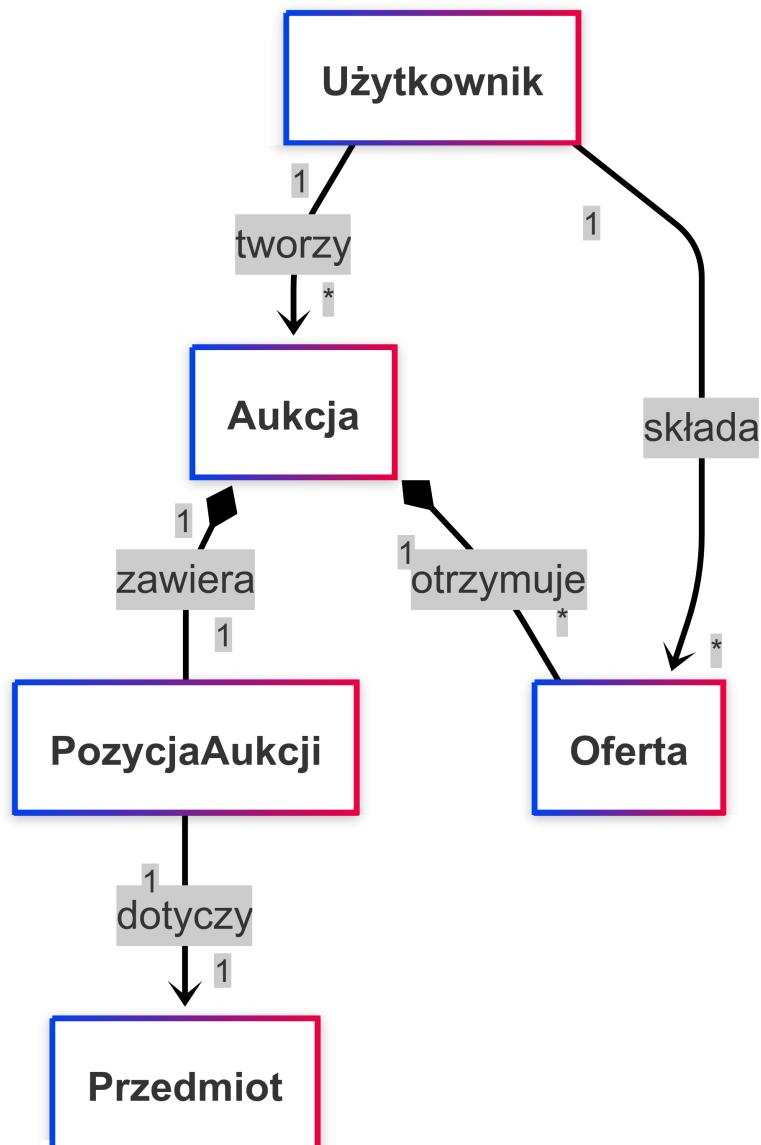
**Szybkie akcje**

- [Nowa aukcja](#)
- [Dodaj użytkownika](#)
- [Nowy dom aukcyjny](#)
- [Generuj raport](#)

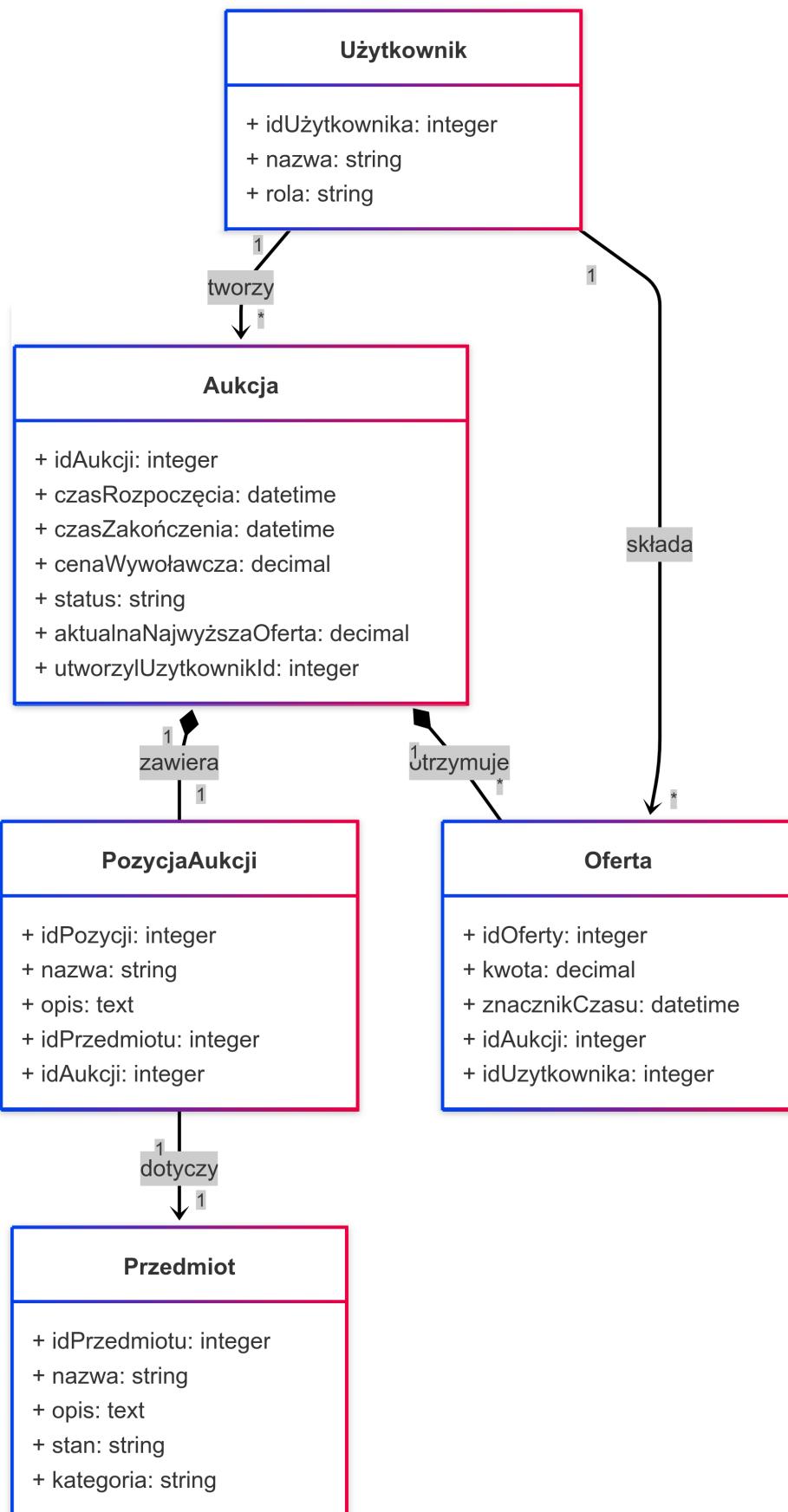
Rysunek 5.26: Mockup widoku panelu administratora

## 5.10 Model danych

Poniższe diagramy klas prezentują model danych systemu aukcyjnego z kluczowymi encjami (Użytkownik, Aukcja, Przedmiot, PozycjaAukcji, Oferta) oraz ich relacjami; uproszczony diagram pokazuje jedynie nazwy klas i powiązania, a rozszerzony zawiera szczegółowe atrybuty i typy.



Rysunek 5.27: Model danych - uproszczony diagram klas



Rysunek 5.28: Model danych - rozszerzony diagram klas