



Projekt Zespołowy

Aplikacja obsługująca grawer laserowy

Zespół GL04 IIST

Michał GRZEGORCZYK

Bohdan HRYBINCZYK

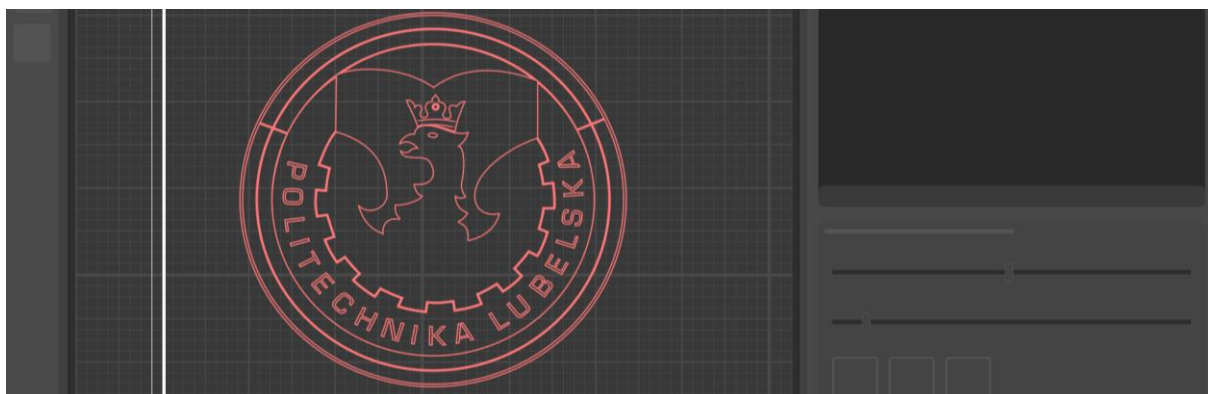
Ernest GRZESZCZAK

Wstęp

Grawerstwo to technika wykonywania wgłębień na powierzchniach materiałów takich jak drewno, skóra, kamień czy metal. Dzięki odpowiednim narzędziom jesteśmy w stanie wygrawerować różne rysunki takie jak litery, wzory, a nawet obrazy. Naszym celem było zaprojektowanie odpowiedniego oprogramowania które miało by obsługiwać grawer wedle wyboru użytkownika, oraz dać możliwość użytkownikowi wygrawerowania wybranego przez niego obrazu, a także konwersję obrazu na zestaw instrukcji, które mogłyby być zapisane lub użyte w późniejszym czasie, albo na innym grawerze laserowym.

W przypadku naszego projektu, mamy do dyspozycji:

- laser o mocy 2000mW i wiązce 450nm,
- ramie o wymiarach 60cm x 70cm, po której porusza się ramię lasera,
- oraz mikrokontroler sterujący z instalowanym oprogramowaniem który steruje silnikami oraz mocą lasera.



Spis treści

1. Wymagania funkcjonalne i нефункционалне
2. Diagram przypadków użycia
3. Scenariusze przypadków użycia
4. Diagramy klas
5. Diagramy dynamiki
6. Wygląd interfejsu

Wymagania funkcjonalne

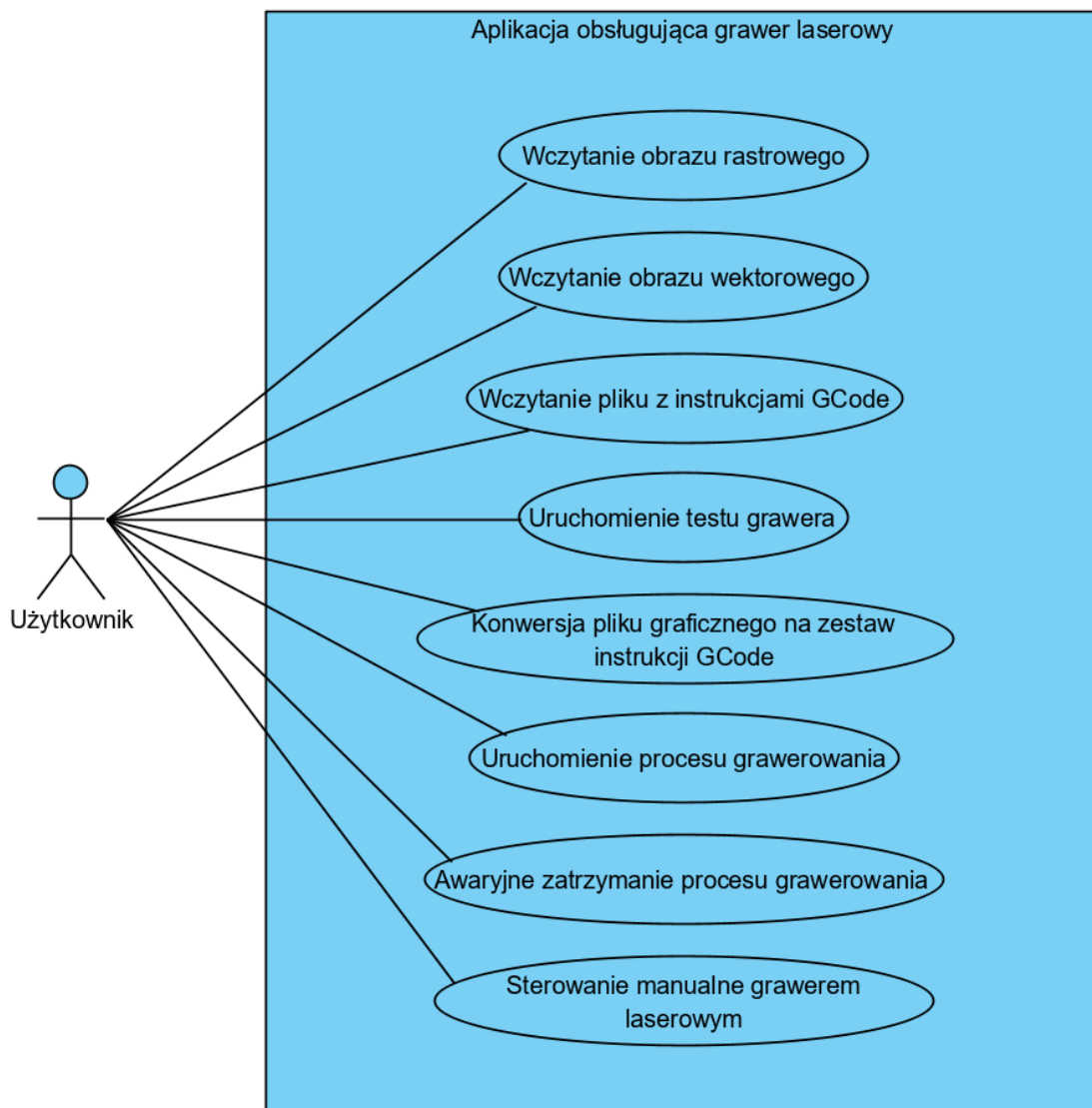
- Program powinien wykrywać port z podłączonym mikrokontrolerem, który obsługuje grawer laserowy
- Program powinien umożliwić użytkownikowi zainstalowanie odpowiedniego sterownika (CH341SER), jeśli nie został on wykryty na systemie użytkownika
- Program przed pracą powinien mieć możliwość: przetestować połączenie z mikrokontrolerem, funkcjonalność grawera laserowego oraz wygrawerować obraz testowy
- Użytkownik może wgrać plik z instrukcjami GCode do programu
- Użytkownik może wgrać pliki graficzne (formaty: JPEG, PNG, SVG) do programu
- Użytkownik może zapisać plik z instrukcjami GCode
- Program ma przetwarzać obrazy rastrowe i wektorowe (formaty: JPEG, PNG, SVG) na sekwencję kodów (GCode) zrozumiałych dla mikrokontrolera
- Program ma dać możliwość użytkownikowi awaryjnego wstrzymania i awaryjnego anulowania procesu grawerowania w trakcie
- Program ma poinformować użytkownika o pozostałym czasie grawerowania podczas wykonywania zadania
- Użytkownik ma mieć możliwość sterowania ręcznie laserem za pomocą przycisków, ustawiania szybkości i mocy lasera a także ma mieć dostęp
- Program ma mieć dostęp do terminala mikrokontrolera, wyświetlać komendy wysyłane i odbierać wiadomości zwrotne od mikrokontrolera

- Program powinien dać możliwość wyświetlenia użytkownikowi obecnie wysyłane komendy do mikrokontrolera
- Program powinien ostrzegać użytkownika o długim czasie pracy grawera oraz automatycznie przerywać pracę grawera, jeśli grawer będzie pracował dłużej niż 15 minut bez przerwy
- Program będzie mógł po wczytaniu obrazu/instrukcji GCode zasymulować przebieg grawerowania i odtworzyć symulację w programie

Wymagania niefunkcjonalne

- Program powinien być obsługiwany na systemie Windows 10
- Aplikacja ma zostać napisana w języku C#, w środowisku Microsoft Visual Studio
- Aplikacja powinna obierać się na platformie .NET Framework 4.8
- Wygląd aplikacji będzie oparty na frameworku WPF
- Program powinien współpracować z sterownikiem CH341SER, odpowiadający za komunikację z grawerem

Diagram przypadków użycia



Scenariusze przypadków użycia – Grawerowanie

Aktor	<ul style="list-style-type: none"> Użytkownik
Zdarzenie inicjujące	<ul style="list-style-type: none"> Załadowanie pliku graficznego / pliku z instrukcjami
Przebieg w krokach	<p>1.System wyświetla formularz nowego grawera zawierający pola (w przypadku załadowania pliku graficznego):</p> <ul style="list-style-type: none"> Szybkość (* pole obowiązkowe) – wybór z listy rozmiarów dostępnych szybkości pracy Moc (*pole obowiązkowe) – wybór z listy mocy pracy lasera

	<ul style="list-style-type: none"> • Tryb pracy (* pole obowiązkowe) – wybór z listy określający od których krawędzi laser będzie pracował. • W przypadku obrazu wektorowego: Wypełnienie (*pole obowiązkowe) – wybór z listy możliwych opcji wypełnienia • W przypadku obrazu rastrowego: Wektoryzacja (*pole nieobowiązkowe) – pole umożliwiające aktywowanie wektoryzacji <p>2. Użytkownik wypełnia formularz i zatwierdza wprowadzone dane (w przypadku załadowania pliku graficznego).</p> <p>3. System przetwarza obraz na instrukcje na podstawie wprowadzonych danych (w przypadku załadowania pliku graficznego).</p> <p>4. System wyświetla symulowany przebieg grawera.</p> <p>5. System nawiązuje połączenie z grawerem.</p> <p>6. System wyświetla okno przebiegu.</p> <p>7. System wysyła instrukcje do grawera, pokazuje instrukcje obecnie wysyłane oraz wyświetla opcje pauzy i awaryjnego zatrzymania grawera</p>
Przebiegi alternatywne	<ul style="list-style-type: none"> • Użytkownik awaryjnie zatrzymuje grawer, grawer kończy prace a system wyświetla komunikat o awaryjnym zatrzymaniu i wraca do okna głównego. • Jeśli nastąpi błąd pracy grawera, system wyświetla komunikat i wraca do okna głównego.
Sytuacje wyjątkowe	<ul style="list-style-type: none"> • Podane dane nie spełniają reguł walidacji – system wyświetla komunikat błędu przy błędnie wypełnionym polu, praca nie jest kontynuowana do czasu poprawienia błędów i ponownego zatwierdzenia • Połączenie z grawerem zostało przerwane. • System nie może nawiązać połączenia z grawerem.
Warunki	<ul style="list-style-type: none"> • System otrzymuje pozytywną odpowiedź po wysłaniu

końcowe	ostatniej instrukcji do grawera
Powiązania	<ul style="list-style-type: none"> • Konwertowanie obrazu na instrukcje. • Podgląd symulacji • Testowanie maszyny • Sterowanie manualne

Scenariusze przypadków użycia – Konwertowanie obrazu na instrukcje

Aktor	<ul style="list-style-type: none"> • Użytkownik
Zdarzenie inicjujące	<ul style="list-style-type: none"> • Załadowanie pliku graficznego
Przebieg w krokach	<p>1. System wyświetla formularz zawierający pola:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Szybkość (* pole obowiązkowe) – wybór z listy rozmiarów dostępnych szybkości pracy • Moc (*pole obowiązkowe) – wybór z listy mocy pracy lasera • Tryb pracy (* pole obowiązkowe) – wybór z listy określający od których krawędzi laser będzie pracował. • W przypadku obrazu wektorowego: Wypełnienie (*pole obowiązkowe) – wybór z listy możliwych opcji wypełnienia • W przypadku obrazu rastrowego: Wektoryzacja (*pole nieobowiązkowe) – pole umożliwiające aktywowanie wektoryzacji <p>2. Użytkownik wypełnia formularz i zatwierdza wprowadzone dane.</p> <p>3. System przetwarza obraz na instrukcje na podstawie wprowadzonych danych.</p>

	<p>4. System wyświetla okno do zapisu pliku z instrukcjami i zapisuje go pod wskazaną ścieżką</p> <ul style="list-style-type: none"> • Użytkownik podaje nową nazwę pliku z instrukcjami
Przebiegi alternatywne	<ul style="list-style-type: none"> • Jeśli nastąpi błąd konwertowania, system wyświetla komunikat i wraca do okna głównego.
Sytuacje wyjątkowe	<ul style="list-style-type: none"> • Podane dane nie spełniają reguł walidacji – system wyświetla komunikat błędu przy błędnie wypełnionym polu, praca nie jest kontynuowana do czasu poprawienia błędów i ponownego zatwierdzenia • Plik posiada rozszerzenie nieobsługiwane przez aplikację. • Plik graficzny jest uszkodzony.
Warunki końcowe	<ul style="list-style-type: none"> • Program ukończy konwersję pliku graficznego na instrukcje.
Powiązania	<ul style="list-style-type: none"> • Grawerowanie • Podgląd symulacji • Testowanie maszyny • Sterowanie manualne

Scenariusze przypadków użycia – Podgląd symulacji

Aktor	<ul style="list-style-type: none"> • Użytkownik
Zdarzenie inicjujące	<ul style="list-style-type: none"> • Załadowanie pliku graficznego / pliku z instrukcjami
Przebieg w krokach	<p>1.System wyświetla formularz zawierający pola (w przypadku załadowania pliku graficznego):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Szybkość (* pole obowiązkowe) – wybór z listy rozmiarów

	<p>dostępnych szybkości pracy</p> <ul style="list-style-type: none"> • Moc (*pole obowiązkowe) – wybór z listy mocy pracy lasera • Tryb pracy (* pole obowiązkowe) – wybór z listy określający od których krawędzi laser będzie pracował. • W przypadku obrazu wektorowego: Wypełnienie (*pole obowiązkowe) – wybór z listy możliwych opcji wypełnienia • W przypadku obrazu rastrowego: Wektoryzacja (*pole nieobowiązkowe) – pole umożliwiające aktywowanie wektoryzacji <p>2. Użytkownik wypełnia formularz i zatwierdza wprowadzone dane (w przypadku załadowania pliku graficznego) .</p> <p>3. System przetwarza obraz na instrukcje na podstawie wprowadzonych danych (w przypadku załadowania pliku graficznego)•</p> <p>4. System wyświetla symulowany przebieg grawera.</p>
Przebiegi alternatywne	<ul style="list-style-type: none"> • Jeśli nastąpi błąd symulacji, system wyświetla komunikat i wraca do okna głównego.
Sytuacje wyjątkowe	<ul style="list-style-type: none"> • Podane dane nie spełniają reguł walidacji – system wyświetla komunikat błędu przy błędnie wypełnionym polu, praca nie jest kontynuowana do czasu poprawienia błędów i ponownego zatwierdzenia • Plik posiada rozszerzenie nieobsługiwane przez aplikację.
Warunki końcowe	<ul style="list-style-type: none"> • Symulacja wykona ostatnią instrukcję
Powiązania	<ul style="list-style-type: none"> • Grawerowanie • Konwertowanie obrazu na instrukcje. • Testowanie maszyny • Sterowanie manualne

Scenariusze przypadków użycia – Sterowanie manualne

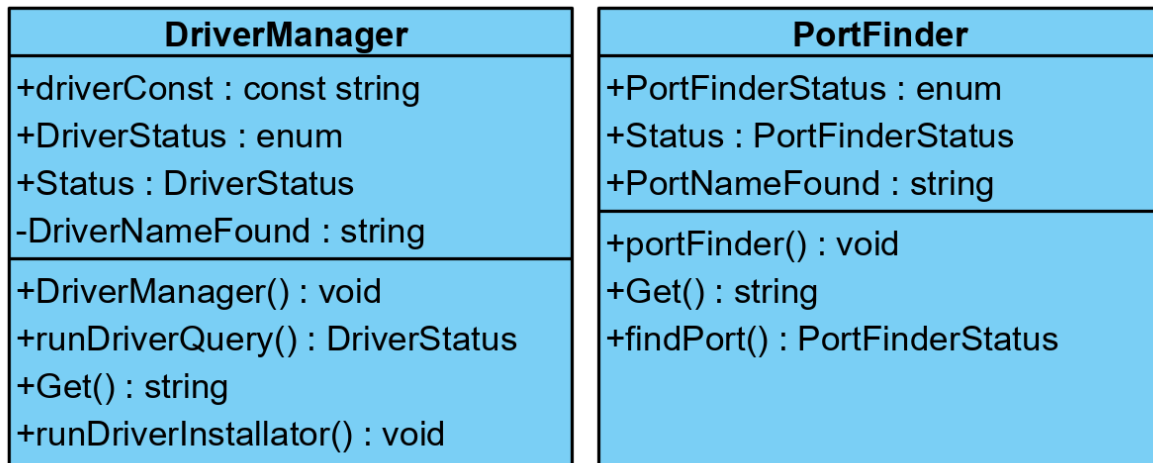
Aktor	<ul style="list-style-type: none">• Użytkownik
Zdarzenie inicjujące	<ul style="list-style-type: none">• Wybranie opcji okna sterowania grawerem.
Przebieg w krokach	<ol style="list-style-type: none">1. System nawiązuje połączenie z grawerem.2. System wyświetla okno z przyciskami kierunków, paskiem kroków oraz paskiem szybkości przemieszczania się i przyciskiem uruchomienia/zatrzymania wiązki laserowej3. Użytkownik używa przycisków do sterowania manualnego.
Sytuacje wyjątkowe	<ul style="list-style-type: none">• Połączenie z grawerem zostało przerwane.• System nie może nawiązać połączenia z grawerem.
Powiązania	<ul style="list-style-type: none">• Grawerowanie• Konwertowanie obrazu na instrukcje.• Podgląd symulacji• Testowanie maszyny

Scenariusze przypadków użycia – Testowanie grawera

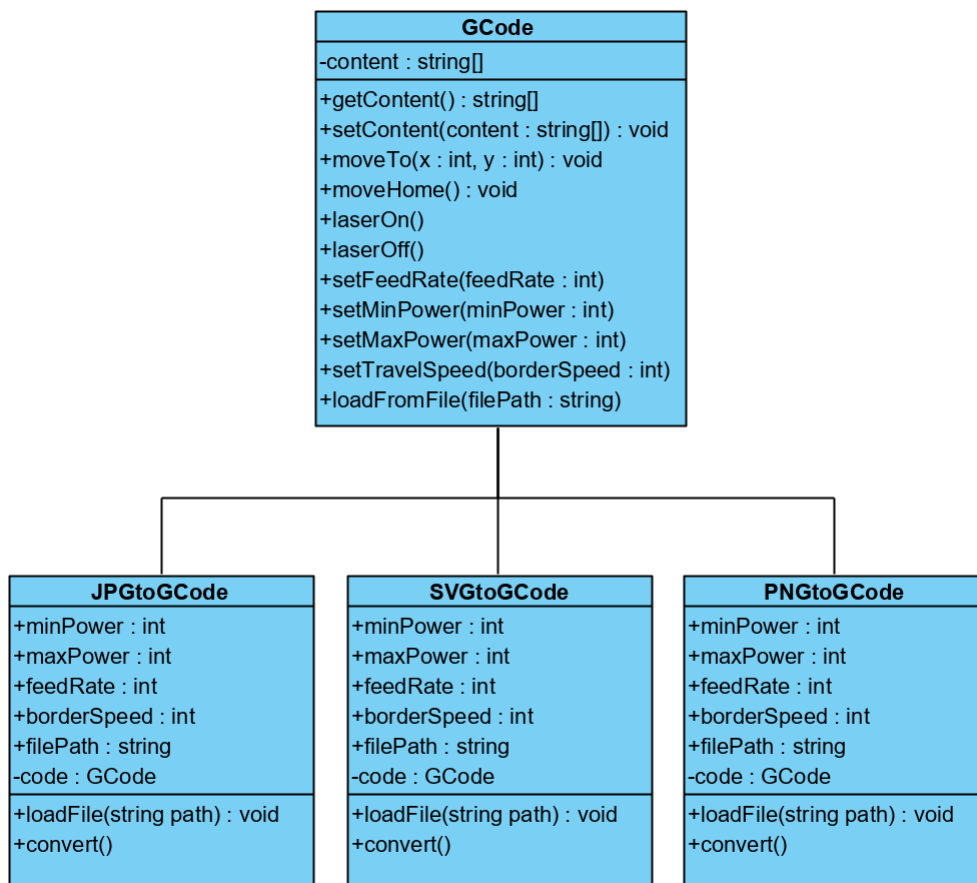
Aktor	<ul style="list-style-type: none">• Użytkownik
Zdarzenie inicjujące	<ul style="list-style-type: none">• Wybranie opcji testowania grawera

Przebieg w krokach	<ol style="list-style-type: none"> 1. Użytkownik wybiera opcję testowego grawerowania w menu. 2. Użytkownik wybiera obraz testowy (.SVG, .JPG, .PNG) 3. System nawiązuje połączenie z grawerem. 4. System wysyła instrukcje do grawera, pokazuje instrukcje obecnie wysyłane oraz wyświetla opcje pauzy i awaryjnego zatrzymania grawera
Przebiegi alternatywne	<ul style="list-style-type: none"> • Jeśli użytkownik zatrzyma pracę, system wyświetli opcję wznowienia pracy oraz awaryjnego zakończenia pracy. • Jeśli praca zostanie zakończona awaryjnie, komunikacja z grawerem zostanie zakończona, a system powróci do okna głównego. • Jeśli nastąpi błąd, system wyświetli komunikat i wraca do okna głównego.
Sytuacje wyjątkowe	<ul style="list-style-type: none"> • Połączenie z grawerem zostało przerwane podczas grawerowania. • System nie może nawiązać połączenia z grawerem. • System operacyjny użytkownika nie posiada zainstalowanego sterownika CH341SER.
Warunki końcowe	<ul style="list-style-type: none"> • System otrzymuje pozytywną odpowiedź po wysłaniu ostatniej instrukcji do grawera.
Powiązania	<ul style="list-style-type: none"> • Grawerowanie • Konwertowanie obrazu na instrukcje. • Podgląd symulacji • Sterowanie manualne

Diagramy klas

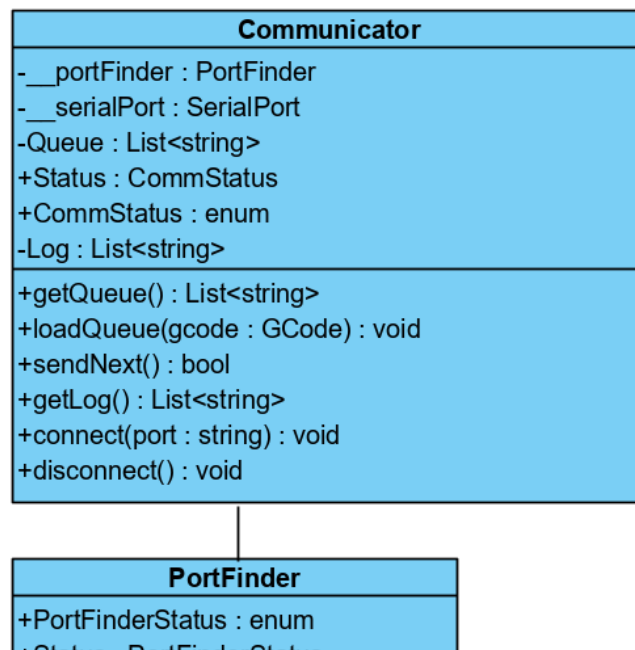


- **DriverManager** – odpowiada za obsługę sterownika, wykrywanie oraz uruchamianie instalatora w przypadku nie wykrycia. Sterownik CH341SER
- **PortFinder** – odpowiada za wyszukiwanie nazwy portu jeśli maszyna jest podłączona do komputera



- **GCode** – klasa zawierająca tablice łańcuchów z metodami operującymi na tej tablicy, metody które dodają bądź zmieniają poszczególne elementy w tablicy łańcuchów.

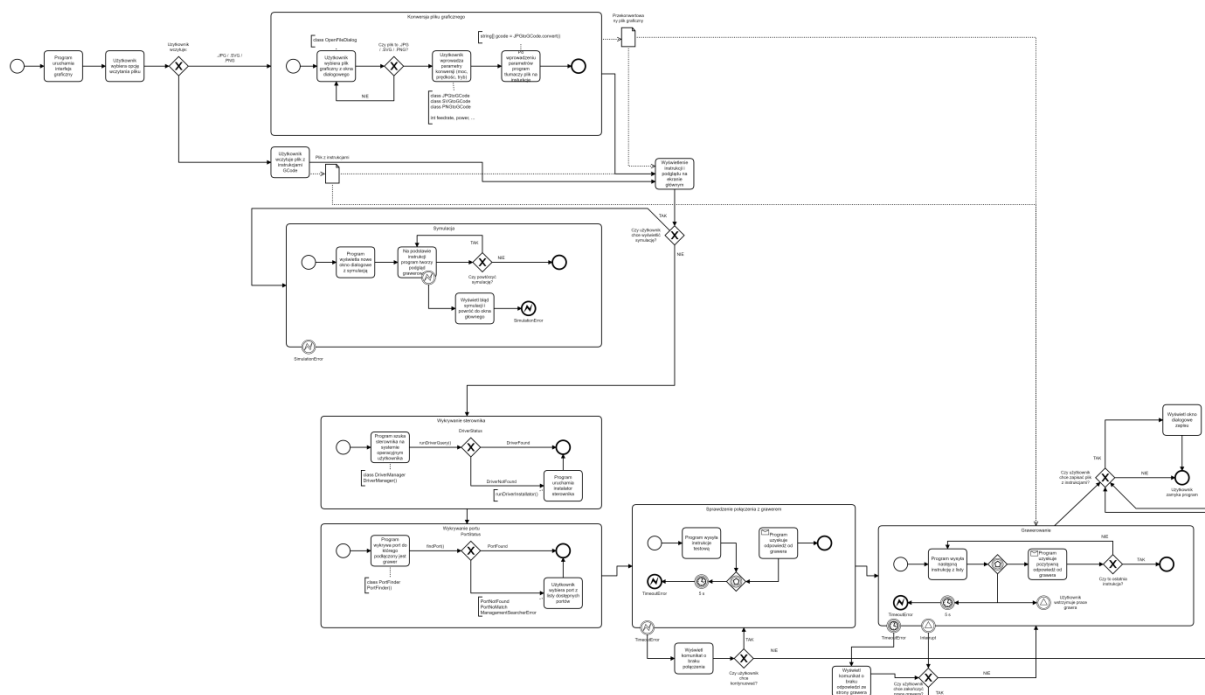
- **JPGtoGCode**, **SVGtoGCode**, **PNGtoGCode** – klasy odpowiadające za konwersję danych z różnych formatów plików graficznych



- **Communicator** – klasa odpowiadająca za komunikację z grawerem, utrzymywanie połączenia, odbierania odpowiedzi zwrotnych od mikrokontrolera oraz kontrolowanie procesu grawerowania. Główna klasa która będzie odpowiedzialna za wszystkie procesy związane z nawiązywaniem połączenia z grawerem, czy to będzie grawerowanie testowe czy sam proces grawerowania, czy też sterowanie manualne.

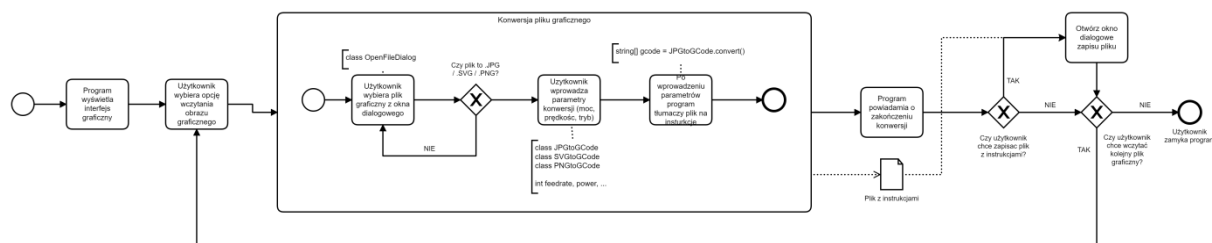
Diagramy dynamiki

Diagram czynności - Grawerowanie



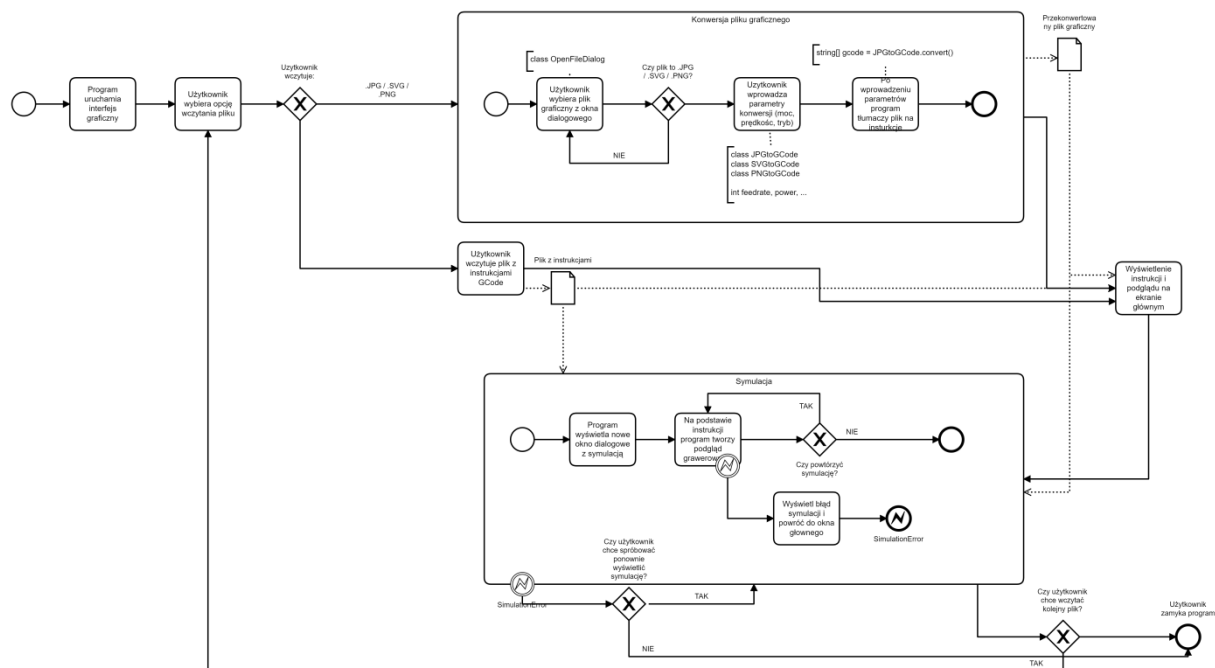
Proces grawerowania składa się ze wszystkich funkcjonalności, takich jak konwersja pliku graficznego, symulacji, testowania połączenia, wykrywanie portu oraz sterownika, komunikacja z grawerem, oraz przysyłanie instrukcji do grawera. Każdy z „podzespołów” ma obsługiwać wyjątki w razie wystąpienia błędu.

Diagram czynności – Konwertowanie obrazu na instrukcje



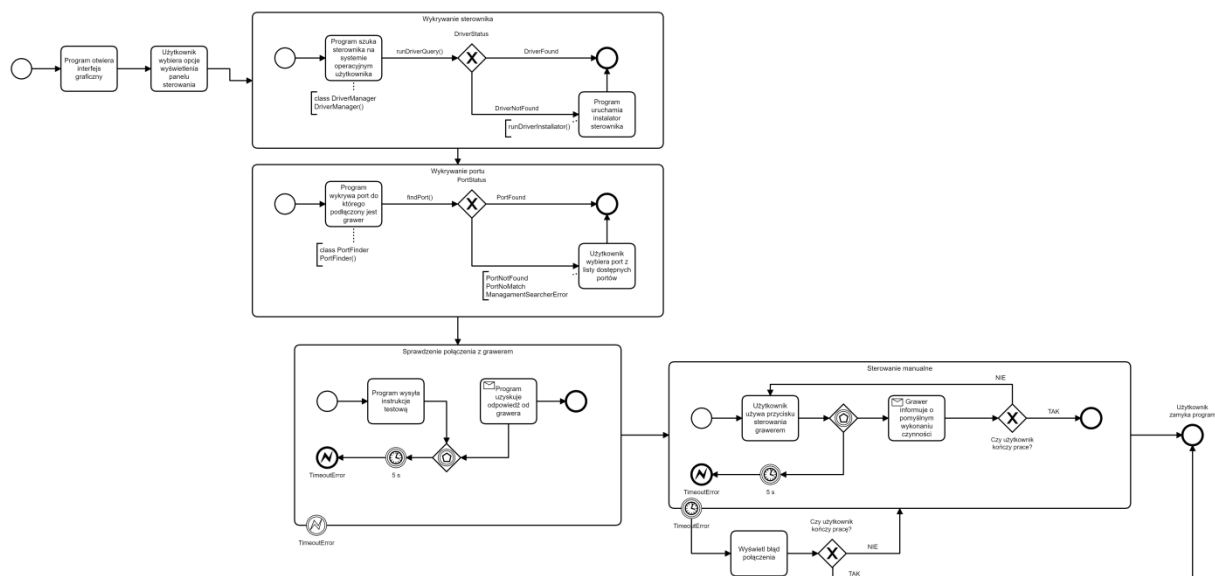
W tym scenariuszu użytkownik ma na celu wyłącznie skonwertować plik na instrukcje GCode, w tym wypadku wybiera odpowiedni plik z rozszerzeniem .JPG, .SVG, .PNG oraz wybiera opcję zapisania tych instrukcji które są gotowe do użycia. Użytkownik może zdecydować oczywiście aby nie zapisać pliku, bądź skonwertować kolejny.

Diagram czynności – Podgląd symulacji



W tym scenariuszu użytkownik konwertuje wybrany przez siebie plik albo wczytuje gotowy plik z instrukcjami i przechodzi do ekranu symulacji. Po wyświetleniu symulacji użytkownik może ją uruchomić ponownie, wczytać kolejny plik do symulacji albo zakończyć pracę programu.

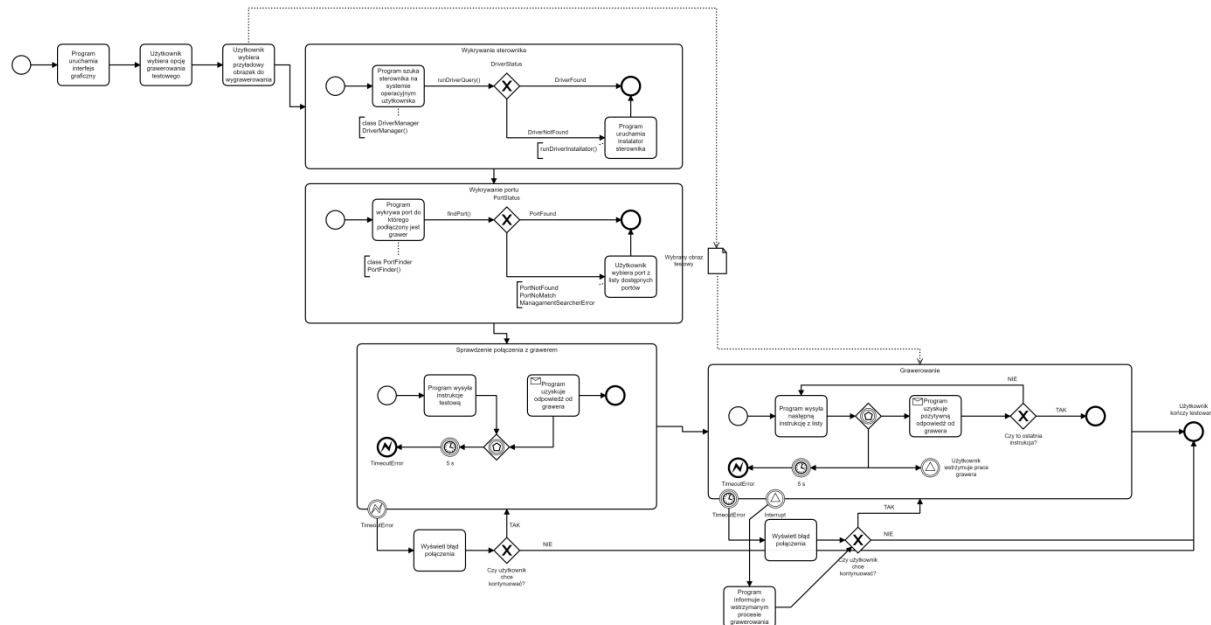
Diagram czynności – Sterowanie Manualne



W tym scenariuszu użytkownik ma na celu kontrole graweru za pomocą panelu sterującego w programie. Ponieważ ten scenariusz wymaga połączenia z grawerem laserowym, musi nastąpić wykrycie sterownika i jego zainstalowanie w przypadku nie wykrycia, wykrycie portu bądź podanie go z listy dostępnych jeśli wykrycie się nie

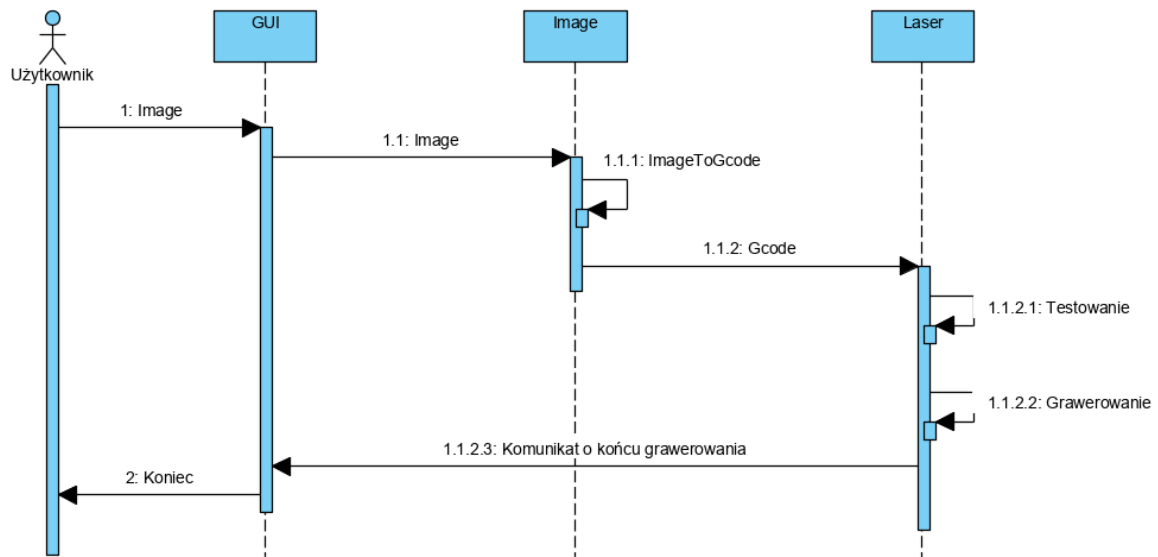
powiedzie, sprawdzenia połączenia z grawerem laserowym, no i sam proces sterowania manualnego. Przy sterowaniu manualnym jest obsługiwany wyjątek jeśli podczas wciskania przycisków sterowania grawer nie odpowie w ciągu 5s. Wtedy wyrzucany jest wyjątek `TimeoutError`.

Diagram czynności – Testowanie grawera



W tym scenariuszu będziemy wczytywać gotowy zestaw instrukcji które będą wgrane w pamięć programu. To będzie zestaw przykładowych figur bądź kształtów, które rysowane przez grawer. Będą one zawierały wartości długości i szerokości by móc dobrze skalibrować grawer w ustawieniach oprogramowania mikrokontrolera. Ponieważ ten scenariusz wymaga połączenia z grawerem laserowym, musi nastąpić wykrycie sterownika i jego zainstalowanie w przypadku nie wykrycia, wykrycie portu bądź podanie go z listy dostępnych jeśli wykrycie się nie powiedzie, sprawdzenia połączenia z grawerem laserowym, oraz proces grawerowania testowego.

Diagram sekwencji – Grawerowanie

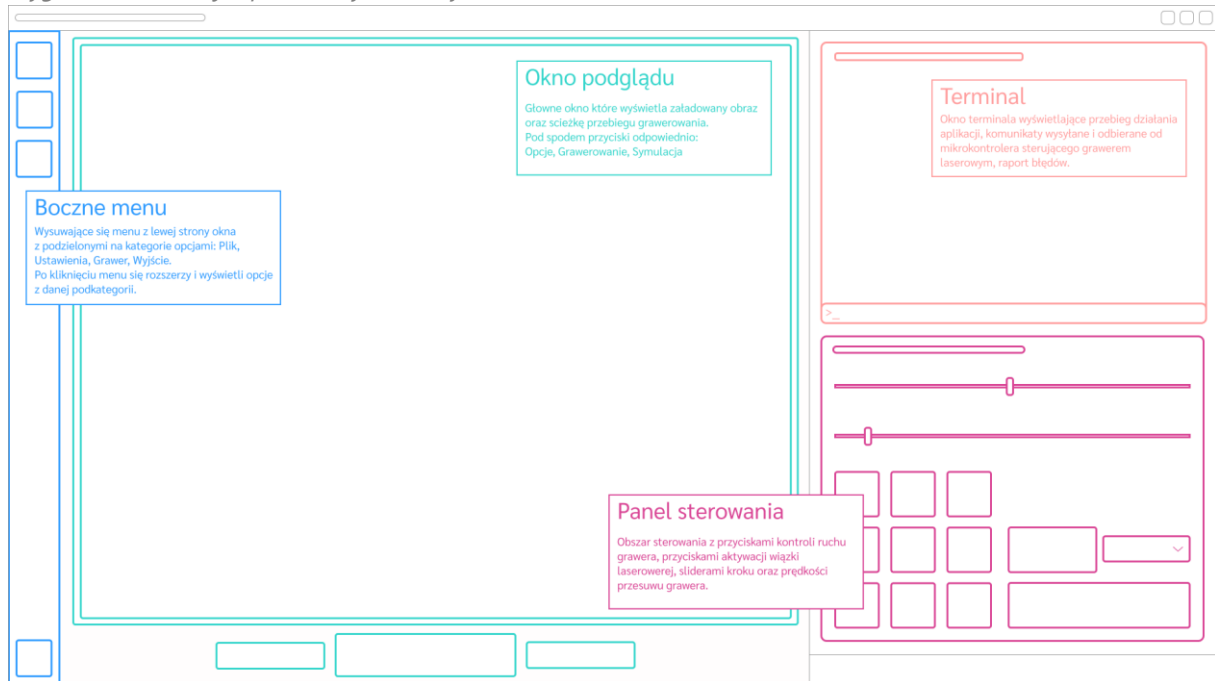


Przykładowy proces przepływu komunikatów w scenariuszu grawerowania.

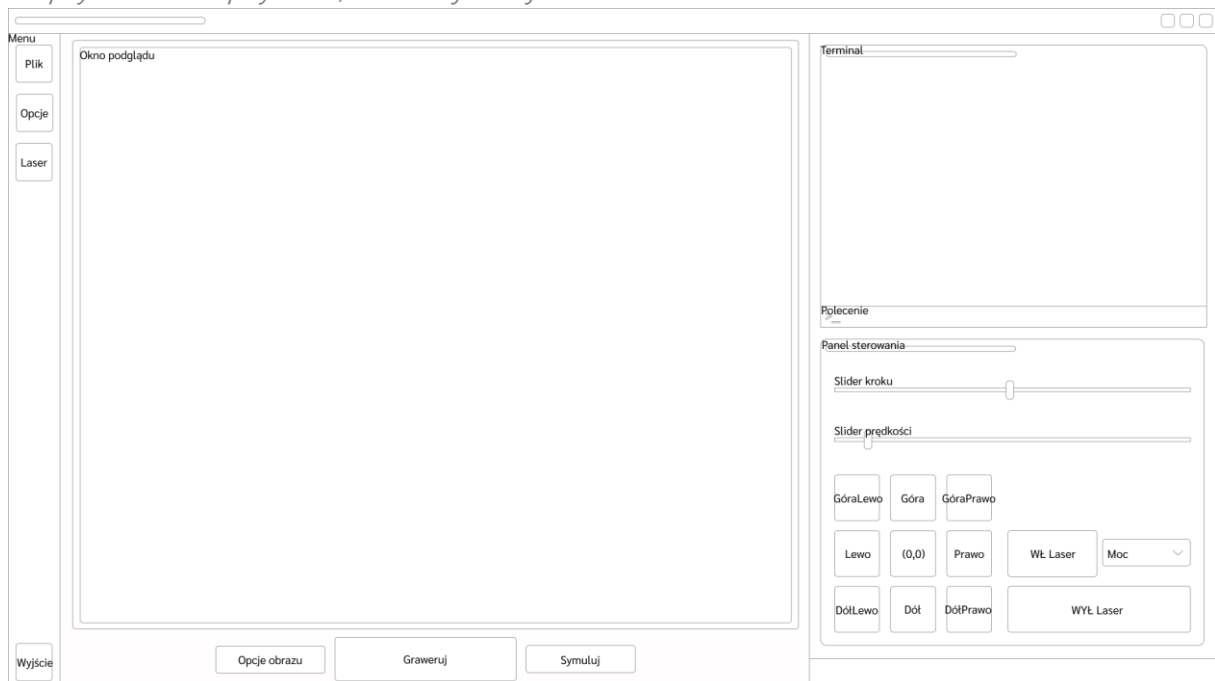
Użytkownik wczytuje plik graficzny przez interfejs programu. Program wtedy jest obsługiwany przez obiekty klas (konwersji odpowiednich do rozszerzenia pliku), Potem plik z instrukcjami które są wynikiem konwersji wysyłane są do grawera, którego połączenie jest wcześniej testowane. Po pomyślnym wysłaniu wszystkich instrukcji i ich wykonaniu wyświetlany jest komunikat zakończenia do interfejsu.

Zarys interfejsu

Wygląd okna interfejsu podzielony na cztery części



Podpisy elementów i przycisków, i ich funkcji



Nazwa obrazu grawerowanego

Czas pracy pozostały

Wstrzymaj

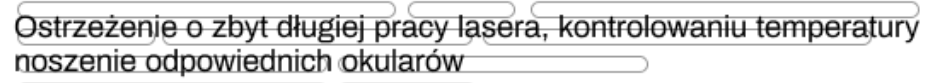
Zakończ

Listę zakończonych instrukcji np.

G0 X0 Y0 F1000
G21
G01 F3000
M03 S300
G01 X4.567 Y4.521 F350
M05 S0
G01 X15.153 Y13.41 F350
M03 S300
G01 X30 Y30.103 F500
M05 S0

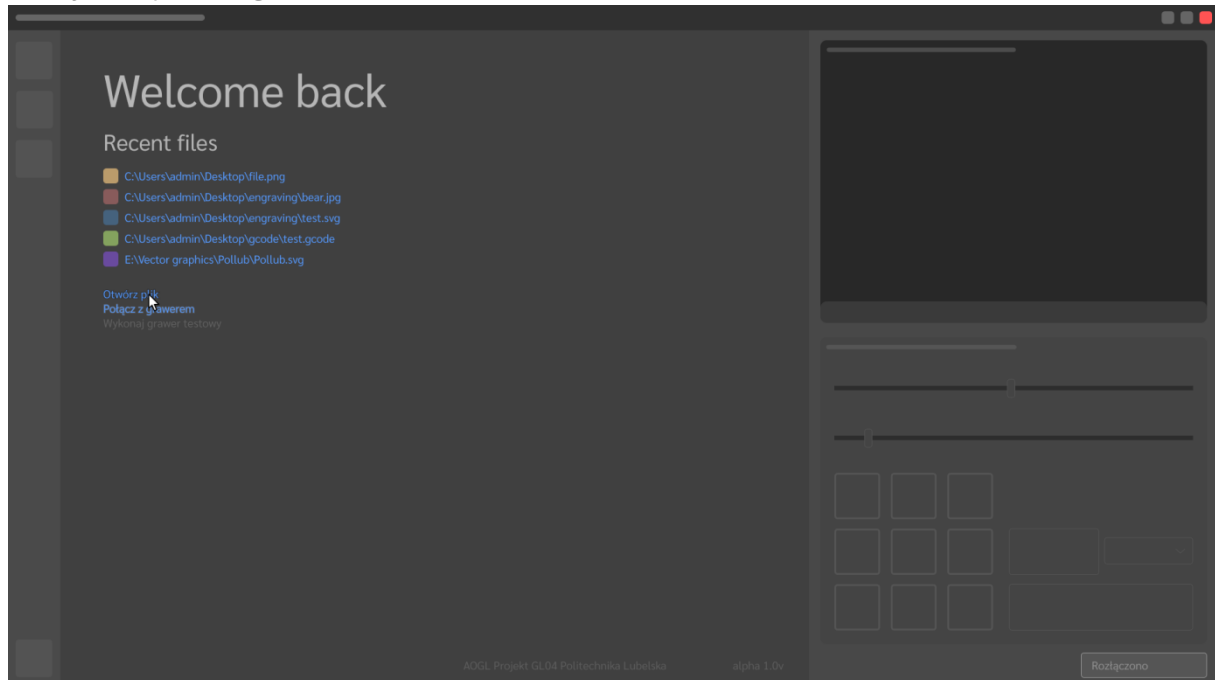


Ostrzeżenie o zbyt długiej pracy lasera, kontrolowaniu temperatury
noszenie odpowiednich okularów

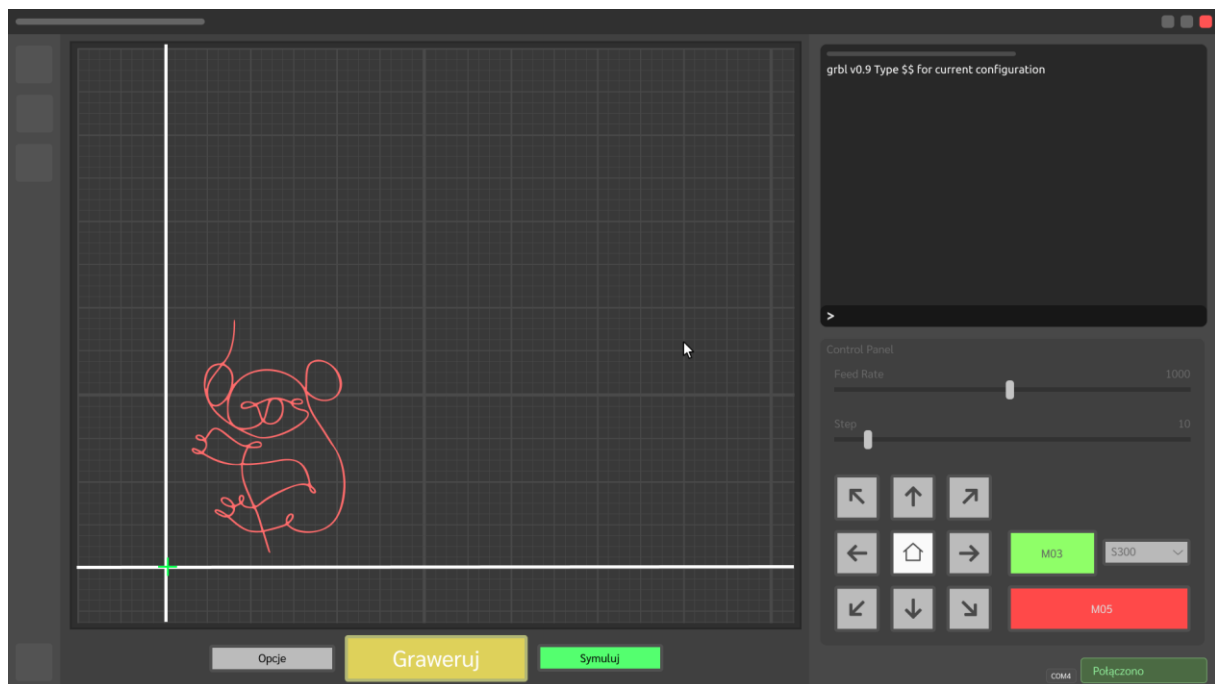


Kontynuuj

Interfejs okna powitalnego

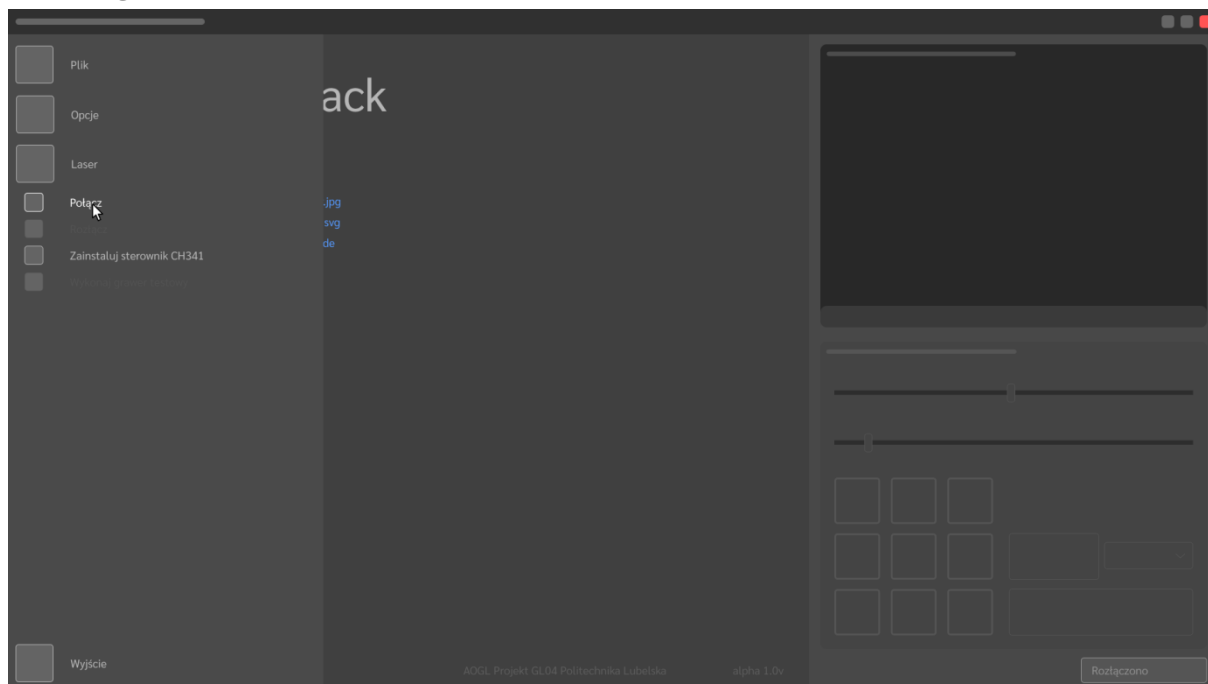


Okno w trakcie załadowanego pliku, gotowy do grawerowania

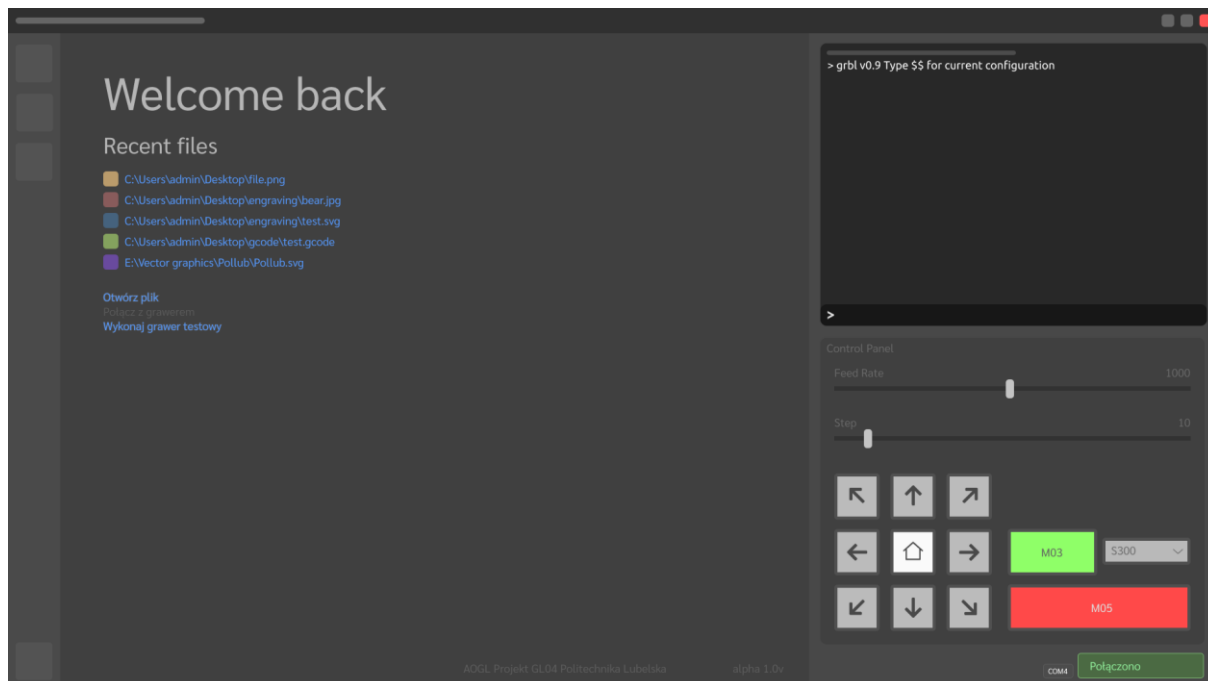


Przebieg scenariusza Sterowania Manualnego

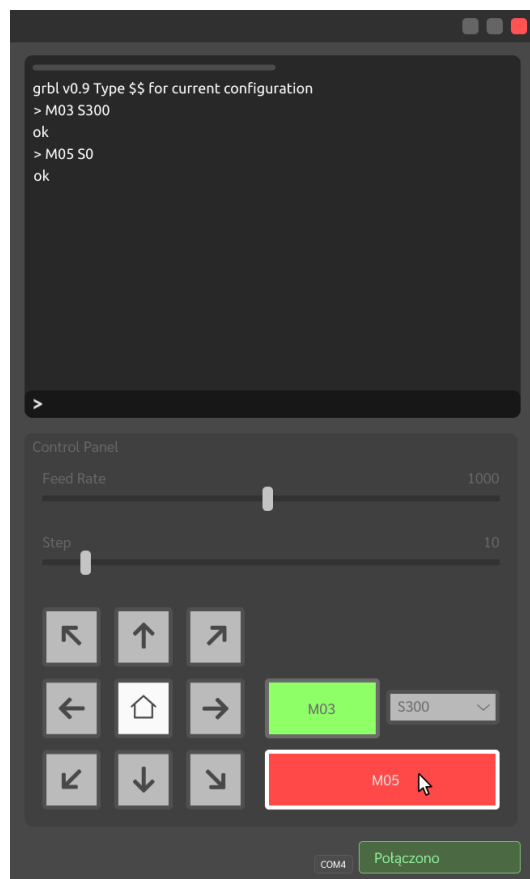
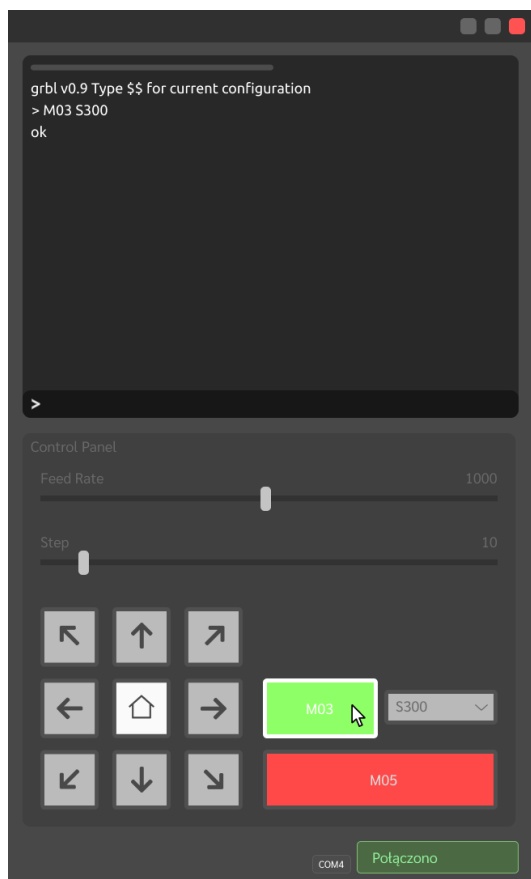
Łączenie z grawerem



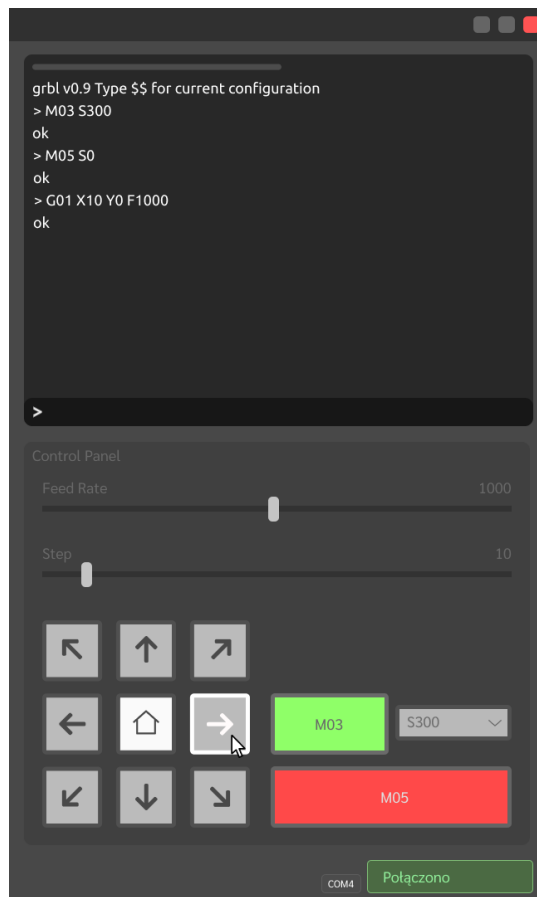
Okno powitalne po połączeniu się z grawerem



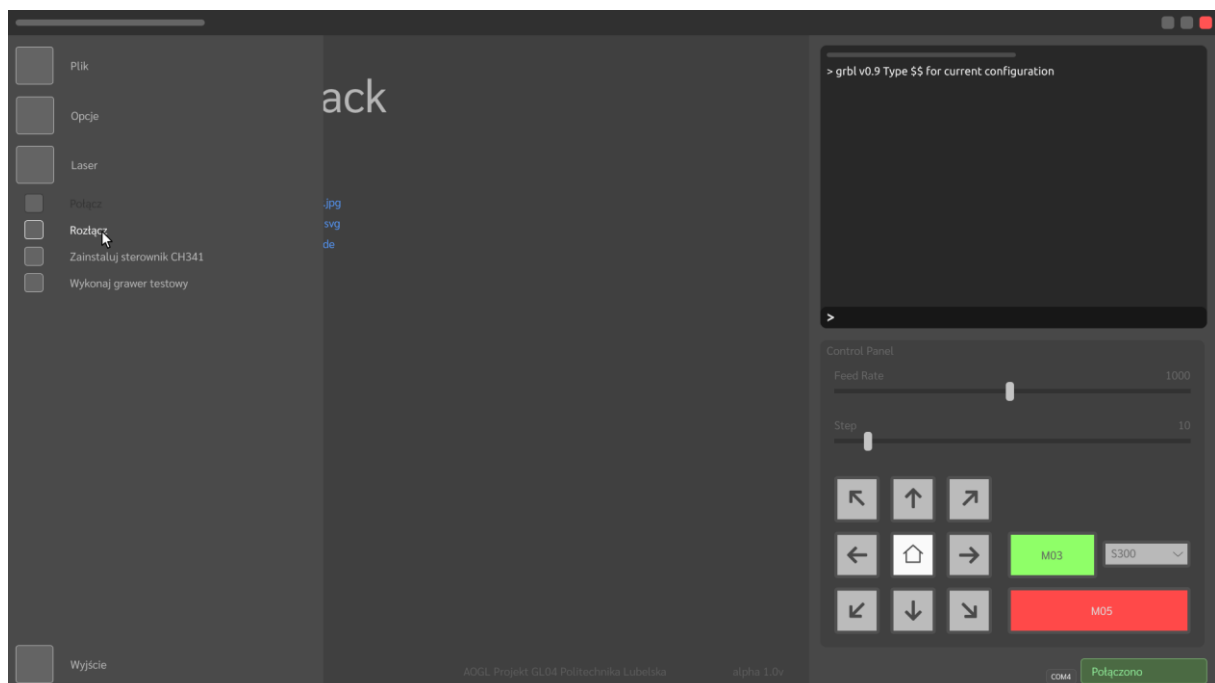
Przykładowa akcja na panelu sterowania i wyświetlenie komunikatu zwrotnego



Akcja ruchu na panelu sterowania

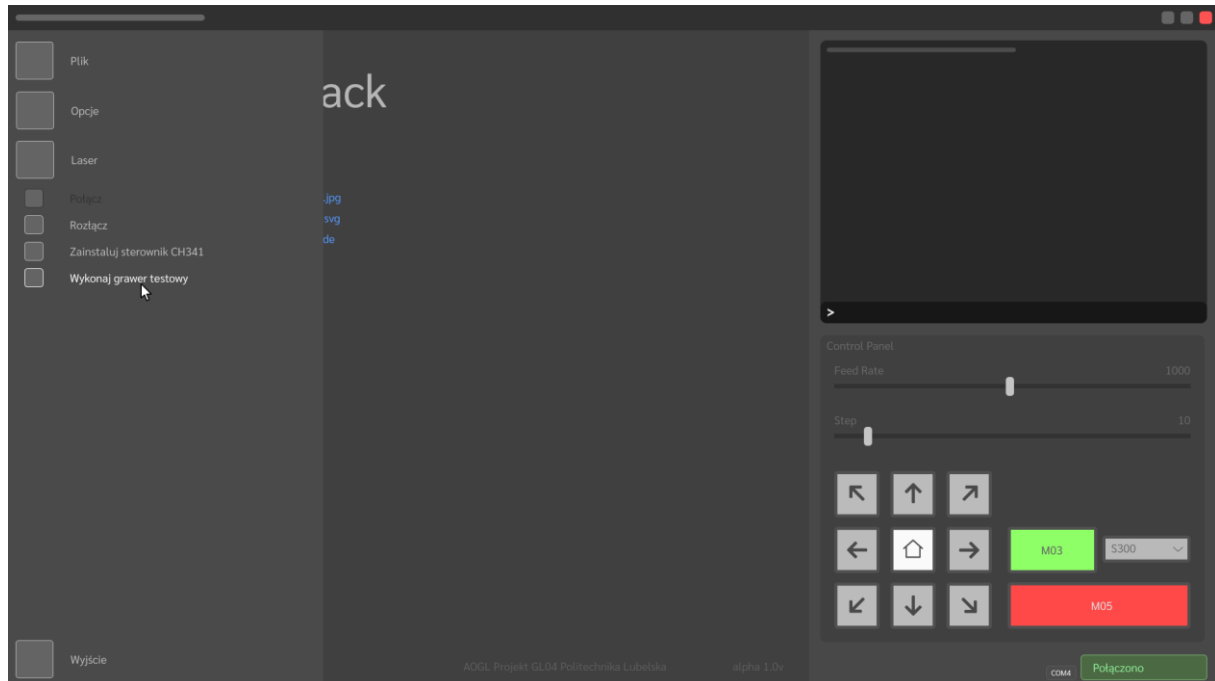


Po ukończeniu pracy rozłączamy się z grawerem

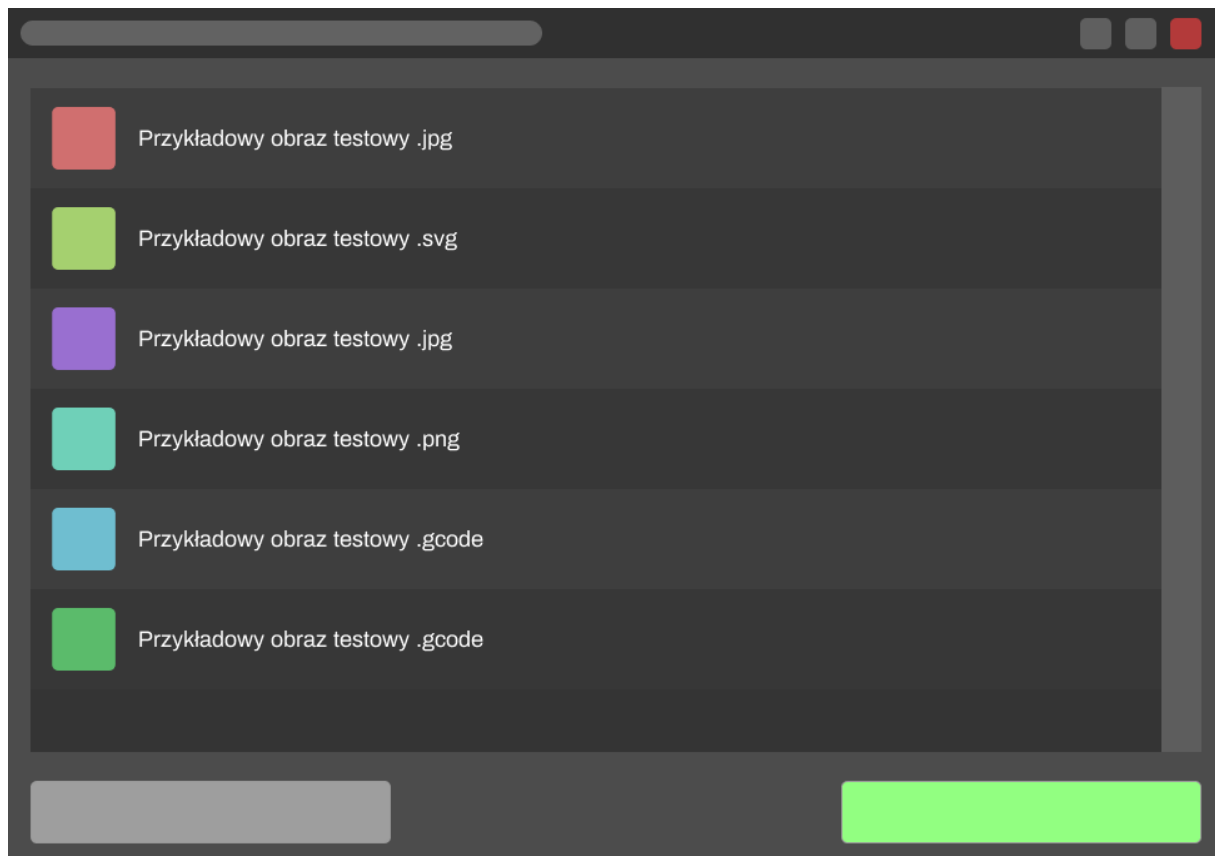


Przebieg scenariusza Testowania

Wybieranie opcji z menu „Wykonaj grawer testowy”



Po wybraniu opcji wyświetlił się okno z wyborem przykładowych obrazów testowych



Przed każdą pracą lasera wyświetlony jest komunikat z ostrzeżeniem

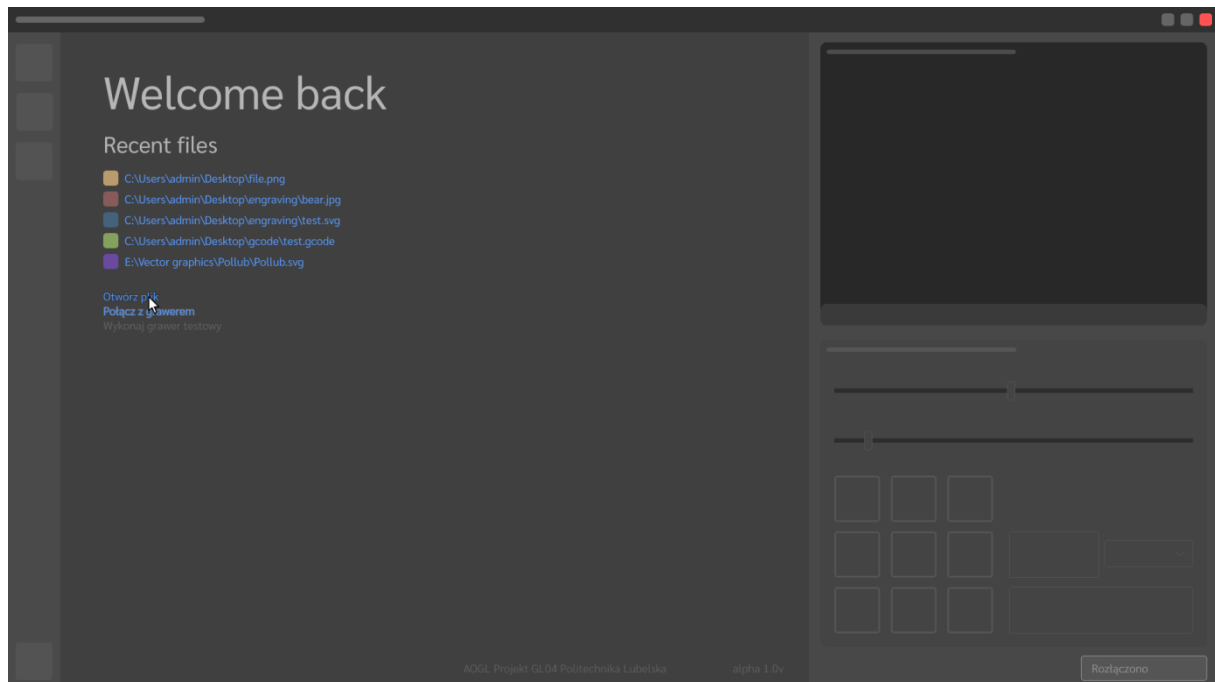


Okno postępu grawerowania testowego, z przyciskami wstrzymania i zakończenia pracy

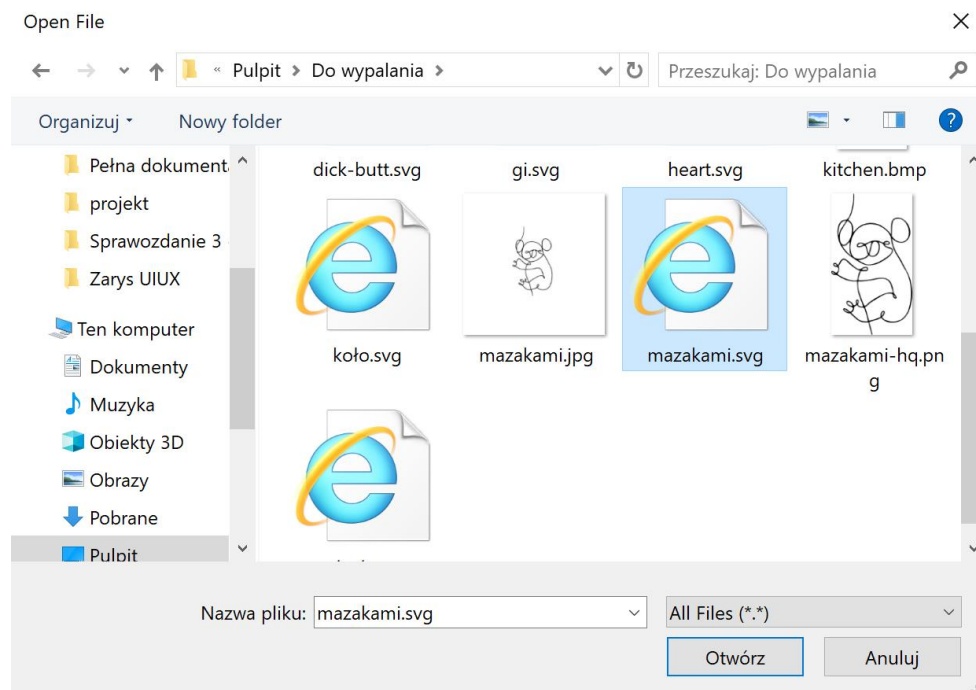


Przebieg scenariusza Symulacji przebiegu

Wybranie opcji otwarcia pliku



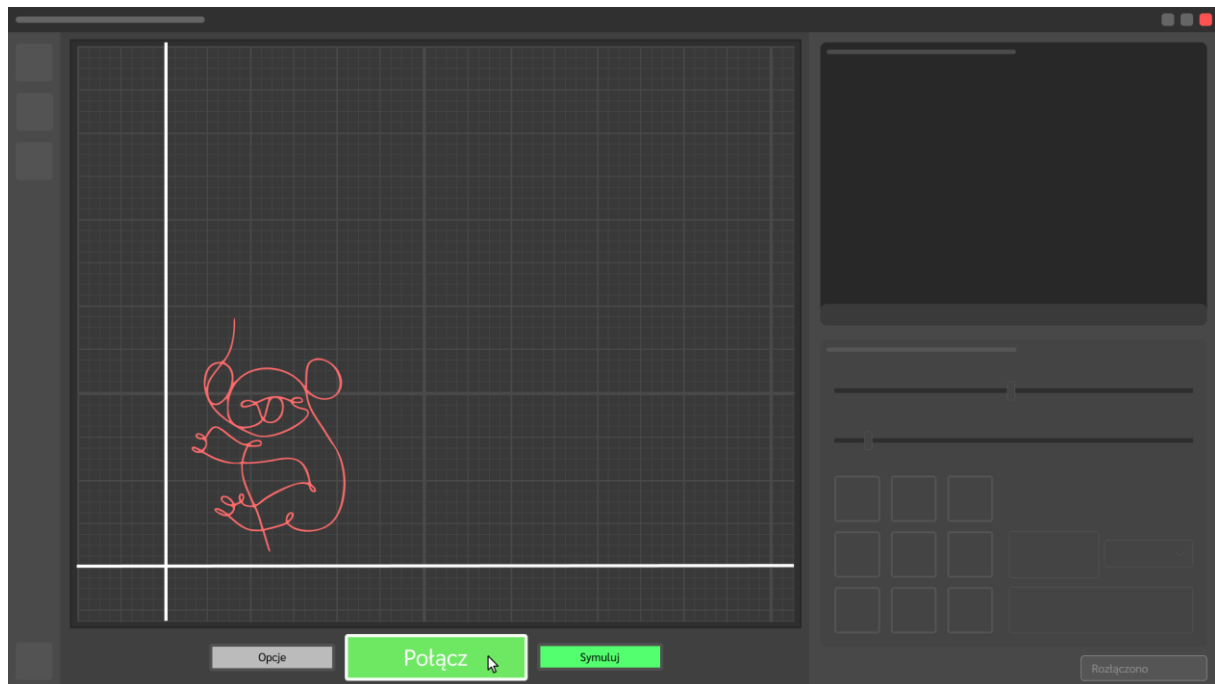
OpenFileDialog z wyborem pliku do symulacji



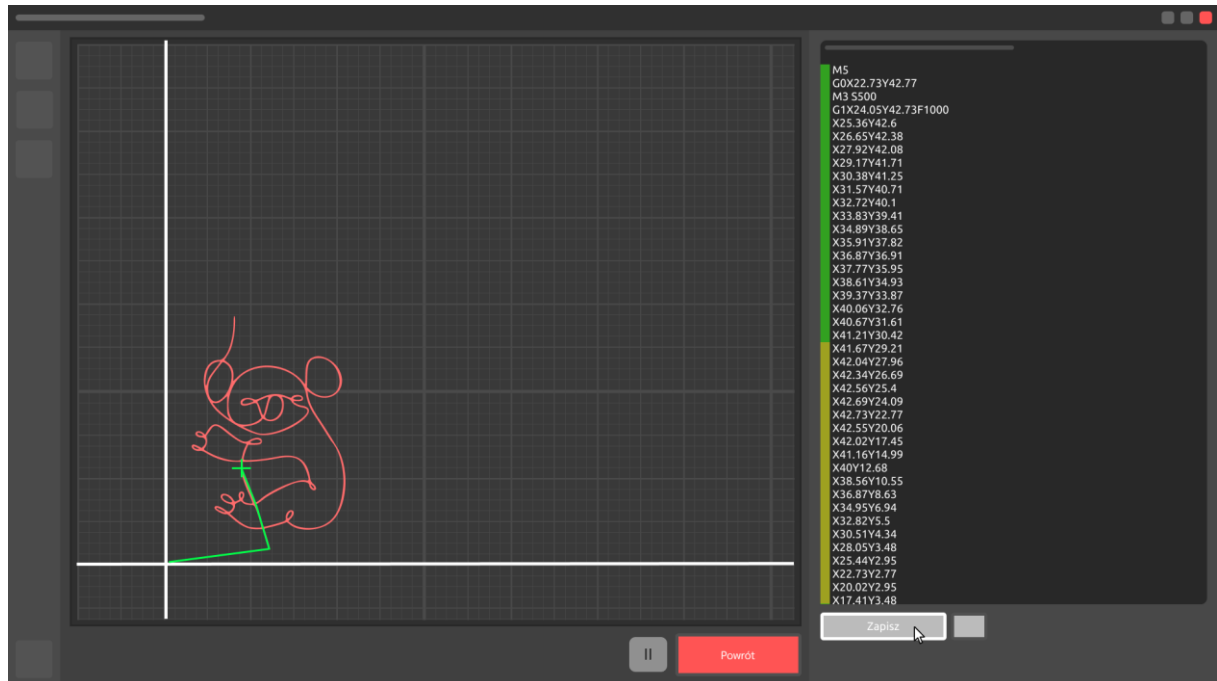
Wyświetlenie formularza z wyborem parametrów konwersji pliku

A dark-themed application window with standard OS window controls (minimize, maximize, close) in the top right corner. The form contains several input fields: a single-line text field at the top, followed by a wide multi-line text area. Below these are two dropdown menus. Further down, there are three radio buttons, each followed by a text field. At the bottom right, there are two buttons: a grey one and a bright green one.

Okno po załadowaniu pliku, w tym przypadku wybieramy opcję symuluj



Okno symulacji z opcją zapisu do pliku, zatrzymaniem



Przebieg scenariusza Grawerowania

Proces grawerowania w toku

