

DOKUMENTACJA PROJEKTOWA

Wizualizator Przepływu Transakcji Blockchain (BTC/ETH)

Skład zespołu projektowego:

Arkadiusz Mincberger, Kacper Ćwiertnia, Szymon Woźniak, Mikołaj Pajor,

Przedmiot:

Blockchain - wyzwania i zagrożenia

Prowadzący:

Jan Klima

Spis treści

1. Wstęp i Cel Projektu

- 1.1. Charakterystyka sieci Blockchain
- 1.2. Wyzwania w analizie danych on-chain
- 1.3. Cel i zakres projektu

2. Architektura Systemu i Technologie

- 2.1. Stos technologiczny
- 2.2. Wykorzystane biblioteki i zewnętrzne API
- 2.3. Schemat przepływu danych

3. Szczegółowy Opis Funkcjonalności

- 3.1. Panel ustawień i filtrów czasowych
- 3.2. System dynamicznego przeliczania walut
- 3.3. Integracja z sieciami Bitcoin i Ethereum
- 3.4 System tabelarycznej prezentacji danych
- 3.5. Interaktywny silnik wizualizacji grafowej
- 3.6. Eksport wyników do formatu graficznego
- 3.7. Zarządzanie sesją i trwałość danych (JSON)

4. Instrukcja Instalacji i Obsługi

- 4.1. Wymagania systemowe
- 4.2 Konfiguracja kluczy API
- 4.3 Uruchomienie aplikacji
- 4.4. Proces analizy krok po kroku

5. Rozwój Projektu i Wnioski

- 5.1. Możliwości rozbudowy (Roadmap)
- 5.2. Podsumowanie

1. Wstęp i Cel Projektu

1.1. Charakterystyka sieci Blockchain

Technologia Blockchain, stanowiąca fundament nowoczesnych systemów zdecentralizowanych finansów (DeFi), opiera się na publicznej i niezmiennej księdze głównej. Sieci takie jak **Bitcoin** oraz **Ethereum** oferują pełną transparentność – każda transakcja, od momentu powstania bloku genezy, jest publicznie dostępna do wglądu. Dane te obejmują adresy nadawców, odbiorców, znaczniki czasu oraz wartości przesyłanych aktywów.

1.2. Wyzwania w analizie danych on-chain

Mimo powszechnej dostępności danych, ich analiza w surowej formie (raw data) stanowi wyzwanie dla przeciwnego użytkownika oraz analityków śledczych. Główne problemy to:

- **Format danych:** Informacje serwowane przez węzły sieci mają postać złożonych struktur JSON lub surowych skrótów kryptograficznych (hashy).
- **Skala:** W popularnych sieciach dochodzi do tysięcy transakcji na minutę, co uniemożliwia śledzenie powiązań "ręcznie".
- **Brak wizualizacji:** Standardowe eksploratory bloków (np. Etherscan) prezentują dane w formie tabelarycznej, co utrudnia dostrzeżenie wielopoziomowych przepływów środków między klastrami adresów.

1.3. Cel i zakres projektu

Niniejszy projekt ma na celu wypełnienie luki między surowymi danymi blockchainowymi a potrzebą ich intuicyjnej analizy. Głównym założeniem było stworzenie lekkiej aplikacji webowej, która:

1. Pobiera dane w czasie rzeczywistym z sieci Bitcoin oraz Ethereum.
2. Transformuje listę transakcji w **interaktywny graf powiązań**.
3. Pozwala na dynamiczne filtrowanie wyników pod kątem ram czasowych oraz kierunku przepływu kapitału.
4. Umożliwia analitykowi zapisanie stanu pracy (sesji) do późniejszej weryfikacji.

Aplikacja została zaprojektowana jako narzędzie typu *Client-Side Only*, co gwarantuje prywatność analiz (dane nie są przesyłane na serwer zewnętrzny poza zapytaniami do API).

2. Architektura Systemu i Technologie

2.1. Stos technologiczny

Projekt został zrealizowany w architekturze **Single Page Application (SPA)** przy użyciu nowoczesnych standardów webowych bez konieczności stosowania ciężkich frameworków typu React/Angular. Pozwoliło to na uzyskanie wysokiej wydajności przy wizualizacji dużych zbiorów danych.

- **Logic Layer:** JavaScript (ES6+) z wykorzystaniem modułów (`import/export`), co zapewnia czytelność i łatwą rozbudowę.
- **Visualization Layer:** Biblioteka `vis-network`, operująca na obiektach `DataSet`, umożliwiająca renderowanie grafów w czasie rzeczywistym.
- **State Management:** Zastosowano wzorzec **Singleton** (plik `state.js`), który przechowuje globalny stan aplikacji (wybrana sieć, kursy walut, dane grafu).
- **Persistence Layer:** System plików JSON obsługiwany przez natywne API przeglądarki (`Blob`, `FileReader`).

2.2. Wykorzystane zewnętrzne API

Aplikacja agreguje dane z czterech niezależnych źródeł, co czyni ją zaawansowanym hubem analitycznym:

API	Cel wykorzystania
Moralis Deep Index API	Pobieranie pełnej historii transakcji dla sieci Ethereum (ETH).
Blockstream API	Pobieranie danych o transakcjach dla sieci Bitcoin (BTC).
CoinGecko API	Pobieranie aktualnych kursów wymiany BTC/ETH względem USD/PLN.
WalletExplorer API	Identyfikacja znanych adresów (np. giełd) w sieci Bitcoin.

2.3. Schemat przepływu danych

Proces wizualizacji transakcji przebiega według następującego schematu:

1. **Input:** Użytkownik podaje adres i wybiera zakres dat.
2. **Fetch:** Aplikacja rozpoznaje sieć i wykonuje asynchroniczne zapytanie (fetch) do odpowiedniego API.
3. **Normalize:** Surowe dane (np. z Moralis) są filtrowane pod kątem dat i kierunku (Incoming/Outgoing).
4. **Graph Update:** Nowe adresy są dodawane jako węzły (`nodes`), a transakcje jako krawędzie (`edges`).
5. **UI Update:** Tabela transakcji jest renderowana dynamicznie, a graf automatycznie dopasowuje swój układ (hierarchiczny LR).

3. Szczegółowy Opis Funkcjonalności

W tym rozdziale opisano główne elementy aplikacji oraz sposób ich działania z perspektywy użytkownika. Każda funkcja została zaprojektowana tak, aby ułatwić analizę powiązań między portfelami kryptowalutowymi i uczynić ją bardziej przejrzystą.

3.1. Panel ustawień i filtrów czasowych

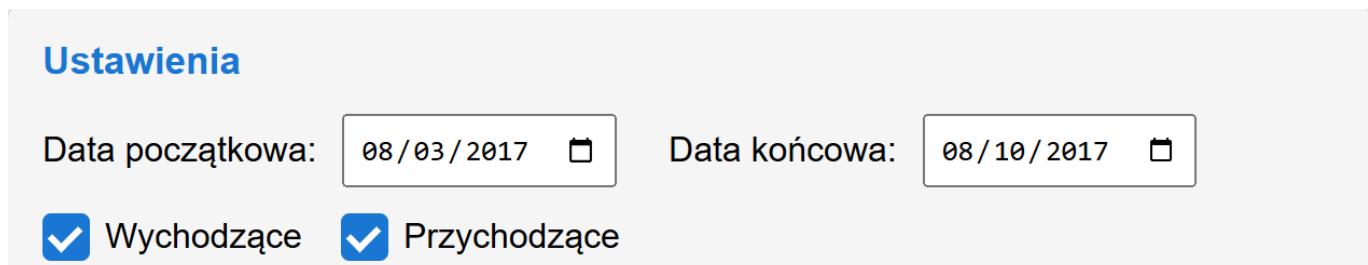
Opis funkcjonalności

Panel ustawień pozwala użytkownikowi precyzyjnie określić, jakie dane mają zostać pobrane i wyświetcone. Dzięki filtrom możliwe jest wyeliminowanie szumu informacyjnego (np. bardzo starych transakcji), co sprawia, że generowany graf jest czytelny i skupiony na celu analizy.

Główne elementy panelu:

- Filtr dat (Data początkowa i końcowa):** Umożliwiają ograniczenie analizy do konkretnego okresu. Jest to kluczowe w przypadku portfeli z wieloletnią historią – aplikacja sprawdza każdą transakcję i odrzuca te, które nie mieszczą się w wybranym przedziale.
- Rodzaj transakcji (Wychodzące/Przychodzące):** Za pomocą pól wyboru (checkboxów) użytkownik decyduje, czy chce śledzić źródła wpływów na portfel, czy tylko drogę, jaką środki go opuszczają. Odznaczenie jednej z opcji pozwala na uproszczenie wykresu.
- Wybór waluty wyświetlania:** Aplikacja oferuje możliwość podglądu wartości transakcji w różnych jednostkach (BTC, ETH, USD, PLN). Dane o kursach walut są pobierane na bieżąco z rynku, co pozwala na natychmiastowe przeliczenie kwot bez konieczności ponownego przeszukiwania blockchaina.

Ważny szczegół: Wszystkie operacje filtrowania i przeliczania wartości odbywają się bezpośrednio w przeglądarce użytkownika. Zapewnia to szybkość działania oraz prywatność – dane o Twojej analizie nie są wysyłane na serwery zewnętrzne.



Rysunek 3.1: Interfejs panelu konfiguracyjnego.

Instrukcja obsługi

- Ustawienie ram czasowych:** Wybierz daty w kalendarzu. Każde kolejne wyszukiwanie adresu lub rozwinięcie grafu będzie uwzględniać tylko transakcje z tego okresu.
- Filtrowanie ruchu:** Zaznacz interesujące Cię kierunki przepływu środków. Możesz to zmienić w dowolnym momencie analizy.
- Wybór waluty:** Wybierz walutę z listy rozwijanej. Wszystkie kwoty w tabelach oraz opisy na liniach grafu zostaną automatycznie zaktualizowane do nowej wartości.

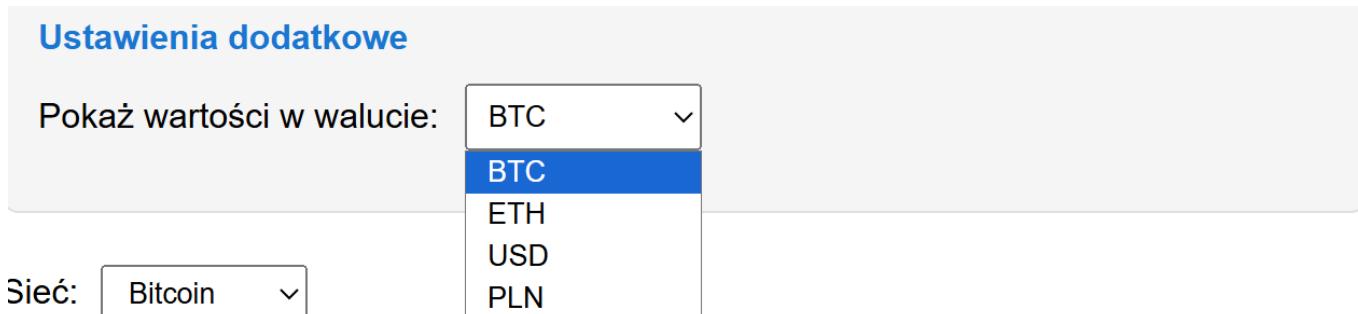
3.2. System dynamicznego przeliczania walut

Opis funkcjonalności

System ten pozwala na natychmiastową zmianę jednostek, w których wyświetlane są kwoty transakcji w całej aplikacji. Użytkownik nie musi samodzielnie przeliczać wartości kryptowalut na waluty tradycyjne, co znacznie ułatwia ocenę skali przepływów finansowych.

Aplikacja obsługuje cztery rodzaje walut:

- **Kryptowaluty natywne:** BTC (Bitcoin) oraz ETH (Ethereum) – pozwalają na analizę dokładnych wartości on-chain.
- **Waluty tradycyjne (Fiat):** USD (Dolar amerykański) oraz PLN (Polski złoty) – ułatwiają określenie rynkowej wartości transferów.



Rysunek 3.2: Menu wyboru waluty wyświetlania.

Jak to działa "pod spodem"? Mimo że zmiana widoku jest błyskawiczna, za kulisami aplikacja wykonuje kilka zaawansowanych operacji:

1. **Pobieranie danych rynkowych:** Podczas uruchomienia aplikacja łączy się z zewnętrznym systemem **CoinGecko API**, aby pobrać aktualne kursy wymiany Bitcoin i Ethereum względem dolara i złotówki.
2. **Obliczanie kursów krzyżowych:** Jeśli wybrane API nie dostarcza bezpośredniej relacji między dwiema walutami (np. kursu BTC względem ETH), aplikacja samodzielnie oblicza te wartości na podstawie danych o ich cenie w dolarach.
3. **Aktualizacja "w locie":** Po zmianie waluty w menu, aplikacja nie pobiera danych z blockchaina ponownie. Zamiast tego, automatycznie przeszukuje wszystkie widoczne tabele oraz etykiety na grafie i przelicza każdą kwotę według nowych parametrów.

Instrukcja obsługi

1. **Wybór waluty:** Rozwiń listę w sekcji "Pokaż wartości w walucie" i wybierz interesującą Cię jednostkę.
2. **Automatyczna aktualizacja:** Zauważ, że wszystkie kwoty w tabelach (oznaczone kolorami zielonym i czerwonym) oraz opisy na liniach łączących portfele na grafie zmieniły się natychmiast.
3. **Precyzja:** Dla kryptowalut (BTC/ETH) aplikacja wyświetla do 8 miejsc po przecinku, natomiast dla walut tradycyjnych (USD/PLN) zaokrąglą wynik do 2 miejsc, co zwiększa czytelność raportu.

3.3. Integracja z sieciami Bitcoin i Ethereum

Opis funkcjonalności

Aplikacja jest narzędziem wielosieciowym, co pozwala na analizę przepływów środków w dwóch najpopularniejszych ekosystemach blockchain. Wybór sieci jest kluczowy, ponieważ każda z nich posiada inną strukturę adresów oraz odrębne źródła danych (API), z których aplikacja pobiera informacje o transakcjach.



Rysunek 3.3: Interfejs wyboru sieci oraz pole wprowadzania adresu portfela.

Charakterystyka obsługiwanych sieci:

- **Bitcoin (BTC):** Dane o transakcjach pobierane są z publicznego eksploratora **Blockstream**. Dodatkowo aplikacja integruje się z serwisem **WalletExplorer**, który pełni rolę inteligentnej bazy etykiet. Pozwala to na automatyczne rozpoznanie, czy dany portfel należy do znanej giełdy, miksera lub serwisu płatniczego, co znaczco ułatwia interpretację grafu.
- **Ethereum (ETH):** W przypadku tej sieci aplikacja korzysta z profesjonalnego API **Moralis**. Integracja ta zapewnia dostęp do pełnej historii transakcji oraz pozwala na stabilne pobieranie danych nawet dla bardzo aktywnych portfeli dzięki systemowi stronicowania wyników.

Automatyczny reset stanu: Ważnym mechanizmem jest całkowite czyszczenie środowiska pracy przy każdej zmianie sieci. Zapobiega to błędom wynikającym z próby łączenia transakcji z różnych blockchainów na jednym grafie. Po przełączeniu z BTC na ETH (lub odwrotnie), aktualny graf oraz tabele są usuwane, a aplikacja przygotowuje się do nowej, czystej analizy.

Instrukcja obsługi

1. **Wybór sieci:** Rozpocznij od wybrania odpowiedniej sieci z listy rozwijanej "Sieć" (Bitcoin lub Ethereum).
2. **Wprowadzenie celu:** Wklej adres portfela, który chcesz zbadać, w pole tekstowe. Pamiętaj, aby adres był zgodny z wybraną wcześniej siecią.
3. **Uruchomienie analizy:** Kliknij przycisk "**Pokaż transakcje**". W tym momencie aplikacja:
 - Sprawdzi poprawność dat w panelu ustawień.
 - Pobierze listę transakcji spełniających Twoje kryteria.
 - Wygeneruje pierwszy, centralny punkt na grafie (tzw. węzeł główny).
 - Wyświetli szczegółową tabelę transakcji pod polem wyszukiwania.

3.4. System tabelarycznej prezentacji danych

Opis funkcjonalności

Zanim dane zostaną naniesione na graf, aplikacja prezentuje je w formie szczegółowych sekcji tabelarycznych. Jest to kluczowy element analityczny, który pozwala użytkownikowi na wgląd w surowe dane pobrane z sieci blockchain (czas, kwota, adresy) i podjęcie decyzji o dalszym kierunku śledztwa.

▼ Transakcje dla adresu: 115p7UMMngoj1pMvkpHijcRdfJNXj6LrLn			
Czas	Kwota	z	Do
8/9/2017, 4:10:43 PM	+ 0.0900000 BTC	1N4CsdytBV6WbrfYgXKWXkdYguG8LxuECo	
8/3/2017, 6:41:34 AM	- 0.01511375 BTC	115p7UMMngoj1pMvkpHijcRdfJNXj6LrLn	18gsrbQsTY7HzYUZEbvIvBlhywpQk6No2Q JUMP
8/3/2017, 6:41:34 AM	- 7.32042682 BTC	115p7UMMngoj1pMvkpHijcRdfJNXj6LrLn	1Q8maVpVNAZbPiavySQz9JaiwsfhbT9vBz JUMP
8/3/2017, 6:41:34 AM	- 7.05953352 BTC	115p7UMMngoj1pMvkpHijcRdfJNXj6LrLn	14Y8rfeRAcZkGqG451UGk1epq5zw3dVQif JUMP

▼ Transakcje dla adresu: 14Y8rfeRAcZkGqG451UGk1epq5zw3dVQif			
Czas	Kwota	z	Do
8/3/2017, 10:28:51 AM	- 1.79229250 BTC	14Y8rfeRAcZkGqG451UGk1epq5zw3dVQif	1Gb74viaTcmRpEf5E8znHsj34yjRkCx83 JUMP
8/3/2017, 10:28:51 AM	- 5.26702985 BTC	14Y8rfeRAcZkGqG451UGk1epq5zw3dVQif	19jCSFRPyXnVn7ptXyqmhLKNBAmPcksZS6 JUMP
8/3/2017, 6:41:34 AM	+ 7.05953352 BTC	115p7UMMngoj1pMvkpHijcRdfJNXj6LrLn	

Rysunek 3.4: Interfejs tabelarycznej prezentacji transakcji dla wybranego adresu.

Kluczowe cechy systemu tabel:

- Logika kolorystyczna:** Aplikacja stosuje czytelny kod barwny dla każdego wiersza. Transakcje **przychodzące (Incoming)** są wyróżnione kolorem zielonym, natomiast transakcje **wychodzące (Outgoing)** kolorem czerwonym. Ułatwia to błyskawiczną ocenę, czy dany portfel służy głównie do kumulowania środków, czy do ich dalszej dystrybucji.
- Sekcje zwijane (Collapsible):** Każdy portfel na liście posiada własną, niezależną sekcję. Kliknięcie w nagłówek z adresem pozwala na zwinięcie tabeli, co jest niezbędne przy analizie wielu adresów jednocześnie, aby utrzymać porządek w interfejsie.
- System stronicowania (Pagination):** W przypadku adresów o dużej aktywności, aplikacja nie ładuje wszystkich danych naraz, co mogłoby spowolnić przeglądarkę. Zamiast tego oferuje przycisk „Załaduj kolejne”, który pobiera nową paczkę danych z API i dopisuje ją do istniejącej tabeli.
- Przycisk JUMP:** Znajduje się przy każdej transakcji wychodzącej. Jest to główny mechanizm nawigacyjny, który łączy tabelę z grafem. Kliknięcie go sprawia, że adres odbiorcy staje się nowym celem analizy.

Instrukcja obsługi

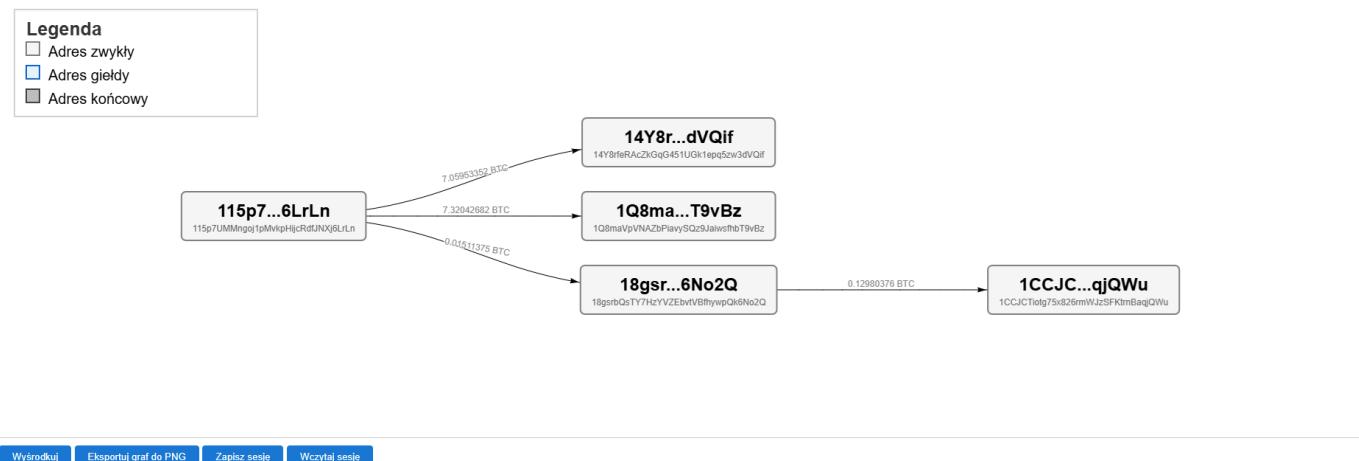
- Analiza kierunków:** Po wyświetleniu tabeli zwróć uwagę na kolory. Czerwone wiersze wskazują portfele, do których wysłano środki z badanego adresu.
- Rozwijanie szczegółów:** Jeśli tabela jest zbyt długa, kliknij w jej nagłówek, aby ją zwinąć i zrobić miejsce na kolejne wyniki.
- Akcja JUMP (Podróż po blockchainie):** Aby sprawdzić, co stało się dalej z wysłanymi środkami, kliknij niebieski przycisk **JUMP** obok konkretnej transakcji. Aplikacja automatycznie:
 - Doda nowy portfel do grafu jako kolejny poziom.
 - Wygeneruje nową tabelę transakcji dla tego adresu poniżej aktualnej.

- Narysuje połączenie (strzałkę) między portfelami na grafie.

3.5. Interaktywny silnik wizualizacji grafowej

Opis funkcjonalności

Interaktywny graf stanowi wizualne podsumowanie całej analizy blockchainowej. Dzięki wykorzystaniu profesjonalnej biblioteki **vis-network**, aplikacja automatycznie układa portfele w czytelną strukturę hierarchiczną (od lewej do prawej), co pozwala na natychmiastowe prześledzenie drogi kapitału od portfela początkowego do adresów końcowych.



Rysunek 3.5: Przykład rozbudowanego grafu powiązań z aktywną legendą.

Elementy wizualne grafu:

- Węzły (Nodes):** Reprezentują poszczególne adresy blockchain. Aplikacja stosuje trzy rodzaje oznaczeń kolorystycznych, aby ułatwić orientację w typach portfeli:
 - Adres zwykły (jasnoszary):** Standardowy portfel użytkownika.
 - Adres giełdy/serwisu (niebieski):** Portfel zidentyfikowany przez system jako należący do znanej instytucji (np. giełdy Binance czy Kraken).
 - Adres końcowy (ciemnoszary):** Portfel, który w wybranym przedziale czasowym nie posiadał żadnych transakcji wychodzących (środki zatrzymały się na tym etapie).
- Krawędzie (Edges):** Linie łączące portfele, reprezentujące konkretne transfery środków. Każda krawędź posiada strzałkę wskazującą kierunek ruchu oraz etykietę z wartością transakcji przeliczoną na wybraną przez użytkownika walutę.
- Legenda:** Stały element wyświetlany bezpośrednio na panelu grafu, który pozwala na szybką weryfikację znaczenia kolorów węzłów bez zaglądania do dokumentacji.

Interakcja z grafem: Aplikacja pozwala na pełną swobodę w nawigacji po wygenerowanym schemacie. Użytkownik może przybliżać (zoom) i oddalać widok, aby skupić się na detalach lub zobaczyć szerszy kontekst. Każdy węzeł można również ręcznie „chwycić” myszką i przesuwać, co jest przydatne przy tworzeniu zrzutów ekranu do raportów.

Instrukcja obsługi

- Nawigacja:** Użyj kółka myszy, aby przybliżyć lub oddalić widok grafu. Możesz również przesuwać całe tło, klikając i przeciągając je lewym przyciskiem myszy.
- Organizacja widoku:** Jeśli portfele nakładają się na siebie, kliknij lewym przyciskiem na wybrany portfel i przesuń go w inne miejsce — graf automatycznie dostosuje połączenia.

3. **Centrowanie (Wyśrodkuj):** Jeśli podczas analizy graf „uciekł” poza krawędź ekranu, kliknij przycisk "Wyśrodkuj" pod oknem wizualizacji. Aplikacja automatycznie dopasuje skalę i pozycję tak, aby wszystkie portfele były widoczne.
4. **Interpretacja kierunku:** Śledź strzałki na liniach. Wskazują one dokładnie, do których portfeli trafiły środki po kliknięciu przycisku **JUMP** w tabeli.

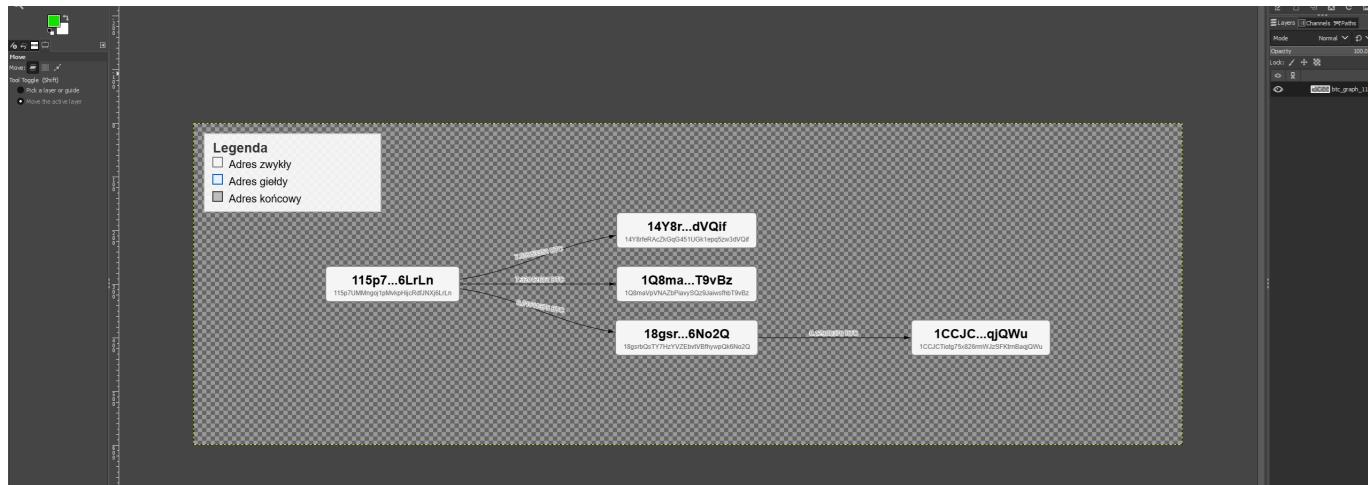
3.6. Eksport wyników do formatu graficznego

Opis funkcjonalności

Funkcja eksportu pozwala na natychmiastowe utrwalenie wyników analizy w postaci pliku obrazu. Jest to rozwiązanie dedykowane użytkownikom, którzy muszą udokumentować przebieg śledztwa blockchainowego lub dołączyć wypracowany graf do zewnętrznego raportu bez konieczności przesyłania całego kodu źródłowego aplikacji.



Rysunek 3.6.1: Lokalizacja funkcji eksportu



Rysunek 3.6.2: Przykład wygenerowanego pliku PNG.

Cechy mechanizmu eksportu:

- Automatyczne dopasowanie widoku:** Przed wykonaniem zrzutu, aplikacja automatycznie wykonuje funkcję wyśrodkowania (**fit**), co gwarantuje, że wszystkie portfele i połączenia znajdą się w kadrze, nawet jeśli wcześniej znajdowały się poza widocznym obszarem ekranu.
- Wysoka jakość obrazu:** Graf jest zapisywany w formacie **PNG**, co zapewnia bezstratną jakość i czytelność etykiet z kwotami oraz adresami portfeli.
- Inteligentne nazewnictwo plików:** Aplikacja automatycznie nadaje plikom unikalne nazwy według schematu: **sieć_graph_adres_data_godzina.png**. Ułatwia to archiwizację wielu analiz i zapobiega nadpisywaniu plików.

Instrukcja obsługi

- Przygotowanie grafu:** Upewnij się, że na grafie znajdują się wszystkie interesujące Cię połączenia. Możesz ręcznie przesunąć węzły, aby poprawić estetykę schematu przed zapisem.
- Generowanie obrazu:** Kliknij przycisk "**Eksportuj graf do PNG**" znajdujący się pod oknem wizualizacji.
- Pobieranie:** Przeglądarka automatycznie zainicjuje pobieranie gotowego pliku graficznego. Obraz będzie zawierał dokładnie taki stan grafu, jaki był widoczny w momencie kliknięcia, wraz z całą aktywną legendą.

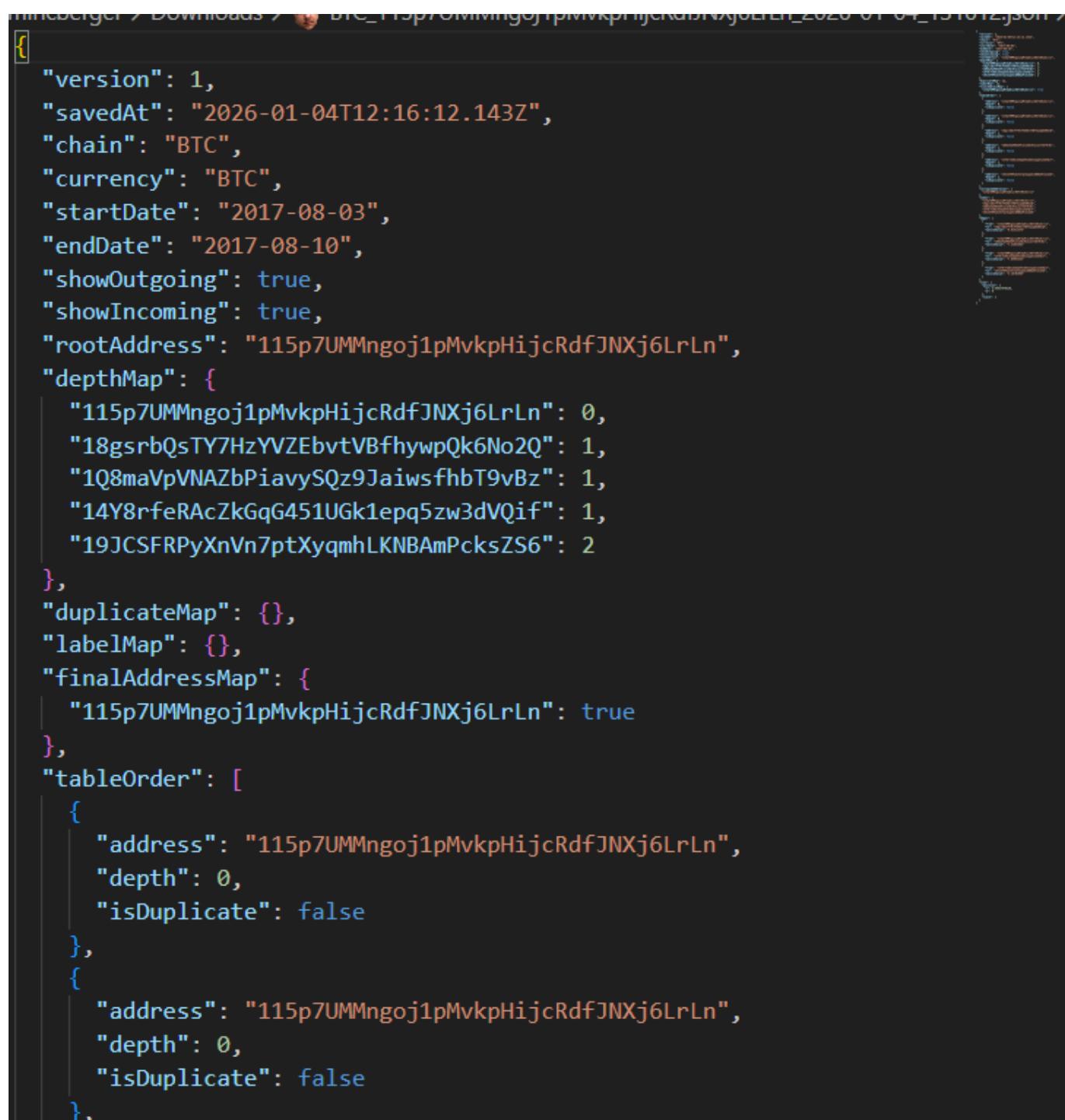
3.7. Zarządzanie sesją i trwałość danych (JSON)

Opis funkcjonalności

System zarządzania sesją pozwala na przerwanie analizy w dowolnym momencie i powrót do niej w przyszłości bez konieczności ponownego wyszukiwania adresów i ręcznego odtwarzania struktury grafu. Jest to kluczowa funkcja dla zaawansowanych dochodzeń blockchainowych, które mogą trwać wiele dni.



Rysunek 3.7: Przyciski zapisu i odczytu sesji



```
{  
    "version": 1,  
    "savedAt": "2026-01-04T12:16:12.143Z",  
    "chain": "BTC",  
    "currency": "BTC",  
    "startDate": "2017-08-03",  
    "endDate": "2017-08-10",  
    "showOutgoing": true,  
    "showIncoming": true,  
    "rootAddress": "115p7UMMngoj1pMvkpHijcRdfJNXj6LrLn",  
    "depthMap": {  
        "115p7UMMngoj1pMvkpHijcRdfJNXj6LrLn": 0,  
        "18gsrbQsTY7HzYVZEbvtVBfhywpQk6No2Q": 1,  
        "1Q8maVpVNAZbPiavySQz9JaiwsfhbT9vBz": 1,  
        "14Y8rfeRAcZkGqG451UGk1epq5zw3dVQif": 1,  
        "19JCSFRPyXnVn7ptXyqmhLKNBAmPcksZS6": 2  
    },  
    "duplicateMap": {},  
    "labelMap": {},  
    "finalAddressMap": {  
        "115p7UMMngoj1pMvkpHijcRdfJNXj6LrLn": true  
    },  
    "tableOrder": [  
        {  
            "address": "115p7UMMngoj1pMvkpHijcRdfJNXj6LrLn",  
            "depth": 0,  
            "isDuplicate": false  
        },  
        {  
            "address": "115p7UMMngoj1pMvkpHijcRdfJNXj6LrLn",  
            "depth": 0,  
            "isDuplicate": false  
        }  
    ]  
}
```

Rysunek 3.7: Ogólne informacje zapisywane w pliku

```

"nodes": [
    "115p7UMMngoj1pMvkpHijcRdfJNXj6LrLn",
    "18gsrbQsTY7HzYVZEbvtVBfhywpQk6No2Q",
    "1Q8maVpVNAZbPiavySQz9JaiwsfhbT9vBz",
    "14Y8rfeRAcZkGqG451UGk1epq5zw3dVQif",
    "19JCSFRPyXnVn7ptXyqmhLKNBAmPcksZS6"
],
"edges": [
{
    "from": "115p7UMMngoj1pMvkpHijcRdfJNXj6LrLn",
    "to": "18gsrbQsTY7HzYVZEbvtVBfhywpQk6No2Q",
    "nativeValue": "0.01511375"
},
{
    "from": "115p7UMMngoj1pMvkpHijcRdfJNXj6LrLn",
    "to": "1Q8maVpVNAZbPiavySQz9JaiwsfhbT9vBz",
    "nativeValue": "7.32042682"
},
{
    "from": "115p7UMMngoj1pMvkpHijcRdfJNXj6LrLn",
    "to": "14Y8rfeRAcZkGqG451UGk1epq5zw3dVQif",
    "nativeValue": "7.05953352"
},
{
    "from": "14Y8rfeRAcZkGqG451UGk1epq5zw3dVQif",
    "to": "19JCSFRPyXnVn7ptXyqmhLKNBAmPcksZS6",
    "nativeValue": "5.26702985"
}
],
"view": {
    "position": {
        "x": 6.55517578125,
        "y": 0
    },
    "scale": 1
}
]

```

Rysunek 3.7: Struktura grafu w exportowanym pliku

Co dokładnie jest zapisywane w pliku sesji? Aplikacja generuje plik w formacie **JSON**, który zawiera kompletny „odbiór stanu” narzędzia:

- **Konfiguracja filtrów:** Wybrana sieć (BTC/ETH), zakres dat, stany checkboxów oraz wybrana waluta wyświetlania.
- **Struktura grafu:** Wszystkie wygenerowane węzły i krawędzie wraz z ich powiązaniami.
- **Stan interfejsu (UI):** Informacja o tym, które tabele transakcji były otwarte, a które zwinięte, oraz w jakiej kolejności były dodawane.
- **Pozycja kamery:** Dokładny stopień przybliżenia (zoom) i punkt, na który użytkownik patrzył na grafie.

Bezpieczeństwo i prywatność: Pliki sesji są przechowywane wyłącznie lokalnie na komputerze użytkownika. Aplikacja nie wysyła tych danych do żadnej chmury, co gwarantuje pełną poufność prowadzonych analiz.

Instrukcja obsługi

1. **Zapisywanie pracy:** Kliknij przycisk "**Zapisz sesję**". Aplikacja wygeneruje plik o nazwie zawierającej sieć, adres główny oraz aktualną datę (np. **BTC_1A1zP..._2025-01-04.json**) i automatycznie go pobierze.

2. **Wczytywanie sesji:** Aby wrócić do analizy, kliknij "**Wczytaj sesję**" i wybierz wcześniej zapisany plik JSON z dysku.
3. **Automatyczne przywracanie:** Po wczytaniu pliku aplikacja:
 - Przywróci wszystkie ustawienia i widok grafu.
 - Automatycznie ponownie pobierze transakcje z API dla wszystkich widocznych tabel, aby upewnić się, że dane są aktualne.
 - Ustawi kamerę grafu w tym samym miejscu, w którym zakończono pracę.

4. Instrukcja Instalacji i Obsługi

W niniejszym rozdziale opisano wymagania techniczne oraz procedurę niezbędną do poprawnego uruchomienia aplikacji w środowisku lokalnym.

4.1. Wymagania systemowe

Aplikacja została zaprojektowana jako lekka aplikacja typu SPA (Single Page Application), dzięki czemu do jej działania wymagane są jedynie podstawowe narzędzia:

- **Przeglądarka internetowa:** Zalecane wersje Google Chrome, Mozilla Firefox lub Microsoft Edge (z obsługą standardów ES6+).
- **Dostęp do internetu:** Niezbędny do pobierania zewnętrznych bibliotek (CDN) oraz komunikacji z API sieci blockchain (Moralis, Blockstream) i kursów walut (CoinGecko).
- **Lokalny serwer (opcjonalnie):** Ze względu na wykorzystanie modułów JavaScript (`type="module"`), zaleca się uruchamianie aplikacji przez lokalny serwer (np. rozszerzenie "Live Server" w VS Code), aby uniknąć błędów związanych z polityką CORS.

4.2. Konfiguracja kluczy API

Aplikacja do poprawnego działania w sieci Ethereum wymaga aktywnego klucza API Moralis.

1. Otwórz plik `js/config.js` w dowolnym edytorze tekstu.
2. Zlokalizuj stałą `MORALIS_API_KEY`.
3. Upewnij się, że znajduje się tam poprawny klucz. W wersji projektowej klucz jest wpisany bezpośrednio w kodzie, co pozwala na natychmiastowe testowanie aplikacji.

4.3. Uruchomienie aplikacji

1. Pobierz folder z projektem na dysk lokalny.
2. Upewnij się, że struktura plików jest zachowana (pliki `.js` znajdują się w odpowiednich podfolderach).
3. Otwórz plik `index.html` w przeglądarce internetowej.
4. Przy starcie aplikacja automatycznie zainicjuje silnik grafu oraz pobierze aktualne kursy walut z serwisu CoinGecko.

4.4. Proces analizy krok po kroku

Aby przeprowadzić kompletną analizę przepływu środków, wykonaj następujące kroki:

1. **Konfiguracja:** Wybierz sieć (BTC/ETH) oraz zakres dat w panelu ustawień.
2. **Start:** Wklej adres portfela i kliknij "Pokaż transakcje". Aplikacja pobierze dane i wygeneruje pierwszą tabelę oraz główny węzeł na grafie.
3. **Eksploracja:** Przejrzyj tabelę. Znajdź transakcje wychodzące (oznaczone na czerwono) i użyj przycisku **JUMP**, aby sprawdzić odbiorców środków.
4. **Wizualizacja:** Obserwuj, jak graf automatycznie rozbudowuje się o kolejne poziomy. Możesz swobodnie przesuwać węzły, aby poprawić czytelność schematu.

5. **Archiwizacja:** Po zakończeniu analizy wyeksportuj graf do pliku PNG lub zapisz całą sesję do pliku JSON, aby móc wrócić do pracy później.

5. Rozwój Projektu i Wnioski

Ostatni rozdział dokumentacji podsumowuje zrealizowane prace oraz wskazuje kierunki, w których aplikacja może być rozwijana, aby stać się jeszcze potężniejszym narzędziem analitycznym.

5.1. Możliwości rozbudowy (Roadmap)

Mimo że obecna wersja aplikacji jest w pełni funkcjonalna i pozwala na kompleksowe śledzenie środków, zidentyfikowano trzy główne obszary dalszego rozwoju:

1. **Automatyczna identyfikacja i reprezentacja klastrów:** Obecnie aplikacja rozpoznaje pojedyncze adresy giełd dzięki zewnętrznym bazom danych. Przyszły rozwój zakłada wdrożenie funkcjonalności, które pozwoliłyby automatycznie grupować wiele portfeli należących do tego samego podmiotu w jeden wizualny "klaster". Zwiększyłoby to czytelność grafu przy analizie bardzo złożonych struktur finansowych.
2. **Wizualizacja wolumenu środków (Graf typu Sankey):** Wprowadzenie mechanizmu dynamicznego dostosowywania grubości linii (krawędzi) w zależności od wartości przesyłanych środków. W takim modelu im większa kwota transakcji, tym grubsza linia łącząca portfele. Pozwoliłoby to analitykowi na błyskawiczne zidentyfikowanie głównych kanałów przepływu kapitału bez konieczności odczytywania poszczególnych etykiet.
3. **Zwiększenie interaktywności grafu:** Przeniesienie ciężaru nawigacji bezpośrednio na okno wizualizacji. Zamiast szukać przycisku JUMP w tabeli, użytkownik mógłby kliknąć prawym przyciskiem myszy bezpośrednio na węzeł (portfel) na grafie i z menu kontekstowego wybrać opcję rozszerzenia analizy o ten adres. Dodatkowo, pełna swoboda w blokowaniu pozycji węzłów pozwoliłaby na tworzenie jeszcze bardziej precyzyjnych map powiązań.

5.2. Podsumowanie

Projekt "Wizualizator Przepływu Transakcji Blockchain" udowodnił, że możliwe jest stworzenie lekkiego, a jednocześnie zaawansowanego narzędzia analitycznego działającego w całości w przeglądarce użytkownika.

Kluczowe osiągnięcia projektu to:

- **Skuteczna synteza danych:** Połączenie surowych informacji z blockchainów Bitcoin i Ethereum z danymi rynkowymi CoinGecko oraz bazami etykiet WalletExplorer.
- **Przejrzystość wizualna:** Zastosowanie hierarchicznego układu grafu, który w sposób naturalny oddaje proces "rozpływania się" środków w sieci.
- **Ciągłość pracy:** Wdrożenie zaawansowanego systemu sesji, który pozwala na trwałe zapisywanie postępów analizy do plików JSON.

Aplikacja stanowi solidną bazę dla narzędzi typu *Open Source Intelligence* (OSINT) w obszarze kryptowalut, oferując użytkownikom prywatność, szybkość działania i intuicyjny interfejs, który zmienia skomplikowane ciągi znaków w czytelne mapy powiązań.