

WYŻSZA SZKOŁA TECHNOLOGII
INFORMATYCZNYCH W
KATOWICACH
WYDZIAŁ INFORMATYKI
KIERUNEK: INFORMATYKA

NOWAK MARCIN
NR ALBUMU 08255
STUDIA NIESTACJONARNE

Projekt i implementacja
aplikacji wspomagającej
zarządzanie budżetem
domowym

PRZEDMIOT: PROJEKT SYSTEMU INFORMATYCZNEGO
POD KIERUNKIEM
MGR. JACEK ŻYWCZOK
W ROKU AKADEMICKIM 2022/23

Katowice 2022



Spis treści

Rozdział 1

Wstęp

Finanse są dziedziną nauki ekonomicznej która zajmuje się rozporządzaniem pieniędzmi [?]. Nauka ta w podobnym zakresie a różnej skali dotyczy państw, przedsiębiorstw jak i zwykłych obywateli - w efekcie jest to dziedzina o stosunkowo prostych podstawach jednak niesamowicie skomplikowana w każdym zakresie w którym można ją zagłębić. Wiedza z zakresu finansów staje się szczególnie przydatna gdy na rynku panuje trudna sytuacja ekonomiczna, w takich warunkach nierzadko decyduje ona o jakości oraz stanie życia poszczególnych osób fizycznych, rentowności przedsiębiorstw czy stabilności państw. W przypadku państw i firm przeważnie budżetem zarządzają dedykowane osoby lub też całe zespoły, posiadające ekspercką wiedzę w tej dziedzinie. Jednak osoby zarządzające budżetem domowym najczęściej dysponują wyłącznie nabytym doświadczeniem i na ogół stosują podejście intuicyjne, rzadko jeśli wogóle wspomagając się jakimikolwiek narzędziami które ułatwiałyby to zadanie. Wiele osób spozukuje pożytecznych treści o tematyce finansowej w Internecie, jednakże rozpoczynając zaznajamianie się z tematyką mogą mieć spore trudność z odnalezieniem treści dobrej jakości w natłoku materiałów błędnych, słabych merytorycznie, nieaktualnych czy też nastawionych na marketing ponad poprawność oraz przystępnością treści źródeł dobrej jakości.

Celem pracy jest zaprojektowanie i realizacja modułu analitycznego aplikacji która ułatwi jej użytkownikom zarządzanie budżetem domowym dostarczając narzędzia do analizy wpływów i wydatków, wizualizacji trendów oraz automatycznie kategoryzujące wpływy i wydatki. Będzie to aplikacja przeglądarkowa napisana w języku Python, wykorzystująca frameworki: frontend Bootstrap[?], Flask[?], WTForms[?], silnik szablonów jinja[?], oraz bibliotekę chart.js[?] do generowania wizualizacji.

Rozdział drugi zawiera rozwinięcie charakterystyki i motywacji problemu krótko zaznaczonej we wstępie pracy. Rozdział trzeci Analiza istniejących rozwiązań.

Rozdział 2

Charakterystyka i analiza problemu

Docelowymi odbiorcami aplikacji są użytkownicy domowi, możliwe że w miarę rozwoju w późniejszych fazach projektu także średnie lub małe przedsiębiorstwa. Użytkownik po wprowadzeniu danych uzyska dostęp do możliwie czytelnego obrazu sytuacji finansowej co uwidoczni trendy wydatków i przychodów, pozwoli bardziej świadomie podejmować dalsze decyzje finansowe, planować budżet a także łatwo identyfikować obszary które wymagają usprawnień. W efekcie uwidocznione przez aplikację informacje i wyciągnięte z nich wnioski ułatwią użytkownikowi poprawę sytuacji finansowej swojego domostwa poprzez bardziej efektywne zarządzanie budżetem.

Rozdział 3

Wstępne założenia i uwarunkowania

3.1 *Założenia*

Z uwagi na specyfikę tematyki potencjalnymi odbiorcami aplikacji będą osoby w niewielkim lub średnim stopniu zaznajomione z obsługą komputera. Największy wpływ na projekt i rozwój graficznego interfejsu użytkownika oraz kierunek rozwoju aplikacji będzie miała łatwość obsługi. W efekcie aplikacja powinna być możliwie prosta, mieć przejrzysty, minimalistyczny interfejs dzięki czemu użytkownik nie zostanie przytłoczony mnogością dostępnych funkcji.

Początkowo użytkownik będzie wprowadzał dane do aplikacji samodzielnie poprzez dedykowany interfejs. Aplikacja zadba o jakość danych przyjmując jednak oznaczając i pomijając dane błędne, niepełne lub niepewne które zaprezentuje w dedykowanej zakładce gdzie użytkownik będzie mieć możliwość ich poprawy. Użytkownik będzie w stanie wybrać zestaw predefiniowanych typów i kategorii wydatków lub utworzyć i edytować własne. Aplikacja udostępni predefiniowane wizualizacje, wliczając możliwość wizualizacji określonego przez użytkownika produktu lub całej kategorii produktów. We wstępnej wersji aplikacji interfejs będzie statyczny, podobnie jak konfiguracja, która przechowywana będzie w pliku.

3.2 *Uwarunkowania*

Jest to projekt edukacyjny którego celem jest dostarczenie minimalnego opłacalnego produktu [?], swego rodzaju prototypu, na tym etapie funkcje dodatkowe zostaną pominięte ze względu na ograniczony czas produkcji, zakres umiejętności technicznych autora. Bliski termin oddania wyklucza bardziej zaawansowane funkcje, a znajomość technologii będzie budowana w trakcie jego rozwoju co wpłynie między innymi na ograniczenia systemowe. Aplikacja będzie także z zasady obsługiwać wyłącznie pojedynczego użytkownika, a dane przez niego wprowadzone będą przechowywane wyłącznie lokalnie. Pominięte zostanie także automatyczne pobieranie danych z interfejsów innych aplikacji lub w formie ekstrakcji danych ze skanowanych dokumentów czy kodów EAN lub QR produktów. Aplikacja nie będzie także udostępniać żadnego rodzaju interfejsu programistycznego (API). Założono że na tym etapie interfejs aplikacji będzie statyczny bez możliwości zmiany przez użytkownika.

Rozdział 4

Założone ograniczenia i możliwości ewaluacji projektu

W miarę możliwości standard danych w aplikacji dopasowany zostanie do wiodącego globalnego standardu danych w obrębie tej samej tematyki. Typy obiektów będzie można grupować na kilku poziomach aby ułatwić użytkownikowi zarządzanie danymi i uprościć wizualizacje. Dla zaawansowanych użytkowników może okazać się przydatna możliwość definiowania i zapisywania własnych wizualizacji i raportów statystycznych - wymagać to będzie jednak implementacji dedykowanego modułu. Kolejnym obecnie pominiętym aspektem jest zabudowanie reguł przeprowadzających dogłębną analizę statystyczną danych które otwierają dalsze możliwości rozwoju oprogramowania. Aplikacja dostarczana będzie użytkownikom w formie spakowanej w archiwum skompilowanej pełnej wersji, jeśli zajdzie taka potrzeba i pojawi się możliwość stworzony zostanie także instalator. Możliwe że w aplikacji utworzony zostanie panel administracyjny prezentujący użytkownikowi dane statystyczne obrazujące ilość, zakres i jakość danych a także sugerujące kolejny krok ich usprawnienia.

Funkcje importu i eksportu danych ze standardowych formatów będą przydatne dla użytkownika podczas korzystania z projektu, wymaga określenia odpowiedniego formatu i standardu plików co może zająć sporo czasu dlatego zostały uznane za dodatkowe przez co możliwe że nie zostaną wdrożone w początkowej fazie projektu.

Obrane podejście pozwoli na rozwój aplikacji w różnych kierunkach, zależnie od opinii użytkowników. Aplikacja może zmienić model z aplikacji lokalnej która wspiera pojedynczego użytkownika na centralny obsługujących wielu użytkowników zdalnie. Ujednolicony interfejs umożliwi także powstanie potencjalnej wersji mobilnej co otworzy nowe możliwości wprowadzania danych oraz interakcji użytkownika z aplikacją.

Rozdział 5

Plan pracy

W toku prac stworzona zostanie lista zadań do zrealizowania, do określenia ich priorytetu posłuży metoda MoSCoW [?] lub Matryca Eisenhowera [?]. Przewidywany plan pracy nad projektem prezentuje się następująco:

1. Spis założeń w dokumentacji wstępnej
 - Założenia wstępne
 - Spis wymagań każdego typu
 - Przegląd rynku pod kątem dostępnych rozwiązań
 - Określenie meTODOlogii pracy
 - Dokumentacja modelowania
 - Dokumentacja uruchomieniowa projektu
 - Przeprowadzone testy
 - Instrukcja obsługi dla użytkownika
 - Retrospekcja
2. Modelowanie
 - Utworzenie słownika modelowanej domeny
 - Określenie wymaganych kontenerów
 - Określenie wymaganych encji i atrybutów
 - Określenie wymaganych ograniczeń danych
 - Modelowanie powiązań encji
3. Wybór technologii
 - Wspierane systemy i wersje
 - Wybór języka
 - Biblioteki interfejsu użytkownika
 - Sposób przechowywania danych
 - Instalator, aktualizacja i utrzymanie
4. Wstępne wdrożenie
 - Utworzenie bazy danych
 - Utworzenie podstawowych struktur bazy danych - tabele
 - Wypełnienie danymi testowymi
 - Utworzenie złożonych struktur bazy danych - widoki
 - Projekt interfejsu użytkownika
 - Szkielet interfejsu użytkownika

-
- Połączenie interfejsu z bazą danych
 - Projekt podstawowych wizualizacji
 - Iteracyjna uzupełnienie interfejsu i bazy o dodatkowe funkcje
 - Usprawnienia i refaktoryzacja

5. Testy rozwiązania

- Utworzenie danych testowych
- Określenie spodziewanych wyników
- Porównanie wyników oczekiwanych z otrzymanymi

6. Iteracyjne usprawnienia projektu i uzupełnianie dokumentacji

7. Retrospekcja

- Przydatność gotowej aplikacji
- Wady i zalety podejścia
- Sprawność rozwiązań
- Sprawność technologii
- Spis wniosków

Rozdział 6

Wymagania funkcjonalne

Zestawienie funkcji które powinien spełniać program, wraz z informacją które z nich zostały spełnione. Nagłówki z powodu objętości zostały skrócone, legenda:

PRIO - Priorytet w jednej z kategorii MOSCOW [?]

IMPL - Oznaczenie czy funkcję wdrożono

| Funkcja | PRIO | IMPL | Opis |
|-------------------------------|------|------|---|
| Plik konfiguracji | M | TAK | Osobny plik konfiguracyjny |
| Dodawanie danych | M | TAK | Dodawanie danych |
| Podsumowanie wydatków | M | TAK | Okresowe podsumowanie wydatków |
| Podsumowanie przychodów | M | TAK | Okresowe podsumowanie przychodów |
| Statystyki typów | C | TAK | Statystyki wydatków na dany typ produktu |
| Statystyki produktów | C | TAK | Statystyki wydatków na dany produkt |
| Bilans okresowy | M | TAK | Okresowy bilans zysków i strat |
| Definiowanie produktów | M | TAK | Definiowanie produktów |
| Definiowanie przychodów | M | TAK | Definiowanie przychodów |
| Definiowanie typów produktów | M | TAK | Definiowanie typów produktów |
| Definiowanie typów przychodów | C | NIE | Definiowanie typów przychodów |
| Panel konfiguracyjny | S | TAK | Osobny panel konfiguracyjny |
| Rejestr zdarzeń | S | NIE | Logi z działania aplikacji |
| Dostęp zdalny | C | NIE | Dostęp do zdalnych baz danych |
| Import danych | C | TAK | Import danych w standardowym formacie |
| Walidacja danych | C | NIE | Potwierdzenie jakości danych |
| Eksport danych | C | NIE | Eksport danych do standardowego formatu |
| Instalator | C | NIE | Prosty instalator aplikacji |
| Trendy | W | NIE | Predykcja trendów wydatków i wpływów |
| Porady | W | NIE | Porady dla użytkownika dotyczące usprawnień budżetu |
| Wiele użytkowników | W | NIE | Wsparcie dla wielu użytkowników jednocześnie |
| Personalizacja interfejsu | W | TAK | Personalizacja interfejsu użytkownika |
| Aktualizacje | W | NIE | Automatyczne sprawdzanie wersji i aktualizacja |

Tabela 6.1: Wymagania funkcjonalne

Rozdział 7

Wymagania нефunkcjonalne

7.1 Sprzętowe wymagania нефunkcjonalne

- Pamięć 50MB dowolnego typu
- Pamięć RAM 4GB (wliczając system)
- Urządzenia peryferyjne: klawiatura, mysz komputerowa
- Dowlone urządzenie wyświetlające

7.2 Systemowe wymagania нефunkcjonalne

System Operacyjny Windows 1, Python 3 z biblioteką matplotlib, PySimpleGUI
- instalowane poleceniami:

```
python -m pip install -U matplotlib  
python -m pip install -U pysimplegui
```

7.3 Organizacyjne wymagania нефunkcjonalne

Projekt aplikacji obejmuje interakcje z pojedynczym użytkownikiem w danym momencie, każdy z użytkowników będzie korzystał z własnej instancji bazy danych aplikacji która będzie przechowywana w dowolnej dogodnej określonej przez użytkownika pamięci lokalnej określonej w pliku konfiguracyjnym, a także zdalnej jeśli wdrożona zostanie funkcja dostępu zdalnego. Aplikacja wstępnie nie będzie wymagała stałego dostępu do sieci, jednak w przyszłości jej rozwój może zmienić to wymaganie - wymagać wtedy będzie krótkich okresów dostępu do sieci. Dostęp do danych będzie wymagany w krótkich okresach zapisu danych z pamięci podręcznej aplikacji do bazy oraz odpytania bazy o dane. Aplikacja powinna być wykorzystywana na systemach zabezpieczonych przed dostępem osób niepowołanych.

Rozdział 8

Wymagania danych

W tej sekcji spisano wymagania wstępne, jak w każdym projekcie wymagania zmieniały się wraz z jego rozwojem w trakcie modelowania i wdrażania. Aktualny reprezentatywny stan danych w aplikacji z wyróżnieniem wszystkich warstw opisuje rozdział ??.

Użytkownik będzie wprowadzał dane do aplikacji ręcznie lub za pomocą interfejsu importującego dane w formacie CSV (Comma Separated Values) [?]. Dane wprowadzone przez użytkownika po walidacji trafią odpowiedniej tabeli w bazie danych, natomiast te które walidacji nie przejdą do zbioru tymczasowego w którym użytkownik będzie je mógł poprawić - po przejściu prawidłowo walidacji trafią do zbioru docelowego. Wszystkie dane wprowadzone przez użytkownika będą traktowane jako ciągi znaków a następnie rzutowane na typy odpowiadające docelowym polom w bazie danych do których zostaną przekazane. Wymagania danych w bazie oraz aplikacji podzielono na poszczególne sekcje poniżej.

8.1 *Baza danych*

Aplikacja wymaga sposobu na trwałe składowanie danych wprowadzonych przez użytkownika. W tym celu wraz z aplikacją każdy użytkownik otrzyma dedykowaną lokalną instancję bazy danych SQLite [?] do własnego użytku. Za wyborem tej technologii przemawiają niewielkie wymagania przestrzeni pamięci trwałej jakie zajmuje oraz w miarę kompletne wsparcie standardowego języka zapytań SQL [?].

Baza powinna zawierać tabele do przechowywania danych o przychodach, rachunkach i wydatkach oraz wszelkie dane pomocnicze wspomagające normalizację danych. Powinna zawierać także widoki wspomagające pracę z danymi obliczające w miarę możliwości automatycznie dane analityczne wykorzystywane później w aplikacji. Aby zachować spójność danych i raportów dane wprowadzane do bazy powinny być odpowiednio walidowane, jednak aby zadbać o ich kompletność użytkownik powinien mieć możliwość świadomie wprowadzić dane które wymagają poprawy do późniejszej obróbki.

Szczegóły implementacji wraz z kodem opisane zostaną w sekcji ??

8.2 *Kod aplikacji*

Python jest językiem elastycznym, dzięki czemu przyjmuje dane w dowolnej formie bez definiowania typu, co pozwala odroczyć projekt klas do momentu implementacji a nawet refactoringu programu. W języku Python [?] domyślnie wszystkie zmienne są typu Any co pozwala definiować typy zależnie od potrzeb w trakcie tworzenia programu. Wszystkie wczytywane z plików dane domyślnie przyjmują typ string lub są traktowane jako pojedyncze bajty [?]. W efekcie dane wprowadzane przez użytkownika przyjmą formę ciągów znaków klasy string, po czym w programie zostaną przekazane do konstruktorów klas gdzie zostaną rzutowane na odpowiednie do zadań typy i zapisane w polach.

Aby ułatwić rozwój aplikacji program powinien zapisywać i przyjmować z pliku dane konfiguracyjne w formie list ciągów znaków w formacie "opcja" : "wartość" które utworzą obiekt słownika, lub w wariancie bardziej zaawansowanym aplikacja może przyjmować konfigurację w postaci pliku JSON [?]. Rozwiązanie to jest na tyle elastyczne że pozwoli dynamicznie definiować dodatkowe konfiguracji w trakcie powstawania projektu - aplikacja zaczyta konfigurację z pliku i na jej podstawie utworzy słownik, dzięki czemu dodanie nowego parametru sprowadzi się do dopisania liniiki tekstu do pliku.

Aplikacja powinna udostępniać użytkownikowi intuicyjne wizualizacje danych dostępne przez interfejs użytkownika. Ponieważ jest to projekt edukacyjny aplikacja zostanie zaimplementowana w języku Python [?] którego autor chce się nauczyć. Do implementacji interfejsu użytkownika posłuży biblioteka PySimpleGUI [?] która pozwala tworzyć prosty i responsywny, niezależny od platformy interfejs o ograniczonych możliwościach. Jest to adapter (tak zwany wrapper) który łączy kilka popularnych bibliotek służących do tworzenia interfejsu, udostępnia spójny interfejs dzięki czemu warstwę prezentacji można budować wykorzystując tablice złożone z udostępnianych jako obiekty widżetów. W fazie prototypu interfejsu nie będzie można konfigurować z poziomu aplikacji, natomiast niewykluczone że użytkownik będzie w stanie zmienić podstawowe ustawienia edytując dostarczony plik konfiguracyjny. Szczegóły implementacji interfejsu opisano w sekcji ??.

W samym kodzie aplikacji podstawowymi strukturami wizualizacji będą kolekcje złożone z dat i wartości typu double. Wizualizacje będą przechowywane w słownikach, które na podstawie klucza w formacie string służącego także jako nazwa wizualizacji zwrócą wartość w formacie string którą będzie zapytanie do konkretnej tabeli w bazie danych. Szczegóły implementacji kodu opisano w sekcji ??.

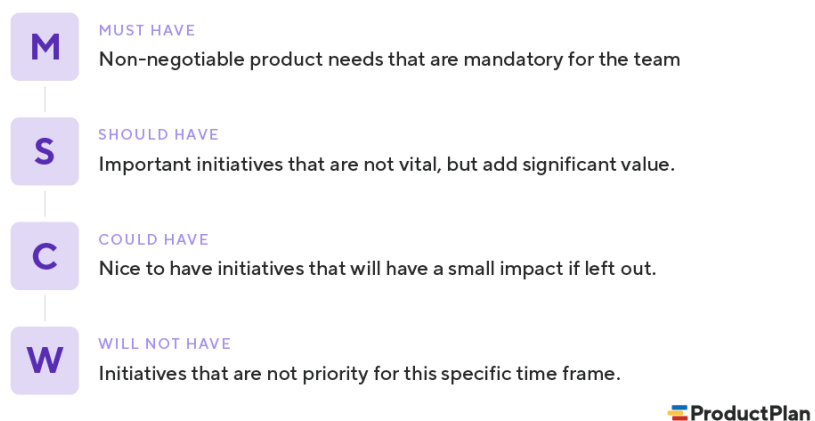
Rozdział 9

Metody pracy, narzędzia i techniki

9.1 *Metody pracy*

Aby dostarczyć minimalny opłacalny produkt [?] aplikacja będzie rozwijana poprzez wdrażanie wymaganych funkcji w kolejności wynikającej z ich priorytetów. Podczas planowania projektu wykorzystana zostanie priorytetyzacja MoSCoW [?] która polega na określeniu priorytetu za pomocą jednej z poniżej wymienionych kategorii, jak miało to miejsce w sekcji ??:

Rysunek 9.1: MoSCoW



W fazie prototypu zostaną wdrożone wszystkie funkcje wymagane (M), natomiast wdrożenie wszelkich pozostałych kategorii zostanie rozpatrzone w fazie rozwoju aplikacji. Plan uwzględni także cykliczne przeglądy priorytetów aby lepiej dopasować aplikację do potrzeb użytkowników i kierunku rozwoju projektu. Zadania rozpisane zostaną w meTODOlogii kanban [?]. Zgodnie z zasadami LEAN [?] w każdej iteracji kod będzie dodatkowo refaktoryzowany i upraszczany, jeśli zajdzie taka potrzeba i uprości to interfejsy funkcji i zwiększy czytelność dane zostaną także zebrane w dedykowane klasy.

9.2 *Narzędzia*

Podczas projektowania i wdrożenia aplikacji wykorzystane zostaną narzędzia typu Open Source oraz komercyjne dostępne nieodpłatnie dla użytkowników indywidualnych.

Kategoryzacja MoSCoW [?] dla poszczególnych funkcji wykonywana będzie na zadaniach zarejestrowanych w tablicy kanban, w serwisie serwisu Trello [?]. Do stworzenia bazy SQLite [?] posłuży aplikacja DataGrid [?]. Aplikacja Visual Studio Code [?] posłuży do pisania kodu w Python [?] oraz dokumentacji w LaTeX [?]. Do rozwoju dokumentacji oraz kodu aplikacji posłuży system kontroli źródła GIT [?], a kod źródłowy przechowywany będzie w projekcie [?, Righten] na platformie GitHub [?]. Poprzednio aplikację rozwijano jako projekt Budgeter w ramach repozytoriów [?, DatabaseShenanigans] oraz [?, budgeter].

9.3 *Techniki*

W trakcie tworzenia projektu wykorzystano model przyrostowy [?] w oparciu o klasyfikację funkcji do wdrożenia metodą MoSCoW [?]. Ponadto stosowane będą techniki programowania LEAN [?] poprawiające czytelność i jakość tworzonego kodu.

Rozdział 10

Opisy metod

10.1 *Główne klasy projektu*

Projekt składa się z warstw bazy danych oraz graficznego interfejsu aplikacji. Baza danych przechowuje dane wprowadzone przez użytkownika w tabelach oraz generuje podsumowania i zestawienia w formie widoków. Oba typy obiektów składają się na główne klasy projektu. Warstwa graficznego interfejsu użytkownika odpowiedzialna jest za interakcję z użytkownikiem oraz interakcję użytkownika z bazą - prezentację danych przechowywanych w bazie oraz wizualizację danych. Dodatkowo zbudowano w niej klasy upraszczające interfejs poszczególnych funkcji.

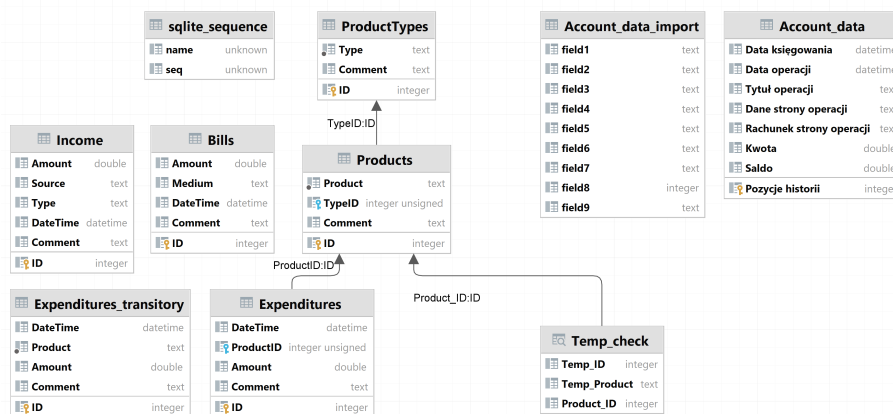
10.2 *Baza danych*

Podczas tworzenia bazy danych przyjęto kilka podstawowych założeń aby utrzymać spójną konwencję nazewniczą pól, tabel i widoków. Dzięki niej interfejs bazy jest prostszy a pisanie zapytań bardziej intuicyjne co w ogólnym rozrachunku powinno ograniczyć nakład pracy wymagany do wdrożenia dodatkowych funkcji.

| Pole | Opis |
|------------------|---|
| ID | Identyfikator rekordu |
| Comment | Komentarz użytkownika |
| DateTime | Znacznik w standardzie daty międzynarodowej ISO 8601 [?] |
| Amount | Koszt, liczba zmiennoprzecinkowa |
| Pole specyficzne | Główna informacja, różne nazwy w każdej tabeli (Type,Product) |

Tabela 10.1: Konwencja nazewnicza bazy danych

Rysunek 10.1: Klasy warstwy bazy danych - tabele



```

01 | CREATE TABLE [ProductTypes] (
02 |     [ID] INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
03 |     [Type] TEXT NOT NULL,
04 |     [Comment] TEXT DEFAULT NULL
05 | );
    
```

Listing 10.1: Tabela ProductTypes

Tabela ProductTypes zawiera typy produktów zdefiniowane przez użytkownika.

```

01 | CREATE TABLE [Products] (
02 |     [ID] INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
03 |     [Product] TEXT NOT NULL,
04 |     [TypeID] INTEGER UNSIGNED,
05 |     [Comment] TEXT DEFAULT NULL,
06 |     FOREIGN KEY([TypeID]) REFERENCES ProductTypes(ID)
07 | );
    
```

Listing 10.2: Tabela Products

Tabela Products zawiera produkty zdefiniowane przez użytkownika, pole TypeID zawiera klucz obcy ID z tabeli ProductTypes.

```

01 | CREATE TABLE [Bills] (
02 |     [ID] INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
03 |     [Amount] DOUBLE,
04 |     [Medium] TEXT,
05 |     [DateTime] DATETIME,
06 |     [Comment] TEXT DEFAULT NULL
07 | );
    
```

Listing 10.3: Tabela Bills

Tabela Bills zawiera wydatki stałe wprowadzone przez użytkownika.

```

01 | CREATE TABLE [Income] (
02 |     [ID] INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
03 |     [Amount] DOUBLE,
04 |     [Source] TEXT,
05 |     [Type] TEXT,
06 |     [DateTime] DATETIME,
07 |     [Comment] TEXT DEFAULT NULL
08 | );

```

Listing 10.4: Tabela Income

Tabela Income zawiera przychody wprowadzone przez użytkownika.

```

01 | CREATE TABLE [Expenditures] (
02 |     [ID] INTEGER,
03 |     [DateTime] DATETIME,
04 |     [ProductID] INTEGER UNSIGNED,
05 |     [Amount] DOUBLE,
06 |     [Comment] TEXT DEFAULT NULL,
07 |     PRIMARY KEY([ID] AUTOINCREMENT),
08 |     FOREIGN KEY([ProductID]) REFERENCES [Products]([ID]
09 | )
09 | );

```

Listing 10.5: Tabela Expenditures

Tabela Expenditures zawiera wydatki wprowadzone przez użytkownika.

```

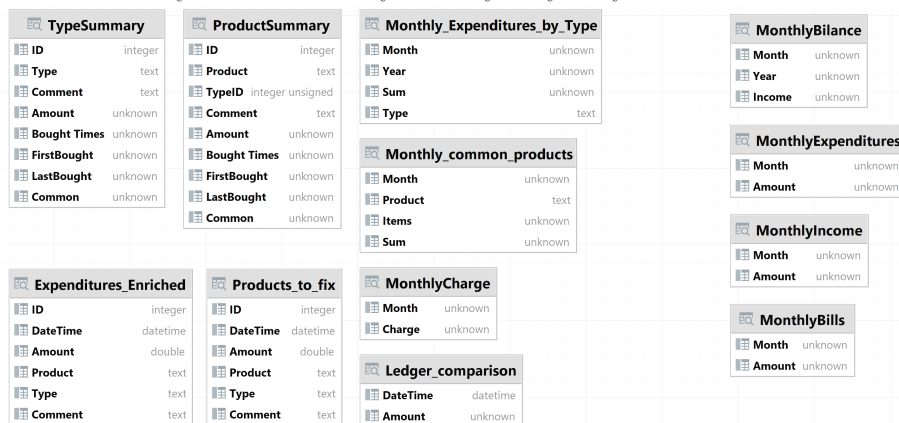
01 | CREATE TABLE [Expenditures_transitory] (
02 |     [ID] INTEGER,
03 |     [DateTime] DATETIME,
04 |     [ProductID] INTEGER UNSIGNED,
05 |     [Amount] DOUBLE,
06 |     [Comment] TEXT DEFAULT NULL,
07 |     PRIMARY KEY([ID] AUTOINCREMENT),
08 |     FOREIGN KEY([ProductID]) REFERENCES [Products]([ID]
09 | )
09 | );

```

Listing 10.6: Tabela Expenditures_transitory

Tabela Expenditures_transitory jest tabelą tymczasową, przechowuje wydatki wprowadzone przez użytkownika które nie przeszły walidacji. Użytkownik poprawia je po czym prawidłowe dane są przenoszone do tabeli Expenditures i usuwane z Expenditures_transitory.

Rysunek 10.2: Klasy warstwy bazy danych - widoki



```

01 | CREATE VIEW [Expenditures_Enriched] AS
02 | SELECT [EXP].[ID] as ID,
03 | [EXP].[DateTime] as DateTime,
04 | [EXP].[Amount] as Amount,
05 | [PRD].[Product] as Product,
06 | [PTY].[Type] as Type,
07 | [EXP].[Comment] as Comment
08 | FROM [Expenditures] [EXP]
09 | LEFT JOIN [Products] [PRD]
10 | ON [EXP].[ProductID]=[PRD].[ID]
11 | LEFT JOIN [ProductTypes] [PTY]
12 | ON [PRD].[TypeID]=[PTY].[ID]
13 | ORDER BY DateTime;

```

Listing 10.7: Widok Expenditures_Enriched

Widok Expenditures_Enriched prezentuje użytkownikowi czytelne dane z tabeli Expenditures wzbogacone o produkty zdefiniowane w tabeli Products i typy z tabeli ProductTypes.

```

01 | CREATE VIEW [MonthlyExpenditures] AS
02 | SELECT
03 | SUBSTR([DateTime], 1, 7) as [Month]
04 | ,SUM([Amount]) as [Amount]
05 | FROM [Expenditures_Enriched]
06 | GROUP BY [Month]
07 | ORDER BY [Month];

```

Listing 10.8: Widok MonthlyExpenditures

Widok MonthlyExpenditures podsumowuje dane o miesięcznych wydatkach użytkownika.

```

01 | CREATE VIEW [MonthlyBills] AS
02 | SELECT
03 |     SUBSTR([DateTime], 1, 7)      as [Month]
04 |     ,SUM([Amount])                as [Amount]
05 | FROM [Bills]
06 | GROUP BY [Month]
07 | ORDER BY [Month];

```

Listing 10.9: Widok MonthlyBills

Widok MonthlyBills dane o rachunkach bieżących użytkownika w rozrachunku miesięcznym na podstawie danych zawartych w tabeli Bills.

```

01 | CREATE VIEW [MonthlyIncome] AS
02 | SELECT
03 |     SUBSTR([DateTime], 1, 7)
04 |         as Month
05 |     ,SUM([Amount])
06 |         as Amount
07 | FROM [Income]
08 | GROUP BY [Month]
09 | ORDER BY [Month];

```

Listing 10.10: Widok MonthlyIncome

Widok MonthlyIncome podsumowuje dane o przychodach użytkownika w ujęciu miesięcznym.

```

01 | CREATE VIEW [MonthlyBalance] AS
02 | SELECT
03 |     Strftime('%Y-%m', [DateTime]) as [Month],
04 |     Strftime('%Y', [DateTime])   as [Year],
05 |     ROUND(SUM([Amount]), 2)      as [Income]
06 |     --Previous_month_income - (bills + expenditures)
07 | FROM (SELECT
08 |     DATE(Strftime('%Y-%m-01', [DateTime]), [-1 month])
09 |     as [DateTime],
10 |     [Amount]
11 | FROM [Income]
12 | UNION SELECT
13 |     [DateTime],
14 |     -([Amount])
15 | FROM [Expenditures_Enriched]
16 | UNION SELECT
17 |     [DateTime],
18 |     -([Amount])
19 | FROM [Bills])
20 | GROUP BY [Month]
21 | ORDER BY [Month] DESC;

```

Listing 10.11: Widok MonthlyBalance

Widok MonthlyBalance podsumowuje bilans miesięczny wydatków i wpływów użytkownika w formie pojedynczej liczby.

```

01 | CREATE VIEW [Monthly_common_products] AS
02 | SELECT *
03 | FROM (
04 |     SELECT Strftime('%Y-%m', [DateTime]) AS [Month],
05 |           [Product],
06 |           COUNT([Product]) AS [Items],
07 |           SUM([Amount]) AS [Sum]
08 |     FROM [Expenditures_Enriched]
09 |     GROUP BY [Product], [Month]
10 |     ORDER BY [Month] DESC, [Sum] DESC
11 | ) WHERE [Items]>=4;

```

Listing 10.12: Widok Monthly_common_products

Widok Monthly_common_products podsumowuje dane o produktach które użytkownik kupował najczęściej każdego miesiąca. Uwzględnia wyłącznie produkty które zakupiono 4 razy - liczbę wybrano arbitralnie metodą kolejnych przybliżeń aby otrzymać zadowalający wynik.

```

01 | CREATE VIEW [Monthly_Expenditures_by_Type] AS
02 | SELECT Strftime('%Y-%m', [DateTime]) as [Month],
03 |        Strftime('%Y', [DateTime]) as [Year],
04 |        ROUND(SUM([Amount]), 2) as [Sum],
05 |        [Type]
06 | FROM (SELECT
07 |        [DateTime],
08 |        [Type],
09 |        [Amount]
10 |      FROM [Expenditures_Enriched])
11 | GROUP BY [Type], [Month]
12 | ORDER BY [Month] DESC, [Sum] DESC;

```

Listing 10.13: Widok Monthly_Expenditures_by_Type

Widok Monthly_Expenditures_by_Type podsumowuje dane o typach produktów zakupionych przez użytkownika w ujęciu miesięcznym.

```

01 | CREATE VIEW [Temp_check]
02 | (Temp_ID, Temp_Product, Product_ID)
03 | AS
04 | SELECT *
05 | FROM (SELECT
06 |        Expenditures_transitory.ID as [Temp_ID],
07 |        Expenditures_transitory.Product as [Temp_Product],
08 |        Products.ID as [Product_ID]
09 |      FROM [Expenditures_transitory]
10 |      LEFT OUTER JOIN [Products]
11 |      ON [Expenditures_transitory].[Product]==[Products].[Product]
12 | )
13 | WHERE [Product_ID] IS NULL;

```

Listing 10.14: Widok Temp_check

Widok Temp_check weryfikuje poprawność danych wprowadzonych przez użytkownika.

```

01 | CREATE VIEW [Products_to_fix] AS
02 | SELECT *
03 | FROM [Expenditures_Enriched]
04 | WHERE [Product] IN (NULL,
05 |                     'UNKNOWN')
06 |         OR [Comment] LIKE '%[TODO]%';

```

Listing 10.15: Widok Products_to_fix

Widok Products_to_fix zawiera dane wprowadzone przez użytkownika poprawnie i oznaczone jako dane do uzupełnienia specjalnymi etykietami - wartością w polu PRODUCT=UNKNOWN lub [TODO] w komentarzu.

```

01 | CREATE VIEW IF NOT EXISTS [TypeSummary] AS
02 | SELECT
03 |     [ProductTypes].[ID] AS [ID]
04 |     , [ProductTypes].[Type] AS [Type]
05 |     , [ProductTypes].[Comment] AS [Comment]
06 |     , IFNULL([Summary].[Amount], 0) AS [Amount]
07 |     , IFNULL([Summary].[Bought Times], 0) AS [Bought Times]
08 |     , [Summary].[FirstBought] AS [FirstBought]
09 |     , [Summary].[LastBought] AS [LastBought]
10 |     , IFNULL([Summary].[Common], 'Absent') AS [Common]
11 | FROM [ProductTypes]
12 | LEFT JOIN (SELECT
13 |     *
14 |     , (CASE WHEN ([Bought Times]>(
15 |         SELECT
16 |             AVG([Bought Times]) AS [Average]
17 |         FROM (SELECT
18 |             [Type]
19 |             , Round(SUM([Amount]), 2) AS [Amount]
20 |             , COUNT([DateTime]) AS [Bought Times]
21 |             , MAX([DateTime]) AS [LastBought]
22 |             , MIN([DateTime]) AS [FirstBought]
23 |         FROM [Expenditures_Enriched]
24 |         GROUP BY [Type]
25 |         ORDER BY [Bought Times] DESC)))
26 |     then 'Common' else 'Uncommon' end) as [Common]
27 | FROM (
28 |     SELECT
29 |         [Type]
30 |         , Round(SUM([Amount]), 2) AS [Amount]
31 |         , COUNT([DateTime]) AS [Bought Times]
32 |         , MAX([DateTime]) AS [LastBought]
33 |         , MIN([DateTime]) AS [FirstBought]
34 |     FROM [Expenditures_Enriched]
35 |     GROUP BY [Type]
36 |     ORDER BY [Bought Times] DESC))
37 | AS [Summary]
38 | ON [ProductTypes].[Type]=[Summary].[Type];
39 |

```

Listing 10.16: Widok TypeSummary

Widok TypeSummary podsumowuj dane o typach produktów użytkownika.

```

01 | CREATE VIEW IF NOT EXISTS [ProductSummary] AS
02 | SELECT
03 |     [Products].[ID] AS [ID]
04 |     , [Products].[Product] AS [Product]
05 |     , [Products].[TypeID] AS [TypeID]
06 |     , [Products].[Comment] AS [Comment]
07 |     , IFNULL([Summary].[Amount], 0) AS [Amount]
08 |     , IFNULL([Summary].[Bought Times], 0) AS [Bought Times]
09 |     , [Summary].[FirstBought] AS [FirstBought]
10 |     , [Summary].[LastBought] AS [LastBought]
11 |     , IFNULL([Summary].[Common], 'Absent') AS [Common]
12 | FROM [Products]
13 | LEFT JOIN (SELECT
14 |     *
15 |     , (CASE WHEN ([Bought Times] > (
16 |         SELECT
17 |             AVG([Bought Times]) AS [Average]
18 |         FROM (SELECT
19 |             [Product]
20 |             , Round(SUM([Amount]), 2) AS [Amount]
21 |             , COUNT([DateTime]) AS [Bought Times]
22 |             , MAX([DateTime]) AS [LastBought]
23 |             , MIN([DateTime]) AS [FirstBought]
24 |         FROM [Expenditures_Enriched]
25 |         GROUP BY [Product]
26 |         ORDER BY [Bought Times] DESC)))
27 |     then 'Common' else 'Uncommon' end) as [Common]
28 | FROM (
29 |     SELECT
30 |         [Product]
31 |         , Round(SUM([Amount]), 2) AS [Amount]
32 |         , COUNT([DateTime]) AS [Bought Times]
33 |         , MAX([DateTime]) AS [LastBought]
34 |         , MIN([DateTime]) AS [FirstBought]
35 |     FROM [Expenditures_Enriched]
36 |     GROUP BY [Product]
37 |     ORDER BY [Bought Times] DESC))
38 | as [Summary]
39 | ON [Products].[Product] = [Summary].[Product];
40 |

```

Listing 10.17: Widok ProductSummary

Widok ProductSummary podsumowujący dla użytkownika statystyki produktów.

10.3 *Logika aplikacji*

W toku prac stopniowo wykorzystywane w projekcie zmienne w formie kolekcji słowników zamieniano w klasy które spajają dane. Wyłoniły się one w wyniku refaktoryzacji i tworzenia abstrakcji upraszczających interfejs funkcji. Klasy projektowano tak, by były w miarę możliwości oczywiste i zrozumiałe, co ma na celu poprawić czytelność i zrozumiałość kodu.

```

01 | class Database():
02 |     def __init__(self,
03 |                   fullpath,
04 |                   schema,
05 |                   selects,
06 |                   inserts,
07 |                   updates):
08 |         self.fullpath = fullpath
09 |         self.schema = schema
10 |         self.selects = selects
11 |         self.inserts = inserts
12 |         self.updates = updates
13 |

```

Listing 10.18: Klasa Database

Obiekty klasy Database zawierają komplet informacji wymaganych do interakcji z bazą danych wykorzystywaną w aplikacji. Pole fullpath to w pełni kwalifikowana ścieżka do bazy danych, schema jest kolekcją obiektów typu string która przechowuje schemat bazy danych. Pozostałe pola: selects, inserts, updates to słowniki które pozwalają po nazwie odwołać się do odpowiednio zapytań (SELECT), dodawania rekordów do tabel (INSERT), oraz aktualizacji danych w tabelach (updates).

```

01 | class ChartSelect():
02 |     def __init__(self,
03 |                   database,
04 |                   select,
05 |                   label
06 |                   ):
07 |         self.database=str(database),
08 |         self.select=str(select),
09 |         self.label=str(label)
10 |

```

Listing 10.19: Klasa ChartSelect

Obiekty klasy ChartSelect posiadają trzy atrybuty typu string: database przechowuje w pełni kwalifikowaną ścieżkę do bazy danych aplikacji, select to zapytanie SQL do bazy, natomiast pole label to etykieta wykresu danych wyświetlanego użytkownikowi.

```

01 | class Chart():
02 |     def __init__(self,
03 |                   selects,
04 |                   caption):
05 |         self.selects = selects
06 |         self.caption = caption
07 |

```

Listing 10.20: Klasa Chart

Obiekty klasy Chart definiują dane do wizualizacji. Atrybut caption przyjmuje wartości typu string wyświetlane jako nagłówek wizualizacji, natomiast atrybut selects jest listą obiektów typu ChartSelect - zbioru zapytań które zostaną wyświetlone w ramach pojedynczej wizualizacji.

```

01 | class CellEdition():
02 |     def __init__(self,
03 |                   table,
04 |                   ID,
05 |                   field,
06 |                   newvalue,
07 |                   oldvalue):
08 |         self.table = table
09 |         self.ID = ID
10 |         self.field = field
11 |         self.newvalue = newvalue
12 |         self.oldvalue = oldvalue
13 |
14 |     def __repr__(self):
15 |         return "Table % s modified. ID: % s field: % s
16 |               oldvalue: % s newvalue: % s" % (self.table,
17 |               self.ID,
18 |               self.field,
19 |               self.newvalue,
20 |               self.oldvalue)

```

Listing 10.21: Klasa CellEdition

Obiekty klasy CellEdition przechowują dane edytowanego przez użytkownika używającego interfejsu aplikacji rekordu bazy danych. Każdy obiekt przechowuje w polach odpowiednio:

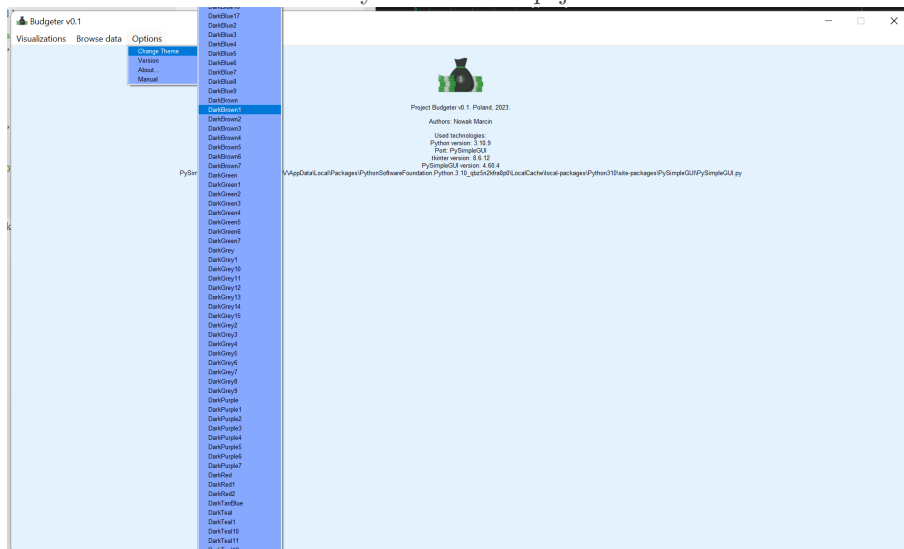
- table - tabelę której dotyczy zmiana
- ID - identyfikator modyfikowanego rekordu
- field - pole które jest zmieniane
- newvalue - nowa wartość pola
- oldvalue - wartość pola przed zmianą

Funkcja składowa `__repr__` formatuje dane które zawiera obiekt do ciągu znaków. Obecnie używana wyłącznie do logowania wpisu na standardowe wyjście, aplikacji. Możliwe że w późniejszych etapach zostanie wykorzystana do rejestrowania zdarzenia w logu aplikacji.

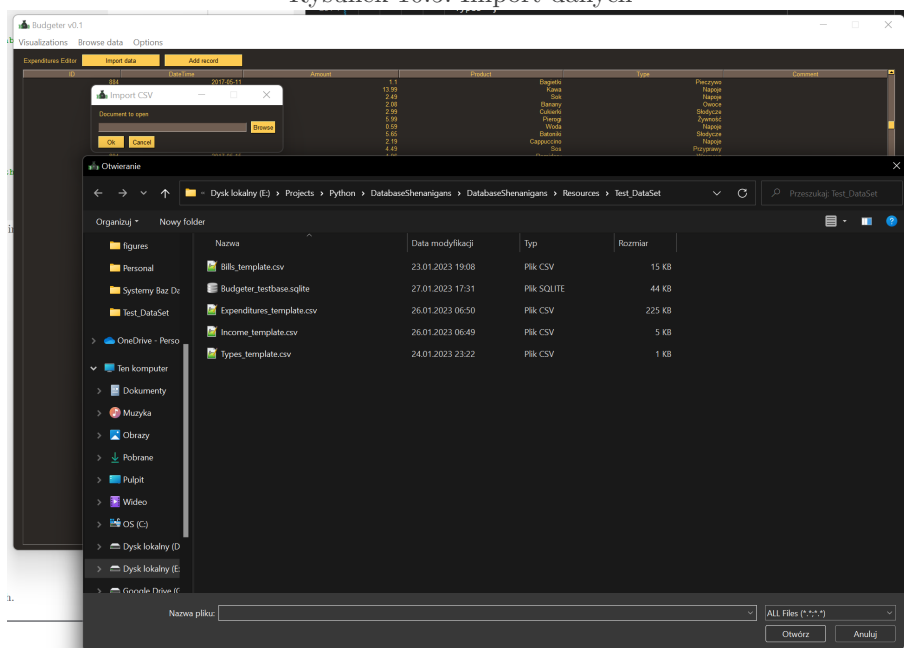
10.4 *Graficzny interfejs użytkownika*

Graficzny interfejs użytkownika (GUI, Graphical User interface) aplikacji utworzono z wykorzystaniem biblioteki PySimpleGUI [?]. Dzięki temu interfejs definiowany jest w postaci kolekcji jak listy, lub listy list, obiektów klas zawartych w bibliotece - jako przykład przedstawiono opcje listy rozwijanej na poniższym listingu. Aby zapewnić responsywność interfejsu budowany jest w kilku etapach, a cała budowa wydzielona do specjalnych funkcji generujących wywoływanych później zależnie od potrzeb. Funkcje opisane są w dalszej części w sekcji ??.

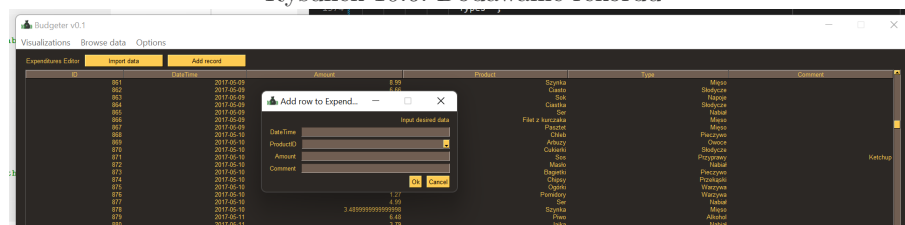
Rysunek 10.4: Opcje



Rysunek 10.5: Import danych



Rysunek 10.6: Dodawanie rekordu



10.5 Metody projektu

Kod aplikacji podzielono na funkcje aby zgodnie z dobrymi praktykami zebrać logikę realizującą konkretne zadanie w jednym miejscu.

Funkcja `PrepareStatement(query, values)` przygotowuje i zwraca zapytania dodające lub modyfikujące jeden lub wiele rekordów bazy danych na podstawie zapytania podanego w argumencie `query` i tablicy wartości w argumencie `values`.

Funkcja `GetFromDB(database, select)` pobiera dane z bazy wskazanej argumentem `database` zapytaniem podanym jako argument `select`. Oba argumenty są typu string. Zwraca dane jako tablicę złożoną z poszczególnych pól tablicy w bazie jako pola i poszczególnych wpisów w jako rekordów.

Procedura `SendToDB(database, todb)` wysyła dane do bazy wskazanej argumentem `database` zapytaniem podanym jako argument `select`. Oba argumenty są typu string. Nie zwraca wartości.

Funkcja `GetCollectionFromDB(collection)` przyjmuje jako argument `collection` obiekt klasy Chart który zawiera listę złożoną z zapytań do bazy i odpowiadających im opisów wykresów. Funkcja ta zwraca listę krotek złożonych z tablicy danych pobranych z bazy funkcją `GetFromDB` oraz ciągu znaków klasy string z etykietą danych prezentowaną na wykresie.

Funkcja `GetDBInfo(database)` w argumencie `database` przyjmuje ciąg znaków który jest ścieżką do bazy danych. Wykorzystując funkcję `GetFromDB` oraz predefiniowane zapytania buduje pobiera schemat bazy pobierając listę dostępnych tabel i widoków, a następnie nazwy kolumn każdej z nich. Tak zebrane dane tworzą słownik w którym pod nazwą danej tabeli lub indeksem w słowniku kryje się obiekt z nazwą tablicy jako parametr `name`, i listą kolumn w polu `columns`.

Funkcja `Prepare_plot(set, title)` przetwarza dane do wykresu. Przyjmuje w argumencie `set` listę tablic złożonych z listy dat w formie ciągu znaków klasy string i wartości liczbowych, i pojedynczego ciągu znaków który stanie się etykietą wykresu - dane zwrócone z funkcji `GetCollectionFromDB`. Parsuje daty każdego rekordu do odpowiedniego formatu przy pomocy zewnętrznej biblioteki. Następnie z danych tworzona jest linia wykresu oznaczona etykietą. Na koniec linie łączone są w jeden wykres, a argument `title` przypisywany jest jako jego nagłówek - tak przygotowany wykres jest zwracany przez funkcję.

Funkcja `draw_figure(canvas, figure)` przetwarza obiekt danych wykresu dostarczony w argumencie `figure` na grafikę prezentowaną w specjalnym elemencie

interfejsu wskazanym w argumencie `canvas`. Zwraca referencję do tak przygotowanego obiektu na ekranie.

Funkcja `Listfromtable(table, addvalues=True)` tworzy z danych tablicy podanej w argumencie `table` listę, jeśli wywołano ją z argumentem `addvalues`, lub nie podano tego argumentu wogóle, dopisuje w nawiasach wartości z tabeli. Zwraca tak utworzoną listę ciągów znaków klasy string.

Funkcja `PrepareCharts()` wstępnie dynamicznie przetwarza część zapytań wywoływanych z interfejsu. Tworzy obiekty klasy `ChartSelect` - pobiera dane z bazy o kilku najpopularniejszych produktach, dane o najczęściej kupowanym typie produktu, dane o przychodach w ujęciu miesięcznym oraz bilansie miesięcznym przychód i wydatków. Tak przygotowany słownik obiektów złożony z nazw w formie ciągów znaków klasy string i przypisanych im obiektów klasy `ChartSelect` jest zwracany.

Funkcja `GivenProduct(product)` przygotowuje w całości obiekt klasy `Chart` reprezentujący zapytanie do bazy o podsumowanie danych produktu wskazanego w argumencie `product`, po czym wyciąga wskazane dane z bazy funkcją `GetCollectionFromDB`, przygotowuje wykres funkcją `Prepare_plot(set, title)` i zwraca go do wyświetlenia.

Funkcja `GivenType(type)` przygotowuje w całości obiekt klasy `Chart` reprezentujący zapytanie do bazy o podsumowanie danych typu produktów wskazanego w argumencie `type`, po czym wyciąga wskazane dane z bazy funkcją `GetCollectionFromDB`, przygotowuje wykres funkcją `Prepare_plot(set, title)` i zwraca go do wyświetlenia.

Funkcja `Visualize(chart)` przyjmuje dane klasy `Chart` jako argument `chart`, wyciąga wskazane dane z bazy funkcją `GetCollectionFromDB`, przygotowuje wykres funkcją `Prepare_plot(set, title)` i zwraca go do wyświetlenia.

Funkcja `TableToLayout(table)` tworzy na podstawie tabeli podanej w argumencie `table` obiekt biblioteki `PySimpleGUI` - tablicę osadzoną w interfejsie użytkownika.

Funkcja `GenerateTableEditor(table)` tworzy i zwraca interfejs edycji tabeli wskazanej w argumencie `table` w formie ciągu znaków klasy string. Na interfejs składają się: tytuł, przycisk `Import Data` do importu danych z pliku, przycisk `Add record` wywołujący okno dodawania rekordu do tabeli oraz osadzoną tabelę uzyskaną wywołaniem funkcji `TableToLayout`.

Funkcja `TableInputWindow(name)` tworzy okno aplikacji służące do edycji danych w tabeli wskazanej atrybutem `name` który jest ciągiem znaków klasy string. Funkcja wykorzystuje dane o schemacie bazy do zbudowania listy pól do wprowadzania danych przez użytkownika. Jeśli napotka pola zawierające identyfikatory które są odwołaniem do innych tabel podmienia je na listę rozwijaną która prezentuje użytkownikowi wyłącznie prawidłowe wartości jako nazwy, natomiast ich wybranie przypisuje w danym polu odpowiadającą mu wartość ID. Funkcja otwiera tak przygotowane okno i zwraca rekord jako słownik w którym nazwa kolumny jest indeksem a wartość wpisanym przez użytkownika tekstem w polu.

Funkcja `ChangeLayout(window, element)` zmienia interfejs użytkownika. Na okno aplikacji składa się kilka zakładek z których jednocześnie tylko jedna z nich jest

aktywna. Funkcja wyłącza obecny aktywny element w oknie wskazanym argumentem `window`, iaktywuje element wskazany argumentem `element` co skutkuje zmianą interfejsu użytkownika wyświetlanego na ekranie.

Funkcja `GetDataFromCSV(filename)` wczytuje dane z pliku CSV którego ścieżkę podano w argumencie `filename`. Funkcja dostosowana jest do obsługi tabel bazy projektu, dlatego zwracany obiekt jest krotką - pierwsza linia pliku traktowana jest jako nagłówek, pozostała zawartość jako dane.

Funkcja `EditCell(window, key, row, col, edition)` jest funkcją dodatkową wykraczającą poza ramy podstawowego prototypu aplikacji. Pozwala użytkownikowi modyfikować pole rekordu istniejącego w tabeli bazy danych aplikacji poprzez kliknięcie na wyświetlony w interfejsie rekord. Jako parametry przyjmuje kolejno: w atrybucie `window` okno z którym użytkownik wszedł w interakcję, w atrybucie `key` nazwę tabeli która jest element wywołującym akcję, wartości numeryczne w atrybutach `row` i `col` które wskazują edytowaną komórkę, i wreszcie w atrybucie `edition` nową wartość wskazanego pola.

Finalnie funkcja nie została udostępniona ponieważ bezpośrednio wykorzystuje biblioteki niskopoziomowe używane w ramach obiektu który reprezentuje element interfejsu biblioteki PySimpleGUI, co wymaga zapoznania się z ich specyfiką i zmniejszenia poziomu abstrakcji systemu. Z uwagi na edukacyjny charakter projektu oraz ograniczone ramy czasowe implementacji planowanych rozwiązań, uznano że funkcja ta jest zbyt wymagająca.

Funkcja `PrepareWindow(theme=chosentheme)` przygotowuje główne okno aplikacji. Jako jedyny argument `theme` przyjmuje ciąg znaków klasy string który jest nazwą jednego z dostępnych w bibliotece motywów, a jego wartość domyślna jest zapisana w pliku konfiguracyjnym. Gotowe wygenerowane okno jest zwracane do głównej pętli programu która odczytuje działania użytkownika i podejmuje odpowiednie akcje.

10.6 Obiekty projektu

Projekt w trakcie działania wykorzystuje grupę obiektów pomocniczych przechowujących dane ustawienia - głównie zaczytane z pliku konfiguracyjnego - oraz obiekty tworzone w locie których głównym celem jest zebranie informacji wymaganych w funkcji w formie jednej, spójnej zmiennej. W efekcie pełnią one rolę struktur. Większość klas wykorzystywanych w projekcie zostało zaprojektowanych jako struktury ponieważ wymagane funkcje są na tyle ogólne że ujęcie ich jako metody wewnątrz klas wymusiłoby albo ich ponowną implementację w innym miejscu do specyficznych potrzeb, albo tworzenie w większości pustych obiektów tylko żeby skorzystać z możliwości które udostępniają za pomocą swoich metod.

W zasadzie głównymi obiektami są elementy interfejsu. Są to instancje różnych obiektów klas zdefiniowanych w bibliotece PySimpleGUI osadzone w liście list która tworzy układ. Następnie układ ten osadzany jest w obiekcie klasy `Window` biblioteki PySimpleGUI - oknie aplikacji z którym użytkownik wchodzi w interakcję.

Jedyną faktycznie pełnoprawną klasą w projekcie obecnie jest klasa `CellEdition` która poza atrybutami zbudowana jest także z metody `__repr__` do formatowania atrybutów obiektu do postaci tekstu. Metoda ta nie jest jednak wykorzystywana

na obecnym etapie rozwoju aplikacji. Szczegóły tej klasy znajdują się w sekcji ??.

10.7 *Struktury projektu*

Klasy `Database`, `ChartSelect` oraz `Chart` szczegółowo opisane w sekcji ?? są w istocie strukturami przechowującymi dane w ustandaryzowany sposób aby uprościć interfejs funkcji i poprawić czytelność kodu.

10.8 *Algorytmy projektu*

Projekt nie wykorzystuje żadnych zaawansowanych algorytmów ponieważ z Założenia ich nie wymaga. Jego głównym celem jest udostępnienie przejrzystego i intuicyjnego interfejsu do gromadzenia danych oraz modułu analitycznego który pozwala na ich czytelną wizualizację. Nacisk przygotowania danych do wizualizacji położony został na warstwę bazy danych, w której dane zbierane i przetwarzane są z wykorzystaniem zapytań w języku SQL.

W warstwie Graficznego Interfejsu Użytkownika oraz kodu aplikacji projekt składa się natomiast z implementacji rozwiązań dostępnych w wykorzystywanych bibliotekach w sposób możliwie wydajny. Na miarę możliwości wykorzystano generatory wspomagające proste budowanie powtarzalnych i stałych elementów interfejsu.

W projekcie widnieje także obecnie nie wykorzystywany fragment funkcji edycji tabeli przez interfejs graficzny który jest w trakcie wdrażania. Ponieważ domyślnie biblioteka PySimpleGUI nie udostępnia takiej interakcji obejście wykorzystuje bibliotekę Tkinter [?] jedną z bibliotek wykorzystywanych wewnątrz elementów interfejsu PySimpleGUI. Z powodu ograniczeń projektu opisanych w sekcji ??, w opisie funkcji `EditCell`, w projekcie wykorzystano kod rozwiązania dostępny publicznie [?].

Rozdział 11

Przebieg uruchamiania projektu

11.1 *Wariant aplikacji w formie skryptu*

Projekt uruchamiano na platformie Windows 10. Python jest językiem skryptowym więc wstępnie należy zainstalować wymagane biblioteki poleceniami:

- `python -m pip install -U matplotlib`
- `python -m pip install -U pysimplegui`

Następnie uznależy umieścić archiwum w którym dostarczono projekt w dowolnej lokalizacji i rozpakować. W rozpakowanym katalogu znajdują się wszystkie wymagane pliki projektu. Jeśli środowisko Python jest skonfigurowano w systemie użytkownika prawidłowo do uruchomienia aplikacji wystarczy w katalogu aplikacji kliknąć prawym przyciskiem myszki na pustą przestrzeń, wybrać opcję Otwórz w terminalu. W terminalu wydanie polecenia `python .Righten.py` spowoduje uruchomienie aplikacji.

Alternatywnie użytkownik może uruchomić terminal i wydać polecenie uruchamiające aplikację podając w pełni kwalifikowaną nazwę pliku Righten.py z dowolnego miejsca w systemie.

11.2 *Aplikacja w formie pliku wykonywalnego*

Uruchomienie aplikacji w wersji skompilowanej do pliku wykonywalnego z wykorzystaniem narzędzia PyInstaller [?, text] jest o wiele prostsze. Polega na rozpakowaniu dostarczonego archiwum, wejściu do katalogu aplikacji i uruchomieniu pliku wykonywalnego z rozszerzeniem .exe .

Rozdział 12

Przebieg testowania projektu

12.1 *Warstwa bazy danych*

Implementacja logiki podsumowań w warstwie bazy danych w języku SQL gwarantuje poprawność danych, nie mniej jednak podczas tworzenia zapytań utworzono testową wersję bazy danych którą wypełniono niewielkim zestawem testowych danych których wyniki podsumowań obliczono. Wyniki podsumowań obliczonych ręcznie i z wykorzystaniem zapytań w bazie dawały taki sam wynik, co sugeruje że logika została zaimplementowana prawidłowo - przynajmniej na małych zestawach danych. Celowo oraz omyłkowo próbowano także wprowadzić błędne dane do tabel.

Dodatkowo rozwój bazy wymagał zmian zbudowanych tabel i widoków, dzięki temu potwierdzono także że ewentualne próby usunięcia tabel wykorzystywanych w innych zapytaniach kończą się niepowodzeniem - baza danych sama w sobie nie pozwoli naruszyć więzów relacji.

12.2 *Warstwa aplikacji*

Ponieważ Python jest językiem skryptowym aplikacja testowana była manualnie na bieżąco podczas jej wytwarzania. Tak Graficzny Interfejs Użytkownika, jak funkcje przez niego realizowane sprawdzano tuż po ich utworzeniu a wszelkie znalezione błędy lub nieprzewidziane działanie eliminowano od ręki. Testy powtarzano także po wprowadzeniu modyfikacji lub wyseparowaniu części funkcji realizującej niezależne zadanie do osobnej funkcji. Takie iteracyjne podejście będzie stosowane w dalszym rozwoju aplikacji.

12.3 *Wnioski z testów*

Testy aplikacji wykazały że warstwa bazy danych działa stabilnie, jednak w niektórych przypadkach pozwala wprowadzić błędne dane przez połączenie aplikacji przy czym próby wprowadzenia takiego zestawu danych ręcznie na bazie kończą się błędem. W połączeniu z faktem że interfejs przyjmuje dane użytkownika w formie ciągów znaków klasy string, a funkcja walidacji danych nie została wdrożona na obecnym etapie prototypu możliwe są błędy danych w aplikacji. Podnosi to priorytet funkcji walidacji danych, należy więc rozpatrzyć szybkie wdrożenie funkcji w następnym etapie projektu. Problem jest nieco mitygowany

przez fakt, że użytkownicy mają także dostęp bezpośrednio do bazy danych dzięki czemu mogą osobiście poprawić swoje błędnie wprowadzone dane z pominięciem aplikacji.

W kwestii interfejsu użytkownika zdarza się że zmiana wizualizacji wyłącza systemowe skalowanie okna aplikacji, przez co niektóre elementy interfejsu przestają wyświetlać się prawidłowo. Problem ten jest ograniczony, występuje tylko w systemach gdzie użytkownik ustawił systemie skalowanie inne niż 100%.

Rozdział 13

Konserwacja systemu

Wynikiem projektu jest aplikacja dostarczana w formie spakowanego archiwum, a sama aplikacja nie wymaga instalacji ani szczególnej ścieżki działania. W efekcie konserwacja systemu sprowadza się wyłącznie do pobrania nowej wersji aplikacji, rozpakowania jej w dowolnej lokalizacji i podmiany dostarczonej bazy danych na obecnie wykorzystywaną przez użytkownika, lub samego pliku konfiguracyjnego `Config.py` który ma postać edytowalnego pliku tekstowego a zatem użytkownik może wprowadzać w nim dowolne zmiany parametrów dopóki nie spowoduje w ten sposób awarii aplikacji. W takim przypadku wystarczy przywrócić poprzednią wersję pliku lub pobrać domyślną wersję wraz z dystrybucją aplikacji.

Ewentualne zmiany na warstwie bazy danych nie są planowane jednak nie są także wykluczone, w takim przypadku w aplikacji zostanie zabudowana funkcja która wykryje czy baza danych jest zgodna z wersją aplikacji i jeśli będzie to możliwe wprowadzi ewentualne zmiany na bazie wykorzystując skrypt SQL zabudowany w kodzie aplikacji.

Rozdział 14

Podsumowanie projektu

14.1 *Wnioski z implementacji*

Wynik finalny projektu jest zadowalający zarówno pod względem dostarczonych funkcji jak i walorów edukacyjnych. Aplikacja jest responsywna, zaskakująco funkcjonalna jak na tak krótki czas implementacji, a plik wynikowy ma niewielkie rozmiary i nie wymaga instalacji co czyni ją przenośną. Wykorzystana biblioteka PySimpleGUI jest dość intuicyjna i bardzo upraszcza projektowanie w pełni działającego Graficznego Interfejsu Użytkownika, mimo że ma swoje ograniczenia.

Mając jednak na uwadze obecnie panujące standardy rynkowe aplikacja wygląda dość archaicznie, a sam model tak zwanych aplikacji desktopowych nie jest już tak popularny jak kiedyś. Ponadto sama biblioteka PySimpleGUI ma pewne ograniczenia - co prawda implementacja standardowych elementów jest bardzo prosta, jednak wszelkie nieprzewidziane przez autorów funkcje są możliwe jednak dopiero po zgłębieniu szczegółów technicznych biblioteki niższego poziomu która jest wykorzystywana przez obiekt danego typu, co znacznie zwiększa złożoność programowanego rozwiązania i wymaga projektowania na wielu poziomach abstrakcji jednocześnie.

14.2 *Alternatywne sposoby realizacji projektu*

Podczas wdrażania aplikacji rozważano także alternatywne możliwości realizacji projektu. Jako interfejs aplikacji możnaby zastosować przeglądarkę, co znacznie unowocześni projekt a także pozwoli skorzystać z szerszej gamy dostępnych bibliotek. Aplikacja możnaby także przenieść na urządzenia mobilne które mają dodatkowe możliwości techniczne, przez co otworzą nowe drogi rozwoju projektu. Zmienić można także model działania z aplikacji lokalnej na klient-serwer z centralną bazą danych przechowującą jednocześnie dane wszystkich użytkowników co z jednej strony pozwoli na tworzenie nowych funkcji statystycznych na znacznie większym zakresie danych jednak niesie za sobą problemy natury prywatności użytkowników i poufności informacji.

Rozdział 15

Podręcznik użytkownika

15.1 *Righten: Co, jak i właściwie to po co?*

Drogi użytkowniku, aplikacja Righten jest Twoim prywatnym doradcą finansowym. Pomoże Ci zarządzać domowym budżetem, planować wydatki i wskaże gdzie szukać oszczędności, a także poinformuje na jakie kategorie produktów pochłaniają największą część Twojego budżetu domowego. Te kilka prostych informacji pozwoli Ci zachować więcej ciężko zarobionych pieniędzy które wraz ze swoją rodziną będziesz mógł wydać na przyjemności małe i wielkie. Brzmi dobrze prawda?

Jedyne czego potrzebuje od Ciebie to informacje o Twoich wydatkach bieżących, stałych rachunkach i zarobkach na które tak ciężko pracujesz. Dzięki odrobinie wytrwałości i skrupulatnym wprowadzaniu danych niebawem dowiesz się o swoich finansach rzeczy których nawet się nie spodziewałeś. Wprowadzanie danych nigdy nie było takie łatwe - minimalistyczny, przejrzysty interfejs pozwoli Ci intuicyjnie poruszać się po aplikacji aby w mgnieniu oka uzyskać efekt jakiego oczekujesz. Jeśli posiadasz już dane których chciałbyś użyć w aplikacji możesz przenieść je kilkoma kliknięciami dzięki możliwości importu danych z pliku w jednym z najszerzej wykorzystywanych standardów na świecie.

Jeśli cenisz sobie możliwość dostosowania narzędzia do własnych potrzeb, nie mogłeś trafić lepiej - Righten jest narzędziem elastycznym, dopasowującym się do użytkownika. Ty sam możesz wprowadzić nazwy produktów których będziesz używał w aplikacji. Dodatkowo możesz definiować także Typy które pozwalają grupować kategorie produktów. Dla zbioru informacji możesz dowolnie personalizować, lub skorzystać z dopracowanego przez naszych ekspertów szablonu co pozwoli Ci skupić się na używaniu aplikacji. Każdy ma własny styl, doceniamy to i szanujemy, dlatego wygląd okna aplikacji także możesz dopasować do siebie i swoich oczekiwań.

Aby dotrzeć do szerszego grona odbiorców obecnie aplikacja Righten jest w pełni w języku angielskim.

15.2 *Wymagania*

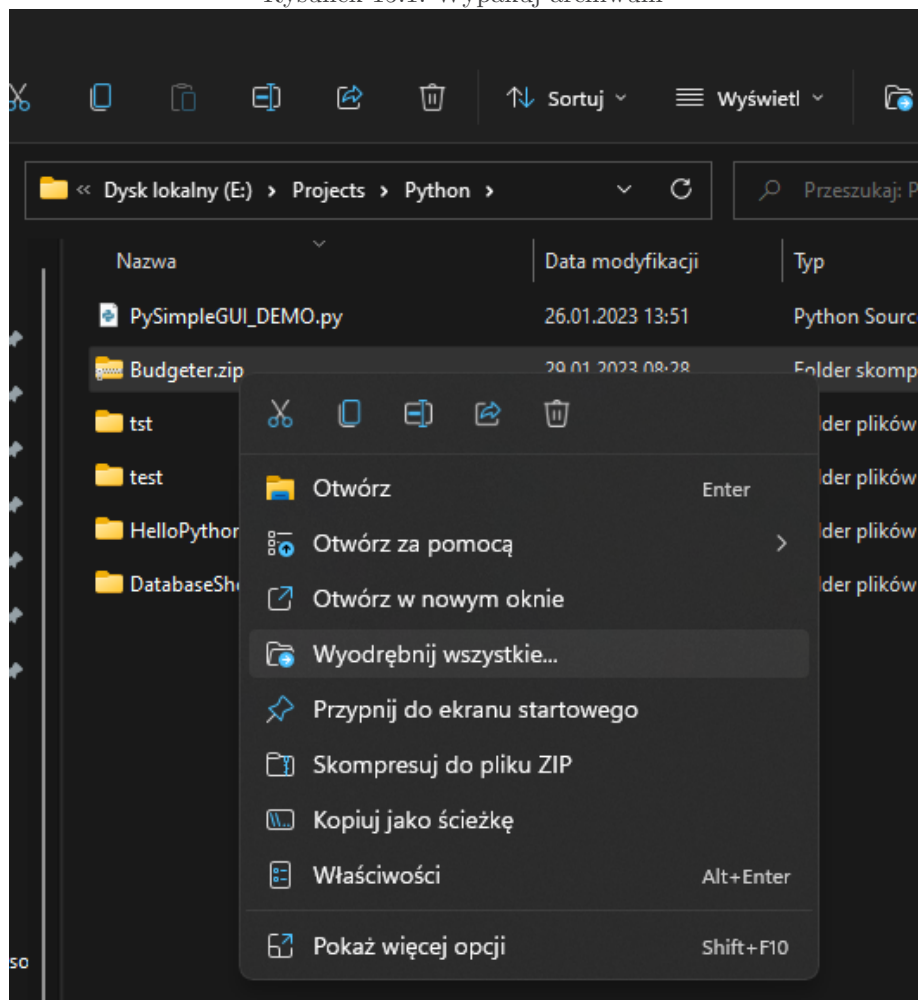
Aplikacja ma bardzo małe wymagania, jedyne czego potrzebujesz aby korzystać już dziś wystarczy:

- Pamięć 50MB dowolnego typu
- Pamięć RAM 4GB (wliczając system)
- Urządzenia peryferyjne: klawiatura, mysz komputerowa
- Dowolne urządzenie wyświetlające

15.3 *Uruchamianie aplikacji*

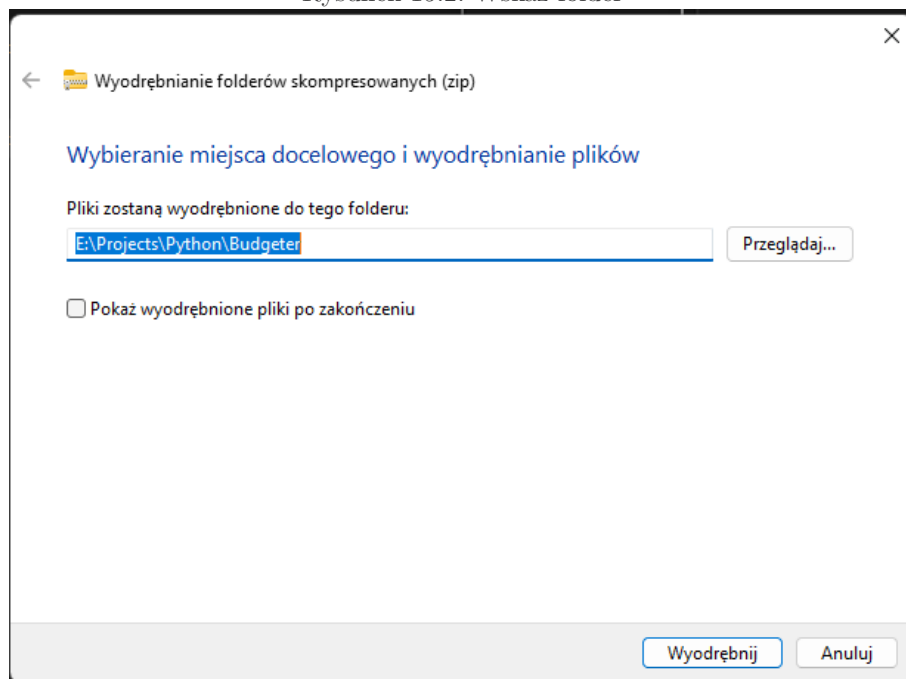
Instalacja składa się z kilku prostych kroków. Po pobraniu aplikacji otwórz folder do Pobrane - znajdziesz tam plik Righten.zip który możesz przenieść do dowolnego folderu na twoim komputerze. Kiedy umieścisz już archiwum tam gdzie Ci wygodnie kliknij prawym przyciskiem myszy i wybierz opcję Wyodrębnij wszystkie.

Rysunek 15.1: Wypakuj archiwum



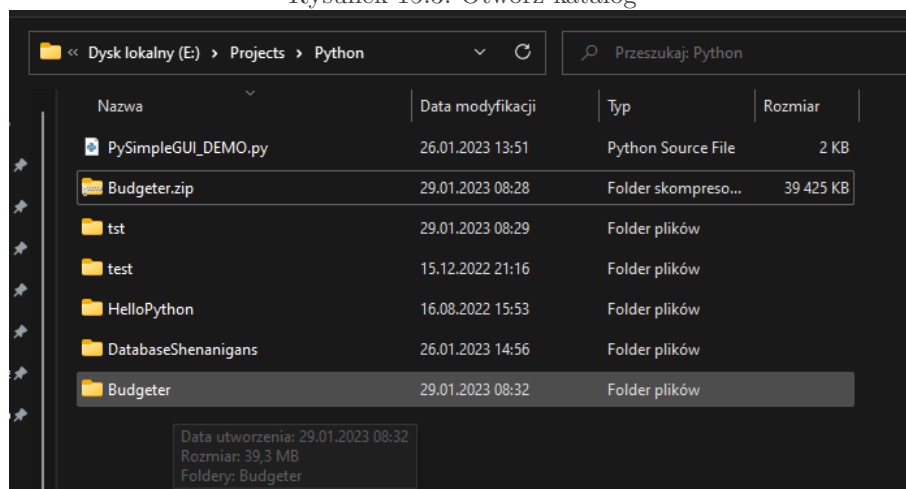
Po otwarciu archiwum wskaż folder do którego chcesz wypakować aplikację.

Rysunek 15.2: Wskaż folder

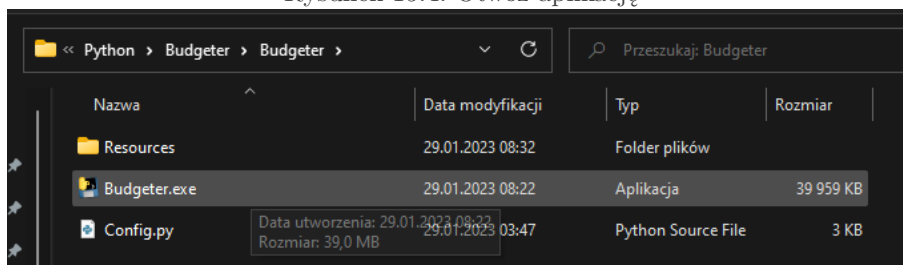


Po wykakowaniu archiwum w wybranym miejscu pojawi się folder w którym znajduje się aplikacja, pozostaje otworzyć ją jak każdy inny program klikając dwukrotnie lewym przyciskiem myszki i możesz już zacząć swoją przygodę z aplikacją Righten.

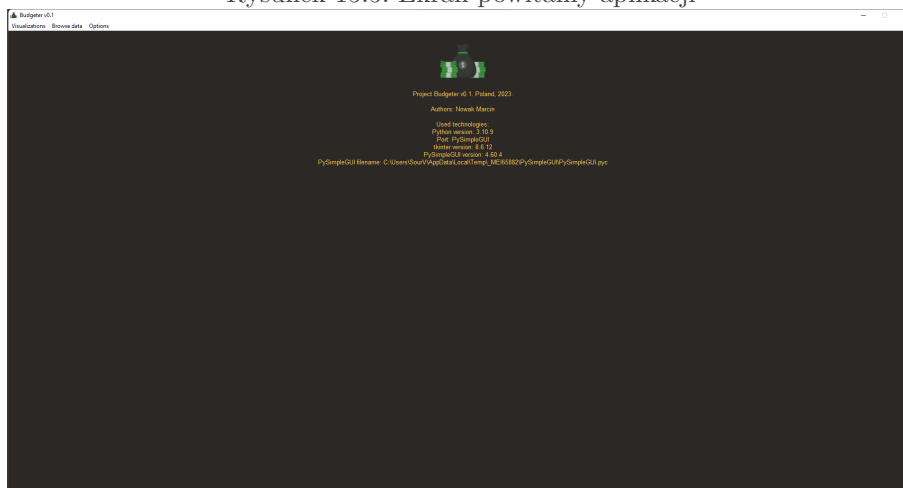
Rysunek 15.3: Otwórz katalog



Rysunek 15.4: Otwórz aplikację



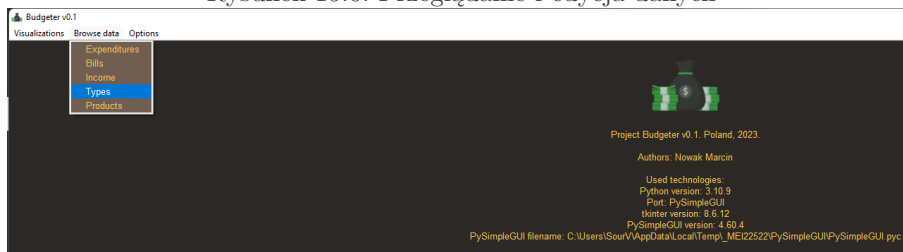
Rysunek 15.5: Ekran powitalny aplikacji



15.4 Funkcje i instrukcja obsługi

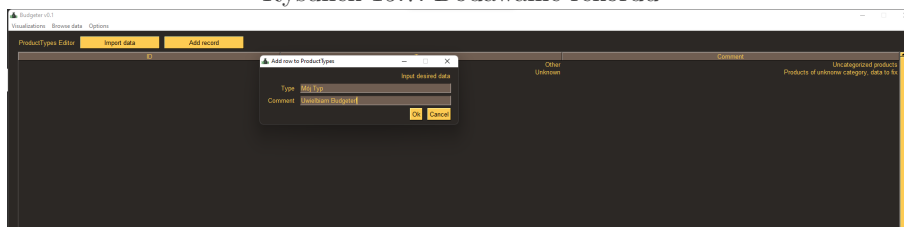
Przygodę z aplikacją Righten warto zacząć od dodania kilku typów produktów, w tym celu wejdź w zakładkę Browse Data, następnie wybierz opcję Types.

Rysunek 15.6: Przeglądanie i edycja danych



Po otwarciu tabela pokazuje Ci typy które już są w bazie, dodaj swój typ naciskając przycisk Add row.

Rysunek 15.7: Dodawanie rekordu



Dodany rekord pojawia się w wyświetlanej tabeli.

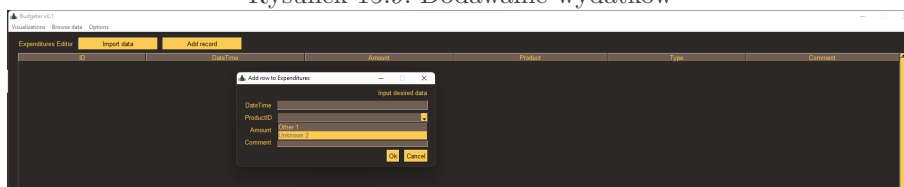
Rysunek 15.8: Rekord dodany



W ten sam sposób dodaj produkty, to pozwoli Ci dodać pierwsze wydatki.

Wydatki możesz dodać w bardzo podobny sposób, z małymi różnicami. Spójrz na poniższą grafikę - pole Products zawiera produkty które zdefiniowałeś w poprzednim kroku. Po wypełnieniu wszystkich pól naciśnij przycisk OK a dane zostaną zapisane w aplikacji.

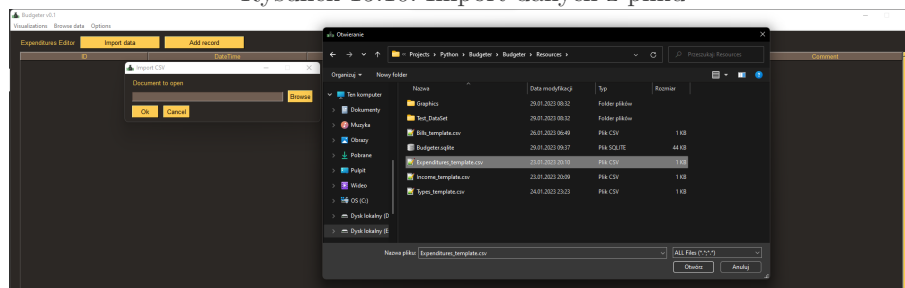
Rysunek 15.9: Dodawanie wydatków



Teraz już wiesz jak dodawać dane do wszystkich zbiorów danych. Czasami jednak przyda się możliwość dodania całego zbioru. Dodawanie całego zestawu przez wpisywanie każdego rekordu zajmie sporo czasu. Czas jest najcenniejszym z Twoich zasobów i Righten to szanuje, dlatego możesz także dodać dane importując plik w formacie CSV (Comma Separated Values, pliki oddzielane przecinkami). Jeśli posiadasz taki plik - a można napisać go ręcznie, wyeksportować z innych narzędzi jak chociażby Microsoft Excel - użyj opcji Import data. Pojawi się okno wyboru pliku do wczytania, przycisk Browse uruchomi wyszukiwarkę danych. Wybierz plik z danymi które chcesz wprowadzić do aplikacji i zatwierdź a dane pojawią się w zestawieniu.

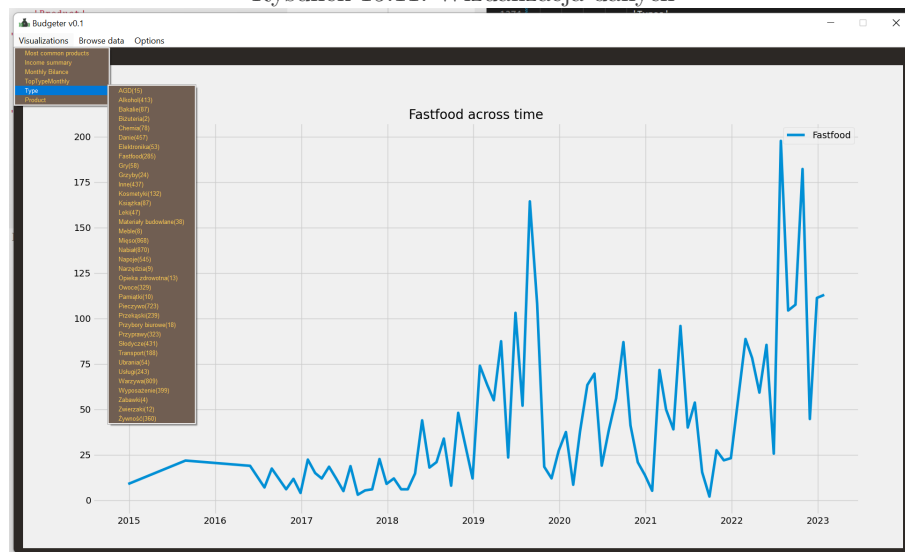
UWAGA: Uważnie sprawdź czy wybierasz prawidłowy plik, oraz czy dane mają kolejność identyczną jak wiodczne w interfejsie. Przez błędne dane aplikacja może działać nieprawidłowo.

Rysunek 15.10: Import danych z pliku



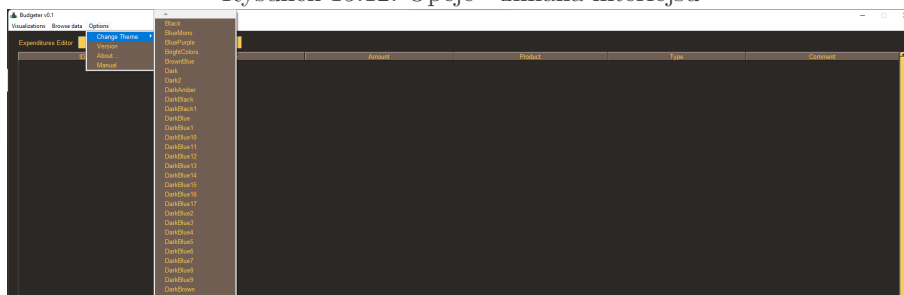
Teraz pora na najciekawszą funkcję aplikacji - wizualizacje. Dzięki wizualizacjom dane wprowadzone do aplikacji zaczynają opowiadać historię. Dostęp do nich jest w zasięgu kilku kliknięć myszki - zacznij od zakładki Visualizations, po czym wybierz wykres który Cię interesuje a zostanie wyświetlony na ekranie.

Rysunek 15.11: Wizualizacja danych



Do kompletu wiadomości pozostaje już tylko zakładka Options, która zawiera dodatkowe, drugorzędne funkcje aplikacji. Opcja About... prezentuje podstawowe informacje o aplikacji i technologiach wykorzystanych w jej wdrożeniu, Manual zawierać będzie w przyszłości zintegrowaną instrukcję obsługi aplikacji żeby wszystkie informacje były zawsze pod ręką. Dzięki opcji Change Team możesz dostosować wygląd aplikacji do swoich upodobań.

Rysunek 15.12: Opcje - zmiana interfejsu



15.5 *Spostrzeżenia i zalecenia do użytkowania projektu*

Obecnie projekt aplikacji Righten jest w fazie prototypu, w wyniku tego obecnie składa się wyłącznie z głównego modułu analitycznego i wymaganych funkcji podstawowych. Drogi użytkowniku, miej to na uwadze korzystając z aplikacji Righten - wprowadzaj dane uważnie żeby zapewnić sobie komfort korzystania z aplikacji, i rozważ proszę zgłoszenie wszelkich zauważonych błędów, co pozwoli dopracować projekt do Twoich oczekiwań. Projekt rozwijany będzie na bieżąco dlatego sprawdzaj okresowo czy w repozytorium pojawiła się nowa wersja, w ten sposób zyskasz dostęp do nowych funkcji wprowadzonych w kolejnych wersjach. Fakt że używasz aplikacji Righten oznacza że Twoje dane są dla Ciebie ważne, dlatego pamiętaj żeby okresowo zabezpieczać swoje dane żeby nie stracić miesięcy wprowadzanych wydatków, przychodów, dopieszczonych produktów i ich typów.

Przedewszystkim najważniejsze zalecenie: czerp przyjemność korzystając z aplikacji Righten!

15.6 *Potencjalne błędy*

Jak każdy program aplikacja Righten nie jest wolna od błędów. Należy jednak pamiętać że obecnie jest to prototyp, dlatego z pewnością znajdziesz w niej wiele możliwych usprawnień warto je zgłosić autorowi projektu, co stwarza szansę wyeliminowania błędu w kolejnej wersji oprogramowania.

Jak wywnioskowałeś z powyższego opisu nie wszystkie błędy są na ten moment znane jednak przed kilkoma z nich możesz się ustrzec. Tego typu błędami są:

- Błędne dane wejściowe wpisywane ręcznie - w chwili obecnej aplikacja nie sprawdza całkowicie poprawności danych wejściowych. Wszystkie informacje przyjmuje w formie tekstu. W efekcie wprowadzenie błędnych danych najpewniej spowoduje błędne wyświetlanie danych w wykresie.
- Błędne dane wejściowe z plików - jak wyżej
- Błędny plik wsadowy - wraz z aplikacją dostarczono szablony plików CSV służących do importu danych do aplikacji. Aplikacja nie sprawdza jednak czy wybrano prawidłowy plik, co pozwala wysłać dane przeznaczone do jednego zbioru (na przykład Produktów) do drugiego, nieprawidłowego

(na przykład Wydatków). Aplikacja nie powinna przyjąć takich danych, w tym aspekcie obecnie jest jeszcze rozwijana. Do momentu wydania kolejnej wersji aplikacji musisz jednak uważać.

- Brak możliwości edycji danych przez aplikację - obecnie nie udostępniamy funkcji edycji danych przez interfejs aplikacji dlatego dbaj o ich prawidłowe wprowadzanie. Użyownicy z dużą wiedzą techniczną wprawnie posługujący się językiem SQL mogą sami połączyć się z bazą danych aplikacji i poprawić dane bezpośrednio. Jeśli jednak poprzednie zdanie niewiele Ci mówi warto pozostawić próby poprawy danych do momentu aż taka funkcja pojawi się po aktualizacji.

Bibliografia

- [1] Wikipedia, Nauki Ekonomiczne
https://pl.wikipedia.org/wiki/Nauki_ekonomiczne
- [2] Główny Urząd Statystyczny <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/warunki-zycia/dochody-wydatki-i-warunki-zycia-ludnosc-i-sytuacja-gospodarstw-domowych-w-2021-r-w-swietle-badania-budzetow-gospodarstw-domowych,3,21.html>
- [3] Opcje24, Budzetowanie <https://www.opcje24h.pl/budzetowanie-przewodnik-planowanie-budzetu/>
- [4] Product Plan, MOSCOW Prioritization <https://www.productplan.com/glossary/moscow-prioritization/>
- [5] Praca.pl, Matryca Eisenhowera - czym jest, zasada, prioryteryzacja zadań
<https://www.praca.pl/poradniki/rynek-pracy/matryca-eisenhowera-czym-jest-zasada-prioryteryzacja-zadan-pr-2012.html>
- [6] Wikipedia, Minimal Viable Product
https://en.wikipedia.org/wiki/Minimum_viable_product
- [7] NASA.gov, A summary of the international standard date and time notation <https://fits.gsfc.nasa.gov/iso-time.html>
- [8] Y. Shafranovich, SolidMatrix Technologies, Inc., Common Format and MIME Type for Comma-Separated Values (CSV) Files
<https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc4180>
- [9] sqlite.org, SQLite <https://www.sqlite.org/index.html>
- [10] wikipedia.org, SQL - Structured Query Language
<https://en.wikipedia.org/wiki/SQL>
- [11] python.org, Python <https://www.python.org/>
- [12] pysimplegui.org, PySimpleGUI Python GUIs for Humans
<https://www.pysimplegui.org/en/latest/>
- [13] json.org, Introducing JSON <https://www.json.org/json-en.html>
- [14] pythonspot.com, Python tutorials, How to Read a File in Python
<https://pythonspot.com/read-file/>

-
- [15] Atlassian, Trello.com <https://trello.com/>
 - [16] MKLabs Co.,Ltd, StarUML <https://staruml.io/>
 - [17] The LaTeX Project <https://www.latex-project.org/>
 - [18] Microsoft, Visual Studio Code <https://code.visualstudio.com/>
 - [19] JetBrains, DataGrid <https://www.jetbrains.com/datagrip/>
 - [20] Lean Action PLaN, Kanban – układ nerwowy sterowania produkcją w koncepcji Lean Manufacturing <https://leanactionplan.pl/kanban/>
 - [21] Wikipedia, Lean software development
https://pl.wikipedia.org/wiki/Lean_software_development
 - [22] git-scm.com, git <https://git-scm.com/>
 - [23] <https://github.com/> <https://github.com/>
 - [24] Wikipedia, Model Przyrostowy
https://pl.wikipedia.org/wiki/Model_przyrostowy
 - [25] YouTube The CS Classroom, PySimpleGUI - Excel-style Editable Table
https://www.youtube.com/watch?v=ETHtvd-_FJg
 - [26] python.org, tkinter — Python interface to Tcl/Tk
<https://docs.python.org/3/library/tkinter.html>
 - [27] pyinstaller.org, PyInstaller Manual
<https://pyinstaller.org/en/stable/>
 - [28] github.com MarcinNowak94, DatabaseShenanigans
<https://github.com/MarcinNowak94/DatabaseShenanigans>
 - [29] github.com MarcinNowak94, budgeter
<https://github.com/MarcinNowak94/budgeter>
 - [30] github.com MarcinNowak94, Righten
<https://github.com/MarcinNowak94/Righten>
 - [31] getbootstrap.com, Bootstrap <https://getbootstrap.com/>
 - [32] flask.palletsprojects.com, Flask
<https://flask.palletsprojects.com/en/3.0.x/>
 - [33] wtforms.readthedocs.io, WTForms
<https://wtforms.readthedocs.io/en/3.1.x/>
 - [34] jinja.palletsprojects.com, Jinja
<https://jinja.palletsprojects.com/en/3.1.x/>
 - [35] www.chartjs.org, Chart.js <https://www.chartjs.org/>

Spis rysunków

Spis tabel

Listingi

| | | |
|-------|---|----|
| 10.1 | Tabela ProductTypes | 18 |
| 10.2 | Tabela Products | 18 |
| 10.3 | Tabela Bills | 18 |
| 10.4 | Tabela Income | 19 |
| 10.5 | Tabela Expenditures | 19 |
| 10.6 | Tabela Expenditures_transitory | 19 |
| 10.7 | Widok Expenditures_Enriched | 20 |
| 10.8 | Widok MonthlyExpenditures | 20 |
| 10.9 | Widok MonthlyBills | 21 |
| 10.10 | Widok MonthlyIncome | 21 |
| 10.11 | Widok MonthlyBalance | 21 |
| 10.12 | Widok Monthly_common_products | 22 |
| 10.13 | Widok Monthly_Expenditures_by_Type | 22 |
| 10.14 | Widok Temp_check | 22 |
| 10.15 | Widok Products_to_fix | 23 |
| 10.16 | Widok TypeSummary | 23 |
| 10.17 | Widok ProductSummary | 24 |
| 10.18 | Klasa Database | 25 |
| 10.19 | Klasa ChartSelect | 25 |
| 10.20 | Klasa Chart | 25 |
| 10.21 | Klasa CellEdition | 26 |
| 10.22 | Lista rozwijana przykład definicji interfejsu | 27 |