

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE**  
**FAKULTA HOSPODÁRSKEJ INFORMATIKY**

Evidenčné číslo: **103006/B/2023/421000355018**

**VYUŽITIE C# VO FINANČNEJ MATEMATIKE**  
**- DISKONTOVANIE**

**Bakalárska práca**

**2023**

**Martin Kudla**

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE**  
**FAKULTA HOSPODÁRSKEJ INFORMATIKY**

Evidenčné číslo: **103006/B/2023/421000355018**

**VYUŽITIE C# VO FINANČNEJ MATEMATIKE**  
**- DISKONTOVANIE**

**Bakalárska práca**

**Študijný program: Hospodárska informatika**

**Študijný odbor: Ekológia a manažment**

**Školiace pracovisko: Katedra matematiky a aktuárstva**

**Vedúci záverečnej práce: PaedDr. Zsolt Simonka, PhD.**

**Bratislava 2023**

**Martin Kudla**

### **Čestné vyhlásenie:**

Čestne vyhlasujem , že som túto bakalársku prácu vypracoval samostatne, pod odborným vedením PaedDr. Zsolt Simonka, PhD., s použitím získaných teoretických poznatkov, uvedenej literatúry a ostatných zdrojov.

Dátum:

Martin Kudla

## **Pod'akovanie:**

Touto formou, by som sa chcel pod'akovať vedúcemu mojej práce PaedDr. Zsoltovi Simonkovi, PhD. usmernenie, odbornú pomoc v oblasti diskontovania, ochotu a cenné informácie ktoré som využil pri vytváraní tejto práce ako aj pri tvorbe aplikácie.

## **ABSTRAKT:**

KUDLA, Martin: Využitie C# vo finančnej matematike – diskontovanie. – Ekonomická univerzita v Bratislave. Fakulta Hospodárskej Informatiky; Katedra matematiky a aktuárstva. – Vedúci záverečnej práce: PaedDr. Zsolt Simonka, PhD. – Bratislava FHI EU, 2023, počet strán:

Cieľom záverečnej práce bolo vytvorenie funkčnej aplikácie v jazyku C# pre riešenie úloh z oblasti diskontovania. Aplikácia bude schopná vypočítať základné úlohy z oblasti diskontovania pri jednoduchom aj zloženom úrokovaní, výpočtu ekvivalentných sadzieb a porovnania matematického a obchodného diskontovania spolu s grafickým znázornením vývoja hodnôt v čase. Pre vývoj aplikácie bol použitý jazyk C# v rámci frameworku .NET s použitím integrovaného vývojového prostredia Microsoft Visual Studio a grafického užívateľského rozhrania Windows Forms. Aplikácia bude vyžívaná na edukatívne v rámci ekonomickej univerzity v rôznych fázach vyučovacieho procesu, pre overenie výsledkov príkladov manuálnych riešení ako aj pre výpočet zložitejších úloh z oblasti diskontovania.

Kľúčové slova: C# , .NET framework, Microsoft Visual Studio, Windows Forms App, diskontovanie, finančná ekvivalencia

## **ABSTRACT:**

KUDLA, Martin: Use of C# in financial mathematics – discounting. – University of Economics in Bratislava. Faculty of Economics Informatics; Department of Mathematics and Actuarial Science. – Supervisor: PaedDr. Zsolt Simonka, PhD. – Bratislava FHI EU, 2023, number of pages:

The goal of thesis was to create a functional application in the C# language for solving tasks in the field of discounting. The application will be able to calculate basic tasks in the field of discounting for simple and compound interest, calculation of equivalent rates and comparison of mathematical and commercial discounting together with a graphical presentation of the calculated values over time. For the development of the application, the C# language was used within the .NET framework, using the integrated development environment Microsoft Visual Studio and the graphical user interface Windows Forms. The application can be used on education purposes within the University of Economics in various phases of the teaching process, to verify the results of manual solutions as well as to calculate more complex tasks in the field of discounting.

Keywords: C#, .NET framework, Microsoft Visual Studio, Windows Forms App, discounting, financial equivalence

# OBSAH

ÚVOD.....	9
1 SÚČASNÝ STAV PROBLEMATIKY .....	11
1.1 Diskontovanie.....	11
1.2 Zmenka.....	12
1.3 Depozitný certifikát.....	13
1.4 Štátna pokladničná poukážka .....	14
1.5 Jazyk C# .....	15
1.6 Windows Forms App - charakteristika.....	17
1.7 Stručný prehľad dostupných finančných aplikácií .....	19
1.7.1 Kalkulačky portálu Finančný Kompas .....	19
1.7.2 Kalkulačky internetového portálu Peniaze.sk .....	22
1.7.3 Viacúčelová aplikácia „Calculator.net“ .....	24
2 CIEĽ PRÁCE.....	28
3 METODIKA .....	29
3.1 Diskontovanie pri jednoduchom úrokovaní .....	29
3.2 Diskontovanie pri zloženom úročení.....	31
3.3 Efektívna a nominálna diskontná sadzba .....	33
3.4 Ekvivalentná úroková a diskontná sadzba .....	34
3.5 Návrh aplikácie a schéma vykonávaných aktivít v aplikácií .....	35
3.6 Ukážka častí zdrojového kódu .....	36
3.7 Komplexné programovacie problémy a ich riešenia.....	38
3.8 Microsoft Windows Desktop Runtime.....	41
4 VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUSIA.....	42
4.1 Diskontovanie pri jednoduchom úrokovaní .....	42
4.2 Diskontovanie pri zloženom úrokovaní .....	48

5	ZÁVER.....	62
6	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV .....	64

# ÚVOD

Práca sa zaoberá podstatou diskontovania a jeho využívania napr. v oblasti manipulácie zmeniek. Matematické vzorce a princípy sú aplikované formou programovacieho jazyka C# do aplikácie pre používateľa, ktorý tak má možnosť jednoducho, rýchlo a efektívne vykonať požadované výpočty v oblasti diskontovania a ďalších operácií so zmenkami.

Práca pozostáva zo 4 kapitol.

Prvá kapitola je venovaná všeobecnej problematike diskontovania a programovaciemu jazyku C#. Vysvetlíme podstatu diskontovania a jeho význam pre prax. Priblížime zmenku ako špecifický cenný papier, popíšeme jej využitie, náležitosti, ktoré musí obsahovať, prípady kedy sa spravidla využíva a jednotlivé typy, ktoré sa v praxi využívajú a rozdiely, ktorými sa odlišujú. Taktiež popíšeme základné charakteristiky jazyka C#, jeho vlastnosti, potreby, ktoré viedli k jeho vzniku a základné charakteristiky, ktorými sa vyznačuje a prípadne odlišuje od ostatných programovacích jazykov. Následne uvedieme príklady online aplikácií, ktoré sa zaoberajú výpočtami podobných finančných problematík ako diskontovanie a ktorých obsluhovanie by malo byť príkladom a inšpiráciou pre výslednú aplikáciu pre výpočet diskontovania.

Druhá kapitola je zameraná na cieľ práce: funkčná aplikácia pre výpočet príkladov z oblasti diskontovania. Bližšie popíšeme požiadavky, ktorých splnenie je potrebné pre vytvorenie funkčnej aplikácie. Priblížime čiastkové ciele, ktoré predstavujú jednotlivé časti riešenia funkčnej aplikácie.

V tretej kapitole podrobne popíšeme postupy výpočtu jednotlivých typov diskontovania (matematický a obchodných diskont pri jednoduchom a zloženom úrokovaní) a ďalšie postupy, ktoré sa pri diskontovaní využívajú (porovnanie efektívnej a nominálnej diskontnej sadzby, výpočet ekvivalentnej diskontnej, resp. úrokovanie sadzby). Ďalej priblížime a popíšeme programovú šablónu Windows Forms App pre aplikačný rámec (framework) .NET Framework. Postupne prejdeme postup pre nastavenie parametrov aplikácie a prispôbenie grafického užívateľského rozhrania, ktoré budeme demonštrovať aj vizuálne na základe snímok obrazoviek (screenshots). Neodmysliteľnou súčasťou tvorby aplikácie je aj programovanie. Popíšeme základné príkazy, vlastnosti a logické procesy,

ktoré k programovaniu patria. Pri komplexných programovacích problémoch popíšme základný stav, požiadavky na spracovanie a postupnosť úkon, ktoré daný problém vyriešili.

V štvrtej kapitole na demonštratívnych príkladoch a úlohách ukážeme postup riešenia úloh z oblasti diskontovania manuálne aj pomocou aplikácie. Vysvetlíme pokyny a postupy ovládania, ktoré používateľovi pomôžu pri správnej a efektívnej práci s aplikáciou.

# 1 SÚČASNÝ STAV PROBLEMATIKY

V tejto kapitole priblížime problematiku diskontovania, finančné nástroje využívajúce diskontovanie, programovací jazyk C# a online aplikácie zamerané na diskontovanie alebo iné oblasti finančnej matematiky.

## 1.1 Diskontovanie

Diskontovanie je postup pri ktorom sa známa budúca hodnota (napr. zmenky) prepočíta pomocou diskontnej sadzby na hodnotu súčasnú. V rámci zmeniek sa súčasná hodnota v rámci doby platnosti označuje ako *diskontovaná hodnota* a budúca hodnota ako *splatná hodnota*. V prípade nákupu cenného papiera (napríklad depozitného certifikátu) sa hodnota za, ktorú sme si daný cenným papier zaobstarali nazýva nákupná hodnota. V prípade skoršieho splatenia než v dobe splatnosti remitent príjme od trasanta sumu nižšiu než je splatná hodnota. Od splatnej hodnoty sa odpočíta *diskont*, ktorý závisí od danej diskontnej miery (spravidla vyjadrenej v percentách) a doby, ktorá predstavuje rozdiel medzi časom dohodnutým časom splatenia a časom reálneho splatenia. (OLIVIER J.P., 2021)

Tento postup sa využíva pri tzv. *eskonte zmenky*. Majiteľ zmenky pred lehotou splatnosti odpredá zmenku peňažnému ústavu (spravidla banke), ktorá okrem nákladov operácie zrazí aj diskont, v závislosti od doby v ktorej operáciu uskutočňuje a doby v ktorej má byť zmenka splatná. Táto operácia môže byť vykonaná opakovane, napríklad opätovným eskontom zmenky inej banke. V takomto prípade sa operácia nazýva *reeskont zmenky*.

Diskontovanie rozdeľujeme na *matematické diskontovanie* a *obchodné diskontovanie*. *Matematický diskont* je počítaný z prítomnej (súčasnnej) hodnoty kapitálu. *Obchodný diskont* je počítaný zo splatnej (budúcej) hodnoty kapitálu, čo znamená že je zrážka z hodnoty väčšia ako pri matematickom diskonte. Tento spôsob preferujú najmä banky a iné finančné inštitúcie, keďže pri predčasnom splatení je zrážka, vo forme diskontu, ktorú si inštitúcia ponecháva väčšia ako pri použití matematického diskontu. Pri zhodnocovaní zmenky jej majiteľom, je výhodnejší matematický diskont, keďže jeho zrážka je menšia ako pri obchodnom. V bankovej praxi sa však registrácia krátkodobých záväzkov, robí na základe diskontnej nie úrokovej sadzby. (HUŤKA, V. - INSTITORIS, J. - MOJŽÍŠOVÁ, E., 1998)

## 1.2 Zmenka

Zmenka je cenný papier, ktorý potvrdzuje záväzok vystavovateľa (dlžnej strany/*trasanta*) vyplatiť v dohodnutom čase a mieste dlh príjemcovi (veriteľovi/*remitentovi*). Spravidla sa vystavuje v situácii, ak dlžník nemá možnosť okamžitého splatenia dlhu a z toho dôvodu, po dohode s veriteľom, dlžník (teraz *trasant* zmenky) vystaví veriteľovi (*remitentovi*) zmenku, ktorá ho zaväzuje vyplatiť *remitentovi* sumu (spravidla vyššiu ako dlžná suma) v dohodnutý deň na dohodnutom mieste. V prípade skoršieho uplatnenia zmenky zo strany *remitenta* sa vyplácaná suma zníži o diskont, ktorý pozostáva so zrážky vyjadrenej v percentách a závisí od rozdielu dátumu uplatnenia vyplatenia a dátumu vyplatenia, vyznačenom na zmenke. V tomto prípade nastáva priama úmera (čím je obdobie medzi dohodnutým a skutočným dátumom vyplatenia väčšie, tým je väčšia aj zrážka zo sumy, ktorú *trasant* vypláca *remitentovi*). (PAULÍK D a kol, 2012)

Medzi povinné náležitosti zmenky patrí:

- meno vystavovateľa (občianske meno fyzickej osoby, obchodné meno právnickej osoby), meno príjemcu zmenky nie je povinné ale je vhodné ho uviesť;
- dátum vystavenia zmenky;
- miesto vystavenia zmenky;
- suma, na ktorá bola vyhotovená;
- mena, v ktorej bola zmenka vyhotovená a v ktorej bude splatená;
- miesto uhradenia zmenky;
- dátum uhradenia zmenky;
- podpis vystavovateľa;

Zmenka medzi dvoma zúčastnenými stranami sa nazýva aj *vlastnou zmenkou*. (OLIVIER J.P., 2021)

### Vlastná zmenka

Vlastná zmenka vyjadruje bezpodmienečný prísľub vystavovateľa zmenky (*trasanta*) uhradiť dlžnú sumu veriteľovi (*remitentovi*). Do dátumu, uvedenom priamo na zmenke, je *trasant* povinný uhradiť dlžnú sumu veriteľovi.

Veriteľ môže zo zmenkou ďalej nakladať nasledovnými spôsobmi:

- ponechať si ju v držbe až do termínu splatnosti;
- previesť zmenku (resp. práva z nej plynúce) na iný subjekt, pomocou rubopisu (indosamentu);
- predať (eskontovať) zmenku pred dátumom splatnosti; (PAULÍK D a kol, 2012)

### Cudzia zmenka

Na rozdiel od vlastnej zmenky vyžadujú 3 zúčastnené strany. V tomto prípade, vystavovateľ (*trasant*) sa sám nezaväzuje uhradiť zmenkovú sumu, ale poveruje tretiu stranu (*trasát/ zmenečník*) (iná fyzická alebo právnická osoba), ktorá na príkaz trasanta, uhradí dlžnú sumu veriteľovi (*remitentovi*).

Podmienkou vzniku zmenkového záväzku v prípade cudzej zmenky je súhlas trasáta, ktorý sa tak stáva sekundárnym dlžníkom.

Pre platnosť zmenky je nutný podpis trasanta zmenky. V prípade ak zmenka podpis trasanta neobsahuje, je zmenka považovaná za neplatnú. (PAULÍK D a kol, 2012)

### **1.3 Depozitný certifikát**

Depozitné certifikáty (vkladové listy) sú úročené potvrdenky o uložení peňažných prostriedkov do bánk alebo iných depozitných inštitúcií na presne stanovené obdobie. Banky vydávajú depozitné certifikáty s cieľom získať krátkodobo voľne peňažné prostriedky najmä od obyvateľstva, ale aj od firiem a veľkých investorov. Depozitné certifikáty radíme medzi krátkodobé cenné papiere, ktorých predaj je opäť väčšinou založený na diskontnom princípe.

Doba splatnosti je do jedného roku, niekedy sa ale emitujú strednodobé depozitné certifikáty s dobou splatnosti dlhšou než jeden rok. V deň splatnosti majiteľ depozitného certifikátu príjme od banky vklad spolu s úrokom. Depozitné certifikáty sú vydávané s uvedeným dátumom splatnosti a nominálnou hodnotou s vyznačením fixnej úrokovej sadzby. Výnos z depozitných certifikátov je vyšší ako z pokladničných poukážok, teda sú viac rizikové s nižšou likviditou. (HANEŠOVÁ M., 2018)

Na obrázku 1 je uvedený príklad depozitného certifikátu Československej obchodnej banky.



Obrázok 1 - Príklad depozitného certifikátu (CZECHWEALTH, 2022)

#### 1.4 Štátna pokladničná poukážka

Štátna pokladničná poukážka je krátkodobým cenným papierom, ktorý sa používa na pokrytie krátkodobého nesúladu pri čerpaní štátneho rozpočtu. Emitované sú štátnou inštitúciou (spravidla ministerstvom financií), pričom emisný proces väčšinou zabezpečuje centrálna banka. Dĺžka ich životnosti sa pohybuje od 3 do 12 mesiacov a takmer výhradne sa emitujú formou *diskontovaných dlhopisov*.

Najčastejšie sú prístupné formou aukcií len pre úzky okruh licencovaných finančných inštitúcií, predovšetkým obchodným bankám. Ich nákupná hodnota, ktorá je nižšia ako nominálna hodnota samotnej poukážky, sa odvíja najmä od doby splatnosti, prípadne hospodárskemu stavu v ktorom sa emitujúca krajina nachádza. Keďže záujemcami sú takmer výhradne finančné inštitúcie ich nominálna hodnota je spravidla veľmi vysoká (rádovo v státisícoch až miliónoch).

Štátne pokladničné poukážky môžu byť obchodované aj na sekundárnom trhu, medzi finančnými inštitúciami väčšinou na základe zmluvy. (REJNUŠ O., 2016)

Obrázok 2 znázorňuje štátnu pokladničnú poukážku vydanú centrálnou bankou Veľkej Británie (Bank of England).



Obrázok 2 - Příklad Štátnej pokladničnej poukážky v hodnote 10 000 000 libier vydanej Bank of England (Centrálnou bankou Veľkej Británie) (NBS, 1998)

## 1.5 Jazyk C#

C# je moderný, objektovo orientovaný, programovací jazyk. Bol vyvinutý Andersom Hejlsbergom zo spoločnosti Microsoft v roku 2000. Oficiálne bol jazyk predstavený v roku 2003 spolu s frameworkom .NET a vývojovým prostredím Visual Studio. Ako zdroj pri tvorbe nového jazyka boli použité programovacie Jazyky C++ a Java. Najmä Java, ktorá je syntaxou a vlastnosťami veľmi podobná, bola hlavnou inšpiráciou a často je z toho dôvodu jazyk C# označovaný ako „Microsoft Java“. Názov C# je odvodený z hudobného symbolu „#“ podobne ako jazyk C++.

Jazyk C# a framework .NET sú v súčasnej dobe veľmi populárnym a rozšíreným programovacím jazykom, respektíve aplikačným rámcom pre tvorbu aplikácií v operačných systémoch Windows. Keďže operačný systém Windows ako aj framework .NET patria spoločnosti Microsoft, má framework .NET množstvo funkcionalít a nástroj, ktoré sú prispôbené a efektívne využívajú ponúkanú služby a vlastnosti operačných systémov Windows. Z tohto dôvodu je pre jednoduché a kvalitné vytvorenie aplikácie určenej pre operačný systém Windows, framework .NET s využitím jazyka C# ideálnou voľbou.

### Charakteristika jazyka C#

Podľa štandardu ECMA (medzinárodná nezisková súkromná organizácia pre normalizáciu informačných a komunikačných systémov) má jazyk C# stanovené tieto ciele:

- moderný, jednoduchý, univerzálny objektovo-orientovaný programovací jazyk;
- obsahuje silnú typovú kontrolu, kontrolu hraníc polí, detekcia použitia neinicializovaných premenných, prenosnosť zdrojového kódu a automatickú správu pamäte pomocou Garbage Collector;
- možnosť použitia pre tvorbu softvérových komponentov, vhodných pre nasadenie v distribuovaných prostrediach;
- dôraz na lokalizáciu a internacionalizáciu;
- zameranie na tvorbu aplikácií pre hosťované aj vstavané systémy;

Svojou štruktúrou a syntaxou je jazyk C# vhodným jazykom pre začínajúcich programátorov, najmä pre pochopenie konceptu objektovo orientovaného programovania. (MICROSOFT, 2022)

### Využitie jazyka C# v praxi

Programovací jazyk C# je v súčasnosti veľmi populárny a využívaný (resp. bol použitý pre vytvorenie) v mnohých programoch, systémoch a technológiách.

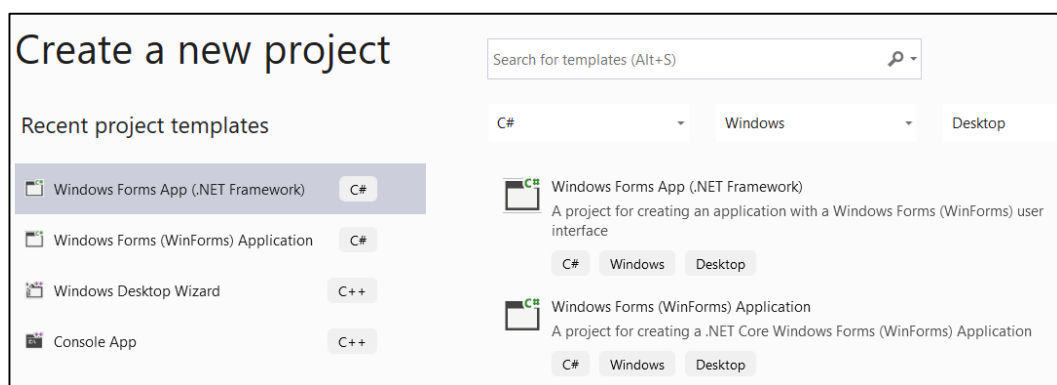
Aplikácie a softvérové riešenia využívajúce jazyk C#:

- *.NET* – platforma softvérových produktov;
- *Banshee* – multiplatformový open-source multimedialny prehrávač;
- *Beagle* – desktop prehliadací systém, pre prehľadávanie súborov, archívov, dokumentov v operačnom systéme Linux a ďalších operačných systémoch na báze UNIX;
- *Microsoft Visual Studio* – integrované vývojové prostredie;
- *Unity* – multiplatformový herný engine (vývojové prostredie) pre profesionálnu tvorbu video hier a grafických animácií; (MICROSOFT, 2022)

## 1.6 Windows Forms App - charakteristika

*Windows Forms App* je *framework* (aplikačný rámeč) spoločnosti Microsoft pre tvorbu užívateľských rozhraní pre vstavané desktop aplikácie v rámci operačného systému Windows. Spolu so integrovaným vývojovým prostredím *Visual Studio* (taktiež od spoločnosti Microsoft), patrí medzi najlepšie spôsoby tvorby a úpravy vstavaných aplikácií.

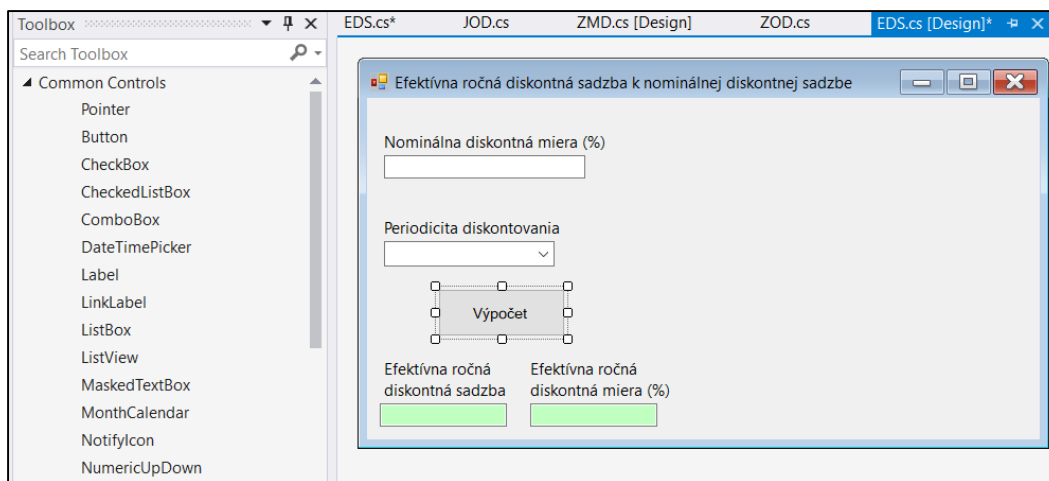
*Visual Studio* ponúka veľké množstvo šablón, líšiacich sa účelom, používaným programovacím jazykom, typom aplikácie a ďalšími kritériami, ktoré umožňujú zvoliť vhodnú šablónu pre zamýšľaný projekt. Príklad ponuky je možné vidieť na obrázku 3.



**Obrázok 3** - Voľba šablóny *Windows Forms App* vo vývojovom prostredí Microsoft *Visual Studio* (zdroj: Vlastné spracovanie)

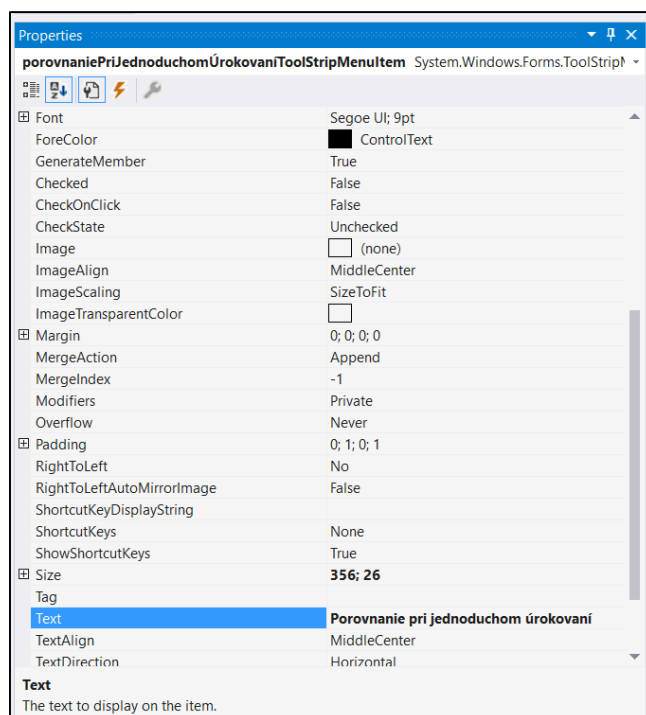
Vďaka svojmu drag-and-drop systému pridávania vizuálnych elementov je jednoduchým a efektívnym spôsobom tvorby aplikácií najmä pre začínajúcich programátorov s minimálnymi skúsenosťami a znalosťami.

Pri tvorbe aplikácie sa používateľ nemusí zaoberať detailným písaním zdrojového kódu pre vytvorenie a správanie jednotlivých elementov. Vďaka systému drag-and-drop si môže používateľ vybrať komponent, ktorý chce do svojej aplikácie pridať (napríklad tlačidlo) a jednoducho ho vložiť do *Form* (vizuálna vrstva aplikácie zobrazujúca informácie užívateľovi). Následne môžeme danému elementu zmeniť vlastnosti (veľkosť v pixeloch, názov, farbu a ďalšie). Po vložení komponentu do okna *Form* je možné daný komponent skopírovať a kópie vložiť v rámci daného okna *Form*. Pridanie komponentu *Button* z ponuky môžeme vidieť na obrázku 4.



**Obrázok 4** - Ukážka systému drag-and-drop s komponentom Button (tlačidlo) (zdroj: Vlastné spracovanie)

Windows Forms umožňuje taktiež vytvorenie a úpravu správania a reakcií jednotlivých komponentov na podnety a akcie používateľa (stlačenie zodpovedajúcej klávesy, kliknutie myši, pohyb myši). Taktiež umožňuje načasovanie akcií v závislosti od uplynutého (systémového) času pomocou komponentu (tzv. "Timer"). Príklad vlastností komponentu *ToolStripMenuItem* je uvedený na obrázku 5.



**Obrázok 5** - Prehľad správania, rozloženia a ostatných vlastností komponentu (zdroj: Vlastné spracovanie)

## ***1.7 Stručný prehľad dostupných finančných aplikácií***

V súčasnosti existuje množstvo online aplikácií pre výpočet rôznych finančných veličín (úroku z vkladu, daň z produktov a služieb, clo v prípade dovozu konkrétneho tovaru a množstvo iných).

Populárne sú najmä tzv. „úverové kalkulačky“, ktoré sú často využívané pri rozhodovaní o úvere úver, prípadne v akej inštitúcii si vziať daný úver (konkrétna banka alebo iná finančná spoločnosť), na základe vložených vstupných údajov (výška úveru, úroková miera, doba fixácie, doba splatnosti a podobne).

Ďalším obľúbeným nástrojom v oblasti financií sú tzv. „investičné kalkulačky“. Nárast ich využívania súvisí najmä s faktom, že v posledných 10 rokoch stúpol záujem bežných ľudí o investičné produkty, ako alternatívu k tradičným bankovým sporiacim účtom a termínovaním vkladom. Najmä mladšia generácia využíva tieto nástroje pri zhodnocovaní svojich úspor, prípadne pri zostavovaní rozpočtu a rozhodovaní o tom akú časť svojho príjmu chcú pravidelne investovať, prípadne aké investičné produkty by boli pre nich najvýhodnejšie.

Na slovenskom trhu ponúkajú investičné produkty mnohé bankové aj nebankové subjekty. Samotné produkty sa líšia najmä predpokladanou mierou zhodnotenia, mierou likvidity, rizikovosťou ale aj správnymi poplatkami, ktoré si inštitúcie účtujú.

### **1.7.1 Kalkulačky portálu Finančný Kompas**

*Finančný Kompas* vznikol ako spoločný projekt nezávislého finančného analytika Maroša Ovčiarika a spoločnosti PARTNERS GROUP SK s. r. o., ktorá patrí medzi popredných poskytovateľov finančných služieb a produktov v SR. Úlohou Finančného Kompasu je poskytovať základné výpočty v oblasti finančnej matematiky, porovnávať ponuky jednotlivých finančných inštitúcií a pôsobiť ako edukatívny nástroj v oblasti finančnej gramotnosti. (OVČIARIK M. & PARTNERS GROUP SK s.r.o, 2023)

Príklad investičnej kalkulačky v obrázku 6 umožňuje vypočítať predpokladanú hodnotu investície pri zadanom pravidelnom mesačnom vklade, dobe investovania a očakávanom ročnom výnose. Kalkulačka umožňuje zohľadniť výpočet aj ďalšími

premennými (napríklad správcovský, vstupný poplatok), ktoré dokážu upresniť výpočet a výsledok je tak presnejší a približuje sa reálnym očakávaniam na trhu.

**Investičná kalkulačka**

Investičná kalkulačka vám vypočíta hodnotu vašej investície, ktorú by ste mohli mať, ak by ste využili niektorý z podielových fondov. Pri pravidelnej investícii vám hodnota vašej investície narastá tak vďaka pravidelným vkladom, ako aj vďaka zhodnoteniu podielového fondu. Pri jednorazovej investícii hodnota investícií narastá vďaka zhodnoteniu. Ak chcete mať prepočty reálnejšie, zvoľte si taký očakávaný ročný výnos, ktorý niektorý z podielových fondov dosiahol. Prehľad a porovnanie niektorých z nich nájdete nižšie.

Jednorazové investovanie   
 Pravidelné investovanie   
 Miliónová kalkulačka   
 Mesačná renta

Mesačne chcem investovať

Doba

Očakávaný ročný výnos

Správcovský poplatok

Vstupný poplatok

Výstupný poplatok

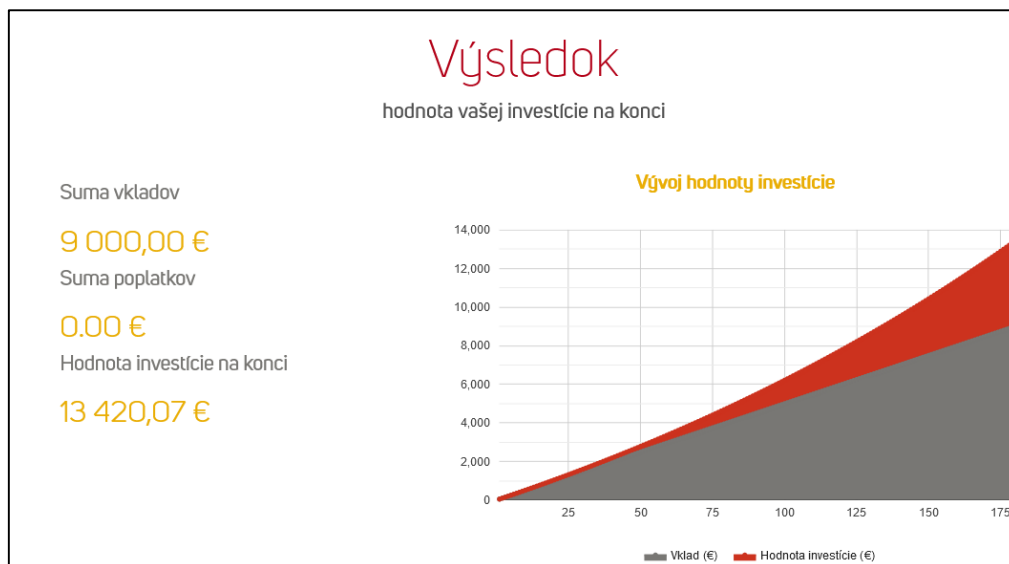
Success fee

- Základná kalkulačka

+ Pridať mimoriadny vklad

**Obrázok 6** - Investičná kalkulačka Finančný Kompas (OVČIARIK M. & PARTNERS GROUP SK s.r.o, 2023)

Ako vidíme na obrázku 7 výsledný graf zobrazuje kumulatívnu hodnotu vkladov a celkovej investície. (Spracované podľa: (OVČIARIK M. & PARTNERS GROUP SK s.r.o, 2023))



**Obrázok 7** - Výsledné hodnoty a grafické znázornenie Investičnej kalkulačky Finančný Kompas (OVČIARIK M. & PARTNERS GROUP SK s.r.o, 2023)

Na predmetnom obrázku 8 je uvedený príklad Hypotekárnej kalkulačky, v ktorej zo zadanej výšky hypotéky, dobe splatnosti a úrokovej sadzby vypočítame mesačnú splátku našej hypotéky ako aj celkovú hodnotu preplatenia hypotéky na úrokoch.

## Hypotekárna kalkulačka

Hypotekárna kalkulačka vám online vypočíta mesačnú splátku ako aj celkové preplatenie na úrokoch. Hypotekárna kalkulačka nezohľadňuje poplatky, ktoré si banky pri hypotékach účtujú. Napriek tomu kalkulačka dáva verný obraz o tom, koľko môže byť vaša mesačná splátka a koľko celkom preplatíte na úrokoch počas celej doby splácania. Ak chcete mať prepočty reálnejšie, zvolte si takú úrokovú sadzbu, ktorú niektorá z bánk aktuálne ponúka. Ich prehľad a porovnanie tých najlepších nájdete nižšie.

Hypotéka

**Hľadáte vhodnú hypotéku, ktorú si viete finančne dovoliť?**

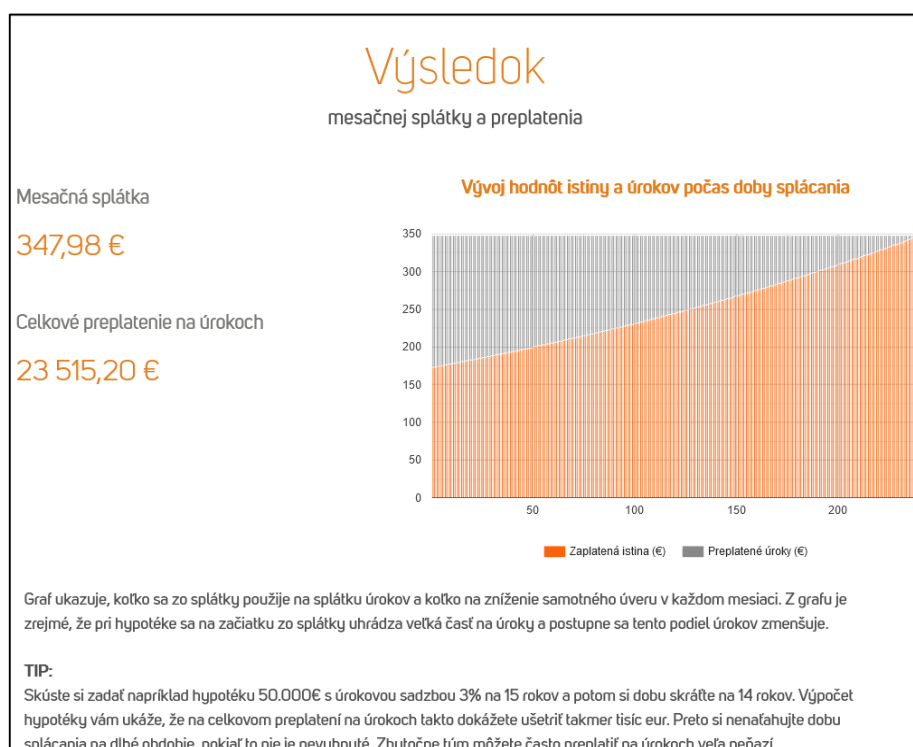
Výška hypotéky       Doba splatnosti       Úroková sadzba

 **Vypočítať pravidelnú splátku**

[Kalkulačka na odklad splátok](#)

**Obrázok 8** - Hypotekárna kalkulačka portálu Finančný Kompas pre výpočet mesačnej splátky hypotéky a celkovom preplatení na úrokoch (OVČIARIK M. & PARTNERS GROUP SK s.r.o, 2023)

Podobne ako v predošlom príklade aj v obrázku 9 kalkulačka poskytuje grafické zobrazenie. Portál finančný kompas okrem výpočtov poskytuje aj tipy, ktoré nám pomáhajú rozhodnúť sa v prípade viacerých alternatív a obohacujú nás o nové poznatky z oblasti financií a investovania, ktoré môžeme využiť aj v bežnom živote. (Spracované podľa: (OVČIARIK M. & PARTNERS GROUP SK s.r.o, 2023))



**Obrázok 9** – Výsledné hodnoty a grafické zobrazenie Hypotekárnej kalkulačky portálu Finančný Kompas (OVČIARIK M. & PARTNERS GROUP SK s.r.o, 2023)

## 1.7.2 Kalkulačky internetového portálu Peniaze.sk

Internetový portál *Peniaze.sk* je relatívne nový portál založený 1.3.2022 vydavateľstvom *NextPage Media, s. r. o.*. Ide spravodajský magazín zaoberajúci sa oblasťou osobných a rodinných financií. Okrem pravidelných správ zo sveta financií a postrehov slovenských odborníkov, ponúka portál aj širokú škálu „kalkulačiek“, umožňujúcich jednoduché a rýchle výpočty v oblasti individuálnych financií. Ich ponuku môžeme vidieť na obrázku. (PENIAZE.SK, 2023)

Všetky kalkulačky	
<b>Bývanie</b>	<ul style="list-style-type: none"><li><a href="#">Hypotekárna kalkulačka</a></li><li><a href="#">Maximálna hypotéka</a></li></ul>
<b>Dane</b>	<ul style="list-style-type: none"><li><a href="#">Daňový bonus na dieťa 2023</a></li><li><a href="#">Kalkulačka: Koľko zaplatíte na daniach a odvodoch pri predaji nehnuteľnosti</a></li><li><a href="#">Kalkulačka: Metóda na zamedzenie dvojitého zdanenia</a></li><li><a href="#">Kalkulačka: Nezdaniteľná časť základu dane na daňovníka (2022, 2023)</a></li><li><a href="#">Kalkulačka: Nezdaniteľná časť základu dane na manželku (2022, 2023)</a></li><li><a href="#">Výpočet základu dane DPH</a></li></ul>
<b>Dávky</b>	<ul style="list-style-type: none"><li><a href="#">Kalkulačka: Výpočet PN a nemocenskej dávky 2023</a></li></ul>
<b>Dôchodky</b>	<ul style="list-style-type: none"><li><a href="#">Kalkulačka na výpočet 13. dôchodku</a></li><li><a href="#">Kalkulačka na výpočet 14. dôchodku</a></li><li><a href="#">Kalkulačka na výpočet dôchodku (dôchodková dávka)</a></li><li><a href="#">Výpočet dôchodkového veku 2023 (kalkulačka)</a></li></ul>
<b>Ekonomika</b>	<ul style="list-style-type: none"><li><a href="#">Kalkulačka inflácie: Ako sa znehodnocuje euro?</a></li></ul>
<b>Investície</b>	<ul style="list-style-type: none"><li><a href="#">Investičná kalkulačka - Jednorazové investovanie</a></li><li><a href="#">Investičná kalkulačka - Koľko sporiť</a></li><li><a href="#">Investičná kalkulačka - Mesačná renta</a></li><li><a href="#">Investičná kalkulačka - Pravidelné investovanie</a></li></ul>
<b>Mzda a zamestnanie</b>	<ul style="list-style-type: none"><li><a href="#">Nárok na dovolenku v roku 2023 (kalkulačka)</a></li><li><a href="#">Výpočet čistej mzdy 2023</a></li><li><a href="#">Výpočet hrubej mzdy 2023</a></li><li><a href="#">Výpočet stravného na služobnej ceste</a></li><li><a href="#">Výpočet stravného na zahraničnej služobnej ceste</a></li></ul>
<b>Pôžičky</b>	<ul style="list-style-type: none"><li><a href="#">Kalkulačka na výpočet splátky úveru</a></li><li><a href="#">Kalkulačka splácania úveru</a></li></ul>
<b>Sporenie</b>	<ul style="list-style-type: none"><li><a href="#">Kalkulačka pravidelného sporenia</a></li><li><a href="#">Kalkulačka: Nominálna hodnota úrokov</a></li><li><a href="#">Kalkulačka: Výpočet doby sporenia</a></li><li><a href="#">Výška štátnej prémie zo stavebného sporenia</a></li><li><a href="#">Zložené a pásmové úročenie</a></li></ul>
<b>Spotrebiteľ</b>	<ul style="list-style-type: none"><li><a href="#">Kalkulačka na výpočet percent</a></li></ul>
<b>Účty a karty</b>	<ul style="list-style-type: none"><li><a href="#">Kalkulačka bankových poplatkov</a></li><li><a href="#">Kalkulačka prevodu mien</a></li></ul>

Obrázok 10 - Ponuka "Kalkulačiek" portálu Peniaze.sk (PENIAZE.SK, 2023)

Okrem štandardných hypotekárnych a investičných výpočtov, je portál vhodný aj na výpočet v oblastiach miezd (hrubej aj čistej), inflácie, daní, dôchodkov a ďalších problematik s ktorými sa v ekonomickom a finančnom svete bežne stretávame.

Obrázok 11 znázorňuje výpočet mesačného vkladu pri pravidelnom investovaní. Zo zadanej očakávanej budúcej hodnoty, doby, počas ktorej chcem investovať a očakávaného percentuálneho ročného výnosu, nám kalkulačka vypočíta výšku vkladu, ktorý by sme mali počas zvoleného obdobia mesačne investovať. (Spracované podľa: (PENIAZE.SK, 2023))

**Vypočítajte si, koľko potrebujete mesačne investovať, aby ste dosiahli vysnívanú sumu**

Chcete vedieť, koľko potrebuje investovať a ako dlho, aby ste sa dopracovali k vysnívanému miliónu? Možno budete prekvapení, ako málo stačí mesačne sporiť, ak nájdete vhodný fond s dobrým zhodnotením. Aj s priemerným platom môžete byť nakoniec milionárom. Pre čo najpresnejšie výsledky môžete zvoliť fond s reálnym výnosom.

Reklama

Jednorázové   Pravidelné   **Kolko sporit**   Mesačná renta

**Kolko sporit**

Na konci chcem mať:

Doba:

Očakávaný výnos:

**Vypočítať**

**Výška mesačného vkladu: 280,81 €**

Obrázok 11 - Výpočet priemerného mesačného vkladu pre dosiahnutie požadovaného budúceho výnosu (PENIAZE.SK, 2023)

Na obrázku 12 vidíme kalkulačku pre výpočet zloženého úročenia pri zadanom počiatocnom vklade, úrokovej sadzbe, frekvencií úročenia a pripisovania úrokov a doby úročenia. Okrem vypočítanej konečnej hodnoty nám kalkulačka poskytuje aj informáciu o konečnej hodnote vkladu pri jednoduchom úrokovaní a zvýrazní rozdiel vkladov medzi jednoduchým a zloženým úročením. (Spracované podľa: (PENIAZE.SK, 2023))

## Zložené a pásmové úročenie - Kalkulačka

Skúšali ste si niekedy sami spočítať zložené alebo pásmové úročenie napríklad pri sporiacom účte, termínovanom vklade alebo akomkoľvek ďalšom sporiacom produkte? Ide o komplikovaný vzorec výpočtu, ktorý počíta nielen so samotnou istinou, ale aj úročením pravidelne pripisovaného úroku. Naša unikátna kalkulačka pásmového a zloženého úročenia vám však pomôže vypočítať váš výnos presne a to aj pri zloženom a pásmovom úročení.

[Viac...](#)

Reklama

### Zložené a pásmové úročenie

Typ výpočtu:

Zložené úročenie – konečný

Počiatočná čiastka:

4 900 €

Úroková sadzba:

2,5 %

Frekvencia úročenia:

Polročne

Doba úročenia:

5 rokov

Frekvencia pripisovania úrokov:

Polročne

Prepočítať

**Konečná čiastka:**

**6 272 €**

V prípade jednoduchého úročenia by konečná čiastka bola 6 125 €, to je o 147 € menej.

Obrázok 12 - Výpočet zloženého úročenia zadaného vkladu (PENIAZE.SK, 2023)

### 1.7.3 Viacúčelová aplikácia „Calculator.net“

V súčasnej dobe sa do povedomia širšej verejnosti dostávajú najmä online aplikácie, ktoré ponúkajú výpočty rôznych problematík v oblasti financií. Taktiež oboznamujú užívateľa so základnými pravidlami a postupmi výpočtu, prípadne vysvetľujú problematiku tak, aby aj bežný človek dokázal pochopiť základné princípy.

V prípade diskontovania, sú zahraničné aplikácie (v anglickom jazyku), ktoré umožňujú výpočet diskontovania (spravidla cash-flow) a pomáhajú pri rozhodovaní

o prípadnej návratnosti investícií. Tieto aplikácie sú spravidla prispôbené zahraničnej legislatíve a pravidlám (napríklad daňové právo USA). Z tohto dôvodu môžu byť aj ponúkané možnosti parametrov pri výpočtoch špecifické a nemusia sa zhodovať zo slovenskou legislatívou.

Príkladom tohto typu je aplikácia „Calculator.net“ od spoločnosti Maple Tech International LLC.

Táto aplikácia ponúka množstvo tzv. “calculators“ pre výpočet rôznych operácií z oblasti financií. Medzi najpoužívanejšie patria výpočty úrokov, úrokových mier (pri jednoduchom aj zloženom úrokovaní), návratnosť investície. Taktiež ponúka aj výpočet čistej mzdy, spotrebných daní, súčasnej a budúcej hodnoty investície a mnoho ďalších.

Popri výpočtoch aplikácie, zobrazuje aj jednoduché a prehľadné grafy a základný popis a vysvetlenie danej problematiky.

Pri použití tejto aplikácie si používateľ musí uvedomiť, že aplikácia je prispôbená zvykom a pravidlám USA, čo sa odzrkadľuje aj v požadovaných vstupných dátach a ponúkaných možnostiach pri voľbe údajov (výnimky z daní, odpočítateľné položky, periodicita úrokovania a mnoho ďalších). (Spracované podľa: (MAPLE TECH. INTERNATIONAL, 2008)

Na obrázku 13 je uvedený príklad výpočtu ekvivalentných sadzieb. Znáznorňuje výpočet ekvivalentnej sadzby zo zadanej ľubovoľnej úrokovej sadzby a periódy úročenie. Výslednú ekvivalentnú sadzbu taktiež môžeme požadovať za zvolenú úrokovú periódu.

**Compound Interest Calculator**

The *Compound Interest Calculator* below can be used to compare or convert the interest rates of different compounding periods. Please use our [Interest Calculator](#) to do actual calculations on compound interest.

**Result**

8% compound monthly (APR) is equivalent to **8.29995%** compound annually (APY).

Input Interest	Compound	Output Interest	Compound
8%	Monthly (APR)	8.29995%	Annually (APY)

Calculate

**Obrázok 13** - Výpočet ročnej úrokovej sadzby zo zadanej mesačnej úrokovej sadzby pri zloženom úrokovaní pomocou aplikácie „Calculator.net“ (MAPLE TECH. INTERNATIONAL, 2008)

Popri výpočtoch aplikácia zobrazuje aj základný popis a vysvetlenie danej problematiky. Taktiež demonštruje problematiku na jednoduchých a pochopiteľných vzorových príkladoch, na obrázku 14 je uvedený popis a príklady pre vysvetlenie problematiky zloženého úroku. (Spracované podľa: (MAPLE TECH. INTERNATIONAL, 2008))

**What is compound interest?**

Interest is the cost of using borrowed money, or more specifically, the amount a lender receives for advancing money to a borrower. When paying interest, the borrower will mostly pay a percentage of the principal (the borrowed amount). The concept of interest can be categorized into simple interest or compound interest.

Simple interest refers to interest earned only on the principal, usually denoted as a specified percentage of the principal. To determine an interest payment, simply multiply principal by the interest rate and the number of periods for which the loan remains active. For example, if one person borrowed \$100 from a bank at a simple interest rate of 10% per year for two years, at the end of the two years, the interest would come out to:

$$\$100 \times 10\% \times 2 \text{ years} = \$20$$

Simple interest is rarely used in the real world. Compound interest is widely used instead. Compound interest is interest earned on both the principal and on the accumulated interest. For example, if one person borrowed \$100 from a bank at a compound interest rate of 10% per year for two years, at the end of the first year, the interest would amount to:

$$\$100 \times 10\% \times 1 \text{ year} = \$10$$

At the end of the first year, the loan's balance is principal plus interest, or \$100 + \$10, which equals \$110. The compound interest of the second year is calculated based on the balance of \$110 instead of the principal of \$100. Thus, the interest of the second year would come out to:

$$\$110 \times 10\% \times 1 \text{ year} = \$11$$

The total compound interest after 2 years is \$10 + \$11 = \$21 versus \$20 for the simple interest.

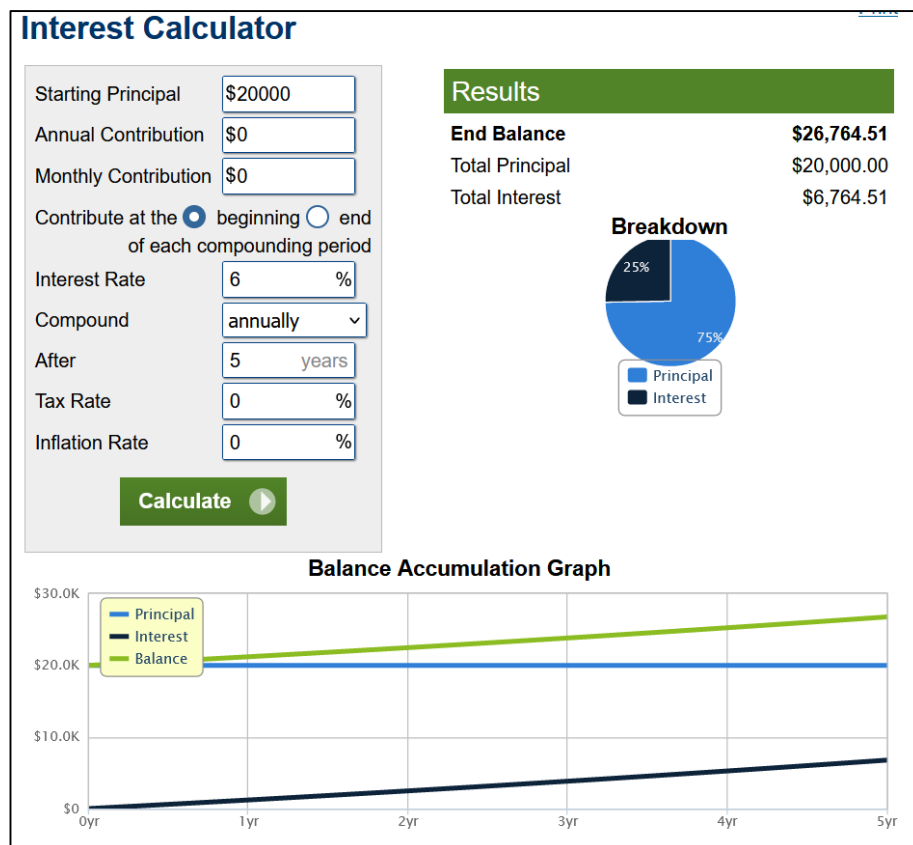
Because lenders earn interest on interest, earnings compound over time like an exponentially growing snowball. Therefore, compound interest can financially reward lenders generously over time. The longer the interest compounds for any investment, the greater the growth.

As a simple example, a young man at age 20 invested \$1,000 into the stock market at a 10% annual return rate, the S&P 500's average rate of return since the 1920s. At the age of 65, when he retires, the fund will grow to \$72,890, or approximately 73 times the initial investment!

While compound interest grows wealth effectively, it can also work against debtholders. This is why one can also describe compound interest as a double-edged sword. Putting off or prolonging outstanding debt can dramatically increase the total interest owed.

*Obrázok 14 - Vysvetlenie zloženého úrokovania aj s ukázkovými príkladmi (MAPLE TECH. INTERNATIONAL, 2008)*

Aplikácia umožňuje aj zložitejšie výpočty ako je napríklad kumulatívna hodnota investície, pri ktorej okrem základných údajov (počiatočný vklad, výška pravidelného vkladu, úroková miera a podobne), môžeme do výpočtu zahrnúť aj faktory ktoré nie vždy vnímame alebo priamo ovplyvňujeme, a však napriek tomu ovplyvňujú samotný výpočet (miera zdanenia, miera inflácie a podobne). Okrem výsledných číselných údajov nám aplikácia poskytuje aj grafické znázornenie vrátane vývoja investície v čase. Obrázok 15 znázorňuje pokročilý výpočet hodnoty investície. (Spracované podľa: (MAPLE TECH. INTERNATIONAL, 2008), (MAPLE TECH. INTERNATIONAL, 2008))



**Obrázok 15** - Výpočet úroku z vkladu pri zadaných hodnotách pravidelných vkladov, úrokovej miery, periódy úrokovania a ďalších parametrov (MAPLE TECH. INTERNATIONAL, 2008)

Aplikáciu pre účel diskontovania zmieniek prípadne ďalších súvisiacich operácií (výpočet ekvivalentných diskontných a úrokových sadzieb) sme v súčasnej dobe nezaznamenali.

## 2 CIEĽ PRÁCE

Cieľom bakalárskej práce je vytvoriť užívateľsky nenáročnú aplikáciu v C# použiteľnú v oblasti diskontovania, ktorá graficky znázorňuje vývoj diskontovaných hodnôt v čase a porovnáva ich pri rôznych typoch diskontovania.

Na dosiahnutie zadaného cieľa sme museli splniť nasledovné čiastkové ciele:

- načrtnúť problematiku finančného diskontovania, prezentovať situácie a produkty (cenné papiere) súvisiace s diskontovaním;
- stručne opísať a prezentovať vhodné techniky a postupy programovacieho jazyka C# (šablóny Windows Forms App), ktoré sú potrebné pre úspešné vytvorenie užívateľsky prívetivej a zrozumiteľnej aplikácie;
- naprogramovať jednotlivé výpočty do podoby funkčnej aplikácie;
- analyzovať a vyriešiť komplexné programovacie problémy, potrebné pre umožnenie a zjednodušenie využívania aplikácie;
- vysvetliť za pomoci manuálu možnosti, pravidlá a obmedzenia aplikácie pre používateľa;
- demonštrovať na vzorových príkladoch správanie aplikácie a porovnať ju s manuálnym riešením;

### 3 METODIKA

Pre vytvorenie funkčnej aplikácie budeme spracovávať matematické postupy a vzorce z oblasti diskontovania, ktoré budeme následne implementovať a transformovať pomocou jazyka C# v rámci frameworku Windows Forms Apps do funkčnej a použiteľnej aplikácie.

#### 3.1 Diskontovanie pri jednoduchom úrokovaní

V rámci diskontovania pri jednoduchom úrokovaní je zo známej *splatnej* (budúcej) hodnoty (označujeme  $K_n$ ) vypočítaná *diskontovaná* (prítomná) hodnota (označujeme  $K_0$ )

V prípade ak je diskontovaná hodnota nie je totožná so splatnou hodnotou (remitent zmenky požaduje od trasanta vyplatenie pred dátumom splatnosti uvedenom na zmenke), je od splatnej hodnoty odpočítaná suma v závislosti od zostávajúcej dĺžky obdobia medzi prítomnou dobou a dobou splatnosti.

Rozdiel medzi splatnou hodnotou a diskontovanou hodnotou sa nazýva diskontom (označujeme  $D$ ). (HUŤKA, V. - INSTITORIS, J. - MOJŽÍŠOVÁ, E., 1998), (HUŤKA, V. - PELLER, F., 2010)

$$D = K_n - K_0 \quad (1)$$

##### Matematický diskont

Ak v rámci výpočtu diskontovanej hodnoty  $K_0$  pripočítame úroky k diskontovanej hodnote hovoríme o tzv. *matematickom diskonte*. V rámci výpočtu, diskontovanú hodnotu  $K_0$  vyjadríme pomocou splatnej hodnoty  $K_n$ , úrokovej miery (označujeme  $i$ ) a počtu období (označujeme  $n$ ) (počet období je vyjadrený v rokoch, resp. v násobkoch roka)

$$K_0 = \frac{K_n}{1 + in} \quad (2)$$

$$D_m = K_n - K_0 = K_n - \frac{K_n}{1 + in} = \frac{K_n + K_n in - K_n}{1 + in} \quad (3)$$

Po úprave dostávame vzorec pre matematický diskont v tvare:

$$D_m = K_n \frac{in}{1 + in} \quad (4)$$

Veľkosť matematického diskontu z 1 p. j. za 1 úrokovú periódu označujeme ako *diskontný faktor* (označujeme  $v$ ) a je vyjadrený ako:

$$v = \frac{1}{1 + i} \quad (5)$$

Výsledkom súčinu diskontného a úrokového (označujeme  $r$ ) faktora je hodnota 1 :

$$rv = (1 + i) \frac{1}{1 + i} = 1 \quad (6)$$

Na základe toho faktu sú operácie úročenia a diskontovania navzájom inverzné. (HUŤKA, V. - INSTITORIS, J. - MOJŽÍŠOVÁ, E., 1998), (HUŤKA, V. - PELLER, F., 2010)

### Obchodný diskont

*Obchodný* (bankový) *diskont* (označujeme  $D_o$ ) sa narozdiel od matematického diskontu využíva v bankovej praxi využíva častejšie (napr. pri eskonte zmeniek). Hlavným rozdielom je fakt, že úroky, ktoré si finančná inštitúcia (banka) ponecháva tzv. *obchodný* (bankový) *diskont*, ktorý je ale počítaný zo *splatnej hodnoty*  $K_n$ .

Sadzba pre výpočet obchodného diskontu sa nazýva (obchodná) *diskontná sadzba* (označujeme  $d$ ), ktorá má určenú úrokovú periódu.

Obchodný diskont  $D$  teda výpočítame zo splatnej hodnoty  $K_n$  diskontnej sadzby  $d$  a obdobia úročenia  $n$ . (HUŤKA, V. - INSTITORIS, J. - MOJŽÍŠOVÁ, E., 1998), (HUŤKA, V. - PELLER, F., 2010)

$$D_o = K_n dn \quad (7)$$

Diskontnú hodnotu  $K_0$  určíme pomocou obchodného diskontu  $D$

$$K_0 = K_n - D_o = K_n - K_n dn = K_n(1 - dn) \quad (8)$$

Splatnú hodnotu  $K_n$  určíme vyjadrením z posledného vzorca

$$K_n = \frac{K_0}{(1 - dn)} \quad (9)$$

### Porovnanie matematického a obchodného diskontu

Pre porovnanie uvažujme že obchodná diskontná sadzba  $d$  obchodného diskontu (označujeme  $D_o$ ) je rovná úrokovej miere  $i$  matematického diskontu (označujeme  $D_m$ ). Diskonty vyjadríme nasledovnými rovnicami

$$D_o = K_n in \quad (10)$$

$$D_m = K_n \frac{in}{1 + in} \quad (11)$$

Po vyjadrení pomocou splatnej hodnoty splatnej hodnoty  $K_n$  dostávame rovnicu

$$D_m = \frac{D_o}{1 + in} \quad (12)$$

A vzhľadom na fakt, že  $in > 0$ , platí, že obchodný diskont je väčší ako matematický

$$D_o > D_m \quad (13)$$

Diskontovanie pri jednoduchom úročení sa používa najmä pri práci s cennými papiermi (krátkodobými) na *peňažnom trhu* (s dobou splatnosti nepresahujúcou 1 rok). Ako príklady krátkodobých cenných papierov môžeme uviesť: zmenky, depozitné certifikáty, bankové akcepty.

V prípade *kapitálového* (dlhodobého) *trhu* sa pre výpočty využíva diskontovanie pri *zloženom úročení*. (HUŤKA, V. - INSTITORIS, J. - MOJŽIŠOVÁ, E., 1998), (HUŤKA, V. - PELLER, F., 2010)

### **3.2 Diskontovanie pri zloženom úročení**

Pri diskontovaní s jednoduchým úročením doba za ktorú sa počíta diskont nepresahuje úrokovú periódu. Pri zloženom úročení je doba pre ktorú diskont počítame väčšia ako úroková perióda. Vzhľadom na tento fakt, musíme brať do úvahy aj tzv. „úroky z úrokov“.

### Matematický diskont

Podobne ako pri jednoduchom úročení aj pri zloženom je matematický diskont rovný rozdielu splatnej a diskontovanej hodnoty.

$$D_m = K_n - K_0 \quad (14)$$

V prípade viacerých konverzií v rámci roka (napr. na báze mesačnej, týždennej, štvrťročnej ... ) môžeme vyjadriť túto veličinu ako  $m$ , ktorá označuje počet konverzií v rámci 1 roka (napr. mesačne ( $m=12$ ), týždenne ( $m=52$ ), štvrťročne ( $m=4$ )...). Vzhľadom na túto skutočnosť môžeme potom vyjadriť diskontovanú hodnotu  $K_0$  pomocou splatnej hodnoty  $K_n$  pri úrokovej sadzbe nasledovne:

$$K_0 = K_n \left(1 + \frac{i}{m}\right)^{mn} \quad (15)$$

Veľkosť diskontného faktoru  $v$  môžeme vyjadriť podobne ako pri jednoduchom úročení: (HUŤKA, V. - INSTITORIS, J. - MOJŽÍŠOVÁ, E., 1998), (HUŤKA, V. - PELLER, F., 2010)

$$v = \frac{1}{1+i} \quad (16)$$

### Obchodný diskont

Obchodný diskont sa určuje ako úroky zo splatnej hodnoty  $K_n$  pri diskontnej sadzbe  $d$ .

Pre výpočet obchodného diskontu  $D_0$  určíme diskontovanú hodnotu  $K_j$  ako diskontovanú hodnotu nasledujúceho obdobia  $K_{j+1}$  od ktorej odpočítame úroky. Následne dostaneme rovnice:

$$K_{n-1} = K_n - K_n d = K_n (1 - d) \quad (17)$$

$$K_{n-2} = K_{n-1} - K_{n-1} d = K_{n-1} (1 - d) = K_n (1 - d)^2 \quad (18)$$

$$K_0 = K_n (1 - d)^n \quad (19)$$

Po dosadení rovnice pre diskontnú hodnotu  $K_0$  do vzorca určíme obchodný diskont pre zložené úrokovanie:

$$D_0 = K_n - K_0 = K_n - K_n(1 - d)^n = K_n[1 - (1 - d)]^n \quad (20)$$

V prípade zloženého úrokovania je použitie Obchodného diskontu veľmi kontroverzné, keďže diskont je počítaný z vyššej sumy a rozdiel oproti matematickému je značný. Pri krátkodobých finančných operáciách, kde je používané jednoduché úrokovanie, je rozdiel obchodného a matematického diskontu relatívne malý. (HUŤKA, V. - INSTITUTORIS, J. - MOJŽÍŠOVÁ, E., 1998), (HUŤKA, V. - PELLER, F., 2010)

### 3.3 Efektívna a nominálna diskontná sadzba

*Efektívna diskontná sadzba* je sadzba stanovená pre danú časovú periódu.

*Nominálna diskontná sadzba*  $d^{(m)}$  je sadzba konvertibilná  $m$  krát do roka tak, že efektívna diskontná sadzba v intervale  $\frac{1}{m}$  je  $\frac{d^{(m)}}{m}$ .

Potom *diskontovaná hodnota* z 1 p. j. za interval  $\frac{1}{m}$  je :

$$1 - \frac{d^{(m)}}{m} \quad (21)$$

A *diskontovaná hodnota* z 1 p. j. za 1 rok je:

$$\left[1 - \frac{d^{(m)}}{m}\right]^m \quad (22)$$

Následne môžeme vyjadriť diskontovanú hodnotu  $K_0$  zo splatnej hodnoty  $K_n$  za obdobie  $n$  rokov :

$$K_0 = K_n \left[1 - \frac{d^{(m)}}{m}\right]^{mn} \quad (23)$$

Ak za  $d$  uvažujeme efektívnu ročnú diskontnú sadzbu a  $d^{(m)}$  nominálnu diskontnú sadzbu pri  $m$  konverziách v rámci roka, potom môže ich vzťah vyjadriť nasledovnou rovnicou:

$$K_n(1-d)^n = K_n \left[1 - \frac{d^{(m)}}{m}\right]^{mn} \quad (24)$$

Po úprave rovnice dostaneme vzorec na výpočet nominálnej diskontnej sadzby pri  $m$  obdobiach  $d^m$  resp. efektívnej ročnej diskontnej sadzby  $d$  (HUŤKA, V. - INSTITORIS, J. - MOJŽÍŠOVÁ, E., 1998), (HUŤKA, V. - PELLER, F., 2010)

$$d^m = m \left[1 - (1-d)^{\frac{1}{m}}\right] \quad (25)$$

$$d = 1 - \left[1 - \frac{d^{(m)}}{m}\right]^m \quad (26)$$

### 3.4 Ekvivalentná úroková a diskontná sadzba

Ak pri diskontovaní použijeme pre výpočet matematického a obchodného diskontu sadzby s rovnakou hodnotou, diskontovaná hodnota vypočítaná matematickým diskontovaním je väčšia ako diskontovaná hodnota vypočítaná obchodným diskontovaním.

Ak požadujeme aby pri rovnakej splatnej hodnote  $K_n$  a rovnakej dobe diskontovania  $n$  dávali úroková sadza  $i$  a diskontná sadzba  $d$  rovnakú diskontovanú hodnotu  $K_0$ , musia byť tieto sadzby tzv. *ekvivalentné*.

Úrokovú a diskontnú sadzbu nazývame *ekvivalentnými* ak sa rovnajú ich diskontované hodnoty  $K_0$  podľa vzorca:

$$\frac{K_n}{1+in} = K_n(1-dn) \quad (27)$$

Po úprave tohto vzorca získavame vzťah:

$$\frac{1}{1+in} = 1-dn \quad (28)$$

Zo rovnice (28) vyjadríme ekvivalentnú diskontnú sadzbu  $d$  a ekvivalentnú úrokovú sadzbu  $i$  nasledovne:

$$i = \frac{d}{1 - dn} \quad (29)$$

Respektíve:

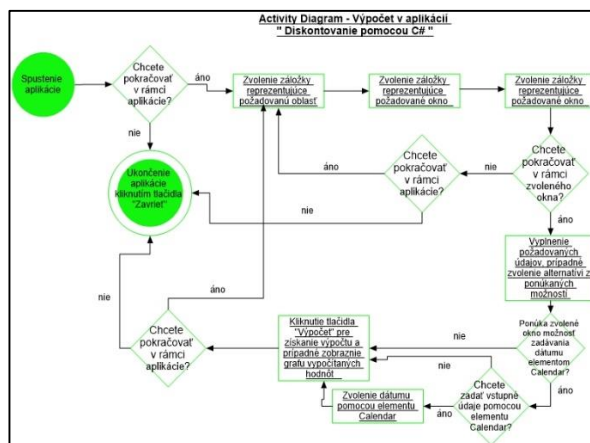
$$d = \frac{i}{1 + in} \quad (30)$$

Úrokové a diskontné sadzby pre, ktoré platia vzorce (29) a (30) sa nazývajú *ekvivalentnými*. (HUŤKA, V. - INSTITORIS, J. - MOJŽÍŠOVÁ, E., 1998) (HUŤKA, V. - PELLER, F., 2010)

### 3.5 Návrh aplikácie a schéma vykonávaných aktivít v aplikácii

Aplikácia je navrhnutá tak, aby bolo používateľovi umožnené jednoducho a intuitívne sa v jej rámci pohybovať. Možnosť vykonávania viacerých výpočtov paralelne je taktiež podmienkou fungovania, pričom aplikácia by nemala vykazovať viditeľné známky systémových prerušení a neskorých odoziev na používateľove akcie.

Obrázok 16 je príkladom prechodu aplikáciou, znázornené postupy a akcie sú zobrazené pomocou diagramu aktivít. Tento diagram zobrazuje len demonštračný príklad prechodu aplikáciou a nemusí byť relevantní pre všetky možnosti aktivít a funkcionalít, ktoré aplikácia ponúka.



Obrázok 16 - Diagram aktivít demonštračného príkladu prechodu aplikáciou (zdroj: Vlastné spracovanie)

### 3.6 Ukážka častí zdrojového kódu

V nasledujúcej časti ukážeme a popíšeme časti zdrojového kódu, ktoré zabezpečujú matematické operácie pre správny výpočet a grafické zobrazenie hodnôt. Tiež priblížime inicializáciu a komunikáciu medzi jednotlivými typmi okien.

Na obrázku 17 je uvedený príklad definícií premenných. Uvedené premenné sú definované ako premenné dátového typu *Double*, pre vloženie desatinných čísel s dostatočnou presnosťou. Vstupné hodnoty zadané používateľom sú do premenných vkladané ako konverzie hodnôt typu *String*, ktoré používateľ zadal do príslušných textových polí pre vstupné údaje. Následne je vykonaný výpočet pomocou matematických operácií, z ktorých získame *matematický diskont* a *diskontovanú hodnotu*. Tieto hodnoty sú na záver zobrazované opäť do textových polí (reprezentujúce premenné *textBox4* a *textBox5*), pričom sú pomocou funkcie *Math.Round* zaokrúhľované matematicky na 2 desatinné miesta a funkciou *ToString* konvertované na dátový typ *String* tak, aby ich bolo možné používateľovi zobrazit'.

```
185 // nactanie hodnot z textovych poli
186 Double splatna_hodnota = double.Parse(text1);
187 Double urokovna_miera = double.Parse(text2) / 100.00;
188 Double doba_diskontovania = 0.0;
189 Double doba_vlozena = 0.0;
190 doba_vlozena = double.Parse(text3);
191 doba_diskontovania = double.Parse(text3)/perioda;
192 // vypočet diskontu
193 Double diskont = splatna_hodnota * ((urokovna_miera * doba_diskontovania) / (1 + urokovna_miera * doba_diskontovania));
194 Double diskontovana_hodnota = splatna_hodnota - diskont;
195 // vysledok - diskont
196 textBox4.Text = Math.Round(diskont,2).ToString("0.00");
197 // vysledok - diskontovana hodnota
198 textBox5.Text = Math.Round(diskontovana_hodnota,2).ToString("0.00");
```

**Obrázok 17** - Výpočet diskontu a diskontovanej hodnoty pri jednoduchom matematickom diskontovaní v jazyku C# (zdroj: Vlastné spracovanie)

Na obrázku 18 znázornená privátna, programátorom vytvorená funkcia *Diskontovana\_hodnota\_v\_case*, slúži k výpočtu diskontovanej hodnoty pri zadaných premenných *splatna\_hodnota*, *diskontna\_miera*, *doba\_diskontovania* a v znázornenom prípade *rok* (v prípade diskontovania pri jednoduchom úrokovani diskontovania by bol výpočet realizovaný pre používateľom zvolenú periódu), v ktorom chceme danú diskontovanú hodnotu vypočítať. Funkcia *Math.Pow* slúži k umocneniu zvoleného základu na zvolený koeficient. Výsledok výpočtu je uložený v premennej *vysledok*, ktorá je pomocou príkazu *return*, vrátená ako návratová hodnota pri každom volaní funkcie. Táto hodnota je následne používaná pri grafickom zobrazovaní priebehu diskontovanej hodnoty v čase.

```

27 private double Diskontovana_hodnota_v_case(double splatna_hodnota, double diskontna_miera, double doba_diskontovania, double rok)
28 {
29     double vysledok = 0.0;
30     double doba = doba_diskontovania - rok;
31     vysledok = splatna_hodnota * (Math.Pow((1.00 - diskontna_miera), doba));
32     return vysledok;
33 }

```

**Obrázok 18** – Programátorom vytvorená funkcia na výpočet diskontovanej hodnoty v čase pri zloženom obchodnom diskontovaní (zdroj: Vlastné spracovanie)

Cyklus v obrázku 19 slúži ku grafickému vykresleniu diskontovanej hodnoty v čase pre matematický a obchodný diskont pri jednoduchom úrokovani a splanej hodnoty. Premennou *chart1* je označený komponent vykresľujúci grafy. Pomocou funkcie *AddXY* vykresľujeme graf pomocou bodov, pričom prvým parametrom je súradnica *x* a druhým parametrom je súradnica *y*, ktorá je počítaná pomocou privátnej funkcie *Diskontovana\_hodnota\_v\_case*, v karteziánskej súradnicovej sústave grafu. Podmienka *if* zaručuje, že v prípade ak znázorňujeme bod vypočítanej diskontovanej hodnoty, tak okrem čiarového grafu zobrazí aj bodku ktorá zvýrazní danú hodnotu na grafe voči ostatným hodnotám.

```

for (int i = 1; i <= doba; i++)
{
    int j = (doba - i) + 1;
    chart1.Series["?0 pri matematickom diskontovaní"].Points.AddXY(j, Diskontovana_hodnota_v_case_matematicka(splatna_hodnota, urokovna_miera, doba_vlozena, (i - 1), perioda));
    chart1.Series["?0 pri obchodnom diskontovaní"].Points.AddXY(j, Diskontovana_hodnota_v_case_obchodna(splatna_hodnota, diskontna_miera, doba_vlozena, (i - 1), perioda));
    chart1.Series["Splatná hodnota"].Points.AddXY(j, splatna_hodnota);
    if (i == 1)
    {
        chart1.Series["Hodnota pred dobou splatnosti matematická"].Points.AddXY(j, Diskontovana_hodnota_v_case_matematicka(splatna_hodnota, urokovna_miera, doba_vlozena, (i - 1), perioda));
        chart1.Series["Hodnota pred dobou splatnosti obchodná"].Points.AddXY(j, Diskontovana_hodnota_v_case_obchodna(splatna_hodnota, diskontna_miera, doba_vlozena, (i - 1), perioda));
    }
}

```

**Obrázok 19**- Zdrojový kód pre grafické vykresľovanie porovnania matematického a obchodného diskontu pri jednoduchom úrokovani (zdroj: Vlastné spracovanie)

Funkcia v obrázku 20 slúži k vytvoreniu a následnému zobrazeniu okna „*Ekvivalencia efektívnej a nominálnej diskontnej sadzby*“ z ponuky hlavného menu. V prípade ak už okná toho typu boli otvorené alebo ešte sú otvorené a zobrazené, tak dané okno pridá k svojmu názvu číslo, ktoré reprezentuje, v poradí koľké okno daného typu sme práve otvorili od spustenia aplikácie. Kontrolu počtu otvorení zabezpečuje premenná *eds*, ktorá sa príkazom *++*; zvyšuje svoju o hodnotu 1 pri každom vytvorení okna „*Ekvivalencia efektívnej a nominálnej diskontnej sadzby*“.

```

private void ekvivalentnáEfektivnáRočnáDiskontnáSadzbaKNomínálnejDiskontnejSadzbeToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)
{
    eds++;
    EDS form = new EDS();
    form.Show();
    if (eds > 1)
    {
        form.Text = "Ekvivalencia efektívnej a nominálnej diskontnej sadzby (" + eds + ")";
    }
    else
        form.Text = "Ekvivalencia efektívnej a nominálnej diskontnej sadzby";
}

```

**Obrázok 20** - Funkcia pre otvorenie okna "Ekvivalencia efektívnej a nominálnej diskontnej sadzby" (zdroj: Vlastné spracovanie)

### 3.7 Komplexné programovacie problémy a ich riešenia

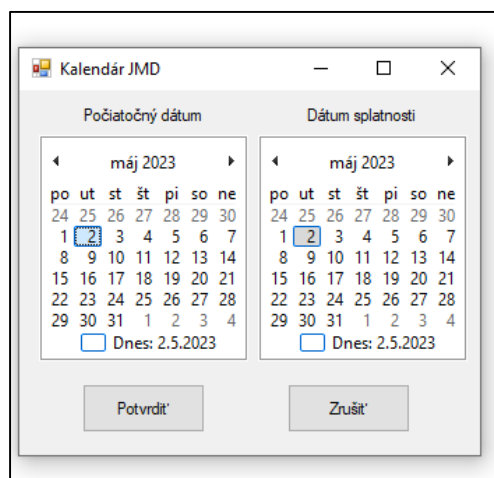
V tejto podkapitole sa budeme zaoberať komplexnými problémami, ktoré nastali počas vývoja a programovania aplikácie a popíšeme si spôsoby ich riešenia.

#### Implementácia komponentu MonthCalendar

Pre presné zadávanie doby diskontovania (v prípade diskontovania pri jednoduchom úrokovaní) je nutné použiť taký nástroj, ktorý bude schopný čo najpresnejšie zaznamenať zvolené časové obdobie. Ideálnym elementom šablóny *Windows Forms Apps* je komponent *MonthCalendar*. Tento komponent umožňuje vybrať dátum spôsobom virtuálneho kalendára, vďaka čomu je ideálne pre zvolenie obdobia pri riešení úloh.

Problémom pri implementácii bola najmä skutočnosť, že tento komponent okupuje podstatnú časť priestoru okna a z toho dôvodu nemôže byť umiestnený priamo v okne, kde sa vykonávajú výpočty operácií.

Riešením problému bolo pridanie tlačidla, ktoré umožňovalo zobrazenia 2 komponentov *MonthCalendar* v samostatnom okne. V tomto okne môže používateľ zvoliť časový interval pomocou zadania počiatočného dátumu a dátumu doby splatnosti. Po ich potvrdení sa v okne v ktorom používateľ Kalendár otvoril, zvolený interval vloží na miesto vloženia doby diskontovania. Príklad kalendárov pre zadanie doby pre výpočet jednoduchý matematického diskontu je uvedený v obrázku 21.



**Obrázok 21** - Príklad otvorenia elementu *MonthCalendar* v okne *Matematický diskont pri JU* (zdroj: Vlastné spracovanie)

Vzhľadom k faktu, že triedy pre výpočet operácií vytvárajú okno pre komponent *MonthCalendar* s nastaveným unikátnym označením, môže byť v rámci viacerých paralelne otvorených výpočtových okien rovnakého typu, otvorené len 1 okno *MonthCalendar* daného typu operácie. V prípade otvorenia 1 inštancie viacerých typov okien je možné otvorenie 1 inštancie z každého typu okna, ktoré túto možnosť ponúka. Obrázok 22 znázorňuje zdrojový kód implementácie (konkrétne pre výpočet obchodného diskontu pri jednoduchom úrokovaní) pre zabezpečenie vyššie správania okna podľa vyššie uvedených dôvodov.

```
private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    bool IsOpen = false;

    foreach (Form f in Application.OpenForms)
    {
        if (f.Text == "Kalendár JOD")
        {
            IsOpen = true;
            f.BringToFront();
            break;
        }
    }

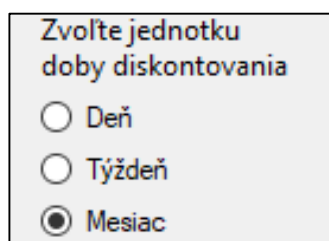
    if (!IsOpen)
    {
        JOD_K form_kalendar = new JOD_K();
        form_kalendar.Text = "Kalendár JOD";
        form_kalendar.Show();
    }
}
```

**Obrázok 22** - Zdrojový kód tlačidla pre vytvorenie a zobrazenie okna Kalendáru pre Obchodný diskont pri JU (zdroj: Vlastné spracovanie)

Funkcionalita kalendáru je implementovaná len pre okná súvisiace s výpočtom a porovnaním diskontovania pri jednoduchom úrokovaní.

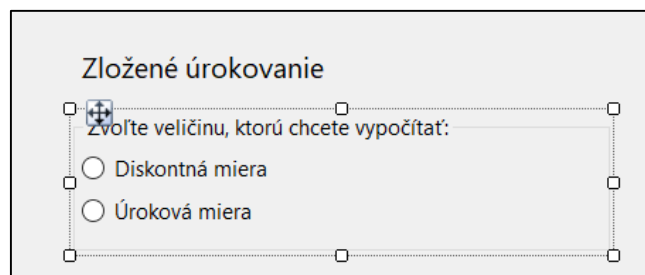
### Vloženie komponentov *RadioButton* pre výpočet ekvivalentných sadzieb

Elementy *RadioButton* sú obľúbeným nástrojom programovania, pri definovaní voľby užívateľa z ponúkaných možností. Ich hlavnou výhodou avšak v určitých situáciách aj problémom, je skutočnosť že v pri základom uložení komponentov v rámci *Form* môže byť v jednom okne zvolený práve jeden alebo žiaden (pokiaľ nebol od spustenia okna zvolený) komponent *RadioButton*. Uvedený obrázok 23 znázorňuje grafické zobrazenie komponentov *RadioButton*.



**Obrázok 23** -Príklad komponentov *RadioButton* pre zvolenie jednotky doby diskontovania (zdroj: Vlastné spracovanie)

V prípade, že chceme z komponentov *RadioButton* zvoliť 2 alebo viac zároveň, musíme dané elementy usporiadať do špeciálnych komponentov *GroupBox*, ktoré umožňujú manipuláciu s komponentami v rámci *GroupBox* nezávisle od vlastností a správania ostatných komponentov. Obrázok 24 prezentuje použitie komponentu *GroupBox* pre 2 komponenty *RadioButton*, čo zabezpečuje ich nezávislosť na prípadných komponentoch *RadioButton* vložených v tom istom okne.



**Obrázok 24** - Príklad elementu *GroupBox* pri voľbe veličiny pre výpočet ekvivalentných sadzieb pri zloženom úrokovaní (zdroj: Vlastné spracovanie)

Problém so zvolením viacerých elementov *RadioButton* nastal pri výpočte v okne „*Ekvivalentné diskontné a úrokové sadzby*“. Predmetné okno pri bežnom pridaní elementov *RadioButton*, neumožňoval zvolenie možností pre jednoduché úrokovanie a zložené úrokovanie samostatne. Z toho dôvodu bolo možné realizovať iba jeden výpočet pre zvolené okno bez možnosti paralelne vypočítať ekvivalentné sadzby pre jednoduché aj zložené úrokovanie.

Na obrázku 25 je demonštrované použitie 2 elementov *GroupBox*, pričom v každom z nich sú vložené 2 elementy *RadioButton*. To umožňuje nezávislé zvolenie elementov *RadioButton* v každej skupine *GroupBox* zvlášť. Táto funkcionality je základným predpokladom pre paralelný výpočet ekvivalentných sadzieb pri jednoduchom aj zloženom úrokovaní zároveň.

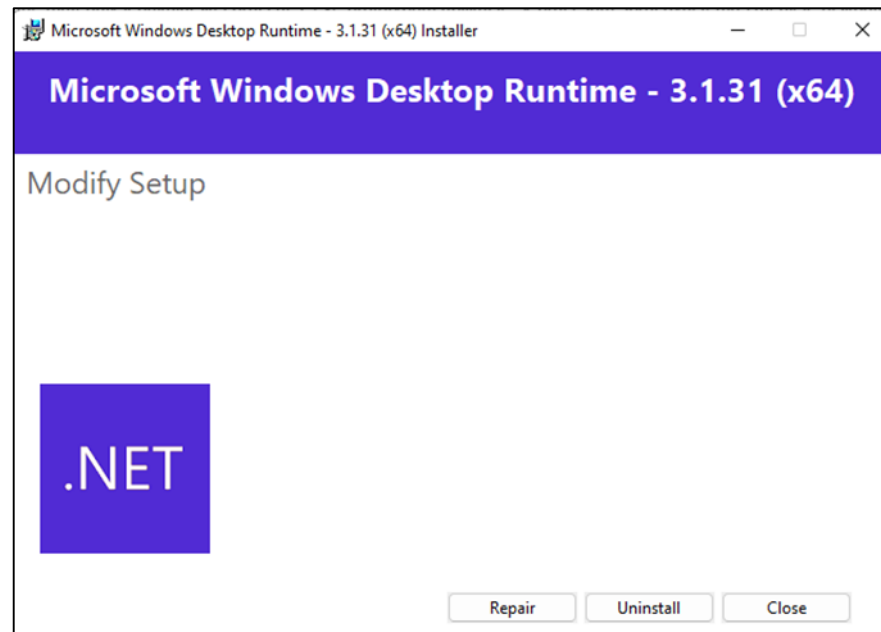


**Obrázok 25** - Príklad paralelného zvolenia viacerých elementov *RadioButton* v rámci spoločného okna (zdroj: Vlastné spracovanie)

### 3.8 *Microsoft Windows Desktop Runtime*

Pre úspešné spustenie aplikácie (konkrétne spustiteľného súboru s príponou .exe), je potrebné mať nainštalovaný balík „Microsoft Windows Desktop Runtime“ a to verziu 3.1.31 alebo novšiu.

Tento balík umožňuje spustenie desktop aplikácií vytvorených vo frameworku .NET. Hlásenie v obrázku 26 upozorňuje používateľa na problém a ponúka možnosti riešenia.



*Obrázok 26 - Hlásenie o probléme s doplnkom "Microsoft Windows Desktop Runtime"*

## 4 VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUSIA

V tejto časti práce demonštrujeme na vzorových príkladoch postup výpočtov jednotlivých diskontov a ďalších veličín súvisiacich s problematikou diskontovania. Vzorové príklady budú počítané manuálne aj pomocou aplikácie pre vzájomnú komparáciu.

### 4.1 Diskontovanie pri jednoduchom úrokovaní

V tejto podkapitole sa budeme zaoberať problematikou diskontovania pri jednoduchom úrokovaní.

#### Príklad 1.1

Majiteľ odpredáva zmenku v nominálnej hodnote 9000 p. j. splatnú za 5 mesiacov. Vypočítajte diskont, ktorý si emitent zrazí pri eskonte zmenky pri diskontnej miere 9% p.a. Porovnajte s matematickým diskontom pri rovnakej ročnej úrokovej miere. (Spracované podľa: (SIMONKA Z., 2023))

$$K_n = 9000 \text{ p.j.}; n = \frac{5}{12}; d = 0.09; D_o = ?; D_m = ? (i = 0.09)$$

#### Manuálne riešenie:

Obchodný diskont vypočítame zo zadaných údajov pomocou vzorca (7)

$$D_o = K_n dn = 9000 \cdot 0,09 \cdot \frac{5}{12} = 337,50 \text{ p.j.}$$

Matematický diskont vypočítame podobne dosadením hodnôt do vzorca (4) pri úrokovej miere rovnajúcej sa diskontnej miere

$$D_m = K_n \frac{in}{1 + in} = 9000 \cdot \frac{0,09 \cdot \frac{5}{12}}{1 + 0,09 \cdot \frac{5}{12}} = 325,30 \text{ p.j.}$$

Porovnaním vypočítaného obchodného a matematického diskontu, dostávame rozdielne hodnoty, pričom hodnota matematického diskontu je menšia ako hodnota obchodného.

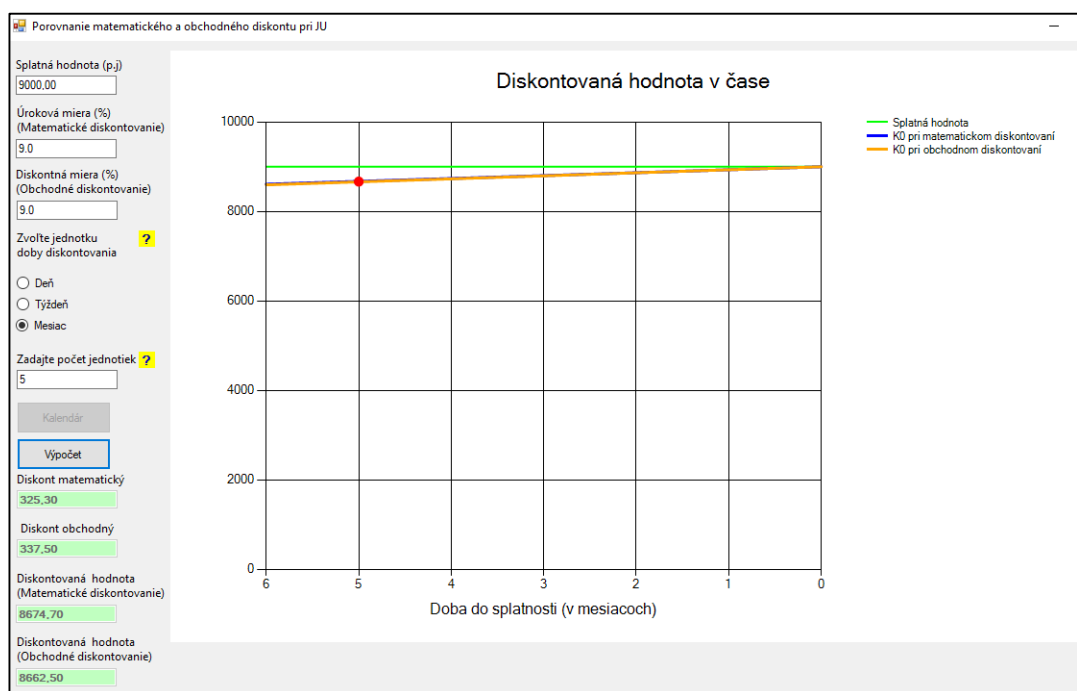
$$D_o = 337,50 \text{ p.j.}; D_m = 325,30 \text{ p.j.}; D_m < D_o$$

*Odpoveď:* Obchodný diskont zrazený emitentom má hodnotu 337,50 p. j. Diskont zrazený v prípade matematického diskontovania má hodnotu 325,30 p. j., čo je o 12,20 p. j. menej ako pri obchodnom diskontovaní a je výhodnejší pre majiteľa zmenky.

Riešenie pomocou aplikácie:

Po spustení aplikácie si pre riešenie z výberovej lišty (element „MenuStrip“) zvolíme kategóriu s označením „Porovnanie matematického a obchodného diskontu“, ktorá nám ponúkne ako pod kategórie na výber jednotlivých okien pre porovnanie matematického a obchodného diskontu, kde si zvolíme pre náš príklad okno s názvom „Porovnanie pri jednoduchom úrokovaní“ a vyplníme požadované vstupné hodnoty.

Na obrázku 27 vidíme, že pomocou aplikácie môžeme zároveň vypočítať obchodný aj matematický diskont pomocou okna „Porovnanie matematického a obchodného diskontu pri JU“. Taktiež dostávame diskontované hodnoty pre obchodné aj matematické diskontovanie. Pre lepšie porovnanie nám slúži aj graf, na ktorom je znázornená splatná hodnota a priebeh oboch diskontovaných hodnôt v čase.



*Obrázok 27 - Porovnanie matematického a obchodného diskontu pri jednoduchom úrokovaní (zdroj: Vlastné spracovanie)*

Ako je možné vidieť na detailnom obrázku 28, výsledné hodnoty sú zhodné s hodnotami vypočítanými pomocou manuálneho riešenia.

Diskont matematický	325,30
Diskont obchodný	337,50
Diskontovaná hodnota (Matematické diskontovanie)	8674,70
Diskontovaná hodnota (Obchodné diskontovanie)	8662,50

*Obrázok 28 - Detail výsledných hodnôt porovnania matematického a obchodného diskontu pri jednoduchom úrokovaní (zdroj: Vlastné spracovanie)*

### Príklad 1.2

Zmenka A nominálnej hodnoty 7000 p. j. je splatná o 8 mesiacov pri ročnej diskontnej miere 11%. Vypočítajte obchodný diskont z tejto zmenky. Následne vypočítajte matematický diskont zo zmenky B nominálnej hodnoty 6500 p. j. splatnej o rovnakú dobu pri ekvivalentnej úrokovej sadzbe k diskontnej sadzbe zmenky A. Porovnajete diskontované hodnoty. (Spracované podľa: (SIMONKA Z., 2023))

$$K_n^A = 7000 \text{ p.j.}; n^A = n^B = n = \frac{8}{12}; d = 0,11; K_n^B = 6500 \text{ p.j.};$$

$$i = ?; K_0^A = ?; K_0^B = ?; D_o = ?; D_m = ?$$

### Manuálne riešenie:

Začneme výpočtom obchodného diskontu zo zmenky A pomocou vzorca (7)

$$D_o = K_n^A d n = 7000 \cdot 0,11 \cdot \frac{8}{12} = 513,33 \text{ p.j.}$$

Diskontovanú hodnotu obchodného diskontu môžeme dopočítať z vypočítaného obchodného diskontu pomocou vzorca (8)

$$K_0^A = K_n^A - D_o = 7000 - 513,33 = 6486,67 \text{ p.j.}$$

Pre výpočet matematického diskontu, musíme poznať úrokovú sadzbu zmenky B, ktorá je ekvivalentná diskontnej sadzbe zmenky A a vypočítame ju podľa vzorca (29)

$$i = \frac{d}{1 - dn} = \frac{0,11}{1 - 0,11 \cdot \frac{8}{12}} = 0,1187$$

Teraz môžeme dopočítať matematický diskont a diskontovanú hodnotu využitím vzorcov (4) a (3)

$$D_m = K_n^B \frac{in}{1 + in} = 6500 \cdot \frac{0,1187 \cdot \frac{8}{12}}{1 + 0,1187 \cdot \frac{8}{12}} = 476,65 \text{ p.j.}$$

$$K_0^B = K_n^B - D_m = 6500 - 476,65 = 6023,35 \text{ p.j.}$$

Nakoniec môžeme výsledné diskontované hodnoty porovnať

$$K_0^A = 6486,67 \text{ p.j.}; K_0^B = 6023,35 \text{ p.j.}; K_0^A > K_0^B; K_0^A - K_0^B = 463,32 \text{ p.j.}$$

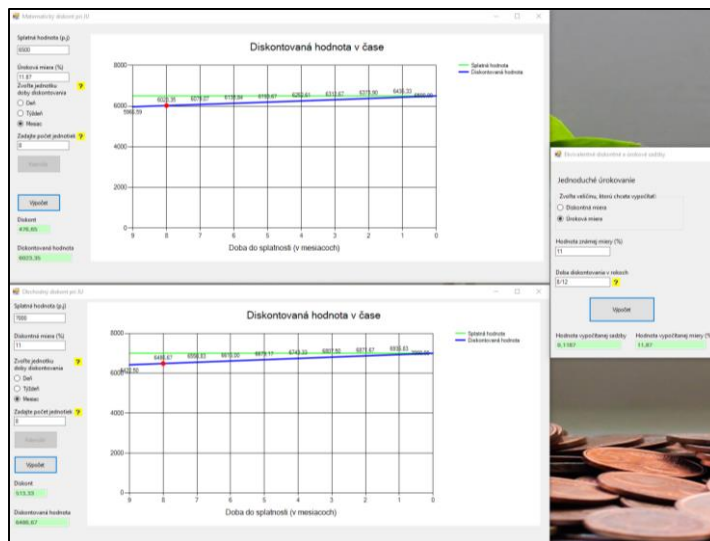
*Odpoveď:* Obchodný diskont zo zmenky A má hodnotu 513,33 p. j. Matematický diskont zo zmenky B má hodnotu 476,65 p. j., pri úrokovej sadzbe 0,1187, ktorá je ekvivalentná diskontnej sadzbe 0,11 zmenky A. Diskontovaná hodnota zmenky A je rovná 6486,67 p. j., čo je o 463,32 viac ako diskontovaná hodnota zmenky B, ktorá je rovná 6023,35 p. j. Aj napriek obchodnému diskontovaniu, má zmenka A pri diskontovaní v zadanej dobe väčšiu diskontovanú hodnotu ako zmenka B, keďže má vyššiu nominálnu hodnotu ako zmenka B.

Riešenie pomocou aplikácie:

Pre rýchle a jednoduché riešenie príkladu si po spustení aplikácie z výberovej lišty zvolíme kategóriu s označením „Diskontovanie pri jednoduchom úrokovaní“ a následne spustíme okná oboch pod kategórií („Matematický diskont“, „Obchodný diskont“) pre výpočet matematického aj obchodného diskontu zároveň, taktiež si zvolíme z kategórie „Výpočet ekvivalentných sadzieb“ pod kategóriu „Ekvivalentné diskontné a úrokové sadzby“, v rámci všetkých vyplníme požadované vstupné hodnoty, pričom v ak nám vstupné hodnoty v okne závisia na výsledných hodnotách druhého okna, môžeme tento výpočet v okne vykonať bez obmedzovania a ovplyvňovania paralelne spustených okien.

Ako je možné vidieť na obrázku 29 znázorňujúcom otvorené okná aplikácie „Diskontovanie pomocou C#“ a to konkrétne „Matematický diskont pri JU“, „Obchodný diskont pri JU“ a „Ekvivalentné diskontné a úrokové sadzby“, výpočty je možné vykonávať medzi oknami

v ľubovoľnom poradí, rýchlo a jednoducho vďaka možnosti posunu okien podľa vôle používateľa v rámci obrazovky.



**Obrázok 29** - Výpočet Příkladu 2 pre diskontovanie pri jednoduchom úrokovaní, pomocou viacerých okien aplikácie (zdroj: Vlastné spracovanie)

Pre rýchlejšie vyriešenie príkladu môžeme ako prvú neznámu veličinu vypočítať úrokovú sadzbu a zároveň mieru zmenky B v okne „Ekvivalentné diskontné a úrokové sadzby“, znázornenom obrázkom 30, zo známej diskontnej miery zmenky A a doby diskontovania, ktorú zadáme ako násobok roka.

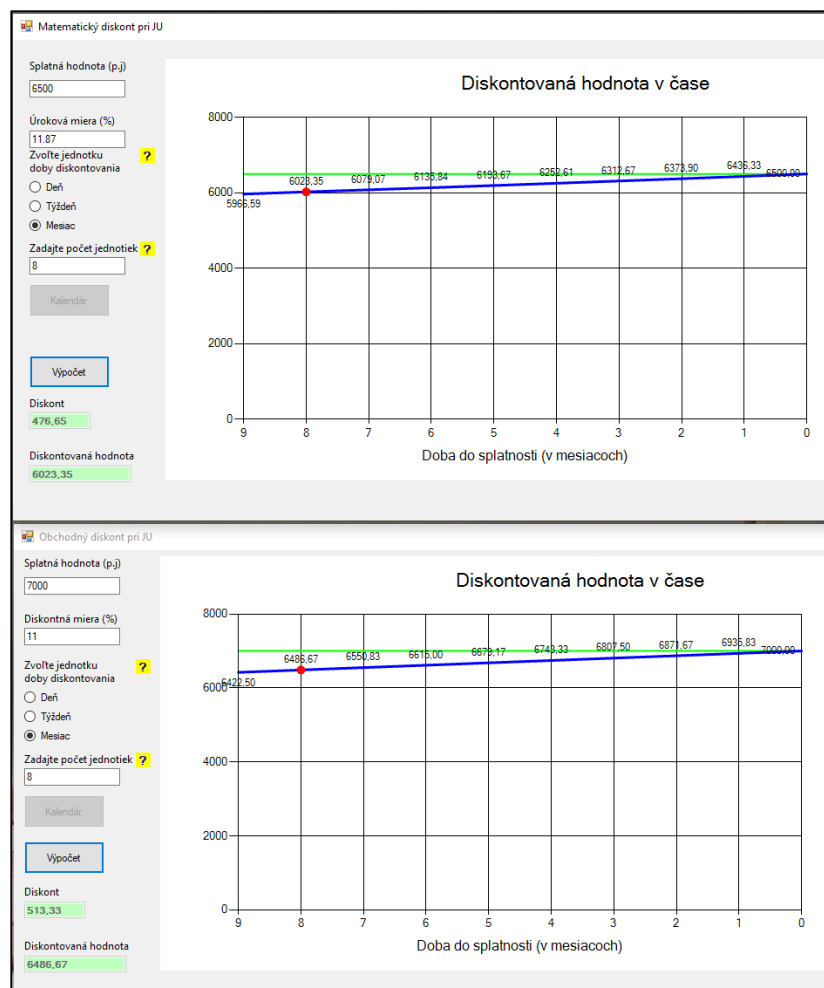
The screenshot shows a window titled 'Ekvivalentné diskontné a úrokové sadzby'. Under the heading 'Jednoduché úrokovanie', there are two radio buttons: 'Diskontná miera' (unselected) and 'Úroková miera' (selected). Below this, there is an input field for 'Hodnota známej miery (%)' with the value '11'. Another input field for 'Doba diskontovania v rokoch' contains '8/12' and a yellow question mark icon. A blue-bordered button labeled 'Výpočet' is centered below the inputs. At the bottom, two green boxes display the results: 'Hodnota vypočítanej sadzby' as '0,1187' and 'Hodnota vypočítanej miery (%)' as '11,87'.

**Obrázok 30** - Detail okna "Ekvivalentné diskontné a úrokové sadzby" (zdroj: Vlastné spracovanie)

Po zadaní vstupných údajov je potrebné zvoliť komponent *RadioButton*, ktorý zodpovedá nami požadovanej miery, ktorú chceme vypočítať. Po stlačení tlačidla „Výpočet“ je

vypočítaná hodnota požadovanej miery v percentách ako aj hodnota sadzby v tvare desatinného čísla.

Výpočet diskontov a diskontovaných hodnôt v oknách „*Matematický diskont pri JU*“, „*Obchodný diskont pri JU*“ môže vykonať naraz, ako je demonštrované na obrázku 31. Po zistení ekvivalentnej úrokovej miery, môže do obidvoch okien vložiť údaje zároveň. V prípade okien pre výpočet a porovnanie diskontovania pri jednoduchom úrokování, môžeme pomocou komponentov *RadioButton* zvoliť jednotky v ktorých chceme dobu diskontovania zadať (v ponuke sú časové jednotky *Deň*, *Týždeň* a *Mesiac*). V našom prípade sme zvolili jednotku *Mesiac*. Po dosadení všetkých údajov nám po stlačení tlačidiel „*Výpočet*“ aplikácia vypočítala diskonty a diskontované hodnoty pre matematické aj obchodné diskontovanie. Vypočítané hodnoty sú totožné s hodnotami vypočítanými manuálnym postupom.



Obrázok 31 - Výsledné hodnoty diskontov príkladu 1.2 pre jednoduché úrokovanie (zdroj: Vlastné spracovanie)

## 4.2 Diskontovanie pri zloženom úrokovaní

V tejto časti popisujeme a porovnávame manuálny výpočet a výpočet pomocou aplikácie pre príklad diskontovania pri zloženom úrokovaní spolu s príkladom efektívnych a nominálnych diskontných sadzieb.

### Príklad 2.1

Klient má záujem o úver z Banky A s dobou úhrady 4 roky so splatnou hodnotou 10000 p. j. pri nominálnej diskontnej miere 13 % pri polročnej periodicite diskontovania. Banka B však prišla s ponukou úveru s rovnakou splatnou hodnotou a rovnakou dobou úhrady pri nominálnej diskontnej sadzbe 13,15 % pri mesačnej periodicite diskontovania. Zistite ktorá banka ponúka klientovi výhodnejší úver, a o koľko p. j. viac dostane klient viac ako v alternatívnej banke.

$$K_n = 10000 \text{ p.j.}; n = 4; d_A^2 = 0,13; d_B^{12} = 0,1315;$$
$$d_{efA} = ?; d_{efB} = ?; D_O^A = ?; D_O^B = ?; K_0^A = ?; K_0^B = ?;$$

### Manuálne riešenie:

Výpočet ekvivalentných ročných diskontných sadzieb pre obe nominálne diskontné sadzby vykonáme pomocou dosadenia hodnôt do vzorca (26)

$$d_{efA} = 1 - \left(1 - \frac{d^{(m)}}{m}\right)^m = 1 - \left(1 - \frac{0,13}{2}\right)^2 = 0,1258$$

$$d_{efB} = 1 - \left(1 - \frac{d^{(m)}}{m}\right)^m = 1 - \left(1 - \frac{0,1315}{12}\right)^{12} = 0,1239$$

Zo zistených efektívnych ročných sadzieb môžeme vypočítať obchodné diskonty pre obe ponuky zo vzorca (19)

$$D_O^A = K_n [1 - (1 - d_{efA})^n] = 10000 \cdot [1 - (1 - 0,1258)^4] = 4159,59 \text{ p.j.}$$

$$D_O^B = K_n [1 - (1 - d_{efB})^n] = 10000 \cdot [1 - (1 - 0,1239)^4] = 4108,65 \text{ p.j.}$$

Diskontované hodnoty získame úpravou vzorca (20) ako rozdiely splatnej hodnoty a príslušných diskontov

$$K_0^A = K_n - D_O^A = 10000 - 4159,59 = 5840,41 \text{ p.j.}$$

$$K_0^B = K_n - D_0^B = 10000 - 4108,65 = 5891,35 \text{ p.j.}$$

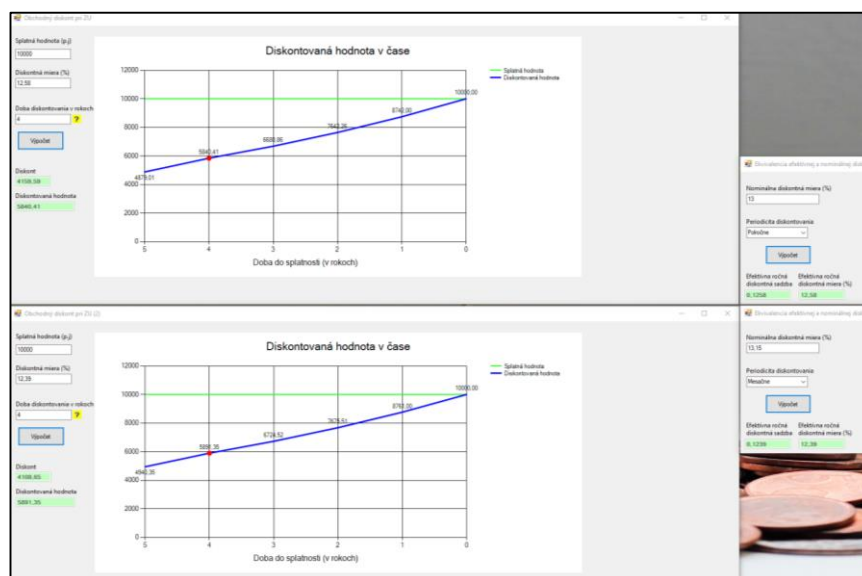
$$K_0^B > K_0^A ; K_0^B - K_0^A = 5891,35 - 5840,41 = 50,94 \text{ p.j.}$$

*Odpoveď:* Banka A ponúka klientovi efektívnu ročnú diskontnú sadzbu 12,58% a Banka B ponúka efektívnu ročnú diskontnú sadzbu rovnú 12,39%. V Banke A by klient prijal finančné prostriedky vo výške 5840,41 p. j. a v Banke B by prijal finančné prostriedky vo výške 5891,35 p. j. Aj napriek vyššej nominálnej sadzbe v Banke B je úver tejto banky pre klienta výhodnejší ako v ako úver Banky A, vzhľadom k častejšej periodicite diskontovania v Banke B.

Riešenie pomocou aplikácie:

Pre riešenie tohto príkladu si po spustení aplikácie z výberovej lišty zvolíme kategóriu s označením „Výpočet ekvivalentných sadzieb“, v tejto kategórii zvolíme 2 krát pod kategóriu „Ekvivalentná efektívna ročná diskontná sadzba k nominálnej diskontnej sadzbe“. Pre využitie týchto hodnôt si ďalej zvolíme z kategórie „Diskontovanie pri zloženom úrokovani“ pod kategóriu „Obchodný diskont“ pre výpočet požadovaných hodnôt v ktorých použijeme, výsledné hodnoty z okna „Ekvivalentná efektívna ročná diskontná sadzba k nominálnej diskontnej sadzbe“.

Na obrázku 32 môžeme vidieť viacnásobné otvorenie okna rovnakého typu, 2 krát okna „Obchodný diskont pri ZU“ a 2 inštancie okna „Ekvivalencia efektívnej a nominálnej diskontnej sadzby“. Aplikácia umožňuje paralelne vykonávanie výpočtov nezávisle od seba podobne ako v predošlých príkladoch.



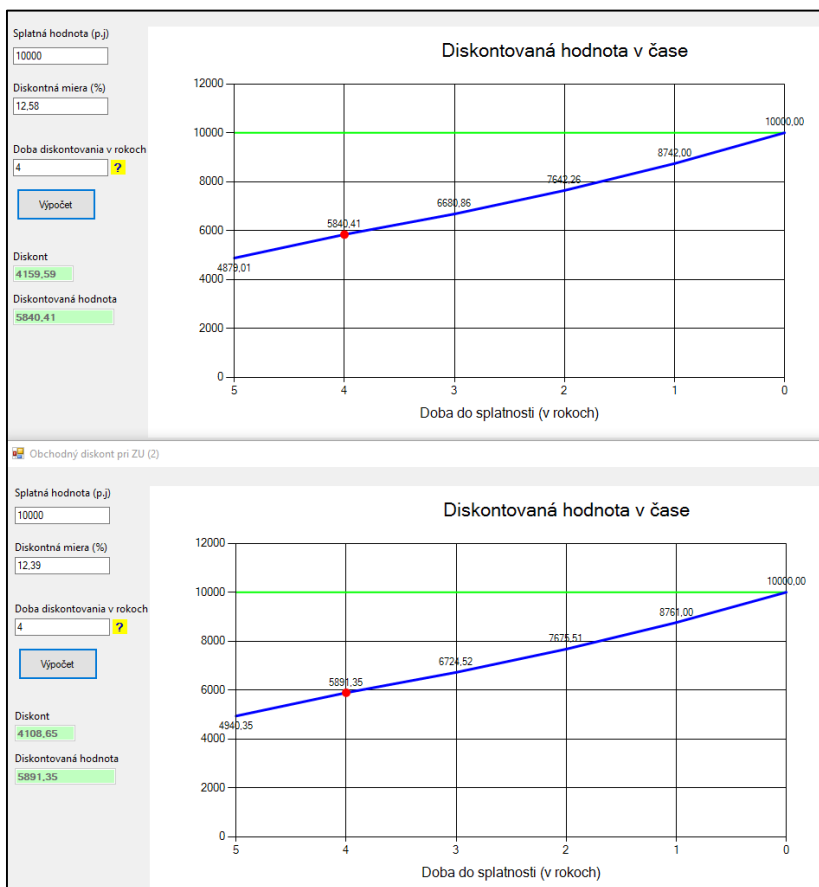
Obrázok 32 - Výpočet príkladu zloženého úrokovania (zdroj: Vlastné spracovanie)

Na detailnom obrázku 33 vidíme výsledok paralelných výpočtov oknách „Ekvivalencia efektívnej a nominálnej diskontnej sadzby“. Výsledné hodnoty sú zhodné s manuálnym riešením a môžu byť použité v ďalších výpočtoch.

Parametr	Prvý výpočet	Druhý výpočet
Nominálna diskontná miera (%)	13	13,15
Periodicita diskontovania	Polročne	Mesačne
Efektívna ročná diskontná sadzba	0,1258	0,1239
Efektívna ročná diskontná miera (%)	12,58	12,39

Obrázok 33 - Detail okien "Ekvivalencia efektívnej a nominálnej diskontnej sadzby" (zdroj: Vlastné spracovanie)

Z grafického vyobrazenia výpočtu znázornenom na obrázku 34 môžeme sledovať a porovnať vývoj diskontovaných hodnôt v čase. Diskontovaná hodnota v zadanom čase je zvýraznená červeným kruhom, pre lepšiu viditeľnosť.



Obrázok 34 - Detail výpočtu obchodných diskontov a diskontovaných hodnôt pri zloženom úročení (zdroj: Vlastné spracovanie)

Z detailu výsledných hodnôt okien v obrázku 35 môžeme konštatovať, že výsledné hodnoty vypočítané pomocou aplikácie sú opäť zhodné s hodnotami vypočítanými manuálnym riešením.

Diskont	Diskont
4159,59	4108,65
Diskontovaná hodnota	Diskontovaná hodnota
5840,41	5891,35

Obrázok 35 - Detail výsledných hodnôt okien "Obchodný diskont pri ZU" (zdroj: Vlastné spracovanie)

### Príklad 2.2

Podnikateľ je majiteľom niekoľkých zmeniek od rôznych subjektov. Celkovo disponuje 4 rôznymi zmenkami. Všetky zmenky majú splatnú hodnotu 16 000 p. j. a sú diskontované pri zloženom úrokovaní. Zmenka A má dobu splatnosti 3 roky s diskontnou mierou 8% a ročnou periodicitou diskontovania. Zmenka B má dobu splatnosti 4 roky s diskontnou mierou 10,5 % pri polročnej periodicite diskontovania. Zmenka C má dobu splatnosti 4 roky a 6 mesiacov s ročnou úrokovou mierou ekvivalentnou ročnej diskontnej sadzbe 9,8 % pri zloženom úrokovaní. Zmenka D má dobu splatnosti 6 rokov s diskontnou mierou 10,45% pri štvrťročnej periodicite diskontovania. Podnikateľovi voči podnikateľovi sú vymáhané pohľadávky a je nútený jednu zo zmeniek vymáhať predčasne. Zistite diskontované hodnoty jednotlivých zmeniek a určite tú ktorá poskytne podnikateľovi najväčšiu hodnotu peňažných prostriedkov. Predpokladáme, že podobná situácia nenastane v nasledujúcich 6 rokoch.

$$K_n = 16000 \text{ p. j.}; n_A = 3; d_A = 0,08; n_B = 4; d_B^{(2)} = 0,105; n_C = 4,5; i_C \sim d_C;$$

$$d_C = 0,098; n_D = 6; d_D^{(4)} = 0,1045$$

$$K_0^A, K_0^B, K_0^C, K_0^D = ?$$

Manuálne riešenie:

Výpočet efektívnych ročných diskontných sadziieb zmeniek B a D podľa vzorca (25)

$$d_{efB} = 1 - \left(1 - \frac{d^{(m)}}{m}\right)^m = 1 - \left(1 - \frac{0,105}{2}\right)^2 = 0,1022$$

$$d_{efD} = 1 - \left(1 - \frac{d^{(m)}}{m}\right)^m = 1 - \left(1 - \frac{0,1045}{4}\right)^4 = 0,1005$$

Po výpočte efektívnych sadziieb, vypočítame úrokovú sadzbu zmenky C zo vzorca (29) pri známej ekvivalentnej diskontnej sadzbe

$$i_C = \frac{d_C}{1-d_C} = \frac{0,098}{1-0,098} = 0,1086$$

Zo zistených sadziieb môžeme vypočítať diskontované hodnoty jednotlivých zmeniek pri aplikovaní vzorcov (19), (20), kombinácií vzorcov (14),(15) a porovnať ich.

$$K_0^A = K_n \cdot (1 - d_A)^{n_A} = 16000 \cdot (1 - 0,08)^3 = 12459,01 \text{ p. j.}$$

$$K_0^B = K_n \cdot (1 - d_B)^{n_B} = 16000 \cdot (1 - 0,1022)^4 = 10395,33 \text{ p. j.}$$

$$D_m^C = K_n \cdot \left[1 - \frac{1}{(1+i)^n}\right] = 16000 \cdot \left[1 - \frac{1}{(1,1022)^{4,5}}\right] = 5637,62 \text{ p. j.}$$

$$K_0^C = K_n - D_m^C = 16000 - 5637,62 = 10362,38 \text{ p. j.}$$

$$K_0^D = K_n \cdot (1 - d_D)^{n_D} = 16000 \cdot (1 - 0,1005)^6 = 8474,75 \text{ p. j.}$$

Na záver porovnáme diskontované hodnoty a zvolíme, takú, ktorá nám poskytuje najväčšiu hodnotu v p. j.

$$K_0^A > K_0^B > K_0^C > K_0^D; K_0^A = 12459,01 \text{ p. j.}$$

*Odpoveď:*

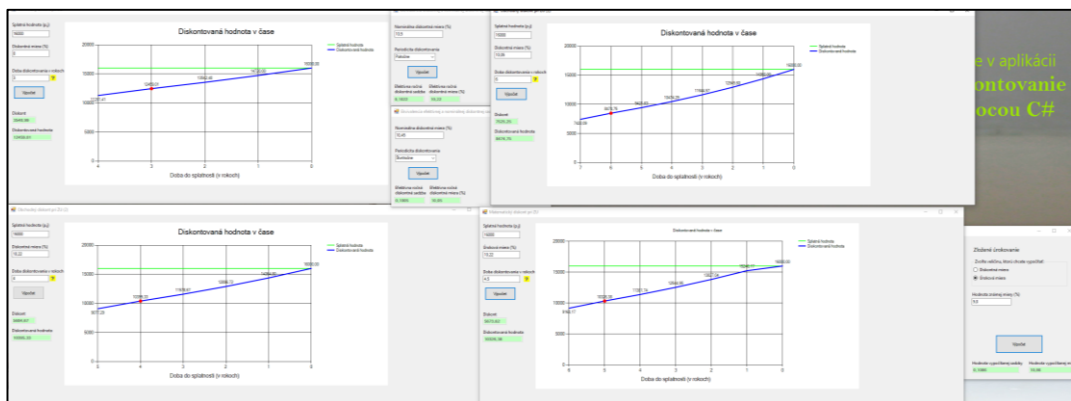
$K_0^A$	<u>12459,01 p. j.</u>
$K_0^B$	10395,33 p. j.
$K_0^C$	10362,38 p. j.
$K_0^D$	8474,75 p. j.

*Tabuľka 1 - Výsledné diskontované hodnoty zmeniek príkladu 2.2 (zdroj: Vlastné spracovanie)*

Najvýhodnejšou možnosťou pre podnikateľa je uplatniť predčasne Zmenku A, keďže poskytuje najvyššiu diskontovanú hodnotu, pomocou ktorej môže splatiť pohľadávky, ktoré sú voči nemu vymáhané. Týmto krokom môže odvrátiť tak potencionálne finančné aj právne problémy, ktoré by mu v prípade neuhradenia pohľadávok mohli nastať. Hodnota finančných prostriedkov ktoré touto operáciou získa sú 12459,01 p. j.

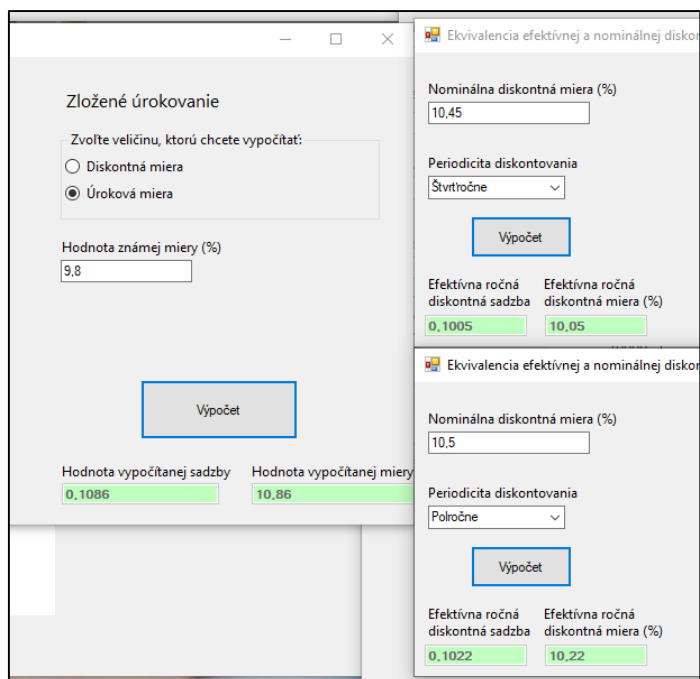
Riešenie pomocou aplikácie:

Po spustení aplikácie z výberovej lišty zvolíme kategóriu s označením „Výpočet ekvivalentných sadzieb“, v tejto kategórii zvolíme 2 krát pod kategóriu „Ekvivalentná efektívna ročná diskontná sadzba k nominálnej diskontnej sadzbe“ a 1 krát okno „Ekvivalentné diskontné a úrokové sadzby“. Z kategórie „Diskontovanie pri zloženom úrokovaní“ pod kategóriu „Obchodný diskont“ 4 krát pre výpočet požadovaných diskontovaných hodnôt zmeniek. Ako z obrázku 36 zrejme, okná si môže usporiadať aj prípadným prekrytím už používaných okien. V prípade ak chceme dostať konkrétne, okno do popredia, postačuje kliknutie na akúkoľvek časť a okno sa zobrazí ako najviac v popredí.



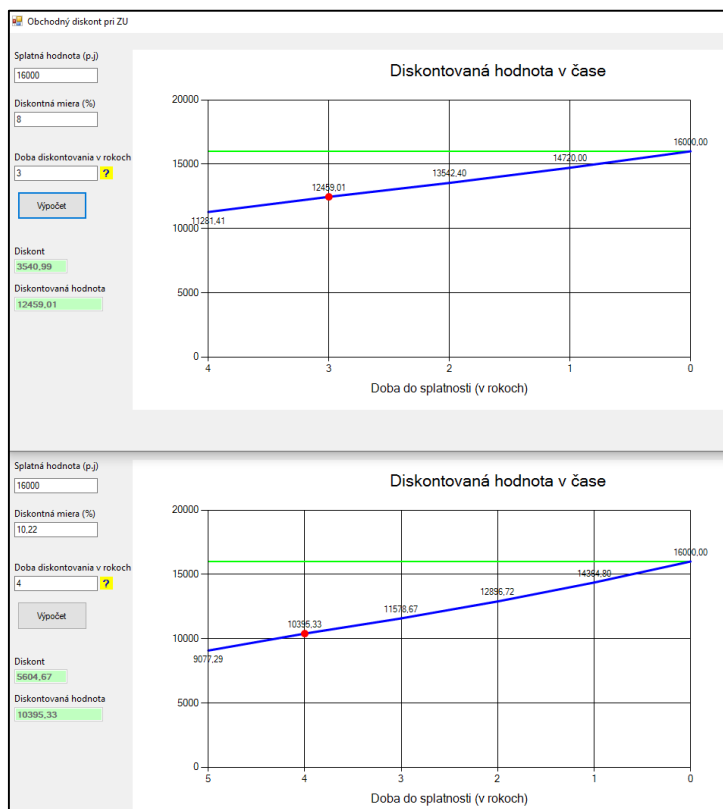
**Obrázok 36** - Prehľad všetkých výpočtových okien potrebných k vyriešeniu príkladu 2.2 (zdroj: Vlastné spracovanie)

Obrázok 37 je približeným zobrazením vypočítaných hodnôt ekvivalentnej úrokovej sadzby a ročných efektívnych sadzieb vypočítaných z nominálnych sadzieb s rôznymi periodicitami diskontovania (konkrétne polročne a štvrt'ročne).



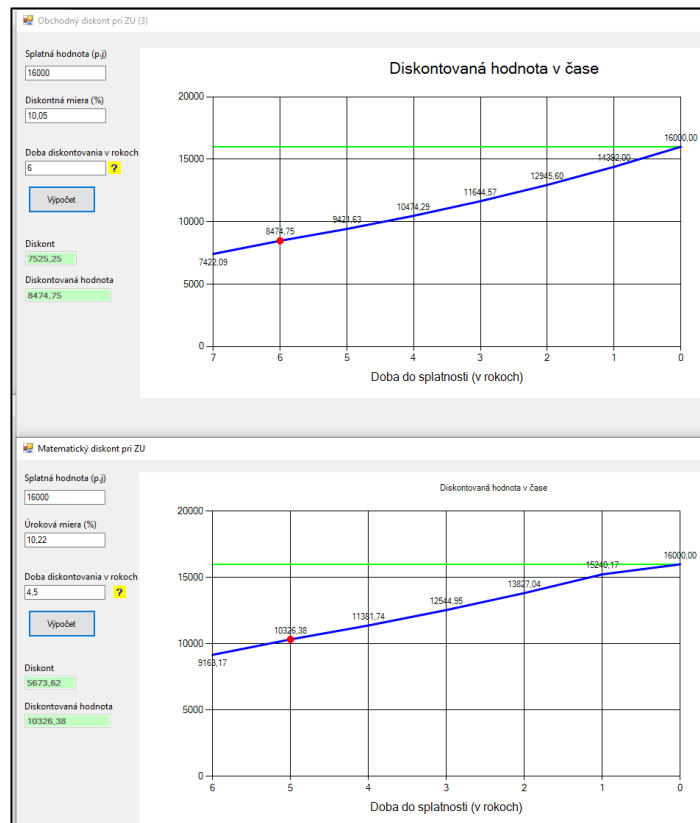
**Obrázok 37** - Detail okien "Ekvivalencia efektívnej a nominálnej diskontnej sadzby" a okna "Ekvivalentné diskontné a úrokové sadzby" (zdroj: Vlastné spracovanie)

Pomocou viacerých otvorených okien, ako je možné vidieť na obrázku 38, môžeme zároveň vypočítať a zobraziť výsledné hodnoty viacerých výpočtov. Na obrázku sú vypočítané a znázornené diskonty a diskontované hodnoty zmeniek A a B.



**Obrázok 38** - Detail Výpočtu obchodných diskontov Zmeniek A a B pomocou okna "Obchodný diskont pri ZU" (zdroj: Vlastné spracovanie)

Podobne ako na predošlom obrázku aj obrázok 39 zobrazuje 2 okná. V tomto prípade sú však okná rôzneho typu, avšak zadávanie vstupných údajov, manipulácia s oknom aj grafické zobrazenie výsledku sú konzistentné a umožňujú tak rýchlu a nenáročnú prácu s akýmkoľvek výpočtom, ktorý aplikácia ponúka.



**Obrázok 39** - Detail okien pre výpočet obchodného a matematického diskontu pri ZU (zdroj: Vlastné spracovanie)

V prípade zadania neplatného vstupu v niektorom z okien (písmeno, špeciálny znak, viacero znakov desatinnej bodky alebo čiarky) systém zobrazí chybové hlásenie, ktoré upozorní používateľa o nesprávnom zadaní vstupných hodnôt. Po prijatí alebo zrušení hlásenia, má používateľ možnosť opraviť predmetné vstupné údaje a opätovným kliknutím na tlačidlo *Výpočet*, vykonať opätovne vykonať výpočet so zadanými hodnotami. Ak používateľ zadal vstupné údaje správne, aplikácia vykoná výpočet a zobrazí výsledné hodnoty a diskontovanej hodnoty respektíve hodnôt v čase graf.

Prípadné chyby v rámci okna neovplyvňujú funkcionality ostatných okien. Po prijatí chybového hlásenia je možné pokračovať v bežnej práci v rámci aplikácie. Pri výskyte viacerých chýb v rámci okna sa zobrazí iba jediný chybový hlásenie.

Výsledné hodnoty všetkých 4 výpočtových okien diskontovania usporiadaných na obrázku 40 sú zhodné s manuálnym riešením a potvrdzujú, voľbu zmenky A ako najlepšej alternatívy.

Obchodný diskont pri	Obchodný diskont p	Obchodný diskont pri ZU	Matematický diskont pri ZU
Splatná hodnota (p.j.) 16000	Splatná hodnota (p.j.) 16000	Splatná hodnota (p.j.) 16000	Splatná hodnota (p.j.) 16000
Diskontná miera (%) 8	Diskontná miera (%) 10,22	Diskontná miera (%) 10,05	Úroková miera (%) 10,22
Doba diskontovania v rokoch 3	Doba diskontovania v rokoch 4	Doba diskontovania v rokoch 6	Doba diskontovania v rokoch 4,5
Výpočet	Výpočet	Výpočet	Výpočet
Diskont 3540,99	Diskont 5604,67	Diskont 7525,25	Diskont 5673,62
Diskontovaná hodnota 12459,01	Diskontovaná hodnota 10395,33	Diskontovaná hodnota 8474,75	Diskontovaná hodnota 10326,38

Obrázok 40 - Detail výsledných hodnôt okien pre výpočet obchodných a matematického diskontu (zdroj: Vlastné spracovanie)

### Príklad 2.3

Finančná inštitúcia diskontuje zmenku v nominálnej hodnote 25 000 p.j. s dobou splatnosti 4 roky pri 8% diskontnej miere. Inštitúcia uvažuje nad 3 periodicitami diskontovania a to konkrétne: mesačne, štvrťročne, polročne. Zvoľte najvýhodnejšiu efektívnu ročnú diskontnú sadzbu z nominálnych sadzieb, a vypočítajte z nej obchodný diskont a diskontovanú hodnotu. (Spracované podľa: (HUŤKA, V. - INSTITORIS, J. - MOJŽÍŠOVÁ, E., 1998), (HUŤKA, V. - PELLER, F., 2010))

$$K_n = 25000 \text{ p.j.}; n = 4; d^{(12)} = 0,08; d^{(4)} = 0,08; d^{(2)} = 0,08;$$

$$d = ?; D_o = ?; K_0 = ?$$

#### Manuálne riešenie:

Riešenie začneme vypočítaním efektívnych diskontných sadzieb z nominálnych podľa úpravou vzorca (25) pre výpočet efektívnej diskontnej sadzby pri zloženom úrokovaní a zvolíme najvyššiu efektívnu ročnú diskontnú sadzbu.

$$d_{ef}^{(12)} = \left[ 1 + \frac{d^{(12)}}{12} \right]^{12} - 1 = \left( 1 + \frac{0,08}{12} \right)^{12} - 1 = 0,0830$$

$$d_{ef}^{(4)} = \left[ 1 + \frac{d^{(4)}}{4} \right]^4 - 1 = \left( 1 + \frac{0,08}{4} \right)^4 - 1 = 0,0824$$

$$d_{ef}^{(2)} = \left[ 1 + \frac{d^{(2)}}{2} \right]^2 - 1 = \left( 1 + \frac{0,08}{2} \right)^2 - 1 = 0,0816$$

$$d = d_{ef}^{(12)} = 0,083$$

Vypočítame zložený obchodný diskont zo vzorca (20) pri použití zvolenej efektívnej ročnej diskontnej sadzby

$$D_o = K_n [1 - (1 - d)^n] = 25000 \cdot [1 - (1 - 0,083)^4] = 7322,64 \text{ p. j.}$$

Diskontovanú hodnotu môžeme vypočítať pomocou obchodného diskontu zo vzorca (19) alebo podľa vzorca (20) z diskontnej sadzby

$$K_0 = K_n - D_o = 25000 - 7322,64 = 17677,36 \text{ p. j.}$$

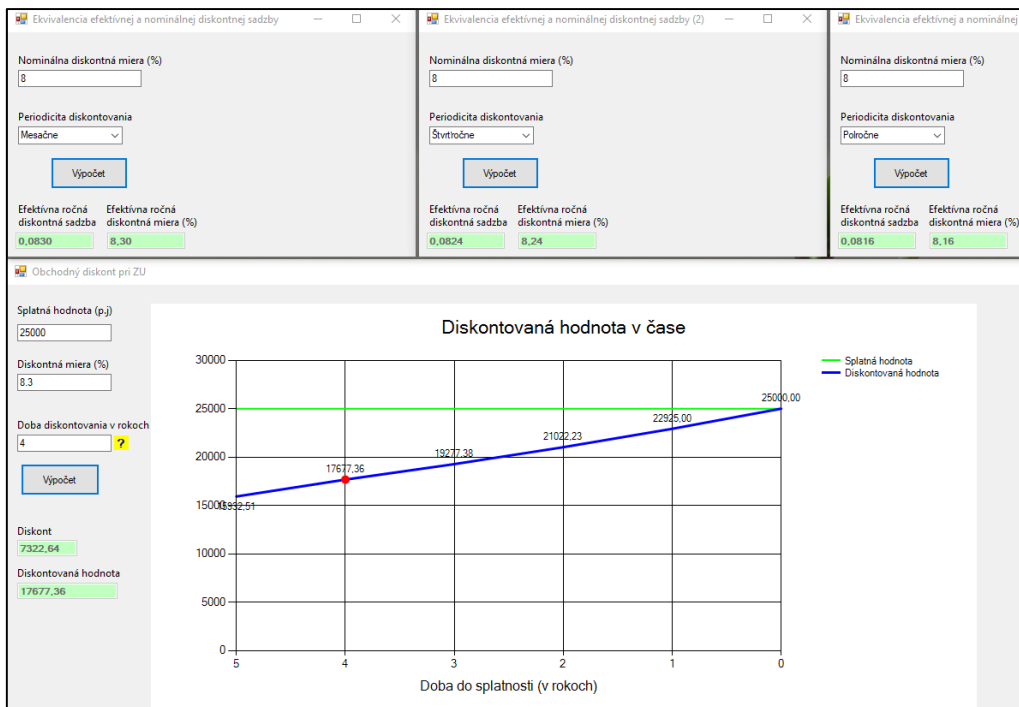
$$K_0 = K_n (1 - d)^n = 25000 \cdot (1 - 0,083)^4 = 17677,36 \text{ p. j.}$$

*Odpoveď:* Najvýhodnejšou nominálnou sadzbou je mesačná diskontná sadzba. Po jej transformácii na efektívnu ročnú sadzbu má hodnotu 0,083. Zložený obchodný diskont pri použití zadanej doby diskontovania a predmetnej sadzby je 7322,64 p. j. Diskontovaná hodnota je 17677,36 p. j.

Riešenie pomocou aplikácie:

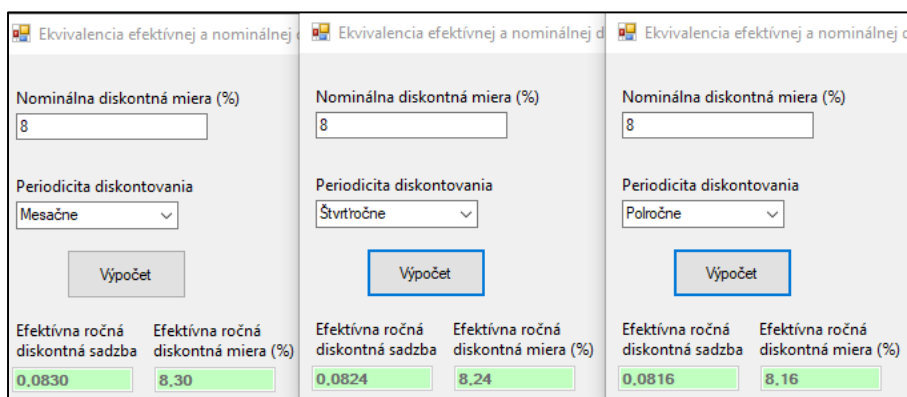
Pre riešenie tohto príkladu si po spustení aplikácie z výberovej lišty zvolíme kategóriu s označením „Výpočet ekvivalentných sadzieb“, v tejto kategórii si zvolíme 3 krát zvolíme pod kategóriu „Ekvivalentné diskontné a úrokové sadzby“ v ktorých môžeme vykonávať rovnaké výpočty pri rôznych vstupných údajoch. Pre využitie týchto hodnôt si ďalej zvolíme z kategórie „Diskontovanie pri jednoduchom úrokovaní“ pod kategóriu „Obchodný diskont“ pre výpočet požadovaných hodnôt v ktorých použijeme, výslednú hodnotu z okna „Ekvivalentné diskontné a úrokové sadzby“, ktorá podľa zadania splňa požiadavky.

Ako je možné vidieť aj na obrázku 41, vo všetkých troch oknách možno pracovať nezávisle, a prípadné ukončenie 1 alebo viacerých okien nemá vplyv na zvyšné otvorené ďalšie okná daného typu.



Obrázok 41 - Výpočet príkladu zloženého úrokovania pomocou okien aplikácie (zdroj: Vlastné spracovanie)

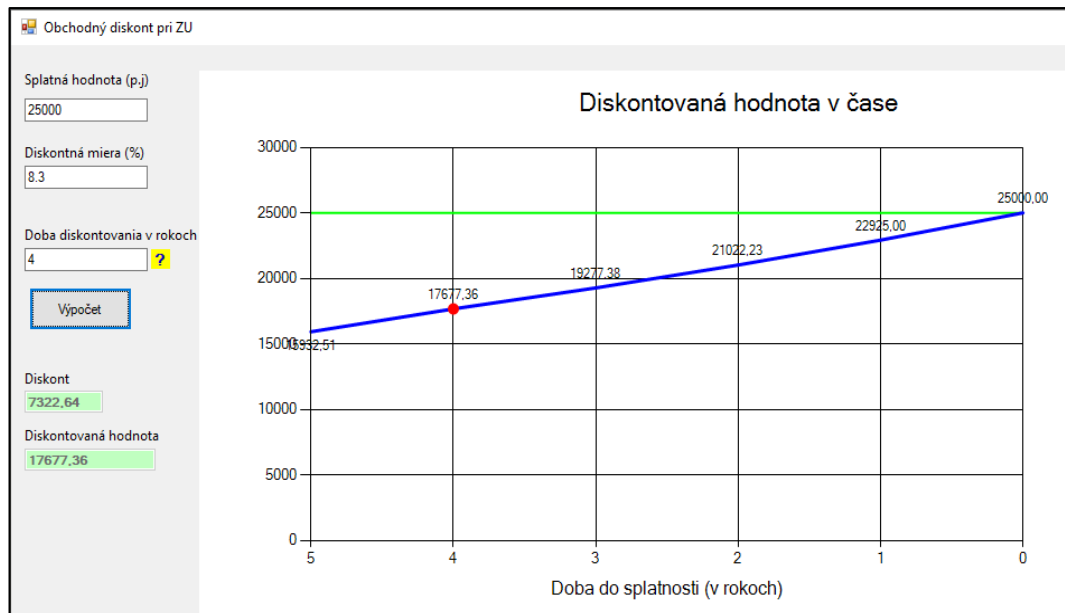
Pre úspešný výpočet efektívnej ročnej diskontnej sadzby nám stačí zadať nominálnu diskontnú mieru v percentách a z roztváracej ponuky zvoliť periodicitu diskontovania nominálnej sadzby. Po kliknutí na tlačidlo „Výpočet“ aplikácia zobrazí výsledky „Efektívna ročná diskontná sadzba“ a „Efektívna ročná diskontná miera“, ktorá je zobrazená v percentách. Obrázok 42 zobrazuje výsledky všetkých 3 výpočtov v oboch tvaroch (v sadzbe aj v percentuálnych jednotkách).



Obrázok 42 - Detail okien Ekvivalencia efektívnej a nominálnej diskontnej sadzby (zdroj: Vlastné spracovanie)

Zo zadanej splatnej hodnoty, diskontnej miery a doby diskontovania zadanej v rokoch po kliknutí na tlačidlo „Výpočet“ aplikácia zobrazí hodnoty „Diskont“ a „Diskontovaná hodnota“ ako aj grafické znázornenie vývoja diskontovanej hodnoty v čase. Výsledná hodnota diskontu a diskontovanej hodnoty je zhodná s hodnotami vypočítanými manuálnym

výpočtom. Graf, ktorý je taktiež súčasťou obrázka 43 prehľadne znázorňuje vývoj diskontovanej hodnoty v čase. Zelená čiara s konštantnou hodnotou reprezentuje zadanú splatnú hodnotu.



*Obrázok 43 - Detail výpočtu obchodného diskontu pri zloženom úrokovaní (zdroj: Vlastné spracovanie)*

### Príklad 2.4

Majiteľ zhodnocuje zmenku v nominálnej hodnote 9800 p. j. tri roky pred splatnosťou. Bankár ju eskontuje pri ročnej diskontnej miere 9 %. Vypočítajte diskont ktorý bankár zrazí pri predčasnom predaji. Vypočítajte taktiež sumu, ktorú majiteľ dostane a porovnajte ju zo sumou ktorú by dostal ak by bankár počítal zrážku matematickým diskontovaním pri rovnakej úrokovej miere ako diskontná miera. (SIMONKA Z., 2023)

$$K_n = 9800 \text{ p. j. }; n = 3 ; d = i = 0,09 ;$$

$$D_o = ? ; K_0^m = ? ; K_0^o = ?$$

Manuálne riešenie:

Diskont zrazený bankárom pri predčasnom predaji získame vložení hodnôt do vzorca (20)

$$D_o = K_n [1 - (1 - d)^n] = 9800 \cdot [1 - (1 - 0,09)^3] = 2415,00 \text{ p. j.}$$

Po výpočte obchodného diskontu, dostaneme pomocou upraveného vzorca (20) príslušnú diskontovanú hodnotu pre obchodné diskontovanie

$$K_0^o = K_n - D_o = 9800 - 2415 = 7385,00 \text{ p. j.}$$

Pre zistenie matematického diskontu použijeme kombináciu vzorcov (14) a (15) pre výpočet pomocou splatnej hodnoty, doby diskontovania a príslušnej úrokovej miery

$$D_m = K_n \left[ 1 - \frac{1}{(1 - i)^n} \right] = 9800 \cdot \left[ 1 - \frac{1}{(1 + 0,09)^3} \right] = 2232,60 \text{ p.j.}$$

Podobne ako pri obchodnom diskontovaní vypočítame diskontovanú hodnotu pri matematickom diskontovaní z matematického diskontu, splatnej hodnoty zo vzorca (14)

$$K_0^m = K_n - D_m = 9800 - 2232,60 = 7567,40 \text{ p.j.}$$

Výsledné diskontované hodnoty porovnáme a zistíme ich rozdiel

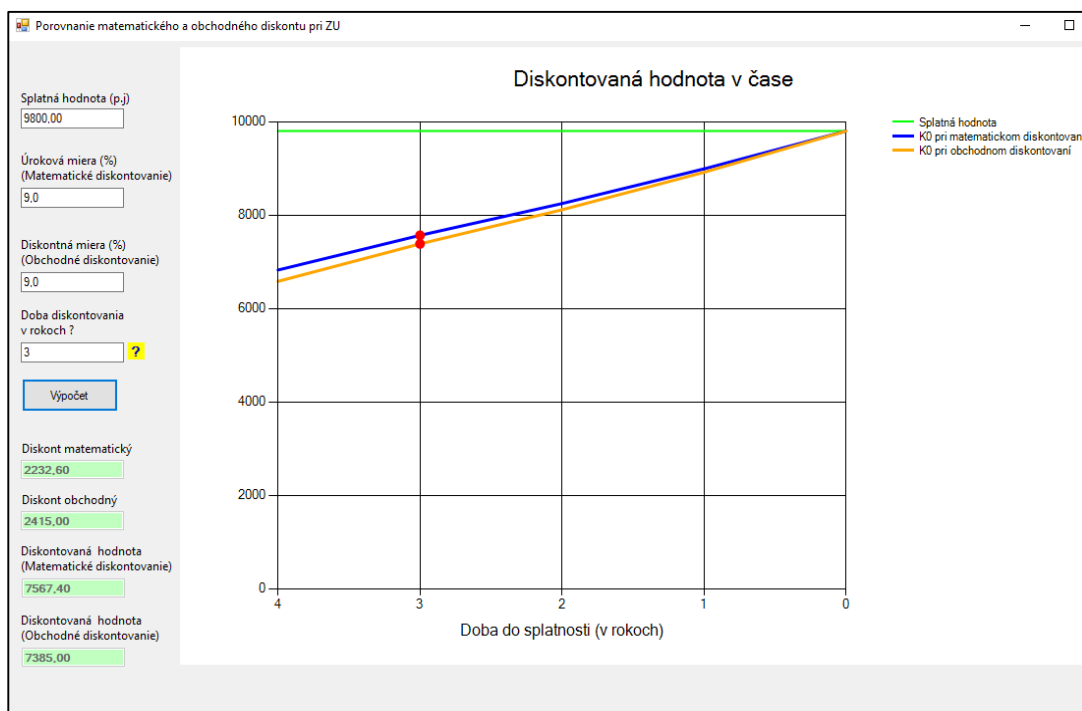
$$K_0^m = 7567,40 \text{ p.j.}; K_0^o = 7385,00 \text{ p.j.}; K_0^m > K_0^o; K_0^m - K_0^o = 182,40 \text{ p.j.}$$

*Odpoveď:* Diskont, ktorý si bankár zrazí pri predčasnom predaji má hodnotu 2415,00 p. j. Suma, ktorú majiteľ zmenky dostane, pri použití tohto diskontu je 7385,00 p. j. Pri použití matematického diskontovania má diskont hodnotu 2232,60 p. j. a diskontovaná hodnota je rovná 7567,40 p. j. Diskontovaná hodnota pri matematickom diskontovaní je väčšia o 182,40 p. j. ako diskontovaná hodnota pri obchodnom diskontovaní a je pre majiteľa zmenky výhodnejšia.

#### Riešenie pomocou aplikácie:

Riešenie tohto príkladu môžeme vykonať spustením jediného okna aplikácie z výberovej lišty zvolíme kategóriu s označením „*Porovnanie matematického a obchodného diskontu*“ a následne spustíme okno oboch pod kategórií „*Porovnanie pri zloženom úrokovani*“ následne po zadaní všetkých vstupných hodnôt dostane všetky požadované hodnoty a grafické zobrazenie diskontovaných hodnôt v rámci jedného okna.

Z grafického zobrazenia na obrázku 44, je vidieť že diskontovaná hodnota pri obchodnom diskontovaní je menšia ako diskontovaná hodnota pri matematickom, pričom s rastúcou *dobou do splatnosti* sa rozdiel zväčšuje.



**Obrázok 44** - Výpočet príkladu zloženého úrokovania v rámci jediného okna "Porovnanie matematického a obchodného diskontu pri ZU" (zdroj: Vlastné spracovanie)

V detaile okna "Porovnanie matematického a obchodného diskontu pri ZU", obrázku 45, sú výsledné hodnoty totožné s hodnotami vypočítanými manuálne, pričom riešenie pomocou aplikácie nám prinieslo značnú úsporu času.

Diskont matematický	2232,60
Diskont obchodný	2415,00
Diskontovaná hodnota (Matematické diskontovanie)	7567,40
Diskontovaná hodnota (Obchodné diskontovanie)	7385,00

**Obrázok 45** - Detail výsledných hodnôt okna "Porovnanie matematického a obchodného diskontu pri ZU" príkladu zloženého úrokovania (zdroj: Vlastné spracovanie)

## 5 ZÁVER

Cieľom záverečnej práce bolo navrhnúť a naprogramovať aplikáciu pomocou programovacieho jazyka C# pre výpočet úloh a grafické zobrazenie veličín súvisiacich s problematikou diskontovania ako aj výpočet vybraných úloh z oblasti finančnej ekvivalencie.

V prvej kapitole sme priblížili a vysvetlili problematiku diskontovania. Uviedli sme a stručne opísali príklady cenných papierov využívajúce diskontovanie. Podrobne bola analyzovaná zmenka, ku ktorej sme uviedli dôvody používania, typy, v ktorých sa môže v praxi vyskytovať ako aj povinné údaje, ktoré musí v rámci legislatívnych pravidiel obsahovať. Tiež sme uviedli potreby a proces vzniku programovacieho jazyka C#. V rámci tejto časti sme taktiež priblížili aplikačný rámec – *.NET framework* a šablóny *Windows Forms App*, jej obsluhu a niektoré ponúkané komponenty potrebné k navrhnutiu a vytvoreniu funkčnej desktop aplikácie. V závere kapitoly sme predstavili dostupné online aplikácie podobného typu pre výpočty z rôznych oblastí finančnej matematiky.

Kapitola 2 bola venovaná cieľom práce, kde sme stanovili zadanie práce, ktoré aplikácia musí splňať. Následne sme sformulovali čiastkové ciele, ktoré sme priebežne v rámci práce analyzovali a pracovali na ich splnení.

V kapitole 3 sme analyzovali problematiku diskontovania a vysvetlili matematické postupy, potrebné pre výpočtové funkcie a príkazy v rámci našej aplikácie. Stručne sme charakterizovali návrh našej aplikácie, uviedli sme príklady častí zdrojového kódu spolu s vysvetlením a analyzovali sme komplexné problémy v rámci programovania aplikácie, na ktoré sme narazili v rámci jej vytvárania. Po ich opise sme vysvetlili postupy ich riešenia. Na záver sme uviedli softvérové doplnky potrebné k úspešnému spusteniu a manipulácií s aplikáciou.

V kapitole 4 boli predstavené praktické ukážkam fungovania aplikácie a jej porovnanie s manuálnym výpočtom. V rámci výpočtov pomocou aplikácie sme ukázali grafický vzhľad aplikácie respektíve jej častí, popisali sme základné postupy orientácie a práce v aplikácií. Vzorové príklady demonštrovali riešenia z oblasti diskontovania pri jednoduchom, zloženom úrokovaní a vybraných častí finančnej ekvivalencie. Riešenia

pomocou aplikácie sme doplnili snímkami obrazoviek, znázorňujúcimi predmetné výpočty a grafické zobrazenia, potrebné k úspešným riešeniam príkladov.

Okrem spomenutých a opísaných postupoch, aplikácia umožňuje aj ďalšie prispôsobenia a nastavenia pri zadávaní vstupných údajov ako zvolenie sadzieb pre výpočet v prípade ekvivalencie, nastavenie jednotky doby diskontovania v rámci diskontovania pri jednoduchom úrokovaní a ďalšie. Tieto nastavenia umožňujú komplexnejšiu prácu s aplikáciou a poskytujú používateľovi lepšie a v niektorých prípadoch aj presnejšie výsledné hodnoty.

Aplikáciu môžeme klasifikovať ako pokročilejšiu kalkulačku pre výpočty v konkrétnej oblasti finančnej matematiky - diskontovania. V praxi sa aplikácia môže uplatniť pri kontrole správnosti manuálne riešených príkladov, rýchle získanie výsledkov zložitejších príkladov a na edukačné účely vo viacerých fázach vyučovacieho procesu ekonomickej univerzity.

Aplikácia je pamäťovo nenáročná. Nemá vysoké nároky na hardwarové a softvérové parametre. Pre používateľa je jednoduchá na používanie, poskytuje informácie a pokyny k jej obsluhu. V prípade nesprávnej formy zadania vstupných údajov aplikácia upozorní používateľa príslušným hlásením.

Na základe spomenutých dôvodov môžeme konštatovať, že uvedený hlavný cieľ práce bol splnený.

Aplikácia v súčasnej podobe nemusí byť konečnou verziou. Môže byť rozšírená o rôzne funkcionality napríklad nahradenie viacerých zmieniek jednou ekvivalentnou zmenkou.

## 6 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

**CZECHWEALTH. 2022.** CzechWealth. *Vkladové certifikáty*. [Online] 2022. [Dátum: 2. 5 2023.] <https://www.czechwealth.cz/slovník-pojmu/vkladove-certifikaty>.

**HANEŠOVÁ M. 2018.** Krátkodobé a dlouhodobé cenné papíry. Brno : MUNI, 2018.

**HUŤKA, V. - INSTITORIS, J. - MOJŽÍŠOVÁ, E. 1998.** *Finančná Matematika 1*. Bratislava : Ekonóm, 1998. ISBN 80-225-0967-1.

**HUŤKA, V. - PELLER, F. 2010.** *Finančná matematika v Exceli*. Bratislava : IURA EDITION, 2010. ISBN 978-80-8078-320-4.

**MAPLE TECH. INTERNATIONAL, LLC. 2008.** Calculator.net. *Interest Calculator*. [Online] 2008. Dostupné z: <https://www.calculator.net/interest-calculator.html?>.

**MAPLE TECH. INTERNATIONAL, LLC. 2008.** Calculator.net. *Compound Interest Calculator*. [Online] 2008. Dostupné z: <https://www.calculator.net/compound-interest-calculator.html?cinterestrate=8&cincompound=monthly&coutcompound=annually&x=77&y=22>.

**MICROSOFT. 2022.** Microsoft-learn. *Desktop Guide (Windows Forms .NET)*. [Online] .NET 6, Microsoft, 22. September 2022. <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/desktop/winforms/overview/?view=netdesktop-6.0>.

**NBS. 1998.** Numismatic Bibliomania Society . *RARE £10 MILLION UK TREASURY BILL OFFERED*. [Online] 1998. Dostupné z: [https://www.coinbooks.org/esylum\\_v17n38a33.html](https://www.coinbooks.org/esylum_v17n38a33.html).

**OLIVIER J.P. 2021.** LibreTexts. *Application - Promissory Notes*. [Online] 5. September 2021.

[https://math.libretexts.org/Bookshelves/Applied\\_Mathematics/Business\\_Math\\_\(Olivier\)/08%3A\\_Simple\\_Interest\\_Working\\_With\\_Single\\_Payments\\_and\\_Applications/8.04%3A\\_Application\\_-\\_Promissory\\_Notes](https://math.libretexts.org/Bookshelves/Applied_Mathematics/Business_Math_(Olivier)/08%3A_Simple_Interest_Working_With_Single_Payments_and_Applications/8.04%3A_Application_-_Promissory_Notes).

**OVČIARIK M. & PARTNERS GROUP SK s.r.o. 2023.** Finančný Kompas. *Finančný Kompas*. [Online] PARTNERS GROUP SK s.r.o, 2023. [Dátum: 2. Máj 2023.] <https://www.financnykompas.sk>.

**OVČIARIK M. & PARTNERS GROUP SK s.r.o. 2023.** Finančný Kompas - Hypotekárna kalkulačka. *Finančný Kompas*. [Online] PARTNERS GROUP SK s.r.o, 2023. [Dátum: 5. Máj 2023.] <https://www.financnykompas.sk/hypotekarna-kalkulacka>.

**OVČIARIK M. & PARTNERS GROUP SK s.r.o. 2023.** Finančný Kompas - Investičná kalkulačka. *Finančný Kompas*. [Online] PARTNERS GROUP SK s.r.o, 2023. [Dátum: 5. Máj 2023.] <https://www.financnykompas.sk/investovanie-pravidelne/kalkulacka>.

**PAULÍK D a kol. 2012.** *Základy financií a meny*. Bratislava : Inštitút aplikovaného manažmentu Trenčín, 2012. ISBN 978-80-89600-06-9.

**PENIAZE.SK. 2023.** Peniaze.sk - kalkulačky. [Online] Next Page Media Holding, 1. Marec 2023. [Dátum: 2. Máj 2023.] <https://www.peniaze.sk/kalkulacky>.

**REJNUŠ O. 2016.** *Finanční trhy*. Brno : GRADA, 2016. 978-80-247-5871-8.

**SIMONKA Z. 2023.** *Úvod do finančnej matematiky 1. časť: Úrokový počet a diskontovanie*. Bratislava : Letra Edu, 2023. 978-80-97443-7-2.