

DIPLOMADOLGOZAT

Boga Áron

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Kaposvári Campus

mesterképzési szak

**RÉSZVÉNYÁRFOLYAMOK ELŐREJELZÉSE ÉS PORTFÓLIÓ
MENEDZSMENT**

Belső konzulens: Koroseczné Dr. Pavlin Rita,
egyetemi adjunktus

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:**

MATE, Befektetési, Pénzügyi
és Számviteli Tanszék,
Vidékfejlesztés és
Fenntartható Gazdaság
Intézet

Külső konzulens: Dr. Makó Zoltán,
egyetemi professzor

Készítette: Boga Áron

Kaposvár

2024

Tartalomjegyzék

1.	Bevezető	4
2.	A Kelly-kritérium	6
2. 1.	A Kelly kritérium története	6
2. 2.	Aki sikerrel használta a Kelly-kritériumot: Bill Benter	7
2. 3.	A kritérium igazolása	7
2. 4.	Monte Carlo szimuláció	9
2. 5.	A Kelly-kritérium alkalmazása átlag felhasználók számára	10
2. 6.	A Kelly-kritérium eredmények értelmezése	10
2. 7.	A Kelly-kritérium hatékonysága: Működőképes-e?	11
2. 8.	Miért nem gazdagodik meg mindenki?	11
2. 9.	Portfólióm diverzifikálása – mit is jelent ez valójában?	12
3.	A Holt módszer.....	14
4.	Előrejelzés elvi feltételeinek vizsgálata:	15
4. 1.	Melyik a jó illesztés?.....	15
4. 2.	Standard hiba.....	16
4. 3.	Kiugró adatok vizsgálata:.....	16
4. 4.	Homoesztokaszticitás teljesülése	17
4. 5.	Autokorrelációk vizsgálata.....	18
5.	Az alkalmazáshoz használt technológiák	20
5. 1.	JavaScript	20
5. 2.	HTML5	20
5. 3.	CSS.....	21
5. 4.	Bootstrap	22
5. 5.	Math.js.....	22
5. 6.	Pie.js.....	23
6.	Alkalmazás bemutatása	24
6. 1.	Programozási környezet	24

6. 2.	Az alkalmazás fontosabb funkciói:	24
6. 3.	Adatok	24
6. 4.	Részvényárak alakulásának kiírása	25
6. 5.	Hibaelemzés	28
6. 6.	Korreláció mátrix	29
6. 7.	Optimális befektetési tanácsadás.....	31
7.	A program tesztelése 2 részvényes portfólióval.....	33
7. 1.	Kiválasztott részvények	33
7. 2.	Részvényárak alakulása a két részvény esetében.....	33
7. 3.	Korreláció analízis	34
7. 4.	A tesztelt részvény előrejelzés elvi feltételeinek vizsgálata (AAPL):	34
7. 5.	A tesztelt részvény előrejelzés elvi feltételeinek vizsgálata (AMZN):.....	36
7. 6.	Optimális befektetési tanácsadás.....	37
8.	Következtetések.....	39
8. 1.	Jövőbeli tervek	39
	Irodalomjegyzék	40

1. Bevezető

A dolgozat célja egy olyan innovatív alkalmazás fejlesztése, amely a Holt-módszer alkalmazásával rövid távon előrejelzi a részvényárfolyamok alakulását. Ez az alkalmazás nemcsak a jövőbeli árfolyamok előrejelzésére összpontosít, hanem elemzéseket is végez, hogy biztosítsa az előrejelzések megbízhatóságát és pontosságát.

Az alkalmazás egyik legfontosabb feladata az előrejelzések elvi feltételeinek ellenőrzése. Ennek érdekében kiszámítja a determinációs együtthatót (R^2), amely megmutatja, hogy az előrejelzett értékek milyen mértékben magyarázzák a valós adatokat. A standard hiba kiszámításával az előrejelzések pontosságát és megbízhatóságát értékeli. Az alkalmazás azonosítja a kiugró adatokat is, amelyek eltérhetnek a normál eloszlástól, és potenciálisan torzíthatják az előrejelzéseket.

A homoszkedaszticitás vizsgálata biztosítja, hogy az adatsorok szórása állandó maradjon az idő folyamán, ami fontos az előrejelzések stabilitása szempontjából. Az autokorreláció elemzése révén az alkalmazás felismeri, ha az adatok között időbeli korreláció áll fenn, amely befolyásolhatja az előrejelzési modellek pontosságát.

Az alkalmazás különlegessége, hogy egyidejűleg több adatsoron is elvégzi ezeket az elemzéseket, és meghatározza az árfolyamok közötti korrelációs együtthatókat. Ezek az együtthatók kulcsfontosságúak a befektetői döntéshozatal szempontjából, mivel lehetővé teszik olyan portfóliók kialakítását, amelyekben a részvények árváltozásai ellentétes irányú mozgást mutatnak (negatív korreláció). Ez a stratégia jelentősen hozzájárul a kockázat csökkentéséhez, mivel a különböző részvények negatív korrelációja ellensúlyozza az egyes részvények árváltozásainak hatását [Knight, Palmer, 2022].

Továbbá, az alkalmazás a Kelly-képlet segítségével kiszámítja az egyes részvényekbe történő optimális befektetési szinteket. A képlet egy matematikai megközelítés, amely meghatározza a befektetési stratégiát, optimalizálva a hosszú távú tőkearányos hozamot. Ez lehetővé teszi a befektetők számára, hogy a legkedvezőbb arányban osszák el a tőkéjüket különböző részvények között.

Az alkalmazás felhasználóbarát felülettel rendelkezik, amely lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy kiválasszák az adatokat, és gyorsan hozzáférjenek az eredményekhez. A felhasználók könnyen értelmezhetik az előrejelzéseket és az elemzéseket, így megalapozottabb befektetési döntéseket hozhatnak.

Az alkalmazásom jelenleg bárki számára szabadon és ingyenesen elérhető a <https://bogaaron.github.io/> linken keresztül. Az alkalmazás szabad felhasználású, nem szükséges kód a belépéshez, ez a későbbiekben változhat. Egy átlagfelhasználónak aki

bizonytalan a befektetésekben és tanácsot szeretne kérni, hogy mibe fektesse a rendelkezésére álló tőkét ez az alkalmazás tökéletes. Más bonyolult, és összetett, hasonló funkcionalitással rendelkező programokat egy átlagos felhasználó nehezen tud felhasználni ellentétben az enyémmel. A program egy kézzel fogható választ ad arra, hogy miként diverzifikáljuk az tőkénket és előre jelzi, hogy mennyi lesz a lehetséges profit. Az interneten található más, hasonló jellegű alkalmazások hatalmas összegeket tudnak felemészteni, az előfizetési rendszerüknek köszönhetően és ami a legnagyobb hátrányuk, hogy a felhasználói felületük túl komplikált valamint nem ad konkrét választ a kérdéseinkre. Ezeket a hiányosságokat az én alkalmazásom kiküszöbölte, egyszerű, könnyen kezelhető, átlátható és választ ad egyszerű pénzügyi kérdésekre min az optimális elosztás és előrejelzés.

2. A Kelly-kritérium

A Kelly-kritérium egyike azon allokációs technikáknak, amelyek a pénz hatékony kezelésére szolgálnak. A kereskedők és befektetők gyakran hangsúlyozzák a diverzifikáció fontosságát, és hogy egy-egy részvénybe mennyi pénzt érdemes tenniük. Ezek a kérdések mind olyanok, amelyek esetében lehet alkalmazni a Kelly-kritériumot.

A Kelly-kritérium egy matematikai képlet, amely segíti a befektetőket abban, hogy a vagyonuk hány százalékát kellene különböző befektetésekre fordítaniuk. A Kelly-kritériumnál abban az esetben, ha befektetőnek nagyobb a valószínűsége arra, hogy profitábilis legyen vagy nyerjen, akkor átlagosan többet kockáztat. Amikor pedig annak a valószínűsége, hogy a befektetés sikeres lesz kevesebb, akkor a kockáztatott összeg jóval kisebb lesz. A befektetésre szánt összeg arányát annak érdekében kell kiszámolnunk, hogy a nyereségünk hosszú távon a lehető legmagasabb legyen.

Tegyük fel, hogy egy befektetőnek van 10 000 dollárja, és két különböző befektetési lehetősége van. Az első befektetés esetében 60% valószínűséggel 20% hozamot ér el, míg 40% valószínűséggel 10% veszteséget szenved. A második befektetés esetében 30% valószínűséggel 50% hozamot ér el, míg 70% valószínűséggel 20% veszteséget szenved.

A Kelly-kritérium alkalmazásával kiszámíthatjuk, hogy mennyi pénzt kellene befektetni az egyes lehetőségekre annak érdekében, hogy a hosszú távú nyereségünk maximalizálódjon.

Összefoglalás:

A Kelly-kritérium használata segít a befektetőknek meghatározni, hogy mennyi pénzt kellene különböző befektetésekre fordítaniuk annak érdekében, hogy a hosszú távú nyereségük maximalizálódjon. A kritérium alkalmazásával lehetőség nyílik a kockázat optimalizálására és a vagyon hatékonyabb kezelésére.

2.1. A Kelly kritérium története

John Kelly, a fizikus, az AT&T laboratóriumában dolgozott, amikor 1956-ban kidolgozta matematikai képletét. Eredetileg nem az volt a szándéka, hogy forradalmasítsa az optimális befektetések meghatározását. Valójában a Kelly-kritériumot azért fejlesztette ki, hogy megoldást találjon az AT&T távolsági telefonjelek zajproblémáira. A módszert később publikálta "Az információs ráta új értelmezése" címmel [Hanula, 2023].

Nem sokkal később a szerencsejátékosok rájöttek, hogy milyen hatalmas potenciál rejlik a kritériumban, mint optimális fogadási rendszer a lóversenyeken. Ez a rendszer lehetővé tette számukra, hogy hosszú távon maximalizálják a profitjukat. Azóta rengetegen alkalmazzák

ezt a módszert a pénzkezelés terén, beleértve olyan nagy neveket is, mint Warren Buffett és Bill Gross.

2. 2. Aki sikerrel használta a Kelly-kritériumot: Bill Benter

Bill Benter olyan legendás alak, akin keresztül bepillantást nyerhetünk abba, hogy a matematika és a szerencsejáték páratlanul összefonódhatnak. A Kelly-kritérium segítségével Benter képes volt legyőzni a lóversenyek fogadási rendszereit, és majdnem egymilliárd dollárt nyerni, ami lehetővé tette számára, hogy boldogan éljen a megszerzett vagyonból.

Benter egyetemi éveit fizikusként kezdte, de később új hívószóra lelt a szerencsejáték világában. Az MIT elit egyetemén matematikaprofesszorává vált, és kutatási területei között szerepelt a valószínűségszámítás és annak alkalmazása különböző szerencsejátékokban. Az élet azonban máshová sodorta, és 22 évesen Las Vegasba költözött, ahol elsősorban a szerencsejátékból tartotta fenn magát.

Az élet új fordulatot hozott, amikor Alan Woods, egy profi szerencsejátékos csapat vezetője felfigyelt rá. Benter csatlakozott a csapathoz, és hamarosan komoly nyereségeket hozott. Azonban nem minden volt felhőtlen, mivel hamarosan feketelistára került a csapathoz Las Vegasban, ahol az életkorából és a rendkívüli sikereiből fakadóan megkérdőjelezték integritását és nyereségének forrását [Hanula, 2023.]

2. 3. A kritérium igazolása

Egy kedvező fogadás példája lehet egy elfogult érme, ahol a nyerési valószínűség $p > 1/2$. Tegyük fel, hogy annak eldöntése érdekében, hogy tőkénk mekkora részét fordítsuk a tét összegére, a várható értéket maximalizáljuk. Így minden egyes próbánál a teljes vagyonunkat a játékba fektetjük. Ezzel a stratégiával azonban az a probléma, hogy a tönkremenetel szinte elkerülhetetlenné válik, ahogy a próbák száma a végtelenhez közelít. Ebben a helyzetben a tönkremenetel valószínűségének minimalizálása nem kívánatos, mivel ez egyúttal a várható átlagos nyereség minimalizálásával is jár.

A fent leírt forgatókönyvből kiindulva Kelly egy alternatív stratégiát vezetett be, amely a nyereség maximalizálása és a tönkremenetel valószínűségének minimalizálása között helyezkedik el [Andrea Carta Claudio, 2020]. Tegyük fel, hogy az 1-es kimenethez $1/2 < p \leq 1$ nyerési valószínűséget, a -1-es kimenethez pedig $q = 1 - p$ veszteségi valószínűséget figyelünk meg. W_0 kezdeti vagyonból kiindulva feltételezzük, hogy a kezdeti vagyon egy f -ed részét tesszük fel. N próbálkozás után, ahol m -szer nyerünk, a végső vagyon a következőképpen alakul:

$$W_n = W_0(1+f)^m(1-f)^{n-m} \quad (1)$$

mivel

$$e^{n \log \left(\frac{W_n}{W_0} \right)^{\frac{1}{n}}} = \frac{W_n}{W_0} \quad (2)$$

Az alábbi keretben az eszköz növekedésének exponenciális rátája próbánként a következő:

$$\log \left[\frac{W_n}{W_0} \right]^{\frac{1}{n}} = \frac{m}{n} \log(1+f) + \frac{n-m}{n} \log(1-f) \quad (3)$$

Kelly célja, hogy maximalizálja a növekedési ráta együttthatójának $G(f)$ várható értékét (4), azaz

$$\begin{aligned} G(f) &= \mathbb{E} \left\{ \log \left[\frac{W_n}{W_0} \right]^{\frac{1}{n}} \right\} = \mathbb{E} \left\{ \frac{m}{n} \log(1+f) + \frac{n-m}{n} \log(1-f) \right\} \\ &= p \log(1+f) + q \log(1-f) \end{aligned} \quad (4)$$

Ahhoz, hogy maximalizáljuk $G(f)$ -et, kiszámítjuk a deriváltját --

$$G'(f) = \frac{p}{1+f} - \frac{q}{1-f} = \frac{p-q-f}{1-f^2} = 0 \quad (5)$$

Az f értéke, amely maximalizálja $G(f)$ et, $f^*=p-q$. Azt is megmutatjuk, hogy f^* a $G(f)$ egyetlen maximuma, mivel

$$G''(f) = \frac{-f^2+2f(p-q)-1}{(1-f^2)^2} < 0. \quad (6)$$

Így $G(f)$ konvex az $[0,1)$ intervallumban, míg $G'(0)=p-q>0$ és $\lim_{f \rightarrow 1} G'(f)=-\infty$. Ha $f^*=p-q$ értéket behelyettesítjük az egyenletbe, akkor a következőt kapjuk

$$G(f^*) = p \log p + q \log q + \log 2 > 0. \quad (7)$$

Sőt, mivel $G(0) = 0$ és $\lim_{f \rightarrow 1} G(f) = -\infty$, van egy egyedi érték $f^c > 0$ és $0 < f < f^c < 1$, így $G(f^c) = 0$.

A W_n játékos végső vagyona meghaladja bármely rögzített korlátos M -et, ha $0 < f < f^c$, de nem véges számú kísérlet esetén. Ezzel szemben a tönkremenetel szinte biztosan megtörténik, ha $f > f^c$. Az $f = f^c$ esetben a vagyon n próba után véletlenszerűen 0 és $+\infty$ között ingadozik. Ráadásul a Kelly-kritérium hosszú időn keresztül minden más stratégiát felülmúl, és aszimptotikusan minimalizálja egy bizonyos vagyoni szint eléréséhez szükséges időt. A

kritérium akkor is érvényes, ha a valószínűség változik a kísérletek során. Ebben az esetben az alanynak minden kísérletben az optimálisat kell kiválasztania az $E[\log W_n]$ maximalizálása érdekében el [Andrea Carta Claudio, 2020].

2. 4. Monte Carlo szimuláció

A következőkben Monte Carlo szimulációkkal végzünk kísérleteket, hogy kiderítsük, vajon az optimális Kelly-stratégia felülmúlja-e a kockázatkerülő és kockázattvállaló stratégiákat egy olyan pénzügyi eszköz esetében, amelynek hozamai normál eloszlásúak.

Feltételezzük, hogy a részvényárak folytonos valószínűségi változók, amelyek véletlenszerűen mozognak. Ezért a részvényárak sztochasztikus folyamatok megvalósulásai. Egy megfelelő modell erre a geometriai Brown-mozgás (GBM).

Az egyszerűség kedvéért két pénzügyi eszközt vizsgálunk: az első kockázatos, éves átlaghozama 12% és éves volatilitása 40%, míg a második egy kockázatmentes eszköz, állandó éves kamatlába 1%. Egy évben 252 kereskedési nappal számolva, a napi kockázati és hozam mértékek a következőképpen alakulnak:

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Napi}} &= \frac{12\%}{252} \approx 0.0476; \\ \sigma_{\text{Napi}} &= \frac{40\%}{\sqrt{252}} \approx 2.5198; \\ r_{\text{Napi}} &= \frac{1\%}{252} \approx 0.004.\end{aligned}$$

Az egyenlet alapján az optimális Kelly-frakció $f^*=0,6875$. A napi hozamokat a következő GBM specifikáció határozza meg (8):

$$r_t = \left(\mu_{\text{Napi}} - \frac{\sigma_{\text{Napi}}^2}{2} \right) + \sigma_{\text{Napi}} Z_t \quad (8)$$

ahol Z_i standard normál eloszlású. Minden befektetési időszak után egy befektető, aki az optimális f^* Kelly-frakciót alkalmazza, a következőt kapja (9):

$$W_{t+1} = (W_t - (W_t \cdot f^*)) \cdot e^{r_f} + (W_t \cdot f^*) \cdot e^{r_t} \quad (9)$$

A egyenletben a kockázatos eszközbe be nem fektetett vagyonrészt a kockázatmentes eszközbe helyezik, míg a részvényt piacon a szimulált r_{tr} hozammal befektetett részt hozzáadják az előző időszak végén meglévő vagyonhoz W_t el [Andrea Carta Claudio, 2020]. Összehasonlítás céljából a teljes Kelly-stratégia mellett más alternatív stratégiákat is figyelembe veszünk, nevezetesen:

Half Kelly: ahol $f_{HK} = \frac{1}{2}f^* = 0.34375$

Double Kelly: ahol $f_{DK} = 2f^* = 1.375$

Triple Kelly: ahol $f_{TK} = 3f^* = 2.0625$

A fél Kelly-stratégia egy kockázatkerülőbb befektetőt képvisel, míg a dupla és tripla Kelly-stratégiák a kockázatkereső befektetőket jelzik. Mivel a dupla és tripla Kelly-frakciók nagyobbak, mint 1, a befektető kénytelen tőkeáttételt alkalmazni, azaz rövidre eladni a kockázatmentes eszközt. Pénzt kölcsönöz, hogy többet fektethessen be, mint amennyi vagyona van el [Andrea Carta Claudio, 2020].

2. 5. A Kelly-kritérium alkalmazása átlag felhasználók számára

Vizsgálja meg az elmúlt 50-60 kereskedését. Egyszerűen megteheti ezt, ha megkéri a brókerét, vagy ha ellenőrzi az elmúlt adóbevallásait, ha minden kereskedését bevallotta. Egyszerűen tesztelje vissza a rendszert, és vegye figyelembe ezeket az eredményeket, ha már tapasztaltabb kereskedő, és kialakított egy kereskedési rendszert. A Kelly-kritérium feltételezi, hogy ugyanúgy kereskedik most, mint ahogyan azt korábban tette.

Számítsa ki "W"-t, a nyerési valószínűséget. Ossza el azoknak a kereskedéseknek a számát, amelyek pozitív eredményt hoztak, az összes kereskedés számával, mind a pozitív, mind a negatív. Minél közelebb van ez az érték az egyhez, annál jobb, de bármelyik érték elfogadható, ha 0,50 felett van.

Számítsa ki "R"-t, a nyerési/veszteségi arányt. Ossza el a pozitív kereskedések átlagos nyereségét a negatív kereskedések átlagos veszteségével. Ha az átlagos nyereségei nagyobbak, mint az átlagos veszteségei, akkor ennek az értéknek nagyobbak kell lennie, mint az egy. Az eredmény elfogadható, ha ez az érték kisebb, mint az egy, amíg a veszteséges kereskedések száma alacsony marad [Kupper, 2023].

2. 6. A Kelly-kritérium eredmények értelmezése

A százalék egy olyan szám, amely kisebb, mint egy, és amit az egyenlet állít elő azáltal, hogy reprezentálja a pozíciók méretét, amelyeket be kell venni. Például, ha a Kelly százalék 0,05, akkor minden részvényedből 5%-os pozíciót kellene felvenned a portfóliódban. Ez a rendszer alapvetően arról tájékoztat, hogy mennyire kellene diverzifikálnod.

Azonban a rendszerhez némi józanész is szükséges. Egy szabályt mindenképpen érdemes szem előtt tartani, függetlenül attól, hogy a Kelly százalék mit mond: ne ruházd be több mint 20% - 25% -át tőkédből egyetlen részvénybe sem [Kupper, 2023]. Bármilyen többel járó elosztás sokkal nagyobb befektetési kockázattal jár, mint amit a legtöbb ember vállalni szeretne.

2. 7. A Kelly-kritérium hatékonysága: Működőképes-e?

A Kelly-kritérium egy tiszta matematikai alapokon nyugvó rendszer, azonban kérdéses lehet, hogy ez a matematika, eredetileg telefonok számára fejlesztve, hatékony-e a tőzsdén vagy a szerencsejáték-arénákon. Egy részvénygrafikon képes demonstrálni ennek a rendszernek a hatékonyságát, bemutatva egy adott számla szimulált növekedését tiszta matematika alapján. Más szóval, a két változót helyesen kell beírni, és feltételeznünk kell, hogy az befektető képes fenntartani az ilyen teljesítményt [Kupper, 2023].

Példa: Vegyük példaként egy kitalált befektetőt, Zoltánt, aki az elmúlt évben 100 különböző kereskedésen vett részt. Az adatok elemzése után kiderült, hogy ezek közül 60 kereskedés zárult nyereségesen, míg 40 kereskedés veszteséggel végződött. Ezek alapján Zoltán nyerési valószínűsége (W) $60/100 = 0,6$, vagyis 60%.

A következő lépésben Zoltán kiszámolja a nyerési/veszteségi arányt (R). Átlagosan egy nyerő kereskedés 20% profitot hozott, míg egy vesztes kereskedés átlagosan 10% veszteséget eredményezett. Tehát az R érték: $0,20 / 0,10 = 2$.

Ezeket az értékeket beírva a Kelly-egyenletbe, megkapjuk Zoltán Kelly százalékát:

$$K\% = (0,6 - (1-0,6)) * 2 = (0,6 - 0,4) * 2 = 0,2 * 2 = 0,4.$$

Tehát Zoltán Kelly százaléka 40%. Ez azt jelenti, hogy a Kelly-kritérium alapján Zoltánnak 40% -át kellene kockáztatnia a rendelkezésre álló tőkéjének minden egyes kereskedésben.

Ez a példa megmutatja, hogy a Kelly-kritérium hogyan alkalmazható a valós életben, és segíthet az befektetőknek megállapítani, hogy mennyi tőkét kellene elhelyezniük egy adott kereskedésben a portfóliójuk hatékony kezelése érdekében.

2. 8. Miért nem gazdagodik meg mindenki?

Az aranyalchimisták titka mindig is homályba burkolózott. A pénzügyi bűvész mesterek ugyan táncolnak a portfólió diverzifikáció varázslatos táncát, mégis sokan kívül maradnak

ezen a fényes táncparketten. A valóság az, hogy a gazdagság megközelítése egy bonyolult kavalkád, ahol minden lépés és fordulat végtelen lehetőséget rejt.

A portfólió diverzifikáció táncának megértése magába foglalja a gazdálkodás labirintusába való betekintést. Miközben ez a rendszer hatékonyan segíti a portfólió diverzifikációját, nem képes az aranyos részvények kiválasztására vagy a hirtelen piaci összeomlások megjósolására, bár enyhítheti a veszteséget [Kupper, 2023]. A piacokon mindig jelen van egy bizonyos mennyiségű szerencse vagy véletlen, ami megváltoztathatja a hozamokat.

Így hát, a pénzügyi világ elegáns koreográfiájában, melynek dallamait az élet és a pénz álmodja meg, a kérdés mindig is megmarad: miért maradnak sokan a gazdagság táncának félhomályos szélén?

2. 9. Portfólióm diverzifikálása – mit is jelent ez valójában?

"Ne tegyünk minden tojást egy kosárba." A diverzifikálás azt jelenti, hogy az befektetéseinket különböző eszközosztályok között osztjuk szét. Egy eszköz értéke csökkenhet, miközben a másik stabil marad. A diverzifikáció védelmet nyújt számunkra a kockázatokkal szemben, és csökkenti a veszteségeket az egész portfólión belül.

A befektetői döntésekben kulcsszerepet játszik a kockázat felismerése és kezelése. Ez a tény számos befektetési stratégia és modell kidolgozására ösztönözte a pénzügyi közösséget. Egy ilyen fontos aspektus a diverzifikáció elve, melynek célja az, hogy a portfólió kockázatát minimalizálva, a várható hozamot maximalizáljuk.

Képzeljük el, hogy két potenciálisan ígéretes befektetési lehetőséget tárgyalunk. Az egyik lehetőség egy nyaralóhajó vállalkozása, míg a másik egy esernyőgyár. Az előzetes elemzések szerint mindkét cég részvényei kiemelkedő hozamot ígérnek, de kockázatukat a jövőbeli időjárási viszonyok befolyásolják [Varian, 2016].

A modellben feltételezzük, hogy a jövő időjárása az eső és a napsütés egyensúlyától függ. Ha sok esős idő várható, az esernyők kereslete nő, míg a nyaralóhajóké csökken. Fordított esetben, a napos időjárás növeli a nyaralóhajók keresletét és csökkenti az esernyőkét. A befektetők számára a legbiztonságosabb döntés az, ha portfóliójukat diverzifikálják, vagyis mindkét lehetőségbe fektetnek.

Az elméleti modellezés szerint, ha fele-fele arányban osztjuk meg befektetésünket a két cég között, akkor függetlenül az időjárástól, stabil 15%-os hozamot realizálhatunk. Ez a diverzifikáció elvének egyik legfontosabb megvalósulása, mivel a kockázatot minimalizálva, a várható hozamot maximalizáljuk.

A tőzsdére történő megérkezés előtt valóban felkeressük a bankot, hogy kivegyük pénzünket. Ezen alkalommal megismertetjük a bankot az általunk kidolgozott optimális portfólióval. Így amikor a tőzsdére érünk és vásárlásainkat kezdik, a piac az optimális diverzifikált portfóliót értékeli. Ezt követően a részvények árfolyama az együttes kockázat alacsony szintje miatt kezd el emelkedni.

Fontos megjegyezni, hogy bár a diverzifikáció csökkenti a kockázatot, azért sosem lehetünk teljesen mentesek a veszteségektől. A piac mindig reagál az előre nem látható tényezőkre, így az esőgyárba csapó villám vagy a banki csőd egyaránt kockázatot jelent. Ennek megfelelően mindkét befektetési lehetőség, legyen az diverzifikált részvényvásárlás vagy banki betét, egyaránt 5%-os hozamot ígér.

A nyaralóhajó és az esernyőgyár részvényei éppen nem a váratlan gazdasági fellendülés miatt értékelődnek fel, hanem azért, mert két egymást kiegészítő vállalkozást képviselnek. A diverzifikáció elve alapján a két cég részvényei együtt egy stabil és kiszámítható hozamot ígérnek, ami a befektetők számára vonzó lehetőséget kínál a hosszú távú megtakarításokra és befektetésekre.

A részvények árfolyamának és hozamának változékonyságát gyakran a variancia és szórás mutatóival mérik. A részvények hozama nem más mint az osztalékjövedelem valamint az árfolyamnyereség/veszteség összege. A részvények vásárlásának jövedelmezőségét általában a hozamráta mutatja, amely a hozamot a befektetett tőke százalékában fejezi ki.

$$R_{t+1} = \frac{Div_{t+1} + P_{t+1} - P_t}{P_t} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} R_{t+1} &= a \text{ t+1-ik periódus hozamrátája} \\ DIV_{t+1} &= a \text{ t+1-ik periódus osztalékjövedelme} \\ P_{t+1} &= a \text{ t+1-ik periódus árfolyama} \\ P_t &= a \text{ t-ik periódus árfolyama} \end{aligned}$$

A fent látható képlet az egy éves tartamra vonatkozó részvényhozamot határozza meg. Abban az esetben, ha az egyes részvények történelmi hozamait idősorokká alakítjuk, akkor tetszőleges, t éves időszakra is kiszámíthatjuk az egy éves átlagos hozamrátát az alábbi képlet (11) segítségével:

$$R_T = \sqrt[T]{\prod_{t=1}^T (1 + R_t)} - 1 \quad (11)$$

3. A Holt módszer

A Holt-módszert Charles C. Holt amerikai matematikus és statisztikus fejlesztette ki az 1950-es években. A célja egy hatékonyabb és rugalmasabb előrejelzési módszer kidolgozása volt a rövid távú keresleti ingadozások jobb kezelésére, mint a korábbi módszerek [Winston, 2003].

A Holt-módszer exponenciálissimításon alapul, ami egy statisztikai technika, amely súlyozott átlagot számít a múltbeli adatokból az előrejelzések generálásához. A módszer egyszerűsége és hatékonysága miatt népszerűvé vált a rövid távú előrejelzések széles skálájában, beleértve a raktározást, a gyártást és a pénzügyeket.

Amennyiben feltételezzük, hogy az idősor tartalmaz lineáris trendet, de nem mutat szezonális ingadozásokat, a Holt-módszer gyakran kiváló előrejelzéseket nyújt. A Holt-módszer a periódus végén megadja az idősor becsült alapszintjét (L_t) és trendjét (T_t).

A Holt-módszer: exponenciális simítás trend alapképlete

$$\begin{aligned} L_t &= \alpha x_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \\ T_t &= \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \end{aligned} \quad (12)$$

ahol α és β 0 és 1 közötti kiegyenlítő konstansok.

4. Előrejelzés elvi feltételeinek vizsgálata:

4.1. Melyik a jó illesztés?

Az illesztés hibája három részre bontható [Winston, 2003]:

1. Teljes eltérés négyzetösszeg (Sum of Squares Total, SST) - Teljes hiba (13)
2. A becslések átlagától való eltérés négyzetösszege (Sum of Squares Regression, SSR)
- Regressziós hiba (14)
3. Reziduális négyzetösszeg (Sum of Squares Error, SSE) - Reziduális hiba (15)

$$\begin{aligned} SST &= \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \\ SSR &= \sum_{i=1}^n (mx_i + n - \bar{y})^2 \\ SSE &= \sum_{i=1}^n (mx_i + n - y_i)^2 \end{aligned}$$

(13, 14, 15)

$$SST = SSR + SSE \quad (16)$$

Ami így írható le (17):

$$\frac{SSR}{SST} + \frac{SSE}{SST} = 1$$

(17)

A determinációs együttható (R^2) egy statisztikai mutató, amelyet arra használunk, hogy megmérjük, hogy egy regressziós modell mennyire jól magyarázza a függő változóban megfigyelt varianciát. Más szóval, az R^2 azt mutatja meg, hogy a független változók (x) mennyiben befolyásolják a függő változó (y) változását (18).

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} \quad (18)$$

Az R^2 értéke 0 és 1 között változik. Minél közelebb van az R^2 értéke 1-hez, annál jobb a modell illeszkedése, és annál nagyobb a valószínűsége, hogy a független változók valóban befolyásolják a függő változót. Ha az R^2 értéke 0 közelében van, akkor a modell nem illeszkedik jól, és a független változók nem befolyásolják jelentősen a függő változót.

Az

$$1 - R^2 = \frac{SSE}{SST} \quad (19)$$

megmutatja, hogy a hiba hányad része nem magyarázható az független változó (x) által.

Az $R^2 = \frac{SSR}{SST}$ a függő változó becsült szórásnégyzetének és a valós szórásnégyzetének hányadosa. Tehát az R^2 azt mutatja, hogy a függő változó szórásnégyzetének hányad részét magyarázza az függő változó (x).

Az R^2 tulajdonképpen az x és y változók közötti lineáris korrelációs együttható r_{xy}^2 négyzete (20):

$$R^2 = r_{xy}^2 \quad (20)$$

Ha a kapcsolat direkt ($m > 0$), akkor

$$r_{xy} = +R. \quad (21)$$

Viszont ha a kapcsolat ellentétes ($m < 0$), akkor

$$r_{xy} = -R \quad (22)$$

Az illesztés elfogadható, ha $|r_{xy}| \geq 95\%$, azaz, ha $R^2 > 0.9$.

4. 2. Standard hiba

Standard hiba: A standard hiba a regressziós együtthatók szórásmérője. Becslés standard hibája: A becslés standard hibája a regresszióból származó becslések pontosságának értékét adja meg.

$$s_e = \sqrt{\frac{SSE}{n-2}} = \sqrt{\frac{(1-R^2)SST}{n-2}} \quad (23)$$

4. 3. Kiugró adatok vizsgálata:

Egy becslés elfogadható ha az adatok megközelítőleg 68%-a az

$$\left[y_i - s_e \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{n(x_i - \bar{x})^2}{r_x^2}}, y_i + s_e \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{n(x_i - \bar{x})^2}{r_x^2}} \right] \quad (24)$$

$$\simeq [y_i - s_e, y_i + s_e]$$

intervallumba kerül, ezek a kis kiugró adatok, és az adatok 95%-a pedig a

$$\left[y_i - 2s_e \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{n(x_i - \bar{x})^2}{r_x^2}}, y_i + 2s_e \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{n(x_i - \bar{x})^2}{r_x^2}} \right] \quad (25)$$

$$\simeq [y_i - 2s_e, y_i + 2s_e]$$

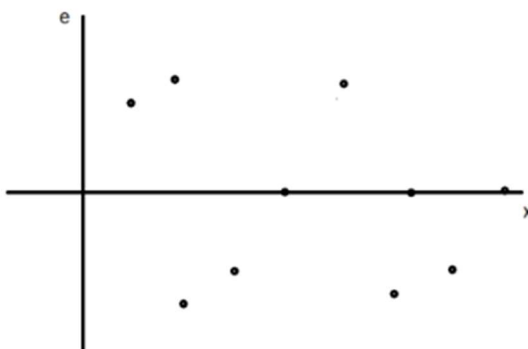
intervallumba, ezek a nagy kiugró adatok.

4. 4. Homoszkedaszticitás teljesülése

A hibatenyező (MAD) értéke nem változik az x független változó értékétől. Amikor megvizsgáljuk a hiba és az adatsor közötti korrelációt, azt várjuk, hogy a korreláció közel nullához legyen. *Ha a hibatenyező varianciája az x értéktől függ, akkor heteroszkedaszticitásról beszélünk.* A homoszkedaszticitást úgy vizsgálhatjuk, hogy ábrázoljuk a hibatenyező változását az x értékek függvényében, az Ox tengelyen az x értékekkel és az Oy tengelyen a hibatenyező értékeivel. A heteroszkedaszticitás megszüntethető, ha az y függő változót $\sqrt{y}$ vagy $\ln y$ formában vesszük figyelembe, majd az adatsort xxx szerint rendezzük.

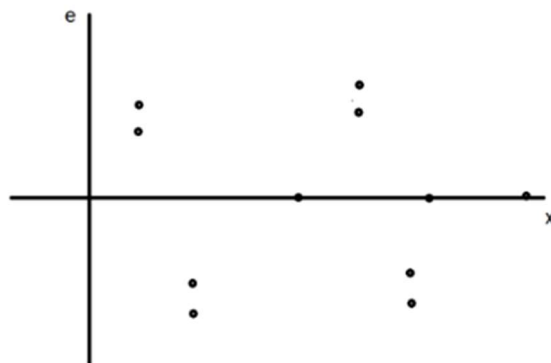
1. Ábra. Homoszkedaszticitás tulajdonság

(Forrás: Saját szerkesztés)



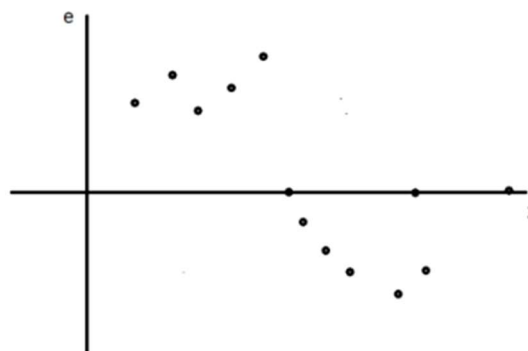
2. Ábra. Heteroszkedaszticitás. A hibák rendezett mintát mutatnak.

(Forrás: Saját szerkesztés)



3. Ábra. Pozitív autokorreláció

(Forrás: Saját szerkesztés)



4. 5. Autokorrelációk vizsgálata

Az autokorrelációs tulajdonságban arról van szó, hogy a hibák függetlenek kell legyenek egymástól. Ez azt jelenti, hogy egy hiba értéke ne függjön attól, hogy mi volt az előző hiba értéke. Az adatok gyűjtésekor előfordulhat olyan helyzet, amikor ez a feltétel nem teljesül, és ezt ellenőrizni kell.

A hibák függetlenségét az idősoros adatokból lehet ellenőrizni, hasonlóan az előző feltételhez. Két alapvető hibatípus létezik: a pozitív autokorreláció és a negatív autokorreláció.

Pozitív autokorreláció esetén a hibák mintázata lehet például: + + + + - - - - ..., ami azt jelenti, hogy az egyik hiba gyakran egy azonos előjelű hibát generál, míg a negatív hiba általában az ellenkező előjelűt.

Negatív autokorreláció esetén a hibák mintázata lehet például: + - + - + - + - ..., ahol az egyes hibák előjelének váltakozása figyelhető meg.

Összefoglalva:

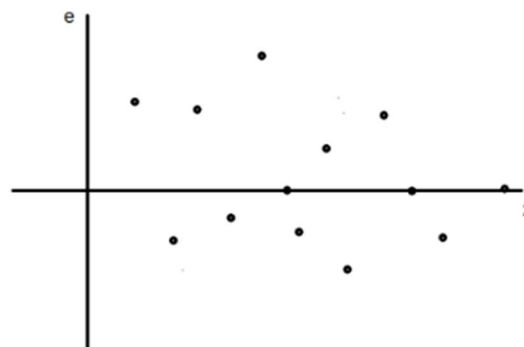
Ha a hibák ritkán (kevesebb mint felénél) váltanak előjelt, akkor a függetlenségi feltétel megsértése pozitív autokorrelációt jelent.

Ha a hibák gyakran (több mint felénél) váltanak előjelt, akkor a függetlenségi feltétel megsértése negatív autokorrelációt jelent.

Ha a hibák az esetek nagyjából felénél váltanak előjelt, akkor valószínűleg megfelelnek a függetlenségi feltételnek.

4. **Ábra.** Negatív autokorreláció

(Forrás: Saját szerkesztés)



5. Az alkalmazáshoz használt technológiák

Az alkalmazás fejlesztéséhez több jól bevált módszert alkalmaztam, amelyeket részletesen ismertetni fogok a későbbiekben. A felhasználói felület kialakításához HTML5-öt használtam, a stílusok megadásához pedig CSS-t. Emellett a Bootstrap 4 nyílt forráskódú keretrendszert és a SweetAlert könyvtárat is igénybe vettem. Az egész alkalmazást a Visual Studio Code szerkesztőben készítettem el. Ebben a fejezetben részletesen bemutatom a fent említett eszközöket és technikákat.

5.1. JavaScript

A JavaScript egy általános célú, objektumorientált, magas szintű és prototípusalapú szkriptnyelv. Főként a webfejlesztés területén alkalmazzák, gyakran hivatkoznak rá, mint a web nyelve. Számos weboldal, amelyet a böngészőinkben megnyitunk, JavaScriptet [Máté, 2024] használ annak érdekében, hogy jelentősen fokozza a felhasználói élményt. A nyelvet főként interaktív elemek és effektek létrehozására használják a böngészőkben. A JavaScript szintaxisa a C nyelvre épül.

Ez a nyelv interpretált, ami azt jelenti, hogy a kód futás közben kerül értelmezésre, és nem szükséges előzetes fordítás. Emellett gyengén típusos, vagyis a változók típusát nem kell előre meghatározni, és a változóban tárolt adatok típusa változhat. Számos könyvtár és keretrendszer áll rendelkezésre, amelyek gyors és hatékony fejlesztést tesznek lehetővé.

A JavaScript lehetővé teszi, hogy az oldalon megjelenő elemeket dinamikusan manipuláljuk, anélkül, hogy az oldalt újra kellene tölteni.

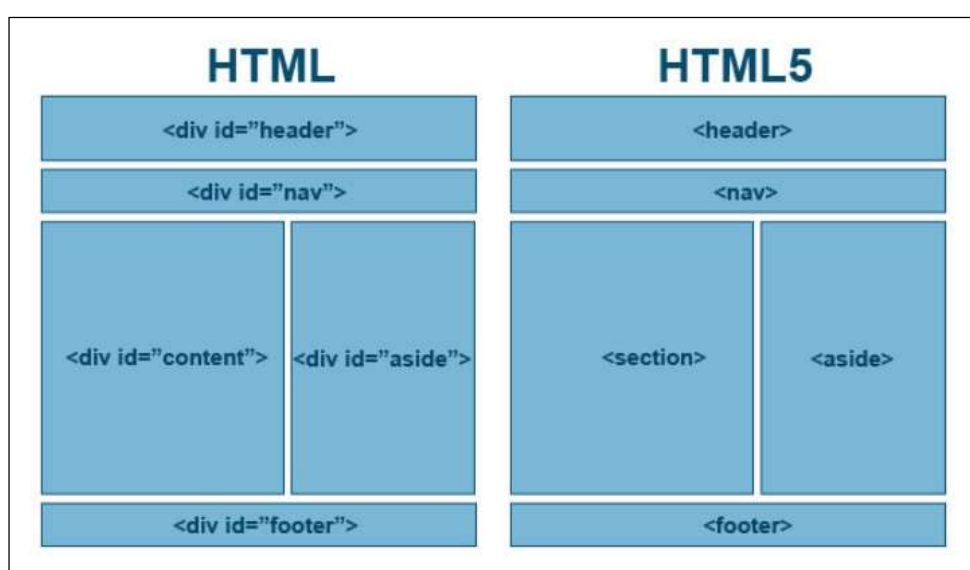
5.2. HTML5

A HTML a HyperText Markup Language [Máté, 2024] rövidítése, ami magyarul hiperszöveges jelölőnyelvet jelent. Ez az alapvető eszköz, amit a weboldalak létrehozásánál használnak. A HTML mára az internet egyik szabványává vált. Az ezzel a nyelvvel írt kódot a webböngészők értelmezik, majd megjelenítik a felhasználók számára ismerős weboldalakat. A "Hypertext" (hiperszöveg) [Máté, 2024] kifejezés azokra a linkekre utal, amelyek különböző oldalakat kötnek össze, ezzel könnyítve meg a navigációt. A "Markup" (jelölés) pedig a HTML elemeket jelöli, amelyeket a böngésző nem választ el a weboldal szövegétől, mint például a képeket vagy videókat. A HTML egy könnyen megtanulható nyelv, ami lehetővé teszi a fejlesztők számára, hogy weboldalak struktúráját létrehozzák.

A HTML5 [Máté, 2024] a HTML legújabb, továbbfejlesztett verziója. Ez a frissítés számos új lehetőséget és elemet hozott be a nyelvbe. Ezen kívül néhány meglévő funkciót is átdolgoztak, kijavítottak vagy eltávolítottak. Az egyik legjelentősebb változtatás a szemantikus HTML-struktúrák bevezetése, amelyek teljes mértékben meghatározzák saját tartalmukat és minden mai, modern keresőmotor támogatja őket. Minden korszerű webfelületnek tartalmaznia kell a HTML doctype-ot, hogy versenyben maradjon.

5. Ábra. A HTML5 és HTML nyelvek közötti eltérések

(Forrás: Máté, 2024 nyomán)



5.3. CSS

A CSS, amely az angol Cascading Style Sheets rövidítése [Máté, 2024] , egymásra épülő stíluslapokat jelent. Ez a technológia felelős a weboldalak megjelenéséért és vizuális stílusáért. A CSS segítségével meghatározhatjuk az oldalon található elemek elrendezését, a színeket, a betűtípusokat és azok méretét, valamint számos egyéb stílusbeli beállítást.

Lehetővé teszi a HTML elemek kinézetének módosítását, ezáltal esztétikailag gazdagítja az oldalak alapját képező HTML-t. Gyakorlatilag a HTML által meghatározott struktúrát teszi vonzóbbá és felhasználóbarátabbá. A CSS segít abban, hogy az oldalak vizuálisan egységesek és esztétikusak legyenek, megkönnyítve ezzel a felhasználói élményt [Máté, 2024].

Különböző stíluslapokat használ, amelyek hierarchikusan épülnek egymásra, így a stílusokat könnyen módosíthatjuk és testre szabhatjuk. Ennek köszönhetően az oldal kinézete dinamikusan változtatható, anélkül, hogy az alap HTML struktúrához

hozzányúlnánk. Ez a technológia alapvető eszköz a modern webfejlesztésben, lehetővé téve a fejlesztők számára, hogy professzionális és vonzó weboldalakat hozzanak létre.

5. 4. Bootstrap

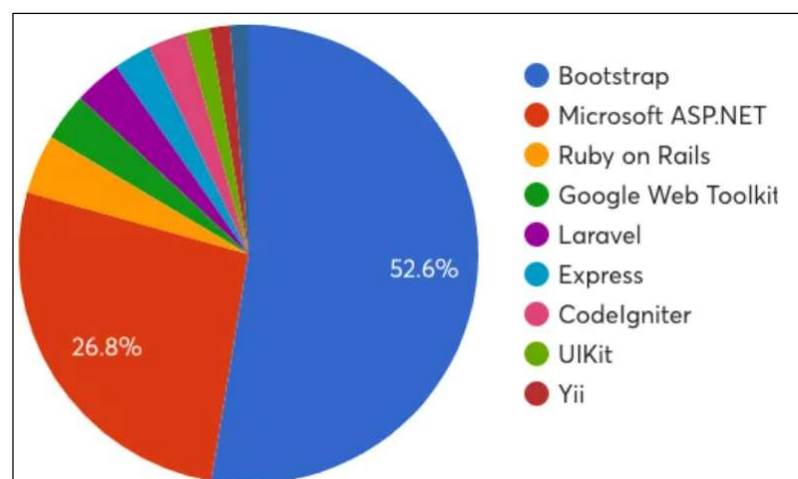
A Bootstrap egy nyílt forráskódú keretrendszer, amely a HTML, a CSS és a JavaScript technológiákra épül. Azért hozták létre, hogy megkönnyítse a fejlesztők számára a modern és vonzó weboldalak készítését, minimális erőfeszítéssel. A Bootstrap lehetővé teszi, hogy olyan weboldalakat hozzunk létre, amelyek jól néznek ki és mindenféle kijelzőn megfelelően jelennek meg, legyen az asztali számítógép, tablet vagy mobiltelefon.

A legfőbb előnyei közé tartozik, hogy teljes körűen dokumentált, könnyen testre szabható a felhasználók igényei szerint, és erős böngészőkompatibilitással rendelkezik. Ezen kívül az időmegtakarítás szempontjából is rendkívül hasznos a fejlesztők számára, mivel a keretrendszer gyorsabbá és egyszerűbbé teszi a weboldalak kialakítását.

Az egyik legvonzóbb tulajdonsága a rácsszerkezet, amely lehetővé teszi az elemek pontos elrendezését a kijelzőn. Ezen felül a flexbox rendszer is nagy előny, mivel egyszerűsíti a CSS-ben ismert flexbox használatát. A Bootstrap ezen tulajdonságai hozzájárulnak ahhoz, hogy a keretrendszer a fejlesztők körében rendkívül népszerűvé vált.

6. Ábra. A Bootstrap piaci részesedése

(Forrás: Máté, 2024 nyomán)



5. 5. Math.js

A Math.js egy JavaScript könyvtár, amely lehetővé teszi matematikai műveletek végrehajtását a böngészőben vagy Node.js környezetben. Ez a könyvtár számos matematikai

funkciót tartalmaz, például számológépi műveletek, trigonometriai függvények, mátrixműveletek és sok más. Használata segítségével könnyen lehet matematikai problémákat megoldani és különféle matematikai műveleteket végrehajtani a JavaScript alkalmazásokban.

5. 6. Pie.js

A pie.js egy JavaScript könyvtár, amely segít létrehozni és testreszabni kördiagramokat (pie charts) webes alkalmazásokban vagy weboldalakon. A kördiagramok egy gyakran használt eszköz adatainak vizualizálására, mivel jól szemléltetik az arányokat és az összetevők közötti kapcsolatot.

A pie.js lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy könnyen és rugalmasan hozzanak létre kördiagramokat a böngészőben, és testre szabják azokat az egyedi igények szerint. Ez a könyvtár általában könnyen értelmezhető és használható, így akár kezdő fejlesztők is könnyen alkalmazhatják.

A legtöbb esetben a pie.js lehetővé teszi a felhasználók számára a következőket:

Adatok megjelenítése: Egyszerű módon megjeleníthetők a kördiagramon a kívánt adatok.

Testreszabhatóság: A felhasználók testreszabhatják a kördiagramot különböző módon, például színek, címkék, méretek és stílusok szerint.

Interaktivitás: Lehetőség van interaktív elemek hozzáadására, például felugró ablakok vagy animációk, amelyek javíthatják a felhasználói élményt.

Responszivitás: A könyvtár lehetővé teszi, hogy a kördiagramok reagáljanak az eszköz méretére vagy az ablak átméretezésére, így a diagramok jól mutatnak különböző eszközökön és képernyőméreteken.

Általánosságban a pie.js lehetővé teszi a fejlesztők számára, hogy könnyen és hatékonyan hozzanak létre és testreszabjanak kördiagramokat a weben, így segítve az adatok vizualizációját és megértését.

6. Alkalmazás bemutatása

Az alkalmazást a Holt-módszer segítségével rövid távú előrejelzéseket készít részvényárfolyamokról. Az alkalmazás továbbá elemzi az előrejelzések megbízhatóságát és pontosságát, valamint optimális befektetési stratégiákat kínál a Kelly-képlet alapján. Az alábbiakban részletesen bemutatom az alkalmazás funkcióit és használatát.

6.1. Programozási környezet

Ahhoz, hogy hatékonyan tudjak fejleszteni több szempontot vettem figyelembe, ezek közül az egyik legfontosabb a fejlesztői környezet. Ennek legfontosabb részei: egy olyan környezet, ami segítségével tudjuk futtathatjuk az alkalmazást, egy megfelelő böngésző és a különböző programok amelyek szerkesztésben segítenek. Ahhoz, hogy a kódomat eredményesen tudjam írni, Visual Studio Code szerkesztő felülettel dolgoztam. Ebben a szerkesztőben a produktív kódoláshoz minden tényező adott. Egyik, általam legjobban preferált kiegészítés a kód színezése, annak szintaxisa alapján.

6.2. Az alkalmazás fontosabb funkciói:

- Részvényárak előrejelzése
- Előrejelzés elvi feltételeinek vizsgálata
- Korreláció mátrix
- Optimális befektetési tanácsadás
- Kockázati magatartást kiválasztása

6.3. Adatok

Az adatsorokat az Alpha Vantage (alphavantage.co) [11] oldalról API segítségével mentettem le, egyelőre statikusan. Az Alpha Vantage egy olyan online pénzügyi adatok szolgáltatója, amely számos különböző piaci adatot és pénzügyi információt kínál az ügyfeleknek és fejlesztőknek. Az Alpha Vantage API-t [11] kínál, amely lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy hozzáférjenek részletes piaci adatokhoz, például részvényárfolyamokhoz, forex árfolyamokhoz, kriptovalutákhoz, technikai indikátorokhoz és gazdasági mutatókhoz. Az API-t gyakran használják olyan alkalmazások és weboldalak fejlesztéséhez, amelyek pénzügyi adatokat és elemzéseket kínálnak a felhasználóknak. Az API-t könnyen integrálhatják a különböző programozási nyelvekkel, például Python, JavaScript vagy Java segítségével. Az weboldal által nyújtott adatok közé tartoznak például

valós idejű és történelmi részvényárfolyamok, technikai indikátorok (például mozgóátlagok, RSI stb.), forex árfolyamok, kriptovaluták és gazdasági mutatók (például inflációs ráta, munkanélküliségi ráta stb.). A szolgáltatásait ingyenesen is el lehet érni bizonyos korlátozások mellett, például meghatározott hívások számára naponta vagy adatok frissítési gyakoriságára vonatkozóan. Emellett fizetős csomagok is elérhetők a nagyobb adatigényekhez vagy speciális funkciókhoz. A választott adatsorok híresebb amerikai cégek részvényeinek változásait mutatják.

7. Ábra. Az Alpha Vantage által kapott adatok szerkezete

(Forrás: saját munka)

```
"Meta Data": {
  "1. Information": "Daily Prices (open, high, low, close) and Volumes",
  "2. Symbol": "AAPL",
  "3. Last Refreshed": "2024-03-14",
  "4. Output Size": "Compact",
  "5. Time Zone": "US/Eastern"
},
"Time Series (Daily)": {
  "2024-03-14": {
    "1. open": "172.9100",
    "2. high": "174.3078",
    "3. low": "172.0500",
    "4. close": "173.0000",
    "5. volume": "72571635"
  },
  "2024-03-13": {
    "1. open": "172.7700",
    "2. high": "173.1850",
    "3. low": "170.7600",
    "4. close": "171.1300",
    "5. volume": "51948951"
  },
  "2024-03-12": {
    "1. open": "173.1500",
    "2. high": "174.0300",
    "3. low": "171.0100",
    "4. close": "173.2300",
    "5. volume": "59544927"
  },
}
```

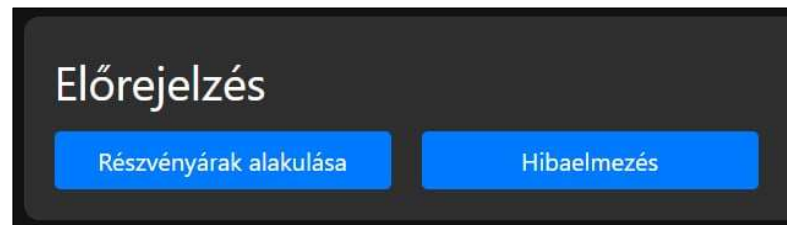
A fenti képen az látható, hogy miután lekértem az adatokat azokat milyen formában tárolom, jelen esetben az AAPL vagyis az Apple adatoráról van szó.

6. 4. Részvényárak alakulásának kiíratása

A program az első betöltésnél kezdi kiszámolni a részvény árának a változását az algoritmus segítségével és azt előrejelzi. Ahhoz hogy ezt megjelenítsük szükséges megnyomni a részvényárak alakulása gombot.

8. Ábra. Részvényárak alakulását és hibaelemzést kiírató gombok

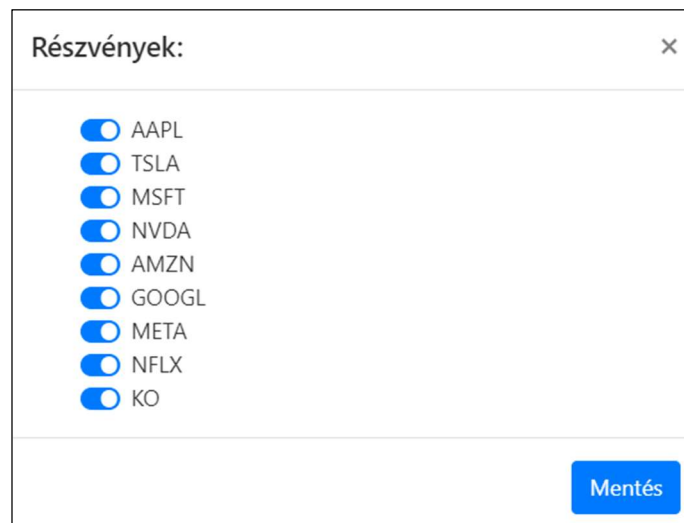
(Forrás: saját munka)



A részvényárak alakulása gomb megnyomásával megjelenik egy felugró ablak amelyben kiválszthatjuk, hogy melyik részvényeket szeretnénk látni a felsoroltakból a diagrammon.

9.Ábra. A megtekinteni kívánt részvényárak kiválasztása és mentés gomb

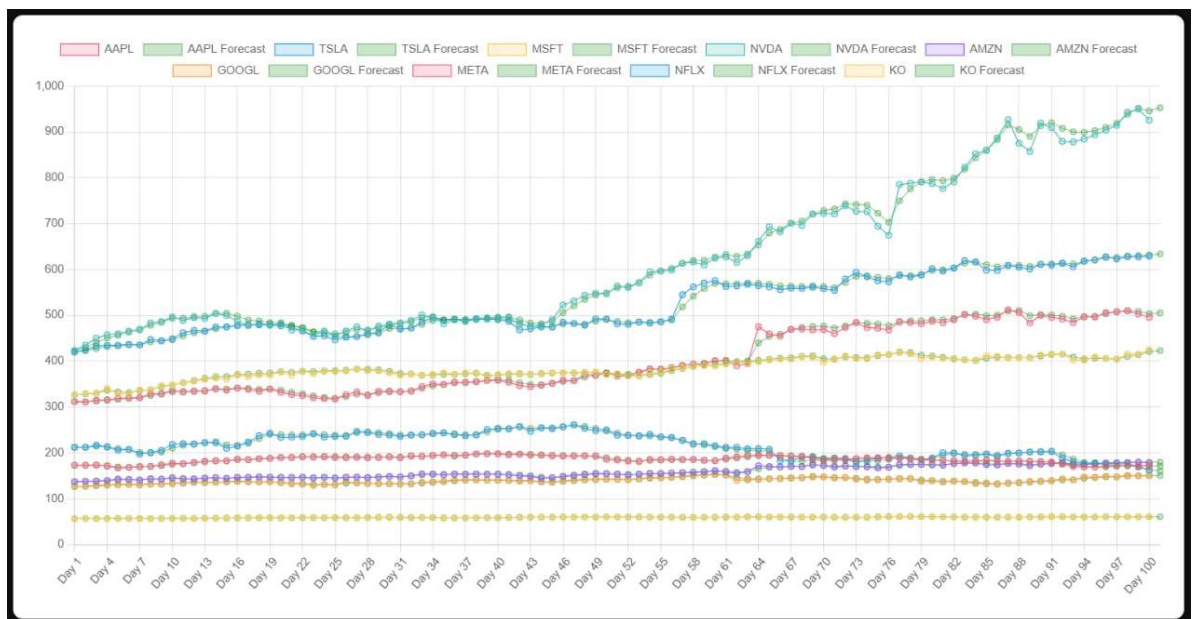
(Forrás: saját munka)



Miután kiválasztottuk hogy melyik részvények árának változását szeretnénk előrejelezni a mentés gombra kattintva eltűnik a felugró ablak és megjelenik a grafikonunk. A grafikonon látatjuk a kiválasztott részvényeink neveit, az előző 100 napra vonatkozó áraikat valamint a hozzájuk tartozó előrejelzéseket. Ha egyik adatra rávisszük az egeret akkor több információt is megtudhatunk róla.

10. Ábra. Részvényárak alakulása az utóbbi 100 napban

(Forrás: saját munka)



Miután a program kiszámolja a várható értékeket azután a következő függvénnyel rajzoltatom ki a fent látható diagrammot:

11. Ábra. A diagram kirajzolásáért felelős programrészlet

(Forrás: saját munka)

```
const updateChart = () => {
  if (myChart) {
    myChart.destroy();
  }

  const colors = ['rgba(255, 99, 132, 0.2)', 'rgba(54, 162, 235, 0.2)', 'rgba(255, 206, 86, 0.2)', 'rgba(75, 192, 192, 0.2)',
  ];

  const visibleDatasets = Object.entries(smoothedClosePrices.sp)
    .filter(([symbol, data], index) => data.visible)
    .flatMap(([symbol, data], index) => {
      const colorIndex = index % colors.length;
      return [
        {
          label: symbol,
          data: data.data,
          backgroundColor: colors[colorIndex],
          borderColor: colors[colorIndex].replace('0.2', '1'),
          borderWidth: 1,
          hidden: !data.visible
        },
        {
          label: symbol + ' Forecast',
          data: data.forecast,
          backgroundColor: "rgba(0, 128, 0, 0.2)",
          borderColor: "rgba(0, 128, 0, 0.4)",
          borderWidth: 1,
          hidden: !data.visible
        }
      ];
    });

  myChart = new Chart(ctx, {
    type: 'line',
    data: {
      labels: Array.from({ length: Math.max(...visibleDatasets.map(d => d.data.length)) }, (_, i) => `Day ${i + 1}`),
      datasets: visibleDatasets
    }
  });
};
```

A fenti függvényeket a math.js biztosítja.

6. 5. Hibaelemzés

Ahogy az a fentiekben is tárgyaltuk egy előrejelzés pontosságát úgy tudhatjuk meg, ha megvizsgáljuk annak hibáit is. Ha ezek a hibák nem mutatnak kiugró értékeket akkor az előrejelzés elfogadhatónak mondható ezt a fenti „Előrejelzés elvi feltételeinek vizsgálata” résznél tárgyaltuk. Ahhoz hogy megtekinthessük a részvényárak előrejelzésének hibaelemzését a hibaelemzés gombra kell kattintanunk majd megjelenik mellette az összes részvény és a hozzájuk tartozó elemzés.

12. Ábra. A hibaelemzés gomb, valamint a kiszámolt hibák

(Forrás: saját munka)

Hibaelemzés

AAPL

TSLA

MSFT

NVDA

AMZN

GOOGL

META

NFLX

KO

Determinációs együttható, $R^2=0.9964135065249974$

Teljes hiba, $SST=2684704.5108409403$

Regressziós hiba, $SSR=2675075.8356304993$

Reziduális hiba, $SSE=9628.67521043944$

$SSR+SSE=2675075.83563049939628.67521043944=SST=2684704.5108409403$

Standard hiba, $SE=9.81258131708443$

Kis kiugró adatok=0.78

Nagy kiugró adatok=0.92

Homoesztadastticitás=0.24975611963138367

Előjelváltások száma:34/100(Kielégíti a függetlenségi feltételt)

A fenti képen 10 hibaelemzéshez kapcsolódó érték jelenik meg a részvény nevére kattintva, ezek vizsgálatával megmondható, hogy mennyire jó az előrejelzés.

6.6. Korreláció mátrix

Az alkalmazásban helyet kapott egy korreláció mátrix kiszámítására szolgáló gomb is. Erre a gombra kattintva megkapjuk a korreláció mátrixot.

13. Ábra. A korreláció mátrix

(Forrás: saját munka)

Korreláció mátrix									
	AAPL	TSLA	MSFT	NVDA	AMZN	GOOGL	META	NFLX	KO
AAPL	1.00	0.58	0.13	-0.35	-0.13	0.04	-0.21	-0.17	0.22
TSLA	0.58	1.00	-0.56	-0.78	-0.72	-0.31	-0.77	-0.73	-0.27
MSFT	0.13	-0.56	1.00	0.84	0.91	0.58	0.89	0.91	0.83
NVDA	-0.35	-0.78	0.84	1.00	0.96	0.49	0.97	0.95	0.67
AMZN	-0.13	-0.72	0.91	0.96	1.00	0.57	0.99	0.97	0.75
GOOGL	0.04	-0.31	0.58	0.49	0.57	1.00	0.53	0.59	0.60
META	-0.21	-0.77	0.89	0.97	0.99	0.53	1.00	0.96	0.71
NFLX	-0.17	-0.73	0.91	0.95	0.97	0.59	0.96	1.00	0.72
KO	0.22	-0.27	0.83	0.67	0.75	0.60	0.71	0.72	1.00

Két részvény közötti korreláció 1 lesz ha a részvény árai teljesen együtt mozognak és -1 lesz ha teljesen ellentétesen mozognak. A mi esetünkben az az ideális ha a szám két részvényár között negatív érték lesz, ez zöld színnel van jelezve. A főátlón található egyesek kék színnel

vannak jelezve és azért lesz az értékük egy mert a részvényt saját magával hasonlítja össze, ami ugyebár saját magával együtt mozog.

14. Ábra. A korreláció mátrix kiszámolásáért és kiíratásáért felelős kódrészlet

(Forrás: saját munka)

```
function calculateCorrelationMatrix(prices) {
  let cormatrix = prices.map((pricesRow, i) =>
    prices.map((pricesCol, j) => {
      if (i === j) {
        return 1;
      } else {
        let stdev1 = math.std(pricesRow);
        let stdev2 = math.std(pricesCol);
        return calculateCovariance(pricesRow, pricesCol) / (stdev1 * stdev2);
      }
    })
  );
  return cormatrix;
}

const matrixBody = document.getElementById('matrixBody');

calculateCorrelationMatrix(prices).forEach(rowData => {
  const row = document.createElement('tr');
  rowData.forEach(cellData => {
    const cell = document.createElement('td');
    cell.innerHTML = cellData.toFixed(2);
    if (cellData < 0) {
      cell.style.backgroundColor = "green";
    }
    row.appendChild(cell);
  });
  matrixBody.appendChild(row);
});

var table = document.getElementById("matrixBody");
var rows = table.getElementsByTagName("tr");

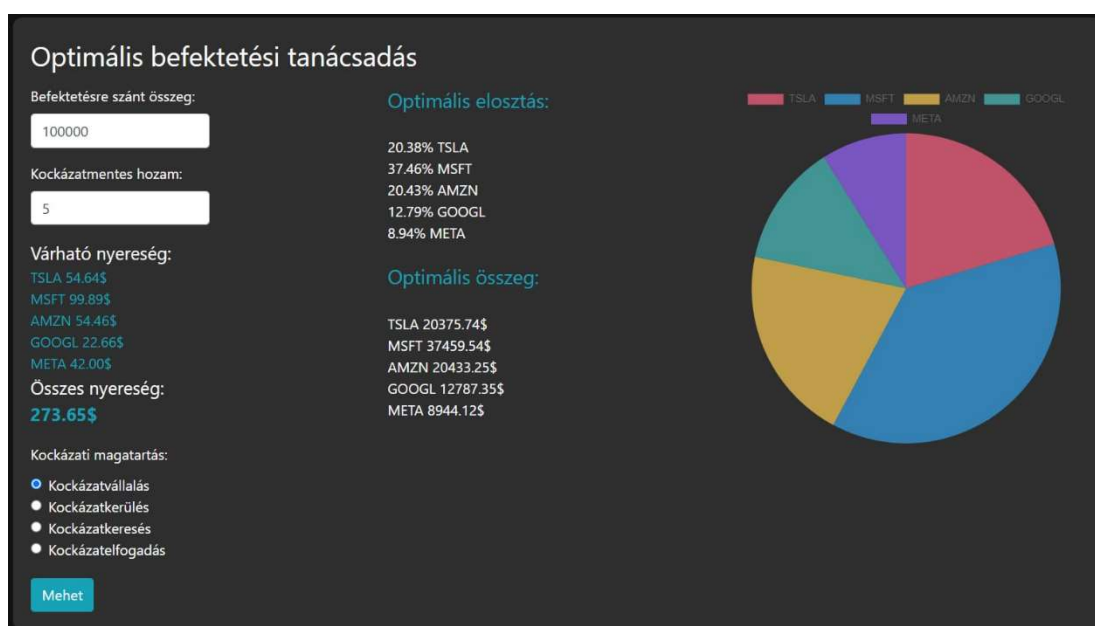
for (var i = 0; i < rows.length; i++) {
  var cells = rows[i].getElementsByTagName("td");
  for (var j = 0; j < cells.length; j++) {
    if (i === j) { // Főátló cellái
      cells[j].style.backgroundColor = "#007bff";
    }
  }
}
```

A fenti kódrészlet a korreláció mátrix kiszámítását mutatja. És annak táblázatban való megjelenítését.

6. 7. Optimális befektetési tanácsadás

A fenti adatokkal önmagukban nem tudnánk semmit kezdeni ezért létrehozunk egy részt ahol a felhasználó megadhatja, hogy mekkora összeg áll rendelkezésére amit befektetésre szán valamint a kockázatmentes hozamot és a kockázati magatartását, vagyis: Kockázatvállalás, Kockázatkerülés, Kockázatkeresés, Kockázatelfogadás. Ezeknek az adatoknak a megadásával majd a mehet gombra való kattintással a program kiszámolja, hogy melyik részvénybe az összeg hány százalékát érdemes helyezni, és hogy mennyi lesz a várható hozam és nyereség.

15. Ábra. Az optimális befektetési tanácsot ábrázoló panel
(Forrás: saját munka)



A fenti képen látható, hogy egy kördiagrammal is szemléltetjük az optimális elosztást. A kódnak egy része amely a Kelly kritériummal kiszámolja az optimális elosztást:

16. Ábra. Az optimális befektetési tanácsot kiszámoló kód egy része
(Forrás: saját munka)

```

function covarianceMatrix(prices) {
  let matrix = prices.map((pricesRow) =>
    prices.map((pricesCol) => calculateCovariance(pricesRow, pricesCol))
  );
  return matrix;
}

function inverseMatrix(matrix) {
  return math.inv(matrix);
}

function kellyPortfolio(prices, riskFreeRate) {
  let returns = prices.map(stockPrices => expectedReturn(stockPrices));
  let covMatrix = covarianceMatrix(prices);
  let invMatrix = inverseMatrix(covMatrix);

  if (invMatrix === null) {
    return null;
  }

  let excessReturns = returns.map(r => r - riskFreeRate / 252);
  let rawWeights = math.multiply(invMatrix, excessReturns);
  rawWeights = rawWeights.map(weight => Math.max(weight, 0));
  let sumRawWeights = rawWeights.reduce((a, b) => a + b, 0);
  let weights = rawWeights.map(weight => weight / sumRawWeights);

  return weights;
}

```

A fenti adatokat együtt érdemes nézni ugyanis láthatjuk hogy a két fő részvény amibe a program szerint érdemes fektetni az Tesla és a Microsoft. A korrelációs táblázatot megnézzük az is kivehető, hogy a két részvényár ellentétesen mozog de a diagramon a Microsoft növekszik míg a Tesla csökken de a program szerint pont ezért a Microsoftba több pénzt érdemes fektetni.

7. A program tesztelése 2 részvényes portfólióval

A következőkben a programomat egy kétrészvényes portfólió segítségével fogom tesztelni és bemutatni. Érdekes szem előtt tartani, hogy a tesztelés csak az egyszerűség kedvéért történik 2 részvényes portfólióval, ugyanis a valóságban az az optimális, ha a program a lehető legtöbb részényt tudja figyelembe venni, hogy kit tudja számítani az optimális allokációt.

7.1. Kiválasztott részvények

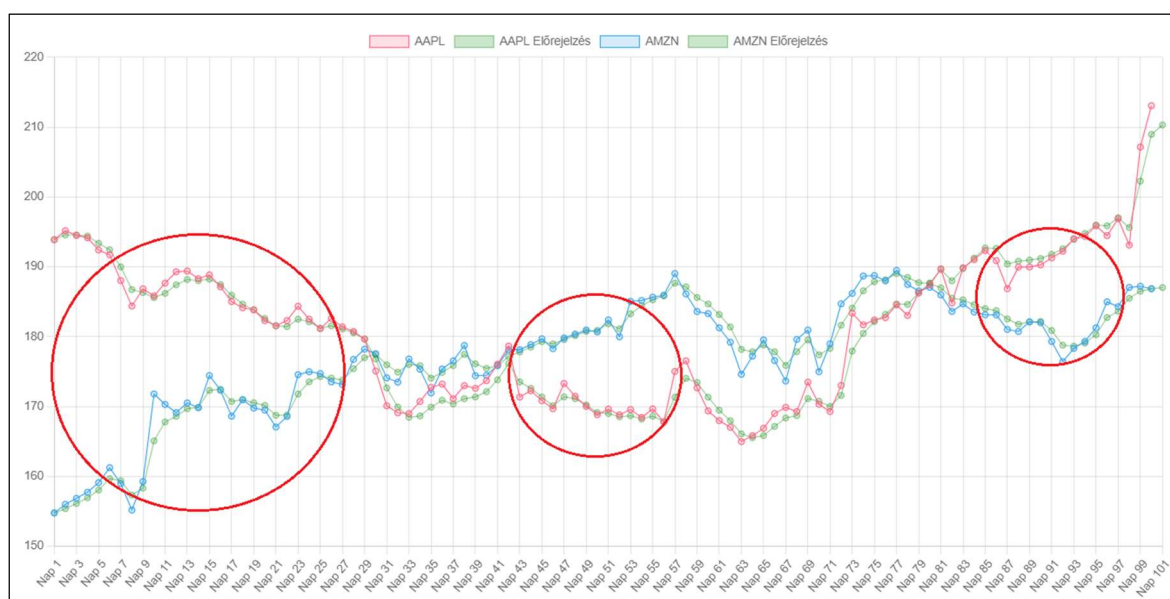
Az általam tesztelésre kiválasztott részvények az AAPL (Apple) és az AMZN (Amazon). Azért választottam ezt a két részvényt mert feltételezéseim szerint a közöttük lévő korreláció negatívan alakul, ezt majd a későbbiekben vizsgáljuk.

7.2. Részvényárak alakulása a két részvény esetében

A következőkben az alkalmazásom segítségével kirajzoltattam a két részvény árának alakulását az elmúlt 100 napra. A vonaldiagramon jól látszik, hogy a két részvény nem mozog együtt, sőt néhány időszakban ellentétesen mozognak, ahogyan azt az ábrán szemléltetve van, ez esetünkben az előnyös mozgás:

17. Ábra. A két részvény árának változása az utóbbi 100 napban, kihangsúlyozva az ellentétes mozgást

(Forrás: saját munka)



Ahogy a fenti ábra is mutatja ez a viselkedés megfelel számunkra, de csak a következő lépésben tudjuk megállapítani hogy a hipotézisünk valóban helyes volt-e.

7. 3. Korreláció analízis

A következőkben elvégeztem az alkalmazásom segítségével a korreláció analízist, vagyis kirajzoltattam a korreláció mátrixot a két részvény között (AAPL, AMZN).

18. Ábra. A korreláció mátrix a két részvény esetében
(Forrás: saját munka)

Korreláció mátrix		
	AAPL	AMZN
AAPL	1.00	-0.16
AMZN	-0.16	1.00

Ebben az esetben számunkra a negatív értékek felelnek meg ugyanis a korreláció esetében ha két részvény teljesen együtt mozog az azt jelenti, hogy az érték 1 lesz, ahogy a táblázatban is látható a AAPL és AMZN saját magával együtt mozog ezért az értékük egy. Esetünkben a zöld cellákat kell figyelembe vegyük mert az azt mutatja, hogy a két részvény közötti korreláció negatív tehát diverzifikáció szempontjából előnyös számunkra. Ha a két érték -1 lenne akkor az azt jelentené, hogy a részvények árai teljesen ellentétesen mozognak, ami nem minden esetben ideális. Tehát megállapíthatjuk hogy tesztelésre teljes mértékben megfelel ez a két részvény.

7. 4. A tesztelt részvény előrejelzés elvi feltételeinek vizsgálata (AAPL):

Ahhoz, hogy megtudjuk, hogy egy előrejelzés mennyire pontos ahhoz meg kell vizsgálnunk, hogy megvalósulnak-e az elvi feltételek.

19. Ábra. Az AAPL részvény előrejelzés elvi feltételeinek vizsgálata

(Forrás: saját munka)

AAPL ▾
Determinációs együttható, $R^2=0.9773617354858387$
Teljes hiba, $SST=10432.157339763835$
Regressziós hiba, $SSR=10195.991402452912$
Reziduális hiba, $SSE=236.16593731093036$
$SSR+SSE=10195.991402452912+236.16593731093036=SST=10432.157339763835$
Standard hiba, $SE=1.5367691346162908$
Kis kiugró adatok=0.72
Nagy kiugró adatok=0.94
Homoesztokaszticitás=-0.0036127521997978583
Előjelváltások száma:31/100(Kielégíti a függetlenségi feltételt)

A fenti ábrán láthatunk számos érték amelyek mindegyike fontos ahhoz, hogy megtudjuk, hogy jó-e az illeszkedés. Fentről lefele haladva kezdjük a determinációs együtthatóval, amely azt mutatja, hogy a hiba mekkora hányada magyarázható a független változó által. A teljes hiba vagy SST a teljes eltérés négyzetösszege, a regressziós hiba vagy SSR a becslések átlagtól való eltéréseinek négyzetösszege. Az SSE a reziduális négyzetösszeg. A standard hiba vagy SE megadja a regresszióból származó becslések pontosságának értékét. Ha a determinációs hiba közel van egyhez akkor a standard hiba közel van 0-hoz.

A következőkben vizsgáljuk a kiugró adatokat, egy becslés elfogadható ha az adatok megközelítőleg 68%-a, a kis kiugró adatokhoz tartozik és az adatok megközelítőleg 95%-a pedig a nagy kiugró adatokhoz, esetünkben teljesülnek a feltételek.

A homoeszkadaszticitás azt mutatja meg, hogy a hibatényező nem függhet a független változó értékétől. Itt kiszámítottam a hiba és az adatsor közötti korrelációt, és ez az érték 0 körül kell maradjon, ez is tökéletes a jelenlegi esetben ugyanis az érték -0.0036 . Az utolsó lépés az Autokorrellációs tulajdonság vizsgálata, ahol az előjelváltások számát kell figyelembe venni, ha a hibák ritkán váltanak előjelt akkor az pozitív autokorrellációt jelent, ha gyakran váltanak előjelet az negatív autokorrellációt jelent és amikor a hibák az esetek körülbelül felénél váltanak előjelt az kielégíti a függetlenségi feltételt, a tesztelt részvény esetében ez áll fenn.

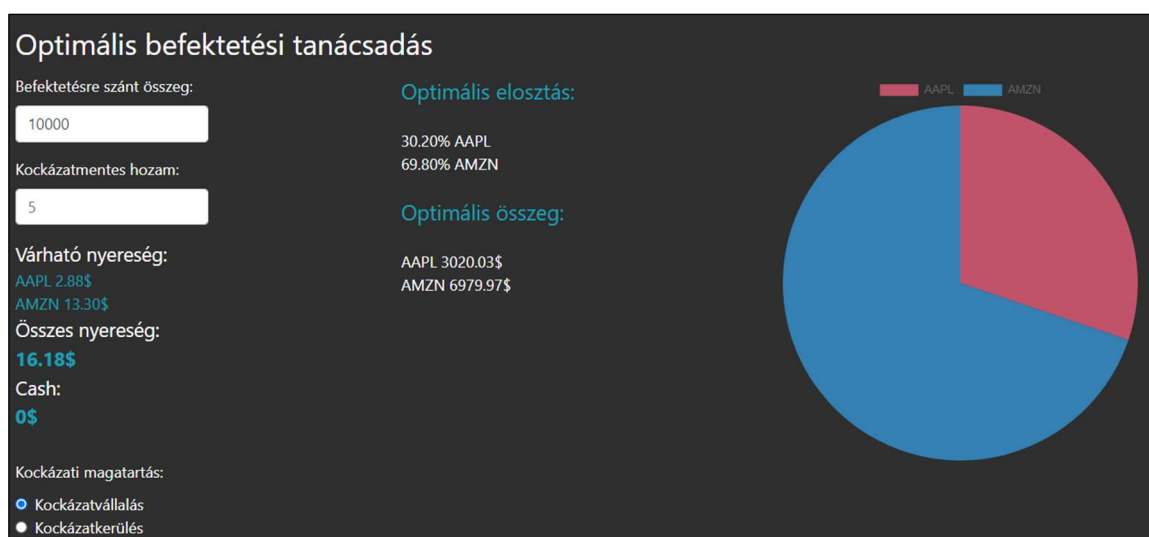
A homoeszkadaszticitás azt mutatja meg, hogy a hibatényező nem függhet a független változó értékétől. Itt kiszámítottam a hiba és az adatsor közötti korrelációt, és ez az érték 0 körül kell maradjon, ez is tökéletes a jelenlegi esetben ugyanis az érték -0.0039 .

Az utolsó lépés az Autokorrelációs tulajdonság vizsgálata, ahol az előjelváltások számát kell figyelembe venni, ha a hibák ritkán váltanak előjelt akkor az pozitív autokorrelációt jelent, ha gyakran váltanak előjelet az negatív autokorrelációt jelent és amikor a hibák az esetek körülbelül felénél váltanak előjelt az kielégíti a függetlenségi feltételt, a tesztelt részvény esetében ez áll fenn.

7. 6. Optimális befektetési tanácsadás

Az utolsó lépés hogy lefuttatjuk az optimális befektetési tanácsadást, hogy megtudjuk hogyan osszuk el a rendelkezésre álló tőkénket vagy a befektetésre szánt összeget a két részvény között. Első lépésben meg kell adnunk a rendelkezésre álló tőkét, én a tesztelés során 10000 dollárral futtattam le ezt a lépést, fontos megjegyezni, hogy a pénznem minden esetben dollár, hogy könnyebb legyen számolni az amerikai tőzsdei adatokkal. A második cellába be kell írunk a kockázatmentes hozamot, én 5%-ot vettem ebben az esetben. A harmadik teendőnk, hogy kockázati magatartást választunk, én ebben az esetben a kockázatvállalást választottam, majd lefuttattam az elemzést, ami a következő eredményeket adta vissza:

21.Ábra. Az Optimális befektetési tanácsadás eredménye 2 részvény esetében
(Forrás: saját munka)



Az algoritmus úgy számolt, hogy az optimális elosztás a következőképpen kell kinézzen: az AAPL részvénybe kell fektetni a befektetésre szánt összeg 30.20%-át és az AMZN részvénybe kell fektetni a fent maradó 69.80%-ot. Ami összegben az AAPL esetében 3020.03 dollár és az AMZN esetében 6979.97 dollár. A várható nyereségek a

következőképpen alakulnak: Az AAPL várható nyeresége 2.88 dollár/időperiodus a következő időszakban és az AMZN várható nyeresége 13.30 dollár ha ideálisan szeretnénk befektetni a tőkénket, ez összesen 16.18 dollár a következő időperiódusra. A cash érték azt mutatja, hogy mennyi tőkénk marad meg a befektetés után de mivel a kockázati magatartásnál a kockázatvállalás van kiválasztva így minden tőkénket befektetjük ezért az értéke 0 dollár lesz.

8. Következtetések

A pénzkezelésnek fontos szerepe van a befektetések sikerességének szempontjából. Bár nem mindig garantál látványos hozamokat, de hatékonyan hozzájárulhat a veszteségek korlátozásához és a nyereségek maximalizálásához, különösen a megfelelő diverzifikáció révén.

A diverzifikáció lényege az, hogy különböző típusú vagy kategóriájú befektetéseket válasszunk, hogy csökkentsük a kockázatot és növeljük a hozamokat. Ennek egyik eszköze a Kelly-kritérium, amely egy olyan modell, amely segít meghatározni, hogy milyen arányban érdemes tőkét kockáztatni az egyes befektetésekre. A Kelly-kritérium alkalmazása lehetővé teszi a hatékonyabb diverzifikációt, ami hosszú távon stabilabb és előre tervezhetőbb befektetési stratégiát eredményezhet.

A legfontosabb eredmény ami jellemzi a programomat, az nem más mint hogy más bonyolult, és összetett, hasonló funkcionalitással rendelkező programokat egy átlagos felhasználó nehezen tud felhasználni ellentétben az enyémmel. A program egy kézzel fogható választ ad arra, hogy miként diverzifikáljuk az tőkénket és előre jelzi, hogy mennyi lesz a lehetséges profit. Ezt szem előtt tartva a felhasználó önállóan is el tudja dönteni, hogy miként fektesse be a pénzét.

8.1. Jövőbeli tervek

A jövőben célom, hogy a programunk valós időben frissülő adatokkal lássa el a felhasználókat. Ez lehetővé teszi majd, hogy mindig naprakész információkat kapjanak a használat során.

További funkcionalitásokkal szeretném bővíteni az applikációt, hogy még jobban megfeleljen a felhasználók igényeinek és kényelmének. Ezek magukban foglalhatnak új funkciókat és eszközöket, amelyek segítenek még hatékonyabban használni az alkalmazást. Az MI beépítése is a terveink között szerepel a jövőben. Ez lehetőséget biztosít majd arra, hogy az applikáció intelligens funkciókkal rendelkezzen, például személyre szabott ajánlásokkal vagy automatizált folyamatokkal.

Emellett szeretném kihasználni a monetizációs lehetőségeket is az alkalmazásban. Ez lehetővé teszi majd, hogy fenntartható üzleti modellt építsünk fel, és tovább fejlesszem az applikációt a jövőbeni fejlesztések finanszírozásához.

Irodalomjegyzék

1. Andrea Carta Claudio, Conversano Practical, *Implementation of the Kelly Criterion: Optimal Growth Rate, Number of Trades, and Rebalancing Frequency for Equity Portfolios*, <https://www.frontiersin.org/journals/applied-mathematics-and-statistics/articles/10.3389/fams.2020.577050/full>, 2020.09.08.
2. Hal R. Varian, *Mikroökonómia középfolon*, Akadémiai kiadó, Budapest, 2016.
3. Hanula Zsolt, *Az ember, aki legyőzte a lóversenyt*, <https://telex.hu/eszkombajn/2023/12/31/bill-benter-szerencsejatek-loverseny-hongkong>, 2023.12.31.
4. Justin Kupper, *Using the Kelly Criterion for Asset Allocation and Money Management*, <https://www.investopedia.com/articles/trading/04/091504.asp>, 2024.10.30.
5. Knight V., Palmer G.: *Applied Mathematics with Open-Source Software. Operational Research Problems with Python and R*, CRC Series in Operations Research, Ed. Taylor & Francis Ltd, London, 2022.
6. Máté Balázs, CSS, <https://matebalazs.hu/css.html>, 2024.04.11.
7. Máté Balázs, HTML, <https://matebalazs.hu/html.html>, 2024.05.28.
8. Máté Balázs, Javascript, <https://matebalazs.hu/javascript.html>, 2024.06.01.
9. Menke W.: *Environmental Data Analysis with MatLab or Python, Principles, Applications, and Prospects*, Ed. Elsevier, 2022.
10. Wayne L. Winston, *Operációkutatás I-II.*, Aula Kiadó, Budapest, 2003.
11. *Alpha Vantage API Documentation*, <https://www.alphavantage.co/documentation/>
12. *HTML5*, <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/HTML5>, 2022.02.21.
13. *Javascript*, <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>, 2022.03.08.
14. *Visual Studio A Kódkiterjesztés használata*, <https://docs.microsoft.com/hu-hu/power-apps/maker/portals/vs-code-extension>, 2022.05.03.

NYILATKOZAT

Boga Áron (hallgató Neptun azonosítója: O2G0K5) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: 2024. év november hó 05. nap


belső konzulens

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Boga Áron
A Hallgató Neptun kódja: O2G0K5
A dolgozat címe: Részvényárfolyamok Előrejelzése és Portfólió Menedzsment

A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
A konzulens tanszékének a neve: Befektetési, Pénzügyi és Számviteli Tanszék,
Vidékfejlesztés és Fenntartható Gazdaság Intézet

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024.11.03.


Hallgató aláírása