FELADATKIÍRÁS

A feladatkiírást a **tanszék saját előírása szerint** vagy a tanszéki adminisztrációban lehet átvenni, és a tanszéki pecséttel ellátott, a tanszékvezető által aláírt lapot kell belefűzni a leadott munkába, vagy a tanszékvezető által elektronikusan jóváhagyott feladatkiírást kell a Diplomaterv Portálról letölteni és a leadott munkába belefűzni (ezen oldal HELYETT, ez az oldal csak útmutatás). Az elektronikusan feltöltött dolgozatban már nem kell megismételni a feladatkiírást.

A képen Betűtípus, fekete-fehér látható

Automatikusan generált leírás

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Sipos Marcell Botond

Tőzsdei stratégiák tesztelése 5G/6G telekommunikációs rendszererőforrásokkal való kereskedés lehetőségeinek vizsgálatára

Konzulens

Dr. Bokor László, BME HIT

KÜLSŐ KONZULENS

Leiter Ákos, Nokia Bell Labs

BUDAPEST, 2024

Tartalomjegyzék

[Összefoglaló 7](#_Toc167237243)

[Abstract 8](#_Toc167237244)

[1 Bevezetés 9](#_Toc167237245)

[2 Telekommunikáció a tőzsdén 11](#_Toc167237246)

[2.1 Jelenlegi helyzet 11](#_Toc167237247)

[2.2 Hagyományos Tőzsde – Cloud Stock Exchange 12](#_Toc167237248)

[2.3 CSE – IaaS 13](#_Toc167237249)

[2.4 Összefoglalás 13](#_Toc167237250)

[3 Erőforrások tőzsdei kereskedése 14](#_Toc167237251)

[3.1 Spot vásárlás 15](#_Toc167237252)

[3.2 Forward és Future ügyletek 15](#_Toc167237253)

[3.3 Opciók 16](#_Toc167237254)

[3.3.1 Call és Put 16](#_Toc167237255)

[3.3.2 Long és Short pozíciók 17](#_Toc167237256)

[3.4 Opciós stratégiák – Spreads 17](#_Toc167237257)

[3.4.1 Bull spreadek 18](#_Toc167237258)

[3.4.2 Bear spreadek 18](#_Toc167237259)

[3.4.3 Credit és Debit spreadek 19](#_Toc167237260)

[4 Tőzsde szimulációja 20](#_Toc167237261)

[4.1 A program szerkezete 20](#_Toc167237262)

[4.1.1 Árképzés 22](#_Toc167237263)

[4.1.2 Opciók 23](#_Toc167237264)

[4.1.3 Opciós stratégiák (spreadek) 26](#_Toc167237265)

[4.1.4 Piac 27](#_Toc167237266)

[4.1.5 Egyéb segítő osztályok 29](#_Toc167237267)

[4.2 Program működése 30](#_Toc167237268)

[4.2.1 Program használata 30](#_Toc167237269)

[4.2.2 Szimuláció működése 30](#_Toc167237270)

[4.2.3 Szimuláció eredménye 31](#_Toc167237271)

[5 Kereskedés a szimulációban 33](#_Toc167237272)

[5.1 Long opciók 33](#_Toc167237273)

[5.2 Short opciók 34](#_Toc167237274)

[5.3 Spreadek 35](#_Toc167237275)

[6 Felhasználási lehetőségek 37](#_Toc167237276)

[6.1 Hungaroring Formula 1 37](#_Toc167237277)

[6.2 Horvátországi nyár 41](#_Toc167237278)

[7 Konklúzió 46](#_Toc167237279)

[8 Irodalomjegyzék 47](#_Toc167237280)

[9 Ábrajegyzék 50](#_Toc167237281)

[10 Függelék 51](#_Toc167237282)

[10.1 Kód részletek: 51](#_Toc167237283)

[10.1.1 Ármeghatározás: 51](#_Toc167237284)

[10.1.2 Opciók létrehozása 51](#_Toc167237285)

[10.1.3 Long opciók profit számolása 51](#_Toc167237286)

[10.1.4 Short opciók profit számolása 52](#_Toc167237287)

[10.1.5 Ügynök portfóliójának bemutatása 52](#_Toc167237288)

[10.1.6 Ügynökök portfólióinak lekérése 53](#_Toc167237289)

[10.1.7 Árjóslás 53](#_Toc167237290)

Hallgatói nyilatkozat

Alulírott **Sipos Marcell Botond**, szigorló hallgató kijelentem, hogy ezt a szakdolgozatot/ diplomatervet (nem kívánt törlendő) meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, csak a megadott forrásokat (szakirodalom, eszközök stb.) használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint, vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem.

Hozzájárulok, hogy a jelen munkám alapadatait (szerző(k), cím, angol és magyar nyelvű tartalmi kivonat, készítés éve, konzulens(ek) neve) a BME VIK nyilvánosan hozzáférhető elektronikus formában, a munka teljes szövegét pedig az egyetem belső hálózatán keresztül (vagy hitelesített felhasználók számára) közzétegye. Kijelentem, hogy a benyújtott munka és annak elektronikus verziója megegyezik. Dékáni engedéllyel titkosított diplomatervek esetén a dolgozat szövege csak 3 év eltelte után válik hozzáférhetővé.

Kelt: Budapest, 2024. 05. 22.

...…………………………………………….

Összefoglaló

A dolgozat az 5G/6G hálózati erőforrások tőzsdei kereskedésének (Cloud Stock Exchange, CSE) rendszerében rejlő lehetőségeket és kihívásokat tárja fel. Részletesen bemutatja a kereskedési stratégiákat, beleértve az azonnali (Spot), határidős (Future) és opciós (Option) piaci megközelítéseket, valamint ezek alkalmazhatóságát a CSE kontextusában.

A kutatás célja az ármeghatározás és piacszimuláció folyamatainak feltárása, különös tekintettel az opcióárazás általános elveire. A tanulmány azt vizsgálja, hogyan valósulhat meg a virtuális gépek (VM) bérlése meghatározott időszakokra a tőzsdei gyakorlatokhoz hasonló módszerekkel. A VM-ekre piaci nézőpontból részvény mögötti fedezetként, mérnöki szemmel pedig erőforrásként, infrastrukturális elemként tekinthetünk. A VM-ekhez hozzárendelt erőforrások (CPU, memória, tárhely) és földrajzi elhelyezkedésük mind piaci, mind mérnöki szempontból jelentőséggel bírnak.

A dolgozat szimulációkon keresztül vizsgálja a CSE dinamikáját és létjogosultságát. Az opciós árak részletes elemzése két különböző – a „bullish” (optimista) és a „bearish” (pesszimista) – forgatókönyv keretében történik meg, bemutatva a lehetséges piaci mozgások hatásait.

A dolgozat fő célja, hogy bemutassa, hogyan lehet a CSE rendszert hatékonyan alkalmazni a számítási erőforrások dinamikus kereskedelmére. Az elért eredmények alapján a CSE nemcsak a költséghatékonyságot javíthatja, hanem egy agilisabb és rugalmasabb felhőalapú számítástechnikai környezetet is elősegíthet, amely különösen fontos lehet az 5G/6G hálózatok kiépítése során. Az ilyen platformok létrehozása elősegítheti a telekommunikációs ipar gyors fejlődését, emellett lehetőséget biztosíthat a kisebb szolgáltatók számára is, hogy versenyképesek maradjanak a piacon.

A kutatás javaslatokat tesz további vizsgálatokra, beleértve a különböző gyakorlati esetek elemzését és az árszimulációs modellek fejlesztését. A dolgozat végkövetkeztetései szerint a CSE koncepciója kezdetben metodikai szinten valósítható meg, de a jövőben akár a való életben történő alkalmazás szintjén is kutatható, új távlatokat nyitva a számítási erőforrások kereskedelmében és a felhőalapú szolgáltatások fejlesztésében.

Abstract

The thesis explores the opportunities and challenges inherent in the system of trading 5G/6G network resources on a Cloud Stock Exchange (CSE). It provides a detailed examination of trading strategies, including spot, future, and option market approaches, and their applicability in the context of the CSE.

The research aims to uncover the processes of price determination and market simulation, with a particular focus on the general principles of option pricing. The study investigates how the leasing of virtual machines (VMs) for specified periods can be realized using methods similar to those employed in stock market practices. From a market perspective, VMs can be considered as collateralized assets, while from an engineering standpoint, they are viewed as resources and infrastructural elements. The resources assigned to VMs (CPU, memory, storage) and their geographical locations are significant from both market and engineering perspectives.

The thesis examines the dynamics and legitimacy of the CSE through simulations. The detailed analysis of option prices is conducted within two different scenarios – bullish (optimistic) and bearish (pessimistic) – demonstrating the potential impacts of market movements.

The primary goal of the thesis is to demonstrate how the CSE system can be effectively applied to the dynamic trading of computational resources. The findings suggest that the CSE could not only improve cost efficiency but also foster a more agile and flexible cloud computing environment, which is particularly important for the deployment of 5G/6G networks. The creation of such platforms could facilitate the rapid development of the telecommunications industry, providing smaller providers with the opportunity to remain competitive in the market.

The research makes recommendations for further studies, including the analysis of various practical cases and the development of price simulation models. The dissertation concludes that the concept of the CSE can initially be realized on a methodological level, but in the future, it can be explored at the level of real-life applications, opening new horizons for the trade of computational resources and the development of cloud-based services.

# Bevezetés

Az 5G és 6G technológiák számos előnyt kínálnak a korábbi technológiákkal szemben, mind a felhasználók, mind az iparágak számára. Az 5G technológia egyik legnagyobb előnye az ultragyors adatátviteli sebesség, amely több gigabit per másodperces (Gbps) sebességet is biztosíthat. Ez lehetővé teszi a nagy felbontású videók azonnali streamingjét, gyorsabb letöltéseket és az adatintenzív alkalmazások zökkenőmentes működését. Az 5G jelentősen csökkenti a hálózati késleltetést is, amely törekszik a 10 milliszekundum alatti késleltetésre. Ez különösen fontos az önvezető autók és a távvezérelt orvosi műtétek esetében [1].

A 6G technológia tovább növeli ezeket az előnyöket, és akár terrabites sebességet is ígér. Emellett a 6G hálózatok még alacsonyabb késleltetést és nagyobb megbízhatóságot kínálnak, ami új lehetőségeket nyit az ipari automatizáció, a virtuális és kiterjesztett valóság, valamint az intelligens városok fejlesztése terén. [2]

Az 5G és 6G technológiák másik jelentős előnye a megnövelt hálózati kapacitás. Az 5G hálózatok több tízezer eszközt képesek kezelni egy időben, ami különösen fontos az IoT (Internet of Things) eszközök elterjedésével. Ez lehetővé teszi az okosotthonok, ipari érzékelők és intelligens közlekedési rendszerek hatékonyabb működését. A 6G hálózatok tovább növelik ezt a kapacitást, támogatva a még nagyobb számú eszköz csatlakozását és a globális összekapcsoltságot.

Az 5G és 6G technológiák emellett jelentősen javítják az energia- és spektrális hatékonyságot. Az 5G hálózatok képesek az energiafelhasználás optimalizálására, csökkentve az üzemeltetési költségeket és a környezeti terhelést. A 6G hálózatok tovább fokozzák ezeket az előnyöket, fenntarthatóbb és gazdaságosabb hálózatok kiépítését lehetővé téve.

A felhőalapú erőforrások iránti növekvő igény megkívánja egy dinamikus és nyílt piac létrehozását, amely lehetővé teszi a kritikus komponensek cseréjét, és elkerüli a nagy felhőszolgáltatók által diktált önkényes árazást. A cloud erőforrások kereskedelme elengedhetetlen az 5G/6G hálózatok skálázhatósági és rugalmassági követelményeinek teljesítéséhez. A virtuális gépek (VM-ek) bérlése költséghatékony és rugalmas megoldást kínál a vállalatok számára, lehetővé téve számukra, hogy igényeikhez igazítsák a számítási erőforrásokat anélkül, hogy állandó hardverberuházásokra lenne szükség.

Összességében az 5G és 6G technológiák forradalmasíthatják a mobilkommunikációt és az iparágakat, javítva a felhasználói élményt és támogatva a jövő innovációit. Ezek a technológiák nemcsak a gyorsabb és megbízhatóbb kommunikációt teszik lehetővé, hanem az energiahatékonyság és a gazdaságosság terén is jelentős előrelépést jelentenek.

# Telekommunikáció a tőzsdén

## Jelenlegi helyzet

A Cloud Stock Exchange (CSE) mellett szóló érvek közé tartozik, hogy a jelenlegi felhőszolgáltatók, mint például az Amazon Web Services (a továbbiakban: AWS), számos problémával küzdenek. Az egyik legnagyobb gond a költségek pontos meghatározása mivel az AWS és más szolgáltatók gyakran alkalmaznak bonyolult árazási struktúrákat [3], amelyek megnehezítik a pontos költségtervezést és -kezelést.

Továbbá, ha saját erőforrásokat használunk, azok gyakran túlméretezettek az egyes projektek specifikus igényeihez képest, ami felesleges kiadásokat eredményez. A skálázás lehetőségei sem mindig elég rugalmasak, ami megnehezíti a gyorsan változó igényekhez való alkalmazkodást. Az erőforrások elosztása és optimalizálása is nehézkes lehet, különösen nagyobb vállalatok esetében, ahol több projekt fut párhuzamosan.

Egy másik jelentős probléma, hogy a nagy felhőszolgáltatók, mint az AWS, saját maguk határozzák meg az árakat, ami monopolhelyzet kialakulásához vezethet. Ez azt jelenti, hogy a felhasználók kénytelenek elfogadni a szolgáltató által diktált árakat, mivel nincs valódi verseny a piacon. Ez a helyzet korlátozza a piaci versenyt és megnehezíti a kisebb vállalatok számára, hogy költséghatékony megoldásokat találjanak.

A CSE ezzel szemben egy sokkal dinamikusabb és rugalmasabb platformot kínál, ahol a számítási erőforrások kereskedelme valós időben történik, és az árak a piac kereslet-kínálati viszonyai alapján alakulnak. Ez lehetővé teszi a pontosabb költségtervezést és a gazdaságosabb erőforrás-felhasználást. A CSE által nyújtott megoldások jobban igazodnak a projektek specifikus igényeihez, mivel a VM-ek rövid távú bérlése rugalmasabb erőforrás-kezelést biztosít.

## Hagyományos Tőzsde – Cloud Stock Exchange

A hagyományos tőzsdék és a Cloud Stock Exchange (CSE) számos hasonlóságot mutatnak, mivel mindkettő a kereskedelem és a piacgazdaság alapelveire épül. Mindkét platform lehetőséget biztosít a résztvevőknek, hogy különböző eszközöket vásároljanak és adjanak el, ezzel kihasználva a piaci árak ingadozásából adódó nyereséget.

A hagyományos tőzsdék, mint például a New York-i Tőzsde (NYSE), Nasdaq vagy a Budapesti Értéktőzsde, lehetőséget adnak a befektetőknek, hogy részvényekkel, kötvényekkel vagy a Chicagói Opciós Tőzsde esetében ezekből a termékekből készülő opciókkal vagy határidőkkel kereskedjenek. Ezek a platformok átlátható és szabályozott környezetet biztosítanak, ahol a kereslet és kínálat alapján alakulnak ki az árak. Hasonlóképpen, a CSE egy olyan piac, ahol a számítástechnikai erőforrások, különösen a virtuális gépek (VM-ek) bérlése zajlik. Itt is a kereslet és kínálat határozza meg az árakat, lehetővé téve a vállalatok számára, hogy optimálisan használják fel erőforrásaikat.

Mindkét platformon a likviditás kulcsfontosságú. A tőzsdén a likviditás biztosítja, hogy a részvényeket gyorsan és könnyen lehessen vásárolni vagy eladni anélkül, hogy az ár jelentősen változna. A CSE-n a likviditás hasonló szerepet tölt be: az erőforrások bérlői és szolgáltatói gyorsan tudnak tranzakciókat végrehajtani, ami rugalmasságot és hatékonyságot biztosít a piaci szereplők számára.

Az árképzés mechanizmusa is hasonló mindkét esetben. A tőzsdéken a részvények árai a piaci kereslet és kínálat alapján változnak. A befektetők elemzik a cégek teljesítményét, piaci híreket és gazdasági adatokat, hogy döntéseket hozzanak. A CSE esetében a VM-ek árai szintén a kereslet és kínálat dinamikájára épülnek. A vállalatok felmérik, mennyi számítási erőforrásra van szükségük, és ennek megfelelően bérlik vagy adják bérbe a VM-eket. Egyetlen különbség, hogy a CSE esetében az árat a termék földrajzi elhelyezkedése is befolyásolja.

A szabályozási környezet és a transzparencia mindkét platformon fontos szerepet játszik. A hagyományos tőzsdéken szigorú szabályok és felügyelet biztosítják a tisztességes kereskedelmet és a befektetők védelmét. A CSE esetében is elengedhetetlen a szabályozás és az átláthatóság, hogy a résztvevők bízhassanak a piacban és minimalizálják a csalások kockázatát.

Összességében a tőzsde és a Cloud Stock Exchange számos hasonlóságot mutat, mivel mindkettő a piacgazdaság alapelveire épül. Mindkét platform lehetőséget biztosít a résztvevőknek, hogy az árak ingadozásából profitáljanak, likviditást és átláthatóságot biztosítanak, és a kereslet-kínálat dinamikájára épülő árképzést alkalmaznak. Ezek a hasonlóságok teszik mindkét rendszert hatékony eszközzé a kereskedelem és a gazdaság számára. [4] [5]

## CSE – IaaS

A Cloud Stock Exchange (CSE) és az egyéb felhőszolgáltatók, mint az AWS Spot Instances, mind az Infrastructure as a Service (IaaS) modellre épülnek, de különböző megközelítéseket alkalmaznak. A CSE forradalmi platformot kínál, ahol a számítási kapacitás valós időben kereskedhető, és az árak a kereslet-kínálat alapján alakulnak. Ez rugalmasságot és gazdaságos erőforrás-kezelést biztosít a vállalatoknak, lehetővé téve a VM-ek rövid távú bérlését, amely pontosan igazítható a projektek igényeihez.

Az AWS Spot Instances és hasonló spot piacok kedvezményes áron kínálják a kihasználatlan erőforrásokat, de a szolgáltatók határozzák meg az árazási szabályokat, és bármikor visszavonhatják az erőforrásokat a kereslet növekedése esetén. Bár mindkét megközelítés a költséghatékonyságot célozza, a CSE nagyobb rugalmasságot és átláthatóságot kínál, lehetővé téve a valós idejű, dinamikus kereskedelmet, ami előnyös a gyorsan változó igények kezelésében.

## Összefoglalás

A Cloud Stock Exchange (CSE) egy innovatív platform, amely lehetővé teszi a számítási kapacitás valós idejű kereskedelmét. A CSE megoldást kínál a jelenlegi felhőszolgáltatók, mint az AWS, által tapasztalt problémákra, mint a kiszámíthatatlan költségek és a rugalmatlan skálázás. A CSE a hagyományos tőzsdékhez hasonlóan működik, ahol a kereslet és kínálat dinamikája határozza meg az árakat, biztosítva a likviditást és az átláthatóságot. Ezzel szemben az AWS Spot Instances és más spot piacok kedvezményes áron kínálnak erőforrásokat, de a szolgáltatók szabják meg az árazási feltételeket. Összességében a CSE rugalmasabb és gazdaságosabb erőforrás-kezelést biztosít, elősegítve a gyorsan változó igényekhez való alkalmazkodást.

# Erőforrások tőzsdei kereskedése

A tőzsdei kereskedés során a vásárlók különböző módon és stratégiákkal vásárolnak termékeket. Ezek a stratégiák a piaci helyzetek és a kereskedő gondolkodásmódja szerint változnak. A piac ármozgásának trendjét alapvetően a bika (bull) és a medve (bear) jelképekkel írják le.

A bikapiac (bullish) azt jelenti, hogy az árak várhatóan emelkedni fognak. Ez a kifejezés abból ered, hogy a bika felfelé öklel a szarvával, pont mint ahogy az árak is emelkednek. Az ilyen piaci helyzet optimista befektetési környezetet tükröz, ahol a kereskedők arra számítanak, hogy a termékek értéke növekedni fog. Ebben az esetben a stratégiák középpontjában a hosszú pozíciók állnak, ahol a kereskedők arra fogadnak, hogy a termékek ára emelkedni fog.

A medvepiac (bearish) pedig ennek az ellenkezőjét jelenti, vagyis az árak zuhanni fognak, ahogy a medve lefelé csap a karmaival. Ez pesszimista piaci hangulatot tükröz, ahol a kereskedők arra számítanak, hogy a termékek értéke csökkenni fog. Ilyen helyzetekben a stratégiák a rövid pozíciókra összpontosítanak, ahol a kereskedők az árak csökkenésére fogadnak, profitálva a termékek értékvesztéséből.

Ezek a metodikák más-más terméket és gondolkodásmódot igényelnek, mivel a piaci helyzetekhez igazodva kell kialakítani a megfelelő kereskedési stratégiákat. A sikeres kereskedés érdekében a kereskedőknek rugalmasan kell alkalmazkodniuk a piac változásaihoz, és a megfelelő stratégiát kell választaniuk a bullish vagy bearish piacokhoz igazodva.

Ebben a fejezetben bemutatom azokat a piaci termékeket és stratégiákat, amelyek a Cloud Stock Exchange (CSE) kereskedéséhez kapcsolódnak. Megvizsgálom, hogyan lehet ezekkel a stratégiákkal különböző piaci körülmények között eredményesen kereskedni, figyelembe véve a piaci volatilitást és az árfolyam mozgásokat. Ezen stratégiák segítségével a kereskedők optimalizálhatják befektetéseiket, és jobban kihasználhatják a piaci lehetőségeket, akár bullish, akár bearish piaci környezetben.

## Spot vásárlás

A spot vásárlás a termék aktuális árán történő vásárlást jelenti. Ez a kereskedési forma különösen vonzó azoknak a kereskedőknek, akik csak mellékállásként kívánnak kereskedni kisebb mennyiségű részvénnyel, vagy olyan napi kereskedőknek, akik egy nap akár 100 tranzakciót is lebonyolítanak. Számukra már az is profitot jelenthet, ha a termék ára akár csak 1%-ot változik. Emellett nagy cégek vagy befektetési alapok is gyakran alkalmazzák ezt a stratégiát, mivel nagy mennyiségben vásárolnak termékeket.

A spot vásárlás a legegyszerűbb és átláthatóbb módja a kereskedésnek, ami sokak számára elérhető egy brókercégen keresztül. Ennek a módszernek az előnyei közé tartozik a közvetlen piaci ár elérése és az azonnali tranzakció lehetősége. Az egyszerűsége és átláthatósága miatt a spot vásárlás széles körben elterjedt, és ideális azok számára, akik gyorsan és hatékonyan szeretnék kihasználni a piaci mozgásokat.

## Forward és Future ügyletek

A forward és future ügyletek lényegében szerződések két fél között, amelyek meghatározzák a vételi árat, mennyiséget és a teljesítési dátumot. Ezek az ügyletek különösen hasznosak azoknak, akik komolyabb mennyiségű terméket próbálnak vásárolni vagy eladni olyan áron, amely stabilan tartja a termelést és a bevételeket.

Például egy farmer, aki el akarja adni a gabonáját, de attól tart, hogy az árak jelentősen csökkenni fognak, megállapodhat egy forward szerződésben, hogy a jelenlegi spot áron vagy annál valamivel alacsonyabb áron eladja a terméket 6 hónappal későbbre. Hasonlóképpen, egy sült krumplit gyártó cég, amely biztosítani akarja a gyártás folyamatosságát és az eladási ár stabilitását, előre megvásárolhatja a szükséges termékeket 3 hónappal későbbre a jelenlegi vagy annál minimálisan magasabb spot áron.

A forward és future ügyletek hasznosak lehetnek a Cloud Stock Exchange (CSE) szempontjából is. A forward szerződések két fél között köttetnek, és lehetőséget biztosítanak arra, hogy a közvetítő kihagyásával előnyösebb feltételekben állapodjanak meg. Azonban ennek nagyobb a kockázata, mivel ha az egyik fél nem tudja teljesíteni a szerződést az ármozgások miatt, vagy csődbe megy, jelentős veszteségeket szenvedhet. [6]

A future ügyletek ezzel szemben a tőzsdén köttetnek, és kereskedni is lehet velük. Ezek biztonságosabbak, mert egy köztes fél (például a tőzsde) minden nap ellenőrzi a termék értékét, és a szerződés alapján korrigálja az árakat, elvesz vagy visszatérít pénzt a felek számára, csökkentve ezzel a kockázatot. [7]

Mindkét szerződés típus lehetőséget nyújt a piaci ingadozások elleni védelemre és a hosszú távú tervezésre, ami különösen hasznos lehet a CSE-n történő kereskedés során.

## Opciók

Az opciók egyfajta biztosításként foghatók fel, mivel lehetővé teszik a felek számára, hogy vásárlási jogokat vegyenek vagy adjanak el termékekre. Ez elősegíti, hogy a tranzakciók, valamint a profit vagy veszteség kiszámíthatóbbak legyenek. Az opciók használata lehetővé teszi a kereskedők számára, hogy a részvények tényleges megvásárlása nélkül kereskedjenek, ami rugalmasabb és kockázatkezelési szempontból előnyös lehet.

Az opciók használata a Cloud Stock Exchange (CSE) kereskedési platformon is hasznos lehet, mivel lehetővé teszi a befektetők számára, hogy diverzifikálják portfóliójukat és minimalizálják kockázataikat anélkül, hogy közvetlenül részvényeket kellene vásárolniuk vagy eladniuk. Ez a rugalmasság és kockázatkezelési képesség különösen fontos lehet a gyorsan változó piaci környezetben. [8]

### Call és Put

A call opció a vevő számára azt a jogot biztosítja, hogy az opció lejáratakor egy előre meghatározott áron vásárolhasson alapterméket, mely a részvények esetében 100 részvényt jelent. A vevőnek nem kötelező élni ezzel a joggal. Ha az opció veszteséges, azaz a piaci ár nem haladja meg az opcióban meghatározott árat, akkor az opció értéktelenül lejár, és a veszteség csupán az opció vételára. Ha azonban az opció nyereséges, mert a piaci ár meghaladja az opcióban meghatározott árat, a vevő eladhatja a jogot egy olyan félnek, aki szeretné megvásárolni a részvényeket a kedvezőbb áron. Egy példa egy nyereséges tranzakcióra részvények esetén.

Az opcióban meghatározott vételi ár 90 a jelenlegi ár 100 és az opció vételára 5 volt. Ez azt jelenti, hogy a nyereség:

A put opció ennek az ellentéte. A vevő megvásárolja azt a jogot, hogy adott áron eladhasson termékeket. Itt sem kötelező élni a joggal. Az opció akkor nyereséges, ha a piaci ár alacsonyabb, mint az opcióban meghatározott ár, és a különbség nagyobb, mint az opció vételára. Ha a vevő nem rendelkezik az alaptermékkel, akkor célszerűbb lehet eladni az opciót, mint gyorsan megvásárolni a termékeket és eladni az opcióval. Egy példa egy nyereséges tranzakcióra részvények esetén.

Az opcióban meghatározott eladási ár 100, a jelenlegi ár 90 és az opció vételára 5 volt. Ez azt jelenti, hogy a nyereség: .

### Long és Short pozíciók

Az opciók lehetőséget adnak a kereskedési jogok vételére és eladására. Visszatérve a biztosítás analógiájára, aki megveszi a kereskedési jogot, az tulajdonképpen biztosítást vásárol. Azonban valakinek be kell töltenie a biztosító cég szerepét is, aki eladja ezeket a biztosításokat, azaz opciókat.

A korábbi fejezetben leírt opciók a long pozíciókat jelképezik. Ezeknél a maximum veszteség az opció ára, azonban a nyereségnek nincs felső határa. A short pozíció ezeknek az ellentéte. Amikor valaki short pozíciót nyit, megkapja az opció, azonban amennyiben az veszteséges azt neki kötelező fedeznie. Ez azt eredményezi, hogy a nyeresége maximálisan ez az összeg, viszont a veszteségének nincs alsó határa. Ez azt jelenti, hogy a short pozícióban lévő fél vállalja a long pozícióban lévő kockázatát. Az opció lejártakor levonják a megkapott prémiumból a long pozíció nyereségét, vagy ha a long pozíció nem volt sikeres, a short pozíció tulajdonosa megkapja a teljes prémiumot. Erre két példa a short call pozícióra részvények esetén:

Az opcióban meghatározott vételi ár 100, a jelenlegi ár 95 és az opció vételára 5 volt. Ez azt jelenti, hogy a nyereség:

Az opcióban meghatározott vételi ár 85, a jelenlegi ár 100 és az opció vételára 5 volt. Ez azt jelenti, hogy a veszteség:

Ezek a példák jól mutatják a short pozíciók működését és kockázatát. A short pozícióban lévő fél maximális nyeresége az opció prémiuma, de jelentős veszteséget szenvedhet, ha az árak kedvezőtlenül alakulnak.

## Opciós stratégiák – Spreads

A piacon kereskedők újabb pénzkeresési lehetőséget hoztak létre portfóliójuk további diverzifikációja és kockázatcsökkentés érdekében. Ezek az új lehetőségek az opciós stratégiák vagy spreadek. Az opciós stratégiák a korábban említett short és long opciókból állnak össze, és céljuk a különböző piaci mozgások lekövetése és profit létrehozása. Két fő kategóriájuk a Bull és Bear spreadek, amelyeket tovább lehet bontani credit és debit spreadekre.

Ezek az opciós stratégiák lehetővé teszik a kereskedők számára, hogy különböző piaci helyzetekben is hatékonyan kezeljék portfóliójukat, és optimalizálják a profitot, miközben csökkentik a kockázatot. Az opciós stratégiák alkalmazása sokféle lehetőséget kínál a piaci mozgások kihasználására és a befektetési portfólió teljesítményének javítására.

### Bull spreadek

Ezeket a stratégiákat akkor alkalmazzák, amikor a kereskedő arra számít, hogy a piac emelkedni fog. Két típusa van: a Bull Call Spread és a Bull Put Spread. Mindkettő célja, hogy egy alacsonyabb kötési árú long pozícióból és egy magasabb kötési árú short pozícióból álljon, a spread fajtáját a neve határozza meg. [9]

Példa a Bull Call Spread profitjára:

* Ha veszünk egy long call opciót 50-es kötési áron és eladunk egy short call opciót 55-ös kötési áron, és a spread értéke 2, akkor:
  + A maximális veszteségünk, ha az ár 50 alatt zár: 200
  + Ha az ár 55 fölött zár: a maximális nyereség 300
  + Ha pedig az ár 52-n zár: nullszaldósak vagyunk, tehát nem nyerünk, de nem is veszítünk.

Ugyanez igaz a Bull Put Spread-re is, csak az opciók nem call-ok, hanem put-ok.

### Bear spreadek

Ez a Bull Spread-ek ellentéte; a profit szerzése a piaci árak csökkenésekor történik. Ennek is két típusa van: a Bear Call Spread és a Bear Put Spread. Mindkettő célja, hogy egy alacsonyabb kötési árú short pozícióból és egy magasabb kötési árú long pozícióból álljon, a spread fajtáját a neve határozza meg. [10]

Példa a Bear Call Spread profitjára:

* Ha veszünk egy long call opciót 55-ös kötési áron és eladunk egy short call opciót 50-es kötési áron, és a spread értéke 2, akkor:
  + A maximális veszteségünk, ha az ár 55 fölött zár: 300
  + Ha az ár 50 alatt zár: a maximális nyereség 200
  + Ha pedig az ár 52-n zár: nullszaldósak vagyunk, tehát nem nyerünk, de nem is veszítünk.

Ugyanez igaz a Bear Put Spread-re is, csak az opciók nem call-ok, hanem put-ok.

### Credit és Debit spreadek

A két spread típus közötti különbség a kezdeti pénzbeáramlás és az alkalmazási területek közötti stratégiák miatt van. [11]

A credit spread esetében a kereskedő több pénzt kap vissza, mint amennyit befizetett, ezért is nevezik credit-nek. Ezt akkor használják, amikor a kereskedő arra számít, hogy a termék ára nem fog jelentős mértékben elmozdulni egy adott irányba. Ilyen például a Bull Put Spread és a Bear Call Spread. A maximális nyereség a kiíráskor visszakapott prémium, míg a maximális veszteség a két opció közötti különbség mínusz a kezdeti prémium.

A debit spread esetében a kereskedő több pénzt fizet be a long pozícióra, mint amennyit a short pozícióból kap vissza. Ezeket akkor használják, amikor jelentős árelmozdulásra számítanak egy adott irányba. Ilyen például a Bull Call Spread és a Bear Put Spread. A maximális veszteség a kezdetben visszakapott prémium, míg a maximális nyereség a két opció közötti különbség mínusz a kezdeti prémium.

# Tőzsde szimulációja

A dolgozatom alapjául egy olyan programot hoztam létre, amely egy lehetséges Cloud Stock Exchange (CSE) kereskedést szimulál. Ehhez Piroska András saját dolgozatához készült szimulációs programját vettem alapul és dolgoztam át. A program célja egy olyan környezet létrehozása volt, amely képes bármilyen termék árát megjósolni egy meghatározott matematikai algoritmus alapján, és azokra tőzsdei termékeket létrehozni.

A programban a Brown-mozgást és a Black-Scholes modellt alkalmaztam a termékek árának előrejelzésére, majd ezeket az árakat a korábban említett opciós kereskedés szimulálására használtam fel. Az így létrehozott opciók és spreadek napi profitjait számoltam ki a lejáratig, figyelembe véve a piac ármozgását. A szimuláció célja az volt, hogy felmérje a kereskedési stratégiák hatékonyságát és a virtuális erőforrások optimális elosztását a CSE platformján.

Az eredmények alapján elemezhető, hogyan lehet a legjobban kihasználni a felhőalapú számítási erőforrásokat a változó piaci körülmények között, elősegítve a költséghatékonyságot és a rugalmasságot.

## A program szerkezete

A szimulációs program 5 részre bontható. Ezek a program külön területeit működtetik az Objektum Orientált Programozás jegyében. A területek; (1.) az árképzés, (2.) opciók és (3.) opciós stratégiák létrehozása, (4.) a piac működtetése és (5.) az adatvizualizációjáért felelős diagrammok és táblázatok létrehozása és az egyéb programot segítő osztályok.

A képen szöveg, diagram, Tervrajz, Műszaki rajz látható

Automatikusan generált leírás

4‑1. ábra A program UML diagramja

### Árképzés

#### Elv

Az árképzést 3 osztály végzi el. Az árképzés során figyelembe vesszük a kubernetes podok-hoz szükséges számítási kapacitásokat, ilyenek a memória, háttértár, processzor kapacitás, illetve a felhasználó bevetési helyszínétől vett távolságot. Ezek alapján elvégzünk egy számítást és létrehozzuk a tőzsdén kereskedhető Kubernetes Podokat.

#### Megvalósítás

A 10.1.1 függelékben látható kódrészletek bemutatják, hogy először az erőforrásokat kell létrehozni. Az egyszerűség kedvéért azt feltételeztem, hogy az erőforrások mindenhol ugyanannyiért kelnek el a piacon. Ezzel a feltevéssel elindulva azt állapítottam meg, hogy a processzor magoként 20 centet a memória GB-onként 50 centet és a háttértár GB-onként 20 centet ér. Ezekkel az árakkal megszorozva a kívánt számítási kapacitáshoz szükséges erőforrások mennyiségét majd összeadva őket megkapjuk a nyers erőforrás bérlési értékét. Miután ezt megszereztük, hozzá kell számolnunk a szolgáltató díjait. Mivel ezeknél a kubernetes podok-nál számít a késleltetés, ezek nem lehetnek 100 km-nél távolabb. Ez azt eredményezi, hogy az erőforrások a max 100 km-es távolságon belül minél távolabb vannak a felhasználási területhez képest, annál olcsóbb azok bérlése ezzel szimbolizálva a bérlők vásárlási szándékát. Végül a való életet minimálisan bevonva a szimulációba azt is beleszámoltam az árba, hogy a szervertulajdonos 10%-ot felszámol a karbantartásra és esetlegesen felmerülő problémák megoldására a bérleti szerződés ideje alatt. A kiszámolt árat ezután megszorozzuk, a kívánt bérlési napok számával.

Az így létrejött Asset-et eltároljuk egy Kubernetes Pod-ba amellyel a jövőben kereskedni fogunk a szimulációban.

A képen szöveg, Betűtípus, sor, Diagram látható

Automatikusan generált leírás

4‑2. ábra Az árképzést kiszolgáló osztályok UML diagramja

### Opciók

#### Elv

A modern tőzsdén manapság két fajta opció található meg, az amerikai és európai. Ezeknek a legnagyobb különbsége az opciók gyakorlása. Míg az európai opciókat csak akkor lehet felhasználni amikor lejártak addig az amerikaiakat az élettartalmuk során bármikor. Ez a rugalmasság további módokon befolyásolja az árát és kereskedését az opciónak, ami további komplexitás eredményezne. Ebből az okból kifolyólag az európait választottam, mely szintén széleskörben felhasznált ma és könnyebben lehet vele számolni a szimulációban is.

Ezeket az opciókat a piacon megadott paraméterek és a korábban létrehozott Kubernetes podok árai alapján hozzuk létre az általunk kívánt időszakra és árra. Ezeket felhasználva a program kiszámolja az opció értékét mellyel a jövőben kiszámolhatjuk az opció profitját.

#### Megvalósítás

Az objektum orientáltság jegyében osztály absztrakciót használtam a megvalósítás során. Egy absztrakt Options osztályt hoztam létre, amely az opció létrehozásakor eltárolja a szükséges adatokat, illetve a jövőben a profitok értékeit is. Ebből az osztályból először két osztály származtattam le, amelyek a Call és a Put opciókat hozzák létre. Ezeknek kiszámításához a Black-Scholes modellt alkalmaztam.

A Black-Scholes modell széles körben elterjedt a pénzügyi szektorban, és számos előnyt kínál az opciók árazásában és kockázatkezelésében. Ennek az az oka, hogy ez a modell egy megbízható és jól megalapozott elméleti keretet biztosít az opciók árazásához, amely segíti a befektetőket és a kereskedőket a pontos és következetes árazási módszerek alkalmazásában. A modell lehetővé teszi, hogy a befektetők és kereskedők egy strukturált, előre meghatározott és kipróbált módszertant használjanak az opciók valós értékének meghatározásához, figyelembe véve a piaci volatilitást, az időértéket és más releváns tényezőket. Ezen túlmenően, a Black-Scholes-modell segít a piaci szereplőknek a kockázatok jobb kezelésében és a fedezeti stratégiák kidolgozásában, mivel lehetővé teszi az opciók különböző paramétereinek és azok piaci hatásainak részletes elemzését. Így a modell alkalmazása növeli a piaci hatékonyságot és elősegíti a megalapozottabb pénzügyi döntések meghozatalát. [12]

A Black-Scholes vételi opció képletét úgy számítják ki, hogy a részvényárfolyamot megszorozzák a kumulatív standard normál valószínűség-eloszlási függvénnyel. Ezt követően a kötési árnak a kumulatív standard normál eloszlással megszorzott nettó jelenértékét (NPV) le kell vonni az előző számítás eredményéből. [13]

Call opció ára:

Ahol:

C = Call opció ára

S = Jelenlegi részvény (spot) ár

K = Kötési (Strike) ár

r = Kockázatmentes kamatláb (risk free rate / RFR)

t = Lejáratig hátralevő idő

N = Normál eloszlás kumulatív eloszlási függvénye

σ = Volatilitás

Put opció esetében – mint a Call inverze- a képlet inverze adja meg az árat.

A programban ennek megvalósításához a fin.math [14] könyvtárat használtam fel ahol ezt a képletet elég egy sorban egy függvény segítségével meghívni megadva a jelnlegi árat, kötési árat, riskfreerate-et, volatilitást, hátralévő lévő időt és, hogy call vagy put-opciót szeretnénk létrehozni. Ezt a 10.1.2 függelékben láthatjuk, ahol a Call osztály opció árát számoljuk ki.

Ezekből az osztályokból további két-két osztályt származtattam le melyek a long és short pozíciókat valósítják meg. A különböző opciós pozíciók eltérő profitábilitással rendelkeznek, ezért mindegyik esetében külön profit számítást végzünk. A long pozíciók esetében a veszteség nem lehet nagyobb, mint az opció vételi ára, így a profit kiszámításánál ezt az összeget vonjuk le az elért nyereségből, hogy meghatározzuk a valós profitot. Ezzel szemben a short pozíciók nyeresége korlátozott, mivel az elérhető profit maximális, de a veszteség elméletileg korlátlan. Így a short pozíciók esetében a legrosszabb esetet kell figyelembe venni, és a veszteségek minimalizálására összpontosítunk. Ennek megfelelően külön figyelmet fordítunk a long és short pozíciók sajátos jellemzőire a profit számítás során, hogy pontosan meghatározhassuk a valós pénzügyi eredményeket minden egyes kereskedési stratégia esetében. Az ezeket számoló kódrészleteket a 10.1.3 és 10.1.4 függelék mutatja be. A dolgozat további részeiben ezeket fogom felhasználni, a kereskedésekre, illetve a spreadek felépítésére.

A képen szöveg, képernyőkép, diagram, Betűtípus látható

Automatikusan generált leírás

4‑3. ábra Az opciókat megvalósító osztályok UML diagramja

### Opciós stratégiák (spreadek)

#### Elv

A szimulációban a négy alapvető spreadet implementáltam, amelyek a Bear és Bull Call, valamint a Bear és Bull Put spreadek. Az átláthatóság érdekében ezeket külön-külön osztályoknak feleltettem meg.

#### Megvalósítás

A négy spread osztály egy absztrakt Spread osztályból származik, amely felelős a spreadek profitszámításáért.

A Spread osztály profitszámítási metódusa veszi figyelembe a két opció paramétereit, és azokat a konkrét spread osztályok implementálják. A konkrét spread osztályok így meghatározzák, hogy melyik long és short pozíciókat tartalmazzák, és ez alapján számítják ki a profitot az adott piaci árfolyamok alapján.

Ez a megközelítés lehetővé teszi a kód könnyű karbantarthatóságát és bővíthetőségét, mivel az új spread típusokat egyszerűen hozzá lehet adni az absztrakt Spread osztály kiterjesztésével.

A képen szöveg, diagram, sor, Párhuzamos látható

Automatikusan generált leírás

4‑4. ábra Az opciós stratégiákat megvalósító osztályok UML diagramja

### Piac

#### Elv

A piac működéséért három osztály felelős. A kereskedés során figyelembe vesszük a piac paramétereit, amelyek közé tartozik a volatilitás, a kockázati kamatláb és a kereskedési időszak. Az így kialakított piacot Kubernetes Podokkal és ügynökökkel töltjük fel, akik ezekkel az erőforrásokkal kereskednek. Az ügynökök és Kubernetes Podok inicializálása után elindítjuk a szimulációt, amelynek eredményeit diagramokkal és táblázatokkal vizualizáljuk. A szimuláció során nyomon követjük a kereskedések eredményességét, bemutatva a különböző pozíciók élete során létrejövő profitokat.

#### Megvalósítás

Az Agent osztályok ügynököket valósítanak meg, és tárolják az általuk vásárolt opciókat. Ezek az ügynökök felelősek az opciók profitjának kiszámításáért és visszaküldéséért. Az alábbi 10.1.5 függelékben található kódrészlet bemutatja ennek működését. Amikor az ügynökök lekérik a portfóliójukat, végigiterálnak az összes opciójukon és spreadjükön, és ellenőrzik, hogy a lekérdezés napján mekkora az egyes termékek értéke az aktuális piaci árhoz képest. Azokat a termékeket, amelyeknek a lejárati napjuk egybeesik a lekérdezés napjával, diagramon és táblázaton ábrázolják, hogy a szimuláció futtatója könnyen megállapíthassa, sikeres vagy veszteséges volt-e az adott tranzakció.

A Market osztály a CSE ügynökként működik, meghatározza az árszimuláció paramétereit, és tárolja az ügynököket és azok kereskedéseit. A program a szimuláció végén ezen osztály segítségével ellenőrzi, hogy minden kereskedés végrehajtódott-e. Az osztály egyik legfontosabb függvénye a 10.1.6 függelékben található kódrészlet, amely végigiterál az összes piacon lévő ügynökön és lekéri a portfóliójukat.

A Simulation osztály fogja össze ezeket az osztályokat. Konstruktora megkapja a piacot és a kereskedési időszak naptárát paraméterként. A konstruktorban létre lehet hozni a későbbiekben kereskedni kívánt erőforrásokat és az ügynököket. Miután ezek elkészültek, a simulation függvény hajtja végre a kereskedés egészét. Ez a függvény különböző időpontokban hoz létre különböző lejáratú és értékű opciókat és spreadeket. A szimuláció futása során minden nap a piac meghívja a Market osztály ügynök portfólió lekérő függvényét, és a szimuláció végén visszatér a kereskedéseket tartalmazó szövegfájllal.

A képen szöveg, képernyőkép, Betűtípus, diagram látható

Automatikusan generált leírás

4‑5. ábra A tőzsdei szimuláció futását megvalósító osztályok UML diagramja

### Egyéb segítő osztályok

A programban három segítő osztály található, amelyek az adatok vizualizációjáért és a kereskedési időszak megfelelő munkanapjainak beállításáért felelnek. A munkanapokat a New York-i tőzsde működési napjaihoz igazítottam a fin.math könyvtár segítségével. Ez biztosítja, hogy a szimuláció során figyelembe vegyük a tőzsde hivatalos munkanapjait.

Az adatvizualizációhoz szintén a fin.math könyvtárat használtam, amely lehetővé teszi a piaci kereskedelmi árak és az opciók, valamint spreadek profitjainak megjelenítését. Ezek az osztályok segítenek a kereskedési eredmények átlátható és érthető bemutatásában.

Az adatvizualizációért felelős osztályokat a program bármely pontján felhasználhatom, és fel is használom a szimuláció különböző szakaszaiban. Ezek az osztályok biztosítják, hogy a kereskedési adatok és eredmények grafikonokon és táblázatokban is megjelenjenek, ezáltal megkönnyítve a kereskedési stratégiák hatékonyságának elemzését és értékelését.

A képen szöveg, képernyőkép, Betűtípus, szám látható

Automatikusan generált leírás

4‑6. ábra Az egyéb segítő osztályok a programban

## Program működése

### Program használata

A programunk egy általunk meghatározott időszakra vonatkozó tőzsdei kereskedéseket generál. Először létrehozzuk a tőzsdét, ahol könnyedén beállíthatjuk a piac volatilitását és a kockázati százalékot. Ezt követően meghatározzuk a szimuláció futási idejét, két tetszőleges dátum kiválasztásával. A szimuláció során megadhatjuk a tőzsdei szereplőket és a kereskedett termékeket, majd elindítjuk a programot.

A program futása során rögzíti és elemzi a kereskedők tranzakcióinak profitját, amelyeket táblázatokkal és diagramokkal jelenít meg. Emellett követi a kereskedett termékek ármozgását is. A program eredményei átláthatóan mutatják be a kereskedési stratégiák hatékonyságát.

Ez a program a jövőben könnyen bővíthető új termékekkel és további paraméterek megadásával, lehetővé téve a kereskedési szimulációk folyamatos fejlesztését és finomítását.

### Szimuláció működése

A programom az ármozgások meghatározására egy speciális szimulációt használ, amely a termékek árainak mozgásához a Brown-mozgást és a Black-Scholes modellt használja. A Brown-mozgás egy matematikai modell, amely a véletlen mozgásokat írja le, és gyakran alkalmazzák a pénzügyekben az árfolyamok előrejelzésére. [15]

A Brown-mozgást egy erre a fin.math könyvtárban kialakított Black-Scholes modelt használom amely figyelembe veszi az időt, a volatilitást, a kockázatmentes kamatlábat, valamint az aktuális piaci árat. Ezzel a modellel pontosabban lehet szimulálni az árfolyamok jövőbeli alakulását, mivel az opciók árazása során fontos tényezőket vesz figyelembe.

A szimuláció során a program több ezer lehetséges áralakulási ágat generál véletlenszerűen. Ez azt jelenti, hogy a program minden egyes futtatásnál különböző lehetséges árfolyam-mozgásokat hoz létre, amelyeket a Brown-mozgás szabályai alapján állít elő. Ezek az ágak mindegyike egy lehetséges jövőbeli árfolyamútvonalat reprezentál.

Ezek után a program ezeket a különböző árfolyamútvonalakat kiátlagolja, így kapunk egy véletlenszerű, de statisztikailag megalapozott árfolyam-mozgást. Ez a módszer segít jobban megérteni és előrejelezni, hogyan alakulhat egy termék ára a jövőben a piaci körülmények függvényében. Ezeket a lépéseket a 10.1.5 függelékben található kódrészlet bemutatja.

A végeredmény egy olyan ármozgás, amely figyelembe veszi a piaci volatilitást és a véletlenszerűséget. A későbbiekben a különböző opciós termékek létrehozásakor, ezeket az árakat fogom figyelembe venni és felhasználni.

### Szimuláció eredménye

A szimuláció bemutatásaként két terméket hoztam létre, az egyiket 10%-os volatilitás mellett, a másikat pedig 20%-os volatilitással. A példa érdekében mindkét termék hasonló árgrafikont mutat, azonban a nagyobb volatilitású termék ármozgásai nagyobb kilengéseket mutatnak. Ennek oka, hogy a volatilitás lényegében az árak szórását jelenti egy adott időszakra melyet a Brown mozgás is figyelembe vesz.

A képen szöveg, Diagram, Betűtípus, sor látható

Automatikusan generált leírás

4‑7. ábra Kubernetes Pod ármozgása 10%-os volatilitásnál

Az alacsonyabb, 10%-os volatilitású termék ára egy év alatt közel 120 és 130 dollár között mozgott, ami körülbelül 10%-os eltérést jelent. Ezzel szemben a magasabb, 20%-os volatilitású termék ára már 65 és 125 dollár között ingadozott, ami az eredeti árhoz képest körülbelül 20%-os eltérést jelent.

A képen szöveg, Diagram, Betűtípus, sor látható

Automatikusan generált leírás

4‑8. ábra Kubernetes Pod ármozgása 20%-os volatilitásnál

Összességében, bár az ármozgások nem tökéletesek, a dolgozatban jól bemutatják a véletlenszerű ármozgások jellegét. Ezek az ármozgások kellően realisztikusak ahhoz, hogy a szimuláció során különböző kereskedési stratégiák tesztelésére és elemzésére használhatók legyenek. A következő fejezetben bemutatom milyen opciókat és spreadeket tud létrehozni a program.

# Kereskedés a szimulációban

A szimuláció során a létrejött árak alapján könnyedén ki tudunk írni opciókat és spreadeket. Ebben a fejezetben néhány ilyen példát mutatok be egy véletlen módon létrehozott árgörbe alapján, és elemzem, hogy a program milyen adatokat ad vissza, amelyek alapján meg lehet állapítani a termék profitabilitását.

A képen szöveg, sor, Diagram, diagram látható

Automatikusan generált leírás

5‑1. ábra Vizsgált erőforrás árgörbe

## Long opciók

Az első nap kiírunk egy long put opciót 14 dolláros kötési árral és 10 napos lejárati idővel. Ez egy külső szemlélőnek rossz ötletnek tűnhet, ha nem tudja, hogy az ár lefelé fog menni. Azonban ebben az esetben mi tudjuk ezt, és ezáltal helyzeti előnyben vagyunk, kedvező áron tudjuk megvenni. Az ár csökkenni kezd, és a mi pozíciónk egyre értékesebb lesz. A profitunk változó, és egyszer még negatív is lehet, de összességében pozitívan zárunk.

A képen szöveg, sor, diagram, Diagram látható

Automatikusan generált leírás

5‑2. ábra Long Put profit grafikon

A profit grafikonon a zöld görbe a profit mértékét jelzi, míg a piros az ármozgást. Bár utóbbi főként laposnak tűnik, érdekes megfigyelni, hogy szinte láthatatlan ármozgások is jelentősen befolyásolják a profit mértékét.

A képen képernyőkép, sor, szöveg, Betűtípus látható

Automatikusan generált leírás

5‑3. ábra Long Put profit táblázat

A profitok táblázatban is megjeleníthetők, ahol egy oszlop egy nap változását jelenti. Ezeknél könnyen össze lehet vetni, hogy az ár mekkorát ugrik az ár változására.

## Short opciók

Ahogy korábban leírtam, ahhoz, hogy mi el tudjunk adni vagy meg tudjunk venni opciókat, azokat valakinek meg is kell vennie vagy eladnia. A korábban létrehozott long put opció ellentétpárja a short put opció.

A képen szöveg, sor, Diagram, diagram látható

Automatikusan generált leírás

5‑4. ábra Short Put profit grafikon

A profit grafikonon jól megfigyelhető, hogy a két opció profitja pontosan ellentétesen változik a másik opciójához képest.

A képen szöveg, képernyőkép, sor, Betűtípus látható

Automatikusan generált leírás

5‑5. ábra Short Put profit táblázat

A táblázatban is látható, hogy a profitok egymással ellentétesen változnak, ahogy az árak változnak.

## Spreadek

A spreadeket ezeknek az opcióknak az összeadásával hozom létre. Felhasználva a long és short put opciókat, megvizsgálhatunk egy bear put spreadet, amelyet a szimuláció 30. napján hoztam létre szintén 10 napos határidővel.

A képen szöveg, sor, diagram, Diagram látható

Automatikusan generált leírás

5‑6. ábra Bull Put Spread profit grafikon

A bull put spread profit grafikon jól bemutatja a spreadek különleges tulajdonságát, miszerint bár a profit maximalizálva van jelen esetben 20 dollárra, a veszteség is csak 6 dollárra korlátozott. Ez abból adódik, hogy ha az ár a long opció kötési ára alá megy, akkor a short opció szerez profitot és fordítva. Azonban a short opció értéke magasabb, így a long opció főként csak biztosításként szolgál.

A képen képernyőkép, szöveg, sor, Betűtípus látható

Automatikusan generált leírás

5‑7. ábra Bull Put Spread profit táblázat

A bull put spread profit táblázatban látható, hogy a profit és veszteség hogyan alakul naponta. Ez a stratégia biztonságosabb kereskedést tesz lehetővé, minimalizálva a veszteségeket, miközben korlátozott, de biztos profitot kínál.

# Felhasználási lehetőségek

Ebben a fejezetben két példát fogok bemutatni a Cloud Stock Exchange lehetséges alkalmazási területeire.

## Hungaroring Formula 1

Az idei mogyoródi Hungaroring verseny 2024. július 19-21. között kerül megrendezésre. Egy ilyen esemény hatalmas embertömeget vonz, akiknek mobiltelefonjait ki kell szolgálni. Ilyen nagyszámú ember jelenlétében az 5G, illetve a későbbiekben a 6G hálózatok alacsony késleltetésének és magas le- és feltöltési sebességének fenntartása érdekében érdemes ideiglenes szervereket telepíteni a környéken. Ez biztosítja a szolgáltatás minőségének fenntartását mind a látogatók, mind a környéken lakók számára. Ez az esemény kiváló lehetőséget nyújt az opciós vizsgálatára az árak alacsonyabb szintje és az ármozgások megfigyelhetősége miatt. Az ideiglenes infrastruktúra telepítése lehetővé teszi, hogy a hálózat zökkenőmentesen kezelje a megnövekedett forgalmat, így minden résztvevő élvezheti az eseményt.

A szcenárióban 3 fél szerepel az egyszerűség kedvéért. Az egyik egy a helyszínhez közel elhelyezkedő szervertelep tulajdonosa. Egy ISP, aki a Hungaroring idejére a közelben szeretne szerveridőt bérelni a kubernetes podoknak. Végül pedig egy BME diák, aki értve a hálózati technológiákhoz szeretne egy kis pénzt keresni a tőzsdén.

A termék egy 2 processzormagból 4GB memóriából és 10GB háttérterű kubernetes podból áll 3 napra a helyszíntől 5 km-re. Az ár ~37$-ról indul 20%-os évi volatilitással. Fontos tudni, hogy egy opció 100 ilyen termékből áll, így egy ilyen mennyiség megfelel erre az időszakra.

A képen szöveg, Diagram, sor, képernyőkép látható

Automatikusan generált leírás

6‑1. ábra Termék ármozgása évi 20%-os volatilitásnál

A szervertelep tulajdonosa egy ismerősétől megtudta az esemény időpontját a nyilvánosság előtt. Bár megbízott az ismerősében, úgy gondolta, fontos biztosítást kötni erre a tudásra, ezért kiírt egy long put opciót a jelenlegi ár fölött 3 dollárral 60 napos határidőre.

A képen szöveg, képernyőkép, Betűtípus, Diagram látható

Automatikusan generált leírás

6‑2. ábra Szervertulajdonos opciója

Az opció lejáratakor 300 dolláros veszteséget realizált. Ha nem vásárolta volna meg az opciót, ezt a veszteséget profitként realizálhatta volna. Azonban a pénzügyi stabilitás érdekében inkább elfogadta a veszteséget, mivel, ha az esemény elmaradt volna, vagy más időpontban rendezték volna meg, sokkal nagyobb veszteséget szenvedhetett volna el.

Az országos internetszolgáltató (ISP) az esemény időpontjának nyilvánosságra hozatalakor kiírt egy short put opciót a piaci ár felett 3 dollárral, 30 napos határidőre. Az ő céljuk szintén a pénzügyi stabilitás biztosítása volt.

A képen szöveg, Diagram, sor, diagram látható

Automatikusan generált leírás

6‑3. ábra ISP opciója

Az opció lejáratakor 300 dolláros nyereséget realizáltak. Az opció lejáratakor meg tudták szerezni a részvényeket, és további prémiumra is szert tettek. Számukra ez a tranzakció sikeres volt, mivel a részvények megszerzésével és a prémium bevételével anyagilag is jól jártak.

A BME-n tanuló diák célja egy kis extra pénzkereset. Korlátozott anyagi lehetőségei miatt egy Bull Put Spread-et ír ki, mivel ezzel maximalizálható a veszteség, de nagyobb esély van a nyereségre, mint egy long pozíció esetében. További előnye ennek a stratégiának, hogy a kiírás időpontjában nem szükséges pénzt kiadni, és könnyebben eladható, ha időközben jelentősen megváltozik a piaci környezet negatív irányba, vagy a részvény nem kezd nyereséget realizálni az időszak felénél.

A képen szöveg, Diagram, sor, diagram látható

Automatikusan generált leírás

6‑4. ábra Diák spreadje

Az spread lejáratakor 100 dolláros nyereséget realizált. Érdekes megfigyelni, hogy a profit változása itt már nem lineáris, hanem nagy ugrások figyelhetők meg. A kikötés az volt, hogy akkor adja el a részvényt, ha a 15 nap után még mindig veszteségben van. Szerencsére a spread pont akkor kezdett profitot hozni, és bár volt benne minimális visszaesés, a végén még így is sikerült a maximális profitot elérni.

## Horvátországi nyár

A külföldi utazás során a felhasználók gyakran használják a roaming szolgáltatásokat, hogy saját szolgáltatójuk hálózatán keresztül érjék el az internetet. Az új EU-s szabályozások értelmében a felhasználók számára nem számítható fel extra költség bizonyos adatfelhasználási limit alatt az EU területén belül. Ez a szabályozás azonban nem vonatkozik a szolgáltatók közötti rendszerhasználati díjakra. Amikor egy felhasználó külföldön tartózkodik és internetezik, az adatforgalom először visszatér a szolgáltató országába, majd a válasz visszaérkezik a felhasználó tartózkodási helyére. Ez azt eredményezi, hogy az eredeti szolgáltatónak rendszerhasználati díjat kell fizetnie a helyi szolgáltatónak.

Az 5G és 6G rendszerek egy lehetséges megoldása erre a problémára az, hogy a szolgáltató külföldön szervereket bérel, így elkerülve a rendszerhasználati díjakat. Ezen a példán keresztül azt vizsgáljuk meg, hogy egy egyhónapos horvátországi kitelepülés megéri-e egy szolgáltatónak, ha a roaming díj körülbelül 10%-át teszik ki a felhasználóktól beszedett díjaknak. Feltételezzük, hogy a piaci árat a turisták általi szálloda- és repülőjegy-foglalások közel egyenes arányban befolyásolják.

A példában négy szereplő vesz részt, akik két csoportra oszthatók. Az első csoport az infrastruktúráért felelős szereplőkből áll: a hazai szolgáltató és egy külföldi szervertulajdonos. Ők 30 napra elegendő erőforrással kereskednek, egyszerű opciókkal. Mindketten stabil, fluktuációktól mentes árat szeretnének elérni. A második csoport két kereskedni próbáló személyből áll, akik kisebb pénztartalékokkal rendelkeznek, ezért csak 10 napra elegendő erőforrással kereskednek spreadek segítségével.

Az árakat az előző példában meghatározott paraméterekkel fogjuk előállítani egy erőforrásra, és 30 napos határidőket fogunk kiírni. Ez a megközelítés lehetővé teszi, hogy az eseményeket és a piaci körülményeket figyelembe véve meghatározzuk, mennyire éri meg a szolgáltatónak külföldi szervereket bérelni. Az eredmények alapján a szolgáltató eldöntheti, hogy a befektetés hosszú távon megtérül-e.

A képen szöveg, Diagram, sor, diagram látható

Automatikusan generált leírás

6‑5. ábra Harminc napra elegendő termék ármozgása évi 20%-os volatilitásnál

A képen szöveg, Diagram, sor, diagram látható

Automatikusan generált leírás

6‑6. ábra Tíz napra elegendő termék ármozgása évi 20%-os volatilitásnál

Az országos internetszolgáltató (ISP) a korábbi évek adatai alapján azt feltételezte, hogy sok magyar turista fog Horvátországba utazni nyaralni. Ennek megfelelően kiírtak egy Long Call opciót a jelenlegi piaci áron, hogy amennyiben az árak emelkednek, a mostani áron tudják megvásárolni az erőforrásokat.

A képen szöveg, diagram, Betűtípus, Diagram látható

Automatikusan generált leírás

6‑7. ábra ISP opciója

Az opció lejáratakor közel 500 dolláros veszteséget realizáltak. Bár ez pénzügyi szempontból negatívum, infrastruktúra szervezési szempontból pozitívumot jelentett. 400 dollárért megtudták, hogy nem várható akkora turista tömeg, mint az előző években, így nem szükséges akkora erőforrást biztosítani. Ha nem opciós kereskedést hajtottak volna végre, akkor drágábban vettek volna olyan erőforrásokat, amelyekre a nyáron nem lenne szükségük. Ezzel az információval és a pénzügyi lehetőséggel felvértezve, hogy kevesebb erőforrás is elegendő, nem kell aggódniuk a rendszerhasználati díj miatt, mivel sokkal jobban megéri a helyszínen szervert bérelni ekkora tömegre.

Ez az előrelátó lépés lehetővé tette az ISP számára, hogy optimalizálják az erőforrásaikat, minimalizálják a költségeiket, és biztosítsák a hálózat zökkenőmentes működését a nyári szezonban. Az opciós stratégia alkalmazása segített abban, hogy a szolgáltató pontosabb képet kapjon a várható keresletről, és ennek megfelelően alakítsa ki az infrastruktúráját, ezáltal javítva a szolgáltatás minőségét és pénzügyi stabilitását.

A szerver tulajdonosa már tudta, hogy az idei turizmus nem lesz olyan magas, mint a korábbi években az euró bevezetése miatt. Erre felkészülve, short call opciót írt ki a jelenleginél alacsonyabb áron. Számára ez nem jelentett túl nagy kockázatot, mivel rendelkezik az erőforrásokkal, így covered call stratégiát alkalmazott, ami lehetővé tette, hogy könnyedén biztosítsa a szervereket.

A képen szöveg, képernyőkép, Betűtípus, sor látható

Automatikusan generált leírás

6‑8. ábra Szerver tulajdonos opciója

Az előrejelzése helyesnek bizonyult, mivel az ár jóval a kötési ár alá esett, így 600 dolláros nyereséget realizált. Ez az összeg egy hónappal később már nehezen lett volna elérhető. A stratégiája lehetővé tette, hogy profitáljon a piaci mozgásokból, miközben minimalizálta a kockázatokat azáltal, hogy az általa birtokolt erőforrásokra alapozta a kereskedést. Ez a lépés pénzügyi szempontból is előnyös volt, mivel a turizmus csökkenése ellenére is sikerült nyereséget termelnie.

Egy dolgozó a szolgáltatónál, azt feltételezve, hogy egy ekkora cég biztosan tudja, melyek a jó pénzügyi döntések, kiírt egy bull call spreadet. Ez egy biztonságosabb stratégia, mert neki nincs akkora tőkéje, mint a cégnek, így ha a jóslás nem sikerül, meg akarja védeni magát az esetleges veszteségektől.

A képen szöveg, Diagram, diagram, sor látható

Automatikusan generált leírás

6‑9. ábra ISP-nél dolgozó spreadje

A dolgozó, látva, hogy a spread közepén közel elérte a maximális profitját, úgy döntött, hogy nem kockáztat tovább, mivel az árfolyamok túlságosan kiszámíthatatlanok voltak. A korábbiakban nagy ugrások voltak tapasztalhatók, és az árak mindig visszatértek a maximális veszteség szintjére. Ahogy azt láthatjuk, jól döntött, hogy eladta a pozícióját, mert később az árak zuhantak, és a spread értéktelenül járt le. Ez a lépés lehetővé tette számára, hogy megvédje a már megszerzett nyereséget, és elkerülje a későbbi veszteségeket.

Az utolsó szereplőnk egy külföldi turisztikai cégnél dolgozik több éve, és hobbija a tőzsdei kereskedés. Látván, hogy a foglalások száma az év eleje óta nem alakult úgy, mint a korábbi években, arra a következtetésre jutott, hogy az árak jelentősen csökkenni fognak. Ennek megfelelően kiírt egy Bear Call Spread-et.

A képen szöveg, Diagram, sor, Betűtípus látható

Automatikusan generált leírás

6‑10. ábra Turisztikai cégnél dolgozó spread-je

Ellentétben az előző példával, hajlandó volt kivárni, mert ha veszít, még akkor sem vesztett volna sokat, és nagyon biztos volt a tapasztalatában. A lejáratkor 250 dolláros nyereséget realizált. A stratégiájának köszönhetően a szereplőnek sikerült profitot elérnie anélkül, hogy túl nagy kockázatot vállalt volna.

# Konklúzió

A Cloud Stock Exchange (CSE) koncepciója ígéretes jövőképet fest le. A dolgozatban bemutatottak alapján a jelenleg tőzsdén kereskedett termékek könnyedén implementálhatók ebben az új környezetben. Megfigyelhettük, hogy a korábban nagy kockázattal járó tranzakciók a CSE technológiájának köszönhetően biztonságosabbá válhatnak, és a kisebb szolgáltatók is versenybe szállhatnak a piacon.

A szabadpiac fejlődését is elősegítené ez a technológia, mivel az innovációk gyorsabban terjednének el. Ez különösen fontos az 5G és 6G hálózatok esetében, ahol a szükséges szerverkapacitás és a benne rejlő lehetőségek miatt elengedhetetlen a gyors fejlődés.

Ez az elmélet további kutatásokat igényel. Érdemes lenne több gyakorlati esetet is megvizsgálni, hogy a technológia milyen területeken alkalmazható. Emellett az amerikai és bermudai opciókat is érdemes lehet bevonni a szimulációba, hogy szélesebb körű elemzéseket végezhessünk. Az árszimulációt is lehetne fejleszteni olyan módszerekkel, mint az ARIMA vagy a Prophet, amelyek történelmi adatok alapján működnek, és nem csupán véletlenszerű mintákat követnek.

Összességében, bár a CSE koncepciója kezdetben metodikai szinten valósítható meg, a jövőben akár a való életben történő alkalmazás szintjén is kutatható. Ez a technológia új távlatokat nyithat a számítási erőforrások kereskedelmében és a felhőalapú szolgáltatások fejlesztésében.

# Irodalomjegyzék

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | W. Hong, „The Role of Millimeter-Wave Technologies in 5G/6G Wireless Communications,” *IEEE Journal of Microwaves,* pp. 101-122, Január 2021. |
| [2] | International Telecommunication Union, „IMT towards 2030 and beyond,” https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2030/Pages/default.aspx, 2023. |
| [3] | „AWS Cost Breakdown,” Amazon Web Services, [Online]. Available: https://docs.aws.amazon.com/whitepapers/latest/how-aws-pricing-works/amazon-ec2-cost-breakdown.html. |
| [4] | Á. L. a. L. Bokor, „A Study on Use Cases and Business Aspects of Cloud Stock Exchange,” in *IEEE*, International Conference on Information Networking, Barcelona, 2020. |
| [5] | A. Leiter, „Cloud Stock Exchange for Telecommunication,” International Symposium on Networks, Computers, and Communications (ISNCC), Rome, Italy, 2018. |
| [6] | R. Dhir, „Forward Contract: How to Use It, Risks, and Example,” [Online]. Available: https://www.investopedia.com/terms/f/forwardcontract.asp. |
| [7] | A. Hayes, „Futures Contract Definition: Types, Mechanics, and Uses in Trading,” [Online]. Available: https://www.investopedia.com/terms/f/futurescontract.asp. |
| [8] | J. Chen, „What are Options? Types, Spreads, Example, and Risk Metrics,” [Online]. Available: https://www.investopedia.com/terms/o/option.asp. |
| [9] | J. Chen, „What Is Bull Spread? How It Works As Trading Strategy and Example,” [Online]. Available: https://www.investopedia.com/terms/b/bullspread.asp. |
| [10] | A. Ganti, „Bear Spread: Overview, and Examples of Options Spreads,” [Online]. Available: https://www.investopedia.com/terms/b/bearspread.asp#:~:text=A%20bear%20spread%20is%20a,and%20a%20bear%20call%20spread.. |
| [11] | S. Nickolas, „Credit Spread vs. Debit Spread: What's the Difference?,” [Online]. Available: https://www.investopedia.com/ask/answers/042215/whats-difference-between-credit-spread-and-debt-spread.asp. |
| [12] | F. B. a. M. Scholes, „The Pricing of Options and Corporate Liabilities,” in *Journal of Political Economy*, The University of Chicago Press, 1973, pp. 637-654. |
| [13] | A. Hayes, „Black-Scholes Model: What It Is, How It Works, and Options Formula,” [Online]. Available: https://www.investopedia.com/terms/b/blackscholes.asp. |
| [14] | „finmath.net,” [Online]. Available: https://www.finmath.net/finmath-lib/index.html. |
| [15] | A. Ermogenous, „Brownian Motion and Its Applications In The Stock Market”. |

# Ábrajegyzék

[4‑1. ábra A program UML diagramja 21](#_Toc167237291)

[4‑2. ábra Az árképzést kiszolgáló osztályok UML diagramja 23](#_Toc167237292)

[4‑3. ábra Az opciókat megvalósító osztályok UML diagramja 26](#_Toc167237293)

[4‑4. ábra Az opciós stratégiákat megvalósító osztályok UML diagramja 27](#_Toc167237294)

[4‑5. ábra A tőzsdei szimuláció futását megvalósító osztályok UML diagramja 28](#_Toc167237295)

[4‑6. ábra Az egyéb segítő osztályok a programban 29](#_Toc167237296)

[4‑7. ábra Kubernetes Pod ármozgása 10%-os volatilitásnál 31](#_Toc167237297)

[4‑8. ábra Kubernetes Pod ármozgása 20%-os volatilitásnál 32](#_Toc167237298)

[5‑1. ábra Vizsgált erőforrás árgörbe 33](#_Toc167237299)

[5‑2. ábra Long Put profit grafikon 34](#_Toc167237300)

[5‑3. ábra Long Put profit táblázat 34](#_Toc167237301)

[5‑4. ábra Short Put profit grafikon 35](#_Toc167237302)

[5‑5. ábra Short Put profit táblázat 35](#_Toc167237303)

[5‑6. ábra Bull Put Spread profit grafikon 36](#_Toc167237304)

[5‑7. ábra Bull Put Spread profit táblázat 36](#_Toc167237305)

[6‑1. ábra Termék ármozgása évi 20%-os volatilitásnál 38](#_Toc167237306)

[6‑2. ábra Szervertulajdonos opciója 38](#_Toc167237307)

[6‑3. ábra ISP opciója 39](#_Toc167237308)

[6‑4. ábra Diák spreadje 40](#_Toc167237309)

[6‑5. ábra Harminc napra elegendő termék ármozgása évi 20%-os volatilitásnál 42](#_Toc167237310)

[6‑6. ábra Tíz napra elegendő termék ármozgása évi 20%-os volatilitásnál 42](#_Toc167237311)

[6‑7. ábra ISP opciója 43](#_Toc167237312)

[6‑8. ábra Szerver tulajdonos opciója 44](#_Toc167237313)

[6‑9. ábra ISP-nél dolgozó spreadje 44](#_Toc167237314)

[6‑10. ábra Turisztikai cégnél dolgozó spread-je 45](#_Toc167237315)

# Függelék

## Kód részletek:

### Ármeghatározás:

//Resources  
private double calculatePrice() {

return (cpuCores \* 0.5 + memory \* 2 + disk \* 0.2);

}

//Asset  
public void createPrice() {

double resourcePrice = resources.getPrice();

double distanceDiscount = 0.2 \* (1 - (double) distance / 100);

price = (resourcePrice + (distanceDiscount \* resourcePrice) + 0.1

\* resourcePrice) \* unitCount;

}

### Opciók létrehozása

@Override

public void getOptionPrice() {

double volatility = getVolatility();

double maturity = (double)getMaturity()/365;

double originalPrice = getOriginalPrice();

double strikePrice = getStrikePrice();

LocalDate startDate = getStartDate();

double riskFreeRate = getRiskFreeRate();

setValue(AnalyticFormulas.blackScholesOptionValue(originalPrice,

riskFreeRate, volatility, maturity, strikePrice true));

}

### Long opciók profit számolása

//LongCall

public double calculateProfit(double currentPrice) {

double profit = (currentPrice - getStrikePrice() - getValue())

\* 100;

return Math.max(-(getValue() \* 100), profit);

}

//LongPut

public double calculateProfit(double currentPrice) {

double profit = (getStrikePrice() - currentPrice - getValue())

\* 100;

return Math.max(-(getValue() \* 100), profit);

}

### Short opciók profit számolása

//ShortCall

public double calculateProfit(double currentPrice) {

double profit = (getStrikePrice() - currentPrice + getValue())

\* 100;

return Math.min(profit, getValue() \* 100);

}

//ShortPut

public double calculateProfit(double currentPrice) {

double profit = (currentPrice - getStrikePrice() + getValue())

\* 100;

return Math.min(profit, getValue() \* 100);

}

### Ügynök portfóliójának bemutatása

public void showcasePortfolio(int i, LocalDate currentDate) throws Exception {

//Iterate through options

for (Option option : options) {

List<Double> originalPath = option.getAssetPrices();

if(option.addOptionProfit(

option.calculateProfit(originalPath.get(i)), currentDate)) {

List<List<Double>> pathes = new ArrayList<>();

List<Double> path =

originalPath.subList((i+1) - option.getMaturity(), i);

pathes.add(path);

pathes.add(option.getProfits());

plot.showCaseMore(pathes, option.getTitle());

table.showCase(pathes,option.getTitle());

}

}

//Iterate through spreads

for (Spread spread : spreads) {

List<Double> originalPath = spread.getOption1().getAssetPrices();

if (spread.getOption1().addOptionProfit(

spread.calculateProfit(originalPath.get(i)), currentDate)) {

List<List<Double>> pathes = new ArrayList<>();

List<Double> path =

originalPath.subList((i+1)

- spread.getOption1().getMaturity(), i);

pathes.add(path);

pathes.add(spread.getOption1().getProfits());

plot.showCaseMore(pathes, spread.getTitle());

table.showCase(pathes,spread.getTitle());

}

}

}

### Ügynökök portfólióinak lekérése

public void showcaseAgents(int i, LocalDate currentDate) {

for(Agent agent: agents) {

try {

agent.showcasePortfolio(i, currentDate);

} catch (Exception e) {

e.printStackTrace();

}

}

}

### Árjóslás

private void generateProcess() {

Random rand = new Random();

int randomNumber = rand.nextInt(9000) + 1000;

var model = new BlackScholesModel(asset.getPrice(), asset.getDailyRiskFreeRate(workdays), volatility);

td = new TimeDiscretizationFromArray(0.0, workdays, 1);

brownianMotion = new BrownianMotionFromMersenneRandomNumbers(td, 1, NUMOFPATHS, randomNumber);

process = new EulerSchemeFromProcessModel(model, brownianMotion);

}

private void generatePath() {

for (int i = 0; i <= workdays; i++) {

double value = 0;

for (int j = 0; j < NUMOFPATHS; j++)

value+=process.getProcessValue(i, 0).get(j);

randomPath.add(value/NUMOFPATHS);

}

}