

**A Pfizer-BioNTech Covid-19 elleni oltóanyag sikerességének hatása a
vakcinafejlesztők részvényeire**

Schütz Annamária Kinga

Budapesti Corvinus Egyetem
Közgazdaságtudományi Kar
Alkalmazott közgazdaságtan alapszak

Témavezetők: dr. Neszveda Gábor, Mágó
Mánuel László

ABSZTRAKT

Tanulmányom célja a Pfizer-BioNTech koronavírus elleni oltóanyagának sikerességét meghatározó események gazdasági számszerűsítése, amelyet a fejlesztő cégek részvényhozamainak vizsgálatával valósítok meg. Elemzésemet a Pfizer Inc. sajtóközleményével kezdem, miszerint az új vakcina hatékonysági rátája 90% feletti volt, ezzel az első olyan vakcina lett, amely a 2020-as évet meghatározó Covid-19 járvány vélhető megoldását képezte. A sajtóközleményen túl két másik eseményt is vizsgálok, azokat a napokat, amikor az amerikai Élelmiszer- és Gyógyszer-szövetség (FDA) engedélyeztette a vakcina sürgősségi forgalomba helyezését az Amerikai Egyesült Államokban, valamint azt a napot, amikor az Egészségügyi Világszervezet (WHO) is engedélyt adott a vakcina globális használatára. A vizsgálatot klasszikus eseményelemzés módszertanával végzem és abnormális, illetve kumulált átlagos abnormális hozamok vizsgálatával igyekszem előzetes várakozásaimat igazolni. Feltételezésem szerint a Pfizer Inc. és a BioNTech SE esetében mindegyik esemény, különösképp a 3. klinikai fázis eredményeit közlő sajtóközlemény szignifikánsan hatott a részvényhozamokra. Eredményeim azt mutatják, hogy a két cég együttesen 5,43%-os abnormális hozamot realizált és a Pfizer Inc. esetében 15,59 millió dollárral nőtt a piaci érték, míg a BioNTech SE 3,09 millió dollárral a 3. klinikai fázis eredményeinek közlését követően.

A 2020. november és december alatt lezajló események hatását nem csak a fejlesztő vállalatok esetében, hanem további 11 vakcinafejlesztőnél, egyúttal Pfizer-BioNTech versenytársnál is megvizsgáltam. A versenytársak részvényei minden esetben negatív hozamot mutattak, azonban mivel ezek elenyésző értékek voltak, nem volt megállapítható abnormális hozam. A gyógyszercégeknél gyakran elemzett FDA engedély hatása, eredményeim alapján nem várt módon -3,23%-os abnormális hozamot indukált az összes vakcinagyártó esetében. A kumulált abnormális hozamok hasonló kimenetelűek lettek. A váratlan eredmények hátterében többek között a járványban növekvő fertőzés szám és a vele járó volatilitás, bizonytalanság, illetve egyéb tényezők állnak.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	4
2. Irodalmi áttekintés.....	6
2.1. Innováció szerepe a gyógyszerfejlesztő cégek esetében	6
2.2. Koronavírus hatása a pénzpiacokra: a volatilitás kérdése	8
3. Módszertani áttekintés.....	10
3.1. Lehetséges modellek a várható hozam becslésére	10
3.2. Az idő lehatárolása és az aktuális hozam számítása.....	11
3.3. A piaci modell	12
3.4. Hipotézisvizsgálat	14
4. Felhasznált Adatok.....	16
5. Eredmények.....	20
6. Konklúzió	23
Irodalomjegyzék.....	24
Függelék	28

Táblázat- és Ábrajegyzék

1. Táblázat: Események összefoglalása.....	5
1. Ábra: Az általános vakcinafejlesztési- és gyógyszergyártási folyamat.....	6
2. Táblázat: Vakcinafejlesztő vállalatok és intézmények.....	17
3. Táblázat: A vizsgált vakcinagyártók piaci mérete az események napján.....	18
2. Ábra: Kördiagram: A vizsgált vakcinagyártók piaci mérete (%).....	19
4. Táblázat: Kapott AR és CAR eredmények.....	20
5. Táblázat: Az optimális becslési ablak és a megfelelő index kiválasztása.....	28

1. Bevezetés

2019. december 31-én az Egészségügyi Világszervezet (World Health Organization, WHO) tudomására jutott, hogy Közép-Kína legnépesebb városában, Vuhanban feltételezhetően SARS típusú [angolul: Severe Acute Respiratory Syndrome] légzőszervi betegség ütötte fel a fejét ismeretlen okokból kifolyólag. A későbbiekben SARS-CoV-2 névre keresztelt új koronavírus okozta fertőzés 2 és fél hónap lefolyása alatt eljutott további 113 országba, 118 ezernél több fertőzöttet tartottak számon világszerte és 4292 ember ekkorra már életét veszítette a fertőzésben (World Health Organization, 2020a). 2020. március 11-én a WHO világjárványnak titulálta a Covid-19 elnevezésű járványt és ezen esemény hatására számos állam kormánya veszélyhelyzetet rendelt el és korlátozásokat vezetett be elsősorban az állampolgárok védelmének érdekében. Többek között digitális oktatási és munkavégzési rendelkezések, ki- és beutazási tilalmak és megszorítások, karantén intézkedések, távolságtartási és maszkviselési szabályok, kijárási korlátozások, szolgáltatási szektorban működő vállalkozásokra és vállalatokra vonatkozó nyitvatartási tilalmak és -szigorítások léptek életbe világszerte. Nyilvánvalóvá vált, hogy az új koronavírus okozta járványhelyzet nagy mértékű hatással sújtotta globálisan már nem csak az egészségügyet, de a világgazdaságot és később a tőkepiacokat is.

A sürgető egészségügyi helyzet megoldásában kulcsfontosságú lett a hatékony oltóanyag kifejlesztése és annak gyorsított használatba helyezése (Lurie és szerzőtársai, 2020). Az első biztos hír a hatékony oltóanyaggal kapcsolatban 2020. november elején került nyilvánosságra, amikor a fertőzések száma világszerte 48,5 millió felett járt és a halálozások száma is meghaladta az 1,2 millió főt (World Health Organization, 2020b). A Pfizer Inc. együttműködve a BioNTech SE német vállalattal az első olyan vakcinát fejlesztette, amelynek hatékonysági rátája a harmadik klinikai fázist követően átlagosan elérte a 95%-os arányt (Polack és szerzőtársai, 2020.). A Pfizer Inc. 2020. november 9-én egy sajtóközleményben közölte a hírt, miszerint 90% feletti hatékonysági rátájú oltóanyagot sikerült fejleszteniük, majd november 18-án megerősítette a biztató eredményt. Ekkor már a cég említést tett arról is, hogy a vakcina megfelel az amerikai Élelmiszer- és Gyógyszerszövetség [angol: FDA, Food and Drugs Association] által odaítélhető Sürgősségi Felhasználásra Vonatkozó Engedély [angol: EUA, Emergency Use Authorization] kritériumainak, amely a járványhelyzet súlyosságára való tekintettel egy gyorsított eljárású forgalmazási és alkalmazási hatóanyag engedély (Krause és Gruber, 2020.). Kevesebb, mint egy hónappal később, december 2-án az FDA leköszölte saját független elemzését a Pfizer-BioNTech oltóanyagot illetően és konstatálva a hatékonysági ráta

bizonyosságát, 2020. december 11-én EUA engedélyt adott az oltóanyag számára (Tanne, 2020.). Pontosan egy évvel később az első esetek bejelentéséhez képest, a WHO is engedélyezte a Pfizer-BioNTech vakcina használatát 2020. december 31-én. Kevesebb, mint két hónap lefolyása után a járványnak már 79,2 millió feletti esetszámot tulajdonítottak és a járványban elhunytak száma elérte az 1,7 milliót (World Health Organization, 2020c).

Az imént említett időszak alatt lejátszódó események sorozata feltételezésem szerint megmozgatta a Pfizer és BioNTech cégek részvényhozamait, illetve - tovább gondolva - hatással volt a többi koronavírus elleni oltóanyagot fejlesztő gyógyszer cég részvényeire is. Tanulmányom során ezen hatások meglétét klasszikus eseményelemzés módszereivel elemzem. Először az események hatását csak a Pfizer és BioNTech részvényeire vizsgálom, majd a versenytársakat és együttesen (Pfizer és BioNTech bevonásával) azokat a gyógyszerfejlesztőket, amelyek Covid-19 elleni vakcinájukról az utolsó vizsgált esemény napjáig, azaz 2020. december 31-ig nyilvánosságra hozták, hogy az oltóanyaguk a harmadik klinikai fázisba lépett. Három releváns esemény hatását is vizsgálom, hiszen szeretnék arra is választ kapni, hogy a vakcina potenciális forgalomba helyezésének folyamatában 1) a harmadik klinikai fázis sikeres eredményének közzlése, 2) az FDA amerikai sürgősségi engedélyeztetés vagy 3) a WHO oltóanyag használati engedélyeztetése közül, melyek befolyásolták a piacokat (1. táblázat). Azt feltételezem, hogy a legnagyobb hatást az első esemény mérte a vizsgált vállalatok értékpapírjainak hozamára, ugyanis ez volt az első biztos lépcsőfoka a vakcinafejlesztés sikerességének. Erre a napra mindenképpen szignifikáns abnormális hozamot várok, a Pfizer-BioNTech esetében a vizsgált eseményeknél pozitív kimenetellel, míg a versenytársaknál negatívval. Tanulmányom első részében először áttekintem a témában releváns irodalmat, majd kitérek a módszertan bemutatására. Ezt követően bemutatom az empirikus tesztelés menetét és a felhasznált adatokat, majd közlöm és elemzem a tesztelés során kapott eredményeket, végezetül összefoglalom a leírtakat.

1. Táblázat

Események összefoglalása

Esemény napja	Eseményt követő kereskedési nap	Esemény tartalma
2020.11.09	2020.11.09	Sajtóközlemény a Pfizer-BioNTech vakcina 3. klinikai fázisban megállapított 90% feletti hatékonysági rátáról
2020.12.11	2020.12.14	FDA engedélyezi a Pfizer-BioNTech vakcina sürgősségi használatát az USA-ban
2020.12.31	2020.12.31	WHO világszerte javasolja a Pfizer-BioNTech vakcina használatát

Forrás: Saját szerkesztés

2. Irodalmi áttekintés

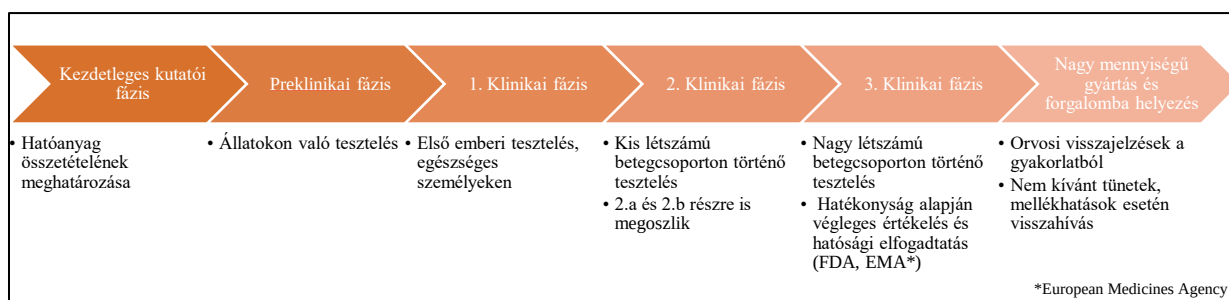
2.1. Innováció szerepe a gyógyszerfejlesztő cégek esetében

A sikeres innováció gyakran hozamban mutakozó előnyt jelent a profitmaximalizáló gyógyszercégek számára, ennek folytán a tőke nagy részét gyakran a Kutatás & Fejlesztés szektorba fektetik be. A gyógyszergyártásban és a vakcinafejlesztésben meghatározott lépéseken keresztül lehet csak eredményre jutni, melynek folyamatát mutatja be az 1. ábra. Mivel erősen szabályozott folyamatról van szó, ezért az egyes fázisok eredményei megfelelő viszonyítási alapot biztosítanak az elemzéseknek.

1. ábra

Az általános vakcinafejlesztési- és gyógyszergyártási folyamat

Egy pandémiás helyzetben a felsorolt vakcinafejlesztési fázisok gyakran átfedésbe kerülnek egymással, hiszen sürgető a hatékony oltóanyag széleskörű használatba helyezése.



Saját készítés Lurie és szerzőtársai (2020.), illetve Girotra és szerzőtársai (2007.) alapján

A lépések közül a 3. klinikai fázis eredményei, valamint az Élelmiszer- és Gyógyszerügyi Hatóság (FDA) szabályozási döntései kritikusak az új gyógyszerek sikeressége szempontjából, és ezek befolyásolhatják leginkább a vállalat piaci értékelését (Rothenstein és al., 2011.). Sodd és Tellis (2009.) azt találták, hogy a kisvállalatok nagyobb hozamokat érnek el egy-egy innovációs projektre koncentrálv a nagy vállalatokkal szemben. Hozzáteszik, hogy az innováció sikerességét bejelentő gyógyszercégek nagyobb hozammal számolhatnak, mint a szektorban levő versenytársaik és a korábbi bejelentések száma nincs különösebb befolyással az újabb bejelentés hozamokban mutakozó hatására. Fontos megemlíteni azt is, hogy hangsúlyos az innováció sikeressége a gyógyszerfejlesztők esetében. Egy-egy innovációs projekt esetében a sikertelen kimenetel nagyobb abszolút értékű hozamot okoz a piacon, mint egy sikeres innováció (Sodd és Tellis, 2009.). Hwang (2011.) kismintán vizsgálta különböző gyógyszercégek 3. klinikai fázisának eredményességét és FDA elfogadtatását. Vizsgálatai során azt az eredményt kapta, hogy a medián kumulált abnormális hozamok 0,8%-osak voltak az esemény napján, míg sikertelen innovációs bejelentések esetében az esemény napon ugyanez az

érték -2%. Hwang eredményiből is jól látható, hogy a gyógyszercegeknek nagyságrendileg többet lehet veszíteni egy sikertelen innováció során, mint egy sikeresen nyerni.

Az elmúlt évtizedben a járványok egyre többféle vírustól alakultak ki és egyre gyakrabban sújtották az emberiséget, vagy annak egy bizonyos földrajzilag lehatárolható részét. Gondolhatunk itt a H1N1, az Ebola- vagy a Zika-vírus okozta járványokra. Az egészségügyi kutatói társadalomban egyre inkább felmerült az a kérdés, hogy egy nagyobb járványhelyzetre, hogyan lehet felkészülni és miképpen lehet az oltóanyagot minél gyorsabban széleskörű használatba helyezéséig kifejleszteni. Ebből a célból jött létre a Járványügyi Felkészültség Innovációs Szövetsége vagy angol rövidített nevén a CEPI (Coalition of Epidemic Preparedness Innovation) 2016-ban (Gouglas és szerzőtársai, 2018.). A CEPI feladatának határozta meg, hogy a WHO által meghatározott elsődleges veszélyt jelentő kórokozók közül 5 ellen hatékony oltóanyagot fejleszt, amelyet egészen a 2.a klinikai fázisig juttat el, így az esetleges járványhelyzet idején mihamarabbi emberi tesztelési fázisba kezdhetnek a kutatók, ezzel gyorsítva a megoldást jelentő végső oltóanyag megtalálását (Lurie és szerzőtársai, 2020.). Ez az előzetes kutatás adta meg a lehetőséget például arra, hogy az mRNS alapú oltóanyag megvalósuljon, amely a Pfizer-BioNTech és a Moderna vakcinájának is fundamentuma, valamint emellett párhuzamosan más egészségügyi technológiák kifejlesztése is már korábban megkezdődhetett, mint amikor szükség volt rájuk. Nagy részben a CEPI-nek köszönhető az is, hogy amikor Vuhanban megjelentek az első járványügyi esetek, akkor azonnali fejlesztések indulhattak meg és ezáltal a Moderna vakcinája kevesebb, mint 10 héttel később már az 1. klinikai fázisba léphetett (Lurie és szerzőtársai, 2020.). Girotra és szerzőtársai (2007.) összefoglalója alapján, az 1. klinikai fázist megelőző két szakasz együttesen átlagosan több, mint 18 évig is eltarthat, tehát megdöbbentő, hogy az elmúlt 10 év eseményei 10 hétre tudták rövidíteni ezt az időszakot egy viszonylag új technológiánál.

Habár a kutatás és fejlesztés időben hatékonyabb lett, az abba fektetendő költségek továbbra is egy meghatározó tényezőjévé képezik fejlesztésnek, ezért ezekről is említést kell tennünk. Girotra és szerzőtársainak (2007.) számításai szerint a 2. klinikai fázisig való eljutásig átlagosan 57 millió USD ráfordításra van szükség. Gouglas és szerzőtársai 2018-ban azt találták, hogy a preklinikai fázistól a 2.a klinikai fázisig egy fertőző járvány elleni vakcina kifejlesztésének költsége 31-68 millió amerikai dollár között mozog, azzal a feltételezéssel élve, hogy ezekben a folyamatokban nem kell véglegesen leállítani a fejlesztést sikertelenség miatt. Ha csak azt nézzük, hogy november 9-én a Moderna Inc. 31 millió USD, míg a BioNTech SE 25 millió USD piaci értékkel rendelkezett, akkor ezeknek a vállalatoknak hatalmas kiadást

jelenthet egy-egy vakcina kifejlesztése (3. táblázat). Természetesen ezek a költségek eloszlanak hónapokra vagy inkább évekre és tekintve azt, hogy a BioNTech piaci mérete a vakcina hatékonysági rátájának sikerességét bejelentő nap után egy nap alatt 3,09 millió dolláros hozamot hozott, bizonyíték arra, hogy egy kisebb piacon szereplő vállalatnál ténylegesen nagyot lehet nyerni egy sikeres innovációval, főleg akkor, ha az egy nagy vállalattal együtt történő kooperáció során történik, hiszen a Pfizer 218 millió USD piaci értékkel nagyrészt finanszírozhatta a vakcinafejlesztés költségeit (3. táblázat).

2.2. Koronavírus hatása a pénzpiacokra: a volatilitás kérdése

A koronavírus járvány terjedésével exponenciálisan nőtt a napi fertőzések, -halálozások száma, így az állampolgárok életét és az egészségügyi krízishelyzetet prioritásuknak véve, a kormányzatok sorra vezettek be gazdasági- és társadalmi intézkedéseket. Zaremba és szerzőtársai (2020.) 67 ország koronavírushoz kapcsolódó kormányzati intézkedései és a pénzügyi piacok volatilitása között találtak szignifikáns kapcsolatot. Ashraf (2020.) szerint közvetlenül a napi bejelentett új fertőzésre és halálozásra vonatkozó adatokra is gyorsan reagál a piac az árfolyamok csökkenésével. Albulescu (2021.) hasonlóképp a napi fertőzések és halálozások száma és a volatilitás között talált szignifikáns kapcsolatot. Zhang és szerzőtársai (2020.) megmutatták, hogy az Egyesült Államok pénzpiacainak volatilitása 2020. február és március között a négyszeresére növekedett és ez a növekvő bizonytalanság Európában is megfigyelhető. Yousfi és szerzőtársai (2021.) a vírus első és második hullámának amerikai tőzsdékre mért hatását vetették össze és megerősítették a járványhelyzet miatt kialakult tőkepiaci bizonytalanságot, mind az első-, mind a második hullám ideje alatt. Következésképpen, a témában megjelent számos publikáció eredményei azt sugallják, hogy a Covid-19 pandémia ideje alatt mind a globális, mind az amerikai piacon nagy mértékű a volatilitás, így egyúttal az általam vizsgált eseményablakban is figyelembe veszem ennek jelenlétét.

Az eseményelemzések során felvethet némi problémát, ha a vizsgált időszak átfedésben van gazdasági válságból következő volatilis időszakokkal. Chen (2014.) a 2008-as gazdasági válság időszakát vizsgálta és rávilágított arra, hogy habár gazdasági kríziseket lefedő eseményelemzéskor piaci modell használata esetén az R^2 magasabb, a standard hiba is növekszik. Az elsőre ellentmondónak tűnő jelenség könnyen megmagyarázható, mivel az R -négyzet a piaci hozamok varianciájának a teljes részvényhozam varianciához viszonyított arányát mutatja meg, míg a standard hiba a piaci hozamok által nem magyarázható megmaradt

varianciát indikálja (Chen, 2014.). Tehát, habár a hozamok együttesen mozogtak Chen (2014.) tanulmánya alapján, a magasabb értékű standard hiba miatt megfigyelhető volt a volatilitás. Többek között a szerző az eseményablak és a becslési ablak minimalizálását javasolja megoldásnak a volatilitásból származó hatás enyhítésére, így ebben a tanulmányban két eseményablak menetén fogok haladni: az 1. esetben csak a sajtóközlemény vagy napját veszem majd figyelembe, míg 2. esetben az eseményt és azt követő két napot együttesen vizsgálom. A becslési ablak esetében pedig különböző időszakokat hasonlítok össze (30-, 60-, 90-, 120 napos), melyek közül Chen (2014.) eredményei alapján vélhetően a 30 napos becslési ablak lesz az ideális választás.

3. Módszertani áttekintés

Az eseményelemzés [angol: event study] módszer nagy népszerűségnek örvend a közgazdasági, pénzügyi, számviteli és menedzsment jellegű kutatások során (Corrado és Truong, 2008.). Eredete egészen a 1930-as évekig vezethető vissza (Dolley, 1933.), azonban napjainkig széleskörű használatot Fama és szerzőtársai (1969.), illetve Ball és Brown (1968.) publikációiban megfogalmazott alapelveknek köszönhetően élvez (MacKinlay, 1997.; Corrado, 2011.). Az eseményelemzés elmélete a Fama (1970.; 1991.) által bemutatott hatékony piacok elméletére épül, mely szerint a pénzpiacokon forgalmazott értékpapírok ára teljes mértékben reflektálja a nyilvánosan elérhető információkat. Ebből következtetve feltételezhetjük, hogy egy olyan esemény, amely számos piaci érintettet, esetleg teljes lakosságot érint, hatásával a tőkepiacokon is visszaköszön. Számos eseményt lehet vizsgálni eseményelemzéssel, többek között futballmeccsek eredményeinek (Scholtens és Peenstra, 2010.) vagy a gyógyszerinnovációk sikerességének hatását az árfolyamokra (Sharma és Lacey, 2004.). Utóbbi példához erősen kapcsolódva feltételezem, hogy a Pfizer-BioNTech vakcina fejlesztésének sikeressége és gyorsított forgalomba helyezésének eseményei hatással voltak a fejlesztővállalatok és a többi vakcinagyártó cég részvényeire, így ez a módszer bizonyítani vagy cáfolni tudja feltételezésemet. A tanulmány ezen részében, túlnyomóan a releváns módszertani összefoglaló szakirodalomra hagyatkozva (MacKinlay, 1997.; Binder, 1998.; Kothari és Warner, 2007.; Corrado, 2011.), bemutatom az eseményelemzés lépéseit és a módszertanban rejlő lehetőségeket, szűken kitérve azok előnyeire és hátrányaira. Ezt követően kiválasztom a vizsgálatomhoz legalkalmasabb becslési modellt és ismertetem a statisztikai tesztelés menetét.

3.1. Lehetséges modellek a várható hozam becslésére

Tanulmányom célja, hogy megmutassam a kapcsolatot a Pfizer-BioNTech vakcinafejlesztés és forgalomba helyezés 1. táblázatban látható eseményei és a vállalatok saját, illetve versenytársaik részvényhozamainak alakulása között. Ezen kapcsolat megtalálását az eseményelemzések során az abnormális hozam és a normális hozam elkülönítésével szokták véghez vinni (MacKinlay, 1997.). Abnormális hozam alatt, a részvény adott időbeli aktuális hozamának és adott időszakra becsült várható hozamának különbségét értjük. Ez utóbbi becsült várható hozam, úgy nevezett normális hozam, amely akkor következne be, ha az esemény nem történt volna meg. Az abnormális hozam meghatározásához kulcsfontosságú normális hozambecslésre az évek során több modellt is alkalmaztak (Kothari és Warner, 2007.). A modellek közül a legjelentősebb az indexmodell, az átlaghozam-modell, valamint a piaci

modell, illetve Sharpe (1964.) és Lintner (1965.) egyfaktoros CAPM modellje [Capital Asset Pricing Model], valamint Ross (1976.) többfaktoros APT modellje [Arbitrage Pricing Theory] (Binder, 1998.).

Brown és Warner alapján (1980.) az indexmodell során az abnormális hozam az i értékpapír adott t időszakban realizált hozamának, azaz az aktuális hozamnak és az adott t időszaki várható piaci hozamnak a különbsége (1):

$$(1) \quad AR_{i,t} = R_{i,t} - R_{m,t}$$

Az átlaghozam-modell szerint a viszonyítási alapként tekinthető normális hozam az eseményt megelőző becslési időszakban realizált hozamok átlaga, így ebben a modellben ezt a tényezőt vonjuk ki az aktuális hozamokból (2).

$$(2) \quad AR_{i,t} = R_{i,t} - \bar{R}_t$$

Az indexmodell és az átlaghozam-modell egyszerűségük miatt gyorsan elvégezhetőek, azonban Corrado (2011.) szkeptikusan vélekedik velük kapcsolatban. Használatukat „naiv”-nak tartja, ugyanis nincs kiszűrve bennünk a piaci mozgás részvényárfolyamokra gyakorolt hatása. Erre ad megoldást a piaci modell, amelyben a részvények hozamát egy nagyobb piachoz viszonyítva vizsgáljuk (MacKinlay, 1997.). Ebben a modellben kisebb az abnormális hozam varianciája, így pontosabb eredményekhez juthatunk. Az említett modellek közül – hagyatkozva népszerűségére és hatékonyságára – a piaci modell használatát vélem én is a legjobbnak, így a továbbiakban ezt részletesen kifejtem (lásd 3.3. fejezet).

Érdemes megemlíteni a leginkább ismert közgazdasági modelleket is, amelyekkel szintén vizsgálhatjuk egy bizonyos esemény árfolyamokra mért hatását. Ezek közül a legnépszerűbb a CAPM és az APT modell. Ezen modellek következtetéssel juttatják az elemzőt eredményre, azonban már MacKinlay (1997.) is azt állítja, hogy a CAPM egyes feltevéseivel befolyásolhatja a modell eredményeit. Habár az APT modell kiküszöböli a CAPM hibáit, a szerző ezzel a modellel szemben is a piaci modell használatát javasolja, ugyanis ehhez képest az APT relatíve kisebb hozzáadott magyarázó erővel szolgál.

3.2. Az idő lehatárolása és az aktuális hozam számítása

Fontos meghatározni az esemény időbeli keretét, amikor az hatását kifejezthette az árfolyamokra, ez az ún. esemény ablak (MacKinlay, 1997.). Az eseményablakot előzi meg egy becslési ablak, amely alapján később a normális hozamot és a piaci modellhez szükséges

paramétereket becsülöm. Vizsgálatom során napi adatokkal dolgozom, így a sajtóközlemény napját tekintem a 0. napnak, ezt jelöli $t = 0$, az azt megelőző nap $t = -1$, az azt követő nap pedig $t = 1$. Eseményablaknak általában az esemény napját és legalább az azt követő napot szokták venni, amennyiben az esemény nem váratlanul következett be és a piaci szereplők előzetesen és annak várható hatásáról, akkor legalább az eseményt megelőző napot is az eseményablakba soroljuk (MacKinlay, 1997.). Mivel esetemben nem feltételezem, hogy a befektetők belső információval rendelkeztek a pontos időpontról, ezért eseményablaknak először önmagában az eseményeket, majd ezután az események napját (vagy az azt követő kereskedési napot) és az azokat követő két kereskedési napot veszem. A becslési ablak semmiképp sem kerülhet átfedésbe az esemény ablakkal, azonban ez nagyobb időszakra is kiterjedhet, leggyakrabban 120 vagy 250 napot ölel át, azonban Chen (2014.) javaslatára megvizsgálom különböző 120 napos, 90 napos, 60 napos és 30 napos becslési ablakokat, ugyanis szeretnék korrigálni a volatilitásra és megtalálni az ideális időintervallumot. A becslési ablak kiválasztást segítő eredményeket a következő részben, a piaci modell leírása után mutatom be.

$R_{i,t}$ jelöli egy i részvény aktuális hozamát a t -edik napon. Ezen hozamot logaritmus számítással alakítom át az elérhető adatok alapján, tehát mind a piac, mind az egyedi értékpapírok esetében valójában az aktuális logaritmikus hozamát vizsgálom. A hozam logaritmikus alakjának használat Fama és szerzőtársai (1969.) jobbnak ítélték az effektív hozamhoz használatához képest, amennyiben a modellt parametrikusan teszteljük. $S_{i,t}$ jelöli az adott t napi árfolyamot, míg $S_{i,t-1}$ az azt megelőző napi hozamot (3).

$$(3) \quad R_{i,t} = \ln \left(\frac{S_{i,t}}{S_{i,t-1}} \right)$$

3.3. A piaci modell

A piaci modell matematikailag egy lineáris regressziós egyenlettel leírható a piaci modellben feltételezett egyenlőség (Corrado, 2011.). Az egyenletben $R_{i,t}$ és $R_{m,t}$ egy i vállalat és a piac aktuális loghozamait jelölik a t -edik napon, $e_{i,t}$ pedig az i vállalat specifikus hozamát jelöli (4). A regresszióban α és β paramétereket a legkisebb négyzetek módszere alapján becsültem, amelyek meghatározzák a kapcsolatot a piaci hozam és az i vállalat részvényének hozama között.

$$(4) \quad R_{i,t} = \alpha + \beta * R_{m,t} + e_{i,t}$$

Világos, hogy $e_{i,t}$ a hibatag, amely 0 érték esetén azt jelenti, hogy a részvény hozama minden esetben kiszámítható a piaci hozam ismeretében, tehát azok függenek egymástól. Ebből következik, hogy amennyiben $e_{i,0} \neq 0$, akkor az egyenletet átrendezve az esemény napján realizált abnormális hozam ($AR_{i,0}$)(5):

$$(5) \quad AR_{i,0} = R_{i,0} - \alpha - \beta * R_{m,0}$$

Az összes vállalatra kiszámítva az egyenletet meg is kapjuk az egyes abnormális hozamokat, amelynek létezése a piaci modell feltételezései szerint bizonyítják az esemény hatását, azonban mivel egyszerre több vállalat értékpapírjainak hozamát elemezzük, Binder (1998.) szerint az esemény hatását együttesen mérhetjük a vállalatokra. Az abnormális hozamokat először N_t -vel, azaz a vállalatok számával átlagolom, majd - a 2. esetben, amikor 3 napos az eseményablak -, a képzett abnormális hozamot kumulálom az esemény ablakot alkotó napokon és ezután nézem átlagukat. Így először megkapom az abnormális hozam átlagát ($\overline{AR}_t$) (6), amely az események napján az elemzett részvények hozamaira gyakorolt hatást kívánja számszerűsíteni. A második esetben pedig eredményül a kumulált abnormális hozamok átlagát kapom ($\overline{CAR}_{0,1,2}$)(7), amely a 3 napos esemény ablak abnormális hozamait együttesen veszi figyelembe minden vizsgált vállalatra nézve. Valójában ezt a két abnormális hozam átlagot fogom vizsgálni mindhárom esemény kapcsán.

$$(6) \quad \overline{AR}_t = \sum_{i=1}^{N_t} \frac{AR_{i,t}}{N_t}$$

$$(7) \quad \overline{CAR}_{0,1,2} = \sum_{t=0}^2 \sum_{i=1}^{N_t} \frac{AR_{i,t}}{N_t}$$

A piaci modell használatakor lényeges a megfelelő viszonyítási index kiválasztása a paraméterek pontosabb értékének becsléséhez. Brown és Warner (1980.) úgy vélték, hogy nem teljesen kifinomult a piaci modellt érték súlyozású indexszel párosítani. Ehelyett a későbbi tanulmányok egyenlő súlyozású index használatát részesítik előnyben (Corrado és Truong, 2008.), így ezt figyelembe véve több indexre, köztük egyenlő súlyozású indexekre is megvizsgáltam a modell illeszkedését. Az ideális index megtalálásánál céлом volt az is, hogy a megfelelő becslési ablakot is megtaláljam, így a modellt különböző indexekhez viszonyítva megvizsgáltam 30-, 60-, 90-, illetve 120 napos időintervallumokban, mindig a becslési ablak utolsó napjának véve a Pfizer bejelentését megelőző kereskedési napot, azaz 2021. november 6-át. Az eredményeket a Függelékben található 1. táblázat tartalmazza.

A táblázat alapján jól látható, hogy a 30 és 120 napos becslések esetén nagyobb standard hibákat kapunk a konstansra, illetve a β_1 paraméterre, míg a 90 és 60 napos becslések esetében kevesebb különbség mutatkozik ezen a téren, így robusztusabb becsléseket kapunk. A NASDAQ-100 egyenlő súlyozású indexe eredményezi a 60 napos becslési ablak esetén a legjobb illeszkedést, ugyanis az R^2 mutató értéke 21,42%, míg a 90 napos esetben a modell legmagasabb magyarázóereje 17,94%, az S&P 500 Health Care, azaz egészségügyi szektorra specifikus index esetében. A két modell standard hibáit összehasonlítva a 60 napos becslés esetében figyelhető meg kisebb érték, míg az előzőek alapján itt a többszörös determinációs együttható (R^2) értéke nagyobb. A β_1 paraméterről látható, hogy az 0,7378 értéket vesz fel, azaz ebből arra következtetnek, hogy a vakcinagyártók részvényei alul reagálják a NASDAQ-100 indexen szereplő részvényeket. Mindezeket figyelembe véve, a normális hozam becsléséhez viszonyítási alapnak a NASDAQ-100 egyenlő súlyozású indexét veszem, míg a becslési ablakot a Pfizer bejelentését megelőző 60 nap fedi le, azaz a 2020.08.14. é 2020.11.06. közötti időszak.

3.4. Hipotézisvizsgálat

A napi hozamok eloszlásának rendellenessége Bedő (2007.) alapján a központi határeloszlás tétel értelmében semmisnek tekinthető, ugyanis amennyiben az eloszlások szórása véges és azok függetlenek egymástól, akkor a standardizált összegek határeloszlása normális. Minél nagyobb a megfigyelés számunk annál inkább igaznak bizonyul a tétel. A normalitás feletételezése egy kulcs elem, ugyanis a Student-féle t-próba használata alapfeltevésnek veszi. Ezáltal feltételezem, hogy a kiszámított abnormális hozamok, átlagos abnormális hozamok és kumulált átlagos abnormális hozamok is normális eloszlásúak és önmagukon belül függetlenek egymástól. Habár a szórásuk véges, ugyanakkor ismeretlen így a hipotézisvizsgálat során a nullhipotézis $n - 1$ szabadságfokú t-próbával tesztelhető (Binder, 1998.). A két nullhipotézisem a következő:

$H0_1$: A vállalatok átlagos abnormális hozama az esemény ablakot alkotó napokon 0 volt az átlaga, azaz nem volt ténylegesen abnormális.

$H0_2$: A kumulált átlagos abnormális hozam nem volt abnormális az esemény ablakot alkotó napokon, azaz 0 volt az átlaga.

Tehát ha az esemény napját és az azt követő két napot vesszük figyelembe, akkor a nullhipotézis egyben azt is állítja, hogy $\overline{AR}_0$ vagy $\overline{CAR}_{0,1,2}$ varianciája 0 (Binder, 1998.).

Példaképp mutatva a kumulált átlagos hozam variancia számítását, a t-próba a következő egyenlet eredményét vizsgálja (8):

$$(8) \quad \hat{\sigma}(\overline{CAR}_{0,1,2}) = \sqrt{\sum_{t=0}^2 \hat{\sigma}^2\left(\frac{\hat{\sigma}(AR_{t,t})}{\sqrt{N_t}}\right)} = 0$$

Szignifikancia szintnek $\alpha = 5\%$ –ot választom, így 5% a valószínűsége annak, hogy a piaci modellben feltételezett nullhipotézist elvetjük, amikor az valójában igaz, ezt nevezik elsőfajú hiba elkövetésének. Amennyiben a hipotézisvizsgálathoz tartozó p-érték kevesebb, mint 5% és ezzel egyidejűleg a t-érték meghaladja az 1,96-os értéket, akkor a nullhipotézist elvetjük és ez azt jelenti, hogy a vizsgált napon, illetve napokon a kumulált abnormális hozamok és abnormális hozamok átlaga nem nulla, azok szignifikánsan eltérőek a becslési ablakban becsült számításokhoz képest. Mindezek alapján az eredményeket a következőkben kiszámítom és szemléltetem.

A következőkben látható lesz, hogy habár paraméterbecsléseimet nagy mintán végeztem, a hipotézisvizsgálat során a t-teszt szabadságfokai megegyeznek az adott esetben vizsgált gyártók száma mínusz eggyel. A hipotézisvizsgálathoz tartozó legnagyobb szabadságfok 12, míg a legkevesebb 1, amik a rendkívül alacsony mintaszámoknak köszönhetőek. A kisminta ellenére de Winter (2013.) eredményei alapján a Student-féle t-teszt ugyanúgy alkalmazható egyéb tesztekkel összevetve, sőt, kisebb valószínűséggel okozza elsőfajú hiba elkövetését. Ebből kifolyólag jelen tanulmányban is minden esetben ezt a t-tesztet használom a nullhipotézisek vizsgálatára.

4. Felhasznált Adatok

Kutatásom során a 2020.05.18. és 2021.01.04-es időszakban vizsgálódom. Becslési ablaknak a korábbiakban említett eredmények alapján a 60 napos intervallumot választottam a Pfizer bejelentését megelőző kereskedési nappal bezárólag, így a becslési ablak a 2020.08.14.-2020.11.06. közötti intervallum. Háromféle esemény hatását is megvizsgáltam, ugyanis arra a kérdésre is keresem a választ, hogy 1) a 3. klinikai fázis sikeres eredményeinek közzlése, 2) az FDA sürgősségi elfogadási engedély adása, illetve 3) a WHO engedélye befolyásolták-e a piacot és melyik esemény volt a legjelentősebb ezek közül. Először is eseménynek veszem a 2020.11.09. dátumú napot, amikor is a Pfizer sajtóközleményére sor került reggel 6 óra 45 perckor, még a piac nyitása előtt. Az FDA december 11-én jelentette be a sürgősségi engedély kiadását a Pfizer-BioNTech vakcina részére, azonban ez egy pénteki nap volt és a hírekben is másnap szombat reggel közzölték az elfogadtatást. Emiatt a következő piaci napot, 2020. december 14-ét veszem az esemény napjának ebben az esetben. A WHO 2020. december 31-én jelentette be, hogy a Pfizer-BioNTech vakcina használata javasolt és engedélyezett a koronavírus fertőzés ellen, így ez lesz a harmadik vizsgált esemény. A vizsgált időszakban minden napra letöltöttem először is a Pfizer és BioNTech részvényekre vonatkozó adatokat, majd Zimmer, Corum és Wee (2021.) koronavírus elleni oltóanyag összefoglalója alapján azon koronavírus elleni oltóanyagot fejlesztő cégek részvény adatait, amelyek legkésőbb a decemberi hónap végéig eljutottak a vakcinafejlesztés 3. klinikai fázisáig. Összesen 17 féle vakcinafejlesztés érte el a 3. klinikai fázist december 31-ig, azonban ezek közül 3 fejlesztésében (Gamaleya Research Institute, Bektov, Institute of Medical Biotechnology) egyáltalán nem vállalt szerepet nyílt részvénytársaság, így részvényeiket sem tudtam vizsgálni, illetve két vállalat esetében nem fértem hozzá a kívánt adatokhoz (Medicago Inc., Sinovac Biotech Ltd.). A Medicago Inc. a GlaxoSmithKline PLC. nyilvánosan működő részvénytársasággal együttműködve növényalapú vakcinafejlesztésen dolgozik - azonban mivel magánvállalat - nem szerepel értékpapírja a pénzpiacokon. Mindkét vállalat vizsgálata helyett, így csak a GlaxoSmithKline PLC. részvényeinek adataival számolok. A Sinovac Biotech korlátozott felelősségű társaságra vonatkozóan rendelkeztem adatokkal, azonban ezek már nem aktuális adatok voltak, ugyanis a kínai vállalat részvénykereskedését a Nasdaq tőzsde index leállította 2019. februárjában egy vállalatirányítási jogi vita miatt (Levine, 2020.). Amíg a vállalat irányításának jogi helyzete meg nem oldódik, addig vélhetően a vállalat nem bocsáthat ki részvényeket és ebből kifolyólag a befektetők sem tudnak pontos adatokat a vállalatról, illetve nem is kereskednek a Sinovac részvényeivel.

Tehát végül 13 vállalat részvényeit vizsgáltam (2. táblázat), amelyek között szerepel angol, angol-svéd, indiai, japán és kínai fejlesztésű vakcina, így ezek esetében amerikai dollárban denominált árakat és egyéb változókat vettem figyelembe, amelyeket adott t napi középárfolyamon számítottam ki a Thomson Reuters Refinitiv adatai alapján.

2. Táblázat

Vakcinafejlesztő vállalatok és intézmények

Az alábbi táblázat azokat a vállalatokat és intézményeket sorolja fel, melyek 2020. december 31-ig megkezdték a vakcinafejlesztés harmadik klinikai fázisát.

Koronavírus elleni oltóanyag fejlesztésének 3. klinikai fázisáig eljutó vállalatok	
Pfizer Inc. (Pfizer)	AstraZeneca Plc. (AstraZeneca)
BioNTech SE (BioNTech)	Novavax Inc. (Novavax)
Moderna Inc. (Moderna)	Bharat Biotech International Ltd. (Bharat Biotech)
Johnson&Johnson Inc. (J & J)	CureVac N.V. (CureVac)
CanSino Biologics Inc. (CanSino)	AnGes Inc. (AnGes)
Sinopharm Holding Co., Ltd. (Sinopharm)	Chongqing Zhifei Biological Products Co. Ltd. (Chongqing)
GlaxoSmithKline PLC. (GSK)	
Nem rendelkezem adattal az alábbi szervezetek/vállalat esetében	
Gamaleya Research Institute of Epidemiology and Microbiology	
Vektor State Research Center of Virology and Biotechnology (Bektop)	
Institute of Medical Biology at the Chinese Academy of Medical Sciences	
Medicago Inc.	
Sinovac Biotech Ltd.	

Forrás: Saját szerkesztés Zimmer, Corum és Wee (2021.) alapján

Viszonyítási alapnak az index vizsgálatként kapott ideális NASDAQ 100 egyenlő súlyozású indexének (NASDAQ 100 Equal Weight Index) árindex adatait vettem (*Price Index, INDEX*) a piaci modell használata miatt. Az egyéni részvények esetében letöltöttem a tényleges kereskedési árat (*Trade price, TPRICE*), a total return index értékeit (*TOTALRET*), amely változó figyelembe veszi az esetleges osztalékfizetéseket és korrigál a hozamot befolyásoló, árfolyamváltozáson túli befolyásoló tényezőkre, illetve bevontam vizsgálatomba a napi kereskedett mennyiségeket is (*Turnover by volume, VOLUME*), a korrigálatlan piaci részvényárakat (*Unadjusted price, UPRICE*) és a kereskedett részvények számát (*Common Shares Outstanding, OUTSTANDING*). Az adatokat a Thomson Reuters Eikon segítségével nyertem ki a népszerű Datastream és Worldscope adatbázisokból. Azok a megfigyelések törlésre kerültek, amelyek esetében hiányzott a napi kereskedett mennyiség vagy a kereskedési ár. Hasonlóképp azon kereskedési napok is törlésre kerültek, amelyek esetében az *INDEX*

változóból generált indexhozam 0 volt, mivel a piaci modell becslése indexhozam bevonásával történik és hiányos adat esetén nincs meg ez a vizsgált magyarázóváltozó.

Az *OUTSTANDING* és a *UPRICE* változókat összeszorozva megkaptam a vállalatok piaci méretét (*SIZE*), amelyet minden eseményre vizsgáltam (3. táblázat), illetve relatíve is ábrázoltam kördiagramon az első esemény napján (1. ábra).

3. Táblázat

A vizsgált vakcinagyártók piaci mérete az események napján

Az alábbi táblázat egyesével bemutatja a vakcinagyártók piaci méretét ezer amerikai dollárban kifejezve az adott esemény napon, míg a változás a piaci méret százalékos változását mutatja meg az események napján, az azokat megelőző napokhoz képest.

Vállalat	3. klinikai fázis		FDA engedély		WHO engedély	
	Piaci méret (e\$)	Változás (%)	Piaci méret (e\$)	Változás (%)	Piaci méret (e\$)	Változás (%)
Pfizer	218226,400	7,69%	218282,070	-4,64%	204921,270	0,19%
BioNTech	25311,401	13,91%	26149,479	-14,95%	19688,792	-2,88%
Moderna	31001,779	7,30%	61840,055	-1,19%	41661,382	-5,99%
J & J	384557,353	2,69%	392428,564	-2,54%	414304,739	0,85%
CanSino	5181,603	4,33%	5221,195	-2,76%	5419,155	2,53%
Sinopharm	7489,574	3,67%	7661,210	0,61%	7708,020	4,22%
AstraZeneca	142030,786	-2,96%	133288,410	-6,67%	132579,569	-0,13%
Novavax	6407,856	0,50%	9202,734	3,86%	7912,081	-6,26%
CureVac	9727,731	8,28%	21544,806	2,52%	14427,866	-0,84%
AnGes	1675,213	0,00%	1610,014	0,00%	1543,484	0,00%
GSK	92702,605	2,05%	93406,803	0,60%	89483,415	-4,15%
Chongqing	37008,492	1,75%	33701,472	-0,52%	36187,039	-0,20%
Bharat	0,016	1,91%	0,024	2,00%	0,030	2,24%

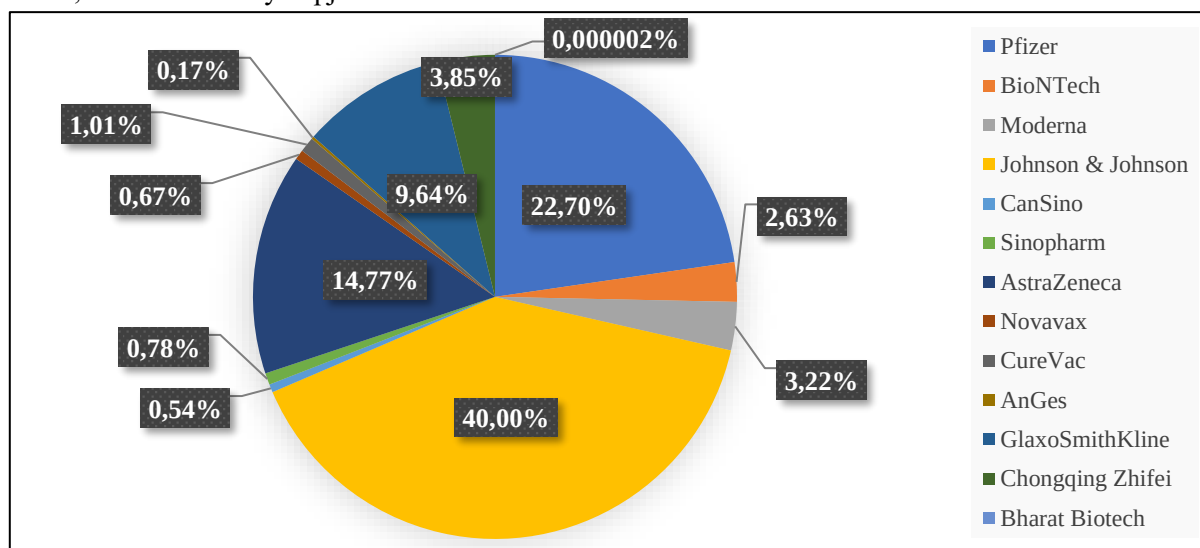
Forrás: Saját szerkesztés és számítás Thomson Reuters adatok alapján

A kördiagram (2. ábra) alapján jól látható, hogy a jelen tanulmányban vizsgált vakcinagyártók együttes piaci méretének több, mint 87%-át a Johnson & Johnson, Pfizer, AstraZeneca és GlaxoSmithKline vállalatok teszik ki. A Johnson & Johnson önmagában a piac 40%-át alkotja, 384,56 millió dollárral, míg a legkisebb tőkével a Bharat Biotech rendelkezik összesen 16 dollár értékben. Utóbbi mérete meglepő, azonban tekintve azt, hogy egy korlátozott felelősségű társaságról van szó és összesen 40 értékpapír került kibocsátásra, a vállalat nagy részben magán kézben van és valós értékének csak egy töredékét teszik ki részvényei. A Pfizer Inc. a második legnagyobb méretű vállalat, amelynek piaci értéke 2020. november 9-én 218,22 millió dollár volt és a 3. klinikai fázis eredmény bejelentése után ez az előző naphoz képest 7,69%-os növekedést eredményezett. A Pfizer vakcinafejlesztő partnere, a BioNTech SE a 7. legnagyobb a vizsgált vállalatok között ugyanezen a napon 25,31 millió dolláros piaci értékkel. A bejelentés a BioNTech számára 13,91%-os növekedést jelentett az előző kereskedési naphoz képest.

2. Ábra

Kördiagram: A vizsgált vakcinagyártók piaci mérete (%)

Az alábbi diagramon látható a vizsgált vakcinagyártók piaci mérete relatíve összehasonlítva 2020. 11. 09-én, az első esemény napján.



Forrás: Saját szerkesztés és számítás Thomson Reuters adatok alapján

Tehát a két elsősorban vizsgált vállalatot nézve a leíró statisztikák alapján a Pfizer esetében 15,59 millió dollárra árazta a piac az új vakcina hatékonyságának sikerességét, míg a BioNTech esetében 3,09 millió dollárra.

Előzetes várakozásaim alapján arra számítottam, hogy a konkurens vakcinagyártók esetében csökkenés volt a piaci értékben, azonban az 1. esemény kapcsán ez nem mondható el, sőt, a Moderna és a CureVac esetében is több, mint 7%-os növekedés volt a piaci méretben. Meglepő eredmény, hogy a vállalatok piaci mérete az FDA engedély kiadásakor csökkent vagy kis mértékben nőtt az előző kereskedési naphoz képest, ráadásul a BioNTech 14,95%-kal és a Pfizer 4,64%-kal is csökkent. Ezt a váratlan jelenséget több eredmény is magyarázza, amit a kapott abnormális hozam eredmények után bővebben kifejték.

5. Eredmények

A hozamokat a *TOTALRET* változóból képeztem a részvények esetében, míg a NASDAQ-100 egyenlő súlyozású index esetében az *INDEX* változóból, a módszertanban leírt (3) egyenlet alapján, és az így kapott hozamok voltak az alapjai a paraméterbecsléseknek, az AR_0 , illetve $CAR_{0,1,2}$ számításaimnak. A nullhipotézisemet tesztelve, mely szerint 1) az adott esemény napján realizált abnormális hozam (AR_0) átlaga 0, illetve 2) Az adott esemény és azt követő 2 napon kumulált abnormális hozam ($CAR_{0,1,2}$) átlaga 0, a t-próba eredményei a következőképp alakultak.

4. Táblázat

Kapott AR_0 és $CAR_{0,1,2}$ eredmények: a Pfizer-BioNTech oltóanyag fejlesztési és forgalomba hozatali 3 releváns eseményének hatása

Az alábbi táblázat bemutatja a három esemény napján realizált abnormális hozamok (AR_0) és az események, illetve azokat követő 2 napon kumulált abnormális hozamok ($CAR_{0,1,2}$) kiszámított átlagát és a t-teszt eredményeként kapott p-értékeket. A *-gal jelölt p-értékek bizonyulnak szignifikánsnak 5%-os szignifikancia szinten.

Panel A: Vakcinagyártók együttesen						
	3. klinikai fázis		FDA engedély		WHO engedély	
	AR_0 (%)	$CAR_{0,1,2}$ (%)	AR_0 (%)	$CAR_{0,1,2}$ (%)	AR_0 (%)	$CAR_{0,1,2}$ (%)
átlag	4,48%	3,85%	-3,23%	-7,66%	-1,41%	0,60%
p-érték	0,0023*	0,2225	0,0408*	0,0025*	0,1923	0,5376

Panel B: Pfizer Inc. és BioNTech SE						
	3. klinikai fázis		FDA engedély		WHO engedély	
	AR_0 (%)	$CAR_{0,1,2}$ (%)	AR_0 (%)	$CAR_{0,1,2}$ (%)	AR_0 (%)	$CAR_{0,1,2}$ (%)
átlag	5,43%	5,17%	-10,23%	-14,78%	-1,69%	-4,22%
p-érték	0,0406*	0,1518	0,1632	0,1135	0,2239	0,2254

Panel C: Kizárólag a versenytársak						
	3. klinikai fázis		FDA engedély		WHO engedély	
	AR_0 (%)	$CAR_{0,1,2}$ (%)	AR_0 (%)	$CAR_{0,1,2}$ (%)	AR_0 (%)	$CAR_{0,1,2}$ (%)
átlag	-0,02%	0,69%	-0,07%	-5,04%	-0,17%	-2,06%
p-érték	0,4946	0,4162	0,2724	0,0140*	0,1144	0,1779

Forrás: Saját számítás és szerkesztés Thomson Reuters adatai alapján

A 4. táblázat bemutatja az abnormális hozam és kumulált abnormális hozam átlagokat, illetve a hozzájuk tartozó p-értékeket lebontva a 3 vizsgált eseményre, mind a Pfizer Inc. és BioNTech SE vállalatokra, mind a versenytársakra és az összes vakcinagyártóra együttesen. Az eredményeket tekintve jól látható, hogy a Pfizer-BioNTech részvények esetében a p-érték a 3. klinikai fázis sikerességének napján szignifikáns, mégpedig a két cég együttesen 5,43%-os

abnormális hozamot jegyezhetett fel magának a sikerük bejelentését követően. A további két esemény esetében sem kumulált-, sem az átlagos abnormális hozamok nem bizonyultak szignifikánsnak. Ez előzetes várakozásaimnak teljes mértékben eleget tett, hiszen a 3. klinikai fázis a végleges döntés, amely információt ad egy oltóanyag értékéről, hatékonyságáról és ezáltal a tulajdonos cég, illetve a befektetők számára benne rejlő profit potenciálról (Rothenstein és al., 2011.). Az abnormális hozam szignifikánsnak bizonyult továbbá az összes vakcinagyártó, méghozzá a várakozásokkal ellentétesen pozitív hozamokat láthatunk a Pfizer bejelentése után. A vakcinagyártók együttesen 4,48% AR-t realizáltak. Szignifikáns negatív abnormális hozam (-3,23%) látható még az összes vakcinagyártónál az FDA engedély kiadásának napján, azonban ennek oka más tényezőkkel van összefüggésben. Kizárólag a versenytársak esetében negatív hozamokat láthatunk, amely várakozásaimnak is megfelelő, azonban ezek elenyészőek az előző értékekhez képest és a p-értékek is meghaladják az 5%-os szignifikancia szintet.

A 3 napos kumulált abnormális hozam szignifikánsnak bizonyul szintén az FDA engedélyeztetés napján, azonban csak a vakcinagyártók ($CAR_{0,1,2} = -7,66\%$) és a versenytársak esetében ($CAR_{0,1,2} = -5,04\%$). Utóbbi a várakozásaimnak megfelel, azonban a vakcinagyártók együttes esése, illetve a leíró statisztikában látott negatív piaci méret változás magyarázatot igényel.

2020. december 14-én a koronavírus rekordokat döntött az Egyesült Államokban. Több, mint 190 ezer új fertőzöttet detektáltak csak ezen a napon, illetve 110 ezer főre nőtt a súlyosabb, kórházi ellátást igénylő esetek száma (Langmaid, 2020a; 2020b). Hasonlóan alakult a helyzet Európában is, ahol szintén radikálisan nőtt a koronavírus fertőzések száma. Németországban, az Egyesült Királyságban és további uniós államokban a harmadik hullám fertőzési számának fokozott növekedése miatt ezen a napon újabb szigorításokat vezettek be, köztük az éttermek, szórakozóhelyek, iskolák, egyetemek, üzletek lezárását (Nienaber, 2020.). Emellett az Egyesült Államok Kongresszusa nem állapodott meg a koronavírus-segélycsomag kapcsán, amelyre az év vége előtt volt esedékes a döntés (Zacks Equity Research, 2020.). December 1-jén a törvényhozók 908 milliárd dolláros friss koronavírus-segélycsomagot javasoltak. A segélytervezet fő elemei között 160 milliárd dollár volt az állami, helyi és törzsi kormányok számára szánva, 180 milliárd dollár a további munkanélküliségi biztosításra, és 288 milliárd dollár a kisvállalkozások támogatására, beleértve a Paycheck Protection Programot is. A republikánusok készek voltak a segélytervezet elfogadására, azonban a demokraták

elutasították a törvénycsomagot, így érvényes fiskális politikai döntés nem tudott megszületni. Mindezen tényezők felülmúlták az FDA engedély kiadását, így az adatok ezeket az eseményeket tükrözik vissza, ennek köszönhető a negatív abnormális hozam és a kumulált abnormális hozam is. Az utóbbit az is magyarázza, hogy ezen a héten a fertőzöttek száma továbbra is tetőzött, így a $CAR_{0,1,2}$ mindegyik napján ez magyarázta a hozamokat.

Végezetül megfigyelhető, hogy a WHO engedélye nem volt kifejezett hatással a részvényekre, azonban ez nem meglepő, hiszen ekkora már több ország is, az Európai Unióban is javasolt volt a vakcina hatása, így ez az esemény a befektetők számára kevesebb újdonság tartalommal rendelkezett, mint a másik két vizsgált bejelentés. Az eredményeket naivan ítélve az mondható el, hogy nagyobb nagyságrendű hatása volt az FDA engedély kiadásának, azonban, mivel ezen a napon más tényezők befolyásolták jobban a piacot, így ezt nem lehet ténylegesen elmondani. Összeségében a 3. klinikai fázis után kapott sikeres eredmények bejelentése befolyásolta leginkább a vakcinagyártók részvénytőzsdéjén a szignifikáns pozitív hozammal.

6. Konklúzió

Jelen tanulmányban a Pfizer-BioNTech vakcina gyorsított fejlesztési és forgalomba helyezési eljárásának eseményeinek hatását vizsgáltam a saját, illetve a versenytársak részvényhozamainak esetében. A vizsgálatot klasszikus eseményelemzés módszerével végeztem, 60 napos becslési ablakon végeztem paraméterbecsléseket 2020.08.14. és 2020.11.06. között, ezzel korrigálva a Covid-19 világjárvány által generált volatilitásra. Kutatásom során először is arra kerestem a választ, hogy a 3 vizsgált esemény során jelen volt-e tényleges részvényhozamokra mért hatás, azaz abnormális hozam és kumulált abnormális hozam, illetve arra is kerestem a választ, hogy az események közül, melyik befolyásolhatta leginkább a pénzpiacokat. Várakozásom a Pfizer-BioNTech bebizonyosodott, hiszen a két fejlesztő vállalat együttesen 5,43%-os abnormális hozamot realizált a 3. klinikai fázis eredményességét követően. Meglepő módon a 3. klinikai fázis eredményeit közlő sajtóközlemény pozitív hozamot váltott ki együttesen a vakcinagyártóknál is. Várakozásaimnak megfelelően az FDA sürgősségi engedély kiadást követően negatív kumulált abnormális hozamokat realizáltak a versenytársak, de a vakcinagyártók is együttesen. Ennél az esetről az eredmények háttérében meghúzódott a Covid-19 világjárványban fertőzöttek számának növekedése Európában és az Egyesült Államokban, illetve az USA koronavírus-segélycsomagjával kapcsolatos bizonytalan döntéshozás és kevésbé volt elkülöníthető a tényleges FDA engedély hatása. A WHO engedélyének megadása minden esetben inszignifikánsnak bizonyult, ami arra utal, hogy az előző két esemény meghatározóbb volt pénzpiaci szempontból és a WHO bejelentése nem generált jelentősebb hozzáadott értéket. Összesítve a kapott eredményeket levonható az a következtetés, hogy a befektetők számára fontos szerepet játszott a harmadik klinikai fázis után közölt hatékonysági ráta, ugyanis a vakcinagyártók 4,48%-os abnormális hozamot realizáltak a piacon 2020. november 9-én. A 3. klinikai fázis eredményességét követően a forgalomba helyezés folyamatának további eseményei kevésbé voltak lényegesek a befektetők szemében, így ezek kevésbé befolyásolták a vakcinagyártók részvényhozamait.

Irodalomjegyzék

- Albulescu, C. T. (2021.). COVID-19 and the United States financial markets' volatility. *Finance Research Letters*, 38, 101699.
- Ashraf, B. N. (2020.). Stock markets' reaction to COVID-19: Cases or fatalities? *Research in International Business and Finance*, 54.
- Ball, R., & Brown, P. (1968.). An empirical evaluation of accounting income numbers. *Journal of Accounting Research*, 6, 159–178.
- Binder, J. J. (1998.). The Event Study Methodology Since 1969. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 11, 111–137.
- Brown, S. J., & Warner, J. B. (1980.). Measuring security price performance. *Journal of Financial Economics* 8(3), 205–258.
- Corrado, C. J. (2011.). Event studies: A methodology review. *Accounting and Finance*, 207-234.
- Corrado, C. J., & Truong, C. (2008.). Conducting event studies with Asia-Pacific security market data. *Pacific-Basin Finance Journal*, 16, 493–521.
- de Winter, J. (2013.). Using the Student's t-test with extremely small sample sizes . *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, Vol. 18. , Article 10.
- Dolley, J. C. (1933.). Characteristics and procedure of common stock split-ups. *Harvard Business Review*, 11, 316–326.
- Fama, E. F. (1970.). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *Journal of Finance*, 25, 383-417.
- Fama, E. F. (1991.). Efficient Capital Markets: II. *Journal of Finance*, 46 (5), 1575-1617.
- Fama, E. F., Fisher, L., Jensen, M. C., & Roll, R. (1969.). The adjustments of stock prices to new information. *International Economic Review*, 10(1), 1–21.
- Girotra, K., Terwiesch, C., & Ulrich, K. (2007.). Valuing R&D Projects in a Portfolio: Evidence from the Pharmaceutical Industry. *Management Science*, Vol. 53, No. 9, 1452-1466.

- Gouglas, D., Thanh Le, T., Henderson, K., Kaloudis, A., Danielsen, T., Hammersland, N., . . . Røttingen, J.-A. (2018., 6.). Estimating the cost of vaccine development against epidemic infectious diseases: a cost minimisation study. *Lancet Global Health*, 1386-1396.
- Hwang, T. (2013., vol. 8., issue 8.). Stock Market Returns and Clinical Trial Results of Investigational Compounds: An Event Study Analysis of Large Biopharmaceutical Companies. *PLOS ONE*, 1-8.
- Kothari, S. P., & Warner, J. B. (2007.). Econometrics of event studies. *Handbook of Corporate Finance: Empirical Corporate Finance*, Elsevier, 3-36.
- Krause, P. R., & Gruber, M. F. (2020.). Emergency Use Authorization of Covid Vaccines — Safety and Efficacy Follow-up Considerations. *New England Journal of Medicine*, 383, e107(1-3.).
- Langmaid, V. (2020a. december 14.). *US hits record number of Covid-19 hospitalizations*. Forrás: CNN News: <https://edition.cnn.com/world/live-news/coronavirus-pandemic-vaccine-updates-12-14-20/index.html>
- Langmaid, V. (2020b. december 14.). *More than 193,000 new Covid-19 cases reported in the US on Monday*. Forrás: CNN News: <https://edition.cnn.com/world/live-news/coronavirus-pandemic-vaccine-updates-12-14-20/index.html>
- Levine, M. (2020.. május 22.). *Money Stuff: A Vaccine With a Poison Pill*. Forrás: Bloomberg: <https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2020-05-22/money-stuff-a-vaccine-with-a-poison-pill>
- Lintner, J. (1965.). The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *Review of Economics and Statistics*, 47(1), 13-37.
- Lurie, N. M., Saville, M. M., Hatchett, R. M., & Halton, J. A. (2020.). Developing Covid-19 Vaccines at Pandemic Speed. *New England Journal of Medicine*, 382 , 1969-1973.
- MacKinlay, A. C. (1997.). Event Studies in Economics and Finance. *Journal of Economic Literature*, 13-39.
- Nienaber, M. (2021.. február 1.). *Germany's stricter lockdown sinks retail sales in December*. Forrás: Thomson Reuters News: <https://www.reuters.com/article/us-germany-economy-salesfigures-idUSKBN2A11LC>

- Polack FP, T. S. (2020.). Safety and Efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine. *New England Journal of Medicine*, 383, 2603–2615.
- Ross, S. A. (1976.). The arbitrage theory of capital asset pricing. *Journal of Economic Theory*, 13 (3), 341–360.
- Rothenstein, J., Tomlinson, G., Tannock, I., & Detsky, A. (2011., Vol. 103., Issue 20.). Company Stock Prices Before and After Public Announcements Related to Oncology Drugs. *Journal of the National Cancer Institute*, 1507-1512.
- Scholtens, B., & Peenstra, W. (2010.). Scoring on the stock exchange? The effect of football matches on stock market returns: an event study. *Applied Economics*, 41(25), 3231-3237.
- Sharma, A., & Lacey, N. (2004.). Linking Product Development Outcomes to Market Valuation of the Firm: The Case of the U.S. Pharmaceutical Industry. *Journal of Product Innovation Management*, 21, 297-308.
- Sharpe, W. F. (1964.). Capital asset prices: a theory of equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance*, 19, 425–442.
- Sodd, A., & Tellis, G. (2009.). Do Innovations Really Pay Off? Total Stock Market Returns to Innovation. *Marketing Science*, 28(3), 442-456.
- Tanne, J. H. (2020.). Covid-19: FDA panel votes to approve Pfizer BioNTech vaccine. *BMJ*, 371.
- Wee, S.-L., Zimmer, C., & Corum, J. (2021.. április 24.). *Coronavirus Vaccine Tracker*. Forrás: The New York Times: <https://www.nytimes.com/interactive/2020/science/coronavirus-vaccine-tracker.html#gamaleya>
- World Health Organization, W. (2020.. március 11.). *Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 51*. Forrás: Coronavirus disease (COVID-19) Weekly Epidemiological Update and Weekly Operational Update: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200311-sitrep-51-covid-19.pdf?sfvrsn=1ba62e57_10
- World Health Organization, W. (2020.. december 29.). *Weekly epidemiological update* . Forrás: Coronavirus disease (COVID-19) Weekly Epidemiological Update and Weekly

Operational Update: <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update---29-december-2020>

World Health Organization, W. (2020.. november 6.). *Weekly operational update on COVID-19*. Forrás: Coronavirus disease (COVID-19) Weekly Epidemiological Update and Weekly Operational Update: <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-operational-update-on-covid-19---6-november-2020>

Yousfi, M., Zaid, Y. B., Cheikh, N. B., Lahouel, B. B., & Bouzgarrou, H. (2021.). Effects of the COVID-19 pandemic on the US stock market and uncertainty: A comparative assessment between the first and second waves. *Technological Forecasting & Social Change*, 120710.

Zacks Equity Research. (2020.. december 15.). *Stock Market News for Dec 15, 2020*. Forrás: Yahoo Finance: <https://finance.yahoo.com/news/stock-market-news-dec-15-145302763.html>

Zaremba, A., Kizys, R., Aharon, D. Y., & Demir, E. (2020.). Infected Markets: Novel Coronavirus, Government Interventions, and Stock Return Volatility around the Globe. *Finance Research Letters*, 35, 101597.

Zhang, D., Hu, M., & Ji, Q. (2020.). Financial markets under the global pandemic of COVID-19. *Finance Research Letters*, 36, 101528.

Függelék

5. Táblázat

Az optimális becslési ablak és a megfelelő index kiválasztása

Az alábbi táblázatban láthatóak a 30-,60-,90-,120 napos becslési ablakon becsült piaci modellek különböző indexeket alkalmazva. Az indexek a következők: sp500_comp (S&P 500 Composite); sp500_value (S&P 500 Value Weighted Index); sp500_equal (S&P 500 Equal Weighted Index); nasdaq_comp (Nasdaq Composite); nyse_comp (NYSE Composite), sp500_health (S&P 500 Health Care); sp500_biotech (S&P Biotechnology Select Industry Index); sp500_pharma (S&P Pharmaceuticals Select Industry Index); nasdaq100 (NASDAQ-100); nasdaq100_equal (NASDAQ-100 Equal Weighted Index). Minden becslési ablak esetén vastaggal van szedve az az index amelyik a legmagasabb R^2 mutatóval rendelkezik, azaz a legjobb modell illeszkedést eredményezi, a második legjobban illeszkedő index vastagon szedett és dőlt betűs. R^2 = többszörös determinációs együttható, megmutatja a modell magyarázóerejét; SE= standard hiba; β_0 = konstans; β_1 = indexhez tartozó paraméter.

Panel A: 30 napos becslési ablak (2020.09.28.-2020.11.06.)

	<u>sp500_comp</u>	<u>sp500_value</u>	<u>sp500_equal</u>	<u>nasdaq_comp</u>	<u>nyse_comp</u>
R^2	27,19%	16,82%	15,74%	28,92%	21,52%
β_0	-0,0020	-0,0007	-0,0011	-0,0029	-0,0011
β_1	1,0341	0,8737	0,7947	0,8681	1,0222
$SE(\beta_0)$	0,0059	0,0063	0,0063	0,0058	0,0061
$SE(\beta_1)$	0,4320	0,5446	0,4879	0,3369	0,5279
	<u>sp500_health</u>	<u>sp500_biotech</u>	<u>sp500_pharma</u>	<u>nasdaq100</u>	<u>nasdaq100_equal</u>
R^2	21,32%	18,44%	17,39%	28,29%	30,12%
β_0	-0,0017	-0,0004	-0,0004	-0,0030	-0,0032
β_1	0,7063	0,4741	0,5851	0,7901	0,9754
$SE(\beta_0)$	0,0062	0,0063	0,0064	0,0059	0,0058
$SE(\beta_1)$	0,4558	0,3298	0,4782	0,3127	0,3798

Panel B: 60 napos becslési ablak (2020.08.14.-2020.11.06.)

	<u>sp500_comp</u>	<u>sp500_value</u>	<u>sp500_equal</u>	<u>nasdaq_comp</u>	<u>nyse_comp</u>
R^2	20,65%	17,27%	15,92%	19,16%	19,72%
β_0	-0,0009	-0,0002	-0,0006	-0,0014	-0,0007
β_1	0,8010	0,7773	0,6752	0,6230	0,8617
$SE(\beta_0)$	0,0043	0,0044	0,0044	0,0044	0,0043
$SE(\beta_1)$	0,3302	0,3946	0,3507	0,2595	0,3896
	<u>sp500_health</u>	<u>sp500_biotech</u>	<u>sp500_pharma</u>	<u>nasdaq100</u>	<u>nasdaq100_equal</u>
R^2	20,87%	16,77%	16,78%	17,69%	21,41%
β_0	-0,0007	0,0005	0,0003	-0,0012	-0,0018
β_1	0,1609	0,5176	0,6150	0,5527	0,7378
$SE(\beta_0)$	0,0044	0,0044	0,0045	0,0044	0,0043
$SE(\beta_1)$	0,3606	0,2710	0,3828	0,2414	0,2923

5. Táblázat folytatása (90 és 120 napos paraméterbecslések)

Panel C: 90 napos becslési ablak (2020.07.01.-2020.11.06.)

	<u>sp500_comp</u>	<u>sp500_value</u>	<u>sp500_equal</u>	<u>nasdaq_comp</u>	<u>nyse_comp</u>
R^2	14,98%	12,27%	10,99%	13,93%	13,76%
β_0	-0,0029	-0,0024	-0,0026	-0,0032	-0,0027
β_1	0,6716	0,6838	0,6011	0,5093	0,7565
$SE(\beta_0)$	0,0042	0,0043	0,0043	0,0043	0,0043
$SE(\beta_1)$	0,3326	0,4094	0,3634	0,2505	0,4076

	<u>sp500_health</u>	<u>sp500_biotech</u>	<u>sp500_pharma</u>	<u>nasdaq100</u>	<u>nasdaq100_equal</u>
R^2	17,94%	14,54%	15,56%	13,06%	16,02%
β_0	-0,0026	-0,0017	-0,0020	-0,0032	-0,0035
β_1	0,7227	0,5046	0,6520	0,4469	0,6239
$SE(\beta_0)$	0,0042	0,0042	0,0043	0,0043	0,0042
$SE(\beta_1)$	0,3678	0,2710	0,3963	0,2300	0,2812

Panel D: 120 napos becslési ablak (2020.05.18.-2020.11.06.)

	<u>sp500_comp</u>	<u>sp500_value</u>	<u>sp500_equal</u>	<u>nasdaq_comp</u>	<u>nyse_comp</u>
R^2	8,58%	9,87%	8,24%	6,51%	9,35%
β_0	-0,0014	-0,0016	-0,0018	-0,0012	-0,0018
β_1	0,6031	0,7955	0,6603	0,3624	0,7958
$SE(\beta_0)$	0,0045	0,0044	0,0045	0,0044	0,0045
$SE(\beta_1)$	0,3881	0,4423	0,3894	0,2767	0,4471

	<u>sp500_health</u>	<u>sp500_biotech</u>	<u>sp500_pharma</u>	<u>nasdaq100</u>	<u>nasdaq100_equal</u>
R^2	13,89%	9,00%	14,97%	6,05%	7,67%
β_0	-0,0018	-0,0004	-0,0011	-0,0011	-0,0014
β_1	0,8207	0,4324	0,8061	0,3014	0,4979
$SE(\beta_0)$	0,0044	0,0044	0,0044	0,0044	0,0044
$SE(\beta_1)$	0,4000	0,2957	0,4211	0,2528	0,3177

Forrás: Saját számítás és szerkesztés Thomson Reuters adatai alapján