

KOVÁCS MARCELL–SZUNOMÁR ÁGNES

A technológiai háború nyertesei és vesztese Az Egyesült Államok félvezetőipari politikájára adott piaci reakciók

A tanulmány az amerikai–kínai technológiai rivalizálás egyik kulcsfontosságú iparpolitikai fordulópontját, a CHIPS and Science Act jogalkotási folyamatát vizsgálja, különös tekintettel annak félvezetőipari piaci hatásaira. A kutatás azt elemzi, hogy az amerikai technonacionalista iparpolitika miként befolyásolta a globális mikrochip-ellátási lánc vállalatainak részvénytőzsi teljesítményét, illetve javította-e az amerikai félvezetőipar versenyképességét. Az elemzés öt meghatározó jogalkotási eseményre épül, és a vezető félvezetőipari vállalatok kumulált abnormális hozamait (CAR) vizsgálja. A kutatás az eseményhatás-elemzést lineáris regresszióval és hosszú rövid távú memóriára (LSTM) épülő neurális hálózati modellel kombinálja a várható hozamok becslésére. A keresztmetszeti korrelációra korrigált tesztek két eseménynél mutatnak ki robusztus piaci reakciót: a H.R. 4346 hordozótörvény-stratégia 2022. július 19-i bejelentésénél szignifikáns pozitív, míg a törvény 2022. augusztus 9-i aláírásánál rövid távú negatív reakció jelentkezett. A korai jogalkotási lépésekre nem volt kimutatható szignifikáns reakció. A hatások erősen csoportfüggők: az aláírási eseménynél a bérnyújtók és az integrált eszközgyártók reakciója statisztikailag szignifikánsan eltért egymástól. Az eredmények szerint az iparpolitikai beavatkozások hatása jelentősen különbözik az ellátási lánc egyes szegmensei között, és a vállalatok üzleti modellje, illetve földrajzi elhelyezkedése meghatározó a befektetői reakciók alakulásában.*

* Jelen tanulmány a Budapesti Corvinus Egyetem intézményi Tudományos Diákköri Konferenciáján a 2024/2025. tanév 2. félévében Kovács Marcell által és Szunomár Ágnes témavezetésével benyújtott, „Impact of U.S. Semiconductor Policy Amid the U.S.–China Technology War on Economic Actors” című dolgozaton alapul. – Kovács Marcell kutatását az EKOP-CORVINUS-25-2-76 azonosítószámú projekt támogatta, amely a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával a 2025/2026. tanévre meghirdetett Egyetemi Kutatói Ösztöndíj Programjának finanszírozásában valósult meg. Szunomár Ágnes kutatását a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) FK138317 számú projektje, továbbá a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatta.

Kovács Marcell mesterszakos hallgató, Budapesti Corvinus Egyetem (e-mail: marcell.kovacs5@stud.uni-corvinus.hu).

Szunomár Ágnes egyetemi docens, Budapesti Corvinus Egyetem; tudományos főmunkatárs, ELTE KRTK Világ gazdasági Intézet (e-mail: agnes.szunomar@uni-corvinus.hu).

A tanulmányra a Creative Commons CC-BY irányelvei érvényesek.

A kézirat első változata 2025. december 19-én érkezett szerkesztőségünkbe.

DOI: <https://doi.org/10.18414/KSZ.2026.6.654>

Journal of Economic Literature (JEL) kódok: G14, L52, O38, F51, C45.

Kulcsszavak: félvezetőipar, technonacionalizmus, CHIPS and Science Act, eseményhatás-elemzés, LSTM.

Winners and losers of the technological war

Market reactions to US semiconductor industrial policy

MARCELL KOVÁCS AND ÁGNES SZUNOMÁR

The study examines the legislative process of the CHIPS and Science Act as a key industrial policy turning point in the US–China technological rivalry, with particular attention to its effects on the semiconductor industry. The research investigates how US techno-nationalist industrial policy influenced the stock market performance of firms operating across the global semiconductor supply chain and whether it improved the competitiveness of the American semiconductor industry. The analysis focuses on five major legislative events and evaluates the cumulative abnormal returns (CAR) of leading semiconductor companies. The study combines event study methodology with linear regression and Long Short-Term Memory (LSTM) neural network models to estimate expected returns. Tests corrected for cross-sectional correlation identify robust market reactions for two events: a significant positive group-level reaction to the announcement of the H.R. 4346 legislative vehicle strategy on July 19, 2022, and a significant short-term negative reaction to the signing of the Act on August 9, 2022. No significant reaction is detected for the earlier legislative initiatives (USICA and America COMPETES). The effects are strongly group-dependent, and the difference between foundries and integrated device manufacturers at the signing event is statistically significant. The findings suggest that the impact of industrial policy interventions varies substantially across segments of the semiconductor supply chain, while firms' business models and geographic location play a decisive role in shaping investor reactions.

Journal of Economic Literature (JEL) codes: G14, L52, O38, F51, C45.

Keywords: semiconductor industry, techno-nationalism, CHIPS and Science Act, event study methodology, LSTM.

Bevezetés

Az Amerikai Egyesült Államok és a Kínai Népköztársaság gazdasági és technológiai rivalizálása nyomán a világban olyan mértékű polarizálódás kezdődött, amelyet a hidegháború vége és a Szovjetunió bukása óta nem láttunk. Számos kutató (Avdaliani, 2023; Goldstein, 2020; Kupchan, 2021; Lind, 2024) felveti annak lehetőségét, hogy a világ ismét visszatér egy, a két nagyhatalom – immár az Egyesült Államok és Kína – közötti rivalizálás jellemezte bipoláris világrendhez. A két erőpólus közötti politikai és gazdasági kapcsolatok romlása pedig globális hatásokkal is együtt jár, és sok szempontból két részre osztja a világot. E konfliktus egyik fő harctere a technológia, ahol mind az Egyesült Államok, mind pedig Kína dominanciára törekszik.

A technológiai dominanciáért vívott küzdelem napjainkban szükségszerűen együtt jár az úgynevezett technonacionalizmus erősödésével is. E paradigmában egy nemzet technológiai képességeit és önellátását összekapcsolják a nemzetbiztonsággal,

a gazdasági prosperitással és a társadalmi stabilitással (Edgerton, 2007). A geopolitikai bizonytalanság növekedésével megfigyelhető egyfajta átállás a technoglobalizmusról a technonacionalizmusra. A geopolitikai technonacionalizmus újszerű jelenség a klasszikus fejlesztési technonacionalizmushoz képest: míg az utóbbi „merkantilista gondolkodás, amelynek célja az állam versenylőnyének erősítése technológiai képességeinek fejlesztése révén a gazdasági jólét érdekében” (Luo & Van Assche, 2023, 1437. o.), addig az előbbi a nemzeti geopolitikára és a nemzetközi üzleti élet geopolitikai céljaira összpontosít, ezáltal a technológiai fejlődést a nemzetbiztonsági és geopolitikai célok szolgálatába állítja.

A technonacionalizmus irányába tett egyik legjelentősebb lépés az Egyesült Államok CHIPS and Science Act törvénye (U.S. Congress, 2022b), amely növelni kívánja a mikrochipellátási lánc rugalmasságát (Varadarajan et al., 2024). E törvényt gyakran olyan paradigmaváltásnak minősítik, amely a piacorientált liberalizmust intervencióorientált technonacionalizmussal váltja fel; olyan folyamatnak tekintik, amely „a zéró összegű gondolkodás és a geopolitikai prioritások új korszakát hirdeti” (Luo & Van Assche, 2023, 1437. o.). Ezt az állami beavatkozás felé történő elmozdulást a stratégiai önellátás és a kritikus ellátási láncok, például a mikrochipellátási lánc biztosítása mellett szóló érvek is alátámasztják. Luo és Van Assche (2023) szerint a merkantilizmus egyre nagyobb teret nyer az Egyesült Államokban, amely megpróbál leválni Kínáról a globális ellátási láncokban. Atkinson (2022) hangsúlyozza, hogy a CHIPS and Science Acthez hasonló kezdeményezések kritikus fontosságúak az amerikai innováció javításában és a globális versenyben, különösen a Kínával szemben fennálló sebezhetőség csökkentésének szempontjából. A Kínát és az Egyesült Államokat összekötő számos ellátási lánc közül azonban kiemelkedik a mikrochipellátási lánc, mely egyszerre globális és stratégiai jelentőségű, a fogyasztói elektronikától a védelemig szinte mindennek a technológiai alapját képezi, és rendkívüli K + F- és tőkeigényessége miatt mindössze néhány nagy szereplő (például a TSMC, az Intel és a Samsung) uralja (Haramboure et al., 2023).

Annak feltárásához, hogy az amerikai–kínai technológiai háború milyen hatással van a különböző gazdasági szereplőkre, jelen tanulmány azt vizsgálja, hogy milyen hatással volt a CHIPS and Science Act a mikrochipellátási lánc legfontosabb vállalataira, valamint javította-e a törvény az amerikai mikrochip iparág versenyképességét. A hatást öt kulcsfontosságú jogalkotási eseményen keresztül követjük nyomon:

1. a U.S. Innovation and Competition Act szenátusi elfogadása,
2. a 2022-es America COMPETES Act képviselőházi elfogadása,
3. a szenátus vezetőinek bejelentése arról, hogy a már a képviselőház által korábban elfogadott H.R. 4346-os törvényjavaslatot egyfajta hordozó- (*vehicle*) törvényként használják fel, amelyhez a CHIPS and Science Act szövegét módosításként csatolják a gyorsított elfogadás érdekében,
4. a CHIPS and Science Act elfogadása az amerikai szenátusban,
5. a CHIPS and Science Act Biden elnök általi aláírása.

A Long Short-Term Memory (LSTM) architektúra, a lineáris regresszió és az eseményhatás-elemzés módszertanának alkalmazásával három hipotézist vizsgálunk

meg azzal kapcsolatban, hogy mely vállalatokat milyen módon és mennyire érintettek az egyes jogalkotási események, továbbá elemezzük ezeknek a hatásoknak az időzítését és jellegét is.

1. *hipotézis*: A CHIPS and Science Act pozitív, de vegyes hatással volt a félvezetőgyártó vállalatokra; az amerikai székhelyű gyártókapacitás nélküli vállalatok és berendezésgyártók részvényei reagáltak a legpozitívabban.

2. *hipotézis*: A piac a versenyképesség várható növekedését pozitívan árazta be, ami az amerikai vállalatok részvényeinek drágulásában tükröződött.

3. *hipotézis*: A CHIPS and Science Act piaci hatása a vállalatok üzleti modelljétől függően változott, a gyártókapacitás nélküli vállalatok pozitívabban reagáltak, mint az integrált eszközgyártók.

A tanulmány felépítése a következő: elsőként a mikrochipellátási láncot, majd az amerikai jogalkotási folyamatot mutatjuk be. Ezután az elméleti keretrendszerrel kapcsolatos releváns szakirodalmat tekintjük át, illetve ismertetjük az alkalmazott módszertant és annak szakirodalmát. Ezt követően az elemzés keretében az adatfeldolgozást és a megvalósítást részletezzük, illetve a legfontosabb jogalkotási események köré építve bemutatjuk az elemzés eredményeit. Végezetül összefoglaljuk az eredményeket, és összegezzük a főbb megállapításokat.

A mikrochipellátási lánc

A mikrochipek gyártásának három fő szakasza a kutatás és fejlesztés, valamint a szoftveres chiptervezés; maga a szűk értelemben vett gyártás; végül pedig az összeszerelés, a tesztelés és a csomagolás (Foreign Policy Analytics, 2021; Cséfalvay, 2024). Az e folyamatban részt vevő vállalatok némelyike több szakaszban is tevékenykedik, míg mások kizárólag egy lépésre vagy folyamatra koncentrálnak.

Az úgynevezett integrált eszközgyártók (*integrated device manufacturers, IDM*) – mint például az Intel (USA), a Texas Instruments (USA), a Micron Technology (USA), a Samsung Electronics (Dél-Korea) és az SK Hynix (Dél-Korea) – a chipgyártás teljes folyamatát átfogják, beleértve a tervezést, a gyártást és a tesztelést, és képesek a folyamat bármely szakaszának végrehajtására. A gyártókapacitással nem rendelkező félvezető-tervező cégek – mint például a Qualcomm (USA), a Broadcom (USA), az Nvidia (USA), az AMD (USA) és a MediaTek (Tajvan) – a legnagyobb hozzáadott értékű lépésre, azaz a tervezésre és a fejlesztésre koncentrálnak, de a gyártást más – többnyire ázsiai – országokba szervezik ki. A mikrochipgyártó vállalatok vagy bér-gyártó vállalatok, mint például a TSMC (Tajvan), az UMC (Tajvan) és az SMIC (Kína), olyan vállalatok, amelyek a gyártókapacitással nem rendelkező félvezető-tervező cégek által tervezett chipek fizikai előállítására szakosodtak. Ezek közül a TSMC fontos pozíciót foglal el, mivel a világ legfejlettebb logikai mikrochipeinek körülbelül 90 százalékát állítja elő (Hilton, 2024). A mikrochipgyártáshoz szükséges felszereléseket készítő berendezésgyártók – mint például az ASML Holding (Hollandia, EU), az Applied Materials (USA), a Lam Research (USA) és a KLA Corporation (USA) – olyan

vállalatok, amelyek a gyártáshoz szükséges eszközöket és berendezéseket biztosítják. A teljes folyamatban számos más szereplő is részt vesz, például a nyersanyag-beszállítók, amelyek szilíciumszeleteket és egyéb anyagokat biztosítanak a gyártási folyamathoz. Ezt a szegmenst főként japán vállalatok uralják.

A CHIPS and Science Act jogalkotási útja

Az Egyesült Államokban egy törvényjavaslat folyamata vagy a képviselőházban, vagy a szenátusban kezdődik. Az előterjesztés ezután bizottságokhoz kerül, ahol megvitatják őket, végül pedig mindkét kamarában szavaznak róla. Ha azonban a két kamara eltérő változatokat fogad el, ezeket egy úgynevezett konferenciabizottságnak kell összehangolnia. Miután megegyezésre jutnak, a végleges törvényjavaslatot elküldik az Egyesült Államok elnökének, aki aláírhatja vagy megvétózhatja a jogszabályt. Ha az elnök vétót emel a törvényjavaslat ellen, a kongresszus mindkét háza kétharmados többséggel mégis elfogadhatja (Library of Congress, 2025). A 2022-es CHIPS and Science Act azonban a fentiekől kissé eltérő utat járt be, mivel többféle olyan erőfeszítés és kezdeményezés eredményeként született, amelyek közös célja az Egyesült Államok technológiai és tudományos versenyképességének különösen a félvezető kutatás-fejlesztése és gyártása terén történő növelése volt.

Első lépésnek a 2021-es pénzügyi évre vonatkozó nemzetvédelmi engedélyezési törvényben (*Financial Year 2021 National Defense Authorization Act*) szereplő CHIPS for America Act (U.S. Congress, 2021a) tekinthető, amely megteremtette a hazai félvezetőgyártás támogatásának feltételeit. Ez a törvény azonban még nem rendelkezett finanszírozásról. Később, a 2021 májusában bevezetett Endless Frontier Act (U.S. Congress, 2021b) ugyanakkor már egy Nemzeti Tudományos Alap (*National Science Foundation*) létrehozását célozza, finanszírozási háttérrel és egy új, technológiára összpontosító igazgatóság létrehozásával. E törvényjavaslat ötletei később további jogszabályokban is megjelentek: a szenátus U.S. Innovation and Competition Act (U.S. Congress, 2021c) és a képviselőház America COMPETES Act (U.S. Congress, 2022a) törvényeiben. Mindkét törvény előirányzott félvezetőipari finanszírozást és tudományos beruházásokat, de mivel eltéréseket, ellentmondásokat is tartalmaztak, összehangolásra szorultak.

A fenti eltérések rendezésére általában egy úgynevezett konferenciabizottságot hívnak életre, a szenátus vezetői ebben az esetben mégis más megoldást választottak, és 2022. július 19-én bejelentették, hogy egy meglévő törvényjavaslatot, a 2021 júliusában a képviselőház által elfogadott Legislative Branch Appropriations Act (H.R. 4346, U.S. Congress, 2021d) törvényt fogják felhasználni jogalkotási eszközként. Ennek eredményeként a szenátus a H.R. 4346 tartalmát a CHIPS and Science Act módosításával helyettesítette. Végül a törvényjavaslatot július 27-én és 28-án fogadta el a szenátus, majd a képviselőház, és Biden elnök 2022. augusztus 9-én írta alá a 117-167. számú közjogi törvényként.

Elméleti alapok és módszertani keretek

A geopolitikai technonacionalizmus a nemzetközi üzleti életben a nemzeti geopolitikai érdekeket helyezi előtérbe, és a technológiai fejlődést a nemzetbiztonság és a geopolitikai célok szolgálatába állítja (Luo & Van Assche, 2023). Edgerton (2007) szerint a technonacionalizmus és a technoglobalizmus olyan kategóriák, amelyek segítenek megérteni, hogy a technológia miként hat a társadalomra. Ezek a fogalmak ugyanakkor inkább ideológiai keretek, semmint konkrét szakpolitikák, és egyik sem tekinthető teljesnek és tökéletesnek, mivel a technonacionalizmus figyelmen kívül hagyja a nemzetállamok, a technoglobalizmus pedig a nemzetközi és globális tényezők fontosságának egyes aspektusait (Edgerton, 2007). Korlátaik ellenére azonban a fogalmak segítenek megérteni a technológia, a globalizáció, a nemzetközi politika és a nemzetállamok közötti kölcsönhatásokat, illetve ezeknek a látszólag egymástól távoli területeknek a komplex kapcsolatát is.

A technonacionalizmusnak a félvezetőiparban való gyakorlati megnyilvánulásait több szerző is vizsgálta különböző megközelítésekből. Miller (2022) bemutatta a félvezetőiparral kapcsolatos nemzetközi gazdasági és technológiai konfliktusok természetét és dinamikáját. Ismertette a félvezetők történetét és geopolitikai hatásait, és rámutatott, hogy a félvezetőipar döntő jelentőségű a gazdasági és katonai hatalom, valamint a nemzetbiztonság szempontjából. Munkája azonban a politikai és geopolitikai szempontokra összpontosít, és inkább leíró jellegű. Kvantitatív alapon nyugvó és közgazdasági szempontú kutatást végzett Szentesi (2024), aki Tajvan Kínától és az Egyesült Államoktól való gazdasági függőségét vizsgálta, a jelenlegi technológiai háború geopolitikai és gazdasági feszültségeire összpontosítva. Kutatásában elemezte a tajvani tőzsdének a kínai és az amerikai piacokkal való kapcsolatát, hogy felmérje a gazdasági függőségeket és azok változásait, különös tekintettel a félvezetőiparra. Azt is vizsgálta, hogy az Egyesült Államokban és Kínában zajló politikai események és a róluk érkező hírek hogyan hatnak Tajvan gazdaságára. Míg Szentesi elsősorban a vállalatok közötti gazdasági függőségeket és azok korrelációját elemezte, jelen kutatás immár a részvényárfolyamok tőzsdeindexhez viszonyított piaci reakcióira összpontosít.

A kutatás egyik fő módszertani alapja Fama (1970) hatékony tőkepiacokról szóló munkája. Ebben Fama kimondja, hogy a likvid tőkepiacokon a részvényárak az adott pillanatban rendelkezésre álló valamennyi információt tartalmazznak, másképpen fogalmazva: a részvények ára minden pillanatban a rendelkezésre álló információk összessége. Fama és szerzőtársai (1969) lefektették a tőzsdei idősorok vizsgálatában alkalmazott eseményelemzési módszertan alapjait, elkülönítve az abnormális hozamokat a normális esetben várható hozamoktól. E módszertan különösen alkalmas hírek, vállalati bejelentések vagy közpolitikai döntések részvényárfolyamokra gyakorolt hatásának vizsgálatára.

Wolf és szerzőtársai (2014) áttekintést adnak a modern eseményelemzési módszertanról, amely különböző szektorok számos pénzügyi eszközének esetében kiválóan alkalmazható. A módszertan lényege, hogy ki kell választanunk egy eseményt, meg kell határoznunk egy dátumot, ki kell jelölnünk egy eseményablakot, ki kell számolnunk

a várható hozamokat, és ezek alapján meg kell állapítanunk az abnormális hozamokat. Neuhiel és szerzőtársai (2011) rendkívüli és jól kidolgozott példát adnak arra, hogyan alkalmazható az eseményelemzési módszertan az új információk nyilvánosságra kerülése által okozott sokkok elemzésére. Kutatásukban a vállalati sajtóközleményeknek a részvényárakra gyakorolt hatását elemezték úgy, hogy megmérték a tőzsde reakcióit akkor, amikor új információk kerültek nyilvánosságra. Eredményeik azt mutatják, hogy új információk megjelenésekor a pénzügyi eszközök ára az információ típusától és tartalmától függően változik. A módszertan gyakorlati alkalmazásának másik kiváló példáját Schimmer (2012) adja, aki a biztosítási szektort elemzi. Tanulmánya azt vizsgálja, hogy a piacra lépés, a fúziók és a szövetségekhez való csatlakozáshoz hasonló stratégiai lépések hogyan hatnak a biztosítási ágazat szereplőire.

A fentiek alapján az eseményelemzési módszertan alkalmas arra, hogy felmérjük a CHIPS and Science Actnek a globális mikrochipellátási lánc főszereplőire gyakorolt hatását. A pontosabb eredmény elérése érdekében azonban a várható hozam kiszámításához a lineáris regresszió helyett a Hochreiter és Schmidhuber (1997) által létrehozott neurális hálózatot, az LSTM-modellt választottuk. Ez az architektúra hatékonyan alkalmazható idősoros előrejelzésekhez, például a részvényárak várható értékének kiszámításához, mivel rendkívül jól képes megtanulni a szekvenciális adatok hosszú távú függőségeit. Goodfellow és szerzőtársai (2016), valamint Altrichter és szerzőtársai (2007) gyakorlati ismereteket nyújtanak a neurális hálózatok alkalmazásáról, idősoros előrejelzésekhez való felhasználásukról, valamint az algoritmusok finomhangolásának technikáiról.

Az LSTM és az eseményhatás-elemzési módszertan összekapcsolásáról szóló szakirodalom azonban kevés és korlátozott (Miedema, 2022), ami kiváló lehetőséget kínál számunkra, hogy pótoljuk ezt a hiányosságot, és az amerikai–kínai technológiai háború összefüggésében elemezzük a félvezetőkkel kapcsolatos amerikai iparpolitika legfontosabb eseményeit. A kutatás mind a módszertan, mind a szakpolitika terén előrelépést valósít meg. Ahelyett, hogy kizárólag a klasszikus lineáris modellekre támaszkodnánk, az LSTM-et alkalmazzuk pontosabb eredmények elérése érdekében. Munkánk az első kísérlet arra, hogy az eseményhatás-elemzést az LSTM felhasználásával alkalmazzuk a CHIPS-törvényre: az LSTM új, gépi tanuláson alapuló megközelítést kínál annak értékeléséhez, hogy milyen hatással van a szóban forgó törvény a mikrochipellátási lánc kulcsfontosságú szereplőire.

Az LSTM-modell

Az LSTM-modell egy úgynevezett visszacsatolt (rekurrens) neurális hálózat, amely hosszú távú függőségek tanulmányozására használható, ezért széles körben alkalmazzák részvényárfolyamok előrejelzéséhez, emiatt pedig remek eszköz az eseményelemzési módszertanhoz szükséges várható hozamok kiszámításához is. Egy LSTM-egység (LSTM-cella) fő mechanizmusa az, hogy megkapja a bemenetet és a cella állapotát az utolsó időlépésben, majd különböző kapuk segítségével frissíti a cella állapotát, és előállítja a kimenetet.

Az LSTM-architektúrában külön (bemeneti, felejtési, kimeneti) kapuk szabályozzák, hogy a háló mely információkat írja be a cellaállapotba, mit felejtson el a múltból, és mit adjon kimenetként. Ezek a kapuk szigmoid aktivációval „szűrik” a jelet, míg magát a cellaállapotot általában egy hiperbolikus tangensfüggvénnyel, úgynevezett *tanh*-al tartják egy korlátozott tartományban (Hochreiter & Schmidhuber, 1997).

Megbízhatóbb eredmények eléréséhez az LSTM-modell mellett az együttes tanulás (*ensemble learning*) módszerét (Zhou, 2012) is alkalmaztuk, amely pontosabb és stabilabb eredményeket biztosít, mint egyetlen modell használata. A módszer alapötlete az, hogy míg az egyes modellek a tanítás véletlenszerűsége miatt eltérő előrejelzéseket adhatnak, kimeneteik átlagolásával pontosabb és konzisztens eredményeket érhetünk el. Kutatásunkban az együttes tanulást az egyes LSTM-modellek előrejelzéseiben tapasztalt nagy szórás csökkentésére használtuk. Az LSTM-modellek érzékenyek a véletlenszerű paraméterinicializálásra és a tanítási sorrendre, így ugyanazon modell többszöri futtatása is eltérő eredményeket adhatott. A véletlenszerűség kiegyenlítésére ugyanazt az LSTM-modellt tízszer – egymástól függetlenül – tanítottuk be, majd az előrejelzéseiket átlagoltuk.

Az LSTM mellett lineáris regressziót is alkalmaztunk. A regressziós modell érvényességét több statisztikai teszttel ellenőriztük: *t*-teszttel a koefficiensek szignifikanciáját, Breusch–Pagan-teszttel a heteroszkedaszticitás jelenlétét, valamint Durbin–Watson-teszttel a maradékok autokorrelációját vizsgáltuk.

A koefficiensek *t*-tesztjei a piaci modell (lineáris regresszió) illeszkedését igazolják, a kumulált abnormális hozamok szignifikanciáját ezektől elkülönítve teszteljük, a piaci modell becslési ablakában becsült reziduális varianciára támaszkodva. Parametrikusan a Patell-tesztet (Patell, 1976), valamint a Boehmer és szerzőtársai (1991) által kidolgozott standardizált keresztmetszeti tesztet alkalmazzuk. Mivel az öt vizsgált esemény azonos napjain a vállalatok abnormális hozamai keresztmetszetileg korreláltak, a fő következtetést a Kolari és Pynnönen (2010, 2011) által kidolgozott korrekcióval ellátott változatra alapozzuk. Nemparametrikusan a Corrado-féle rangtesztet (Corrado, 1989) és a Cowan (1992) által javasolt általánosított előjelpróbát használjuk. A statisztikai következtetést – a módszertani szakirodalomban megszokott módon (Campbell et al., 1997; MacKinlay, 1997) – minta- és csoportszinten a kumulált átlagos abnormális hozamra (*cumulative average abnormal return*, CAAR), nem pedig egyedi vállalatokra vonatkozóan alkalmazzuk, mert rövid eseményablakban a félvezetőipari részvények nagy volatilitása mellett az egyedi vállalati kumulált abnormális hozam csak szélsőséges kilengésnél lenne szignifikáns. A becslési modell illeszkedését a piaci modell determinációs együtthatója (R^2) jelzi, valamint a piaci modell becslési ablakra vonatkozó illeszkedési mutatóit (R^2 , a koefficiensek *t*-tesztjei, Breusch–Pagan-, valamint Durbin–Watson-teszt) vállalatonként és eseményenként egy-egy táblázatban közöljük (lásd a tanulmány <https://ojs.mtak.hu/index.php/kszemle/article/view/23332/19224> címen elérhető *függelékét*, amely a piaci modell illeszkedési mutatóit eseményenként és vállalatonként közli).

Az eseményhatás-elemzés módszertana

Az eseményhatás-elemzés módszertana kifejezetten arra szolgál, hogy felmérje, egyes új információk megjelenése (például egy jelentős jogszabály, mint a CHIPS and Science Act jogalkotási folyamatának egy-egy lépése) miként tükröződik a pénzügyi eszközök árfolyamaiban. A hatékony piacnak a fejezet elején bemutatott hipotézisére építve Fama és szerzőtársai (1969) azt feltételezik, hogy ha a piac gyorsan beépíti az új információt, akkor az esemény körüli árfolyammozgásokból elkülöníthető az információ tiszta hatása.

Az információ pénzügyi eszközökre gyakorolt hatásának méréséhez az abnormális hozamokat használtuk, amelyek a pénzügyi eszköz várható hozamát levonják a pénzügyi eszköz tényleges hozamából. A várható hozamot egy lineáris regressziós modell és az LSTM-modell segítségével számoljuk ki, amelyeket az adott pénzügyi eszköz múltbeli hozamain tanítottunk.

Az eszközárak változásainak jobb megértése és áttekintése érdekében célszerű az abnormális hozamokat az elemzett eseményablakban összesíteni, összeadni; az így kapott értéket kumulált abnormális hozamnak nevezzük.

A könnyebb értelmezés érdekében Neuhierl és szerzőtársai (2011), valamint Wolf és szerzőtársai (2014) bevált gyakorlatát követve, tanácsos az esemény napját, amikor az új információ eléri a piacot, $t = 0$ -ként meghatározni. A vizsgált események törvényhozási lépések, amelyeket jellemzően már előre vár a piac, és ezek már az esemény bekövetkezése előtt bearázódnak. Ennek megfelelően a szokásos szimmetrikus $[-1, 1]$, $[-3, 3]$ és $[-5, 5]$ ablakok mellé egy aszimmetrikus, hosszabb előzetes $[-10, 1]$ ablakot is felvettünk, amely az előre megjelenő várható árazódást jobban megragadja.

Az elemzés lépései

Ebben a fejezetben ismertetjük az eseményvizsgálat empirikus megvalósításának főbb lépéseit. Először bemutatjuk az adatok gyűjtésének és előkészítésének folyamatát, ezt követően az LSTM-modell betanítását és alkalmazását, végül pedig a Python-alapú implementáció során használt főbb könyvtárakat és statisztikai eljárásokat.

Az adatok gyűjtése és tisztítása

A szükséges adatokat a Yahoo Finance oldaláról töltöttük le a *yfinance* nevű Python-könyvtár segítségével. Összegyűjtöttük 18 vállalat napi záró részvényárfolyamát¹ 7 tőzsdén, valamint 6 tőzsdeindexet,² amelyeket referenciaértéknek használtunk a piac nyomon követéséhez és a piaci hozamok méréséhez az esemény dátuma előtti

¹ 22 árfolyamot figyeltünk meg, mert néhány vállalat részvényeit a székhelyük szerinti ország és az Egyesült Államok tőzsdéjén is forgalmazzák. (Lásd a 2. táblázathoz fűzött megjegyzést.)

² Az alábbi indexeket használtuk referenciaértékként: S&P 500 (USA), KOSPI Composite Index (Korea), TAIEX (Tajvan), Hang Seng Index (Hongkong), SSE Composite Index (Sanghaj), AEX Index (Amsterdam).

100. kereskedési naptól az előtte lévő 5. kereskedési napig terjedő becslési időszakban. A számításokhoz a részvényárak napi százalékos változásait használtuk, nem pedig a részvényár konkrét értékét.

Az LSTM betanítása

Az LSTM-et úgy tanítottuk be, hogy a várható hozamokat próbálja meg előre jelezni a referenciaindexeket használva (például az S&P 500-at az amerikai tőzsdén jegyzett részvények esetében) bemeneti adatként, a vállalat napi hozamait pedig kimeneti adatként megbecsülve. Mindkét adatsort átalakítottuk és $[0, 1]$ tartományra skáláztuk a MinMaxScaler segítségével, hogy az optimalizálás stabil legyen. A tanító adatokat egy csúszó ablakkal készítettük elő, mivel minden bemeneti minta egy visszatekintő (ebben az esetben 5) referenciaérték-sorozat volt, ez pedig (minták, visszatekintés, 1) alakú bemeneti tenzorokat eredményezett.

A modellt két egymásra helyezett, egyenként 50 egységből álló LSTM-mel hoztuk létre rektifikált lineáris egység (*Rectified Linear Unit, ReLU*) aktiválási függvény-nyel, valamint egy sűrű kimeneti réteggel. A ReLU aktiválási függvény kevésbé gyakori az LSTM-modellekben (amelyek gyakran *tanh*t használnak), ám segít az eltűnő gradiensprobléma kezelésében, és felgyorsíthatja a konvergenciát. Ezután Adam-féle optimalizálóval és egy átlagos négyzetes hiba veszteséggel állítottuk össze a modellt, és 8-as *batch*-mérettel 20 *epoch*ig tanítottuk. A tanítás után a modellt alkalmaztuk az eseményablak idejében várható hozamok előrejelzésére a skálázott referenciaadatok felhasználásával. Az előrejelzéseket az eredeti skálára transzformáltuk vissza, hogy a végső hozambecsléseket az eredeti skálán kapjuk meg.

Python-implementáció

Mivel a Python egy statisztikai elemzésekhez gyakran használt programozási nyelv, és kiválóan támogatja a gépi tanulás és az adatelemzés könyvtárait, ezt a nyelvet választottuk. Először a már említett *yfinance*-t használtuk a Yahoo Finance napi záró részvényárfolyam-adatainak letöltéséhez. Ezután a *pandast* használtuk az idősoros adatok kezeléséhez, az adatok feldolgozásához, az adatok szelektálásához és néhány számítás elvégzéséhez. A numerikus számítások nagy részét a NumPy Python könyvtár segítségével végeztük, amely magában foglalja a tömbök kezelését és az adatok megfelelő formába alakítását az LSTM neurális hálózati modellben való alkalmazáshoz. Az LSTM-modellt a TensorFlow könyvtár segítségével valósítottuk meg a várható hozamok előrejelzéséhez, a Statsmodels könyvtárat pedig lineáris regresszió és statisztikai tesztelés során használtuk a modellek ellenőrzéséhez és a modell feltételezéseinek statisztikai teszteléséhez. A koefficiensbecslések *t*-tesztjei a piaci modell illeszkedését igazolják, és szignifikánsnak bizonyultak, ám a kumulált abnormális hozamok szignifikanciáját ettől elkülönítve, a módszertani részben leírt parametrikus és nemparametrikus próbákkal vizsgáltuk. Végezetül a Matplotlib könyvtár segítségével vizualizáltuk az

eredményeket, hogy bemutassuk a vállalat részvényárfolyamának változásait, a piaci hozamokat (a referencia tőzszeindex hozamainak felhasználásával), a várható hozamokat, az abnormális hozamokat és a kumulált abnormális hozamokat.

Eredmények

Az elemzett öt jogalkotási esemény teljes mintára számított kumulált átlagos abnormális hozamát (CAAR) és annak statisztikai szignifikanciáját eseményenként és eseményablakonként az 1. táblázat foglalja össze. A következtetés fő alapja a keresztmetszeti korrelációra korrigált Kolari–Pynnönen-teszt. Mivel a vizsgált vállalatok ugyanazon néhány eseménynapon szerepelnek, így a kumulált abnormális hozamok

1. táblázat

A teljes minta kumulált átlagos abnormális hozama (CAAR) és szignifikanciája eseményenként és eseményablakonként a lineáris piaci modellben

| Esemény | Ablak | CAAR (%) | KP- <i>p</i> | BMP- <i>p</i> | Corrado- <i>p</i> |
|----------------------------------|----------|----------|--------------|---------------|-------------------|
| USICA – szenátus, 2021.06.08. | [-1, 1] | -0,85 | 0,4452 | 0,0687 | 0,7989 |
| | [-3, 3] | -0,46 | 0,8239 | 0,5843 | 0,8887 |
| | [-5, 5] | +0,07 | 0,8508 | 0,6435 | 0,6728 |
| | [-10, 1] | +1,41 | 0,4162 | 0,0535 | 0,4703 |
| America COMPETES, 2022.02.04. | [-1, 1] | -1,20 | 0,3543 | 0,0635 | 0,3756 |
| | [-3, 3] | +0,39 | 0,8717 | 0,7386 | 0,7932 |
| | [-5, 5] | +0,34 | 0,9977 | 0,9953 | 0,8835 |
| | [-10, 1] | -1,66 | 0,3632 | 0,0682 | 0,8370 |
| H.R. 4346 stratégia, 2022.07.19. | [-1, 1] | +1,84 | 0,2469 | 0,0046 | 0,2031 |
| | [-3, 3] | +4,12 | 0,0212* | 0,0000 | 0,1236 |
| | [-5, 5] | +4,94 | 0,0474* | 0,0000 | 0,1284 |
| | [-10, 1] | +8,09 | 0,0044* | 0,0000 | 0,0149 |
| Szenátusi elfogadás, 2022.07.27. | [-1, 1] | -0,98 | 0,6389 | 0,2062 | 0,6451 |
| | [-3, 3] | -2,85 | 0,3311 | 0,0127 | 0,2943 |
| | [-5, 5] | -0,08 | 0,9875 | 0,9656 | 0,9915 |
| | [-10, 1] | +2,94 | 0,2821 | 0,0064 | 0,4296 |
| Biden-aláírás, 2022.08.09. | [-1, 1] | -3,96 | 0,0043* | 0,0000 | 0,0167 |
| | [-3, 3] | -2,28 | 0,2592 | 0,0049 | 0,4052 |
| | [-5, 5] | -2,50 | 0,3195 | 0,0117 | 0,3935 |
| | [-10, 1] | -2,95 | 0,4151 | 0,0351 | 0,4758 |

Megjegyzés: KP = Kolari–Pynnönen keresztmetszeti korrelációra korrigált teszt (fő következtetési alap).

A * a KP-teszt szerinti 5 százalékos szinten szignifikáns CAAR-t jelöli.

Forrás: saját számítás.

keresztmetszetileg korreláltak. Összehasonlításként közöljük a Patell-, a BMP- és a Corrado-teszt eredményét. A táblázat alapján robusztus, szignifikáns piaci reakció két eseményhez kötődik: a H.R. 4346 hordozótörvény-stratégia bejelentéséhez társuló pozitív csoportszintű reakcióhoz, illetve a törvény elnöki aláírásához kötődő, rövid távú negatív reakcióhoz, viszont a két korai eseményre (USICA, America COMPETES) és a szenátusi elfogadásra a korrigált teszt nem jelez szignifikáns reakciót. A részletes, eseményenkénti és vállalati szintű bontást, valamint a modellösszevetést az alábbiakban tárgyaljuk. Az eseményenkénti, vállalati szintű táblázatok a $[-1, 1]$, $[-3, 3]$ és $[-5, 5]$ ablakot, valamint a hosszabb, esemény előtti $[-10, 1]$ ablakot tartalmazzák, amely a H.R. 4346 esemény legrobusztusabb szignifikáns eredményét adja. A teljes mintára vonatkozó szignifikanciát az 1. táblázatban közöljük, mivel ez az ablak a csoportszintű következtetés szempontjából releváns, a vállalati szintű leíró bontásban pedig nem hordozna további értelmezhető információt.

A U.S. Innovation and Competition Act szenátusi elfogadása

A teljes minta kumulált átlagos abnormális hozama (CAAR) ezen az eseményen egyetlen eseményablakban sem szignifikáns a keresztmetszeti korrelációra korrigált Kolari–Pynnönen-teszt szerint (a legkisebb $p = 0,42$), tehát robusztus piaci reakció nem mutatható ki, viszont egy vállalati szintű illusztratív leírást bemutathatunk, hogy megértsük a dinamikákat (2. táblázat).

Amikor közelebről megvizsgáltuk a U.S. Innovation and Competition Act (USICA) 2021. június 8-i elfogadását az amerikai szenátusban, valamint annak hatását a mikrochipellátási láncra, azt találtuk, hogy a vállalati szintű kumulált abnormális hozamok eltérő mintázatot mutatnak. Mivel azonban a teljes minta reakciója erre az eseményre nem szignifikáns, ezek leíró megfigyelések, nem a törvény bizonyított hatásai.

A táblázatokban a CAR a kumulált abnormális hozamot (*cumulative abnormal return*) jelöli. Ez a definíció az összes táblázatra érvényes.

A teljes minta kumulált abnormális hozama ezen az eseményen nem szignifikáns a Kolari–Pynnönen-teszt szerint, ezért az alábbi vállalati szintű megfigyelések leíró illusztrációként értelmezendők. A gyártókapacitással nem rendelkező cégeknél (Qualcomm, NVIDIA, AMD) figyelhető meg a legnagyobb pozitív kumulált abnormális hozamok, különösen a hosszabb ablakokban. Ám mivel a teljes minta reakciója ezen az eseményen nem szignifikáns, emiatt e megfigyelések csak lehetséges magyarázatként említhetők. Az egyik ilyen magyarázat, hogy a befektetők úgy gondolhatták, hogy ezek a vállalatok közvetetten profitálhatnak az ellátási lánc javuló rugalmasságából és a megnövekedett amerikai félvezető-beruházásokból, mivel az utóbbiak gyorsabb, biztonságosabb és közelebb lévő, könnyebben elérhető gyártókapacitásokat hoznak létre a termékeik előállításához. Az Intel egy várakozás miatt (hogy tudniillik majd állami támogatásban részesül) egy nagyobb eseményablakban mérsékelt vagy erős nyereséget ért el, különösen az LSTM-modellben, ami azt jelenti, hogy a piac csak ekkor kezdhetette felismerni az Intel számára a törvény által biztosított értéket. A Texas

2. táblázat

A U.S. Innovation and Competition Act szenátusi elfogadása eseményhatás-elemzésének eredményei, kumulált abnormális hozamok (százalék)

| Vállalat neve | Lineáris [-1, 1] | LSTM [-1, 1] | Lineáris [-3, 3] | LSTM [-3, 3] | Lineáris [-5, 5] | LSTM [-5, 5] |
|---|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| <i>Integrált eszközgyártók (IDM)</i> | | | | | | |
| Intel Corporation | -0,033 | -0,199 | -0,387 | 1,859 | 0,639 | 3,588 |
| Texas Instruments Inc. | -1,257 | -2,165 | -2,269 | -1,545 | -1,662 | -1,326 |
| Micron Technology, Inc. | -5,231 | -6,098 | -7,033 | -5,682 | -2,877 | -1,707 |
| Samsung Electronics Co., Ltd. | -0,210 | -1,211 | 0,528 | 0,615 | 0,467 | 1,126 |
| SK Hynix Inc. | -3,453 | -4,603 | 0,945 | 2,047 | -0,590 | 2,006 |
| <i>Gyártókapacitással nem rendelkező cégek</i> | | | | | | |
| Qualcomm Incorporated | 0,258 | 0,081 | 1,141 | 3,451 | 2,934 | 5,837 |
| Broadcom Inc. | -1,501 | -2,156 | -1,420 | -0,111 | -0,732 | 0,524 |
| NVIDIA Corporation | -0,752 | -1,795 | 4,165 | 4,898 | 7,058 | 7,310 |
| Advanced Micro Devices, Inc. | -0,548 | -1,437 | -0,077 | 0,611 | 2,449 | 2,734 |
| MediaTek Inc. | 0,324 | -1,239 | 1,294 | 1,273 | -3,811 | -2,835 |
| <i>Mikrochipgyártó vállalatok</i> | | | | | | |
| Taiwan Semiconductor Manufacturing Co. Ltd. | -0,900 | -1,458 | -0,842 | 0,785 | 2,235 | 3,959 |
| United Microelectronics Corporation | -2,067 | -4,258 | 0,516 | -0,574 | -1,429 | -2,240 |
| Semiconductor Manufacturing International Corp. | 3,881 | 5,277 | -1,271 | 0,073 | -2,257 | -1,516 |
| | 2,114 | 2,896 | 0,144 | 1,471 | 0,484 | 0,480 |
| <i>Berendezésgyártók</i> | | | | | | |
| ASML Holding N.V. | 0,214 | -0,963 | 0,762 | 1,492 | 0,776 | 0,934 |
| | -0,095 | 0,364 | 0,294 | 2,306 | -0,986 | 4,023 |
| Applied Materials, Inc. | -3,415 | -4,462 | -4,778 | -3,042 | -3,440 | -1,896 |
| Lam Research Corporation | -2,500 | -3,204 | -3,250 | -0,739 | -3,020 | -0,257 |
| KLA Corporation | 0,112 | -0,911 | 0,081 | 1,565 | 0,171 | 1,417 |
| <i>Egyéb</i> | | | | | | |
| Apple Inc. | 1,841 | 1,498 | 1,725 | 3,087 | 4,479 | 5,991 |

Megjegyzések: négy vállalat részvényeit két tőzsdén is jegyzik, ezért esetükben két adatsort közlünk (TSMC: NYSE és tajvani tőzsde, UMC: NYSE és tajvani tőzsde, SMIC: hongkongi tőzsde és a sanghaji STAR Market, ASML: Euronext és NASDAQ).

Színkódok: **Zöld háttérrel, vastag zöld betűkkel:** > 5 százalék; **Vastag zöld betűkkel:** 2 és 5 százalék között; **Zöld:** > 1-2 százalék; **Fekete:** -1 és +1 százalék között; **Piros:** -2 és -1 százalék között; **Félkövér piros:** -5 és -2 százalék között; **Félkövér piros, piros háttérrel:** < -5 százalék.

Forrás: saját számítások alapján saját összeállítás.

Instruments és a Micron alulteljesített, valószínűleg azért, mert úgy vélték, hogy e vállalatok számára kevesebb közvetlen előnyt kínál a szabályozás.

A tajvani gyártók (TSMC, UMC) kezdetben negatív, később magasabb leíró CAR-értékeket mutattak. Statisztikailag nem alátámasztott, de lehetséges magyarázat, hogy ennek oka az amerikai termelés-visszatelepítéstől (*reshoring*) való félelem és azon várakozás, hogy nagyobb versenynek lehetnek majd kitéve. Hosszabb távon azonban az árfolyamok visszaemelkedtek, ami azt jelenti, hogy a befektetők idővel felismerhették a cégek termékei iránti hatalmas keresletet, és azt, hogy ezek a vállalatok kiterjeszthetik és áthelyezhetik gyártásukat az Egyesült Államokba, így profitálhatnak az amerikai szakpolitika új intézkedéséből. A kínai vállalatok, mint például az SMIC, rövid távú nyereséget értek el, de ez megfordult, és visszaemelkedtek az árfolyamok, valószínűleg a folyamatos geopolitikai aggodalmak miatt: Kína mint az Egyesült Államok legnagyobb riválisa nem részesülhetett az amerikai támogatásokból. Ezenkívül a félvezetőgyártáshoz szükséges berendezések előállítói (mint például az Applied Materials, a Lam Research) alulteljesítettek, valószínűleg azért, mert a befektetők csak későbbi előnyöket vártak (az új gyártóüzemek építése sok időt igényel, ezáltal a gyártóberendezések vásárlása is később várható).

A statisztikai következtetés a lineáris piaci modellen alapul, és az LSTM csak összehasonlító modellként szerepel; így az alábbi összevetésük csupán szemléltető célú. Az LSTM-modell erősebb és késleltetett reakciókat mutatott, mint a lineáris modell, különösen az Intel és a TSMC esetében. Ez azt jelentheti, hogy a nemlineáris modellezés jobban képes rögzíteni a befektetői hangulatnak a komplex politikai események hatására történő változásait. Összességében a megfigyelt mintázat arra utal, hogy a kedvezőbb kumulált abnormális hozamok a gyártókapacitással nem rendelkező amerikai vállalatok szegmensében koncentrálnak, a külföldi szereplőknél pedig vegyesek. Mivel azonban a teljes minta reakciója nem szignifikáns, ebből oksági következtetés nem vonható le.

Az America COMPETES Act képviselőházi elfogadása

Amikor az amerikai képviselőházban 2022. február 4-én elfogadott America COMPETES Actre és annak a mikrochipellátási láncra gyakorolt hatására összpontosítottunk, több meglepő és ágazatspecifikus dinamikát találtunk (3. táblázat). A teljes minta CAAR-értéke ezen az eseményen szintén egyetlen ablakban sem szignifikáns a Kolari–Pynnönen-teszt szerint (a legkisebb $p = 0,35$), tehát robusztus piaci reakció nem mutatható ki, és így az alábbi vállalati szintű leírás csupán illusztratív.

A teljes minta kumulált abnormális hozama ezen az eseményen sem szignifikáns a Kolari–Pynnönen-teszt szerint, ezért az alábbi vállalati megállapítások csupán leíró jellegűek. A vállalati bontásban az AMD a mintában a legmagasabb pozitív kumulált abnormális hozamot mutatja, és ez, valamint az NVIDIA és a Broadcom esetében megfigyelhető hasonló, valamivel visszafogottabb, de pozitív trend azt sugallja, hogy a tisztán tervezéssel foglalkozó amerikai vállalatok lehetnek a rövid távú növekedés elsődleges kedvezményezettjei. Ezzel szemben a hagyományos amerikai IDM-ek,

3. táblázat

Az America COMPETES Act képviselőházi elfogadása eseményhatás-elemzésének kumulált abnormális hozamai (százalék)

| Vállalat neve | Lineáris [-1, 1] | LSTM [-1, 1] | Lineáris [-3, 3] | LSTM [-3, 3] | Lineáris [-5, 5] | LSTM [-5, 5] |
|--|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| <i>Integrált eszközgyártók (IDM)</i> | | | | | | |
| Intel Corporation | 0,647 | -3,954 | 2,274 | -0,066 | -0,862 | -2,752 |
| Texas Instruments Inc. | -6,973 | -9,936 | -2,585 | -1,593 | -6,783 | -5,066 |
| Micron Technology, Inc. | -1,334 | -5,918 | 4,104 | 4,242 | 9,191 | 10,190 |
| Samsung Electronics Co., Ltd. | -3,841 | -0,433 | -4,508 | -1,527 | -0,233 | -0,397 |
| SK Hynix Inc. | -2,470 | 1,863 | -0,516 | 3,399 | 8,969 | 9,291 |
| <i>Gyártókapacitással nem rendelkező cégek</i> | | | | | | |
| Qualcomm Incorporated | -4,136 | -9,379 | 1,069 | 0,025 | -2,614 | -3,453 |
| Broadcom Inc. | 0,222 | -3,883 | 0,973 | 1,486 | 1,044 | 2,129 |
| NVIDIA Corporation | 3,456 | -4,150 | 4,388 | 4,995 | 3,215 | 4,957 |
| Advanced Micro Devices, Inc. | 5,490 | -1,010 | 11,514 | 12,372 | 5,741 | 8,194 |
| MediaTek Inc. | -1,695 | 1,239 | 3,671 | 8,280 | 1,510 | -0,665 |
| <i>Mikrochipgyártó vállalatok</i> | | | | | | |
| Taiwan Semiconductor Manufacturing Co. Ltd. | 1,528 | -3,065 | 0,476 | -0,380 | 1,474 | 0,992 |
| | -4,033 | -1,770 | -1,988 | 1,731 | -1,164 | -2,811 |
| United Microelectronics Corporation | 2,634 | -2,351 | 4,377 | 2,305 | 3,930 | 2,217 |
| | -12,404 | -9,239 | -15,080 | -9,929 | -13,467 | -15,203 |
| Semiconductor Manufacturing International Corp. | -1,194 | 2,422 | 2,160 | 4,328 | 4,708 | 4,296 |
| | 2,497 | 3,647 | 2,380 | 3,905 | 0,730 | 0,856 |
| <i>Berendezésgyártók</i> | | | | | | |
| ASML Holding N.V. | -0,674 | -5,991 | -0,040 | 0,184 | -1,157 | -0,087 |
| | -1,505 | -3,734 | -3,653 | 0,972 | -2,606 | 0,427 |
| Applied Materials, Inc. | 1,227 | -4,528 | 1,248 | 2,228 | -2,133 | -0,002 |
| Lam Research Corporation | -2,945 | -8,474 | 0,937 | 0,299 | -1,627 | -1,547 |
| KLA Corporation | -1,055 | -6,361 | -0,432 | 0,914 | -1,939 | 1,037 |
| <i>Egyéb</i> | | | | | | |
| Apple Inc. | 0,212 | -3,213 | -2,156 | -1,040 | 1,642 | 3,552 |

Megjegyzés: a jelölés minden táblázatban egységes; a jelölések magyarázatát lásd a 2. táblázatnál.
Forrás: saját számítások alapján saját összeállítás.

mint például az Intel, alulteljesítettek. (Az Intel gyenge vagy negatív hozamot mutatott az LSTM-modell összes ablakában, és csak marginális nyereséget a lineáris modellben.) Ez figyelemre méltó fejlemény, hiszen az Intel központi helyet foglalt el az amerikai iparpolitikai vitákban, és egyúttal arra utal, hogy a piac akkoriban nemigen bízott abban, hogy a cég ki tudja használni a törvény kínálta előnyöket.

A tajvani United Microelectronics Corporation (2303.TW) részvényárfolyama a tajvani tőzsdén gyorsan és tartósan csökkent.³ Ez valószínűleg a befektetők azzal kapcsolatos aggodalmát tükrözte, hogy a törvény felgyorsíthatja a gyártás Egyesült Államokba történő visszatelepítését, és csökkentheti a mikrochipellátási láncban a külföldi vállalatoktól való függőséget. A Micron és az SK Hynix késleltetett, de erős pozitív tendenciát mutatott: a kumulált abnormális hozamok (CAR) +9 százaléknál felelt a [-5, +5] ablakban (mind a lineáris, mind az LSTM-modellben). Ez arra utalhat, hogy középtávon újraértékelték a memóriagyártók szerepét az amerikai ellátási láncban, még akkor is, ha az első reakció óvatos vagy negatív volt. Az UMC-vel szemben az amerikai piacnak szintén erősen kitett TSMC árfolyama azonban kevésbé változott. Ez azt jelzi, hogy bizonytalanság övezi, miként fogják kezelni a külföldi gyárakat a támogatások elosztásakor, és lehetséges, hogy már a befektetők is beárzták a szélesebb geopolitikai kockázatokat. A két modell összehasonlításából egy fontos módszertani következtetés is adódik, mivel az LSTM következetesen erősebb negatív rövid távú hangulatot jelezett. Ez azt mutatja, hogy a modellválasztás hogyan változtathatja meg a befektetői várakozások értelmezését, különösen a nagy politikai volatilitás jellemezte időszakokban.

Összefoglalva, a legnegatívabb reakciók a külföldi vevőkhöz (az ellátási lánc végéhez) közeli szereplők és néhány hagyományos amerikai IDM kapcsán voltak megfigyelhetők. A feltárt mintázatok arról tanúskodnak, hogy a politikai döntések által vezérelt piaci változások nem egyenletesen oszlanak el az értékláncban, és mind az üzleti modell, mind a földrajzi elhelyezkedés fontos szerepet játszik a befektetői várakozások alakításában.

A szenátus sajátos jogalkotási megoldást alkalmaz a CHIPS and Science Act elfogadására

Amikor megvizsgáltuk annak a 2022. július 19-i bejelentésnek a hatását, hogy a szenátus a H.R. 4346-os törvényt használja fel a CHIPS and Science Act egyszerűsített elfogadására, vegyes eredményeket találtunk (4. táblázat). A teljes minta CAAR-ja ezen az eseményen szignifikáns pozitív a Kolari–Pynnönen-teszt szerint több ablakban (a [-3, 3] ablakban +4,12 százalék, $p=0,021$; a [-5, 5] ablakban +4,94 százalék, $p=0,047$; a [-10, 1] ablakban +8,09 százalék, $p=0,004$), így ez a vizsgálatunk legrobustusabb pozitív eredménye (lásd 1. táblázat).

A teljes minta szignifikáns pozitív csoportszintű reakciót mutat ezen az eseményen (a Kolari–Pynnönen-teszt p -értéke $< 0,05$ több ablakban), ám a statisztikai következtetés itt is a lineáris modellen alapul; az LSTM- és a lineáris modell eredményeinek alábbi összevetése csupán a szemléltetést szolgálja. Először is érdekes megfigyelés, hogy az LSTM-modell magasabb CAR-értékeket becsült, mint a lineáris modell, ami nem lineáris vagy késleltetett befektetői reakciókra utal. A CAR-értékek hosszabb

³ A New York-i tőzsdén a változás sokkal mérsékeltebb volt.

4. táblázat

A CHIPS and Science Act egyszerűsített elfogadásáról szóló bejelentés eseményhatás-elemzése, kumulált abnormális hozamok (százalék)

| Vállalat | Lineáris [-1, 1] | LSTM [-1, 1] | Lineáris [-3, 3] | LSTM [-3, 3] | Lineáris [-5, 5] | LSTM [-5, 5] |
|---|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| <i>Integrált eszközgyártók (IDM)</i> | | | | | | |
| Intel Corporation | 2,234 | 5,471 | 0,877 | 6,745 | 3,110 | 6,617 |
| Texas Instruments Inc. | 0,551 | 3,140 | 1,996 | 6,621 | 2,601 | 5,368 |
| Micron Technology, Inc. | -0,492 | 3,729 | -0,996 | 6,436 | 2,798 | 6,675 |
| Samsung Electronics Co., Ltd. | -0,836 | 1,593 | 4,051 | 7,278 | 3,439 | 7,450 |
| SK Hynix Inc. | 0,753 | 3,836 | 3,822 | 7,354 | 4,711 | 8,728 |
| <i>Gyártókapacitással nem rendelkező cégek</i> | | | | | | |
| Qualcomm Incorporated | 1,375 | 5,560 | 6,615 | 14,240 | 10,316 | 14,851 |
| Broadcom Inc. | 0,487 | 3,587 | 1,283 | 6,669 | 3,709 | 6,073 |
| NVIDIA Corporation | 7,234 | 13,340 | 5,203 | 16,028 | 6,493 | 12,582 |
| Advanced Micro Devices, Inc. | 5,083 | 10,569 | 5,208 | 14,740 | 8,166 | 12,747 |
| MediaTek Inc. | 2,069 | 4,350 | 5,554 | 13,608 | 3,663 | 11,574 |
| <i>Mikrochipgyártó vállalatok</i> | | | | | | |
| Taiwan Semiconductor Manufacturing Co. Ltd. | -0,752 | 1,635 | 3,497 | 7,445 | 7,578 | 8,528 |
| | -1,059 | 1,034 | 1,403 | 8,265 | 2,977 | 9,576 |
| United Microelectronics Corporation | 1,355 | 5,549 | 2,322 | 9,759 | -1,040 | 3,619 |
| | 2,592 | 5,469 | 4,604 | 13,456 | -4,844 | 4,074 |
| Semiconductor Manufacturing International Corp. | 1,610 | 5,569 | 5,442 | 7,505 | 0,803 | 4,422 |
| | -0,371 | 2,897 | 1,027 | 2,459 | 1,803 | 3,797 |
| <i>Berendezésgyártók</i> | | | | | | |
| ASML Holding N.V. | 4,064 | 9,358 | 11,969 | 21,565 | 16,704 | 23,112 |
| | 2,511 | 7,896 | 8,689 | 17,662 | 9,184 | 16,480 |
| Applied Materials, Inc. | 4,470 | 9,359 | 7,808 | 16,668 | 10,189 | 16,087 |
| Lam Research Corporation | 4,597 | 9,498 | 5,450 | 14,134 | 8,674 | 13,615 |
| KLA Corporation | 4,469 | 8,647 | 4,693 | 11,817 | 5,932 | 8,937 |
| <i>Egyéb</i> | | | | | | |
| Apple Inc. | -1,418 | 1,793 | 0,133 | 5,695 | 1,826 | 4,088 |

Megjegyzés: a jelölés minden táblázatban egységes; a jelölések magyarázatát lásd a 2. táblázatnál.
Forrás: saját számítások alapján saját összeállítás.

időtávon növekedtek, így a piaci reakciók túlmutattak a bejelentés időszakán, és a hatások nem voltak azonnaliak.

A csoportszinten szignifikáns pozitív reakción belül a gyártókapacitással nem rendelkező szegmens átlagos reakciója a legerősebb, és az egyes vállalatok (NVIDIA, AMD, Qualcomm) magas kumulált abnormális hozamai e csoportszintű mintázat

illusztrációi. A törvény a gyártást priorizálta, így a befektetők valószínűleg bearázták az ezzel járó várható előnyöket, mint például az ellátási lánc nagyobb megbízhatóságát, a kibővített hazai kapacitást, ami szorosabb, gyorsabb és megbízhatóbb gyártási lehetőségeket teremt a gyártókapacitással nem rendelkező vállalatok számára, ezáltal elősegítve az ökoszisztéma egészének növekedését. Az AMD sikerének másik magyarázata, hogy legnagyobb versenytársa, az Intel lemaradt, az AI használata pedig egyre elterjedtebbé vált, és az AI-modellek betanításához mindenki az általuk tervezett chipeket akarta megvásárolni. Az IDM-ek eredményei vegyesebbek voltak. Az SK Hynix (+8,7 százalék), a Samsung (+7,5 százalék), valamint az Intel (+6,6 százalék) erős LSTM-alapú CAR-ral rendelkezett a [-5, 5] ablakban, de a lineáris eredmények gyengébbek voltak, különösen a Micron esetében. Ez annak a bizonytalanságnak tudható be, hogy e vállalatok vajon képesek-e teljes mértékben kihasználni a CHIPS and Science Act kínálta támogatásokat.

Az olyan bérnyártók, mint a TSMC és az UMC, meglepően magas pozitív CAR-értékkel rendelkeztek (UMC: +13,5 százalék, LSTM [-3, 3]), annak ellenére, hogy nem amerikai cégekről van szó. Ez valószínűleg az Egyesült Államokban folytatott beruházásaiknak köszönhető, mint amilyen például a TSMC arizonai gyára (TSMC, 2025), valamint a befektetők várakozásainak, miszerint a globális szereplők profitálni fognak az Egyesült Államok megnövekedett keresletéből, valamint a köz- és a magán-szféra együttműködéséből. A berendezésgyártók is nagy nyertesek voltak. Az ASML, az Applied Materials, a Lam Research és a KLA mind hatalmas CAR-értékekkel rendelkeztek, különösen az LSTM-mel (ASML: +23,1 százalék, [-5, 5]). Ez logikus, mivel a törvény által kilátásba helyezett finanszírozás fellendítheti a gyártóüzemek építését, ami kedvező a gyártóberendezések szállítóinak is.

A vállalatok székhelye szerint vizsgálva a fejleményeket azt látjuk, hogy az amerikai cégek (mint az AMD, az NVIDIA, az Applied Materials) erőteljesen pozitívan reagáltak, ami a jogszabály hazai fókuszát tekintve várható volt. Érdekes módon a koreai és a tajvani cégek (Samsung, SK Hynix, TSMC, UMC) is nagy nyereséget könyvelhettek el, mivel ezek a cégek is befektetnek az Egyesült Államok határain belül található félvezetőiparba. A kínai SMIC vállalat CAR-értékei azonban alacsonyabbak és volatilisabbak voltak; a befektetők valószínűleg aggódtak az amerikai politikai korlátozások és a szélesebb geopolitikai feszültségek miatt (annak ellenére, hogy az LSTM-modell becslései szerint az SMIC nyereséget ért el).

Összességében a piac pozitívan reagált a szenátus vezetői által bejelentett gyorsított törvényalkotási eljárásra, különösen, ha figyelembe vesszük az LSTM-mel számított nem lineáris és késleltetett hatásokat. A legerőteljesebb reakciót a gyártókapacitás nélküli és a berendezésgyártó cégek mutatták, mivel a befektetők az ökoszisztéma egészének növekedésére számítottak. Az országok szerinti eredményeket vizsgálva láthatjuk, hogy a piac nem tekintette ezt zéró összegű játéknak, mivel a törvény gyorsított elfogadása pozitív hatással volt az egész globális félvezető-ellátási láncra. Az egyetlen kivétel Kína: a vele kapcsolatos politikai kockázatok csökkentették a várakozásokat, annak ellenére, hogy a kínai kormány várhatóan az amerikai politikára reagálva és ahhoz hasonlóan fog beruházni a kínai vállalatokba.

A CHIPS and Science Act szenátusi elfogadása

A törvény 2022. július 27-i szenátusi elfogadásának a mikrochipellátási lánc vállalataira gyakorolt hatását vizsgálva azt találtuk, hogy az főként az amerikai vállalatoknak kedvezett.

5. táblázat

A CHIPS and Science Act szenátusi elfogadása eseményhatás-elmzésének eredményei, kumulált abnormális hozamok (százalék)

| Vállalat neve | Lineáris [-1, 1] | LSTM [-1, 1] | Lineáris [-3, 3] | LSTM [-3, 3] | Lineáris [-5, 5] | LSTM [-5, 5] |
|---|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| <i>Integrált eszközgyártók (IDM)</i> | | | | | | |
| Intel Corporation | -1,360 | 1,895 | -11,856 | -9,415 | -14,572 | -10,969 |
| Texas Instruments Inc. | 4,935 | 7,721 | 4,692 | 7,568 | 5,866 | 10,675 |
| Micron Technology, Inc. | -0,379 | 2,871 | -4,898 | -4,270 | -3,258 | -2,373 |
| Samsung Electronics Co., Ltd. | 0,332 | 0,761 | -1,969 | -2,432 | -1,978 | -2,067 |
| SK Hynix Inc. | -2,153 | -1,481 | -7,431 | -8,127 | -6,889 | -7,156 |
| <i>Gyártókapacitással nem rendelkező cégek</i> | | | | | | |
| Qualcomm Incorporated | -8,516 | -4,522 | -10,312 | -7,757 | -7,371 | -3,631 |
| Broadcom Inc. | 0,693 | 3,858 | -0,147 | 1,921 | 0,456 | 3,655 |
| NVIDIA Corporation | -0,055 | 6,406 | -3,938 | 1,882 | -0,730 | 8,817 |
| Advanced Micro Devices, Inc. | -0,566 | 5,293 | 0,418 | 5,625 | 2,853 | 11,182 |
| MediaTek Inc. | -0,175 | -0,176 | -2,832 | -1,306 | 4,050 | 6,385 |
| <i>Mikrochip gyártóvállalatok</i> | | | | | | |
| Taiwan Semiconductor Manufacturing Co. Ltd. | -0,010 | 3,163 | -4,293 | -1,625 | -4,586 | -0,271 |
| United Microelectronics Corporation | -5,369 | -1,062 | -12,352 | -8,073 | -9,448 | -2,593 |
| Semiconductor Manufacturing International Corp. | -2,730 | -2,083 | -0,617 | -2,144 | 4,093 | 1,734 |
| | -2,645 | -1,274 | -1,937 | -2,478 | 5,188 | 1,814 |
| <i>Berendezésgyártók</i> | | | | | | |
| ASML Holding N.V. | -0,547 | 3,298 | 1,445 | 2,899 | 6,857 | 9,269 |
| | -0,032 | 1,666 | 2,244 | 2,586 | 7,096 | 9,057 |
| Applied Materials, Inc. | -0,110 | 4,890 | -1,991 | 2,736 | 2,277 | 9,950 |
| Lam Research Corporation | 1,200 | 5,606 | 0,144 | 3,251 | 6,414 | 11,568 |
| KLA Corporation | 0,265 | 4,606 | 0,153 | 3,402 | 1,987 | 7,458 |
| <i>Egyéb</i> | | | | | | |
| Apple Inc. | -0,732 | 2,707 | -0,296 | 2,038 | 2,030 | 5,617 |

Megjegyzés: a jelölés minden táblázatban egységes; a jelölések magyarázatát lásd a 2. táblázatban.
Forrás: saját számítások alapján saját összeállítás.

A teljes minta CAAR-ja ezen az eseményen egyetlen ablakban sem szignifikáns a Kolari–Pynnönen-teszt szerint (a legkisebb $p = 0,28$; 1. táblázat), tehát robusztus piaci reakció nem mutatható ki, ezért az 5. táblázatban közölt vállalati szintű leírás csupán illusztratív.

Láthatjuk, hogy az LSTM-modell pozitívabb CAR-értékeket mutat, különösen hosszabb időintervallumokban, vagyis a lineáris modellek nem írják le annyira jól a komplex politikai eseményekre adott késleltetett vagy nem lineáris befektetői reakciókat. Ez rávilágít arra, hogy mennyire fontosak a gépi tanulási modellek a piaci hatások megragadásában, amelyek hasznosnak bizonyulnak az eseményhatás-elemzésekben is.

Láthatjuk továbbá, hogy az amerikai IDM-ek egyenetlenül reagáltak, mert míg a Texas Instruments erős és konzisztens pozitív abnormális hozamokat mutatott (akár +10,7 százalékot az LSTM [-5, 5] időablakban), valószínűleg azért, mert az amerikai hazai gyártókapacitása a jogszabály kedvezményezettje volt, addig az Intel a kedvező hatások ellenére is meredeken zuhant (-14,6 százalék a lineáris modellben). Ennek oka, hogy a vállalat már korábban is nehézségekkel küzdött: 2022. július 28-án egy jelentősen rossz negyedéves jelentést tett közzé (Intel, 2022). A Micron árfolyama is mérsékelten esett. Az ázsiai IDM-ek (SK Hynix, Samsung) szintén visszaestek, ez azt mutatja, hogy komoly aggodalmak jelentek meg amiatt, hogy a külföldi mikrochipgyártók hátrányos helyzetbe kerülnek az amerikai versenytársaikkal szemben.

Az AMD és az NVIDIA jelentős pozitív kumulált abnormális hozamot mutatott (+11,2, illetve +8,8 százalék az LSTM [-5, 5] időablakban), mivel a befektetők rendkívül optimisták voltak az erősebb amerikai mikrochipellátási lánchoz való hozzáfévésüket illetően, amit a Broadcom pozitív teljesítménye is alátámaszt. A Qualcomm azonban tartósan csökkenő tendenciát mutatott (-10,3 százalék a lineáris [-3, 3] időablakban), valószínűleg a szabályozás által teremtett közvetlen előnyökkel kapcsolatos bizonytalanság miatt. A TSMC átlagos abnormális hozama viszonylag stabil vagy enyhén pozitív volt, mivel az arizonai Phoenixben történő amerikai terjeszkedése bizakodóvá tehetette a befektetőket a tekintetben, hogy a szabályozás és a támogatások segíteni fogják a vállalatot. Az UMC és az SMIC negatív kumulált abnormális hozamokat ért el (például az UMC -12,4 százalék a lineáris modellben a [-3, 3] időablakban), mivel a befektetők aggódtak a CHIPS and Science Act ázsiai gyártókra gyakorolt hatása miatt. Nem meglepő, hogy a törvény elfogadási folyamatának előrehaladásával a berendezésgyártóknál ismét nagy pozitív kumulált abnormális hozamok figyelhetők meg, hiszen a szakpolitika fő célja a gyártókapacitások hazavitele volt, amelyhez új gyártóberendezéseket kell vásárolni. A Lam Research, az ASML és az Applied Materials emelkedtek a legjobban (például a Lam +11,6, az ASML +9,3 százalék az LSTM-modellben a [-5, 5] időablakban), mivel a befektetők a gyártóüzemek építésébe történő új beruházások eredményeként a chipgyártó eszközök iránti globális kereslet növekedésére számíthattak.

Összességében a megfigyelt mintázat ismét a gyártókapacitással nem rendelkező és a berendezésgyártó szegmensben mutat kedvezőbb kumulált abnormális hozamokat, de mivel ezen az eseményen a keresztmetszeti korrelációra korrigált teszt nem jelez szignifikáns reakciót, ez nem értelmezhető bizonyított haszonként. Az ASML is vélhetően hasznot húzott a gyártóberendezések iránti kereslet várható növekedéséből.

A kelet-ázsiai vállalatok a várakozásoknak megfelelően vesztek értékükből, mivel az amerikai politika csökkenteni tervezte a külföldi beszállítóktól való függőséget. Fontos megjegyezni, hogy az Intel CAR-értéke negatív volt, annak ellenére, hogy a törvény középpontjában állt, valószínűleg azért, mert már korábban is rossz pénzügyi jelentéseket tett közzé, nehézségekkel küzdött, és ezért kockázatos volt, hogy mennyire tud majd ténylegesen profitálni a törvényből. A Qualcomm aluteltjesítése, az amerikai vállalatok általános pozitív trendjétől való eltérése is érdekes megfigyelés, amelynek oka talán az, hogy a befektetők úgy gondolták, a vállalat kevésbé lesz jogosult támogatásokra az ellátási láncban lévő kockázatok miatt.

Érdekes jelenség, hogy CAR-értékek a rövid időintervallumban ($[-1, 1]$) alig mozogtak, a hosszabb időintervallumokban (például a $[-5, 5]$) viszont jelentősen többet változtak, és láthatjuk, hogy a pozitív hangulat idővel erősödött, ahogy a törvény következményei és gyakorlati hatásai világossá váltak; így a törvény szenátusi elfogadása nem került azonnal beárazásra.

Biden elnök aláírja a CHIPS and Science Actet

A törvény 2022. augusztus 9-i Joe Biden elnök általi aláírását követően a mikrochip-gyártó vállalatok (a szakpolitika fő célpontjai) mutatták a legerősebb és legkövetkezetesebb pozitív reakciókat, különösen az LSTM-modellben.

A teljes minta kumulált átlagos abnormális hozama ezen az eseményen a rövid $[-1, 1]$ ablakban szignifikáns negatív ($-3,96$ százalék, a Kolari–Pynnönen-teszt p -értéke $0,004$), a hosszabb ablakokban viszont nem szignifikáns (1. táblázat). Emiatt az alábbi hosszabb távú vállalati megfigyelések csupán leíró jellegűek (6. táblázat). A TSMC ($+6,7$ százalék) és az UMC ($+10,5$ százalék) nagy pozitív kumulált abnormális hozamokat mutatott a $[-5, 5]$ eseményablakban, mivel a befektetők optimisták voltak a kereslet növekedését és a gyártás finanszírozását illetően, miután Joe Biden elnök aláírta a törvényt. Még a kínai SMIC is nyereséget könyvelhetett el ($+7,0$ százalék), mivel a befektetők arra számítottak, hogy a kínai kormány hazai beruházásokkal fog reagálni az amerikai szakpolitika változására, és fejleszteni fogja saját félvezetőiparát, mélyítve ezzel a konfliktust és a versenyt az Egyesült Államok és Kína között.

Az IDM-ek vegyes reakciókat mutattak, mivel a rövid távú CAR-értékek negatívak voltak a lineáris modellben (Intel $-1,3$, Micron $-3,6$ százalék), de az LSTM késleltetett optimizmust mutatott (Micron $+2,9$ százalék a $[-5, 5]$ időablakban). A Samsung és az SK Hynix koreai cégek minden ablakban és modellben negatívak voltak, mivel egyre nagyobb versenynek és politikai kockázatnak voltak kitéve. A gyártókapacitással nem rendelkező cégek rövid távon negatívan reagáltak (NVIDIA $-7,6$, AMD $-6,3$ százalék), mivel aggódtak az ellátási lánc rövid távú zavarai miatt, valamint vélhetően a legutóbbi események során a gyártókapacitással nem rendelkező cégek már beárazták a törvényt hatalmas, többnyire pozitív CAR-értékeikkel. Emellett az LSTM hosszabb időtávon javulást mutatott (AMD $+4,3$, MediaTek $+4,1$ százalék), amint a félelmek alábbhagytak, és a gyártókapacitással nem rendelkező szereplők biztonságosabb, megbízhatóbb és közelebbi gyártási lehetőségeket vártak.

6. táblázat

A CHIPS and Science Act Joe Biden elnök általi aláírásáról szóló eseményhatás-elemzés eredményei, kumulált abnormális hozamok (százalék)

| Vállalat | Lineáris [-1, 1] | LSTM [-1, 1] | Lineáris [-3, 3] | LSTM [-3, 3] | Lineáris [-5, 5] | LSTM [-5, 5] |
|--|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| <i>Integrált eszközgyártók (IDM)</i> | | | | | | |
| Intel Corporation | -1,283 | 0,940 | -2,280 | 2,012 | -4,231 | 0,702 |
| Texas Instruments Inc. | -2,359 | -0,563 | -2,400 | 1,012 | -2,646 | 1,908 |
| Micron Technology, Inc. | -3,632 | -1,099 | -2,292 | 2,400 | -3,234 | 2,860 |
| Samsung Electronics Co., Ltd. | -3,445 | -3,915 | -3,798 | -1,547 | -3,173 | -1,053 |
| SK Hynix Inc. | -6,234 | -6,552 | -6,841 | -3,197 | -1,940 | 1,889 |
| <i>Gyártókapacitással nem rendelkező cégek</i> | | | | | | |
| Qualcomm Incorporated | -4,494 | -2,238 | -3,222 | 0,866 | -5,303 | -1,005 |
| Broadcom Inc. | -1,848 | 0,311 | -1,068 | 2,980 | -1,879 | 2,905 |
| NVIDIA Corporation | -7,558 | -3,415 | -6,396 | 1,509 | -5,949 | 4,583 |
| Advanced Micro Devices, Inc. | -6,319 | -2,453 | -3,095 | 4,273 | -5,447 | 3,858 |
| MediaTek Inc. | -6,152 | -6,487 | -5,169 | 1,277 | -2,504 | 4,141 |
| <i>Mikrochipgyártó vállalatok</i> | | | | | | |
| Taiwan Semiconductor Manufacturing Co. Ltd. | -2,474 | -0,411 | 2,606 | 6,534 | 0,676 | 5,754 |
| United Microelectronics Corporation | -0,728 | 2,032 | 4,986 | 10,383 | 2,918 | 10,462 |
| Semiconductor Manufacturing International Corp. (SMIC) | -1,246 | -4,274 | 4,429 | 7,127 | 1,693 | 2,002 |
| Berendezésgyártók | -3,687 | -3,670 | 0,257 | 4,498 | 5,568 | 7,003 |
| <i>Berendezésgyártók</i> | | | | | | |
| ASML Holding N.V. | -4,642 | -1,341 | -6,456 | -0,224 | -9,835 | -1,902 |
| Applied Materials, Inc. | -2,764 | -1,487 | -0,076 | -0,332 | 0,000 | 1,700 |
| Lam Research Corporation | -6,225 | -3,053 | -2,670 | 3,352 | -4,069 | 3,809 |
| KLA Corporation | -7,611 | -4,508 | -6,768 | -0,953 | -7,151 | -0,003 |
| Egyéb | -8,469 | -5,154 | -9,720 | -3,367 | -10,602 | -1,989 |
| Apple Inc. | 0,032 | 2,512 | -0,822 | 3,882 | 0,315 | 6,045 |

Megjegyzés: a jelölés minden táblázatban egységes; a jelölések magyarázatát lásd a 2. táblázatban.
Forrás: saját számítások alapján saját összeállítás.

A berendezésgyártók (például a KLA, a Lam Research vagy az ASML) jelentős – akár 10,6 százalékos – rövid távú veszteségeket szenvedtek el a lineáris modellben. Az LSTM vegyesebb képet mutatott, az Applied Materials késői szakaszban nyereséget ért el (+3,8 százalék a [-5, 5] időablakban), mivel a befektetők felismerték a gyártókapacitás bővítéséből származó jövőbeli kereslet lehetőségét.

Ezúttal azonban az amerikai cégek vegyes hatásokat mutattak. Az Apple kiemelkedett nagy pozitív CAR-értékeivel az összes vizsgált eseményablakban az LSTM-modellben, mivel a befektetők azt várták, hogy a vállalat rendkívül gyorsan kihasználja majd az ellátási láncban megjelenő új hazai lehetőségeket. A tajvani gyártók tekinthetők az esemény további nagy nyerteseinek, míg a koreai cégek alulteljesítettek. A kínai cégek (különösen az SMIC) váratlan, mondhatni meglepő pozitív eredményeket értek el, főleg az LSTM-modellben, vélhetően azért, mert azt várták, hogy az amerikai technonacionalista politikára válaszul a kínai kormány is beruházásokat finanszírozzon majd ezen a területen.

A statisztikai következtetés a lineáris modellen alapul, a két modell alábbi összevetése csupán szemléltető célú. A lineáris modell a piac kezdeti szkepszisét tükrözte, míg az LSTM-modell késleltetett optimizmust jelzett, különösen azoknál a vállalatoknál, amelyek közvetlenül részesülnek a szakpolitika hosszú távú hatásaiból. Ez azt jelenti, hogy a befektetőknek időre van szükségük, hogy teljes mértékben megértsék a törvény következményeit, és ezek az információk beépüljenek a részvényárakba. A lineáris és az LSTM-modell közötti különbség ismét rávilágít arra, hogy mennyire fontos a szakpolitikai események által kiváltott késleltetett hatások és a nem lineáris reakciók figyelembevétele.

Összegezve, a robusztusan kimutatható eredmény ezen az eseményen a rövid távú, csoport szintű szignifikáns negatív árfolyam-reakció, míg a hosszabb távú, vállalat-specifikus mintázatok leíró megfigyelések. A mikrochipgyártóknál és egyes IDM-eknél a hosszabb időablakokban magasabb értékek figyelhetők meg, és a gyártókapacitással nem rendelkező cégeknél mérsékelten késleltetett optimizmust váltott ki a törvény aláírása. A rövid távú reakciók óvatosak vagy negatívak voltak, különösen a berendezésgyártók és a nem amerikai IDM-ek esetében.

Következtetések

Az amerikai félvezetőiparhoz köthető szakpolitikai törvények, mint az USICA, az America COMPETES Act és a CHIPS and Science Act elfogadása széles körű reakciókat váltott ki a globális mikrochipellátási láncban. Ezek a reakciók, amelyeket mind a lineáris, mind az LSTM-alapú eseményhatás-elemzésekkel vizsgáltunk, betekintést nyújtottak a befektetők iparpolitikával kapcsolatos hangulatába és azon várakozásaiba, hogy szerintük mely szereplők profitálnak majd az új jogszabályokból.

A keresztmetszeti korrelációra korrigált tesztek szerint nem minden jogalkotási mérföldkőnél mutatható ki szignifikáns reakció (a korai eseményeken nem látszik ilyen), ezért az alábbi általánosítás csoport szinten csak a szignifikáns eseményekre (a H.R. 4346 alkalmazásának bejelentésére és a törvény elnöki aláírására) érvényes. Az amerikai székhelyű, gyártókapacitással nem rendelkező cégek, különösen az NVIDIA, az AMD és a Qualcomm, a szignifikáns eseményekre csoport szinten kedvezően reagáltak szegmensébe tartoztak, de nem minden jogalkotási mérföldkő esetében mutatható ki szignifikáns reakció. Ennek egyik lehetséges oka az üzleti modelljük, amely a chip-tervezésre koncentrálna anélkül, hogy viselniük kellene a gyártóüzemek fenntartásának

terhét. Ez lehetővé teszi számukra, hogy profitáljanak a hazai gyártási kapacitás várható kibővítéséből és az ellátási lánc rugalmasabbá válásából. A támogatást kapó hazai gyártókkal kötött partneri megállapodások révén gyorsabban, közelebb és megbízhatóbban, nagyobb biztonsággal tudják legyártatni mikrochipterveiket.

Az Intelhez és a Texas Instrumentshez hasonló IDM-ek vegyesebb eredményeket értek el. Az Intel bizonyos időszakokban jól teljesített (különösen az H.R. 4346 alkalmazásának bejelentésekor), de eredményei nem mutattak egy irányba, vélhetően azért, mivel a vállalat már korábban is nehézségekkel küzdött. Ez azt is tükrözi, hogy a befektetők szkeptikusak voltak a vállalat azon képességét illetően, hogy teljes mértékben ki tudja-e majd használni a szakpolitikai változásokból adódó lehetőségeket. A Micron és az SK Hynix csak később reagált erőteljesebben, ami arra utal, hogy a befektetők késleltetve értékelték újra a cégeknek az amerikai ellátási láncban betöltött szerepét.

A mikrochipgyártó cégek, különösen a TSMC és az UMC, kezdetben negatív vagy stagnáló kumulált abnormális hozamokat értek el, valószínűleg az amerikai *reshoring*-törekvések miatti félelmek következtében. De amikor a piac elkezdte figyelembe venni ezeknek a cégeknek az amerikai terjeszkedési terveit, mint például a TSMC gyárát Phoenixben, a hangulat pozitívrá fordult. Ez arra utal, hogy a befektetők a globalizációt és az amerikai beruházásokat nem egymást kizáró, hanem egymást kiegészítő tényezőknek tekintik. Ez alól a kínai vállalatok kivételt képeztek, mivel a Kína és az Egyesült Államok közötti konfliktus egyre mélyül. Az SMIC-hez hasonló kínai vállalatok esetében nagyon ingadozó reakciók voltak tapasztalhatók, ami a geopolitikai feszültségekkel és az amerikai vezetésű ökoszisztémákból való potenciális kizárással kapcsolatos folyamatos aggodalmakra utal.

A gyártóüzemekhez szükséges eszközöket készítő vállalatok, vagyis a mikrochipek előállításához szükséges berendezéseket gyártó vállalatok, mint az ASML, az Applied Materials és a Lam Research, mutatták a legerőteljesebb és leginkább állandó pozitív hozamokat, különösen a CHIPS and Science Act elfogadásának előrehaladására reagálva.

A lineáris és az LSTM-modell módszertani különbségeit illetően megállapíthatjuk, hogy az LSTM következetesen erősebb, nem lineáris és késleltetett reakciókat is rögzített. Ez kiemeli az LSTM-modell előnyét a politikai változások gazdasági szereplőkre gyakorolt hatásának modellezésében, és képes arra, hogy bemutassa a szakpolitika differenciált hatását a különböző üzleti modellekre és földrajzi területekre.

Végül pedig a piac a CHIPS and Science Acthez kapcsolódó jogszabályoktól a hazai félvezetőipar versenyképességének javulását várta, és ezt a várakozást a részvényárfolyamok be is árazták, ami a teljes globális ellátási láncra kihatott. A szignifikáns eseményekre csoportszinten az amerikai hazai szegmens reagált a legkedvezőbbben. Őket a stratégiai amerikai kapcsolatokkal rendelkező nemzetközi szereplők követték, de a kínai szereplők elmaradtak, ami összhangban áll az amerikai–kínai geopolitikai szakadék mélyülésével.

A keresztmetszeti korrelációra korrigált (Kolari–Pynnönen-féle) tesztek alapján az eredmények a hipotéziseket csak részben és differenciáltan támasztják alá. Robusztusan kimutatható reakció két eseményhez kötődik: a H.R. 4346

hordozótörvény alkalmazásának bejelentéséhez társuló szignifikáns pozitív csoportszintű reakció (CAAR + 4 százalék felett, Kolari–Pynnönen-teszt p -értéke $< 0,05$ több ablakban), illetve a törvény Biden általi aláírásához kötődő szignifikáns rövid távú negatív reakció (CAAR –3,96 százalék, Kolari–Pynnönen-féle $p = 0,004$ a $[-1, 1]$ ablakban). A két korai eseményre (az USICA és az America COMPETES Act elfogadására) egyetlen ablakban sem mutatható ki szignifikáns piaci reakció. Az első két hipotézis így csak csoportszinten, részlegesen tartható, míg a harmadik hipotézist, amely szerint a gyártókapacitás nélküli vállalatok pozitívabban reagáltak, mint az integrált eszközgyártók, a csoportkülönbségteszt csak gyengén támasztja alá: a különbség a húsz eseményablak-cellából mindössze kettőben szignifikáns (az America COMPETES esemény $[-10, 1]$ ablakában, illetve a H.R. 4346 esemény $[-5, 5]$ ablakában). Ezzel szemben új, megerősített strukturális eredmény, hogy az aláírási eseményen a bérnyújtók és az integrált eszközgyártók közötti különbség statisztikailag erősen szignifikáns (a $[-3, 3]$ és $[-5, 5]$ ablakban a *foun-dry*-együttható p -értéke $< 0,001$).

A törvény különböző üzleti modellekre gyakorolt eltérő hatása, különösen az amerikai székhelyű, gyártókapacitás nélküli vállalatok és berendezésgyártók erőteljes pozitív reakciója összhangban áll azzal, hogy a CHIPS and Science Act a szignifikáns eseményeket követően csoportszinten a hazai félvezetőipar számára kedvező árfolyamhatással járt, ami a versenyképesség javulásának irányába mutat. Bemutattuk továbbá azt is, hogy az iparpolitika hogyan gyakorolhat aszimmetrikus hatást, egyes vállalatokat és a beszállítói lánc részeit – mind az Egyesült Államokban, mind globálisan – másokkal szemben előnyben részesítve.

A kutatás egyik fő korlátja, hogy csak az egyes eseményeket vizsgálta, legfeljebb 5 napig, ami nem tette lehetővé a hosszú távú hatások megragadását. Emellett az elemzett események közelében a vizsgált események mellett természetesen más politikai vagy piaci események is történhettek, amelyeket nem vizsgáltunk, így elkülöníteni sem tudtuk tőlük az eredményeinket. Egy következő kutatás éppen ezért vizsgálhatna szélesebb körű eseményeket is, különösen azokat, amelyek során konkrét támogatásokat osztanak ki vállalatoknak, valamint az új gyártóüzemek vagy más, a mikrochipellátási láncon belüli olyan projektek bejelentéseit, amelyek a szakpolitika eredményeként jönnek létre. További módszertani korlát, hogy az öt vizsgált esemény időben közel esik egymáshoz, különösen a 2022. nyári három fázis (július 19., július 27., augusztus 9.), amelyek részben ugyanazon törvény elfogadási folyamatának lépései, és átfedő eseményablakokkal rendelkeznek, ezért az eseményeket nem teljesen független megfigyelésként kezeljük. A Kolari–Pynnönen-korrektúra a vállalatok közötti keresztmetzeti korrelációt kezeli, de az események közötti időbeli összefüggésekre nincs tekintettel.

Hivatkozások

Altrichter, P., Horváth, G., Pataki, P., Strausz, A., Takács, B., & Valyon, J. (2007). *Neurális hálózatok*. Panem.

- Atkinson, R. D. (2022). *Why the CHIPS Act is essential for U.S. innovation*. Information Technology and Innovation Foundation. <https://www2.itif.org/2022-strategic-industry-policy.pdf>
- Avdaliani, E. (2023). *Ukraine war ushers in a new bipolar world led by the US and China*. Stimson. <https://www.stimson.org/2023/ukraine-war-ushers-in-a-new-bipolar-world-led-by-the-us-and-china/>
- Boehmer, E., Musumeci, J., & Poulsen, A. B. (1991). Event-study methodology under conditions of event-induced variance. *Journal of Financial Economics*, 30(2), 253–272. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(91\)90032-F](https://doi.org/10.1016/0304-405X(91)90032-F)
- Campbell, J. Y., Lo, A. W., & MacKinlay, A. C. (1997). *The econometrics of financial markets*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400830213>
- Corrado, C. J. (1989). A nonparametric test for abnormal security-price performance in event studies. *Journal of Financial Economics*, 23(2), 385–395. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(89\)90064-0](https://doi.org/10.1016/0304-405X(89)90064-0)
- Cowan, A. R. (1992). Nonparametric event study tests. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 2(4), 343–358. <https://doi.org/10.1007/BF00939016>
- Cséfalvay, Z. (2024). *Szabadság – innováció – gazda(g)ság. A siker titkai a digitális korban*. MCC Press.
- Edgerton, D. E. H. (2007). The contradictions of techno-nationalism and techno-globalism: A historical perspective. *New Global Studies*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.2202/1940-0004.1013>
- Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383–417. <https://doi.org/10.2307/2325486>
- Fama, E. F., Fisher, L., Jensen, M. C., & Roll, R. (1969). The adjustment of stock prices to new information. *International Economic Review*, 10(1), 1–21. <https://doi.org/10.2307/2525569>
- Foreign Policy Analytics. (2021). *Semiconductors and the U.S.–China innovation race*. Foreign Policy. <https://foreignpolicy.com/2021/02/16/semiconductors-us-china-taiwan-technology-innovation-competition/>
- Goldstein, A. (2020). US–China rivalry in the twenty-first century: Déjà vu and Cold War II. *China International Strategy Review*, 2, 48–62. <https://doi.org/10.1007/s42533-020-00036-w>
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press. <http://www.deeplearningbook.org>
- Haramboure, A., Lalanne, G., Schwellnus, C., & Guilhoto, J. (2023). *Vulnerabilities in the semiconductor supply chain* (OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2023/05). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/2d21685a-en>
- Hilton, I. (2024). *Taiwan makes the majority of the world's computer chips. Now it's running out of electricity*. Wired. <https://www.wired.com/story/taiwan-makes-the-majority-of-the-worlds-computer-chips-now-its-running-out-of-electricity/>
- Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. *Neural Computation*, 9(8), 1735–1780. <https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735>
- Intel. (2022). *Intel reports second-quarter 2022 financial results*. <https://www.intc.com/news-events/press-releases/detail/1563/intel-reports-second-quarter-2022-financial-results>
- Kolari, J. W., & Pynnönen, S. (2010). Event study testing with cross-sectional correlation of abnormal returns. *The Review of Financial Studies*, 23(11), 3996–4025. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhq072>
- Kolari, J. W., & Pynnönen, S. (2011). Nonparametric rank tests for event studies. *Journal of Empirical Finance*, 18(5), 953–971. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2011.08.003>

- Kupchan, C. (2021). Bipolarity is back: Why it matters. *The Washington Quarterly*, 44(4), 123–139. <https://doi.org/10.1080/0163660X.2021.2020457>
- Library of Congress. (2025). *The legislative process: Overview*. <https://www.congress.gov/legislative-process>
- Lind, J. (2024). Back to bipolarity: How China's rise transformed the balance of power. *International Security*, 49(2), 7–55. https://doi.org/10.1162/isec_a_00494
- Luo, Y., & Van Assche, A. (2023). The rise of techno-geopolitical uncertainty: Implications of the United States CHIPS and Science Act. *Journal of International Business Studies*, 54, 1423–1440. <https://doi.org/10.1057/s41267-023-00620-3>
- MacKinlay, A. C. (1997). Event studies in economics and finance. *Journal of Economic Literature*, 35(1), 13–39. <https://www.jstor.org/stable/2729691>
- Miedema, F. (2022). *Event study vs. machine learning: Challenging the fundamentals of the event study methodology*. <https://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=161300>
- Miller, C. (2022). *Chip war: The fight for the world's most critical technology*. Simon & Schuster.
- Neuhierl, A., Scherbina, A., & Schlusche, B. (2011). *Market reaction to corporate press releases*. SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1556532>
- Patell, J. M. (1976). Corporate forecasts of earnings per share and stock price behavior: Empirical tests. *Journal of Accounting Research*, 14(2), 246–276. <https://doi.org/10.2307/2490543>
- Schimmer, M. (2012). *Competitive dynamics in the global insurance industry: Strategic groups, competitive moves, and firm performance*. Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-8349-3992-0>
- Szentesi, A. G. (2024). *Tajvan meghatározó gazdasági dependenciái. A kínai és az amerikai reláció. Tőzsdei korrelációanalízis és eseményelemzés (Szakdolgozat, Pannon Egyetem)*. <https://konyvtar.uni-pannon.hu/hu/dokumentum-kezelo/219-szentesi-ambrus-gabor-thesis-hu/file>
- TSMC. (2025). *TSMC Arizona*. <https://www.tsmc.com/static/abouttsmc/az/index.htm>
- U.S. Congress. (2021a). *National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2021*, Pub. L. No. 116–283. <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/6395>
- U.S. Congress. (2021b). *Endless Frontier Act*, H.R. 2731, 117th Congress. <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/2731>
- U.S. Congress. (2021c). *U.S. Innovation and Competition Act*, S.1260, 117th Congress. <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/senate-bill/1260>
- U.S. Congress. (2021d). *Legislative Branch Appropriations Act*, H.R. 4346, 117th Congress. <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346>
- U.S. Congress. (2022a). *America COMPETES Act of 2022*, H.R. 4521, 117th Congress. <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4521>
- U.S. Congress. (2022b). *CHIPS and Science Act of 2022*, H.R. 4346, 117th Congress <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346>
- Varadarajan, R., Koch-Weser, I., Richard, C., Singh, J., Thornton, M., & Casanova, R. (2024). *Emerging resilience in the semiconductor supply chain*. Boston Consulting Group. <https://www.bcg.com/publications/2024/emerging-resilience-in-semiconductor-supply-chain>
- Wolf, M., Schimmer, M., Levchenko, A., & Müller, S. (2014). *Introduction to the event study methodology*. EventStudyTools (Research Apps). <https://www.eventstudytools.com/introduction-event-study-methodology>
- Zhou, Z.-H. (2012). *Ensemble methods: Foundations and algorithms*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b12207>