

Mesterséges intelligencia, globalizáció és a gazdasági fejlődés stratégiái†

Anton Korinek* és Joseph E. Stiglitz** 146. sz.

munkadokumentum.

február 4th, 2021

ABSZTRAKT

A mesterséges intelligencia és az automatizálási technológiák kapcsolódó formáinak fejlődése azzal fenyeget, hogy visszafordítja a fejlődő országok és a feltörekvő piacok világgazdaságba való integrálódásából az elmúlt fél évszázadban elért előnyöket, súlyosbítva a szegénységet és az egyenlőtlenséget. Az új technológiák hajlamosak a munkaerő- és erőforrás-takarékosságra, valamint a fejlett országokat előnyben részesítő, "a győztes mindent visz" dinamikát eredményeznek. Elemezzük az e fejlemények mögött álló gazdasági erőket, és olyan gazdaságpolitikákat írunk le, amelyek enyhítenék a fejlődő és feltörekvő gazdaságokra gyakorolt kedvezőtlen hatásokat, miközben kihasználnák a technológiai fejlődésből származó potenciális előnyöket. A globális gazdasági kormányzási rendszerünk olyan reformjait is ismertetjük, amelyek szélesebb körben osztoznának a fejlődő országok között a mesterséges intelligenciából származó előnyökön.

<https://doi.org/10.36687/inetwp146>

JEL-kódok: E64, D63, O3

Kulcsszavak: Mesterséges intelligencia, egyenlőtlenség, technológiai fejlődés, újraelosztás.

† Köszönjük Avital Balwit, Katya Klinova, Rafael Proença, Martin Schindler, Don Suh és a 2020-as IMF/INET Konferencia a makroökonómiáról a mesterséges intelligencia korában résztvevőinek az értő észrevételeket és javaslatokat. Köszönjük az Institute for New Economic Thinking pénzügyi támogatását.

* docens, közgazdasági tanszék és Darden School of Business, University of Virginia

** Közgazdászprofesszor, Columbia Egyetem

1	Bevezetés	2
2	A technológiai fejlődés hátrányos kockázatai	6
2.1	Erőforrás-takarékos technológiai fejlődés	8
2.2	Munkamegtakarítást eredményező technológiai fejlődés.....	12
2.3	Információ, digitális monopóliumok és szupersztárok.....	19
2.4	Elhibázott technológiai fejlődés	20
2.5	A mesterséges intelligenciával kapcsolatos szélesebb körű károk.....	21
3	A lefelé mutató kockázatok értékelése	22
3.1	Bizonytalanság a haladás ütemét és mértékét illetően	22
3.2	A termelékenységi rejtvény: Tényleg a példátlan innováció korszakát éljük?	24
3.3	A mesterséges intelligencia a fejlesztés tágabb kontextusába helyezése	24
3.4	Technológiai változás és a zöld átmenet	25
4	A múltbeli technológiai átalakulások tanulságai	26
4.1	Az ipari forradalom előtti időszak	27
4.2	Ipari forradalom	28
4.3	Gyártásalapú exportvezérelt növekedés.....	30
4.4	Mi a különbség ezúttal.....	31
5	Gazdaságpolitikai válaszok.....	32
5.1	Adózás és újraelosztás.....	32
5.2	Kiadások és infrastrukturális politika	35
5.3	Oktatás	35
5.4	Új fejlesztési stratégiák.....	36
6	Gazdasági fejlődés és globális kormányzás.....	39
6.1	Globális adórendszer a digitális korban	40
6.2	Globális versenypolitika.....	41
6.3	Szellemi tulajdonjogok.....	42
6.4	Adat- és információs politika	43
7	Következtetés	44
	Függelék: Cobb-Douglas termelési függvények izokvantumai és tényezőár-határai.....	52

1 Bevezetés

Világszerte félnek a mesterséges intelligencia és az automatizálási technológiák kapcsolódó formái által okozott munkahelyek megszűnésétől és az egyenlőtlenségek növekedésétől. A fejlődő országoknak és a feltörekvő piacgazdaságoknak még több okuk van az aggodalomra, mint a magas jövedelmű országoknak, mivel komparatív előnyük a világgazdaságban a bőséges munkaerőre és természeti erőforrásokra épül.¹ A munkaerő és a természeti erőforrások csökkenő megtérülése, valamint az új információs technológiák által előidézett "a győztes mindent visz" dinamika további elszegényedéshez vezethet a fejlődő világban. Ez aláásná azokat a gyors eredményeket, amelyek az elmúlt ötven év fejlődési sikereit jellemezték, és veszélyeztetné a szegénység és az egyenlőtlenségek csökkentése terén elért eredményeket.

¹ Elemzésünk és az ebben a dokumentumban tett megállapításaink a legtöbb fejlődő országra és feltörekvő piacgazdaságra egyaránt vonatkoznak. A kifejtés tömörsége érdekében a továbbiakban csak a

fejlődő országokra hivatkozunk.

Az elmúlt fél évszázad nagy részében az a feltételezés uralkodott, hogy a technológiai fejlődés mindenki javát szolgálja - a neoliberalizmust jellemző "lecsorgó pénz" dogma által megtestesítve. Soha nem volt azonban olyan közgazdasági elmélet, amely azt állította volna, hogy a technológiai fejlődés *szükségszerűen* mindenkinek előnyére válik; és számos közgazdasági kutatás arra figyelmeztetett, hogy ez nem feltétlenül így van, és hogy a technológiai fejlődés nyerteseket és veszteseket egyaránt hozhat létre - lásd Korinek és Stiglitz (2019) áttekintését. Mindaddig, amíg a technológiai fejlődés nyertesei és vesztesei egyazon országon belül helyezkednek el, legalábbis fennáll annak a lehetősége, hogy a belpolitikai intézkedések kompenzálhassák a veszteségeket. Ha azonban a technológiai fejlődés rontja a kereskedelmi feltételeket, és ezáltal egész országok komparatív előnyét ássa alá, a belpolitikai intézkedések nem elegendőek ahhoz, hogy kompenzálják a fejlődés veszteségeit, és egész nemzetek kerülhetnek rosszabb helyzetbe.

Ez az írás amellet érvel, hogy a technológiai fejlődés fejlődő országokra gyakorolt hatásával kapcsolatos aggodalmak jogosak lehetnek - a fejlődő országoknak a jövőben új kihívásokkal kell szembenéznük. A tanulmány azonban azt is bemutatja, hogy vannak olyan politikai intézkedések, amelyek enyhítik a kedvezőtlen hatásokat, így a technológiai fejlődés egy olyan világot eredményezhet, amelyben nagyobb a *közös* jólét. Ezek mind a hazai politikákat és fejlesztési stratégiákat, mind a nemzetközi együttműködést és az információs gazdaságra vonatkozó globális szabályok átírását magukban foglalják.

Két egyszerű modell felvázolásával kezdjük, amelyek megragadják a mesterséges intelligencia és a kapcsolódó technológiák legfontosabb tulajdonságait, amelyek a közelmúltbeli technológiai fejlődéssel kapcsolatos aggodalmak hátterében állnak. A mesterséges intelligencia valószínűleg erőforrás- és munkaerő-takarékos lesz, ami számos fejlődő ország komparatív előnyének forrásait leértékeli, rontja kereskedelmi feltételeiket, és abszolút értelemben rosszabb helyzetbe hozhatja őket. Megmutatjuk, hogy az innovációk hosszú távon is lehetnek munkaerő-megtakarítók, ha a gazdaság tőkeállománya alkalmazkodott az új technológiai fejlesztésekhez. Egyes országok (pl. Kína) elég mély gazdasági átalakuláson mentek keresztül ahhoz, hogy komparatív előnyeik eltolódtak, így a mesterséges intelligencia forradalmának nyertesei közé tartozhatnak. Más országok esetében azonban a mesterséges intelligencia megállíthatja vagy visszafordíthatja a gazdag országok életszínvonalához való közeledést, amelyet az elmúlt évszázad nagy részében tapasztaltak.

Az olyan információs technológiák, mint a mesterséges intelligencia, szintén hajlamosak természetes monopóliumok kialakulásához vezetni, létrehozva egy kis csoport úgynevezett szupersztár céget, amelyek néhány erős országban találhatóak, de az egész világgazdaságot kiszolgálják. A piac által választott technológiai fejlődés üteme és iránya általában szuboptimális. Ez lehetőséget teremt arra, hogy a mesterséges intelligencia és más

technológiák terén az innovációt olyan irányba tereljük, amely növeli a globális társadalmi jólétet, például a bolygó megőrzésével vagy kielégítő foglalkoztatási lehetőségek megteremtésével, ahelyett, hogy a munkát helyettesítené, és még több munkanélküliséget és egyenlőtlenséget teremtene. Mivel az innováció irányát nagyrészt a fejlett országok politikái határozzák meg, nem feltételezhető, hogy a technológia iránya

ilyen formákat öltenek. Azonban még ha a fejlett országok meg is határozzák az innováció általános irányvonalát, a fejlődő országokban van lehetőség az alkalmazkodásra a munkaerő-felhasználóbb technológiák irányába.

Egy lépéssel hátrébb lépve értékeliük, hogy a jelenlegi ismereteink alapján mennyire indokoltak a technológiai fejlődéssel kapcsolatos aggodalmak. Megállapítjuk, hogy a mesterséges intelligencia hatásait illetően még a terület szakértői körében is nagy a bizonytalanság. Egyesek szerint a mesterséges intelligencia kevésbé fontos, mint a 20. század nagy innovációith és meglehetősen korlátozott hatással lesz a gazdaságra, míg mások odáig mennek, hogy azt jósolják, hogy a mesterséges intelligencia gyorsabb technológiai fejlődéshez fog vezetni, mint amelyet az emberiség valaha is látott. Azt is megvitatjuk, hogyan egyeztethető össze a technológusok körében az elmúlt évtizedben tapasztalt pezsgés a gazdasági adatokkal, amelyek szerint a termelékenység meglehetősen szerény mértékben nőtt ebben az időszakban - amit az úgynevezett termelékenységi rejtély fogalmaz meg. Végezetül elemezzük, hogy a mesterséges intelligencia fejlődése által generált erők hogyan lépnek kölcsönhatásba más közelmúltbeli fejleményekkel, különösen a COVID-19 világjárvánnyal, a világi népességdinamikával és a zöld átmenet szükségességével.

Tekintettel a mesterséges intelligenciát övező bizonytalanságokra, és az innováció irányítására vonatkozó meglátásainkat a gazdasági kutatásra alkalmazva megállapítjuk, hogy jólét-maximalizáló lenne saját kutatásainkat olyan irányba terelni, ahol a gazdasági elemzés várható társadalmi hozzáadott értéke a legnagyobb, és különösen alaposan átgondolni a társadalmunkat nagymértékben megzavaró potenciális eseményeket.

Ahhoz, hogy megragadjuk a történelmiséget, nézzük meg a technológiai fejlődés szélesebb körű történetét. Az emberiség történelmének nagy részét a malthusiánus szakaszban töltötte, amikor a népesség túlnyomó többsége a létminimumon élt. Az ipari forradalom, amely az életszínvonalat emelte, valamivel több mint két évszázaddal ezelőtt kezdődött, és csak egy apró esemény volt az emberiség történetében. A fejlődő országok esetében a kelet-ázsiai csodát lehetővé tevő, a gyártáson alapuló, exportvezérelt növekedés korszaka az elmúlt fél évszázadon át tartott - az ipari forradalom történetének csupán egynegyede.

Könnyen elképzelhető, hogy most egy másik korszakba lépünk. Még az a veszély is fennáll, hogy a mesterséges intelligencia fejlődése által okozott kereskedelmi veszteségek a fejlődő országokat ismét a malthusi dinamikába taszítják, amely történelmünk nagy részét jellemezte. Az ipari forradalom azonban bőséges tanulsággal szolgál az innováció pozitív irányításának módjáról is: a technológiai forradalmak nagyon bomlasztóak, de a kollektív fellépés enyhítheti a káros hatásokat, és olyan környezetet teremthet, amelyben a nyereséget széles körben megosztják. Az ipari forradalom munkaerő-felhasználó jellege a munka korát nyitotta meg, amelyben a munkások gazdasági előnyei a politikai dinamikát is a javukra fordították, de

fennáll a veszélye annak, hogy a jövőbeni munkaerő-megtakarító fejlődés ennek az ellenkezőjét eredményezi. A gyáripár hanyatlása megkérdőjelezi a múlt gyártásalapú, exportvezérelt növekedési modelljét, de megfigyeljük, hogy helyét egy új, több lábon álló stratégiát követő fejlesztési modell veheti át.

A fejlődő országok számára a legfontosabb politikai kérdés az, hogy hogyan növelhetik a technológiai fejlődés jótékony hatásainak valószínűségét. Olyan konkrét szakpolitikák körvonalazódnak, amelyek biztosítják, hogy a technológiai fejlődés széles körben megosztott jóléthez vezessen, és amelyek mérséklik a jövedelemelosztásra gyakorolt kedvezőtlen hatásait. Az adózás és az újraelosztás az intézkedések első sorát jelenti a fejlődés veszteségeinek kompenzálására, bár az újraelosztás lehetőségei korlátozottak lehetnek a fejlődő országokban. A célzott kiadási politikák kettős feladatot is elláthatnak: jövedelmet biztosítanak a munkavállalóknak és értékes társadalmi hozamot - például az oktatásba vagy az infrastruktúrába történő beruházások mind munkaigényesek, mind pedig növelik az országok humán tőkéjét és fizikai infrastruktúráját, amelyek mind a digitális szakadék áthidalását szolgálják, és biztosítják, hogy minden polgár részt vehessen a digitális technológiák nyújtotta lehetőségekben. A feldolgozóipari alapú, exportvezérelt növekedési modell felváltása érdekében a fejlődő országok új irányba terelhetnék a technológiai fejlődést és a technológia átvételét, részben a modern mesterséges intelligencia és más digitális technológiák által a mezőgazdaságban és a szolgáltatásokban nyújtott lehetőségek kihasználásával.

Végezetül ismertetünk egy sor olyan nemzetek feletti szintű szakpolitikát, amelyek célja a globális kormányzási rendszerünk olyan módon történő megreformálása, amely lehetővé teszi a fejlődő országok számára, hogy nagyobb hasznot húzzanak a mesterséges intelligencia és más információs technológiák fejlődéséből, miközben kezelik ezen új technológiák hátrányait. A digitális korszak globális adórendszere lehetővé tenné az országok számára, hogy adót vessenek ki a határaikon belüli tranzakciókra. A tőkére kivetett globális minimális adókulcs pedig ösztönözhetné a tőkét megtakarító/munkaerő-felhasználó innovációt. A versenypolitika is egyre inkább olyan szakpolitikai terület, amely átlépi a nemzeti határokat, mivel a digitális óriások lábnyoma globális, és a származási országuk hatóságai nem rendelkeznek a versenypiac biztosításához szükséges ösztönzőkkel.

A jelenlegi szellemi tulajdonjogi rendszerek nincsenek összhangban a fejlődő országok igényeivel és körülményeivel, és megreformálhatók. Ezen túlmenően az információs politika, beleértve az adatszabályozást is, nemzetek feletti szinten történő kezelése olyan fejlődő országoknak adna hangot, amelyek egyébként nem tudnák befolyásolni az ilyen politikák kialakítását.

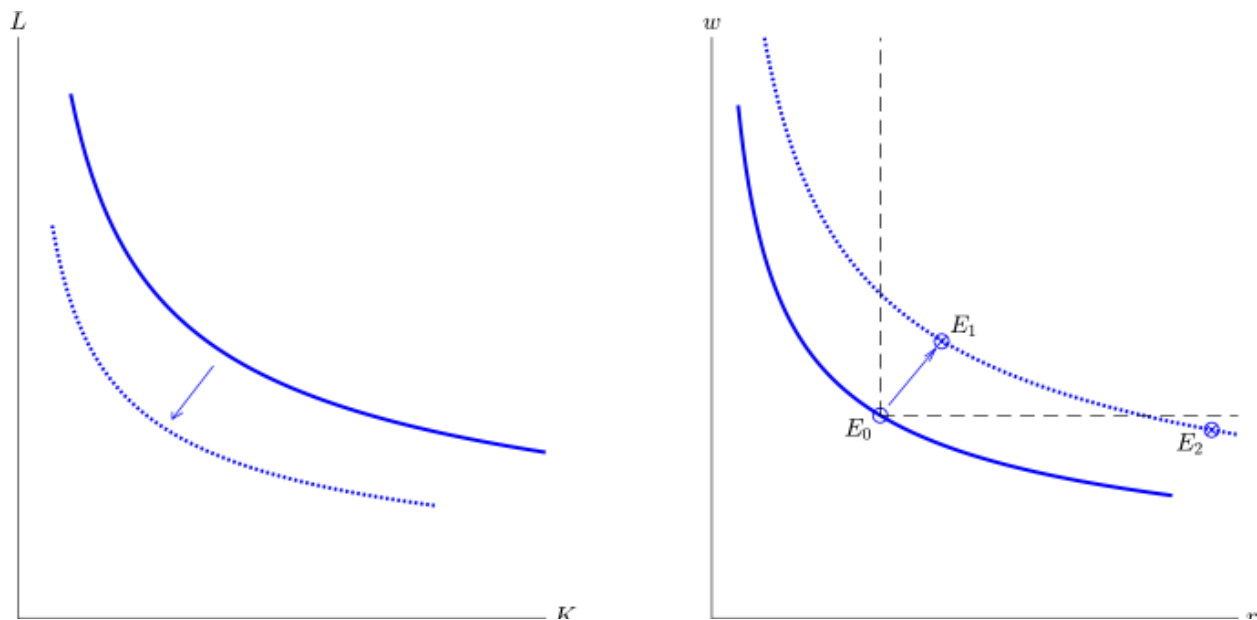
A cikk további része a következőképpen szerveződik. A második részben két egyszerű modellt mutatunk be, hogy áttekintést adjunk az automatizálás és a mesterséges intelligencia okozta zavarok gazdasági szférában jelentkező hátrányos kockázatairól. A harmadik szakaszban a hatások természetét és mértékét, valamint a tágabb összefüggéseket övező bizonytalanságokat tárgyaljuk. A negyedik szakaszban áttekintjük, hogy mit tanulhatunk a technológiai fejlődés nagyobb történelmi képéből. Az ötödik szakasz a kormányzati politika kritikus szerepét taglalja a technológiai fejlődés hatásainak kezelésében és az innováció

előnyeinek széles körű megosztásának lehetővé tételében. A hatodik szakasz azt elemzi, hogy globális kormányzási rendszerünket hogyan kell aktualizálni ahhoz, hogy a fejlődő országok maximalizálhassák a mesterséges intelligencia és más digitális technológiák fejlődéséből származó előnyöket és minimalizálhassák a költségeket.

2 A technológiai fejlődés hátulütő kockázatai Progress

Az elmúlt fél évszázad nagy részében az volt a feltételezés, hogy a technológiai fejlődés mindenki javát szolgálja - ez a neoliberalizmust jellemző "csepegtető" dogmában testesült meg. Ezt a feltételezést sem elmélet, sem bizonyíték nem támasztotta alá. A közgazdasági elmélet ugyanis mindig is úgy vélte, hogy a technológiai fejlődés nyerteseket és veszteseket hozhat létre, és nem feltétlenül válik mindenki javára. Az USA és néhány más magas jövedelmű ország elmúlt fél évszázadban szerzett tapasztalatai azt mutatták, hogy az ilyen aggodalmak jogosak: a növekedésből származó előnyök nagy része a felsőbb rétegekhez került, és a jövedelemeloszlás alján lévők nagy részének reáljövedelme csökkent.

A következő oldalakon bemutatunk néhány elemzési eredményt, amelyek leírják, hogy a mesterséges intelligencia fejlődése miért lehet egyszerre munkaerő- vagy erőforrás-megtakarítás, és miért ronthatja egyes fejlődő országok helyzetét. Néhány olvasó talán át akarja ugrani a matematikát, de remélhetőleg megtalálja a körülötte zajló vitát.



1. ábra: Isokvantumok és tényezőár-

hasznos.

Egy versenyképes gazdaság kontextusában a technológiai fejlődésre úgy gondolhatunk, mint a gazdaságnak egy adott mennyiségű kibocsátás előállításához szükséges inputokat megragadó izoquantumok eltolódására. Az 1. ábra bal oldali paneljén a fejlődést egy olyan gazdaságban szemléltetjük, amelyben a kibocsátást a tőke \square és a munka \square kombinálásával állítjuk elő egy adott mennyiség előállításához; vagy több tőkét, vagy több munkát használhatunk. A haladás az izoquantumokat befelé tolja el, ami azt mutatja, hogy kevesebb ráfordításra van szükségünk egy

adott kibocsátás előállításához. (Egy többjavú gazdaságban a technológiai fejlődést úgy is megragadhatjuk, mint a termelési lehetőségek határának elmozdulását, ami azt tükrözi, hogy egy adott tényező

az adottságok különböző javak előállítására használhatók fel: a fejlődés azt jelenti, hogy adott tényező-ráfordításokkal több outputot lehet előállítani). A termelési képességek ilyen mértékű növekedése azonban általában nem árulja el, hogy a haladásból származó nyereségek hogyan oszlanak meg.

Az eloszlás kérdésében nagyon hasznos fogalom a tényezőár-határ, amely a leírt izoquantumok kettőse: megadja az egyik tényező legmagasabb lehetséges hozamát, figyelembe véve a többi tényező hozamát. A technológiai fejlődés elmozdítja a tényezőár-határt. Intuitív módon ez azt jelenti, hogy minden tényezőt jobbra lehet tenni. Az 1. ábra jobb oldali paneljében a tényezőár-határt szemléltetjük egy tőke-munkaerő gazdaságban, ahol a munkaerő és a tőke \square bért és \square bérleti díjat keres. Ha a gazdaság magas tőke-munka arány mellett működik (balra fent), a bérek magasak, a bérleti ráta pedig alacsony; ha a gazdaság alacsonyabb tőke-munka arány mellett működik (jobbra lent), a bérek alacsonyak, a bérleti ráta pedig magas. A technológiai fejlődés eltolja a tényezőár-határt, ami azt jelenti, hogy minden tényező többet kereshet.

A tényezőár-határon van egy bizonyos pont, amely adott tényezőadottságok mellett a versenyegyenleget képviseli, és amelyet az ábrán a \square_0 pont szemléltet. Ha a technológiai fejlődés Hicks-semleges, akkor a versenyegyenlőség minden tényezőt egyenlő arányban tesz jobbá, mint az \square_1 pont. Ez azonban egy késhegyre menő eset. Tágabb értelemben a versenyegyenlőség a tényezőár-határnak egy olyan pontját jelölheti ki, ahol egyes tényezőtulajdonosok többet nyernek, mint mások, vagy akár olyan pontot is, ahol az összes nyereség és még néhány további nyereség az egyik csoportot illeti meg, és a többi csoport egy része rosszabbul jár, amit az \square_2 pont jelez. Nincs biztosíték arra, hogy a technológiai fejlődés mindenkit jobb helyzetbe hoz a versenyegyensúlyban, még akkor sem, ha elegendő kibocsátás van ahhoz, hogy mindenki jobban járjon. A függelékben egy Cobb-Douglas termelési technológiát alkalmazó példára vonatkozó levezetések találhatók.

Van egy egyszerű kritérium annak értékelésére, hogy az innováció a bérek emelkedését fogja-e eredményezni (mint a \square_1) vagy lefelé (mint E_2): akár az eredeti bér (w_0) mellett nő vagy csökken a munkaerő iránti kereslet. Az alábbi elemzés nagy része annak vizsgálata, hogy a technológiában bekövetkező változások milyen típusúak, amelyek a már meglévő bérek mellett növelik vagy csökkentik a munkaerő-keresletet. Ugyanígy a tényezőár-határ azt mondja, hogy ha a technológiában egyértelmű javulás következik be, azaz olyan, amelyben a tényezőár-határ egyértelműen kifelé mozog, akkor hosszú távon a munkavállalók mindig jobban járnak, amennyiben a "természetes kamatláb" változatlan marad. (Az alábbiakban tárgyaljuk, hogy milyen feltételek mellett marad változatlan a természetes kamatláb).

Az innovációk elosztási hatásai úgy tekinthetők, mint amelyek kvázi járadékokat generálnak, ahogy azt Korinek és Stiglitz (2019) tanulmányában kimutattuk: a fejlődés nyertesei (pl. a tőkésék vagy a szakmunkások) nyereséget tapasztalnak anélkül, hogy feltétlenül hozzájárultak volna az innovációhoz, míg a veszteségek veszteséget szenvednek. Például az automatizálás csökkentheti a munkaerő és a bérek iránti keresletet, de ennek megfelelően a tőke megtérülésének növekedéséhez vezethet, ami kvázi bérleti díj jellegű. Nem volt

hogy a tőketulajdonosok bármit is tettek azért, hogy megkapják ezeket a többlethozamokat. Ennek viszont van egy fontos következménye: a kormányok a kvázi-bérleti díjak egy részét a nyertesek megadóztatásával és a bevétel újraelosztásával szerezhetik meg; és a nyereségek jellegéből adódóan a kormányok akár olyan módon is emelhetik az adókat, hogy azok nem vagy csak korlátozottan torzító hatásúak. Ez lehetővé teszi, hogy a mesterséges intelligencia előnye Pareto-javulást eredményezzenek, azaz a "menedzsel" technológiai fejlődéssel mindenki jobban járjon.

Nagy különbség van azonban aközött, hogy a mesterséges intelligencia hatásait egyetlen országon belül vagy globális perspektívából vizsgáljuk. Ha az előnyök egy országban jelentkeznek, a költségeket pedig egy másik országban kell viselni, a Pareto-javulás megkövetelné, hogy a nyertesek kompenzálják a veszteseket az országhatárokon túl. Nincs olyan globális kormányzási rendszerünk, amely lehetővé tenné az ilyen kompenzációs transzfereket és a határokon átnyúló újraelosztást, és még ha lenne is, nehéz lenne politikai akaratot gyűjteni egy olyan világban, ahol a kormányok elsősorban saját polgáraik jólétére összpontosítanak.

Ennek eredményeképpen a technológiai fejlődés általában országos szinten győzteseket és veszteseket hoz létre, ami az országok kereskedelmi feltételeinek javulásában és romlásában tükröződik. Ha az innovációk jelentős hatással vannak a gazdaságra, ezek a határokon átnyúló hatások potenciálisan nagyon nagyok lehetnek. A következőkben a fejlődés számos olyan konkrét formáját elemezzük, amelyet a mesterséges intelligencia forradalma és a kapcsolódó automatizálási technológiák valószínűleg előidéznek, különös tekintettel arra, hogy ezek hogyan árthatnak a fejlődő országoknak.

2.1 Erőforrás-takarékos technológiai Haladás

A technológiai fejlődés egyik típusa, amely egyes fejlődő országok számára nagy aggodalomra ad okot, a természeti erőforrásokat megtakarító technológiai fejlődés. Elemzésünket a fejlődésnek ezzel a típusával kezdjük, mert ez lehetővé teszi számunkra, hogy a tényezőtakarékos fejlődés alapvető szerkezetét különösen egyszerű kifejezésekkel határozzuk meg. A mesterséges intelligenciát és más digitális technológiákat gyakran dicsérik azért, mert kevesebb természeti erőforrás felhasználásával több kibocsátást képesek előállítani. Segítségükkel például csökkenthetjük a kimeríthető természeti erőforrások iránti igényt és a szén-dioxid-kibocsátást.² Bár eddig kevesebb figyelmet kapott, mint a munkaerő-takarékos fejlődés, az ilyen erőforrás-takarékos innovációknak különösen kedvezőtlen elosztási hatásai lehetnek azokra a fejlődő országokra, amelyek a természeti erőforrások terén erős komparatív előnnyel rendelkeznek, és amelyek ezek exportjára szakosodtak.

² Ilyen például az adatközpontok hatékonyságát optimalizáló vagy a közlekedési hálózatokat hatékonyabbá tevő algoritmusok. A távmunkát lehetővé tevő technológiák szintén csökkentik a munkavállalók szén-dioxid-kibocsátását. Másrészt a legmodernebb mesterséges intelligencia-alkalmazásokat futtató adatközpontok meglehetősen energiaigényesek, és ez a villamos energia és a kimerülő természeti erőforrások iránti kereslet növekedéséhez vezethet; mégis, összességében valószínű, hogy az energia- és természeti erőforrások iránti kereslet csökkenni fog.

Tekintsünk egy egyszerű modellt egy erőforrás-exportáló országról, amely \square egységnyi természeti erőforrással rendelkezik, amelyet fogyasztási javakért cserébe exportál. A fejlett gazdaságok importálják a természeti erőforrásokat, és \square szakképzett munkaerővel kombinálva a Cobb-Douglas termelési függvénynek megfelelően fogyasztási javakat állítanak elő.

$$Y = F(L, N) = L^\gamma N^{1-\gamma}$$

ahol Y a világ kibocsátása. Verseny piacokon ez a termelési függvény a tényezőhányadokat eredményezi.

γ a szakképzett munkaerőre és $1 - \gamma$ a természeti erőforrásokra.³ A leírt termelési függvény egyik értelmezése - Zeira (1998) és Acemoglu és Autor (2011) szellemében - az, hogy a végtermékek előállítása egy sor Cobb-Douglas módon kombinált feladat felhasználásával történik, ahol a feladatok γ töredéke szakképzett munkaerőt alkalmaz, a fennmaradó $1 - \gamma$ töredék pedig a természeti erőforrásokra támaszkodik.

Egyszerű modellünkben a természeti erőforrások $1 - \gamma$ tényezőaránya egyben az erőforrás-exportáló ország jövedelemaránya is a világtermelésben. Ha a végső kibocsátás árát használjuk numerikusnak, akkor a természeti erőforrások $F_N = (1 - \gamma) \cdot Y/N$ határterméke egyúttal az erőforrás-exportáló ország kereskedelmi feltételeit (azaz az exportjavak árának az importjavak árával szembeni arányát) is jelenti.

Tekintsünk most egy olyan technológiai innovációt, amely lehetővé teszi a termelők számára, hogy takarékoskodjanak a természeti erőforrások felhasználásával, és helyette jobban támaszkodjanak a szakképzett munkaerőre, ami a termelési függvényünkben a Cobb-Douglas együtttható $\square \square > 0$. Keretrendszerünk feladatalapú értelmezésében ezt úgy tekinthetjük, hogy a természeti erőforrásokra támaszkodó feladatok $\square \square$ hányadát szakképzett munkaerővel helyettesítik. A termelőknek választaniuk kell a régi és az új technológia között, tehát $Y = \max \{F(N, L), F'(N, L)\}$ ahol az új termelési függvényt prímszámmal jelöljük. Az új technológia alkalmazását akkor találják optimálisnak, ha a természeti erőforrások kellően szűkösek, amit a következő lemma rögzít:

Lemma (Természeti erőforrás-takarékos innováció alkalmazása): *A termelők akkor találják optimálisnak a $d\gamma > 0$ által leírt új technológia alkalmazását, ha a természeti erőforrások kellően szűkösek, azaz ha a világgazdaság természeti erőforrások/képzett munkaerő aránya egy küszöbérték alatt van,*

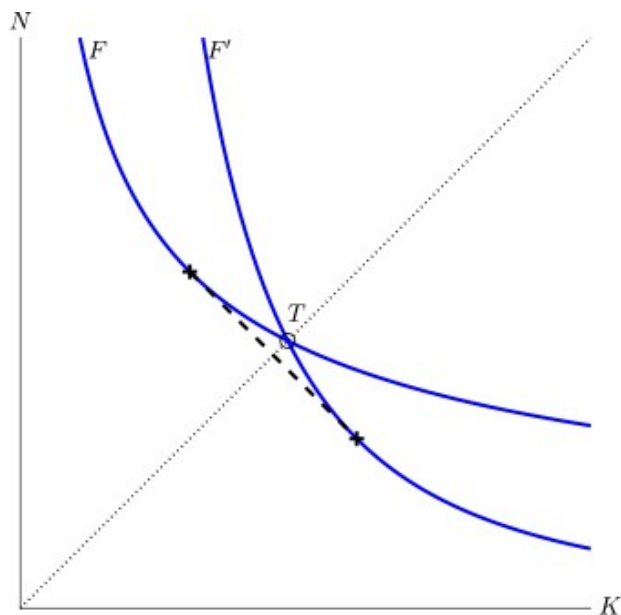
$$\frac{\square}{\square} < \square$$

A fenti termelési függvényben szereplő inputok mértékegységeinek jelölése esetén a küszöbérték a következő

$\square \geq 1$ a mi példánkban.

³ A modellt egyszerűen ki lehet terjeszteni a tökéletlen verseny megragadására.

A 2. ábra a régi és az új technológia F és F' izoquantumait szemlélteti egy diszkrét változás esetén. $\Delta\gamma > 0$. A két izoegyenet metszi egymást egy T küszöbpontban, amely megfelel annak a természeti erőforrás/munkaerő n aránynak, amelynél a termelő optimálisnak találja a technológiaváltást. Az origótól az T ponton keresztül vezető szaggatott sugár két területre osztja a tényezőteret: ha a világgazdaság természeti erőforrás-intenzitása nagyobb, mint a küszöbérték (ami a sugár feletti területnek felel meg), akkor a régi termelési technológia hatékonyabb - a megfelelő izoquantum azt tükrözi, hogy ezen a területen belül a régi technológia kevesebb ráfordítást igényel. Ha az erőforrás-intenzitás a küszöbérték alatt van, akkor az új technológia hatékonyabb, és kevesebb ráfordítást igényel egy adott mennyiségű kibocsátás előállításához. A gazdaság teljes termelési lehetőségeit a két izoquantum szaggatott vonallal jelzett burkológörbéje, azaz konvex burka adja, mivel a termelők számára optimális, ha a két technológia kombinációját használják a jelzett szegmensben. Ez azt jelenti, hogy



2. ábra: A technológiai változás izoquantumai

az új technológiát olyan erőforrás-munkaarány mellett kezdik el használni, amely valamivel nagyobb, mint a

$\bar{n} > \bar{n}$. (A \bar{n} végtelenül kicsi változás esetén ennek a szaggatott szakasznak a hossza természetesen végtelenül kicsi).

Ha az erőforrások eléggé szűkösek ahhoz, hogy az új technológiát alkalmazzák, $\bar{n} < \bar{n}$, akkor az új technológia szerinti összkibocsátás az alábbiakkal emelkedik

$$\frac{dY}{Y} = \ln \frac{L}{\bar{n}} > 0$$

Ebben az esetben a szakképzett munkaerő jövedelemhányada $\frac{w}{p} > 0$ -val emelkedik, és a szakképzett munkaerő teljes hozama $\frac{w}{p} = \frac{w}{p}$ nő, mivel mind a munkavállalók által keresett rész, mind a teljes kibocsátás emelkedik.

A világtermelés növekedése azonban nem feltétlenül jelenti azt, hogy minden tényezőtulajdonos jobban jár. A természeti erőforrások jövedelemaránya $\frac{Y}{N}$ -tal csökken, és a leírt technológiai fejlődésnek a természeti erőforrások határtermékére gyakorolt általános hatása a következő

$$\frac{dF}{d\gamma} = \frac{d[(1-\gamma)Y/N]}{d\gamma} = -\frac{Y}{N} + \frac{1-\gamma}{N} \frac{dY}{d\gamma} = F(1-\gamma) \ln \frac{1}{N} - 1G \frac{1}{N}$$

Az utolsó egyenlőség utáni szögletes zárójel két egymással versengő hatást tükröznek: az első kifejezés azt mutatja, amit termelékenységi hatásnak nevezhetünk - a világ kibocsátása nő, mivel az innováció enyhíti a természeti erőforrások korlátozott elérhetősége által támasztott korlátokat; a kifejezés pozitív, amikor az új technológiát használják, azaz amikor a természeti erőforrások viszonylag szűkösek, ahogyan azt a fenti lemma is mutatja. A második kifejezés azt tükrözi, amit kizorító hatásnak nevezhetünk, és mindig negatív - a természeti erőforrások és így a fejlődő ország által megtermelt világtermelés relatív részesedése csökken. A termelékenységi hatás csak akkor dominál, ha a természeti erőforrások szűkössége valóban súlyos, azaz ha $N < \frac{1}{\gamma^{1/(1-\gamma)}}$, különben az elmozdulási hatás dominál.

Hicks (1932) a technológiai fejlődést tényezőmegtakarításként határozta meg, ha az adott piaci árakon csökkenti egy tényező iránti keresletet. A mi felállásunkban ez egyenértékű egy tényező határtermékének csökkentésével, a rendelkezésre álló tényező-kínálat mellett. Eredményeinket ezért a következő tételben foglalhatjuk össze:

1. tétel (Természeti erőforrás-takarékos innováció): (i) $A > 0$ által lekötött innováció akkor és csak akkor természeti erőforrás-takarékos, ha

$$\frac{N}{\gamma} > n^* = \frac{1}{\gamma^{1/(1-\gamma)}}$$

(ii) Ha a feltétel teljesül, az innováció csökkenti a kereskedelmi feltételeket F_N és a teljes jövedelmet $N \cdot$

\square \square az erőforrás-exportáló fejlődő ország, ami abszolút értelemben rosszabb helyzetbe hozza az országot.

Kézzelfogható példa erre az olajexportáló országok, amelyek az exportbevételeikre támaszkodnak az élelmiszerek és más alapvető szükségleti cikkek megvásárlásához. Ha nagymértékű veszteséget szenvednek el a kereskedelmi feltételek terén, az súlyos következményekkel járhat. Számos olajexportáló ország már most is megtapasztalta a fejlődési kihívásokat, miközben erőforrásban gazdag. Az erőforrás-takarékos mesterséges intelligencia - miközben megmenti a bolygót - erőforrás-szegény országokká tenné őket, amelyek még mindig ugyanazokkal a fejlődési kihívásokkal szembesülnek. Ez igazán próbára tenné a globális

közösséget. Általánosságban elmondható, hogy a különböző típusú természeti erőforrások exportőreire gyakorolt hatás meglehetősen eltérő lehet - például az olajexportőröknek egészen más lesz a sorsa, mint a ritkaföldfémek exportőreinek.

Tekintsük most egy $\gamma > 0$ innováció hatásait egy másik γ országra, amelynek szakképzett munkaerővel és természeti erőforrásokkal való ellátottsága γ^* , γ^* K. Már tudjuk, hogy az ország akkor jár jobban, ha természeti erőforrás-intenzitása megfelel a γ^*/γ globális átlagnak, mivel az innováció révén a világ egésze jobban jár. Abban az általánosabb esetben azonban, amikor a tényezőadottságok aszimmetrikusan oszlanak meg a világban, az innovációból származó előny az egyes országok számára a képzett munkaerő relatív ellátottságától függ. Az γ ország összjövedelmére gyakorolt hatást értékelve $\gamma^* \gamma^* \gamma^* + \gamma^* \gamma^* \gamma^* M/\gamma^*$, azt találjuk:

2. tétel (A természeti erőforrások/képzett munkaerő intenzitásának küszöbértéke): *Egy $d\gamma > 0$ természeti erőforrás-takarékos innováció akkor és csak akkor rontja i ország helyzetét, ha természeti erőforrás-intenzitása nagyobb, mint egy kritikus küszöbérték nN , amely a világgazdaság természeti erőforrás-intenzitásától $n = N/L$ függ,*

$$\gamma^* \gamma^* \gamma^* \rightarrow nN = n \cdot \frac{1 - \gamma \ln n}{1 + (1 - \gamma) \ln n}$$

Ezzel szemben az alacsonyabb természeti erőforrás-intenzitású országok jobban járnak az innovációval.

A fenti felállásban a természeti erőforrásokat megtakarító technológiai fejlődés hatásait vázoltuk fel egy egyszerű kéttényezős környezetben. Hasonló eredmények érvényesek további tényezőkkel rendelkező termelési függvényekre is, például a $\gamma = \gamma(\gamma, \gamma, \gamma)$ specifikációra.

2.2 Munkamegtakarítást eredményező technológiai Haladás

Sokan aggódnak amiatt, hogy a mesterséges intelligencia globális szinten munkaerő-megtakarítást, vagy legalábbis szakképzetlen munkaerő-megtakarítást jelenthet. A munkaerő-takarékos fejlődés azt jelenti, hogy a jelenlegi tényezőárak mellett a munkaerő iránti kereslet csökkenni fog. Ha ez bekövetkezik, az egyensúlyi bérek csökkennek, és a munkavállalók rosszabbul járnak. A szakképzetlen munkaerő-takarékossági fejlődés esetén ugyanez igaz a szakképzetlen munkások egyensúlyi bérére és jövedelmére is.

Az elmúlt fél évszázadban az Egyesült Államokban és számos más országban olyan technológiai fejlődés ment végbe, amely a munkaerővel szemben elfogult volt, és csökkentette a munka részesedését a nemzeti jövedelemben (Karbarbarbounis és Neiman, 2013), bár megjegyezzük, hogy a munka részesedésének csökkenését egyes országokban (köztük az Egyesült Államokban) nagyban befolyásolta a munkavállalók alkupozíciójának gyengülése is, pl. a munkaügyi jogszabályok és szabályok változása, a szakszervezetek és a globalizáció miatt. És vannak arra utaló jelek, hogy a fejlődés egyesek számára még munkaerő-megtakarítást is

jelenthetett, csökkentve az alacsonyabb iskolai végzettségű, különösen a főiskolai végzettséggel nem rendelkező munkavállalók reáljövedelmét. Autor et al. (2003) például megfigyeli, hogy a gépek egyre hatékonyabban végzik el azokat a rutinfeladatokat, amelyeket hagyományosan szakképzetlenek végeztek.

munkaerő, és ez lehúzta a szakképzetlen munkások bérét. A mesterséges intelligencia valószínűleg folytatni fogja ezt a tendenciát (lásd pl. Berg et al., 2018; Korinek és Stiglitz, 2019).

Bár a munkaerő-megtakarító technológiai fejlődés a világ egészét gazdagabbá tenné, különösen keményen sújtaná az olcsó munkaerőben komparatív előnnyel rendelkező fejlődő országokat. Ha a munkaerő, illetve a képzetlen munkaerő iránti világszintű kereslet csökkenne, az ilyen országok kereskedelmi feltételei jelentősen romlanának, és exportjüvedelmük jelentős részét elveszítenék, olyannyira, hogy az egész országot rosszabb helyzetbe hozná. Lásd még Alonso et al. (2020) kvantitatív értékelését és Faber (2021) empirikus bizonyítékait.

Tekintsük egy fejlődő ország modelljét, amely \square egységnyi nyers munkaerővel rendelkezik, amelyet munkaigényes köztes termékek előállítására használ, amelyeket fogyasztási javakért cserébe exportál. A fejlett gazdaságok importálják a munkaigényes köztes termékeket, és azokat \square tőkével kombinálva fogyasztási javakat állítanak elő a Cobb-Douglas termelési függvénynek megfelelően.

$$Y = F(K, L) = K^\alpha L^{1-\alpha}$$

ahol a tőke K a tőketípusok széles skáláját jelenti, beleértve például a képzett munkaerőben rejlő emberi tőkét. A világ többi része szintén rendelkezik L^r munkaerővel, és az egyszerűség kedvéért feltételezzük, hogy a nyers munka egy az egyben átalakul a munkaigényes köztes termékekké, így a teljes kínálat $L = L^r + L^d$. Versenypiacokon ez a termelési függvény α tényezőarányt eredményez minden tőketípusra és $1 - \alpha$ -t a nyersmunkára. A végtermék árát számtani értéként használva a munka határterméke $F_L = (1 - \alpha) \cdot Y/L$ a fejlődő ország kereskedelmi feltételeit jelenti.

Tekintsünk egy olyan technológiai újítást, amely a tőkére vonatkozó Cobb-Douglas együtthatót a következőkkel növeli meg

\square , és feltételezzük, hogy a tőke kellően bőséges, azaz $\square > \square Q = 1$, így a termelők optimálisnak találják az új technológia alkalmazását. Ebben az esetben az innováció növeli a teljes kibocsátást, de csökkenti a munka által szerzett jövedelem arányát. Az előző szakasz erőforrás-takarékos innovációjával analóg módon a következő eredményeket találjuk:

3. tétel (Munkamegtakarító innováció): (i) Az $\square > 0$ által lekötött innováció akkor és csak akkor munkaerő-megtakarító, ha

$$\frac{K}{\square} < k R : = e^{1/(1-\alpha)}$$

(ii) A munkaerő-megtakarítást eredményező innováció csökkenti a fejlődő ország F_L

kereskedelmi feltételeit és $L^d \cdot F_L$ összjövedelmét, így az ország abszolút értékben rosszabbul jár.

A tétel i. részében szereplő feltétel mindaddig teljesül, amíg a világgazdaság tőkeintenzitása nem túl magas. Ellenkező esetben a szűkös munkaerőn való megtakarítás termelékenységi hatása meghaladná a munkaerő termelésben való kiszorító hatását.

Kézzelfogható példa lehet egy olyan ország, amely kevés tőkével rendelkezik, és egyszerű, nagyrészt képzetlen munkaerő felhasználásával előállított feldolgozóipari termékeket, például textíliákat exportál, cserébe élelmiszer-importért. Ha az ország lakossága az innováció előtt a létminimum közelében él, akkor az innovációval járó kereskedelmi feltételek csökkenése a képzetlen munkások jövedelmét a létminimum alá szoríthatja, ami széles körű nyomorhoz vezethet.

Az előző szakaszhoz hasonlóan itt is megtalálhatjuk azt a tőkeintenzitási küszöbértéket, amely alatt egy ország \bar{L}_i rosszabbul jár az innovációval.

4. tétel (A tőkeintenzitás küszöbértéke): Egy $\bar{L}_i > 0$ munkaerő-megtakarító innováció akkor és csak akkor rontja \bar{L}_i ország helyzetét, ha \bar{L}_i / \bar{L}_i^0 tőkeintenzitása kisebb, mint egy kritikus küszöbérték,

$$\bar{L}_i < \bar{L}_i^0 = k \cdot \frac{1 - (1 - \alpha) \ln k}{1 + \alpha \cdot \ln k}$$

Az egyszerű kéttényezős modellünk eredményei azonban csak a rövid távú hatásokat ragadják meg. A leírt innováció munkaerő-megtakarítást eredményezhet, de van két további szempont, amely hosszú távon számít: Először is, egy dinamikus környezetben sok függ attól, hogy a technológia hogyan fog fejlődni a jövőben. Ha az új technológia jelenleg termelékenyebb, de a jövőben alacsonyabb ütemben fejlődik, akkor végül a régebbi technológia fog dominálni. Ha az új technológia további, a munkaerőt megtakarító fejlődést jelent, akkor a bérekre gyakorolt hatás súlyosbodhat. Másodsor, a tőke nagyobb termelékenysége arra készteti a tőketulajdonosokat, hogy többet halmozzanak fel belőle, ami viszont növelheti a béreket. Ez utóbbi hatásokat a következőkben elemezzük.

A munkaerő-áthelyezés hosszú távú hatásai

A munkát kiszorító technológiai változások hosszú távú hatásai nagymértékben függenek attól, hogy a gazdaság mennyi tőkét halmoz fel, ami a gazdasági szereplők fogyasztásnövekedésétől és időpreferenciáitól függ. Számos intertemporális modellünk additívan szeparálható időpreferenciákat feltételez. Ez a feltételezés nagyban leegyszerűsíti az intertemporális problémák elemzését, de korántsem természetes vagy általános.⁴ Időbeli szeparálhatóság esetén a hosszú távú kamatlábat $\bar{r} + \bar{r}^0$ határozza meg, ahol \bar{r}^0 a tiszta időpreferencia együttesen,

\square a fogyasztás növekedési rátája, \square pedig a határhasznosság rugalmasságának (abszolút értéke). Tegyük fel, hogy a technológiai változás (és így a fogyasztásnövekedés) üteme azonos az új és a régi

⁴ Az alternatív ábrázolások közé tartozik például Koopmans (1960) rekurzív hasznossági felállítása, vagy újabban Straub (2020) nem homotetikus preferenciái.

technológiák. Ekkor a tőke hosszú távú egyensúlyi hozama (csillaggal jelölve) szintén állandó $F^* = \rho + \delta + \frac{g}{\eta}$, ahol δ az amortizációs ráta, és az innovációtól független. Ebben az esetben célszerű a tényezőár-hatásra gyakorolt hatás elemzése, hiszen tudjuk, hogy hosszú távon bármilyen innováció kitolja a tényezőár-határt. Következésképpen az innovációnak ki kell tolnia a tényezőár-határt $F^* = \rho + \delta + \eta g$ -nál, növelve a többi tényező által együttesen megkeresett jövedelmet. A fenti analitikus modellben, amelyben a munka az egyetlen olyan tényező, amely nem halmozható fel, ez azt jelenti, hogy a munka hosszú távon szükségszerűen jobban jár (lásd még Caselli és Manning, 2019).⁵

Ha a tőkén kívül több tényező is van, akkor a fix időpreferenciárával rendelkező modellben e többi tényező hozamainak összege mindig növekedni fog, de egyes tényezők akár hosszú távon is rosszabbul járhatnak. Például egy olyan modellben, amelyben szakképzett munkaerő, szakképzetlen munkaerő és tőke van, a szakképzett munkaerő a technológiai fejlődés és a tőkefelhalmozás összes nyereségét és még néhány továbbiát is megkaphat, a szakképzetlen munkaerő pedig rosszabbul járhat. Hasonlóképpen, egy olyan modellben, amelyben a tőke, a munkaerő és egy harmadik, felhalmozhatatlan, szűkös tényező, például a föld vagy a természeti erőforrások szerepelnek, a harmadik tényező a technológiai fejlődésből és a tőkefelhalmozásból származó nyereséget magáénak tudhatja, és a munkaerő összességében rosszabbul járhat.

Tekintsünk egy olyan világgazdaságot, amelyben a kibocsátást három tényezőtől állítják elő a következő termelési függvény segítségével

$$F(K, L, N) = AK^\alpha N^\gamma L^{1-\alpha-\gamma}$$

A versenyképes bérszínvonal ebben a gazdaságban a következő: $F_L = (1 - \alpha - \gamma)Y/L$.

Egy olyan technológiai változás hatásait, amely a tőke használatát a munka rovására növeli ("automatizálás"), egy végtelenül kicsi $d\alpha$ változással lehet megragadni. A korábbiakhoz hasonlóan a termelők csak akkor tartják kívánatosnak az új technológia alkalmazását, ha a gazdaság tőkeintenzitása meghalad egy küszöbértéket

$$\frac{K}{L} > \frac{Q}{1} = 1.$$

Rövid távon az $d\alpha$ marginális változásának hatása a munkajövedelemre a következő

$$\frac{d(F_L)}{d\alpha} = F \frac{1 - \alpha - \gamma}{L} \ln \frac{K}{L} - 1 G Y$$

⁵ Nem homotetikus/nem szeparálható hasznossági függvények esetén lehetséges, hogy a hosszú távú kamatláb az új technológiával együtt nő, és ebben az esetben a munkavállalók még hosszú távon is rosszabbul járhatnak, még egy olyan modellben is, amely csak a tőkét és a munkát foglalja magában. Hasonlóképpen, még időben szétválasztható hasznossági függvények esetén is, állandó

határhasznossági rugalmassággal, lehetséges, hogy az új technológia magasabb technológiai változási rátával rendelkezik (ami még jobbá teszi a régi technológiához képest), ami növelné a kamatlábat és a tőke egyensúlyi hozamát. Ez azonban egyúttal a bérek növekedési ütemét is megemelné.

A technológiai változás munkaerő-megtakarító, ha a tőke/munka arány vagy tőkeintenzitás $\frac{K}{L} = \frac{K^*}{L^*}$ a világgazdaságban kielégíti a következő feltételeket

$$k < k^R : = e^{1/(1-\alpha-\gamma)}$$

Ebben az esetben a csak munkaerővel rendelkező fejlődő országok rosszabbul járnak az innovációval. A fenti levezetésünkhöz hasonlóan levezethetünk egy $\frac{K}{L}$ küszöbszintet is, amelynél rosszabbul járnak azok az országok, amelyek tőkeintenzitása alacsonyabb, mint $\frac{K}{L}$. Ezzel szemben, ha a világgazdaság tőkeintenzitása e küszöbérték felett van, akkor a tőke kellően bőséges ahhoz, hogy a nagy bőségű erőforrás használatából származó termelékenységi hatás domináljon a kiszorítási hatás felett.

Feltételezve, hogy az új technológia alkalmazása nyereséges (azaz $\frac{K}{L} > \frac{K}{L}^Q$), rövid távon mindig természeti erőforrás-felhasználó, mivel a természeti erőforrások a termelékenységi hatásból profitálnak, és $\frac{K}{L}$ változásakor nem történik természeti erőforrások kiszorítása,

$$\frac{\frac{dY}{Y}}{\frac{dK}{K}} = \frac{\frac{dY}{Y}}{\frac{dK}{K}} = \frac{\frac{dY}{Y}}{\frac{dK}{K}} \ln \frac{K}{L}$$

Ezzel szemben hosszú távon a tőkeállománynak van ideje ahhoz, hogy alkalmazkodjon a hosszú távú egyensúlyi szintjéhez, amelyen a tőke határhozamát az időpreferencia mértéke, az amortizációs ráta és a fogyasztás növekedése határozza meg, így $F^* = \rho + \delta + \frac{dY}{Y}$, ahol a hosszú távú értékeket csillaggal jelöljük. Ekkor a hosszú távú tőkeállomány és kibocsátás kielégíti a következő feltételeket

$$K^* = \frac{\alpha A}{\rho + \delta} \left[\frac{1}{N^{1-\alpha} L^{1-\alpha}} \right]$$

$$\frac{dY}{Y} = \frac{dY}{Y}(\frac{K}{L})^*, L, N = A \frac{\alpha}{\rho + \delta} \left[\frac{1}{N^{1-\alpha} L^{1-\alpha}} \right]$$

A $\frac{K}{L}$ marginális változásának hosszú távú hatása a munkajövedelemre a következő

$$\frac{dFL}{FL} = \frac{1-\alpha-\gamma}{1-\alpha} \ln \frac{K}{L} + \frac{\gamma(1-\alpha)}{1-\alpha-\gamma} \frac{dY}{Y}$$

Ez azonnal a következő eredményt adja:

5. tétel (A munkaerő-megtakarító innováció lehetősége hosszú távon): Az $\frac{dFL}{FL} > 0$ által

megragadott innováció hosszú távon munkaerő-megtakarító, ha a gazdaságban a természeti erőforrások/munkaerő aránya kielégíti a következő feltételeket

$$\frac{N}{\square} < n N^* := \frac{(F^*) \cdot e^{1-\alpha} (1-\alpha)^{1/\square}}{\square \square}$$

Intuitív módon a technológiai változás a munkát tőkével helyettesíti, amelyet a természeti erőforrások és a munka kombinációjának felhasználásával halmoznak fel. Ha a természeti erőforrások kellően bőségesek, akkor a technológiai változás hosszú távon munkaerő-felhasználó. Ennek belátásához hasznos lehet azt a határesetet is megvizsgálni, hogy a természeti erőforrások végtelenül bőségesek, így nem korlátozzák a termelést: ebben az esetben visszatérünk a kéttényezős modellhez, és ebben az esetben tudjuk, hogy a munkának jobban kell járnia. Az 5. tétel azt mutatja, hogy ha a természeti erőforrások kellően bőségesek, akkor ugyanez az eredmény érvényes. Megfordítva, ha a tételben szereplő feltétel teljesül, akkor a természeti erőforrások kellően szűkösek ahhoz, hogy a leírt technológiai változás hosszú távon is munkaerő-megtakarítást eredményezzen.

A természeti erőforrások exportjára szakosodott fejlődő országok esetében analóg feltétel vezethető le, amely szerint a természeti erőforrásokat tőkével helyettesítő technológiai fejlődés hosszú távon természeti erőforrás-megtakarítást eredményez.

Tekintsük a háromtényezős termelési függvényeket is, amelyek a Cobb-Douglas eset által lefedett egységes rugalmasságnál általánosabb helyettesítési rugalmasságot tesznek lehetővé. Az egyik véglet az, hogy a tőke és a munkaerő tökéletes helyettesítő termékként léphet be a termelésbe, és a természeti erőforrásokkal CES-szerűen kombinálódnak. Ez teljesen megragadná a munkaerőt helyettesítő technológiai változást, ahogyan azt például Korinek és Stiglitz (2021) elemzi. Ha a tőke és a munka tökéletes helyettesítői, a tőke versenyképes hozama rögzíti a munka hozamát. Rövid távon a tőke növekedése ekkor egyértelműen munkaerő-megtakarítást eredményez. Hosszú távon a munka hozamát a tőke hosszú távú hozama F^* leszorítja, így a termelékenység növekedéséből származó összes nyereség a természeti erőforrásokra fog jutni. Ezzel szemben, ha a tőke és a természeti erőforrások tökéletesen helyettesíthetők, akkor a tőke rövid távú növekedése természeti erőforrás-megtakarítást eredményez, hosszú távon pedig a természeti erőforrások megtérülését a tőke hosszú távú megtérülése F^* szorítja le, ami azt jelenti, hogy a technológiai fejlődésből származó összes hosszú távú előny a munkára száll. Általánosabb feltételeket lehet levezetni a tőke helyettesíthetőségének/komplementaritásának mértéke alapján a különböző típusú munkával és természeti erőforrásokkal.

Tágabb értelemben a fejlesztési közgazdaságtanban régóta vitatják, hogy van-e konvergencia az országok között, ahogyan azt a neoklasszikus elmélet sugallja, azaz hogy a szegényebb országok végül felzárkóznak-e a gazdag országok életszínvonalához (lásd pl. Mankiw et al., 1992; Barro

és Sala-i-Martin, 1992). Az érvelés jellemzően azon az elképzelésen alapul, hogy idővel (i) az országok felzárkóznak a technológiai világhatárhoz, és (ii) az országok tőkét (beleértve a humán tőkét is) halmoznak fel, hogy elérjék a legfejlettebb országok tőkeintenzitását, ahogyan azt javasolják.

pl. a Solow-féle növekedési modell által. Miközben ezek a konvergencia és a jövedelmek kiegyenlítődése felé mutató erők minden bizonnyal léteznek, és bizonyos időszakokban dominánsak lehetnek, elemzésünk rávilágít egy fontos ellentétes erőre: a fejlődő országok tényezőadottságai, különösen a képzetlen munkaerő és a természeti erőforrások, a jövőbeni technológiai fejlődés következtében leértékelődhetnek. A fejlődő és fejlett országok életszínvonalának konvergenciája, amely az elmúlt fél évszázadot jellemezte, megállna, sőt, talán meg is fordulna. Ez nagy kihívások elé állítaná a fejlődő országok belpolitikáját. A világ számos részén a fejlődő országokon belüli egyenlőtlenségek nagyobbak, mint a fejlett országokban. A mesterséges intelligencia súlyosbíthatja ezeket az egyenlőtlenségeket - és a fejlődő országoknak jellemzően nincsenek meg az intézményi kapacitásai ahhoz, hogy ezeket ellensúlyozzák.

A munkaerő-felhasználó innováció lehetősége

Ugyanakkor, bár lehetséges, sőt talán valószínű, hogy a technológiai fejlődés árt a munkának, az is lehetséges, hogy a technológiai fejlődés javítja a munka kilátásait, azaz munkaerőt használ. Az egyik példa erre az, amit inkább IA-nak (Intelligence Assistance), mint AI-nak (Intelligence Assistance) neveznek. A múltbeli innovációk, amelyek ebbe a kategóriába tartoztak, közé tartoztak a távcsövek és mikroszkópok, amelyek lehetővé tették, hogy lássuk azt, amit szabad szemmel nem láthattunk; a hőmérők, amelyek lehetővé tették, hogy mérjük azt, amit egyébként nem tudtunk volna pontosan kimutatni, vagy a tesztek, amelyek megmondják, hogy hordozunk-e koronavírust. Ezek az IA innovációk lehetővé teszik számunkra, hogy az emberi figyelmet arra irányítsuk, amire kell.

Az automatizálási technológiák gyakran csak egyes *feladatokat* érintenek, de a több feladatból álló munkahelyeket nem (lásd pl. Acemoglu és Autor, 2011). A múltban az automatizálást a nagy rutinfeladatokkal hozták összefüggésbe. A jövőben az automatizálás egyre inkább a magasabb szintű készségeket igénylő feladatokat is érinti. Egy orvos például nemcsak a diagnózissal foglalkozik, hanem azzal is, hogy elmagyarázza a diagnózist a betegnek. A mesterséges intelligencia jobb munkát végezhet a diagnózis felállításában - például a radiológiában -, de a beteggel való kommunikációban még nem helyettesítheti az orvost. Természetesen mind a mesterséges intelligencia, mind az IA a gazdaság átfogó szerkezetátalakítását vonja maga után.

A vezető nélküli tehergépkocsik - amelyek még mindig csak néhány év múlva érkeznek - egy másik példát szolgáltatnak. A teherautó-vezetés jelentős munkalehetőséget biztosít a csupán középiskolai végzettséggel rendelkező férfiak számára. Így érthető módon aggodalomra ad okot a vezető nélküli teherautók okozta esetleges zavarok. A teherautó-vezetők azonban számos kapcsolódó feladatot is ellátnak: rendeléseket teljesítenek, be- és

kirakodnak, felügyelik a teherautót stb. E tevékenységek egy része szintén automatizálható lesz hamarosan, más részük viszont nem.

Általánosságban elmondható, hogy a legtöbb munkakör több dimenzióval rendelkezik és több feladatból áll. Egyes részek hamarosan automatizálhatók lesznek, de más részek még egy ideig nem. A dolgozók több figyelmet tudnak majd szentelni azoknak a részeknek, amelyek nem lesznek automatizálva.

A tanulmány központi aggodalma továbbra is fennáll: a munkaerő iránti kereslet, különösen a képzetlen munkaerő iránti kereslet csökkenése hosszú távon is bekövetkezhet. Azt, hogy ezek a félelmek megalapozottak-e, a 3. szakaszban értékeljük tovább.

2.3 Információ, digitális monopóliumok és szupersztárok

A mesterséges intelligencia és más információs technológiák térnyerése szintén a piaci erő egyre nagyobb mértékű koncentrációjához vezethet. Ennek eredményeképpen a gazdaság olyan egyensúlyi helyzetbe kerülhet, amelyet a piaci erő még inkább torzít, és amelyben az erőfölényben lévő cégek nagyobb haszonra tesznek szert. A megfelelő piaci erővel rendelkező szereplők, akik tisztában vannak döntéseiknek a piaci árakra (beleértve a tényezőárakat is) gyakorolt hatásával, valószínűleg szándékosan használják ezt a hatalmat arra, hogy másokkal szemben előnyhöz jussanak. Az ebből eredő torzulások részben vagy egészben ellensúlyozhatják az innovációból származó előnyöket. Ez pedig súlyosbíthatja a munkaerő- vagy erőforrás-takarékos innováció kedvezőtlen elosztási hatásait.

Míg a közgazdászok a versenymodellel a fejünkben kezdik - ez az, amibe belénk neveltek -, ez a modell egyre kevésbé lesz megfelelő, ahogyan egy olyan gazdaság felé haladunk, amelyet a mesterséges intelligencia ural. Nehéz elképzelni, hogy egy mesterséges intelligenciával rendelkező gazdaság versenyképes legyen, vagy legalábbis jól leírható a versenyegyenlőségi modellel.

A mesterséges intelligencia fejlődése több okból is fokozza a piaci hatalmat. Először is, a mesterséges intelligencia információs áru, és az információs javak abban különböznek más javaktól, hogy nem versenyzői jellegűek - közel nulla határköltséggel használhatók, ami azt jelenti, hogy egyetlen vállalat nagyon nagy piacot tud kiszolgálni. Ráadásul a mesterséges intelligenciaprogramok létrehozása jellemzően magas elsüllyedt költségekkel és/vagy fix költségekkel jár - a magánpiacon a cégeknek monopolbérletet kell keresniük ahhoz, hogy ezeket a költségeket megtérítsék. Sőt, még a kis elsüllyedt költségek is azt eredményezhetik, hogy a piac nem versenyezhető, azaz tartós haszonkulcsok és nyereségek keletkezhetnek. Emellett az AI-alkalmazások és -platformok jellemzően jelentős hálózati externáliákkal járnak. Ezek egy része azért keletkezik, mert a cégek hatalmas mennyiségű adatot halmoznak fel, amelyek lehetővé teszik számukra, hogy algoritmusukat jobban képezzék, mint a versenytársakét. Mindezek a hatások nagy belépési korlátokat és az olykor "szupersztár" hatásnak nevezett tendenciát teremtenek (lásd pl. Korinek and Ng, 2019).

Ha az ilyen cégekről "szupersztárként" beszélünk, az nagyon pozitívan hangzik, de talán helyesebb lenne "szupermonopóliumokként" emlegetni őket. A szakirodalom egy része egyre több "szupersztár céget" azonosít a gazdaságban, amelyek "szuper nyereségesek" (lásd pl. Autor et al., 2020). E nyereségek nagy része azonban nem a "szupertermelő" technológiát

tükrözi, hanem az információs technológiák természetéből fakadó monopolhatalom gyakorlásából származhat. Az Egyesült Államokban például az elmúlt évtizedben a tőzsdei nyereségek nagy része a digitális óriásoknál összpontosult, jelentős mértékben piaci erejüknek köszönhetően. Az algoritmikus fejlesztések továbbá lehetővé tették a digitális cégek számára, hogy a diszkriminatív árképzés révén nagyobb fogyasztói többletet vonjanak ki.

Az itt tárgyalt szupersztár- és monopóliumhatások valószínűleg nem csak vállalati, hanem országos szinten is érvényesülnek, és a mesterséges intelligencia esetében valószínűleg különösen súlyosak lesznek. A mesterséges intelligencia területén a K+F-hez kapcsolódó agglomerációs gazdaságok súlyosbíthatják ezeket a hatásokat. Fennáll a veszélye annak, hogy azok az országok, amelyek élen járnak a mesterséges intelligencia fejlesztésében, minden előnyt learathatnak, "szupersztárországokká" válnak, és a mesterséges intelligencia fejlesztésével kapcsolatos összes haszonhoz jutnak. A világ többi része, és különösen a legtöbb fejlődő és feltörekvő gazdaság lemaradhat.

Ezenkívül a tudás monopolizálása is akadályozhatja a felzárkózási folyamatot. A múltban a technológiai fejlődést jelentős mértékben az alap kutatás hajtotta, amelyet a magas jövedelmű országok kormányai finanszíroztak, és amely szabadon hozzáférhető volt mindenki számára, beleértve a fejlődő országokat is. Ez a mesterséges intelligenciával megváltozhat.

Az adatok mint a fejlődő országok új erőforrásai

Egyesek szerint a fejlődő országok számára az lehet a jó hír, hogy a mai gépi tanulási technológiák nagyon adatéhesek, és a változatosabb adatok több információt tartalmaznak - de bár ez némi bevételt hozhat, az adatok értékesítése nem tűnik valószínűnek, hogy a fejlődő országok így pótolhatnák a kieső bevételeiket, és nincs bizonyíték arra, hogy ez lehetséges lenne. Valójában a változatosabb adatokból származó marginális megtérülés korlátozott lehet. A gépi tanulási algoritmusok jövőbeni fejlődése révén talán kevésbé fognak nagy mennyiségű adatra támaszkodni; sokkal specifikusabb, személyre szabott adatokra lesz szükség.

2.4 Félrevezetett technológiai Haladás

A közgazdasági elmélet rávilágított arra, hogy az innováció jellege (pl. a tényezőeltérés) miért nem biztos, hogy jólétmaximalizáló. A közgazdaságtan nagy része exogén adottságnak tekinti a technológiai változás tényező-előfeszítését, és a szokásos gazdasági jóléti tételek a versenyképes piacgazdaságok hatékonyságát állítják a technológia adott szintje mellett. A technológiai fejlődés iránya és üteme azonban maga is gazdasági döntés, amint azt az indukált innovációval foglalkozó, fél évszázadra visszanyúló jelentős szakirodalom hangsúlyozza (pl. Kennedy, 1964; von Weizsäcker, 1966; Samuelson, 1965; és újabban Acemoglu, 1998, 2002). Az innovációra vonatkozóan nincs analóg jóléti tétel: a piacok önmagukban általában nem lesznek hatékonyak sem az innovációs tevékenység és a technológiai változás szintje, sem iránya (jellege) tekintetében. Ez a technológiai fejlődés aktív irányítását igényli a politikától, amint azt alább tárgyaljuk.

A piacgazdaságban az innováció eredménytelenségének egyik oka az, hogy a versenypiacok nincsenek összhangban az innovációval. A versenypiacok nem képesek a kutatás és fejlesztés finanszírozásához szükséges haszonkulcsokat előteremteni. Az innováció mindig legalább

átmeneti monopolhelyzetet biztosít az újítók számára. A monopolhatalom azonban természeténél fogva nem egyeztethető össze a tökéletes versennyel, és a kibocsátás nem hatékonyan alacsony mennyiségéhez vezet.

A piacgazdaságban az innováció hatástalanságának másik fontos oka az innovációhoz kapcsolódó, mindenütt jelenlévő mikro- és makrogazdasági externáliák (lásd pl. Stiglitz és Greenwald, 2014a; Korinek és Stiglitz, 2019). A hiányos piacokkal vagy tökéletlen információkkal rendelkező gazdaságokban az egyik fél intézkedései olyan hatásokat gyakorolnak másokra, amelyeket azok nem vesznek figyelembe a döntéshozataluk során. Mindig van némi ismeretátterjedés is.

Még ennél is fontosabb, hogy a piacok természetüknél fogva nem törődnek a jövedelemelosztással. A piaci erők a gazdasági döntéseket a hatékonyság irányába terelhetik, de nem veszik figyelembe, hogy vannak-e nyertesek és vesztesek. Az arra vonatkozó döntések, hogy milyen típusú és mennyiségű innovációt fogadjunk el, elosztási hatásokkal járnak, amelyek önmagukban is közvetlen érdekesek, de a hatékonyságra is hatással vannak.

Vannak bizonyos önkorrektív erők: például ha a munkaerő olcsóbbá válik, az innovátorok kisebb ösztönzést kapnak a munkaerővel való takarékoskodásra, ami a piacgazdaságon belül korrekciós mechanizmust biztosít a munkaerő egyre csökkenő részarányára, de ez a mechanizmus már nem működik, ha a béreket hatékonysági bérszemlélet határozza meg, vagy eléri a létminimumot.

Korinek és Stiglitz (2020b) tanulmányában bemutatjuk, hogy az újraelosztási korlátok jelenlétében a politika javíthatja a jólétet azáltal, hogy az innovációt úgy irányítja, hogy figyelembe veszi annak elosztási következményeit.

A fejlődő országok számára az a legfontosabb, hogy ezek az elosztási hatások határokon átívelnek, és így az egyik országban hozott döntések olyan hatásokkal járnak más országokra, amelyeket az innovatív országnak és az abban az országban működő innovátoroknak nem érdemes figyelembe venniük.

Még ha a piacok hatékonyak is lennének a technológiaválasztásban azon ország feltételei szerint, ahol az innováció történik, ezek a feltételek jelentősen eltérnek a fejlődő országok feltételeitől. A fejlődő országokban kulcskérdés a megfelelő technológiák *alkalmazása*. De ugyanaz az elemzés, amely a technológiai innováció irányításába történő kormányzati beavatkozás szükségességét mellett érvel, a technológia átvételének irányításába történő beavatkozás mellett is érveket szolgáltat. Ez különösen akkor igaz, ha a külföldről származó technológia kezdeti átvétele után a helyi körülményekhez való alkalmazkodás következik be, és a technológiai fejlődés előnyeit és költségeit nem sajátítják el teljes mértékben, például a "learning by doing" folyamatában. (Lásd pl. Atkinson és Stiglitz, 1969). Ezek az aggályok már régóta az iparpolitika középpontjában állnak.

2.5 Amesterséges intelligenciával kapcsolatos szélesebb körű ártalmak

A mesterséges intelligenciával kapcsolatban számos szélesebb körű kár is felmerült, amelyek az utóbbi időben nagy figyelmet kaptak - az új technológia hatása a biztonságra (beleértve a kiberbiztonságot), a magánélet védelmére, a "rossz" viselkedésre való ösztönzésre, többek között a gyűlöletbeszéddel, a politikai manipulációval,

a gazdasági szintéren pedig az árdiszkrimináció, amely néha a már meglévő társadalmi különbségeket is súlyosbítja.

Bár ezek a kérdések a magas jövedelmű és a fejlődő országokat egyaránt érintik, aggódunk amiatt, hogy a nemzetközi közösség olyan módon foglalkozik velük, amely nem tükrözi a fejlődő országok prioritásait és szükségleteit. A világ most kezdi megvitatni a megfelelő szabályozási rendszert és egy globális szabályrendszert, hogy kezelje ezeket a potenciális károkat. Nem világos, hogy a fejlődő országok és a feltörekvő piacok kellőképpen képviseltetve lesznek-e az asztalnál, amikor ezek a megbeszélések zajlanak. Valójában a szabványok, szabályok és szabályozások nagy részét valószínűleg a magas jövedelmű országok és Kína fogják meghatározni, annak ellenére, hogy a hatások nagyobbak és potenciálisan eltérőek lehetnek a fejlődő országokra és a feltörekvő piacokra nézve.

Ráadásul a fejlődő országok intézményi kapacitása is korlátozottabb lehet e károk elhárítására - különösen, ha a technológiai óriásokkal kell szembenézniük. A gyengébb intézményi alapok miatt egyes országok hajlamosabbak lehetnek az autokratikus és totalitárius vezetők visszaéléseire, akik félretájékoztatási/bizonytalanítási és megfigyelési technológiákat használnak. A kevésbé képzett népesség jobban szenvedhet a félretájékoztatás/bizonytalanság következményeitől, mint például az oltásellenes mozgalomhoz kapcsolódó következményektől.

3 A lefelé mutató kockázatok értékelése kockázatok

3.1 Bizonytalanság az előrehaladás ütemével és mértékével kapcsolatban

A technológiai változások hatása nagymértékben függ azok ütemétől és mértékétől. Ha lassan történik, akkor van idő az alkalmazkodásra. Ha az automatizálás egyszerre csak néhány feladatra vagy ágazatra korlátozódik, a hatások korlátozottak lesznek.

A változások ütemével és a közelgő zavarok nagyságrendjével kapcsolatban azonban még a terület szakértői körében is nagy a bizonytalanság. Vannak olyan közgazdászok, például Gordon (2016), akik azt állítják, hogy nem a példátlan innováció korszakát éljük, és a gazdasági növekedés a jövőben kevésbé lesz gyors, mint az elmúlt évszázadban volt. Gordon azzal érvel, hogy a beltéri vécéknek és az elektromosságnak sokkal nagyobb következményei voltak az emberek életszínvonalára, mint az újabb innovációknak.

Egy másik nézet szerint a mesterséges intelligencia valóban átalakító technológia, egy *általános célú technológia*, amely a gazdaság minden ágazatát forradalmasíthatja (lásd pl. Trajtenberg, 2019). A korábbi technológiai forradalmak gőzgépéhez vagy az elektromossághoz hasonlóan ez a nézet azt jósolja, hogy az AI jelentős termelékenységnövekedést és strukturális változásokat fog eredményezni az egész gazdaságban.

Egy még radikálisabb, John von Neumannra visszanyúló perspektíva szerint a mesterséges intelligencia előbb-utóbb eljuthat arra a pontra, hogy az AI-k képesek lesznek kutatni, jobb és hatékonyabb tervezést végezni, mint a többi.

változatai, és ezáltal rekurzívan önfejlesztők. Ez gyorsuló technológiai fejlődéshez vezethet, és - von Neumann szavaival élve - "a faj történetében egy olyan alapvető szingularitáshoz való közeledés látszatát keltheti, amelyen túl az emberi ügyek, ahogyan mi ismerjük őket, nem folytatódhatnak" (lásd Ulam, 1958). Ezt a koncepciót Good (1965), Vinge (1993) és Kurzweil (2005) népszerűsítette, és ma már számos közgazdasági tanulmány is tárgyalja (lásd pl. Nordhaus, 2015; Aghion et al., 2019).

Ez a szemlélet azt hangsúlyozza, hogy a mesterséges intelligenciával működő gépek nemcsak fizikailag erősebbek az embernél, és nemcsak jobban és gyorsabban képesek feldolgozni az információkat, mint az emberek, hanem egyre több területen jobban és gyorsabban tanulnak is, mint az emberek. Ebből a szempontból a mesterséges intelligencia sokkal nagyobb bomlasztó hatású lehet, mint egy "egyszerű" általános célú technológia; a mesterséges intelligencia programjai már most is önálló ügynökké válnak, egyre inkább kiválthatják az emberi munkákat, és végső soron feleslegessé tehetik a tényező munkaerőt. Ha a gépek minden olyan feladatot el tudnak végezni, amelyet hagyományosan a munkaerő végzett, és ha ezt egyre alacsonyabb költséggel tudják megtenni, akkor a hagyományos munkaerő feleslegessé válik abban az értelemben, hogy a (legalábbis alacsonyan képzett) emberi munka határterméke már nem fedezi az ember életben tartásához szükséges megélhetési költségeket (Korinek és Stiglitz, 2020b). Ez a munkaerő-megtakarító innováció szélsőséges esetét jelentené: szó szerint munkaerő-helyettesítő innovációról van szó - a munkaerő alkalmazása szigorúan domináns technológiává válna.

Számos tanulmány készült arról, hogy az elkövetkező évtizedekben hány munkahelyet válthat fel az automatizálás és a mesterséges intelligencia, jellemzően munkakör- vagy feladatspecifikus adatok alapján. Az ezekben a tanulmányokban szereplő előrejelzések széles skálán mozognak, az összes munkahely viszonylag kis, 9%-os arányától (OECD, 2016) a 20-25%-os becslésig (Bain and Company, 2018), illetve Frey és Osborne (2017) és a McKinsey Global Institute (2017) közel feléig. Még az alacsonyabb számok is jelentős hatásra utalnak, különösen azért, mert a hatás koncentrált lehet. A munkahelyek megszűnése először a szakképzetlen és rutinmunkákra összpontosulhat.

Azzal, hogy tudjuk, hogy az összes munkahely mekkora hányada fog elveszni a mesterséges intelligencia miatt, nem feltétlenül tudjuk jól mérni a jövedelemeloszlásra gyakorolt hatást.

Az innováció irányításával kapcsolatos korábbi meglátásainkat a gazdasági kutatásra alkalmazva saját kutatásainkat is olyan irányba kell terelnünk, ahol a gazdasági elemzés várható társadalmi hozzáadott értéke a legnagyobb, ahol a legnagyobb jóléti hatással jár. Ahogy Yogi Berra mondta, előrejelezni nagyon nehéz, különösen a jövőt. Azt, hogy mit fogunk felfedezni a jövőben, alapvető értelemben nem lehet tudni. Ma itt ülve nem lehetünk biztosak abban, hogy a leírt forgatókönyvek közül melyik fog megvalósulni.

Még ha viszonylag kicsi is a valószínűségük, különösen alaposan át kell gondolnunk azokat az eseményeket, amelyek nagymértékben megzavarják társadalmunkat, át kell gondolnunk a következményeket, és fel kell készülnünk arra, hogy miként enyhíthetnénk néhány kedvezőtlenebb hatást. Ilyen esemény lenne például az innovációt felváltó kiterjedt munkaerő. Nem gondoljuk, hogy ez egy alacsony valószínűségű esemény lenne, de még ha úgy vélnénk is, hogy csupán 10 százalékos valószínűséggel lenne

jelentős munkaerő-megtakarítást eredményező innováció, érdemes a figyelmet egy ilyen eseményre összpontosítani. Egy olyan technológiai változás, amely mondjuk két százalékkal változtatja meg a jövedelmek újraelosztását, valószínűleg nem okoz társadalmi felfordulást. Ilyen típusú eseményekkel folyamatosan találkozunk, és meglehetősen biztosak vagyunk abban, hogy gazdasági és társadalmi rendszerünk képes elviselni egy ilyen változást. A legkomolyabban azokra a forgatókönyvekre kellene gondolnunk, amelyek a legkedvezőtlenebb társadalmi hatásokkal járnak, hogy jobban fel tudjunk készülni a bekövetkezésükre. Ezen túlmenően, ha azon gondolkodunk, hogyan készüljünk fel a kis valószínűségű, de nagymértékben kedvezőtlen forgatókönyvekre - például a radikális technológiai változások jövedelemeloszlásra gyakorolt hatásának kezelésével összefüggésben -, akkor értékes tanulságokat vonhatunk le az olyan forgatókönyvekre vonatkozóan is, amelyek hatása kevésbé erőteljes.

3.2 A termelékenységi rejtvény: Tényleg a példátlan innováció korszakát éljük ?

Az AI-alapú innováció gazdasági jelentőségéről szóló vitát a közelmúlt gazdasági adataihoz kapcsolva egy jól ismert rejtélybe ütközünk: ha valóban a jelentős technológiai zavarok korát éljük, akkor miért nem jelennek meg a GDP-adatokban az innováció növekedése, amiről hallunk? Ez analóg a számítógépesítésből eredő termelékenységnövekedés hiányának rejtélyével, amelyet Bob Solow írt le az 1980-as években, amikor az akkori általános célú technológia - a számítógépek - elterjedt az egész gazdaságban (Solow, 1987). Akkoriban egészen a következő évtizedig tartott, amíg az amerikai nemzeti számlák a termelékenység növekedésének fellendülését mutatták.

A termelékenységi rejtély magyarázatának egy része az, hogy hosszú késleltetések vannak, mint a számítógépesítés esetében. Jelenleg a mesterséges intelligencia korlátozott számú ágazatban van hatással, például a reklámozás jobb módjainak feltalálásában. Még ha a mesterséges intelligencia át is alakítja a reklámozást, ez nem fogja átalakítani az általános életszínvonalunkat. (Ebben a konkrét esetben valójában csökkentheti az általános hatékonyságot, mivel alááshatja az árrendszert azáltal, hogy lehetővé teszi az átható diszkriminatív árképzést.) A jövőben a gazdaság számos ágazatában kiegészítő beruházásokra, a folyamatok és a szervezet megváltoztatására, valamint a munkavállalók új készségeinek fejlesztésére lesz szükség ahhoz, hogy teljes mértékben ki tudják használni a mesterséges intelligencia előnyeit (ld. pl. Brynjolfsson et al., 2019).

A magyarázat másik része az, hogy a termelékenységi rejtély egy mérési problémát is tükröz. Számos újkori technológia olyan társadalmi jólétnövekedést eredményezhetett, amelyet a GDP nem mutat (lásd pl. Brynjolfsson, 2020), például azért, mert a szolgáltatásokat "szemgolyók" ellenében cserélik, azaz a felhasználók a szolgáltatásokért

való fizetés helyett reklámoknak vannak kitéve.

Ahogy ez a vita is mutatja, nehéz megjósolni, hogy a mesterséges intelligencia milyen hatással lesz a jövőben.

3.3 A mesterséges intelligencia elhelyezése a fejlesztés tágabb kontextusában.

Számos más fontos tényező is van, amely a mesterséges intelligencia fejlődő országokra gyakorolt lehetséges káros hatásainak kezelését illetően fontos az elkövetkező évtizedekben.

COVID-19

A COVID-19 világválság extra árnyékköltséget rótt az emberekkel való fizikai interakcióra, és ez erősen ösztönzi a fizikai interakciót igénylő munkahelyek automatizálásának felgyorsítását (lásd pl. Korinek és Stiglitz, 2020b). Az ebből eredő változásoknak hosszú távú hatásai lesznek a gazdaságra, még a világválság leküzdése után is. A most bevezetett új technológiák még jó ideig világszerte csökkenteni fogják a munkaerő iránti keresletet.

Népességdinamika

Másodszor, a népességdinamika fontos kölcsönhatásban lesz a munkaerő-megtakarító vagy -helyettesítő technológia hatásával (lásd pl. Varian, 2020). Azokban az országokban, ahol a munkaképes korú népesség gyorsan növekszik, mint például számos afrikai országban, sok új munkahelyet kell teremteni ahhoz, hogy az adott foglalkoztatási arányt fenntartsák; ugyanakkor a fiatal népesség jelentős keresletet generál az oktatás iránt is, ami viszont munkahelyeket teremt.

Ezzel szemben azokban az országokban, ahol a munkaképes korú népesség csökken, mint például Kínában, a munkahelyek automatizálásának a munkaerőre gyakorolt hatása enyhül, mivel a technológiai fejlődés által felváltott munkavállalók egyszerűen nyugdíjba vonulhatnak. Ráadásul az öregedő népesség nagy igényeket támaszt a szolgáltatási szektorban, különösen az egészségügyben. A közeljövőben számos ilyen szolgáltatási ágazatbeli munkahelyet nem valószínű, hogy automatizálás vagy mesterséges intelligencia váltana fel.

A zöld átmenet

Harmadszor, az elkövetkező évtizedekben a fejlődő országokat érintő fontos tényező a globális felmelegedés veszélye, amely jelentős közpolitikai beavatkozásokat tesz szükségessé a zöld átmenet elősegítése érdekében,

azaz a fosszilis tüzelőanyagoktól függő gazdaságról a környezeti szempontból fenntarthatóbb, a megújuló energiára jobban támaszkodó gazdaságra való áttérés. A következő szakaszban a technológiai változás és a zöld átmenet közötti szoros hasonlóságokra fogunk összpontosítani.

3.4 Technológiai változás és a zöld Átállás

A zöld átmenet nagy beruházásokat igényel ahhoz, hogy gazdaságaink eltávolodjanak a fosszilis tüzelőanyagoktól. A megújuló energiák új infrastruktúrát igényelnek. Ezenkívül az energiahatékonyság jelentős beruházásokat igényel a lakásépítésbe és az új közlekedési rendszerekbe. A közeljövőben a mesterséges intelligencia nem fogja helyettesíteni az e beruházások nagy részéhez szükséges munkavállalókat.

Sok hasonlóság van a mesterséges intelligencia és a zöld átmenet hatásai között. Mindkettő a relatív árak nagymértékű változásával jár, és jelentős újraelosztást eredményez, és sok fejlődő országot erősen érint. Egyrészt a bolygónk megmentéséhez szükséges beruházások nélkül a fejlődő országok fogják a globális felmelegedés legnagyobb veszteségeit elszenvedni.

Másrészt a zöld átmenet hasonlít az erőforrás-takarékos innovációhoz, és azzal a kockázattal jár, hogy aláássa az olajexportáló országok életszínvonalát.

A zöld átmenet és a mesterséges intelligencia között fontos komplementaritás áll fenn: a zöld átmenet valószínűleg növeli a munkaerő iránti keresletet, így ellensúlyozva a mesterséges intelligencia munkaerő-keresletre gyakorolt negatív hatásainak egy részét. Sőt, azt is mondhatnánk, hogy jó dolog, hogy a munkaerő számos tevékenységben, így a gyártásban is kiváltásra kerül, mert így felszabadul a munkaerő a zöld átmenet igényeinek kielégítésére, és így jobban tudunk foglalkozni az éghajlatváltozás kihívásaival. Megjegyezzük, hogy nem lehet egyszerre azt állítani, hogy "gazdaságunk nem engedheti meg magának az éghajlatváltozás mérséklését", vagyis hogy nincsenek elegendő források, és hogy "potenciális válsággal állunk szemben, miközben munkaerő- és megtakarítási többletünk van". (Már a 2008-as válság előtt is sokan, köztük Ben Bernanke, a Fed elnöke is azt állította, hogy megtakarítási többlet van. A 2008-as válság utáni években sok közgazdász azt állította, hogy még nulla kamatláb mellett is elégtelen az aggregált kereslet, azaz megtakarítási többlet van).

Ugyanakkor kihívásokkal kell szembenéznünk azzal kapcsolatban, hogy hogyan tudjuk a többletforrásokat a zöld átmenethez szükséges eszközökbe irányítani. A beruházások egy részének állami beruházásnak kell lennie, ami további költségvetési forrásokat igényel. A jelenlegi adórendszerek világszerte jelentős hiányosságokkal küzdenek, amelyek a nem megfelelő progresszivitástól vagy a teljes regresszivitástól kezdve az átható adókulcsokig, a multinacionális vállalatok nem megfelelő megadóztatásáig, a negatív externáliákra kivetett adók, például a környezetvédelmi adók, valamint a fix tényezőkből, például a földből és a természeti erőforrásokból származó bérleti díjak megadóztatásának hiányáig terjednek. Ezek a hiányosságok különösen szembetűnőek a fejlődő országokban. Ugyanakkor azt is jelenti, hogy adórendszereink reformjainak lehetővé kell tenniük a közberuházásokhoz szükséges bevételek előteremtését.

Egyéb intézményi korlátok is nehezíthetik a szükséges források előteremtését és a tőke zöld beruházásokba történő átcsoportosítását mind a magán-, mind az állami szektorban.

Míg sok megtakarítási forrás hosszú távú (nyugdíjalapok és állami vagyonalapok) és a zöld átmenethez szükséges beruházások hosszú távúak, a kettő között a rövid távú pénzügyi piacok állnak. Szükségünk lehet például új zöld fejlesztési bankokra, amelyek segítenek finanszírozni a zöld átmenetet a magánszektorban, valamint a "barna" (azaz a környezetszennyezéshez hozzájáruló) befektetésekkel kapcsolatos kockázatok jobb közzétételére és a bizalmi előírások megváltoztatására, hogy a forrásokat kivonjuk a barna befektetésekből.

4 A múltbeli technológiai átalakulások tanulságai

Ahhoz, hogy megértsük a történelmet, a mesterséges intelligencia és a kapcsolódó technológiák

megjelenését a technológiai fejlődés tágabb történelmébe kell illeszteni. Az emberiség történelmének nagy részét a malthusiánus szakaszban töltötte. Az ipari forradalom valamivel több mint két évszázaddal ezelőtt kezdődött, és csak egy apró esemény volt az emberiség történetében. A gyártáson alapuló, exportvezérelt növekedés korszaka, amely

lehetővé tette, hogy a kelet-ázsiai csoda az elmúlt fél évszázadon át tartott - az ipari forradalom történetének csupán egynegyedét. Könnyen elképzelhető, hogy most egy másik korszakba lépünk.

Sokan nálunk sokkal derűlátóbbak a mesterséges intelligencia bomlasztó potenciálját illetően. Ők az autóra és más, a tizenkilencedik század végi innovációkra hivatkoznak. Munkahelyek szűntek meg, mivel a lovas kocsik és a lovaskocsik elavulttá váltak, de összességében a munkaerő iránti kereslet nőtt, és több munkahely jött létre. Elemzői vitánk világossá tette, hogy az innovációnak nincs eredendő oka arra, hogy ilyen hatásai legyenek. Ezúttal lehet, hogy másképp lesz. Emlékeztetőül szolgál, ha az ipari forradalom előtti időkre és magára a forradalom első évtizedeire tekintünk.

4.1 Pre-Industrial Forradalom

Az ipari forradalom előtt az innováció sokkal lassabban haladt, mint manapság. Akkor is sok újítás volt, de az emberek túlnyomó többségének tényleges életszínvonala stagnált (Maddison, 2003). Malthus (1798) értelmezése szerint minden alkalommal, amikor innovációra került sor, a népesség növekedni kezdett, és felszívta a keletkezett többletet.

Ez az iparosodás előtti állapot még mindig érvényes lehet a legkevésbé fejlett országokban, és különösen problematikus néhány afrikai országban, ahol az orvosi innovációknak köszönhetően a halálzási ráta jelentősen csökkent, de a reprodukciós ráta továbbra is nagyon magas. Az érintett országok lassan mentek át azon a demográfiai átmeneten, amely Ázsiában az életszínvonal emelkedését jellemezte. Ennek eredményeképpen számos ország nehezen kezelhető népességrobbanással és stagnáló életszínvonallal néz szembe.

Fennáll a veszélye annak, hogy a szegény országok visszatérnek a malthusi dinamikához, ha a technológiai fejlődés aláássa komparatív előnyeik forrását. Gondoljunk egy olyan országra, amely olcsó munkaerő felhasználásával előállított feldolgozóipari termékeket exportál, de például a mezőgazdaságban nem túl termelékeny a földhiány és a nagy népsűrűség miatt. Az ország az exportbevételeit arra fordítja, hogy élelmiszert importáljon a feldolgozóiparban dolgozó munkások számára, és ezzel a létminimumot meghaladó életszínvonalat biztosít számukra. Ha egy új technológia olcsóbban állítja elő a feldolgozóipari termékeket, akkor a feldolgozóipari munkások bére csökken, és könnyen lehet, hogy a munkavállalók megélhetési költsége alá esik. Ebben az esetben az ország visszatérhet a malthusi állapothoz, amelyben a lakosság jelentős része éhez és nélkülöz.

A mezőgazdasági termelékenység növelése enyhítheti ezt a szörnyű helyzetet, de a kérdés az, hogy vajon elegendő lesz-e egy olyan népesség eltartására, amelyet korábban importált élelmiszerekből tartottak el?

4.2 Ipari Forradalom

Az ipari forradalom a magas jövedelmű országokban a gyors növekedés kezdetét jelentette, de az érintett országokban nem mindenki részesült az ebből eredő előnyökből. Eleinte az egyenlőtlenségek növekedése volt tapasztalható. Az ipari forradalom tehát számos olyan tanulsággal szolgál számunkra, amelyek ma is nagyon aktuálisak:

Az innováció nagyon zavaró lehet

Még ha egy innováció végül hasznosnak is bizonyul a társadalom egésze számára, nagyon nagy zavarokat okozhat. Az ipari forradalom a magas jövedelmű országokban nyilvánvalóan átalakította a világot. Az életszínvonal évezredekken át mindenütt stagnált, majd hirtelen egy J-görbét követett, amely ugyan csökkent, de végül nagyságrendekkel emelkedett. Rövid távon sok társadalmi felfordulással járt - Dickens regényeiből világosan kiderül, hogy nem mindenki boldogult. Az Egyesült Királyságban voltak emberek, akik a 19. század közepénth a városokban sokkal rosszabb körülmények között éltek, mint előtte a vidéki területeken. Ha ezeket az embereket nézzük, az ipari forradalom nem jelentett Pareto-javulást.

A kollektív fellépés enyhítheti a káros hatásokat

Az ipari forradalom kezdete számos olyan kihívást jelentett, amely kollektív fellépést igényelt. A társadalmaknak azonban időbe telt, amíg létrehozták azokat a kollektív mechanizmusokat, amelyekkel ezekre a kihívásokra válaszolni tudtak. Ezért volt az ipari forradalomnak egy ideig jelentős negatív hatásai a tömegekre - kezdetben még az olyan mutatók is csökkentek, mint például a várható élettartam. Végül a kormányok nagyon fontos szerepet játszottak a káros hatások enyhítésében. Egyik példa erre az urbanizáció okozta problémák, beleértve a higiéniai kihívásokat, a környezetromlást, a közegészségügyet, az infrastruktúrát és a zsúfoltságot. Egy másik példa, hogy az oktatás nagyon fontos eleme volt a termelőképes munkaerő megteremtésének - az oktatás tehát a kapitalisták érdeke is volt, és széleskörű állami támogatást kapott.

Az olyan területeken, mint a munkaügyi törvényhozás, a szakszervezeti szervezkedés és a szociális biztonsági háló létrehozása, a kapitalisták ellenálltak a változásoknak. A magas jövedelmű országokban ezeket az intézményeket csak az 19th század végén és a 20th század elején hozták létre. Az Egyesült Államokban a könnyen hozzáférhető földterület azt jelentette, hogy a munkaerő viszonylag szűkös volt, ami korlátozta a munkaerő kizsákmányolásának mértékét.

Ennek ellenére a 20. század első éveibenth a munkaerő nem állt túl jól. Csak az olyan drámai események, mint az 1911-es New York-i Triangle Shirtwaist Factory tűzvész vezetett olyan munkaügyi törvényhozáshoz, amely valóban védte a munkásokat. A legtöbb magas

jövedelmű országban a munkaügyi jogszabályok az elmúlt évtizedekben már magától értetődőnek számítottak, de 1900-ban még nem volt nyilvánvaló, hogy valaha is születnek-e értelmes munkaügyi jogszabályok, és még ma is tapasztalható, hogy az Egyesült Államokban a minimálbér és az egészségügyi és biztonsági előírások által nyújtott védelem erodálódott, akár a

a jogszabályok változó körülményekhez való hozzáigazításának elmulasztása vagy a nem megfelelő végrehajtás (mint a Covid-19 esetében).

Ezek a reformok segítettek támogatni a feldolgozóipar fellendülésével járó strukturális átalakulást, és megmutatták, hogy az egyenlőség és a növekedés kiegészítik egymást (lásd Ostry et al., 2019). Alapvető szinten a társadalmi béke és a demokrácia fenntartásához voltak szükségesek. És egy olyan korszakot nyitottak meg, amelyet a "munka korának" is nevezhetnénk.

A legtöbb fejlődő ország még nem ment keresztül ezen a folyamaton. Ráadásul a munka kora nem tarthat örökké. Az Egyesült Államokban a minimálbérek reálértéken az elmúlt évtizedekben a hatvan évvel ezelőtti szint alá csökkentek. A munkavédelem támadásoknak van kitéve, és számos, a munkaidőre és a munkakörülményekre vonatkozó védelmet kiforgattak. A mesterséges intelligencia fejlődése még inkább hozzájárulhat a munkavállalók alkupozíciójának és így a szociális védelemnek az aláásásához. A fejlődő országokban pedig mindezt még azelőtt megtehetik, hogy a munkavállalók a magas jövedelmű országokéhoz hasonló szintű jogokat és védelmet szereznének.

Politika és politikai gazdaságtan

A munka kora nemcsak példátlan gazdasági hozamot biztosított a munkásoknak, hanem ezzel párhuzamosan példátlan politikai hatalmat is. Ez a hatalom azonban az utóbbi időben erodálódott (lásd pl. Boix, 2019). A demokráciákban a politikai kérdés az, hogy ha a munkavállalók vannak többségben, hogyan lehetséges, hogy olyan sok olyan szabály van, amely hátrányos helyzetbe hozza őket? A demokrácia egyszerű modelljeiben a medián szavazónak (vagy tágabb értelemben a "többségnek") kellene dominálnia. A szavazók többsége egalitáriusabb társadalmat akar. Az elmúlt évtizedekben azonban számos országban a politikai és gazdasági szabályok az ellenkező irányba fejlődtek.

Hacker és Pierson (2020) megpróbálja megmagyarázni ezt a "demokratikus paradoxont". Véleményük szerint Nyugat-Európa és az Egyesült Államok két különböző irányt vett. Nyugat-Európa nagy része a szociáldemokrácia útját követte, ahol széles társadalmi konszenzus van az egalitarizmusról, erős szociális védelmi intézményekkel; a politikai viták a rendszer finomhangolásával járnak. Az Egyesült Államok egy másik utat választott, ahol a gazdagok és a szélsőséges csoportok (köztük vallási csoportok és a fegyverlobbi) közötti koalíció jelentős hatalommal bír. Ez a szélsőséges csoportokkal alkotott, bizonytalan koalíció, amely a járadékot keresőkből áll, az egalitarizmussal ellentétes irányba ment, de ehhez alá kellett ásnia a demokratikus intézményeket, például a választójogok megvonásával (pl. a szavazók elnyomása), a jogfosztással (pl. a gerrymanderinggel) és a "demokrácia láncra verésével" (MacLean, 2017), ezáltal korlátozva azt, amit a többség megtehet. A fejlődő országok jól teszik, ha követik az európai modellt (lásd még Stiglitz, 2019).

4.3 Gyártásalapú exportvezérelt növekedés

A fejlődő országokban a fejlődésnek egyetlen modellje volt, amely az elmúlt ötven évben rendkívül sikeresnek bizonyult: a feldolgozóipari alapú exportvezérelt növekedés (lásd Stiglitz, 2018a). Ez tette lehetővé, hogy számos kelet-ázsiai ország felzárkózzon a magas jövedelmű országokhoz képest, többszörösére növelve az egy főre jutó jövedelmet ezekben az országokban.

A fejlesztési stratégiában rejlő egyik nagy változás az volt, hogy a statikus komparatív előnyökről a dinamikusabb komparatív előnyökre tértek át. Ez volt a kelet-ázsiai "csoda" központi eleme. Fél évszázaddal ezelőtt Dél-Koreának azt tanácsolták, hogy komparatív előnye a rizstermesztés. Dél-Korea elutasította ezt a tanácsot - Dél-Korea nem az akkori statikus komparatív előnye, a rizstermesztés, hanem a dinamikus komparatív előnye alapján akarta irányítani politikáját. Megállapította, hogy senki sem gazdagodott meg a rizstermesztésből. Ehelyett olyan iparpolitikát folytatott, amely az iparosodás felé vezetett. Ez a modell Kelet-Ázsia nagy részét figyelemre méltóan jól szolgálta, olyan módon, amire kevesen számítottak. 1969-ben Gunnar Myrdal megírta az *Ázsiai dráma* című írását, amelyben azt jósolta, hogy Ázsia soha nem fog fejlődni - emlékeztetőül arra, hogy a közgazdászoknak óvatosnak kell lenniük az előrejelzésekkel.

Kelet-Ázsiában a fejlődéshez vezető út az olcsó, munkaerő-igényes iparcikkek exportján keresztül vezetett. Ez a fejlesztési stratégia ötvözte a tanulást, a munkalehetőségek biztosítását, a devizát, az adóbevételeket - mindent, ami a gyors fejlődési átmenethez szükséges volt. Fejlődési pályájuk az olcsó munkaerőben, különösen az olcsó, képzetlen munkaerőben rejlő statikus komparatív előnyük kihasználásával kezdődött. Kelet-Ázsia országai azonban nem hagyták annyiban a dolgot. Idővel az országok felfelé haladtak az "értékláncban", magasabb hozzáadott értékű és összetettebb termékeket állítottak elő, és fejlesztették dinamikus komparatív előnyüket.

A technológia korábbi fejlődése már csökkentette az olcsó munkaerő jelentőségét, de most a mesterséges intelligencia fejlődése még tovább csökkentheti azt. A jövőben a kizárólag a munkaigényes feldolgozóipari termékek exportja által vezérelt növekedés többé nem lesz elérhető fejlesztési stratégia. A feldolgozóipari foglalkoztatás aránya ugyanis világszerte csökken. Ráadásul a kiszervezhető munkahelyek könnyebben automatizálhatók. Előfordulhat, hogy a korábban kiszervezett termelés áthelyezése történik meg, magasan automatizált termelési folyamatok alkalmazásával, és ezt a folyamatot a Covid-járvány felgyorsítja. A kelet-ázsiai fejlődést elősegítő erők tehát visszafelé haladhatnak, ami megnehezíti, hogy más fejlődő országok is kövessék ezt a stratégiát.

Az exportvezérelt, a feldolgozóipari termékeken alapuló növekedési modell sikerének egyik

kritikus oka az volt, hogy lehetővé tette a fejlődő országok számára, hogy több területen is felzárkózzanak. A fejlődő országok nemcsak azért szegényebbek a fejlett országoknál, mert az anyagi erőforrásokban, hanem a tudásban is hiányosságok mutatkoznak (Világbank, 1998). A Világbank

úgy gondolt magára, mint egy tudásbankra, amely nemcsak az erőforrásokban, hanem a tudás terén is segíti az országok felzárkózását.

A mesterséges intelligencia olyan tulajdonságokkal rendelkezhet, amelyek valójában növelik a tudásbeli lemaradást, és megnehezítik a felzárkózást. Az élvonalbeli mesterséges intelligencia-technológia erősen specializált. A mesterséges intelligenciával foglalkozó emberek aránytalanul nagy része magánvállalatoknál dolgozik, és a tudás jelentős része nem nyilvános, így a fejlődő és feltörekvő gazdaságok számára nem könnyen hozzáférhető. (Ez ellentétben áll számos korábbi technológiával, amikor a közpénzekből finanszírozott tudástermelés központibb szerepet játszott, így a fejlődő és feltörekvő gazdaságok számára könnyebben elérhető volt a tudáshoz való hozzáférés). Ráadásul a mesterséges intelligencia egyik fontos erőforrása az adat, és az adatokhoz való hozzáférés nagyon koncentrált és nem globálisan nyilvános. Ebből az következik, hogy a mesterséges intelligencia technológiájának jellege és az, ahogyan ezek a fejlesztések létrejönnek, megnehezíti a felzárkózást, mint a múltban.

4.4 Mi a különbség ezúttal

A mesterséges intelligencia forradalma nem csak megnehezítheti a fejlődő országok felzárkózását, de az is lehet, hogy a gazdaságpolitikai döntéshozók számára a mesterséges intelligencia forradalma nehezebben kezelhető lesz, mint a korábbi technológiai átmenetek. A strukturális átalakulás az agrár-vidéki gazdaságból az ipari-városi gazdaságba végül egy egyenlőségibb társadalomhoz vezetett. Amint azt már megjegyeztük, ennek oka többek között az volt, hogy az átmenethez kapcsolódó innováció összességében a szakképzetlen munkaerőhöz kötődött, azaz növelte a szakképzetlen munkaerő relatív termelékenységét. Ezenkívül az ipari termelés erős erőt adott a tömeges oktatás felé. Továbbá az ipari termelés jellemzően nagy üzemeket érintett, amelyeket viszonylag könnyen lehetett szakszervezetbe tömöríteni, és a szakszervezetek a bérkompresszió mellett érveltek. Mindezek az erők nagyobb egyenlőséghez vezettek.

A jelenlegi átmenetben a célunk jelentősen nagyobb zavarokkal és egyenlőtlenséggel járhat, hacsak nem történnek ellensúlyozó politikai beavatkozások. A mesterséges intelligencia munkaerő- és erőforrás-takarékos lehet, és valószínűleg egyre inkább az egyre magasabb szintű készségek felé irányul, így az általános műveltség kevésbé lesz fontos. Ez csökkentheti az egyenlőséget növelő közoktatás támogatását, amely a múltban az egyenlőséget erősítő eredmények egyik erős mozgatórugója volt. Ezenkívül a szolgáltatási ágazatot, amely a gazdaság egyre fontosabb részévé válik, a kisebb üzemek jellemzik, ráadásul a munkavállalók szolgálati ideje csökkent, ami megnehezíti a munkaerő szakszervezeti szerveződését. A digitális technológiák valószínűleg több belépési korlátot teremtenek, és több monopolhatalomhoz és "a győztes mindent visz" dinamikához vezetnek, a bérleti díjakat pedig néhány rendkívül gazdag, aránytalanul magas jövedelmű országban található magánszemély és vállalkozás

kapja meg.

Bár sok fejlődő országban az egy főre jutó átlagjövedelem növekedhet, a társadalom nagy része lemaradhat. Sőt, néhány fejlődő országban csökkenhet a

az egy főre jutó jövedelem, mivel az innováció csökkenti komparatív előnyeiket. Ennek eredményeképpen az egy főre jutó jövedelem csökkenését olyan technológiai dinamika súlyosbítja, amely további újraelosztást eredményez a munkavállalókról azok felé, akik az adott országon belül az új technológiák előnyeit élvezik.

Bár a nagyobb egyenlőtlenség növelné a szociális védelem iránti igényt, ez kevésbé egalitárius politikai-gazdasági egyensúlyt eredményezhet, mivel a gazdasági és politikai hatalom új koncentrációja csökkentheti a kormányzatnak a technológiai változások kedvezőtlen elosztási következményeinek enyhítésében játszott kritikus szerepének támogatását.

5 Gazdaságpolitika Válaszok

Láthattuk, hogy a gazdaságpolitika döntő szerepet játszott a gazdasági eredmények alakításában az innováció korábbi korszakaiban; ugyanez igaz lesz a mesterséges intelligencia esetében is. Ebben a szakaszban azt tárgyaljuk, hogy a fejlődő országok milyen politikai eszközöket alkalmazhatnak a technológiai zavarok hatásainak kezelésére. Ezek közül néhány hasonló ahhoz, ami a technológiai változások korábbi időszakában működött; néhány pedig a mesterséges intelligencia és a munkaerő-helyettesítő innováció által felvetett speciális problémákra van hangolva. A 6. szakaszban a globális politikák, normák és szabályok olyan változásait tárgyaljuk, amelyek segítenék a fejlődő országokat a technológiai változásokra adott válaszaikban. Ebben a rövid tanulmányban csak néhány fontosabb politikát tudunk érinteni.

5.1 Adózás és Újraelosztás

A növekvő egyenlőtlenségek elleni küzdelem kritikus szakpolitikái közé tartozik az adózás és az újraelosztás, különösen fontos szerepet játszva a progresszív adózásnak. A technológiai fejlődésnek a képzetlen munkaerővel szembeni torzítása és a korábban ismertetett "a győztes mindent visz" hatás, valamint a monopolhatalom növekedése hozzájárult a jövedelmi egyenlőtlenségek növekedéséhez, és a vagyoni egyenlőtlenségek még nagyobb mértékűvé válásához a világ különböző *országai*ban. Mindez megnövelte a progresszív adózás fontosságát, ugyanakkor az elmúlt években számos ország valójában egyre regresszívebbé tette adórendszerét. Például sok ország a tőke és a bérleti díjak (például a földbérletek, a monopolbérletek és a kizsákmányolási bérleti díjak egyéb formái) hozamát alacsonyabb adókulccsal adóztatja, mint a munkavállalókat. Az Egyesült Államokban a gazdagok jövedelmük kisebb hányadát fizetik adóban, mint a lakosság többsége (Saez és Zucman, 2019).

Az adók emelése különösen nagy kihívást jelent a fejlődő országok számára, ahol az informális szektor jellemzően sokkal nagyobb, mint a magas jövedelmű gazdaságokban. Az új digitális eszközök és az új adatok azonban új politikai eszközöket adhatnak a kormányoknak az adózási szabályok betartásának növelésére. Például, ha egy tevékenységet központosított digitális

platformokon keresztül közvetítenek, a kormányzat számára könnyebbé válik az üzleti tranzakciókhoz való hozzáférés és az adó kivetése. Például a kormányok

már régóta nehezen tudják ellenőrizni és megadóztatni a taxisok jövedelmét. Ha azonban a vezetést digitális platformokon keresztül közvetítik, minden bevételüket - beleértve a legtöbb borraivalót is - nyilvántartásba veszik.⁶

Az adózás és az újraelosztás egyik dilemmája, hogy a munkaerő-megtakarító technológiai fejlődés éppen akkor csökkenti a munkából - a gazdaság hagyományosan legjobban megadóztatott tényezőjéből - származó adóbevételeket, amikor az újraelosztás iránti igény megnő (lásd pl. Korinek, 2020). Ez szükségessé teszi, hogy az adózás egyre inkább más tényezők és járadékok felé tolódjon el. A hatékonyság szempontjából a járadékok megadóztatása különösen kívánatos (George, 1879). A fix tényezőkre, például a földre kivetett adók olyanok, mint egy átalányadó. A bérleti díjak megadóztatása pedig ténylegesen visszatartja a bérleti díjkeresést, ami növeli a hatékonyságot.

Korábban megfigyeltük, hogy a technológiai fejlődés mindig hoz létre nyerteseket és veszteseket, és a nyertesek nyereségei kvázi járadékok, amelyeket a kormányok torzulások nélkül megadóztathatnak. Különösen a digitális óriáscégek monopoljövedelmeinek egy része adóztatható anélkül, hogy nagyobb torzulást okozna a gazdaságban.

Az adórendszerek kialakításakor fontos szempont az adóincidens: az a lehetőség, hogy az általános egyensúlyi hatások azt eredményezik, hogy az adókat végül más tényezők és szereplők viselik, mint azok, akikre kivetették, ami aláássa a kívánt újraelosztási célokat. Például az egyszerű modellekben gyakori eredmény, hogy a tőke megadóztatása visszatartja a tőkészek tőkefelhalmozását. A kedvezőtlen hatásokat azonban bőven ellensúlyozhatják a humán és fizikai tőkébe történő állami beruházások (lásd pl. Stiglitz, 2018b).

A kívánatos adók listáján az áruk helyett a "rossz" adóknak kell előkelő helyet foglalniuk, azaz a negatív externáliákat okozó tevékenységekre és árukra kivetett Pigouvian-adóknak, például a környezetszennyező vagy szén-dioxid-kibocsátó árukra. Ez kettős módon járulna hozzá a zöld átmenethez, nemcsak azért, hogy adóbevételeket biztosítsa az állami beruházásokhoz, hanem azért is, hogy a piaci árakat korrigálná a negatív externáliák tükrözése érdekében.

Szociális védelem

Ha az egyének biztosítást kaphatnának a zavaró innovációk káros hatásai ellen, akkor valószínűbb lenne, hogy ezek az innovációk Pareto-javulást eredményeznének (Korinek és Stiglitz, 2019). A társadalombiztosítás egyik funkciója az, hogy társadalmassítsa ezeket a kockázatokat, amelyeket egyébként az egyének viselnének. A fejlődő országokban azonban a szociális védelmi rendszerek jellemzően kevésbé fejlettek, így még valószínűbb, hogy jelentős csoportok lesznek, amelyek

⁶ Egyesek joggal aggódnak amiatt, hogy a digitális platformok valójában nagyon hatékonyan kizsákmányolják a munkavállalókat, például amiatt, hogy a sofőrök órabére nem feltétlenül haladja meg a minimálbért. A platformok azonban információt is nyújthatnak arról, hogy a munkavállalókat kizsákmányolják-e, és megfelelő szabályozással könnyebbé tehetik az ilyen kizsákmányolás kezelését, mint a digitális korszak előtt.

rosszabbul járnak. Bár egyszerű recept lehetne a jobb szociális védelmi rendszerek biztosítása, az erőforrások és az intézményi korlátok ezt megnehezítik. Az országok attól tartanak, hogy az így elköltött pénzt a fejlesztési beruházásoktól vonják el.

Egyetemes alapjövedelem

A technológiai közösségben sokan a technológiai fejlődésnek a foglalkoztatásra gyakorolt hatásával kapcsolatos aggodalmakra az egyetemes alapjövedelem szorgalmazásával reagáltak. Három gondolatot fogalmazunk meg az ilyen javaslatokkal kapcsolatban.

Először is, nagyon örülnénk, ha az egyetemes alapjövedelem támogatói hívek lennének az "egyetemes" szó jelentéséhez, és azt javasolnák, hogy az alapjövedelem a világ minden polgárára egyformán vonatkozzon, és ne csak azokra, akik szerencsések, hogy olyan helyeken születtek, amelyek rendelkeznek az ilyen programok finanszírozásához szükséges költségvetési kapacitással (pl. Alaszkában, ahol az olajbevételeket az Alaszkai Állandó Alapba gyűjtik és szétosztják az állam lakosai között). Tekintettel az országhatárokon átnyúló transzferek biztosításának általános nehézségeire, ez nagy előrelépés lenne.

Másodszor, az UBI-programoknak egy olyan jövőben lehet értelme, amikor a munkaerő valóban feleslegessé válik (Korinek és Juelfs, 2020). De egyelőre a hangsúlyt a munkahelyteremtésre kell helyezni mindazok számára, akik képesek és hajlandóak dolgozni. Amint azt korábban már javasoltuk, rengeteg munka vár még ránk - a zöld átmenet megteremtése, a fiatalok, a betegek és az idősek ellátása, az infrastruktúrába való beruházás -, és rengeteg olyan ember, aki dolgozni akar. A piacok gyakran nem találják meg a munka iránti igényt és az emberek munkára való hajlandóságát. Ilyen körülmények között a kormányoknak kellene közbelépniük.

Harmadszor, az egyik megközelítés, amely hosszú távon mindenkinek biztosítana egy kis jövedelmet, és amely a társadalmi kohézió és szolidaritás növelésével járna, a közös tőketulajdonlás: a kormányzati támogatási programok részeként (mint például a 2020-as COVID-19 nyomán életbe lépő programok) a kormányzati segítségben részesülő cégeknek részvényeket kellene befizetniük egy olyan szuverén vagyonalapba, amely mindenki tulajdonában van az adott országon belül. Hasonlóképpen, a részben állami finanszírozású kutatásokra építő vagy azokat alkalmazó cégeknek is ugyanezt kellene tenniük.⁷

Újraelosztás vs. Előzetes elosztás

Ha az újraelosztás mozgásterét korlátozott, különösen a fejlődő országokban, ahol az adóztatási kapacitás alacsony, akkor az újraelosztásról az újraelosztás előtti újraelosztásra kell helyeznünk a hangsúlyt, azaz arra kell összpontosítanunk, hogy hogyan befolyásoljuk a piaci jövedelem elosztását, ahelyett, hogy a piaci jövedelmet adottnak vennénk, és adókat és

transzfereket vetnének ki (Stiglitz *et al*, 2015, 2019). Amint azt a következőkben vizsgálni fogjuk

⁷ Fogalmilag a tőke állami tulajdonba vétele egyenértékű a tőkére kivetett adókkal, az új beruházásokra vonatkozó mentességekkel, amelyekkel elkerülhetők a tőke megadóztatásának negatív ösztönző hatásai.

a következő szakaszokban, a fejlődő országok számos olyan politikához folyamodhatnak, amelyek befolyásolják magát a piaci jövedelmek elosztását.

5.2 Kiadások és infrastruktúra politika

A kiadási politika ugyanolyan fontos lehet a mesterséges intelligencia káros hatásainak ellensúlyozásában, mint az adózás és a közvetlen újraelosztás, és számos olyan előnnyel jár a transferekkel szemben, amelyek különösen fontosak a fejlődő országokban: a kormányzati kiadásokat könnyebb lehet a szükségletek alapján megcélozni, és a korrupcióval szemben is ellenállóbbak lehetnek. Például az emberi jólétre, például az oktatásra és az egészségügyre fordított kiadások természetesen azokra irányulnak, akik oktatásban és egészségügyi ellátásban részesülnek, ahelyett, hogy azokra költenék, akik már képzettek vagy egészségesek. A környezetvédelmi politikák azoknak segítenek, akik a környezetromlás - beleértve az éghajlatváltozást is - fő terhét viselik, amelyet aránytalanul nagy mértékben a szegények viselnek.

A szakképzetlen munkaerő iránti keresletet növelő kiadási politikák kettős feladatot láthatnak el: növelik a szakképzetlen munkaerő iránti keresletet és növelik a piaci jövedelmek egyenlőségét (amit ma gyakran elő-elosztásnak neveznek), és úgy célozhatók, hogy a kiadások előnye aránytalanul a kevésbé tehetőseket éri, növelve a "jólét" egyenlőségét. Az egyik fontos példa erre az infrastrukturális beruházások, amelyek munkaigényes kiadások, amelyeket úgy lehet kialakítani, hogy azok az egyenlőséget szolgálják.

Különösen fontosak az ország digitális infrastruktúrájába történő beruházások, amelyek csökkentik a "digitális szakadékot", és lehetővé teszik a polgárok számára, hogy hozzáférjenek az internet által nyújtott széles körű szolgáltatásokhoz. A hálózati technológia közelmúltbeli fejlődése lehetővé teszi a fejlődő országok számára, hogy megelőzzék a régebbi technológiákat, amelyekbe a magas jövedelmű országok vagyontömeget fektettek be, például a vezeték nélküli 5G technológiák alkalmazásával, ahelyett, hogy hatalmas kábelhálózatokat fektetnének le.

Az egyéb infrastrukturális beruházások közé tartoznak a tömegközlekedési rendszerek, amelyek különösen az alacsonyabb jövedelmű munkavállalókat kötik össze a munkahelyekkel, és javítják a számukra elérhető lehetőségeket. A munkaerő-keresletet növelő közkiadások másik példája a szolgáltatási szektorban, például az egészségügyben, az idősgondozásban és az oktatás bizonyos területein létrehozott munkahelyek, amelyek kettős célt szolgálhatnak - aránytalanul nagy mértékben a szegények és rászorulóik javát szolgálják, mivel a munkaerő-kereslet növelésével növelik a béreket.

5.3 Oktatás

Bizonyos körökben az oktatást az egyenlőtlenségek csodaszerének tekintik, mivel a

képzettebb munkavállalók magasabb jövedelemhez jutnak, mint a kevésbé képzettek.

A magas jövedelmű országokban az oktatás lehetősége az egyenlőtlenség problémájának megoldására, nem is beszélve a munkaerő-megtakarító technológiai fejlődés sajátos problémájáról, amelyet ebben a tanulmányban tárgyalunk.

eltűzöttak. Az elmúlt években például sok országban még a főiskolai végzettséggel rendelkezők jövedelme is stagnált. És ahogyan azt már említettük, a mesterséges intelligencia bizonyos mértékig még a magasan képzett munkavállalók által végzett kritikus feladatok egy részét is helyettesíti, például a radiológiában.

Egy bizonyos szintű oktatás azonban elengedhetetlen ahhoz, hogy a fejlődő és a magas jövedelmű országok polgárai egyaránt részt vehessenek a modern digitális gazdaságban, és elkerüljék az oktatáson alapuló digitális szakadék kialakulását, amelynek következtében egyesek egyszerűen nem tudják, hogyan férjenek hozzá az internet és a kapcsolódó digitális technológiák által kínált erőforrásokhoz és lehetőségekhez, és hogyan használhassák ki azokat.

5.4 Új fejlesztések Stratégiák

A fejlődő országoknak új, több lábon álló fejlesztési stratégiára lesz szükségük, amely felváltja a *korábban* legsikeresebb fejlesztési modellnek számító, a gyártáson alapuló exportalapú növekedési modellt. Az országok fejlesztési stratégiáinak egyik legfontosabb szempontja hagyományosan az iparpolitika - a gazdaság irányát alakító beavatkozások, amelyek különös hangsúlyt fektetnek a másodlagos szektorra. A gyártás egyre fokozódó automatizálásának korában azonban a fejlesztési stratégiáknak a gyártáson és a másodlagos szektoron túl a gazdaság más ágazataira, köztük a mezőgazdaságra és a szolgáltatásokra is ki kell terjeszteniük a hangsúlyt.⁸

Greenwald és Stiglitz (2014b) rámutat, hogy minden országnak van egy ágazati fejlesztési politikája, amelyet az infrastrukturális és oktatási beruházások, valamint az adó- és szabályozási politika alakít. Csakhogy egyes országok nem tudják, vagy nem akarják beismerni, hogy ilyen politikájuk van.

A veszélyt az jelenti, hogy az ilyen politikákat könnyebben megragadhatják a különleges érdekek.⁹ A fejlődő országokban a fejlesztési politikák sokkal inkább a gazdaságpolitika középpontjában állnak. Ezeket úgy kell megtervezni, hogy a társadalmi előnyök maximalizálása érdekében kezeljék, enyhítsék az innovációk hatásait, és alkalmazkodjanak a hazai és külföldi innovációk okozta zavarokhoz.

A fejlődő országokban az innováció nagy része a technológia átvételére összpontosít, nem pedig teljesen új technológiák kifejlesztésére. Míg a magas jövedelmű országok az "innováció irányítására" összpontosítanak, a fejlődő országoknak a "technológiák átvételének irányítására" kell figyelmet fordítaniuk. Fejlesztési stratégiájuknak szándékosan a technológiák átvételének irányítására kell összpontosítania.

⁸ Érdekes módon az ilyen politikákat továbbra is "iparpolitikaként" emlegetik, még akkor is, ha a gazdaságot az ipari szektortól távolítják el. Mi az általánosabb elnevezést használjuk ágazati politikáknak, de ezek tágabbak: egy ágazaton belüli technológiaváltásra is alkalmazhatók (pl. a zöld vagy a

munkaigényesebb technológiák irányába).

⁹ Például a származékos ügyleteket előnyben részesítő amerikai csődeljárási rendelkezések a származékos ügyletek növekedését ösztönző ágazati politikának tekinthetők; a 2008-as pénzügyi válságig azonban az ágazaton kívül kevesen voltak tisztában azzal, hogy a származékos ügyletek milyen kedvező elbánásban részesültek.

a magas jövedelmű országokban már kifejlesztett technológiák munkaerő-felhasználása, saját körülményeikhez és igényeikhez való igazítása, újratervezése és továbbfejlesztése. A befelé irányuló közvetlen külföldi tőkebefektetések ösztönzésének típusára vonatkozó döntéseket is e célkitűzések alapján kell meghozni.

Az új fejlesztési stratégiák megtervezésekor a fejlődő országoknak alaposan át kell gondolniuk az állami beavatkozások indokoltságát. Különösen fontos, hogy a technológiai fejlődés és a technológia átvételének iránya endogén, és nem feltételezhető, hogy a piaci döntések ezen a területen társadalmilag kívánatosak. Az egy adott időpontban hozott döntéseknek a későbbi időszakokban is vannak hatásai, és a döntéseket hozó vállalatok a döntéseikből származó előnyöknek csak egy részét sajátítják el, és a döntéseikből származó költségeknek csak egy részét viselik. Ez például egyértelműen megmutatkozik, amikor a tudás más vállalatokra is áttér, és amikor a technológia idővel fejlődik, pl. a tanulás útján történő tanulás révén. Az egyedül cselekvő cégek nem veszik teljes mértékben figyelembe döntéseik dinamikus hatásait másokra.

A probléma részét képezik a jelenlegi választásokból származó hozamok elsajátításának képességén túlmutató egyéb piaci hiányosságok is - például a kockázati és tőkepiacok tökéletlenségei. A tőkepiac tökéletlenségei, amelyek a magas jövedelmű országokban akadályozzák a munkaerő innovációra válaszul történő átcsoportosítását - és amelyek azt eredményezhetik, hogy az innovációk jólétsökkentőek -, még fontosabbak a fejlődő országokban, ami szükségessé teszi az iparpolitikák aktív munkaerő-piaci politikákkal való kombinálását (lásd pl. Delli Gatti et al 2012a, 2012b).

Ehhez kapcsolódóan a probléma egy része az, hogy a piaci árak nem tükrözik megfelelően a társadalmi árnyékértékeket. Jól ismert példa erre, hogy megfelelő szabályozás hiányában a szén piaci ára nulla, de ez nem tükrözi a szén társadalmi költségét.

Hasonlóképpen, a piaci árak tükrözhetik az erőforrások szűkösségi értékét, és a gazdasági tevékenységet a hatékonyságot növelő irányba terelik, de nem tükrözik az erőforrások igazságos elosztásának társadalmi értékét, és nem ebbe az irányba terelik a gazdasági tevékenységet. Tekintettel az újraelosztás korlátaira, ez fontos szerepet hagy a kormányzat számára az innováció irányításában és a gazdasági fejlődés társadalmilag kívánatos irányba történő előmozdításában (Korinek és Stiglitz, 2020b). Sokat lehetne például nyerni azzal, ha az innovátorokat arra ösztönöznénk, hogy a munkaerő-megtakarításról a munkaerő-felhasználóbb technológiákra helyezték át a hangsúlyt.

Szerencsére, bár az új technológiák szükségessé teszik az elmúlt fél évszázad régi és rendkívül sikeres fejlesztési stratégiáinak megváltoztatását, új lehetőségeket is nyitnak. A mezőgazdaságban a mesterséges intelligencia olyan algoritmusokon alapuló nagymértékű

termelékenységnövekedés lehetőségét kínálja, amelyek segítenek a gazdáknak a terméshozamot növelő döntések finomhangolásában és optimalizálásában. Az ilyen algoritmusok a terményektől, a talaj- és időjárási viszonyoktól függenek, és a helyi viszonyokhoz kell őket igazítani. Ahogyan a mezőgazdasággal kapcsolatos általános ismereteket a helyi gazdáknak átadó mezőgazdasági tanácsadó szolgálatok is fontos szerepet játszottak az USA fejlődésében a második félévben.

A XIX. században és a XX. század elején a fejlődő országokban ma is fontos szerepet játszanak a kormányzati mezőgazdasági tanácsadó szolgálatok. A digitális platformok nagymértékben javíthatják a kistermelők azon képességét is, hogy termékeikkel tisztességes piaci áron kereskedjenek, csökkentve ezzel a közvetítők piaci erejét, akik gyakran a mezőgazdaságban keletkező többlet jelentős részét elszívják.

A szolgáltatási szektor fejlesztése kulcsfontosságú a gazdasági fejlődés szempontjából, mivel az elsődleges és másodlagos szektor szerepe egyre csökken. Sok fejlődő ország a szolgáltatások terén új komparatív előnyöket teremthet, amelyek azonban a jó internetkapcsolatoktól és a munkaerő bizonyos fokú képzettségétől függenek. Például a call centerok és a hasonló üzleti és fogyasztói szolgáltatások a szükséges nyelvtudásra épülnek. Növekvő piacot jelentenek az olyan egyszerű humán szolgáltatások is, amelyek apró összetevőkre bonthatók és betáplálhatók a mesterséges intelligencia rendszerekbe (pl. képek címkézése). Ami azonban tovább nehezíti a helyzetet, hogy a kiszervezhető szolgáltatások könnyebben automatizálhatók is. Más szolgáltatások, mint például a turizmus, az automatizálásnak ellenállóbb (bár a világjárványnak nem ellenálló) exportbevételi forrásnak bizonyultak azon országok számára, amelyeknek sikerült kívánatos turisztikai célponttá alakítaniuk magukat. A szolgáltatások exportja számos olyan potenciális növekedési előnyt kínál, mint a feldolgozóipari alapú exportvezérelt növekedési modell.

A hazai közönségnek szánt szolgáltatások, például az egészségügy, az idősgondozás, valamint az oktatás, nem biztos, hogy sok exportbevételt hoznak, de nagyon fontosak a gazdasági fejlődés és a jólét szempontjából. A mesterséges intelligencia alkalmazásával sokat lehetne javítani e szolgáltatások nyújtását és hatékonyságát, és ehhez kormányzati politikára van szükség, mivel a magánszolgáltatók gyakran kis méretűek, és nem engedhetik meg maguknak a szükséges beruházásokat. És még ezeken a területeken is jelentős lehetőségek nyílnak a határokon átnyúló kereskedelemre, például az orvosi turizmus vagy a fejlett országokból a melegebb éghajlatra települő nyugdíjasok révén, ha megfelelő egészségügyi ellátás áll rendelkezésre.

A magas jövedelmű országok mesterséges intelligencia-innovációjának irányítása

A mesterséges intelligencia területén az innováció általános irányát nagymértékben a magas jövedelmű országok és Kína határozzák meg. Ez azt jelenti, hogy az ezekben az országokban elért technológiai fejlődés - és az, hogy mennyire munkaerő-megtakarító - az új technológiáknak kitett fejlődő országok számára is fontos.

Számos kormányzati politika közvetett hatással van az innováció ösztönzésére. Például a tőkeköltséget - legalábbis rövid távon - a monetáris politika befolyásolja, amelynek célja az aggregált kereslet stabilizálása. Az elmúlt években a monetáris hatóságok számos országban

úgy határozták meg a kamatlábakat, hogy a biztonságos eszközök reálhozama nagyon alacsony vagy akár negatív volt, valószínűleg a tőke társadalmi árnyékára alatt. Stiglitz (2014) kimutatja, hogy ez ösztönzi a túlzott

automatizálás a magas jövedelmű országokban. Acemoglu és társai (2020) megállapítják, hogy a tőkét a munkával szemben előnyben részesítő adópolitikák torzítják a munka megtakarítása irányába történő haladás irányát is.

A fejlődő országokra nézve pedig azonnali következményekkel jár: Ha a magas jövedelmű országokban egyszer már felmerültek a munkaerő-megtakarítást eredményező innováció kifejlesztésének költségei, akkor azt gyakran viszonylag alacsony költséggel lehet globálisan bevezetni, ami jelentős jóléti költségeket róhat a fejlődő országok munkavállalóira (lásd pl. Diao et al, 2021).

Pritchett (2019) megállapítja, hogy a magas jövedelmű országok migrációs politikái korlátozzák a munkaerő-kínálatot, és viszonylag magas bérekhez vezetnek, amelyek nem tükrözik a munkaerő - és különösen a képzetlen munkaerő - globális szintű bőségét. A magas bérek aztán a magas jövedelmű országok innovátorai számára túlzott ösztönzést nyújtanak arra, hogy a képzetlen munkaerő által végzett feladatok automatizálásába fektessenek be, ahhoz képest, ami a fejlődő országok szempontjából kívánatos lenne.

Regionális politikák

A közgazdászok is egyre inkább tudatában vannak a regionális heterogenitás fontosságának. A stilizált modellekkel ellentétben, amelyekben csak országhatárok léteznek, a munkaerő nem mozog zökkenőmentesen az országokon belüli régiók között. Még a magas jövedelmű országokban is nagy különbségek vannak a régiók vagy a vidéki és városi területek között, ahogyan azt például Észak- és Dél-Olaszország esete vagy az Egyesült Államok és számos más ország vidék/város közötti különbség mutatja. Ezek az egyenlőtlenségek a fejlődés előmozdítása érdekében helyalapú politikákat tesznek szükségessé.

6 Gazdasági fejlődés és globális kormányzás

Egy globálisan integrált gazdaságban - amelyből a fejlődő országok és a feltörekvő piacok sok szempontból óriási hasznot húztak - a globális szabályok számítanak. A globális szabályokat mindig is a magas jövedelmű országok javára határozták meg; azokat nagyrészt a nagy, erős országok, és gyakran az ezeken belüli erős, különleges érdekek határozzák meg, míg a fejlődő országoknak nincs helyük az asztalnál, vagy legalábbis alulreprezentáltak.

A globális szabályok nagy hatással vannak ezen országok azon képességére, hogy a digitális korszakban adókat vethetnek ki, a magas jövedelmű országok azon képességére, hogy a fejlődő országokból (például a piaci erő és a szellemi tulajdonjogok révén) járadékot vonjanak ki, valamint tágabb értelemben a globális kereskedelmi feltételekre és a jövedelemelosztásra.¹⁰ Bár a fejlődő országok felismerhetik ezeket az egyenlőtlenségeket - és globális gazdasági rendszerünk hatékonyságának hiányosságait -, gyakran úgy tűnik, hogy nem sokat tehetnek.

A mesterséges intelligencia új színteret teremtett, ahol szabályokat kell felállítani, ugyanakkor súlyosbíthatja a gazdasági hatalmi egyensúlytalanságokat, ahogy azt korábbi vitánk is hangsúlyozta.

¹⁰ Arról, hogy ez hogyan érvényesül a kereskedelmi szabályokban, lásd pl. Charlton és Stiglitz (2005).

Az információra és a mesterséges intelligenciára vonatkozó szabályok tekintetében azonban van okunk óvatos reménykedésre. Először is, az e területre vonatkozó szabályok még mindig a kialakításuk folyamatában vannak, így van remény arra, hogy a nemzetközi intézmények és a civil társadalom pozitív hatással lehetnek e szabályok kialakítására. Mindazonáltal aggodalomra ad okot az a tény, hogy az USA és más országok között a közelmúltban létrejött kereskedelmi megállapodások olyan rendelkezéseket tartalmaznak, amelyek a nagy technológiai vállalatok érdekeit tükrözik - korlátozott nyílt vita mellett, és korlátozzák e kereskedelmi partnerek mozgásterét a szélesebb közérdeket tükröző rendszerek kialakítására.

Másodszor, a magas jövedelmű országoknak saját érdeke, hogy elkerüljék, hogy a fejlődő országokban a globalizációval szemben erős visszahatás alakuljon ki. Egy ilyen ellenreakció lehetősége jelentős: Az Egyesült Államok és számos más magas jövedelmű ország, amelyek nagy haszonélvezői voltak a globalizációnak, már megtapasztalták ezt a visszahatást - részben azért, mert nem gondoskodtak arról, hogy a globalizáció veszteségeit kompenzálják. A múltban legalábbis volt némi érzés, hogy a globalizáció kölcsönös előnyöket teremtett a magas jövedelmű és a fejlődő országok számára. A fejlődő országokban még nagyobb lenne a visszahatás, ha a globalizációt a gazdaságukból való bérfelföldözés mechanizmusának tekintenék (még akkor is, ha az igazság az, hogy a technológiai változások miatt a globalizáció korábbi előnyeinek egy részét elveszítik).

Ezenkívül a nemzetközi intézmények, amelyek közül néhányat egyre kevésbé uralnak a magas jövedelmű országok, szerepet játszhatnak annak biztosításában, hogy a szabályokat úgy határozzák meg, hogy azok jobban tükrözzék valamennyi ország - köztük a fejlődő országok - érdekeit és aggályait.

Az új technológiákra vonatkozó szabályok megalkotása során számos olyan terület van, amely különösen aggasztó, és a globális kormányzás reformjai segítenék a fejlődő országokat abban, hogy jobban alkalmazkodjanak a mesterséges intelligencia fejlődéséhez.

6.1 Globális adórendszer a digitális korban

A globális adórendszer hiányosságai megnehezítik a fejlődő országok számára, hogy a globális digitális óriáscégek által a határaikon belül szerzett haszon nagy részét felfogják, még akkor is, ha üzleti tevékenységük a hazai cégek tevékenységétől von el, és ezáltal csökkenti a hazai adóalapot. Valójában még a magas jövedelmű országoknak is nehézséget okozott a globális technológiai óriások megfelelő megadóztatása. Néhány kérdést most az OECD-ben vitatnak meg, hogy megpróbáljanak egy globális adórendszert létrehozni.

A jelenlegi globális adórendszer lehetővé teszi a multinacionális cégek számára, hogy elkerüljék az adózás nagy részét - gyakran a helyi kisvállalkozásoknál lényegesen alacsonyabb adókulcsok mellett. Ez a rendszer a fejlődő országok és a feltörekvő piacok azon képességét

is rontja, hogy a területükön folytatott gazdasági tevékenységet megadóztassák. Ez a rendszer egyszerre nem hatékony és igazságtalan.

A digitális adózás körüli vita rávilágított a könnyen manipulálható transzferárakon alapuló multinacionális társasági adózás mélyebb problémáira. A problémát úgy lehetne kezelni, ha áttérnénk a képletalapú felosztási rendszerre, amely szerint a vállalat világméretű nyereségét egy képlet alapján osztják fel a különböző országok között (lásd pl. Clausing és Avi-Yonah, 2007). A pontos képletnek nagy elosztási hatásai lehetnek az országok között. Például egy egyszerű, csak az értékesítésen alapuló képlet, amely kevésbé manipulálható, mint más képletek, hátrányos helyzetbe hozhatja a fejlődő országokat. A digitális gazdasággal kapcsolatos külön ellentmondás a gazdasági tranzakciók során gyűjtött adatokhoz rendelt érték.

A nemzetközi adózásról szóló szélesebb körű vita újból figyelmet fordított az adóparadicsomok felszámolására, a tőketulajdonlás átláthatóságára irányuló nemzetközi kezdeményezésekre, amelyek segítenék a fejlődő országokat adóalapjuk növelésében, valamint a multinacionális társasági adó globális minimumának megteremtésére, hogy megakadályozzák a versenyfutást az alulról lefelé.

6.2 Globális verseny politika

A digitális technológiák természetes monopóliumok kialakulásának tendenciája különösen fontossá teszi a versenypolitikát. Az egyik kihívást az jelenti, hogy a technológiai óriáscégek székhelyül szolgáló országok ösztönzik saját technológiai cégeik védelmét, mivel részesednek az e cégek által globálisan szerzett haszonból. Amikor például az Európai Unió vizsgálatot folytatott a Google ellen versenyellenes gyakorlatok miatt, vagy amikor Németország a Facebook adatvédelmi gyakorlatát vizsgálta, az USA inkább politikai kérdésként, mint gazdaságpolitikai kérdésként kezelte az ügyet, és válaszul Európát Amerika-ellenességgel vádolta. Ezek a vádak helytelenek voltak: bár igaz, hogy az európaiak által javasolt politikai korrekciós intézkedések csökkenthették a vállalatok által Európában megkereshető haszonkulcsokat, ők csupán arról akartak meggyőződni, hogy e cégek gyakorlata nem sérti az Európában kialakított versenyjogi és adatvédelmi normákat. Az a tendencia, hogy a versenypolitikai kérdések a haszonról szóló vitákba torkollnak, tovább erősödhet, mivel a mesterséges intelligencia területén a piaci erő két országban, Kínában és az Egyesült Államokban összpontosul.

Az egyes fejlődő országoknak és a feltörekvő piacgazdaságoknak kevés esélyük van arra, hogy egyedül megfékezzék a hatalmas globális vállalatok viselkedését - sok esetben a vállalatok piaci kapitalizációja magasabb, mint a szóban forgó országok GDP-je. Ezért fontos, hogy a fejlődő országok közösen koordinálják és alakítsák ki a versenypolitikát, például a fejlődő és feltörekvő gazdaságok közös versenyhatósága révén, amely megfelelő hatalmat tud gyakorolni a nagy globális vállalatokra, ahogyan Európa országai sem lennének képesek egyedül felügyelni az amerikai vállalatok versenymagatartását, de az Európai Unión keresztül képesek erre.

Tekintettel az új digitális óriáscégek kiterjedésére és hatókörére, szigorúbb szabályokra van szükség, amelyek megakadályozzák az összeférhetlenséget azon vállalatok esetében, amelyek pl. egyidejűleg rendelkeznek egy piactérrel és

részt vegyenek benne, és szigorúbb szabályok, amelyek megakadályozzák a megelőző fúziókat, azaz a jövőbeni verseny fenyegető piaci fenyegetettségének elfojtására irányuló fúziókat és felvásárlásokat. Több utólagos korrekcióra is szükség lesz: az összefonódások felbontására, ha azok versenyellenesnek bizonyulnak.¹¹ Amint a fent említett tapasztalatok megmutatták, a digitális óriáscégek székhelye szerinti országok nem biztos, hogy megfelelő ösztönzőkkel rendelkeznek ahhoz, hogy felügyeljék e vállalatok versenypolitikáját, tekintve a tétben lévő nagy globális haszonkulcsokat.

6.3 Szellemi tulajdon Jogok

A szellemi tulajdonjogok rendszerét úgy alakítottuk ki, hogy az innovátorok számára monopolbért biztosítson, hogy kompenzálja és jutalmazza őket innovatív tevékenységükért. Az elmúlt években sokan aggódtak amiatt, hogy a szellemi tulajdonjogok jelenlegi rendszere túlzott védelmet nyújt az innovátoroknak, ami különösen a fejlődő országokra nézve kedvezőtlen hatással van. Amint azt a globalizáció társadalmi dimenzióival foglalkozó világbizottság (2004) hangsúlyozta, a nemzetközi szellemi tulajdonjogi rendszer egyensúlyának helyreállítására van szükség a technológiai fejlődésből származó előnyök igazságos elosztásának biztosítása érdekében. Korinek és Stiglitz (2019) tanulmányában bemutattuk, hogy a szabadalmi oltalom időtartamának csökkentése biztosíthatja, hogy a mesterséges intelligencia alapú innovációkból származó nyereségek megoszlanak a társadalom között, és jóléti javulást eredményeznek.

A technológiai vívmányok terjesztésének leghatékonyabb módja az, ha azokat a kormányok, nemzetközi szervezetek, adományozók vagy jótékonyági szervezetek által finanszírozott köztulajdonban tartják. Ezáltal elkerülhető az új technológiákhoz való hozzáférés korlátozása, valamint a bérleti díjakat és a hatalmat koncentráló monopóliumok létrehozása. A közpénzekből finanszírozott kutatás és fejlesztés nagymértékben a fejlődő országok javát szolgálja, például a mezőgazdaság területén, ahol az új technológiák növelik a termények termelékenységét, vagy az egészségügyben, ahol a fejlődő országok olyan egyedi kihívásokkal szembesülnek, amelyek nem vonzzák a magas jövedelmű országok magáncégeinek elegendő kutatását.

Ha a kutatást és a fejlesztést magánfinanszírozásból finanszírozzák, akkor a fejlődő országokban más szabadalmi oltalom megadása mellett szól, mint a magas jövedelmű gazdaságokban. A szabadalmi oltalom hossza azt dönti el, hogy mennyi többletet juttatunk az innovátoroknak, hogy kompenzáljuk őket erőfeszítéseikért, és mennyit hagyunk a szélesebb nyilvánosságnak az innovációból. A legtöbb szabadalmat a magas jövedelmű országokban fejlesztik ki, és azt abból a többletből finanszírozzák, amelyet az innovátorok az ottani szabadalmi oltalomból nyernek; az innovátorok nem szenvednének jelentős veszteségeket, ha a fejlődő országok ingyenesen használhatnák technológiájukat, mielőtt a szabadalmak lejárnának a magas jövedelmű országokban. A gyógyszeriparban ez a felismerés valóban arra készítette a gyógyszergyártókat, hogy életmentő gyógyszereket kínálnak a legszegényebb országok némelyikének meredek

árendményekkel. A kényszerengedélyek (a TRIPS és más nemzetközi megállapodások részei) jogot biztosítanak a fejlődő országoknak arra, hogy hozzáférjenek az ilyen életfontosságú gyógyszerekhez.

¹¹ Mára már nagyszámú szakirodalom írja le a szükséges új versenypolitikákat. Lásd Stiglitz (2019) és Wu (2018).

a szellemi tulajdon megfelelő jogdíjak mellett történő megmentése, de a fejlődő országok gyakran nem képesek gyakorolni ezeket a jogokat, és a fejlett országok fenyegetései megfélemlítik őket. Ami még rosszabb, a kereskedelmi megállapodások akadályozzák a generikus gyógyszerekhez való hozzáférést, így a fejlődő országok kénytelenek magas árat fizetni a gyógyszerekért.

A mesterséges intelligencia megjelenése előtt egyértelmű volt, hogy szükség van egy fejlődésorientált szellemi tulajdonjogi rendszerre - amely bizonyos szempontból jelentősen eltér a jelenleg érvényesültől (Cimoli *et al* 2014).

A mesterséges intelligencia azonban még nagyobb kihívást jelent a tudáshoz való hozzáférés terén. A mesterséges intelligencia természetéhez tartozik, hogy talán nem is szorul nagy védelemre a szabadalmi rendszer által. Az algoritmusok védetté tehetők, és folyamatosan fejlődnek. Bizonyos kulcsfontosságú algoritmusok nyilvánosságra hozatalának megkövetelése elengedhetetlen lenne annak megállapításához, hogy az algoritmusok diszkriminatívak-e, például azért, hogy árdiszkriminációt folytatnak.¹²

6.4 Adatok és információk politika

Az adatok az új mesterséges intelligencia-gazdaság alapját képező kritikus inputot jelentik. Ezért az információpolitika - az adatok ellenőrzésére és felhasználására vonatkozó szabályok - a politikai napirend élére került. Úgy tűnik, hogy a globális mesterséges intelligenciával foglalkozó cégek folyamatosan próbálják meghatározni az adatszabályozási menetrendet, miközben senki sem figyel oda. Ez már a közelmúltbeli kereskedelmi megállapodásokban is megtörtént. Míg például a Kanada, Mexikó és az Egyesült Államok közötti új kereskedelmi megállapodás erősebb rendelkezéseket tartalmazott a munkaerő és az egészségügyi ellátáshoz való hozzáférés védelmére, valamint jobb befektetői-állami vitarendezési rendelkezéseket, a digitális gazdaságra vonatkozó szabályok az ellenkező irányba mozdultak el, és jobb védelmet biztosítottak a technológiai óriások számára. Mivel egy nemzetközi megállapodás része, az adatszabályozási rendszert a jövőben nehéz lehet megváltoztatni.

Ez különösen fontos a fejlődő országok számára: a szabályokat most a technológiai óriások határozzák meg a technológiai óriások számára, és a magas jövedelmű országok polgárainak véleményével nemigen törődnek, nem is beszélve a világ többi részének polgáraitól.

Ezenkívül az adatok globális AI-cégek általi monopolizálása megnehezíti a fejlődő országok felzárkózását és saját AI-alapú vállalatok létrehozását. A globális cégek a világ minden tájáról származó hatalmas adathalmazokhoz való hozzáférésüket arra használhatják, hogy termékeiket és a fogyasztóknak szánt kínálatukat tovább finomítsák. Ez egyre nehezebbé teszi a fejlődő országok újonnan belépő vállalkozásainak felzárkózását.

Európa aktívan dolgozott olyan szabályokon, amelyek biztosítják, hogy az új digitális technológiák előnyei megosztásra kerüljenek, a károk pedig minimálisra csökkenjenek. Az EU például olyan javaslatokat terjesztett elő, amelyek előírják, hogy

¹² Néha azzal érvelnek, hogy az ilyen közzététel nem lehetséges, mivel az algoritmusok folyamatosan fejlődnek. Bár ez igaz, mégis nyilvánosságra hozhatók egy adott időpontban.

adatmegosztás, azzal a céllal, hogy megakadályozzák a monopolhatalom felhalmozódását az adatok monopolizálásával. De az adatok feletti ellenőrzési jogoknak az egyének számára történő átadása nem lesz elegendő; bizonyított, hogy szabályozás nélkül az egyének átadják adataikat a digitális óriásoknak és az internetszolgáltatóknak, és csak csekély összeget kapnak: az információ és a hatalom aszimmetriái túl nagyok ahhoz, hogy méltányos eredményt biztosítsanak.

Szükséges, de nem elégséges az új átláthatósági szabályok bevezetése, például a reklámok algoritmusaira és célzására vonatkozóan. Képesnek kell lennünk például az árképzés és a reklámozás diszkriminatív hatásainak kezelésére.

Szükség van továbbá szigorúbb szabályokra a magánélet védelmében, valamint a félretájékoztatás és az erőszakot, gyűlöletet és egyéb káros üzenetek gyors terjedése ellen, még akkor is, ha azok egy politikai kampány részeként történnek. A viralitáshoz nincs alapvető jog. Az Egyesült Államokban felül kell vizsgálni a 230. szakasz rendelkezését, amely - más kiadókkal ellentétben - csökkenti az internetes vállalatok elszámoltathatóságát.

A versenypolitikához hasonlóan a technológiai óriáscégek székhelye szerinti országok nem biztos, hogy megfelelő ösztönzőkkel rendelkeznek ahhoz, hogy felügyeljék vállalataik világméretű viselkedését, mivel részesednek azokból a haszonkulcsokból, amelyeket ezek a vállalatok világszerte szereznek. A fejlődő országoknak együtt kellene működniük és össze kellene fogniuk ahhoz, hogy elegendő befolyással rendelkezzenek ahhoz, hogy a globális óriáscégekre olyan szabályozást kényszerítsenek ki, amely tükrözi fejlesztési érdekeiket.

7 Következtetés

A mesterséges intelligencia és a kapcsolódó technológiák fejlődése az ipari forradalomhoz hasonlóan kritikus fordulópontra jelenthet a történelemben. A gyártás fokozódó automatizálása a gyártás-exportvezérelt fejlődési modell megszűnéséhez vezethet, amely olyan mélyreható pozitív hatással volt számos feltörekvő piaccgazdaságra. A legrosszabb forgatókönyv szerint a fejlődés és a szegénység csökkentése terén az elmúlt fél évszázadban elért eredmények nagy része semmivé foszlik.

Az aggodalom az, hogy míg a korábbi technológiai fejlődés a jólét közös növekedésével járt együtt, növelve az országok közötti egyenlőséget, ahogy azt a neoklasszikus elmélet konvergencia-hipotézise sugallja, az új fejlődés megállíthatja a gazdag és a fejlődő országok életszínvonalának konvergenciáját. Ehelyett az egyenlőtlenségek növekedését eredményezhetik mind az országokon belül, mind az országok között, hacsak nem alakítunk ki olyan politikákat, amelyek ellensúlyozzák ezeket.

Az új korszakra más szabályok vonatkoznak majd, és másfajta gazdasági elemzést igényel.

Ahogy a termelési függvények, amelyeket Ricardo az agrár- és vidéki gazdaságok elemzésére használt, nagyon különböznek a 20. század közepén uralkodó feldolgozóipari modellektőlth, úgy kell kiigazítanunk és frissítenünk gazdasági kereteinket, hogy a következő 50 évet leíró modellekről gondolkodhassunk. Például a versenyegyensúlyi modell lehet, hogy

még kevésbé lesz releváns a 21.st századi mesterséges intelligencia gazdaságban, mint a 20.th századi feldolgozóiparban.

Nyilvánvaló, hogy a jövő bizonytalan - és hogy nagy lefelé mutató kockázatok vannak, amelyeket nem szabad figyelmen kívül hagyni. Az új korszaknak megfelelő modelleken alapuló gazdasági elemzés segíthet olyan politikák kidolgozásában - mind globális, mind nemzeti szinten -, amelyek enyhíthetik ezeket a káros hatásokat, és biztosíthatják, hogy az innováció új korszaka mindenki számára - beleértve a fejlődő országokban élő milliárdokat is - magasabb életszínvonalat eredményezzen.

Hivatkozások

Acemoglu, Daron (1998), "Miért egészítik ki az új technológiák a készségeket? Directed Technical Change and Wage Inequality," *Quarterly Journal of Economics*, 113(4), pp. 1055-1089.

Acemoglu, Daron (2002), "Directed Technical Change", *Review of Economic Studies*, 69(4), 781-809. o., "Írányított technikai változás".

Acemoglu, Daron és David Autor (2011), "Készségek, feladatok és technológiák: Implications for Employment and Earnings," *Handbook of Labor Economics* 4b, pp. 1043-1171.

Acemoglu, Daron, Andrea Manera és Pascual Restrepo (2020), "Does the US tax code favorizál az automatizálásnak?". *Brookings Papers on Economic Activity* 2020(1).

Aghion, Philippe, Ufuk Akcigit, Antonin Bergeaud, Richard Blundell, and David Hemous (2019), "Innovation and Top Income Inequality," *Review of Economic Studies* 86(1), pp. 1-45.

Alonso, Cristian, Andrew Berg, Siddharth Kothari, Chris Papageorgiou és Sidra Rehman (2020), "Will the AI Revolution Cause a Great Divergence?" (Az AI forradalom nagy eltérést fog okozni?). *IMF Working Paper* 20/184.

Arntz, Melanie, Terry Gregory és Uleich Zierahn (2016), "The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis", *OECD Social, Employment and Migration Working Papers* 189.

Atkinson, Anthony és Joseph Stiglitz (1969), "A Technológiai változás új szemlélete". *Economic Journal* 79 (315), pp. 573-578.

Autor, David, David Dorn, Lawrence F Katz, Christina Patterson és John Van Reenen (2020), "The Fall of the Labor Share and the Rise of Superstar Firms", *Quarterly Journal of Economics* 135(2), pp. 645-709.

Autor, David, Frank Levy és Richard J. Murnane (2003), "A közelmúltbeli technológiai változások készségtartalma: An Empirical Exploration," *Quarterly Journal of Economics* 118(4), pp. 1279-1333.

Barro, Robert J., és Xavier Sala-i-Martin (1992), "Konvergencia", *Journal of Political Economy* 100(2), pp. 223-251.

Berg, Andrew, Edward F. Buffie és Luis-Felipe Zanna (2018), "Kell-e félnünk a robotforradalomtól? (A helyes válasz: igen)", *Journal of Monetary Economics* 97, pp. 117-148.

Boix, Carles (2019), *Demokratikus kapitalizmus válaszúton: Technológiai változás és a politika jövője*, Princeton University Press.

- Brynjolfsson, Erik, Avinash Collis, Erwin Diewert, Felix Eggers és Kevin Fox (2020), "Measuring the Impact of Free Goods on Real Household Consumption," *AEA Papers and Proceedings* 110, pp. 25-30.
- Brynjolfsson, Erik, Daniel Rock, and Chad Syverson (2019), "Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics", *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, Agrawal, Gans és Goldfarb.
- Caselli, Francesco és Alan Manning (2019), "Robot Arithmetic: *American Economic Review*: New Technology and Wages," *American Economic Review: Insights* 2019 1(1), pp. 1-12.
- Charlton, Andrew és Joseph E. Stiglitz (2005), *Fair Trade for All*, Oxford University Press.
- Cimoli, Mario, Giovanni Dosi, Keith E. Maskus, Ruth L. Okediji, Jerome H. Reichman és Joseph Stiglitz (szerk.) (2014), *Intellectual Property Rights: Jogi és gazdasági kihívások a fejlődés számára*, Oxford University Press.
- Clausing, Kimberley és Reuben Avi-Yonah (2007), "Reforming Corporate Taxation in a Global Economy: A Proposal to Adopt Formulary Apportionment," *The Hamilton Project*, Brookings Institution.
- Diao, Xinshen, Mia Ellis, Margaret McMillan és Dani Rodrik (2021), "Africa's Manufacturing Puzzle: Evidence from Tanzanian and Ethiopian Firms", munkadokumentum, International Food Policy Research Institute.
- Delli Gatti, Domenico, Mauro Gallegati, Bruce Greenwald, Alberto Russo és Joseph E. Stiglitz (2012a), "Sectoral Imbalances and Long Run Crises," *The Global Macro Economy and Finance*, Franklin Allen, Masahiko Aoki, Jean-Paul Fitoussi, Nobuhiro Kiyotaki, Roger Gordon és Joseph Stiglitz, szerk., *IEA Conference Volume* No. 150-III, Palgrave, pp. 61-97.
- Delli Gatti, Domenico, Mauro Gallegati, Bruce Greenwald, Alberto Russo és Joseph E. Stiglitz (2012b), "Mobility Constraints, Productivity Trends, and Extended Crises", *Journal of Economic Behavior & Organization* 83(3), pp. 375-393.
- Faber, Marius (2021), Robots and Reshoring: Evidence from Mexican Labor Markets, megjelenés alatt, *Journal of International Economics*.
- Frey, Carl Benedikt és Michael A. Osborne (2017), "A foglalkoztatás jövője: Mennyire fogékonyak a munkahelyek a számítógépesítésre?" *Technological Forecasting and Social Change* 114, pp. 254-280.
- George, Henry (1879), *Haladás és szegénység: An inquiry into the cause of industrial depressions, and of increase of poverty with increase of wealth, the remedy*, D Appleton and

Company.

- Good, Irving John (1965), "Spekulációk az első ultraintelligens géppel kapcsolatban". *Advances in Computers*, 6. kötet.
- Gordon, Robert (2016), *Az amerikai növekedés felemelkedése és bukása: The U.S. Standard of Living since the Civil War*, Princeton University Press.
- Greenwald, Bruce és Joseph Stiglitz (2014a), *A tanuló társadalom megteremtése: A New Approach to Growth, Development, and Social Progress*, Columbia University Press.
- Greenwald, Bruce és Joseph E. Stiglitz (2014b), "Industrial Policies, the Creation of a Learning Society, and Economic Development," *The Industrial Policy Revolution I: The Role of Government Beyond Ideology*, Joseph E. Stiglitz és Justin Yifu Lin (szerk.), Palgrave Macmillan, pp. 43-71.
- Hacker és Pierson (2020), *Let them Eat Tweets: Norton: How the Right Rules in an Age of Extreme Inequality*.
- Harris, Karen, Austin Kimson és Andrew Schwedel (2018), "Labor 2030: The Collision of Demographics, Automation and Inequality", Bain and Company Reports.
- Karabarbounis, Loukas és Brent Neiman (2013), "The Global Decline of the Labor Share", "A munkaerő arányának globális csökkenése". *Quarterly Journal of Economics* 129(1), pp, 61-103.
- Kennedy, Charles (1964), "Induced Bias in Innovation and the The Theory of Distribution", "Az innováció és az elosztás elmélete". *Economic Journal* LXXIV. szám, 541-47. o.
- Koopmans, Tjalling C. (1960), "Stationary ordinal utility and impatience", *Econometrica* 28, 287-309. o., "Stationary ordinal utility and impatience".
- Korinek, Anton (2020), "Taxation and the Vanishing Labor Market in the Age of AI", *Ohio State Technology Law Journal* 16(1), 244-257. o., "Taxation and the Vanishing Labor Market in the Age of AI".
- Korinek, Anton és Megan Juelfs (2020), "Felkészülés a munka (nem létező?) jövőjére", technikai jelentés, Darden School of Business.
- Korinek, Anton és Ding Xuan Ng (2019), "Digitization and the Macro-Economics of Superstars", munkadokumentum, University of Virginia.
- Korinek, Anton és Joseph E. Stiglitz (2019), "Artificial Intelligence and Its Implications for Income Distribution and Unemployment", in Agrawal et al: *The Economics of Artificial Intelligence*, NBER és University of Chicago Press.

Korinek, Anton és Joseph E. Stiglitz (2020a), "Will COVID-19 Drive Advances in Automation and AI" (A COVID-19 az automatizálás és a mesterséges intelligencia fejlődésének motorja).

that Exacerbate Economic Inequality?" című közleményt elfogadta a *BMJ*.

Korinek, Anton és Joseph E. Stiglitz (2020b), "Steering Technological Progress", munkadokumentum.

Korinek, Anton és Joseph E. Stiglitz (2021), "Artificial Intelligence, Worker-Replacing Technological Progress, and Income Distribution", Joseph Stiglitz-szel közösen készített munkadokumentum.

Kurzweil, Ray (2005) *The Singularity is Near*, Penguin Group, pp. 135-136.

Maddison, Angus (2003), *Contours of the World Economy 1-2030 AD: Essays in Macro-Economic History*, Oxford University Press.

Malthus, Thomas R. (1798), *An Essay on the Principle of Population*, J. Johnson.

Mankiw, N. Gregory, David Romer és David N. Weil (1992), "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics* 107(2), pp. 407-437.

MacLean, Nancy (2017), *Democracy in Chains: The Deep History of the Radical Right's Stealth Plan for America*, Penguin Random House.

McKinsey Global Institute (2017), "Elveszett munkahelyek, megnyert munkahelyek: What the future of work will mean for jobs, skills, and wages," McKinsey Reports.

Myrdal, Gunnar (1968), *Ázsiai dráma: An Inquiry into the Poverty of Nations*, Pantheon Books.

Nordhaus, William (2015), "Közeledünk a gazdasági szingularitáshoz? Az információs technológia és a gazdasági növekedés jövője", *NBER Working Paper* No. 21547.

Ostry, Jonathan, Prakash Loungani és Andrew Berg (2019), *Confronting Inequality: How Societies Can Choose Inclusive Growth*, Columbia University Press.

Pritchett, Lant (2019), "The Future of Jobs is Facing One, Maybe Two, of the Biggest Price Distortions Ever," *Economic Research Forum Working Paper* 1370. <https://erf.org.eg/app/uploads/2019/12/1370.pdf>.

Saez, Emmanuel és Gabriel Zucman (2019), *Az igazságtalanság diadala: Norton: How the Rich Dodge Taxes and How to Make Them Pay*, Norton.

Samuelson, Paul (1965), "A Theory of Induced Innovations along Kennedy-Weisäcker Lines", "Az indukált innovációk elmélete a Kennedy-Weisäcker-vonalak mentén".

Review of Economics and Statistics XLVII:444-64.

Solow, Robert (1987), "Jobb, ha vigyázunk". *New York Times Book Review*, július 12., 36. oldal.

- Stiglitz, Joseph E. (2014), "Unemployment and Innovation", *NBER Working Paper* 20670.
- Stiglitz, Joseph E. (2015), "Vezetők és követők: *Journal of Public Economics*, Elsevier, 127(C), pp 3-16.
- Stiglitz, Joseph E. (2018a), "From Manufacturing-Led Export Growth To A Twenty-First-Century Inclusive Growth Strategy: Explaining The Demise Of A Successful Growth Model And What To Do About It," *WIDER Working Paper 2018/176 Helsinki: UNU-WIDER*.
<https://www.wider.unu.edu/publication/manufacturing-led-export-growth-twenty-first-century-inclusive-growth-strategia>.
- Stiglitz, Joseph E. (2018b), "Pareto-hatékony adózás és kiadások: Pre- and Re- distribution," *Journal of Public Economics Special Issue in Honor of Sir Tony Atkinson (1944- 2017)*, 162, pp. 101-119.
- Stiglitz, Joseph E. (2019), *People, Power, and Profits: Progressive Capitalism for an Age of Discontent*, Norton.
- Stiglitz, Joseph E., Nell Abernathy, Adam Hersh, Susan Holmberg és Mike Konczal (2015), *Rewriting the Rules of the American Economy: An Agenda for Growth and Shared Prosperity*, A Roosevelt Institute Book, Norton.
- Stiglitz, Joseph E., Carter Daugherty és az Európai Progresszív Tanulmányok Alapítvány (2019), *Az európai gazdaság szabályainak átírása: An Agenda for Growth and Shared Prosperity*, Norton.
- Straub, Ludwig (2020), "Consumption, Savings, and the Distribution of Permanent Income", munkadokumentum, Harvard.
- Trajtenberg, Manuel (2019) "A mesterséges intelligencia mint a következő GPT: A Political-Economy Perspective," pp. 175-186, in Agrawal, Ajay, Joshua Gans és Avi Goldfarb (2019), *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, National Bureau of Economic Research és University of Chicago Press.
- Ulam, Stanislaw (1958), "Tribute to John von Neumann," *Bulletin of the American Mathematical Society* 64, #3, 2. rész, pp. 5.
- Varian, Hal (2020), "Automatizálás kontra szaporodás (más néven botok kontra kisbabák)", VoxEU, <https://voxeu.org/article/automation-versus-procreation-aka-bots-versus-tots>.
- Von Weizsäcker, Carl (1966), "Tentative Notes on a Two-Sector Model with Induced Technical Progress", *Review of Economic Studies* 33, pp. 245-51.

Vinge, Vernor (1993), "The Coming Technological Singularity: How to Survive in the Post-Human Era," *Vision-21: Interdisciplinary Science and Engineering in the Era of Cyberspace*, Geoffrey Landis, szerk., *NASA Publication CP-10129*, pp. 11-22.

Világbank (1998), *Világfejlesztési jelentés 1998/1999*: Oxford University Press.

<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/5981>.

<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/5981>

Világbank (2011), *A nemzetek változó gazdagsága: A fenntartható fejlődés mérése az új évezredben*. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2252>.

<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2252>

A globalizáció társadalmi dimenziójával foglalkozó világbizottság (2004), *A tisztességes globalizáció: Lehetőségek teremtése mindenki számára*.

<https://www.ilo.org/public/english/wcsdg/docs/report.pdf>.

Wu, Tim (2018), *A nagyság átka: Antitrust in the New Gilded Age*, Columbia Global Reports.

**Függelék: Isokvantumok és tényezőár-határ a Cobb-Douglas termelési függvényekhez
Functions**

Tekintsük a Cobb-Douglas termelési függvényt

$$F(K, L) = AK^\alpha L^{1-\alpha}$$

Isoquants

Egy izoquantum az a (K, L) hely, amely kielégíti a $F(K, L) = AK^\alpha L^{1-\alpha} = Y_T$. Ha L -t megoldjuk K függvényében, akkor megkapjuk, hogy

$$K(L) = Z \frac{Y_T^{1-\alpha}}{L^{1-\alpha}}$$

A technológia Z növekedése az izoegyenleteket befelé mozdtítja. A logaritmusos tényezőbemenetek terében az izoquantumok lineárisak,

$$\ln K(L) = \frac{1}{1-\alpha} \ln Y_T - \frac{1}{1-\alpha} \ln A - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln L$$

Tényezőár-határ

A tényezőár-határ a tényezőárak azon kombinációit (r, w) mutatja, amelyek versenypiacokon érvényesülnének, ahogyan egy adott izoquantum mentén haladunk. Egyenértékűen úgy fejezhető ki, mint az w maximális bér r adott K tőke megtérülés esetén, amely az adott technológia mellett a profitmaximalizáló viselkedéssel összhangban van. Állandó megtérülésű termelési függvények esetén ez egyenértékű a tényezőárak (r, w) helyével (K, L) különböző tőke/munkaerő arányok esetén. A mi Cobb-Douglas példánkban,

$$r = \alpha A (L/K)^{1-\alpha}$$

$$w = (1 - \alpha) A (K/L)^\alpha$$

A két egyenletet kombinálva $(w/r) = d$ $\frac{r}{w} e^{-\frac{1}{\alpha}}$, kifejezhetjük a tényező árát

a határ

függvényében

$$w(r) = (1 - \alpha) A \frac{r}{1 - \alpha} e^{-\frac{r}{1 - \alpha}} = (1 - \alpha)^{\alpha} A^{1 - \alpha} r^{-\alpha}$$

A technológia növekedése \square eltolja a tényezőár-határt, ami azt tükrözi, hogy technológiailag megvalósítható, hogy mindkét tényezőt magasabb arányban kompenzálják. A Cobb-Douglas termelési függvények tényezőár-határa logaritmikusan lineáris.