

Ipari vagy más forradalom, innovációs vagy civilizációs hullám zajlik-e?

Industrial or Other Revolution,
Wave of Innovation or Civilization Happens?

Pataki Béla

Egyetemi docens, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Menedzsment és Vállalkozásgazdaságtan Tanszék

Absztrakt

Az „ipar 4.0” és a „4. ipari forradalom” közismert, gyakran használt kifejezések, de vannak, akik kritizálják őket. Az a legkevésbé fontos kritika, hogy a „sorszámozott ipari forradalmak” különböző változatainak tartalmában vannak különbségek. Fontosabb, hogy az emberi jólét és hatalomérvényesítő képesség indikátorainak görbéi az „első” ipari forradalom idején íveltek föl, a „második” és „harmadik” csak ugyanazt a trajektóriát folytatta. Az „első” ipari forradalommal jött létre a kapitalizmus, de egyik „további” sem hozott hasonló változást. Vannak alternatív elméletek különböző számú innovációs hullámokról. A Boston Consulting Group szerinti aktuális hullám, a mélytechnológia jellemzően fizikai termékekbe építi be az informatikát. Ha az emberiség történelmének egészére tágítjuk látókörünket, akkor mezőgazdasági, ipari és informatikai forradalmat különböztethetünk meg. Talán egy mesterségesintelligencia-forradalom is elkülöníthető lehet az informatikai forradalomtól. Ha túl könnyen osztogatjuk az „ipari forradalom” címkét, akkor devalváljuk azt, és nem vesszük elég komolyan az aktuális, várhatóan valóban sorsfordító hullámot.

Kulcsszavak: ipari forradalom, informatikai forradalom, MI-forradalom, innovációs hullám, mélytechnológia, civilizációs hullám

JEL kódok: N00, O00

Abstract

“Industry 4.0” and “4th industrial revolution” are well-known, frequently mentioned expressions, but are subjects of criticism. The least important criticism is that there are differences between the contents of various versions of the “numbered industrial revolutions”. More important is the one that says that the curves of human well-being and empowerment indicators bent only during the “1st” industrial revolution, the “2nd” and “3rd” just continued that trajectory. The “1st” industrial revolution created capitalism, but none of the “others” brought any comparable change. There are alternative theories with different numbers of innovation waves. The Boston Consulting Group’s actual wave roots in the idea that deep technology typically brings information technology into physical products. If we broaden our scope to the whole history of mankind, we can distinguish an agricultural, an industrial and an information technology revolution. Perhaps an artificial intelligence revolution could be separated from the information technology revolution. This paper explores and compares these different approaches. The paper suggests that if we give the label ‘industrial revolution’ too lightly, we will devalue it and not take seriously enough the real, expected, truly life-changing wave.

Keywords: industrial revolution, IT revolution, AI revolution, wave of innovation, deep technology, wave of civilization

JEL codes: N00, O00

Bevezetés

Manapság lépten-nyomon hallhatjuk és olvashatjuk az „ipar 4.0” és a „4. ipari forradalom” kifejezéseket. Nap mint nap előfordulnak a szakajtóban és a kommersz sajtóban, tudományos és ismeretterjesztő előadásokban, podcastokban és videóknban, interjúknban, kerekasztal-beszélgetésekben és egyébütt. (Részletes kifejtésüket ld. pl: Policy Department A, 2016, pp. 20–26.) Ha valamit ilyen gyakran hallunk és olvasunk, akkor hamarosan megszokjuk, és hajlamosak vagyunk természetesnek tekinteni, kételkedés nélkül helyesnek elfogadni ezeket a megközelítéseket. A nemzetközi szakirodalomban azonban léteznek másfajta felfogások is, amelyekről jóval kevesebb szó esik (egyikről-másikról magyar nyelven még nem is olvastam).

Úgy gondolom, érdemes az eltérő álláspontokat is megismerni, egymással összehasonlítani, érveiket fontolóra venni, mert „a megszokott nem azonos a természetessel” (Mahatma Gandhi).

E szerteágazó téma egyik részletében sem törekedhettem teljességre, csupán a problémák fölvázolására, néhány elmélet vázlatos ismertetésére, és azok kapcsán néhány forrásmunka ajánlására. Nem volt célom a legismertebb cikluselméletek átfogó ismertetése, részletes kifejtése. (Azt csak több, különböző szakterületű szerző közös munkájaként tudnám elképzelni.) Célom a figyelem fölkeltése volt a téma iránt, multidiszciplináris viták, közös gondolkodás reményében.

E cikk először az (első?) ipari forradalomtól napjainkig terjedő időszakra fókuszálva igyekszik rámutatni a „sorszámozott ipari forradalmak” elképzelésének vitatható mivoltára. Bemutatja az innovációs hullámok különböző elméleteit, amelyek közül az egyik elmélet szerinti aktuális hullámmal, a mélytechnológiás innovációval külön is foglalkozik. Ezt követően az emberiség fejlődése teljes időtávjának forradalmairól és civilizációs hullámairól szóló elképzeléseket ismertet. Végül a mellett érvel, hogy ez nem öncélú elmélkedés az elnevezésekről, hanem gyakorlati következményekkel is járó fontos kérdés.

1. Hány ipari forradalom volt vagy van?

Amint látni fogjuk, korántsem mindenki tartja szerencsésnek az „ipar 4.0” és a „4. ipari forradalom” elnevezéseket: indokolatlannak, túlzásnak tartják őket, ezért inkább kerülik a használatukat. Szerintük csak egy ipari forradalom volt: az, amelyik a XVIII-XIX. században zajlott le.

A „sorszámozott ipari forradalmak” tartalmában egyébként még maguk a sorszámozók sem értenek egyet maradéktalanul. Nem célom ebben a cikkben, hogy a különböző sorszámozott változatokat széleskörűen áttekintsem és összehasonlítsam, pláne nem, hogy állást foglaljak valamelyik mellett. Célom éppenséggel a „sorszámozott ipari forradalmakban” való gondolkodás összes változatától eltérő álláspontok bemutatása. Ezért csupán két eltérő változatot hasonlítok össze az 1. táblázatban, ízelítőül a közöttük előforduló különbségekből. A táblázat egyik forrásának szerzői (iED Team, 2019) becsületére legyen mondva, hogy maguk is leírják: az emberek jókora része nem ért egyet a „4. ipari forradalom” elnevezés használatával.

1. táblázat: A „sorszámozott ipari forradalmak” két jellemzésének összehasonlítása

Forrás: Schwab (2016), iED Team (2019) és iED Team (2021) alapján saját szerkesztés

Az ipari forradalom sorszáma	A Világ gazdasági Fórum alapító elnöke szerint	Az institute of Entrepreneurship Development szerint
1.	gőzgép, víz, mechanikus gyártóberendezések	mechanikus gépesítés, szénbányászat, gőzgép, vasút
2.	munkamegosztás, elektromosság, tömeggyártás	elektromosság, földgáz, kőolaj, belsőégésű motor, acél, vegyi szintézis, kommunikációs módszerek (pl. távíró, telefon), automobil, repülőgép
3.	elektronika, IT, automatizált gyártás	nukleáris energia, elektronika, telekommunikáció, számítógépek, űrutazás és űrutasítás, biotechnológia, programozható logikai vezérlők (PLC), robotok
4.	kiberfizikai rendszerek	felhőalapú számítástechnika, mobiltechnológiák, gép-gép kapcsolat (M2M), 3D nyomtatás, fejlett robotika, big data elemzés, dolgok internete, rádiófrekvenciás azonosító (RFID) technológiák, kognitív számítástechnika, kiberbiztonság

Az 1. táblázat és a többi hasonló jellemzés láttán joggal merül föl bennünk a kérdés, hogy miért pont ezeknek a termék- és/vagy technológiai életciklusoknak az elindulását és felfutását tekintik egy-egy ipari forradalom részének, miért nem másokat. (A technológiai életciklusok kevésbé ismert elméletéről ld.: Pataki, 2014, p. 36-58; kapcsolatáról a termékéletciklusokkal ld.: Bíró-Szigeti, Pataki, 2017, p. 185-186.) Miért nem pl. a szilárd burkolatú úthálózat, a vízvezeték- és csatornahálózat szennyvíztisztító telepekkel, a hidraulika, a pneumatika, az antibiotikumok, a képkalkotó orvosi diagnosztika, a műanyagok, a lézerek, a félvezetők, az integrált áramkörök, az űrutazás és űripar, a (távközlési, meteorológiai, hírszerző, navigációs stb.) műholdak, a nanotechnológia, a biotechnológia, az internet, a mobiltelefon stb. megjelenését? Hiszen azok is hasonlóan számottevő változásokat hoztak az emberiség életébe.

A „sorszámozott ipari forradalmak” egyik lehetséges kritikája különböző jellemzők történelmi időtávú változására építi az ellenérveit. Muehlhauser (2017) az emberiség jólétének (human well-being) és hatalomérvényesítő képességének (empowerment) az alábbi hat jellemzőjét vizsgálta i.e. 1000-tól napjainkig:

- az átlagos várható életkort,
- az egy főre jutó GDP-t,
- azok számarányát, akik nem éltek extrém szegénységben,
- a megszerzett energiát (kcal/fő/nap),

- a háborúzó kapacitást,
- azok számarányát, akik demokráciában éltek.

A háborúzó kapacitás (war-making capacity) az egyetlen olyan tényező a hat közül, amelyik nem az emberiség jólétét, hanem hatalomérvényesítő képességét jellemzi. Mind a hat jellemző görbéje kb. 1800-ig vagy vízszintesen, vagy csupán nagyon kis mértékben emelkedve haladt. Kb. 1800 és 1870 között azonban mindegyik hirtelen meredeken fölugrott, és azóta is ugyanazt a trajektóriát követi, nincs újabb ugrás a görbéken. Kizárólag egyetlen ipari forradalom hatása látszik, több hasonlóan nincs semmilyen látható nyoma egyik görbén sem. Muehlhauser konklúziója: csak egy ipari forradalom volt, azóta is ugyanazok a tendenciák folytatódnak, lényegében töretlenül.

Muehlhauser görbéi exponenciális jellegűek. A lineáris folyamatokhoz szokott gondolkodás számára az exponenciális folyamatok jellege eleinte szokatlan, nem értetődik magától. Azok újabb töréspontok nélkül, változatlan függvénygörbe szerint haladva válnak szinte felfoghatatlanul meredekké. Conner (1993, pp. 35-37) a következő fiktív példával szemlélteti ezt. Tegyük fel, hogy egy tóba egy vízililiomtövet ültetünk, amely naponta megduplázódik és 30 nap alatt teljesen beborítja a tavat. Kérdés: hányadik napon lesz félig befedve a tó? Lineáris folyamatokhoz szokva könnyen rávágunk, hogy a 15.-en. Csakhogy a naponkénti duplázódás nem lineáris, hanem exponenciális függvény. A tó felét a 29. napon fedi be vízililiom, és a 30. npra teljesen beborítja. Conner fiktív csónakázója azt mondja a 29. napon, hogy aggodalomra semmi ok, 29 nap elteltével a vízfelület fele még szabad. Másnap pedig nem tud vízre szállni. A 20. napon még csupán a felület egy ezrelékét fedi vízililiom, és a 25. napon is még csak a három százalékát! Hasonló exponenciális görbéket látunk Muehlhauser ábráján is: nem további töréspontok, „sorszámozott ipari forradalmak” miatt válnak rohamosan egyre meredekebbé, hanem exponenciális jellegük miatt.

Töréseket, pontosabban időleges visszaeséseket egyedül a demokráciában élők számarányának görbéjén látunk, de azoknak nem technológiai okai vannak: a két világháború és a spanyolnátha-járvány hatása látszik rajta. Ezek azonban semmit sem változtatnak a lényegen, az exponenciális jellegen.

A különféle jellemzők történelmi időtávú változása, illetve annak nagyjából változatlan exponenciális íve nem az egyetlen alap a „sorszámozott ipari forradalmak” elleni érvelésre. Az újabb és újabb termék- és technológiai életciklusoknak a gazdasági-társadalmi berendezkedésre gyakorolt hatása legalább ugyanolyan figyelemre méltó szempont. A XVIII-XIX. század-

ban lezajlott ipari forradalom során a kis kézműves műhelyeket fölváltották a gépesített nagyüzemek. Ez alapjaiban változtatta meg a gazdaságot és a társadalmat: korábban sosem látott mértékű tőkekoncentráció jött létre, kialakult a tőkésosztály, a falvakból a városokba özönlő tömegekből a munkásosztály, az iparvidékek stb. Korántsem pusztán technológiaváltás történt, hanem alapvető, mélyreható gazdasági és társadalmi átalakulás: átmenet a feudalizmusból a kapitalizmusba. Emiatt feltétlenül indokolt forradalomnak tekinteni, ami akkoriban történt. Lényegében azóta is az akkor kialakult keretek között működik a gazdaság és a társadalom, nem volt példa hasonlóan forradalmi rendszerváltozásra. (A történelmi időtávon rövid szocializmus időszakától eltekinthetünk, hiszen azt nem valamilyen új technológiai vagy termékeletciklus indította el, így témánk szempontjából lényegtelen. Részletes elemzését ld.: Bokros, 2022.) A XVIII-XIX. században lezajlott ipari forradalom óta kapitalizmus van, semelyik újabb és újabb technológiai vagy termékeletciklusnak sem volt az akkoriban történetekhez hasonlítható gazdasági-társadalmi következménye. És ha nem volt, akkor vajon nem túlzás-e forradalmaknak nevezni azokat is, egy szintre helyezve a XVIII-XIX. században történetekkel?

Fölmerülhet a kérdés, hogyan definiáljuk precízen az ipari forradalom fogalmát, milyen kritériumok alapján döntsük el, hogy mit nevezünk annak és mit ne. Precíz definíciót vagy kritériumokat nem találtam az irodalom általam ismert részében, csak az eddig és az ezután idézettekhez hasonló megfontolásokat. Ilyen meghatározás megfogalmazására nem vállalkozhatok ebben a cikkben, ezt csak több szakterület művelői (közgazdászok, történészek, filozófusok, politológusok stb.) közös gondolkodásával tudom elképzelni. Nem is törekedhetünk mindig akármilyen precíz definíciók és kritériumok megfogalmazására. „Az életlen és ellentétének az éles definíciónak fogalma a tudományban ismert és elfogadott. Az éles definíció olyan meghatározás, amelyik lehetővé teszi a definiált dolog egyértelmű felismerését, amíg az életlen definíció csak a definiált dolog intuitív megértését nyújtja.” (Kindler & Papp, 1977, p. 11) Úgy vélem, az ipari forradalom fogalma „csak” életlenül definiálható, és – a mostani nézetkülönbségeket látva – nyilván több különböző meghatározása és kritériumrendszere lesz, ha lesz.

2. Innovációs hullámok

A „sorszámozott ipari forradalmakétól” eltérő egyik felfogás szerint az egyetlen ipari forradalom óta technológiai és termékinnovációk, és azokból összeálló innovációs hullámok követik egymást, nem további ipari forradalmak.

2.1. Hathullámos modellek

A Natural Edge Project 2004-ben keletkezett modelljét (Hargroves & Smith, 2005; Cetindamar et al., 2016) az időközben megjelent új technológiákkal Neufeld (2021) egészítette ki. E modell szerint az alábbi hat innovációs hullám (Neufeld szóhasználatában: innovációs ciklus) különböztethető meg.

1. hullám (1785-1845): vas, vízenergia, mechanikus gépesítés, textilek, kereskedelem.
2. hullám (1845-1900): gőzgép, vasút, acél, pamut.
3. hullám (1900-1950): elektromosság, kemikáliák, belsőégésű motor.
4. hullám (1950-1990): petrolkémia, elektronika, repülés, világűr.
5. hullám (1990-2010): digitális hálózatok, biotechnológia, szoftver, információtechnológia, új média.
6. hullám (2010-től): fenntarthatóság, radikális erőforrás-termelékenység, teljes rendszerek kialakítása, biomimikri, zöld vegyészet, ipari ökológia, megújuló energia, zöld nanotechnológia, tiszta technológiák, mesterséges intelligencia, dolgok internete, robotok, drónok, prediktív analitika, fizikai termékek és szolgáltatások digitalizálása.

A modell eredeti és kiegészített változatát ismertető mindhárom hivatkozott publikációban egyaránt csak egyetlen ipari forradalomról esik szó, és az „ipar 4.0” kifejezés sem fordul elő a szövegekben. Szerzőik láthatóan egyetértenek abban, hogy az innovációs hullámok (ciklusok) gazdasági-társadalmi berendezkedésre gyakorolt hatása nem hasonlítható ahhoz az alapvető átalakuláshoz, amelyet a XVIII-XIX. századi ipari forradalom hozott létre.

Silva és Serio (2016) szintén hat hullámban gondolkodik:

1. hullám: ipari forradalom,
2. hullám: a gőzgép kora,
3. hullám: az elektromosság kora,

4. hullám: tömegtermelés,
5. hullám: IKT-k és hálózatok,
6. hullám: fenntarthatóság.

Komolyabb különbség az előzőleg bemutatott hathullámos modellhez képest csak a 4. hullámban van. Amiért idéztem, az az 1. hullám megnevezése: a szerzők szerint az volt az (egyetlen) ipari forradalom. A többi hullámat ők sem tekintik annak.

Léteznek egyéb innovációs hullámmodellek, pl. kilenchullámos (Main, 2021), de ezek teljeskörű áttekintése nem célom ebben a cikkben. Inkább annak a négyhullámos modellnek a bemutatására térek rá, amelynek a napjainkban zajló, negyedik hullámot leíró része egy önálló, fontos elmélet.

2.2. A Boston Consulting Group négyhullámos modellje

A Boston Consulting Group elemzői (Gourévitch et al., 2021) négy innovációs hullámot különböztetnek meg. Ez azonban a négyes szám ellenére nem azt jelenti, hogy a „sorszámozott ipari forradalmakban” gondolkodnának – eme négy hullám időpontja és tartalma is más. Elméletük abban különbözik mind a „sorszámozott ipari forradalmakétól”, mind a hathullámos modellektől, hogy *nem kizárólag új technológiai vagy termékéletciklusok felbukkanásához kötik az innovációs hullámokat, hanem az innováció fontos helyszínei, feltételei létrejöttéhez is*. A négy hullámba a következőket sorolják.

- Az első innovációs hullámnak azt tekintik, amikor a XIX. században és a XX. század elején olyan áttörések jöttek létre, mint pl. az acélgyártás Bessemer-féle eljárása vagy az ammónia előállításának Haber és Bosch-féle módszere.
- A második innovációs hullámban, a II. világháború után jöttek létre a nagyvállalati k+f laborok, különösen az ITC-szektorban (Bell Labs, IBM, Xerox PARC stb.), valamint a gyógyszeriparban (pl.: Merc).
- A harmadik hullámban alakult ki előbb a Szilíciumvölgy, majd a kínai Aranypart, a számítástechnika és a kommunikációs technológiák globális központjai. A gyógyszeriparban ugyanekkor a biotechnológia adott új lendületet az innovációnak.
- A napjainkban zajló negyedik innovációs hullám pedig az ún. mélytechnológia (deep technology) kibontakozó új modellje.

A továbbiakban a mélytechnológiás innováció elméletét mutatom be dióhéjban.

3. Az aktuális hullám: mélytechnológiás innováció

Arra a kérdésre, hogy mely technológiák a mélyek, Gourévitch et al. (2021) azt válaszolják, hogy nem a technológiák mélyek, hanem az olyan innovációt nevezik mélytechnológiásnak, amely az alábbi három megközelítésen alapul:

- problémaorientáció,
- megközelítések és technológiák konvergenciája,
- tervezés-építés-tesztelés-tanulás ciklus.

3.1. Problémaorientáció

Bonyolult és fontos problémákat azonosítanak, majd pedig problémaorientáltan keresnek lehetőségeket és navigálnak a lehetséges megoldások irányába, felülkerekedve a komplexitáson. A már ismert megoldások helyett nagyhatású új lehetőségeket keresnek. A problémaorientáció hatással van a vállalkozás működésére, szervezetére és marketingstratégiájára. A problémaorientált célkitűzés és célratörés elősegíti a tehetségek megtartását, a szervezet egészének mozgásba lendülését, és a multidiszciplináris csapatok közötti koherens párbeszédet. (Gourévitch et al., 2021)

3.2. Konvergáló megközelítések és technológiák

Különböző megközelítések és technológiák konvergenciája hozza mozgásba az innovációt, szélesíti a lehetőségek körét, és old meg mindaddig megoldatlan problémákat. Interdiszciplinárisan elemzik a kontextust, határozzák meg a problémát, és generálnak ötleteket. A fejlett tudomány adja a megoldások elméleti alapját, és a mérnökök gondoskodnak a műszaki és kereskedelmi megvalósíthatóságról. De nem egymás után, hanem egymással párhuzamosan dolgozva: a tudományos és a műszaki oldalnak az első pillanattól a probléma megoldásáig mindvégig együtt kell működnie.

A mélytechnológiákban háromfajta megközelítés és háromfajta technológia konvergenciája figyelhető meg. A három konvergáló megközelítés:

- haladó tudományos,
- mérnöki,
- terméktervezői (design).

A három konvergáló technológiai terület:

- anyag és energia (pl.: szintetikus biológia, nanotechnológia, lézerfizika, plazmafizika és erős mágneses tér a fúziós atomerőművekhez),
- érzékelés és mozgatus (pl.: drónok, szenzorok, kiterjesztett és látzólagos valóság, folyamatautomatizálás robotokkal),
- számítástechnika és kogníció (pl.: processzorok, mesterséges intelligencia, kvantum-számítástechnika, felhőtechnológia).

E technológiai területek konvergenciájának közismert példái pl. az érzékelés és mozgatus, valamint a számítástechnika és kogníció határterületén kifejlesztett önvezető járművek vagy a dolgok internete. (Gourévitch et al., 2021)

3.3. Tervezés-építés-tesztelés-tanulás

A tervezés-építés-tesztelés-tanulás (DBTL: design-build-test-learn) ciklus a mélytechnológiás megközelítés hajtómotorja: minden egyes iterációja után megvizsgálják, hogy az mennyire járult hozzá a probléma megoldásához. Ezzel versenyelőny hozható létre, mérsékelhető a kockázat és felgyorsítható – gyakran nagyságrendekkel – a termékfejlesztés és a piacra jutás. (Gourévitch et al., 2021)

3.4. A mélytechnológiás innováció ökoszisztémája

A mélytechnológiának megvan a maga ökoszisztémája, amely Tour et al. (2019) szerint a (potenciális) felhasználókon kívül még az alábbi hatfajta szereplőből áll.

Startupok: ők állnak a mélytechnológiás ökoszisztéma középpontjában. Bonyolult és fontos problémákkal foglalkoznak (pl. 97%-uk hozzájárul az ENSZ legalább egy fenntartható fejlődési céljához). 83%-uk fizikai termékeket is fejleszt, nem csupán szoftvereket: *a fizikai világban hasznosítják az adatok és a számítástechnika erejét.* Olyan radikális innovációkba is belevágnak, amelyek az inkubens vállalatok számára túl kockázatosak volnának. Az ökoszisztéma többi szereplője az ő erőfeszítéseikhez asszisztál az alábbiakkal.

Vállalatok: technológiai feltételek, ipari és kereskedelmi kapcsolatok, hozzáférés a piachoz, a potenciális vásárlókhoz.

Befektetők: pénz, üzleti és vállalkozásfejlesztési útmutatás, hálózati kapcsolatok, piacralépési stratégiák.

Kormányok: beruházás az alapkutatásba, megfelelő fiskális és jogi környezet létrehozása az innováció előmozdítására.

Egyetemek és kutatóközpontok: szellemi tulajdon, talentum.

Facilitátorok: helyi és nemzetközi kapcsolatok, mentorálás, létesítmények, szolgáltatások (pl. a startupokat segítő üzleti akcelerátorszervezetek).

A startupok tevékenységéből dőlt betűvel kiemelt részlet ugyanazért fontos, mint a három konvergáló technológiai terület leírása: az IT fizikai termékekbe épülése, azokkal való összefonódása legalább annyira jellemző, mint önálló szolgáltatásként történő alkalmazása.

4. Technológiai és informatikai forradalmak, civilizációs hullámok az őskortól napjainkig

Az eddig ismertetett ipariforradalom- és innovációshullám-modellek mindegyike a XVIII. századtól napjainkig terjedő időszakra vonatkoztak. Tágítsuk most ki látókörünket az emberiség fejlődéstörténetének egészére, lássunk arra vonatkozó, átfogó elképzeléseket is!

Bojár Gábor, a Graphisoft és az Aquincum Institute of Technology alapítója egy interjúban (Kun, 2023) úgy fogalmazott, hogy nagyon haragszik Klaus Schwabra, a Világgazdasági Fórum alapítójára, amiért kitalálta és elterjesztette a „4. ipari forradalom” elnevezést. Álláspontja szerint, ami most zajlik, az abszolút nem ipari forradalom, hanem egy teljesen más természetű informatikai forradalom. Vannak ugyan ipari leágazásai, de sokkal többet jelent annál: elképesztő mennyiségű adat feldolgozását és hozzáférhetővé tételét teszi lehetővé. Nézete szerint a manapság zajló informatikai forradalom az alábbi sorba illeszkedik.

1. informatikai forradalom: bonyolult információ átadása, kifejezése a tagolt beszéd kifejlődésével.
2. informatikai forradalom: az információ megőrzése és elérhetővé válása az írás kialakulásával.
3. informatikai forradalom: végtelen mennyiségű információ feldolgozása napjaink információtechnológiájával.

Toffler (2001) az emberi civilizáció, a különböző típusú társadalmak történetének az alábbi három nagy hullámát írta le.

1. hullám: a mezőgazdasági társadalom kialakulása a vadászó-gyűjtögetőből.
2. hullám: az ipari forradalommal kezdődő korszak, középpontban a modern, nukleáris családdal¹, tömegességgel (termelés, fogyasztás, oktatás, média, szórakoztatás stb.), szabványosítással, központosítással, bürokráciával.
3. hullám: posztindusztriális társadalom, információs korszak, amikor a tudás értékesebbé válik az anyagi javaknál.

Tehát Toffler megközelítésében is csak egy ipari forradalom volt, történetesen a második civilizációs hullámban. Az információs korszakot ő sem tekinti ipari forradalomnak.

Sam Altman, az OpenAI vezérigazgatója (CEO) négy technológiai forradalmat különböztet meg: a mezőgazdasági, az ipari, a számítógépes és az MI-forradalmat (Rescale, Inc., 2020). Ez abban különbözik Toffler felfogásától, hogy az MI elterjedését már nem érti bele az eddigi IT-hullámba, hanem újabb, különálló hullámnak tekinti azt.

Pintér (2022) Toffler fenti civilizációs hullámelméletéből indul ki, de Altmanhoz hasonlóan napjaink IT-fejleményeit ő sem feltétlenül érti bele Toffler 3. hullámába, információs korszakába: „... könnyen lehet, hogy most, szemeink előtt bontakozik ki egy újabb, negyedik hullám, a mesterséges intelligencia forradalma, ami akár a fizetett munkát, mint olyat is képes lehet kiváltani és azt teljes egészében „hobbivá változtatni”, miközben ismét gyökeres társadalmi, gazdasági és technológiai változásokat hoz” (Pintér, 2022, p. 78).

Akár beleértjük napjaink IT-fejleményeit Toffler harmadik hullámába, akár elkülönítjük attól negyedik hullámként, Altmant és Pintért követve, témánk szempontjából a lényeg ugyanaz: ami napjainkban zajlik, azt egyikük sem tekinti ipari forradalomnak.

¹ „Olyan háztartást alkotó családi csoport, amelyben maximum két generáció él együtt: az anya és apa (vagy egyikük), illetve az eltartott gyermekek.” (Giddens, 2008, p. 176)

5. Van-e jelentősége, hogy minek nevezzük?

Álláspontom szerint a szóban forgó változások megnevezéséről vitatkozni korántsem öncélú elmélkedés, mert komoly gyakorlati következményei vannak. A „4. ipari forradalom” és „ipar 4.0” elnevezésekkel sikerült fölkelteni a potenciális befektetők és vevők, a politikusok, a média és mások érdeklődését. Sőt, már megszületett az „5. ipari forradalom” (ld. pl.: Noble et al., 2022) és az „ipar 5.0” (ld. pl.: Kraaijenbrink, 2022) elnevezés is. Aztán jöhetnek a még magasabb verziószámok, egyik a másik után? De vajon nincs-e árnyoldala az effajta sorszámozások egyre sűrűbb elindításának?

Elsőre talán furcsán hathat, hogy úgy gondolom: *ha napjaink informatikai forradalmát ipari forradalomnak tituláljuk, akkor* nemcsak a jellegét határozzuk meg tévesen (ld. pl. a Bojár Gábortól idézettek), hanem *a jelentőségét is alábecsülhetjük*. Attól hathat furcsán, hogy cikkem elején pont a fordítottjáról volt szó: arról, hogy az újabb és újabb technológiai és/vagy termékéletciklusok elindulását és felfutását vajon nem túlzás-e ipari forradalmaknak nevezni. Nincs itt ellentmondás? Nincs, sőt éppen *a túlértékelésből fakadhat az alábecsülés*. Annyi mindent tituláltak már valahányadik ipari forradalomnak, vagy legalábbis az alkotórészének, és annyira eltörpül a jelentőségük, gazdasági-társadalmi hatásuk a XVIII-XIX. századi ipari forradaloméhoz képest, hogy sokak szemében már devalválódhatott az „ipari forradalom” elnevezés. Egyik későbbi innovációs hullám sem váltotta fel a XVIII-XIX. században kialakult kapitalizmust valamilyen más gazdasági-társadalmi berendezkedésre. Egyik később hullám sem okozott olyan sokfajta és akkora nagyságrendű változást, alapvető politikai, gazdasági, társadalmi, kulturális stb. átrendeződést, mint az ipari forradalom a XVIII-XIX. században. Fennáll a veszély, hogy azt higgyük: a most zajló változások sem lesznek nagyobb horderejűek, mint a 2. és 3. „ipari forradalmak” voltak, amelyek nem okoztak különösebb megrázkódtatást. Most majd ezeket az újabb technológiákat is ugyanúgy befogadjuk, mint a korábbiakat, anélkül, hogy a XVIII-XIX. századihoz hasonlítható gazdasági-társadalmi földindulást élnénk át. *A bőkezűen osztogatott „forradalom” címke devalválódik, komolytalanná válik.*

Az előttünk álló változások jellegét és mértékét még csak most próbáljuk fölbecsülni, körvonalazni. Ha a fizikai munka egyre nagyobb részének gépesítése egy új gazdasági-társadalmi berendezkedést hozott létre a XVIII-XIX. században, akkor vajon mit eredményezhet a szellemi munka egyre nagyobb részének mai gépesítése? (Erre vonatkozó hipotéziseket ld. pl.: Banerjee & Duflo, 2021; Bolles, 2023.)

E változások horderejét jól érzékelteti, hogy 2023 márciusában több mint ezer elismert szaktekinetly nyílt levélben sürgette a ChatGPT-nél bonyolultabb MI-k további tréningezésének legalább hat hónapra történő azonnali leállítását (Future of Life Institute, 2023). Nyilatkozatukban, amelyet e sorok írásakor már 33 711-en írtak alá, a 20. Asimolar MI alapelvet idézték: „A fejlett MI alapvető változásokat hozhat az élet történetében a Földön, ezért gondos tervezést és menedzselést igényel, a megfelelő gondossággal és erőforrásokkal” (Future of Life Institute, 2017).

2023 májusában pedig többszáz elismert szaktekinetly írta alá azt a nyilatkozatot, amely mindössze egyetlen mondatból áll: „Az MI által okozott kihalás kockázata csillapításának globális prioritásnak kellene lennie, hasonlóan az olyan társadalmi léptékű kockázatokéhoz, mint a világméretű járványok vagy az atomháború” (Center for AI Safety, 2023).

Ha ennyi szaktekinetly ekkora jelentőséget tulajdonít önmagában az MI által fölvetett problémáknak, napjaink többi informatikai innovációjáról már nem is beszélve, és ennyire óvatosságra int, akkor arra igencsak tanácsos odafigyelni.

Ráadásul nem is akármikor történik mindez, hanem az egyre fenyegetőbb, szintén alig belátható, szerteágazó hatású globális fölmelegedéssel, „klímageddonnal” (ld. pl.: Magyar Tudományos Akadémia, 2023), illetve az egész fenntarthatósági-környezeti válsággal, „ökocídiummal” (ld. pl.: Gelencsér, 2023) egyidőben. Miért fontos ez a körülmény? Azért, mert nem tudunk egyszerre bármennyi és bármekkora változáshoz alkalmazkodni. Ahogyan a változásmenedzsmet egyik élő klasszikusa (aki pszichológus) axiómaként megfogalmazta: „akár tudatában vagyunk, akár nem, életünk akkor a legeredményesebb és leghatékonyabb, amikor olyan sebességgel mozgunk, amely lehetővé teszi, hogy megfelelően asszimiláljuk a változásokat, melyekkel szembesülünk” (Conner, 1993, p. 12). „Az *asszimiláció* az a folyamat, amelyet a várakozásainkban bekövetkező jelentős módosulások pozitív vagy negatív következményeihez való alkalmazkodásra használunk” (Conner, 1993, p. 74). Az asszimilálásért intellektuális energiánk csökkenésével, megnövekedett pszichológiai stresszel, fogyatkozó fizikai ellenállóképességgel, romló egészséggel fizetünk. Mintha valamiféle „asszimilációs pontkészség” jellemezné a változásbefogadó kapacitásunkat. Minden változás asszimilációs pontokba kerül, és belül kell maradnunk a személyes „asszimilációs költségvetésünkön”. Még a saját magunk által kezdeményezett változtatásokért is „asszimilációs pontokkal” kell fizetnünk. (Conner, 1993, pp. 74–79) *Az informatikai forradalommal ugyanakkor kell megbirkóznunk, amikor a klimatikus és egyéb környezeti, fenntart-*

hatósági változásokhoz is alkalmazkodnunk kell. Nem fordíthatjuk teljes „asszimilációs pontkészletünket” kizárólag az előbbire, hiszen az utóbbiak is alaposan megterhelik „asszimilációs költségvetésünket”.

Nem szerencsés egy ilyen kritikus időszakban zajló, ekkora horderejű változást ugyanazzal az elnevezéssel illetni, mint a 2. és 3. „ipari forradalmakat”. Ennek a mostaninak teljesen más a jellege, mások a körülményei, és minden előjel szerint igencsak másnak ígérkezik a nagyságrendje is. Rendkívüli jelentőségének megfelelően kell foglalkozni vele, korántsem csupán elméleti cikkekben, hanem mindenekelőtt a gyakorlatban. Ezért nem mindegy, minek tekintjük, minek nevezzük mindazt, ami napjainkban történik körülötünk informatikai fókusszal, de korántsem csupán az informatika területén. „Ha a szavak használata nem helyes, a fogalmak értelme zavaros. Ha a fogalmak értelme zavaros, nem lehet szabatosan cselekedni” (Konfuciusz).

Felhasznált irodalom

- Banerjee, A. V. & Duflo, E. (2021). *Jó közgazdaságtan nehéz időkre*. Budapest: HVG Kiadó
- Bíró-Szigeti Sz. & Pataki B. (2017). Szükségletek, technológiák és termékek életciklusának összefüggése. In *Marketing: Fókuszban a termék* (pp.185–186). Budapest: BME – Typotex
- Bokros L. (2022). *Szocializmus: egy eszme tragédiája*. Budapest: Kocsis Kiadó
- Bolles, G. A. (2023). *Útmutató vezetőknek*. Budapest: Pallas Athéné Könyvkiadó
- Center for AI Safety (2023). *Statement on AI Risk*. <https://www.safe.ai/statement-on-ai-risk#open-letter> Letöltés ideje: 2023. 09. 01.
- Cetindamar, D., Phaal, R. & Probert, D. R. (2016). Technology Management as a Profession and the Challenges Ahead. *Journal of Engineering and Technology Management*, 41(July–September), 1–13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2016.05.001>
- Conner, D. R. (1993). *Managing at the speed of change*. New York: Willard Books
- Future of Life Institute (2017). *AI Principles*. <https://futureoflife.org/open-letter/ai-principles/> Letöltés ideje: 2023. 09. 01.
- Future of Life Institute (2023). *Pause Giant AI Experiments: An Open Letter*. <https://futureoflife.org/open-letter/pause-giant-ai-experiments/> Letöltés ideje: 2023. 09. 01.
- Gelencsér A. (2023). *Ábrándok bővületében – a fenntartható fejlődés korlátai*. Budapest: Akadémiai Kiadó (online: 2022. <https://mersz.hu/kiadvany/1017/info/>)
- Giddens, A. (2008). *Szociológia*. Budapest: Osiris
- Gourévitch, A., Portincaso, M., Tour, A., Goedel, N. & Chaudhry, U. (2021). *Deep Tech and the Great Wave of Innovation*. Boston Consulting Group. <https://www.bcg.com/publications/2021/deep-tech-innovation> Letöltés ideje: 2023. 09. 01.
- Hargroves, K. J. & Smith, M. H. (2005). The need for a new paradigm. In Hargroves, K. J. & Smith, M. H. (Eds.). *The Natural Advantage of Nations: Business Opportunities, Innovation and Governance in the 21st Century* (pp. 7–33). London, Sterling, VA: Earthscan

- iED Team. (2019) *The 4 Industrial Revolutions*. <https://ied.eu/project-updates/the-4-industrial-revolutions/> Letöltés ideje: 2023. 09. 01.
- iED Team. (2021) Education 4.0: Here's Why it has Come to Stay. <https://ied.eu/project-updates/education-4-0-heres-why-it-has-come-to-stay/> Letöltés ideje: 2023. 09. 01.
- Kindler J. & Papp O. (1977). *Komplex rendszerek vizsgálata*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó
- Kraaijenbrink, J. (2022). What Is Industry 5.0 And How It Will Radically Change Your Business Strategy? *Forbes*, <https://www.forbes.com/sites/jeroenkraaijenbrink/2022/05/24/what-is-industry-50-and-how-it-will-radically-change-your-business-strategy/> Letöltés ideje: 2023. 09. 01.
- Kun Zs. (2023). *Klubdélelőtt*, március 18. Klubrádió. <https://www.klubradio.hu/archivum/klubdelelott-2023-marcius-18-szombat-0900-31745> Letöltés ideje: 2023. 09. 01.
- Main, P. D. (2021). *The Nine Waves of Technology Innovation*. <https://reboot2020.org/2021/03/05/the-nine-waves-of-technology-innovation/> Letöltés ideje: 2023. 09. 01.
- Magyar Tudományos Akadémia (2023). *A várható drasztikus klímaváltozás hatása az egészségre, a biodiverzitásra és az agráriumra*. (196. közgyűlés) <https://www.youtube.com/watch?v=KAB9pUreDIY> Letöltés ideje: 2023. 09. 01.
- Muehlhauser, L. (2017). *There was only one industrial revolution*. <http://lukemuehlhauser.com/there-was-only-one-industrial-revolution/> Letöltés ideje: 2023. 09. 01.
- Neufeld, D. (2021). Long waves: the history of innovation cycles. *Visual Capitalist*. <https://www.visualcapitalist.com/the-history-of-innovation-cycles/> Letöltés ideje: 2023. 09. 01.
- Noble, S. M., Mende, M., Grewal, D. & Parasuraman, A. (2022). The Fifth Industrial Revolution: How Harmonious Human–Machine Collaboration is Triggering a Retail and Service [R]evolution. *Journal of Retailing*, 98(2), 199–208. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2022.04.003> Letöltés ideje: 2023. 09. 01.
- Pataki B. (2014). *Technomenedzsment*. Budapest: L'Harmattan
- Pintér R. (2022). Elveszik-e a gépek a munkánkat? *Információs Társadalom*, XXII(3), 75–92. <https://infars.infonia.hu/pub/infars.XXII.2022.3.5.pdf> Letöltés ideje: 2023. 09. 01.

- Policy Department A. (2016). *Industry 4.0*. European Parliament, Directorate General for Internal Policies, Policy Department A: Economic and Scientific Policy [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU\(2016\)570007_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf) Letöltés ideje: 2023. 09. 01.
- Rescale, Inc. (2020). *Sam Altman (CEO, OpenAI) Talks About Artificial Intelligence at Big Compute 20 Tech Conference*. <https://www.youtube.com/watch?v=0TRtSk-ufu0> Letöltés ideje: 2023. 09. 01.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/> Letöltés ideje: 2023. 09. 01.
- Silva, G. & Serio, L. C. D. (2016). The sixth wave of innovation: are we ready? *RAI Revista de Administração e Inovação*, 13(2), 128–134. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rai.2016.03.005>
- Toffler, A. (2001). *A harmadik hullám*. Budapest: Typotex
- Tour, A., Portincaso, M., Blank, K., Goeldel, N., Aré, L., Tallec, C., Gourévitch, A. & Pedroza, S. (2019). *The Dawn of the Deep Tech Ecosystems*. Boston Consulting Group. <https://media-publications.bcg.com/BCG-The-Dawn-of-the-Deep-Tech-Ecosystem-Mar-2019.pdf> Letöltés ideje: 2023. 09. 01.