

A hazai technológiai fejlődés tendenciái a pandémia árnyékában

CSUGÁNY JULIANNA, TÁNCZOS TAMÁS
Eszterházy Károly Katolikus Egyetem
Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar
Gazdaságtudományi Intézet, Közgazdaságtan Tanszék
Egészségház u. 4., Eger 3300
csugany.julianna@uni-eszterhazy.hu
tanczos.tamas@uni-eszterhazy.hu

Az elmúlt években a koronavírus-járvány jelentősen megváltoztatta a gazdaság működését, a számos negatív hatással szemben azonban pozitívumnak tekinthető a válsághelyzetet kísérő dinamikus technológiai fejlődés. Az új technológiai megoldások már a járványt megelőzően is adottak voltak, de a pandémia katalizátorként felgyorsította ezek széles körű elterjedését a gazdaságban, kikényszerítve a digitális eszközök diffúzióját és az ezek működtetéséhez szükséges kompetenciák gyors elsajátítását is. A negyedik ipari forradalom vívmányai a mindennapi élet és a gazdasági folyamatok egyre nagyobb mértékű digitalizálódását segítik, melyek a hatékonyság és a termelékenység növekedését eredményezik a gazdaságban. Jelen tanulmány a hazai technológiai fejlődés fő tendenciáinak áttekintését célozza, megpróbálva összegezni a pandémia technológiai fejlődésre gyakorolt hatását, valamint Magyarország példájával rávilágítani arra, hogy a dinamikus digitális fejlesztés és az új technológiák gyors diffúziója miatt a technológiai vezető és követő országok között mérséklődhet-e a technológiai rés.

Kulcsszavak: pandémia, technológiai fejlődés, digitalizáció, innovációs teljesítmény

1. Bevezetés

Az utóbbi években kibontakozó újabb technológiai hullám, a negyedik ipari forradalom korszakában a koronavírus-járvány akcelerátorként gyorsította fel az új technológiák széles körű alkalmazását. Az ipar 4.0 kiszélesítve az információs és kommunikációs technológiák nyújtotta lehetőségeket a gazdasági folyamatok intenzív digitalizálódását

eredményezi, a robotika térnyerésével automatizált termelési rendszerek, intelligens gyárak jönnek létre, a korszak jellegzetes technológiai megoldásai az okoseszközök és a felhőalapú szolgáltatások, valamint ez az internet of things (IoT), a mesterséges intelligencia és a Big Data kora. A technológiai újítások bevezetésének szükségessége a pandémia miatt még inkább felértékelődött, a jelentős mértékben online térbe húzódo gazdaságnak újszerű fogyasztói igényekre, az ellátási láncok rövidülésére, megváltozott munkavégzési módokra és új kompetenciaelvárásokra kellett reagálnia, ami technológiai alkalmazkodást igényelt a munkavállalóktól és a vállalatoktól egyaránt. A gazdaságban végbemenő technológiai adaptáció hatékonyságnövekedést eredményezett, emiatt a technológiai fejlődés iránti igény a járványveszély elmúltával is megmaradt.

A pandémia előtt a negyedik ipari forradalom vívmányaihoz kapcsolódóan első-sorban arra irányult a figyelem, hogy az új technológiák hogyan szoríthatják háttérbe az élőmunkát, milyen mértékben veszélyezteti a munkahelyek és munkakörök megszűnését az automatizálás, milyen új készségek és képességek elsajátítása válik szükségessé a munkavállalók számára ahhoz, hogy alkalmazkodni tudjanak a megváltozott technológiai-gazdasági környezethez. A technológiai fejlődés munkapiacra gyakorolt hatása ugyanakkor kettős, mert egyrészt a technológiai újítások első-sorban a robotika és a mesterséges intelligencia térnyerésével munkahelyek megszűnését eredményezik, ugyanakkor ezzel egy időben új munkakörök és munkahelyek jönnek létre, melyek új kompetenciaelvárásokat támasztanak a munkavállalók felé. A technológiai fejlődés eredményeként a munkakínálati és munkakeresleti oldal egyensúlytalansága miatt egyszerre van jelen a gazdaságban a technológiai és a strukturális munkanélküliség, valamint jelentkezik a munkaerőhiány. A koronavírus-járvány a megváltozott környezeti és gazdasági kihívásokra folyamatosan reagáló, a technológiai változások által egyébként is érzékenyen érintett munkapiac strukturális problémáit is a felszínre hozta, a kereslet-visszaesés miatt csökkenő termelés eredményeként nőtt a munkanélküliség, miközben a home office és a távmunkavégzés feltételeinek biztosításával és a digitális eszközök széles körű alkalmazásával felgyorsult a technológiai-gazdasági paradigma-váltást kísérő munkapiaci alkalmazkodás.

A pandémia felgyorsította a digitális megoldások elterjedését, széles körű gazdasági alkalmazását, valamint az új technológiák működtetéséhez szükséges kompetenciák elsajátítását, elősegítve ezzel a digitális gazdaság és az általa megkövetelt digitális társadalom gyorsabb kiépülését. *Csorba* (2020) felhívja a figyelmet a digitális társadalom szempontjából meghatározó nem anyagi kultúra jelentőségére, a közösség által osztott értékek, hitek, illetve a normák és attitűdök a gazdaság valamennyi területén alapjaiban határozzák meg a fejlődés lehetőségeit. A megváltozott gazdasági környezetben láthatóvá vált, hogy számos tevékenység végezhető fizikai megjelenés és személyes interakciók nélkül, ami a vállalatoknál a költségek csökkenését eredményezi, ezáltal számos online megoldás fennmaradhat a jövőben is. A PricewaterhouseCoopers (PwC) 2020-as

tanulmányában az e-kereskedelem, ehhez kapcsolatosan a futárcégek, az egészségügyi gyártók, a közösségi média és online videókonferencia/oktatási platformokat biztosító cégek, valamint a fintech megoldások szerepét emeli ki, rávilágítva arra, hogy mely ágazatok az egyértelmű nyertesei a Covid-19 által okozott válsághelyzetnek. A megváltozott környezetben arra is rámutatnak, hogy a kompetenciafejlesztéshez szükséges tanulás online formái, így az e-learning tananyagok, nyelvtanulási appok is intenzíven terjedtek a bezárkózás ideje alatt (PwC, 2020).

A digitális újdonságok kínálati oldalán a technológiai vállalatok versenyképessége erősödött a pandémia alatt, az intenzív kutatás-fejlesztési tevékenység révén a fogyasztói igényekre való gyors reagálás versenyelőnyt biztosított a cégek számára. Az online értekezletnek és különböző elektronikus szolgáltatásoknak platformot biztosító cégek, valamint az e-kereskedelmet folytató vállalatok piaci értéke dinamikusan nőtt, kulcsfontosságúvá vált valamennyi szolgáltatás online formában történő elérhetősége, ami az informatikai háttér gyors megteremtését, illetve a megnövekedett fogyasztói szükséglethez való alkalmazkodását igényelte a vállalati szektor részéről. A hagyományos vállalatoknak is be kellett vezetniük technológiai újításokat a piaci pozíciójuk megtartása érdekében, miközben a munkavégzés új formáit is adaptálniuk kellett. A járvány időszakában a bezárkózó gazdaságok változó fogyasztói igényei, az egyre szélesebb körben alkalmazott atipikus munkavégzési formák és a megváltozott kompetenciaelvárások új kihívásokkal szembesítették a vállalatokat. Az SAP Hungary Kft. ügyvezetője 2021 elején ugyanakkor vállalati oldalról a pandémia pozitív hatásait kiemelve a kikényszerítve felgyorsult digitális transzformáció előnyeit hangsúlyozta (Pintér, 2021). A Világgazdasági Fórum 2022 elején nyolc, innovációban élen járó cég vezetőjét kérdezte meg a jövőbeli technológiai trendeket illetően, ami alapján megállapítható, hogy a technológiai vezető vállalatok számára a mesterséges intelligencia és a Big Data nagymértékben a hatékony döntéshozatali mechanizmusokat támogatja, az új technológiák segítik a tehetségmenedzsmentet, javítják a munkavállalói termelékenységét, és ezáltal hozzájárulnak a profit növekedéséhez (Forsyth, 2022).

A negyedik ipari forradalom és a pandémia miatt változó gazdasági-társadalmi környezetben az ipar 5.0 küszöbén állunk, ami az ember és a robotok összehangolt működésében nyilvánulhat meg, tehát az élőmunka és a gépek együttműködésére épül (Oláh–Popp–Erdei, 2019; Némethy–Poór, 2019). A gazdaságban párhuzamosan van igény a robotok által megvalósítható, a pontosság és rugalmasság révén költségeket optimalizáló tömeggyártásra és a kreativitást igénylő munkákat végző humán erőforrásra. Az ipar 5.0 koncepciója ismét az emberi tényező fontosságára irányítja a figyelmet, feloldva a negyedik ipari forradalom dilemmáját azáltal, hogy rávilágít a robotok és a megfelelő kompetenciákkal rendelkező munkaerő együttes jelenlétére a digitális gazdaságban, melyben az okosgyárak, a kiber-fizikai rendszerek, a mesterséges intelligencia, a felhőalapú szolgáltatások dominálnak. Pintér (2021) a vállalatok számára

nélkülözhetetlen és egyre inkább felértékelődő humán erőforrás kapcsán kiemeli, hogy az új technológiai fejlesztések középpontjában is a fogyasztó, a beszállító, a felhasználó igényeinek, vágyainak, terveinek felismerése és kiszolgálása áll, miközben a vállalatok egyre többet költenek belső tréningekre, munkaerő-fejlesztésre és utánpótlásképzésre.

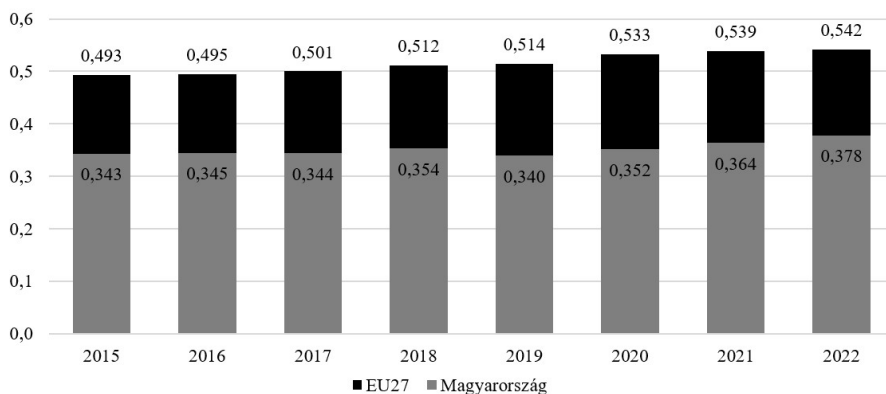
Jelen tanulmány a gazdaság és társadalom digitalizálódásának oldaláról igyekszik összegezni hazánkban a technológiai fejlődés tendenciát, feltárni, hogyan hatott a pandémia az ország innovációs teljesítményére. Magyarország feltörekvő innovátorországként az új technológiák gyors adaptálásával tudja realizálni a technológiai fejlődést, ami a hatékonyság és a termelékenység növekedéséhez vezet. A járvány miatt kikényszerített digitalizálódás miatt az innovációban lemaradó országok közelebb kerülhetnek az élen járókhoz, az új technológiák alapja ugyanis a megfelelő digitális infrastruktúra. A kutatás Magyarország példáján keresztül az Európai Unió kontextusában kívánja illusztrálni, hogy reális lehet-e a technológiai rés mérséklődése az innovációban élen járó és lemaradó országok között.

2. A hazai innovációs teljesítmény alakulása az elmúlt években

Az Európai Unió tagországainak innovációs teljesítményéről az évente publikált Európai Innovációs Eredménytábla (*European Innovation Scoreboard, EIS*) ad átfogó képet, melynek segítségével összehasonlítható a tagállamok innovációs aktivitása, és nyomon követhetők egy-egy ország fejlődési tendenciái is az innováció terén. Az eredménytábla az innovációs teljesítményhez kapcsolódóan 32 indikátort tartalmaz 12 innovációs dimenzióban négyféle tevékenységcsoport (keretfeltételek, beruházás, innovációs tevékenység, hatások) mentén, ennek révén komplex módon figyelembe veszi az innovációhoz szükséges humán és fizikai infrastrukturális feltételeket, a magán- és közfinanszírozási lehetőségeket, a megvalósult innovációs tevékenységeket, valamint ezek foglalkoztatási, értékesítésbeli és környezeti hatásait (*EIS, 2022*). Az innovációs teljesítményt átfogóan jellemző Összetett Innovációs Mérőszám (*Summary Innovation Index, SII*) alapján az EU-átlaghoz viszonyított relatív teljesítmény alapján a tagországok négy innovációs teljesítménycsoportba sorolhatók:

- *vezető innovátorok* (az EU átlagának 125%-a felett): Svédország, Finnország, Dánia, Hollandia, Belgium;
- *erős innovátorok* (az EU-átlag 100-125%-a között): Írország, Luxemburg, Ausztria, Németország, Ciprus, Franciaország;
- *mérsékelt innovátorok* (az EU-átlag 70 és 100%-a között): Észtország, Szlovénia, Csehország, Olaszország, Spanyolország, Portugália, Málta, Litvánia, Görögország;
- *feltörekvő innovátorok* (az EU-átlag 70%-a alatt): Magyarország, Horvátország, Szlovákia, Lengyelország, Lettország, Bulgária, Románia.

Magyarország innovációs teljesítménye 2022-ben az EU-átlag 69,8%-a, mellyel a tagországok rangsorában előző évi helyezéséhez képest egy helyet javítva a 21., a fel-törekvő innovátorok csoportjának legjobbjá, megelőzve Horvátországot, Szlovákiát, Lengyelországot, Lettországot, Bulgáriát és Romániát. A hazai innovációs teljesítmény az elmúlt években folyamatosan javult, a következő évben már a mérsékelt innovátorok csoportjába tartozhatunk, mely az EU átlagteljesítményének legalább 70%-át elérő országokat tömöríti. A 2022-es eredménytábla alapján 2015-höz képest 26 tagállam innovációs teljesítménye javult, 13 ország esetében az uniós átlagot meghaladó mértékben, miközben egyedül Franciaországban figyelhető meg visszaesés (EIS 2022). 2015 és 2022 között hazánk innovációs teljesítményének 7,1%-os javulása elmaradt az uniós átlagteljesítmény 9,9%-os növekedésétől köszönhetően annak is, hogy 2017-ben és 2019-ben is visszaesés figyelhető meg. A vizsgált időszak vonatkozásában az 1. ábrán látható, hogy 2019-ben mind az EU27, mind Magyarország innovációs teljesítménye megtorpant, 2020-tól hazánkban dinamikus javulás figyelhető meg a kutatás-fejlesztés és innováció terén, miközben az EU átlagában a 2020-as kedvező előrelépés után csak mérsékelt erősödés mutatható ki a pandémia utáni időszakban. Emiatt hazánk uniós átlaghoz mért relatív teljesítménye az elmúlt években javult, a 2019-2020-as 66%-os szintről 2022-ben már megközelítette az uniós átlag 70%-át.



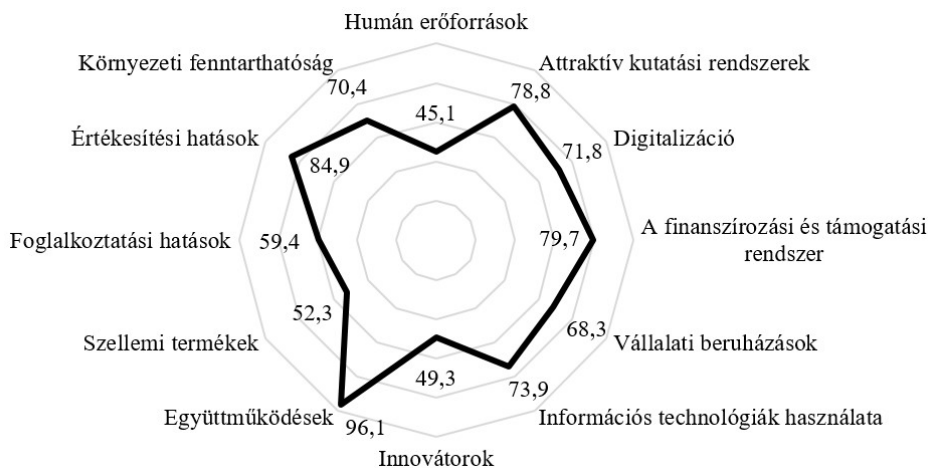
Forrás: EIS (2022) alapján saját szerkesztés

1. ábra: Magyarország és az EU27 innovációs teljesítményének alakulása az Összetett Innovációs Mérőszám (SII) alapján 2015 és 2022 között

A K+F+I tevékenység átfogó mérésére alkalmazott mutatószám alapján a pandémia időszakában az általa kikényszerített digitális transzformáció miatt a technológiai rés csak kevésbé mérséklődik a tagországok között annak ellenére, hogy az innovációban lemaradó országok teljesítményében megfigyelhető javulás, az innovációs rangsorban történt átrendeződés az elmúlt években, ez azonban csak néhány országot érintő lassú

konvergencia. Pozitív példaként érdemes megemlíteni Ciprust, aki 2019-ről 2022-re mintegy 40%-kal tudta javítani innovációs teljesítményét, és ezzel mérsékelt innovátorból erős innovátorrá vált. Emellett Belgium 10%-ot meghaladó mértékű fejlődése is figyelemreméltó, melynek eredményeként 2022-ben már a vezető innovátorok közé tartozott. Ellenpéldaként Észtország csoportváltását lehet említeni, mely erős innovátorból mérsékelt innovátor lett. A többi ország esetében az innovációs teljesítménycsoportba sorolás nem változott, az összetett innovációs mérőszám változása a pandémia időszaka alatt azonban vegyes képet mutat, amiből nem rajzolódik ki egyértelműen a technológiai felzárkózás.

A Magyarország szempontjából összességében kedvező elmúlt évekbeli tendenciákat érdemes részletesebben is vizsgálni. A 12 innovációs dimenzió mentén változó a hazai teljesítmény, melynek EU-átlaghoz viszonyított relatív értékeit a 2. ábra mutatja. Komoly elmaradás tapasztalható a humán erőforrások területén, mely a hazai doktori hallgatókat, a felsőfokú végzettségűek arányát és az élethosszig tartó tanulásban részt vevők arányát jelző indikátorokat tartalmazza. Szintén jelentős a lemaradás az elmúlt évek kedvező tendenciái ellenére a kis- és középvállalati szektor termék- és üzletifolyamat innovációit mérő innovátorok dimenzióban, valamint a foglalkoztatási hatások tekintetében is, mely a tudásintenzív ágazatokban és az innovatív vállalkozásoknál foglalkoztattak arányát méri. Hazánk jól teljesít ezzel szemben az innovációs együttműködések, valamint a medium- és high-tech termékek és tudásintenzív szolgáltatások exportját és innovatív termékek értékesítését magában foglaló értékesítési hatások területén.



Forrás: EIS (2022) alapján saját szerkesztés

2. ábra: Magyarország relatív teljesítményének alakulása az összetett innovációs mérőszám (SII) dimenzióiban (2022)

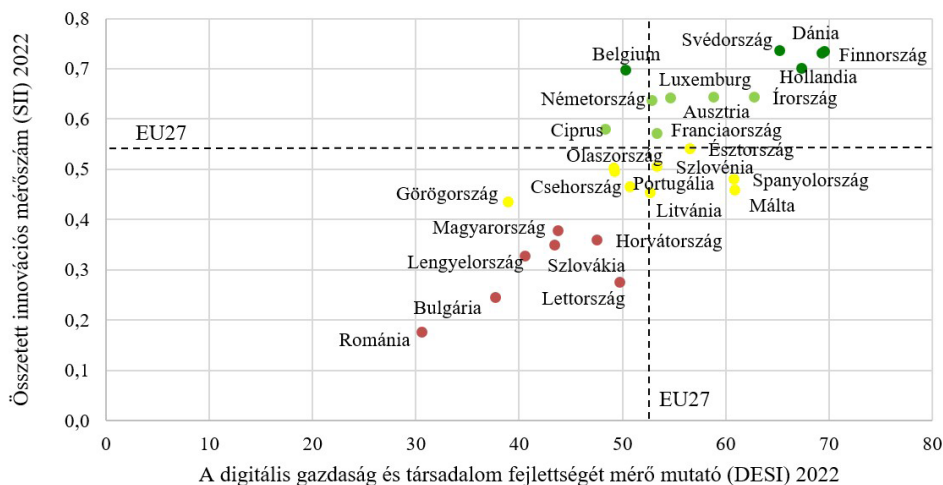
A hazai teljesítményt az indikátorok szintjén vizsgálva megállapítható, hogy az elmúlt években jelentős növekedés történt a *külföldi doktoranduszok számában*, melynek köszönhetően hazánk relatív teljesítménye 2022-ben az uniós átlag 146,3%-a. A másik terület, melyen dinamikus bővülés figyelhető meg, az állami-magán közös publikációk száma, melynél 16%-kal haladjuk meg az uniós átlagteljesítményt. 2022-ben megközelítette az uniós átlagot a *tudomány és a technológia területén alkalmazott humán erőforrás munkamobilitása*, mely szintén jelentősen erősödött az elmúlt években. Hazánk erősségének tekinthetők az *üzleti kutatás-fejlesztési és innovációs kormányzati támogatások*, mely területen 35,7%-kal magasabb a hazai teljesítmény az EU átlagánál, valamint az uniós átlagot 25,7%-kal meghaladó *közép- és csúcstechnológiai termékek exportja*. Hazai vonatkozásban a humán erőforrás feltételrendszerének gyengesége mellett kiemelendő a közszféra K+F kiadásainak, a designalkalmazásoknak, az üzleti folyamat innovációinak és az innovatív vállalkozásoknál foglalkoztatottak számának alacsony szintje. 2015-höz képest jelentős visszaesés figyelhető meg az egy foglalkoztatottra jutó innovációs kiadások tekintetében, valamint az innovatív termékek értékesítésében. Az egyes dimenziók változását az előző évhez, illetve 2015-höz viszonyítva megállapítható, hogy az EU-átlaghoz viszonyított relatív jó teljesítmény ellenére visszaesés figyelhető meg az értékesítési hatások és a környezeti fenntarthatóság területén, ami elsősorban a környezeti technológiák és az innovatív termékek értékesítésének jelentősebb csökkenése miatt következett be. Az átfogó hazai innovációs teljesítményt elemezve megállapítható, hogy a pandémia időszakában történt előrelépés az innováció terén, ami előrevetíti, hogy a lassú közeledési folyamat eredményeként elindulhat a gazdasági felzárkózás.

3. A hazai digitális gazdaság és társadalom fejlettsége

A jelenkori technológiai fejlődés motorja a digitalizáció. A digitális infrastruktúrát, a digitális kompetenciákat, a digitális gazdaságot és a digitális államot is magában foglaló digitális környezet fejlesztése elengedhetetlen a technológiai haladásból fakadó előnyök realizálásához. Az Európai Unió 2014 óta teszi közzé a tagállamok digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutatóját (*Digital Economy and Society Index, DESI*), mely négy fő területen 33 indikátor segítségével teszi összehasonlíthatóvá a digitalizáltságot az országok között. Az átfogó index *humán tőke* pillére az internethasználat és a digitális képességek mérését célozza 7 mutatóval, az *internethozzáférés pillér* a fizikai infrastruktúra kiépítettségét számszerűsíti 10 indikátorral, a *digitális technológiák integráltsága* pillérbe a vállalatok digitalizációjának és az e-kereskedelemnek a 11 mérőszáma került, míg a *digitális közszolgáltatások* pillér az e-government területének mérését teszi lehetővé 5 mutatóval. A 2022-es mérés kapcsán a bizottság kiemeli, hogy a Covid-19 járvány felgyorsította a digitális átalakulást az EU-ban, így a digitalizáció területén kirajzolódik

a konvergencia, a gyengébben digitalizált tagállamok gyorsuló ütemben zárkóznak fel, ami az egyenlőtlenségek mérséklődését eredményezheti a digitális infrastruktúra területén.

A 3. ábra a 2022-es évre vonatkozó összetett innovációs mérőszám (SII) és DESI-index kapcsolatát illusztrálja az Európai Unió vonatkozásában. Tekintettel arra, hogy a digitális gazdaság és társadalom feltétele az új technológiák létrehozásának és alkalmazásának, nem meglepő, hogy a két mutató között erős a korreláció ($R = 0,8185$).



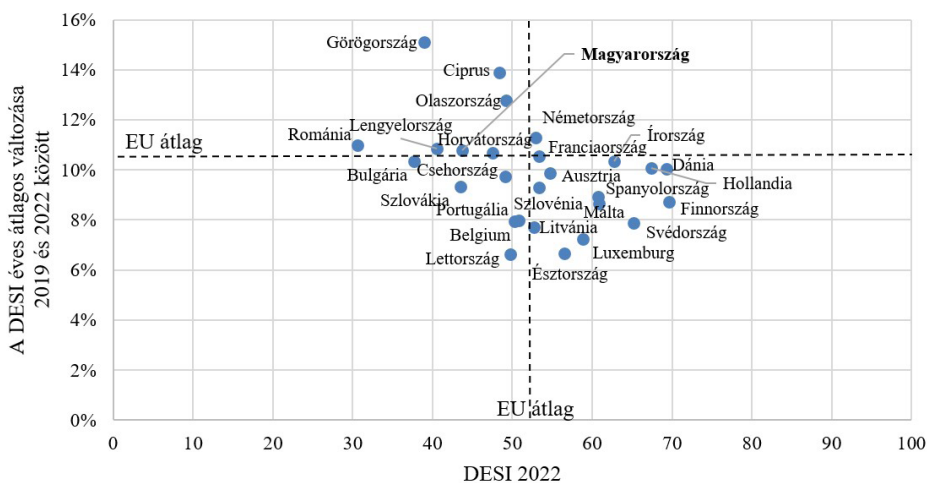
Forrás: EIS és DESI (2022) alapján saját szerkesztés

3. ábra: Az Európai Unió tagországainak teljesítménye az összetett innovációs mérőszám (SII) és a digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutató (DESI) alapján (2022)

A lineáris összefüggés ellenére a 3. ábra alapján megfigyelhető, hogy a mérsékelt innovátorok közül több ország digitális fejlettsége is utolérte az erős innovátorokat, s bár az átfogó innovációs mérőszám alapján a differenciáltság tetten érhető az országok között, a digitális infrastruktúra területén valóban látszik közeledés elsősorban az erős és mérsékelt innovátorok között. A vezető innovátorok közül Belgium kimagasló innovációs teljesítménye ellenére DESI-mutatója EU-átlag alatti, ami annak köszönhető, hogy a fizikai infrastruktúra kiépítettsége területén a leggyengébben teljesítő tagállam. A mérsékelt innovátorok között Görögország teljesít alul a DESI-mutató alapján, összességében Románia és Bulgária után a harmadik leggyengébb digitális környezettel rendelkező ország. A többi ország esetében az átfogó innovációs teljesítmény, valamint a digitális gazdaság és társadalom fejlettsége összhangban áll.

Az Európai Unió *A digitális évtizedhez vezető út* c. szakpolitikai programja 2030-ra impozáns célokat fogalmaz meg a digitális ökoszisztéma kialakításához kapcsolódóan. Ezek között szerepel, hogy az EU lakosságának legalább 80%-a rendelkezzen alapvető digitális készségekkel, mindenhol legyen elérhető az 5G szolgáltatás, az EU-ban működő

vállalatok 75%-a alkalmazza a felhőalapú szolgáltatásokat, a mesterséges intelligenciát, illetve a Big Data-elemzést, valamint a kis- és középvállalatok több mint 90%-ánál legyen legalább alapszintű digitális intenzitás, emellett a közszolgáltatások és az e-egészségügyi szolgáltatások mindenki számára legyenek elérhetőek (EC, 2022). A szakpolitikai célokhoz kapcsolódóan az Európai Bizottság kiemelten figyeli a DESI egyes dimenzióiban a kulcsindikátorok értékeit és a változások irányát. A 2022-es jelentés kiemeli, hogy a digitális környezet dinamikusan fejlődött az elmúlt években, a pandémia időszakában a DESI-index változását és aktuális értékét az EU tagállamainak vonatkozásában a 4. ábra szemlélteti.



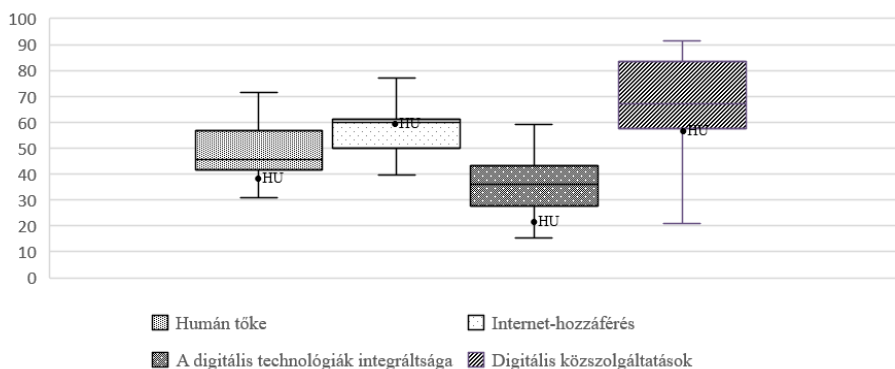
Forrás: DESI (2022) alapján saját szerkesztés

4. ábra: Az Európai Unió tagállamainak 2022-es DESI-indexe és annak éves átlagos változása 2019 és 2022 között

A 4. ábrán látható, hogy az alacsonyabb digitális fejlettségű tagállamok realizáltak nagyobb ütemű növekedést a pandémia időszakában, ami jól illusztrálja a konvergenciát a digitális környezet fejlődése terén. Az EU vonatkozásában átlagosan 10,6%-os az éves átlagos növekedés üteme, 2019-hez képest 35,27%-kal javult a DESI-index értéke. Hazánkban az éves növekedés üteme az EU-átlaghoz közeli, 10,78%-os volt, miközben a legdinamikusabban fejlődő államok, Görögország, Ciprus, Olaszország 12% feletti javulást tudtak elérni. A digitális környezet valamennyi elemében jól teljesítő, magas DESI-mutatóval rendelkező országok közül Finnország és Svédország növekedése 8% körüli, míg Hollandi és Dánia javulása közelíti az uniós átlagot. A digitális gazdaság és társadalom vonatkozásában legrosszabbul teljesítő tagállamok közül Románia átlag feletti, míg Bulgária átlag alatti növekedést ért el. Az átfogó mutató változásának eltérő dinamikája mögött egy-egy részterület intenzív fejlesztése áll.

A szakpolitikai célokhoz illeszkedve érdemes részletesen is megvizsgálni a DESI-mutató egyes pilléreit, mert az egyes területeken a tagállamok teljesítménye változatos intervallumokon belül szóródik. A DESI-index módszertanilag az eltérő mértékegységű adatokat normalizálás útján teszi összehasonlíthatóvá, az összevont mutatóban a pillérek súlya azonos, a pillérekben belül az egyes indikátorokat jelentőségük alapján súlyozza (ld. DESI módszertan, EC, 2022b). Ennek megfelelően a 0 és 100 közötti intervallumban kifejezhető pontszámok alapján a legkisebb különbség a leggyengébben és legjobban teljesítő ország között az internet-hozzáférés tekintetében van, mely dimenzió minimumértéke a legmagasabb, ami azt jelenti, hogy ezen a területen mutatkozik a legnagyobb fejlettség a digitális környezet elemei közül. Az EU-ban a legnagyobb különbség a tagállamok között a digitális közszolgáltatások terén mutatkozik, ami annak köszönhető, hogy az országok egy része kimagaslóan jól alkalmazza a digitális eszközöket az e-government területén, míg Románia ezen a téren nagyon le van maradva. A digitális technológiák integráltsága érdekes dimenzió, mert a leggyengébb innovációs teljesítményű országok lemaradása itt a legnagyobb, ugyanakkor ezen a területen kell a legtöbbet fejlődni az országoknak, itt a legalacsonyabb a minimum- és a maximum-érték, miközben a terjedelem nagy.

Az 5. ábra az Európai Unió tagállamainak és kiemelten Magyarországnak a teljesítményét mutatja a digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutató egyes dimenzióiban (humán tőke, a digitális technológiák integráltsága, internet-hozzáférés, digitális közszolgáltatások). A boxplot ábrán látható az egyes pillérek vonatkozásában a tagállamok által elért normalizált értékek teljes és interkvartilis terjedelme, az EU-átlag (belső vízszintes vonal) és Magyarország helyzete (pont) is.



Forrás: DESI (2022) alapján saját szerkesztés

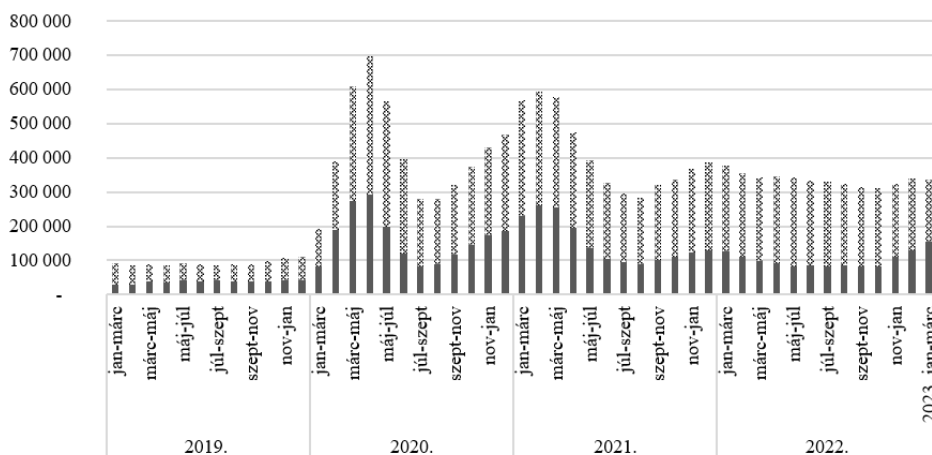
5. ábra: Magyarország és az EU27 teljesítményének alakulása a digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutató (DESI) dimenzióiban (2022)

Hazánk a 2022. évi DESI-index rangsorában 27 ország közül a 22. helyen áll, az EU-átlag 83,75%-át elérve a digitalizáció területén, előrehaladása az uniós átlagnak megfelelő. A DESI négy pillére közül Magyarország az internet-hozzáférés tekintetében teljesít a legjobban, itt a 13., míg lemaradása a digitális technológiák integráltsága területén a legnagyobb, ahol a 25. helyet foglalja el a tagállamok rangsorában. Az 5. ábrán látható, hogy Magyarország teljesítménye a humán tőke és a digitális technológiák integráltsága tekintetében is az alsó kvartilis alatt van, ami azt jelenti, hogy a legrosszabbul teljesítő 7 ország közé tartozik, míg a digitális közszolgáltatások esetében épp az alsó kvartilis értékét adja, és egyedül az internet-hozzáférés pillérben közelíti meg az EU átlagát. A szakpolitikai célkitűzésektől a 2022-es adatok az EU egésze alapján el vannak maradva, az előirányzott 80%-hoz képest átlagosan 54% azok aránya, akik legalább alapvető digitális készségekkel rendelkeznek, miközben Finnországban és Hollandiában közelíti az elérni kívánt értéket a mutató, 79,2%, illetve 78,9% az arány, a legrosszabbul teljesítő Romániában mindössze 27,8%, azaz jelentős különbségek vannak az országok között. Az IKT-szakemberek arányát tekintve a 10%-os célkitűzéstől szintén nagy a lemaradás, az EU átlagában 4,5% az arány, a legjobban teljesítő Svédországban 8%, Romániában csupán 2,6%. A 2030-ra elérni kívánt teljes 5G lefedettségben hazánk jelentős lemaradásban van annak ellenére, hogy internet-hozzáférés tekintetében, azaz a digitális infrastruktúra kiépítettségében uniós szinten is nagyon jól állunk. Az uniós átlag 66%, hazánkban 18%, a teljes lefedettséget Olaszország, Dánia és Hollandia közelíti. A digitális technológiák integráltsága területén még nagy a lemaradás, az EU-ban is csupán háromból egy vállalkozás alkalmazza a felhőszolgáltatást és csupán 8% a mesterséges intelligencia technológiáját, míg 14% használja a Big Data-alapú elemzést ahhoz képest, hogy az érintett technológiák esetében 75%-os arányt céloz meg 2030-ra az Európai Unió. Az északi országokban (Finnország, Svédország, Dánia) 60% körüli a felhőalapú szolgáltatások alkalmazása, miközben a Big Data-adatelemzésben Málta, Hollandia és Dánia kimagasló a cégek közötti 30% körüli arányával. A mesterséges intelligencia alkalmazásában Csehország, Ausztria, Görögország és Litvánia arányai közelítik a 40%-ot. A közszolgáltatások és az e-egészségügyi szolgáltatások teljes körű elérhetősége még távolinak tűnik, az állampolgároknak nyújtott digitális közszolgáltatások aránya átlagosan 75%, a vállalkozásoké 82%, ugyanakkor Máltán mindkét esetben közelíti a 100%-ot az érték, a vállalkozások vonatkozásában Írország már teljesíti a kívánt értéket.

A digitalizáció humán erőforrás-oldalát tekintve hazánk elmarad az uniós átlagtól mind az alapvető, mind az alapvetőnél magasabb szintű digitális készséggel rendelkezők aránya tekintetében. A 2030-ra elérni kívánt 80%-hoz képest hazánkban 49% azok aránya, akik legalább alapvető, és 22% azoknak, akik az alapvetőnél magasabb digitális készségekkel rendelkeznek. A humán feltételek tekintetében a másik fontos

mutató az IKT-szakemberek aránya, mely Magyarországon az elmúlt években bár nőtt, a 3,9%-os érték még mindig elmarad a 4,5%-os uniós átlagtól, miközben a 10%-os célkitűzés távolinak tűnik. Az IKT-diplomások aránya hazánkban csökkenő tendenciát mutat, távolodik ezzel az átlagos értéktől, 2020-ban még 4,6% volt a mutató értéke, 2022-ben már csak 3,1% szemben a 3,9%-os uniós átlaggal.

A digitális készségek elsajátítását felgyorsította, hogy a pandémia időszakában széles körben elterjedtek azon atipikus foglalkoztatási formák, melyek a digitális eszközök alkalmazását igénylik. Magyarországon a többi európai országhoz hasonlóan megnőtt a távmunkában és a home office-ban dolgozó munkavállalók száma a járvány időszakában, ezek a digitális eszközöket igénylő munkaformák a pandémiát követően is megmaradtak. A 6. ábrán látható, hogy a járvány begyűrűzésekor 2020-ban dinamikusan megnőtt az otthonról munkát végzők száma, majd átmeneti visszaesést követően 2021 elején ismét jelentősen emelkedett, a járvány lecsengésével pedig a korábbiakhoz képest magas szinten kiegyensúlyozottan stabilizálódott.



※ Az elmúlt 4 hétben távmunkát végzett alkalmanként, fő ■ Az elmúlt 4 hétben távmunkát végzett rendszeresen, fő

Forrás: KSH (2023) alapján saját szerkesztés

6. ábra: A rendszeresen és alkalmanként távmunkát végzők száma Magyarországon háromhavi mozgóátlaggal számolva 2019. január és 2023. március között (2022)

A KSH munkaerőpiaci jelentése (2021) szerint az új típusú munkavégzésben jelentős a területi egyenlőtlenség, döntően a központi régióra jellemző a távmunkát végzők magas aránya, jelentős, több mint háromnegyed részben felsőfokú végzettségű szellemi foglalkozásúakat érintett. Érdeemes megfigyelni azt is, hogy a pandémia kezdetén a rendszeresen és alkalmanként távmunkát végzők száma egyformán nőtt, majd az alkalmanként távmunkát végzők száma bővült dinamikusabban, 2023-ra azonban

a rés jelentősen mérséklődött, és egyre jobban közelíti a rendszeresen távmunkát végzők száma az alkalmanként távmunkát végzőket, ami jelzi, hogy a távmunka egyre inkább beépül a vállalati foglalkoztatási gyakorlatba.

Magyarország egyik legnagyobb erőssége a digitalizáció fizikai infrastruktúrájának megteremtése, különösen a széles sávú internet lefedettsége, ami lehetővé tette az otthonról történő munkavégzés széles körű biztosítását. Az internet-hozzáférés pillér szinte mindegyik mutatója tekintetében uniós átlag feletti a magyar teljesítmény, lemaradás az 5G lefedettség területén tapasztalható, melyben ugyan jelentős előrelépés történt 2021-hez képest, mert 7%-ról 18%-ra nőtt, ugyanakkor így is elmarad az EU 66%-os értékétől, illetve a 2030-ra kitűzött céltől, ami a teljes lefedettség. A digitális technológiák integráltsága területén mutatkozik hazánk legnagyobb elmaradása, a 25. helyet foglalja el az országok rangsorában, csak Bulgáriát és Romániát előzi meg. A DESI ezen pillére a felhőalapú szolgáltatások, a mesterséges intelligencia, a Big Data, a közösségi média alkalmazását, illetve a vállalati szektor digitális eszközhasználatát foglalja magában. A legtöbb mutató tekintetében megfigyelhető javulás, de a lemaradásunk így is jelentős. Hazánk gyengén teljesít a technológiaátvételtre vonatkozó mutatók terén, elmarad a mesterséges intelligencia és a felhőalapú szolgáltatások alkalmazásában. A hazai vállalkozások körében ötből egy vállalkozás alkalmazza a felhőszolgáltatásokat, nagy adathalmazokkal való elemzést mindössze 7%, ami épp az uniós átlag fele, a mesterséges intelligencia aránya csupán 3%. Ebben a pillérben a környezeti fenntarthatóságot szolgáló IKT, az online kereskedő kkv-k, valamint az e-kereskedelemből származó forgalom tekintetében közelíti meg az uniós átlagot a magyar teljesítmény. Az e-kereskedelem területén mutatott kedvező helyezés nem meglepő, mert a Központi Statisztikai Hivatal statisztikái alapján az internetes vásárlások aránya a pandémia hatására dinamikusan nőtt, míg 2019-ben az internetes vásárlások 54,5%-ot tettek ki, 2022-ben már 74,3%-ot (KSH, 2023a). A digitális közszolgáltatások terén hazánk teljesítménye vegyes képet mutat. Az e-önkormányzati szolgáltatások felhasználóinak száma dinamikusan nőtt az elmúlt években, a 81%-os hazai érték meghaladja a 65%-os uniós átlagot. A Központi Statisztikai Hivatal adatai alapján az elektronikus közigazgatási portálok igénybevétele szignifikánsan nőtt a pandémia hatására (KSH, 2023b). A polgároknak és a vállalkozásoknak nyújtott digitális közszolgáltatásokban lemaradás figyelhető meg, az állampolgárok esetében 64% az arány a 75%-os uniós átlaghoz képest, ezen a területen a hatodik legrosszabbul teljesítő tagállam Magyarország. A vállalkozásoknál 74% a hazai érték, miközben az EU-átlag 82%, ezen mutató tekintetében csak Lengyelország, Horvátország, Görögország és Románia értéke rosszabb. A nyílt hozzáférésű adatok tekintetében hazánk gyengén teljesít, a 81%-os uniós átlaggal szemben a hazai mutató csak 58%.

4. Konklúzió, javaslatok

Az utóbbi években kibontakozó újabb technológiai hullám, a negyedik ipari forradalom korszakában a koronavírus-járvány akceleratoroként gyorsította fel a digitális megoldások elterjedését, széles körű gazdasági alkalmazását, valamint az új technológiák működtetéséhez szükséges kompetenciák elsajátítását, elősegítve ezzel a digitális gazdaság és az általa megkövetelt digitális társadalom gyorsabb kiépülését. A technológiai újítások bevezetésének szükségessége a pandémia miatt még inkább felértékelődött, a jelentős mértékben online térbe húzódó gazdaságnak újszerű fogyasztói igényekre, az ellátási láncok rövidülésére, megváltozott munkavégzési módokra és új kompetenciaelvárásokra kellett reagálnia, ami technológiai alkalmazkodást igényelt a munkavállalóktól és a vállalatoktól egyaránt. A gazdaságban végbemenő technológiai adaptáció hatékonyságnövekedést eredményezett, emiatt a technológiai fejlődés iránti igény a járványveszély elmúltával is megmaradt.

A kutatás során a hazai innovációs teljesítmény és kiemelten a digitális környezet elmúlt évekbeli alakulását tekintettük át, megpróbálva összegezni a pandémia technológiai fejlődésre gyakorolt hatását. Az Európai Innovációs Eredménytábla összetett innovációs mérőszáma (SII) alapján Magyarország innovációs teljesítménye javult az elmúlt években, a leggyengébben teljesítő teljesítménycsoport a feltörekvő innovátorok legjobbjá, EU-átlaghoz mért relatív teljesítménye 69,8%, a következő mérésnél várhatóan mérsékelt innovátorrá válhat. Az SII részterületeit elemezve komoly elmaradás tapasztalható a humán erőforrások területén, mely a hazai doktori hallgatókat, a felsőfokú végzettségűek arányát és az élethosszig tartó tanulásban részt vevők arányát jelző indikátorokat tartalmazza. Szintén jelentős a lemaradás az elmúlt évek kedvező tendenciái ellenére a kis- és középvállalati szektor termék- és üzletfolyamat-innovációit mérő innovátorok dimenzióban, valamint a foglalkoztatási hatások tekintetében is, mely a tudásintenzív ágazatokban és az innovatív vállalkozásoknál foglalkoztatottak arányát méri. Hazánk jól teljesít ezzel szemben az innovációs együttműködések, valamint a medium- és high-tech termékek és tudásintenzív szolgáltatások exportját és az innovatív termékek értékesítését magában foglaló értékesítési hatások területén.

A jelenkori technológiai fejlődés alapja a digitalizáció, a digitális infrastruktúrát, a digitális kompetenciákat, a digitális gazdaságot és a digitális államot is magában foglaló digitális környezet fejlesztése elengedhetetlen a technológiai haladásból fakadó előnyök realizálásához. Az Európai Unió digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutatóját (DESI) is elemeztük, mely a humán és fizikai infrastruktúra, a vállalati és az állami szféra digitalizáltságának területén teszi összehasonlíthatóvá a digitális ökoszisztémát az országok között. Magyarország a digitális gazdaság és társadalom kiépítése területén még lemaradásban van, s bár a fizikai infrastruktúra a jövőbeni fejlődés szempontjából meghatározó 5G lefedettséget leszámítva megfelelő,

a digitális kompetenciák szintje alacsony, a hazai vállalatok az új technológiákat, így a mesterséges intelligenciát, a felhőalapú szolgáltatásokat és a Big Data-elemzés lehetőségeit kevésbé használják ki. Emellett javul az elektronikus közszolgáltatások elérhetősége, ami az utóbbi években elsősorban a pandémia által kikényszerített környezetnek köszönhető. A digitális megoldások terjedését és a digitális készségfejlesztést segítette hazánkban a távmunka és a home office elterjedése, ami a járvány után is megmaradt számos cégnél.

A hazai technológiai fejlődés fő tendenciáit elemezve megállapítható, hogy a járvány pozitívan hatott a digitalizációs folyamatok széles körű terjedésére, segítette a digitális készségek elsajátítását és a digitális megoldások alkalmazását, nemcsak a lakosság, hanem a vállalatok körében is. A digitális ökoszisztéma javulása pozitívan hat az innovációs tevékenységre, hiszen az új technológiai hullám alapja a digitalizáció. A digitális gazdaság és társadalom kiépítettségében megfigyelhető konvergencia a tagállamok között, ahogy a 2022-es EU-jelentés is megállapítja, mert a gyengébben digitalizált tagállamok gyorsabban fejlődtek a pandémia időszakában, ugyanakkor ez a közeledés a technológiai vezető és követő országok között az átfogó innovációs teljesítmény és a gazdasági növekedés vonatkozásában közvetlenül a pandémia után még nem érvényesül. A technológiai rés mérséklődése a digitális környezet tekintetében az Európai Unióban, köszönhetően a különböző célzott támogatásoknak is, már érzékelhető, a járvány időszakában kikényszerített digitalizáció irányába ható változások tartósak bizonyulnak. Az innovációs folyamatok összetettsége miatt a megfelelő digitális ökoszisztéma megalapozhatja az innováció különböző területeinek fejlődését segítve ezzel a technológiai fejlődés előnyeinek realizálását.

Hivatkozások

- CSORBA LÁSZLÓ (2020): Pénzügyi kultúra és pénzügyi műveltség, a pénzügyi magatartás meghatározó tényezői. *Pénzügyi Szemle*, 65(1): pp. 67–82. https://doi.org/10.35551/PSZ_2020_1_6
- EURÓPAI BIZOTTSÁG (2022): *A digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutató (DESI) 2022*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/countries-digitisation-performance> Megtekintve 2023. 04. 24
- EUROPEAN COMMISSION (2022): *European Innovation Scoreboard 2022*. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard_en Megtekintve 2023. 02. 24
- EUROPEAN COMMISSION (2022): *European Innovation Scoreboard 2022: Methodology Report*. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2022-09/ec_rtd_eis-2022-methodology-report.pdf Letöltve 2023. 02. 24

- EUROPEAN COMMISSION (2022a): *Digital Economic and Society Index (DESI) 2022. Thematic chapters. DESI - Full European Analysis 2022.* <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022>
- EUROPEAN COMMISSION (2022b): *Digital Economic and Society Index (DESI) 2022. Methodological Note.* <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022>
- FORSYTH, J. (2022. 03. 07): 8 technology trends for innovative leaders in a post-pandemic world. <https://www.weforum.org/agenda/2022/03/8-technology-trends-innovative-leaders-post-pandemic>
- KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (2021): *Felértékelődött a távmunka a Covid19 árnyékában. Munkaerőpiaci jelentés.* https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/korona-virus-tavmunka/felertekelodott_a_tavmunka_a_covid19_arnyekaban.pdf
- KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (2023a): *Az internetes vásárlások aránya az utolsó vásárlás időpontja szerint [%].* https://www.ksh.hu/stadat_files/ikt/hu/ikt0019.html
- KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL (2023b): *E-közigazgatási portálok igénybevétele az e-ügyintézés szintjei szerint [%].* https://www.ksh.hu/stadat_files/ikt/hu/ikt0020.html
- NÉMETHY KRISZTINA – POÓR JÓZSEF (2019): A jövő munkahelye az ipar 5.0 küszöbén. *Munkaügyi Szemle*, 62. évfolyam, 1. szám, 9–17. oldal
- OLÁH JUDIT – POPP JÓZSEF – ERDEI EDINA (2019): Az Ipar 5.0 megjelenése: ember és robot együttműködése. *Logisztikai trendek és legjobb gyakorlatok, A jövő kihívásai. Fenntarthatóság és automatizálás.* V. évf. 1. szám, 12–19. o.
- PINTÉR SZABOLCS (2021.01.06): *Miért lenne embertelen a technológiai fejlődés?* <https://www.portfolio.hu/uzlet/20210106/miert-lenne-embertelen-a-technologiai-fejlodes-463872>
- PRICEWATERHOUSECOOPERS (2020): *Kényszerpihenő helyett túlórák. Avagy kik a COVID-19 nyertesei.* https://www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/Kenyszerpiheno_helyett_tulorak_avagy_kik_a_COVID-19_nyertesei.pdf