

Tripo Johanna–Kovács Tünde Zita**A HUMÁN ERŐFORRÁS DIGITÁLIS FELKÉSZÜLTSGÉT
BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK AZ EURÓPAI UNIÓ
TAGÁLLAMAIBAN****Bevezetés**

A digitális technológia fejlődése kapcsán markánsan átalakulóban van a munkavégzés, a foglalkoztatás, az oktatás, a társadalmi élet és még sorolhatnánk. Nincs ma már olyan területe az életünknek, amely nem digitalizálódott valamilyen mértékben. Éppen ezért, legalább alapvető digitális kompetenciákkal rendelkezni elemi fontosságú, olyan, mint az írás és olvasás készsége. Az élet számos területén a boldogulásunkat, előmenetelünket szolgálja a területnek megfelelő digitális jártasság.¹ Annak meghatározására, hogy a digitális technológia, azaz információs és kommunikációs technológia (IKT) milyen szerepet játszik életünk különböző területein (gazdasági és társadalmi vonatkozásban egyaránt), az Európai Unió (EU) kidolgozta a digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő indexet, ún. DESI indexet.

A DESI index egy kompozit mutató, és az európai tagállamok digitális felkészültségét, teljesítményét és versenyképességét hivatott mérni.² 2014 óta követi nyomon a tagállamok digitális fejlődését négy kiemelt területen: a humán tőke digitális felkészültsége, internet-hozzáférés kiterjedtsége és minősége, digitális technológiák vállalati integráltsága és a közszolgáltatások digitalizáltságának mértéke.³ Az említett négy terület, ún. fődimenziók értékeinek egyszerű súlyozott számtani átlagai alkotják a DESI index – mint általános mutató – országokénti értékeit.

Jelen tanulmányban a DESI index első fődimenziójának, azaz a humán tőke (továbbiakban HT) digitális fejlesztésének lehetőségeit vizsgáljuk meg matematikai-statisztikai módszerek alkalmazásával.

Kutatásunkban öt független változó hatását vizsgáltuk a HT digitális felkészültségére vonatkozóan. Használtunk gazdasági mérőszámokat, különböző mutatókat az oktatás területéről, továbbá az Európai Unió közösségéhez való csatlakozás idejét. A bruttó hazai termék (továbbiakban GDP) egy olyan mutató, amelynek segítségével egy megfelelően reális képet alkothatunk egy ország gazdasági súlyáról, teljesítményéről és annak időbeli alakulásáról. Mivel a (nominális) GDP elsősorban közel egyidejű adatok összehasonlítására alkalmas, ezért megfelelőbbnek találtuk a reál GDP/fő alkalmazását, amely inflációval korrigált

¹ KARL Éva–MOLNÁR György: *A digitális kompetencia fejlesztésének igénye és lehetőségei a szakképzésben, napjaink reformterhelt világában*, Új Pedagógiai Szemle, 2021/5–6. (71). 55–68. <https://upszonline.hu/index.php?article=710506010> [2024.03.01]

² KOVÁCS Tünde Zita–BITTNER Beáta–HUZSVAI László–NÁBRÁDI András: *Convergence and the Matthew Effect in the European Union Based on the DESI Index*. Mathematics, 2022/10. 613.

³ EURÓPAI Bizottság: *A digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutató (DESI)*. 2022. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022> [2024.02.28]

árakkal számol. A reál GDP/fő és a HT kapcsolatára vonatkozóan megfogalmaztuk első nullhipotézisünket:

H1: A reál GDP/fő értékének változása nem befolyásolja a HT digitális felkészültségét.

A tudomány, a technológia, a mérnöki ismeretek és a matematika tudományára koncentrált (röviden STEM) oktatás egy újfajta, integrált megközelítése az oktatásnak, ahol a diákok megtanulják összetett módon alkalmazni a négy területről származó ismereteiket. A hangsúly eltolódik a tisztán elméleti megközelítésről a gyakorlati alkalmazás irányába.⁴ A STEM-oktatásban részesülő diákok problémamegoldó készsége kimagasló, képesek felismerni a mintázatokat, tervezői gondolkodás jellemzi őket (design thinking).⁵ A STEM-oktatásban résztvevő hallgatók száma és a HT kapcsolatára vonatkozóan a második null-hipotézisünk:

H2: A STEM-oktatásban résztvevő hallgatók számában tapasztalt elmozdulások nem befolyásolják a HT digitális felkészültségét.

Az Európai Unió különböző mobilitási programjai lehetőséget kínálnak a résztvevőknek, hogy fejlesszék idegennyelvi kompetenciáikat külföldi tartózkodásaik alkalmával, továbbá szakmai tapasztalatszerzésre, ismeretbővítésre is lehetőséget kínál a programban résztvevő vállalkozások és szervezetek révén. 2017–2022-es időszakot alapul véve, megvizsgáltuk a felsőoktatásban tanuló és mobilitási programokban résztvevő hallgatók számát, a fogadóországok alapján. Azt kívántuk megvizsgálni, hogy hogyan befolyásolja a fogadó országok HT digitális teljesítményét a mobilitási programok keretében fogadott hallgatók száma. Az ehhez kapcsolódó harmadik nullhipotézisünk:

H3: A mobilitási programok keretében résztvevő hallgatók száma nem befolyásolja a fogadó ország HT digitális felkészültségét.

Az oktatás meghatározó szerepet játszik egy ország versenyképességének fenntartásában. Befolyásolja a lakosság műveltségét, a munkavállalók versenyképességét, de fontos szerepet játszik a gazdaság igényeinek teljesülése szempontjából is. A kormányzatok oktatásra fordított GDP arányos kiadásainak elemzésével azt kívántuk megvizsgálni, hogy ez milyen mértékben befolyásolja a HT digitális felkészültségét. A kapcsolódó negyedik nullhipotézisünk:

H4: Az oktatásra fordított GDP-arányos közkiadások mértéke nem befolyásolja az ország HT digitális felkészültségét.

Az Európai Unió jelenleg 27 tagállamot számlál. Az Európai Unió elődjének számító Európai Szén és Acélközösség 1952-től kezdődően működik, melyet hat tagállam alapított. Az tagországok köre az eltelt fél évszázad során folyamatosan bővült, kezdetben a nyugat-európai országok, 2000 után pedig közép- és kelet-Európai tagállamok csatlakoztak. Utolsó elemzésünk arra vonatkozott, hogy a csatlakozás ideje milyen mértékben és hogyan befolyásolja a HT digitális felkészültségét, az ötödik nullhipotézisünk pedig:

H5: Az Európai Unióhoz való csatlakozás éve nem befolyásolja az ország HT digitális felkészültségét.

⁴ SUNGUR GUL Kibar–SAYLAN KIRMIZIGUL Asli–ATES Hüseyin–GARZON Juan: *Advantages and Challenges of STEM Education in K-12: Systematic Review and Research Synthesis*, International Journal Of Research In Education And Science, 2023/2. (9.) 283–307.

⁵ BARAN Evrim–CANBAZOGLU BILICI Sedef–MESUTOGLU Canan–OCAK Ceren: *Moving STEM beyond Schools: Students' Perceptions about an Out-of-School STEM Education Program*, International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 2016/4. 9–19.

A tanulmány felépítése a következő: A Szakirodalmi áttekintés fejezetben áttekintettük azok a szakcikkeket és tanulmányokat, amelyek a DESI index, és azon belül is annak első fődimenziójának, tehát a HT tanulmányozásával foglalkoznak. Ezt követően, az Anyag és módszertan fejezetben bemutatjuk azokat a statisztikai elemző módszereket, amelyek segítségével elemeztük a HT digitális felkészültségét befolyásoló tényezőket: leíró statisztika, korrelációelemzés és panel regresszió. Az Elemzések részben folytattuk le a statisztikai elemzéseinket, a feltárt eredményeket pedig minden esetben igyekeztünk magyarázni, indokolni. Az Eredmények fejezetben értelmeztük a kapott eredményeket, melyeket összevetettünk korábbi tanulmányok eredményeivel, teszteltük a hipotéziseinket, valamint további kutatási irányok kerültek meghatározásra.

Szakirodalmi áttekintés

A DESI indexet tárgyaló szakirodalom feltárásához a Web of Science Core Collection – Clarivate Analytics adatbázist használtuk. Kereséseink angol nyelvű kulcsszavakra korlátozódtak, hiszen az említett adatbázis jellemzően angol nyelven írott cikkeket, tanulmányokat tartalmaz. Kereséseink a „*Digital Economy and Society*” vagy „*DESI*” szóösszetételt tartalmazó tudományos folyóiratcikkekre és konferenciaközleményekre vonatkoztak, vizsgálva előfordulásukat a tanulmányok címében, absztraktjában, a szerzők által megadott kulcsszavakban 2017–2024 közötti időszakban. Ez a keresés 1755 db tanulmányt eredményezett, melyet még tovább szűkítettünk az „*education*” és („*human capital*” vagy „*human resource*”) kulcsszavakkal. A listázott tanulmányok száma így 8-ra szűkölt.

Başol, Sevgi és Yalçın⁶ elemzése rámutatott, hogy a fiatalok magas munkanélküliségi rátájának csökkentésében a digitális képzés egy járható stratégia lehet.⁷ Dorneanu és társai⁸ kutatása értelmében a humán tőke fejlesztése révén kimutatható a fenntartható és inkluzív gazdasági növekedés, ám az eredmények alapján nem összpontosul kellő figyelem az oktatásba és az egészségügybe történő beruházásokra. A DESI index közvetlen kapcsolatot mutat ki az egészségügy és az oktatás jobb eredményei, a termelékenység és a gazdasági növekedés között. Başol és Yalçın⁹ tanulmánya alapján a DESI index emelkedése növelte a foglalkoztatási rátát és a személyes jövedelmet, ezzel együtt csökkentve a

⁶ BAŞOL Oğuz–SEVGİ Hüseyin–YALÇIN Esin Cumhur: *The Effect of Digitalization on Youth Unemployment for EU Countries: Treat or Threat?*, Sustainability, 2023/15. 11080.

⁷ AZMUK Nadiya: *The interaction of labour markets and higher education in the context of digital technology*, Econ. Ann. XXI 2015/152. 98–101. <https://ea21journal.world/index.php/ea-v152-24/>; HAIR Joe.F.–RINGLE Christian–SARSTEDT Marco: *PLS-SEM: Indeed a silver bullet*, Journal of Marketing Theory and Practice, 2011/2. (19.) 139–152.; SOLUTIONS for Youth Employment–GENESIS Analytics–RAND Corporation–PLAN International–WORLD Bank: *Digital jobs for youth: young women in the digital economy*, World Bank, Washington, 2018. [2024.05.01] [https://www.s4ye.org/sites/default/files/2018-11/S4YE%20Digital%20Jobs%20Report%20-%20FINAL%20\(For%20Printing\).pdf](https://www.s4ye.org/sites/default/files/2018-11/S4YE%20Digital%20Jobs%20Report%20-%20FINAL%20(For%20Printing).pdf)

⁸ DORNEANU Alexandra–NEAMȚU Dana Mihaela–HAPENCIUC Cristian Valentin: *Education and digitalization, the path to a more sustainable, resilient and secure society*, Proceedings of the International Conference on Business Excellence, 2022/1. (16), 670–681.

⁹ BAŞOL Oğuz–YALÇIN Esin Cumhur: *How does the digital economy and society index (DESI) affect labor market indicators in EU countries?* Human Systems Management, 2021/4. (40), 503–512.

munkanélküliségi rátát és a munkaerő-piaci bizonytalanságot. Stofkova és társai¹⁰ Szlovákia digitális teljesítményének elemzését helyezve a központba, felhívják a figyelmet a digitális készségek jelentőségére, így az nélkülözhetetlen elemét kellene képezze az oktatáspolitikának. Ezzel együtt, a szlovákiai iskolák többsége gyenge támogatást nyújt a digitális oktatáshoz, továbbá kutatásuk arra is rávilágít, hogy 2018–2021 között a fiatalok körében tovább csökkent a digitális írástudás szintje. Grinberga-Zalite és Hernik¹¹ Lengyelország és Lettország humán tőkéjének digitális felkészültségét hasonlítva össze kimutatta Lengyelország előnyét, továbbá, hogy szoros kapcsolat van az országok K+F-kiadásainak GDP-hez viszonyított aránya és a humán tőkének a digitális gazdaságba való integrálódásra való felkészültsége között. Vidal és Gewerc Barujel¹² Spanyolország példáján keresztül szemlélteti, hogy azok a társadalmi csoportok, amelyek digitális készsége minimális, már-már közelítve a nullához, gyakorlatilag ki vannak zárva a digitális szolgáltatásokból és erőforrásokból. Kutatásukban rámutattak a STEM-oktatás fontosságára, amely a gazdasági növekedés és a nemzeti versenyképesség kulcsa, felhívva ugyanakkor a figyelmet a nemi egyenlőtlenség csökkentésének szükségességére e területen. Vitols, Arhipova és Paura¹³ tanulmányukban arra világítanak rá, hogy a számítástechnikai ismeretek, valamint a STEM-tárgyak oktatására már az elemi oktatásban érdemes kiemelt figyelmet fordítani, és a tanulók érdeklődését felkelteni e tárgyak iránt. Ennek egyik módja az iskolán kívüli foglalkozások szervezése, így csökkentve az említett területeken a diákok programozási készségeinek hiányosságait, növelve ezzel együtt a motivációjukat, amely később az egyetemi képzés sikeres befejezéséhez is hozzájárul.

A vizsgált szakirodalom alapján a digitális készségek oktatását már az általános iskola felső tagozatán el kell kezdeni, és ezen túlmenően indokolt az iskolai programokon kívüli oktatás bevezetése is, hogy a diákok érdeklődését fenntartsák az IKT-val és a STEM-mel összefüggő területeken. A tantermen kívüli oktatás célja a gyakorlati alkalmazhatóság bemutatása, ahol a tanulónak kombinálnia szükséges a különböző területeken szerzett ismereteit a sikeres megvalósítás érdekében. Ehhez a GDP arányos oktatásra fordított kiadások növelése szükséges. Az említett területek elméleti és gyakorlati ismerete hozzájárulhat a munkanélküliségi ráta (elsősorban, de nem kizárólag a fiatalok körében) és a munkaerőpiaci bizonytalanság csökkenéséhez, melynek eredményei végső soron a GDP-ben tükröződnek vissza.

¹⁰ STOFKOVA Jana–POLIAKOVA Adela–STOFKOVA Katarína Repkova–MALEGA Peter–KREJNUS Matej–BINASOVA Vladimira–DANESHJO Naqibullah: *Digital Skills as a Significant Factor of Human Resources Development*, Sustainability, 2022/14. 13117.

¹¹ GRINBERGA-ZALITE Gunta–HERNIK Joanna: *Digital Performance Indicators in the EU*, Research for Rural Development, 2019/2. 183–188. (Továbbiakban: GRINBERGA-ZALITE–HERNIK, 2019)

¹² VIDAL Inés María González–GEWERC BARUJEL Adriana: *Socioeducational gaps derived from the impact of digitization in Spain 2020*, Revista de Educación a Distancia (RED), 2021/21. (68.)

¹³ VITOLS Gatis–ARHIPOVA Irinia–PAURA Liga: *Programming Skills Gap Reduction By Extramural School Development: University Success Case Study In Latvia*, Inted 2018 Proceedings, 2018. 3526–3531.

Anyag és módszertan

Panel adatelemzés során keresztmetszeti és idősoros elemzést végzünk egy modellben.¹⁴ Esetünkben a 27 kiválasztott ország DESI index-HT mutatójának vizsgálata során figyelembe vesszünk öt független változót.

A véletlen hatás modell (Random effect–RE) során a variancia két részre osztható: magasabb szintű variancia a magasabb szintű változók között, és alacsonyabb szintű az alacsonyabbak között. Ennek eléréséhez a reziduumokat (regressziós maradék) meghatározzuk mindkét szinten, és a magasabb szintű reziduumokat nevezzük véletlen hatásnak.¹⁵ Egy egyszerű RE-modell a következőképpen írható fel:

$$y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_{1ij} + \beta_2 z_j + (u_j + e_{ij})$$

Ebben az egyenletben y_{ij} a függő változó, x_{1ij} az alacsonyabb szintű független változó, β_1 a hozzá tartozó együttható, z_j pedig a magasabb szintű változót jelöli β_2 együtthatóval. A zárójelben lévő rész a „véletlen” rész, u_j a j -edik magasabb szintű reziduum, valamint e_{ij} az i -edik tag j -edik szintű reziduuma.¹⁶

Az állandó hatás (Fixed effect–FE) modellben nem lehet magasabb szintű változókat becsülni, úgy, mint az RE-modellben. A hatások közötti esetleges eltéréseket, és az összes magasabb szintű varianciát maguk a magasabb szintű varianciák irányítják, és ezeket bináris változóként írjuk fel.

Ahhoz, hogy eldöntsük egy-egy analízis során melyik modellt érdemes alkalmazni a kettő közül, a Hausman¹⁷ tesztet szokás alkalmazni.¹⁸

Elemzéseink lefolytatásához a STATA statisztikai szoftver 17.0 verzióját használtuk.

Elemzések

A DESI index HT dimenzióját vizsgálva Magyarország a 22. helyen áll, az EU-s átlag alatt: míg 2017-ben 7,94 ponttal, addig 2022-ben már 10 százalékponttal volt a vonal alatt (1. ábra). Magyarországnál (2017: 36,42%, 2022: 38,45%) rosszabban teljesített Görögország (2017: 36,21%, 2022: 40,13%), Olaszország (2017: 32,80%, 2022: 36,57%), Lengyelország (2017: 32,19%, 2022: 37,03%), Bulgária (2017: 29,96%, 2022: 32,59%) és legvégül Románia (2017: 27,89%, 2022: 30,92%). A ranglistát Finnország (2017: 64,66%, 2022: 71,39%), Írország (2017: 57,28%, 2022: 62,64%), Hollandia (2017: 54,87%, 2022: 63,13%) és Svédország (2017: 54,00%, 2022: 61,98%) vezeti.

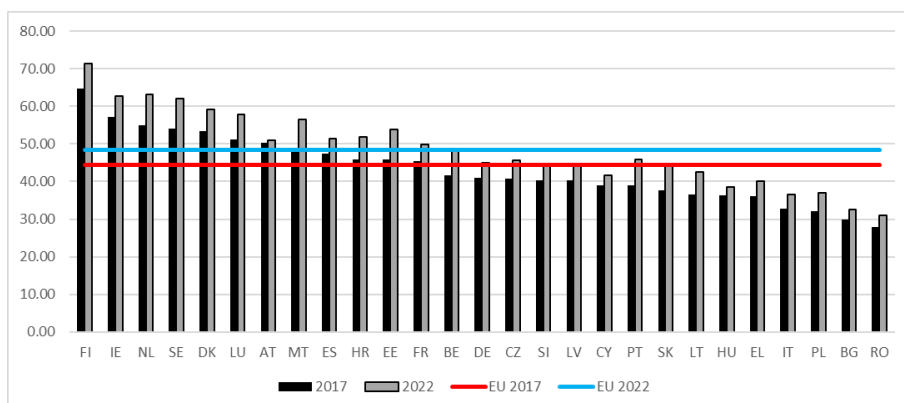
¹⁴ WOOLDRIDGE Jeffrey M.: *Introductory Econometrics: A Modern Approach, Fifth Edition*, Cengage Learning, South-Western, 2013.

¹⁵ BELL Andrew–KELVYN Jones: *Explaining Fixed Effects: Random Effects Modeling of Time-Series Cross-Sectional and Panel Data*, Political Science Research and Methods, 2014/1. (3.), 133–153. (Továbbiakban: BELL–KELVYN, 2014)

¹⁶ BELL–KELVYN, 2014

¹⁷ HAUSMAN Jerry A.: *Specification Tests in Econometrics*, Econometrica, 1978/6. (46), 1251–1271.

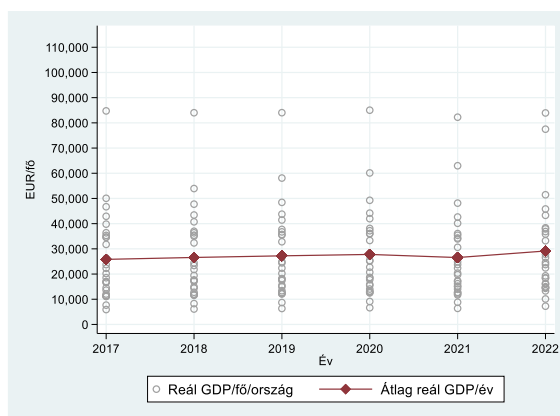
¹⁸ TRIPO Johanna: *A devizaárfolyam volatilitásának hatása a gabona kereskedelmére*, Staféta, Partiumi Kiadó, Románia, 2021/6. 79–99.



DESI HT index 2017-ben és 2022-ben (1. ábra)

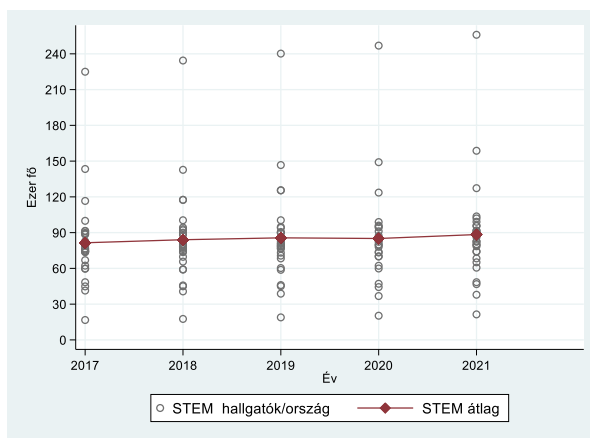
Kutatásunkban a panelregresszió során öt független változó hatását vizsgáltuk. Az első magyarázóváltozónk a reál GDP/fő értéke volt euróban kifejezve. A második változó a STEM-oktatásban résztvevő felsőtagozatú hallgatók száma ezer lakosra vetítve. A harmadik becsült paraméterünk a mobilitásra jelentkező külföldi hallgatók száma a felsőoktatásban. A következő magyarázóváltozó az államháztartási kiadások oktatásra fordított értéke volt millió euróban kifejezve. Az utolsó változónk az országok EU-s tagsága években kifejezve, vagyis hány éve tagja az EU-nak az adott ország.

A vizsgált időszakban az EU tagállamaiban az átlag reál GDP/fő értékei 2017-től 2022-ig rendre 25 834 EUR, 26 584 EUR, 27 229 EUR, 27 782 EUR, 26 550 EUR, 29 149 EUR volt. Ezeket az értékeket jelöltük piros vonallal a második ábrán (2. ábra). A legtöbb tagállam éves értéke az átlag alatt csoportosul, ezeket jelöltük szürke kis körrel. A kiugró magas értékek Luxemburghoz tartoznak, 82 250 EUR, illetve 85 030 EUR közötti reál GDP-vel. A második legnagyobb reál GDP-vel rendelkező ország Írország 50 060 EUR és 77 490 EUR közötti értékekkel. A legkisebb reál GDP-vel rendelkező ország Bulgária 5 910 EUR és 7 250 EUR közötti értékekkel, és őt követi egy kicsit jobb eredménnyel Románia 7 670 EUR és 9 120 EUR-val.



Reál GDP/ fő értéke az Európai Unió tagállamaiban (2. ábra)

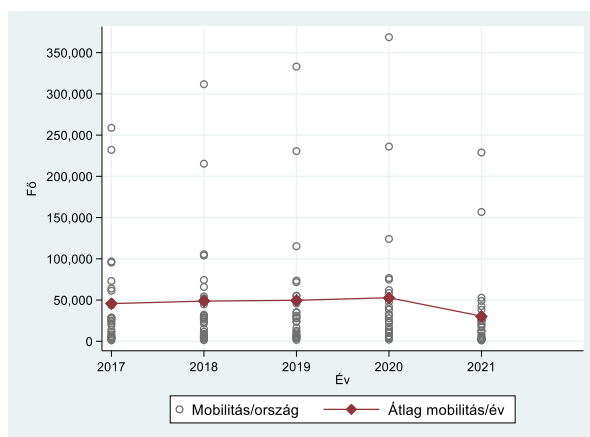
A STEM oktatási rendszerben tanulók száma a felsőoktatásban 2017-ben átlagosan 81,5 fő volt, ezer főre vetítve, majd lassú, de állandó növekedés mellett az átlag 2021-re elérte 88,4 ezer fő értéket (3. ábra). A legnépszerűbb ez az oktatási forma Görögországban, ahol az ezer főre vetített STEM-oktatásban résztvevő felsőtagozatú hallgatók száma 225-től 256-ig növekedett öt év alatt. Ugyanez a változó magas még Finnországban (142,7/ezer fő – 158,7/ ezer fő), valamint Németországban (116,6/ezer fő – 127,3/ezer fő). A legalacsonyabb ez a mutató Luxemburgban (16,7/ezer fő – 21,4/ezer fő), Máltán (36,8/ezer fő – 41,4/ezer fő), és Cipruson (44,3/ezer fő – 46,8/ ezer fő). Magyarország az EU-s átlag alatt helyezkedik el, legkisebb értéket 2019-ben (58,8/ ezer fő), a legnagyobbat 2021-ben (60,6/ezer fő) mérték.



STEM oktatási rendszerben résztvevő tanulók száma, ezer főre vetítve (3. ábra)

A harmadik becsült paraméterünk a felsőoktatásban mobilitásra jelentkező külföldi hallgatók száma volt (4. ábra). A legnépszerűbb desztináció Németország, évente átlagosan közel 320 ezer hallgatót fogadtak 2017 és 2020 között, ugyanakkor 2021-ben érkezett a legkevesebb hallgató, 228 910. A második legnépszerűbb ország hallgatói mobilitás szempontjából Franciaország, ide évente átlagosan 228 533 hallgató utazott ki tanulni a 2021-es évet kivéve, amikor is ez az érték lezuhant 156 792-re. A dobogó harmadik helyén Hollandia áll átlagosan közel évi 110 ezer hallgatóval 2017–2020-as éveket illetően, ugyanakkor a 2021-es évben itt drasztikus csökkenés tapasztalható, és már csak 49 ezer diákot fogadtak. Ezek a csökkenő értékek 2021-ben egyértelműen a COVID-19 járvány okozta utazásokkal kapcsolatos szigorítások következményei.

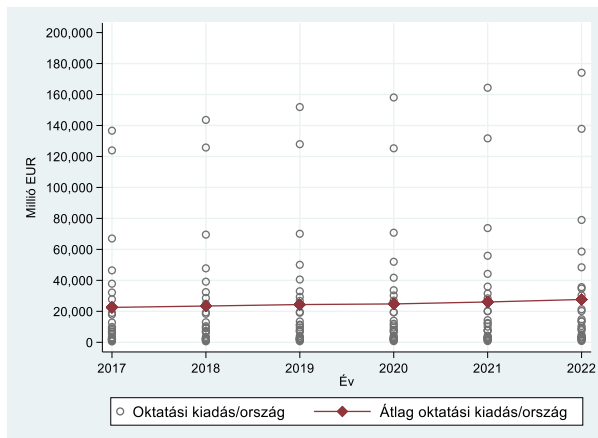
A legkevesebb hallgató tanult mobilitási program keretén belül Horvátországban (évente átlagosan 4 530 hallgató), Észtországban (évente átlagosan 4 413 hallgató), Szlovéniában (évente átlagosan 3 900 hallgató), Luxemburgban (évente átlagosan 3 275 hallgató), valamint Máltán (évente átlagosan 1 588 hallgató).



Mobilitásra jelentkező külföldi hallgatók száma (4. ábra)

Az államháztartási kiadások oktatásra fordított értéke átlagosan 24 803 millió euró volt a vizsgált hat évben. A 2017-es évben 22 538 millió euróról növekedett az EU-s átlag 27 643 millió euróra (5. ábra). Az EU-s átlag fölött nyolc országot találunk: Németország (átlagosan 154 780 millió euró), Franciaország (átlagosan 128 738 millió euró), Olaszország (átlagosan 71 697 millió euró), Spanyolország (átlagosan 51 793 millió euró), Hollandia (átlagosan 41 975 millió euró), Svédország (átlagosan 33 796 millió euró), Belgium (átlagosan 30 342 millió euró), és Lengyelország (átlagosan 26 680 millió euró).

Átlagosan hat év alatt legkevesebbet fordítottak az oktatásra a következő országok: Horvátország (2 761 millió euró), Bulgária (2 499 millió euró), Lettország (1 790 millió euró), Észtország (1 727 millió euró), Ciprus (1 226 millió euró), és végül Málta (727 millió euró).



Államháztartási kiadások oktatásra fordított értéke millió euróban (5. ábra)

Pearson-korrelációs elemzést elvégezve megállapítottuk, hogy a legerősebb kapcsolat a mobilitásra jelentkező külföldi hallgatók száma és az oktatásra fordított kiadások között figyelhető meg ($r=0,9341$). Közepesen erős kapcsolat mutatható ki a DESI-HT index és a reál GDP/fő értéke között. Az EU-tagság a reál GDP/fővel, a mobilitásban résztvevő hallgatók számával, és az oktatási kiadásokkal van közepes kapcsolatban. A DESI-HT index és az EU tagság között laza kapcsolat áll fenn, tehát az index értéke kevésbé függ attól, hogy adott ország milyen régóta tagja az Európai Uniónak. A legkisebb korrelációs együtthatókat a STEM-oktatásban résztvevő hallgatók számával összehasonlított többi magyarázó változó esetében kaptuk.

A hosszabb időszakot vizsgáló évenkénti keresztmetszeti elemzések során az egyedi és időhatásokat nehéz kimutatni, ezt a problémát elkerülendő alkalmaztunk panelelemzést. Mivel két változó esetében 2022-es évre vonatkozóan nem találtunk megbízható forrásból adatokat, a modellünk nem kiegyensúlyozott adatpanel.

Elvégezve a Hausman-tesztet, a teszt nullhipotézisét fogadtuk el ($p=0,5006 > 0,05$), miszerint a véletlen hatás modell konzisztens becslést ad. A következő, 1. táblázatban az RE-panel regresszióeredményeit mutatjuk be:

Változók	Együttható (β)	Standard hiba	p	95% konf. Inter.	
Reál GDP/fő	0.0004992	0.000092	0.000	0.000320	0.000679
STEM hallgatók száma/ezer fő/ország	0.0611788	0.023432	0.009	0.015253	0.107104
Mobilitásban résztvevő hallgatók száma fogadóországonként	-0.0000289	0.000012	0.015	-0.000052	-0.000006
Oktatási kiadás/millió EUR	0.0001066	0.000044	0.016	0.000020	0.000193
EU tagság, években	-0.2314132	0.107572	0.031	-0.442250	-0.020577
Állandó	33.2706800	3.464359	0.000	26.480670	40.060700
Wald $\chi^2(5)$	44.5				
Prob > χ^2	0.000				
R-négyzet:	0.5331				
Megfigyelések száma	135				

Véletlen hatás modell eredményei (1. táblázat)

Modellünkben 135 megfigyelt értéket 27 ország szerint csoportosítva elemeztünk. A determinációs együttható értéke (R^2) 0.5331, vagyis modellünk a DESI HT index értékét 53,31%-os pontossággal tudja előre jelezni. A Wald Chi-négyzet próba eredménye 44,5 $p=0,00$, ami azt jelenti, hogy a modell a teljes sokaságon alkalmazható nemcsak a vizsgált mintán.

A regressziós t-próbát minden becsült változó esetében elvégeztük. A próba nullhipotézise az, hogy az i -edik magyarázó változó regressziós együtthatója nulla, vagyis elmozdulása nem befolyásolja az eredményváltozó értékét. Az alternatív hipotézist fogadjuk el minden esetben, ha $p < 0,05$, azaz a magyarázóváltozó szignifikánsan befolyásolja az eredményváltozót. A táblázat középső oszlopában olvashatók ezek a p értékek, tehát a modellbe beépített mind az öt magyarázó változó szignifikáns.

A β együtthatók megmutatják az eredményváltozó változását, mikor a magyarázóváltozó egy egységgel elmozdul. Az egységet az adott változó mértékegységében kell értelmezni. Mivel sztochasztikus kapcsolatról van szó, átlagos változásról beszélünk.¹⁹ A β_1 értéke 0,0004992, tehát a többi változót rögzítve (ceteris paribus elv), ha egy egységgel növekszik a reál GDP/fő értéke, akkor a DESI HT index emelkedik 0,0004992-vel. A reál GDP/fő mértékegysége euró, így, ha 10 000 euróval növekszik egy ország reál GDP/fő értéke, az 4,9%-os növekedéshez vezet. A β_2 értéke 0,0611788, ami azt jelenti, hogy a STEM-programban résztvevő hallgatók száma, ha növekszik százezerrel, akkor a becslés szerint +6 százalékpontot emelkedik a DESI HT index. A β_3 értéke -0,0000289, ezért a mobilitásban résztvevő hallgatók száma fogadóországonként negatívan hat a fogadóország DESI HT indexére. Ez a 0,028 százalékpontos csökkenés, akkor következik be, ha ezerrel növekszik a mobilitásban résztvevő hallgatók száma. A β_4 értéke 0,0001066 és az oktatási kiadás változó milliárd euróban van kifejezve, ezért 1%-os növekedés eléréséhez 10 milliárddal többet kellene fordítani az oktatásra – minden más becslött paraméter változatlansága mellett. A β_5 értéke -0,231413, tehát az EU tagság évszámban kifejezve negatívan hat a mutatóra. Tíz év „régiség” 2,3%-os csökkenéshez vezet, ám minél régebb óta tagja egy ország az Uniónak, annál inkább jobban teljesít a többi magyarázóváltozó esetében – ez a leíró statisztikák bemutatásánál is látható volt – tehát ez a csökkenés a függőváltozó mérsékléséhez szükséges.

Eredmények

A szakirodalmi áttekintés során megállapítottuk, hogy a digitális készségek oktatása létkérdés bármely EU-s tagállam számára, és ezt indokolt már az általános iskolában elkezdni. Az iskolán kívüli IKT és STEM területekre koncentrált foglalkozásokkal pedig elérhető, hogy a tanuló érdeklődése és motivációja megmaradjon hosszú távon, segítve őt a későbbiekben, egyetemi tanulmányai befejezésében, munkában való elhelyezkedésben.²⁰

Az első nullhipotézis (H_1) alapján feltételeztük, hogy a reál GDP/fő értékének változása nem befolyásolja a HT digitális felkészültségét. A reál GDP/fő magyarázóváltozó azonban szignifikánsan befolyásolja az eredményváltozónak alakulását, tehát a H_1 nullhipotézisünket elvetettük. A β_1 együttható értelmezése alapján megállapítottuk, hogy a magyarázóváltozó 10 000 EUR/fő mértékű növekedése a DESI index HT főmutatójának 4,9%-os növekedését eredményezi. Számos tudományos kiadvány vizsgálta az évek során a GDP-arányos oktatási kiadások növelésének szükségességét, mely elengedhetetlen a társadalmi fejlődéshez.²¹ Az OECD 2022-ben kiadott tanulmányában kiemelkedő helyet foglalnak el a HT fejlesztésére vonatkozó ajánlások, hiszen az emberi tőke hosszú távon jelentős

¹⁹ HUNYADI László–VITA László: *Statisztika II.*, Aula Kiadó, 2018.

²⁰ KOVÁCS Tünde Zita–BITTNER Bea–NAGY Adrián Szilárd–NÁBRÁDI András: *Digital transformation of human capital in the EU according to the DESI index*, Issues in Information Systems, 2022/4. (23), 293–311; DEBRENTI Edit–LÁSZLÓ Beáta: *Developing Elementary School Students' Mental Computation Skills through Didactic Games*, Acta Didactica Napocensia, 2020/2. (13) 80–92.

²¹ CSATH Magdolna: *Növekedési vagy fejlődési csapda*, Hitelintézeti Szemle, 2022/21. (2), 152–174; GRIGORESCU Adriana–PELINESCU Elena–ION Amalia Elena–DUTCAS Monica Florica: *Human capital in digital economy: An empirical analysis of central and eastern European countries from the European Union*, Sustainability, 2021/4. (13).

mértékben képes növelni a termelékenységet, és a minőség javulásának hatása nagyobb, mint a mennyiségi javulásé.²² Az EU-tagállamokban a reál GDP/fő mértéke átlag 30 000 euró körül van 2022-ben, azonban a medián érték ennél jóval alacsonyabb, $\approx 22\,300$ euró. Látható, hogy ilyen keretek között a tagországok többsége számára HT fejlesztésére fordítható kiadási lehetőségek igencsak limitáltak, tekintve, hogy a megtérülés jellemzően sokkal hosszabb, mint más, termelékenységet növelő politikák esetében.²³

A második nullhipotézis (H_2) szerint feltételeztük, hogy a STEM-oktatásban résztvevő hallgatók számában tapasztalt elmozdulások nem befolyásolják a HT digitális felkészültségét. Számításaink azt mutatták, hogy a magyarázóváltozó növekedése szignifikánsan és pozitív módon befolyásolja a HT index alakulását. Ennek alapján H_2 nullhipotézist elvetettük. A β_2 0,0611788 érték értelmezése alapján, a STEM-oktatásban részesülő hallgatók számában bekövetkező 100 000 fős növekedés, a DESI HT-indexének 6 százalékpontos emelkedését vonja maga után. A STEM-oktatást globálisan mindinkább a nemzeti fejlődés és termelékenység, a gazdasági versenyképesség és a társadalmi jólét alapvető tényezőjeként ismerik el.²⁴ A kormányok feladata felismerni a STEM-oktatás kínálta előnyöket, és kidolgozni az iskolai természettudományos és matematikai, valamint a felsőoktatási szintű oktatást és kutatást szabályozó STEM-politikát a STEM-diszciplínák területén.

A harmadik nullhipotézisünk (H_3) szerint azt feltételeztük, hogy a mobilitási programok keretében résztvevő hallgatók száma nem befolyásolja a fogadó ország HT digitális felkészültségét. Az RE-panel regresszióeredményeként elmondható, hogy a $-0,0000289$ β_3 érték alapján a fogadó ország HT digitális felkészültségét szignifikánsan és negatívan befolyásolja a mobilitási programok keretében fogadott hallgatók száma. Amennyiben egy országban 1 000 fővel nő a mobilitási programok keretében fogadott hallgatók száma, az a HT index 0,028 százalékpontos csökkenését eredményezi. Ennek alapján H_3 nullhipotézist elvetettük. Hasonló vizsgálatot a szakirodalomban nem találtunk, így eredményünket nem tudjuk ütköztetni. A mobilitási programok által kiváltott negatív hatás egyik magyarázata lehet a fogadó intézmények kapacitásbeli korlátai, amely szorosan összefügg az intézményeknél rendelkezésre álló erőforrások elosztásával.²⁵ A nyelvi és kulturális kihívások kezelés többlet energiabefektetést igényel az oktató és a támogató személyzet részéről egyaránt, ezáltal is csökkentve a digitális felkészülésre összpontosító erőfeszítéseket.²⁶

A kormányzatok oktatásra fordított GDP arányos kiadásainak elemzésével azt megvizsgáltuk meg, hogy az milyen mértékben befolyásolja a HT digitális

²² OECD: *Value for Money in School Education: Smart Investments, Quality Outcomes, Equal Opportunities*, OECD Publishing, Paris, 2022.

²³ BARRO Robert J.: *Human Capital and Growth*, The American Economic Review, 2001/2. (91), 12–17.

²⁴ SVOZDIWA Mathew: *STEM Education as a Human Capital Development Strategy for the Industrialization and Modernization of Zimbabwe*, SSRN, 2021, 1–17.

²⁵ THE GUILD: *Europe needs Erasmus+ more than ever: The Guild's contribution to the Erasmus+ interim evaluation*, The Guild of European Research-Intensive Universities and Bern Open Publishing, 2023.

²⁶ AKSAY AKSEZER Esin–YAĞMUR Kutlay–VAN DE VIJVER Fons: *A Qualitative Study of Erasmus Program Challenges and Paradoxes Based on the Experiences of Students from Turkey*, Yükseköğretim Dergisi, 2021/1. (11), 63–73.

felkészültségét. A kapcsolódó H_4 nullhipotézisünket ezúttal is elvetettük, hiszen az eredmények szignifikánsan és pozitív kapcsolatokat mutatnak függő és független változók között. Ahhoz, hogy a HT index értéke egy százalékpontot növekedjen, az oktatásra szánt kiadások mértékét 10 milliárd euróval szükséges növelni. Coronel és Díaz-Roldán²⁷ tanulmányában kimutatta, hogy közvetett kapcsolat áll fenn a HT és a technológiai készségek között, ami hozzájárul a termelékenységi mutató javításához. A szakirodalmi áttekintés részben már hivatkozásra került Grinberga-Zalite és Hernik²⁸ munkája, amely ugyancsak alátámasztja a vizsgált két változó közötti pozitív kapcsolatot. Tunay és Ginta²⁹ kutatása értelmében az oktatásra fordított államháztartási kiadások 1%-os növekedése az egy főre eső GDP 24,1%-os növekedését vetíti előre.

Utolsó H_5 nullhipotézisünk feltételezését is elvetettük, hiszen vizsgálataink azt igazolták, a β_5 és a $p < 0,05$ értéke alapján, hogy az Európai Unióhoz való csatlakozás éve befolyásolja az ország HT digitális felkészültségét, mégpedig negatívan. A statisztikai elemzés magyarázatát abban látjuk, hogy az EU közösségbe régebben tartozó tagállam esetében a magyarázóváltozók értékei magasabbak, a tagsági év mintegy moderálja, ellensúlyozza a függő változó értékének nagyfokú kilengéseit, kvázi kontrollálva azt.

Összefoglaló

Jelen tanulmányban a DESI index első fődimenziójának, a HT digitális fejlesztésének lehetőségeit vizsgáltuk meg, öt független változó hatását elemezve. Elsőként a reál GDP/fő DESI index HT főmutatójára gyakorolt hatását vizsgáltuk, és kimutattuk, hogy előbbi pozitív irányú elmozdulása maga után vonja a HT index értékek növekedését. Számszerűsítve, a reál GDP/fő 10 000 euróval történő növekedése a HT mutató 4,9 százalékpontos emelkedését jelenti. Másodikként a STEM-oktatásban résztvevő hallgatók száma és a HT kapcsolatát vizsgáltuk, megállapítva, hogy amennyiben a STEM-oktatásban részesülő hallgatók száma 100 ezer fővel növekszik adott országban, az a DESI index HT mutatójának 6 százalékpontos növekedését eredményezi. Ezt követően megvizsgáltuk a mobilitási programokban részt vevő országokat – fogadói szemszögből, hogy miként befolyásolja a fogadott hallgatók száma a HT digitális teljesítményét. Számításaink azt igazolták, hogy a mobilitási programok keretében fogadott hallgatók számának növekedése szignifikánsan negatívan hat a HT főmutatóra. Számokban kifejezve, a hallgatói mobilitási programokban fogadottak számának 1 000 fős növekedés a HT index 0,028 százalékpontos csökkenését eredményezi. Az oktatási kiadásokat vizsgálva megállapítottuk, hogy ahhoz, hogy a DESI index HT mutatója 1%-kal növekedjen, az oktatási kiadásokat 10 milliárd euróval szükséges emelni. Az EU-tagság vagy inkább években kifejezett régiség, mint a vizsgálatban jelen lévő független változó, moderálja a HT index értékét, hiszen minden +10 év tagság 2,3%-os csökkenést jelent a függőváltozó értékében.

²⁷ CORONEL Vicente J.–DÍAZ-ROLDÁN Carmen: *Government Expenditure, Education, and Productivity in the European Union: Effects on Economic Growth*, Economics, 2024/18(1), 20220081.

²⁸ GRINBERGA-ZALITE–HERNIK, 2019.

²⁹ TUNAY Mustafa–GINTA Turnad L.: *The relationship of Human Capital and Economic Growth: A Study in European Union Countries*, Int. J of Business, Management, Accounting and Sustainable Economy, 2022/1. (1), 19–28.

A DESI index és az alkotó fődimenziók elemzésére jelenleg használt leíró statisztikáknak a tanulmányban bemutatott módszerekkel való kiegészítése segíthet a makrogazdaságtan és a megoldások összekapcsolásában.

Irodalom

- AKSAY AKSEZER Esin–YAĞMUR Kutlay–VAN DE VIJVER Fons: *A Qualitative Study of Erasmus Program Challenges and Paradoxes Based on the Experiences of Students from Turkey*, Yükseköğretim Dergisi, 2021/1. (11), 63–73.
DOI: 10.2399/yod.20.730970
- AZMUK Nadiya: *The interaction of labour markets and higher education in the context of digital technology*, Econ. Ann. XXI 2015/21. (152), 98–101.
<https://ea21journal.world/index.php/ea-v152-24/>
- BARAN Evrim–CANBAZOĞLU BİLİCİ Sedef–MESUTOĞLU Canan–OCAK Ceren: (2016). *Moving STEM beyond Schools: Students' Perceptions about an Out-of-School STEM Education Program*. International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 2016/4. 9–19.
- BARRO Robert J.: *Human Capital and Growth*, The American Economic Review, 2001/2. (91), 12–17. <http://www.jstor.org/stable/2677725>
- BAŞOL Oğuz–YALÇIN Esin Cumhur: *How does the digital economy and society index (DESI) affect labor market indicators in EU countries?*, Human Systems Management, 2021/4. (40), 503–512.
- BAŞOL Oğuz–SEVGİ Hüseyin–YALÇIN Esin Cumhur: *The Effect of Digitalization on Youth Unemployment for EU Countries: Treat or Threat?*, Sustainability, 2023/15. (11080) 1–15.
DOI: 10.3390/su151411080
- BELL Andrew–KELVYN Jones: *Explaining Fixed Effects: Random Effects Modeling of Time-Series Cross-Sectional and Panel Data*, Political Science Research and Methods, 2014/1. (3), 133–153.
DOI: 10.1017/psrm.2014.7
- CORONEL Vicente J.–DÍAZ-ROLDÁN Carmen: *Government Expenditure, Education, and Productivity in the European Union: Effects on Economic Growth*, Economics, 2024/1. (18), 20220081.
DOI: 10.1515/econ-2022-0081
- CSATH Magdolna: *Növekedési vagy fejlődési csapda*, Hitelintézeti Szemle, 2022/2. (21), 152–174.
DOI: 10.25201/HSZ.21.2.152
- DEBRENTI Edit–LÁSZLÓ Beáta: *Developing Elementary School Students' Mental Computation Skills through Didactic Games*, Acta Didactica Napocensia, 2020/2. (13) 80–92.
DOI: 10.24193/adn.13.2.6
- DORNEANU Alexandra–NEAMȚU Dana Mihaela–HAPENCIUC Cristian Valentin: *Education and digitalization, the path to a more sustainable, resilient and secure society*, Proceedings of the International Conference on Business Excellence, 2022/1. (16), 670–681.
DOI: 10.2478/picbe-2022-0064

- EURÓPAI Bizottság: *A digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő mutató (DESI)*, 2022. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/hu/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022>
- GRIGORESCU Adriana–PELINESCU Elena–ION Amalia Elena–DUTCAS Monica Florica: *Human capital in digital economy: An empirical analysis of central and eastern European countries from the European Union*, Sustainability, 2021/4. (13).
DOI: 10.3390/su13042020
- GRINBERGA-ZALITE Gunta–HERNIK Joanna: *Digital Performance Indicators in the EU*, Research for Rural Development, 2019/2. 183–188.
- HAIR Joe.F.–RINGLE Christian–SARSTEDT Marco: *PLS-SEM: Indeed a silver bullet*. Journal of Marketing Theory and Practice, 2011/2. (19), 139–152.
DOI: 10.2753/MTP1069-6679190202
- HAUSMAN Jerry A.: *Specification Tests in Econometrics*, Econometrica, 1978/6. (46), 1251–1271.
- HUNYADI László–VITA László: *Statistika II.*, Aula Kiadó, Bp., 2018.
- KARL Éva–MOLNÁR György: *A digitális kompetencia fejlesztésének igénye és lehetőségei a szakképzésben, napjaink reformterhelt világában*, Új Pedagógiai Szemle., 2021/5–6. (71), 55–68.
<https://upszonline.hu/index.php?article=710506010>
- KOVÁCS Tünde Zita–BITTNER Bea–NAGY Adrián Szilárd–NÁBRÁDI András: *Digital transformation of human capital in the EU according to the DESI index*, Issues in Information Systems, 2022/4. (23), 293–311.
- KOVÁCS Tünde Zita–BITTNER Beáta–HUZSVAI László–NÁBRÁDI András: *Convergence and the Matthew Effect in the European Union Based on the DESI Index*, Mathematics 2022/10. 613.
DOI: 10.3390/math10040613
- OECD: *Value for Money in School Education: Smart Investments, Quality Outcomes, Equal Opportunities*, OECD Publishing, Paris, 2022.
DOI: 10.1787/f6de8710-en
- SOLUTIONS for Youth Employment–GENESIS Analytics–RAND Corporation–PLAN International–WORLD Bank: *Digital jobs for youth: young women in the digital economy*, World Bank, Washington, 2018.
[https://www.s4ye.org/sites/default/files/2018-11/S4YE%20Digital%20Jobs%20Report%20-%20FINAL%20\(For%20Printing\).pdf](https://www.s4ye.org/sites/default/files/2018-11/S4YE%20Digital%20Jobs%20Report%20-%20FINAL%20(For%20Printing).pdf)
- STOFKOVA Jana–POLIAKOVA Adela–STOFKOVA Katarina Repkova–MALEGA Peter–KREJNUS Matej–BINASOVA Vladimira–DANESHJO Naqibullah: *Digital Skills as a Significant Factor of Human Resources Development*, Sustainability, 2022/14. (20), 13117.
DOI: 10.3390/su142013117
- SUNGUR GUL Kibar–SAYLAN KIRMIZIGUL Asli–ATES Hüseyin–GARZON Juan: *Advantages and Challenges of STEM Education in K-12: Systematic Review and Research Synthesis*. International Journal Of Research In Education And Science, 2023/2. (9), 283–307.
DOI: 10.46328/ijres.3127

- SVODZIWA Mathew: *STEM Education as a Human Capital Development Strategy for the Industrialization and Modernization of Zimbabwe*, SSRN, 2021. 1–17.
DOI: [10.2139/ssrn.3788852](https://doi.org/10.2139/ssrn.3788852)
- THE GUILD: *Europe needs Erasmus+ more than ever: The Guild's contribution to the Erasmus+ interim evaluation*, The Guild of European Research-Intensive Universities and Bern Open Publishing, 2023.
DOI: [10.48350/189810](https://doi.org/10.48350/189810)
- TRIPO Johanna: *A devizaárfolyam volatilitásának hatása a gabona kereskedelmére*, Staféta, Partiumi Kiadó, Románia, 2021/6. 79–99.
- TUNAY Mustafa–GINTA Turnad L.: The relationship of Human Capital and Economic Growth: A Study in European Union Countries, *Int. J of Business, Management, Accounting and Sustainable Economy*, 2022/1. (1), 19–28.
- VIDAL Inés María González–GEWERC BARUJEL Adriana: *Socioeducational gaps derived from the impact of digitization in Spain 2020*, *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 2021/21. (68).
DOI: [10.6018/red.465571](https://doi.org/10.6018/red.465571)
- VITOLS Gatis–ARHIPOVA Irinia–PAURA Liga: *Programming Skills Gap Reduction By Extramural School Development: University Success Case Study In Latvia*, *Inted 2018 Proceedings*, 2018. 3526–3531.
DOI: [10.21125/inted.2018.0679](https://doi.org/10.21125/inted.2018.0679)
- WOOLDRIDGE Jeffrey M.: *Introductory Econometrics: A Modern Approach, Fifth Edition*, Cengage Learning, South-Western, 2013.

Abstract

FACTORS AFFECTING THE DIGITAL READINESS OF HUMAN RESOURCES IN THE EU MEMBER STATES

Digital skills have become increasingly valued in the labour market in recent years. With the increasing penetration of information and digital technologies, labour market participants must keep pace, and digital skills are increasingly becoming a prerequisite for employment. Our research focuses on the digital literacy of human resources in the 27 EU Member States. Using mathematical-statistical methods, including cluster analysis and panel regression, we searched for significant correlations that may impact the digital readiness of human resources. We used Eurostat databases and the Digital Economy and Society Index (DESI) commissioned by the European Commission for 2017-2022 for our analyses. Our analyses showed that influencing factors include the number of students enrolled in STEM fields and the number of participants in mobility programs.