

RELAȚIA DINTRE CREȘTEREA ECONOMICĂ SUSTENABILĂ ȘI DIGITALIZAREA LA NIVELUL UNIUNII EUROPENE

THE CORRELATION BETWEEN SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND DIGITALIZATION IN THE EUROPEAN UNION

Dan-Mihai Dima^{1*}

¹⁾ Academia de Studii Economice din București, București, România

Rezumat

Creșterea economică sustenabilă și digitalizarea reprezintă două subiecte de mare interes atât din perspectivă științifică, cât și din cea a decidenților de politici publice, având în vedere provocările curente pe care le-am traversat și cu care ne confruntăm în continuare. Astfel, scopul prezentei lucrări este acela de a analiza relația dintre digitalizare și creșterea economică sustenabilă, în perioada 2016 – 2021, în cadrul țărilor membre ale Uniunii Europene. Pentru a realiza acest lucru, vom utiliza indicele DESI pentru a cuantifica nivelul digitalizării și indicele SDG (Sustainable Development Goal Index) și Green Growth Index care măsoară creșterea economică sustenabilă, utilizând o analiză prin intermediul unei matrice de corelații Pearson, urmată de realizarea graficelor de tip scatter și a regresiiilor de tip OLS. În urma analizelor, reiese faptul că există relații pozitive semnificative statistice între DESI, SDG și GGI, ceea ce ne arată că digitalizarea poate influența pozitiv creșterea economică sustenabilă.

Cuvinte-cheie: digitalizare; creștere economică sustenabilă; Digital Economy and Society Index (DESI); Green Growth Index; Uniunea Europeană

Clasificare JEL: O11, O33, O44.

Abstract

Sustainable development and digitization are two topics of great interest both for researchers and for the policy-decision makers. Thus, the aim of this paper is to analyze the relationship between digitization and sustainable development, between 2016-2021, within the member countries of the European Union. For this purpose, we will use the DESI index to quantify the digitalization and the SDG (Sustainable Development Goal Index) and Green Growth Index to measure the sustainable development, using the Pearson correlation matrix, followed by making of scatterplots and OLS regressions. The estimates show that there are statistically significant positive relationships between DESI, SDG, and GGI, which further suggest that digitization can positively influence sustainable economic growth.

* Autor de contact, **Dima Dan-Mihai** – dimadan20@stud.ase.ro

Relația dintre creșterea economică sustenabilă și digitalizarea la nivelul Uniunii Europene

Keywords: digitalization; sustainable economic growth; Digital Economy and Society Index (DESI); Green Growth Index; European Union

JEL Classification: O11, O33, O44.

Introducere

Digitalizarea reprezintă, conform dicționarului Oxford, adaptarea unui sistem, proces sau alte elemente asemenea pentru a putea fi operate cu ajutorul calculatoarelor și a Internetului. Ca urmare a pandemiei COVID – 19, care s-a extins pe un interval de timp de aproximativ doi ani, la nivel global s-a realizat o accelerare a procesului prezentat anterior. Mai mult decât atât, digitalizarea este în continuă derulare, ceea ce face ca importanța cunoașterii gradului de digitalizare la nivelul Uniunii Europene (UE) să fie relevantă din atât din punct de vedere teoretic cât și economic.

În literatura modernă nu există o definiție general acceptată a ceea ce reprezintă conceptul de digitalizare, termenii de tipul digitalizare, eră digitală sau tehnologie digitală fiind folosiți frecvent în mod interschimbabil. Cu toate acestea, acest fenomen al trecerii de la tehnologia industrială – mecanică, specifică secolelor XVIII – XX, la cea digitală, specifică XXI, marchează perioada pe care o traversăm în prezent și produce efecte pe termen lung.

Importanța digitalizării din perspectiva creșterii economice sustenabile reiese din faptul că avansul digital poate ajuta și chiar accelera îndeplinirea fiecăruia dintre cele 17 Obiective de Dezvoltare Sustenabilă (Sustainable Development Goals – prescurtat SDGs), de la reducerea mortalității infantile și maternale (prin intermediul tehnologiilor de tip AI) la eradicarea sărăciei extreme, promovarea unei agriculturii durabile și a muncii decente, până la realizarea unei alfabetizări universale. În același timp, tehnologia digitală prezintă riscurile și problemele sale, precum riscul de furt a datelor personale, de propagare a terorismului și a crimelor, datorită caracterului internațional și relativei anonimități. Complexitatea dispozitivelor digitale reprezintă de asemenea un dezavantaj, concomitent cu lipsa de specializare a populației globale pentru noile locuri de muncă ce vor apărea odată cu avansul digitalizării (și dispariția altor job-uri). Toate elementele prezentate anterior conduc la necesitatea analizării impactului pe care digitalizarea îl are asupra dezvoltării sustenabile.

O corectă analiză a punctelor tari și a celor slabe din perspectiva digitalizării este utilă pentru a înțelege rolul acesteia în dezvoltarea statelor. Astfel, scopul acestei cercetări îl constituie identificarea tipului de corelație dintre factorul digitalizare și creșterea economică sustenabilă. Având în vedere influența tot mai prezentă și puternică pe care o au dispozitivelor SMART în viața de zi cu zi, aceasta se reflectă și în nivelul de producție, de dezvoltare și chiar si de trai, precum tehnologia AI folosită pentru a salva vieții în domeniul medicinei, în cel al educației prin mediile de învățare la distanță și cele virtuale, iar serviciile publice devin tot mai accesibile publicului prin sisteme bazate pe tehnologia block-chain.

Raportul Comisiei Europene cu privire la Indicele economiei și societății digitale (DESI – The Digital Economy and Society Index) din 2017 și până în prezent (cel mai recent în momentul realizării prezentei lucrări este cel aferent anului 2022) arată la nivelul anului 2022, pentru Uniunea Europeană s-a înregistrat un punctaj (mediu) al indicelui DESI

de 52, o creștere semnificativă a scorului raportat la 2016, unde aveam 33,7. În raportul din 2021, avem un punctaj de 46,2, ceea ce ne arată că între 2020 și 2021 s-a înregistrat de asemenea o creștere la nivelul indicelui. Per total, evoluția în timp a indicelui DESI în timp (pentru intervalul de timp 2017 – 2022) a prezentat o tendință de creștere semnificativă la nivelul mediei Uniunii Europene.

Subiectul creșterii sustenabile a fost prima dată enunțat la nivel internațional în 1987, prin intermediul raportului Brundtland, emis de către Organizația Națiunilor Unite (prescurtat de aici înainte ONU). Acest raport definea termenul de dezvoltare sustenabilă (“Sustainable Development”) ca fiind aceea dezvoltare care vine să satisfacă necesitățile din prezent fără a compromite abilitatea viitoarelor generații de a-și satisface propriile nevoi.

În prezent se discută despre Obiective de Dezvoltare Sustenabilă (“Sustainable Development Goals”), o colecție de 17 obiective interconectate a căror misiune este „shared blueprint for peace and prosperity for people and the planet now and into the future”, în traducere fiind un plan pentru pace și prosperitate pentru oameni și planeta în prezent și orientat către viitor. Toate cele 17 obiective au fost prezentate pentru prima dată în 2015 și fac parte din Agenda 2030 pentru Dezvoltare Sustenabilă înaintă de către ONU.

Contribuția acestui studiu este aceea de a examina tipul de corelație dintre nivelul de digitalizare (măsurat prin intermediul index-ului DESI) și creșterea economică sustenabilă (aceasta din urmă fiind măsurată cu ajutorul indicilor Green Growth Index și SDG Index) la nivelul UE. Ipoteza de lucru este că există o relație directă între cele două variabile, pe intervalul de timp 2016 – 2021.

Studiul continuă cu recenzia literaturii științifice (în care se evidențiază abordările curente cu privire la efectul digitalizării moderne asupra creșterii economice sustenabile), urmată de metodologia cercetării în care prezentăm metodele de cercetare utilizate, ipotezele de lucru, realizarea matricei de corelație și a graficelor de tip scatter cumulat cu regresii economice unifactoriale de tip OLS, discutarea rezultatelor și desprinderea concluziilor.

1. Recenzia literaturii științifice

Cele 17 Obiective pentru Dezvoltare Sustenabilă reprezintă în literatura de specialitate un subiect important, deoarece prin intermediul acestora se cuantifică progresul fiecărui stat spre a atinge obiectivul reprezentat de către creșterea economică sustenabilă. Conform raportului realizat de către Sachs și colectiv (2022), Uniunea Europeană prezintă cel mai ridicat nivel scor al indicelui SDG (respectiv 80 pe o scară de la 0 – 100), fiind urmată de statele membre ale OECD (aproximativ 78 de puncte), Europa de Est și Asia Centrală (aproximativ 71 de puncte), iar cel mai slab din perspectiva scoring-ului este Africa Sub-Sahariană (cu un punctaj în jurul valorii de 63). Toate aceste date sunt pentru anul 2022.

În cadrul aceluiași raport avem prezentat și indicele International Spillover (prescurtat IS). Acest index a fost creat cu scopul de a cuantifica în ce măsură se influențează (atât pozitiv, precum și negativ) țările între ele atât din punct de vedere economic, precum și financiar, social și a mediului înconjurător. Din acest motiv, interpretarea valorilor indicelui IS pentru un anumit stat se realizează astfel: o valoare ridicată sugerează un potențial impact mai mare asupra progresului SDG-urilor pe care îl are țara respectivă asupra țărilor învecinate. Uniunea Europeană prezintă (dintre toate grupările prezentate mai sus) scorul cel mai slab, de 70, ceea ce ne indică faptul că țările la

nivelul UE se influențează cel mai puțin între ele. O explicație poate fi nivelul deja dezvoltat și ridicat al țărilor membre UE. Africa Sub-Sahariană prezintă scorul cel mai ridicat, foarte aproape de 100. Acest lucru sugerează o puternică interdependență între statele africane pentru atingerea Obiectivelor de Dezvoltare Sustenabilă.

Concluziile raportului prezentat mai sus arată că datorită numeroaselor evenimente ce au avut loc în perioada 2021 – 2022 (precum pandemia de Covid-19 și războiul ruso-ucrainean), s-a acordat tot mai puțină atenție Obiectivelor de Dezvoltare Sustenabilă și Acordului de la Paris. Acest fapt a condus (pentru al doilea an consecutiv) la o încetinire și în anumite cazuri chiar un regres a progresului către atingerea SDG-urilor. O altă concluzie enunțată de către autorii raportului este nevoia de creare a unui plan global de finanțare a SDG-urilor, pentru a susține în mod specific țările subdezvoltate și în curs de dezvoltare. Țările cu economii deja dezvoltate (aproape toate din Europa) prezintă efecte de tip spillover din cauza consumului nesustenabil. O ultimă concluzie face referire la impactul pe care l-a avut pandemia globală cu privire la dezvoltarea digitală accelerată și la necesitatea menținerii și creșterii în continuare a acestei dezvoltări.

La nivelul raportului realizat de către organizația UNCTAD (Conferința Națiunilor Unite pentru Comerț și Dezvoltare) (2019) ne este prezentat faptul că în ultimii ani a avut loc o creștere a dezvoltării tehnologiei digitale, sub forma inteligenței artificiale și a automatizării. Acest lucru poate prezenta atât impact negativ, cât și pozitiv.

Pe de o parte, avansul digitalizării poate ajuta, la nivel mondial, în reducerea și chiar eliminarea sărăciei (îndeplinind SDG 1 – Ending poverty in all its forms), îmbunătățirea nutriției și a dezvoltării agricole, promovarea accesului și eficientizării energiei, promovarea incluziunii sociale și îmbunătățirea a condițiilor de viață. Per total, raportul ne arată că există numeroase domenii în care digitalizarea contribuie pozitiv la atingerea unei economii dezvoltate sustenabil.

Pe de altă parte, același fenomen avea un impact negativ, prin exacerbarea inegalităților deja existente la nivelul societăților și degradarea mediului înconjurător, dacă nu este gestionată situația în mod adecvat. De asemenea, ne este atrasă atenția asupra faptului că este necesară o politică activă în vederea modelării schimbării tehnologice (cu referire la digitalizare) pentru a asigura că aduce beneficiile discutate mai sus.

Raportul prezintă la final o serie de mesaje cheie, în cadrul cărora se reiterează că noile tehnologii digitale pot ajuta la rezolvarea multora dintre problemele prezente la nivel global, dar pot și crea noi provocări pentru decidenții politici prin impactul negativ pe care îl pot avea. De asemenea, este nevoie de strategii naționale bine puse la punct și pro active pentru a putea capitaliza asupra avantajelor apărute odată cu tehnologia.

În cadrul studiului realizat de Imran și colectiv (2022) se investighează impactul Indicelui de Economie și Societate Digitală (DESI) asupra indicatorilor de dezvoltare durabilă în Uniunea Europeană (UE). Autorii au utilizat un set de date panel pentru 28 de țări (cele 27 din UE și respectiv Marea Britanie) în perioada 2015-2019. Pentru a analiza s-a folosit un model de regresie Panel cu efecte fixe de cinci ori, pentru fiecare dintre dimensiunile DESI, având ca variabilă dependentă comună indicele SDG. Rezultatele lucrării arată că fiecare domeniu DESI și componentele respective ale acestora influențează în mod diferit dezvoltarea sustenabilă. Conectivitatea, capital uman și utilizarea serviciilor de internet prezintă a avea mai multă influență decât celelalte două domenii, serviciile digitale publice și integrarea tehnologiei digitale. Cu toate acestea, impactul preponderent al componentelor DESI este negativ, dar există totuși și elemente cu impact pozitiv.

Rezultatul mixt indică faptul că decidenții politici trebuie să fie atenți atunci când implementează domeniile DESI pentru atingerea Obiectivelor de Dezvoltare Sustenabilă.

O altă lucrare relevantă este cea realizată de Hosan și colectiv (2022), care studiază legătura dinamică dintre tranziția demografică, digitalizare, intensitatea energiei și dezvoltarea economică sustenabilă la nivelul țărilor emergente. Tranziția demografică (în contextul lucrării) reprezintă potențialul de creștere economică datorată schimbării structurii vârstei populației, în principal când procentul (din populația totală) de populație activă (15 – 64 de ani) este mai mare decât cel al non-lucrătorilor. Studiul a fost realizat pe un eșantion de 30 de țări cu economii emergente pe intervalul de timp 1995 – 2018. Pentru analiza econometrică s-au folosit metode avansate combinate cu estimări de tip panel.

Rezultatele lucrării ne arată că, pe termen lung, digitalizarea (incluzând și urbanizarea și industrializarea) au un efect pozitiv asupra creșterii economice sustenabile. De asemenea, autorii prezintă faptul că politicile existente cu privire la industrializare la nivelul economiilor emergente prezintă o traiectorie de creștere nesustenabilă. Astfel, se recomandă a fi create noi politici care să facă față provocărilor ce apar în atingerea Obiectivelor de Dezvoltare Sustenabilă, precum promovarea digitalizării la nivelul tuturor sectoarelor productive și realizarea unei strategii dinamice și efectiv digital pentru a face trecerea la energie verde.

Antonescu, Platon și Florescu (2022), analizează relația dintre digitalizare și dezvoltarea regională în România pe intervalul de timp 2010 – 2021. Sunt folosite metodele econometrice de tip OLS și date panel (atât cu efecte fixe, cât și aleatorii), iar rezultatele acesteia arată existența unei relații directe între PIB pe locuitor (variabila dependentă), comerțul online și internet în bandă largă (variabile explicative), demonstrând că orice creștere a celor doi factori exogeni determină o creștere a variabilei endogene. Această lucrare ne prezintă cum poate ameliora și îmbunătăți dezvoltarea pe regiunile României (reprezentat prin PIB pe locuitor), fără a lua în cont ca această dezvoltare să fie sustenabilă, fapt pe care această lucrare vrea să-l adreseze.

Datorită ratei accelerate de creștere din punct de vedere tehnologic a domeniului digital, cauzat de facilitarea accesului către produsele de tipul smartphone, PC și laptop-uri, este important să încercăm, în măsura informațiilor disponibile, să previzionăm cum va impacta această digitalizare economiile diverselor state. Ionescu și colectiv (2021) prezintă un model de estimare a acestui impact pe trei tipuri de scenarii (de bază, al creșterii rapide și provocărilor) folosind un model econometric de tipul metoda celor mai mici pătrate, folosind date disponibile pe DigitalEurope în intervalul 2013 – 2025, pentru Germania și Suedia comparat cu România și Grecia. Concluziile cercetării relevă faptul că o creștere a oricărui dintre cei patru indicatorii pentru digitalizare (considerați factori independenți în modelul econometric) va conduce de asemenea la o creștere economică (factorul dependent), cu toate că există o diferență semnificativă în legătură cu ordinul de mărime a creșterii între statele dezvoltate (Germania/Suedia) și cele în curs de dezvoltare (România/Grecia).

O lucrare a căutat să analizeze legătura dintre digitalizare și creșterea economică sustenabilă, folosind de asemenea DESI ca și indicator pentru factorul digital, iar pentru componenta de sustenabilitate indicii SDG și SS (Spillover Index). Acest lucru este realizat de către Ionescu-Feleagă și colectiv (2023), pentru intervalul de timp 2019 – 2021, la nivelul țărilor din Uniunea Europeană, analiza fiind realizată prin intermediul corelației. În urma analizei a reieșit faptul că există o relație pozitivă între indicele SDG și DESI pentru perioada analizată, efectul scăzând din 2019 până în 2021, precum și o relație negativă între DESI și SS index, efectul crescând în timp.

2. Metodologia cercetării

Scopul lucrării este acela de analiza relația dintre digitalizare și creșterea sustenabilă economică. În realizarea acestui scop, pornind de la matricea de corelație (de tip Pearson) am analizat relația unifactorială dintre indicatorii care măsoară nivelul de digitalizare (DESI Index și componentele acestuia) și indicatorii care măsoară creșterea sustenabilă (Sustainable Development Goals Index - SDGI și Green Growth Index - GGI).

Analiza este realizată pentru intervalul de timp 2016 – 2021, la nivelul celor 27 de state membre ale Uniunii Europene. De asemenea, vom testa următoarele ipoteze cu referire la conexiunea analizată, astfel:

H1: Există o relație pozitivă între indicele DESI și SDG;

H2: Există o relație pozitivă între indicele DESI și Green Growth Index;

H3: Există o relație pozitivă atât între sub-domeniile variabilelor DESI și SDG index;

H4: Există o relație pozitivă între sub-domeniile variabilelor DESI și Green Growth Index.

În continuare, sunt prezentați cei trei indicii utilizați pentru a reprezenta factorul digital (indicele DESI) și respectiv creșterea economică sustenabilă (indicii SDG Index și Green Growth Index).

The Digital Economy and Society Index (DESI) – Indicele economiei și societății digitale – reprezintă un indice compozit al indicatorilor privind performanța digitală la nivelul Uniunii Europene, elaborat de către Comisia Europeană. Indicele a fost calculat pentru prima dată în 2014 și a fost ajustat de-a lungul timpului, inclusiv în 2021 pentru a fi în concordanță cu Digital Decade Compass.

Indicatorul DESI este alcătuit la rândul său din patru domenii, care cumulează împreună 33 de indicatorii cantitativi: Capital uman (Human Capital – HC), Conectivitate (Connectivity – CON), Integrarea tehnologiei digitale (Integrity of digital technology – IDT) și Serviciile publice digitale (Digital Public Services – DPS). HC cuprinde două subdomenii – Internet User Skills (IUS) și Advanced Skills and Development (ASD). CON cuprinde patru subdomenii – Fixed broadband take-up (FBT), Fixed broadband coverage (FBC), Mobile broadband (MB) și respectiv Broadband price index (BPI). IDT conține trei subdomenii – Digital Intensity (DI), Digital technologies for businesses (DTB) și e-Commerce (eC). DPS cuprinde un singur subdomeniu – e-Government (eG).

În cadrul prezentei lucrării am utilizat datele aferente rapoartelor cuprinse între 2017 și 2022, ceea ce reflectă valorile din intervalul de timp 2016 – 2021. De asemenea, pentru calcularea indicelui DESI se consideră un sistem de ponderii egale la nivelul sub-domeniilor, cu excepția acelor sub-domenii care măsoară ținte aferente 2030 Digital Compass, unde se consideră importanța acestor fiind mai mare și deci au o pondere dublă raportată la ceilalți indicatori din cadrul aceluiași domeniu, conform metodologiei DESI.

Pentru componenta de creștere economică sustenabilă, am luat în considerare indicii SDG Index și Green Growth Index. Ambii indici au fost creați pentru a măsura în mod specific dezvoltarea sustenabilă la nivelul statelor, fiind publicați anual și având o metodologie în continuă dezvoltare.

Indicele SDG a fost calculat pentru prima dată în urma adoptării Obiectivelor de Dezvoltare Sustenabilă de către Națiunile Unite în 2015, incluzând la început un număr total de 77 indicatori, ajungând în prezent la 99 de indicatori. SDG Index reprezintă un agregat al tuturor valorilor care intră în calculul celor 17 Obiective per stat, fiind interpretat

ca și procent din totalitatea obiectivelor sustenabile realizate. Este un index calculat pe baza unor valori calitative mai mult decât cantitative.

Indicele Green Growth Index a fost introdus pentru prima dată în 2019 de către GGGI (The Global Green Growth Institute) ca fiind un indice compozit care să măsoare performanța unei țări spre îndeplinirea Țintelor de creștere sustenabilă precum Obiectivele de Dezvoltare Sustenabilă, Acordul de la Paris și Țintele de Biodiversitate Aichi pe patru dimensiuni de creștere economică – eficiența și sustenabilitatea resurselor utilizate, protecția capitalului natural, oportunități economice de tip verde și respectiv incluziunea socială.

În momentul de față nu există lucrări științifice care să utilizeze Green Growth Index (GGI) ca și variabilă pentru a analiza creșterea economică sustenabilă, face ca utilizarea indicelui să reprezinte un element de noutate.

Statisticile descriptive ale variabilelor analizate sunt prezentate în tabelul 1 sub următoare formă:

- Indicii de forma D_X_Y -> D reprezintă indicativul pentru DESI; Al doilea element (X) îl reprezintă domeniul principal prezentat mai sus (CON, DPS, HC, IDT), iar cel de-al treilea element (Y) îl reprezintă sub-domeniul.
- D_INDEX reprezintă indicele DESI ca și indice total.
- GGI – Green Growth Index și SDGI – SDG Index.

Datele analizate au fost culese din baza de date Eurostat – pentru indicele DESI și subdomeniile aferente acestuia. Pentru indicele aferent Obiectivelor de Dezvoltare Sustenabilă (SDGI) am folosit ca și sursă de date Sustainable Development Report. Valorile pentru Green Growth Index au fost preluate de pe pagina web aferentă acestui indice, creată de către GGGI (Global Green Growth Institute).

Pe baza datelor descriptive putem desprinde mai multe informații. În primul rând, pe intervalul celor șase ani analizați, a crescut media la nivelul tuturor celor 13 variabile prezente, cea mai semnificativă creștere fiind pentru indicele DESI la nivel total – de la o medie de 35,07 în 2016 la 52,53 în 2021. Creșteri s-au înregistrat de asemenea și pentru GGI – 67,89 versus 68,47 și SDGI – 78,34 la 79,56.

În cadrul tabelului 2 (atașat în anexă), avem prezentate valorile tuturor celor 13 indicatorii la nivelul fiecărei țări pe cei șase ani. Astfel, țara cu nivelul cel mai ridicat de digitalizare pentru intervalul 2016 – 2021 este Finlanda (cu o valoare a DESI Index de 57,26), urmată de Danemarca (cu 56,3) și Olanda (cu 54,77). În cealaltă parte, avem țările cu valorile cele mai scăzute ale nivelului de digitalizare, acestea fiind Grecia (având 28,4), Bulgaria (cu 29,65) și Polonia (cu 32,02). De asemenea, Danemarca este statul cu cea mai mare variația a DESI Index (fiind de 9,19), iar Bulgaria se află la polul opus, cu o variație a valorilor DESI INDEX de 4,98. Acest lucru ne arată că țările cu grade ridicate de digitalizare tind să aibă fluctuații mari ale indicelui DESI, în timp ce țările cu niveluri mai scăzute ale digitalizării prezintă fluctuații mai mici.

Pentru analiza creșterii economice sustenabile avem variabilele SDGI și GGI. Pentru prima variabilă, avem ca și top trei țări Finlanda (cu 86,15), Danemarca (cu 85,33) și respectiv Suedia (cu 85,17). Variațiile la nivelul țărilor vest - europene sunt cele mai mici pentru cei șase ani, Suedia având 0,08, Germania cu 0,17 și Olanda cu 0,18. Ultimele trei țări din perspectiva SDGI sunt Bulgaria (cu 73,54), Cipru (cu 73,58) și Lituania (cu 74,96). Variațiile cele mai mici sunt înregistrate în Suedia cu 0,08, Germania cu 0,17 și respectiv Olanda cu 0,18.

La nivelul GGI, Austria este prima țară ca și valoare a indicatorului (de 77,51), urmată de Suedia (cu 76,36) și Danemarca (cu 75,56). Pe ultimele locuri se află Malta cu

50,2, Cipru cu 58,81 și Irlanda cu 59,82. Variațiile cele mai mari pentru acest indicator sunt în țările Malta, (care are 0,87), Cipru (cu 0,74) și Polonia (cu 0,63). Țările cu variația cea mai mică sunt Olanda cu 0,08, Slovenia cu 0,1 și Lituania cu 0,11.

Ipotezele pentru această lucrare au fost testate utilizând o matrice de corelație de tip Pearson, urmată de grafice de tip scatter și estimarea regresiei unifactoriale care să arate intensitatea corelațiilor, pentru fiecare dintre cei șase ani. Acest mod de analiză ne ajută să vedem evoluția în dinamică a legăturilor dintre DESI și cei doi indicatorii reprezentativi ai creșterii economice sustenabile. Spre deosebire de lucrările științifice realizate în trecut, această lucrare include indicii GGI, realizat de către GGI.

3. Rezultate și discuții

Pentru început, coeficienții de corelație au fost calculați pentru fiecare an din intervalul de timp 2016 – 2021, precum și pentru întreg intervalul de timp analizat (am realizat o medie pe perioada 2016-2021 pentru fiecare țară în parte în continuare facem o analiză cross-section). Pe baza datelor calculate, extragem mai multe informații, printre care:

La nivelul indicelui GGI, avem o singură corelație semnificativă statistic pentru anii 2016 – 2017 cu DESI Connectivity Broadband Price Index. Pentru 2018 – 2020, sunt două corelații semnificative statistic, în continuare cu DESI Connectivity Broadband Price Index și DESI Connectivity Mobile Broadband. În 2021 nu există relație semnificativă, iar la nivelul analizei bazată pe media din intervalul 2016 – 2021 avem două corelații semnificative, DESI Connectivity Broadband Price Index și Mobile Broadband.

La nivelul indicelui SDG, din cele 11 variabile aferente digitalizării avem trei corelații nesemnificative pentru anii 2016 – 2021, cu DESI Connectivity Broadband Price Index, Fixed Broadband Coverage și Fixed Broadband Take-up. Majoritatea corelațiilor sunt semnificative la un nivel de semnificație de 1%, iar în câteva cazuri (între 2016 – 2018 pentru DESI IDT DI și în 2020 – 2021 pentru DESI CON MB) sunt semnificative la un nivel de 5%. La nivelul analizei bazată pe media din intervalul 2016 – 2021 avem nouă corelații semnificative din 11.

Important de observat îl reprezintă faptul că avem corelații negative (dar nesemnificative statistic) atât între GGI și DESI, precum și între SDGI și DESI între 2020 și 2021. Acest fapt nu apare atunci când facem analiza pe întreg intervalul de timp.

Corelațiile semnificative din punct de vedere statistic au valori cuprinse între 0,13 – 0,72, valoarea maximă fiind înregistrată pentru DESI Connectivity MB cu SDGI în 2018, iar cea mai scăzută fiind pentru DESI Connectivity Broadband Price Index cu SDGI calculat la media 2016 – 2021. Per total, corelațiile se prezintă a fi de tip moderat pozitive.

Pe baza valorilor corelațiilor semnificative prezentate anterior, vom discuta în continuare graficele de tip scatter (atașate în anexă) realizate împreună cu regresii unifactoriale între SDGI și DESI, respectiv GGI și DESI, pentru a putea observa în dinamică impactul pe care îl au diversele componente aferente digitalizării asupra creșterii economice sustenabile.

Toate regresiile prezentate în continuare sunt semnificative din punct de vedere statistic, fiind sub pragul de 5% al erorii (cu câteva excepții, care sunt sub pragul de 10%), precum și coeficienții variabilelor sunt statistice semnificative. De asemenea, am testat regresiile pentru distribuția normală a rezidurilor (folosind testul Jarque – Bera) și heteroscedasticitate (folosind testul White). Astfel, toate regresiile prezintă distribuții normale ale rezidurilor și homoscedasticitate ale acestora.

Pentru anul 2016, avem cele 8 corelații semnificative statistic între SDGI și DESI (indicele și respectiv subdomeniile acestuia), precum și o corelație dintre GGI și DESI Connectivity BPI. Am realizat de asemenea regresii unifactoriale între SDGI și GGI cu fiecare dintre variabilele prezentate, iar rezultatele sunt următoarele:

Pentru SDGI, valoarea cea mai ridicată a coeficientului de determinare îl prezintă DESI Connectivity Mobile Broadband (de 34%), acesta prezentând un coeficient estimat de 1,2448. Următorul coeficient de determinare este cel al DESI Integrity of Digital Technology DI cu 30,9% și cu un coeficient al variabilei acestea estimat de 0,9898. Indicele DESI prezintă un coeficient estimat de 0,2466, determinând 30,53% din SDG.

Pentru GGI, estimările regresiei ne arată că indicele DESI Connectivity BPI determină într-o mică măsură indicele Green Growth (doar 10%), în ciuda valorii coeficientului estimat al indicelui de 1,178.

La nivelul anului 2017, avem în continuare cele nouă corelații semnificative prezentate la nivelul anului 2016.

La nivelul regresiilor ce au ca și variabilă dependentă SDGI, valoarea cea mai ridicată a coeficientului de determinare îl prezintă DESI Human Capital ADS (de 33,4%), acesta prezentând un coeficient estimat de 0,4878. Următorul coeficient de determinare este cel al DESI Connectivity MB cu 31,8% și cu un coeficient al variabilei acestea estimat de 1,1789. Indicele DESI prezintă un coeficient estimat de 0,2267, determinând 29,49% din SDG.

Regresia între GGI și DESI Connectivity BPI are coeficientul de determinare prea mic într-o prea puțină măsură, valoarea coeficientului estimat al indicelui DESI fiind de 1,1689.

În cadrul anului 2018, pe lângă cele nouă corelații semnificative analizate în ceilalți doi ani (care sunt în continuare valide), avem o nouă corelație semnificativă statistic, între GGI și DESI Connectivity MB, la o eroare de 5%.

Coeficientul de determinare cel mai ridicat îl prezintă regresia dintre SDGI cu DESI Connectivity MB – de 45%, iar coeficientul estimat este de 0,774. În continuare avem DESI Human Capital ASD – cu valoarea la R pătrat de 34% și cu un coeficient de 0,4725. Indicele DESI determină SDGI într-o măsură de 31,82%, determinând o creștere cu 0,202 a SDGI la o creștere cu 1% a DESI Index.

GGI prezintă două regresii în 2018, dar în continuare ambele prezintă o valoare a R pătrat mult sub pragul de relevanță de 30%. Este relevant de observat că impactul celor două componente de digital influențează pozitiv.

Valoarea cea mai ridicată pentru R-pătrat (45%) dintre cele nouă regresii analizate pentru 2019 (aceleași ca și în anii precedenți) îl prezintă regresia dintre SDGI și DESI Connectivity MB, unde avem coeficientul estimat al variabilei de digitalizare de 0,7744. Următoarea regresie din perspectiva coeficientului de determinare (în valoare de 34%) este cea dintre SDGI și DESI Human Capital ADS, unde creșterea factorului de digitalizare cu un procent duce la creșterea SDGI cu 0,4725. Relația dintre SDGI și DESI Index prezintă R pătrat de 31%, indicele DESI având un coeficient de 0,202.

GGI prezintă și în 2019 cele două regresii prezentate pentru anul 2018, dar spre deosebire de anul anterior, una dintre acestea două prezintă semnificație statistică, cea cu DESI Connectivity MB. R pătratul este de 26,77%, iar coeficientul este de 1,08, ceea ce ne arată că această componentă a digitalizării influențează pozitiv creșterea economică sustenabilă.

În 2020 avem aceleași nouă corelații semnificative între SDGI și DESI, precum și cele două corelații dintre GGI și subdomeniile DESI. Important de notat este faptul că

valorile anului 2020 se află sub influența pandemiei globale cauzate de către COVID – 19, ceea ce ar putea fi unul dintre motivele pentru care (în medie) valorile corelațiilor dintre SDGI și GGI cu DESI sunt semnificativ mai sus raportate la cele din 2019.

Astfel, prima regresie ca și valoare a coeficientului de determinare (de 39%) este cea dintre SDGI și DESI Human Capital ADS, unde dacă factorul de digitalizare crește cu 1%, creșterea economică sustenabilă crește cu 0,4755. A doua regresie semnificativă statistică este cea dintre SDGI cu DESI Connectivity MB, acesta din urmă determinând indicele SDG într-un procent de 33, coeficientul digitalizării fiind estimat la 0,265. Indicele DESI influențează SDGI în mod pozitiv, o creștere de 1% a DESI conducând la o majorare de 0,195 a SDGI.

Relațiile analizate dintre GGI cu cele două componente ale DESI sunt a R pătrat (fiind de 11% și 16%). Impactul pe care îl au DESI Connectivity MB și BPI este unul pozitiv asupra Green Growth Index.

Anul 2021 a fost de asemenea marcat de fenomenul global reprezentat de pandemia de COVID – 19, dar în aceeași măsură a reprezentat anul în care Uniunii Europene a revenit la preocupările pre-pandemice. Astfel, valorile corelațiilor analizate pot avea ca și posibilă cauză a scăderii acestora și fie trecerea de la online la fizic.

Între SDGI și DESI Index avem un R pătrat în valoare de 34,16% (fiind de asemenea și cel mai puternic), coeficientul indicelui DESI fiind unul pozitiv, de 0,1837. DESI Integrity of Digital Technology DTB este următoarea variabilă ca și relevanță din punct de vedere a coeficientului de determinare (fiind 33,92%), iar coeficientul estimate al acestuia are valoarea pozitivă de 0,2415. De asemenea, avem regresia dintre SDGI și DESI Human Capital IUS cu un R pătrat de 30,3% și coeficient pozitiv de 0,2582.

Green Growth Index, pentru 2021, prezintă o singură corelație semnificativă statistic, cea cu DESI Connectivity MB, dar R pătrat-ul este nesemnificativ – de 0,08. De notat este faptul că coeficientul estimat este unul pozitiv, de 0,2151.

Din analiza pe fiecare an, am observat că cele mai puternice relații cu privire la creșterea economică sustenabilă și digitalizare au fost între SDGI și DESI Human Capital Advanced and Development Skills și respectiv DESI Connectivity Mobile Broadband. Aceste două subdomenii prezintă o intensitate ridicată de-a lungul celor șase anii, cu toate că se observă o clară tendință de scădere a acesteia, în special în 2019 și 2020. Pentru anul 2021 cele mai puternice relații au fost identificate ca fiind între SDGI și DESI Integrity of Digital Technology Digital Technologies for Business și cu DESI Human Capital Internet User Skills. Acestea două au prezentat valorii ridicate și în ceilalți anii, iar intensitatea legăturii este una ridicată în general, dar mai ales în 2021. De asemenea, indexul DESI a prezentat constant o relație semnificativă statistic cu SDGI în fiecare an, având o intensitate medie de 0,21. Acest lucru ne arată că digitalizarea prezintă în mod clar un efect pozitiv și concret asupra creșterii economice sustenabile (cuantificată prin indicele SDGI, în cazul de față).

Cei cinci indicatorii pentru digitalizare prezentați anterior prezintă și la nivelul analizei pe întreg intervalul de timp puternice relații cu SDGI, precum și intensități pozitive. Astfel, putem spune că dintre toate subdomeniile DESI analizate în relație cu Obiectivele de Dezvoltare Sustenabilă, cele patru subdomenii menționate anterior (plus indexul DESI) impactează creșterea economică cel mai mult, ceea ce ne face să recomandăm pentru decidentul politic să fie atent în mod special la acestea atunci când ia decizii cu privire la legislația aferentă digitalizării.

Pentru GGI avem cele două relații analizate, cu DESI Connectivity Broadband Price Index și Mobile Broadband, atât per an, cât și pe întreg intervalul de timp. Aceste două relații sunt mai puțin puternice (comparate cu cele dintre SDGI și DESI), dar sunt relevante din punct de vedere economic, deoarece ne arată că impactul pozitiv avut de cele două subdomenii asupra SDGI este confirmat și prin regresiile cu GGI.

La final, am analizat corelațiile dintre SDGI, GGI și DESI (index și subdomenii) pentru întreg intervalul de timp (cei șase ani, 2016 – 2021), pe baza calcului mediilor aritmetice a celor 13 variabile analizate. O primă observație este aceea că toate corelațiile semnificative statistice analizate prezintă valori pozitive moderate, ceea ce ne arată într-o primă fază că digitalizarea a prezentat un efect pozitiv asupra creșterii economice sustenabile pentru toți cei șase ani.

Regresia dintre SDGI și DESI Index calculată pentru media valorilor într 2016 – 2021 prezintă R pătrat de 33%, iar coeficientul estimat al indicelui DESI fiind pozitiv de 0,2124. Cea mai mare influență (determinată pe baza la R pătrat) îl are DESI Connectivity MB, care determină în proporție de 39% SDGI și are valoare coeficientului variabilei dependente de 0,609. Iar ca și ultimă regresie ce depășește pragul de semnificație de 30% (fiind 32,56%) ca valoare a coeficientului de determinare este cea a SDGI și DESI Human Capital ASD, care de asemenea coeficientul estimat pozitiv, cu valoarea de 0,4645.

Între GGI și subdomeniile DESI avem, ca și în cazul analizei per an, două regresii analizate (cu DESI Connectivity BPI și MB), ambele sub pragul de 30% pentru R pătrat, dar având semnul coeficienților variabilei independente pozitiv (fiind de 1,26 și respectiv 0,745).

În urma analizării tuturor celor 67 de regresii unifactoriale, putem spune următoarele despre ipotezele de lucru enunțate la începutul metodologiei, și anume:

Se confirmă prima ipoteză, a treia ipoteză și cea de a patra ipoteză, deoarece avem valori pozitive constant atât în analiza pe an cât și în cea pe tot intervalul de timp între SDGI și indicele DESI, și respectiv SD subdomeniile DESI.

Cea de a doua ipoteză de lucru nu se confirmă, deoarece nu avem corelație semnificativ statistică între GGI și DESI Index.

Concluzii

Prezenta cercetare a analizat relația dintre digitalizare și dezvoltare durabilă la nivelul țărilor UE în perioada 2016-2021, interval de timp care cuprinde și perioada pandemică cauzată de COVID – 19. În acest sens, a fost folosit DESI ca indicator al digitalizării și SDG index și GGI ca indicatori pentru dezvoltare durabilă. DESI a fost creat pentru a măsura competitivitatea digitală a statelor membre ale UE și pentru a monitoriza progresul digital al acestora, în timp ce indicii SDG și Green Growth Index oferă o perspectivă din mai multe puncte de vedere a unei creșteri economice sustenabile, bazându-se pe un cumul de indicatori.

Pentru a investiga relația dintre cele două concepte s-a folosit o metodologie bazată pe corelații de tip Pearson pentru stabilirea corelațiilor semnificative din punct de vedere statistic, urmată de realizarea graficelor de tip scatter și a regresiiilor unifactoriale între SDGI, GGI și DESI. Rezultatele studiului arată, în primul rând o relație pozitivă între DESI și SDG Index în analiza pe ani, iar efectul a scăzut a fluctuat ușor, având o tendință de creștere până în 2020, și scăzând în 2021. În plus, s-a găsit o relație general pozitivă între Indicele SDG și sub-domeniile DESI, în special pentru sub-domeniile aferente componentelor de Capital uman și Integrarea Tehnologiei Digitale, unde efectul de corelație a fost semnificativ de mare (în medie, t-stat fiind peste 7). Rezultatul relației

pozitive dintre DESI și SDG este în concordanță cu rezultatele obținute în literatura de specialitate. Rezultatele legate de sub-domeniile DESI și relația lor cu SDGI (analizate pe an) sunt similare cu rezultatele obținute de Imran și colectiv (2022), care au măsurat impactul digitalizării asupra indicelui SDG în țările UE. Cu toate acestea, când am realizat analiza datelor calculate ca și medii la nivelul celor șase anii, am observat că avem doar relații pozitive atât între SDG și DESI, precum și GGI și DESI.

De asemenea, elementul de noutate ca și variabilă, Green Growth Index, a prezentat mai multe relații negative cu subdomeniile DESI raportat la relațiile SDGI (nesemnificative statistic), existând în același timp două relații pozitive semnificative între GGI și SDGI (atât pe an, cât și pe întreg intervalul).

În concluzie, rezultatele prezentei cercetării sunt în linie cu rezultatele cercetărilor anterioare și susțin argument că digitalizarea reprezintă un factor predominant pozitiv pentru îndeplinirea Obiectivelor de Dezvoltare Sustenabilă și de realizare a unei creșterii economice sustenabile. În special, subdomeniile aferente procentului de populație care utilizează internetul prin intermediul telefoanelor mobile (Mobile Broadband) și indicelui prețului internetului (Broadband Price Index) se prezintă a avea influență constantă și pozitivă asupra creșterii economice sustenabile.

Lucrarea de față și rezultatele acesteia trebuie luate în considerare cu o serie de limitări. Prima este aceea că lucrarea analizează doar relația dintre digitalizare și creștere sustenabilă, fără a cerceta cauzele care determină ca relația să fie pozitivă sau negativă. Recomandarea ar fi ca viitoarele lucrări să cerceteze în ce măsură influențează digitalizarea creșterea economică sustenabilă. O altă limitare o reprezintă cea geografică și temporală, iar recomandarea ar fi mărirea intervalului de timp și numărul de țări.

Bibliografie

- [1] Antonescu, D., Florescu, I.C., & Platon, V. (2022). The relation between digitalizați-o and regional development in Romania. *Central European Journal of Geography and Sustainable Development*, 4(2), 64–77. <https://doi.org/10.47246/CEJGSD.2022.4.2.4>.
- [2] Hosan, S., Karmaker, S.C., Rahman, M.M., Haque, M.A., Khan, M.A. and Uddin, M.S., 2022. Dynamic links among the demographic dividend, digitalization, energy intensity and sustainable economic growth: Empirical evidence from emerging economies. *Journal of Cleaner Production*, 321, p.130969.
- [3] Imran, M.; Liu, X.; Wang, R.; Saud, S.; Zhao, Y.; Khan, M.J. The Influence of Digital Economy and Society Index on Sustainable Development Indicators: The Case of European Union. *Sustainability* 2022, 14, 11130. DOI: 10.3390/su141711130.
- [4] Ionescu, R.V., Zlati, M.L., Antohi, V.M., Vîrlănuță, F.O. and Stanciu, S., 2022. Quantifying the Digitalisation Impact on the EU Economy. Case Study: Germany and Sweden vs. Romania and Greece. *Amfiteatru Economic*, 24(59), pp. 61-76.
- [5] Ionescu-Feleagă, L.; Ionescu, B.-Ș.; Stoica, O.C. The Link between Digitization and the Sustainable Development in European Union Countries. *Electronics* 2023, 12, 961. <https://doi.org/10.3390/electronics12040961>.
- [6] Sachs, J., Lafortune, G., Kroll, C., Fuller, G., Woelm, F. (2022). *From Crisis to Sustainable Development: the SDGs as Roadmap to 2030 and Beyond. Sustainable Development Report 2022*. Cambridge: Cambridge University Press.

[7] <https://dashboards.sdgindex.org/explorer>;

[8] <https://gggi-simtool-demo.herokuapp.com/SimulationDashBoard/downloads>;