

E-CONOM

Online tudományos folyóirat | Online Scientific Journal

Főszerkesztő | Editor-in-Chief
SZÓKA KÁROLY

Kiadja | Publisher
Soproni Egyetem Kiadó |
University of Sopron Press

A szerkesztőség címe | Address
9400 Sopron, Erzsébet u. 9., Hungary
e-conom@uni-sopron.hu

A kiadó címe | Publisher's Address
9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., Hungary

Szerkesztőbizottság | Editorial Board
CZEGLÉDY Tamás
HOSCHEK Mónika
KOLOSZÁR László
TÓTH Balázs István

Tanácsadó Testület | Advisory Board
BÁGER Gusztáv
BLAHÓ András
FARKAS Péter
GILÁNYI Zsolt
KOVÁCS Árpád
LIGETI Zsombor
POGÁ TSA Zoltán
SZÉKELY Csaba

Technikai szerkesztő | Technical Editor
AMBRUS Attila József

A szerkesztőség munkatársa | Editorial As-sistant
HACKL János

ISSN 2063-644X



A német autóipar technológiai, társadalmi kihívásai a fenntartható fejlődés aspektusából

LŐWE Éva¹ – KERESZTES Gábor²

¹PhD-hallgató, Soproni Egyetem Lámfalussy Sándor Közgazdaságtudományi Kar Széchenyi István Gazdálkodás- és Szervezéstudományi Doktori Iskola

²PhD, egyetemi docens, Soproni Egyetem Lámfalussy Sándor Közgazdaságtudományi Kar

KEYWORDS

- electric car
- automobile
- sustainable development
- innovation,
- SDG7
- SDG8
- SDG9

ABSTRACT

Technology and Social Challenges of German car industry from the aspect of sustainable development — Based on the Paris Agreement (2016), the EU has adopted regulations and in the future will guide European car manufacturers towards the transition to electric cars. The new decision-makers want to completely ban the sale of new fossil-powered cars from 2035. Several factors simultaneously present challenges to vehicle production: the digital transformation, the tightening of environmental protection regulations, and changes in consumer habits. Revolutionary technologies and social trends can greatly transform everything we know about automobiles today. The aim of the in-depth interview research – with the involvement of several industry leaders and experts – is to realistically present and support the changes that will apply to the automotive industry in the next 5-10 years. The results of the research support the examined literature and project the gradual but sure advance of the electric car.

JEL-codes: L62, O14, O31, Q01, F63

KULCSSZAVAK

- elektromos autó
- autóipar
- fenntarthatóság
- innováció

ABSZTRAKT

Az EU a Párizsi Megállapodás (2016) alapján olyan szabályozásokat fogadott el, és tervez a jövőben, amelyek az elektromos autókra való átállás felé terelik az európai autógyártókat. Az uniós döntéshozók 2035-től kezdődően teljesen be akarják tiltani az új fosszilis meghajtású autók értékesítését. Több tényező egyszerre állítja kihívások elé a járműgyártást: a digitális átalakulás, a környezetvédelmi előírások szigorodása, és a fogyasztói szokások változásai. A forradalmi technológiák, illetve a társadalmi trendek nagyban átalakíthatják mindazt, amit ma az automobilitásról tudunk. A mélyinterjú kutatás célja –

¹ E-mail: besenyoeva@hotmail.com | DHTI1B@uni-sopron.hu
ORCID ID: 0009-0009-0362-0399

² E-mail: keresztes.gabor@uni-sopron.hu
ORCID ID: 0009-0002-3304-351X

több iparági vezető és szakértő bevonásával –, hogy realisan bemutassa és alátámassza a következő 5-10 évben az autóiiparra érvényes változásokat. A kutatás eredménye alátámasztja a megvizsgált szakirodalmat és az elektromos autó fokozatos, de biztos előretörését vetíti előre.

JEL-kód: L62, O14, O31, Q01, F63

Bevezetés

A német autóiipar jelentősége az Európai Unió és Németország számára vitathatatlan. 2008 és 2018 között az iparág a fénykorát élte, minden értékesítési rekordot megdöntött. Az autóiipar által közvetve vagy közvetlenül foglalkoztatottak aránya a teljes foglalkoztatottak 7 százalékára tehető és a teljes bruttó hozzáadott érték közel 10 százalékát teszi ki (Puls & Fritsch, 2020).

2019-től az iparág óriási nyomás alá került gazdasági, foglalkoztatási és innovációs politikai jelentősége miatt. Több tényező egyszerre állítja együttesen kihívások elé a járműgyártást: a digitális átalakulás, környezetvédelmi előírások szigorodása és a fogyasztói szokások változásai.

Új trendek, technológiák jelennek meg és Kína iparpolitikája egyre jobban érvényesül. Megjelenik a carsharing, az autonóm vezetés, az elektromos meghajtású járművek, a magántulajdonlás helyébe pedig az új üzleti modellekkel és értékesítési formákkal rendelkező digitális platformgazdaság lép. A forradalmi technológiák, illetve a társadalmi trendek nagyban átalakíthatják mindazt, amit ma az automobilitásról tudunk. A 2019 tavaszán induló koronavírus-járvány, az azt követő chiphiány, ill. az ukrán háború tovább súlyosbította az iparág helyzetét. A globális ellátási láncok megszakadtak és a termelés több hónapra leállt Németország egész területén. Az autóiiparban dolgozók közel 60%-a rövidített munkaidőben dolgozott és jelentős leépítések történtek (Puls & Fritsch, 2020). A járvány és annak következményei az iparágat nem egyformán sújtották: a nagy gyártók és a nagy beszállítók viszonylag jól fel voltak készülve, a globális autóiiparok kezdenek talpra állni. Más a helyzet azonban a magasan specializálódott kisebb beszállítókkal, a gazdasági visszaesés, a technológiai változások és a koronavírus-járvány következményei rájuk nézve kumulatívok (Hausmann, 2020).

A németországi és európai autóiipar számára ezek a fejlemények a kereslet és a kínálat olyan drasztikus változásait eredményezik, amelyek

megkérdőjelezzik korábbi üzleti modelljüket. Ezek az átalakulási folyamatok már nem kezelhetők az autóipar politikai szabályozásával és belső vállalati átalakítással (Pichler et al., 2021).

Az autóipar előtt álló változások sokféle irányt vehetnek. Az autóipar jövőjét meghatározó trendekkel kapcsolatban a sajtócikkek, és olykor a tanácsadói jelentések is, túlzó várakozásokat ébresztenek. Az iparági szereplők pedig egyszerre igyekeznek megfelelni a részvényesek és a kormányzati szereplők felfokozott várakozásainak és reális stratégiai tervekkel készülni az előttük álló jövőre. Senki sem vonja kétségbe, hogy az autóipar korszakos változások előtt áll. De mi is pontosan az az „ötlet”, amelynek eljött az ideje az autóiparban? Vajon a digitalizáció, az elektromos meghajtás és/vagy a megosztott mobilitás? Igen, ez mind együtt (Ferincz et al., 2021). De hogyan fog kinézni az „automobilitás”, ha ezek a változások megtörténnek, és mi marad az autóiparból, ahogyan ma ismerjük? Több mint 100 évvel ezelőtt Bertha Benz-zel és gyerekeivel indult első hódító útjára az autó. Akkor még teljesen más formában, mint ahogyan napjainkban ismerjük.

Célunk egy feltáró, mélyinterjúkra építő kvalitatív kutatás több iparági vezető, szakértő bevonásával. A kutatás célja, hogy az iparág több, különböző nézőpontú szereplőinek a bevonásával reális képet alakítson ki arról, hogy milyen trendek, folyamatok várhatóak az autóipar területén a következő 5-10 évben a fenntarthatóság jegyében? Mely technológiai trendeket tartanak az egyes szereplők valós kihívásnak és ezekkel kapcsolatosan milyen várakozásaik vannak az elkövetkező 5-10 évre vonatkozóan?

A gyártókra nehezedő kihívások és stratégiák kulcstémái

A fejezet a nagy, német autóipari vállalatokra nehezedő kihívásokat ismerteti. A kihívások felsorolásánál fontos megjegyezni, hogy több iparági cikk, tudományos folyóirat több és más jellegű kihívást is megemlít. Ebben a tanulmányban csupán a négy legfontosabb kerül kiemelésre, melyet több szakirodalom megemlít (Clausen et al., 2022; Proff, 2021; Proff, 2020; Hojdić, 2021; Lukin et al., 2022). Ezek a következők: fenntarthatóság, elektromos autó, digitalizáció és shared mobility/autonóm vezetés.

Európa Klímapolitikája

Az alfejezetben az EU klímapolitikája kerül bemutatásra és ez alapján vizsgálunk rá az elektromos autógyártás szükségére és kötelezően választhatandó fejlesztési irányára. Az elmúlt években, pontosabban 2016-tól a Párizsi Konferenciától egyre nagyobb figyelem kíséri, főleg a globális klímaváltozással kapcsolatos intézkedéseket és törvényeket. Betudható ez természetesen annak a ténynek is, hogy az EU-ban 2021-ben körülbelül 740 millió tonna szén-dioxidot (CO₂) bocsátott ki a közúti közlekedésben használt üzemanyagok elégetése következtében. Az autók és a motorke-rékpárok okozták a károsanyag-kibocsátás legnagyobb részét (64%), a teherautók és autóbuszok 27%-ot, a kishaszonjárművek további 10%-ot tettek ki. Mindezen adatok figyelembevételével érhető a gyártókra nehezedő nyomás és az aktuális környezet károsítási helyzet tarthatatlansága. A következő években teljesítendő transzformáció az autóiipari ágazat számára gyors cselekvést, jelentős beruházásokat igényel. A CO₂- kibocsátás 1990 és 2021 között tovább nőtt, 21%-kal EU szerte. A CO₂-kibocsátás a legjelentősebben a könnyű haszongépjárműveknél emelkedett (+49%). A teherautók és autóbuszok CO₂-kibocsátása 28%-kal, a személygépkocsiké 15%-kal nőtt (Statistisches Bundesamt, 2023). A változó környezetben minden egyes gyártó elkötelezi magát a karbonsemleges technológiák irányába, mint az elektromos autó, és a belső égésű motorok fejlesztésébe nem investál. Ez a lépés egyértelmű, hiszen az EU az európai zöld megállapodás segítségével 2050-re klímasemleges akar lenni (Statistisches Bundesamt, 2023). Első lépésként az üvegházhatású gázok kibocsátását 2030-ig legalább 55%-kal kell csökkenteni az 1990-es szinthez képest. E cél elérése érdekében a gazdaságot és a társadalmat számos területen át kell formálni. A Fit for 55 csomag egy sor javaslatot tartalmaz az uniós jogszabályok felülvizsgálatára és frissítésére (Európai Tanács, 2023). Új kezdeményezéseket is javasol annak biztosítására, hogy az uniós fellépés összhangban legyen a Tanács és az Európai Parlament által elfogadott éghajlat-változási célokkal (Európai Tanács, 2023).

Az éghajlatváltozás és a környezetkárosodás egzisztenciális fenyegetést jelent Európa és a világ számára. E problémák kezelése érdekében az európai zöld megállapodás az EU gazdaságát modern, erőforrás-hatékony és versenyképes gazdasággá fogja átalakítani (Gössling & Metzler, 2017). Mindezen törvényi és szabályozási keret jelentősen hozzájárul az autóiipar gyökeres átalakulásához. Bár igaz, hogy az európai gazdaság nagy száza-

lékban függ a vállalatok sikerességétől, az is elmondható a törvényi szabályozás nélkülözhetetlen a hosszú távú fenntartható fejlődéshez (Stefanovics & Nagy, 2021).

A bekezdést egy idézettel zárjuk, múlt századunk egyik legnagyobb gondolkodójától, Jane Goodall-tól. Az idézet mondanivalója, a lehető legaktuálisabb és véleményem szerint tökéletesen mutatja, hogy az ágazat vezetői döntései napjainkban megpecsételik az autóipar jövőjét. *„Amit teszel, az változást hoz, és el kell döntened, hogy milyen változást akarsz elérni.”*

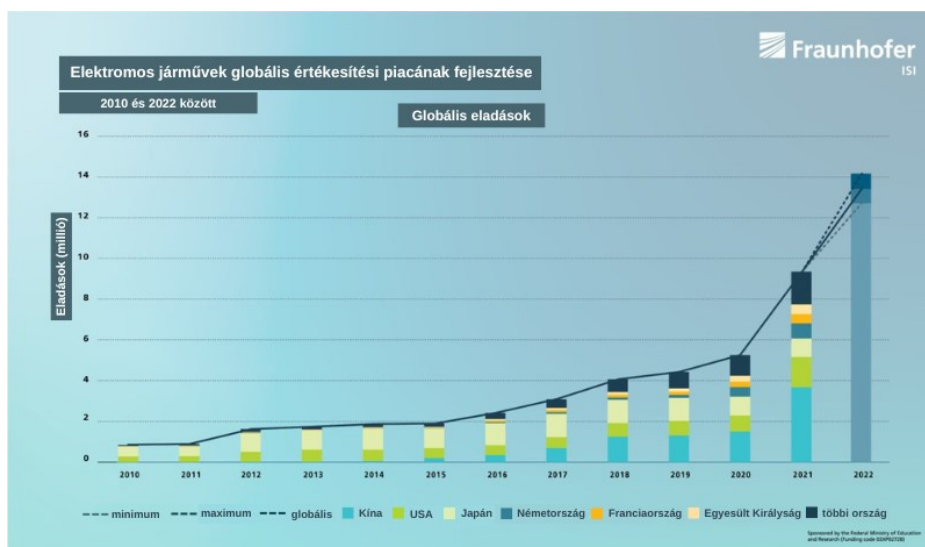
Az elektromos autó

A fejlett országokban egyre nagyobb társadalmi és politikai figyelem irányul a közlekedési károsanyag-kibocsátás mérséklésére. A korábban összefoglalt Európai Unió klímapolitikai célkitűzéseinek elérése érdekében olyan szabályozásokat fogadott el az Európai Tanács, amelyek az elektromos autókra (EV) való átállás felé terelik az európai autógyártókat. Az uniós döntéshozók 2035-től kezdődően teljesen be akarják tiltani az új fosszilis meghajtású autók értékesítését (Európai Tanács, 2023).

Az autóiparban az elmúlt pár év alatt a technológiai fejlődés felgyorsult és a következő 5-15 év múlva az elektromos meghajtás válik a fő technológiává, köszönhetően a 0 CO₂ és más károsanyag kibocsátásnak. A zajszennyezés is jelentősen csökken, és a környezetre számos pozitív hatással van. Az éghajlatváltozás és a CO₂ kibocsátás mérséklése, valamint az olajimporttól való függés csökkentésével kapcsolatos geopolitikai és gazdasági érdek az elektromobilitás felé tereli a fejlődést Európa és Ázsia főbb autópiacain. Bár az elektromosság és ezzel együtt az elektromos autó feltalálása jóval korábbra tehető. Véleményünk szerint a fenntarthatóságnak köszönhető a karbonmentes közlekedés fókuszának előretörése és ezzel a technológia újraélesztése. Az elektromos autók mellett még várhatóan 2035-ig lehetséges lesz a belső égésű motoros gépjárművek termelése és eladása, ezt követően azonban kizárólag az elektromos autókra lesz lehetőség. Az elektromos hajtású járművek 2 különböző típusát különböztetjük meg: a dominánsan elektromos hajtást (akkumulátor kombinálva egy kis belsőégésű motorral, mint „hatótávolság-bővítés”), valamint a tisztán akkumulátoros elektromos járműveket. Kezdetben a hibrid járművek jelentették az átmenetet a belső égésű motortól, azonban napjainkra a tisztán elektromos autók iránti kereslet jóval nagyobb lett (Diez, 2017).

Noha az elektromos autók gyors elterjedésével kapcsolatban több szakértő is megfogalmaz kétségeket (például a rövid hatótávolság, a nehezebb töltési folyamat és a töltőhálózat hiánya jelentette negatív értékajánlatra figyelmeztetve) (VDA, 2023b), a klímavédelmi célok mögött álló erős politikai és társadalmi akarat miatt kevesen vitatják, hogy egy-két évtizeden belül dominánssá válnak az egyelőre marginális piaci részesedéssel rendelkező elektromos autók. Az európai autógyártók szakmai és érdekvédelmi szervezete, az ACEA szerint azonban a legvalószínűbb forgatókönyv, hogy az európai autóállomány elektromosítása kétsébséges lesz. Arra figyelmeztetnek, hogy szoros összefüggés figyelhető meg az egyes országok jövedelemszintje és az elektromosautó-értékesítés piaci részaránya között (Ferincz et al., 2021).

A Fraunhofer Intézet (2022) kimutatása az elektromos autó sikerét vetíti elő. Az adatokat az 1. számú ábra tartalmazza, az ábra 2015 és 2021 között mutatja meg az összes eladott elektromos autó számát országok

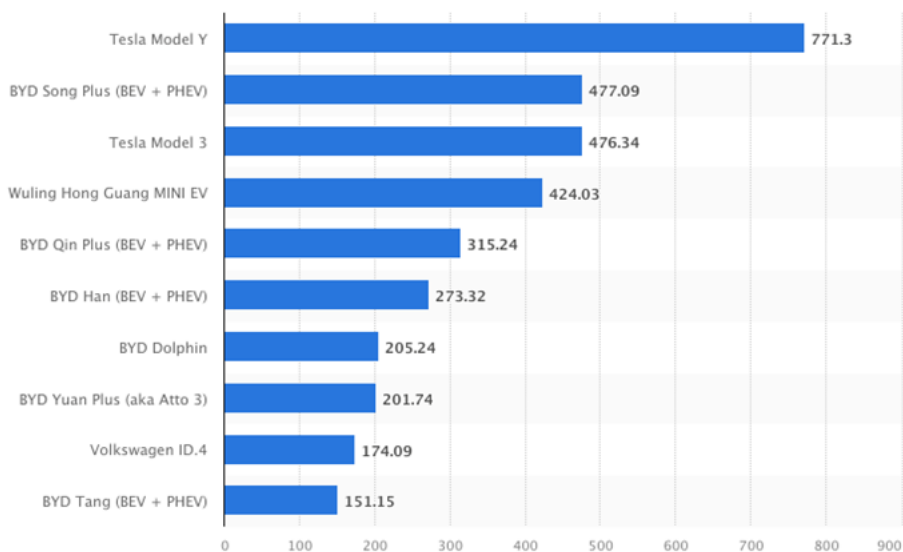


1. ábra: Az elektromos járművek globális értékesítésnek fejlődése

Forrás: Fraunhofer Intézet, 2022

szerint. Kína egyértelműen az első helyen van, ezt követi az USA, Japán és Németország, mely először 2020-ban jelent meg. A 2. számú ábra mutatja be a legkeresettebb elektromos járműveket. Amennyiben megfigyeljük a modelleket, egyetlenegy német autómárkának sikerült bekerülnie a

Top 10-be, a VW ID4-nek. A többi amerikai és kínai autóipari nagyvállalat, amelyek rövid idő alatt a nagy német autóipari vállalatokkal szemben versenylőnyre tett szert.



2. ábra: A legkeresettebb plug-in elektromos járműmodellek világszerte (értékesítés ezer db-ban kifejezve)

Forrás: Statista, 2024

Statistikai oldalról megvilágítva a kérdést, a német autóipar helyzete a termelés, a megrendelés és az export csökkenését vetíti elénk. 2023 májusban nőtt a németországi személygépkocsi eladás, de a piac és a termelés a válság előtti szint alatt maradt. 2023 első öt hónapja után a német autópiac 10 százalékkal (1,1 millió db) nőtt. A szilárd növekedési ütem ellenére továbbra is nagy a szakadék a válság előtti szinthez képest: 2019 első öt hónapjához képest az új regisztrációk száma bő negyedével alacsonyabb (VDA, 2023a). 2023 májusában pozitívan alakultak az új elektromos járművek regisztrációi. Az elektromos autók német piaca 8 százalékkal nőtt az előző év azonos hónapjához képest, 56.600 új elektromos autót regisztráltak. Míg plug-in hibridek (PHEV) esetében is jelentős visszaesés következett, addig az új, tisztán akkumulátoros elektromos autók (BEV) új regisztrációs száma 2022 májusához képest mintegy 47 százalékkal, 42.800 darabra nőtt. Ezért lényegesen dinamikusabban fejlődtek, mint a teljes személygépkocsi-piac (VDA, 2023a). A német gyártókhöz

érkező megrendelések tovább csökkentek, a 2022-es év azonos hónapjához képest, 2023 májusában 19 százalékkal kevesebb megrendelés érkezett. A januártól májusig tartó időszakban a belföldi rendelések 28 százalékkal estek vissza az előző év azonos időszakához képest. A külföldi beérkező rendelések 2023 májusban 3 százalékkal maradtak el az előző évi szinttől. Gyenge évkezdés után a 2023-as év első öt hónapjában 4 százalékkal csökkent a külföldi megrendelések volumene a tavalyi év azonos időszakához képest. Összességében eddig 8 százalékkal kevesebb megrendelés érkezett, mint az előző év azonos időszakában 2022-ben (VDA, 2023a).

Digitalizáció / Software connectivity

A digitalizáció a gazdaság számos más ágazata mellett az autóiparra is befolyással bír. Az új évezred elején a digitalizáció fejlődése felgyorsult és hosszú távon még lendületesebb változása várható. Az autonom vezetés és az elektromosság megjelenése mellett az ágazatot leginkább megváltoztató és formáló indikátorra vált (VDA, 2023b).

Jelentőségét mutatja, az újonnan alapított autóipari vállalatok gyors előretörése. Új cégek jelennek meg a piacon, az üzleti modellek is változnak a járműszolgáltatás mára inkább mobilitás szolgáltatássá változott át. Olyan elvárások jelennek meg a vásárlók részéről, mint a software connectivity. Egyre nagyobb jelentőséggel bírnak az autókban a különböző software-ek melyek nemcsak biztonsági hanem szórakoztatási funkciókat is ellátnak.

Összehasonlítva a járműsoftwarek fejlődését a repülőgépekben találhatóakkal, a különbség nyilvánvalóvá válik. A gépjárművek közel 100 millió kódsorral rendelkeznek, míg egy Boeing 737 MAX-ban csupán 15 millió található. Ez az összehasonlítás szemlélteti a digitalizáció dimenzióját a közlekedésben. De még gyorsabbá kell válni az autóipari nagyvállaltoknak ahhoz, hogy ténylegesen növeljék a digitalizációban rejlő lehetőségeket. Németország gazdasága számára különösen kiemelkedő szerepe van. A digitalizáció segít elérni a klímapolitikai célokat, nagyobb növekedést, függetlenséget és biztonságot biztosít (VDA, 2023b).

A digitalizáció előrehaladása mind a gyártási folyamatokra és termékekre, mind pedig a keresleti oldalra hatással van az autóiparban. Az úgynevezett „Ipar 4.0”-t a termelés fokozatos rugalmassága és decentralizálása jellemzi (Hugyi, 2022). Az öt-nyolc éves modelciklusok, amelyek korábban szabványosak voltak az iparágban, várhatóan ennek következtében jelentősen lerövidülnek (Kuhnert et al., 2017). A járműgyártók és -

beszállítók számára ez a gyártási folyamatok átfogó változását, a munkavállalók számára pedig a szükséges képesítések jelentős változását jelenti (Bauer et al., 2018).

Ugyanakkor a digitalizáció az autóiparban alapvető változásokkal jár a termékek és az üzleti modellek tekintetében is. A software connectivity és az autonóm vezetés új kompetenciákat igényel az autógyártásban, például az információs technológiák területén. A digitalizáció és a változó felhasználói igények következtében az új mobilitási szolgáltatások egyre fontosabbá válnak (VDA, 2023b).

Miközben a hagyományos járműgyártók az elmúlt évtizedekben alig változtak / változtattak világszerte, addig a digitalizáció fényében paradigmaváltás jelei mutatkoznak. Az új mobilitási szolgáltatók, mint az Uber és DiDi, technológiai cégek, mint az Apple és a Google, valamint a feltörekvő OEM-ek (Original Equipment Manufacturer), mint a Tesla vagy a BYD alapjaiban változtatja meg az autóipar helyzetét (Bauer et al., 2018; McKinsey and Company, 2013). Ebben a piaci környezetben központi kérdés, hogy a klasszikus járműgyártók, hogyan reagálnak az új szolgáltatókra, fel tudják-e velük venni a versenyt és ezek milyen szerepet fognak betölteni a jövőben. Az OEM-ek azzal a kihívással néznek szembe, hogy az ígéretes üzleti területeken egyre inkább versenyben állnak a lényegesen magasabb piaci értékű, nagyobb innovációs erővel és kiépített hálózatokkal rendelkező nemzetközi platformszolgáltatókkal, és versenyeznek velük a „rendszerintegrátor” szerepért (Seiberth 2015).

Autonóm vezetés és Software Connectivity

Szinte az összes autóipari nagyvállalat mérnökei már évek óta dolgoznak a magasan automatizált vezetési rendszereken. Bár úgy gondolnánk, hogy a technológia elérte azt a szintet, hogy bátran lehetne alkalmazni az új gépjárművekben, sajnos a kifejlesztendő technológia és a német jogi törvényhozás bonyolultabb a vártnál. 2021 májusában a német Szövetségi Parlament és a Szövetségi Tanács elfogadta azt a törvényt, amely szerint a teljesen autonóm járművek részt vehetnek a németországi közúti forgalomban. A konkrét végrehajtási szabályok fokozatosan követik majd a technológia fejlődést. Ennek ellenére valószínűleg évekbe fog telni, amíg az első vezető nélküli autók a német utakra kerülnek. Az átmeneti szakaszt a nagymértékben automatizált vezetési helyzetek jellemzik. Az

első alkalmazása az önvezető autóknak a parkolás során illetve a nagy forgalmi dugók esetén várható.

Öt technológia szintet különböztetünk eddig meg, mikor autonóm vezetésről beszélünk (ADAC, 2023). Az *első szint* a tempómat és a sávtartó asszisztens, melyek mindegyike a legújabb autókban elérhető, a konfigurálásuk csak a vevőn és pénztárcáján múlik. A *második szint* az automatikus parkolás és az előzés, mely várhatóan a következő években fog realizálódni a piacon. A *harmadik szint* magasan automatizált vezetést jelent, amelyben az autó emberi irányítás nélkül mozoghat a forgalomban. A sofőr tud könyvet olvasni vagy filmet nézni, de képesnek kell lennie beavatkozni vészhelyzet esetén. A *negyedik szinten* a sofőr részlegesen utassá válik, és az autó önállóan hozhat döntéseket, például önállóan dönti el, hogy felhajt-e az autópályára, elkerül-e egy építkezést, vagy vált-e sávot a városban. Az *ötödik szinttel* megkezdődik a teljesen autonóm vezetés, és a járművek önállóan haladhatnak A-ból B-be.

A vezetőtámogató rendszerek, valamint az automatizált és vezető nélküli funkciók azonban csak egy részét képezik a mobilitás kihívásaira adott megoldásnak. Ugyanilyen fontos a releváns információk cseréje, más néven hálózatépítés. Biztosítja, hogy a járművek ne csak önmagukban járjanak el intelligensen, és támogassák a vezetőt. A hálózatépítés révén a járművek, a járművezetők és az utasok is profitálnak a többi úthasználóval és az infrastruktúrával való kommunikációból. Utóbbi esetében az automatizálás szintjével nőnek a követelmények. Az infrastruktúra kezdetben támogató funkciót tölt be, de egyre inkább szükséges feltételé válik, és nem válhat az automatizált vezetés korlátozó tényezőjévé. Például a közlekedési lámpáknak intelligensebbé kell válniuk, hogy hálózatba tudjanak lépni a járművel vagy más úthasználókkal. Ezenkívül az ilyen típusú kommunikáció lehetővé teszi, hogy a vészhelyzeti és mentési erők jelzéseit közvetlenül vagy háttérrendszereken keresztül más járművekhez küldjék, az alkalmazástól függően. Ez azt jelenti, hogy a hálózatba kapcsolt és különösen az önvezető járművek értesítést kapnak egyebek mellett arról, hogy milyen irányból és milyen sebességgel közelednek a sürgősségi járművek, illetve, hogy az úton hol van olyan veszélyes hely, amelyet biztosítani kell. Ez jelentősen hozzájárulhat a gyorsabb cselekvéshez és reakcióhoz veszélyes helyzetekben (VDA, 2023b).

A járművek egymással és az infrastruktúrával való digitális hálózatba kapcsolása hatékonyabbá, gördülékenyebbé és még biztonságosabbá teszi a közlekedést. Az adatok optimalizálják a forgalomirányítást és a vezetési stílust, és így nagyobb klímavédelmet biztosítanak. Ennek legjobb példái

a szállítás, mint szolgáltatás ajánlatok, amelyek elkerülik az üresutakat, és optimalizálják a teherszállítási útvonalakat, hogy azonnali üzemanyagot és ezentúl áramot is megtakaríthassanak. A mobilitás megosztásában is sok lehetőség rejlik: az autómegosztás és az utazás megosztása, több, hasonló célokat szolgáló utas digitális összevonása egy járműben hatékonyabb és erőforrás-takarékosabb mobilitást biztosít. A digitalizáció klímahatása igen nagy lehet, ha sikerül optimalizálni a termelést és a logisztikát, és a közlekedést intelligenssé tenni. (VDA, 2023b). Németországnak vezető szerepet kell vállalnia az autonóm vezetésben annak érdekében, hogy technológiai iránymutató szerepét meg tudja őrizni. Az autonóm és összekapcsolt vezetésben rejlő nagy lehetőségek optimális kihasználása érdekében a szövetségi kormány elő kívánja mozdítani a kutatást és a fejlesztést, és ezzel sokoldalúbbá, biztonságosabbá, környezetbarátabbá és felhasználó-orientáltabbá kívánja tenni a jövő mobilitását. A BMDV (Bundesministerium für Digitales und Verkehr) intenzíven dolgozik a keretfeltételek további javításán: 2017. június 21-én életbe lépett az automatizált vezetésről szóló törvény (KRE módosítása) (*BMDV – Gesetz zum autonomen Fahren tritt in Kraft*, 2021).

Kutatás

A kutatás módszertana

A kvalitatív kutatás egy területtel, vagy egy élethelyzettel való intenzív és hosszan tartó érintkezéssel vezet végig (Miles & Huberman, 1994). Ezek a helyzetek általában közönséges, hétköznapi szituációk, amelyek az egyének, csoportok, társadalmak és szervezetek mindennapi életét tükrözik vissza. Ennek során a kutató szerepe, hogy egy holisztikus (rendszereszerű, átfogó, integrált) képet kapjon a kutatás alapján annak logikájáról, elrendeződéséről, explicit és implicit szabályairól. A kvalitatív kutatás célja nem az adatok számszerűsítése, hanem a folyamatok, történések mögöttes motivációnak feltárása, megértése, hogy egyes események hogyan és miért mennek végbe. A kvalitatív kutatás segítségével bepillantást nyerhetünk iparági szereplők segítségével a szektorba, és egy mélyebb értelmezést társíthatunk a benne zajló történésekhez. A szakirodalom alapján deduktív logikát alkalmaztunk az online irodalomgyűjtés által feltárt eredményeket és állításokat kívántuk iparági szakértők

megkérdezésével validálni (Yin, 2009; Eisenhardt & Graebner, 2007). A kvalitatív kutatás során kombináltuk a feltáró és a magyarázó jelleget. Az volt a cél, hogy feltárássra kerüljenek az egyes folyamatok és események külső és belső mozgatórugói, megismerjünk új szempontokat az interjúalanyok „szemüvegén” keresztül, valamint magyarázatot is kapjunk egy-egy jelenség kialakulására, megvalósulására.

A kutatási szakasz további célja az volt, hogy az iparág különböző szereplőinek, és érintettjeinek véleményét megismerjük a trendekről és külső környezeti változásokról. 6 fővel készült online interjú és mindegyik interjú során készült egy hangfelvétel. Az adatfelvétel során nem rejtettük el a kutatás célját az interjúalanyok előtt, minden esetben ismertettük velük a kutatás célját.

Adatfelvételi módszertan

A szakirodalom feldolgozása a kutatás során mélyinterjúkkal egészült ki. A mélyinterjúk Németország egyik legismertebb autóipari nagyvállalatánál kerültek felvételre. A tanulmányban a félig-strukturált interjúk módszertanát választottuk, melyek lehetőséget biztosítanak arra, hogy a célként kitűzött témákat érintse a beszélgetés, de teret adjon olyan témáknak is, melyekre az interjúzó előzetesen nem gondolt. A beszélgetéseken elhangzottakról részletes jegyzetek, hangfelvételek készültek, melyek aggregált formában és anonim módon kerültek felhasználásra a kutatási anyagban. A tanulmány egy-egy illusztratív idézetet viszont helyenként kimeltünk egy-egy interjúalanytól, melynek célja a hitelesebb információközlés.

Interjúalanyok	Beosztása	Terület	Korosztály
I1	Csoportvezető	Projektvezető Fejlesztés	50 felett
I2	Csoportvezető	Fejlesztés belső irányítása	40 felett
I3	Középvezető	Gépjárműtesztelés	60 felett
I4	Középvezető	Fejlesztés Járműkarosszéria / Biztonság	50 felett
I5	Felsővezető	Fejlesztés Elektronika, Karosszéria,	50 felett
I6	Felsővezető	Gyártás, Termelés, Minőségbiztosítás, Beszerzés	60 felett

3. ábra: Interjúalanyok jellemzői

Forrás: saját szerkesztés

Az interjúalanyok kiválasztása során szem előtt tartottuk, hogy minél több típusú érintettet hallgassunk meg. A résztvevők egy csoportját ajánlás révén értük el, de voltak olyan megkérdezettek is, akik közvetlen megkeresésünkre kapcsolódtak be a kutatásba. Ennek eredményeként a kutatásban összesen hat interjúalanyt kérdeztünk meg. Az interjúkat 2023 november 8-12. között vettük fel. A hat interjúalany közül két területi vezető, két részlegvezető és két csoportvezető volt. Az interjúk jellemzően 40 és 60 perc közötti időintervallumot öleltek fel. Az interjúkat elsősorban online, a Microsoft Teams felületén folytattuk le.

Adatelemzés módja

Az interjúkból készült jegyzeteket és hangfelvételeket először külön-külön kerültek elemzésre. Majd megkerestük az interjúk azonosságait és különbségeit. Kritikusan kezeltük az interjúalanyok véleményét és az egy fontos szempont volt, hogy ki milyen kérdésre érvel bizonyos gondolatokkal. E miatt is fontos volt az interjúalanyok vélemények ütköztetése és részletes elemzése.

Ezt követően a szakirodalom feldolgozás és a mélyinterjúk kutatás eredményeit összesítettük. Bizonyos témákban a szakirodalmi kutatást megerősítő szerepe volt az interjúknak, de több területen is kiegészítő információval szolgáltak ahhoz képest. Az alábbi kérdések kerültek megbeszélésre az online interjúk során:

1. Interjú alany megismerése, mutakozzon rövidében be (mióta van a pályán, milyen tapasztalata van)!
2. Fenntarthatóság és autóipar kapcsolata – hogyan jellemezné saját tapasztalatai alapján?
3. Milyen főbb technológiai újításokat említene életpályája során, melyek nagyban hatással voltak a vállalatra (itt nyugodtan fel lehetne sorolni 3-5 technológia témát az elmúlt évtizedekből – tapasztalt vezetőkről van szó)?
4. Milyen indikátorai vannak a technológiai újításoknak (összefügg-e a fenntarthatósággal)?
5. Mi a pozitívuma Kína és az USA (Szilícium-Völgy) erős technológiai előretörésének a német autóipar számára?
6. Hogyan látja a német autóipar jövőjét a következő 5-10 évben?

Eredmények

Az interjúk során a főbb, megemlített témákat klaszterekbe foglaltuk, amit a 4. ábra szemléltet. Ebből egy összetett kép tárul elénk, melyből a következők a következő rész tartalmazza. A 4. ábra szemlélteti az interjúk során megemlített legfontosabb témaköröket, melyek a német autóipart a technológia megközelítés alapján a leginkább befolyásolják. A hat kör egymás melletti elrendezése arra kívánja felhívni a figyelmet, hogy mindegyik kérdéskör releváns. Három terület azonban kiemelkedik ezek a következők: elektromobilitás, akkumulátor és újfajta anyagok. Majd ezt követik az autonóm vezetés, software connectivity és a diesel technológia, az interjúalanyok fele jelölte meg a kérdésköröket.

A megkérdezettek esetében világos képet láthatunk a fenntarthatóság és autóipar tekintetében. Mindegyik interjúalany kivétel nélkül a fenntarthatóságot említette meg első és legfontosabb helyen az autóipar transzformációja során. Az autóipar jövője elképzelhetetlen a fenntarthatóság figyelembevételével, ebben minden egyes vezető egyet értett. A kutatás során az is világosan kirajzolódott, hogy nemcsak a gépjárműről, illetve annak előállításáról van szó a fenntarthatóság címszavak alatt. Fenntarthatóság alatt értik az interjú résztvevők a gépjárműgyárakat, a beszállítók infrastruktúráját, a felhasznált energiát és a termék újrahasznosítását is. A fenntarthatóság napjainkban szorosan összefonódik napjainkban az elektromos autókkal és az akkumulátorok fejlődésével. A fogalmak elválaszthatatlan tűnnek egymástól, ugyanakkor érdemes a témakört tovább vizsgálni és más szemszögből is megvilágítani a következő kutatásokban.

Vélemény 1.: *Számomra a fenntarthatóság, az erőforrások optimális felhasználást jelenti és a végtermék újrahasznosítását. Minden egyes lépés számít az előállítás során.*

Vélemény 2.: *Fenntarthatóság kifejezi, hogy nem használom az autót, hanem igénybe veszek más mobilitási lehetőségeket, mint az elektromos motor, carsharing.*

Amennyiben a válaszokat megvizsgáljuk és összehasonlítjuk a szakirodalommal, érdekes ténnyel találjuk magunkat szembe. Egy interjúalany kivételével a válaszadók szerint a legnagyobb technológiai újítás az autóiparban az elektromos autó és az akkumulátor. Nem is annak a kifejlesztése, hiszen az visszavezethető sokkal korábbra, hanem az a sebesség,

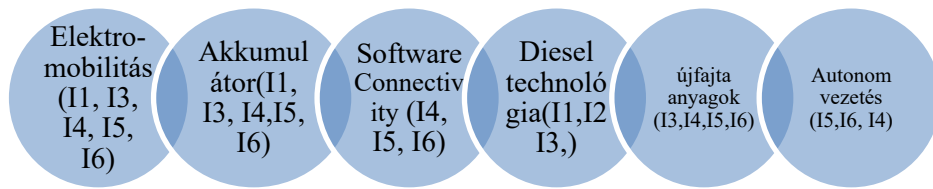
amivel a technológiát továbbfejlesztik, egyértelműen szembeötlő és látványos. Az akkumulátorok a folyamatos fejlesztéseknek és optimalizálásnak köszönhetően az elektromos autókkal egyre nagyobb távokat lehetséges megtenni egy töltéssel. A töltés sebessége is felgyorsult és egyre több modell jelenik meg az utakon. Nemcsak az eddig jól ismert autómárkáktól, hanem a feltörekvő konkurenciától is.

A fenntarthatóság mellett véleményünk szerint fontos megvizsgálni, hogy az interjúalanyok közel fele említette meg a dízel technológiát. Bár a károsanyagkibocsátás és a software manipulációk miatt a különböző nagyvállalatoknál a dízelnek aktuálisan nem jósólnak hosszú távú jövőt, azonban, ha fenntarthatósági oldalról vizsgáljuk meg, akkor jelenleg ez a technológia a lehető legjobb. Mivel ezek a hosszú évtizedek alatt kifejlesztett belső égésű motorokkal rendelkező gépjárművek messzebbre jutnak és olcsóbban, mint a benzines autók vagy az elektromos autók. Az utóbbi évek szakirodalma nem foglalkozik a dízelmotor technológiával és annak hosszú továbbfejlesztésével, mivel mind az európai, mind pedig a kínai kormányok olyan szigorú intézkedéseket hoztak a károsanyag kibocsátással kapcsolatban, mely a mobilitásnak ezt a fajtáját halálra ítélte.

Az újfajta anyagok megjelenése a gépjárműgyártóknál szorosan összefügg a fenntarthatósággal és az elektromossággal. A fenntarthatóság miatt egyre több olyan anyaggal kísérleteznek a vállalatok, melyek megfelelnek a luxusszegmens igényeinek, de ezzel együtt a fenntarthatóságot hirdetik. Egyik ilyen kitűnő példa a vegan interieur úttörése, illetve a karosszéria gyártás során az ötvözetek újragondolása.

Az elektromosságnak köszönhetően a karosszéria fejlesztésben jelennek meg újabb technológiák és könnyebb anyagok. Az autók köszönhetően az akkumulátoroknak egyre nehezebbek lesznek és ezt kell kompenzálni a karosszéria fejlesztés során, cél az új autók gyártása során a könnyű, ugyanakkor egyre biztonságosabb karosszéria.

Az autonom vezetés és software connectivity összefügg a már említett technológia fejlődéssel, mely egyre nagyobb tempót diktál az iparágnak és abban dolgozónak is. A software fejlesztése más agilitást igényel és sokkal rövidebb idő alatt látványos featurekkel gazdagít egy telefon addig egy új autó fejlesztése 5 évet vesz igénybe. A jövő azt mutatja, hogy az önvezetés és a hálózatba bekapcsolt autó, nem futurisztikus elképzelés, hanem a 10 éven belüli valóság. Az eddigi információk is alátámasztják, hogy a vevők nagy érdeklődéssel kísérik ezt a fajta fejlődést és az igény a technológia iránt létező.



4. ábra: Interjúalanyok válaszainak összefoglalása témák szerint

Forrás: saját szerkesztés

Következtetés

Interjú alanyaink az elektromos autók elterjedésével kapcsolatban elmondták, hogy az újfajta technológia a német nagyvállalatokat eddig nem ismert kihívások elé állította. Kezdetben nem hittek az elektromos meghajtás előretörésében, és az új piaci belépőket sem vették komolyan. Ennek a következménye néhány év leforgása alatt érezhetővé vált. A német autóipari vállalatok, melyek több évtizedes múltra tekintenek vissza elvesztették vezető pozíciójukat és több új versenytárs jelent meg a piacon, melyek az USA-ból, illetve Kínából érkeznek, ez a két ország egyben a legnagyobb piaca is az elektromos autóknak.

Az interjúk kutatásunk során megkérdezett iparági szakértők egyetértettek abban, hogy Németország autóipari nagyhatalmi pozíciója meginogni látszik. Az ismert gyártók, mint Mercedes, Audi, VW, BMW az elmúlt években nem fordultak kellő figyelemmel a nemzetközi események felé, és ennek köszönhetően viszonylag rövid idő leforgása alatt számos új, jelentős konkurencsallal találtak magukat szemben, melyre nem voltak felkészülve. A versenyhelyzetet kutatásunk alapján, az interjúkon résztvevők inspirálónak találták, és örülnek a kihívásoknak. Véleményük szerint a vezető pozícióban lévő vállalatoknak kell a konkurencia, a versenyhelyzet, hogy átgondolják és véghez vigyék az újítások szükségességét. Optimistán tekintenek a jövőbe, megemlítették, hogy Németország mindig Európa, a világ egyik innovációs központja volt, és ebben az autóipar mindig központi helyet foglal el. Ezt a kijelentést a szakirodalmi háttér is alátámasztja (Dilk et al., 2008), hiszen az összes innovációs tevékenység majdnem egyharmada az ágazatból származik. Bár az utóbbi években Kínában az akkumulátor, illetve az elektromos autók fejlesztése szárnyalt, és ezzel egyidőben az Amerikai Egyesült Államok a szoftver fejlesztésben

nyert előnyt, az a véleményünk, hogy a jövő autóipari vállalatai egymással együttműködve felhasználják a különböző országokban végzett kutatási munka eredményeit, és azt tudják saját tapasztalataikkal ötvözni.

Idézet az egyik interjúalanytól a témában: *„Az innováció sohasem lehet öncélú. Egy innováció vagy technológiai fejlesztés sikerét sohasem a fel-találó vállalat határozza meg hanem a kívüllég, a vevő. Elfogadja, ír-e róla. Érti, és hajlandó-e érte fizetni.”*

Zenkívül a téma kardinális mivoltát alá tudjuk támasztani még az interjúkkal is. A megkérdezettek 50%-nak álláspontja szerint ez a legfontosabb technológiai újítás, melyet pályafutása során van lehetősége megtapasztalni. Egyértelmű összefüggést látnak a software connectivity és autonóm vezetés fogalma között. Egyik a másik nélkül elképzelhetetlen.

A német autóipar a következő években olyan erőpróbán kénytelen részt venni, melyre fennállása óta nem volt példa. A transzformáció elkerülhetetlen az iparág számára. Az eddigi hagyományos gyártási és fejlesztési folyamatokat újra kell gondolni. A verseny kiéleződik, egyre több és más tudású szereplő jelenik meg a piacon. Kínában több kisebb-nagyobb autógyár létesül, míg az USA a szoftverfejlesztés, digitalizáció terén aratja a sikereket. A német, európai automobilitás számára kiéleződik a verseny, melyet nem fog minden eddig ismert gyártó túlélni.

Az interjúk során egyértelműen körvonalazódott a megkérdezett iparági szakértők véleménye, vagyis: az éles verseny elkerülhetetlen, azonban bíznak a sikerben és pozitív jövőképet vázoltak fel. Ha megvizsgáljuk a szakirodalmat, mind a magyar, mind pedig a német vagy angol nyelvű Covid utáni publikációkat, azt tapasztaljuk, hogy minden előrejelzés az elektromos autó úttörését vetíti előre (Muratori et al., 2021; Németh & Kovács, 2022; Junge & Vollmar, 2021).

A kutatás során sikerült alátámasztani, hogy az autóipari átalakulásért felelős tényezők: a fenntarthatóság, az elektromobilitás, a digitalizáció, az autonóm vezetés és software connectivity a gazdasági ágazati felső- és középvezetők szerint is elsődlegesen felelősek az iparág transzformációjáért. A változás elkerülhetetlen és a német gyártók megteszik a szükséges intézkedéseket, annak érdekében, hogy a jövőben megfeleljenek a megváltozott világpiacai követelmények. Bár a koronavírus-járvány óta a gyártási és export adatok elmaradnak a várttól, reményre ad okot az elektromos autók iránti kétségtelen kereslet növekedés. A válaszadók bizakodva tekintenek a jövőbe:

- Vélemény 1.: „Nagy lesz a verseny, nem mindenki fogja túlélni, a játékosok erősödnek.*
- Vélemény 2.: „A német autóiparral kapcsolatban, ha a BMW, Porsche, Mercedes, AMG prémiumgyártókról van szó, úgy gondolom, hogy van esélyünk a továbblépésre, mert a luxusra mindig lesz igény. 10 év múlva sok minden más lesz, másként fogunk dolgozni, és más társadalmi keretek lesznek, de én nagyon optimista vagyok.”*
- Vélemény 3.: „Szerintem még mindig nagyon jók vagyunk. Abban, ahogyan autóinkat építjük. Úgy gondolom azonban, hogy a portfólióink változni fog, mint ahogyan a vevőink is. Továbbra is hiszem, hogy a világ piacvezetője leszünk, de ügyfélkörünk átalakul.”*

Mind a szakirodalom, mind az interjúalanyok bizakodva és pozitívan tekintenek a jövőbe. Az autóipar elképzelhetetlen számunkra a német minőségi, luxusmárkák nélkül, melyekben a vezető és utasa maximális biztonságot élvezhet. Véleményük szerint a Made in Germany fogalom, mely az egész világon elismert és elfogadott értékkel rendelkező márka a jövőben is bizonyítani fogja a kivívott szerepét a gépjárműgyártásban.

Az autóipari vállalatoknak számos új transzformációt kell sikerrel venniük, ez azonban közös érdekük és a sikerük fogja meghatározni a német, az európai, és ezen keresztül a magyar gazdaság jövőbeli helyzetét is. A kutatás alátámasztja a megvizsgált szakirodalmat és az elektromos autó sikeres érvényesülését jósolja a következő években. Az átállás azonban két sebességben fog megtörténni. Úgy véljük, hogy a két technológia (elektromos és belső égésű motorok) egymás mellett fog létezni a következő évtizedben és a teljes átállás fokozatos lesz. Ez az autóipari vállalatoknak plusz terhelést jelent, mivel egyik fejlesztését sem hanyagolhatják el. A különböző szervezeti kihívások és szükséges változások további kutatások témáját képezik.

Irodalomjegyzék*

- ADAC. (2023). Autonomes Fahren.
URL: <https://tinyurl.com/mrxtpdy8>
- Bestselling electric car models. (2024). Statista.
URL: <https://tinyurl.com/3mvwtaje>
- BMDV – Gesetz zum autonomen Fahren tritt in Kraft. (2021).
URL: <https://tinyurl.com/4mbhf97m>
- Clausen, J., Grimm, A. & Pfaff, M. (2022). Die erfolgreiche Transformation der Automobilbranche (Working Paper 253). Working Paper Forschungsförderung.
URL: <https://tinyurl.com/35dtmsat>
- Diez, W. (2017). Wohin steuert die deutsche Automobilindustrie? In Wohin steuert die deutsche Automobilindustrie? De Gruyter Oldenbourg.
DOI: <https://doi.org/10.1515/9783110483567>
- Dilk, C., Gleich, R., Wald, A. & Motwani, J. (2008). Innovation networks in the automotive industry: An empirical study in Germany. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 8(3), 317–330.
DOI: <https://doi.org/10.1504/IJATM.2008.020215>
- Eisenhardt, K. M. & Graebner, M. E. (2007). Theory Building From Cases: Opportunities And Challenges. *Academy of Management Journal*, 50(1), 25–32.
DOI: <https://doi.org/10.5465/amj.2007.24160888>
- Európai Tanács. (2023). Fit for 55.
URL: <https://tinyurl.com/52m6pm38>
- Ferincz A., Baksa M., Kárpáti Z. & Taródy D. (2021). Autóipar a gyártáson túl: Stratégiai dilemmák és trendek az iparág belátható jövőjében [Monográfia, jelentés]. Budapesti Corvinus Egyetem.
DOI: <https://doi.org/10.14267/stratmen.2021.1>
- Fraunhofer Institut. (2022, december 7). E-Mobilität: Wie sich der globale Elektrofahrzeugmarkt entwickelt hat – und wie es weitergehen könnte. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI.
URL: <https://tinyurl.com/szk5xdn>
- Gössling, S. & Metzler, D. (2017). Germany’s climate policy: Facing an automobile dilemma. *Energy Policy*, 105, 418–428.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.03.019>
- Hausmann, R. (2020). Transformation of Global Supply Chains in the Manufacturing Industry as a Result of the Coronavirus Pandemic. *Financial and Economic Review*, 19(3), 130–153.
DOI: <https://doi.org/10.33893/FER.19.3.130153>
- Hojdik, V. (2021). Current challenges of globalization in the automotive industry in European countries. *SHS Web of Conferences*, 92, 01015.
DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/20219201015>

* A tanulmányban előforduló webes hivatkozások letöltési ideje: 2024. október 13.

- Hugyi M. (2022). A minőség- és változásmenedzsment kihívásai a közelgő társadalmi-
ipari változások (5.0) kontextusában – egy felmérés tükrében. *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 7(3), Article 3.
DOI: <https://doi.org/10.21791/IJEMS.2022.3.13>
- Junge, H., & Vollmar, B. (2021). Autokauf der Zukunft: Eine Darstellung und Analyse des
gegenwärtigen und zukünftigen Kaufentscheidungsprozesses von Automobilen unter
Berücksichtigung aktueller Trends in der Automobilindustrie.
- Lukin, E., Krajnović, A. & Bosna, J. (2022). Sustainability Strategies and Achieving
SDGs: A Comparative Analysis of Leading Companies in the Automotive Industry. *Sustainability*, 14(7), Article 7.
DOI: <https://doi.org/10.3390/su14074000>
- McKinsey and Company. (2013). Givers take all: The hidden dimension of corporate culture | McKinsey.
URL: <https://tinyurl.com/nez4h9j>
- Muratori, M., Alexander, M., Arent, D., Bazilian, M., Cazzola, P., Dede, E. M., Farrell, J.,
Gearhart, C., Greene, D., Jenn, A., Keyser, M., Lipman, T., Narumanchi, S., Pesaran, A.,
Sioshansi, R., Suomalainen, E., Tal, G., Walkowicz, K. & Ward, J. (2021). The rise of electric vehicles – 2020 status and future expectations. *Progress in Energy*, 3(2), 022002.
DOI: <https://doi.org/10.1088/2516-1083/abe0ad>
- Németh T. & Kovács L. (2022). Elektromos autók fogyasztói megítélése Magyarországon –
elméleti megfontolások és egy kérdőíves felmérés eredményei. *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 7(2), Article 2.
DOI: <https://doi.org/10.21791/IJEMS.2022.2.1>
- Pichler, M., Krenmayr, N., Schneider, E. & Brand, U. (2021). EU industrial policy: Between
modernization and transformation of the automotive industry. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 38, 140–152.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.12.002>
- Proff, H. (2020). *Neue Dimensionen der Mobilität: Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte*. Springer-Verlag.
DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-29746-6>
- Proff, H. (2021). Die Pandemie als Beschleuniger des Strukturwandels in der Automobilindustrie. *ifo Schnelldienst* 5 / 2021 74. Jahrgang 12. Mai 2021 1.
- Puls, T. & Fritsch, M. (2020). *Eine Branche unter Druck*. Institut der deutschen Wirtschaft.
Statistisches Bundesamt. (2023). *Europäischer Green Deal | EU-Kommission | Europäische Klimapolitik bis 2030 – Statistisches Bundesamt*.
URL: <https://tinyurl.com/3tnha95b>
- Stefanovics V. & Nagy Z. (2021). Német nagyvállalatok magyar gépjárműiparban betöltött
szerepének vizsgálata. *Észak-magyarországi Stratégiai Füzetek*, 18(Különszám), 94–104.
DOI: <https://doi.org/10.32976/stratfuz.2021.8>
- VDA. (2023a). *Produktion und Markt im Mai 2023*.
URL: <https://tinyurl.com/4yuu2uw>
- VDA. (2023b). *Von Fahrerassistenzsystemen zum autonomen Fahren*.
URL: <https://tinyurl.com/ycywet5n>
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research: Design and Methods*. SAGE.

Mélyinterjú kutatás a fenntarthatósági attitűdökről egy hazai egyetemen

NÁHLIK András¹ – BERTALAN Laura² – POLGÁR András³

¹ PhD-hallgató, Soproni Egyetem Lámfalussy Sándor Közgazdaságtudományi Kar
Széchenyi István Gazdálkodás- és Szervezéstudományi Doktori Iskola

² PhD, egyetemi docens, Soproni Egyetem Lámfalussy Sándor Közgazdaságtudományi Kar
Ökológiai Gazdaságtani Intézet

³ PhD, egyetemi docens, Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar
Környezet- és Természetvédelmi Intézet

KEYWORDS

- sustainable university
- best practices
- in-depth interviews
- best practices
- UI Green Metric

ABSTRACT

In-depth interview research on sustainability attitudes at a Hungarian university — Sustainability's three pillars are becoming more and more important in our world every year, including in academia, where some actors have set a strategic goal to achieve this transition, including the university analysed in this study. Our study's focus was to explore the commitment of institution's staff to transition to sustainability, and contributes primary research based on qualitative findings. In-depth interviews were conducted with 16 employees in the 2024's spring, based on a structured questions. Results showed that the respondents are committed to sustainable development and strive to achieve it through actions, continuous improvement of their knowledge and suggestions. The conclusion we can draw from the research is that respondents attach importance to communicating sustainability, but they also need specific, distinctive messages. We can concluded from the research that the subjects consider it important to communicate sustainability, but also need specific, distinctive messages. We also suggest the universities should prioritise the establishment of partnerships to facilitate the achievement of their goals and to give greater visibility to the knowledge generated at the university.

JEL-codes: Q01, Q50, Q56

¹ E-mail: andras.nahlik@uni-sopron.hu

² E-mail: bertalan.laura@uni-sopron.hu

³ E-mail: polgar.andras@uni-sopron.hu

KULCSSZAVAK

- fenntartható egyetem
- fenntarthatósági tudás
- mélyinterjúk
- jó gyakorlatok
- UI Green Metric

ABSZTRAKT

A fenntarthatóság három alappillére évről-évre egyre nagyobb hangsúlyt kap világunkban, beleértve ebbe az akadémiai szférát is, ahol egyes szereplők stratégiai célként fogalmazták meg az átmenet megvalósítását, ideértve a tanulmányban elemzett egyetemet is. Vizsgálatunk középpontjában az állt, hogy feltárjuk azt, hogy ezen intézmény munkatársai mennyire tartják magukat elkötelezettnek a fenntarthatóságra való átmenet iránt. Egy primer kutatás eredményeit kívánjuk bemutatni cikkünkben, mely kvalitatív eredményekre alapoz. 2024 tavaszán 16 alkalmazottal került mélyinterjú lebonyolításra, strukturált kérdéssor alapján. Az eredmények rávilágítottak arra, hogy az alanyok egyértelműen elkötelezettek a fenntartható fejlődés iránt, és cselekedetekkel, ismereteik folyamatos bővítésével, javaslatok megfogalmazásával törekednek annak elérésére. Megállapítható a kutatásból, hogy az alanyok fontosnak tartják a fenntarthatóság kommunikálását, de szükségét érzik az egyedi, megkülönböztető üzeneteknek is. Értekezésünk javaslatául szánjuk, hogy az egyetemek prioritásként kezeljék a partnerségek létesítését, amely könnyíti a célok megvalósítását, és szélesebb körű nyilvánosságot biztosít az egyetemen keletkezett tudásnak.

JEL-kód: Q01, Q50, Q56

Bevezetés

A fenntarthatóság eszméje évről-évre egy inkább előtérbe kerül hazai és nemzetközi szinten egyaránt. A témával minden szinten foglalkoznak, az állami szinttől az individuális és háztartási szintekig. Így az oktatási intézményeket, amelyek kezdetektől fogva elkötelezettek a fenntartható fejlődés iránt (Kohl et al., 2022), ezen belül az egyetemeket is egyre inkább érinti a kérdéskör (Adams et al., 2018). Ez a trend a hazai egyetemek esetében is igaz, ahol elmondható, hogy a vidéki egyetemek jobban teljesítenek, mint Budapest egyetemei (Fási, 2023). A fenntarthatóságra való törekvést mérni is elkezdték, különböző paraméterek, indikátorok alapján. Taksás és Nagy (2023) szerint a fenntarthatóság mérése egy összetett folyamat, amelynek több tényezőre ki kell terjednie, mint például a természeti és energetikai erőforrások használata, és a társadalmi-gazdasági jólét. Ezeket az indikátorokat egyes intézmények, köztük az Indonéziai Egyetem rendszerbe foglalták, és évről évre frissülő rangsorokat hoztak létre. Ilyenek az indonéz *UI Green Metric* rangsort (UI GreenMetric Guideline, 2024), vagy a másik legelterjedtebb, a *The Times Higher Education Impact Rankings*.

Egyes hazai egyetemek ezeknek az indikátoroknak és fenntarthatósági szempontoknak kiemelt jelentőséget tulajdonítanak, hiszen így a természet és a környezet szempontjait figyelembe véve, fenntarthatóbban tudnak működni, és másodlagos célként az egyetemi fenntarthatósági rangsorokban előkelőbb helyen végezhetnek, amely egy visszacsatolást ad számukra és külvilág számára is a célok eléréséről. Az egyetemek különféle fejlesztéseket, átalakításokat, és beruházásokat hajtanak végre a fenntartható, és jövőorientált működés elveit figyelembe véve (Fási, 2023).

Felvetődik a kérdés, hogy vajon az egyetemek dolgozói, beleértve az akadémiai és adminisztratív munkatársakat, mennyire tudnak azonosulni a fenntarthatóvá válással, mennyire látják ezeket a törekvéseket, illetve mennyire értenek egyet ezekkel a célokkal, valamint, hogy milyen fejlesztési irányokat javasolnának intézményüknek.

Módszertan

Az egyetemi oktatók, munkatársak elkötelezettségét és attitűdjeit kvalitatív kutatással mértük fel, korábban Rajagukguk és szerzőtársai (2023) is ezt választották, rajtuk kívül Koivunen és szerzőtársai (2024) hasonló módszerrel dolgoztak, akik nyílt kérdéseket tartalmazó kérdőívben mérték fel az egyetemi alkalmazottak fenntartható jövővel kapcsolatos elképzeléseit. Ávila és szerzőtársai (2017) is hasonló eszközökkel dogoztak, kvalitatív és kvantitatív módszerekkel készítették a témában szakértői interjúkat. Kutatásunk során a strukturált mélyinterjú összeállítására, a kérdések megfogalmazására és csoportosítására is nagy hangsúlyt fektettünk. A kérdések megfogalmazásánál az UI Green Metric szempontrendszere is segítségünkre volt. Legfőképpen az alábbi kérdésekre kerestük a válaszokat:

- Értik-e az egyetemi fenntarthatósággal kapcsolatos definíciókat?
- Prioritásként kezelik-e a dolgozók a fenntarthatóságot?
- Érzékelik-e az intézményi változásokat a fenntarthatóság területén?
- Hozzájárulnak-e a fenntarthatóság eléréséhez az egyén szintjén?

Ezek alapján feltártuk az erősségeket, hiányosságokat, hogy további lehetséges fejlesztési irányokat és javaslatokat tudjunk a felsőoktatási intézmények döntéshozói, és fenntarthatósági munkacsoportjai számára megfogalmazni. Így a megalkotott kérdéseket öt kérdéscsoportba rendeztük,

amik az eredmények tárgyalásánál egy-egy alfejezetet alkotnak. A mély-interjú kérdéssort cikkünk irodalomjegyzéke után helyeztük el. Ezeket a következő témakörök tartalmazzák:

- I. Egyetemi fenntarthatóság
- II. Fenntarthatóság a saját egyetemen
- III. Fenntarthatósági rangsorok és partnerségek a saját egyetemen
- IV. Fenntartható infrastruktúra
- V. Egyéni szokások

A kutatáshoz kiválasztott intézmény működésében és kommunikációjában is nagy hangsúlyt fektet a fenntarthatóságra, a saját fenntarthatóságát folyamatosan fejleszti, már évek óta stratégiai célként fogalmazta meg a zöld átmenetet.

A kutatásban résztvevő alanyokat többféleképpen is lehet csoportosítani. A 16 fős minta, a nemek szerint kiegyensúlyozott, 8 nő és 8 férfi választott, 69%-uk 40 és 60 év közötti, hárman 30 és 40 közöttiek, és ketten 60 és 65 közöttiek. 14-en akadémiai-, 4-en adminisztratív munkakörben dolgoznak, 2 alany mindkettőt betölti. A minta hat beosztottból és tíz vezetőből áll. Az egyetem valamennyi karáról legalább 3 munkavállalóval készült interjú.

Az interjúalanyok kiválasztásakor törekedtünk arra, hogy az organogramot lefedve minél átfogóbb képet kapjunk a munkatársak attitűdjeiről, külön törekedve arra, hogy az alanyok között közép- és felsővezetők, illetve beosztottak is legyenek, mind az akadémiai, mind az adminisztratív személyzetből. Az interjúkat 2024 márciusában és áprilisában készítettük el.

Az elméleti háttér bemutatása

A fenntartható fejlődés biztosítása napjaink legnagyobb globális kihívásai közé tartozik. A társadalmi-gazdasági szereplőknél egyre inkább előtérbe kerül az ezzel való foglalkozás, a felsőoktatási intézmények sem hagyhatják ezt figyelmen kívül, hiszen reagálni kell a világ változásaira, így fel kellett ezt venniük stratégiai és kommunikációs céljaik közé (Di Tullio et al., 2021). Az egyetemek e téren folyamatosan fejlődtek az utóbbi években, amit a rangsorok is visszatükröznek.

Az idézett rangsorok napjainkra világszinten elterjedté váltak (Suwartha-Sari, 2013), így Magyarországon is már több mint 10 felsőoktatási intézmény szerepel rajtuk. A két bevezetőben említett rangsor szinergikus alkalmazása Mikáczó és Dióssi (2023) szerint javasolt, mivel módszertanukat tekintve különböznek, amit az is jelez, hogy más sorrend alakul ki a két rangsorban a hazai egyetemek között. A rangsorban való részvétel egyik mozgatórugója az lehet, hogy az intézmények szeretnének reagálni a világ változásaira (Nagy-Somosi, 2020), bár az előrehaladáshoz és a sikerek eléréséhez tudatos tervezésre van szükség (Fási, 2023). Hasonlóképpen látja ezt Freidenfelds szerzőtársaival (2018), akik megállapították, hogy lépést kell tartaniuk az egyetemeknek a fenntartható fejlődésre való törekvéssel.

Wright (2010) e cikk írásához képest 14 évvel korábban megállapította, hogy akkortájt az egyetemi rektorok nem voltak tisztában a fenntartható egyetem fogalmával, habár a fenntartható fejlődést már ismerték. Sammalisto és szerzőtársai (2015) is felhívták a figyelmet, hogy a fenntarthatóság értelmezése az akadémiai életben eltérő az alkalmazottak között, aminek az oka a különböző tudományágak eltérő szemlélete lehet. Ávila és szerzőtársai (2017) az innováció és fenntarthatóság közötti kapcsolatot vizsgálták az egyetemeken, bevonva 301 szakértőt a világ valamennyi kontinenséről. Eredményeik szerint a különböző földrajzi adottságú területeken hasonló akadályokba ütközött az egyetemek fenntarthatósági átmenete. Ezek közül az akadémiai és politikai vezetők elköteleződésének hiányát emelték ki a szerzők, ami jelentősen megnehezítette a fenntarthatóságra való áttérést.

Napjainkra az egyetemeken egyre inkább központi gondolattá válik a fenntartható fejlődés, melynek összetevőit meghatározza az Egyesült Nemzetek Szervezetének 17 fenntartható fejlődési célja. Ruiz de Maya és Ferrer-Bernal (2024) eredményeik között kihangsúlyozták, hogy az egyetemeknek nemcsak a „4. Minőségi oktatás” pontban szükséges cselekedniük, hanem egyéb társadalmi feladataik is vannak, például a cselekvő közösségek létrehozása. Ebben nagy szerepet játszhatnak a fenntarthatóság iránt elkötelezett egyetemi alkalmazottak, mind oktatók mind az adminisztratív munkakörökben dolgozók. Ezt erősítik Koivunen és szerzőtársai (2024) által a finnországi alkalmazott tudományok egyetemeinek dolgozói körében végzett vizsgálatainak eredményei is, amelynek révén

megállapították, hogy a dolgozók aktívan támogatják ötleteikkel a fenntartható fejlődést, és támogatást nyújtanak az egyetemi vezetéseknek az intézkedések és irányok megfogalmazásához.

Az egyetemi fenntarthatóságra való törekvés sikerességét többféleképpen lehet mérni a dolgozói és szakértői véleményeken és attitűdökön kívül. Rodrigues da Silva és szerzőtársai (2024) az egyetemi fenntartható közlekedés indikátorait határozták meg prioritásként. Ezek között a közösségi közlekedés, a parkolás, a kampuszon belüli járdák és a kerékpáros infrastruktúra (kerékpárutak, tárolók) is helyet kaptak. A közlekedést tekintve vannak egyetemek, ahol megvalósul a komplex szemlélet. A Thai Mahidol Egyetemen például egy összetett közlekedési rendszert hoztak létre (Charmondusit et al., 2022), melyben kampuszok közötti tömegközlekedést létesítettek, valamint a nem motorizált közlekedést fejlesztették kerékpárosztással.

A közlekedés mellett az energiahasználat is a fejlesztések középpontjában áll. A jelenállapot felmérésének egyik leglényegesebb mutatószáma a szénlábnyom. Már több mint egy évtizede alkalmazzák ezt a módszert világszerte az egyetemeken (Letete et al., 2011; Yazdani et al., 2013), de manapság is bevált és javasolt módszernek számít (Fuchs et al., 2024; Petchchedchoo, et al., 2024). Fontos az intézmények számára, hogy létrehozzanak egy energiagazdálkodási rendszert, amely segít az energiafelhasználás optimalizálásában, valamint a költségek csökkentésében (Cypriano et al., 2019), különösen hatékony és okos rendszerek alakíthatók ki, ha a mérések minél gyakrabban, akár óránként elvégezhetők (Abdelalim et al. 2015), és az eredmények alapján beavatkozások vagy további fejlesztések indukálhatók.

A hulladékgazdálkodás területe szintén a fenntarthatóságra törekvések előtérbe került az egyetemeken. A megvalósulást talán megkönnyíti, hogy az egyetemi polgárság ismeretei a hulladékgazdálkodás ténny nagyobbak, mint az állampolgársági átlag (Krishnan, 2022). Mindez tovább erősíthető különböző jó gyakorlatokkal, módszertani elemekkel, akár egy SWOT analízis alkalmazásával is (Jain-Pant, 2010), amely révén rávilágíthatunk az intézmények hulladékgazdálkodásának gyenge pontjaira. Ennek egyik lehetséges fejlesztési iránya, ha az egyetem egy saját, frakciónkénti feldolgozót létesít (Setyowati et al., 2018)

A megfelelő hulladékgazdálkodási rendszerek hatékonysága az egyetemi polgárok együttműködésének növelésével tovább javítható. Ezt segítheti elő egy szakszerűen kialakított hulladékpolitika, amivel csökkent-

hető a hulladéklerakóba kerülő szemét, mint ahogy azt a New York-i Cornell Egyetem esetén láthatjuk (Nevers, 2018). Elengedhetetlen, hogy ennek része legyen egy felvilágosítási folyamat, amely az egyetem polgárait tájékoztatja a téma jelentőségéről, és az elkülönített gyűjtés szabályairól (Ridhosari – Rahman, 2020).

Eredmények bemutatása

Egyetemi fenntarthatóság

A mélyinterjúk során az első kérdéscsoportban általános jellegű kérdések szerepeltek, melyeknél külön hangsúlyoztuk, hogy azokat nem a saját egyetemre vonatkoztatva, hanem általános megközelítésben szükséges értelmezni.

Elsőként a kérdőívben a fenntartható egyetem fogalmára vonatkozott kérdés, mely azt hivatott feltárni, hogy „*Mit jelent Ön számára a fenntartható egyetem?*”. A leggyakoribb válaszok az erőforrások tudatos használatát említették (16-ból 10 fő), idetartozik a szelektív hulladékgyűjtésre való átállás, a papírmertességre való törekvés, a megújuló erőforrások használata, többen kiemelték a jövőorientációt, azaz, hogy a világ környezeti, társadalmi és gazdasági trendjeit figyelembe kell venni, reagálni kell ezekre. Volt, aki kiemelte, hogy a célok megvalósításához nélkülözhetetlen, hogy az egyetem akadémiai és adminisztratív személyzete, valamint hallgatói fenntartható viselkedésformákat vegyenek fel, különben nehezen lehet fenntarthatósági átmenetről beszélni.

Mivel az egyetem önmagát zöld egyetemként definiálja, feltettük a kérdést, hogy „*Mit jelent a zöld egyetem fogalma, és mennyiben tér el ez a fenntartható egyetem fogalmától?*”. Általánosságban elmondható, hogy a válaszadók a fenntartható egyetem részhalmazának tekintik a zöld egyetemet, és a környezeti fenntarthatósággal azonosítják azt. Volt, aki hangsúlyozta, hogy megújuló energiaforrásokat használ, más egy marketing szlogent ért a „zöld egyetem” alatt. Voltak, akik hangsúlyozták az éghajlatra, karbon-kibocsátásra gyakorolt hatását az egyetemnek. Többen is kiemelték a hőszabályozás szempontjait, azon belül a korszerű fűtési technológiák bevezetését. De volt, aki a képzési portfólióhoz kötötte, hogy mennyire támogatják azok a fenntarthatóságot és zöld gondolatokat.

A harmadik kérdés az egyetem megítélésére vonatkozott a fenntarthatósági szempontok szerint: „*Javíthatja-e egy egyetem megítélését/teljesítményét, ha sikereket ér el a fenntarthatóság terén?*”. A válaszadók többsége egyértelműen igennel válaszolt. Az indoklások között szerepelt, hogy a fenntarthatóság kommunikálása egy világtrend, amit egy naprakész természeti és műszaki képzéseket a portfóliójába foglaló egyetemnek kötelessége hangsúlyoznia. Felhozták a válaszok között a klímaszorongás tényét is, ami egy válaszadó szerint az egyetemi felvételi célkorosztályát hatványozottan érinti. Volt, aki a megítélést és teljesítményt a fenntarthatósági felsőoktatási rangsorokhoz kapcsolta.

Fenntarthatóság a saját egyetemen

Ebben a kérdéscsoportban az első kérdés az volt, hogy: „*Ön szerint fontos-e a fenntarthatóság hangsúlyozása beiskolázási szempontból?*”. Eltérő válaszok születtek, de többségben voltak azok, akik azt gondolták, hogy a fenntarthatóság hangsúlyozása hozhat a vizsgált egyetem számára többletet a beiskolázásnál. Az érvek között megjelent az, hogy fontos tudnia a jelentkezőnek, milyen a vizsgált egyetem arculata. Itt is felmerült a klímaszorongó fiatalok számára szóló üzenet ténye. A válaszok közt megjelent, hogy a hallgató szívesebben jár egy fenntartható egyetemre, illetve, hogy a képzéstől is függ, hogy mennyire vonzó a fenntarthatóság hangsúlyozása. Vélhetően egy agrár, vagy természettudományos képzésen fontosabb, mint egy gazdasági, vagy pedagógiai szakon. Az ellenérvek között a leggyakoribb az volt, hogy a fenntarthatóság hívószó már felhígulhatott, így elvesztette megkülönböztető jellegét, ezért egyedibb megfogalmazásokra van szükség a fenntarthatóság kommunikálásánál, ami több mint egy szlogen. Fontos lehet tehát egy megfelelő versenyelőny-stratégia létrehozása, hiszen az intézmény hírnevet javíthatja. Ramírez és Sierra (2022) arra a következtetésre jutott, hogy az egyetemek még mindig nem használják ki a fenntarthatóságban rejlő kommunikációs potenciált.

A vizsgálat tárgyát képezte az intézmény környezetének, adottságainak az értékelése, a következő kérdéssel: „*Ön szerint mennyire határozza meg az egyeteme fenntarthatóságát a városi (épített, művi) és természeti környezet?*” A válaszokból egyértelmű következtetés vonható le: a vizsgált egyetem esetében rendkívül kedvezőek ezek az adottságok, kiemelten a természeti környezet. Például a fő kampusz védett zöldövezetében számos Magyarországon egyedülálló faj található meg. Emellett az intéz-

mény közvetlen környezetében olyan fenntarthatósági területen tevékenykedő vállalat található meg, amellyel együtt tud dolgozni a célok megvalósítása érdekében. A kihívást az alanyok abban látják, hogy nem minden egyetemi épület esetében nevezhető az elhelyezkedés ideálisnak, hiszen több belvárosi épülete is van a vizsgált egyetemnek, ahol a zöldítés kevésbé lehetséges.

Lényeges pontját alkotta a kutatásnak a következő kérdés: „*Fontosnak tartja-e Ön, hogy együttműködjön egyeteme, az intézmény városának önkormányzatával*”. Az interjúalanyok kivétel nélkül meghatározónak találták ezt a szempontot. Egy egyetem megítélésében fajsúlyos a város is, hiszen azzal azonosítják az emberek a felsőoktatási intézményeket, de ezen túlmenően mindkét fél számára előnyös a környezeti, társadalmi, és gazdasági alapú együttműködés, és a kommunikációs panelek összehangolása. A város meghatározza az egyetem környezetét és infrastruktúráját, az egyetem pedig hatással van a helyi gazdaságra, átadhatja az ott keletkezett tudást a város vezetésének és vállalatainak, közös kutatások és platformok működtethetők, ami egy korszerűbb, és fenntarthatóbb környezetet eredményezhet. Az egyetemi polgárság városi jelenléte is hatással van a város környezetére és infrastruktúrájára, közlekedési rendszereire. A kölcsönös partnerségből származó előnyöket interjúalanyaink is kiemelték.

Hasonlóan vélekednek erről Budowle és szerzőtársai (2021) is, mivel az egyetem hallgatói erősítik a partnerséget a különböző társadalmi és gazdasági szereplőkkel. A kölcsönös előnyökre hívták fel a figyelmet Pauer szerzőtársaival (2020) is, akik többéves együttműködésről írnak Vancouver városa és az ott található British Columbia Egyetem között. Az együttműködések főként az éghajlatváltozás káros hatásainak mérséklésére és megelőzésére irányultak. Caughman és szerzőtársai (2020) pedig egy olyan értékelőrendszert hoztak létre, amely városok és egyetemek számára egyaránt hasznosítható, és a fenntarthatósági átmenetet tudja elősegíteni. Mindkét, ebben a bekezdésben említett munka, a két szereplő közötti együttműködés fontosságára hívta fel a figyelmet, csakúgy mint az alanyok jelen kutatásunkban.

Fenntarthatósági rangsorok és partnerségek a saját egyetemen

Ahogy már említettük, napjainkban egyre inkább elterjednek a fenntartható felsőoktatási rangsorok, ezért fontos vizsgálni, hogy az egyetemek dolgozói, hogyan látják ennek a jelentőségét. Ennek kapcsán a következő

kérdést tettük fel: „*Lényeges-e és nyomon követi-e Ön a fenntarthatósági rangsorokban való részvételét az egyetemének?*” Minden válaszadó fontosnak tartotta a részvételt. Fontos kihangsúlyozni, hogy közülük hatan fontosnak tartották ugyan, de nem követik nyomon. Közülük voltak, akik kihangsúlyozták, hogy aktívan nem figyelik az eredményeket, de ha kapnak erről értesítést, vagy egy közösségi média megjelenést, akkor szívesen elolvassák, és pozitív hír esetén örülnek a sikernek. Az is kiderült a beszélgetésekből, hogy elsősorban azok követik nyomon tudatosan a rangsorokban elért eredményeket, akiknek munkájukhoz kapcsolódik a témakör. Volt, aki megemlítette, hogy az eredmények mellett a jó gyakorlatok átvételi módszere is érdekl. Egy alany kiemelte, hogy ezen fenntarthatósági rangsorokban való részvétel azért is fontos, mert ez egy visszacsatolást jelent az egyetem számára a törekvéseiről és azok teljesüléséről.

Célunk volt felmérni, hogy az alanyok miként vélekednek a jövőről, így feltettük a kérdést: „*Milyen további fenntarthatósági intézkedéseket javasolna egyeteme számára?*”. A válaszok és a legfontosabb javaslatok különböző tematikájúak voltak, ami azt jelentheti, hogy a kutatásban résztvevők komplex módon értelmezik a fenntarthatóságot. A javaslatok áttekinthetősége érdekében azokat táblázatos formában jelenítettük meg, melyben a válaszokat a fenntarthatóság három alappillére alapján csoportosítottuk.

Környezeti	Társadalmi	Gazdasági
<ul style="list-style-type: none"> • Vízhasználati terv kidolgozása • Faanyagból készült szerkezetek létrehozása • Zöld felületek fejlesztése • „Papírmentes egyetem” program bevezetése • Energiahatékonyság növelése 	<ul style="list-style-type: none"> • Képzések interdiszciplinárizálása • Oktatói leterheltség csökkentése • Várossal való kapcsolat elmélyítése • A tudás társadalmasítása • Szemléletformáló rendezvények a város lakosságának • Dolgozói jóllét növelése egyetemi masszázszekek beszerzésével 	<ul style="list-style-type: none"> • Kisebb épületállomány fenntartása • Egyetemi belső termelői piac létrehozása • 100%-os térítés a tömegközlekedést választóknak

1. táblázat: Az interjúalanyok által javasolt beavatkozások az intézményi fenntarthatóság javítása érdekében

Forrás: saját szerkesztés

A negyedik kérdéscsoportba a fenntartható infrastruktúrával kapcsolatos kérdések kerültek. Az első kérdéssel tisztázni kívántuk, hogy az alanyok mit értenek a fenntartható infrastruktúra fogalma alatt, „*Ön számára mit jelent a fenntartható infrastruktúra?*” kérdéssel. A legtöbb alany egy összetett fogalomként értelmezte ezt, ennek része az üzemeltetés, a szigetelés, az energia- és anyaghasználat, kiemelten a vízfogyasztás. Ezen felül a hulladékkezelés, valamint a közlekedés. Többen is megjegyezték, hogy a vizsgált egyetemen már zajlottak beruházások, amikkel az intézményi energiamixet javították, és tiszta energiára tettek szert. Egyik alany kiemelte, hogy a fenntartható infrastruktúrával kapcsolatos állapot az adott létesítmény tervezési, és kivitelezési fázisaira vezethető vissza, és az utólagos módosítási és átalakítási lehetőségek korlátozottak.

Az interjúk során továbbá releváns volt az előző kérdés után felvetni a következőt: „*Ön szerint fenntartható módon működik-e az intézménye infrastruktúrája?*” Voltak infrastrukturális beruházások az adott intézményben, többek között zöldenergetikai, hulladékgazdálkodási, és mobilitási területeken. Pozitív, hogy a válaszadók, törekedve a papírhasználat csökkentésére individuálisan, egyéni motiváció alapján állnak át az elektromos jegyzetekre. Többen is kiemelték, hogy érdemi javulást csak tökeigényes beruházásokkal lehetne elérni. A tananyagok nagyobb mértékű digitalizációja, vagy az elektromos aláírás bevezetése szintén jó gyakorlatok lehetnének. D’Orazio és szerzőtársai (2024) munkájukban kiemelték, hogy a létesítménygazdálkodás és használat területén költségmegtakarítást lehet elérni az órarendek tudatos tervezésével. Az egyik interjúalany, aki a közlekedésből származó kibocsájtás-csökkentésre hívta fel a figyelmet, szintén a tudatos órarendtervezésről beszélt.

A kutatás vizsgálata kiterjedt, arra, hogy milyennek látják az alanyok a közlekedésfejlesztési lehetőségeket a városban a „*Hogyan támogathatná az egyetem a dolgozók környezetbarát közlekedését?*” kérdéssel. Legtöbben a tömegközlekedés szerepét hangsúlyozták. Érdemes megemlíteni, hogy a hatékony tömegközlekedési támogatás kialakítása nemcsak az egyetem ügye, hanem sok függ annak meglévő rendszereitől, infrastruktúrájától, menetrendjétől is. Fontos, hogy korszerű, alacsony kibocsátású közlekedési eszközök üzemeljenek naponta többször, a menetrend időpontjait tartva, hiszen csak az utóbbi feltétellel lehet az egyetemi polgárok számára releváns alternatívája a személygépjárműveknek. A helyi és ingázó munkavállalók esetében eltérő ösztönző rendszereket érdemes kialakítani.

A kerékpáros és rolleres mobilitás támogatása is népszerű volt az interjúalanyok körében. Az intézmény dolgozói eddig is kaptak kerékpárokat, de eddig csak szűkebb körben, a rendelkezésre álló lehetőségek függvényében. Ennek a programnak a kibővítésére a válaszok alapján egyértelműen van igény. A kerékpáros mobilitást megkönnyítené, ha az intézmény kerékpáros kölcsönzési lehetőséget biztosítana, esetleg elektromos kerékpárokkal is, ami akár az oktatásban, külső helyszínes órákra is lehetőséget teremtene. Az elektromos roller előnyei mellett ellenérzések is megjelentek, a balesetveszély, és az akkumulátorok ökológiai lábnyoma miatt.

A kutatás során felmerült, hogy az egyetemek a fenntarthatóságra való törekvés során mennyire tudnak támaszkodni meglévő környezetükre, így feltettük a kérdést, hogy *„Ön szerint kihasználja-e jelenleg az egyeteme természeti/környezeti/földrajzi adottságait a fenntarthatósági átállásban?”* A legtöbben részleges kihasználtságot írtak le, melynek oka az anyagi és jogszabályi korlátok között is kereshető. Többen is kiemelték a válaszadók közül, hogy az intézményhez tartoznak természetvédelmi területek, arborétumok, amelyek elősegítik a fenntartható átállást, de a körkörös vízgazdálkodást e helyeken lehetne még fejleszteni. Az intézmény további előnye, hogy a karok épületei 10-15 perces gyalogos/kerékpáros távolságra találhatóak egymáshoz képest, ami kedvező a mikromobilitás szempontjából. A válaszadók szerint a szélenergia hasznosításában is potenciálok lehetnek.

Egyéni szokások

Az utolsó kérdéscsoport az individuális cselekvésekről szólt. Wakkee és szerzőtársai (2019) szerint a vezetés döntéshozatalain kívül az egyének hozzáállása és cselekvése is fontos a fenntarthatóság terén. Az első kérdésünk: *„Ha lenne rá lehetőség, igényelné-e kerékpárt/elektromos rollert az egyetemről?”* Erre már volt nemzetközi példa, egy thai egyetemen 500 kerékpárt biztosítottak az egyetem polgárainak (Charmondusit et al., 2022), a holland Wageningeni Egyetemen pedig a dolgozók elektromos kerékpárokat kaptak (Luttik-Maters, 2022). Kutatásunkban az alanyok többsége nyitott volt a kerékpárosításra, volt olyan válaszadó, aki már korábban részesült ebben a programban, és napi szinten használja az egyetemről kapott biciklit. Volt, aki kitért arra, hogy közvetlen kollégái nagy része is nyitott lenne erre. Voltak olyan válaszadók, akiknél a távolság volt az akadály, van, aki egy elektromos kismotorosztásban venne részt, más pedig vonattal

ingázik és az lenne a kérdése az egyetem felé, hogy mik lennének a kölcsönzés feltételei, és saját lakóhelyen használható lenne-e. A roller esetében itt is többen kiemelték a korábban említett ellenérveket.

A mikromobilitás elterjedését nehezítő tényezők közül több is kirajzolódott az interjúk során. Az időjárási körülményekre való érzékenység, hivatalos rendezvényeken való megjelenés, vezető beosztottak esetében a kiküldetések kiszámíthatatlansága is a fenntartható mobilitás akadály lehet, másoknál ilyen a családi állapot, azaz oktatási időszakban a gyermekeiket is kell vinniük iskolába, vagy délutáni foglalkozásokra, így nem tudják mellőzni az autóhasználatot. Mégis, mindent egybevetve érdemes lehet öltözők és más ösztönzők kialakításával a fenntartható mobilitás még szélesebb körű elterjedését szorgalmazni.

A vizsgált egyetem bevezetett egy, a honlapján elérhető telekocsi rendszert. A következő kérdésünk erre vonatkozott: „*Használná-e a telekocsi alkalmazást az egyetemi honlapon? Mi a véleménye erről a szolgáltatásról?*”. A válaszadók fele jó ötletnek gondolja és használná ezt az alkalmazást, de többségük még nem ismerte a lehetőséget. Elterjedése teret adna a szén-dioxid kibocsájtás csökkenésének a kiküldetések során. Mellette való érvelésként elhangzott továbbá, hogy a kollégák közötti kommunikációt elősegíti, ami a munkaközösségre pozitív hatással van.

Az egyének hozzáállását energiafogyasztás terén is felmértük: „*Őn személy szerint tesz-e azért, hogy az egyetem energiafogyasztása csökkenjen?*”. A válaszokban elsősorban a villamos áram szükséges ideig való használata, a gépek fogyasztásának optimalizálása, a rendszeres áramtalanítás vagy a tudatos fűtési és szellőztetési szokások kialakítása fogalmazódott meg. Vannak olyan munkatársak is, akik felhívják a diákok figyelmét az energiafogyasztás mérséklésére.

A vízfogyasztásra és keletkezett hulladékok kezelésére is vonatkozott összevontan egy kérdés (*Figyel-e tudatosan a vízhasználat és a keletkezett hulladék csökkentésére?*). Mindkettőre figyelnek, ezt segítik a kihelyezett színes szelektív edények a kampuszok zárt és nyílt területein, helyes használatukat hirdető plakátokkal. A papírfogyasztási szokásokat többen is kiemelték, mind az oktatási, adminisztratív, és jegyzet célú felhasználást mérsékelik.

Arra is vonatkozott kérdés, hogy az alanyok mennyire érzik magabiztosnak saját fenntarthatósági tudásukat. „*Jelentkezne-e ha fenntarthatósági továbbképzés indulna a SOE dolgozói/oktatói számára?*” Változó válaszokat kaptunk. Heten biztosnak érzik a tudásukat, ők kiemelték, hogy

a tanulmányaik során korábban is ilyen ismereteket szereztek. Heten közepesnek tartják az eddig megszerzett tudást. Volt, aki kiemelte, hogy számtalan olyan területe van a fenntarthatóságnak, ami nem tartozik bele a szakterületébe, így nem lát rá. Volt, aki felhívta a figyelmet, hogy a területen az adott megszerzett tudás egy idő után elavulttá válik, hiszen sok az új tudományos eredmény, technológiai felfedezés, emiatt lényeges, hogy rendszeresen kövessék a szakterület híreit. A fenntarthatósági tudás, tudatosság növelése egy Egyesült Arab Emírségek-béli egyetemen is hangsúlyt kapott, ahol egy „Fenntarthatósági Kultúra” projektet is kidolgoztak, aminek a hatékonyságát a PDCA ciklus segítségével mérik (Mushtaha et al., 2022)

Egy fenntarthatósági továbbképzésen való részvételi szándék felmérését szolgáló utolsó kérdésre a válaszadók csaknem 70%-a, azaz 11 fő egyértelműen igennel válaszolt, ők tudásukat szeretnék korszerű ismeretekkel bővíteni, és szeretnének a fogalmakkal még jobban tisztában lenni.

Összefoglalás és javaslatok

Az élet számos területén előtérbe került a fenntarthatóságra való törekvés. Az oktatási-kutatási szféra sincs ezzel másképpen. Míg korábban még az egyetemek vezetői sem voltak tisztában a fogalmakkal (Wright, 2010), mára számos egyetem esetében láthatjuk a fenntarthatóságra törekvést, mint stratégiai célt (Dziubaniuk et al., 2022). Nemcsak az ott zajló tevékenységeket igyekeznek a fenntarthatóság jegyében végezni, hanem magának az intézménynek a működését is igyekeznek fenntartható alapokra helyezni. A törekvések tényét megerősíti, hogy az egyik legismertebb fenntarthatósági világrangsor, az UI Green Metric mára már több mint 1000 felsőoktatási intézményt rangsorol évről-évre, köztük több mint 10 hazai intézmény is szerepel.

Kutatásunk során egy hazai felsőoktatási intézményben végeztünk strukturált mélyinterjúkat 16 fő egyetemi oktató és adminisztratív dolgozó körében. A vizsgálat eredményeként megfogalmazható, hogy a fenntarthatóság ügye valamennyi válaszadó számára fontos értéket képvisel, és magukénak érzik az egyetem törekvéseit, kommunikációs paneljait. Fontos kihangsúlyozni azonban, hogy az egyes fogalmak, mint például „fenntartható egyetem”, „zöld egyetem” „természetpozitív egyetem” nem egységesek a

megszólított egyetemi dolgozók értelmezéseiben. Kommunikációs szempontból a válaszadók egy része fontosnak tartja ezek hangsúlyozását, de javasolt egységesebb és kevésbé általános üzeneteket is megfogalmazni.

A válaszok alapján egyértelműen megállapítható, hogy a fenntarthatósági átállás lényeges alappillérei az egyetem által kialakított partnerségek lehetnek. A város és az egyetem fenntarthatósági együttműködésének fontosságát minden válaszadó kihangsúlyozta, mivel a város nyújtja az egyetem számára a lokális környezetet, az egyetem pedig az ott keletkező tudást átadhatja az önkormányzat és a városi gazdaság szereplői számára, és így win-win helyzet alakulhat ki. A tanulmányunkban vizsgált szakirodalom is ezzel összhangban van (Pauer et al., 2020; Caughman et al., 2020).

Manapság a fenntartható átállás során jelentős szerepe van a jó gyakorlatok gyűjtésének, hiszen fontos látni azt, hogy mely egyetemen hogyan gondolkoznak, és cselekszenek a fenntarthatósági átmenetért. A világ egyetemei számos területen vezettek be jó gyakorlatokat a fenntarthatóság terén: közlekedésben (Rodrigues da Silva et al., 2024; Charmondusit et al., 2022), szénlábnyomszámítással (Fuchs et al., 2024; Petchchedchoo, et al., 2024), a hulladékgazdálkodás fenntarthatóbbá tételével (Nevers, 2018; Ridhosari – Rahman, 2020).

A vizsgálatban résztvevő alanyok számos javaslatot fogalmaztak meg, amelyek az egyetem fenntarthatóságát segítenék elő. A kérdéskört az alanyok összetettnek látták, mert környezeti, társadalmi és gazdasági javaslataik is voltak egyetemük számára. A környezeti javaslatok a megújuló energiaforrásokra, és azok felhasználására vonatkoztak. A társadalmi aspektusoknál kiemelték, hogy a környezeti oktatást, nemcsak a műszaki és természettudományos képzések tanterveibe, hanem valamennyi diszciplínára ki kell terjeszteni. A gazdasági javaslatoknál a belső termelői piac kialakítását emelnék ki, amely a helyi termékek fogyasztását serkentené, és ezáltal az élelmiszer-szállításból származó káros környezeti hatásokat hivatott mérsékelni.

Az együttműködésnek ki kell terjednie a tudás társadalmasítására is, ez alatt azt kell érteni, hogy tudományt népszerűsítő rendezvényeket szükséges szervezni valamennyi korosztály számára, és ezekhez megfelelő kommunikációs panelokat kell megfogalmazni. Ez szintén hozzásegítheti a vizsgált egyetemet ahhoz, hogy társadalmi megítélését erősítse, és aktív részese lehessen a fenntarthatósági szemléletformálásnak.

Irodalomjegyzék*

- Abdelalim, A., O'Brien, W., & Shi, Z. (2015). Visualization of energy and water consumption and GHG emissions: A case study of a Canadian University Campus. *Energy and Buildings*, 109, 334-352.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.09.058>
- Adams, R., Martin, S., & Boom, K. (2018). University culture and sustainability: Designing and implementing an enabling framework. *Journal of cleaner production*, 171, 434-445.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.032>
- Ávila, L. V., Leal Filho, W., Brandli, L., Macgregor, C. J., Molthan-Hill, P., Özuyar, P. G. & Moreira, R. M. (2017). Barriers to innovation and sustainability at universities around the world. *Journal of cleaner production*, 164, 1268-1278.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.025>
- Budowlę, R., Krszjzaniek, E., & Taylor, C. (2021). Students as change agents for community-university sustainability transition partnerships. *Sustainability*, 13(11), 6036.
DOI: <https://doi.org/10.3390/su13116036>
- Caughman, L., Withycombe Keeler, L., & Beaudoin, F. (2020). Real-time evaluation of city-university partnerships for sustainability and resilience. *Sustainability*, 12(21), 8796.
DOI: <https://doi.org/10.3390/su12218796>
- Charmondusit, K., Wattanawitichai, W., & Mahisavariya, B. (2022). Implementation of Sustainable Transportation at Mahidol University, Salaya Campus, Thailand. *Journal of Sustainability Perspectives*, 2, 301-307.
DOI: <https://doi.org/10.14710/jsp.2022.15526>
- Cypriano, J. G. I., Pinto, L. F., Machado, L. C., Da Silva, L. C. P., & Ferreira, L. S. (2019). Energy management methodology for energy sustainable actions in University of Campinas-Brazil. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 257(1), 012034. IOP Publishing.
DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/257/1/012034>
- D'Orazio, M., Bernardini, G., & Di Giuseppe, E. (2024). Improving Sustainable Management of University Buildings Based on Occupancy Data. *Journal of Construction Engineering and Management*, 150(1), 04023154.
DOI: <https://doi.org/10.1061/JCEMD4.COENG-13563>
- Di Tullio, P., La Torre, M., & Rea, M. A. (2021). Social media for engaging and educating: From universities' sustainability reporting to dialogic communication. *Administrative Sciences*, 11(4), 151.
DOI: <https://doi.org/10.3390/admsci11040151>
- Dziubaniuk, O., Ivanova-Gongne, M., Nyholm, M., Gugenishvili, I., & Brännback, M. (2022). Sustainable development goals in university strategies: Making sense of sustainable development in the context of a finnish university. In *Handbook of best practices in sustainable development at university level* (pp. 3-19). Cham: Springer International Publishing.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-04764-0_1

* A tanulmányban előforduló webes hivatkozások letöltési ideje: 2024. november 5.

- Fási, Cs. (2023). A fenntarthatóság dimenziói és a hazai felsőoktatási intézmények helyzetének egyes aspektusai a fenntarthatósági rangsorok tükrében. *Acta Humana-Emberi Jogi Közlemények*, 11(3), 117-135.
DOI: <https://doi.org/10.32566/ah.2023.3.6>
- Freidenfelds, D., Kalnins, S. N., & Gusca, J. (2018). What does environmentally sustainable higher education institution mean? *Energy Procedia*, 147, 42-47.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.07.031>
- Fuchs, P. G., Honorato Filho, M., da Silva, L. A., Dutra, A. R. A., & Guerra, J. B. S. O. D. A. (2024). The carbon footprint at quality and environmental university consortium-QualEnv. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 25(1), 43-61.
DOI: <https://doi.org/10.1108/IJSHE-11-2022-0376>
- Jain, S., & Pant, P. (2010). Environmental management systems for educational institutions: A case study of TERI University, New Delhi. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 11(3), 236-249.
DOI: <https://doi.org/10.1108/14676371011058532>
- Kohl, K., Hopkins, C., Barth, M., Michelsen, G., Dlouhá, J., Razak, D. A., ... & Toman, I. (2022). A whole-institution approach towards sustainability: a crucial aspect of higher education's individual and collective engagement with the SDGs and beyond. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(2), 218-236.
DOI: <https://doi.org/10.1108/IJSHE-10-2020-0398>
- Koivunen, T., Konst, T., & Friman, M. (2024). Building a sustainable future: ideas and perceptions of university staff. *Foresight*, 26(2), 241-252.
DOI: <https://doi.org/10.1108/FS-12-2022-0170>
- Krishnan, T. M. (2022). Best Practice: Waste to Fertilizer in Polytechnic Mersing. *Journal of Sustainability Perspectives*, 2(1), 1-6.
DOI: <https://doi.org/10.14710/jsp.2022.15457>
- Letete, T., Mungwe, N. W., Guma, M., & Marquard, A. (2011). Carbon footprint of the University of Cape Town. *Journal of Energy in Southern Africa*, 22(2), 2-12.
DOI: <https://doi.org/10.17159/2413-3051/2011/v22i2a3208>
- Luttik, J., & Maters, E. (2022). Best practices in greening transportation at Wageningen University & Research. *Journal of Sustainability Perspectives*, 2(2).
DOI: <https://doi.org/10.14710/jsp.2022.15474>
- Mikáczó, A., & Dióssi, K. (2023). The Response of Higher Educational Institutions to Sustainability Challenges in Hungary. *Gazdaság és Társadalom*, 34(3), 5-16.
DOI: <https://doi.org/10.21637/GT.2023.3.01>
- Mushtaha, E., Alsyuf, I., Bettayeb, M., Al Jaber, B. H., & Al Mallahi, M. (2022). Managing University of Sharjah Setting and Infrastructure Towards a Sustainable and Livable Campus. *Journal of Sustainability Perspectives*, 2(2), 99-109.
DOI: <https://doi.org/10.14710/jsp.2022.15477>
- Nagy, S., & Veresné Somosi, M. (2020). Students' perceptions of sustainable universities in Hungary: An importance-performance analysis. *Amfiteatru Economic*, 22(54), 496-515.
DOI: <https://doi.org/10.24818/EA/2020/54/496>
- Nevers, E. (2018). Waste not, want not: reconceptualizing waste as a resource at Cornell University.

- Pauer, S. U., Pilon, A., & Badelt, B. (2020). Strengthening city-university partnerships to advance sustainability solutions: A study of research collaborations between the University of British Columbia and City of Vancouver. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(6), 1189-1208.
DOI: <https://doi.org/10.1108/IJSHE-10-2019-0316>
- Petchchedchoo, P., Petcharaks, N., Piratrakul, P., & Wongmuek, K. (2024). Analysis of the Carbon Footprint of Academic Gowns: A Case Study of Thai University. *Journal of Current Science and Technology*, 14(2).
DOI: <https://doi.org/10.59796/jcst.V14N2.2024.46>
- Rajagukguk, S. A., Prabowo, H., Bandur, A., & Setiowati, R. (2023). Uncovering Key Capabilities for Sustainable Competitive Advantage of Private Universities through Sentiment Analysis and In-Depth Interviews. *Journal of System and Management Sciences*, 13(4), 551-573
DOI: <https://doi.org/10.33168/JSMS.2023.0433>
- Ramírez, S. A. O., & Sierra, M. E. (2022). *Getting Past the Crisis: Marketing Communication of University Sustainability* [Dépasser la Crise: La communication marketing de la durabilité des universités][Superar a Crise: Comunicação de marketing da sustentabilidade universitária][Superando la Crisis: comunicación de marketing sobre la sostenibilidad universitaria].
- Ridhosari, B., & Rahman, A. (2020). Carbon footprint assessment at Universitas Pertamina from the scope of electricity, transportation, and waste generation: toward a green campus and promotion of environmental sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 246, 119172.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119172>
- Rodrigues da Silva, A. N., Tan, F. M., & de Sousa, P. B. (2024). Key sustainable mobility indicators for university campuses. *Environmental and Sustainability Indicators*, 22, 100371.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100371>
- Ruiz de Maya, S., & Ferrer-Bernal, E. (2024). European Universities' Discourse on SDGs in Social Networks. In *The Contribution of Universities Towards Education for Sustainable Development* (pp. 261-274). Cham: Springer Nature Switzerland.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-49853-4_16
- Sammalisto, K., Sundström, A., & Holm, T. (2015). Implementation of sustainability in universities as perceived by faculty and staff-a model from a Swedish university. *Journal of Cleaner Production*, 106, 45-54.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.015>
- Setyowati, M., Kusumawanto, A., & Prasetya, A. (2018,). Study of waste management towards sustainable green campus in Universitas Gadjah Mada. In *Journal of Physics: Conference Series* 1022(1), 012041. IOP Publishing
DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1022/1/012041>
- Suwartha, N., & Sari, R. F. (2013). Evaluating UI GreenMetric as a tool to support green universities development: assessment of the year 2011 ranking. *Journal of Cleaner Production*, 61, 46-53.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.034>

- Taksás, B., & Nagy, B. (2023). A fenntarthatóság mérése a hazai és nemzetközi indikátor-rendszerek alapján. *Acta Humana: Emberi Jogi Közlemények*, 11(3), 47-64.
DOI: <https://doi.org/10.32566/ah.2023.3.3>
- UI GreenMetric Guideline – Instituting UI Green Metric: The Way Forward
URL: <https://tinyurl.com/4p84rjay>
- Wakkee, I., Van der Sijde, P., Vaupell, C., & Ghuman, K. (2019). The university's role in sustainable development: Activating entrepreneurial scholars as agents of change. *Technological Forecasting and Social Change*, 141, 195-205.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.10.013>
- Wright, T. (2010). University presidents' conceptualizations of sustainability in higher education. *International Journal of Sustainability in higher education*, 11(1), 61-73.
DOI: <https://doi.org/10.1108/14676371011010057>
- Yazdani, Z., Talkhestan, G. A., & Kamsah, M. Z. (2013). Assessment of carbon footprint at University Technology Malaysia (UTM). *Applied Mechanics and Materials*, 295, 872-875.
DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.295-298.872>

Melléklet

Mélyinterjú kérdéscsoportok

- I. Egyetemi fenntarthatóság
- II. Fenntarthatóság a saját egyetemen
- III. Fenntarthatósági rangsorok és partnerségek a saját egyetemen
- IV. Fenntartható infrastruktúra
- V. Egyéni szokások

I. Egyetemi fenntarthatóság (általános kérdések, ne gondoljon a saját egyetemre)

1. Mit jelent Ön számára a fenntartható egyetem?
2. Mit jelent Ön számára a zöld egyetem?
3. Javíthatja-e egy egyetem megítélését/teljesítményét, ha sikereket ér el a fenntarthatóság terén? Kérem, fejtse ki véleményét 2-3 mondatban!

II. Fenntarthatóság a saját egyetemen

1. Ön szerint fontos-e a fenntarthatóság hangsúlyozása beiskolázási szempontból? Kérem, fejtse ki véleményét!
2. Ön szerint mennyire határozza meg a Soproni Egyetem fenntarthatóságát a városi (épített, művi) és természeti környezet? Kérem, fejtse ki véleményét!
3. Lényeges-e Ön szerint hogy a SOE és Sopron MJV együttműködik a fenntarthatóság terén? Kérem, fejtse ki véleményét!

III. Fenntarthatósági rangsorok és partnerségek a saját egyetemen

1. Lényeges-e és nyomon követi-e Ön a fenntarthatósági rangsorokban való részvételét a SOE-nek?
2. Mit jelen Ön számára a természetpozitív egyetem? Foglalja össze pár mondatban!
3. Milyen további fenntarthatósági intézkedéseket javasolna SOE számára, amin eddig esetleg nem volt kellő hangsúly! Sorolja fel!

IV. Fenntartható infrastruktúra

1. Mit jelent Ön számára az fenntartható infrastruktúra?
2. Ön szerint fenntartható módon működik-e a Soproni Egyetem Infrastruktúrája? Fejtse ki a véleményét!
3. Hogyan támogathatná az egyetem a dolgozók környezetbarát közlekedését?
4. Ön szerint kihasználja-e jelenleg a Soproni Egyetem természeti/környezeti/földrajzi adottságait a fenntarthatósági állásban? Fejtse ki a véleményét!

V. Egyéni szokások

1. Ha lenne rá lehetőség, igényelne-e kerékpárt/elektromos rollert az egyetemtől? Ha igen, miért, ha nem miért?
2. Függetlenül az időjárástól a közlekedési eszköz megválasztása?
3. Használná-e az egyetemi telekocsi alkalmazást? Mi a véleménye erről a szolgáltatásról?
4. Ön személy szerint tesz-e azért, hogy az egyetem energiafogyasztása csökkenjen? Ha igen, mit?
5. Figyel-e tudatosan a vízhasználat és keletkezett hulladék csökkentésére? Ha igen miben nyilvánul meg?
6. Mennyire érzi magabiztosnak a tudását a fenntarthatóság témakörében?
7. Jelentkezne-e ha fenntarthatósági továbbképzés indulna a SOE dolgozói/oktatói számára? Ha igen, miért, ha nem miért?

Circular economy: business models, design strategies and its indicators

Wael BRINSI¹ – László KOLOSZÁR²

¹PhD Student at University of Sopron Alexandre Lamfalussy Faculty of Economics, Hungary

²Associate professor, University of Sopron Alexandre Lamfalussy Faculty of Economics, Hungary

KEYWORDS

- circular economy
- circular business models
- circular design
- sustainability
- Circularity assessment

ABSTRACT

Over the last years, the concept of Circular Economy has received a lot of attention from major global companies, with the intent of giving a better alternative to the prevailing economic development model, known as “take, make, and dispose”. Moving from one business model to another requires a mutual effort from companies, government and consumers as well as a better understanding is needed to promote and stimulate this new model. However, there is not a comprehensive framework available to assist all businesses in developing a circular business model. This paper addresses this gap and develops a theoretical framework of strategies to provide a clear vision for designers and business strategists in the transition from a linear to a circular economy.

JEL-codes: Q56, Q01

KULCSSZAVAK

- körforgásos gazdaság
- körforgásos üzleti modellek
- körforgásosság kialakítása
- fenntarthatóság
- körforgásosság mérése

ABSZTRAKT

Körforgásos gazdaság: üzleti modellek, tervezési stratégiák és indikátorok | Az elmúlt években a világ nagyvállalatai nagy figyelmet szenteltek a körforgásos gazdaság koncepciójának, azzal a szándékkal, hogy jobb alternatívát nyújtsanak az uralkodó gazdasági modellhez, az úgynevezett „vedd, használd, dobd ki” lineáris logikájához képest. Az egyik üzleti modellről a másikra való áttérés kölcsönös erőfeszítést igényel a vállalatoktól, a kormányzattól és a fogyasztóktól, valamint jobb megértés szükséges az új modell előmozdításához és ösztönzéséhez. Nem áll azonban rendelkezésre olyan átfogó keretrendszer, amely minden vállalkozást segítene a körforgásos üzleti modell kialakításában. Ez a tanulmány ezt a hiányosságot orvosolja, és a stratégiák elméleti keretét dolgozza ki, hogy világos jövőképet nyújtson a tervezők és az üzleti stratégiák számára a lineáris gazdaságról a körforgásos gazdaságra való átmenet során.

JEL-kód: Q56, Q01

¹ E-mail: waelbrinsi@gmail.com

² E-mail: koloszar.laszlo@uni-sopron.hu | ORCID: 0000-0002-8545-8357

Introduction

The industrial revolution of the last two centuries has led to a high consumption of renewable and non-renewable natural resources. This industrial revolution is characterized by mechanized factories, the rapid invention of new technologies, the “increasingly large number of works, workers, factories, markets, businesses, products”, the quadrupling of agricultural yields achieved by the mass use of chemicals (Barreiro-Gen & Lozano, 2020). This industrialization based on a linear process has developed without the concern that one day these extracted resources would come to an end. It is an economy characterized by a mode of consumption, production and abusive management of natural resources called “cradle to grave”: “from cradle to grave” (Morseletto, 2020). It is a business logic that takes resources from the planet (agricultural, mining, energy, soil, air, water...), transforms them to make new products, which are in turn used and then thrown away without any concern for the environment and available resources. For Aurez & Georgeault (2016), the linear economy optimizes flows (resources of the biosphere) by increasing yields at the expense of optimizing the remaining stocks (capacities of the biosphere), thus, it wrongly represents nature as inexhaustible and indestructible, while giving importance to monetary economic relations, to the detriment of non-monetary economic relations and dimensions of being.

The circular economy tends to decouple economic growth and resource use, which means that economic wealth production continues to grow independently of resource consumption, however, successful Circular Economy (CE) implementation often requires collaboration among a wide range of economic and societal stakeholders in terms of facilitating the circular flow of resources (Moktadir et al., 2020).

Although the concept of CE is widely used by businesses, the transition to CE is still in its very early stages. In fact, there is a significant gap between the CE business model as it is implemented and the CE theory (Ogunmakinde, 2019). In addition, there are not many studies that cover a circular business model framework in depth. Thus, the comprehensive knowledge on CE business model is needed to provide insight and support businesses in their transition to the new business model. Therefore, this study aims to provide an overview of the CE concept as it is represented in the literature in a deeper and more precise manner as well as to give tools for CE integration. This paper is structured as follows: Section 2 presents the theoretical background of the study, offering a review of the literature

in the field of Circular Economy. Section 3 provides an overview about CE design strategies and key performance indicators for assessing CE business model.

Theoretical Background

This section provides a concise summary of the literature on circular business models, pertinent implementation level and impetus of the implementation.

Circular Economy

Through the process of recycling the waste products of its model, the CE is an economy system that is defined by the concept of sustainable growth and needs less on resource depletion than traditional economies. The circular economy is a new way of thinking about how the economy and the environment interact. Since the material economy is dependent on the natural world, this perspective holds that the economy must operate with biological processes rather than against them, following natural circular structures (Urbinati et al., 2017).

Indeed, the 3R principles are part of the CE model: The reduce principle means the reduction of inputs and the use of the raw materials, energy and waste generated (Parthiban Manickam). The Reuse principle refers to the use of the products or components in another stage of production rather than disposal of them, this principle leads to the utilization of fewer resources, energy, and labour than is required to manufacture new products from virgin material. The recycling principle aims to convert waste objects into reusable materials to prevent waste of potentially useful materials, minimize the consumption of virgin raw materials (Araujo-Morera et al., 2021).

The adoption of more sustainable and cleaner manufacturing systems necessitates changes in how businesses operate. Improvements in product design, as well as equipment and production processes, introduction of new technologies, product changes, and internal and external waste management, are examples of such changes. The shift to a circular economy within society may entail new infrastructures, consumption models, and service access based on the collaborative and sharing

economies (Geisendorf & Pietrulla, 2018). Changes in consumer behaviour are also a result of the emergence of new sustainable products and business strategies.

Moving toward CE is relatively challenging and requires fundamental changes in several subsystems (Hussain & Malik, 2020). In fact, there is a huge gap between the theory of CE and its implementation process, in other words, the CE business model is not fully implemented. Several companies have intended to adopt the CE business model but unsuccessful as there are different barriers and challenges that hamper or slow down during their transition. The exploration of the current barriers is required to give insight and support companies to shift towards the new business model.

Classification of Circular Business Model: ReSOLVE framework analysis

The CE concepts of natural capital preservation, resource optimization, and designing out negative externalities are translated into the ReSOLVE framework by the Ellen MacArthur Foundation, which stands for Regenerate, Share, Optimize, Loop, Virtualize, and Exchange (Smol et al., 2020) as it is shown on the *Table 1*.

- **Regenerate:** involves the set of actions that anticipate and regulate resource production, consumption, and disposal in such a way that the greater ecosystem's health is preserved and biological nutrients are returned to the biosphere (Jabbour et al., 2019).
- **Share:** Maintain the product's life cycle and contribute to making the most out of it. In other words, ensures that products are used to their full potential and that waste and duplication are avoided, this leads to decrease the use of raw materials and establish a strong reverse logistics flow.
- **Optimize:** by applying technologies like automation, big data, and remote sensing would improve product performance or effectiveness while eliminating waste from the production cycle and supply chain.
- **Loop:** A resource process is involved when goods or components are reused, remanufactured, or recycled. It is crucial to recover assets by collection and segregation in order to maintain the

materials in a closed loop, reducing premature waste and ensuring for sustainability. In either case, resources are processed, recirculated, and reintroduced into the economy rather than being discarded in waste. This stage creates several economic opportunities since the recovery of products, components and waste resources are guaranteed (Pizzi et al., 2021).

- **Exchange:** The last category covers the procedures of incorporating new technology or eco-friendly materials, improving, or replacing older methods of operation so as material efficiency, durability, zero waste, and low emissions are all ensured. Internal combustion engines, for example, will be replaced with electric motors. The importance of incentivizing and establishing norms for cleaner production methods, as well as supporting in research for more sustainable operation and manufacturing methods. Implementing green materials and processes is beneficial not only economically, but also socially and environmentally – and can be measured in terms of lower prices and lower carbon emissions (Williams, 2016).

Regenerate	All activities aimed at restoring, preserving and repairing the quality of ecosystems as well as returning recovered biological resources to the biosphere
Share	Sharing resources between different users through sharing private products with multiple co- owners or by publicly using a certain group of products; by reusing them during their entire technical lifetime and by extending their lifetime through maintaining, repairing and designing for durability
Optimize	Increasing the efficiency of a given product, eliminating waste in the production and supply chain at all stages of the cycle
Loop	Keeping components and materials in closed circulation loops and assigning priority to internal loops, which means reusing products or components in production and in material recycling
Virtualize	Dematerialization of resource use by providing a given feature in a virtual way: directly or indirectly
Exchange	Exchanging old non-renewable materials with advanced materials, using new technologies or new forms of services

Table 1. Circular business models according to ReSOLVE

Source: Brendzel-Skowera (2021)

Implementation level of CE

After careful examination, the researched articles were reviewed to find out the level of implementation of the CE efforts at different scale levels to achieve a holistic approach: macro, meso and micro levels are all required (Kristensen & Mosgaard, 2020).

The *macro level* referred to the initiatives undertaken at city and regional scale. Most of the CE initiatives have been at the macro-level and modelled by authorities at the national or regional level, assuming a comprehensive, long-term police strategy as well as citizen and local stakeholder (Kirchherr et al., 2017). These activities aim to develop a recycling-oriented culture, eliminate the heavy pollution and redesign the infrastructure and economical layout of the region based on its characteristics. Biwei Su, suggested the promotion of the typical practices of green consumption such as green restaurants and hotels (buildings), energy saving goods as well as green technologies (Su et al., 2013).

The transition to CE at *meso level* implies the shift towards an industrial network by the introduction of an *eco-industrial zones* applying the industrial symbiosis based on cooperative resource flow management between companies and *eco-agricultural system* attempting to make use of agriculture and livestock wastes and by-products. The eco-industrial zones could be defined as the collection of industrial and service companies working together to improve environmental and economic performance by cooperating on environmental and resource control (Barreiro-Gen & Lozano, 2020). To enhance industrial symbiosis, eco-friendly designs that maximize energy performance, life cycle planning, and product upgradability are promoted. Additionally, resource reuse and recycling throughout industrial zones and clustered companies is critical for the CE's execution, which enables effective resource circulation throughout the region (Saidani et al., 2019)

At the *micro level*, the core of CE adoption is cleaner production. This concerned the actions taken by industrial companies to adopt cleaner production through the reduction of energy use and minimizing of toxic materials as well as the emission of air and water pollution. As eco-design considers all of a product's environmental implications from the beginning, it has the capacity to boost the circular economy strategy by facilitating better material and resource use.

The latter defined as a systematic integration of environmental factors into the design of the manufacturing process and the finished product. It

promotes polluting manufacturing and processing enterprises to develop more integrated, efficient, and green production methods through creative production line design (Vural Gursel et al., 2023).

Impetus of the Implementation CE

Unarguably, the adoption of CE delivers a wide range of benefits and procures a better harmony and balance between three pillars economy, environment, and society (Ghisellini et al., 2016). The following are the main issues that have arisen as a result of the linear economy in recent decades: Increasing pollution of the atmosphere and soil, scarcity and pollution of water, huge amounts of communal and waste material, increasing consumption of energy, destabilization of ecosystems, rising CO² concentration in the atmosphere, rising prices as a result of natural resource depletion, fluctuating on the markets. These strong constraints challenge the traditional linear economy model and lead to the emergence of new approaches that converge in a system around the concept of circularity: the circular economy commits organizations to rethink their boundaries, to evaluate growth differently, and even to redefine their business model.

The concept of the CE evolves in a similar way to sustainable development but at a quicker, Neal Milla emphasizes that the concept of SD has been criticized for being imprecise and vague, leading to a loss of impetus (Millar et al., 2019). In addition, the SD does not seek to provide a clear alternative to current development practices. Rather than establishing explicit criteria and methods, it has presented a basic adjustment to include social and environmental issues in established models.

Circular design strategies

Resource cycles in Circular Economy

In order to facilitate the transition to a circular economy, Stahel defined two fundamentally types of loops: (1) reuse of goods, and (2) recycling of materials. In addition, suggested three approaches for the transition to a circular economy based on these: slowing loops (reuse), closing loops (recycling), and narrowing loops (efficiency)(Bocken et al., 2016):

- **Slowing resource loops** strategy aims to extend product/material life and long lasting where the material is maintained as long as possible. This could be achieved through a long-time life while the design of goods (Bocken et al., 2018)
- **Closing resource loops** is about reducing the leakage of natural resources through recycling whereby the loop between after-use and manufacturing is closed (Zhou & Smulders, 2021)
- **Narrowing loops strategy** intended to resource efficiency by focusing on fewer raw materials for each product. The narrowing strategy motivates enterprises to reach the same objectives with fewer resources. Therefore, the target of circularity is not to narrow, but rather to minimize the resource use in products and processes (Gibson, 2021).

Design strategies in Circular Economy

The goal of product circularity in the CE industry is to extend the useful life of product materials and components. The main economic and social concept is product life extension, which can be accomplished through repair, remanufacturing, and refurbishment. The challenge in moving toward CE is in understanding how to minimize the use of natural resources while trying to promote beneficial societal and environmental benefits by rethinking the strategies assisting in enhancing the value in the products provided. Therefore, along with “customer value proposition, supply chain, value networks of the companies, and capturing the value of new products,” product design strategies are crucial in value creation (Ellen MacArthur Foundation, 2024).

Design strategies slowing effects

The creation of long-life products and extension of the product’s life are the typical design approaches for slowing resource strategies.

- **Design for long-life products** it is focused with assuring that goods are used for a long time. Creating products that customers will love, like, or trust for a longer period of time is referred to as “designing for attachment and trust” within this classification, *Table 2* includes the strategies related to for designing for long-life.

Strategies	Definition
<i>Design for Reliability</i>	The likelihood that, when maintained as recommended by the manufacturer, a product made to a certain design would function for a given time without incurring a chargeable failure.
<i>Design for Durability</i>	Durability can relate with enduring long-lasting empathic partnerships between consumers and goods flourish where the goods are guaranteed to operate without breaking down. A crucial step in the design process is obtaining durable materials.

Table 2. Design strategies slowing effects

Source: own construction based on Ellen MacArthur Foundation (2024)

- **Design for product-life extension** is involved with extending the duration that products can be used by using of service loops, *Table 3* summarizes the strategies.

Strategies	Definition
<i>Design for efficient repairing and maintenance</i>	Is about the capacity to be sustained in a good condition through repairing and inspection. In addition, trying to make products expandable and adjustable in the future is a second strategy.
<i>Design for adaptability and upgradability</i>	The capacity of a product to remain useful by enhancing its quality, value, and efficacy or performance is known as upgradability.
<i>Design for standardization and compatibility</i>	is about designing and developing goods whose components can fit into different interfaces and other products.
<i>Design for dis- and reassembly</i>	Ensure that the product can be disassembled and reassembled again in order to be reused in the future. This strategy aims to raise the rates of material reuse.

Table 3. Design strategies for product-life extension

Source: own construction based on Ellen MacArthur Foundation (2024)

Design strategies for Closing resource loops

Many businesses and designers have been encouraged to adopt an ambitious circular approach to product design by the “Cradle to Cradle” design concept, which was introduced by McDonough. There are only two potential long-term implications for waste products: dissipative loss or recycling and reuse (e.g., lubricants).

Dissipative losses should always be fully compatible with biological system in order to fit into the “biological cycle”, whilst other materials must be totally recycled in order to fit into the “technological cycle.”

- **Design for a technological cycle** This design approach is appropriate for products of service, or items that provide a service (as compared to products of consumption). The goal of technological cycle design is to create goods that can be continually and securely recycled into new materials or products (also known as technological nutrients).
- **Design for a biological cycle** is appropriate for “products of consumption,” or goods that customers wear or consume during use (resulting in a dissipative loss of resources). With the cooperation of these “biological nutrients,” which serve as food for natural systems throughout their life cycles, items for human use are created. Materials in a biological cycle are biodegraded to initiate a new cycle.
- **Design for dis- and reassembly** is a practice that contributes to the Design for a Technological and Biological cycle by overlapping with it. It involves making sure that components and products can be quickly disassembled and rebuilt. Additionally, this approach is essential for segregating materials that will be used in several cycles (biological from technological).

Circular Economy Indicators

China has developed an integrated circular economy policy aimed at ensuring the transition to a low-resource and low-carbon model. This policy is based on assessment tools which, although still insufficient, are distinguished by their systemic and multidimensional nature. These instruments are in many respects unique and constitute an original contribution to the field of sustainability indicators (McDowall et al., 2017).

Ghisellini et al. (2016) point out that there are few published studies on circular economy indicators. The implementation of indicators to measure the performance of the circular economy is not very easy. Indeed, the consideration of different points, namely the sectors of industrial activities, the professions, the most relevant actions, the determining issues are to be

analysed in the development of indicators. Thus, indicators are being studied but are not yet final, given the complexity of this concept, its multidimensional nature which includes several levels of analysis, in particular its seven pillars. This is also one of the weaknesses of the circular economy given that it lacks comprehensive indicators for evaluating and measuring its performance.

China has been developing indicators to measure circularity performance since 2007. Geng, point out that China is the first country to publish indicators of the circular economy, so that it is recognized as credible. The indicators considered valuable for the Chinese government have been established by political and academic experts with the support of other stakeholders (consumers, NGOs, industries, etc.) whose use is mandatory for all. China has based its indicators on the principle of the “3Rs” grouped into two different sets of indicators: the first used at the macro level (regional and national) and the other used at the meso level (industrial park). However, reflections on the appropriate indicators for measuring the performance of the circular economy in China are still ongoing (Geng et al., 2012).

According to the scale of the territory concerned, there are variations in the types of indicators used. *Table 4* lists the indicators used at the macro level in China, 22 indicators are classified into 4 groups.

1. Resource production rate
1.1 Mineral resources production
1.2 Energy production
2. Resource consumption rate
2.1 Energy consumption per unit of GDP
2.2 Energy consumption by industrial added value
2.3 Energy consumption per unit produced in key industrial sectors
2.4 Water consumption per unit of GDP
2.5 Water consumption by industrial added value
2.6 Water consumption per unit produced in key industrial sectors
2.7 Irrigation water utilization coefficient
3. Resource reintegration rate
3.1 Solid industrial waste recycling rate
3.2 Industrial wastewater reuse rate
3.3 Recycling rate of recovered municipal water
3.4 Domestic waste treatment rate
3.5 Scrap metal recycling rate
3.6 Recycling rate of non-ferrous metals
3.7 Paper recycling rate
3.8 Plastic recycling rate
3.9 Rubber recycling rate
4. Waste management and pollutants
4.1 Total amount of industrial solid waste for final treatment
4.2 Total amount of industrial wastewater discharged
4.3 Total amount of SO ₂ emissions
4.4 Total amount of chemical oxygen demand

Table 4. Circular economy indicators

Source: own construction based on the literature of the Chinese circular economy program

These indicators have been introduced into the circular economy programs since 2007. All stakeholders (companies, and industrial cities) have to measure the performance of their project in this area and had to set their targets using this system of indicators.

Non-acceptance of Circular Business Models

Why have CE business models not yet improved around the world since the advantages of a circular economy are so evident and the fundamental ideas have existed for more than three decades? The reasons are numerous and have their roots in both the inherent irrationality of consumer behaviour and conceptual weaknesses in our current global economic system. From an

economic perspective, one of the primary reasons for poor product design is an unaligned profit share along the supply chain. If the benefits of a better design are only realized at the point of sale, such as when a product is returned for reuse or recycling, then this creates a situation where product design optimization is primarily driven by cost and production efficiency. This explains why, even though it can be more cost-effective than product replacement from a lifecycle perspective, the majority of consumer products today are not constructed with repair and re-manufacturing in mind. Even though switching to a more expensive but more durable product would be more cost-effective, consumers often encourage this development by simply considering the transaction cost at the point of sale (buy price). The list of challenges to business models for the circular economy are summarized in *Table 5*.

Reason	Brief example	Origin
<i>Irrationality of customer</i>	Consumers only consider the transaction cost (purchase cost) at the time of sale, even when it would be more cost-effective in the long run to upgrade to a more expensive but more lasting product. Even though temporary usage is more cost-effective, consumers prefer owning a thing.	Customer behaviour
<i>Corporate conflict of interest</i>	To enhance an existing product design or switch from a sales-based to a usage-based revenue model, more capital or cash is needed.	Short-term strategies and visions
<i>Inconsistent profit-sharing throughout the supply chain</i>	If the benefits of a superior design would only be realized at the end of use, there would be imperfect design at the start of the supply chain.	Inconsistent regulations involving the end-of-life cycle of items
<i>Geographical distribution</i>	National initiatives frequently lose their potential influence since the value chain of today's products spans several nations.	Lack of national cooperation and international organizations

Table 5: Non-acceptance reasons of Circular Business Models

Source: own construction based on the literature review

Conclusion

Existing literature on the design of circular business models identifies a variety of these models, a small number of business activities related to the circular economy, and some suggestions for converting existing business models to the circular economy. The idea of developing a circular business model is discussed in this study from the perspective of companies. It explains how the circular economy's guiding principles relate to a well-known business model framework and enhances it with extra circular economy-related elements. This research has contributed also to the limited body of literature in the field and shed light on one potential way for evaluating the new circular business models. Lastly, more operational circular business models are required to evaluate their effects following adoption and direct further business model development.

As a result, the study gives the possible strategies for Circular Economy implementation. Our map of circular modes of adoption appears to effectively distinguish several methods in which Companies create their Circular Economy Business Models, i.e. how they leverage Circular Economy ideas from a business model standpoint. This study covers some themes and research questions that have been investigated at the interface of business models and the circular economy. The field's present challenges were recognized by the study's findings, which also included information on the field's new research directions and unexplored areas. Future research will likely be encouraged by this. We anticipate that our analysis, conclusions, and suggestions for additional study will motivate new business model and circular economy research efforts.

However, we agree that our contribution to the discussion regarding the Circular Economy presents academics a useful taxonomy to test and modify in order to more accurately categorize and distinguish businesses adhering to the implementation of the Circular Economy principles to move towards a Circular Economy Business Model. As consequently, we invite future theoretical and empirical studies to investigate the contextual factors that can have an impact on developing Circular Economy Business Models.

References

- Araujo-Morera, J., Verdejo, R., López-Manchado, M. A., & Hernández Santana, M. (2021). Sustainable mobility: The route of tires through the circular economy model. *Waste Management*, 126, 309-322.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.025>
- Aurez, V., & Georgeault, L. (2016). Les indicateurs de l'économie circulaire en chine: *Revue de l'OFCE*, N° 145(1), 127-160.
DOI: <https://doi.org/10.3917/reof.145.0127>
- Barreiro-Gen, M., & Lozano, R. (2020). How circular is the circular economy? Analysing the implementation of circular economy in organisations. *Business Strategy and the Environment*, 29(8), 3484-3494.
DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.2590>
- Bocken, N., Miller, K., & Evans, S. (2016). *Assessing the environmental impact of new Circular business models*. Conference "New Business Models" – Exploring a changing view on organizing value creation. Toulouse, France, 16-17 June 2016, Toulouse, France
- Bocken, N., Miller, K., Weissbrod, I., Holgado, M., & Evans, S. (2018). *Slowing resource loops in the Circular Economy: An experimentation approach in fashion retail*. Conference paper, 164-173
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-04290-5_17
- Brendzel-Skowera, K. (2021). Circular Economy Business Models in the SME Sector. *Sustainability*, 13(13), 7059.
DOI: <https://doi.org/10.3390/su13137059>
- Ellen MacArthur Foundation. (2024). *Circular Design Guide. Methods*.
URL: <https://tinyurl.com/3vz6s4xn>
- Geisendorf, S., & Pietrulla, F. (2018). The circular economy and circular economic concepts – A literature analysis and redefinition. *Thunderbird International Business Review*, 60(5), 771-782.
DOI: <https://doi.org/10.1002/tie.21924>
- Geng, Y., Fu, J., Sarkis, J., & Xue, B. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production*, 23(1), 216-224.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.005>
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Gibson, L. (2021). Circular Design: The power of creating resource loops. *Go Circular*.
URL: <https://tinyurl.com/mwcf6d75>
- Hussain, M., & Malik, M. (2020). Organizational enablers for circular economy in the context of sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120375.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120375>

- Jabbour, C. J. C., Jabbour, A. B. L. de S., Sarkis, J., & Filho, M. G. (2019). Unlocking the circular economy through new business models based on large-scale data: An integrative framework and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 546-552.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.09.010>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Kristensen, H. S., & Mosgaard, M. A. (2020). A review of micro level indicators for a circular economy – moving away from the three dimensions of sustainability? *Journal of Cleaner Production*, 243, 118531.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118531>
- McDowall, W., Geng, Y., Huang, B., Barteková, E., Bleischwitz, R., Türkeli, S., Kemp, R., & Doménech, T. (2017). Circular Economy Policies in China and Europe. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 651-661.
DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.12597>
- Millar, N., McLaughlin, E., & Börger, T. (2019). The Circular Economy: Swings and Roundabouts? *Ecological Economics*, 158, 11-19.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.12.012>
- Moktadir, Md. A., Kumar, A., Ali, S. M., Paul, S. K., Sultana, R., & Rezaei, J. (2020). Critical success factors for a circular economy: Implications for business strategy and the environment. *Business Strategy and the Environment*, 29(8), 3611-3635.
DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.2600>
- Morseletto, P. (2020). Restorative and regenerative: Exploring the concepts in the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 24(4), 763-773.
DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.12987>
- Ogunmakinde, O. E. (2019). A Review of Circular Economy Development Models in China, Germany and Japan. *Recycling*, 4(3), 27.
DOI: <https://doi.org/10.3390/recycling4030027>
- Pizzi, S., Corbo, L., & Caputo, A. (2021). Fintech and SMEs sustainable business models: Reflections and considerations for a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 281, 125217.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125217>
- Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., Cluzel, F., & Kendall, A. (2019). A taxonomy of circular economy indicators. *Journal of Cleaner Production*, 207, 542-559.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.014>
- Smol, M., Duda, J., Czaplicka-Kotas, A., & Szoldrowska, D. (2020). Transformation towards Circular Economy (CE) in Municipal Waste Management System: Model Solutions for Poland. *Sustainability*, 12(11), Article 11.
DOI: <https://doi.org/10.3390/su12114561>
- Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., & Yu, X. (2013). A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215-227.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020>

- Urbinati, A., Chiaroni, D., & Chiesa, V. (2017). Towards a new taxonomy of circular economy business models. *Journal of Cleaner Production*, 168, 487–498. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.047>
- Vural Gursel, I., Elbersen, B., & Meesters, K. P. H. (2023). Monitoring circular biobased economy – Systematic review of circularity indicators at the micro level. *Resources, Conservation and Recycling*, 197, 107104.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107104>
- Williams, J. (2016). The ReSOLVE framework for a Circular Economy. *The Earthbound Report*.
URL: <https://tinyurl.com/44k8t889>
- Zhou, S., & Smulders, S. (2021). Closing the loop in a circular economy: Saving resources or suffocating innovations? *European Economic Review*, 139, 103857.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2021.103857>

Az árfolyamok változásának hatása a vállalat eredményére

FÁBIÁNNÉ JÁTÉKOS Judit¹

¹PhD-hallgató, Soproni Egyetem Lámfalussy Sándor Közgazdaságtudományi KarSzéchenyi István Gazdálkodás- és Szervezéstudományi Doktori Iskola

KEYWORDS

- accounting
- finance
- risk
- company valuation
- valuation
methodology

ABSTRACT

The effect of exchange rate changes on the company's results | Over the last decade, both in the literature and in the daily press, there have been many articles and studies on the problems of foreign currency lending to households, its causes and possible solutions, but little research has examined the causes, risks and possible measures of foreign currency lending to corporations. This paper through a project started in 2007 with foreign currency loan financing, describes the special features of project loans, the additional risks and the impact of the exchange rate risk of a project loan in foreign currency on the accounting result and the profitability of the company. The project presented here is characterised by the fact that the project cash flow from long-term contracts, which is the currency in which the loan is secured, is realised in the currency of the loan, so that there is no exchange rate risk as an additional risk. The analysis shows the impact of exchange rate differences in years with significant exchange rate fluctuations, which are required to be accounted for under the prudence principle of the Accounting Act, on the profit or loss for each year, the profitability of the company, its continued operation and the impact on goodwill. The paper presents possible solutions for the treatment of significant exchange losses on project loans and suggests possible different solutions for revenues in the same currency.

JEL-codes: G32, M41

KULCSSZAVAK

- számvitel
- pénzügy
- kockázat
- cégérték
- értékelési
módszertan

ABSZTRAKT

Az elmúlt évtizedben, mind a szakirodalomban, mind a napi sajtóban rengeteg cikket és tanulmányt lehetett olvasni a lakossági devizahitelezés problémáiról, annak okairól és a lehetséges megoldásokról, de csak kevés kutatás vizsgálta a vállalati devizahitelezés okait, kockázatait. Jelen tanulmányomban egy 2007-ben devizahitel finanszírozással indult projekten keresztül mutatom be a projekthitelek specialitásait, a többletkockázatokat, valamint a devizában folyósított projekthitel árfolyamkockázatának hatását a számviteli eredményre és a vállalkozás jövedelmezőségének alakulására. A bemutatott projekt jellem-

¹ E-mail: jatekos.judit.ilona@phd.uni-sopron.hu
MTMT: 10085115

zöje, hogy a hitel fedezetét biztosító projektcash-flow a hitel pénznmében realizálódik hosszú távú szerződésekből. A bemutatott projekt esetében árfolyamkockázatról, mint többletkockázatról nem beszélhetünk. Az elemzés bemutatja, hogy a jelentős árfolyamváltozással érintett években a számviteli törvény óvatosság elve alapján kötelezően elszámolandó árfolyam-különbözések milyen hatással vannak az egyes évek eredményére, a vállalkozás jövedelmezőségére, a további működésre, és hogyan hatnak a cégértékre. A tanulmányban bemutatom a projekthitelekhez kapcsolódó jelentős összegű árfolyamveszteségek kezelésének lehetséges megoldásait és javaslatokat fogalmazok meg arra vonatkozóan, hogy az azonos pénznemben keletkező bevételek esetén milyen eltérő megoldások lehetnek.

JEL-kód: G32, M41

Bevezetés

Az elmúlt évtizedben, mind a szakirodalomban, mind a napi sajtóban számos cikk és tanulmány jelent meg a devizahitelezés problémáiról és veszélyeiről, valamint születtek javaslatok a megoldási lehetőségekre. A kormányzati intézkedések elsősorban a lakossági devizahitelekkel kapcsolatos problémákra hoztak intézkedéseket és kínáltak lehetőségeket a válságból való kilábalásra. A 2008-as válság előtt felvett vállalkozói devizahitelekhez kapcsolódóan azonban nem született átfogó kormányzati koncepció, hanem a finanszírozó bankok és az érintett vállalkozások keresték a megoldási lehetőségeket a hitelcsapdából történő kilépésre. Jelen tanulmányomban egy 2007-ben indított, devizahitelből finanszírozott ingatlanfejlesztési projekt keretein belül mutatom be a számviteli elszámolás sajátosságait, az ebből eredő és a vállalkozás jövedelmezőségére jelentős hatást gyakorló problémákat.

A devizahitelezéssel kapcsolatban a legfőbb veszélyként az árfolyamváltozások törlesztő részletekre gyakorolt hatását jelöli meg a szakirodalom (Lentner, 2015; Csajbók et al., 2010; Lentner, 2017; PSZÁF, 2004) és a legtöbb vállalkozás működésére, a hitelek törlesztésére vonatkozóan is ez jelentette a legnagyobb veszélyt. Ez azonban csak abban az esetben igaz, ha a hitelfinanszírozás pénzneme és a hitel fedezetét biztosító, realizált bevételek pénzneme eltérő. Amennyiben a hitel törlesztését biztosító fedezet realizálása a hitel pénznmében történik, akkor valódi árfolyamkockázatról nem beszélhetünk.

A számviteli törvény az óvatosság elve alapján minden vállalkozásnak kötelezővé tette és teszi a devizában meglévő pénzkészletek, a devizában

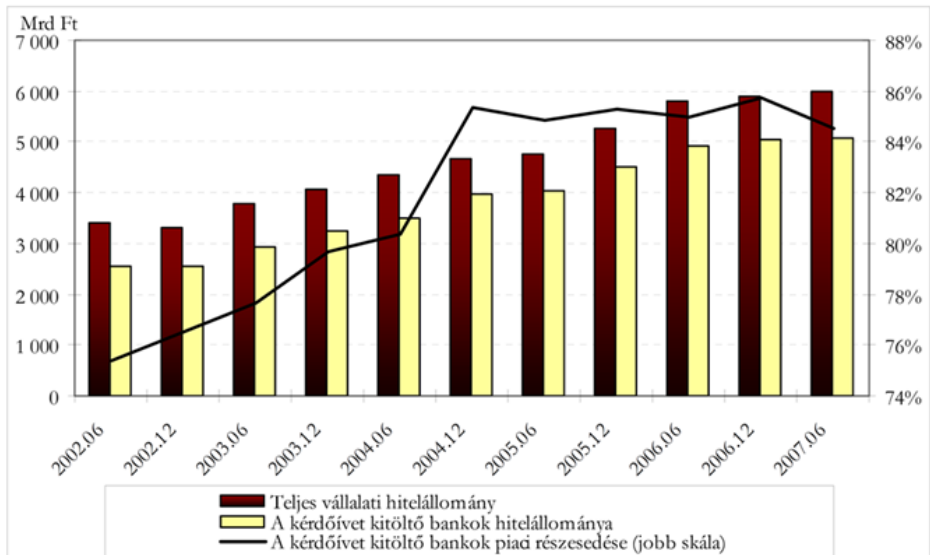
kimutatott követelések és kötelezettségek átértékelését a mérlegfordulónapon, illetve kötelezően elszámolandó a keletkező pénzügyileg nem realizált árfolyam-különbözet összege, akár nyereség, akár veszteség jellegű. Ez a szabályozás azon vállalkozások esetében, akik jelentős devizakészlettel, kötelezettség vagy követelésállománnyal, illetve devizahitel-állománnyal rendelkeznek, jelentősen befolyásolja az adott évi számviteli eredményt és a jövedelmezőséget. A szabályozás pedig kimondja, hogy a tényleges kockázat mérlegelésétől függetlenül az árfolyam-különbözetek elszámolása kötelező.

A deviza alapú hitelezés elterjedésének okai

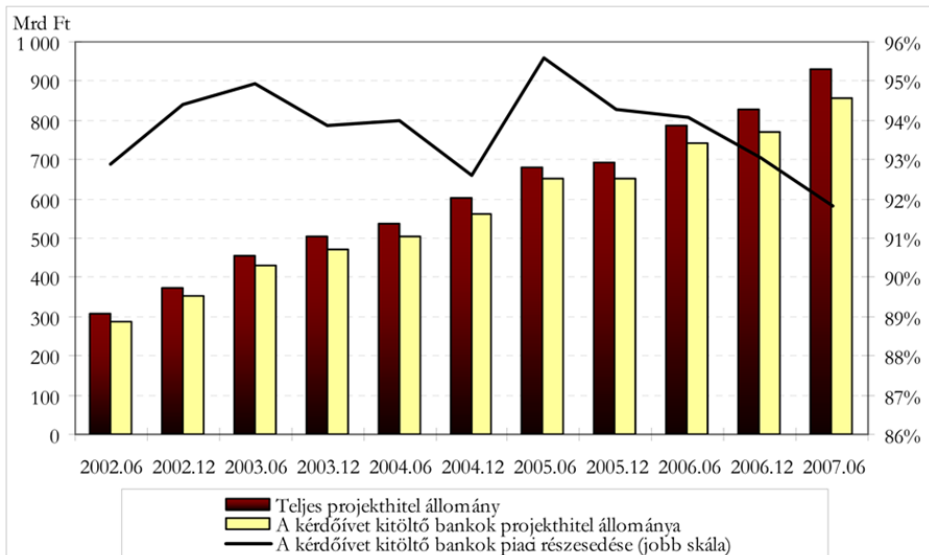
A deviza alapú hitelezés elterjedéséhez Magyarországon számos tényező hozzájárult. Matolcsy György jegybank elnök véleménye szerint a hitelkeresleti és kínálati okok mellett gazdaságpolitikai döntések és hibák, illetve a pénzügyi kultúra és az árfolyamkockázat ismeretének hiánya is szerepet játszhattak a 2000-es évek végén a túlzott eladósodásban és a devizaárfolyam-kockázat felvállalásában (Lentner, 2015, p. 13).

A devizahitelezés felfutásakor működő Pénzügyi Szervezetek Állami Felügyelete (PSZÁF) 2004. évi jelentésében megállapította, hogy vállalati körben különösen a kis- és középvállalkozások devizahitelezésének növekedése figyelemreméltó. A devizában felvett hitelek fő vonzerejeként a forintkamatoknál jóval alacsonyabb kamatokat, és az akkor már hosszabb ideje stabilan erős forintot jelöli meg. Azonban már akkor arra is felhívja a figyelmet, hogy a kockázatok éppen ebben a két tényezőben rejlenek, hiszen a külföldi kamatok emelkedhetnek és a forint is gyengülhet, amelynek következtében jelentősen növekedhetnek az egyes hitelek kamatterhei, valamint növekedhetnek az árfolyamkockázatok is (PSZÁF 2004).

A Magyar Nemzeti Bank (MNB) 2007 szeptemberében publikált hitelezési felmérésének adatai (1. ábra) szintén azt támasztják alá, hogy a devizahitelezés aránya a vállalati szektorban jelentősen, közel duplájára növekedett 2006-ra. A jelentés arra is rámutat, hogy a devizahitel-állományon belül az üzleti célú projekthitelek aránya pedig lineárisan növekedett az adott időszakban (2. ábra). Ennek egyik okaként az MNB jelentése is a forint- és a devizahitelek kamata közötti jelentős különbséget jelöli meg, természetesen a devizahitelek javára. A másik ok, hogy 2002-től időről-időre felröppentek a hírek Magyarország várható euróövezeti tagságáról és az euró bevezetéséről (Lentner, 2015, p. 554).



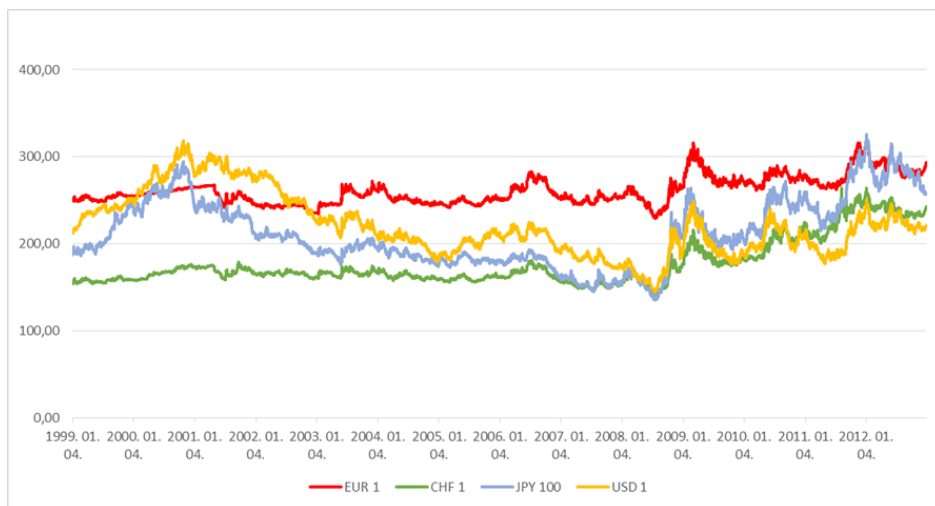
1. ábra: Deviza hitelezés alakulása
 Forrás: MNB hitelezési jelentés (2007.09, p. 22)



2. ábra: Az üzleti célú projekthitelek állománya
 Forrás: MNB hitelezési jelentés (2007.09, p. 22)

A devizahitelek állományának növekedését támogatta, hogy a 2008 előtti időszakban az árfolyamok alakulásában nem mutatkoztak jelentős kilengések, és még a Magyar Bankszövetség honlapján 2006. január 31-én megjelent tájékoztató szerint sincs veszély.

„A hosszabb lejáratú hitelt felvenni szándékozók továbbra is nyugodtan választhatják a devizaalapú konstrukciókat, mert a hitel futamideje alatt valószínűleg nem lesz a törlesztési terhet jelentősen és tartósan megnövelő árfolyammozgás – állítja a Magyar Bankszövetség.” (Magyar Bankszövetség – MTI, 2006). A vélekedés szerint nem lehetett azzal számolni a korábbi évek árfolyam-alakulását vizsgálva – amely öt év átlagában 252,15 EUR/HUF árfolyam volt –, hogy az euró árfolyama 2007-re megközelíti a 270-275 forintot. A véleményt erősítette az a tény is, hogy hat éven keresztül, kis ingadozásokkal a fennálló árfolyam folyamatosan a forint árfolyam ingadozási sáv erős sávszéléhez esett közel.



3. ábra: Árfolyamok alakulás 1999-2012

Forrás: Saját szerkesztés – Adatok: <https://www.mnb.hu/arfolyam-lekerdesez>

A Magyar Bankszövetség megállapításait támasztja alá a 3. ábra, amely a hitelezés során leggyakrabban alkalmazott négy fő deviza árfolyamának alakulását mutatja. Az euró (EUR), a svájci frank (CHF) nem mutat jelentős kilengéseket, a japán jen (JPY) és az USA dollár (USD) árfolyama pedig 2007. évre az évtized elejéhez képest jelentősen csökkent. Az adatok, a trendelemzések és a vélemények alapján akár a lakosság, akár a vállalkozások nem is számoltak kockázatokkal.

A projekthitelezés és kockázatai

A projektfinanszírozás fogalma a nemzetközi szakirodalomban a két alpműnek számító projektfinanszírozási könyv szerint az alábbi:

Nevitt–Fabozzi (1997) megfogalmazása szerint, egy adott gazdasági egység finanszírozása, melyre a hitelező úgy tekint, hogy elsősorban annak pénzáramlása és jövedelme szolgál a kölcsön visszafizetésének forrásául, vagyontárgyai pedig a kölcsön biztosítékául, míg Yescombe (2008) úgy vélekedik, hogy a projektfinanszírozás a nagyobb projektek hosszú távú hitelezésének pénzügyi tervezéssel alátámasztott módszere, ahol a hitelek nyújtása kizárólag a projekt pénzáramlása alapján történik. A fogalom a magyar szakirodalom (Horváth et al., 2011; Madácsi & Walter, 2016; Walter, 2016) tanulmányaiban hasonlóan kerül megfogalmazásra.

A definíciók alapján röviden összefoglalva a projekthitelek főbb jellemzői:

- speciálisan az adott projektre létrehozott entitás kapja,
- magas tőkeáttétel melletti finanszírozás,
- a hitelösszeg nem terheli közvetlenül a tulajdonos vállalat mérlegét,
- a fedezete a projektcash-flow,
- a kölcsöntőke nyújtója nem válik a projektársaság tulajdonosává,
- kiemelten magas kockázatú hiteleszköz,
- tulajdonosi garancia a mögöttes biztosíték.

A fentiek alapján a projekthitelek a legkockázatosabb hiteltermékek a banki portfóliókban, emiatt fontos a körültekintő elemzés és a kockázatok teljeskörű feltárása.

A Standard&Poor's 2007. szeptember 18-án megjelent ajánlása szerint a projektszintű kockázat, vagy a projekt üzleti tevékenységéhez kapcsolódó és az ágazaton belüli kockázatok határozzák meg, hogy a projekt mennyire képes finanszírozni a folyamatban lévő kereskedelmi műveleteket a minősített adósság teljes futamideje alatt, és ennek következtében mennyire lesz képes a projekt pénzügyi és működési kötelezettségeit határidőre és maradéktalanul teljesíteni. Az ajánlás alapján a projektkockázatok elemzésének hat lépésben kell megtörténnie.

- a projekt operatív és pénzügyi szerződésai és a telephely vizsgálata,
- építés, működtetés, technológia, fenntarthatóság,
- erőforrások elérhetősége,
- versenypiaci kitétség,
- partnerkockázat,
- pénzügyi teljesítmény, cash-flow és az erre ható piaci folyamatok, pénzügyi kockázatok elemzése.

A fentiek alapján látható, hogy a projektek finanszírozása során számos kockázati tényezővel kell számolni és egy esetleges válsághelyzet a hitelből finanszírozott projektek esetén, különösen a magas hitelállomány miatt nagy veszélyt jelent a működés fenntartására és a hiteltörlesztés egyidejű biztosítására. Amennyiben a finanszírozás devizában felvett hitelből történik, ott pedig további kockázatot jelent az árfolyamkitétség.

Walter (2019) tanulmányában megállapítja, hogy a válság előtti időszakban Magyarországon a projektfinanszírozás döntő többségben, megközelítőleg 90%-ban devizahittel történt. A teljes vállalati devizahitel állományom belül a projekthitelek aránya jelentősnek mondható, 40-47%-ra tehető, amelyek döntő többségében ingatlan beruházásokat, logisztikai központok, irodaházak, hotelek, bevásárlóközpontok fejlesztését finanszírozták. A 2008-as hitel és ingatlanpiaci válság éppen ezt a szektort sújtotta legnagyobb mértékben és okozott problémákat mind a finanszírozó bankok, mind ügyfelek számára. A projekt devizahitelek lassabb ütemben, de folyamatosan csökkentek a válság alatt, sőt még 2017-ben is tovább estek. Ennek oka a projektstruktúrák rugalmatlanságára, a hosszabb futamidőkre, a lassabb biztosíték érvényesítési lehetőségekre vezethető vissza. Azonban az is megfigyelhető volt, hogy számos projekthitel bedőlt és a tulajdonosok, vagy sok esetben a bankok értékesíteni kényszerültek a hitelfedezetként szolgáló ingatlanokat. Fontos megemlíteni, hogy a vállalkozások gazdálkodásának megítéléséhez is nélkülözhetetlen a valós gazdálkodási adatok vizsgálata és a torzító tényezők kiszűrése. Nem lényegtelen szempont tehát, hogy az árfolyamváltozás, különösen az árfolyamgyengülés mi módon kerül kimutatásra és elszámolásra (Baranyi et al., 2016).

A vizsgált projekt bemutatása

A vizsgált projekt egy külföldi tulajdonú projektársaság által 2007-2008 években megvalósított ingatlan-beruházás, amelynek keretében bérbeadási céllal egy bevásárlóközpontot építettek, majd az ingatlant az üzembe helyezést követően a társaság tovább üzemelteti, de a végső cél a projekt értékesítése. A fejlesztés főbb állomásait a 4. ábra szemlélteti. Az építés külföldi banki finanszírozásban euró hitelből valósult meg, a megvalósításhoz 70% hitelfedezet állt rendelkezésre, a folyósított hitel teljes összege 8,1 millió EUR volt, amelyet a szerződés szerint a projekt készültségi fokához kötötten részletekben folyósított a bank.



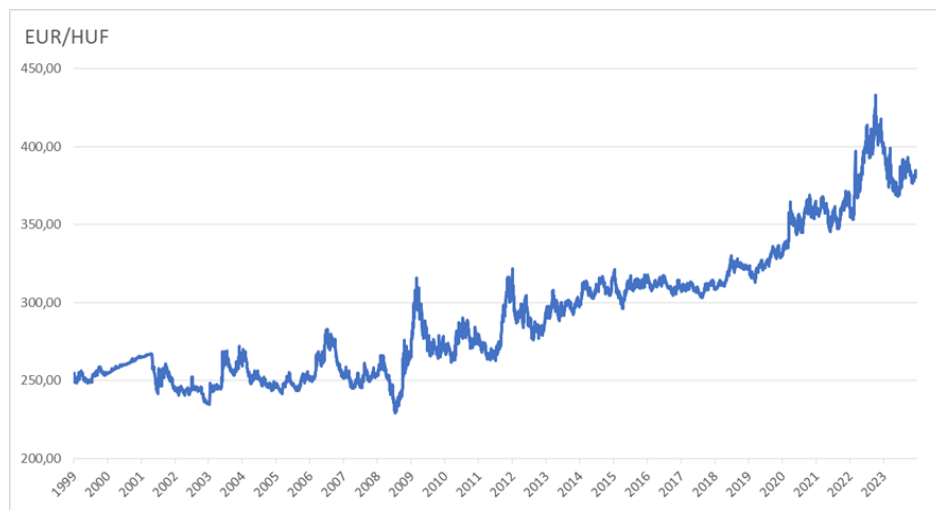
4. ábra: A projekt megvalósítás mérföldkövei

Forrás: Saját szerkesztés a vizsgált vállalkozás belső adatai alapján

A hitel fedezetét a projekt hosszú távú, 5-10 éves futamidejű bérleti szerződések alapján euróban realizálódó bérbeadási bevétele biztosítja, a bérlők által fizetett üzemeltetési költségek pedig a működés költségeit fedezik. Az eredeti hitelszerződés szerint a hitelt 15 év alatt kellett volna visszafizetni. A 2008-as ingatlanpiaci válság azonban jelentős károkat okozott a gazdaságban és ezen belül az ingatlan szektort pedig megrengette, így kérdésessé vált a hitel határidőre történő visszafizetése. Azért, hogy a tulajdonosok tovább tudják üzemeltetni az ingatlant és a hitelt is tudják törleszteni, szükségessé vált a finanszírozó bankkal a megállapodás a hitel átütemezéséről, így a hitel futamideje 5 évvel meghosszabbodott.

A finanszírozási nehézségeket több összetevő együttes hatása okozta, amelynek alapvető oka azonban az euró árfolyamának jelentős emelkedése

volt. Az 5. ábra mutatja be az MNB árfolyam adatbázisából származó adatok alapján az euró árfolyamváltozását, amelyben megfigyelhető, hogy a 2007. évi 250 forintos euró árfolyam, 2009-re hirtelen 300 forint fölé ugrott, és 2022. évre már elérte és meg is haladta a 400 forintot.



5. ábra: EUR/HUF árfolyam 1999-2023

Forrás: Saját szerkesztés – Adatok: <https://www.mnb.hu/arfolyam-lekerdezes>

Az drasztikus árfolyamváltás következtében a bérlőknek a forintban realizált bevételből problémát okozott a bérleti díj kigazdálkodása és kifizetése. Voltak bérlők, akik csődbe mentek, így a bérleti jogviszony megszűnt és a válságidőszakban csak nehezen lehetett pótolni a bérlőket, valamint a tárgyalások során csak alacsonyabb bérleti díjon lehetett szerződni. Voltak bérlők, akik a bérleti szerződés újratárgyalását kezdeményezték fennmaradásuk érdekében, ami azonban nem csak a bérlő, hanem a bérbeadó érdeke is volt. A válságidőszakban és azt követően 7 év alatt sikerült a korábbi bevételeket realizálni és a teljes fizetőképességet visszaállítani.

A számviteli szabályozás hatása a devizaárfolyam-változás elszámolására

A devizás tételek elszámolásának alapvető szabályait a számviteli törvény 60. § és 62. § (4) bekezdése szabályozza, amely rögzíti, hogy az elszámolás során a vállalkozások választásuk szerint milyen árfolyamot alkalmazhatnak, továbbá a 60. § (2) bekezdése kimondja azt is, hogy a mérlegben kimutatott devizás eszközöket és kötelezettségeket, valamint az időbeli elhatárolásokat a mérleg fordulónapon érvényes árfolyamra át kell értékelni és az így keletkező árfolyam-különbözeteket, pénzügyileg nem realizált árfolyam-különbözetként kell elszámolni. Az elszámolás független attól, hogy az elszámolandó különbözet jelentős összegű, illetve nyereség, vagy veszteség. Amennyiben a vállalkozásnak jelentős összegű devizás tételei vannak, akár az eszköz, akár a forrás oldalon, akkor ez az árfolyam-különbözet jelentősen módosítja az adózás előtti eredményt.

Ha a különbözet nyereség, akkor az a társasági adó alapját növeli és többlet adófizetési kötelezettséget keletkeztet, ha a különbözet veszteség, akkor a vállalkozás eredményét és a társasági adó alapját is csökkenti. A pénzügyileg nem realizált árfolyamveszteség összegének azt a részét, amely beruházási hitelhez kapcsolódik és devizaszámlán meglévő devizakészlettel nem fedezett, a vállalkozás választása szerint a számviteli törvény 33. § (2) bekezdése alapján időbelileg elhatárolhatja, és az így elhatárolt összeg a hitel futamideje alatt a hiteltörlesztés arányában folyamatosan feloldásra és ráfordításként elszámolásra kerül. A választást a vállalkozás számviteli politikájában rögzíteni kell.

Ha a vállalkozás él az elhatárolás lehetőségével, akkor a számviteli törvény 41. § alapján céltartalékképzési és a számviteli törvény 38. § alapján lekötött tartalékképzési kötelezettsége van, amely biztosítja, hogy az elhatárolt összeg ne tudjon osztalékká válni.

A 2008-as válságevttől kezdődően, ahogy az 5. ábra is mutatja, jellemzően évről-évre, néhány kivételes évtől eltekintve a mérleg fordulónapi árfolyam jelentősen magasabb volt, mint a korábbi évi árfolyam, így a devizahitelek még fennálló összegére nagy összegű árfolyamveszteséget kellett elszámolni. Ha valaki az elhatárolás mellett döntött, nála pedig az elhatárolt összeg évről évre nem kis mértékben emelkedett.

További lehetőség a jelentős összegű árfolyam-különbözet kivédésére, hogy 2012. évtől választása alapján minden vállalkozásnak lehetősége van

a könyveit euróban, vagy USA dollárban vezetni. Ezt akkor javasolt választani, ha a bevételei, illetve költségei jellemzően valamelyik megjelölt devizában keletkeznek. Korábban a projekt indulásakor a könyvek devizában történő vezetésére szigorúbb szabályozás vonatkozott, így akkor a vizsgálattal érintett vállalkozás nem választhatta még a devizás könyvvizetést. Később pedig, amikor az áttérésre lehetősége lett volna, a korábban felhalmozott több száz millió forintos elhatárolt árfolyamvesztés miatt üzleti megfontolásból nem választotta, mert az áttéréskor ezt az elhatárolt különbözetet azonnal, egy összegben el kellett volna számolni a pénzügyi műveletek ráfordításaként. Vagyis az áttérés évében horribilis összegű vesztesége keletkezett volna, ami miatt a tulajdonosoknak a Polgári Törvénykönyv előírása szerint fel kellett volna tőkésíteni a társaságot.

A kutatás módszere

A kutatás során vizsgáltam a cég nyilvántartási adatai és a nyilvános adatbázisok alapján a beruházási projekthez kapcsolódó árfolyam-különbözetek eredményre gyakorolt hatását, az alábbi részletezettség figyelembevételével:

- a vizsgált évek 2008-2022,
- az egyes évek tényleges árfolyam-különbözet adatai,
- az egyes években a mérlegfordulónapon fennálló hitel összege euróban és forintban,
- a tényleges adózott eredmény az egyes években,
- adózott eredmény elhatárolás nélkül az egyes években.

Az adatok elemzése a rendelkezésre álló beszámolók és az azt alátámasztó könyvelési adatok (főkönyvi kivonatok, főkönyvi kartonok) és összefüggések vizsgálatával történt.

Eredmények

Az elemzések során vizsgáltam a 2008-2022 évek mérlegadatai alapján a devizahittel kapcsolatban elszámolt és elhatárolt árfolyam-különbözeteket, továbbá azt is vizsgáltam, és összehasonlítottam, hogy hogyan változott a devizahitel mérlegfordulónapi összege euróban és forintban. A 1. táblázat

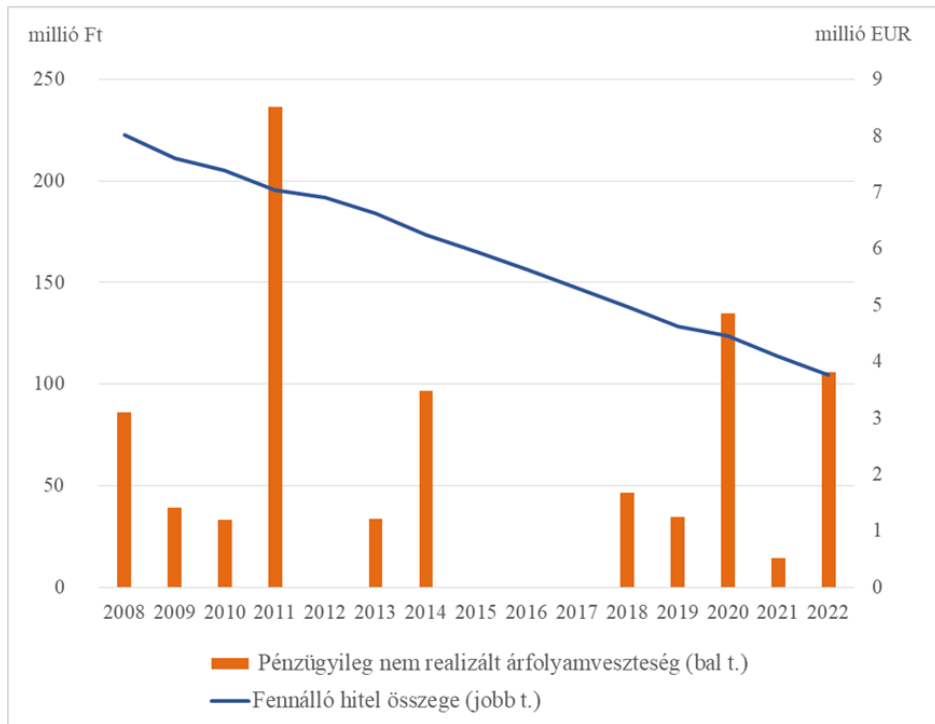
azt mutatja, hogy voltak az árfolyamváltozás tekintetében kiugró évek, amikor a projekthitelek esetében a nem túl nagy hitelösszeg után több mint 200 millió és olyan évek is, amikor több mint 100 millió forint összegű árfolyamvesztésig került elhatárolásra.

Évek	Pénzügyileg nem realizált árfolyamvesztésig	Fennálló hitel összege 12.31. - EUR	Fennálló hitel összege 12.31. - HUF	Árfolyam 12.31 Ft/EUR	Változás Ft/EUR
2008	86 203 199 Ft	8 015 196 EUR	2 122 263 597 Ft	264,78	
2009	39 046 050 Ft	7 595 222 EUR	2 057 089 861 Ft	270,84	6,06
2010	33 221 303 Ft	7 385 944 EUR	2 037 411 520 Ft	278,75	13,97
2011	236 343 378 Ft	7 041 929 EUR	2 190 955 295 Ft	311,13	46,35
2012	0 Ft	6 907 791 EUR	2 012 170 446 Ft	291,29	26,51
2013	33 769 760 Ft	6 620 358 EUR	1 965 650 503 Ft	296,91	32,13
2014	96 400 036 Ft	6 250 530 EUR	1 968 229 370 Ft	314,89	50,11
2015	0 Ft	5 951 023 EUR	1 863 384 209 Ft	313,12	48,34
2016	0 Ft	5 628 063 EUR	1 750 440 092 Ft	311,02	46,24
2017	0 Ft	5 297 237 EUR	1 642 885 130 Ft	310,14	45,36
2018	46 434 452 Ft	4 961 351 EUR	1 595 124 095 Ft	321,51	56,73
2019	34 458 908 Ft	4 620 328 EUR	1 527 110 887 Ft	330,52	65,74
2020	134 867 464 Ft	4 448 024 EUR	1 624 107 047 Ft	365,13	100,35
2021	14 350 807 Ft	4 099 149 EUR	1 512 586 143 Ft	369	104,22
2022	106 005 558 Ft	3 756 396 EUR	1 503 497 435 Ft	400,25	135,47

1. táblázat: Nem realizált árfolyam különbözet és hitelösszeg 2008-2022
 Forrás: Saját szerkesztés – a vizsgált vállalkozás belső adatai alapján

Azokban az években, amikor nulla szerepel a pénzügyileg nem realizált árfolyamvesztésig oszlopban, az előző évhez képest árfolyamcsökkenés történt, így különbözetként árfolyamnyereség került elszámolásra. 2011. évben a 2010. évi mérlegfordulónapi árfolyamhoz képest +32,38 forint volt eurónként ez elszámolandó árfolyam-különbözet, ami azonnal 236,3 millió forint pénzügyileg nem realizált árfolyam-különbözetet okozott. Ilyen magas összegű árfolyamváltozás figyelhető meg még 2020 és 2022 évben, amikor +34,61 forint és +31,25 forint volt az árfolyamgyengülés. Ezekben az években az is látható (az 1. táblázatban sárga színnel jelölve), hogy ugyan a hiteltartozás összege a törlesztés következtében devizában csökkent, de a devizahitel mérlegben kimutatott forint értéke ennek ellenére növekedett.

Szemléletesebb a kép, ha az árfolyam-különbözet és a devizahitel adatokat grafikonokkal is ábrázolom.

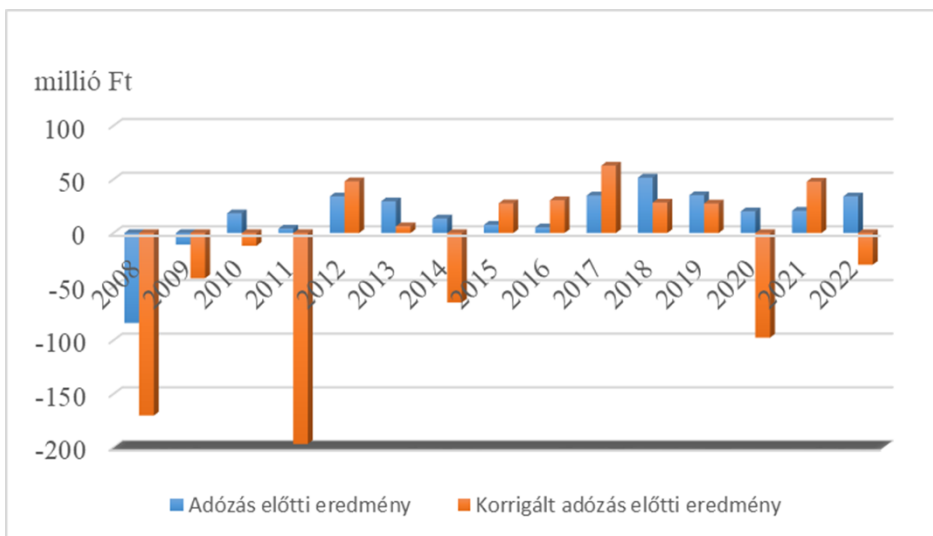


6. ábra: Nem realizált árfolyam-különbözet és hitelösszeg 2008-2022
 Forrás: Saját szerkesztés – a vizsgált vállalkozás belső adatai alapján

Ha figyelmesen vizsgáljuk az MNB által közzétett EUR árfolyamok alakulását bemutató 5. ábrát, az is látható, hogy az éven belüli árfolyamok többsége, vagy akár az átlagárfolyam alatta marad a számviteli törvény előírása szerint alkalmazandó utolsó napi árfolyamnak, azaz vannak évek, amikor jelentősen magasabb pénzügyileg nem realizált árfolyam-különbözet kerül elszámolásra az év utolsó napján, mint az indokolt lenne, hiszen következő évben a fordulónapot követően éppen erősödik az árfolyam.

A 6. ábráról az is leolvasható, hogy miközben a devizában kimutatott hitelösszeg folyamatosan csökken, ettől függetlenül lehetnek kiugró árfolyamvesztések, ha a mérlegfordulónapi árfolyamváltozás jelentős.

A további elemzések során megvizsgáltam 2008-2022 években az adózott eredmény alakulását, majd bemutattam, hogy hogyan alakult volna az eredmény, ha a vállalkozás nem választja a pénzügyileg nem realizált árfolyam-különbözet elhatárolás lehetőségét.



7. ábra: Tényleges és korrigált adózás előtti eredmény 2008-2022
 Forrás: Saját szerkesztés – a vizsgált vállalkozás belső adatai alapján

Az adatokat a 7. ábra mutatja be és látható, hogy vannak évek, amelyekben a korrigált eredmény a tényleges eredményhez képest jelentős összegű veszteséget mutatott volna, ami a tulajdonosok számára a tőkésítési kötelezettség miatt többletkötelezettséget jelentett volna.

Következtetések és javaslatok

A fentiekben bemutatott adatok alapján elmondható, hogy a számviteli törvény által, az óvatosság elvét szem előtt tartva kötelezően alkalmazandó eljárás, a vállalkozásokat hátrányosan érinti, mert a devizás tételekkel kapcsolatos árfolyam-különbözet elszámolás az egyetlen napi, a mérlegfordulónapi árfolyam alkalmazása miatt vagy alul-, vagy túlértékeli a devizás tételeket attól függően, hogy a mérlegfordulónapi árfolyam éppen hogyan viszonyul az előző évi, illetve a következő évi árfolyamokhoz. Ez akár jelentős összegben is befolyásolja az eredményt előjelétől függően pozitív, vagy negatív irányba, illetve a mérleg főösszeget is torzítja. Véleményem szerint, ha nem egyetlen napi árfolyam alapján, hanem az előző évi átlagárfolyam alapján történne az átértékelés, akkor kisebb torzulást okozna.

További probléma, hogy függetlenül a tényleges kockázatoktól minden vállalkozás esetében kivétel nélkül kötelező az átértékelés, függetlenül attól, hogy esetlegesen nincs is valódi kockázat, mert a vállalkozás bevételei a hitel devizanemében realizálódnak, így ahogy az MNB és a Bankszövetség is korábban megállapította nincs árfolyamkockázat. A vizsgált vállalkozás esetében is ez a helyzet. De attól függetlenül, hogy nincs árfolyamkockázat, a törvényi szabályozás szerint el kell számolni az esetlegesen több száz millió forintos árfolyamvesztéséget, amelyet, ha a cég el is határol, és így az adott évi eredményt nem befolyásolja, az a mérlegben egy külön soron kerül kimutatásra. Ez a tétel azonban a vállalkozásnál a mérleg elemzése és a cégérték meghatározása során, mint többlet kockázat kerül figyelembe vételre, emiatt rontja a vállalkozás megítélését és csökkenti a cég értékét. Véleményem szerint azon vállalkozások esetében, akiknél a hitel fedezete hosszú távú, a hitel pénznemében kötött szerződések alapján biztosított, elegendő lenne csak a kockázatok felmérése és becslése alapján céltartalék elszámolása, az árfolyam-különbözetek pedig a tényleges törlesztő részletek kiegyenlítésekor, mint pénzügyileg realizált árfolyam-különbözetek kerülnének elszámolásra. Ezzel az ilyen társaságok esetében mind a mérlegben kimutatott vagyon értéke, mind a vállalkozás jövedelmezősége jobban tükrözné a valóságot.

A fenti javaslatok alapján célszerű lenne újragondolni a számviteli szabályozást és olyan elszámolási módot bevezetni, ami nem torzítja a vállalkozások adózott eredményét és a vagyoni és jövedelmezőségi helyzetet, valamint nem befolyásolja jelentősen a cégértéket.

Irodalomjegyzék*

2000. évi C. törvény a számvitelről
 URL: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0000100.tv>
- Baranyi A., Faragó Cs. & Fekete Cs. (2016). A KKV vállalkozások pénzügyi típusjelenségeinek vizsgálata a kutatás-fejlesztés tükrében. *Acta Carolus Robertus*, 6(2), 7–21.
 DOI: <http://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.256131>
- Bodzási B. (szerk., 2019). *Devizahitelezés Magyarországon : A devizahitelezés jogi és közgazdasági elemzése*, Corvinus Egyetem, Budapest, ISBN 978-963-503-775-9
 URL: <https://unipub.lib.uni-corvinus.hu/4108/>
- Csajbók A., Hudecz A. & Tamási B. (2010). *Foreign currency borrowing of households in new eu member states*. (MNB occasional Papers 87.), MNB, Budapest
 URL: <https://www.mnb.hu/letoltes/op-87-1.pdf>
- Horváth S. A., Koltai J. & Nádasdy B. (2011). *Strukturált finanszírozás Magyarországon*, Alinea, Budapest, ISBN: 978-963-965961-2
- Lentner Cs. (szerk., 2015). *A devizahitelezés nagy kézikönyve*. Nemzeti Közszerzési és Tankönyv Kiadó Zrt., Budapest. ISBN 978-615-344-62-6, p. 13.; p. 110.
- Lentner Cs. (2017). A lakossági devizahitelezés kialakulásának és konszolidációjának rendszertani vázlata – államháztartási és nemzetközi összefüggésekben; *Acta Humana*, 5. (4). 51–70.
 URL: <https://real.mtak.hu/122171/>
- Madácsi R. & Walter, Gy. (2016). *Projektfinanszírozás. Vállalatfinanszírozás a gyakorlatban*. Alinea Kiadó, Budapest, ISBN: 978-615-530359-3
- Magyar Bankszövetség – MTI 2006. *Nem kell félni a devizaalapú konstrukcióktól*, 2006.01.31; MTI hírchívum
 URL: <https://archiv1988-2005.mti.hu/Pages/HirSearch.aspx?Pmd=1&Pmd=1>
- Magyar Nemzeti Bank (MNB). *Hitelezési jelentés 2007. szeptember*, Fischer Éva (elemz.)
 URL: <https://www.mnb.hu/letoltes/hitelezesi-felmeres-200709.pdf>
- MNB árfolyamok*.
 URL: <https://www.mnb.hu/arfolyam-lekerdezes>
- Newitt, P. K. & Fazio, F. (1997). *Projektfinanszírozás*. Co-NexKönyvkiadó Kft, Budapest, ISBN: 963-8401-33-8
- Pénzügyi Szervezetek Állami Felügyelete (PSZÁF): Éves jelentés 2004, p.18.
 URL: <https://www.mnb.hu/letoltes/publ-jelentes-2004eves.pdf>
- Standard and Poor's (2007). *Project Finance: Updated Project Finance Summary Debt Rating Criteria*
 URL: <https://www.maalot.co.il/publications/MT20120529105458.pdf>
- Walter Gy. (2016). *Kereskedelmi banki ismeretek*. Alinea Kiadó, Budapest, ISBN: 978-615-530399-9
- Walter Gy. (2019). Vállalati és projekt devizahitelek alakulása és kockázata Magyarországon. In: Bodzási (szerk., 2019): *Devizahitelezés Magyarországon: A devizahitelezés jogi és közgazdasági elemzése*. Corvinus Egyetem, Budapest, p. 402–415, ISBN 978-963-503-775-9
 URL: <https://unipub.lib.uni-corvinus.hu/4108/>
- Yescombe, E. R. (2008). *A projektfinanszírozás alapjai*. PANEM Kiadó, Budapest; ISBN: 978-963-545480-8

* A tanulmányban előforduló webes hivatkozások letöltési ideje: 2024. december 30.

Traffic networks and wildlife management: economic aspects of wildlife-vehicle collisions in Hungary

Márk Ferenc KOVÁCS¹ – Tamás TARI²

¹PhD Student, Human-Wildlife Interactions Research Group, Institute of Wildlife Biology and Management, University of Sopron, Hungary

²PhD Associate Professor, Human-Wildlife Interactions Research Group, Institute of Wildlife Biology and Management, University of Sopron, Hungary

KEYWORDS

- natural resource
- public road
- sustainability
- value assessment

ABSTRACT

The public road network puts significant pressure on wildlife species. Road-related mortality is among the first causes of death of huntable species as well. In their case, it causes measurable economic damage to the Hungarian game management sector through wildlife-vehicle collisions (WVCs). Our main goal was to analyze temporospatial patterns of roadkills from the perspective of wildlife management and quantify the economic loss of the sector using WVC data from the Hungarian Game Management Database and legally established wildlife management values of huntable species. We found that a total of 318,480 collisions were reported by game management units during the study period. Our investigation found that the highest annual economic damage suffered by the sector was in 2021 with 5.768 million euros between 2000 and 2021. According to our study, the most threatened species are pheasant (*Phasianus colchicus*), brown hare (*Lepus europeus*), and roe deer (*Capreolus capreolus*), their occurrence in WVCs determines the economic loss of counties. Our investigation found that small or big game-dominant counties suffer significantly less financial damage from WVCs than the ones with mixed populations of the two animal groups.

JEL-codes: O13, L92, Q56

Introduction

Habitat fragmentation is threatening biodiversity globally (Crooks et al. 2017). Due to the intensification of anthropogenic impacts, especially the development of road networks, fragmentation degrades wildlife habitats

¹ E-mail: kovacsmf20@student.uni-sopron.hu
MTMT: 10089713

² E-mail: tari.tamas@uni-sopron.hu
MTMT: 10027944

worldwide (Bennett 2017). The increasing length of public roads and the larger number of registered vehicles make it even worse year by year (Wilkins et al. 2019; Schwabe et al. 2000). Along with the intensive development of the highway network in Hungary, traffic on public roads has increased significantly. The mean daily traffic was 2519 vehicles/day in 2000 (Thurzó 2001), it has increased by 52.82% to 4026 vehicles/day by 2021 (Janás 2022). At the same time, the number of cars in traffic also rose by 70% (KSH 2022). Road networks put significant pressure on wildlife with their negative effects, especially with wildlife–vehicle collisions (WVCs), which are one of the main causes of mortality for many species (Forman and Alexander 1998). Animal victims of WVCs come from a wide range of taxonomy groups, many of them are endangered animals, but the mortality of huntable species is remarkable due to their population density (Cserkész & Farkas 2015; Borza et al. 2021). The lower volume of traffic causes decrease in WVCs, which was evident during the restrictions due to the COVID-19 epidemic (Bíl et al. 2021). Among large mammals, populations of roe deer (*Capreolus capreolus*) red deer (*Cervus elaphus*), and wild boar (*Sus scrofa*) are mostly threatened by WVCs in Hungary, but red fox (*Vulpes vulpes*) and European badger (*Meles meles*) also jeopardized by road traffic (László & Faragó 2013; Markolt et al. 2012; Csányi et al. 2021). However, WVCs are hazardous to human life, and the damage caused in vehicles represents a significant value (Hothorn 2015), the economically measurable damage caused in wildlife is often out of the scope of related literature. Large scale of accidents end up with the death of wild animals involved, yet a lot of WVCs remain unreported for acting authorities (Gkritza 2013). At the same time, the number of collisions involving huntable species shows an increasing trend considering statistical data available for research. (Morelle et al. 2013). The economic loss caused by the mortality of huntable species is suffered by the game management sector, which represents an independent management area within the agricultural sector in Hungary. (Schiberna & Szalai 2015). Depending on the sex and age (therefore the trophy size), the game species hit in collisions can represent market value that can be a painful loss for game management units. Collisions deprive units not only of the income by selling meat, but also the opportunity to sell hunting and related services, which in itself represent high market value in the case of trophy hunting (Tisdell & Wilson 2004). Hungarian hunting market have a high demand of both domestic and foreign hunters for big and small game hunting opportunities (Ristic et al. 2013). Pricing of market participants is typically determined not only by the pricing policy of

competitors, but the quality of habitat, services related to hunting (Martinez-Jauregui et al. 2014), export or import sales, or the organizational form and economic performance of game management units (Little & Berrens 2008). For this reason, it is possible that consumers in different parts of the country may encounter different prices when choosing the same hunting option. This makes it quite difficult to calculate market prices during analyses since averaging from a couple of price lists does not give a representative value. Thus we can meet with different wildlife evaluation methods in studies for determining the economic value of wild animals (Gren et al. 2018). The Act LV. of 1996 on wildlife protection, game management, and hunting regulates the game management sector in Hungary. For the implementation of the Act, the Ministry of Agriculture and Rural Development also issued Decree 79. of 2004 (V. 4.) with detailed rules (Pulay 2004). In the 20. annex of the decree, the legislator established game management value for every huntable species and fallen antlers. The magnitude of these values depends on sex or trophy-measuring properties for different specimens of huntable animals.

Materials and methods

In this study, we analyzed yearly statistics of the Hungarian Game Management Database (Csányi et al. 2021) about animals hit in wildlife-vehicle collisions both on the national and county levels between 2000 and 2021. We collected and organized WVC data into a database in Microsoft Excel. For each year we gathered WVC data by county and by every species involved in the statistical yearbooks detailed by sex and age: red deer (*Cervus elaphus*), fallow deer (*Dama dama*), roe deer (*Capreolus capreolus*), mouflon (*Ovis aries*), wild boar (*Sus scrofa*), brown hare (*Lepus europeus*), pheasant (*Phasianus colchicus*) and grey partridge (*Perdix perdix*). Other than that we used additional data sources, for instance, the number of registered vehicles and the length of public roads are based on the dataset of the Hungarian Central Statistical Office. We used the yearly statistics of the Hungarian Road Databank for average national daily traffic. For estimating the economic loss of game management we calculated with the legally established game management value for each species. In the case of big game species the decree provides different values for male and female animals and among males, different values are implemented for different trophy sizes (antler/horn/tusk size). Therefore when we calculated the value of male big game animals hit during collisions, we used weighted averages where weights were calculated

from trophy-evaluation data of the harvested males of certain species for every year of the analysed period. Except for wild boar males because it is not mandatory to submit wild boar tusks for official trophy evaluation under the length of 16 centimeters. Thus in the case of male wild boar, we used the normal average of two different values. In the case of small game species, only pheasant has different values for different sexes, here we used normal average of values too. We used PAST4 software for statistical analyses (Hammer et al. 2001). We checked the normality of WVC data through the Shapiro-Wilk test. The number of animals hit in collisions was found to be normally distributed, so parametric tests were performed (ANOVA, Tukey's pairwise). For analyzing annual trends of WVCs, Spearman's rank correlation analyses were performed.

Results

Firstly, all the WVC data from the Hungarian Game Management Database were gathered, so that we could identify quantitative trends and temporospatial patterns of collisions. We found out that a total of 318,480 collisions were reported by game management units between 2000 and 2021. The lowest yearly number of WVCs is 9,401 (in 2000), the highest is 17,775 (2021), and the mean value is 14,476.36 for the period. The yearly value of WVCs increased from 2000 until 2011 with unique setbacks in 2006 and 2010. It can be observed that there was a trend of decrease and stagnation between 2012 and 2017. From 2018, the rise in the number of WVCs can be seen year by year. For the next step, we divided the absolute values of WVCs by the cross-sectional national average daily traffic data for each year. In this case, the trend of collisions is rather stagnating than increasing (Figure 1). Calculating with absolute numbers, linear correlation can be recognized in the annual trend (Spearman's rank correlation. $r=0.608$; $p=0.0027$), but in the case of area-specific tendency, no significant connection can be identified ($r=-0.029$; $p=0.894$).

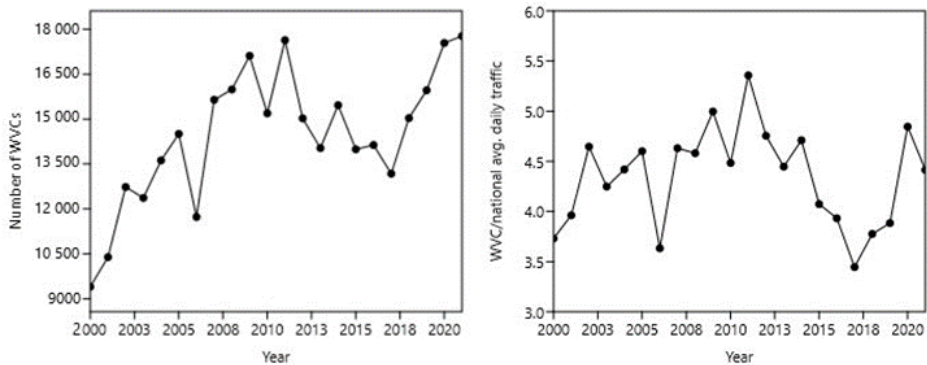


Figure 1. Development of wildlife – vehicle collisions in absolute value and with the national average daily traffic 2000–2021

For analyzing spatial patterns of WVCs, we gathered collision data for each county of Hungary for every year of the studied period. Instead of absolute values, we expressed the number of WVCs in each county per 100 km of public roads for better comparison in statistical analysis. Due to high variance, it was necessary to classify the counties ($n = 19$) according to the mean value

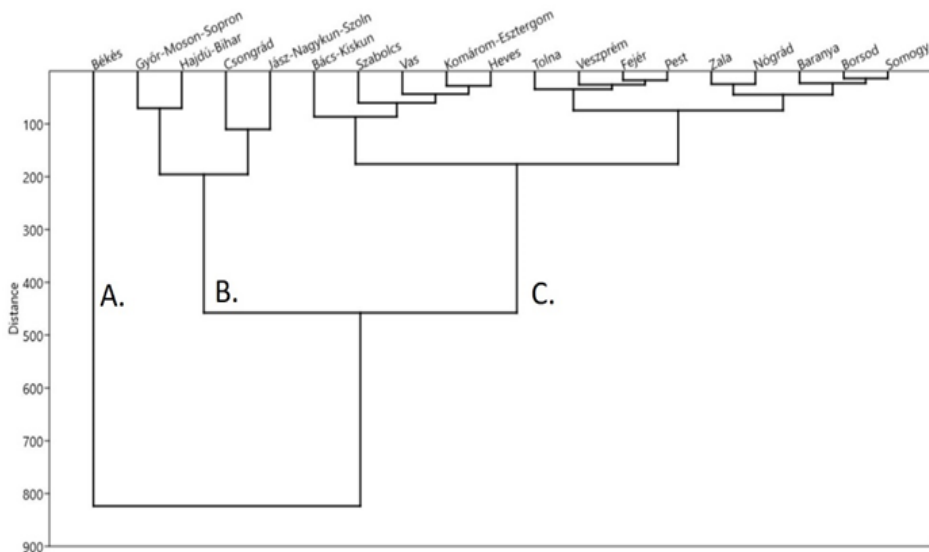


Figure 2. Grouping of counties by number of WVCs per 100 km

of collisions to differentiate groups with similar WVC characteristics. For this purpose, cluster analysis (Ward's method) was performed, and three

main groups (A., B., C.) were separated based on the yearly number of collisions per 100 km (Figure 2).

The difference between the groups was significant (ANOVA: $F_{(2, 63)}=260.6$, $p<0.001$). Tukey's pairwise test also proved the differences between the groups (A. \leftrightarrow B.: $Q=22.53$, $p<0.001$; B. \leftrightarrow C.: $Q=8.76$, $p<0.001$; A. \leftrightarrow C.: $Q=31.29$, $p<0.001$). Group A. includes Békés county with an average of 186.21 animals hit in WVCs per 100 km. Group B. contains four counties (Jász-Nagykun-Szolnok, Hajdú-Bihar, Csongrád-Csanád and Győr-Moson-Sopron) with an average of 73.84 animals. Group C. includes fourteen counties (Bács-Kiskun, Szabolcs-Szatmár-Bereg, Vas, Komárom-Esztergom, Heves, Tolna, Veszprém, Fejér, Pest, Zala, Nógrád, Baranya, Borsod, Somogy) with 30.16 mean value. The cluster analysis divided the counties into one group with a higher average, one with a middle and one with a lower mean number of collisions (Figure 3).

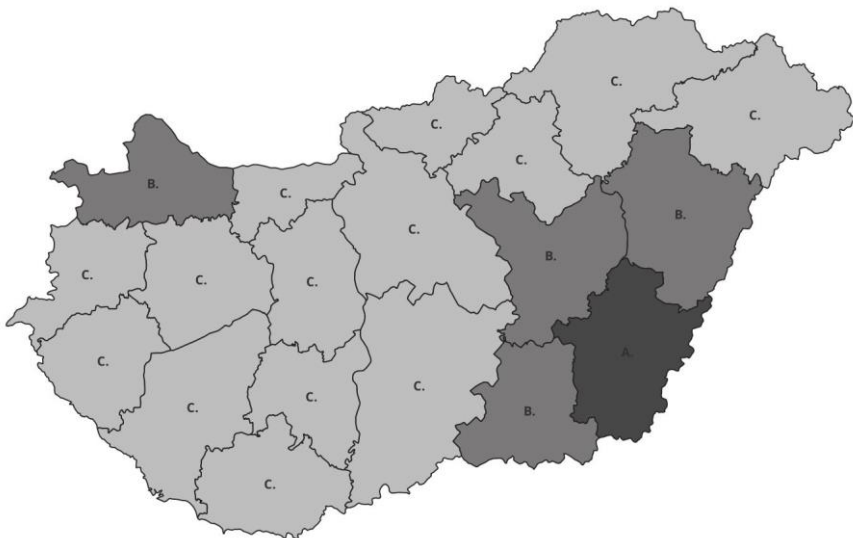


Figure 3. Spatial characteristics of WVCs according to the cluster analysis

For analyzing the characteristics of economic loss, all the species involved in roadkills were determined in all groups. Firstly, we estimated the average values of the distribution of species in groups by the average of each year's distribution during the study period. As a result, different distributions of species can be identified. In Group A., the presence of small game species are dominant, brown hare, pheasant, and grey partridge take an average of

89.13% of all WVCs, roe deer were the victim in only 10.34% of collisions. Other species are involved in only 0.53% of all roadkills. In Group B. small game have a smaller share, these species were hit in an average of 77.13% of total WVCs. In this group, roe deer was killed in 20.38% of collisions, other big game species like red deer (0.97%) and wild boar (1.25%) also have increased share. Group C. is big game species are in focus: roe deer (38.70%), red deer (8.19%), wild boar (5.51%), and fallow deer (0.94%) take most of the share. Small game species were involved in an average of 46.51% of all collisions (Figure 4).

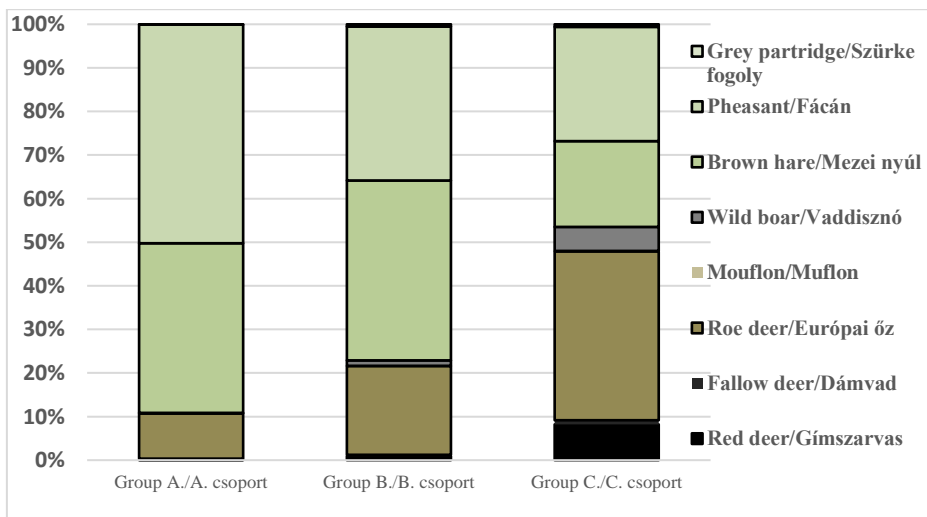


Figure 4. Species distribution based on the groups' average WVC data between 2000 and 2021

As it can be seen in Figure 5, yearly economic loss shows a temporal pattern quite similar to the absolute number of WVCs. It has an increasing trend throughout the study period with unique setbacks. The highest economic damage was reached in 2021 with 5.768 million euros. The share of groups in the game management sector loss shows similar characteristics in every year of the study period. Group A. takes an average of 10.88% of all economic damage, Group B averages at 24.16%, while Group C. has the highest share with an average of 64.96% of the total loss. Considering the average economic loss per WVC value for each group, Group A. has the lowest with 160.33 EUR/WVC, Group B. is the second with 217.52 EUR/WVC, while Group

C. leads with 360.7 EUR/WVC. National average economic loss/WVC is 278.45 EUR/WVC.

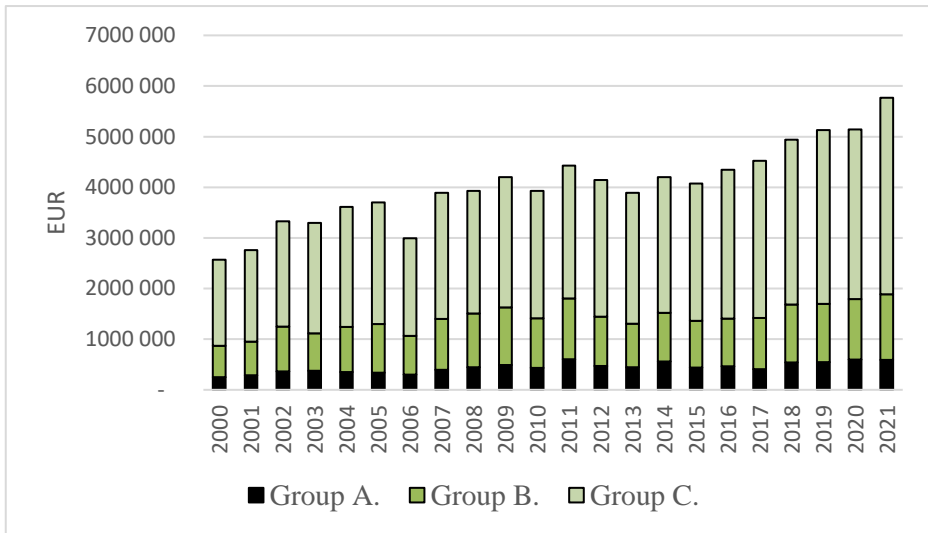


Figure 5. Economic damage of groups in EUR (calculated with 376,74 EUR/HUF) 2000–2021

Discussion

The development of public roads and traffic infrastructure has a negative effect on wildlife in both ecological and economic manner. Humanity has to find an answer to the question of how we can compensate these negative effects with sustainable development so that future generations also can experience the natural values that are present nowadays. With our study, our main goal was to analyze roadkills from the perspective of wildlife management and quantify the economic loss of the sector using WVC data from the Hungarian Game Management Database and legally established wildlife management values of huntable species. During our 22-year study period, 318,480 game animals were killed on Hungarian roads according to the game management units' yearly reports. Because of the narrow range of data, we could calculate with „profitable-species” only, since despite the large road mortality of predator species like red fox and european badger, they are not reported among WVC data by the units. Analyzing the temporospatial pattern of WVCs we found a stable growth in the number of killed animals each year with unique setbacks, but it doesn't necessarily correlate with the elevated

traffic on public roads. Notwithstanding the related results mentioned in the introduction, decreased traffic can elevate wildlife road use. Thus the absolute number of WVCs can not decrease (Abraham & Mumma 2021). It allows us to conclude that ecological and habitat differences have a greater impact on the mortality of huntable species than the traffic itself, which also can be seen through our results regarding spatial characteristics. The cluster analysis divided the counties of Hungary into three different groups according to the average number of WVCs per 100 km. The result of classification shows that traditional „small game counties” with a higher rate of agricultural habitats and with lowland locations have a higher number of accidents significantly, because of the greater road-related mortality of these species, especially brown hare and pheasant. These counties belong to Group A. Counties that have habitat types allowing to manage large population density of both small and big game species make a different group (Group B.), while highly forested, traditionally „big game counties” located in Western and Northeastern Hungary got into the third faction (Group C.). According to the roadkill dataset, 64.02% of the total number of collisions caused the death of small game species ($n = 203,918$), and in 35.97% of WVCs large mammals were involved ($n = 114,562$) between 2000 and 2021. The most threatened species are pheasant (33.30%, $n = 106,041$), brown hare (30.27%, $n = 96,403$), and roe deer (27.69%, $n = 88,185$) as the most commonly roadkilled large mammal across Central Eastern Europe (Bíl et al. 2021; László & Faragó 2013). For this reason, it is among the most mentioned species in European WVC-related studies along with wild boar and red deer as well (Pagany 2020). Despite the fact of the relatively high occurrence of roadkilled large wildlife species with high game management values (even higher in the case of males with trophies), the number of accidents with the said three species with less monetary value determines the economic loss of game management units. Counties with a high rate of big game species roadkills have much higher economic loss per roadkilled animals, however, the large number of small game species hits can increase the total economic damage significantly. Most of the WVC-related studies highlight the importance of mitigation measures or propose solutions against roadkills, which are welcome not only for human safety and preventing economic loss but for the sake of wildlife with high value lost on public roads.

References

- Abraham, J.O. and Mumma, M.A. (2021). Elevated wildlife-vehicle collision rates during the COVID-19 pandemic. *Scientific Reports*, 11, 20391.
DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99233-9>
- Bennett, V. J. (2017). Effects of Road Density and Pattern on the Conservation of Species and Biodiversity. *Current Landscape Ecology Reports*, 2: 1–11.
DOI: <http://doi.org/10.1007/s40823-017-0020-6>
- Bíl, M., Andrášik, R., Cícha, V., Arnon A., Kruuse M., Langbein, J., Náhlik, A., Niemi, M., Pokorny, B., Colino-Rabanal, V. J., Rolandsen, & C. M., Seiler A. (2021). COVID-19 related travel restrictions prevented numerous wildlife deaths on roads: A comparative analysis of results from 11 countries. *Biological Conservation*, Vol. 256, April 2021, 109076.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109076>
- Borza S., Godó L., Csathó A. I., Valkó O., & Deák B. (2021). A közúti közlekedés természetkárosító hatása a magyarországi gerincesfaunára – Szakirodalmi áttekintés. *Természetvédelmi Közlemények* 27: 1–17.
DOI: <http://doi.org/10.20332/tvk-jnatconserv.2021.27.1>
- Crooks, K. R., Burdett, C. L., Theobald, D. M., King, S. R. B., Marco, M., Rondinini, C., & Boitani, L. (2017). Quantification of habitat fragmentation reveals extinction risk in terrestrial mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(29), 7635–7640.
DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1705769114>
- Csányi, S. (ed., 2021). *Vadgazdálkodási Adattár – 2020/2021. vadászati év. Országos Vadgazdálkodási Adattár, Gödöllő*, 70.
- Cserkész T., & Farkas J. (2015). Annual trends in the number of wildlife-vehicle collisions on the main linear transport corridors (highway and railway) of Hungary. *North-Western Journal of Zoology* 11(1), 41–50.
- Forman, R. T. T., & Alexander L. E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29(1), 207–231.
DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207>
- Gkritza, K., Souleyrette, R. R., Baird, M. J., & Danielson, B. J. (2013). Empirical Bayes Approach for Estimating Urban Deer-Vehicle Crashes Using Police and Maintenance Records. *Journal of Transportation Engineering*. 140(2).
DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000629](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000629)
- Gren, I., Svensson, T. H., Elofsson, K., & Engelman, K. (2018). Economics of wildlife management—an overview. *European Journal of Wildlife Research* 64(22).
DOI: <https://doi.org/10.1007/s10344-018-1180-3>
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electron*, 4(1), 9.
- Hothorn, T., Müller, J., Held, L., Möst, L., & Mysterud, A. (2015). Temporal patterns of deer-vehicle collisions consistent with deer activity pattern and density increase but not general accident risk. *Accident Analysis & Prevention*, 81: 143–152.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.04.037>
- Janás L. (ed., 2022). *Az országos közutak 2021. évre vonatkozó keresztmetszeti forgalma*. Magyar Közút Nonprofit Zrt. 2022. június.

- Központi Statisztikai Hivatal (2022). Összefoglaló táblák (STADAT), 24.1.1.23. *A közúti gépjárművek száma járműnemenként, az év végén.*
- László R., & Faragó S. (2013). Nagyvelutések területi megoszlása 1998-2007 közötti időszakban Magyarországon. In: Tóth, M., Simigla, Sz.; Puky, M. (ed., 2013). *Vonalas létesítmények és élővilág: Kapcsolatok, megoldások, monitoring.* Vonalas létesítmények IENE Műhelytalálkozó. Budapest, Magyarország: 32.
- Little, J. M., & Berrens, R. P. (2008). The Southwestern Market for Big-Game Hunting Permits and Services: A Hedonic Pricing Analysis. *Human Dimensions of Wildlife* 13(3), 143–157.
DOI: <https://doi.org/10.1080/10871200701883580>
- Markolt F., Szemethy L., Lehoczki R., & Heltai M. (2012). Spatial and temporal evaluation of wildlife-vehicle collisions along the M3 Highway in Hungary. *North-Western Journal of Zoology*, 8(2): 414–425.
- Martinez-Jauregui, M., Herruzo, & A. C., Campos, P. (2015). What does hunting market price reflect? The role of species, landscape and management. *Wildlife Research*, 42(3): 280-289.
DOI: <https://doi.org/10.1071/WR14206>
- Morelle, K., Lehaire, F., & Lejeune, P. (2013). Spatio-temporal patterns of wildlife-vehicle collisions in a region with a high-density road network. *Nature Conservation*, 5, 53–73.
DOI: <http://doi.org/10.3897/natureconservation.5.4634>
- Pagany, R. (2020). Wildlife-vehicle collisions – Influencing factors, data collection and research methods. *Biological Conservation* Vol. 251, November 2020, 108758.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108758>
- Pulay, Gy. (ed., 2004). *Magyar Közlöny*, 62., (2004. május 4.). Magyar Hivatalos Közlönykiadó, Budapest.
- Ristic, Z., Sajko, G., Simat, K., & Matejevic, M. (2013). Comparative review of hunting tourism in the Czech Republic and Hungary. *Researches Reviews of the Department of Geography, Tourism and Hotel Management* 42., 205–220.
- Schiberna, E., & Szalai, Á. (2015). Economic Analysis of Wild Game Management Sector in Hungary – Red Deer as National Heritage endangered. *Tanulmánykötet Mészáros Károly tiszteletére*, 7., 73–81.
- Schwabe, K. A., Schuhmann, P. W., Tonkovich, M. J., & Wu, E. (2000). An analysis of deer-vehicle collisions: the case of Ohio. *Human Conflicts with Wildlife: Economic Considerations*. 10.
- Thurzó G. (ed., 2001). *Az országos közutak 2000. évre vonatkozó keresztmetszeti forgalma.* Állami Közúti Műszaki és Információs Kht. 2001 május.
- Tisdell, C., & Wilson, C. (2004). Economics, Wildlife Tourism and Conservation: Three Case Studies. *Economics, Ecology and the Environment Working Paper* No. 112. University of Queensland, Brisbane, Australia.
- Wilkins, D. C., Kockelman, & K. M., Jiang, N. (2019). Animal-vehicle collisions in Texas: How to protect travelers and animals on roadways. *Accident Analysis and Prevention*, 131., 157–170.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.05.030>

Hiking habits and tourist flow patterns in the Bakony Mountains* – in favour of sustainable forest tourism management

György CZIBULA¹

¹PhD hallgató, Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola, Sopron

KEYWORDS

- forest tourism
- tourist flow patterns
- hiking habits
- active tourism demands
- sustainable active tourism services

ABSTRACT

Despite the fact that forest tourism is becoming more and more popular every year, we still know little about the real participant numbers, apart from local estimates. However, 30-31 million visitor days were estimated in the forests managed by Pilisi Parkerdő Ltd. in 2020. (Pilisi Parkerdő Ltd., 2020), but temporal and spatial distribution is missing. We conducted our research based on live visitor counts in Bakony Mountains with the aim of collecting data for the forest tourism service providers. With the results, it becomes possible for the service provider to determine development directions that meet the needs, as well as to introduce sustainable visitor management in the future. On the demand (visitor) side, targeted and demand-oriented developments increase the experience factor of the time spent in the forest. On the supply (service provider) side, knowing the motivations makes the performance of public welfare tasks more efficient, which directly contributes to improving the sector's image.

JEL-codes: L23, Q23, Z32

KULCSSZAVAK

- erdei turizmus
- turistaáramlási minták
- aktív turizmus igények
- fenntartható aktív turisztikai szolgáltatások

ABSZTRAKT

Túrázási szokások és turistaáramlási minták vizsgálata a Bakonyban – a fenntartható erdei turizmus menedzsment szolgálatában | Annak ellenére, hogy évről évre egyre népszerűbb az erdei turizmus, a benne résztvevők valós számáról a helyi becsléseken kívül még mindig keveset tudunk. 2020-ban azonban 30-31 millió látogatónapot becsültek a Pilisi Parkerdő Zrt. területén (Pilisi Parkerdő Zrt., 2020), de az időbeli és térbeli megoszlás hiányzik. Kutatásunkat élő látogatószámlálás alapján végeztük a Bakonyban, azzal a céllal, hogy adatokat gyűjtsünk az erdei turisztikai szolgáltatók számára. Az eredményekkel lehetővé válik a szolgáltató számára az igényeknek megfelelő fejlesztési irányok meghatározása, valamint a fenntartható látogatómenedzsment bevezetése.

* Transdanubia, Hungary

¹ E-mail: czibula.gyorgy@phd.uni-sopron.hu
MTMT: 10076968

tése. Keresleti (látogatói) oldalon a célzott és keresletorientált fejlesztések növelik az erdőben eltöltött idő élménytényezőjét. A kínálati (szolgáltatói) oldalon a motivációk ismerete hatékonyabbá teszi a közjóléti feladatok ellátását, ami közvetlenül hozzájárul az ágazat imázsának javításához.

JEL-kód: L23, Q23, Z32

Introduction, goals

Ecotourism is one of the fastest growing tourism sectors worldwide, and the development of the area received another boost during and after the Covid epidemics. Nature-based tourism includes the activities of people when they visit natural areas outside their usual environment (Fossgard – Fredman 2019). The focus is on travel and recreation, so that people can enjoy natural areas and biodiversity both on land and in water. Nature-based tourism can take many forms, including wildlife watching, bird watching, forest tourism, walking, cycling, fishing, adventure tours or even waterfront tourism. The purpose of nature-based tourism can be to serve the community (community-based tourism), or it can also be scientific, research, voluntary and educational. Within these areas, Germany, France, the Netherlands, Belgium, Poland and the Czech Republic are the most relevant European markets. (CBI 2023)

Climate change is today's most urgent global challenge, which affects every area of our lives, every economic sector, every region and big city. The tourism ecosystem will not only benefit from a cleaner and healthier environment, but will also be an important player, contributing to the common goals of a climate-neutral Europe (European Commission, 2023).

Making European tourism more environmentally friendly is part of the broader objective of creating a more sustainable and responsible ecosystem, a process that includes all actors of multi-level governance: industry, destinations, national, regional and local authorities, but also the consumer – including the tourist (European Commission, 2023). According to the UN World Tourism Organization, sustainable tourism development “takes full account of its current and future economic, social and environmental impacts, taking into account the needs of visitors, industry, the environment and host communities” (UNWTO, 2023).

Sustainable travel has guided European tourism policy in recent years, driven by the growing demand and expectations of travellers and host communities. While the COVID-19 crisis has crippled travel in recent years, it

has also been a unique opportunity to restart, change and become more resilient in cultural mindsets (European Commission, 2023).

From the point of view of forest tourism, it is particularly important that the Forestry Strategy published by the European Commission also prioritizes ecotourism. The aim of the strategy is to increase the area of forests and improve their quality. The multifunctional forests of the EU are facing the reversal of negative trends and a high degree of uncertainty caused by climate change, which they are trying to improve by increasing their resilience (EPRS, 2022). Among the measures proposed in the new forestry strategy, to be reviewed in 2025, is forest tourism: the promotion of alternative forest industries such as ecotourism and non-wood products such as honey and herbs.

The rich cultural and natural heritage of European countries has made tourism a priority. This status creates a demand for the examination of tourism, with particular regard to the analysis of its sustainability. Several authors have drawn attention to the difficulties of transferring the principles of sustainable development to a specific sector, there is a consensus that a local level analysis should be carried out, using indicators as a key tool (Navarro et al., 2020). For the time being, there are no developed statistical databases or available current research reports to examine the number of visitors to ecotourism and to examine the development of the tourist sites concerned. There is a need to create databases for each country, or to examine the places dealing with sustainable tourism and ecotourism, the number of visitors and other characteristics, such as environmental and economic effects.

The growing popularity of forest tourism has recently been accompanied by an increase in visits to popular destinations, which automatically led to management problems (Newsome et al., 2007). Overcrowding not only causes damage to nature in vulnerable places (Eagles – McCool, 2002), but can also have a detrimental effect on other activities in a given area (e.g. forestry management).

As the demand for recreation in nature has increased worldwide in the last decade, a similar trend can be observed in Hungary. Based on 2022 data, 40-50 million visitors are registered in Hungary's forests every year (ALON, 2022), which is significantly more than in the pre-covid era. National park directorates continuously develop ecotourism facilities and offer various programs that serve tourists and social needs arising in connection with spending quality leisure time. Based on the description of the Ministry of Agriculture's Deputy State Secretariat for Nature Protection (TVHÁT), the development and maintenance of a nature-centred way of thinking is an equally important

part of environmental and nature protection as habitat protection or biodiversity protection. Arousing interest is a fundamental part of commitment and the creation of a profitable ecotourism industry (TVHÁT, 2023).

Based on the description of the State Secretariat for the Environment, state forestry companies and national park directorates have built or renovated more than 100 forest accommodations in the last ten years, and another 25 new visitor centres and 40 look towers have been built in the country. From a tourist point of view, it is important that the entire length of the Blue Trail has been renewed, and new infrastructure items are constantly being built all over the country (State Secretariat for the Environment, 2019).

As highlighted above, tourism in the natural environment has become more and more popular in recent years, so the relationships between recreational activities and natural resources, as well as the economy of the area, require further attention. For this reason, we organized a research among forest visitors in the Bakony Mountains with the aim of collecting data of participants of forest tourists, their hiking habits and their needs concerning tourist services.

Materials and Methods

The research programme was set up as a two day long (6-7th May, 2023.) live visitor count and interview by questionnaires, with the help of volunteers (see chapter 6.). The examined period is short, but suitable for showing general tourist flow rates. We could not implement a longer period due to the lack of availability of a large number of volunteers. The research took place in the Bakony Mountains, on 11 counting points, which are the most popular entry points of the area (figure 1.).

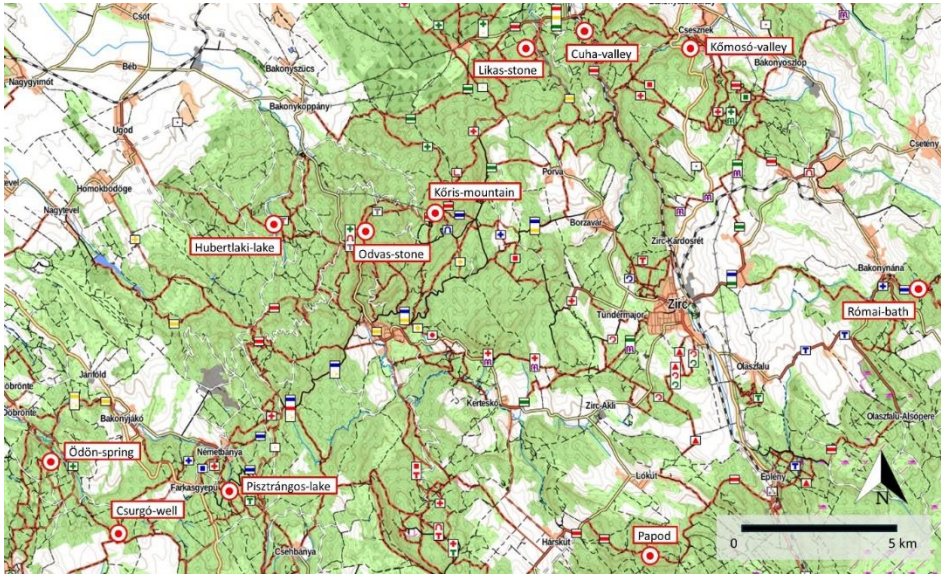


Figure 1. Counting points (source of map: turistautak.hu with own editing)

The choice was made for two spring weekend days because May already falls on the tourist season and most of the hikers tend to hike on weekends. We chose target points as counting points instead of starting points, since it would have been difficult to cover the relatively large area of the mountain range with the few interviewers available. For this reason, we took particular care to ensure that the interviewer accurately records the route and the starting/finishing point of the hikers.

On the days of the count, the weather was favourable for a possible trip. Basically, it was sunny, not too hot, calm spring weather. Most importantly, there was no significant rain, only on the morning of the second day was a few drops of rain on the northern counting points. During the counting weekend, there were several events that could have had an influence on the numbers in a positive or negative way. High school graduations took away, while “Gyepű” power hike² slightly boosted attendance, particularly at the western counting points. We considered these events balance each other, so we ignored them when processing the numbers.

The data collection itself took place in two stages. The interviewer asked the arriving hiker about the following on the counter sheet: route, number of people, activity, type of tour and degree of planning. Data collection on the

² In some countries: endurance hike

counting sheet took 1-2 minutes. Then the interviewer continued with the 20-25 minute questionnaire, consisting of mostly open-ended questions, about hiking habits and attitudes. Due to the time it required, it was not mandatory to fill out the questionnaire on the spot, the interviewer could also hand it over using a QR code for later completion. We collected 189 answers, which is 3.6% of the counted hikers. This is unfortunately a rather low representation, but enough for statistical research.

Results and Discussion

The results came partly from the counting sheets and partly from the questionnaires. The processed results were handed over to the forest manager of the area (Bakonyerdő Ltd.) with the aim of revealing the basic characteristics of forest tourism in the Bakony Mountains. On the one hand, the visitor numbers were determined comprehensively for the first time, covering the entire mountain range. The survey was completed over a full weekend, which gave it a gap filling character indeed. On the other hand, a comprehensive survey of the hiking habits, attitudes and service needs of the visitors has not yet been carried out in the area. We will discuss the results divided into two parts, with regard to the counting sheet and the questionnaire.

Results of the counting sheets data

The most important goals of data collection on the counting sheet were the following:

- Determining the number of hikers in the Bakony Mountains at a given time
- Determining the distribution of hikers
- Determining the nature of the tours (one-way or circular tour, length of tour, degree of planning)

In terms of the number of hikers, there were surprising results. The forest manager has had experiences with uneven distribution of visitors formerly, too. Examples include the overcrowding of the Cuha-valley, the increasing popularity of Hubertlaki-lake and the under-visitation of remote locations. However, the unevenness of the visitor numbers to this extent surprised everyone. While more than a thousand participants visited the Cuha-valley in two days, only a total of 19 people visited the equally spectacular and easily

accessible Likas-stone in two days (of which 0 visitor was registered on Sunday), which is barely one kilometre away from Cuha-valley (table 1).

Counting point	Number of persons 06.05.2023 Saturday	Number of person 07.05.2023 Sunday	Number of persons (total)
Likas-stone	19	0	19
Cuha-valley	1035	369	1404
Kőrös-mountain	130	50	180
Odvas-stone	132	49	181
Hubertlaki-lake	186	122	308
Pisztrángos-lake	118	114	232
Csurgó-well	36	24	60
Ödön-spring	102	31	133
Papod	15	10	25
Római-bath	364	241	605
Kőmosó-valley	118	116	234
Total	2255	1126	3381

Table 1. Data recorded on the counting points

Based on the summation of the data on the counting sheets, the character of the hikes can also be seen, which provides valuable information for the forest manager. The vast majority of hikers take a one-way hike and consciously plan their route in advance. The majority are pedestrian tourists (81%), followed by the group of cyclists (19%), and finally the group of horse-riders. The popularity of the horse-riding tour is low (a total of six horse-riders were registered during the weekend), which is due to the fact that the counting points were not typical horse-riding locations. As a result, we did not consider the horse riders' data as a guideline and did not include them in the scope of the investigation. Hiking with a dog is popular among pedestrians, but there is a large discrepancy in this regard between the data of the various counting points. The value of dog hikers among all hikers on foot was between 3-7%. The big differences are due to the fact that some locations (e.g. Kőmosó-valley) are difficult to walk with dogs due to the terrain conditions, or that hiking with dogs is not recommended due to the relatively larger crowd (e.g. Cuha-valley).

As a result of the data collected, the spatial distribution of hikers shows even more inequality than expected. There are especially overvisited locations, while there are very low visited places. Completed all this with the data of the hike character (slightly more than three quarters of the hikes are one-way hike), we can report clearly unfavourable effects, which causes much greater disturbance and harm in the natural environment, plus it worsens the visitors experience factor of the hike. Namely, the answer to the question “What is most important to you during the forest trip?” reveals that the second most important thing for the forest tourists is silence and tranquility. Now, the increased crowd caused by overvisited places generates the opposite effect, so the expected experience factor of the hike is missing.

Table 2 summarizes the most important negative effects derived from overvisited sites. It is important to distinguish between the effects determined on the service provider (forest manager) and the customer (visitor) side.

Unfavourable situation	Negative effect on service provider side	Negative effect on customer side	Explanation
Overvisited sites	Trampling damage and noise disturbance in natural environment Difficulties in forest management processes	Lack of expected experiences regarding silence and tranquillity Difficult access and poor quality of services	Over-visited forests cause problems for both service providers and customers, and even for nature itself.
Unequal distribution of visitors	Ineffective performance of public welfare tasks	Dissatisfaction among visitors	Unresolved problems, ineffective management

Table 2. Negative effects on overvisited sites

It is also evident in the example of the previously described Cuha-valley and Likas-stone (see Table 1, highlighted with green) that low visitation is not necessarily due to poor accessibility or a less appealing attraction. In our opinion, both locations are equally attractive and the accessibility is similar: they can be approached from the same newly built large parking lot, walking almost the same distance. The problem, which is the severely unequal attendance, stems from the fact that hikers simply do not know about Likas-stone. All of this is supported by the answers from the questionnaire: 57% of hikers planned their visit to a certain place upon previous experiences, 30% on the basis of some

kind of recommendation or information collected on the Internet. For the service provider (forest manager), this is a clear indication that recommendations and advertisements can effectively draw the attention of hikers to less visited places and thus make the spatial distribution of hikers smoother. Staying with the example: more news materials need to be created and shared about the Likas-stone, and further advertising of the Cuha-valley should be reduced. An existing example of the functioning of the method is the case of the Hubertlaki-lake: Bakonyerdő Ltd. reported, that the number of visitors has increased significantly over the past 5-7 years, which is due to the fact that the popularity of the place has increased through consciously distributed recommendations. In parallel, Bakonyerdő Ltd. reported, that the visitation of the formerly overvisited Odvas-stone (attraction in the nearby) was successfully decreased. This tendency was clearly visible on the counting sheets: absolute value of the visit to the Hubertlaki-lake (308 persons in total on two days) is now third in the Bakony Mountains and the value exceeds data of the Odvas-stone (181 persons in total on two days, see Table 1). A tactile result at Odvas-stone is a reduction in previously significant trampling damage and moderate disturbance in the natural environment and forest management processes.

Results of questionnaire data

In order to simplify the answer to the 35, mostly open questions in the questionnaire, we have prepared an “average” forest tourist whose characteristics can be determined by the highest average values obtained from the answers. Data of the average hiker are as follows:

- Arrives by car (73%)³ from a distance of 80-100 km (85%)
- Takes a half day long (47%) walking tour (81%) with the aim of being in the nature (80%)
- The three most important things during the hike are forest landscape (77%), silence (68%) and wilderness of nature (61%)

³ In other research areas (eg Börzsöny, Pilis) this value is much higher (Benkhard 2018). In the present research, we received relatively low value because the most popular location (Cuha-valley) can be accessed easily by train from the Győr and Veszprém, which are the cities sending the majority of tourist to the Bakony Mountains. It also shows that the existence/development of public transport has serious potential in reducing the negative effects due to traffic of the tourism sector. We are talking about the Győr-Veszprém railway line No. 11, which crosses mainly touristic forests and was almost closed down in 2006. Since then, it has continued to serve the growing tourist needs of the region; in fact, by obtaining the protection as an industrial monument, has become a forest tourist attraction itself, as well.

For the question “Why did you choose the Bakony Mountains as the destination of the hike?” 80% answered in the first place, that the reason was the forest.

Several questions were dealing with the delicate, yet less researched topic of the willingness to pay. The answers also revealed that forest tourists show a little willingness to pay for the direct public welfare functions created by the forest managers (such as forest infrastructure: marked paths, bridges, benches and tables), and pay more willingly for indirect services that are commonly recognised as paid services in other tourist sectors as well (such as exhibitions, museums and visitor centres).

We have also collected data on what services hikers most often use and what services are those, in relation to which payment is welcome. The three most important things are buffet (49%), public transport (48%), museums and exhibitions (38%). We note, that answers are somewhat contradictory, regarding the answers to the previous questions, where respondents have reported the importance of silence and the wilderness of nature in the forest, since requested services eliminate this character to a certain extent.

Exactly 40% of visitors are not willing to pay for parking at all, but almost as many (32%) believe that parking lots are essentially needed at the starting point of the hike. 43% fully agree and consider marked routes are necessary in the forest, but only 2% feel necessary the payment for a particular route, even if only a symbolic amount of money. In the next chapter we will address how the fee-based services, the willingness to pay and the sustainability of the forest tourism sector are related, how these three matters effect on each other and what results we can expect.

Conclusions

Seeing the results of the research, here we intend to make suggestions for the forest managers, who are responsible for a public welfare (forest tourism) service. According to the recommended measures service providers may develop sustainable forest visitor management. The collected data provided the areas of feasible improvement of services, and at the same time we learned more about hikers’ motivation and attitudes. Ultimately, foresters can serve cost-effectively the needs of forest tourism, without major disturbance of the natural environment and forest management processes. This approach result is mutual satisfaction on both sides. The results of the proposed measures will create the possibility of sustainable visitor management, which contributes in

a long term to prevent reduction of visitor experiences, moreover they provide the stable financial background of the forest tourism sector (table 3).

Unfavourable situation, negative effect	Recommended measure	Expected result	Explanation
Overvisited sites which cause decrease in visitor experience	Development and promotion of new attractions, new routes	Decrease in the number of visitors in busy places, increase in visitor experience	Forest tourists require tranquillity which is not available in overvisited sites
Unequal range of services	Conscious development of services that meet visitor needs	Easily available and better quality services	Service providers (forest managers) meet real needs in a planned manner
State: not sustainable visitor management	Measure taken: transition	Result: sustainable visitor management	Interpretation: long-term, feedback-based developments

Table 3. Recommended measures in favour of sustainable forest visitor management

Unfortunately, low willingness to pay does not serve sustainable forest tourism, as the forest manager has to cover costs from other fields of management (for e.g. timbering) and possibilities for new touristic developments are mainly the tenders. We know that a certain public welfare investment pays itself off only at an exceptional situation and it rarely generates revenue, but at least maintenance costs of these objects could be solved from visitors' payments. Nevertheless, increasing low willingness to pay in the society is still waiting, it is not impossible in the long run. To do this, the business plan of newly created forest tourism investments must include even a minimum amount of visitors' payments, which can be continuously increased.

Examining the willingness to pay, there is another important aspect that underlines the importance of the topic. In overvisited places the lack of sustainability is already measurable in a financial or in a natural environmental sense, thus it is necessary to control visitors by some means. Even symbolic payment obligations, as an element of the visitor management system, are capable of distributing visitors more efficiently in space and time, because visitors with low willingness to pay, simply avoid that location and head towards other (consequently under visited) locations. The smooth distribution of visitors relieves busy places and helps to make the less visited ones also sustainable. While the payment measures introduced will not be popular at

first, with professional explanations and education we can make visitors aware of the problem and who will thereby be able to commit themselves to the creation of sustainable visitor management in a long term.

Acknowledgements

I would like to thank the 23 volunteer interviewers for their help, without whom the research would not have been possible to carry out: Árpád Bánhidi, Laura Bertalan Bazsóné, Mária Jorán Dudarné, Gyöngyi Kiss, Tímea Csató, Máté Zábrák, Izabella Zábrák, Mátyás Zábrák, Borbála Benkhard, Kincső Nagy, Ildikó Druzsbaczkzy, Júlia Nagy, Zsuzsanna Mácsány, Éva Voczelka, Andrea Losits, András Molnár, Benjámín Sós Solyom, Tamás Nagy, Levente Nagy, Olivér Müll, Zoltán Czibula, Judit Vancsó Pappné, Vivien Bognár.

I am thankful for the support of the Bakonyerdő Ltd., who generously provided accommodation and meals for the volunteer interviewers.

References

- ALON (2022). *Felpörgött az ökoturizmus Magyarországon*. BlogPost, MTI, 2022-03-09 10:02.
 URL: <https://tinyurl.com/483b42ff>
- Benkhard, B. (2018). Determination of tourist flow patterns in a low mountain study area. *Tourism & Management Studies*, 14(3), 19-31.
 DOI: <https://doi.org/10.18089/tms.2018.14302>
- CBI – Ministry of Foreign Affairs (2023). The European market potential for nature tourism, Market information, tourism. BlogPost (03 January 2023)
 URL: <https://tinyurl.com/yn3mk7yy>
- Eagles P., & McCool S. (2022). Tourism in national parks and protected areas: planning and management. *Tourism Management*, 288–289., CABI Publishing, Wallingford, 2002
- EPRS – European Parliamentary Research Service (2022). New EU forest strategy for 2030, *Members' Research Service*, EP. 1-3.
- European Commission (2023). *Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, The green transition of tourism*
 URL: <https://tinyurl.com/4u6zk8y2>
- Fossgard K., & P. Fredman (2019). Dimensions in the nature-based tourism experiencescape: An explorative analysis. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, Volume 28, 100219, ISSN 2213-0780,
 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jort.2019.04.001>
- Navarro, J-L. A., Martínez, M-E. A., & Mondéjar J, J-A. (2020). An approach to measuring sustainable tourism at the local level in Europe. *Current Issues in Tourism*, 23(4), 423-437.
 DOI: <https://doi.org/10.1080/13683500.2019.1579174>
- Newsome, D., Moore, S. A., & Dowling, R. K. (2007). *Natural Area Tourism. Ecology, Impacts and Management. Aspects of Tourism*. Channel View Publications. Cleveland, Buffalo, Toronto, Sydney.
- Pilisi Parkerdő Ltd. (2020). *Idén csúcsot döntött a Pilisi Parkerdő látogatottsága*. Parkerdo.hu, BlogPost, 2020-12-07
 URL: <https://tinyurl.com/t7usxb32>
- State Secretariat for Environment (2019). *Új lendületet kap a hazai aktív- és ökoturizmus*. Kormany.hu, 2019. március 11. 13:19
 URL: <https://tinyurl.com/32zwtntu>
- Turistautak.hu (2024). Map-URL: <https://turistautak.hu/maps/mapnik>
- TVHÁT (2023). *Ökoturisztikai szolgáltatások*, Termeszettvedelem.hu, BlogPost, URL: <https://tinyurl.com/mrx74zwj>
- UNWTO – UN World Tourism Organization (2023). Sustainable development, BlogPost URL: <https://www.unwto.org/sustainable-development>

AI in Finance: Innovative Approaches for Sustainable Business Models

Künstliche Intelligenz im Finanzwesen: Innovative Ansätze für nachhaltige Geschäftsmodelle

Cedric BARTELT¹ – Alexander Maximilian RÖSER²

¹PhD Student, Business Economics & Management, University of Sopron, Sopron, Hungary

FOM University of Applied Science for Economics and Management, Essen, Germany

²PhD Student, Business Economics & Management, University of Sopron, Sopron, Hungary

FOM University of Applied Science for Economics and Management, Essen, Germany

isf – Institute for Strategic Finance, FOM University of Applied Science, Essen, Germany

KEYWORDS

- Artificial Intelligence
- Sustainable Business Innovation
- Finance, Digital Transformation
- Meta-Analysis

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) is increasingly recognized as a transformative force driving sustainable business innovation in the financial sector. This study conducts a methodological meta-analysis of existing research to examine AI's role in advancing sustainable finance. By systematically reviewing and synthesizing literature from peer-reviewed journals, industry reports, and academic sources, this study focuses on AI applications such as machine learning and neural networks that support environmental, social, and governance (ESG) objectives. Key applications include AI-driven financial forecasting, risk management, and auto-mated reporting systems that enhance transparency and facilitate green finance initiatives. Each selected study was rigorously evaluated for methodological quality and relevance to ensure robust findings. The analysis identifies recurring themes, challenges, and gaps in the current literature, with an emphasis on ethical considerations and regulatory compliance. The study provides insights into how AI can improve decision-making processes by integrating sustainability indicators, thus fostering long-term value creation in finance. The findings underscore AI's strategic importance in achieving sustainability goals and offer a foundation for future research and innovation in sustainable finance.

JEL-codes: O33, C18, G21, Q01, D83

¹ E-mail: iiorjk@uni-sopron.hu

MTMT: 10092139 | ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6309-4522>

² E-mail: c39bpt@uni-sopron.hu

MTMT: 10091155 | ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0604-5336>

Introduction

The intensifying imperative for global environmental and social solutions has elevated sustainability to a pivotal position in contemporary corporate strategic planning, particularly within the financial sector (Addison et al., 2024). Climate change, resource depletion, and social inequalities increasingly compel financial institutions to rethink their investment strategies and operational frameworks to align with sustainable development goals. Given their central role in capital allocation and risk management, financial institutions must integrate environmental, social, and governance (ESG) factors into decision-making processes to foster long-term economic and societal stability (Ding & Lee, 2024). However, achieving this integration remains a challenge due to the complexity and variability of ESG data, the need for real-time risk assessment, and regulatory uncertainties.

Problem Definition and Research Gap

Artificial Intelligence (AI) has emerged as a transformative force in the financial sector, providing data analytics, automation, and predictive modeling capabilities that can enhance sustainable finance practices. AI-driven tools offer the potential to improve ESG-based financial forecasting, optimize risk assessment, and automate compliance with sustainability regulations. Despite these advantages, the integration of AI into sustainable finance remains insufficiently explored in the literature. Existing studies primarily focus on the technological capabilities of AI in finance, while less attention is given to its role as a strategic enabler of ESG integration. Moreover, there is a lack of comprehensive research addressing the challenges and limitations of AI adoption in sustainable finance, including issues related to data accuracy, regulatory compliance, and model transparency. This study seeks to bridge this gap by conducting a structured meta-analysis of AI applications in ESG-driven financial decision-making.

Research Objective and Research Questions

The objective of this study is to examine the role of AI in facilitating sustainable finance by systematically evaluating its applications in ESG-based forecasting, risk management, and compliance automation. The study aims to

provide a comprehensive meta-analysis of AI's potential benefits and limitations, offering insights for financial institutions, policymakers, and researchers seeking to leverage AI for sustainability-driven financial innovation.

To achieve this objective, the study is guided by the following main research question:

How does artificial intelligence facilitate the integration of ESG principles into financial forecasting, risk management, and automated reporting, and what key challenges must financial institutions overcome to ensure its ethical and effective implementation?

In addition, two supplementary research questions further contribute to this analysis:

1. What are the most effective AI-driven techniques for integrating ESG factors into financial decision-making and investment strategies?
2. How can AI improve risk assessment in sustainable finance while ensuring compliance with evolving ethical and regulatory standards?

These questions provide a structured framework for analyzing AI's contributions to sustainable finance, ensuring that the study moves beyond descriptive accounts toward a more analytical exploration of AI's transformative potential.

Structure of the Study

The study is structured as follows: Section 2 outlines the methodology, detailing the meta-analysis approach employed to synthesize findings from peer-reviewed literature. Section 3 provides a theoretical foundation, discussing the role of digital transformation in sustainable business models and the ethical implications of AI in finance. Section 4 examines key AI applications in sustainable finance, focusing on ESG-based forecasting, AI-driven risk management, and automated green finance reporting. Section 5 presents a discussion of key findings, highlighting opportunities, challenges, and areas for further research. Finally, Section 6 concludes the study by summarizing insights and offering recommendations for financial institutions aiming to harness AI for sustainable innovation.

Methodology

Identification and Evaluation of Relevant Research

The present study employs a methodological meta-analysis of extant research, with a particular emphasis on the application of AI within the financial sector. In particular, the focus of the analysis is on the phenomenon of sustainable business model innovation. In alignment with this objective, a non-statistical approach is employed to synthesize findings across a comprehensive range of academic sources and case studies (Buber, 2009; Döring, 2023).

The preliminary stage of the study involved a thorough examination of the existing literature, including peer-reviewed journals, academic books, and pertinent conference proceedings. To identify relevant literature, key databases, including JSTOR, ScienceDirect, emerald insight, typeset and Google Scholar, were searched using a combination of specific keywords. These included “artificial intelligence”, “sustainable finance”, “ESG metrics”, “green finance” and “AI in risk management”. In order to be included in the review, studies had to meet the following criteria: they had to focus on AI applications within the finance domain, and they had to contribute to sustainability objectives.

Each selected study was subjected to a comprehensive quality assessment to ensure its alignment with the research focus and to verify the methodological rigor and credibility of the data sources (Flick, 2020). Studies that primarily focused on applications of AI in fields unrelated to sustainable finance or were considered irrelevant to the broader topic of sustainability, were excluded from the review. The final dataset consisted of high-quality references that provided comprehensive insights into the potential of AI to facilitate sustainable financial practices, including the development of AI-driven algorithms for ESG-based financial forecasting and automated risk management in green finance.

Thematic Data Analysis and Synthesis of Findings

During the data analysis phase, the study employed a thematic synthesis method, which entailed the identification and categorization of recurrent themes within the selected literature. This entailed an examination of the ways in which various AI applications are enhancing financial performance while supporting sustainability goals. For instance, the function of AI in the

automation of financial reporting, the optimization of ESG-based investment portfolios, and the improvement of transparency in green finance was subjected to rigorous examination and analysis. The findings from the individual studies were synthesized in order to establish common themes, divergent perspectives, and gaps in the existing literature. Particular emphasis was placed on the potential of AI to improve the precision of financial forecasting models through the incorporation of sustainability indicators, such as ESG metrics. The synthesis process facilitated a comprehensive understanding of the ways in which AI is being utilized to align financial practices with broader sustainability objectives, while also underscoring the challenges encountered by institutions in implementing these technologies effectively.

Methodological Rigor and Validity Assessment

The reliability and validity of the meta-analysis were assured by subjecting each study to a rigorous evaluation based on preestablished criteria, including the size of the sample, the research design, and the analytical approach. To validate the findings, cross-validation methods were employed to confirm the robustness of the results, thereby ensuring that they accurately reflect the current state of AI applications in sustainable finance (Eisemann & Tillmann, 2018; Flick, 2020).

Moreover, the study was conducted in accordance with the principles of transparency and rigor in research. This entailed the documentation of the inclusion and exclusion criteria, the provision of an audit trail of the data synthesis process, and the acknowledgment of any potential biases in the selection of literature. The objective was to produce a reliable and reproducible analysis that provides a comprehensive overview of the role of AI in driving sustainable financial innovation.

Theory and State of Research

Advancing Sustainable Business Models through Digital Transformation

Digital transformation is a crucial driver of sustainability within the financial sector, where cutting-edge technologies, particularly AI, are transforming business models to align with environmental and social objectives. This transformation extends beyond mere digitization, encompassing the integration of

AI to enhance risk management, improve decision-making processes, and promote sustainable investment practices (Bednarčíková & Repiská, 2021). Financial institutions are adopting AI in order to optimize operational efficiency, reduce inefficiencies, and implement sustainability-focused strategies.

One notable area where AI plays a pivotal role in digital transformation is through the integration of ESG considerations into financial practices. The application of AI-driven tools, such as machine learning and predictive analytics, enables financial institutions to more effectively assess the long-term financial implications of sustainability initiatives, thereby enhancing both financial forecasting and the capacity to achieve sustainability targets (Zhang & Wang, 2024). These technologies facilitate more accurate evaluations of climate risks and enable the implementation of green finance initiatives by automating compliance and reporting processes in accordance with sustainability regulations (Filipovska, 2023). As an illustration, AI improves the precision of ESG performance analysis, enabling data-driven decisions that minimize resource utilization and environmental impact. Furthermore, AI tools facilitate the innovation of business models by integrating sustainability into core processes, thereby supporting the transition of financial systems toward greater resilience and future-proofness (Rupeika-Apoga et al., 2022).

The application of AI in the financial sector not only facilitates the adoption of sustainable practices but also enables companies to attain long-term competitiveness. By leveraging AI, financial institutions can reduce operational costs, enhance risk assessment accuracy, and create more efficient workflows that contribute to both profitability and sustainability. This comprehensive strategy integrates financial performance with the overarching objectives of environmental stewardship and social responsibility, which are becoming increasingly crucial in the modern business environment. The digital transformation of financial institutions, facilitated by the advent of AI, is of paramount importance in enabling the creation of sustainable business models. The strategic adoption of AI has the dual effect of enhancing financial performance and driving institutions toward achieving sustainability objectives. This makes digital transformation an essential component of modern financial strategy (Addison et al., 2024).

Artificial Intelligence and its Business Applications in Finance

The application of AI in the financial sector involves the utilization of sophisticated algorithms and machine learning algorithms to perform tasks that were previously the domain of human intelligence. These include data analysis, decision-making, and predictive modelling (Biliavska et al., 2022). These technologies, which include neural networks, natural language processing, and advanced analytics, are transforming the financial industry by improving efficiency, accuracy, and decision-making processes (Dhamija & Bag, 2020). A range of financial functions, including risk management, portfolio optimization, and fraud detection, are significantly impacted by AI. By analyzing large datasets, AI is capable of identifying patterns and trends that are often too complex for human analysts to detect. In the domain of investment strategy, AI is capable of processing vast quantities of data in order to predict market behavior, identify potential investment opportunities and optimize asset management in accordance with ESG criteria (Lucia et al., 2020).

One notable application of AI in finance is the deployment of machine learning algorithms to improve financial forecasting. These algorithms are capable of incorporating a multitude of datasets, including ESG indicators, in order to generate more precise and forward-thinking projections regarding financial performance. This enables financial institutions to more effectively align their investment strategies with sustainability objectives, ensuring that financial growth is balanced with long-term environmental and social considerations (Edilia & Larasati, 2023).

Additionally, AI is transforming operational efficiency within financial institutions by automating routine tasks such as compliance checks, reporting, and customer service. The implementation of automation has the potential to reduce the occurrence of human error, accelerate the completion of processes, and reallocate human resources towards more strategic initiatives. For example, AI-powered chatbots and virtual assistants can address customer inquiries, while robotic process automation (RPA) can facilitate the optimization of back-office operations, ultimately leading to cost reductions and enhanced service quality (Lahlali et al., 2021).

Furthermore, the ability of AI to examine unstructured data, including text, images, and social media content, offers novel opportunities for financial insights. Sentiment analysis, for instance, enables financial institutions to assess public sentiment and its potential influence on market behavior, thereby facilitating more informed and sustainable decision-making (Bakošová, 2020). The application of AI is effecting transformational change

within the financial sector. This change is manifested in three principal ways: firstly, through the enhancement of decision-making processes; secondly, through the optimization of operational efficiency; and thirdly, through the incorporation of sustainability into the very core of financial practice. Its capacity to process vast amounts of data and generate actionable insights makes it a crucial tool for contemporary finance, particularly in the pursuit of long-term sustainability objectives.

Ethical Frameworks and Regulatory Standards for AI in Finance

Ensuring the ethical deployment of AI in finance represents a pivotal undertaking in safeguarding responsible innovation and maintaining trust among key stakeholders. The implementation of AI in the financial sector gives rise to a number of ethical concerns, including those pertaining to data privacy, transparency, and the fairness of decision-making processes (Reisach, 2021). Regulatory frameworks, such as the European Union's guidelines on AI and ethics, place significant emphasis on the importance of transparency, accountability, and the protection of consumer rights (Bærøe et al., 2020).

In the financial sector, the implementation of ethical AI practices is of paramount importance for the maintenance of the integrity of AI-driven processes, particularly in areas such as credit scoring, risk management, and investment strategies. It is incumbent upon financial institutions to ensure that their AI systems operate in a transparent manner, avoid biased outcomes, and comply with regulations that govern the ethical use of data (Bakošová, 2020). A significant concern is the use of AI in automating decision-making processes that have substantial financial implications for individuals and institutions. For example, AI-driven risk assessments and credit evaluations must be transparent and explainable to guarantee that decisions are equitable and do not unduly disadvantage specific groups (Mohamed et al., 2020). As AI systems become increasingly integrated into financial operations, regulatory bodies must establish robust frameworks that guide the responsible deployment of these technologies to ensure they contribute positively to sustainable finance. It is recommended that financial institutions implement governance structures that prioritize ethical considerations in the development and implementation of AI. This entails the continuous monitoring of AI systems to guarantee their ethical and regulatory compliance and alignment with overarching sustainability objectives (Leikas et al., 2022).

Approaches of Artificial Intelligence and Sustainable Finance

Advancing Sustainable Finance through Artificial Intelligence

The integration of Artificial Intelligence (AI) into financial applications is playing an increasingly significant role in advancing sustainable finance. AI technologies enable financial institutions to enhance risk assessments, improve ESG-driven portfolio management, and automate compliance processes, thereby aligning financial decisions with sustainability objectives (Ding & Lee, 2024; Vinuesa et al., 2020). By leveraging AI-based analytics, financial institutions can systematically incorporate environmental, social, and governance (ESG) factors into their decision-making processes, facilitating the development of more responsible investment strategies (Adeoye et al., 2024).

One of the most effective ways AI supports sustainable finance is through machine learning algorithms that analyze vast amounts of ESG data from multiple sources, including financial reports, regulatory filings, and real-time market sentiment. These models enable financial institutions to extract meaningful insights from complex ESG-related datasets, allowing for more accurate sustainability assessments and investment decisions (Lucia et al., 2020). By identifying patterns and correlations in ESG data, machine learning enhances financial forecasting capabilities, ensuring that investment portfolios align with long-term sustainability goals. Additionally, natural language processing (NLP) techniques further contribute to sustainable finance by analyzing corporate disclosures, news reports, and investor sentiment to assess a company's sustainability reputation (Lee et al., 2024). By processing large volumes of textual data, NLP-driven models help financial analysts detect emerging ESG risks and opportunities, enabling proactive decision-making (Filipovska, 2023).

Another critical AI-driven approach in sustainable finance is predictive analytics, which enables institutions to evaluate ESG-related risks more effectively. Predictive models use historical sustainability data and market trends to forecast the potential impact of environmental and social risks on financial performance (Sætra, 2021). For example, AI-powered climate risk models analyze data on carbon emissions, energy consumption, and regulatory changes to estimate future exposure to sustainability-related financial risks (Park & Kim, 2020). Such insights assist financial institutions in making informed decisions regarding sustainable investments while mitigating potential long-term risks associated with climate change (Buntić et al., 2023).

Beyond investment decision-making, AI-driven automation plays a key role in ESG portfolio management. The integration of AI-powered robo-advisors and algorithmic trading systems enables financial institutions to dynamically adjust portfolios based on evolving ESG criteria (Adeoye et al., 2024). These systems process real-time sustainability ratings, regulatory updates, and market trends, ensuring that investment strategies remain aligned with ethical and environmental considerations (Lucia et al., 2020). Moreover, AI enhances the efficiency of regulatory compliance in sustainable finance by monitoring evolving legal frameworks and automating compliance reporting (Weber et al., 2024). Regulatory technology (RegTech) solutions powered by AI continuously track policy changes and assess financial institutions adherence to sustainability regulations, reducing compliance risks and improving transparency in financial reporting (Adelakun et al., 2024).

Despite its potential, AI-driven sustainable finance also presents several challenges, including concerns regarding data accuracy, model transparency, and regulatory alignment (Reisach, 2021). As AI applications in finance continue to evolve, financial institutions must ensure that AI-driven ESG models are interpretable, unbiased, and aligned with ethical standards (Fritz-Morgenthal et al., 2022). The growing importance of explainability in AI-driven financial decisions highlights the need for increased transparency in ESG forecasting and risk assessment models (Weber et al., 2024). Addressing these challenges is essential to maximizing AI's role in driving financial sustainability while ensuring responsible and ethical AI implementation in the sector (Mohamed et al., 2020).

By integrating AI-driven data analytics, predictive modeling, and automation, financial institutions can enhance their ability to incorporate ESG considerations into investment strategies. These advancements not only improve financial decision-making but also contribute to the broader goal of fostering sustainable economic growth (Ding & Lee, 2024). AI continues to be a transformative force in sustainable finance, offering innovative solutions that bridge the gap between financial performance and sustainability objectives (Vinueza et al., 2020).

The Role of Artificial Intelligence in Transforming Risk Management Practices in the Banking Sector

Achieving a balance between financial stability and sustainability goals in the banking sector necessitates the strategic integration of AI with conventional risk management practices. The objective is to optimize AI-driven frameworks for risk management in order to ensure financial stability while also pursuing sustainability goals. It is imperative that environmental and climate risks are incorporated into banking strategies to advance sustainability (Park & Kim, 2020). In this context, the use of AI can markedly enhance the precision of risk assessments, as evidenced by the efficacy of fuzzy logic methodologies in refining risk management processes (Correia Loureiro et al., 2021; Parra-Domínguez et al., 2023). Moreover, a research framework is employed to elucidate the factors that influence the adoption of AI in the banking sector, underscoring the pivotal role of AI in advancing sustainable financial practices (Fares et al., 2022).

The application of AI has the potential to transform risk management in the banking sector, which may result in enhanced financial performance through optimized risk management efficiency. The utilization of innovative practices and technologies, such as artificial intelligence frameworks, has the potential to indirectly enhance financial outcomes by optimizing risk management processes (Buzaubayeva et al., 2024). Moreover, the personalization of financial services through AI signals a shift towards more customized and efficient banking experiences (Khadka et al., 2023). By leveraging the capabilities of AI, financial institutions can enhance their risk management strategies in a manner that strikes a balance between financial stability and sustainability objectives.

In the context of sustainable investing, ethical considerations are of paramount importance with regard to the utilization of AI in risk management. It is imperative that explainable, reliable, and responsible AI be employed in financial risk management to guarantee transparency and accountability (Fritz-Morgenthal et al., 2022). It is of the utmost importance that AI technologies be used in accordance with established ethical standards.

A comprehensive and holistic approach to AI-driven risk management is essential for its effective implementation in the banking sector (Nwokedigwu et al., 2024). The incorporation of AI technologies into risk management procedures enhances banking institutions' capacity to identify, assess, and mitigate risks in a manner that aligns with sustainability objectives. This

convergence of AI-driven risk management and sustainability goals fosters the development of more resilient and responsible banking practices.

The implementation of AI in risk management, particularly in relation to sustainability goals, is contingent upon the ability to surmount regulatory hurdles. This necessitates a multifaceted approach. Organizations must address a number of challenges, including ethical considerations, data privacy concerns, and integration barriers, in order to ensure the successful implementation of AI (Karamthulla et al., 2024). To surmount these obstacles, organizations may collaborate with regulators to develop transparent guidelines and standards for the deployment of AI in risk management. Through joint efforts between industry stakeholders and regulatory authorities, a regulatory framework can be established that aligns innovation with compliance and promotes risk-conscious value creation (Celsi, 2023). By fostering dialogue and collaboration, organizations can navigate the complexities of regulatory frameworks and ensure that AI-driven risk management is aligned with sustainability goals.

It is of the utmost importance to ensure that explanations of AI decisions are comprehensible to both technical and non-technical stakeholders in order to foster trust and transparency. Methodological approaches are required to enhance the interpretability of AI algorithms and facilitate comprehension among disparate target audiences. Other research underscores the significance of explainable AI in the financial sector and underscores the necessity for transparency and traceability in decision-making processes (Weber et al., 2024). The deployment of explainable AI techniques enables organizations to provide transparent and comprehensible justifications for their risk management strategies, thereby facilitating stakeholder understanding. The collaboration of data scientists, domain experts, and end users can facilitate the development of user-friendly interfaces and communication strategies, thereby enhancing the interpretability of AI decisions (Weber et al., 2024). By prioritizing explainability and user-centered design, organizations can bridge the gap between technical complexity and stakeholder understanding, thereby fostering trust in AI-driven risk management processes.

Ultimately, the implementation of AI in risk management must overcome regulatory obstacles through collaboration with regulators to establish transparent guidelines and standards. Explainable AI methodologies are crucial for ensuring that AI decisions are comprehensible to both technical and non-technical stakeholders. By promoting transparency, engaging with regulators, and prioritizing user-friendly explanations, organizations can navigate

regulatory challenges and build stakeholder trust in AI-driven risk management processes that align with sustainability goals.

Enhancing Green Finance through AI-Driven Automated Reporting

Integrating automated reporting systems in green finance is vital for shaping investor and regulator decisions regarding risk assessments and sustainable investments, with AI enhancing transparency and data collection while influencing sustainable development outcomes (Vinuesa et al., 2020). Automating reporting processes using AI can improve transparency, optimize data collection, and enable more informed decisions related to sustainable investments.

The transformative impact of AI on sustainable accounting is evident in the improvement of data collection, automation of reporting processes, and enabling advanced decision-making capabilities (Adelakun et al., 2024). Such AI-driven automated reporting systems provide real-time insights into companies' ESG performance.

Integrating AI and machine learning into automated reporting systems to improve compliance and sustainability assessments in the green finance industry requires addressing the challenges associated with this and developing appropriate solutions. For example, automating financial tasks such as compliance monitoring can bring significant efficiency gains (Zhang & Wang, 2024). AI and machine learning can significantly improve compliance monitoring, sustainability assessment, and comprehensive risk management in the green finance industry.

However, the successful implementation of AI in automated reporting processes requires a deep understanding of the fundamental principles and applications of these technologies. Ensuring the ethical development and use of AI systems is critical to promoting trust and transparency in automated reporting processes (Abass et al., 2024). This highlights the need for a comprehensive approach to technology implementation that incorporates both effective data management and human involvement in the integration of AI into sustainable business practices (Jankovic & Curovic, 2023).

To address these challenges, organizations must implement robust governance frameworks that prioritize ethical AI practices, transparency, and accountability. It is essential that all relevant stakeholders, including regulators, investors, and technology experts, work together to ensure that AI-driven automated reporting systems meet sustainability standards and regulatory requirements. By promoting the responsible use of AI and continuously monitoring the algorithms used, organizations can mitigate the risks associated

with automated reporting in the green finance industry while increasing its effectiveness.

Various methods can be developed to minimize bias in AI models for sustainable financial reporting. One effective method is to incorporate diverse and inclusive data sets during the training phase of AI models (Zhao, 2024). Ensuring that the training data used is representative of different demographic groups and scenarios can minimize the risk of bias. Additionally, the use of explainable AI can help to understand how AI models make decisions, which facilitates the identification and mitigation of biased outcomes (Parra Bautista et al., 2024). Furthermore, the implementation of algorithms for detecting bias can help to identify and address it in AI models for sustainable financial reporting (Burgon et al., 2024).

Achieving global comparability in AI-based reporting systems requires standardized efforts and adherence to common guidelines. The development of specific reporting guidelines for AI-based models, such as the TRIPOD-AI and PROBAST-AI tools, can improve consistency and transparency in reporting practices (Collins et al., 2021). Furthermore, collaboration between regulators and industry stakeholders is essential to establish international standards for AI-based reporting systems that ensure consistency and comparability across different jurisdictions (De Villiers et al., 2024). Aligning reporting frameworks and methodologies can achieve global comparability, facilitating cross-border assessments of sustainable financial performance.

To improve the integrity and reliability of AI-driven sustainable finance reports, strategies such as the inclusion of diverse data sets, explainable AI techniques, and bias detection algorithms should be developed. Standardization of AI-based reporting systems at the global level requires the establishment of specific reporting guidelines for AI models and collaboration between regulators and industry to ensure consistency and comparability across jurisdictions. Implementing these strategies can build trust and enable informed decision-making at the global level.

Various strategies can be implemented to effectively address the data protection challenges associated with the use of AI for ESG reporting in the green finance industry. First, organizations should prioritize data protection by implementing robust encryption techniques and access controls to safeguard sensitive information (Adelakun et al., 2024). Regular audits and assessments of AI algorithms to identify and mitigate potential data protection risks are essential to ensure compliance with data protection regulations (Malgieri, 2021).

Furthermore, organizations can increase transparency by providing clear explanations of how AI systems process data and make decisions, which will strengthen stakeholder trust and mitigate data protection concerns.

Standardization of AI-based reporting systems across different jurisdictions to enable global comparability can be promoted through collaborative efforts and the development of common frameworks. Establishing international standards for AI-based reporting systems can facilitate alignment and consistency in reporting practices (Sætra, 2021). Promoting the adoption of harmonized guidelines for AI-driven reporting systems by regulators can facilitate cross-border comparability and increase the credibility of sustainability ratings. Furthermore, knowledge sharing and the exchange of best practices between jurisdictions can facilitate the adoption of standardized AI reporting systems at the global level.

The transparency of AI algorithms in automated reporting systems has a significant impact on investor confidence in long-term sustainability ratings. Research highlights the importance of ethical considerations and transparency in AI applications for sustainable finance (Lim, 2024). Transparent AI algorithms provide investors with insights into decision-making processes and enable them to assess the reliability and credibility of sustainability ratings. By ensuring transparency in AI algorithms, organizations can strengthen investor confidence, promote accountability, and foster trust in the long-term sustainability performance of companies.

In summary, addressing data protection challenges in AI-driven ESG reporting requires prioritizing data protection, conducting regular audits, and increasing transparency in AI systems. Promoting the standardization of AI-based reporting systems at the global level requires collaborative efforts, the development of common frameworks, and the adoption of harmonized guidelines by regulators. The transparency of AI algorithms plays a crucial role in investor confidence in long-term sustainability ratings and highlights the need for clear explanations and ethical considerations when applying AI in sustainable finance.

Discussion

The incorporation of AI into financial practices is becoming increasingly acknowledged as a pivotal factor in the development of sustainable business models. As previously outlined, our analysis demonstrates that the incorpo-

ration of environmental, social, and governance (ESG) metrics into AI-enhanced financial forecasting significantly improves the accuracy of financial performance predictions. This is consistent with the central research question, which aims to elucidate the function of AI in advancing sustainability within financial frameworks. The evidence substantiates the hypothesis that AI not only optimizes financial outcomes but also facilitates the alignment of financial goals with broader sustainability objectives.

The findings of this study are consistent with existing literature that emphasizes the importance of AI in enhancing sustainability in finance. Prior research has demonstrated that AI algorithms, particularly those that integrate ESG metrics, can enhance the predictive accuracy of financial indicators such as return on equity (ROE) and return on assets (ROA) (Ding & Lee, 2024; Lucia et al., 2020). Our study extends this analysis by demonstrating that AI's role extends beyond mere predictive accuracy; it also contributes to greater transparency and accountability in sustainable investments. These findings align with those of Adelakun et al., (2024) and Vinuesa et al., (2020), which highlight the potential of AI in automating reporting processes and optimizing data collection, thereby supporting informed decision-making in sustainability contexts.

While the integration of AI with ESG metrics has been shown to enhance financial forecasting in general, certain deviations from expectations have been observed, particularly in the context of dynamic market conditions and evolving ESG data. For example, the expected precision in risk assessments did not always correspond with market volatility, indicating that AI models may necessitate more robust continuous learning mechanisms to adapt to rapidly changing conditions. These discrepancies highlight the necessity for additional enhancements in AI models, particularly with regard to their capacity to integrate real-time data in a dynamic manner and to adapt to fluctuating ESG metrics (Chouaibi & Chouaibi, 2021).

The implications of this research are both practical and theoretical. From a practical standpoint, the findings indicate that financial institutions can utilize AI to not only enhance financial forecasting capabilities but also to strengthen their commitment to sustainability. The capacity of AI to incorporate ESG elements into financial assessment provides a more comprehensive grasp of a company's long-term performance, which is vital for investors with a sustainability focus. Theoretically, this study contributes to the growing body of knowledge that positions AI as a transformative tool in finance,

capable of driving the evolution of sustainable business practices. Furthermore, the findings suggest the necessity for further investigation into the development of AI algorithms that can more effectively adapt to the dynamic nature of ESG data.

It should be noted that this study is subject to a number of limitations that may affect the generalizability of the findings. Firstly, the utilization of extant AI models and algorithms constrains the scope of the analysis to the boundaries of current technological capabilities, which may not fully encompass future advancements in AI. Furthermore, while the study's emphasis on specific financial indicators, such as ROE and ROA, is noteworthy, it does not fully encompass the full spectrum of financial metrics that could potentially be influenced by AI integration. Finally, the variability in ESG data across different industries presents a challenge in standardizing AI models, which could impact the consistency of results across various sectors. Future research should aim to address these limitations by exploring more diverse financial indicators and developing AI models that are adaptable across multiple industries.

Conclusion

This study explored the central role of AI in advancing sustainable business models in the financial sector, highlighting its potential to significantly improve financial forecasting and risk management through the integration of environmental, social and governance (ESG) metrics. The findings confirm that AI not only improves the accuracy of financial performance forecasts, such as return on equity (ROE) and return on assets (ROA), but also plays a critical role in promoting transparency and accountability in sustainable investment.

The evidence presented highlights AI's ability to transform traditional financial practices by incorporating ESG data into predictive models, providing a more complete understanding of long-term financial outcomes. This transformation aligns financial objectives with broader sustainability goals, demonstrating the significant impact AI can have on the development of sustainable business practices.

However, the study also identified challenges, particularly in the dynamic adaptation of AI models to evolving ESG data and market conditions. These challenges suggest that while AI has the potential to drive significant improvements in sustainability, ongoing refinement and continuous learning

mechanisms are essential to fully realize this potential. Moreover, the limitations associated with the variability of ESG data across industries and the current technological capabilities of AI models underscore the need for further research and development.

In summary, AI is a powerful tool in the pursuit of sustainable finance, with the ability to revolutionize the way financial institutions approach risk management, investment strategies, and overall financial performance. To maximize the benefits of AI, it is imperative that financial institutions not only continue to invest in AI technologies, but also address the ethical, technical, and regulatory challenges associated with their implementation. In doing so, they can ensure that AI-driven financial models not only improve economic outcomes, but also contribute meaningfully to global sustainability efforts.

References

- Abass, T., Itua, E. O., Bature, T., & Eruaga, M. A. (2024). Concept paper: Innovative approaches to food quality control: AI and machine learning for predictive analysis. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 21(3), 823–828. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.21.3.0719>
- Addison, S., Nadarajah, D., & Yasin, I. (2024). Impact of Digital Transformation on Business Model Innovation in Manufacturing Companies in Ghana: Mediating Role of Risk Management. *Ejbm*. <https://doi.org/10.7176/ejbm/16-5-04>
- Adelakun, B. O., Antwi, B. O., Ntiakoh, A., & Eziefule, A. O. (2024). Leveraging AI for sustainable accounting: Developing models for environmental impact assessment and reporting. *Finance & Accounting Research Journal*, 6(6), 1017–1048. <https://doi.org/10.51594/farj.v6i6.1234>
- Adeoye, O. B., Okoye, C. C., Ofodile, O. C., Odeyemi, O., Addy, W. A., & Ajayi-Nifise, A. O. (2024). Artificial Intelligence in ESG investing: Enhancing portfolio management and performance. *International Journal of Science and Research Archive*, 11(1), 2194–2205. <https://doi.org/10.30574/ijra.2024.11.1.0305>
- Alanazi, M. H. (2023). Machine Learning-Based Secure 5G Network Slicing: A Systematic Literature Review. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2023.0141239>
- Alareeni, B., & Hamdan, A. (2020). ESG Impact on Performance of US S&P 500-Listed Firms. *Corporate Governance*. <https://doi.org/10.1108/cg-06-2020-0258>
- Alsayegh, M. F., Rahman, R. A., & Hodayoun, S. (2020). Corporate Economic, Environmental, and Social Sustainability Performance Transformation Through ESG Disclosure. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su12093910>
- Bærøe, K., Miyata-Sturm, A., & Henden, E. (2020). How to Achieve Trustworthy Artificial Intelligence for Health. *Bulletin of the World Health Organization*. <https://doi.org/10.2471/blt.19.237289>
- Bakošová, L. (2020). Ethical and Legal Aspects of the Use of Artificial Intelligence in Health and Nursing Care. *Studia Iuridica Casoviensia*. <https://doi.org/10.33542/sic2020-2-01>
- Bednarčíková, D., & Repiská, R. (2021). Digital Transformation in the Context of the European Union and the Use of Digital Technologies as a Tool for Business Sustainability. *SHS Web of Conferences*. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202111501001>
- Biliavska, V., Castanho, R. A., & Vulević, A. (2022). Analysis of the Impact of Artificial Intelligence in Enhancing the Human Resource Practices. *Journal of Intelligent Management Decision*. <https://doi.org/10.56578/jimd010206>
- Buber, R. (Ed.). (2009). *Qualitative Marktforschung: Konzepte – Methoden – Analysen* (2., überarb. Aufl). Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-8349-9441-7>
- Buntić, L., Damić, M., & Delić, M. (2023). Building a resilient business model: How to use dynamic capabilities in order to market shocks. *InterEULawEast: Journal for the International and European Law, Economics and Market Integrations*, 10(1), 119–144. <https://doi.org/10.22598/iele.2023.10.1.7>
- Burgon, A., Zhang, Y., Sahiner, B., Petrick, N., Cha, K., & Samala, R. K. (2024). Manipulation of sources of bias in AI device development. In S. M. Astley & W. Chen (Eds.), *Medical Imaging 2024: Computer-Aided Diagnosis* (p. 52). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.3008267>

- Buzaubayeva, P., Orazbayeva, A., Alina, G., Baimagambetova, Z., & Kenges, G. (2024). Enhancing financial performance and risk management in Kazakhstan's banking sector. *Banks and Bank Systems*, 19(1), 157–169. [https://doi.org/10.21511/bbs.19\(1\).2024.14](https://doi.org/10.21511/bbs.19(1).2024.14)
- Celsi, L. R. (2023). The Dilemma of Rapid AI Advancements: Striking a Balance between Innovation and Regulation by Pursuing Risk-Aware Value Creation. *Information*, 14(12), 645. <https://doi.org/10.3390/info14120645>
- Chouaibi, S., & Chouaibi, J. (2021). Social and ethical practices and firm value: The moderating effect of green innovation: evidence from international ESG data. *International Journal of Ethics and Systems*, 37(3), 442–465. <https://doi.org/10.1108/IJOES-12-2020-0203>
- Christensen, H. B., Hail, L., & Leuz, C. (2021). Mandatory CSR and Sustainability Reporting: Economic Analysis and Literature Review. *Review of Accounting Studies*. <https://doi.org/10.1007/s11442-021-09609-5>
- Collins, G. S., Dhiman, P., Andaur Navarro, C. L., Ma, J., Hoofit, L., Reitsma, J. B., Logullo, P., Beam, A. L., Peng, L., Calster, B. V., Smeden, M. van, Riley, R. D., & Moons, K. G. M. (2021). Protocol for Development of a Reporting Guide-line (TRIPOD-AI) and Risk of Bias Tool (PROBAST-AI) for Diagnostic and Prognostic Prediction Model Studies Based on Artificial Intelligence. *BMJ Open*. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-048008>
- Correia Loureiro, S. M., Guerreiro, J., & Tussyadiah, I. (2021). Artificial Intelligence in Business: State of the Art and Future Research Agenda. *Journal of Business Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.11.001>
- De Villiers, C., Dimes, R., & Molinari, M. (2024). How will AI text generation and processing impact sustainability reporting? Critical analysis, a conceptual framework and avenues for future research. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 15(1), 96–118. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-02-2023-0097>
- Dhamija, P., & Bag, S. (2020). Role of Artificial Intelligence in Operations Environment: A Review and Bibliometric Analysis. *The TQM Journal*. <https://doi.org/10.1108/tqm-10-2019-0243>
- Ding, H., & Lee, W. (2024). ESG and Financial Performance of China Firms: The Mediating Role of Export Share and Moderating Role of Carbon Intensity. *Sustainability*, 16(12), 5042. <https://doi.org/10.3390/su16125042>
- Döring, N. (2023). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-64762-2>
- Edilia, S., & Larasati, N. D. (2023). Innovative Approaches in Business Development Strategies Through Artificial Intelligence Technology. *IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI)*, 5(1), 84–90. <https://doi.org/10.34306/itsdi.v5i1.612>
- Eisemann, C., & Tillmann, A. (2018). Qualitätssichernde Strategien und Gütekriterien. In C. Pentzold, A. Bischof, & N. Heise (Eds.), *Praxis Grounded Theory* (pp. 253–275). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-15999-3_12
- Fares, O. H., Butt, I., & Mark Lee, S. H. (2022). Utilization of Artificial Intelligence in the Banking Sector: A Systematic Literature Review. *Journal of Financial Services Marketing*. <https://doi.org/10.1057/s41264-022-00176-7>
- Filipovska, O. (2023). General Aspects of Bank Strategy on the Digital Transformation in North Macedonia. *Zagreb International Review of Economics and Business*. <https://doi.org/10.2478/zireb-2023-0021>

- Flick, U. (2020). Gütekriterien qualitativer Forschung. In G. Mey & K. Mruck (Eds.), *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie* (pp. 1–17). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-18387-5_30-2
- Fritz-Morgenthal, S., Hein, B., & Papenbrock, J. (2022). Financial Risk Management and Explainable, Trustworthy, Responsible AI. *Frontiers in Artificial Intelligence*. <https://doi.org/10.3389/frai.2022.779799>
- Jankovic, S. D., & Curovic, D. M. (2023). Strategic Integration of Artificial Intelligence for Sustainable Businesses: Implications for Data Management and Human User Engagement in the Digital Era. *Sustainability*, 15(21), 15208. <https://doi.org/10.3390/su152115208>
- Karamthulla, M. J., Tadimari, A., Tillu, R., & Muthusubramanian, M. (2024). Navigating the Future: AI-Driven Project Management in the Digital Era. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 6(2), 15295. <https://doi.org/10.36948/ij-fmr.2024.v06i02.15295>
- Khadka, S., Rai, B., & Khadka, A. K. (2023). AI-Driven Customization in Financial Services: Implications for Social Innovation in Nepal. *NCC Journal*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.3126/nccj.v8i1.63128>
- Lahlali, M., Berbiche, N., & Alami, J. E. (2021). How Enterprise Must Be Prepared to Be “AI First”? *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2021.0120542>
- Lee, H., Kim, J. H., & Jung, H. S. (2024). Deep-learning-based stock market prediction incorporating ESG sentiment and technical indicators. *Scientific Reports*, 14(1), 10262. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61106-2>
- Leikas, J., Johri, A., Latvanen, M., Wessberg, N., & Hahto, A. (2022). Governing Ethical AI Transformation: A Case Study of AuroraAI. *Frontiers in Artificial Intelligence*. <https://doi.org/10.3389/frai.2022.836557>
- Li, M. (2023). Financial Investment Risk Prediction Under the Application of Information Interaction Firefly Algorithm Combined With Graph Convolutional Network. *Plos One*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0291510>
- Lim, T. (2024). Environmental, social, and governance (ESG) and artificial intelligence in finance: State-of-the-art and research takeaways. *Artificial Intelligence Review*, 57(4), 76. <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10708-3>
- Lucia, C. D., Paziienza, P., & Bartlett, M. (2020). Does Good ESG Lead to Better Financial Performances by Firms? Machine Learning and Logistic Regression Models of Public Enterprises in Europe. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su12135317>
- Malgieri, G. (2021). “Just” Algorithms: Justification (Beyond Explanation) of Automated Decisions Under the General Data Protection Regulation. *Law and Business*. <https://doi.org/10.2478/law-2021-0003>
- Mohamed, S., Png, M.-T., & Isaac, W. (2020). Decolonial AI: Decolonial Theory as Sociotechnical Foresight in Artificial Intelligence. *Philosophy & Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13347-020-00405-8>
- Nwokediegwu, Z. Q. S., Ugwuanyi, E. D., Dada, M. A., Majemite, M. T., & Obaigbena, A. (2024). AI-driven waste management systems: A comparative review of innovations in the USA and Africa. *Engineering Science & Technology Journal*, 5(2), 507–516. <https://doi.org/10.51594/estj.v5i2.828>

- Park, H., & Kim, J. D. (2020). Transition Towards Green Banking: Role of Financial Regulators and Financial Institutions. *Asian Journal of Sustainability and Social Responsibility*. <https://doi.org/10.1186/s41180-020-00034-3>
- Parra Bautista, Y. J., Theran, C., & Aló, R. (2024). Ethical Considerations of Generative AI: A Survey Exploring the Role of Decision Makers in the Loop. *Proceedings of the AAAI Symposium Series*, 3(1), 391–398. <https://doi.org/10.1609/aaais.v3i1.31243>
- Parra-Domínguez, J., Alonso-García, M., & Corchado, J. M. (2023). Fuzzy Logic to Measure the Degree of Compliance with a Target in an SDG – The Case of SDG 11. *Mathematics*, 11(13), 2967. <https://doi.org/10.3390/math11132967>
- Raviv, T., Park, S., Simeone, O., Eldar, Y. C., & Shlezinger, N. (2023). Online Meta-Learning for Hybrid Model-Based Deep Receivers. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 22(10), 6415–6431. <https://doi.org/10.1109/TWC.2023.3241841>
- Reisach, U. (2021). The Responsibility of Social Media in Times of Societal and Political Manipulation. *European Journal of Operational Research*. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.09.020>
- Rupeika-Apoga, R., Petrovska, K., & Bule, L. (2022). SMEs' Digital Transformation Facilitated by COVID-19. <https://doi.org/10.20944/preprints202201.0340.v1>
- Sætra, H. S. (2021). A Framework for Evaluating and Disclosing the ESG Related Impacts of AI with the SDGs. *Sustainability*, 13(15), 8503. <https://doi.org/10.3390/su13158503>
- Svanberg, J., Ardeshiri, T., Samsten, I., Öhman, P., Neidermeyer, P. E., Rana, T., Maisano, F., & Danielson, M. (2023). Must social performance ratings be idiosyncratic? An exploration of social performance ratings with predictive validity. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 14(7), 313–348. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-03-2022-0127>
- Vaiyapuri, T., Priyadarshini, K., Hemlathadhevi, A., Dhamodaran, M., Dutta, A. K., Pustokhina, I. V., & Pustokhin, D. A. (2022). Intelligent Feature Selection With Deep Learning Based Financial Risk Assessment Model. *Computers Materials & Continua*. <https://doi.org/10.32604/cmc.2022.026204>
- Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., Felländer, A., Langhans, S. D., Tegmark, M., & Nerini, F. F. (2020). The Role of Artificial Intelligence in Achieving the Sustainable Development Goals. *Nature Communications*. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14108-y>
- Weber, P., Carl, K. V., & Hinz, O. (2024). Applications of Explainable Artificial Intelligence in Finance – A systematic review of Finance, Information Systems, and Computer Science literature. *Management Review Quarterly*, 74(2), 867–907. <https://doi.org/10.1007/s11301-023-00320-0>
- Yang, B. M., & Yang, O. (2022). Assessing the Effect of Dynamic Capabilities on the ESG Reporting and Corporate Performance Relationship With Topic Modeling: Evidence From Global Companies. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.898935>
- Zhang, Y., & Wang, J. (2024). Research on influencing factors and path of digital transformation of manufacturing enterprises. *Kybernetes*, 53(2), 752–762. <https://doi.org/10.1108/K-06-2023-1042>
- Zhao, Y. (2024). Empowering Sustainable Finance: The Convergence of AI, Block-chain, and Big Data Analytics. *Advances in Economics, Management and Political Sciences*, 85(1), 267–273. <https://doi.org/10.54254/2754-1169/85/20240925>

Fenntarthatóság több szemszögből ***(Recenzió)***

VARGYAS Daniella¹

¹Soproni Egyetem Széchenyi István Gazdálkodás- és Szervezéstudományi Doktori Iskola

[Csath Magdolna – Horváth Klaudia – Nagy Balázs – Taksás Balázs: A fenntarthatóság árnyalatai (M. Csath, Szerk.). Ludovika Egyetemi Kiadó, Budapest, 2020. ISBN 978-963-531-308-2]

Csath Magdolna szerkesztésében 2020-ban megjelent *A fenntarthatóság árnyalatai* című könyv rendkívül fontos témakört dolgoz fel, hiszen napjaink egy égető kérdését, a fenntarthatóságot járja körül különböző szempontok alapján. Ezek a szempontok a környezet, a társadalom és a gazdaság, mely éppen az a három dimenzió, amely a több tucat megjelent fenntarthatósági definíció közös alappillére. A Brundtland-jelentés (United Nations, 1987) az alábbi meghatározást tartalmazza a fenntarthatóságra: „*A fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő generációk képességét saját szükségleteik kielégítésére.*” Az én olvasatomban a fenntarthatóság nem más, mint a gazdaság, a társadalom és a természeti környezet egymással szoros függelmi viszonyban levő rendszere, melynek túlzott fokozódása kezdetben szűkösset eredményez, végső soron a jövő generációi létének és jólétének a fennmaradását veszélyezteti.

A könyv címe pontosan rávilágít arra, hogy a fenntarthatóság különböző árnyalatai kerülnek bemutatásra a könyvben a fent említett három dimenzió alapján, azonban az nem jelenik meg, hogy sokkal inkább a szerzők által a gyakorlatban feltárt eredmények vannak az előtérbe helyezve, mintsem a fenntarthatóság alappilléreire épülő elméleti háttéranyag.

A 206 oldalas mű hat, logikailag jól összeillő fő fejezetre osztható fel, mely négy – név szerint: Csath Magdolna, Nagy Balázs, Taksás Balázs, Horváth Klaudia – fenntarthatósággal foglalkozó személy tanulmányát fog-

¹ E-mail: vargyasdaniella@phd.uni-sopron.hu
MTMT: 10092975

lalja magába. A könyv érdekessége, hogy a 206 oldalban jelentős mennyiségű, összesen 175 hazai- és nemzetközi szakirodalmi hivatkozást, 27 táblázatot és 51 ábrát mutat be az olvasóknak. Az egyes kutatások terjedelméről elmondható, hogy nagyságrendileg azonos hosszúságúak, a szerzők az állításaikat számadatokkal, szemléletes és könnyen értelmezhető ábrákkal és jól kifejező táblázatokkal igazolják. Az egyes szerzők írásmódja közérthető és olvasmányos, ugyanakkor szakmailag megalapozott és rendkívül informatívnak tekinthető.

A bevezető gondolatokat követően ismerkedhetünk meg a gazdasági fenntarthatóság szerepével, mely Csath Magdolna saját tanulmánya által kerül bemutatásra a „*Gazdasági fenntarthatóság: a gazdasági szerkezet szerepe*” címmel, különös hangsúlyt fektetve arra, hogy a jelenlegi gazdasági rendszerek milyen kihívásokkal néznek szembe a fenntarthatóság elérésében. A szerző részletesen elemzi a globális és lokális gazdasági trendeket, a hazai gazdaság szerkezetét, kiemeli a fenntarthatatlan gazdasági gyakorlatok hosszú távú negatív hatásait, valamint a fenntartható gazdasági növekedés lehetőségeit.

A harmadik fő fejezetben Nagy Balázs „A humán és társadalmi fenntarthatóság mutatói nemzetközi összehasonlításban” tanulmányát olvashatjuk. Itt a szerző a társadalmi egyenlőtlenségek csökkentésének fontosságát, az oktatás szerepét, valamint a társadalmi kohézió erősítését hangsúlyozza. Rávilágít arra, hogy a fenntarthatóság nem csupán környezeti kérdés, hanem szorosan összefügg az emberek jólétével és társadalmi igazságosságával. A magas hozzáadott-érték és a tudás szerepe kulcsfontosságú kérdésként jelenik meg a gazdaság szerkezetének szükséges átalakítása mellett.

A negyedik részben Taksás Balázs a fenntarthatóság nemzetközi mutatószámrendszerait mutatja be elsősorban az Egyesült Nemzetek Szervezete (ENSZ) és az Európai Unió (EU) álláspontja alapján, de kitér a Magyarországon érvényben levő indikátorok elemző bemutatására is. Szorosan összefügg ezzel a következő fejezet is, hiszen Taksás szintén fenntarthatósági mutatókat vonultat fel, de most már a környezeti fenntarthatóság jelzőszámait ismerteti hazai viszonylatban, amit összevet az európai mutatókkal is. Részletesen bemutatja a klímaváltozás hatásait, a természeti erőforrások kimerülését és a biodiverzitás csökkenését. Emellett gyakorlati megoldásokat is kínál, például a megújuló energiaforrások használatának növelését és a körforgásos gazdasági modellek alkalmazását.

Horváth Klaudia a kötet utolsó fejezetében rávilágított arra, hogy az Európai Unió milyen törekvéseket tett az elmúlt két évtizedben a fenntarthatóság megteremtése és szabályozása érdekében. Feltárja, hogy milyen

módon jelent meg közösségi célként a fenntarthatóság, milyen környezetvédelmi stratégiákkal és cselekvési programmal rendelkezik az unió, bemutatja az Európai Bizottság által kinyilatkozott Európai Zöld Megállapodás pontjait, valamint az Európai Unió által nyilvánosságra hozott 2021-2027 közötti időszakra rögzített több éves uniós pénzügyi keretet is, mely több pontban értini a környezetvédelmet.

Az egyes fejezetek bőséges szakirodalmi hivatkozásokat tartalmaznak, így figyelmébe ajánlom PhD- vagy egyéb kutatásukat végző személyeknek, akik tudásuk bővítéseként esetleg inspirálódni szeretnének az olvasottakból és további szakirodalmakat szeretnének megismerni a hivatkozások által. Mivel a könyv nem egyetlen aspektusára világít rá a fenntarthatóságnak, hanem több árnyalatát is bemutatja, ezért a szakértelemmel nem rendelkező vállalati fenntarthatóságért felelős személyek és döntéshozók számára is jó szívvel ajánlom, hiszen az elméleti alapokra építve lehet eredményesen a gyakorlatban megvalósítani a folyamatot. Ezen túlmenően a könnyű olvashatósága és értelmezhetősége miatt minden olyan személynek tanácsolom tanulmányozni, akik érdeklődnek a fenntarthatóság komplex rendszere iránt és nem csupán divatként tekintenek a fenntarthatóságra, hanem sokkal inkább szeretnék azt megérteni, és a saját szintjükön / környezetükben megteremteni a stabil alapokat hozzá.

Összességében elmondható, hogy a bemutatott könyv által feldolgozott témakör jelentősége vitathatatlan a mindennapjainkban, hiszen a fenntarthatóság nem csupán a jelenben kap kiemelt szerepet, hanem vélhetően a jövőnk egyik meghatározó főszereplője lesz. Ezt az is bizonyítja, hogy hazánkban egyre több végrehajtási rendelet és képzés jelenik meg. A fenntarthatóság életünk minden területét átszövi, éppen ezért érdemes ezt a témakört minden tudatos állampolgárnak és hozzáértő személynek is figyelemmel kísérnie, hiszen amilyen egyszerűnek tűnik a jelenség, olyannyira összetett és rendkívül nehéz a megteremtése.

Irodalomjegyzék

- Csath, M., Horváth, K., Nagy, B., & Taksás, B. (2020). *A fenntarthatóság árnyalatai* (M. Csath, M. (szerk.). Ludovika Egyetemi Kiadó.
- United Nations. (1987). Report of the World *Commission on Environment and Development: Our Common Future*. (41. p.). United Nations.
URL: <https://tinyurl.com/2ze3uuty>



SOPRONI EGYETEM KIADÓ
UNIVERSITY OF SOPRON PRESS