

ISSN 2831-1957
ISSN 2831-1981 (online)

• INFOKOM Science

ČASOPIS ZA SAVREMENA
PRIVREDNA KRETANJA

TEMA BROJA
Održivost i cirkularna
ekonomija

Vol. 2 | 2024.



VANJSKOTRGOVINSKA KOMORA BOSNE I HERCEGOVINE
СПОЉНОТРГОВИНСКА КОМОРА БОСНЕ И ХЕРЦЕГОВИНЕ
FOREIGN TRADE CHAMBER OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

INFOKOM SCIENCE

ČASOPIS ZA SAVREMENA PRIVREDNA KRETANJA
JOURNAL OF CONTEMPORARY ECONOMICS

Vol. 2, novembar/studeni 2024.

IZDAVAČ

Vanjskotrgovinska komora Bosne i Hercegovine
Спољнотрговинска комора Босне и Херцеговине
Branislava Đurđeva 10
71000 Sarajevo

GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK

dr. sc. Elma Kovačević-Bajtal
Ministarstvo vanjskih poslova Bosne i Hercegovine
elma.bajtal@mvp.gov.ba

GOST UREDNIK ČASOPISA

prof. dr. Mirha Bičo Ćar
mirha.car@efsa.unsa.ba
Ekonomski fakultet Univerziteta u Sarajevu

REDAKCIJA

Elvir Ćizmić
Isak Karabegović
Zdenko Klepić
Dragica Ristić
Senad Softić
Sabrina Teskeredžić
Dragan Vojinović
Vjekoslav Vuković

SEKRETAR REDAKCIJE

Aida Kapičija

PREVODILAC

Danijela Kovač

GRAFIČKA OBRADA

Engin Mešanović

ISSN 2831-1981 (online)

ISSN 2831-1957 (print)

Sadržaj

PREDGOVOR	4
Kasim Tatić	
POSLOVNI MODELI ZA ODRŽIVI RAZVOJ.....	7
<i>BUSINESS MODELS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT</i>	<i>18</i>
Jasmina Mangafić, Josip Nikolić	
IZVJEŠTAVANJE O ODRŽIVOSTI: GLOBALNE PRAKSE I PRILIKE ZA BOSNU I HERCEGOVINU.....	19
<i>NAVIGATING SUSTAINABILITY REPORTING: GLOBAL TRENDS AND BOSNIA AND HERZEGOVINA'S JOURNEY.....</i>	<i>28</i>
Ljiljan Veselinović	
CIRKULARNI POSLOVNI MODELI I EKONOMIJA DIJELJENJA: PREGLED KLJUČNIH ISTRAŽIVAČKIH TEMA.....	29
<i>CIRCULAR BUSINESS MODELS AND THE SHARING ECONOMY: A REVIEW OF KEY RESEARCH TOPICS.....</i>	<i>38</i>
Amra Bratovčić	
DIZAJN ZELENE FARMACEUTSKE PROIZVODNJE I POSTIZANJE CILJEVA ODRŽIVOSTI	39
<i>THE DESIGN OF GREEN PHARMACEUTICAL PRODUCTION AND THE ACHIEVEMENT OF SUSTAINABILITY GOALS</i>	<i>48</i>
Adem Abdić, Adnan Rovčanin, Ademir Abdić, Fahir Kanlić	
ODRŽIVE FINANSIJE – STANJE I PERSPEKTIVE	49
<i>SUSTAINABLE FINANCE – CURRENT STATE AND PERSPECTIVES.....</i>	<i>61</i>
Amra Bratovčić	
SAVREMENI NAČINI TRANSFORMACIJE HEMIJSKIH PROCESA ZA ODRŽIVU PROIZVODNJU	62
<i>MODERN METHODS OF TRANSFORMING CHEMICAL PROCESSES FOR SUSTAINABLE PRODUCTION.....</i>	<i>76</i>
Hana Korać, Vjekoslav Vuković, Tomislav Ćurić	
ETIČKI PRINCIPI KAO KONTROLNI MEHANIZAM PRIMJENE UMJETNE INTELIGENCIJE	77
<i>ETHICAL PRINCIPLES AS A CONTROL MECHANISM OF THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE.....</i>	<i>89</i>

OBIM I TEME

Vanjskotrgovinska/Spoljnotrgovinska komora Bosne i Hercegovine je pokrenula aktivnosti za izdavanje prvog interdisciplinarnog međunarodnog naučnog časopisa „Infokom Science”, zbornika naučnih i stručnih radova, prikaza i studentskih radova.

Glavni cilj časopisa je da stručnoj javnosti i akademskoj zajednici te širokoj publici i praktičarima predstavi originalna, visokokvalitetna, teorijska i primijenjena istraživanja u svim oblastima proizvodnog inženjeringa i upravljanja proizvodnjom. Kako bi se premostio jaz između teorije i prakse, posebno su dobrodošle aplikacije zasnovane na naprednoj teoriji i studijama slučaja.

Glavni faktori u procesu evaluacije teorijskih radova su njihova originalnost i istraživački doprinosi. Opći pristupi, formalizmi, algoritmi ili tehnike trebaju biti ilustrirani značajnim aplikacijama koje pokazuju njihovu primjenjivost na probleme u stvarnom svijetu.

Radovi podliježu anonimnoj recenziji i kategoriziraju se odlukom Redakcije i na prijedlog recenzenata u jednu od sljedećih kategorija:

- originalni naučni članak – sadrži neobjavljene rezultate izvornih naučnih istraživanja
- pregledni naučni članak – sadrži sažet i kritičan prikaz jedne oblasti, sa detaljnim pregledom literature, iz kojeg je vidljiv doprinos autora toj oblasti
- stručni članak – sadrži korisne stručne priloge

Prednost prilikom objavljivanja će imati originalni naučni članci, zatim pregledni naučni članci i nakon toga stručni članci.

Oblasti interesovanja uključuju, ali nisu ograničene na:

Industriju 4.0
Napredne proizvodne tehnologije
Umjetnu inteligenciju u proizvodnji
Montažne sisteme
Automatizaciju
Velike podatke u proizvodnji
Blok lanac u proizvodnji
Kompjuterski integrisanu proizvodnju
Procese aditivne proizvodnje
Procese rezanja i oblikovanja
Sisteme za podršku odlučivanju
Duboko učenje u proizvodnji
Diskretne sisteme i metodologiju
E-proizvodnju
Evolucijsko računanje u proizvodnji
Fuzzy sisteme
Inženjering ljudskog faktora, ergonomiju
Industrijski inženjering
Industrijske procese
Industrijsku robotiku
Inteligentne proizvodne sisteme
Upravljanje zalihama

Procese pridruživanja
Upravljanje znanjem
Logistiku u proizvodnji
Mašinsko učenje u proizvodnji
Nauku o materijalima, multidisciplinarnu
Ekonomiju u proizvodnji
Mehanički inženjering
Mehatroniku
Metrologiju u proizvodnji
Modeliranje i simulaciju
Numeričke tehnike
Operaciona istraživanja
Planiranje, zakazivanje i kontrolu operacija
Tehnike optimizacije
Upravljanje projektima
Upravljanje kvalitetom
Rizik i neizvjesnost
Samoorganizujuće sisteme
Pametnu proizvodnju
Upravljanje lancem nabavke
Virtuelnu stvarnost u proizvodnji

PREDGOVOR

Dramatična dešavanja kojima svjedočimo posljednjih godina i mjeseci u vezi sa čestim vremenskim nepogodama i njima uzrokovanim nesrećama utiču na to da sve intenzivnije i zabrinutije razmišljamo o uzrocima navedenog i promjenama koje je potrebno poduzeti kako bismo doprinijeli zaštiti i očuvanju okruženja te spriječili daljnje ugrožavanje postojeće ravnoteže. Uzroci (klimatskih i njima potaknutih) promjena koje se već sad ubrzano odvijaju pred našim očima vežu se za sve veći porast stanovništva, kulturološke promjene, rast potreba i potrošnje, intenziviranje proizvodnje, pretjeranu eksploataciju i ekstrakciju prirodnih sirovina..., a sve to bitno determiniše sadašnju i buduću kvalitetu zdravlja i života ljudi.

Zainteresovanost i briga za efekte koje čovječanstvo svojim djelovanjem proizvodi na prirodu i budućnost čovjeka potiče još s početka 1900-ih (dakle, period širenja industrijske proizvodnje), da bi se 1950-ih pojavili prvi organizovani naponi i zahtjevi da se sve prakse koje izazivaju negativne efekte po život ljudi i okoliš kontrolišu, modifikuju i obuzdavaju u svom negativnom dejstvu. Šezdesete godine 20. vijeka predstavljale su period intenziviranja djelovanja grupa za zaštitu okoliša od negativnih uticaja čovjeka, da bi iduće desetljeće obilježila prava eksplozija napora povezanih sa održivošću (osnovana je organizacija Greenpeace, a termin održivost upotrijebljen je prvi put na način kako ga danas koristimo). U narednih 50 godina, održivost i održivi razvoj postali su jedna od najvažnijih briga velikog dijela naučne i stručne zajednice, pri čemu teorije održivosti prioritziraju i integrišu društvene odgovore na ekološke i kulturne probleme. U okviru teorija održivosti se vremenom razvilo više modela koji se fokusiraju na različita pitanja održivosti. Tako ekonomski model razmatra održivost prirodnog i finansijskog kapitala, ekološki model razmatra biološku raznolikost i ekološki integritet, a politički model analizira društvene sisteme kao pretpostavke očuvanja ljudskog dostojanstva. U okviru ekonomskog modela održivosti razvijen je koncept i filozofija održive cirkularne (kružne) ekonomije. Osnovu pristupa cirkularne ekonomije čini dizajn proizvoda koji omogućava da se outputi proizvodnih i poslovnih procesa mogu koristiti za proizvodnju drugih proizvoda, a koncept se bazira na 4R - četiri temeljne komponente koje čine: popravka - ponovna upotreba - ponovna prerada - recikliranje (engl. *repair - reuse - remanufacturing - recycle*). Ovako koncipiran, pristup kružne ekonomije omogućava maksimalne efekte od korištenih resursa te potpuno minimiziranje upotrebe resursa, što omogućava najveći mogući kompromis i usklađenje trenutnih i budućih potreba (iskazanih kroz ekonomski rast, sa jedne, i zaštitu okoline, sa druge strane).

Drugi broj časopisa „Infokom Science“ sadrži radove koji upravo odražavaju ključne savremene teme u vezi sa održivošću, dimenzijama održivosti i konceptom cirkularne ekonomije. Broj otvara rad „Poslovni modeli za održivi razvoj“ u kojem autor Tatić prezentuje modalitete održivog razvoja i tri osnovna pristupa tih modela (efikasnost, konzistentnost i dovoljnost) te zaključuje da je „kreiranje, implementacija i inoviranje održivih poslovnih modela proces koji zahtijeva široko integrirani pristup neophodan za očuvanje i ojačanje pozicije na tržištu“. Rad „Izveštavanje o održivosti: globalne prakse i prilike za Bosnu i Hercegovinu“ autora Mangafić i Nikolić objašnjava da „izveštavanje o održivosti predstavlja ključnu praksu organizacija širom svijeta koja preduzećima omogućuje da pokažu svoju posvećenost ciljevima u vezi sa okolišem, društvom i upravljanjem, ali i da postojanje regulatornih okvira kojima se globalne prakse izvještavanja oblikuju predstavljaju instrument za unapređenje korporativnog upravljanja, smanjenje ekoloških rizika i povećanje konkurentnosti na globalnim tržištima“. Analizirajući „Cirkularne poslovne modele i ekonomiju dijeljenja“, Veselinović, u radu koji daje pregled ključnih istraživačkih tema, naglašava da je fokus autora koji se bave cirkularnim poslovnim modelima i ekonomijom dijeljenja na temama „umjetne inteligencija i digitalizacije, dizajnu proizvoda-usluga i njihovoj održivosti, menadžerskim praksama i integraciji proizvoda i usluga, uključenosti potrošača i ekonomiji dijeljenja, inovacijama poslovnih modela i njihovim trendovima te prednostima i preprekama implementacije cirkularnih modela“.

Autorski tim Abdić i dr. u svom radu „Održive finansije“ prezentuje „evoluciju održivih finansija, s fokusom na pokretače ove transformacije, poput okolišnih, socijalnih i upravljačkih aspekata te regulatorne inicijative i promjene u ponašanju finansijera i investitora”. Bratovčić u okviru svojih radova govori o „Savremenim načinima transformacije hemijskih procesa za održivu proizvodnju“ i „Dizajnu zelene farmaceutske proizvodnje i postizanju ciljeva održivosti”. Bratovčić naglašava da transformacija hemijskih procesa može podrazumijevati defosilizaciju hemijske proizvodnje kroz elektrifikaciju hemijskih procesa, primjenu hemijskih reaktora te upotrebu obnovljive energije za pokretanje hemijske reakcije, kao i da metoda kvantitativnog odnosa strukture i aktivnosti hemijskih spojeva koristi umjetnu inteligenciju i mašinsko učenje za uspostavljanje veze između hemijske strukture i biološke aktivnosti sa ciljem pronalaženja rješenja sa smanjenom toksičnošću u farmaceutskim procesima, čime se osigurava povećana javna sigurnost i promoviše održivost okolišnih resursa. Konačno, u posljednjem radu ovog broja, Korać i dr. analiziraju i prezentuju važnost etičkih principa kao kontrolnog mehanizma primjene umjetne inteligencije, naglašavajući da poduzimanje adekvatnog pristupa pri primjeni umjetne inteligencije rezultira transparentnošću, usklađivanjem sa regulatornim pravilima, ali i identifikovanjem područja neprihvatljive upotrebe umjetne inteligencije.

Kroz svoje radove u ovom broju časopisa „Infokom Science“, autori su ponudili jezgrovit pregled ključnih i aktuelnih tema u vezi sa održivošću i cirkularnom ekonomijom i njihove značajne aspekte (etička pitanja i upotreba savremenih tehnologija). S obzirom na to, ovaj broj, pored zanimljivog naučnog i stručnog štiva, treba predstavljati poticaj privrednicima da promisle o mogućnostima koje im stoje na raspolaganju kada je riječ o implementaciji koncepta cirkularne ekonomije, kao i o načinima kako da ove koncepte primijene u svom svakodnevnom poslovanju, bilo da su već započeli sa ovim procesima, bilo da traže načine za daljnja unapređenja svog poslovanja. Imajući u vidu navedeno i značaj implementacije principa cirkularne ekonomije, Uredništvo časopisa se nada da će ovi poticaji rezultirati pozitivnim efektima, kako za preduzeća tako i za privredu i zajednicu u cjelini.

Sarajevo, 15. 11. 2024. godine

Gost urednik časopisa

Mirha Bičo Ćar

Ekonomski fakultet Univerziteta u Sarajevu

POSLOVNI MODELI ZA ODRŽIVI RAZVOJ

Pregledni rad

Kasim Tatić

Ekonomski fakultet Univerziteta u Sarajevu
Trg oslobođenja – Alija Izetbegović 1, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina
e-mail: kasim.tatic@efsa.unsa.ba

SAŽETAK:

Rad je zamišljen kao kratak prikaz ideja u vezi sa poslovnim modelima održivog razvoja ili kraće održivim poslovnim modelima. U radu se najprije daje kratak osvrt na tzv. ESG okvir, koji se odnosi na tri područja (okoliš, društvo i korporativno upravljanje), pri čemu svako od tih područja uključuje određene aspekte koje zainteresirane strane (stakeholderi) mogu procijeniti i ocijeniti. U dijelu rada pod nazivom „Modaliteti održivog poslovanja – koncept i komponente“ potcrtana je činjenica da postoje tri osnovna pristupa u nastojanjima da se bilo koji resursno zasnovan sistem učini održivim u većoj mjeri, na nivou ekonomije kao cjeline ili pojedine kompanije: efikasnost, konzistentnost i dovoljnost. Sva tri pristupa su definirana i kratko pojašnjena. Nakon toga, pažnja je posvećena značaju i inoviranju poslovnih modela te definiranju održivog poslovnog modela, prvenstveno koristeći široko primjenjivani vizuelni koncept tzv. kanvas održivog poslovnog modela. U kratkom zaključku navodi se da kreiranje, implementacija i inoviranje održivih poslovnih modela predstavljaju izuzetno težak proces koji zahtijeva integrirani pristup na mnogo područja te da preduzeća koja žele očuvati ili ojačati svoju poziciju na tržištu moraju prihvatiti taj izazov.

Ključne riječi: održivi razvoj, ESG okvir, efikasnost, konzistentnost, dovoljnost, održivi poslovni model

JEL klasifikacija: M21; Q01; Q51; Q56

UVOD

Koncept održivog razvoja podrazumijeva međugeneracijsku solidarnost koja se prvenstveno sastoji u pronalaženju takvih rješenja koja garantiraju daljnji rast koji omogućava aktivno uključivanje svih društvenih grupa u razvojne procese, dajući im priliku da uživaju koristi od realiziranog ekonomskog rasta. Ujedinjeni narodi (UN) su 2015 kreirali i predstavili program za održivi razvoj poznat kao Agenda 2030, koji se sastoji od 17 ciljeva održivog razvoja (engl. *Sustainable Development Goals* - SDGs) i 169 zadataka (engl. *Tasks*) povezanih s tim ciljevima. Ovakva struktura odražava dobro poznate tri dimenzije održivog razvoja: socijalnu, okolišnu i ekonomsku održivost.

S tim u vezi je promoviran tzv. ESG okvir (engl. *Environment, Society and Governance* - ESG), koji se odnosi na tri područja (okoliš, društvo i korporativno upravljanje), pri čemu svako od tih područja uključuje određene aspekte koje zainteresirane strane (stakeholderi) mogu procijeniti i ocijeniti.

Okoliš	Društvo	Upravljanje
Korištenje energije i efikasna strategija prilagođavanja klimatskim promjenama Smanjenje otpada Gubitak biodiverziteta Emisija stakleničkih gasova Smanjenje ugljičnog otiska	Pravične naknade za rad Jednake prilike za zapošljavanje Pogodnosti za zaposlenike Sigurnost i zdravstveni uslovi na radnom mjestu Angažman u zajednici Odgovorno partnerstvo u lancu snabdijevanja Poštivanje zakona o radu	Korporativno upravljanje Upravljanje rizicima Poštivanje zakonskih odredbi Etične poslovne prakse Izbjegavanje sukoba interesa Integritet i transparentnost računovodstva

Slika 1. Okolišni, društveni i upravljački stubovi ESG okvira

Izvor: Tech Accelerator (2020, str. 6)

Okolišni faktori uključuju obim i metode korištenja obnovljivih i neobnovljivih resursa, uključujući obnovljive izvore energije; iznos emisije stakleničkih gasova; efikasnost u upravljanju prirodnim resursima; količinu generiranog otpada i metode njegovog odlaganja; uticaj na okoliš i biodiverzitet.

Društveni faktori uključuju one faktore kroz koje preduzeća utiču na socijalno okruženje, tj. zaposlenike, potrošače, snabdjevače i lokalnu zajednicu. Oni se odnose na pitanja kao što su: upravljanje zaposlenicima, prava zaposlenika, prava potrošača i pitanja u vezi sa sigurnošću i zdravstvenim standardima na radnom mjestu.

Koncept upravljanja treba razumjeti kao unutrašnji nadzorni sistem u kompaniji, koji se sastoji od politika i procedura te standarda i kontrolnih mehanizama kreiranih i primijenjenih u kompaniji sa ciljem da se standardiziraju i olakšaju procesi donošenja odluka i poboljša efikasnost upravljanja, obezbijedi usklađenost sa relevantnim zakonskim odredbama te da se u obzir uzmu i potrebe širokog kruga zainteresiranih strana (stakeholdera), sa posebnim naglaskom na investitore. Svaka kompanija koja želi da održi ili poboljša svoju poziciju na tržištu mora da ima efikasan sistem pravila korporativnog upravljanja koji odgovara njenoj veličini i vrsti djelatnosti, kao i specifičnim okolnostima u poslovanju.

Ključne veze između svih ESG područja i održivosti čine ljudi, rizici i kapital. Ljudi su najvažniji faktor u pogledu klimatskog prilagođavanja i povećanja otpornosti (rezilijentnosti) kompanije, zatim blagostanje te različitosti, jednakosti i uključenosti (engl. *Diversity, Equity and Inclusion* - DEI).

Kompanije koje uspiju angažirati svoje zaposlenike u postizanju njihovih ESG ciljeva mnogo su uspješnije od onih koje to ne uspiju.

1. MODALITETI ODRŽIVOG POSLOVANJA – KONSEPT I KOMPONENTE

Rastuća svjesnost o negativnom uticaju koji brojne i najrazličitije ljudske aktivnosti imaju na okoliš i životne uslove postojeće i budućih generacija rezultira time da se značaj koncepta održivog razvoja neprestano povećava. U nastojanjima da se bilo koji resursno zasnovan sistem učini u većoj mjeri održivim, posmatrano na nivou ekonomije kao cjeline ili pojedine kompanije, postoje tri osnovna pristupa (Fischer, 2023):

- **efikasnost:** Kako da minimiziram korištenje resursa u proizvodnji i potrošnji?
- **konzistentnost:** Kako da dizajniram ono što trebam na održiv način?
- **dovoljnost:** Šta stvarno trebam i zašto?

Sva tri ova pristupa imaju za cilj smanjenje potrošnje resursa. Naravno, nijedan od ovih pristupa ne može smanjiti uticaj na okoliš na nulu, ali ako se primijene u međusobnoj kombinaciji, oni mogu u značajnoj mjeri da poboljšaju resursno definiranu održivost određenog sistema. Efikasnost je najpoznatiji i najrašireniji pristup. Ona mjeri napor i stepen do kojeg je izvorni materijal transformiran u konačni proizvod. Niska efikasnost ukazuje da se moraju investirati velike količine sirovina i/ili napora da bi se kreirala željena količina finalnog proizvoda, tj. mnogo inputa, malo outputa. Prema tome, sistemi koji su nisko efikasni posljedično imaju više proizvodne troškove, pošto su resursi i rad često glavni pokretači troškova. Prema tome, poboljšanje efikasnosti sistema je favorizirani pristup najvećeg broja kompanija i drugih organizacija i one ga primjenjuje već decenijama. Pristup održivosti preko povećanja efikasnosti znači da ostvarujemo međusobno približavanje ekonomskih i okolišnih interesa. Međutim, povećanje efikasnosti često prati fenomen nazvan „povratni efekat“ (engl. *rebound effect*). On opisuje uobičajeni sporedni efekat smanjenja proizvodnih troškova: cijena proizvoda se smanjuje kako bi se zadobila prednost nad konkurencijom. Ovo vodi ka povećanoj potražnji za proizvodom, pošto sada veći dio stanovništva može sebi priuštiti njegovu kupovinu ili pak da isti potrošači sada mogu kupiti veću količinu po istoj cijeni. U konačnici, povećana potražnja vodi ka povećanoj proizvodnji, koja pak vodi ka povećanoj količini potrebnih resursa i, posljedično, ima negativni uticaj na održivost sistema. Ukratko, **održivost sistema nikada se ne može procijeniti korištenjem relativnih pokazatelja, nego se uvijek u obzir moraju uzeti apsolutni pokazatelji, tj. ukupne količine resursa koji se troše.**

Recimo, smanjenje emitiranih stakleničkih gasova ili potrošnja goriva po jednom proizvedenom automobilu, u iznosu od 10%, nema nikakav pozitivan uticaj na održivost sistema ukoliko se takvih automobila proda i na putevima efektivno vozi 30% više. Mogli bismo reći i ovako: prirodu baš briga koliko smo mi smanjili potrošnju po jednom automobilu, tj. relativni pokazatelj. Ono što nju tangira jeste ukupna količina goriva koju svi proizvedeni automobili troše, tj. apsolutni pokazatelj. Uslijed neprestanog rasta proizvodnje i na nivou kompanija i na nivou nacionalnih ekonomija, sav tehnološki progres koji načine inženjeri i tehnolozi, a koji rezultira povećanjem efikasnosti i smanjenjem relativne potrošnje resursa po jedinici proizvoda, pokazuje se kao nedovoljan, jer menadžeri i ekonomisti, želeći da iskoriste pozitivne efekte ekonomije obima, neprestano insistiraju na relativno mnogo većem povećanju količine prodatih proizvoda.

Strategije konzistentnosti nisu usmjerene da poboljšaju iznos resursa i/ili napora, kao što to rade pristupi na bazi efikasnosti, nego radije ciljaju na to da koriste neograničene, obnovljive resurse ili, pak, da ne dozvole da resursi budu transformirani u takvo stanje iz kojeg ne mogu biti više transformirani u bilo šta korisno. Kada se iskorištavaju rijetki neograničeni resursi, kao što su vjetar, sunčeva energija i morski talasi, povećano korištenje takvih resursa nema negativan uticaj na njihovu raspoloživost. Na planeti neće biti manje vjetra zato što postoji više vjetroelektrana. Međutim, mora

se naglasiti, transformiranje ovih izvora u korisnu energiju zahtijeva tehničke uređaje koji izvedu tu transformaciju (vjetroelektrane, solarni paneli i sl.). „Da bi bili 100% konzistentni, izgradnja i pokretanje ovih uređaja trebali bi da budu zasnovani 100% na obnovljivim izvorima, što uglavnom nije slučaj. Kao posljedica toga, konzistentnost je u praksi često samo aproksimacija ili približno kretanje ka tom cilju, kroz nastojanje da se optimizira raspoloživost i efikasno korištenje obnovljivih izvora.“ (Fischer, 2023, str. 21).

Dok se pristupi vezani za efikasnost i konzistentnost odnose na stranu proizvodnje, dovoljnost (engl. *sufficiency*) se odnosi na potražnju, pošto je osnovna ideja u tome da smanjena potražnja za proizvodima i uslugama znači manju potražnju za resursima što, u krajnjoj liniji, vodi ka manjoj ekstrakciji i potrošnji tih resursa. Postoje tri osnovna oblika dovoljnosti (Fischer 2023, str. 23):

- **smanjenje** potrošnje određenog proizvoda,
- **adaptacija** ili prilagođavanje proizvoda potrebama kupca,
- **supstitucija** ili zamjena jednog proizvoda ili usluge drugim proizvodom ili uslugom.

Eko-inovacije, eko-efikasnost i prakse društveno odgovornog poslovanja kompanija definiraju najveći dio agende industrijske održivosti. Iako važni, oni su po sebi ipak nedovoljni da obezbijede cjelovite, holističke promjene neophodne da se postigne dugoročna okolišna i socijalna održivost. Pitanje koje se logično nameće jeste na koji način se mogu potaći korporativne inovacije koje značajno mijenjaju način na koji kompanije posluju da bi se osigurala veća održivost.

Naime, nametnuta zakonska regulativa u ovoj oblasti, kao i svjesnost i osjetljivost potrošača na pitanja u vezi sa okolišem, društvom i korporativnim upravljanjem (ESG faktori) dovode do toga da konvencionalni poslovni modeli, koji definiraju način na koji kompanije posluju, sve teže mogu uspješno odgovoriti potrebama tržišta. U nastojanju da ostvare konkurentne prednosti, kompanije počinju da uključuju ESG faktore u konvencionalne poslovne modele kako bi ostvarile ciljeve održivog razvoja, a istovremeno održale produktivnost i profitabilnost na prihvatljivim nivoima (Schalteger et al., 2016). Izmjena i prilagođavanje postojećih poslovnih modela (engl. *Business Models* - BM) kako bi preduzeća adekvatno odgovorila izazovima koji se odnose na održivi razvoj ili kreiranje potpuno novih održivih poslovnih modela (engl. *Sustainable Business Models* - SBM) predstavljaju im jedan od najtežih izazova (Moratis et. al, 2018)

Koncept poslovnog modela postao je popularan 90-ih godina (Zott et. al 2011). Postoji mnogo definicija koje poslovni model opisuju iz različitih aspekata. Timmers (1998), Chelsbrough (2002) te Magretta (2002) sagledavaju poslovni model kao raspored ili konfiguraciju elemenata kompanije (resursa, tehnologije i informacija) koji joj omogućavaju da generira koristi za različite poslovne subjekte te, posljedično, i profit. Poslovni model se također shvata i kao „pojednostavljena i agregirana predstava relevantnih aktivnosti kompanije“ (Lemus-Aguilar et al., 2019) koja odražava primijenjenu poslovnu strategiju koja će omogućiti kompaniji da bude konkurentna na tržištu (Richardson, 2008). Teece (2010) ističe da oblikovanje poslovnih modela omogućava novi raspored ili preslagivanje poslovnih kapaciteta kako bi se prilagodili promijenjenom okruženju. Ipak, treba istaći da se poslovni model najčešće percipira kroz proces kreiranja vrijednosti. Kaplan i Winby (2007), Margetta (2002) i Osterwalder i Pigneur (2010) definiraju poslovni model kao opis kako organizacija kreira, isporučuje i prisvaja vrijednost. Kreiranje poslovnog modela se odnosi na utvrđivanje kako će kompanija kreirati vrijednost (za potrošače) da bi ostvarila konkurentnu prednost i uspjela na tržištu.

2. ODRŽIVI POSLOVNI MODEL

Održivi poslovni model (SBM) može se definirati kao inovacija konvencionalnog poslovnog modela (Girotra & Netessine, 2013), gdje mu inovacija dodaje određene nove karakteristike i ciljeve. Ti modeli ili: a) uključuju ideje, vrijednosti ili ciljeve povezane sa održivim razvojem; ili b) uključuju održivost u vrijednosnu propoziciju, kreiranje vrijednosti, isporuku vrijednosti i/ili proces prisvajanja vrijednosti (Lemus-Aguilar et al., 2019). Takvi poslovni modeli mogu se pojaviti u već postojećim preduzećima postepeno nastojeći da transformiraju trenutni poslovni model u pravcu održivosti (Han et al., 2022; Laasch & Pinkse, 2020) ili u novoosnovanim preduzećima koja nove modele iskušavaju u praksi (Henry et al., 2020).

Akademija, poslovni svijet i politika pozicionirali su održive poslovne modele kao ključni faktor koji će u velikoj mjeri omogućiti rješavanje sistemskih društvenih i okolišnih problema u poslovnom kontekstu te doprinijeti rješavanju institucionalizirane neodrživosti (Bocken & Short, 2021; Ritala et al., 2021).

Kreiranje održivog poslovnog modela ne podrazumijeva samo uvažavanje ESG faktora nego i fokusiranje na potrebe stakeholdera (Evans et al., 2017). U ovom je pristupu termin stakeholderi ekstremno širok, pošto uključuje zaposlenike, dioničare, investitore, dobavljače, potrošače i javne dionike (vlade, univerzitete i lokalne zajednice). Stubbs i Cocklin (2008) u pojam stakeholdera uključuju čak i okoliš (prirodu) i društvo. U ovom pristupu, potrebe i očekivanja stakeholdera su veoma značajna, jer stepen zadovoljavanja njihovih potreba upravo predstavlja mjeru uspjeha preduzeća. Jedan od osnovnih elemenata održivog poslovnog modela jeste izgradnja trajnih odnosa sa stakeholderima zasnovanih na međusobnom povjerenju (Gulati & Kletter, 2005).

Stubbs i Cocklin (2008) su predložili šest karakteristika održivih poslovnih modela, stavljajući na prvo mjesto **svrhu, viziju i misiju organizacije izražene kroz termine ekoloških, društvenih i ekonomskih ishoda**. Profiti su „sredstva“ za postizanje održivih ishoda – održive organizacije moraju ostvarivati profit da bi postojale, ali one ne postoje samo zato da bi ostvarivale profit. One slijede održivost zato što je to „ispravna (*right*) stvar da se čini“ ali i zato što je to „pametna (*smart*) stvar da se čini“. (str. 21). Ostale karakteristike SBM-a prema istim autorima (str. 22) su:

- SBM koristi tzv. pristup ukupne poslovne odgovornosti (engl. *Total Business Liability - TBL Approach*),
- SBM u obzir uzima potrebe svih stakeholdera umjesto da daje prioritet očekivanjima samo dioničara,
- SBM tretira prirodu kao stakeholdera i promovira aktivnu brigu o prirodi,
- lideri održivosti ili šampioni kroz SBM podržavaju promjene korporativne kulture i strukture neophodne za implementiranje održivosti,
- SBM primjenjuje sistemsku perspektivu ali i perspektivu sa nivoa preduzeća.

S druge strane, Boons i Lüdeke-Freund (2013) koriste pristup zasnovan na četiri stuba „Kanvasa poslovnog modela“, koncepta koji su ponudili Osterwalder i Pigneur (2010), i ističu da propozicija vrijednosti za potrošače treba da obezbijedi mjerljivu ekološku i/ili društvenu vrijednost istovremeno sa vrijednosti za potrošače i da bi ta propozicija trebalo da uravnoteži potrebe klijenta/potrošača i društva kao cjeline (Lüdeke-Freund & Dembek, 2017).



Slika 2. Kanvas/platno održivog poslovnog modela

Izvor: Bocken (2023, str. 6)

Sa slike je vidljivo da platno održivog poslovnog modela čine četiri dijela:

- **kreiranje vrijednosti (Value creation)**, gdje se definiraju ključni stakeholderi, ključne aktivnosti i ključni resursi i sposobnosti kompanije,
- **propozicija vrijednosti (Value proposition)**, gdje se definiraju tri P (Profit, People, Planet),
- **zahvatanje vrijednosti (Value capture)** gdje se definiraju struktura troškova i tok prihoda,
- **isporučivanje vrijednosti (Value delivery)**, gdje se definiraju odnosi sa potrošačima, ciljani tržišni segment te kanali komunikacije sa potrošačima i distribucije proizvoda, kao i način vraćanja proizvoda za ponovnu upotrebu ili recikliranje.

Bocken (2014) praktično kombinira gore pomenute pristupe u definiranju SBM-a tako što uključuje pristup trostruke donje linije (engl. *Tripple bottom line approach*), odnosno trostrukih rezultata poslovanja, i uzima u obzir širi obim interesa stakeholdera (posmatrajući i okoliš i društvo kao stakeholdere). SBM-ovi su važni u poticanju i primijeni inovacija za korporativni održivi razvoj. Oni mogu pomoći da se održivost ugradi u poslovne ciljeve i procese i služe kao ključna konkurentska prednost. Održivi poslovni modeli mogu se koristiti kao alati za koordiniranje tehnoloških i socijalnih inovacija sa održivošću na sistemskom nivou.

Uprkos različitim metodološkim pristupima, mogu se izdvojiti zajedničke karakteristike SBM-a (Lüdeke-Freund & Dembek, 2017). To su:

- jasan fokus na održivost, kombiniranjem ekoloških, socijalnih i ekonomskih aspekata,
- prošireno poimanje procesa stvaranja vrijednosti,
- prošireni koncept prisvajanja vrijednosti u smislu onih za koje je vrijednost kreirana,
- povećani značaj zadovoljavanja potreba stakeholdera, koncept kojih je značajno proširen,
- proširena perspektiva sistema u koje je SMB uklobljen kao i njegovog uticaja na okruženje.

U razvoju održivih poslovnih modela moguće je uočiti i određene karakteristične izazove (Evans, 2017). Oni su:

- **trostruka donja linija/trostruko iskazivanje rezultata poslovanja:** ko-kreiranje profita, socijalnih i okolišnih benefita i ravnoteža među njima predstavljaju izazov u kretanju prema SBM-u. - Stubbs and Coklin (2008); Schalteger et al. (2016),

- **mindset/kultura:** postojeća poslovna pravila, smjernice, norme ponašanja i metrika uspješnosti dominiraju u mindsetu/kulturi preduzeća i otežavaju uvođenje novih poslovnih modela. - Johnson et al. (2008); Boons and Lüdeke-Freund (2013),
- **resursi:** oklijevanje da se resursi alociraju na inoviranje poslovnog modela i preustroj resursa i procesa za nove poslovne modele. - Zott et al. (2011),
- **tehnološke inovacije:** integriranje tehnoloških inovacija, npr. čistih tehnologija sa inovacijama poslovnog modela je višedimenzionalno i složeno. - Yu & Hang (2010); Zott et al. (2011),
- **vanjski odnosi/veze:** ulazak u ekstenzivnije odnose sa vanjskim stakeholderima i poslovnim okruženjem zahtijeva dodatne napore. - Stubbs & Coklin (2008); Boons & Lüdeke-Freund (2013),
- **alati i metode poslovnog modeliranja:** postojeći alati i metode poslovnog modeliranja, npr. Osterwalder & Pigneur (2010) i Johnson et al. (2008), su malobrojni i rijetko zasnovani na održivosti. - Girotra & Netessine (2013).

Da bi uveo metod implementiranja održivih poslovnih modela, Bocken et al. (2014) predložio je kategorizaciju devet arhetipova održivih poslovnih modela. Po riječima autora, ti arhetipovi su uvedeni da opišu grupiranje mehanizama i rješenja koji mogu doprinijeti da se izgradi poslovni model za postizanje održivosti. Cilj ovih arhetipova jeste da se razvije zajednički jezik koji bi se mogao koristiti da se ubrza razvoj održivih poslovnih modela u fazi istraživanja i praktične primjene. Ti arhetipovi su: Maksimiziraj materijalnu i energijsku efikasnost; Kreiraj vrijednost iz „otpada“; Zamijeni sa obnovljivim izvorima energije i prirodnim procesima; Isporuči/prodaj funkcionalnost a ne vlasništvo; Prihvati ulogu aktivnog zaštitnika prirode; Ohrabruj/propagiraj dovoljnost; Pronađi novu svrhu (engl. *Re-purpose*) biznisa za društvo/okoliš; Razvijaj rješenja koja se mogu masovnije koristiti. (str. 1)

Jedna od posljednjih oblasti istraživanja u vezi sa održivim poslovnim modelima jeste inovacija održivog poslovnog modela. Schaltegger et al. (2016) definiraju je kao „modifikaciju ili potpuno nove poslovne modele koji mogu služiti za postizanje ciljeva održivog razvoja, tj. ublažavanje negativnih ili kreiranje pozitivnih eksternalija za prirodno okruženje i društvo“. Ovi modeli se posmatraju kao proces istraživanja, kastimizacije, redizajniranja, pribavljanja i transformacije. Neki proces se kvalificira kao inovacija održivog poslovnog modela kada za cilj ima: (1) održivi razvoj ili odgovarajuće smanjenje negativnog uticaja na okoliš i društvo te dugoročno blagostanje organizacije i njenih stakeholdera ili (2) usvajanje rješenja ili karakteristika koje podstiču održivost u elementima propozicije, kreiranja i zahvatanja vrijednosti.

Geissdoerfer et al. (2016) predlaže četiri tipa inovacija na području održivog poslovnog modela:

- (1) održiva novoosnovana preduzeća (engl. *start-ups*): nova organizacija sa održivim poslovnim modelom je kreirana,
- (2) transformacija održivog poslovnog modela: postojeći poslovni model se mijenja, rezultirajući održivim poslovnim modelom,
- (3) održiva diverzifikacija poslovnog modela: nema značajnih promjena postojećih poslovnih modela organizacije i razvijen je zaseban održivi poslovni model,
- (4) pribavljanje (engl. *acquiring*) održivog poslovnog modela: dodatni održivi poslovni model je identificiran, pribavljen i integriran u organizaciju.

Međutim, potrebno je pomenuti i neke izazove i rizike povezane sa inoviranjem i implementacijom održivih poslovnih modela. Oni su:

- veliki početni troškovi i dug period povrata ulaganja,
- poteškoća u mjerenju i demonstriranju održivosti,
- otpor prema promjenama već postojećih industrija,
- teškoća u pomirenju ekonomskih ciljeva i ciljeva okolišne održivosti,
- kompleksnost u pogledu zahtjeva različitih zainteresiranih strana (stakeholdera),
- potrebne promjene u operativnim procesima,
- značajna prilagođavanja u lancu snabdijevanja,
- educiranje zaposlenika o važnosti održivog poslovanja.

3. KOMPANIJE KOJE SU USPJEŠNO INTEGRIRALE ODRŽIVOST U SVOJE POSLOVNE MODELE

U nastavku navodimo neke od brojnih kompanija koje su uspješno inkorporirale održivost u svoje poslovne modele u svijetu i u Bosni i Hercegovini.

Rothy's je maloprodavač koji reciklirane plastične boce koristi kao sirovinu za proizvodnju cipela, torbi i materijala za pakiranje. Prema njihovom izvještaju, do sada su reciklirali oko 70 miliona plastičnih boca.

Etsy je prva velika destinacija za online kupovinu koja kompenzira 100% emisije ugljika iz broskog prometa. To je platforma koja omogućuje pojedincima da prodaju svoja umjetnička djela i kreacije kupcima širom svijeta, što podrazumijeva jako veliki broj paketa koji se svakodnevno distribuiraju, različitim transportnim sredstvima. Kako bi kompenzirao emisiju ugljendioksida u okoliš, nastalu kao posljedica distribuiranja pošiljki, Etsy je ušao u partnerstvo sa 3Degrees kompanijom za obnovljivu energiju kako bi finansirao verificirane projekte za smanjenje emisije ugljičnog dioksida, kao što je zaštita šuma, sponzoriranje solarnih i vjetrovika i razvijanje okolišno prihvatljivijih metoda za proizvodnju automobilskih dijelova.

Nagrada za biznis lidere održivog razvoja u **Bosni i Hercegovini** za 2023. godinu je namijenjena kompanijama koje stvaraju i zadržavaju kvalitetna radna mjesta i aktivno smanjuju svoj uticaj na okoliš. Nagrada je dodijeljena u sklopu programa „Okvir za realizaciju Ciljeva održivog razvoja (SDGs) kao temelj za održiv i inkluzivan rast u Bosni i Hercegovini” (SDG2BIH), sljedećim kompanijama:

SEEBBA - nagrada u kategoriji malih kompanija u tematskoj oblasti „Ljudi“. Aktivno podržavaju fleksibilne načine rada, timski rad i transparentnu komunikaciju. Osvojena prestižna nagrada drugu godinu zaredom potvrđuje njihove napore u održivom razvoju,

ZEOS eko-sistem - nagrada u tematskoj oblasti „Resursi i okoliš“. Kompanija ističe važnost novih tehnologija, kreativnih poslovnih modela i ekološki odgovornih praksi u stvaranju održivih rješenja za budućnost,

Smrčak - nagrada za male kompanije u tematskoj oblasti „Resursi i okoliš“. Kompanija teži energetske nezavisnosti uz očuvanje okoliša,

Klika - apsolutni pobjednik Nagrade za biznis lidere održivog razvoja u BiH za 2023. godinu. Kompanija je osvojila i najveći broj bodova za poštivanje GRI standarda (Globalne inicijative za izvještavanje) i realizaciju Ciljeva održivog razvoja.

Navedene kompanije odlikuje posvećenost održivom razvoju, odgovornom upravljanju resursima, dobrobiti zaposlenika i stvaranju pozitivnog uticaja na zajednicu. Njihovi napori i uspjesi inspiriraju druge kompanije da prihvate održivost kao temeljnu vrijednost poslovanja i doprinesu ostvarenju Ciljeva održivog razvoja u Bosni i Hercegovini. Ova nagrada pruža priliku za povezivanje s drugim liderima održivog razvoja i razmjenu ideja i najboljih praksi, čime se otvaraju vrata za daljnji napredak prema održivijoj budućnosti za sve.

4. ZAKLJUČAK

Na kraju je moguće dati određene preporuke menadžerima za kreiranje i implementaciju ESG strategije:

- **definirati ESG ciljeve i potciljeve:** to uključuje prepoznavanje ključnih ESG pitanja koja su relevantna za poslovanje i postavljanje mjerljivih ciljeva koji su u skladu s poslovnom strategijom. ESG ciljevi i potciljevi ključni su jer pomažu preduzećima da prate svoj napredak

prema održivosti i etičkom utjecaju. Recimo, za proizvodno preduzeće ključni ESG ciljevi mogu biti smanjenje ugljičnog otiska, otpada i poboljšanje energetske efikasnosti,

- **procijeniti ESG rizike i mogućnosti:** provođenje procjene ESG materijalnosti za određivanje materijalnih rizika i mogućnosti povezanih s poslovnim aktivnostima, kao što je uticaj poslovanja na okoliš, društveni uticaj vaših proizvoda ili usluga i struktura upravljanja preduzećem,
- **integrirati ESG u poslovne operacije:** ESG standarde treba integrirati u poslovnu strategiju, a ne tretirati ih kao zasebnu inicijativu. Na taj način je moguće osigurati da je ESG prioritet i integriran u procese odlučivanja u cijeloj organizaciji,
- **provoditi ESG izvještavanje i praćenje:** ESG izvještavanje i praćenje su važan dio svake ESG strategije. Time se pokazuje predanost održivosti i transparentnosti i identificiraju se područja koja treba unaprijediti. ESG izvještavanje privlači investitore i potrošače koji cijene održivost i etički učinak.

U radu su naglašeni ključni aspekti transformacije poslovnih modela prema održivom razvoju, s posebnim osvrtom na društveno odgovorno poslovanje. **Organizacije koje uspješno integriraju održivost u svoje poslovne modele ne samo da doprinose zaštiti okoliša i društvenoj zajednici već i ostvaruju dugoročne ekonomske prednosti.** Implementacija principa cirkularne ekonomije pokazala se kao ključni faktor u postizanju održivosti poslovnih modela, potičući smanjenje resursne potrošnje i povećanje recikliranja resursa. Navedeni primjeri kompanija jasno pokazuju da integracija ekonomskih, socijalnih i ekoloških aspekata u poslovne modele može donijeti konkurentsku prednost i podržati dugoročnu održivost poslovanja te da je moguće ostvariti profitabilnost i širu društvenu svrhu (engl. *profitability and purpose*).

Međutim, proces transformacije nije bez izazova. Organizacije se suočavaju s potrebom za promjenama u operativnim procesima, prilagodbama u lancu opskrbe te educiranjem zaposlenika o važnosti održivog poslovanja. Izazovi poput inicijalnih investicija, nedostatka svijesti ili regulativnih pritisaka zahtijevaju promišljen i sistematski pristup kako bi se dugoročno osigurala održivost.

U skladu s tim, preporuke za praksu uključuju kontinuirano praćenje i prilagođavanje poslovnih strategija prema novim ekonomskim, socijalnim i ekološkim zahtjevima. Važno je da organizacije nastave razvijati svoje poslovne modele u skladu s najboljim praksama društveno odgovornog poslovanja, što će im osigurati ne samo podršku zajednice i potrošača već i dugoročnu stabilnost i rast na tržištu.

Na kraju, možemo reći da integracija održivosti u poslovne modele nije samo nužnost za odgovor na globalne izazove poput klimatskih promjena i resursne krize već i prilika za stvaranje vrijednosti i dugoročnog prosperiteta, istovremeno doprinoseći boljem društvenom i ekološkom okruženju za sve. Činjenica je da kreiranje i implementacija te inoviranje održivih poslovnih modela predstavljaju izuzetno težak proces koji zahtijeva integrirani pristup na mnogo područja. Međutim, preduzeća koja žele da očuvaju ili ojačaju svoju poziciju na tržištu morat će da prihvate taj izazov.

Reference

- Bocken, N., Short, S., Rana, P. & Evans, S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, 65, 42-56. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039>
- Bocken, N. & Short, S. (2021) Unsustainable business models – Recognising and resolving institutionalised social and environmental harm. *Journal of Cleaner Production*, 127828. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127828>
- Bocken, N. (2023). *Business Models for Sustainability*, Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science Publisher: Oxford University Press https://www.researchgate.net/publication/367023438_Business_models_for_Sustainability
- Boons, F. & Lüdeke-Freund, F. (2013). Business models for sustainable innovation: State-of-the-art and steps towards a research agenda. *Journal of Cleaner Production*, 45, 9-19. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.007>
- Chesbrough, H. & Rosenbloom, R. S. (2002). The role of the business model in capturing value from innovation: Evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies. *Industrial and Corporate Change*, 11(3), 529-555. <https://doi.org/10.1093/icc/11.3.529>
- Evans, S., Vladimirova, D., Holgado, M., Van Fossen, K., Yang, M., Silva, E. A. & Barlow, C. Y. (2017). Business model innovation for sustainability: Toward a unified perspective for creation of sustainable business models. *Business Strategy and the Environment*, 26(5), 597-608 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/bse.1939>
- Fischer M. (2023): *Sustainable Business: Managing the Challenges of the 21st Century*, Springer Nature Switzerland
- Girotra, K. & Netessine, S. (2013). OM forum - business model innovation for sustainability. *Manufacturing & Service Operations Management*, 15(4), 537-544. <https://doi.org/10.1287/msom.2013.0451>
- Geissdoerfer, M., Bocken, N. M. & Hultink, E. J. (2016). Design thinking to enhance the sustainable business modelling process—A workshop based on a value mapping process. *Journal of Cleaner Production*, 135, 1218-1232.
- Girotra, K. & Netessine, S. (2013). OM forum - business model innovation for sustainability. *Manufacturing & Service Operations Management*, 15(4), 537-544. <https://doi.org/10.1287/msom.2013.0451>
- Gulati, R. & Kletter, D. (2005). Shrinking core, expanding periphery: The relational architecture of high-performing organizations. *California Management Review*, 47 (3), 77-104. <https://doi.org/10.2307/41166307>
- Han, D., Konietzko, J., Dijk, M. & Bocken, N. (2022). How do companies launch circular service business models in different countries?. *Sustainable Production and Consumption*, 31, 591-602. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.03.011>
- Henry, M., Bauwens, T., Hekkert, M. & Kirchherr, J. (2020). A typology of circular startups: An Analysis of 128 circular business models. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118528. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118528>
- Jiao, Y. (2010). Stakeholder welfare and firm value. *Journal of Banking and Finance*, 34, 2549–2561. https://www.researchgate.net/publication/227418064_Stakeholder_Welfare_and_Firm_Value
- Johnson, G., Whittington R., (2008): *Exploring Corporate Strategy: Text & Cases*, Pearson Education, https://www.researchgate.net/publication/272353374_Exploring_Corporate_Strategy_Text_Cases
- Kaplan, S. & Winby, S. (2007). Organizational models for innovation. <http://www.vps.ns.ac.rs/Materijal/mat936.pdf>
- Laasch, O. & Pinkse, J. (2020). Explaining the leopards' spots: Responsibility-embedding in business model artefacts across spaces of institutional complexity. *Long Range Planning*, 53(4), 101891. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2019.101891>
- Lemus-Aguilar, I., Morales-Alonso, G., Ramirez-Portilla, A. & Hidalgo, A. (2019). Sustainable business models through the lens of organizational design: A systematic literature review. *Sustainability*, 11(19), 5379. https://www.researchgate.net/publication/335790353_Sustainable_business_models_under_the_lens_of_organizational_design_a_literature_review

- Lüdeke-Freund, F. & Dembek, K. (2017). Research and practice on sustainable business models: Emerging field or passing fancy. *Journal of Cleaner Production*, 168, 1668-1678.
- Lüdeke-Freund, F., Bohnsack, R., Breuer, H. & Massa, L. (2019). Research on sustainable business model patterns: Status quo, methodological issues, and a research agenda (pp. 25-60). https://doi.org/10.1007/978-3-319-93275-0_2
- Lüdeke-Freund, F. (2020): Sustainable entrepreneurship, innovation, and business models: Integrative framework and propositions for future research, *Business Strategy and the Environment*, Wiley, Hoboken, NJ, Vol. 29, Iss. 2, pp. 665-681, <https://doi.org/10.1002/bse.2396>
- Magretta J. (2002): Why Business Models Matter?, *Harvard Business Review*, <https://hbr.org/2002/05/why-business-models-matter>
- Moratis, L., Melissen, F. & Idowu, S. O. (2018). Sustainable business models. Principles, Promise, and Practice. Springer International Publishing. https://www.researchgate.net/publication/322050631_Sustainable_Business_Models_Principles_Promise_and_Practice
- Osterwalder, A. & Pigneur, Y. (2010). Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers (Vol. 1). John Wiley & Sons. https://vace.uky.edu/sites/vace/files/downloads/9_business_model_generation.pdf
- Osterwalder, A., Pigneur, Y. & Tucci, C. L. (2005). Clarifying business models: Origins, present, and future of the concept. *Communications of the Association for Information Systems*, 16. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.01601>
- Richardson, J. (2008). The business model: An integrative framework for strategy execution. *Strategic Change*, 17 (5-6), 133-144. <https://doi.org/10.1002/jsc.821>
- Ritala, P., Albareda, L. & Bocken, N. (2021). Value creation and appropriation in economic, social, and environmental domains: Recognizing and resolving the institutionalized asymmetries. *Journal of Cleaner Production*, 290, 125796. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125796>
- Schaltegger, S., Hansen, E. G. & Lüdeke-Freund, F. (2016). Business models for sustainability: Origins, present research, and future avenues. *Sage Journals* <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1086026615599806>
- Stubbs, W. & Cocklin, C. (2008). Conceptualizing a “Sustainability Business Model.” *Organization & Environment*, 21(2), 103-127. <https://doi.org/10.1177/1086026608318042>
- Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, 43(2-3), 172-194. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003>
- Tech Accelerator (2020): ESG strategy and management: Complete guide for businesses, https://cdn.ttgtmedia.com/rms/editorial/ESG_Pillar_PDFdownload.pdf
- Timmers, P. (1998). Business models for electronic markets. *Electronic Markets*, 8(2), 3-8. <https://doi.org/10.1080/10196789800000016>
- Zott, C., Amit, R. & Massa, L. (2011). The business model: Recent developments and future research. *Journal of Management*, 37 (4), 1019-1042. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0149206311406265>

BUSINESS MODELS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Review article

Kasim Tatić

University of Sarajevo, School of Economics and Business
Trg oslobođenja – Alija Izetbegović 1, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina
e-mail: kasim.tatic@efsa.unsa.ba

ABSTRACT:

The paper is intended as a brief overview of ideas related to sustainable development business models or, for short, sustainable business models. The paper first provides a brief overview of the so-called ESG framework, which refers to three areas (environment, society and corporate governance), with each of these areas including certain aspects that stakeholders can assess and evaluate. In the part of the paper entitled Modalities of sustainable business – concept and components, the fact is underlined that in efforts to make any resource-based system more sustainable, at the level of the economy as a whole or individual companies, there are three basic approaches: efficiency, consistency and sufficiency. All three approaches are defined and briefly explained. After that, attention is paid to the importance and innovation of business models, and the definition of a sustainable business model, primarily using the widely used visual concept of the so-called sustainable business model canvas. The short conclusion states that the creation and implementation of sustainable business models and the innovation of sustainable business models represent an extremely difficult process that requires an integrated approach in many areas, and that companies that want to preserve or strengthen their market position must accept this challenge.

Keywords: sustainable development, ESG framework, efficiency, consistency, sufficiency, sustainable business model

JEL classification: M21; Q01; Q51; Q56

IZVJEŠTAVANJE O ODRŽIVOSTI: GLOBALNE PRAKSE I PRILIKE ZA BOSNU I HERCEGOVINU

Pregledni rad

Jasmina Mangafić¹, Josip Nikolić²

¹ Ekonomski fakultet Univerziteta u Sarajevu

Trg oslobođenja – Alija Izetbegović 1, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

e-mail: jasmina.mangafic@efsa.unsa.ba

² Federalno ministarstvo prometa i komunikacija, Braće Fejić bb, 88000 Mostar, Bosna i Hercegovina

SAŽETAK

Izveštavanje o održivosti postalo je ključna praksa za organizacije širom svijeta, omogućujući im da pokažu svoju posvećenost ciljevima vezanim za okoliš, društvo i upravljanje (ESG). Pružajući transparentnost u pogledu nefinansijskih performansi, omogućava relevantnim akterima, uključujući investitore, kupce i regulatore, da procijene dugoročni utjecaj kompanija na održivost. Ovaj članak nudi sveobuhvatnu analizu okvira za izveštavanje o održivosti i istražuje rastući značaj dvostruke materijalnosti, konvergenciju finansijskog i izveštavanja o održivosti, te razvoj regulatornog okvira koji oblikuje globalne prakse izveštavanja. Također se ispituje stanje izveštavanja o održivosti u Bosni i Hercegovini (BiH), ističući izazove koje predstavlja nedostatak obaveznih propisa i ograničena svijest, posebno među malim i srednjim preduzećima (MSP). Članak, također, identifikira ključne prilike za Bosnu i Hercegovinu da se uskladi s međunarodnim standardima održivosti, vođeno regulatornim razvojem Evropske unije (EU) poput Direktive o korporativnom izveštavanju o održivosti (CSRD) i Mehanizma za prilagođavanje granice ugljika (CBAM). Ovi regulatorni pritisci, u kombinaciji s naporima za izgradnju kapaciteta, nude put naprijed za Bosnu i Hercegovinu da unaprijedi korporativno upravljanje, smanji ekološke rizike i poveća konkurentnost na globalnim tržištima.

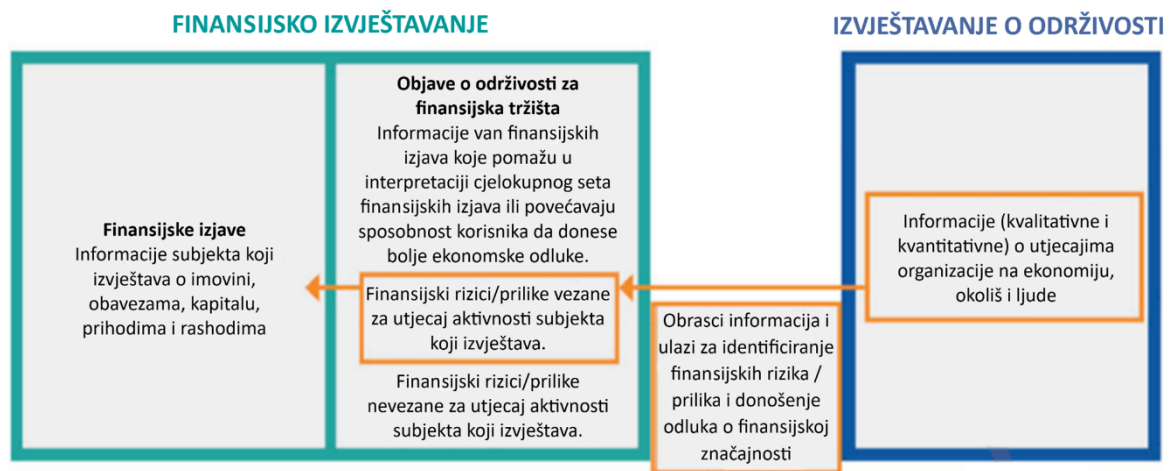
Ključne riječi: izveštavanje o održivosti, ESG (okoliš, društvo i upravljanje), dvostruka materijalnost, Bosna i Hercegovina i regulatorni okvir, EU CSRD i CBAM

JEL klasifikacija: M14; Q56

1. UVOD

Izvjешavanje o održivosti postalo je ključni alat za korporativnu transparentnost, omogućavajući organizacijama da objave utjecaje svojih operacija na okoliš, društvo i upravljanje (ESG). Ovi izvješaji drže organizacije odgovornima za njihov doprinos održivom razvoju, obuhvatajući širok spektar tema kao što su emisije ugljika, korištenje vode, radne prakse i korporativno upravljanje, pružajući sveobuhvatan pregled nefinansijskih performansi (Global Reporting Initiative, 2024). Osnova izvješavanja o održivosti leži u potrebi da preduzeća posluju odgovorno, istovremeno se suočavajući sa globalnim izazovima kao što su klimatske promjene, iscrpljivanje resursa i društvena nejednakost. Takvo izvješavanje služi višestrukim svrhama: usmjerava unutrašnje donošenje odluka, jača povjerenje ključnih aktera i usklađuje korporativne strategije sa globalnim ciljevima održivosti, poput Ciljeva održivog razvoja Ujedinjenih naroda (SDGs) (Ciljevi održivog razvoja, 2024). Izvjешavanje o održivosti također je postalo bitan mehanizam za pokazivanje korporativne odgovornosti, nudeći razne koristi kao što su povećanje odgovornosti, unapređenje upravljanja rizicima i jačanje reputacije i lojalnosti brendu (Međunarodna federacija računovođa, 2024). Javno komunicirajući svoju održivost dionicima, kompanije se drže odgovornima za svoje upravljanje ESG aspektima. Ova transparentnost gradi povjerenje i poboljšava reputaciju organizacije, pomažući u jačanju lojalnosti kupaca i odnosa sa dionicima (Odbor za standarde održivog računovodstva, 2024).

U promjenjivom okruženju korporativne transparentnosti, finansijsko i izvješavanje o održivosti postaju sve više isprepleteni, posebno kroz koncept dvostruke materijalnosti. Tradicionalno, finansijsko izvješavanje se fokusiralo isključivo na to kako ekonomske aktivnosti utječu na finansijske performanse kompanije. Međutim, izvješavanje o održivosti nadopunjuje ovo ispitivanjem kako operacije kompanije utječu na šire društvene i ekološke faktore (Evropska komisija, 2021).



Slika 1. Osnovna globalnog izvješavanja, GRI (2021)

Dvostruka materijalnost povezuje ove dvije vrste izvješavanja prepoznajući da su i vanjski i unutrašnji utjecaji ključni za razumijevanje ukupnih performansi kompanije i njene dugoročne održivosti. Izvjешavanje s fokusom na unutrašnje aspekte, odnosno finansijsko izvješavanje, bavi se pitanjem kako izazovi održivosti – poput klimatskih promjena, iscrpljivanja resursa i društvenih nejednakosti – utječu na finansijsko zdravlje kompanije, što je od suštinskog značaja za investitore koji trebaju procijeniti potencijalne rizike i prilike (Task Force on Climate-related Financial Disclosures, 2024). S druge strane, izvješavanje koje se fokusira na vanjske utjecaje razmatra kako aktivnosti kompanije utječu na okoliš, društvo i ekonomiju, što je važno za zajednice, relevantne sudionike i potrošače. Ova sve veća konvergencija finansijskog i izvješavanja o održivosti naglašava

značaj sveobuhvatnih praksi objavljivanja podataka, jer su organizacije koje upravljaju i izvještavaju o oba aspekta – finansijskim rizicima i utjecajima na održivost – u boljoj poziciji da privuku investicije, prilagode se regulatornim okvirima i osiguraju dugoročnu otpornost (IFRS, 2019).

2. OKVIRI ZA NEFINANSIJSKO IZVJEŠTAVANJE

Oblast izvještavanja o održivosti oblikovana je raznolikim nizom okvira, globalnih ciljeva, rejtinga i propisa koji usmjeravaju organizacije u njihovim objavama o održivosti. Ključni okviri izvještavanja, kao što su GRI (Global Reporting Initiative, 2024), SASB (Sustainability Accounting Standards Board, 2024) i TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures, 2024), pružaju strukturu za ESG izvještavanje, dok globalni ciljevi poput UN-ovih SDGs (Ciljevi održivog razvoja, 2024) i Protokola o stakleničkim gasovima (Greenhouse Gas Protocol, 2024) usklađuju napore u održivosti s širim ekološkim ciljevima. Pored toga, ESG rejting i indeksi, poput Dow Jones Sustainability Indexa (Dow Jones Sustainability Indexes, 2024) i MSCI ESG (MSCI ESG, 2024), pomažu u benchmarkingu učinka kompanija, a regulatorne mjere poput EU taksonomije (EU Taxonomy Regulation, 2024) i SFDR-a (Regulativa o objavljivanju informacija o održivom finansiranju, 2024) osiguravaju usklađenost s obaveznim standardima za izvještavanje o održivosti. Zajedno, ovi elementi podstiču transparentnost i odgovornost u korporativnim praksama održivosti.



Slika 2. Pregled izvještavanja o održivosti, GRI; Clearstream Solutions

Kompanije imaju mogućnost birati između različitih međunarodnih, evropskih ili nacionalnih smjernica prilikom pripreme nefinansijskih izvještaja (Frankfurt School of Finance & Management, 2022). Ovi okviri se razlikuju po fokusu, ciljnoj grupi i geografskoj relevantnosti, iako mnoge kompanije integriraju više okvira kako bi se uskladile s globalnim ciljevima održivosti i regionalnim propisima. Global Reporting Initiative (GRI) standardi su najšire priznati za izvještavanje o održivosti, nudeći sveobuhvatan pristup objavljivanju ekoloških, društvenih i ekonomskih utjecaja te podržavajući doprinos održivom razvoju (IFAC, 2024). Posebno, GRI standardi su jedini okvir koji je u potpunosti usklađen sa svih 17 ciljeva održivog razvoja UN-a (IFRS, 2019), čineći ih veoma fleksibilnim i široko prihvaćenim u različitim sektorima (Global Reporting Initiative, 2024). Slično tome, Evropski standardi za izvještavanje o održivosti (ESRS), koje je razvila Evropska savjetodavna grupa za finansijsko izvještavanje (EFRAG) prema Direktivi o korporativnom izvještavanju o održivosti (CSRD), imaju za cilj harmonizaciju izvještavanja o održivosti širom EU uspostavljanjem detaljnih smjernica za objavljivanje performansi u oblasti održivosti.

Drugi okviri, poput Sustainability Accounting Standards Boarda (SASB), naglašavaju finansijsku materijalnost, nudeći industrijski specifične standarde osmišljene za objavljivanje finansijski relevantnih informacija o okolišnim, društvenim i upravljačkim (ESG) pitanjima (SASB, 2024). SASB prvenstveno cilja investitore, osiguravajući da dobiju konzistentne i usporedive ESG podatke za podršku dugoročnom donošenju finansijskih odluka. Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD) pruža okvir fokusiran na klimatske rizike i prilike, pomažući kompanijama da procijene i objave finansijske utjecaje klimatskih promjena (TCFD, 2024). Naglasak TCFD-a na klimatskoj otpornosti i finansijskim implikacijama klimatskih rizika sve više prihvataju preduzeća koja nastoje uskladiti svoje strategije s klimatskim ciljevima.

Dodatno, Međunarodno vijeće za integrirano izvještavanje (IIRC) integrira finansijske i nefinansijske podatke, nudeći ključnim akterima cjelovit pregled sposobnosti organizacije da stvara vrijednost kroz vrijeme koristeći resurse i odnose (IIRC, 2024). Ovaj okvir je posebno relevantan za organizacije koje žele komunicirati dugoročnu strategiju i procese stvaranja vrijednosti. Slično tome, okvir za izvještavanje o smjernicama UN-a (UNGPRF) pomaže kompanijama da objave upravljanje pitanjima ljudskih prava, nudeći prve sveobuhvatne smjernice za izvještavanje o provedbi UN-ovih smjernica o poslovanju i ljudskim pravima (UNGPRF, 2024), što je posebno relevantno za kompanije koje se fokusiraju na etičko ponašanje i društvenu odgovornost. Kao dopuna ovome, Globalni dogovor UN-a pruža smjernice zasnovane na principima za odgovorne poslovne prakse, potičući kompanije da se pridržavaju njegovih deset principa vezanih za ljudska prava, rad, okoliš i borbu protiv korupcije (Globalni dogovor UN-a, 2024), čime usklađuju svoje strategije s globalnim ciljevima održivosti.

Smjernice OECD-a za multinacionalne kompanije pružaju neobavezujuće principe za odgovorno poslovno ponašanje, potičući kompanije da posluju održivo i etički, obraćajući pažnju na ljudska prava, prava radnika, utjecaj na okoliš i mjere borbe protiv korupcije (OECD, 2024). ISO 26000 pruža smjernice o društvenoj odgovornosti, pomažući organizacijama da u svoje operacije uključe društvenu odgovornost, pokrivajući aspekte kao što su upravljanje, ljudska prava i odgovornost prema okolišu (ISO, 2024).

Mnoge organizacije integriraju više okvira kako bi se uskladile s očekivanjima različitih interesnih grupa, kao što su investitori, regulatori i civilno društvo. Ovaj sveobuhvatan pristup osigurava da organizacije ne samo da ispunjavaju regulatorne zahtjeve već i zadovoljavaju zainteresirane strane i njihove rastuće zahtjeve za transparentnošću u pitanjima održivosti.

3. IZAZOVI I BUDUĆI TRENDOWI U IZVJEŠTAVANJU O ODRŽIVOSTI

Usprkos rastućem trendu izvještavanja o održivosti, organizacije se i dalje suočavaju s brojnim izazovima koji ometaju njegovu efikasnu primjenu. Jedna od glavnih prepreka je prikupljanje tačnih i sveobuhvatnih podataka o metrikama održivosti, posebno za velike organizacije s kompleksnim, globalnim operacijama. Fragmentirani procesi prikupljanja podataka, uz nedostatak standardiziranih metoda među industrijama, često rezultiraju nekonzistentnim i nepotpunim izvještavanjem (Eccles et al., 2012).

Drugi ključni izazov je angažiranje širokog spektra sudionika - poput investitora, kupaca, zaposlenika i regulatora - koji često imaju različite i ponekad suprotstavljene interese (Freeman, 2010). Kompanije moraju balansirati ove zahtjeve, zadržavajući transparentnost i osiguravajući relevantnost svojih izvještaja. Osim toga, mnoštvo okvira za izvještavanje o održivosti, uključujući Global Reporting Initiative (GRI), Sustainability Accounting Standards Board (SASB) i Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD), predstavlja izazove u pogledu konzistentnosti i usporedivosti. Usklađivanje izvještaja s više okvira može biti opterećujuće, a odsustvo univerzalno prihvaćenih metrika otežava uspoređivanje učinka održivosti među različitim organizacijama (KPMG, 2020). Dodatno, evoluirajući regulatorni okvir, kao što je Direktiva o korporativnom izvještavanju o održivosti (CSRD) Evropske unije, i Međunarodni odbor za standarde održivosti (ISSB), predstavljaju dodatne izazove u vezi s usklađenošću jer se kompanije prilagođavaju novim zahtjevima za objavljivanje (Evropska komisija, 2021).

U budućnosti, nekoliko trendova će vjerovatno oblikovati budućnost izvještavanja o održivosti. Integracija finansijskog i nefinansijskog izvještavanja dobiva na značaju, pri čemu učesnici na tržištu sve više zahtijevaju cjelovit pregled finansijskih performansi i onih u vezi sa održivošću organizacije (Eccles & Krzus, 2010). Tehnološki napreci, uključujući praćenje podataka u realnom vremenu i analitiku pokretanu vještačkom inteligencijom, transformiraju način na koji kompanije prikupljaju i izvještavaju informacije o održivosti, poboljšavajući transparentnost i efikasnost izvještavanja (Sustainable Brands, 2020). Dodatno, fokus na klimatske rizike i otpornost postaje sve intenzivniji, pri čemu okviri poput TCFD-a podstiču organizacije da integriraju klimatske rizike u svoje strateško i finansijsko planiranje (TCFD, 2017). Konačno, pokret ka standardizaciji i globalnom usklađivanju okvira za izvještavanje vjerovatno će smanjiti fragmentaciju i poboljšati usporedivost, jer inicijative poput ISSB-a imaju za cilj harmonizaciju globalnih standarda izvještavanja (IFRS Foundation, 2021). Ovi trendovi naglašavaju važnost razvoja praksi izvještavanja o održivosti kako bi kompanije zadovoljile sve veća očekivanja ključnih aktera, regulatora i investitora.

4. IZVJEŠTAVANJE O ODRŽIVOSTI U BOSNI I HERCEGOVINI

Izvještavanje o održivosti u Bosni i Hercegovini još uvijek je u razvojnoj fazi, s ograničenim brojem organizacija koje aktivno učestvuju u ovoj praksi. Iako postoji sve veća međunarodna težnja ka održivosti, Bosna i Hercegovina se suočava sa značajnim izazovima u potpunom usvajanju izvještavanja o održivosti, uključujući odsustvo obaveznih propisa, nedostatak svijesti i ograničene tehničke kapacitete među preduzećima (Frankfurt School of Finance & Management, 2022). Međunarodna zajednica, posebno Evropska unija, sve više naglašava važnost kriterija za okoliš, društvo i upravljanje (ESG). Uvođenje Mehanizma za prilagođavanje granice ugljika (CBAM) dodatno naglašava hitnost za industrije u Bosni i Hercegovini, posebno one u sektorima s visokim emisijama ugljika, poput čelika, aluminija i cementa, da usvoje okvire za izvještavanje o održivosti kako bi osigurale konkurentnost na tržištima EU. CBAM nameće troškove emisije ugljika na uvoz u EU, osim ako kompanije ne mogu dokazati da su već obračunale svoje emisije ugljika, bilo kroz naplatu emisija ili smanjenjem emisija. Kao rezultat toga, izvoznici iz Bosne i Hercegovine riskiraju

dodatne troškove ukoliko transparentno ne prijave svoje emisije, što bi moglo utjecati na njihovu konkurentnost na tržištu EU (Evropska komisija, 2021).

Regulatorni okvir, CBAM i vanjski pokretači: Za razliku od Evropske unije, gdje Direktiva o korporativnom izvještavanju o održivosti (CSRD) obavezuje izvještavanje o održivosti za velike kompanije, Bosna i Hercegovina nema slične regulatorne zahtjeve. Ovaj regulatorni jaz doveo je do sporijeg usvajanja praksi održivosti, posebno među malim i srednjim preduzećima (MSP), koja čine značajan dio ekonomije zemlje. Dok su se veće kompanije, posebno one povezane s međunarodnim tržištima, počele baviti izvještavanjem o održivosti, vođene stranim investitorima i očekivanjima globalnih lanaca nabavke, većina lokalnih preduzeća nije u potpunosti integrirala održivost u svoje izvještavanje ili poslovanje (IFAC, 2024). Uvođenje CBAM-a stvara dodatni pritisak industrijama u Bosni i Hercegovini da se usklade s međunarodnim standardima. Za industrije s visokim emisijama, poput čelika i cementa, praćenje i izvještavanje o emisijama ugljika postalo je ključno za održavanje pristupa tržištu EU (SASB, 2024). Ovaj pritisak dodatno povećavaju zahtjevi međunarodnih investitora, koji sve više očekuju da kompanije u Bosni i Hercegovini ispunjavaju globalne ESG standarde, kako se Bosna i Hercegovina približava usklađivanju svog regulatornog okvira s EU u očekivanju budućeg pristupanja Uniji (Evropska komisija, 2021).

Angažman privatnog sektora u izvještavanju o održivosti: Usprkos odsustvu obaveznih propisa o izvještavanju, vodeće kompanije u sektorima poput energije, finansija i proizvodnje dobrovoljno su usvojile okvire za izvještavanje o održivosti, poput Global Reporting Initiative (GRI) i ISO 26000, prepoznajući dugoročne prednosti transparentnosti i odgovornosti (Global Reporting Initiative, 2024; ISO, 2024). Kompanije koje se dobrovoljno uključuju u izvještavanje o održivosti uživaju bolje pristupe kapitalu, poboljšano upravljanje rizicima i jače odnose s međunarodnim partnerima i kupcima. Međutim, uvođenje CBAM-a stvara specifične regulatorne podsticaje za industrije s visokim emisijama ugljika koje izvoze u EU, potičući ih da uključe praćenje emisija ugljika u svoje izvještaje o održivosti kako bi izbjegle dodatne carine na ugljik (Evropska komisija, 2021). Pored toga, finansijski sektor u Bosni i Hercegovini počinje integrirati ESG prakse, vođen uglavnom matičnim bankama i međunarodnim finansijskim institucijama koje promoviraju održivo finansiranje. Banke i osiguravajuće kompanije počinju primjenjivati ESG kriterije u svojim odlukama o kreditiranju i investiranju, što bi moglo potaknuti širu primjenu izvještavanja o održivosti kod lokalnih preduzeća koja traže kvalifikacije za finansiranje (IFAC, 2024).

Izazovi za MSP-ove pod CBAM-om: Mala i srednja preduzeća (MSP) suočavaju se s posebnim izazovima u usvajanju izvještavanja o održivosti. Za razliku od velikih korporacija, MSP-ovi često nemaju finansijske resurse i tehničku stručnost za provedbu sveobuhvatnih ESG strategija ili izradu detaljnih izvještaja o održivosti. U mnogim slučajevima, MSP-ovi su fokusirani na kratkoročni finansijski opstanak i nisu u potpunosti svjesni dugoročnih koristi koje izvještavanje o održivosti može ponuditi, kao što su poboljšano upravljanje rizicima, pristup novim tržištima i unaprijeđena korporativna reputacija (SASB, 2024). CBAM uvodi dodatni sloj složenosti za MSP-ove, posebno one koji izvoze u EU, jer će morati uzeti u obzir svoje emisije stakleničkih plinova ili se suočiti s višim troškovima. Iako će usklađenost s CBAM-om u početku zahtijevati ulaganja u nove tehnologije i sisteme izvještavanja, ona također nudi priliku MSP-ovima da osiguraju budućnost svojih aktivnosti usvajanjem održivih praksi i smanjenjem svog ugljičnog otiska (Evropska komisija, 2021).

Uloga javnog sektora i vlade: Javni sektor i vladine institucije u Bosni i Hercegovini imaju ključnu ulogu u promoviranju izvještavanja o održivosti u cijeloj ekonomiji. Trenutno ne postoje sveobuhvatne nacionalne politike koje obavezuju objavljivanje ESG informacija. Međutim, vlada može stvoriti podsticaje i mehanizme podrške kako bi ohrabrila preduzeća da dobrovoljno usvoje prakse održivosti. CBAM dodaje hitnost potrebi za nacionalnim politikama koje podstiču smanjenje ugljika i promoviraju transparentno izvještavanje. Vladini podsticaji, poput subvencija ili poreznih olakšica, mogli bi pomoći preduzećima u implementaciji okvira za izvještavanje o održivosti (ISO, 2024). Saradnja vlade, međunarodnih partnera i razvojnih agencija mogla bi dodatno povećati svijest o važnosti izvještavanja o održivosti i izgraditi lokalne kapacitete potrebne za ispunjavanje domaćih

i međunarodnih zahtjeva. Javne institucije, poput univerziteta i istraživačkih centara, mogle bi igrati važnu ulogu u napredovanju održivosti kroz obrazovne i programe obuke fokusirane na najbolje prakse ESG-a (IFAC, 2024).

Globalni lanci nabavke i buduće prilike pod CBAM-om: Kako industrije Bosne i Hercegovine sve više postaju dio globalnih lanaca nabavke, posebno u proizvodnji i tekstilnoj industriji, multinacionalne kompanije i međunarodni kupci sve češće zahtijevaju od svojih dobavljača da se pridržavaju standarda održivosti, uključujući transparentno izvještavanje o utjecajima na okoliš i društvo. Pojava CBAM-a povećava pritisak na kompanije da prate i izvještavaju o svojim emisijama ugljika kako bi ostale konkurentne na tržištu EU (Global Reporting Initiative, 2024). Izvoznici u Bosni i Hercegovini će morati ispunjavati ove globalne zahtjeve za održivost ili riskirati gubitak pristupa tržištu. Osim toga, kako se Bosna i Hercegovina sve više usklađuje s regulatornim okvirom EU, očekuje se da će obavezno izvještavanje o održivosti postati stvarnost, čime će se poboljšati upravljanje, smanjiti utjecaji na okoliš i podstaći ekonomski rast kroz unaprijeđenu transparentnost (Evropska komisija, 2021).

5. ZAKLJUČAK

Izvještavanje o održivosti evoluiralo je od pukog alata za korporativnu transparentnost u strateški resurs koji omogućuje organizacijama da dugoročne ekološke, društvene i upravljačke (ESG) aspekte integriraju u svoje ključne operacije. Kako globalni prioriteti sve više naglašavaju održivost, intenzivira se pritisak na kompanije da objave nefinansijske informacije. Okviri kao što su Global Reporting Initiative (GRI), Sustainability Accounting Standards Board (SASB) i Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD) postali su ključni za usklađivanje korporativnih strategija s globalnim ciljevima održivosti, pružajući kompanijama smjernice potrebne za zadovoljavanje rastućih zahtjeva sudionika, regulatora i investitora za transparentnošću i odgovornošću (Global Reporting Initiative, 2024; Sustainability Accounting Standards Board, 2024; Task Force on Climate-related Financial Disclosures, 2024).

U Bosni i Hercegovini je usvajanje izvještavanja o održivosti još uvijek u ranoj fazi, ali zemlja se nalazi na kritičnoj prekretnici dok se približava integraciji u Evropsku uniju. Kako se Bosna i Hercegovina usklađuje sa standardima EU, kao što su Direktiva o korporativnom izvještavanju o održivosti (CSRD) i Mehanizam za prilagođavanje granice ugljika (CBAM), očekuju se da lokalne kompanije - posebno velike korporacije i izvoznici - usvoje sveobuhvatne prakse izvještavanja o održivosti (Evropska komisija, 2021). Ovi propisi će primorati preduzeća da integriraju održivost u svoje operativne okvire i sveobuhvatno objave svoje ESG performanse, ne samo radi zadovoljenja regulatornih zahtjeva već i radi jačanja globalne konkurentnosti.

Međutim, Bosna i Hercegovina se suočava sa značajnim izazovima u smislu šire primjene izvještavanja o održivosti. Nedostatak obaveznih zahtjeva za objavljivanje ESG informacija, uz ograničenu svijest i tehničke kapacitete među preduzećima - posebno malim i srednjim - predstavlja značajnu prepreku za širu primjenu. MSP-ovi, koji čine okosnicu ekonomije Bosne i Hercegovine, često nemaju resurse i stručnost za provedbu okvira za izvještavanje o održivosti. Mnogi MSP-ovi prioritiziraju kratkoročni finansijski opstanak nad dugoročnim inicijativama održivosti, što čini dobrovoljno usvajanje ovih praksi izazovnim (Frankfurt School of Finance & Management, 2022). Zbog toga će ciljane intervencije biti ključne. Vlada Bosne i Hercegovine ima ključnu ulogu u stvaranju povoljnog političkog okruženja koje promovira izvještavanje o održivosti. Uvođenje državnih subvencija, poreskih olakšica i programa izgradnje kapaciteta moglo bi pružiti neophodnu podršku preduzećima da započnu svoj put ka održivosti. Nacionalne kampanje podizanja svijesti, koje naglašavaju dugoročne ekonomske i društvene koristi izvještavanja o održivosti, također bi pomogle u stvaranju angažiranije i informiranije poslovne zajednice (International Federation of Accountants, 2024).

Potencijalne koristi izvještavanja o održivosti za kompanije koje usvoje ove prakse su značajne. Poboljšani pristup kapitalu jedna je od najneposrednijih prednosti, budući da globalni investitori sve više daju prioritet kompanijama s čvrstim ESG strategijama. Osim što osiguravaju bolje finansijske uvjete, kompanije mogu poboljšati svoju reputaciju na međunarodnim tržištima, posebno demonstrirajući liderstvo u ekološkoj odgovornosti, što je postalo važan faktor za globalne lance nabavke (IFRS, 2019). Kompanije u Bosni i Hercegovini koje se uključe u izvještavanje o održivosti također će lakše navigirati kroz složenosti usklađenosti s CBAM-om, čime će izbjeći potencijalne kazne i ostati konkurentne na tržištima EU. Također, integracijom izvještavanja o održivosti u svoje poslovne modele, kompanije će bolje upravljati operativnim rizicima povezanim s degradacijom okoliša, klimatskim promjenama i promjenjivim propisima.

Izvan regulatorne usklađenosti, izvještavanje o održivosti nudi preduzećima dublje uvide u operacije, omogućujući im da identificiraju neučinkovitosti i područja za poboljšanje. Ovo može dovesti do inovacija koje ne samo da smanjuju troškove već i jačaju odnose s sudionicima, uključujući investitore, potrošače, regulatore i zaposlenike (Task Force on Climate-related Financial Disclosures, 2024). Kako ključni akteri sve više zahtijevaju odgovornost za ESG performanse, kompanije koje usvoje transparentne prakse izvještavanja bit će bolje pozicionirane za izgradnju dugoročne otpornosti i unapređenje svojih struktura korporativnog upravljanja. S vremenom će sposobnost sveobuhvatnog izvještavanja o finansijskim i nefinansijskim performansama postati ključni faktor uspjeha kompanija.

U kontekstu globalnih lanaca nabavke, kompanije iz Bosne i Hercegovine koje žele ostati konkurentne na evropskim i globalnim tržištima morat će se uskladiti s međunarodnim zahtjevima za održivost. Okviri kao što su GRI, SASB i TCFD pružaju potrebne alate kompanijama da zadovolje rastuće zahtjeve međunarodnih kupaca i partnera za transparentnošću u pitanjima ESG-a. Osim toga, ovi okviri jačaju otpornost kompanija na tržišne fluktuacije i rizike povezane s održivošću, integrirajući odgovorne prakse u svoje operativne modele. Za industrije poput proizvodnje, energije i finansija, gdje ESG razmatranja sve više oblikuju poslovne odluke, izvještavanje o održivosti djelovat će kao sredstvo za dugoročnu ekonomsku stabilnost i rast (Global Reporting Initiative, 2024; Sustainability Accounting Standards Board, 2024).

Zaključno, iako izvještavanje o održivosti u Bosni i Hercegovini predstavlja izazove, ono također nudi značajne prilike. Usklađivanje propisa Bosne i Hercegovine s propisima EU, poput CSRD-a i CBAM-a, stvara snažan argument kompanijama da prihvate izvještavanje o održivosti kako bi unaprijedile korporativno upravljanje, smanjile ekološke rizike i poboljšale globalnu konkurentnost. Integracija okvira kao što su GRI, SASB i TCFD u korporativne strategije bit će ključna za ekonomsku transformaciju Bosne i Hercegovine. Međutim, ovaj put zahtijeva podršku kroz vladine politike, inicijative za izgradnju kapaciteta i saradnju s međunarodnim organizacijama kako bi se osigurala široka primjena u industrijama. Prihvatajući transparentnost, odgovornost i održiv rast, Bosne i Hercegovine može osigurati otporniju i prosperitetniju budućnost za svoja preduzeća i građane.

Reference

- Clearstream Solutions. (n.d.). Sustainability Consultancy Services. Retrieved from <https://www.clearstreamsolutions.ie>
- Dow Jones Sustainability Indexes. (2024). Dow Jones Sustainability Indexes. Retrieved from <https://www.spglobal.com/esg/csa/indices/djsi-index>
- Eccles, R. G., & Krzus, M. P. (2010). One Report: Integrated Reporting for a Sustainable Strategy. John Wiley & Sons. Retrieved from <https://www.wiley.com/en-us/One+Report>

- Eccles, R. G., Ioannou, I., & Serafeim, G. (2012). The Impact of a Corporate Culture of Sustainability on Corporate Behavior and Performance. Harvard Business School Research Working Paper Series. Retrieved from <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=42047>
- EFRAG. (2024). European Financial Reporting Advisory Group (EFRAG) Standards. Retrieved from <https://www.efrag.org>
- EU Taxonomy Regulation. (2024). European Union Taxonomy for Sustainable Finance. Retrieved from <https://ec.europa.eu/finance/sustainable-finance/taxonomy>
- European Sustainability Reporting Standards (ESRS). (2024). Retrieved from <https://www.efrag.org/esrs>
- European Commission. (2021). Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD). Retrieved from <https://ec.europa.eu/finance/csrd>
- Frankfurt School of Finance & Management. (2022). Advancing Sustainability in Bosnia and Herzegovina: Policy and Corporate Engagement
- Freeman, R. E. (2010). Strategic Management: A Stakeholder Approach. Cambridge University Press. Retrieved from <https://www.cambridge.org/strategic-management>
- Global Reporting Initiative. (2024). GRI Standards. Retrieved from <https://www.globalreporting.org>
- Global Reporting Initiative. (2021). *Reporting with the GRI Standards 2021*. GRI Academy. Retrieved from <https://www.globalreporting.org/academy/courses/>
- Greenhouse Gas Protocol. (2024). A Corporate Accounting and Reporting Standard (Revised Edition). Retrieved from <https://ghgprotocol.org>
- IFAC (International Federation of Accountants). (2024). Sustainability Frameworks: Integrating ESG into Financial Reporting. Retrieved from <https://www.ifac.org>
- IFRS (International Financial Reporting Standards). (2019). Conceptual Framework for Financial Reporting. Retrieved from <https://www.ifrs.org>
- IFRS Foundation. (2021). Towards a Global Baseline of Sustainability Disclosures. Retrieved from <https://www.ifrs.org>
- International Integrated Reporting Council (IIRC). (2024). Integrated Reporting Framework. Retrieved from <https://www.integratedreporting.org>
- ISO. (2024). ISO 26000: Guidance on Social Responsibility. Retrieved from <https://www.iso.org>
- KPMG. (2020). The KPMG Survey of Sustainability Reporting. Retrieved from <https://home.kpmg>
- MSCI ESG. (2024). MSCI ESG Ratings. Retrieved from <https://www.msci.com>
- OECD. (2024). OECD Guidelines for Multinational Enterprises. Retrieved from <https://www.oecd.org>
- SASB (Sustainability Accounting Standards Board). (2024). Sustainability Accounting Standards. Retrieved from <https://www.sasb.org>
- Sustainable Brands. (2020). The Role of AI in Sustainability Reporting. Retrieved from <https://www.sustainablebrands.com>
- Sustainable Development Goals. (2024). United Nations' Sustainable Development Goals. Retrieved from <https://sdgs.un.org/goals>
- Sustainable Finance Disclosure Regulation. (2024). Sustainable Finance Disclosure Regulation. Retrieved from <https://ec.europa.eu/finance/sustainable-finance/disclosure-regulation>
- Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD). (2017). Final Recommendations. Retrieved from <https://www.fsb-tcfd.org/publications>
- Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD). (2024). Final Report: Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. Retrieved from <https://www.fsb-tcfd.org>
- UN Global Compact. (2024). Ten Principles of the UN Global Compact. Retrieved from <https://www.unglobalcompact.org>
- UNGPRF. (2024). UN Guiding Principles Reporting Framework. Retrieved from <https://www.ungpreporting.org>

NAVIGATING SUSTAINABILITY REPORTING: GLOBAL TRENDS AND BOSNIA AND HERZEGOVINA'S JOURNEY

Review article

Jasmina Mangafić¹, Josip Nikolić²

¹ Ekonomski fakultet Univerziteta u Sarajevu
Trg oslobođenja – Alija Izetbegović 1., 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina
e-mail: jasmina.mangafic@efsa.unsa.ba

² Federalno ministarstvo prometa i komunikacija, Braće Fejić bb, 88000 Mostar, Bosna i Hercegovina

ABSTRACT

Sustainability reporting has become a vital practice for organizations globally, enabling them to demonstrate their commitment to environmental, social, and governance (ESG) objectives. By providing transparency on non-financial performance, it allows stakeholders, including investors, customers, and regulators, to assess companies' long-term impacts on sustainability. This article presents a comprehensive analysis of sustainability reporting frameworks and explores the growing importance of double materiality, the convergence of financial and sustainability reporting, and the evolving regulatory landscape that is shaping global reporting practices. Furthermore, the state of sustainability reporting in Bosnia and Herzegovina (BiH) is examined, highlighting the challenges posed by the lack of mandatory regulations and limited awareness, particularly among small and medium enterprises (SMEs). The article also identifies key opportunities for Bosnia and Herzegovina to align with international sustainability standards, driven by European Union (EU) regulatory developments such as the Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) and the Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). These regulatory pressures, combined with capacity-building efforts, offer a path forward for Bosnia and Herzegovina to enhance corporate governance, reduce environmental risks, and improve competitiveness in global markets.

Key words: Sustainability Reporting, ESG (Environmental, Social, and Governance), Double Materiality, Bosnia and Herzegovina and Regulatory Framework, EU CSRD and CBAM

JEL classification: M14; Q56

CIRKULARNI POSLOVNI MODELI I EKONOMIJA DIJELJENJA: PREGLED KLJUČNIH ISTRAŽIVAČKIH TEMA

Pregledni rad

Ljiljan Veselinović

Ekonomski fakultet Univerziteta u Sarajevu
Trg oslobođenja – Alija Izetbegović 1, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina
e-mail: ljiljan.veselinovic@efsa.unsa.ba

SAŽETAK

Ovaj rad se bavi trendovima istraživanja u vezi sa sve aktuelnijim cirkularnim poslovnim modelima u kontekstu ekonomije dijeljenja. Navodeći primjere iz literature, uključujući upotrebu novih tehnologija poput umjetne inteligencije i proizvoda-usluga sistema, analiziraju se ključni trendovi među istraživačima u vezi sa cirkularnim poslovnim modelima u kontekstu ekonomije dijeljenja. Analizom 35 identifikovanih radova, koristeći sistemski pregled literature kao metodologiju, identifikovano je ukupno šest tema koje su relevantne istraživačima: umjetna inteligencija i digitalizacija u cirkularnim poslovnim modelima, dizajn proizvoda-usluga i njihova održivost, menadžerske prakse i integracija proizvoda i usluga, uključenost potrošača i ekonomija dijeljenja, inovacije poslovnih modela i njihovi trendovi i prednosti i prepreke implementacije cirkularnih modela.

Ključne riječi: cirkularni poslovni modeli, ekonomija dijeljenja, održivost, umjetna inteligencija, proizvod-usluga sistemi, inovacije, angažman potrošača

JEL klasifikacija: M21; D23; Q56;

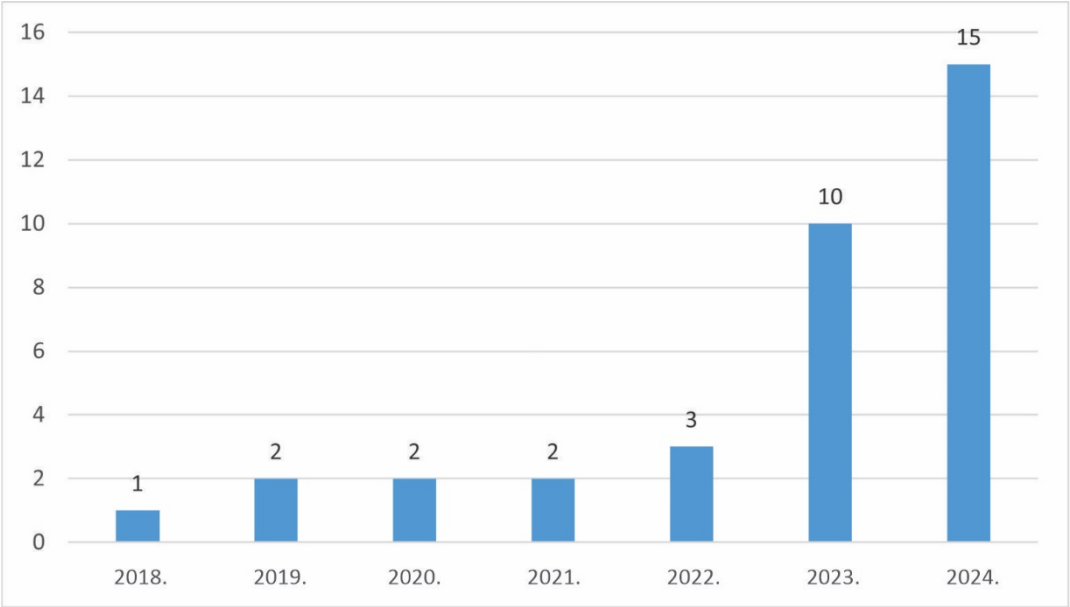
1. UVOD

Cilj ovog rada je provesti sistematski pregled literature o cirkularnim poslovnim modelima u kontekstu ekonomije dijeljenja (*engl. Sharing Economy*). Rad obuhvata analizu radova koji su indeksirani u *Web of Science Core Collection* citatnoj bazi podataka, u kategorijama menadžmenta i poslovanja. Cirkularni poslovni modeli postaju sve značajnija komponenta u strategijama koje se bave održivosti i koje nastoje smanjiti negativan uticaj tradicionalnih, odnosno linearnih poslovnih modela. Ovi modeli nastoje maksimizirati resurse kroz ponovno korištenje, reciklažu i/ili produžetak životnog ciklusa proizvoda. Općenito, održivi poslovni modeli, ili jednostavno model održivog poslovanja, omogućavaju menadžerima da mjere rezultate provođenja strategija održivog razvoja, pri čemu ti modeli omogućavaju da bolje razumiju ulogu različitih pokretača u održivosti, uzročno-posljedične veze između aktivnosti koje kompanija implementira, kao i njihov uticaj na performanse (Činjurević et al. 2024). Činjurević et al. (2024) identifikuju pet tipova cirkularnih poslovnih modela: model cirkularnog lanca snabdijevanja, model ponovne upotrebe resursa, model produženja životnog vijeka proizvoda, model proizvod kao usluga i model ekonomije dijeljenja.

Posebno važnu ulogu u posljednje vrijeme u svim djelatnostima imaju inovacije u tehnologijama, s posebnim fokusom na umjetnu inteligenciju. Umjetna inteligencija omogućava optimizaciju resursa i automatizaciju procesa. Noviji radovi, poput Sjodin et al. (2023), upravo istražuju kako umjetna inteligencija podržava inovaciju održivih poslovnih modela, omogućavajući povećanje efikasnosti i održivosti kroz dinamičke sposobnosti, kao što su otkrivanje vrijednosti i optimizacija. Dodatno, dizajn poslovnih modela koji integrišu proizvode i usluge (PSS) pruža priliku za veći fokus na održivost. Tako Fernandes & Rozenfeld (2024) ističu važnost kreiranja integrisanih vrijednosnih prijedloga koji kombinuju cirkularne strategije i PSS funkcionalnosti. Ovakvi pristupi omogućavaju kompanijama da redefinišu svoje poslovne prakse, smanjujući potrošnju resursa i nudeći održivija rješenja.

2. METODOLOGIJA

Metodologija ovog rada zasniva se na sistematskom pregledu literature, koristeći citatnu bazu podataka *Web of Science (WOS) Core Collection*. WOS je odabran zbog svoje relevantnosti i posvećenosti kontroli kvalitete u procesu indeksiranja časopisa. U pretraživanju su korištene ključne riječi „Circular Business Models“, a kriteriji za uključivanje u analizu je da su radovi objavljeni u WOS kategorijama menadžmenta i poslovanja te da su na engleskom jeziku. Radovi koji su uključeni u analizu su bili recenzirani članci koji se bave cirkularnim poslovnim modelima u kontekstu ekonomije dijeljenja, s naglaskom na citatne teme pod šifrom 6.3.2135 (*Sharing Economy*). Proces pretraživanja obuhvatio je dvostruko filtriranje članaka, prvo na temelju naslova, a zatim kroz sažetke relevantnih radova. Potom su sažeci članaka analizirani kako bi se identifikovali ključni trendovi, metodologije i izazovi povezani s cirkularnim poslovnim modelima te kako bi se mapirali istraživački pravci i predložile preporuke za buduće istraživanje. Na bazi identifikovanih kriterija, identifikovano je ukupno 35 radova. Pregled radova po godinama objavljivanja prikazan je na Slici 1. Najveći broj radova objavljen je u 2024. godini, što pokazuje značajan rast interesa za ovu temu od 2018. do danas.



Slika 1. Broj analiziranih radova po godinama
Izvor: Autor

3. REZULTATI

Sistemskim pregledom literature, identificovano je ukupno šest tema relevantnih istraživačima: umjetna inteligencija i digitalizacija u cirkularnim poslovnim modelima, dizajn proizvoda-usluga i njihova održivost, menadžerske prakse i integracija proizvoda i usluga, uključenost potrošača i ekonomija dijeljenja, inovacije poslovnih modela i njihovi trendovi i prednosti i prepreke implementacije cirkularnih modela (Tabela 1).

Tabela 1. Ključne teme proizašle iz sistematskog pregleda literature

Tema	Odabrani radovi za diskusiju
AI i digitalizacija u cirkularnim poslovnim modelima	Sjödin et al. (2023), Thornton (2024), Saidani (2024), Ai et al. (2024), Sjödin et al. (2024), Upadhayay et al. (2024)
Dizajn proizvoda-usluga i njihova održivost	Fernandes & Rozenfeld (2024), Holtström et al. (2019), Atif (2023), Azcarate-Aguerre et al. (2022), Tunn et al. (2021), Clube & Tennant (2020)
Menadžerske prakse i integracija proizvoda i usluga	Atif (2023), Chirumalla et al. (2023), Reim et al. (2021), Chaudhuri et al. (2023), Kumar et al. (2024)
Uključenost potrošača i ekonomija dijeljenja	De Bruyne & Verleye (2023), Alonso-Almeida et al. (2020), Grilló-Méndez et al. (2024), Barbu et al. (2018), Chou et al. (2023)
Inovacije poslovnih modela i njihovi trendovi	Zhang et al. (2024), Sharma & Sijariya (2024), Liu et al. (2024), Parida & Wincent (2019), Bilbao-Ubillos et al. (2024), Tura & Laukkanen (2023)
Prednosti i prepreke implementacije cirkularnih modela	Tura & Laukkanen (2023), Stegehuis et al. (2023), Opazo-Basaez et al. (2023), Tian et al. (2024), Beverland et al. (2022), Clube & Tennant (2020)

Izvor: Autor

Tema 1. Umjetna inteligencija i digitalizacija u cirkularnim poslovnim modelima

Prva tema koja je identifikovana kroz sistemski pregled literature je povezana sa umjetnom inteligencijom i digitalizacijom povezanim sa cirkularnim poslovnim modelima. Umjetna inteligencija obećava značajan potencijal za održive poslovne modele tako što omogućava optimizaciju resursa, automatizaciju procesa i donošenje odluka na osnovu podataka. Sjödin et al. (2023) istražuju kako umjetna inteligencija može unaprijediti cirkularne poslovne modele za industrijske proizvođače kroz perceptivne, prediktivne i preskriptivne kapacitete. Autori identifikuju dvije vrste cirkularnih poslovnih modela podržanih umjetnom inteligencijom – augmentaciju (poput rješenja za optimizaciju) i automatizaciju (poput autonomnih rješenja). Thornton (2024) analizira kompanije u ekonomiji dijeljenja (engl. *Sharing economy companies*, odnosno *sharecom*) koje koriste poslovne modele zasnovane na novim digitalnim rješenjima. Takve kompanije vrijednost za potrošače stvaraju konfiguracijom jedinstvenih dimenzija, a rad na inovativan način ispituje evoluciju poslovnog modela povezanog sa internacionalizacijom te ukazuje na to da su *sharecoms* uspjeli otključati mrežne efekte i novu vrijednost internacionalizacijom i promjenama poslovnih modela. Kvalitativnim istraživanjem, Saidani (2024) istražuje percepciju digitalnih tehnologija koje podržavaju cirkularne poslovne modele od strane potrošača i potrošačku percepciju, posebno u vezi sa negativnim osjećanjima koja potrošači prema takvim tehnologijama mogu razvijaju u kompanijama koje koriste cirkularne modele. Ai et al. (2024) istražuju kako tehnološki omogućene inovacije poslovnih modela smanjuju emisije ugljendioksida u Kini i dolaze do zaključka da kompanije treba ohrabriti da usvajaju tehnološki vođene inovacije u poslovnim modelima kako bi se promovisalo smanjenje ugljendioksida. Sjödin et al. (2024) dodatno razrađuju dinamičke sposobnosti potrebne za upravljanje digitalnim ekosistemima u kontekstu cirkularne ekonomije, pri čemu rezultati istraživanja pokazuju tri ključna seta sposobnosti za upravljanje ekosistemom: predviđanje ekosistema, integracija ekosistema i upravljanje ekosistemom. Konačno, Upadhayaya et al. (2024) naglašavaju važnost digitalne i zelene servitizacije (engl. *servitization*) kao ključnih mehanizama učenja koji doprinose razvoju dinamičkih sposobnosti preduzeća, što direktno utiče na povećanje njihove inovativnosti, posebno u kontekstu cirkularne ekonomije.

Tema 2. Dizajn proizvoda-usluga i njihova održivost

Druga tema koja se pojavila kao relevantna kroz sistemski pregled literature je povezana sa tzv. sistemom proizvoda-usluga (engl. *Product-service system* - PSS). PSS je poslovni model koji integriše proizvode i usluge s ciljem kreiranja dodatne vrijednosti za korisnike, s fokusom na isporuku funkcionalnosti proizvoda kroz usluge, smanjujući potrebu za vlasništvom, čime potiče održivu potrošnju. Fernandes & Rozenfeld (2024) razvijaju metode za dizajn PSS-ova zasnovanih na cirkularnoj ekonomiji, naglašavajući da trenutno nedostaje integrisani i praktični pristup za kreiranje vrijednosnih prijedloga zasnovanih na cirkularnim i uslužnim modelima. Holtström et al. (2019) ističu da među istraživačima postoji pojačan interes za PSS te identifikuju ključne aspekte razvoja poslovnih modela za održivu potrošnju odjeće. Njihovi rezultati pokazuju kako se održivost može integrisati u sve faze razvoja, proizvodnje, prodaje i reciklaže odjeće, uz isticanje prepreka kao što su tehnološke platforme i potrošačke preferencije. Jedna od preporuka je da se promijeni način na koji se odjeća koristi, uz više dijeljenja i „cirkularnosti“. Atif (2023) također koristi PSS kao način da poveća efikasnost resursa u cirkularnoj ekonomiji, naglašavajući da su se mnoge globalne industrije usmjerile ka PSS-u kako bi opstale na današnjem konkurentnom tržištu i osigurale eliminaciju negativnog uticaja na okoliš, uz proširenu odgovornost proizvođača. Azcarate-Aguerre et al. (2022) predlažu PSS pristup za prevazilaženje prepreka u energetske obnovama zgrada. PSS može uspješno prevazići mnoge od ovih prepreka kroz vanjsko finansiranje kapitalnih ulaganja i prebacivanje finansijskih i tehničkih rizika, pružanje zajedničkih ekonomskih poticaja učesnicima u saradnji te zadržavanje proširene odgovornosti proizvođača i vlasništva nad materijalima i proizvodima. Tunn et al. (2021) istražuju prepreke usvajanju pristupa baziranih na pristupu proizvodima kroz PSS u kontekstu održivosti. Zaključuju da su PSS-ovi zasnovani na pristupu (tzv. AB-PSS) potencijalno

održivi modeli za smanjenje negativnog uticaja na okoliš, ali njihova održivost nije u potpunosti realizovana zbog slabog usvajanja od potrošača. Trajanje korištenja i vrsta proizvoda igraju značajnu ulogu u prevladavanju prepreka usvajanju ovih modela. Clube i Tennant (2020) nastoje istražiti prelazak ka cirkularnoj industriji istraživanjem mogućnosti kratkoročnog iznajmljivanja odjeće kao dijela promjene u pravcu modela PSS-a. Rad pokazuje da prelazak modne industrije na cirkularni model kroz implementaciju modela „iznajmljivanje“ odjeće nailazi na prepreke, prvenstveno zbog problema percepcije kontaminacije, što negativno utiče na korisničko iskustvo i predstavlja izazov za prihvaćanje ovog poslovnog modela, te naglašava potrebu za daljnjim istraživanjima i menadžerskim intervencijama kako bi se ublažili ovi problemi.

Tema 3. Menadžerske prakse i servitizacija

Treća tema koja se pojavila kroz analizu radova su menadžerske prakse i konkretno servitizacija (engl. *Servitization*). Servitizacija je poslovna strategija kojom kompanije prelaze s prodaje proizvoda na pružanje povezanih usluga kako bi povećale vrijednost za korisnike i stvorile dugoročne odnose. U tom kontekstu, uspješne menadžerske prakse ključne su za provođenje cirkularnih poslovnih modela i servitizacije. Atif (2023), kroz sistematski pregled literature, ističe važnost identifikacije menadžerskih praksi koje firme mogu implementirati da bi istražile priliku kod dobavljača povezanih sa cirkularnom ekonomijom i servitizacijom. Rezultati istraživanja pokazuju da identifikacija ključnih aktera pomaže firmi u odabiru odgovarajuće strategije zasnovane na održivim vrijednosnim prijedlozima, uključujući strukturu troškova i izvore prihoda za zatvaranje resursnog ciklusa, dok je menadžerska posvećenost ključna za postizanje maksimalnog ekonomskog, ekološkog i društvenog potencijala. Također, kroz sistematski pregled literature, Chirumalla et al. (2023) identifikuju dinamičke sposobnosti potrebne za prijelaz s tradicionalne na digitalnu servitizaciju, konkretno identifikuju 22 digitalne sposobnosti potrebne za (digitalnu) servitizaciju. Reim et al. (2021) analiziraju kako se odabir cirkularnih poslovnih modela može prilagoditi kapacitetima kompanije, dok Chaudhuri et al. (2023) istražuju kako zelene prakse u opskrbnim lancima mogu poboljšati performanse organizacije. Autori zaključuju da dinamičnost okruženja i sposobnost inovacije proizvoda i usluga moderiraju usvajanje zelene tehnologije u lancu snabdijevanja, kao i organizacionu učinkovitost te da zelena tehnologija u lancu snabdijevanja može značajno povećati poslovnu vrijednost u određenim kontekstualnim uslovima. Kumur et al. (2024) prepoznaju da je servitizacija jedan od dva najznačajnija izazova u novijim studijama u vezi sa promjenama proizvodnih strategija i održivim rastom. Studija pokazuje da industrija 4.0 i zelene prakse pozitivno utiču na performanse zelenog lanca snabdijevanja, pri čemu zelena servitizacija posreduje, a usklađenost s ESG standardima moderira ovaj uticaj, čime se značajno poboljšava efikasnost i održivost lanca snabdijevanja.

Tema 4. Uključenost potrošača i ekonomija dijeljenja

Uključenost potrošača ključna je za uspjeh poslovnih modela ekonomije dijeljenja. Koristeći sistemski pregled literature kao metodologiju, De Bruyne & Verleye (2023) identifikuju različite dimenzije poslovnih modela ekonomije dijeljenja koje utiču na angažman potrošača. Studija pokazuje da vlasništvo nad fizičkim resursima i lokalna zajednica više podstiču angažman potrošača u poslovnim modelima dijeljenja, dok profesionalne usluge, novčana nadoknada i digitalne platforme privlače potrošače s niskom orijentacijom prema održivosti. Alonso-Almeida et al. (2020) istražuju kako ekonomija dijeljenja transformira potrošačke navike i smanjuje materijalizam. Rezultati studije pokazuju da je ekonomija dijeljenja dovela do razvoja novog oblika materijalizma u kojem se akumulacija dobara zamjenjuje hibridnim modelom gdje vlasništvo i uživanje u dobrima koegzistiraju, odnosno čime se potiče veća svijest potrošača o odgovornijoj potrošnji. Grilló-Méndez et al. (2024) analiziraju rizike koje potrošači povezuju s iznajmljivanjem odjeće i pokazuju da su nedosljednost, finansijski i fizički rizici glavni faktori koji negativno utiču na stav potrošača prema

iznajmljivanju odjeće, te time smanjuju njihovu namjeru da koriste ovaj model poslovanja. Barbu et al. (2018) istražuju kako ekonomija dijeljenja može transformirati ponašanje potrošača u potrošnji proizvoda i usluga. Ekonomija dijeljenja može značajno promijeniti njihovo ponašanje i stavove prema proizvodima i uslugama, pri čemu zadovoljstvo uslugama i namjera korištenja imaju ključnu ulogu u prelasku na model potrošnje zasnovan na pristupu umjesto vlasništvu. Konačno, Chou et al. (2023) istražuju veze između motiva potrošača i ličnih i društvenih ishoda u uslugama zasnovanim na mogućnostima pristupa, uz ispitivanje moderirajućih efekata psihološkog vlasništva na te odnose, posebno u kontekstu dijeljenja bicikala. Specifični motivi značajno mogu uticati na određene lične ishode. Motivi poput ekonomskih benefita, uživanja i reputacije pozitivno utiču na životno zadovoljstvo, dok zadovoljstvo životom podstiče saradnju među potrošačima, pri čemu osjećaj zahvalnosti ima pozitivan uticaj na kooperaciju, ali negativan na teritorijalno ponašanje.

Tema 5. Inovacije poslovnih modela i njihovi trendovi

Peta tema identifikovana kroz pregled literature u vezi je sa inovacijama poslovnih modela koje su ključne za održivi razvoj. U tom kontekstu, Zhang et al. (2024) koriste bibliometrijske tehnike za mapiranje inovacija poslovnih modela i njihovih trendova. Jedan od zaključaka studije je da bi buduća istraživanja trebala revidirati ulogu koncepta inoviranja poslovnih modela kao alata za postizanje održivog poslovnog razvoja. Također, koristeći sistemski pregled literature, Sharma & Sijariya (2024) analiziraju kako modeli pretplate (engl. *Subscription business model*) evoluiraju i pridonose održivosti. Rezultati ukazuju da se šest ključnih tema u modelima pretplate odnose na: ponašanje potrošača, digitalno oglašavanje, online vijesti, časopisne publikacije, cirkularnu ekonomiju i strategije održivosti. Liu et al. (2024) istražuju performanse odgovorne inovacije (engl. *Responsible innovation*) kompanija koje primjenjuju cirkularni model u borbi protiv klimatskih promjena. Zaključci studije pokazuju da firme koje se bave odgovornim inovacijama imaju manju vjerovatnoću za patentiranje i nižu produktivnost patenata u odnosu na druge firme, ali snažnije nacionalno istraživačko-razvojno okruženje može poboljšati njihovu produktivnost, posebno u industrijama s nižom tehnološkom složenosti. Parida & Wincent (2019) analiziraju kako digitalizacija i cirkularna ekonomija mijenjaju konkurentnost firmi i diskutuju o tome kako digitalizacija, cirkularna ekonomija i servitizacija zahtijevaju od firmi razvoj novih konkurentskih prednosti kroz promjene u poslovnim modelima, kapacitetima i umrežavanju te pozivaju na dodatna istraživanja kako bi se iskoristile mogućnosti koje nude ovi trendovi. Konačno, Tura & Laukkanen (2023) pokazuju da se putem inovacija poslovnih modela u ekonomiji dijeljenja može povećati iskorištavanje neiskorištenih resursa, pri čemu kontekstualni faktori značajno utiču na njihov potencijal za stvaranje održive vrijednosti.

Tema 6. Prednosti i prepreke implementacije cirkularnih modela

Iako cirkularni poslovni modeli obećavaju ekološke koristi, postoje značajne prepreke u njihovoj implementaciji. Tura & Laukkanen (2023) naglašavaju kako korištenje neiskorištenih resursa može stvoriti održivu vrijednost. Postoje značajne ekološke prednosti cirkularnih modela u ekonomiji dijeljenja kroz bolje iskorištavanje neiskorištenih resursa, no implementacija tih modela suočava se s preprekama, uključujući kontekstualne faktore koji utiču na održivo stvaranje vrijednosti, kao što su interni razvoj poslovnih modela i nivo saradnje među kompanijama. Stegehuis et al. (2023) analiziraju tenzije između organizacija koje implementiraju servitizaciju u cirkularnoj ekonomiji na osnovu jedne studije slučaja. Tenzije nastaju zbog konflikata u postojećim i planiranim odnosima, što zahtijeva integraciju suprotstavljenih interesa za uspješnu implementaciju cirkularnih modela. Opazo-Basaez et al. (2023) istražuju kako pametna proizvodnja utiče na percepcije potrošača i zaključuju da postoji pozitivan uticaj implementacije pametne proizvodnje (engl. *Smart Manufacturing*) na performanse mjerene operativnim indikatorima i evaluirane od potrošača. Ovo istraživanje jasno diferencira koristi od pametne proizvodnje, ističući izazove kod različitih vrsta

kompanija - transnacionalne kompanije postižu bolje operativne performanse, dok kompanije koje su uslužno orijentisane uočavaju poboljšanja u performansama povezanim sa potrošačima. Kao jedna od prepreka za prelazak ka cirkularnim modelima u slučaju iznajmljivanja odjeće, kako to ističu Clube i Tennant (2020), odnosi se i na problem percepcije kontaminacije, što negativno utiče na korisničko iskustvo i predstavlja izazov za prihvatanje ovog poslovnog modela.

4. ZAKLJUČAK

Ovaj rad prikazuje rezultate sistematskog pregleda literature o cirkularnim poslovnim modelima u kontekstu ekonomije dijeljenja. S tim u vezi, rad nudi teorijske i praktične doprinose u razumijevanju primjene cirkularnih poslovnih modela i ekonomije dijeljenja. Kroz analizu 35 radova koji su objavljeni u WOS citatnoj bazi podataka, identificirano je ukupno šest tema. Prva tema koja je identificirana kroz pregled literature je povezana za umjetnom inteligencijom i digitalizacijom povezanim sa cirkularnim poslovnim modelima. Umjetna inteligencija nudi značajan potencijal za održive poslovne modele tako što omogućava optimizaciju resursa, automatizaciju procesa i donošenje odluka na osnovu podataka. Druga tema koja se pojavila kao relevantna kroz sistemski pregled literature je vezana za tzv. sisteme proizvoda-usluga (PSS). PSS je poslovni model koji integriše proizvode i usluge s ciljem kreiranja dodatne vrijednosti za korisnike, s fokusom na isporuku funkcionalnosti proizvoda kroz usluge, smanjujući potrebu za vlasništvom, čime potiče održivu potrošnju. Treća tema koja se pojavila kroz analizu radova su menadžerske prakse i konkretno servitizacija koja predstavlja poslovnu strategiju kojom kompanije prelaze s prodaje proizvoda na pružanje povezanih usluga kako bi povećale vrijednost za korisnike i izgradile dugoročne odnose. U tom kontekstu, uspješne menadžerske prakse ključne su za implementaciju cirkularnih poslovnih modela i servitizacije. Uključenost potrošača, kao četvrta tema, neophodna je za uspjeh poslovnih modela ekonomije dijeljenja. Peta identificirana tema se veže za inovacije poslovnih modela koje su ključne za održivi razvoj, dok šesta tema razmatra određene prednosti i prepreke implementacije cirkularnih modela. S praktične strane, ovaj rad pruža uvid u izazove s kojima se kompanije suočavaju prilikom implementacije cirkularnih poslovnih modela, posebno u pogledu prilagođavanja industrijskih kapaciteta i angažmana potrošača. Kao takav, rad daje korisne uvide u najnovije trendove među istraživačima. Ipak, rezultate treba interpretirati s oprezom jer druge baze, poput SCOPUS-a, indeksiraju radove koji mogu biti relevantni u kontekstu analizirane teme.

Literatura

- Ai, H. S., Mangla, S. K., Song, M. L., Tan, X. Q., & Zhang, S. F. (2024). Technology-enabled business model innovation and carbon emission reduction: Evidence from a place-based policy in China. *Technovation*, 134, 103052.
- Alonso-Almeida, M. D., Perramon, J. & Bagur-Femenías, L. (2020). Shedding light on sharing economy and new materialist consumption: An empirical approach. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 52, 101900.
- Atif, S. (2023). Mapping circular economy principles and servitisation approach in business model canvas: An integrated literature review. *Future Business Journal*, 9(1), 33.
- Atif, S. (2023). The role of industry 4.0-enabled data-driven shared platform as an enabler of product-service system in the context of circular economy: A systematic literature review and future research directions. *Business Strategy and Development*, 6(3), 275-295.
- Azcarate-Aguerre, J. F., Conci, M., Zils, M., Hopkinson, P. & Klein, T. (2022). Building energy retrofit-as-a-service: A total value of ownership assessment methodology to support whole life-cycle building circularity and decarbonisation. *Construction Management and Economics*, 40(9), 676-689.

- Barbu, C. M., Florea, D. L., Ogarca, R. F. & Barbu, M. C. R. (2018). From ownership to access: How the sharing economy is changing the consumer behavior. *Amfiteatru Economic*, 20(48), 373-387.
- Beverland, M., Cankurtaran, P. & Loussaïef, L. (2022). A critical framework for examining sustainability claims of the sharing economy: Exploring the tensions within platform brand discourses. *Journal of Macromarketing*, 42(2), 214-230.
- Bilbao-Ubillos, J., Camino-Beldarrain, V., Intxaurburu-Clemente, G. & Velasco-Balmaseda, E. (2024). Industry 4.0, servitization, and reshoring: A systematic literature review. *European Research on Management and Business Economics*, 30(1), 100234.
- Chaudhuri, R., Chatterjee, S., Gupta, S. & Kamble, S. (2023). Green supply chain technology and organization performance: Moderating role of environmental dynamism and product-service innovation capability. *Technovation*, 128, 102857.
- Chirumalla, K., Leoni, L. & Oghazi, P. (2023). Moving from servitization to digital servitization: Identifying the required dynamic capabilities and related microfoundations to facilitate the transition. *Journal of Business Research*, 158, 113668.
- Chou, C. Y., Leo, W. W. C., Tsarenko, Y. & Chen, T. M. (2023). When feeling good counts! Impact of consumer gratitude and life satisfaction in access-based services. *European Journal of Marketing*, 57(2), 626-652.
- Chuah, S. H. W., Rasoolimanesh, S. M., Aw, E. C. X. & Tseng, M. L. (2022). Lord, please save me from my sins! Can CSR mitigate the negative impacts of sharing economy on consumer trust and corporate reputation? *Tourism Management Perspectives*, 41, 100938.
- Činjurević, M., Veselinović, L. & Tatić, K. (2024). Menadžerska ekonomija: putovanje jednog menadžera svijetom menadžerske ekonomije. Sarajevo: Univerzitet u Sarajevu, Ekonomski fakultet.
- Clube, R. K. M. & Tennant, M. (2020). Exploring garment rental as a sustainable business model in the fashion industry: Does contamination impact the consumption experience? *Journal of Consumer Behaviour*, 19(4), 359-370.
- De Bruyne, M. J. & Verleye, K. (2023). Realizing the economic and circular potential of sharing business models by engaging consumers. *Journal of Service Management*, 34(3), 493-519.
- Fernandes, S. D. & Rozenfeld, H. (2024). Business model innovation through the design of circular product-service system value propositions: A method proposal. *Business Strategy and the Environment*, 33 (6), 5325-5345.
- Grilló-Méndez, A. J., Marzo-Navarro, M. & Pedraja-Iglesias, M. (2024). Risks associated by consumers with clothing rental: Barriers to being adopted. *Journal of Fashion Marketing and Management*.
- Holtström, J., Bjellerup, C. & Eriksson, J. (2019). Business model development for sustainable apparel consumption: The case of Houdini Sportswear. *Journal of Strategy and Management*, 12(4), 481-504.
- Kumar, M., Raut, R. D., Mangla, S. K., Chowdhury, S. & Choubey, V. K. (2024). Moderating ESG compliance between industry 4.0 and green practices with green servitization: Examining its impact on green supply chain performance. *Technovation*, 129, 102898.
- Liu, Y. P., Xing, Y. J., Vendrell-Herrero, F. & Bustinza, O. F. (2024). Setting contextual conditions to resolve grand challenges through responsible innovation: A comparative patent analysis in the circular economy. *Journal of Product Innovation Management*, 41(2), 449-472.
- Mittal, S., Khan, M. A., Yadav, V. & Sharma, M. K. (2024). Footwear as product-service systems: Toward sustainable alternative consumption scenarios. *Business Strategy and the Environment*, 33(2), 726-741.
- Opazo-Basaez, M., Vendrell-Herrero, F., Bustinza, O. F., Vaillant, Y. & Maric, J. (2023). Is digital transformation equally attractive to all manufacturers? Contextualizing the operational and customer benefits of smart manufacturing. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 53(4), 489-511.
- Parida, V. & Wincent, J. (2019). Why and how to compete through sustainability: A review and outline of trends influencing firm and network-level transformation. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 15(1), 1-19.
- Ramtiyal, B., Johari, S., Vijayvargy, L. & Prakash, S. (2024). The impact of marketing mix on the adoption of clothes rental and swapping in collaborative consumption. *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, 17(1), 28-52.
- Reim, W., Sjödin, D. & Parida, V. (2021). Circular business model implementation: A capability development case study from the manufacturing industry. *Business Strategy and the Environment*, 30(6), 2745-2757.
- Saidani, N. (2024). Consumers' appraisal of digital circularity: Bridging IS and circular economy research to prevent negative outcomes. *International Journal of Logistics-Research and Applications*, 27(4), 538-556.

- Sharma, Y. & Sijariya, R. (2024). Uncovering the trends and developments in subscription business models through bibliometric analysis. *Journal of Service Theory and Practice*, 34(2), 242-269.
- Sjödin, D., Liljeborg, A. & Mutter, S. (2024). Conceptualizing ecosystem management capabilities: Managing the ecosystem-organization interface. *Technological Forecasting and Social Change*, 200, 123187.
- Sjödin, D., Parida, V. & Kohtamäki, M. (2023). Artificial intelligence enabling circular business model innovation in digital servitization: Conceptualizing dynamic capabilities, AI capacities, business models, and effects. *Technological Forecasting and Social Change*, 197, 122903.
- Stegehuis, X., von Raesfeld, A. & Nieuwenhuis, L. (2023). Inter-organizational tensions in servitization: A dialectic process model. *Industrial Marketing Management*, 109, 204-220.
- Thornton, H. C. (2024). Business model change and internationalization in the sharing economy. *Journal of Business Research*, 170.
- Tian, C., Tu, K., Sui, H. Q. & Sun, Q. (2024). Value co-creation in shared mobility: The case of carpooling in China. *Technological Forecasting and Social Change*, 205, 123481.
- Tunn, V. S. C., Van den Hende, E. A., Bocken, N. M. P. & Schoormans, J. P. L. (2021). Consumer adoption of access-based product-service systems: The influence of duration of use and type of product. *Business Strategy and the Environment*, 30(6), 2796-2813.
- Tura, N. & Laukkanen, M. (2023). Toward a sustainable sharing economy with business model innovations in the clothing industry. *R&D Management*, 54(5), 1190-1212.
- Upadhayay, N. B., Rocchetta, S., Gupta, S., Kamble, S. & Stekelorum, R. (2024). Blazing the trail: The role of digital and green servitization on technological innovation. *Technovation*, 130, 102922.
- Zhang, X. Y., Antonialli, F., Bonnardel, S. M. & Bareille, O. (2024). Where business model innovation comes from and where it goes: A bibliometric review. *Creativity and Innovation Management*, 33(2), 109-126.

CIRCULAR BUSINESS MODELS AND THE SHARING ECONOMY: A REVIEW OF KEY RESEARCH TOPICS

Review article

Ljiljan Veselinović

University of Sarajevo, School of Economics and Business
Trg oslobođenja – Alija Izetbegović 1, Sarajevo, Bosna i Hercegovina
E-mail: ljiljan.veselinovic@efsa.unsa.ba

ABSTRACT:

This paper explores trends among researchers related to the increasingly relevant circular business models in the context of the sharing economy. By using examples from the literature, including technologies like artificial intelligence and product-service systems, key trends among researchers related to circular business models in the sharing economy are analyzed. Through an analysis of 35 identified papers using a systematic literature review, a total of six themes relevant to researchers were identified: artificial intelligence and digitalization in circular business models, product-service design and sustainability, managerial practices and integration of products and services, consumer engagement and the sharing economy, business model innovation and trends, and advantages and barriers to implementing circular models.

Keywords: *circular business models, sharing economy, sustainability, artificial intelligence, product-service systems, innovation, consumer engagement*

JEL classification: M21; D23; Q56;

DIZAJN ZELENE FARMACEUTSKE PROIZVODNJE I POSTIZANJE CILJEVA ODRŽIVOSTI

Pregledni rad

Amra Bratovčić

Tehnološki fakultet Univerziteta u Tuzli, Katedra za Fizikalnu hemiju i elektrohemiju
Urfeta Vejzagića 8, 75000 Tuzla, Bosna i Hercegovina
e-mail: amra.bratovcic@untz.ba

SAŽETAK

Farmaceutski proizvodi u okoliš dopijevaju na različite načine, kao što su proizvodnja, ljudske izlučevine i nestandardno zbrinjavanje, te mogu imati štetne učinke na razne bio i ekosisteme. Zabrinjavajuće visoke koncentracije farmaceutskih ostataka (antibiotici, protivupalni lijekovi i dr.) kao i neobrađeni ostaci veterinarskih lijekova mogu se naći u vodama. Metoda kvantitativnog odnosa strukture i aktivnosti (QSAR) spojeva koristi umjetnu inteligenciju (AI) i mašinsko učenje (ML) za uspostavljanje veze između hemijske strukture i biološke aktivnosti. Osim toga, QSAR modeli koriste hemijske strukture za predviđanje opasnih aktivnosti kada nedostaju eksperimentalni podaci. U kombinatornoj hemiji, različiti „građevni blokovi“ su sistemski povezani kako bi formirali veliki izbor strukturno različitih spojeva, poznatih kao hemijske biblioteke, a koje će omogućiti visokoučinkovitu sintezu novih spojeva, odnosno ubrzati stvaranje ciljane molekule. Sinergija između AI-a, ML-a, QSAR modeliranja i implementacije kombinatorne i zelene hemijske metodologije ključna je u pokretanju razvoja inovativnih proizvoda i farmaceutske senzorske tehnologije. Ovaj interdisciplinarni pristup ključan je za stvaranje rješenja sa smanjenom toksičnošću u farmaceutskim procesima, čime se osigurava povećana javna sigurnost i promicanje održivosti okolišnih resursa. Integracijom ovih naprednih metodologija farmaceutska industrija može postići veću tačnost detekcije i efikasnost u proizvodnji ekološki prihvatljivih proizvoda, što u konačnici dovodi do sigurnije farmaceutske proizvodnje i zdravijeg planeta.

Ključne riječi: zelena hemija, zagađenje okoliša lijekovima, pametni razvoj lijekova, QSAR model, umjetna inteligencija, mašinsko učenje

JEL klasifikacija: L65; O13, O33; Q53

1. UVOD

Pojam „zelena hemija“ uveo je Clive Cathcart 1990. godine (Cathcart, 1990), a odnosi se na „upotrebu hemijskih tehnika i metodologija koje smanjuju ili eliminiraju upotrebu ili stvaranje sirovine, proizvoda, nusproizvoda, otapala i reagenasa koji su opasni za ljudsko zdravlje ili okoliš“ (Anastas i Williamson, 1996).

Studija o prihvaćanju zelene hemije u Italiji i Španiji u dva desetljeća (1999-2019) nudi brojne lekcije o politici istraživanja kreatorima politike istraživanja i menadžerima hemijske industrije sa sjedištem u drugim zemljama. Akademska zajednica odmah je pokazala interes za novi pristup hemijskoj proizvodnji, zasnovan na konceptima sprečavanja onečišćenja i nesreća, uklanjanju opasnosti i dizajnu za degradaciju. Španska akademska zajednica djelovala je organizirano i privukla je desetine studenata na svoje master i doktorske međunarodne programe. Vidljive razlike postoje i u industrijskom prihvaćanju održive hemije i u istraživačkim postignućima (Ciriminna i sar., 2024).

Zelena hemija, poznata kao održiva hemija ili kružna hemija, odnosi se na dizajn proizvoda i procesa koji smanjuju ili eliminiraju upotrebu i stvaranje opasnih tvari. Ona nastoji smanjiti negativan utjecaj hemije na okoliš smanjenjem upotrebe neobnovljivih izvora i stvaranjem tehnoloških rješenja za upravljanje otpadom. Zelena hemija je sredstvo za postizanje održivosti unutar hemijske industrije i šire. Usvajanjem načela zelene hemije, industrija može razviti proizvode i procese koji su u skladu s ciljevima održivosti, kao što je smanjenje ugljičnog otiska, očuvanje resursa i zaštita ekosistema. Ovo je područje dovelo do razvoja alternativnih održivih tehnologija i uspostavljanja 12 načela zelene hemije, koja pružaju okvir za stvaranje ekološki prihvatljivijih hemijskih procesa i proizvoda. Zelena hemija ima potencijal revolucionirati farmaceutsku industriju pružajući ekološke i ekonomske prednosti. Farmaceutski sektor je veliki svjetski zagađivač, koji emitira 1,9 miliona tona CO₂ godišnje. Kako bi se postigao održiv, ekološki prihvatljiv način razvoja lijekova, farmaceutske kompanije zahtijevaju pristup najnovijim istraživanjima na tom području. Moraju uvesti inovacije izvan tradicionalnih sintetičkih procesa (Mishra i sar., 2021). Ovaj pristup ne samo da koristi okolišu već povećava konkurentnost i zadovoljava potražnju potrošača za ekološki prihvatljivim proizvodima. Općenito, i zelena hemija i održivost naglašavaju inovacije i odgovorno upravljanje u hemijskom dizajnu i proizvodnji kako bi se osigurala održivija budućnost za društvo i planetu. Slika 1. sažima detaljno glavna načela zelene hemije.

Zelena hemija pomaže u stvaranju, dizajniranju i implementaciji hemijskih proizvoda i postupaka s ciljem smanjenja ili iskorjenjivanja stvaranja i kasnijeg korištenja štetnih tvari. Osim toga, farmaceutske senzorske tehnologije (engl. *pharmaceutical sensor technologies* - PST) ključni su alati u modernoj medicini koji omogućuju precizno otkrivanje i praćenje različitih biohemijskih i fizioloških markera i parametara.



Slika 1. Osnovni principi zelene hemije (De Marco i sar., 2019)

Održivost se, u kontekstu hemije, odnosi na osiguravanje da hemijski proizvodi i procesi pridonose dugoročnom zdravlju i održivosti ekoloških sistema, kao i ljudskom zdravlju i dobrobiti. Uključuje razmatranje ekoloških, ekonomskih i društvenih učinaka hemijske proizvodnje i potrošnje.

Ključni aspekti uključuju:

- utjecaj na okoliš: smanjenje korištenja resursa, smanjenje emisija i otpada te zaštita bioraznolikosti,
- ekonomsku održivost: osiguravanje da su hemijski procesi ekonomski izvedivi i doprinose održivom ekonomskom razvoju,
- društvenu odgovornost: uzimanje u obzir dobrobiti zajednica pogođenih hemijskim procesima, uključujući radnike i lokalno stanovništvo.

Implementacija zelene hemije može se provesti u zelenoj sintezi sveobuhvatnim dizajnom životnog ciklusa aktivnog farmaceutskog sastojka (engl. *active pharmaceutical ingredient* - API). Razvoj lijekova može imati koristi od primjene načela zelene hemije odabirom zelenog otapala (po mogućnosti voda) ili bez otapala, kao i alternativnih reakcijskih medija.

Ciljevi zelene hemije su identificirati inovativne načine za smanjenje otpada, uštedu energije i prestanak korištenja štetnih tvari, kao i povećati učinkovitost eksperimenta korištenjem ekološki prihvatljivijih hemikalija, procesa ili proizvoda. U farmaceutskom istraživanju i razvoju, načelo atomske ekonomije zelene hemije smanjuje proizvodnju nusproizvoda, što smanjuje troškove skladištenja i zbrinjavanja. Zelena hemija ključna je za kontinuirani napredak farmaceutske industrije budući da nudi okvir za procjenu, inovacije i identificiranje učinkovitijih procesa. Optimiziranjem učinkovitosti resursa u procesu sinteze, smanjenjem rizika i zagađivača te holističkim projektiranjem životnog ciklusa API-ja, zelena hemija može se provesti u zelenoj sintezi (Satz i sar., 2022).

2. DIZAJNIRANJE HEMIJSKIH PROIZVODA I PROCESA KOJI SMANJUJU ILI ELIMINIRAJU UPOTREBU I STVARANJE OPASNIH SUPSTANCI

Ključni principi koji vode dizajniranju hemijskih proizvoda i procesa koji minimiziraju utjecaj na okoliš i rizike po ljudsko zdravlje smanjenjem ili eliminacijom opasnih supstanci uključuju:

- sigurniju sintezu hemikalija: naglasak na razvoju sintetičkih metoda koje minimiziraju upotrebu toksičnih i opasnih reagenasa. To uključuje odabir reakcija koje su efikasne i proizvode manje toksičnih nusprodukata,
- upotrebu obnovljivih sirovina: korištenje sirovina koje potječu iz obnovljivih izvora, kao što su biomasa, umjesto iz neobnovljivih fosilnih goriva. Time se smanjuje zavisnost od ograničenih resursa i minimizira utjecaj na okoliš,
- minimiziranje otpada: što znači dizajniranje reakcija kako bi se osiguralo da se svi početni materijali inkorporiraju u konačni proizvod, čime se smanjuje generiranje otpada. To, također, uključuje recikliranje i ponovnu upotrebu materijala kad je to moguće,
- dizajniranje sigurnijih hemikalija: razvoj hemikalija koje su dizajnirane da budu manje opasne po ljudsko zdravlje i okoliš. To može uključivati modifikaciju hemijskih struktura radi poboljšane biodegradacije i smanjenja perzistencije u okolišu,
- efikasnost u potrošnji energije: promocija energetski efikasnih procesa radi smanjenja ukupne potrošnje energije i smanjenja emisije stakleničkih plinova povezane s hemijskom proizvodnjom,
- razmatranje životnog ciklusa: razmatranje cijelog životnog ciklusa hemikalija i proizvoda, od proizvodnje, preko upotrebe do odlaganja, radi minimiziranja utjecaja na okoliš u svakoj fazi. To uključuje dizajniranje proizvoda koji se razgrađuju u neškodljive supstance nakon upotrebe.

Integracijom ovih principa u dizajn hemijskih proizvoda i procesa, zelena hemija ima za cilj promoviranje održivosti, zaštitu ljudskog zdravlja i očuvanje prirodnih resursa za buduće generacije. Ovaj pristup ne samo da koristi okolišu već podržava i razvoj inovativnih rješenja koja su ekonomski izvodljiva i zadovoljavaju regulatorne standarde sigurnosti i održivosti.

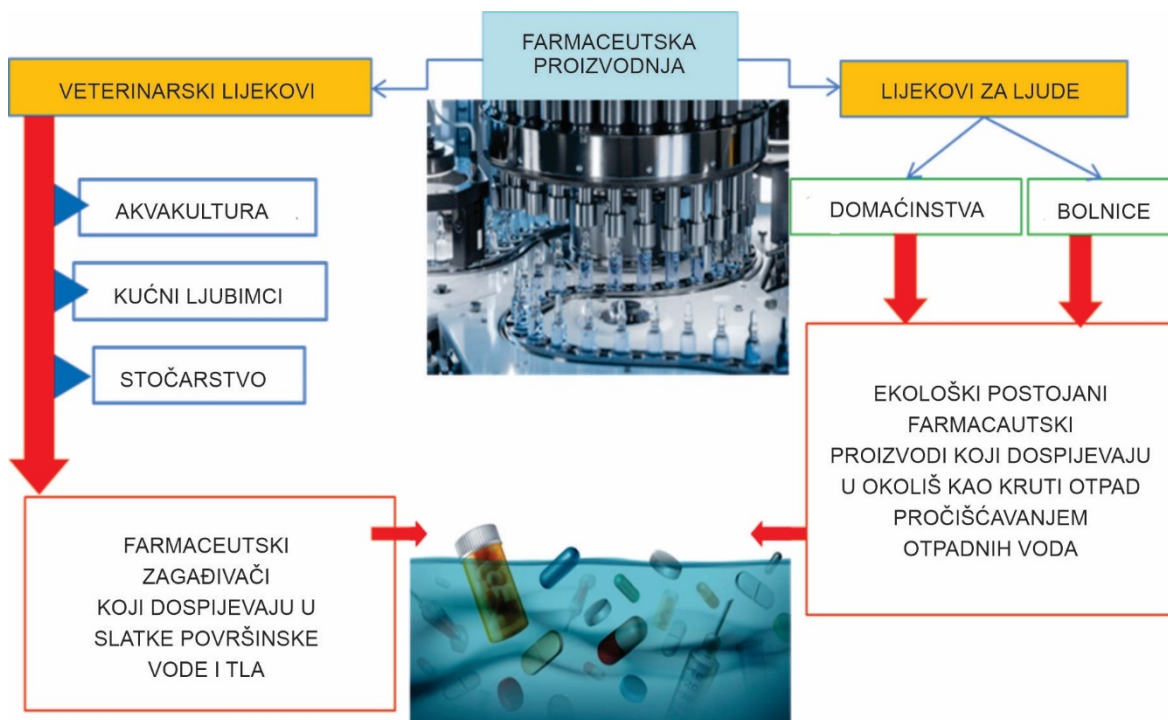
2.1. Farmaceutska proizvodnja

Korištenje lijekova u medicinskom i veterinarskom liječenju ima brojne prednosti, od poboljšanja zdravlja ljudi i životinja do povećanja proizvodnje hrane i ekonomske dobrobiti. Međutim, otpuštanje lijekova u okoliš različitim putevima, poput proizvodnje, ljudskih izlučevina i nepravilnog odlaganja, može imati štetne učinke na ekosistem i organizme. Visoki nivoi farmaceutskih ostataka pronađeni su nizvodno od proizvodnih pogona, a neobrađeni ostaci veterinarskih lijekova mogu završiti u tijelima vodenih organizama. Sve je više dokaza o štetnim učincima na okoliš, a laboratorijska i terenska ispitivanja povezuju ostatke oralnih kontraceptiva s feminizirajućim učincima na ribe i vodozemce, dok je utvrđeno da prisutnost ostataka psiho-aktivnih supstanci u vodenom okolišu značajno mijenja ponašanje riba. Zloupotreba i prekomjerna upotreba antibiotika značajno pridonose stvaranju i širenju antimikrobne rezistencije, svjetske zdravstvene opasnosti koja potencijalno može imati duboke učinke na ljudsko zdravlje, sigurnost hrane i ekonomiju (OECD, 2019).

Kada se farmaceutski proizvodi infiltriraju, ustraju ili se šire po okolišu, predstavljaju opasnost jer su napravljeni da budu hemijski otporni ili čak nerazgradivi pri prolasku kroz ljudsko ili životinjsko tijelo. Poznati su kao ekološki postojani farmaceutski zagađivači (engl. *environmentally persistent pharmaceutical pollutants* - EPPP) i mogu imati direktan negativan utjecaj na neciljana bića, poput divljih životinja, te imati dugoročne učinke na otpornost i zdravlje ekosistema kada se ispuste u okoliš.

Regulatorne metode procjene rizika po okoliš od farmaceutskih proizvoda i proizvoda za ličnu negu (engl. *Personal Care Products* - PPCP) uzimaju u obzir emisije u tlo tokom primjene biotla i

gnojiva, kao i ispuste u površinske vodotokove iz sistema za pročišćavanje otpadnih voda, operacije akvakulture i otjecanje s polja (Price i sar. 2010). Slika 2. prikazuje različite puteve izloženosti, kao što su emisije iz proizvodnih pogona, odlaganje tretiranih životinjskih leševa, ispuštanje veterinarskih lijekova s krutih površina na farmama, navodnjavanje otpadnom vodom i odlaganje neiskorištenih lijekova na odlagalištima (Boxall i sar. 2012; Singh i sar., 2024).



Slika 2. Načini dospijevanja lijekova i drugih proizvoda za njegu u okoliš

Farmaceutski proizvodi se smatraju novim zagađivačima koji predstavljaju prijetnju za okoliš i zdravlje ljudi. Dok su koncentracije lijekova pronađenih u okolišu obično ispod terapijskog nivoa, pokazalo se da neke grupe lijekova, kao što su beta-blokatori, antibiotici, antikancerogeni lijekovi i endokrini disruptori, imaju razorne učinke na ekosistem (Oldenkamp i sar. 2024). Oko 30.000 kg prirodnih steroidnih estroгена i dodatnih 700 kg sintetskih estroгена ljudi izluče širom svijeta godišnje, pri čemu većina tih tvari dolazi iz stočarske industrije zbog upotrebe steroida za poticanje rasta. Estrogeni su povezani s povećanom učestalošću raka dojke i prostate i mogu imati negativne učinke na fiziologiju ljudi i životinja te prirodnu reprodukciju (Adeel i sar., 2017). Antimikrobna rezistencija globalni je javnozdravstveni problem, pri čemu antibiotici u humanoj medicini, veterini i poljoprivredi doprinose povećanju rezistencije na antibiotike i pojavi ekotoksikoloških učinaka (Zainab i sar., 2020). Osim toga, dugotrajna izloženost snažnim učincima onečišćenja antibioticima može imati negativno dejstvo na ljudsko zdravlje, naročito kod pojedinaca koji već imaju hronična stanja poput pretilosti, dijabetesa ili astme (Zhang i sar., 2023). Nekoliko vodenih životinja različitih vrsta bioakumulira različite antidepresive u svojim tkivima, što uzrokuje citotoksičnost, genotoksičnost, modulaciju odgovora na stres, promjenu težine i dužine te oštećenje jetre i bubrega (Castillo-Zacarías i sar., 2021). Onečišćenje antidepresivima (sertralin, fluoksetin) utjecalo je na ljudski neurorazvoj i mnoge mentalne bolesti (Chan i sar., 2021).

Nesteroidni protivupalni lijekovi (NSAID), uključujući acetaminofen, acetilsalicilnu kiselinu, ibuprofen, diklofenak i naproksen, značajno doprinose zagađenju okoliša te uzrokuju oksidativni stres i poremećaj detoksifikacijskih enzima kod beskičmenjaka i kičmenjaka (Tyumina i sar., 2020).

Trenutno postoji približno 28 miliona registriranih hemijskih struktura, a samo mali dio njih ima odgovarajuće eksperimentalne podatke o toksičnosti. Kao rezultat, prediktivnost se pojavljuje kao primarno rješenje, iako donosi značajne prepreke u smislu tačnosti i interpretabilnosti. Prediktivni toksikološki sistemi poput QSAR-a koriste statističke metode uz aspekte umjetne inteligencije (AI), odnosno tehnike mašinskog učenja (ML). Dok je ML pronašao široku primjenu u farmaceutici, njegova primjena u ekotoksikologiji ostaje donekle ograničena. Naprimjer, prvo se ispitivalo korištenje QSAR-ova u modeliranju CMR (karcinogene, mutagene, reproduktivne) toksičnosti i PBT (postojanih, bioakumulacijskih i toksičnih) hemikalija, a zatim se nastavilo sa razvojem i napretkom u ML tehnologiji. Nedavni napredak u razumijevanju neuronskih mehanizama koji leže u osnovi kognitivnih funkcija doveo je do razvoja sistema dubokog učenja sposobnih za rješavanje problema, prepoznavanje uzoraka i razumijevanje slika i teksta. Iskorištavajući ovaj napredak, uspješna arhitektura dubokog učenja usvojena je u Toxception, alat za generiranje QSAR modela. Učinkovitost Toxceptiona ispitana je na stvarnom skupu podataka od približno 20.000 molekula procijenjenih na mutagenost pomoću Amesovog testa, dajući rezultate koji izazivaju postojeće metodologije. Naime, Toxception radi isključivo na 2D strukturama izvedenim iz SMILES-a bez potrebe za dodatnim hemijskim znanjem (Gini i Zanolli, 2020).

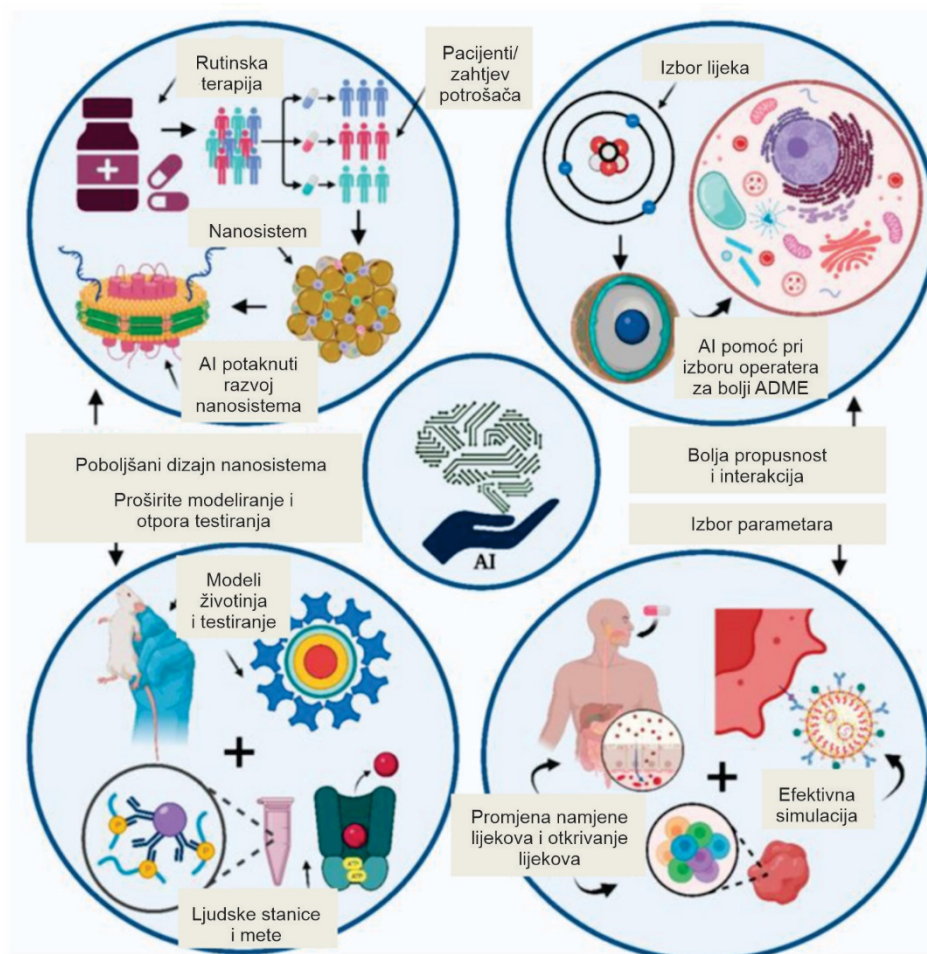
Spoj prediktivne toksikologije i naprednih ML tehnika predstavlja obećavajući put za rješavanje velikog jaza između hemijskih struktura i eksperimentalnih podataka o toksičnosti. Iako i dalje postoje izazovi u pogledu tačnosti i interpretabilnosti, nedavni pomaci u arhitekturama dubokog učenja, prikazani alatima poput Toxceptiona, nude transformativni pristup. Iskorištavanje neuralnih mehanizama i korištenje ogromnih skupova podataka može otvoriti put sveobuhvatnijim toksikološkim procjenama, čime se poboljšava naše razumijevanje hemijskih opasnosti i unapređuje sigurnost u farmaceutskim proizvodima i zaštiti okoliša. Napredak u umjetnoj inteligenciji i dubokom učenju predstavlja izuzetnu priliku za poboljšanje racionalnog pregleda lijekova, što u konačnici koristi čovječanstvu. Integracija napredne prediktivne toksikološke metodologije s pristupima ublažavanja predstavlja značajno obećanje u rješavanju utjecaja upotrebe lijekova na okoliš. Kombinatorna hemija, zajedno s QSAR modeliranjem vođenim umjetnom inteligencijom, omogućuje sistemsko istraživanje hemijskog prostora za identifikaciju spojeva sa smanjenim profilom rizika za okoliš. Zelena hemijska načela dodatno poboljšavaju ovaj proces, promičući dizajn farmaceutskih proizvoda s minimalnim utjecajem na okoliš tokom cijelog životnog ciklusa, od sinteze do odlaganja. Integracija QSAR modeliranja, opremljen AI-om, obimnim ML-om i raznolikim informacijama knjižnica, s kombinatornim pristupom i pristupom zelene hemije, mogla bi igrati ključnu ulogu u naprednoj farmaceutskoj proizvodnji i senzorskoj tehnologiji s niskim nivoima toksičnosti koji su ekološki prihvatljivi i sigurni.

2.2. Uloga umjetne inteligencije u farmaceutskom razvoju i napretku

Uloga umjetne inteligencije u farmaceutskoj razvojnoj tehnologiji i QSAR analizi je transformativna i višestruka. AI je napravio revoluciju u području povećanja efikasnosti i tačnosti procesa otkrivanja lijekova. U farmaceutskoj senzorskoj tehnologiji, vođeni umjetnom inteligencijom, sistemi koriste napredne algoritme i tehnike ML-a za pregledavanje ogromnih spremišta hemijskih podataka, omogućujući brzu i preciznu identifikaciju spojeva sa specifičnim terapijskim svojstvima. Ovi sistemi koriste snagu multimodalnih knjižnica koje integriraju različite skupove podataka koji obuhvataju molekularne strukture, biološke aktivnosti, farmakološke profile i kliničke ishode. Pristupom ovako sveobuhvatnim referencama, algoritmi umjetne inteligencije mogu analizirati i korelirati zamršene odnose između hemijskih struktura i njihovog terapijskog djelovanja. Također, pristupi vođeni umjetnom inteligencijom nude skalabilnost i efikasnost u ispitivanju hemijskih

spojeva, ubrzavanje procesa otkrivanja lijekova, a pri tome smanjuju vrijeme i resurse potrebne za eksperiment. Kroz iterativno učenje i optimizacije, ovi sistemi kontinuirano usavršavaju svoje mogućnosti predviđanja, poboljšavajući tačnost i pouzdanost identifikacije spojeva. Posljedično, istraživači mogu odrediti prioritete molekule kandidata s većom vjerovatnošću uspjeha, olakšavajući razvoj novih lijekova s poboljšanim profilima efikasnosti i sigurnosti. Pristupačnost platformama vođenih umjetnom inteligencijom osnažuje istraživače širom akademske zajednice, industrije i zdravstva kako bi iskoristili vrhunske računalne alate za otkrivanje lijekova. Demokratizacijom pristupa naprednoj analitici i računalnim resursima, ovi sistemi demokratiziraju inovacije i potiču saradnju unutar naučne zajednice, u konačnici potičući otkrića revolucionarnih terapija za razne bolesti i medicinska stanja (Han i sar., 2023).

Kroz ML algoritme, ovi sistemi analiziraju velik broj novih skupova podataka molekularnih struktura i bioloških aktivnosti, predviđajući potencijalnu efikasnost i sigurnosne profile potencijalnih lijekova. Ova mogućnost predviđanja ubrzava identifikaciju obećavajućeg lijeka kandidata, a istovremeno minimizira potrebu za skupim i dugotrajnim laboratorijskim eksperimentima. Slika 3. prikazuje ključnu ulogu umjetne inteligencije u revolucioniranju razvoja i istraživanja lijekova. AI tehnologije se iskorištavaju za optimiziranje dizajna nanosistema, jačanje trenutnog modela testiranja lijekova, poboljšanja odabira parametara i faktora ključnih u dizajnu lijekova, otkrivanju i metodama prenamjene. Štaviše, AI pomaže u produblivanju našeg razumijevanja interakcija unutar membrane simuliranog ljudskog okoliša kroz pristupe prodiranja lijeka, tehnike simulacije i identifikaciju meta ljudskih stanica, čime se olakšavaju precizniji i efikasniji procesi razvoja lijekova.



Slika 3. Grafički prikaz interakcije umjetne inteligencije u različitim razvojnim metodama unutar čovjekovog okruženja (Mak i sar., 2023)

Tradicionalne metode otkrivanja lijekova često su usredotočene na poznate hemijske entitete koji ograničavaju obim istraživanja. Međutim, QSAR modeli pokretani umjetnom inteligencijom mogu analizirati velike skupove podataka hemijskih spojeva, uključujući one koji još nisu sintetizirani ili testirani eksperimentalno. Ova sposobnost olakšava otkrivanje inovativnih molekula i novih ciljanih lijekova koji su možda bili previđeni korištenjem konvencionalnih metoda. Osim toga, QSAR modeli vođeni umjetnom inteligencijom mogu predvidjeti potencijalne štetne učinke i profile toksičnosti potencijalnih spojeva, što omogućuje istraživačima da rano daju prednost spojevima s povoljnim sigurnosnim profilima u procesu razvoja lijeka. Ovaj proaktivni pristup pomaže ublažavanju rizika od nuspojava tokom kliničkih ispitivanja i u konačnici dovodi do razvoja sigurnijih lijekova. Dakle, integracija AI tehnologija u QSAR modeliranje ima velika obećanja za napredak otkrivanja i razvoja lijekova, u konačnici poboljšavajući rezultate pacijenata i revolucioniranje farmaceutske industrije (Mak i sar., 2023). Umjetna inteligencija igra ključnu ulogu u farmaceutskoj senzorskoj tehnologiji i QSAR-u, potičući inovacije, efikasnost i preciznost u procesima otkrivanja i razvoja lijekova.

ZAKLJUČAK

Obimna upotreba lijekova u humanoj i veterinarskoj medicini nedvosmisleno je donijela značajne koristi, poboljšavajući zdravstvene rezultate, jačajući proizvodnju hrane i poticanje ekonomskog rasta. Međutim, nenamjerno ispuštanje farmaceutskih ostataka u okoliš predstavlja značajnu prijetnju ekosistemima i bioraznolikosti. Ovaj rad naglašava potrebu za sveobuhvatnom strategijom za rješavanje ovih ekoloških izazova, korištenje naprednog QSAR modeliranja uz integraciju AI-a i ML-a, kombinatorске hemijske metodologije i načela zelene hemije. Uz integraciju sofisticiranih AI i ML alata za analizu obimnih repozitorija hemijskih podataka (prediktivno modeliranje), ovi modeli se mogu koristiti za optimizaciju potencijalnih kandidata za lijekove i ubrzavanje cijelog razvojnog toka lijekova te za izradu protokola procjene rizika. U tom smislu, QSAR modeliranje se pojavljuje kao ključni alat, sposoban za predviđanje ekoloških opasnosti čak i u nedostatku empirijskih podataka, čime se pomaže u određivanju prioriteta hemikalija pri nedostatku sveobuhvatnih informacija o toksičnosti. Istovremeno, kombinatorna hemija ubrzava stvaranje prilagođenih molekula za široko testiranje u raznim sektorima. Također, zelena hemija preuzima centralnu ulogu u ovom pristupu i zagovaranju za održive i ekološki osviještene prakse u cijeloj farmaciji razvojnog procesa. Davanjem prioriteta razvoju farmaceutskih proizvoda niske toksičnosti, zelena hemija ne samo da se usklađuje s ekološkim imperativima već potiče stvaranje sigurnijeg proizvoda sa smanjenim utjecajem na okoliš.

Literatura

- Adeel, M., Song, X., Wang, Y., Francis, D. & Yang, Y. (2017). Environmental impact of estrogens on human, animal and plant life: A critical review. *Environment international*, 99, 107-119.
- Anastas, P. T., Williamson, T. C. (Eds.), 1996. *Green Chemistry: Designing Chemistry for the Environment*, vol. 626. ACS Symposium Series, Washington, DC. According to an Italy-based nutraceutical company, "The term 'green chemistry' was coined in 1991 by a lecturer, Paul Anastas, at the University of Berkeley": <https://www.erbolario.com/en/the-quality-of-l-erbolario/green-chemistry-3042.html> (accessed July 4, 2024).
- Boxall, A. B., Rudd, M. A., Brooks, B. W., Caldwell, D. J., Choi, K., Hickmann, S. ... & Van Der Kraak, G. (2012). Pharmaceuticals and personal care products in the environment: what are the big questions?. *Environmental health perspectives*, 120(9), 1221-1229.
- Castillo-Zacarias, C., Barocio, M. E., Hidalgo-Vázquez, E., Sosa-Hernández, J. E., Parra-Arroyo, L., López-Pacheco, I. Y. ... & Parra-Saldívar, R. (2021). Antidepressant drugs as emerging contaminants: Occurrence in urban and non-urban waters and analytical methods for their detection. *Science of the Total Environment*, 757, 143722.
- Cathcart, C., 1990. Green chemistry in the Emerald Isle. *Chem. Ind.* 21, 684-687.

- Chan, S. J., Nutting, V. I., Natterson, T. A. & Horowitz, B. N. (2021). Impacts of psychopharmaceuticals on the neurodevelopment of aquatic wildlife: A call for increased knowledge exchange across disciplines to highlight implications for human health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5094.
- Ciriminna, R., Formenti, M., Della Pina, C., Luque, R., Pagliaro, M., Green chemistry in Italy and Spain (1999-2019): Research policy lessons, *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 39, 2024, 101520.
- De Marco B. A., Rechelo B. S., Tótolí E. G., Kogawa A. C., Salgado, H. R. N. (2019) Evolution of green chemistry and its multidimensional impacts: A review. *Saudi Pharmaceutical Journal* 27: 1-8.
- Gini, G., & Zanoli, F. (2020). Machine learning and deep learning methods in ecotoxicological QSAR modeling. *Ecotoxicological QSARs*, 111-149.
- Han, R., Yoon, H., Kim, G., Lee, H. & Lee, Y. (2023). Revolutionizing medicinal chemistry: the application of artificial intelligence (AI) in early drug discovery. *Pharmaceuticals*, 16(9), 1259.
- Mak, K. K., Wong, Y. H. & Pichika, M. R. (2023). Artificial intelligence in drug discovery and development. *Drug Discovery and Evaluation: Safety and Pharmacokinetic Assays*, 1-38.
- Mishra, M., Sharma, M., Dubey, R., Kumari, P., Ranjan, V. & Pandey, J. (2021). Green synthesis interventions of pharmaceutical industries for sustainable development. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 4, 100174.
- OECD (2019), *Pharmaceutical Residues in Freshwater: Hazards and Policy Responses*, OECD Studies on Water, OECD Publishing, Paris.
- Oldenkamp, R., Hamers, T., Wilkinson, J., Slootweg, J. & Posthuma, L. (2024). Regulatory risk assessment of pharmaceuticals in the environment: Current practice and future priorities. *Environmental toxicology and chemistry*, 43(3), 611-622.
- Price, O. R., Hughes, G. O., Roche, N. L. & Mason, P. J. (2010). Improving emissions estimates of home and personal care products ingredients for use in EU risk assessments. *Integrated environmental assessment and management*, 6(4), 677-684.
- Satz, A. L., Brunschweiler, A., Flanagan, M. E., Gloger, A., Hansen, N. J., Kuai, L. ... & Scheuermann, J. (2022). DNA-encoded chemical libraries. *Nature Reviews Methods Primers*, 2(1), 3.
- Singh, B., Crasto, M., Ravi, K., Singh, S. (2024) *Pharmaceutical Advances: Integrating Artificial Intelligence in QSAR, Combinatorial and Green Chemistry Practices, Intelligent Pharmacy*.
- Tyumina, E. A., Bazhutin, G. A., Cartagena Gómez, A. D. P. & Ivshina, I. B. (2020). Nonsteroidal anti-inflammatory drugs as emerging contaminants. *Microbiology*, 89, 148-163.
- Vora, L. K., Gholap, A. D., Jetha, K., Thakur, R. R. S., Solanki, H. K. & Chavda, V. P. (2023). Artificial intelligence in pharmaceutical technology and drug delivery design. *Pharmaceutics*, 15(7), 1916.
- Zainab, S. M., Junaid, M., Xu, N. & Malik, R. N. (2020). Antibiotics and antibiotic resistant genes (ARGs) in groundwater: A global review on dissemination, sources, interactions, environmental and human health risks. *Water research*, 187, 116455.
- Zhang, C., Chen, Y., Chen, S., Guan, X., Zhong, Y. & Yang, Q. (2023). Occurrence, risk assessment, and in vitro and in vivo toxicity of antibiotics in surface water in China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 255, 114817.

THE DESIGN OF GREEN PHARMACEUTICAL PRODUCTION AND THE ACHIEVEMENT OF SUSTAINABILITY GOALS

Review article

Amra Bratovčić

Faculty of Technology, University of Tuzla, Department of Physical Chemistry and Electrochemistry
Urfeta Vejzagića 8, 75000 Tuzla, Bosnia and Herzegovina
e-mail: amra.bratovcic@untz.ba

ABSTRACT

Pharmaceutical products reach the environment in different ways, such as production, human excretion and non-standard disposal, and can have harmful effects on various bio- and eco-systems. Worryingly high concentrations of pharmaceutical residues (antibiotics, anti-inflammatory drugs, etc.) as well as untreated residues of veterinary drugs can be found in waters. The quantitative structure-activity relationship (QSAR) method of compounds uses artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) to establish a relationship between chemical structure and biological activity. Furthermore, QSAR models use chemical structures to predict hazardous activities when experimental data are lacking. In combinatorial chemistry, different “building blocks” are systematically connected to form a large selection of structurally different compounds, known as chemical libraries, which will enable the highly efficient synthesis of new compounds, i.e. accelerate the creation of the target molecule. The synergy between AI, ML, QSAR modeling and the implementation of combinatorial and green chemistry methodology is essential in driving the development of innovative products and pharmaceutical sensor technology. This interdisciplinary approach is key to creating solutions with reduced toxicity in pharmaceutical processes, thereby ensuring increased public safety and promoting the sustainability of environmental resources. By integrating these advanced methodologies, the pharmaceutical industry can achieve greater detection accuracy, efficiency in the production of environmentally friendly products, which ultimately leads to safer pharmaceutical production and a healthier planet.

Keywords: green chemistry, environmental pollution with drugs, smart drug development, QSAR model, artificial intelligence, machine learning

JEL classification: M21; Q01; Q51; Q56

ODRŽIVE FINANSIJE – STANJE I PERSPEKTIVE

Pregledni rad

Adem Abdić¹, Adnan Rovčanin¹, Ademir Abdić¹, Fahir Kanlić²

¹ Ekonomski fakultet Univerziteta u Sarajevu
Trg oslobođenja – Alija Izetbegović 1, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina
e-mail: adem.abdic@efsa.unsa.ba

² Agencija za statistiku Bosne i Hercegovine, Zelenih beretki 26, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

SAŽETAK:

Tokom posljednje decenije održivo finansiranje i investiranje postali su ključni aspekti finansijskog sektora usmjereni na integraciju okolišnih, socijalnih i upravljačkih (ESG) faktora u proces donošenja odluka o finansiranju i investiranju. Usvajanje Pariškog sporazuma o klimatskim promjenama i Agende UN-a 2030 za održivi razvoj 2015. godine te Evropskog zelenog dogovora 2019. godine dramatično je promijenilo upravljanje imovinom i obavezama kako finansijskih institucija tako i preduzeća iz realnog sektora ekonomije. Istovremeno, vlade zemalja širom svijeta nastoje ispuniti preuzete obaveze u pogledu tranzicije njihovih ekonomija prema niskougljičnim, resursno efikasnijim i cirkularnim ekonomijama koje su proizašle iz datih sporazuma. Cilj ovog rada je istražiti i analizirati evoluciju održivih finansija, s posebnim fokusom na ključne pokretače ove transformacije, uključujući okolišne, socijalne i upravljačke aspekte te regulatorne inicijative i promjene u ponašanju finansijera i investitora. Osnovni izvor podataka predstavljaju sekundarni podaci, a u radu je primijenjena desk metoda istraživanja. Naučni doprinos rada se ogleda u činjenici da će rad doprinijeti raspravama o održivim finansijama u kontekstu održive ekonomije u cjelini.

Ključne riječi: finansijske inovacije, tehnološke promjene, održive finansije, ESG faktori

JEL klasifikacija: G30, Q56, K32

1. UVOD

Održive finansije predstavljaju ključni alat u tranziciji ka održivom razvoju, integraciji ESG faktora u finansijski sistem i dugoročnom očuvanju ekonomskih i prirodnih resursa. Ovaj rad analizira trenutni status održivih finansija na globalnom nivou. U njemu se diskutuje o glavnim pokretačima razvoja održivih finansija, uključujući regulatorne okvire, rastuću potražnju investitora, tehnološke inovacije te ulogu korporativne odgovornosti. Također, rad istražuje izazove s kojima se suočavaju finansijske institucije u implementaciji održivih praksi, kao i prilike koje se otvaraju za investitore i društvo u cjelini. Na kraju, daju se preporuke za unapređenje održivih finansija kroz poboljšanje transparentnosti, jačanje regulatorne podrške i razvoj inovativnih finansijskih instrumenata koji će omogućiti efikasniji odgovor na klimatske promjene i socijalne nejednakosti.

2. HISTORIJSKI RAZVOJ KONCEPTA ODRŽIVIH FINANSIJA

Finansijski sistem zemalja širom svijeta, od razvoja industrijalizacije i međunarodne trgovine krajem 18. stoljeća u Velikoj Britaniji do masivnog industrijskog i infrastrukturnog rasta u Istočnoj Aziji krajem 20. stoljeća, predstavljao je ključni mehanizam za provođenje strukturnih transformacija njihovih ekonomija. S druge strane, nezaustavljivi industrijski i infrastrukturni rast su (u većoj ili manjoj mjeri) pratili povećano zagađenje životne sredine, rast društvene nejednakosti i ekonomski rast na štetu globalnog socijalno-ekološkog sistema.

Vremenom je tradicionalno mišljenje da će samo ekonomski rast (kvantitet) bez ekonomskog razvoja (kvalitet) riješiti sve navedene eksternalije u socijalno-ekološkom sistemu postalo nerealno i neprihvatljivo jer je, i teorijski gledano, beskonačan rast u ograničenom sistemu nemoguć. Kao rezultat navedenog mišljenja, u drugoj polovini 20. stoljeća pojavio se koncept održivog ekonomskog razvoja (engl. *Sustainable economic development*) koji je postao neizostavni dio strateških politika kako vlada tako i donosioca odluka poslovnih subjekata zemalja širom svijeta. Prema Izvještaju Evropske komisije iz 1997. godine (EC, 1997) održivi ekonomski razvoj se definiše kao „proces razvoja koji budućim generacijama ostavlja barem istu količinu kapitala, prirodnog i onog koji je stvorio čovjek, kao što imaju pristup sadašnje generacije“. U navedenom Izvještaju jasno se navodi uloga i značaj finansijskog sistema odnosno njegovih finansijskih institucija kako bi se postigli ciljevi održivog ekonomskog razvoja (EC, 1997): „finansijske institucije koje preuzimaju rizik kompanija i postrojenja mogu ostvariti značajan uticaj - u nekim slučajevima i kontrolu - nad investicijskim i upravljačkim odlukama koje bi se mogle iskoristiti u korist zaštite životne sredine“. Na osnovu navedenog može se zaključiti da održivi ekonomski razvoj podrazumijeva mobilizaciju i alokaciju kapitala i stoga bi finansije trebale biti u središtu aktivnosti finansijskih tržišta i finansijskih institucija. Važno je istaknuti da je, paralelno sa konceptom održivog ekonomskog razvoja, evoluirao i koncept održivih finansija.

Prema Kalfaoglou (2021), tokom protekle decenije koncepti održivih finansija, održivog investiranja i održivog bankarstva sve više su dobili na popularnosti širom svijeta. Navedeni autor ističe da moderni koncept održivog ekonomskog razvoja obuhvata ekološke, društvene, upravljačke i ekonomske aspekte, da su svi jednako važni, iako neki od njih dobijaju na značaju u zavisnosti od specifičnih okolnosti i potreba.

Historijski gledano, razvoj koncepta održivih finansija se može podijeliti u tri faze (Rizzello, 2022):

- 1) Prva faza od 1992. godine počela je pokretanjem Finansijske inicijative Programa Ujedinjenih naroda za okoliš (UNEP FI) s ciljem mobilizacije privatnog sektora za održivi razvoj čiji je osnovni zadatak bila integracija ekoloških razmatranja u finansijske usluge i prakse.

2) Druga faza od 2012. do 2017. godine je obilježena stabilnim rastom i razvojem održivih finansija tokom koje su donesena tri glavna politička dostignuća na svjetskom nivou koja podupiru njihov daljnji rast:

- Pariški sporazum iz 2015. godine koji je potpisalo 195 zemalja kako bi se borile protiv klimatskih promjena i započele akcije i investicije ka niskougljičnoj, otpornijoj i održivoj budućnosti,
- Agenda UN-a 2030 za održivi razvoj koju su svjetski lideri usvojili u septembru 2015. godine, a onda u januaru 2016. definisali Ciljeve održivog razvoja koji su mobilisali napore svih zemalja da okončaju sve oblike siromaštva, bore se protiv nejednakosti i rješavaju klimatske promjene,
- Ubrzane reforme Unije tržišta kapitala koje je objavila Evropska komisija u septembru 2016. godine navodeći da su reforme za održive finansije neophodne za izgradnju održivog finansijskog sistema i doprinos stvaranju niskougljične i klimatski otpornije ekonomije.

3) Treća faza od 2017. do danas koju karakteriše intenziviranje istraživanja u oblasti održivih finansija, što uključuje i objavljivanje najuticajnijih akademskih radova u ovom polju.

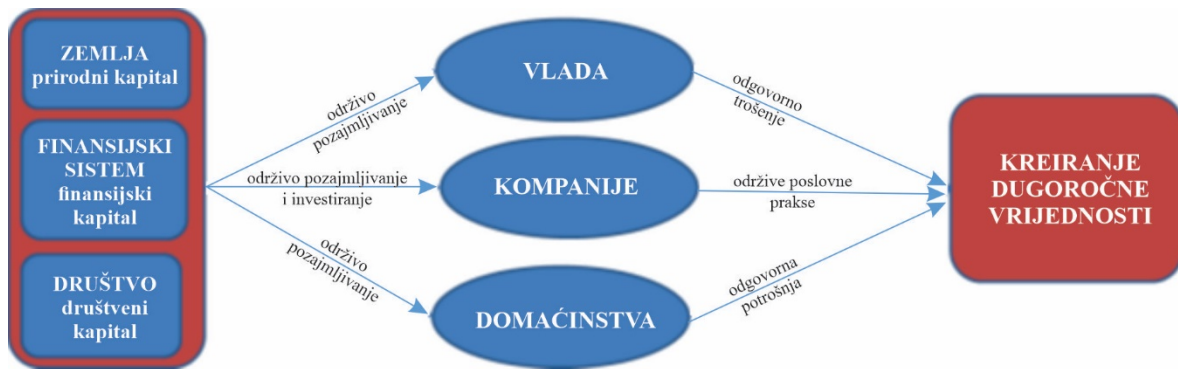
Na osnovu navedenog se može zaključiti da će održivi ekonomski razvoj, a samim time i održive finansije, biti jedan od najvećih izazova 21. stoljeća. Međutim, kao i u prethodnim strukturnim transformacijama, i kod održivog razvoja i održivih finansija treba iskoristiti puni potencijal finansijskog sistema kako bi on služio kao pokretačka snaga i katalizator u tranziciji globalne ekonomije ka održivom razvoju.

3. POJAM, ULOGA I ZNAČAJ ODRŽIVIH FINANSIJA

Ispunjavanje obaveza iz Pariškog sporazuma te postizanje SDG ciljeva u prisustvu klimatskih promjena, socijalne isključenosti, rastuće nejednakosti i neetičnog upravljanja kompanijama predstavljaju prioritete vlada zemalja širom svijeta. Međutim, za realizaciju navedenih aktivnosti neophodni su enormni finansijski resursi i investicije (Pizzi, Rosati i Venturelli, 2021). Primjena koncepta održivih finansija je jedan od preferiranih načina za postizanje ovih ciljeva (Streimikiene, Mikalauskiene i Burbaite, 2023). Kao što ne postoji jedinstvena definicija održivog razvoja, može se konstatovati da ne postoji ni jedinstvena definicija održivih finansija. U širem smislu, održivi finansijski sistem može se definisati kao sistem koji kreira, vrednuje i prenosi finansijsku imovinu na načine koji oblikuju realno bogatstvo kako bi služilo dugoročnim potrebama inkluzivne i održive ekonomije (UNEP Inquiry, 2015). U užem smislu, održive finansije je moguće definisati kao finansijske tokove (javne i/ili privatne) koji su alocirani na način koji istovremeno promovise održivi razvoj, uključujući njegove ekonomske, društvene i ekološke imperativne (Kharas i McArthur, 2016). Sa praktičnog aspekta, održive finansije se odnose na proces uzimanja u obzir ESG faktora prilikom donošenja poslovnih i/ili investicijskih odluka u finansijskom sektoru, što vodi ka dugoročnijim investicijama u održive ekonomske aktivnosti i projekte. Ovdje je važno naglasiti da u praksi održive finansije obuhvataju i transparentnost kada je riječ o rizicima povezanim s ESG faktorima koji mogu imati uticaj na finansijski sistem te ublažavanje tih rizika kroz odgovarajuće upravljanje finansijskim i korporativnim akterima. U kontekstu politike EU, održivo finansiranje se razumije kao finansiranje koje podržava ekonomski rast uz smanjenje pritiska na okoliš kako bi se postigli klimatski i okolišni ciljevi Evropskog zelenog dogovora, uzimajući u obzir socijalne i upravljačke aspekte.¹

Konceptualni okvir održivih finansija može se grafički prikazati na sljedeći način (Streimikiene, Mikalauskiene i Burbaite, 2023):

¹ Više vidjeti na: https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/overview-sustainable-finance_en, pristupljeno: 5. augusta 2024. godine



Grafik 1. Konceptualni okvir održivih finansija

Sa grafičkog prikaza može se zaključiti da je prilikom proizvodnje i potrošnje neophodno istovremeno uzeti u obzir i integrisati prirodni, društveni i finansijski kapital kako bi se kreirala dugoročna ili održiva vrijednost u finansijskom sistemu. Posmatrano iz perspektive finansija, glavni učesnici (vlade, kompanije i domaćinstva) dobijaju kapital kroz investicije i pozajmice koje zatim koriste na održiv i odgovoran način. Kao konačan rezultat ovog procesa stvara se dugoročna vrijednost koja odgovara implementaciji ciljeva održivog razvoja i predstavlja odgovarajuću perspektivu za sve učesnike u finansijskom sistemu. Isprekidana linija predstavlja povratnu spregu, jer je u ovom ciklusu stvaranje dugoročne vrijednosti pomoglo očuvanju prirodnog, društvenog i finansijskog kapitala (Schoenmaker & Schramade, 2019).

Tokom Samita Ujedinjenih naroda o održivom razvoju 2015. godine je dogovoreno da će se resursi javnog sektora zemalja, nacionalna i međunarodna poslovna ulaganja, resursi javnih i međunarodnih organizacija za saradnju, kao i pozajmljena sredstva koristiti za implementaciju ciljeva održivog razvoja (UN, 2015). Prema procjenama autora Kharas i McArthur (2016), bit će neophodno godišnje ulaganje od 5 do 7 triliona \$ u javnim i privatnim investicijama kako bi se ispunili Ciljevi održivog razvoja UN-a i Pariški sporazum o klimatskim promjenama. Također, prema očekivanjima Evropske komisije (2022), bit će potrebna dodatna godišnja ulaganja od 520 milijardi eura u desetljeću (2021-2030) u usporedbi s prethodnim da bi se ostvarili ciljevi Evropskog zelenog dogovora.² Stoga prikupljanje novih sredstava i usmjeravanje dostupnih sredstava ka održivim investicijama i projektima predstavlja ključnu ulogu svih učesnika u finansijskom sistemu, ali istovremeno i veliki izazov u cijelom svijetu (Cunha, Meira i Orsato, 2021). Međutim, ovdje je važno istaknuti da, čak i prije pandemije COVID-19, globalna ulaganja u obnovljive izvore energije i energetska efikasnost nisu bila dovoljna za postizanje ciljeva održivog razvoja (Sachs et al., 2019).

Prema Evropskoj komisiji³, održive finansije nose ključnu ulogu u ostvarivanju ciljeva politike u okviru Evropskog zelenog dogovora, kao i međunarodnih obaveza EU-a u pogledu klimatskih i ciljeva održivog razvoja. Generalni princip je da zemlje evolucijom svog finansijskog sistema privatne investicije preusmjeravaju u tranziciju na klimatski neutralnu, klimatski otpornu, resursno efikasnu i pravednu ekonomiju kao dopunu javnim sredstvima. Održive finansije trebaju pomoći da se osigura da investicije podržavaju otpornu ekonomiju i održivi oporavak i od uticaja pandemije COVID-19.

² Više vidjeti na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022DC0083>, pristupljeno: 15. augusta 2024. godine

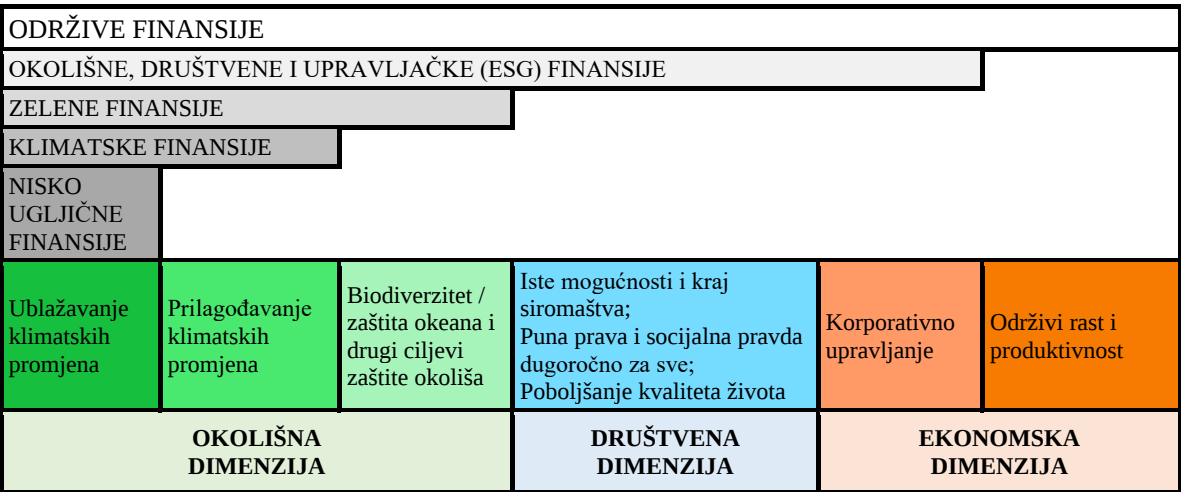
³ Više vidjeti na: https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/overview-sustainable-finance_en, pristupljeno: 5. augusta 2024. godine

3. TEMELJI ODRŽIVOG RAZVOJA I VRSTE ODRŽIVIH FINANSIJA

Od momenta nastanka, koncept održivih finansija se bazirao na tri ključne dimenzije održivog razvoja koje omogućavaju integraciju održivosti u finansijske aktivnosti svih učesnika finansijskog sistema (Rizzello, 2022):

1. *okolišna dimenzija* - fokusira se na ulaganja koja podržavaju zaštitu okoliša, smanjenje emisija ugljendioksida, očuvanje biodiverziteta i efikasno korištenje prirodnih resursa. Ova dimenzija podržava projekte i kompanije koje imaju pozitivan uticaj na okoliš i doprinose borbi protiv klimatskih promjena,
2. *društvena dimenzija* - odnosi se na ulaganja koja promovišu društvenu pravdu, ljudska prava, uključivost i dobrobit zajednice. Ova dimenzija obuhvata pitanja kao što su ravnopravnost, radnička prava, zdravlje i sigurnost, te pristup osnovnim uslugama kao što su obrazovanje i zdravstvena zaštita,
3. *ekonomska dimenzija* - fokusira se prvenstveno na etičko upravljanje kompanijama i organizacijama, transparentnost, odgovornost i poštivanje pravnih i regulatornih standarda. Ova dimenzija uključuje aspekte kao što su korporativno upravljanje, borba protiv korupcije, zaštita prava dioničara i odgovorno vođenje poslovanja.

To se može grafički prikazati na sljedeći način (Rizzello, 2022):



Grafik 2. Dimenzije i vrste održivih finansija

Navedene tri dimenzije ekonomskog razvoja ključne su za razvoj održivih finansijskih modela i sistema koji balansiraju ekonomske interese s potrebama društva i životne sredine te osiguravaju dugoročnu održivost finansijskih investicija. Sa grafičkog prikaza jasno se može izvršiti i segmentacija održivih finansija s obzirom na dimenzije ekonomskog razvoja koje pokrivaju: *niskougljične finansije* (finansiranje projekata koji smanjuju emisije ugljendioksida), *klimatske finansije* (finansiranje aktivnosti koje su povezane s ublažavanjem klimatskih promjena i adaptacijom na njih), *zelene finansije* (finansiranje projekata koji doprinose zaštiti okoliša) i *okolišno-društveno-upravljačke finansije* (projekti i investicije koji uzimaju u obzir ESG faktore). Dodatno, na osnovu grafičkog prikaza može se zaključiti da različiti oblici finansiranja doprinose održivom razvoju kroz povezivanje sa specifičnim dimenzijama održivosti.

4. ODRŽIVE FINANSIJE I FINANSIJSKI SISTEM

4.1. Pokretači promjena finansijskog sistema i održivih finansija

Uloga, pozicija i značaj tradicionalnog finansijskog sistema značajno su se promijenili nakon raspada Sporazuma iz Bretton-Woods sporazuma 1971. godine i serije naftnih kriza 1980-tih godina koji su povećali volatilnost tržišnih faktora rizika i u prvi plan doveli upravljanje finansijskim rizicima finansijskih institucija. Shodno tome, finansijske i tehnološke inovacije u finansijskom sistemu/sektoru bile su podstaknute pojavom novih poslovnih modela, strategija, procesa, proizvoda i aplikacija. Istovremeno, novi učesnici na finansijskim tržištima kao i pružanje finansijskih usluga promijenili su dominantne poslovne modele i konkurentsku dinamiku kako na robnim tako i na finansijskim tržištima (Abdić, Rovčanin i Abdić, 2020).

Prema Izvještaju Svjetske banke (WBG, 2017), tranzicija ka održivom finansijskom sistemu odvija se kroz interakciju:

1. *tržišno zasnovanih inicijativa* putem kojih privatne i javne finansijske institucije rade na integraciji ekoloških i društvenih rizika i prilika u svoje poslovne linije i pristupe.⁴ Na ovaj način učesnici na tržištu nadograđuju okvire koji su prvobitno razvijeni za određene vrste institucionalnih investicija i upravljanja rizicima te poboljšavaju svoje sposobnosti procjene ekoloških rizika, alociraju sredstva za specifične zelene kredite i klase imovine i obavezuju se na dekarbonizaciju svojih portfolia,
2. *nacionalnih inicijativa* putem kojih donosioci nacionalnih politika i regulatori, u koordinaciji sa privatnim sektorom, povećavaju svoju podršku i promovišu napore u održivom finansiranju, pri čemu mnogi uvode mjere za promovisanje realokacije kapitala, poboljšanje upravljanja rizicima i unapređenje izvještavanja. Nacionalne inicijative većinom proizilaze iz nacionalnih planova za provođenje politika u vezi sa klimatskim promjenama ili iz drugih dugoročnih strateških razvojnih inicijativa,
3. *međunarodnih inicijativa* putem kojih supranacionalna tijela i/ili organizacije kao što su G20, G7, UN i Odbor za finansijsku stabilnost (FSB) provode kooperativne napore kako bi se bavile različitim aspektima održivog finansiranja i investiranja, dok istovremeno sve više uključuju privatni sektor. Međunarodne inicijative se često nadopunjuju radom multilateralnih razvojnih banaka (MDBs) i drugih međunarodnih finansijskih institucija (IFIs).

Na rast i razvoj održivih finansija simultano utiče više eksternih i internih faktora. U ključne pokretače koji oblikuju poslovanje održivih finansija mogu se ubrojati:

1. *ESG rizici*: Savremeni svijet se suočava s klimatskim rizikom bez presedana. Dok s jedne strane emisije CO₂ i globalne temperature kontinuirano rastu, s druge se strane čovječanstvo suočava s ekstremnim vremenskim prilikama, nestašicom vode, podizanjem nivoa mora, topljenjem santi leda i poremećajima u poljoprivredi. Stoga se može konstatovati da će ovo biti jedan od najvećih rizika s kojima se današnji svijet suočava u 21. vijeku pa predstavlja jedan od ključnih pokretača održivih finansija,
2. *ESG prilike*: Iako su ESG rizici postali inherentni poslovanju svih učesnika u finansijskom sistemu tranzicije ekonomija prema niskougljičnim, resursno efikasnijim i cirkularnim ekonomijama nude prilike za stvaranje profita. Naime, dosadašnji kapitalno intenzivni OpEx sistemi⁵ mijenjaju se u CapEx sisteme⁶,

⁴ Primjeri ovih inicijativa su Mreža održivog bankarstva (engl. *Sustainable Banking Network* - SBN) i Program Ujedinjenih naroda za životnu sredinu - Finansijska inicijativa (UNEP FI).

⁵ Kapitalni izdaci (engl. *Capital Expenditure* - CapEx)

⁶ Operativni troškovi (engl. *Operating Expense* - OpEx)

3. *stav interesnih grupa (klijenata, investitora, zaposlenika i dr.):* Uticaj održivih finansija značajan je za cjelokupnu industriju finansijskih usluga, posebno u načinu na koji će klijenti, investitori i zaposlenici vidjeti svoju banku ili drugu finansijsku instituciju te kako one upravljaju ESG izazovima. Vrijedi i obrnuto,
4. *nadzor i regulacija:* Kako ESG rizici evoluiraju, tako se razvijaju i regulatorni i nadzorni okviri. Centralne banke ili druga regulatorna tijela u zemljama širom svijeta zahtijevaju od organizacija da imaju uspostavljene sisteme za upravljanje rizicima koji u potpunosti integrišu ESG rizike,
5. *ciljevi politike nevladinog sektora i interesi finansijskih centara moći:* Nevladine organizacije često zagovaraju politike koje podržavaju ESG principe u poslovanju, dok finansijski centri moći, kao što su međunarodne supranacionalne finansijske institucije, sve više prepoznaju dugoročne koristi ulaganja u projekte koji podstiču ESG vrijednosti.

4.2. Ključni principi održivih finansija u finansijskom sistemu

Koncept održivih finansija zasniva se na nekoliko baznih principa koji igraju ključnu ulogu u usmjeravanju finansijskih resursa i investicija prema održivom ekonomskom razvoju. Uzimajući u obzir dimenzije i vrste održivih finansija, mogu se izdvojiti sljedeći principi održivih finansija (KPMG, 2024):

1. *integracija ESG-a* predstavlja princip koji, pored tradicionalne finansijske analize, uključuje okolišne, društvene i upravljačke (nefinansijske) faktore kod ocjene finansijskih performansi poslovanja. Ovaj koncept implicira da integracija ESG faktora može značajno uticati na finansijske performanse i riziko profil kompanije,
2. *ulaganje s društvenim uticajem* (engl. *Impact investing*) predstavlja princip koji podrazumijeva da poslovne i investicione aktivnosti ne samo da donose finansijske prinose već i stvaraju mjerljive pozitivne društvene ili ekološke efekte. Stoga je pri ocjeni finansijske isplativosti ulaganja neophodno vrednovati i njihov potencijal da proizvedu pozitivne promjene u društvu ili okruženju. U ovu grupu ulaganja ubrajaju se investicije u obnovljive izvore energije, održivu poljoprivredu, zdravstvo i obrazovanje,
3. *zeleno finansiranje* predstavlja princip kojim se preferiraju i stimulišu proizvodi i finansijske usluge koje podržavaju poslovne aktivnosti koje imaju pozitivne efekte na životnu sredinu kao što su inicijative za obnovljive izvore energije, unapređenje energetske efikasnosti i prevencija zagađenja okoliša,
4. *socijalna odgovornost u finansijama* predstavlja princip prema kojem treba uzeti u obzir društvene posljedice investicionih i finansijskih odluka svih učesnika na finansijskim tržištima. U ovu grupu ulaganja ubrajaju se investicije u industrije odnosno poslove koji promovišu fer radne prakse, podržavaju razvoj društvene zajednice i/ili pružaju osnovne usluge zdravstvene zaštite i obrazovanja.

4.3. Učesnici održivih finansija u finansijskom sistemu

Koncept razvoja održivih finansija i investicija podržavaju različite interesne grupe i učesnici u finansijskim sistemima zemalja širom svijeta. S obzirom na ulogu i značaj u postizanju održivih ciljeva, moguće je identifikovati sljedeće grupe učesnika (Cunha, Meira i Orsato, 2021):

1. *pružaoци usluga* predstavljaju učesnike u finansijskom sistemu koji kreiraju ponudu u okviru održivih finansija i investicija, uključujući one koji preusmjeravaju, transferišu i posreduju finansijske resurse i investicije kako bi omogućili realizaciju održivih projekata, rješenja i inovacija. U ovu grupu spadaju individualni investitori, institucionalni investitori, finansijske institucije i neke neprofitne organizacije. Ipak, s obzirom na bankocentričnost većine finansijskih sistema zemalja širom svijeta, može se konstatovati da su ključni pružaoци usluga banke kao intermedijeri na finansijskim tržištima,

2. *primaoci usluga* predstavljaju učesnike u finansijskom sistemu koji kreiraju tražnju u okviru održivih finansija i investicija, uključujući one koji aktivno provode održive prakse kod upravljanja finansijama i investicijama. U ovu grupu dominantno spadaju kompanije, dok su zadruge, udruženja i ostali primaoci usluga često zanemareni u istraživanjima, iako igraju važnu ulogu u održivim finansijama. Primaoci usluga kroz svoje održive poslovne modele aktivno promovišu proizvode i usluge koje stvaraju pozitivne društvene i ekološke koristi,
3. *podržavaoci usluga* predstavljaju učesnike u finansijskom sistemu koji su odgovorni za stvaranje i razvoj institucionalnog okvira koji omogućava razvoj i implementaciju održivih finansija i investicija. U ovu grupu spadaju vlade kao regulatori i supervizori finansijskog sektora, nevladine organizacije, berze i berzanski posrednici, rejting agencije, internet i druge digitalne mreže, akademska zajednica te mediji,
4. *korisnici usluga* predstavljaju učesnike u finansijskom sistemu čije je društveno angažovanje ključno za validaciju napora i rezultata održivih finansija i investicija. U ovu grupu spadaju društvo i životna sredina koji su često zanemareni u istraživanjima, jer tradicionalni učesnici u finansijskom sistemu često posmatraju životnu sredinu kao neiscrpan izvor resursa.

4.4. Finansijski instrumenti održivih finansija u finansijskom sistemu

Tokom posljednje dekade proizvodi održivih finansija postaju sve važniji u savremenom finansijskom sistemu s obzirom na to da podržavaju i omogućavaju finansijske i investicione transakcije koja uzimaju u obzir ESG faktore. Sa aspekta učesnika u finansijskom sistemu, uvođenje ovih instrumenata doprinosi razvoju finansijskih tržišta, pruža prilike za redukciju rizika kroz diversifikaciju portfolija te efikasnije upravljanje poslovnim i finansijskim rizicima. Uzimajući u obzir dimenzije i različite vrste održivih finansija, mogu se izdvojiti sljedeći finansijski instrumenti u obliku duga i vlasničkog kapitala (KPMG, 2024):

1. *zeleni kapital* (engl. *Equity*): dionice kompanija i/ili fondova koji promovišu održiva ekološka rješenja,
 - a) *zelene kompanije*: investicije u dionice kompanija koje unapređuju pozitivne ekološke ciljeve kao što su poslovi iz oblasti obnovljivih izvora energije i/ili proizvodnje električnih vozila,
 - b) *zeleni fondovi (uzajamni i/ili berzanski fondovi)*: investicije u fondove indeksirane ili odabrane za kompanije s pozitivnim uticajem na životnu sredinu,
2. *zeleni dug*: instrumenti duga usmjereni na projekte i/ili kompanije koje se bore protiv klimatskih promjena i degradacije okoliša,
 - a) *obveznice*: instrumenti duga izdati na javnim tržištima za finansiranje projekata usmjerenih na pozitivne klimatske /ili ekološke promjene,
 - b) *zelene i održive obveznice*: obveznice uložene u projekte s namjeravanim ekološkim ciljevima, kao što su obveznice usmjerene na energetske obnove zgrada,
 - c) *obveznice vezane za održivost*: obveznice uložene u projekte gdje je finansiranje zasnovano na postizanju određenih ciljeva povezanih s održivošću do određenog roka kao što su obveznice usmjerene na infrastrukturu obnovljive energije za ispunjavanje ciljeva smanjenja potrošnje energije,
3. *kredit*: krediti izdati na privatnim tržištima usmjereni na pozitivne ekološke promjene kao što su borba protiv klimatskih promjena, iscrpljivanje prirodnih resursa, gubitak biodiverziteta te zagađenje zraka, vode i tla. Zeleni krediti su najrašireniji instrumenti održivog finansiranja,
 - a) *zeleni kredit*: krediti uloženi za stimulisanje razvoja ekološki prihvatljivih usluga i proizvoda kao što su krediti za energetska domaćinstva,
 - b) *kredit vezan za održivost*: krediti uloženi u projekte gdje je finansiranje zasnovano na postizanju određenih ciljeva povezanih s održivošću do određenog roka, poput kredita za energetska domaćinstva s klauzulama o ispunjavanju ciljeva smanjenja potrošnje energije.

4.5. Rizici održivih finansija u finansijskom sistemu

Evidentno je da održive finansije postaju sve važniji segment globalnog finansijskog sistema, s naglaskom na upravljanje faktorima iz oblasti životne sredine, društva i upravljanja (ESG). ESG faktori igraju ključnu ulogu u određivanju stabilnosti i performansi kompanija, dok njihov uticaj na finansijski sistem postaje sve značajniji. Razumjevanje ključnih ESG rizika povezanih sa održivim finansijama je od suštinskog značaja za investitore, preduzeća i regulatore kako bi se osigurala stabilnost i održivost tržišta. Rizike održivih finansija moguće je podijeliti na:

1. *ekološke* - odnose se na uticaj koji aktivnosti kompanija imaju na životnu sredinu. Ovo uključuje zagađenje, proizvodnju otpada, iscrpljivanje resursa i klimatske promjene. Kompanije koje ne uspijevaju da upravljaju ovim rizicima mogu se suočiti s ozbiljnim posljedicama, kao što su novčane kazne, regulatorne sankcije i gubitak reputacije. S druge strane, proaktivno upravljanje ekološkim rizicima može smanjiti operativne troškove i poboljšati dugoročnu održivost.
2. *društvene* - odnose se na način na koji kompanije upravljaju svojim odnosima sa zaposlenima, kupcima, dobavljačima i lokalnim zajednicama. Ovi rizici obuhvataju pitanja kao što su fer plate i naknade, bezbjedni radni uslovi, angažman dobavljača, zaštita podataka, raznolikost, jednakost i inkluzija. Loše upravljanje društvenim rizicima može dovesti do visoke fluktuacije zaposlenih, nezadovoljstva kupaca i negativnog publiciteta, što može štetiti dugoročnim performansama kompanije.
3. *rizike upravljanja* - odnose se na kvalitet upravljanja unutar kompanije, uključujući strukturu upravnog/nadzornog odbora, kompenzacije višeg menadžmenta, prava dioničara i etičke standarde. Snažne prakse upravljanja mogu doprinijeti boljem donošenju odluka, upravljanju rizicima i dugoročnoj stabilnosti. Nasuprot tome, slabosti u upravljanju mogu dovesti do prevara, lošeg upravljanja i nedostatka transparentnosti, što može negativno uticati na finansijsku stabilnost i reputaciju kompanije.

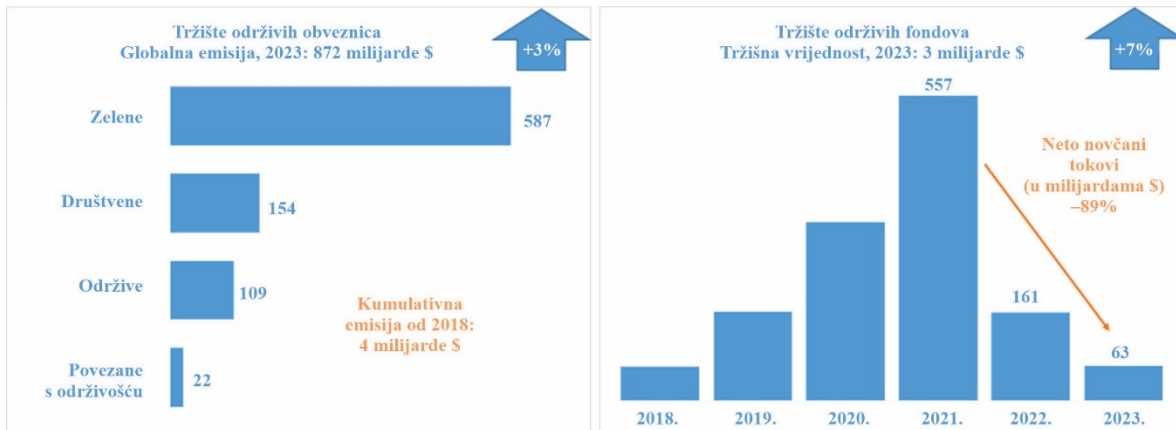
Ulaganje u održive finansije nije samo pitanje usklađivanja sa regulativama već i prilika za poboljšanje performansi i jačanje tržišne pozicije. Efikasno upravljanje ESG rizicima može doprinijeti dugoročnoj stabilnosti i uspjehu kompanija, kao i očuvanju integriteta finansijskog sistema u cjelini.

4.6. Tržište održivih finansija u svijetu

Globalno tržište održivih finansija iznosilo je 5,49 triliona \$ u 2023. godini te se procjenjuje da će dostići 6,61 trilion \$ u 2024. godini. Pretpostavka je da će vrijednost globalnog tržišta održivih finansija do 2034. godine, uz nastavak rasta po prosječnoj godišnjoj stopi od 19,2%, porasti na oko 38,19 triliona \$.⁷ Prema UN-ovom Izvještaju o ulaganjima u svijetu za 2024. godinu (UNCTAD, 2024), tržište održivih finansija nastavlja rasti. U 2023. godini je vrijednost proizvoda održivih finansija, uključujući obveznice i fondove, dostigla više od 7 triliona \$, što predstavlja povećanje od 20% u odnosu na 2022. godinu. Održive obveznice bile su glavni pokretač rasta proizvoda održivog tržišta kapitala. Vrijednost emisija održivih finansijskih instrumenta je porasla na 872 milijarde \$, čime je kumulativna vrijednost tržišta od 2018. godine dostigla više od 4 triliona \$. Iako su broj i vrijednost imovine nastavili rasti, održivi fondovi su se suočili s velikim izazovima u 2023. godini. Neto prilivi su pali sa 161 milijarde \$ u 2022. na 63 milijarde \$ u 2023. godini. Greenwashing⁸ ostaje najznačajniji izazov za tržište održivih fondova. Struktura i vrijednost finansijskih instrumenata održivih finansija u svijetu je data na sljedećem grafiku (UNCTAD/WIR, 2024):

⁷ Više vidjeti na: <https://www.precedenceresearch.com/sustainable-finance-market>, pristupljeno: 8. augusta 2024. godine

⁸ Manipulativni zeleni marketing (engl. *Greenwashing*)



Grafik 3. Tržište održivih finansija

Prema istraživanju renomirane revizorske kuće KPMG (KPMG, 2024), globalno zaduživanje putem izdavanja zelenih obveznica i kredita, te prikupljanje kapitala putem inicijalnih javnih ponuda usmjerenih na zelene projekte, poraslo je na 540,6 milijardi \$ u 2021. godini, što je 100 puta više nego 2012. godine. Ukupna vrijednost održive imovine pod upravljanjem porasla je sa 30,7 triliona \$ u 2018. godini na 35,3 triliona \$ u 2020. godini.⁹

4.7. Koristi i izazovi održivih finansija na finansijskom sistemu

Proces tranzicije prema održivim finansijama pruža značajne koristi svim učesnicima u finansijskom sistemu, uključujući investitore, kompanije, finansijske institucije i društvo u cjelini:

1. iz perspektive *investitora*, ulaganje u održive finansijske instrumente smanjuje rizike povezane sa ESG izazovima, otvara nove tržišne prilike u brzorastućim zelenim industrijama te stvara mogućnost optimizacije rizika i prinosa,
2. iz perspektive *kompanije*, održive finansije olakšavaju pristup kapitalu emisijom zelenog kapitala i/ili zelenog duga, jačaju reputaciju kompanije među potrošačima i investitorima i dovode do efikasnijeg korištenja resursa, smanjenja operativnih troškova i dugoročnih ušteda, kao i do inovacija u proizvodima i uslugama,
3. iz perspektive *finansijske institucije*, održive finansije omogućavaju bankama i drugim finansijskim institucijama diversifikaciju portfolia, smanjenje rizika i povećanje otpornosti na tržišne promjene. Dodatno, održive finansije potiču razvoj novih finansijskih proizvoda i usluga omogućavajući finansijskim institucijama da se diferenciraju, smanje rizik poslovanja i povećaju svoju konkurentnost na tržištu,
4. iz perspektive *društva kao cjeline*, održive finansije doprinose smanjenju socijalnih nejednakosti, ublažavaju negativne uticaje na životnu sredinu i potiču rast u novim industrijama, stvarajući nova radna mjesta i doprinoseći ukupnom ekonomskom razvoju.

Međutim, pored navedenih koristi, neophodno je istaknuti i nekoliko značajnih izazova koje nose održive finansije (Martindale i Slebos, 2017):

1. *struktura tržišta* - fragmentirana tržišta na strani tražnje s relativno niskom snagom kupaca i koncentrisana strana ponude s relativno niskim podsticajem za inovacije u proizvodima i uslugama doprinose slabom prihvatanju koncepta ESG riziko faktora,

⁹ Više vidjeti na: <https://kpmg.com/us/en/articles/2023/defining-sustainable-finance.html>, pristupljeno: 4. augusta 2024. godine

2. *praksa u industriji* - tradicionalni pristupi investiranju uglavnom ne uzimaju u obzir ESG faktore, što dovodi do otpora prema promjenama i inovacijama u ovoj oblasti. Osim toga, nedostatak standardizovanih postupaka i metodologija za procjenu ESG rizika dovodi do nepovjerenja i izbjegavanja usvajanja nove prakse u industriji,
3. *politike i regulacija* - postojeće regulative su heterogene i nisu uvijek usklađene s ciljevima održivosti, što dovodi do nesigurnosti i neujednačenih standarda u industriji. Stoga nedostatak jasnih i obavezujućih regulatornih okvira za ESG faktore dodatno otežava usvajanje praksi održivog razvoja za sve učesnike u finansijskom sistemu.

Perspektive održivih finansija u BiH, kao i globalno, ukazuju na neizbježan rast i razvoj ovog segmenta finansijskog sistema. S obzirom na obaveze preuzete usvajanjem Pariškog sporazuma i Agende UN-a 2030, kao i integraciju Evropskog zelenog dogovora, očekuje se da će održive finansije igrati ključnu ulogu u preusmjeravanju investicija prema niskougljičnim i resursno efikasnim projektima. Razvoj inovativnih finansijskih instrumenata, poput zelenih obveznica i kredita, omogućit će ne samo postizanje ciljeva održivosti već i dugoročne ekonomske koristi kako za investitore tako i društvo u cjelini. Istovremeno, izazovi poput fragmentiranih tržišta i nedostatka usklađenih regulatornih okvira ukazuju na potrebu za daljnjom koordinacijom i jačanjem podrške kako bi održive finansije postale standard u finansijskim aktivnostima.

5. ZAKLJUČAK

Historijski gledano, nakon potpisanog Protokola iz Kyota 1997. godine, održivi ekonomski razvoj i održive finansije su se razvijali kao odgovor na negativne eksterne efekte industrijalizacije i globalnog ekonomskog rasta, uključujući zagađenje okoliša, socijalne nejednakosti i druge probleme u socijalno-ekološkom sistemu. Od kraja 20. stoljeća, koncept održivog razvoja postao je ključan dio strateških politika vlada i poslovnih subjekata širom svijeta, s ciljem osiguravanja dugoročnog blagostanja sadašnjih i budućih generacija.

Razvoj održivih finansija može se podijeliti u tri glavne faze: počevši od 1992. godine s UNEP FI inicijativom, preko stabilnog rasta tokom 2010-ih godina, pa sve do intenzivnog istraživanja i razvoja u posljednjim godinama. Održive finansije imaju ključnu ulogu u mobilizaciji kapitala za podršku održivim ekonomskim aktivnostima i projektima, integrirajući okolišne, socijalne i upravljačke (ESG) faktore u poslovne odluke.

Globalno tržište održivih finansija je dostiglo vrijednost od 5,49 triliona \$ u 2023. godini i procjenjuje se da će se povećati na 6,61 trilion \$ u 2024. godini. Ako se održi prosječna godišnja stopa rasta od 19,2% u periodu od 2024. do 2034. godine, vrijednost tržišta održivih finansija mogla bi dostignuti oko 38,19 triliona \$ do 2034. godine. Prema najnovijim izvještajima, tržište održivih finansija nastavlja rasti, s održivim obveznicama kao glavnim pokretačem rasta. Iako su održivi fondovi doživjeli pad neto priliva u 2023. godini, ukupna vrijednost i broj emisija održivih finansijskih instrumenata su se povećali, što ukazuje na stalnu potražnju za ovom vrstom ulaganja. Unatoč ovim pozitivnim trendovima, tržište se suočava s izazovima poput fragmentiranih tržišta, tradicionalnih pristupa investiranju koji ne uključuju ESG faktore i heterogenih regulativa koje usporavaju rast i prihvatanje održivih finansija.

Na kraju, može se konstatovati da održivi ekonomski razvoj i održive finansije predstavljaju jedan od najvećih izazova i prilika 21. stoljeća. Da bi se ostvarili ciljevi održivog razvoja, neophodno je potpuno iskoristiti potencijal finansijskog sistema kao pokretačke snage i katalizatora u tranziciji globalne ekonomije ka održivom razvoju. Održive finansije će sigurno i u budućnosti igrati ključnu ulogu u osiguravanju da investicije podržavaju otpornu i održivu ekonomiju, posebno u kontekstu izazova poput klimatskih promjena i pandemije COVID-19.

Reference

- Abdić, A., Rovčanin, A., Abdić, A. (2020). New technologies in the financial industry. In: Karabegović, I. (ed.) *New Technologies, Development and Application III*. NT 2020. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 128. Cham: Springer
- Cunha, F. A. F. d. S., Meira, E. i Orsato, R. J. (2021). Sustainable finance and investment: Review and research agenda. *Business Strategy and the Environment*, str. 1-18. <https://doi.org/10.1002/bse.2842>
- EC. (1997). *The role of financial institutions in achieving sustainable development*. Delphi International Ltd in association with Ecologic GmbH. <https://aei.pitt.edu/38663/1/A3498.pdf>
- Kalfaoglou, F. (2021). ESG Risks: A New Source of Risks for the Banking Sector. *Bank of Greece Economic Bulletin*, 53(5), str. 83-112.
- Kharas, H. i McArthur, J. (2016). Links in the chain of sustainable finance: Accelerating private investments for the SDGs, including climate action. *Global Views*, 5.
- KPMG. (2024). Defining sustainable finance, KPMG International Ltd. <https://kpmg.com/us/en/articles/2023/defining-sustainable-finance.html>
- Martindale, W. i Slebos, M. (2017). Working towards a sustainable financial system: Investment consultant services review. *The IC Research Institute i The Principles for Responsible Investment (PRI)*. <https://www.unpri.org/download?ac=5167>
- Pizzi, S., Rosati, F. i Venturelli, A. (2021). The determinants of business contribution to the 2030 agenda: Introducing the SDG reporting score. *Business Strategy and the Environment*, 30(1), str. 404-421.
- Rizzello, A. (2022). *Green Investing - Changing Paradigms and Future Directions*, Cham: Palgrave Macmillan.
- Sachs, J. D., Schmidt-Traub, G., Mazzucato, M., Messner, D., Schoenmaker, D. i Schramade, W. (2019). Principles of sustainable finance. *Oxford University Press*. <https://ssrn.com/abstract=3282699>
- Streimikiene, D., Mikalauskiene, A. i Burbaitė, G. (2023). The role of sustainable finance in achieving sustainable development goals. *Economics and Sociology*, 16(1), str. 271-298.
- WBG. (2017). Roadmap for a Sustainable Financial System, A UN Environment – World Bank Group Initiative, <https://documents1.worldbank.org/curated/en/903601510548466486/pdf>
- UNCTAD/WIR. (2024). World investment report 2024 - Investment facilitation and digital government. Geneva: United Nations.
- UNEP Inquiry. (2015). The Financial System We Need: Aligning the Financial System with Sustainable Development. UNEP Inquiry. https://unepinquiry.org/wp-content/uploads/2015/11/The_Financial_System_We_Need_EN.pdf
- UN. (2015). Addis Ababa Action Agenda of the Third International Conference on Financing for Development. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2051AAAA_Outcome.pdf

SUSTAINABLE FINANCE – CURRENT STATE AND PERSPECTIVES

Review article

Adem Abdić¹, Adnan Rovčanin¹, Ademir Abdić¹, Fahir Kanlić²

¹ University of Sarajevo, School of Economics and Business
Trg oslobođenja – Alija Izetbegović 1, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina
e-mail: adem.abdic@efsa.unsa.ba

² Agency for Statistics of Bosnia and Herzegovina, Zelenih beretki 26, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

ABSTRACT

Over the last decade, sustainable finance and investing have become key aspects of the financial sector, focusing on integrating environmental, social, and governance (ESG) factors into financing and investment decision-making processes. The adoption of the Paris Agreement on climate change and the UN's 2030 Agenda for Sustainable Development in 2015, as well as the European Green Deal in 2019, has dramatically changed the management of assets and liabilities for both financial institutions and companies in the real sector of the economy. At the same time, governments around the world are striving to fulfill their commitments to transitioning their economies toward low-carbon, resource-efficient, and circular economies as a result of these agreements. The aim of this paper is to explore and analyze the evolution of sustainable finance, with a particular focus on the key drivers of this transformation, including environmental, social, and governance aspects, as well as regulatory initiatives and changes in the behavior of financiers and investors. The main data source is secondary data, and the paper applies a desk research method. The scientific contribution of this paper lies in the fact that it will contribute to discussions on sustainable finance within the context of the sustainable economy as a whole.

Keywords: Financial innovations, Technological changes, Sustainable finance, ESG factors

JEL classification: G30, Q56, K32

SAVREMENI NAČINI TRANSFORMACIJE HEMIJSKIH PROCESA ZA ODRŽIVU PROIZVODNJU

Pregledni rad

Amra Bratovčić

Tehnološki fakultet Univerziteta u Tuzli, Katedra za Fizikalnu hemiju i elektrohemiju
Urfeta Vejzagića 8, 75000 Tuzla, Bosna i Hercegovina
e-mail: amra.bratovcic@untz.ba

SAŽETAK

Porast industrijske proizvodnje podrazumijeva i porast upotrebe katalizatora, ali i hitne potrebe za prijelazom na održivije metode proizvodnje. Hemijska industrija, kao jedna od najvećih svjetskih industrija, troši više od 10% fosilnih goriva proizvedenih u svijetu i emitira oko 3,3 gigatona stakleničkih plinova godišnje. Hemijska proizvodnja mora se radikalno transformirati prema održivoj hemijskoj proizvodnji, a to znači defosilizaciju hemijske proizvodnje kroz elektrifikaciju hemijskih procesa, odnosno hemijskih reaktora i direktne upotrebe obnovljive energije za pokretanje hemijske reakcije. Naime, u ovom radu dat je pregled upotrebe otpada bogatog metalima, s jedne strane, kao što su elektronski otpad, otpadne vode iz industrije, istrošene litij-ionske baterije, ali i upotrebe poljoprivrednih ostataka biomase te njihove ponovne upotrebe u hemijskoj i energetske industriji, s druge strane, uz strategiju koja prati načela zelene hemije i cirkularne ekonomije. Ovako dobiveni reciklirani katalitički materijali se koriste za razne organske sintetske reakcije, proizvodnju vodika, proizvodnju biogoriva, dekontaminaciju onečišćujućih tvari, proizvodnju nanočestica i sl. Osim toga, govorit će se o proizvodnji hemikalija i polimera na biološkoj osnovi iz šećera koji se mogu fermentirati. Spoj tehnološkog napretka i odgovornosti prema okolišu naglašava hitnu potrebu za preispitivanjem konvencionalnih energetski intenzivnih katalitičkih metoda koje se koriste u hemijskoj industriji.

Ključne riječi: održiva hemijska proizvodnja, recikliranje katalizatora, biomasa, biogoriva

JEL klasifikacija: L65; Q16; Q53

1. UVOD

Hemijska proizvodnja mora se radikalno transformirati prema održivoj hemijskoj proizvodnji bez fosilnih goriva i ispuniti ciljeve za neto nulte emisije do 2050. godine. Realizacija defosilizacije hemijske proizvodnje uključuje elektrifikaciju hemijskih procesa, posebno ključnih elemenata kao što su hemijski reaktori i direktna upotreba obnovljive energije za pokretanje hemijske reakcije. S fokusom na elektrokatalizu, najrelevantniji slučajevi su: (i) proizvodnja lakih olefina, (ii) direktna sinteza glavnih intermedijera kao što su formaldehid i octena kiselina i (iii) proizvodnja aromatskih spojeva. Na globalnom nivou, defosilizacija hemijske proizvodnje je izvediva srednjoročno - dugoročno sa smanjenjem od preko 800 Mt godišnje CO₂-eq emisije u skladu s očekivanim postizanjem cilja neto nulte emisije (Centi i Perathoner, 2022).

Hemijska proizvodnja će se suočiti s velikim izazovom u sljedećem desetljeću zbog sljedećih faktora:

- pritiska da se postepeno ukine ovisnost o fosilnim gorivima (engl. *fossil fuel* - FF) za smanjenje emisija stakleničkih plinova (engl. *greenhouse gas* - GHG) i ispune društveno-politički ciljevi kao što je postizanje neto nulte emisije do 2050. godine,
- promjena u vezi između energije i hemije, što je uveliko povezano s trenutnom energetsom tranzicijom i njen utjecaj na dostupnost i troškove sirovina za hemijsku proizvodnju,
- promjena u ekonomiji ukupne vrijednosti lanca zbog povećane konkurentnosti obnovljivih izvora energije te gubitka profitabilnosti u nekoliko elemenata petrohemijske proizvodnje,
- geopolitičkog pritiska da se prevladaju ograničenja u vezi sa monopolom proizvodnje i distribucije fosilnih goriva.

Cetinkaya i saradnici (2018) iz velike savjetodavne kompanije McKinsey & Company su prije nekoliko godina upozorili petrohemiju da „stari modeli za stvaranje vrijednosti gube na snazi i da se prozor mogućnosti povoljne sirovine zatvara”, što ukazuje na potrebu za promjenom modela razvoja.

Hemikalije se mogu podijeliti na organske i anorganske tvari. Hemijska industrija igra ključnu ulogu u većini sektora regionalnih ekonomija, što je dovelo do inovativnih proizvoda i tehnologija koje poboljšavaju život i ne samo da podržavaju globalnu ekonomiju već i pomažu da ljudi žive duže, zdravije i održivije. Korištenje održivih sirovina u industriji kao prijelaz na cirkularnu ekonomiju izazov je i prilika. Na ovaj način održivi materijali koji sadrže ugljik (tj. biomasa, CO₂ i materijali koji se mogu reciklirati) mogu doprinijeti smanjenju negativnog utjecaja hemijske eksploatacije na okoliš (Jr i de Souza, 2024).

Gledajući tržišni scenarij, u 2017. godini je hemijska industrija pridonijela sa 5,7 trilijuna USD globalnom bruto domaćem proizvodu (BDP), što je ekvivalentno 7% svjetskog BDP-a. Što se tiče globalnog konteksta održivosti, perspektive nude klimatski planovi kao što su EU Green Deal (European Commission, 2023) i inflacija u SAD-u. Reaction Action (The White House, 2023) sigurno promiče mogućnosti u hemijskoj industriji ne samo u odnosu na dekarbonizaciju energije nego i u novim izvorima održivih sirovina, kao i mogućnosti korištenja CO₂ u industriji. Definicija cirkularne ekonomije kao novog modela proizvodnje potrošnje koji uključuje dijeljenje, ponovnu upotrebu, popravak, obnovu i recikliranje postojećih materijala što je duže moguće, podrazumijeva smanjenje otpada na najmanju moguću mjeru (European Parliament, 2023).

1.1. Negativni utjecaji hemijske industrije na okoliš

Hemijski sektor je najveći industrijski korisnik nafte i plina i ostavlja treći po veličini ugljični otisak (poslije čelika i cementa) jer se samo oko polovine fosilnih goriva koje industrija troši koristi za dobivanje energije (Lim, 2021). Hemijska industrija treba ugljik kao sirovinu za proizvode na bazi ugljika, uglavnom za organske hemikalije. Ovaj problem nije novijeg datuma.

Naprimjer, Dutkiewicz i sar. (1992) su u Evropi promatrali veličinu prašine i plinova emitiranih u zrak te odlaganje tekućeg i krutog otpada koje proizvodi hemijska industrija, uz raspravu o utjecaju hemijske industrije na okoliš. Razmotrili su neke opasne agense koji se pojavljuju u radnom okruženju, morbiditet i stope izostanaka zbog bolesti zabilježene među zaposlenicima u hemijskoj industriji. Iz ovih izjava, javno mnijenje općenito vidi hemijsku industriju kao jedan od glavnih izvora onečišćenja i tu sliku treba promijeniti.

Cribb (2017) je procijenio da je obim ispuštanja hemikalija čak 220 milijardi tona godišnje, od čega emisije stakleničkih plinova čine 20%. Ova procjena može uključivati, ali nije ograničena na, ukupni odloženi otpad (npr. e-otpad, opasni otpad), sintetičke hemikalije, hranu i otpad od biomase, rudarski otpad te ugljik. Međutim, teoretski možemo razmotriti kontrolu onečišćenja primijenjenu na hemijsku industriju putem procesa obrade, ponovne upotrebe, mogućnosti recikliranja itd., koji bi trebali smanjiti količinu onečišćujućih tvari emitiranih i raspršenih u okolišu.

Kako bi se pristupilo ovoj kontroli, stvoreni su sistemi regulacije kao što je REACH (registracija, evaluacija, autorizacija i ograničenje hemikalija). Prema Evropskoj agenciji za hemikalije (ECHA, 2023), REACH je uredba Evropske unije usvojena kako bi se poboljšala zaštita zdravlja ljudi i okoliša od rizika koje mogu predstavljati hemikalije, uz istovremeno pojačanje konkurentnosti hemijske industrije. Organizacija Ujedinjenih naroda za obrazovanje, nauku i kulturu (UNESCO, 2023) ukazuje na nove zagađivače, koji se definiraju kao bilo koja sintetička ili prirodna hemikalija ili bilo koji mikroorganizam koji se uobičajeno ne nadzire ili regulira u okolišu s potencijalno poznatim ili sumnjivim štetnim ekološkim i utjecajem na ljudsko zdravlje. Prema ovoj definiciji, kao najčešći zagađivači u nastajanju navedeni su lijekovi, proizvodi za ličnu njegu, pesticidi, industrijski i kućanski proizvodi, metali, površinski aktivne tvari, industrijski aditivi i otapala.

Mikroplastika - uglavnom dobivena iz nafte - također je zabrinjavajuća za moderno društvo zbog njenog širenja i prisutnosti u prehrambenim lancima, posebno kod ljudi, s učincima koji nisu u potpunosti shvaćeni (npr. sumnja da ometa rad endokrinih sistema). Očito tvari dobivene iz hemijske industrije (tj. iz plastike) zahtijevaju posebnu pažnju pri njihovoj proizvodnji, upotrebi i odlaganju.

Što se tiče petrohemijskih proizvoda, usprkos njihovoj važnosti za globalnu ekonomiju, trebali bismo uzeti u obzir da su oni potencijalni izvor onečišćenja ekosistema i zajednica zbog istraživanja nafte, prerade i krajnje upotrebe srodnih proizvoda. Izlijevanje nafte zagađuje tlo i vodu i može uzrokovati razorne eksplozije i požare. To je općenito rezultat nesreća na naftnim bušotinama ili na cjevovodima, brodovima, vozovima i kamionima koji prenose naftu od bušotina do rafinerija.

1.2. Problem otpada

Tehnološka ekspanzija u modernom dobu rezultirala je značajnom akumulacijom otpada bogatog metalima (Widmer i sar., 2005; Fu i Wang, 2011). Valorizacija takvog otpada zahtijeva sveobuhvatnu strategiju koja integrira pametne i efikasne tehnologije upravljanja otpadom i efikasne metode recikliranja. S obzirom na ograničene rezerve nekih kritičnih metala i drugih vrijednih elemenata i izazove povezane s njihovim rudarenjem i pročišćavanjem, njihovo recikliranje postaje ključni ekološki cilj (Roy i sar., 2022). To je posebno vidljivo u kontekstu recikliranja katalizatora zbog njihove nezamjenjive funkcije u hemijskoj, energetske i ekološkoj industriji. Unutar održive hemije, pretvaranje otpada u visokoučinkovite katalizatore za primjenu u blagim uvjetima je od posebnog interesa (Wang i sar., 2020). Takve strategije oslikavaju načela zelene hemije i cirkularne ekonomije, s naglaskom na efikasno korištenje resursa i smanjenje otpada i energije (Zimmerman i sar., 2020). Direktna primjena katalizatora dobivenih iz otpada detaljno je pokrivena u nekim recenzijama, uključujući: korištenje nanomaterijala dobivenih iz otpada (Bratovic i Dautovic, 2024; Xia i Ghahreman, 2024), organske sinteze korištenjem recikliranog paladijuma (Pd) i zlata (Au) (McCarthy i sar., 2021), katalitička proizvodnja vodika, dekontaminacija onečišćujućih tvari (Bratovic, 2021;

Bratovcic i Tomasic, 2023; Bratovcic, 2024), cijepanje vode (Bratovcic, 2020) i transformacija glicerola (Molinari i sar., 2013).

Kataliza je nezamjenjiva osnova u hemijskoj proizvodnji, potičući sintezu složenih molekula i zagovarajući održive proizvodne puteve (Osman i sar., 2023; Li i sar., 2024). Spoj tehnološkog napretka i odgovornosti prema okolišu naglašava hitnu potrebu za preispitivanjem konvencionalnih energetski intenzivnih katalitičkih metoda (Sun i sar., 2023). Ovi tradicionalni pristupi, koji se oslanjaju na visoke temperature i pritiske, zajedno s korištenjem neobnovljivih izvora, naglašavaju hitnost za održivim alternativama (Verma, 2022; Xu i Xie, 2024). Rješavajući ove izazove, pojava niskoenergetskih katalitičkih procesa preoblikovala je hemijske transformacije, promičući blaže reakcijske uvjete i minimizirajući energetske potrebe (Huskić i sar., 2020). Naime, ovi procesi stoje na samoj granici održive i zelene hemije, pokazujući poboljšanu energetska efikasnost i ekološku kompatibilnost kroz svoje karakteristike blagih uvjeta, poboljšane selektivnosti i mogućnosti recikliranja katalizatora (Jun i sar., 2023; Zhan i sar., 2023). Također je pokazao izvanrednu korelaciju s principima povezanim s koordinacijskom hemijom u dizajniranju i razvoju liganada, čvrstoće i geometrije veza metal-ligand i veza između metalnog središta i liganada (Noor, 2023). Kroz prilagođavanje svojstava liganada, kao što su prostorni i elektronski učinci (Bandaru i sar., 2023; Wu i sar., 2023), katalizatori mogu postići poboljšanu reaktivnost, selektivnost, stabilnost, bolju kontrolu nad reakcijskim putem i poboljšanu aktivnost. Tačnije, modeliranje elektronske strukture igra ključnu ulogu u diktiranju katalitičke izvedbe kompleksa metal-ligand (Wang i sar., 2023). Modeliranjem elektronskih stanja metalnih atoma kroz dizajn liganada moguće je utjecati na snagu i geometriju veza metal-ligand, kao i na reaktivnost katalitičkog sistema (Matsuoka i sar., 2023). Osim toga, promjene u koordinacijskom okruženju oko svakog metalnog središta mogu dovesti do promjena u redoks procesima, reakcijskim putevima i intermedijarnoj stabilizaciji, što u konačnici utječe na katalitičku efikasnost i selektivnost (Zhang i sar., 2022; Wang i sar., 2022). Optimiziranjem koordinacijskog okruženja oko svakog metalnog središta može se poboljšati ukupna reaktivnost i selektivnost katalitičkog sistema. Uključivanje načela koordinacijske hemije u dizajn, razvoj i razumijevanje niskoenergetskih katalitičkih procesa omogućuje razvoj efikasnijih i selektivnijih katalizatora, pridonoseći održivim hemijskim transformacijama (Roy i sar., 2023).

1.3 Recikliranje i ponovna upotreba katalizatora

Recikliranje katalizatora pokazalo se kao ključno za rješavanje pitanja onečišćenja okoliša i oskudnost prirodnih resursa. Ova dinamika dodatno je ojačana rastom industrijske potražnje za katalizatorima i hitnom potrebom za prijelaz na održivije metode proizvodnje.

U kontekstu hemijskih transformacija, direktna ponovna upotreba recikliranih katalizatora za hemijske primjene posebno predstavlja elegantan put prema zelenijim sintezama. Vrste otpada organizirane su kao e-otpad, istrošene litij-ionske baterije i otpadne vode iz različitih izvora. Za svaki od ovih otpada istražuju se različite metode ekstrakcije radi njihove efikasnosti u dobivanju katalizatora prikladnih za raznovrsne hemijske reakcije (Wink i Hartmann, 2024).

U Tabeli 1. dat je prikaz radova koji se bave trenutnim inovativnim pristupima u stvaranju katalizatora dobivenih iz otpada za hemijske transformacije. Radovi su podijeljeni prema vrsti otpada, recikliranom katalizatoru, načinu recikliranja i primijenjenoj katalitičkoj reakciji. Reciklirani sistemi katalizatora kreću se od plemenitih metala kao što su Au, Pd i Ru do prijelaznih metala (oksida) kao što su Cu, Ni, i $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z$ oksidi iz korištenih litij-ionskih baterija. Metode recikliranja i ekstrakcije katalizatora obuhvataju široki spektar, od hemijske, fizikalne i mehaničke obrade do toplinske obrade te metode bazirane na kompleksiranju i metode temeljene na funkcionaliziranim nanočesticama. Primijenjene reakcije katalizirane recikliranim katalizatorima pokrivaju različite organske sinteze kao što su unakrsno spajanje, oksidacija ili redukcija.

Tabela 1. Inovativni pristup dobivanja katalizatora iz otpada za hemijske transformacije

Vrsta otpada	Reciklirani katalizator	Metoda recikliranja	Primijenjene katalitičke reakcije	Literatura
Elektronski otpad	Na osnovu Cu	Precipitacija kiselog leachata na Al_2O_3 i naknadna piroliza	Hidrogenacija, deoksigenacija i reakcije hidrolize	Ryabchuk i sar., 2021
	Au(III)	Blaga ekstrakcija s kompleksnim agensima	Set različitih organskih reakcija	McCarty i sar., 2022
	Pd(II)	Selektivna ekstrakcija sa ekstraktima i surfaktantima	Unakrsno spajanje	Lacanaou i sar., 2020
	Au	In situ hvatanje i redukcija Au iona s funkcionaliziranim česticama	Hidrogenacija 4-nitrofenola	Li i sar., 2022
Istrošene litijum-ionske baterije	$LiNi_xMn_yCo_zO_2$	Piroliza istrošenih Li-ion baterija	Oksidacija furana	Amarasekara i sar., 2022
			Oksidacija D-glukoze do glikolne kiseline	Amarasekara i sar., 2022a
			Dekarboksilativna dimerizacija levulinske kiseline	Amarasekara i sar., 2023
Otpadne vode	Ni	Ekstrakcija s poroznim česticama jezgra-ljuska i kalcinacija/redukcija	Fototermička katalitička hidrogenacija CO_2 u CO	Wang i sar. 2022
	Au	Selektivna adsorpcija pomoću MOF-a i kalcinacija/redukcija s H_2	Elektrokemijska CO_2 redukcija	Zhu i sar. 2022
	Au, Pd	Selektivna adsorpcija s hibridnim apsorbentom i kalcinacija/redukcija s H_2	Oksidacija 4-nitrofenola	Li i sar. 2023

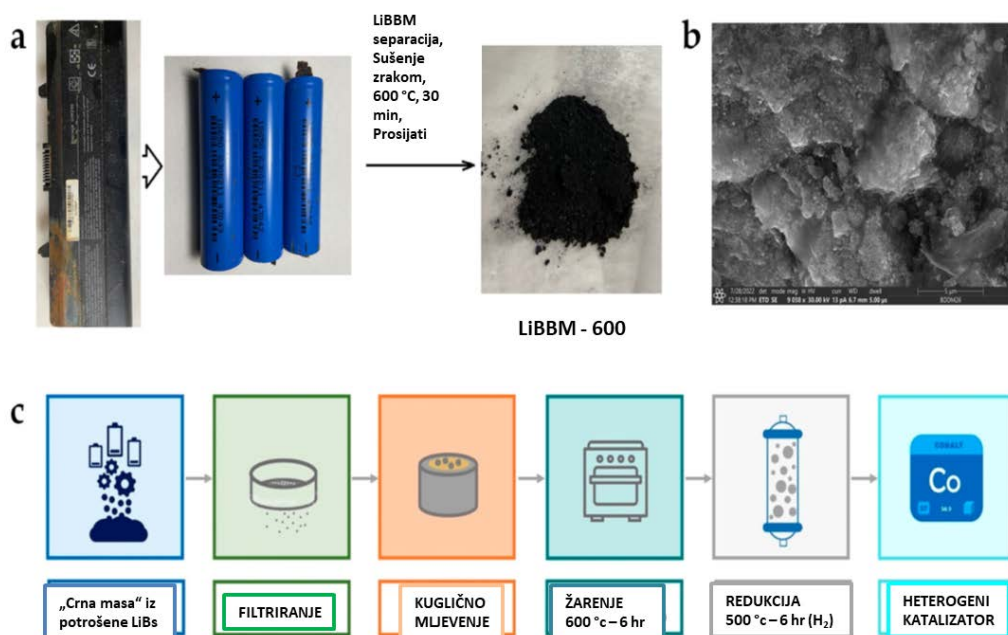
1.4. Katalizatori iz e-otpada

E-otpad obuhvata širok obim odbačene elektronske i električne opreme i njene komponente. Ona se kreće od potrošačke elektronike kao što su televizori i pametni telefoni do složenije i veće opreme kao što su prijenosna računala, stolna računala i serveri. Metali koji se nalaze u ovim uređajima značajno variraju i po sastavu i po količini. Osnovni metali, uključujući Al, Fe, Cu, Sn, Zn, Ni i Pb, sveprisutni su u svim oblicima elektronskog otpada. Obično se nalaze u ožičenju, strukturnim elementima, izvorima napajanja i štampanim strujnim pločama (engl. *printed circuit boards*, PCB). Nasuprot tome, plemeniti metali kao što su Au, Ag i Pd su više selektivno lokalizirani, uglavnom u specijaliziranim komponentama kao što su električni kontakti, PCB-ovi i kondenzatori.

1.5. Katalizator iz istrošenih litij-ionskih baterija

Litij-ionske baterije (engl. *lithium-ion battery* - LIB), sastavni dio modernog skladištenja energije, sadrže nekoliko elemenata i spojeve u različitim količinama, ovisno o vrsti baterije. Oni sadrže

metale, u obliku njihovih odgovarajućih oksida, kao što su Li, Co, Ni, Mn, Fe, Al i Cu, kao i nemetalne elemente kao što su grafit i organska otapala, veziva i separatori. Kako globalna potražnja za Li-ionskim baterijama brzo raste, rezultirajući otpad stvara potrebu za recikliranjem istrošene baterije u vrijedne materijale. Uglavnom se recikliranim katalizatorima iz Li-baterija ispituje njihova sposobnost katalitičke dekontaminacije zagađivača ili elektroliza vode. Sa stanovišta cirkularne ekonomije, zajedno s napretkom zelene hemije, fokus je na radovima koji koriste reciklirane katalitičke materijale iz Li-baterija za sintezu organskih molekula.



Slika 1. Katalizatori iz istrošenih litij-ionskih baterija

(a) Priprema katalitičke LIB crne mase; (b) SEM slika katalizatora (uvećanje: 5 µm)
(Amarasekara i sar., 2022)

1.6. Katalizatori iz otpadnih voda

Otpadne vode onečišćene metalima, bilo iz industrijskih otpadnih voda bilo iz gradskih otpadnih voda, poznate su po svojoj potencijalnoj toksičnosti i predstavljaju akutne i hronične rizike za ljudsko zdravlje i ekosisteme. Obavezno uklanjanje opasnih metala iz otpadnih voda često zahtijeva veliki unos energije i može rezultirati ispuštanjem sekundarnih onečišćujućih tvari. Zbog istovremene prisutnosti metalnih iona u otpadnim vodama, ključna prepreka vraćanja metala iz otpadnih voda je stvaranje visokoselektivnih adsorbenata za specifične metalne ione. To se uglavnom postiže poroznim 3D mrežama s funkcionaliziranom površinom. Korištenjem tako sofisticiranih struktura, stvaranje metalnih čestica smanjeno je na veličinu čestica na nanoskali, što omogućuje brže reakcije.

2. PROIZVODNJA BIOGORIVA IZ BIOMASE

Lignocelulozna biomasa je najrašireniji oblik obnovljive sirovine na Zemlji. Ona čini polovinu biljnih resursa dobivenih fotosintezom (Chen i sar., 2021). Zbog svog obilja, dostupnosti i globalne obnovljivosti, predstavlja najvažnija alternativna fosilna goriva, posebno za proizvodnju biogoriva druge generacije, hemikalija i materijala iz bioloških izvora, bez utjecaja na globalnu sigurnost hrane. Lignocelulozna biomasa uključuje poljoprivredne ostatke i energetske usjeve, kao i drvenu biomasu.

S druge strane, transport je odgovoran za emisiju 15% globalnih stakleničkih plinova i 23% ukupnih energetske emisije CO₂ (EPA, 2021).

Kako bi se smanjila ovisnost o gorivu na bazi nafte i postiglo ublažavanje klimatskih promjena, biogoriva se općenito smatraju obećavajućim alternativnim transportnim gorivom. Biogoriva kao što je bioetanol dokazano emitiraju znatno manje stakleničkih plinova od goriva na bazi nafte.

Bioetanol druge generacije proizvodi se iz lignocelulozne biomase (Lamichhane i sar., 2021). Proizvodnja se sastoji od četiri glavna koraka. Prvo se provodi predtretman kako bi se razgradila lignocelulozna struktura, koja se sastoji od lignina, celuloze i hemiceluloze. Ovo osigurava dostupnost celuloze i hemiceluloze za hidrolizu, koja ih hidrolizira u komponente s fermentabilnim šećerima. I pentoze i heksoze (šećeri) tada idealno fermentiraju u etanol (EtOH) u trećem koraku. Na kraju, potrebno je pročišćavanje proizvoda fermentacije kako bi se dobio EtOH kao gorivo (Amornraksa i sar., 2020). Iako se EtOH može pročistiti destilacijom, čistoća veća od 95,6 mas. EtOH se ne može postići konvencionalnom destilacijom zbog azeotropa EtOH-H₂O (Beluhan i sar., 2023). Među izazovima u proizvodnji bioetanola druge generacije glavni su finansijski ostvariv predtretman za razgradnju lignocelulozne strukture i optimizacija enzima za maksimiziranje prinosa šećera koji se mogu fermentirati. Korak dehidracije također predstavlja veliki izazov u postrojenjima za proizvodnju bioetanola (Conde-Mejía i Jiménez-Gutiérrez, 2020) zbog svoje visoke potražnje za energijom. Kako bi se postigla čistoća goriva od 99,60 wt.%, dostupne su brojne tehnologije, poput adsorpcije s promjenom pritiska (engl. *pressure swing adsorption* - PSA) (Karimi i sar., 2021; Rumbo Morales i sar., 2022), membranske separacije i ekstrakcijska, azeotropna destilacija i destilacija s promjenom pritiska. Posljednja ima prednost među tehnikama destilacije. Membransko odvajanje ima istu prednost, osim niske potrošnje energije, ali zahtijeva velika kapitalna ulaganja. Proizvodnja bioetanola druge generacije obimno je izučavana, međutim njegova je proizvodnja još uvijek neučinkovita. Zbog visokih energetske zahtjeva pročišćavanja, sadašnji rad fokusiran je na PSA.

Sintetski proizvedena biogoriva igraju ključnu ulogu u energetske tranziciji sa fosilnih goriva. Biogoriva bi mogla znatno smanjiti emisije stakleničkih plinova i doprinijeti boljoj kvaliteti zraka. Jedno od tih biogoriva je bioetanol, koji bi mogao djelovati kao zamjena za benzin (Rola i sar., 2024).

Šećeri koji se mogu fermentirati mogu se koristiti za proizvodnju hemikalija i polimera na biološkoj osnovi. Implementacija biorafinerijskih koncepata u industriji bi trebala ovisiti o procjeni efikasnosti procesa i održivosti, uključujući tehnoekonomske procese te procjenu ekološkog i društvenog utjecaja prema načelima cirkularne bioekonomije (Ioannidou i sar., 2020). Proizvodnja hemikalija i polimera na biološkoj osnovi ovisi o korištenju obnovljivih izvora kao što su poljoprivredni usjevi i srodni ostaci, šumski ostaci, izvori morske biomase i ostaci hrane. Prema Pleissner i sar. (2016), godišnje se u svijetu pojavi oko $3,7 \times 10^9$ t poljoprivrednih ostataka i $1,3 \times 10^9$ t ostataka hrane. Poljoprivreda SAD-a vjerojatno može podržati do 155 miliona tona ostataka za proizvodnju bioenergije 2030. godine, bez potreba za dodatnim zahtjevom za zemljištem budući da su ti ostaci izvedeni iz glavnih usjeva (Mohammed i sar., 2018). Otprilike se uništi ili izgubi 1,3 milijarde t hrane godišnje, što odgovara jednoj trećini globalne proizvodnje hrane (Gustavsson i sar., 2013). To odgovara 614 kcal/cap/dan, što je ¼ prosječnog unosa hranjivih tvari (Kummu i sar., 2012). Ugljični otisak ovih specifičnih gubitaka procjenjuje se na 3,3 milijarde t, što je ekvivalent CO₂ stakleničkih plinova ispuštenih u atmosferu i direktni ekonomski gubitak (bez ribe i plodova mora) od 750 milijardi dolara godišnje (FAO, 2013).

2.1. Industrijski izvori održivog ugljika

Materijali na bazi ugljika vjerojatno su najdominantnija klasa materijala dostupnih iz prirode (tj. biomasa iz biljaka) i iz industrije (tj. tvari na bazi ulja), s velikim utjecajem na moderno društvo zbog svoje praktične upotrebe i svestranosti za mnoštvo primjena za ugljično neutralne uvjete.

2.2 Biomasa za organske hemikalije

Za ovu klasu održivog ugljika možemo navesti neke primjere proizvoda na biološkoj osnovi. Prvo, možemo istaknuti bioplastiku - obično plastiku proizvedenu od polimera na biološkoj osnovi - koja može doprinijeti održivijoj komercijalnoj plastici kao dijelu cirkularne ekonomije, gdje se netaknuti polimeri izrađuju od obnovljivih ili recikliranih sirovina (npr. direktna zamjena za postojeću plastiku, kao što je polietilen /PE/, ili nove polimere, kao što su polihidroksialkanoati /PHA/) (Bratovcic, 2022).

Međunarodna agencija za energiju je kroz IEA Bioenergy Technology Collaboration Program (IEA, 2020) istaknula kao fermentacijske inovativne proizvode od šećera: itakonsku kiselinu, adipinsku kiselinu, 3-hidroksipropionsku kiselinu, aldehid, izopren, farnezen, glutaminsku kiselinu, asparaginsku kiselinu te 1,4 BDO (1,4-butandiol). Kao obećavajući hemijski derivati šećera izdvojeni su: levulinska kiselina, 2,5-furan dikarboksilna kiselina, monoetilen glikol i metil vinil glikolat. Dodatno, za proizvode lignina istaknuti su: proizvodi sintetskog plina, ugljikovodici, fenoli, oksidirani proizvodi i makromolekule. Obećavajuće hemikalije izvedene iz glicerola su: propilen glikol, epiklorohidrin, 1,3-propandiol, 3-hidroksipropionska kiselina, akrilna kiselina i propilen. Vrijedno je spomenuti da se molekule izvedene iz šećera (npr. etilen) i lignina (npr. fenol) mogu koristiti kao monomeri za plastiku na biološkoj osnovi. U frakcijama biomase (celuloza, hemiceluloza i lignin), organske kiseline i alkoholi najlakše se dobivaju hemijskim i biohemijskim postupcima pretvorbe korištenjem C6 i C5 šećera, ali može se proširiti na estere i aldehide (Silva i sar., 2017).



Slika 2. Agroindustrijska biomasa: A) bagasa šećerne trske (lignocelulozna biomasa); B) kukuruz (škrobna biomasa); C) šećerna trska (biomasa saharida); D) soja (uljana biomasa) (Jr i de Souza)

Za lignine, korištenje makromolekula kao nosača za biološki aktivne spojeve sa ili bez modifikacija je najlakši način (Júnior i sar., 2022). I za derivate šećera i za derivate lignina razvijaju se proizvodi kao što su ksilitol iz D-ksiloze katalizom, razvoj formulacije na bazi lignina za integriranu kontrolu štetočina i razvoj nanokompozita iz kraft lignina i nanokarbonata iz hvatanja CO₂ (Júnior, 2021).

2.3. Ugljični dioksid za organske i anorganske hemikalije

Staklenički plinovi, uglavnom emisije ugljičnog dioksida, azotnog oksida i metana, izazivaju globalnu zabrinutost zbog njihove molekularne strukture, sposobne apsorbirati određenu količinu topline, a taj kapacitet konfigurira učinak globalnog zatopljenja, koji doprinosi stvaranju toplinskih valova, šumskih požara, poplava, tropskih oluja i uragana s povećanjem obima, učestalosti i intenziteta (WHO, 2023). Ako je koncentracija tih molekula visoka, Zemljin zaštitni pokrivač je preopterećen toplinom, što uzrokuje globalno zagrijavanje. Ugljični dioksid doprinosi s 53% efektu staklenika.

Budući da je globalno zatopljenje pitanje od velikog ekonomskog, društvenog i ekološkog interesa, nekoliko je zemalja preduzelo velike mjere za ublažavanje stakleničkih plinova, što bi trebalo uključivati tehnologije hvatanja i korištenja ugljika (engl. *carbon capture and utilisation* - CCU) za molekulu ugljičnog dioksida. Međunarodna agencija za energiju putem Programa saradnje u tehnologiji bioenergije IEA (IEA, 2020) je kao proizvode na bazi CO₂ istaknula: ureu, poli(propilen) karbonat, polikarbonat-eterole, mravlju kiselinu, organske kiseline, organske karbamate, cikličke karbonate, anorganske karbonate, alkohole, aldehide, dimetil etere.

2.4. Materijali koji se mogu reciklirati za organske hemikalije i materijale

Plastika se nedvosmisleno može smatrati glavnim izvorom materijala koji sadrže ugljik a koji se mogu reciklirati s više od 380 miliona tona proizvedenih u cijelom svijetu godišnje. Nažalost, samo 16% plastičnog otpada se reciklira za proizvodnju nove plastike ili za korištenje njihovih monomera za druge svrhe, dok se 40% šalje na odlagalište, 25% na spaljivanje, a 19% se odlaže (Latham, 2021). Plastika je onečišćivač koji se najčešće nalazi u okeanima i kopnu - ponekad kao mikroplastika (Bratovic, 2019). Osim toga, mikroplastika - komadići plastike veličine manje od 5 mm - se može uočiti u tlu, površinskim i podzemnim vodama, čime se širi potencijal onečišćenja. Kako bismo izgradili most između održivih izvora ugljika i 12 osnovnih načela zelene hemije, možemo razmotriti: i) dizajniranje sigurnijih hemikalija: hemijski proizvodi trebaju biti dizajnirani tako da utječu na njihovu željenu funkciju, a istovremeno minimiziraju njihovu toksičnost i ii) korištenje obnovljivih sirovina kad god je to tehnički i ekonomski izvedivo.

2.5. Održive sirovine za hemijsku industriju

Naročito u slučaju komponenti biomase, održive sirovine mogu postati alternativne sirovine za hemikalije i materijale dobivene iz nafte koji ispunjavaju načelo 7 zelene hemije (upotreba obnovljivih sirovina) (A.C.S., 2023). CO₂ se također može smatrati obnovljivom sirovinom iz perspektive zelene hemije.

Hemikalije, materijali, biogoriva, među ostalim mogućnostima zelenih proizvoda, mogu se dobiti uz pomoć nekoliko tehnologija zasnovanih na hemijskim, biohemijskim i termohemijskim načinima koje se primjenjuju za pretvorbu održivih sirovina (BRP, 2018), koje promiču razvoj novih lanaca vrijednosti i potiču održivi ugljik.

Aromatski spojevi (benzen, toluen, etilbenzen i ksileni - BTEX) se mogu dobiti katalitičkim krekiranjem lignina koji može biti zamjena za BTEX dobiven iz nafte iako su toksični i ekotoksični spojevi. Drugo, metan iz bioplina može se pretvoriti u zeleni vodik katalitičkim reformingom.

Kako bi povećali mogućnosti novih hemijskih tehnologija prema održivim hemikalijama, Cheon i sar. (2022) su predložili korištenje CO₂ kroz foto i elektro-hemijske procese pretvorbe za dobivanje proizvoda koji mogu zamijeniti fosilna goriva kao izvor ugljika, putem poboljšanja selektivnosti proizvoda, brzine reakcije i energetske učinkovitosti.

Lopez i sar. (2023) su predložili nove sirovine zelenog ugljika za defosilizaciju proizvodnje velikih količina organskih hemikalija. Naprimjer, metanol na bazi električne energije (e-metanol) i metanol na bazi biomase (bio-metanol) mogli bi doprinijeti ovom cilju.

Također, Fantke i sar. (2021) su predložili upotrebu digitalizacije i digitalnih alata za optimizaciju upravljanja cjelokupnim hemijskim životnim ciklusima kako bi se postigla održivija hemijska industrija, uključujući njihove sirovine i krajnje proizvode. Ovaj proces digitalizacije može pozitivno utjecati na dizajn hemikalija i materijala te na razumijevanje interakcija hemikalija, okoliša i zdravlja.

ZAKLJUČAK

Hemijska industrija igra ključnu ulogu u većini sektora privrede, dovodeći do inovativnih proizvoda i tehnologija za poboljšanje života koji ne samo da podupiru globalnu ekonomiju već i pomažu ljudima da žive duže, zdravije i održivije. Upotreba održivih sirovina koje sadrže ugljik u hemijskoj industriji može donijeti novi evolutivni korak u hemiji povezan s cirkularnom ekonomijom i načelima zelene hemije, pod premisama ciljeva održivog razvoja. Također, može uspostaviti nove vrijednosne i proizvodne lance zasnovane na biomasi, CO₂ i materijalima koji se mogu reciklirati. Taj zahtjev proizlazi iz potencijalnog onečišćenja okoliša hemikalijama i njihovim proizvodnim procesima, a treba ga shvatiti kao priliku za razvoj održivijih proizvoda i procesa kako bi se poboljšala kvaliteta života modernog društva. Naravno, nije tako lako promijeniti ekonomiju zasnovanu na fosilnim gorivima u održivu i cirkularnu ekonomiju, ali uz globalne napore i predanost može se doći do novog modela.

Literatura

- A. C. S. (2023) Green Chemistry Institute, 12 principles of green chemistry. <https://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/principles/12-principles-of-green-chemistry.html>.
- Amarasekara, A. S., Herath, H. N., Grady, T. L., Gutierrez Reyes, C. D. (2022) Oxidation of glucose to glycolic acid using oxygen and pyrolyzed spent Li-ion battery electrode material as catalyst. *Appl. Catal. A Gen.*, 648, 118920.
- Amarasekara, A. S., Pinzon, S. K., Rockward, T., Herath, H. N. K. (2022a) Spent Li-Ion Battery Electrode Material with Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide as a Reusable Catalyst for Oxidation of Biofurans. *ACS Sustain. Chem. Eng.*, 10, 12642-12650.
- Amarasekara, A. S., Wang, D. (2023) Decarboxylative - Dimerization of levulinic acid using spent Li-ion battery electrode material with lithium nickel cobalt manganese oxide as a catalyst. *Fuel Process. Technol.*, 250, 107913.
- Amornraksa, S., Subsaipin, I., Simasatitkul, L., Assabumrungrat, S. (2020) Systematic Design of Separation Process for Bioethanol Production from Corn Stover. *BMC Chem. Eng.*, 2, 10.
- Bandaru, S. S. M., Shah, J., Bhilare, S., Schulzke, C., Kapdi, A. R., Roger, J., Hierso, J.-C. (2023) Phosphine ligands based on the ferrocenyl platform: Advances in catalytic cross-couplings, *Coord. Chem. Rev.*, 491, 215250.
- Beluhan, S., Mihajlovski, K., Šantek, B., Ivančić Šantek, M. (2023) The Production of Bioethanol from Lignocellulosic Biomass: Pretreatment Methods, Fermentation, and Downstream Processing. *Energies*, 16, 7003.
- Bratovcic, A. (2019) Degradation of Micro- and Nano-Plastics by Photocatalytic Methods. *J Nanosci Nanotechnol Appl.*, 3, 304.
- Bratovcic, A. (2020) A recent developments in photocatalytic water splitting by TiO₂ modified photocatalysts. *Research & Development in Material Science*, 14.1, 1491-1498.
- Bratovcic, A. (2021). TiO₂ – Based Nanocomposites for Photocatalytic Degradation of Dyes and Drugs. In: Karabegović, I. (eds) *New Technologies, Development and Application IV. NT 2021. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 233. Springer, Cham.
- Bratovcic, A. (2024) Photocatalytic Degradation of Plastic Waste: Recent Progress and Future Perspectives. *Advances in Nanoparticles*, 13, 61-78.
- Bratovcic, A. and Dautovic, A. (2024) Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Aqueous Orange and Lemon Peel Extract and Evaluation of Their Antimicrobial Properties. *Advances in Nanoparticles*, 13, 11-28.
- Bratovcic, A. and Tomasic, V. (2023) Design and Development of Photocatalytic Systems for Reduction of CO₂ into Valuable Chemicals and Fuels, *Processes*, 11(5), 1433.
- Bratovcic, A. (2022), Application of Natural Biopolymers and its Derivatives as Nano - Drug Delivery Systems in Cancer Treatment, *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, 10(02), 232-242.
- BRP. (2018) Building a Renewable Pathway, in: Jr. S. Vaz (Ed.), *Biomass and Green Chemistry*, Springer Nature, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-66736-2>.
- Centi, G. and Perathoner, S. (2022) Status and gaps toward fossil-free sustainable chemical production, *Green Chem.*, 24, 7305-7331.
- Cetinkaya, E., Liu, N., Simons, T. J., Wallach, J. (2018) *Petrochemicals 2030: Reinventing the way to win in a changing industry*, McKinsey & Co.
- Chen, W.-H., Lin, B.-J., Lin, Y.-Y., Chu, Y.-S., Ubando, A.T., Show, P. L., Ong, H.C., Chang, J.-S., Ho, S.-H., Culaba, A.B., et al. (2021) Progress in Biomass Torrefaction: Principles, Applications and Challenges. *Prog. Energy Combust. Sci.*, 82, 100887.
- Cheon, J., Yang, J. Y., Koper, M., Ishitani, O. (2022) From pollutant to chemical feedstock: valorizing carbon dioxide through photo- and electrochemical processes, *Acc. Chem. Res.*, 55, 931-932.
- Conde-Mejía, C., Jiménez-Gutiérrez, A. (2020) Analysis of Ethanol Dehydration Using Membrane Separation Processes. *Open Life Sci.*, 15, 122-132.
- Cribb, J. (2017) *Surviving the 21st Century: Humanity's Ten Great Challenges and How We Can Overcome Them*, Springer, Cham, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-41270-2>.
- Dutkiewicz, T., Rolecki, R., Kończalik, J., Swiatczak, J. (1992) The impact of the chemical industry on the human environment, *Pol. J. Occup. Med. Environ. Health*, 5, 13-26.
- ECHA. (2023) European Chemical Agency, Understanding REACH. <https://echa.europa.eu/regulations/reach/understanding-reach>.

- EPA. (2021) Environmental Protection Agency. Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990–2019, U.S. Environmental Protection Agency: Washington, DC, USA.
- European Commission. (2023) The Green Deal industrial plan. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019–2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan_en
- European Parliament. (2023) Circular economy: definition, importance and benefits. <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>
- Fantke, P., Cinquemani, C., Yaseneva, P., De Mello, J., Schwabe, H., Ebeling, B., Lapkin, A. A. (2021) Transition to sustainable chemistry through digitalization, *Chem.*, 7, 2866–2882.
- FAO. (2013), Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food wastage footprint, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Fu, F. and Wang, Q. (2011) Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. *J. Environ. Manag.*, 92, 407–418.
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Emanuelsson, A., (2013). The methodology of the FAO study: “Global Food Losses and Food Waste – extent, causes and prevention” – FAO, (2011), SIK report No. 857.
- Huskić, I., Lennox, C. B., Frišćić, T. (2020) Accelerated ageing reactions: towards simpler, solvent-free, low energy chemistry, *Green Chem.*, 22, 5881–5901.
- IEA. (2020), The IEA Bioenergy Technology Collaboration Programme (2020) Bio-based chemicals: A 2020 update. <https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2020/02/Bio-based-chemicals-a-2020-update-final-200213.pdf>.
- Ioannidou, S. M., Pateraki, C., Ladakis, D., Papapostolou, H., Tsakona, M., Vlysidis, A., Kookos, I. K., Koutinas, A. (2020) Sustainable production of bio-based chemicals and polymers via integrated biomass refining and bioprocessing in a circular bioeconomy context, *Bioresource Technology*, 307, 123093.
- Jr, S. V. and de Souza, D. T. (2024) Sustainable carbonaceous raw materials: A contribution to reduce the negative environmental impacts of chemical industry, *Sustainable Chemistry for the Environment*, 5, 100058.
- Jr, S. V. and de Souza, D. T. (2024) Sustainable carbonaceous raw materials: A contribution to reduce the negative environmental impacts of chemical industry, *Sustainable Chemistry for the Environment* 2024, 5, 100058.
- Jun, S. E., Choi, S., Kim, J., Kwon, K. C., Park, S. H., Jang, H. W. (2023) Non-noble metal single atom catalysts for electrochemical energy conversion reactions, *Chin. J. Catal.*, 50, 195–214.
- Júnior, S. V. (2021) Xylitol production from sugarcane bagasse. Brazilian Agricultural Research Corporation. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1133162/xylitol-xylitol-production-from-sugarcane-bagasse>.
- Júnior, S. V., Gravina, Ê. G., Moraes, M. C. B., Zaioncz, S., Valadares, L. F., Borges, M., Mgalhães, W. L. E. (2022) Synthesis of an organic–inorganic composite from calcium carbonate and Kraft lignin and its use as carrier material for controlled release of semiochemical agents, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 29, 72670–72682.
- Karimi, S., Karri, R. R., Tavakkoli Yarak, M., Koduru, J. R. (2021) Processes and Separation Technologies for the Production of Fuel-Grade Bioethanol: A Review. *Environ. Chem. Lett.*, 19, 2873–2890.
- Kummu, M., de Moel, H., Porkka, M., Siebert, S., Varis, O., Ward, P. J. (2012) Lost food, wasted resources: Global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertiliser use. *Sci. Total Environ.*, 438, 477–489.
- Lacana, V., Bonneté, F., Wagner, P., Schmitt, M., Meyer, D., Bihel, F., Contino-Pépin, C., Bourgeois, D. (2020) From Electronic Waste to Suzuki-Miyaura Cross-Coupling Reaction in Water: Direct Valuation of Recycled Palladium in Catalysis. *ChemSusChem*, 13, 5224–5230.
- Lamichhane, G., Acharya, A., Poudel, D. K., Aryal, B., Gyawali, N., Niraula, P., Phuyal, S. R., Budhathoki, P., Bk, G., Parajuli, N. (2021) Recent Advances in Bioethanol Production from Lignocellulosic Biomass. *Int. J. Green Energy*, 18, 731–744.
- Latham, K. (2021) The way we normally recycle plastics is a downward spiral of waste and degraded materials, but there is another option – turning plastic back into the oil it was made from. <https://www.bbc.com/future/article/20210510-how-to-recycle-any-plastic>.
- Li, H., Qin, X., Wang, K., Ma, T., Shang, Y. (2024) Insight into metal-based catalysts for heterogeneous peroxymonosulfate activation: A critical review, *Sep. Purif. Technol.*, 333, 125900.

- Li, H., Pan, Y., Wu, F., Zhou, Y., Pan, J. (2022) Turning waste into wealth: Efficient and rapid capture of gold from electronic waste with a thiourea functionalised magnetic core stirring rod adsorbent and its application for heterogeneous catalysis. *Green Chem.*, 24, 7592-7601.
- Li, S., Ali, S., Zuhra, Z., Abbas, Y., Xie, G., Wang, X., Ding, S. (2023) Turning precious metal-loaded e-waste to useful catalysts: Investigation into supercilious recovery and catalyst viability for peroxymonosulfate activation. *Chemosphere*, 336, 139170.
- Lim X.-Z. (2021) How the chemicals industry's pollution slipped under the radar. *The Guardian*, Mon 22 Nov 2021. <https://www.theguardian.com/environment/2021/nov/22/chemicals-industry-pollution-emissions-climate>
- Lopez, G., Keiner, D., Fasihi, M., Koiranen, T., Breyer, C. (2023) From fossil to green chemicals: sustainable pathways and new carbon feedstocks for the global chemical industry, *Energy Environ. Sci.*, 16, 2879-2909.
- Matsuoka, W., Harabuchi, Y., Maeda, S., (2023) Virtual Ligand Strategy in Transition Metal Catalysis Toward Highly Efficient Elucidation of Reaction Mechanisms and Computational Catalyst Design, *ACS Catal.*, 13, 5697-5711.
- McCarthy, S., Desanay, O., Jie, A. L. W., Hassatzky, M., White, A. J. P., Deplano, P., Braddock, D. C., Serpe, A., Wilton-Ely, J. D. E. T. (2022) Homogeneous Gold Catalysis Using Complexes Recovered from Waste Electronic Equipment. *ACS Sustain. Chem. Eng.*, 10, 15726–15734.
- McCarthy, S., Lee Wei Jie, A., Braddock, D. C., Serpe, A., Wilton-Ely, J. (2021) From Waste to Green Applications: The Use of Recovered Gold and Palladium in Catalysis. *Molecules*, 26, 5217.
- Mohammed, N. I., Kabbashi, N., Adale, A., (2018). Chapter 5: Significance of agricultural residues in sustainable biofuel development. *Agric. Waste Residues IntechOpen*.
- Molinari, A., Maldotti, A., Bratovic, A., Magnacca, G. (2013) Photocatalytic properties of sodium decatungstate supported on sol-gel silica in the oxidation of glycerol, *Catalysis Today*, 2013, 206, 46-52.
- Noor, A. (2023) Recent developments in two coordinate transition metal chemistry, *Coord. Chem. Rev.*, 476, 214941.
- Osman, A. I., Elgarahy, A. M., Eltaweil, A. S., Abd El-Monaem, E. M., El-Aqapa, H. G., Park, Y., Hwang, Y., Ayati, A., Farghali, M., Ihara, I., Al-Muhtaseb, A. H., Rooney, D. W., Yap, P. S., Sillanpää, M. (2023) Biofuel production, hydrogen production and water remediation by photocatalysis, biocatalysis and electrocatalysis, *Environ. Chem. Lett.*, 21, 1315–1379.
- Pleissner, D., Qi, Q., Gao, C., Rivero, C. P., Webb, C., Lin, C. S. K., Venus, J. (2016) Valorization of organic residues for the production of added value chemicals: a contribution to the bio-based economy. *Biochem. Eng. J.*, 116, 3-16.
- Rola, K., Gruber, S., Goričaneč, D., Urbanč, D. (2024) Waste Lignocellulosic Biomass as a Source for Bioethanol Production. *Sustain. Chem.*, 5, 1-12.
- Roy, D., Kumar, P., Soni, A., Nemiwal, M., (2023) A versatile and microporous Zn-based MOFs as a recyclable and sustainable heterogeneous catalyst for various organic transformations: A review (2015-present), *Tetrahedron* 138, 133408.
- Roy, J. J., Rarotra, S., Krikstolaityte, V., Zhuoran, K. W., Cindy, Y. D.-I., Tan, X. Y., Carboni, M., Meyer, D., Yan, Q., Srinivasan, M. (2022) Green Recycling Methods to Treat Lithium-Ion Batteries E-Waste: A Circular Approach to Sustainability. *Adv. Mater.*, 34, e2103346.
- Rumbo Morales, J. Y., Ortiz-Torres, G., García, R. O. D., Cantero, C. A. T., Rodriguez, M. C., Sarmiento-Bustos, E., Ocegüera-Contreras, E., Hernández, A. A. F., Cerda, J. C. R., Molina, Y. A., et al. (2022) Review of the Pressure Swing Adsorption Process for the Production of Biofuels and Medical Oxygen: Separation and Purification Technology. *Adsorpt. Sci. Technol.*, 2022, 3030519.
- Ryabchuk, P., Anwar, M., Dastgir, S., Junge, K., Beller, M. (2021) From Mobile Phones to Catalysts: E-Waste-Derived Heterogeneous Copper Catalysts for Hydrogenation Reactions. *ACS Sustain. Chem. Eng.*, 9, 10062-10072.
- Silva, J. F. L., Selicani, M. A., Junqueira, T. L., Klein, B. C., Júnior, S. V., Bonomi, A. (2017) Integrated furfural and first-generation bioethanol production: process simulation and techno-economic analysis, *Braz. J. Chem. Eng.*, 34, 623-634.
- Sun, Y., Zhao, Y., Zhou, Y., Wang, L., Wang, Z., Qi, J., Fu, D., Zhang, P., Zhao, K. (2023) Engineering the micro-structure for reducing energy consumption in CO₂ capture and catalytic conversion process, *Mater. Today Energy*, 37, 101397.
- The White House (2023) Inflation reduction act guidebook. available at: <https://www.whitehouse.gov/cleanenergy/inflation-reduction-act-guidebook>

- UNESCO. (2023), The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Emerging pollutants in water and wastewater. <https://en.unesco.org/>
- Verma, P. K. (2022) Advancement in photocatalytic acceptorless dehydrogenation reactions: Opportunity and challenges for sustainable catalysis, *Coord. Chem. Rev.* 472, 214805.
- Wang, C., Wang, Z., Mao, S., Chen, Z., Wang, Y. (2022) Coordination environment of active sites and their effect on catalytic performance of heterogeneous catalysts, *Chin. J. Catal.*, 43, 928-955.
- Wang, H., Gu, M., Huang, X., Gao, A., Liu, X., Sun, P., Zhang, X., (2023) Ligand-based modulation of the electronic structure at metal nodes in MOFs to promote the oxygen evolution reaction, *J. Mater. Chem. A.*, 11, 7239-7245.
- Wang, S., Yan, W., Zhao, F. (2020) Recovery of solid waste as functional heterogeneous catalysts for organic pollutant removal and biodiesel production. *Chem. Eng. J.*, 401, 126104.
- Wang, S., Zhang, D., Wang, W., Zhong, J., Feng, K., Wu, Z., Du, B., He, J., Li, Z., Le, H., et al. (2022) Grave-to-cradle upcycling of Ni from electroplating wastewater to photothermal CO₂ catalysis. *Nat. Commun.*, 13, 5305.
- WHO. (2023) World Health Organization, Climate change. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>.
- Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha-Khetriwal, D., Schnellmann, M., Boni, H. (2005) Global perspectives on e-waste. *Environ. Impact Assess. Rev.*, 25, 436-458.
- Wink, K., Hartmann, I. (2024) Recent Progress in Turning Waste into Catalysts for Green Syntheses. *Sustain. Chem.*, 5, 27-39.
- Wu, Z., Tallu, M., Stuhmann, G., Dehnen, S. (2023) Ligand-functionalized and ligand-bridged or organyl-separated chalcogenido metalate-based clusters, *Coord. Chem. Rev.*, 497, 215424.
- Xia, J. and Ghahreman, A. (2024) Sustainable technologies for the recycling and upcycling of precious metals from e-waste. *Sci. Total Environ.*, 916, 170154.
- Xu, H.-S. and Xie, W. (2024) Synthesis methods, basic physical properties, and potential applications of the FeSe superconductor, *Coord. Chem. Rev.*, 501, 215591.
- Zhan, Q.-N., Shuai, T.-Y., Xu, H.-M., Huang, C.-J., Zhang, Z.-J., Li, G.-R. (2023) Syntheses and applications of single-atom catalysts for electrochemical energy conversion reactions, *Chin. J. Catal.*, 47, 32-66.
- Zhang, Y., Yang, J., Ge, R., Zhang, J., Cairney, J. M., Li, Y., Zhu, M., Li, S., Li, W. (2022) The effect of coordination environment on the activity and selectivity of single-atom catalysts, *Coord. Chem. Rev.*, 461, 214493.
- Zhu, Z.-H., Liang, Z.-L., Jiao, Z.-H., Jiang, X.-L., Xie, Y., Xu, H., Zhao, B. (2022) A Facile Strategy to Obtain Low-Cost and High-Performance Gold-Based Catalysts from Artificial ElectronicWaste by Zr₄₈ Ni₆ Nano-Cages in MOFs for CO₂ Electroreduction to CO. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 61, e202214243.
- Zimmerman, J. B., Anastas, P. T., Erythropel, H. C., Leitner, W. (2020) Designing for a green chemistry future. *Science*, 367, 397-400.

MODERN METHODS OF TRANSFORMING CHEMICAL PROCESSES FOR SUSTAINABLE PRODUCTION

Review article

Amra Bratovčić

Faculty of Technology, University of Tuzla, Department of Physical Chemistry and Electrochemistry,
Urfeta Vejzagića 8, 75000 Tuzla, Bosnia and Herzegovina
e-mail: amra.bratovcic@untz.ba

ABSTRACT

The increase in industrial production also implies an increase in the use of catalysts, but also the urgent need to transition to more sustainable production methods. The chemical industry, as one of the largest industries in the world, annually consumes more than 10% of fossil fuels produced in the world and emits about 3.3 gigatons of greenhouse gases. Chemical production must be radically transformed towards sustainable chemical production, which means the defossilization of chemical production through the electrification of chemical processes, i.e. chemical reactors and the direct use of renewable energy to initiate chemical reactions. Namely, this paper provides an overview of the use of metal-rich waste, on the one hand, such as electronic waste, industrial wastewater, spent lithium-ion batteries, but also on the other hand, the use of agricultural biomass residues and their reuse in the chemical and energy industry with a strategy that follows the principles of green chemistry and circular economy. The recycled catalytic materials obtained in this way are used for various organic synthetic reactions, hydrogen production, biofuel production, pollutant decontamination, nanoparticle production, etc. In addition, the production of biologically based chemicals and polymers from fermentable sugars will be discussed. The combination of technological progress and environmental responsibility highlights the urgent need to rethink the conventional energy-intensive catalytic methods used in the chemical industry.

Keywords: sustainable chemical production, catalyst recycling, biomass, biofuels

JEL classification: L65; Q16; Q53

ETIČKI PRINCIPI KAO KONTROLNI MEHANIZAM PRIMJENE UMJETNE INTELIGENCIJE

Stručni rad

Hana Korać¹, Vjekoslav Vuković², Tomislav Ćurić³

-
- 1 Pravni fakultet Univerziteta u Travniku, Azapovići 439, 71250 Kiseljak, Bosna i Hercegovina
e-mail: korachana@yahoo.com
 - 2 Vanjskotrgovinska komora Bosne i Hercegovine, Branislava Đurđeva 10,
71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina
e-mail: vjekoslav.vukovic73@gmail.com
 - 3 Delegacija Europske unije u Bosni i Hercegovini, Skenderija 3A, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina
e-mail: curic.tomislav@gmail.com
-

SAŽETAK:

Ponovno o umjetnoj inteligenciji (UI), kao dijelu naše svakodnevice. Želimo napisati govor, pronaći adekvatan tekst ili prezentaciju - više se ne stidimo vlastitog neznanja, nego jednostavno posežemo za Chat GPT sustavom umjetne inteligencije koji, kao neka sveznalica, ima odgovore na sva naša pitanja i nedoumice, kao da je svjestan komuniciranja s nama ili potpuno samosvjestan. Koliko je to točno, koje izvore podataka ili baza koristi, jesu li podaci u stvarnom vremenu, na nekom oblaku (cloud service), „ukradeni“, stečeni na legalan način, dozvoljeni, emotivno obojeni i sl. - mi to ne znamo, ne zanima nas, samo tražimo konačno rješenje, sad i odmah. Ova brzina, kao i svaka, ubija, ali ovaj puta našu kreativnost, moralnost, etičnost, a samim time i objektivnost.

Ključne riječi: *umjetna inteligencija, samosvjesnost, etičnost*

UVOD: Može li stroj biti samosvjestan?

Općeprihvaćena definicija je da je osoba svjesna ako je svjesna svoje okoline. Ako ste samosvjesni, znači da ste svjesni sebe kao pojedinca ili vlastitog bića, djela i misli. Kako bismo shvatili koncept, pođimo od činjenice da niti jedan dio mozga nije striktno odgovoran za svijest, no neuroznanost govori da je svijest rezultat interpretiranja različitih interoperabilnih dijelova mozga koji se nazivaju „neuralni korelati svijesti“ (*neural correlates of consciousness* - NCC). Dakle, ovakav pristup nas usmjerava ka ideji da uopće ne razumijemo u cijelosti kako ljudski mozak procesuiraju svijest ili postaje samosvjestan (Del Monte, 2014;75).

Pitanje današnjice jeste mogu li strojevi postati samosvjesni.

Upravo zbog ovako postavljenog pristupa mnogi autori sukobljavaju mišljenja pa jedni zagovaraju mogućnost postojanja umjetne samosvijesti kao produkta umjetne inteligencije (UI)¹, dok drugi to smatraju nemogućim jer funkcioniranje svijesti kod ljudskih bića nije do kraja istraženo. Prema Del Monte (2014; 80), ako imamo svijest o samim sebi, onda imamo svijest o vlastitim postupcima, aktivnostima, zakonskim pretpostavkama, preprekama i okvirima u kojima se krećemo mi, ali i naša prava. Sada se dodatno zbuñujemo činjenicom da bi strojevi koji uče, ako bi imali umjetnu samosvijest temeljenu na umjetnoj inteligenciji, jednako tako imali i neka prava poput ljudskih prava.

Činjenica je da naše svijesti leže „izbrušene“, u edukaciji, koja ostavlja traga na sve aspekte našeg života, a Stephen Hawking je, nekoliko mjeseci prije svoje smrti, u ožujku 2018. godine, rekao „da će UI ili biti najbolja ili najgora stvar za čovječanstvo, svaki aspekt našeg života će biti transformiran. Ukratko, uspjeh kreiranja UI može biti najveća stvar u povijesti civilizacije“. Elon Musk, izumitelj i poduzetnik, pak upozorava: „UI je najveći rizik s kojim se susrećemo kao civilizacija i UI mora biti provjerena čim prije“. Shaha Avin iz Centra za analizu eksternih rizika Sveučilišta u Cambridgeu još je 2018. godine upozorio da UI može biti „velika opasnost za čovječanstvo ako bude eksploatirana od kriminalnih skupina, terorista i sl.“ (Sheldon, 2016; 273,274).

No, s duge strane, Deloitteova studija iz 2017. godine, analizom i anketom 250 „kognitivno svjesnih“ rukovoditelja naišla je na iznimno pozitivan stav prema kognitivnim tehnologijama i njihovom potencijalu da pokrenu promjenu. Osamdeset i osam posto ispitanika u toj anketi složilo se s time da su kognitivne tehnologije ili važne ili veoma važne za ponudu proizvoda i usluga, a još više njih (93 posto) se složilo s time da su važne ili vrlo važne nutarnjim poslovnim procesima“ (Davenport, 2021; 61). Dakle, bez obzira na svjesnost o postojanju opasnosti, o nekontroliranoj umjetnoj inteligenciji, o nužnosti etičnosti upravljanja ovim procesima strojnog učenja, razmišljanje „trkom za kapitalom“, nažalost, prevladava.

Stoga danas otvaramo neke nove stare teze po kojima ne smijemo kriviti čovjeka što ovladavanje prirodnim silama, pa čak i umjetnom inteligencijom, može koristiti u destruktivne svrhe, o čemu je višeputno govorio Alfred Nobel.

¹ Napomena: Prema Hrvatskoj enciklopediji, „Umjetna inteligencija (UI, prema engl. akronimu AI, od *Artificial Intelligence*), dio računalne znanosti (informatike) koji se bavi razvojem sposobnosti računala da obavljaju zadaće za koje je potreban neki oblik inteligencije, tj. da se mogu snalaziti u novim prilikama, učiti nove koncepte, donositi zaključke, razumjeti prirodni jezik, raspoznavati prizore i dr. Naziv se također rabi za označivanje svojstva svakoga neživog sustava koji pokazuje inteligenciju (inteligentni sustav); obično su to računalni sustavi, dok se izraz katkad neutemeljeno primjenjuje na robote, koji nisu nužno inteligentni. Intelligentnim sustavom smatra se svaki sustav koji pokazuje prilagodljivo ponašanje, uči na temelju iskustva, koristi velike količine znanja, pokazuje svojstva svjesnosti, komunicira s čovjekom prirodnim jezikom i govorom, dopušta pogreške i nejasnoće u komunikaciji ili dr. Funkcije inteligentnoga sustava jesu: prikupljanje i obradba informacija, interakcija s radnom okolinom, komunikacija s čovjekom ili drugim intelligentnim sustavima, prikupljanje i obradba znanja, zaključivanje te planiranje. Dok se pod ljudskom inteligencijom smatraju čovjekove mogućnosti da istodobno pokazuje različite inteligentne odlike i obavlja takve funkcije, današnji su inteligentni sustavi ponajprije specijalizirani za pojedinu mogućnost.

Umjesto toga, sudbina čovječanstva potpuno ovisi o čovjekovom moralnom razvoju i etici postupanja. To je slučaj i kod primjene strojnog učenja i umjetne inteligencije, jer u protivnom, kao i kod terorizma, cyber napadima sijemo strah koji se temelji na neizvjesnosti od nepoznatoga pa se u određenim krugovima može stvoriti negativna percepcija i odbojnost ka promjenama koje mogu donijeti dobro, a samo zato što postoji realna opasnost od njihove zlouporabe.

Ranije smo ukazivali na nužnost pravne ili bilo koje druge reguliranosti razvoja ovih suvremenih tehnologija, no danas smo svjesni da je taj proces izrazito spor u odnosu na brzinu kojom se ove tehnologije razvijaju. Stoga se okrenimo svjesnosti čovjeka. Bitna je njegova svijest o pojavnosti, etičko i moralno postupanje vođeno principima humanosti i potpore pozitivnom razvoju čovječanstva, a ne samo slijepom „kapitalnom“, vjerovanju. Ipak, problem ne može biti riješen s istim „mindsetom“ onih koji su kreirali određeni problem.

Okrenemo li se razvoju umjetne inteligencije i primjenjivosti u malim i srednjim poduzećima, ne možemo a da se ne osvrnemo na etičku kulturu u poslovanju koja bi, zapravo, mogla biti jedini korektor uporabljivosti ovih tehnologija u pozitivnom razvojnom smislu. Zapišajmo se je li to moguće bez njene transparentnosti ili transparentnosti onih koji kreiraju arhitekturu njene primjenjivosti ciljano na konkretne proizvodne ili ine zadatke.

Arhitektura postavljenog zadatka zapravo ide ka strojnom učenju koje uspijeva samo ako ga „nahranimo podacima“ te postavimo okvir u kojem se kreće, tj. određeni algoritam (tada je transparentno) ili pak ako strojno učenje samostalno koristi više neuronskih mreža, neovisno o postavljenoj uputi, kada postaje netransparentno, nama nevidljivo i ulazi u zonu tzv. dubokog učenja.

1. ZAŠTO DANAS DUBOKO UČENJE USPIJEVA

Imamo podatke kao temelj koji pokreće umjetnu inteligenciju, posebice kod obrade velikih podataka (engl. *big data*) jer produciramo više podataka nego ikada ranije. Današnje doba digitalizacije je takvo da gotovo sve što radimo nema „amneziju“, nego ostavlja trag određenih podataka i sve više smo konzumenti pametnih uređaja koji prikupljaju i prenose podatke. To izaziva eksponencijalni rast obujma i vrste podataka koje sada možemo koristiti za treniranje umjetne inteligencije.

Imamo računalnu snagu a time i mogućnost pohrane i obrade ogromne količine podataka. Otkrića u „cloudingu“ ili računalstvu u oblaku omogućava tvrtkama da pohranjuju gotovo neograničene količine podataka i koriste analize istih u približno realnom vremenu (Marr i Ward, 2022; 5).

2. NEKI PRIMJERI UPORABE UMJETNE INTELIGENCIJE U PRAKSI

Danska već u hitnim službama primjenjuje umjetnu inteligenciju pomoću koje se dijagnosticiraju srčani zastoj i druga stanja samo na temelju zvuka glasa pozivatelja. U Austriji, primjerice, UI pomaže radiolozima detektirati tumorske stanice usporedbom rendgenskih snimaka s velikom količinom drugih medicinsko dijagnostičkih podataka.

Mnoge europske farme se koriste umjetnom inteligencijom kako bi pratile kretanja, temperaturu i unos hrane životinja. Ovakvi sustavi koji primjenjuju UI mogu prema potrebi automatski prilagoditi uređaje za grijanje i hranjenje i tako poljoprivrednicima pomoći u nadzoru životinja, dok za to vrijeme

moгу obavljati druge poslove. Ovaj pristup primjene umjetne inteligencije pomaže europskim proizvođačima u porastu učinkovitosti.²

To su samo neki od brojnih primjera poznatih primjena umjetne inteligencije u raznim sektorima, od energetike i obrazovanja do financijskih usluga i građevinarstva. Prema Marru i Wardu (2022), tijekom sljedećih deset godina pojavit će se bezbroj novih primjera koje danas ne možemo ni zamisliti. Do tada spomenimo neke vrlo poznate:

Alibaba portali za e-trgovinu koriste sofisticiranu umjetnu inteligenciju kako bi odabrali odgovarajuće stavke kupcima prilikom posjete stranici ili pretraživanja proizvoda kojeg žele kupiti. UI zapravo prati korisničke radnje bilo da korisnici kupuju, pretražuju neku drugu stavku ili napuste stranicu, te uči kako u stvarnom vremenu prilagoditi prikaz stranica kako bi posjet završio kupnjom. Za ove operacije nužne su velike količine podataka, a zbog cjenovnog efekta sve se koristi u oblaku. *Jednostavno kazano, promatra se ponašanje kupca, bilježi i pamti.*

Apple razvija Neural, kao posebno prilagođen čip koji je specifično dizajniran za provođenje izračuna neuronske mreže potrebne za duboko učenje. Na ovaj način se omogućava Face ID, proširena stvarnost fotografija i mnoge druge opcije, no kod uporabe SIRI nužno je bilo razviti mogućnost skidanja identifikacije korisničkih naredbi u šifriranom obliku prije nego napuste uređaj u oblak. *Opet netko drugi posjeduje naše setove podataka u šifriranom ili nešifriranom obliku.*

Facebook je otišao daleko od svoje konkurencije koristeći tehnologiju zvanu Deep Face, koja prilikom učitavanja slike na server počinje sugerirati tko je na slici. Deep Face koristi neuronske mreže kako bi analizirao 68 podataka sa svakog lica koje analizira mjereći detalje lica, boju i proporcije. Da bi izvještavao ovu funkciju, pohranjeno je više od 4 milijuna slika lica kako bi naučio razlikovati pojedine elemente lica. Na ovaj način pomaže korisnicima pratiti fotografije na kojima se oni nalaze na stranici. Facebook tvrdi da njegovi algoritmi za prepoznavanje lica imaju stopu uspješnosti od 97,35 %, što je vrlo blizu na razini točnosti čovjeka. *Neviđena razina uvida u naše živote znači da Facebook može dati sva točna predviđanja o nama – od onoga što želimo kupiti pa do razmišljanja o samoozljeđivanju odnosno samoubojstvu.*

IBM je razvio Project Debater kao najimpresivniji dio IBM-ove UI tehnologije obrade jezika, kao sustav koji može raspravljati s ljudima o kompleksnim temama. Koristi obradu jezika i bazu podataka od stotina milijuna članaka koji pokrivaju 100 tematskih područja. *Konačni cilj je da razvije sposobnost iniciranja prirodne konverzacije s ljudima.*

Microsoft je svoju strategiju razvoja umjetne inteligencije izgradio na principu da što veći broj ljudi koristi njene blagodati i sudjeluje u njenom razvoju. Kao princip potpore našoj kreativnosti temeljenoj na našim navikama izražavanja, Power Point nudi predložak, raspored i strukturu prezentacije, dok Word samostalno ispravlja jezične pogreške na različitim jezicima. Implementirana u cijeli Office 365, umjetna inteligencija nudi kreativna rješenja ili „lagano ubija ljudsku kreativnost“ nudeći rješenja kroz prepoznavanje naših „kreativnih navika“. *Razlika je poput čitanja knjige gdje čitatelj zamišlja lik na temelju detaljnog opisa u usporedbi s filmom u kojem lik već postavljen i prikazan.*

Coca Cola, koja posluhuje najveći broj svojih pića na automatima, koristi sučelja sa zaslonom osjetljivim na dodir, prateći želje kupaca za dužom ili kraćom kolom, s više ili manje šećera, kao i druge navike, te razvija prodajnu strategiju prema kulturološkom ponašanju ljudi u više od 200 zemalja gdje se ovaj proizvod prodaje. Također, prati društvene mreže radi prepoznavanja slika, okolnosti i mjesta gdje se njihov proizvod koristi. *Na temelju našeg prepoznatog ponašanja donose se strateške marketinške odluke.*

² Napomena: Prema analizi McCensey global instituta, gospodarski učinak automatizacije intelektualnog rada, robota i autonomnih vozila mogao bi do 2025. iznositi od 6,5 bilijuna EUR do 12 bilijuna EUR na godišnjoj razini (uključujući poboljšanje produktivnosti i višu kvalitetu života sve starijeg stanovništva).

Walmart, s preko 11000 prodajnih mjesta u svijetu i s 2,3 milijuna zaposlenih, nastoji kupcu ponuditi povezanost i dostupnost proizvoda na policama te ubrzati prodaju. Time povećava brzinu pražnjenja skladišta i znatno smanjuje troškove poslovanja. Sve to postiže se korištenjem robotske tehnologije računalnog vida i robota za popunu polica koji su „naučeni“, da se kreću kroz gužve i što prije dođu do željenog mjesta. Danas ova kompanija zakupljuje oblake s 2,5 petabajta podataka koji sadrže podatke o e-trgovini, transakcijama u trgovini, povratnim informacijama kupaca i njihovim potrebama iskazanim na društvenim mrežama. *Cilj praćenja našeg kupovnog ponašanja leži u povećanju prodaje.*

Netflix koristi umjetnu inteligenciju kako bi predvidio što bismo vjerojatno željeli pogledati u katalogu sa više od 10.000 filmova i TV emisija. Bazira se na praćenju navika gledanja koje na temelju vaših preferencija odgovaraju vašem profilu.

Mastercard, koji obrađuje milijarde transakcija, godišnje trpi štetu od 118 milijardi dolara zbog odbijenih transakcija, a to je brojka 13 puta veća od kartičnih prijevara. Naime, ponašanje kupca, mjesto kupnje, vrsta proizvoda i sl. dovode do odbijanja transakcije te se kupac više ne odlučuje za to kupovno mjesto ili čak kartično plaćanje. *Primjenom umjetne inteligencije na vezu kartice i POS uređaja, u Mastercardu predviđaju legitimnosti transakcije u odnosu na lažna odbijanja, čime su smanjili gubitke u poslovanju za 50 %.*

Tesla, kao predvodnik u razvoju i marketingu električnih automobila i autonomnih vozila, nastoji povećati sigurnost na cestama, jer statistika pokazuje da je u 2017. godini u SAD-u 40.000 ljudi stradalo u prometnim nesrećama. Čak i ako se nesreće ne događaju, u Tesli smatraju da vrijeme provedeno u vožnji može biti potrošeno na druge stvari, kao što su produktivni rad, uživanje u prirodi, komuniciranje s drugima i sl. Autonomno vozilo prikuplja podatke na više razina, usklađujući informacije sa sustavom praćenja autonomnih vozila, informacije od drugih autonomnih vozila i drugih umreženih strojeva. No, tu dolazimo do kritično značajnih etičkih pitanja, primjerice kako bi automobil reagirao kada mu se da izbor između toga da udari malo dijete koje je palo na cesti ili da poduzme ekstremnu akciju poput slijetanja s ceste i ugrozi ostale putnike i vozača u vozilu. *Iako u Tesli tvrde da mogu povećati sigurnost vožnje za 40 %, još uvijek postoji doza skepticizma javnosti prema autonomnim vozilima i njihovom „sustavu odlučivanja“.*

Svaki od navedenih primjera uspješnih poslovnih tvrtki za cilj ima povećanje prodaje, umanjeње troškova i na koncu povećanje profita, sve na temelju praćenja našeg ponašanja, želja, preferencija, gdje u fokusu i jeste korisnik ovih usluga. No, što je s našom privatnošću i do koje mjere je dozvoljeno pratiti naša ponašanja i želje te koliko je ovo zadiranje u našu privatnost zapravo etično ili podložno zlouporabi? Uslijed posljedica pretjeranog rasta i ubrzanog korištenja umjetne inteligencije i strojnog učenja, Parlament Europske unije se odlučio na hrabar iskorak donošenjem posebnog akta kojim se određena ponašanja u primjenjivosti UI ograničavaju ili pak stavljaju pod kontrolu.

3. POKRETANJE EUROPSKE INICIJATIVE O UMJETNOJ INTELIGENCIJI – KADA SMO SHVATILI

Oblast umjetne inteligencije postala je predmetom ozbiljnijeg razmatranja na razini Europske unije 2017. godine. Europska komisija je u svibnju 2017. godine svojim komunikeom nametnula narativ o *preispitivanju* provedbe Strategije jedinstvenog digitalnog tržišta na sredini provedbenog razdoblja (EUR-Lex, 2017), u kojoj se naglašava značaj umjetne inteligencije kao potencijalnog generatora gospodarskog razvoja i povećanja produktivnosti. Oslanjanje na vlastite znanstvene i industrijske prednosti te na svoja inovativna novoutemeljena poduzeća utvrđeno je u Europskoj uniji kao jedan od prioritarnih ciljeva kako bi Unija zauzela vodeći položaj u razvoju tehnologija, platformi i aplikacija temeljenih na umjetnoj inteligenciji.

Europsko vijeće također zaključuje da se Europska unija treba što žurnije suočiti s novim trendovima poput umjetne inteligencije, ali i istodobno osigurati visoku razinu zaštite osobnih i prikupljenih podataka, digitalnih prava i etičkih standarda, njihove uporabe i sl. Soga je pozvalo „Komisiju (...) da predstavi **europski pristup umjetnoj inteligenciji**” (Europsko vijeće, 2017).

U istoj godini je Europski parlament usvojio Rezoluciju o pravilima građanskog prava o robotici (Rezolucija, 2015/2103), a i Europski gospodarski i socijalni odbor iznio je mišljenje na tu temu.

U travnju 2017. godine Komisija je u svom novom komunikeu (Europska komisija, 2018) predstavila europsku inicijativu o umjetnoj inteligenciji kojom se, prije svega, želi **potaknuti razvoj tehnoloških i industrijskih kapaciteta EU-a i prihvaćanje umjetne inteligencije u svim područjima gospodarstva**, i u privatnom i u javnom sektoru³, te **pripremiti za društvene i gospodarske promjene** koje donosi umjetna inteligencija⁴.

Konačno, inicijativom se nastoji osigurati odgovarajući etički i pravni okvir u oblasti umjetne inteligencije. Prvi korak u tom segmentu trebao bi biti izrada nacrtu etičkih smjernica za umjetnu inteligenciju, uzimajući u obzir Povelju Europske unije o temeljnim pravima. Temeljni elementi budućih smjernica bi trebali uključivati pitanja kao što su budućnost rada, pravednost, zaštita, sigurnost, socijalna uključenost i algoritamska transparentnost, uz razmatranje utjecaja temeljnih prava, uključujući načela privatnosti, dostojanstva, zaštite potrošača i nediskriminacije. Deklaraciju o suradnji na području umjetne inteligencije je u travnju 2018. godine potpisalo 25 europskih zemalja⁵. Deklaracija predstavlja izraz snažne volje brojnih država članica da se na sustavan način i zajednički uključe u problematiku umjetne inteligencije, oslanjajući se pritom na postignuća i ulaganja europske istraživačke i poslovne zajednice u umjetnu inteligenciju. Posebno je zanimljivo uočiti da se ovom Deklaracijom podsjeća da umjetna inteligencija može riješiti ključne društvene izazove, od održive zdravstvene zaštite do klimatskih promjena i od kibernetičke sigurnosti do održive migracije.

Države članice složile su se da će zajedno raditi na najvažnijim pitanjima koja postavlja umjetna inteligencija, od osiguravanja europske konkurentnosti u istraživanju i primjeni umjetne inteligencije do rješavanja društvenih, ekonomskih, etičkih i pravnih pitanja. Također su se obvezale da će redovito analizirati napredak u ovoj oblasti u cilju adekvatne i pravodobne reakcije u kontekstu razvoja umjetne inteligencije i svih povezanih mogućnosti, ali i izazova.

4. KOLIKO JE SVE ETIČNO, EU PARLAMENT USVOJIO „EU AKT O UMJETNOJ INTELIGENCIJI“

Uredbom Komisije iz travnja 2021. godine kojom se utvrđuju usklađena pravila o umjetnoj inteligenciji (Akt o umjetnoj inteligenciji) predviđena je i izmjena postojećih zakonodavnih akata Unije u odnosu na umjetnu inteligenciju (Europska komisija, 2021/0106). Cilj Uredbe je ukloniti rizike od određenih zlouporaba kod primjene umjetne inteligencije te ih svrstati u četiri kategorije rizika: neprihvatljiv rizik, visok rizik, ograničen rizik i minimalan rizik.

³ Napomena: Prema ministarskoj izjavi o e-upravi – Izjava iz Tallinna (listopad 2017.), umjetna inteligencija može znatno poboljšati javne usluge i pridonijeti ciljevima utvrđenima u Izjavi. Komisija će primjerice ispitati potencijal umjetne inteligencije da analizira velike količine podataka kako bi se mogla iskoristiti za provjeru primjene pravila o jedinstvenom tržištu.

⁴ Primjeri su kroz poticanje modernizacije sustava obrazovanja i osposobljavanja, njegovanjem talenta, predviđanjem promjena na tržištu rada, podupiranjem tranzicija na tržištu rada i prilagodbom sustava socijalne zaštite.

⁵ Austrija, Belgija, Bugarska, Češka, Danska, Estonija, Finska, Francuska, Njemačka, Mađarska, Irska, Italija, Latvija, Litva, Luksemburg, Malta, Nizozemska, Poljska, Portugal, Slovačka, Slovenija, Španjolska, Švedska, UK, Norveška. Naknadno se pridružili Rumunjska, Grčka, Cipar i Hrvatska.

Uredba postavlja zajednički okvir za korištenje i nabavu sustava umjetne inteligencije u Europskoj uniji te nudi klasifikaciju za sustave umjetne inteligencije s različitim zahtjevima i obvezama prilagođenim „pristupu temeljenom na riziku”. Odobren je širok raspon „visokorizičnih” sustava umjetne inteligencije koji mogu imati štetan utjecaj na zdravlje, sigurnost ili njihova temeljna prava, ali podliježu nizu zahtjeva i obveza za pristup tržištu Europske unije. Sustavi umjetne inteligencije koji predstavljaju ograničene rizike zbog svoje netransparentnosti podliježu zahtjevima u pogledu informacija i transparentnosti, dok sustavi umjetne inteligencije koji predstavljaju samo minimalan rizik za ljude neće podlijezati daljnjim obvezama. Uredba, također, pruža posebna pravila za modele umjetne inteligencije opće namjene (GPAI) i utvrđuje strože zahtjeve za GPAI modele s „mogućnostima velikog utjecaja” koji bi mogli predstavljati sustavni rizik i imati značajan utjecaj na unutarnje tržište.

Cilj Uredbe je primarno zaštita ljudska prava, demokracije i vladavine prava kao i okolišna održivost od visokorizične umjetne inteligencije, uz istodobno poticanje i podršku inovacijama.

Parlament je usvojio ovaj revolucionarni propis o umjetnoj inteligenciji u ožujku 2024. godine.⁶ Stupio je na snagu dvadeset dana nakon objave u Službenom listu Europske unije i početak će se primjenjivati 24 mjeseca nakon stupanja na snagu, osim zabranjenih primjena (šest mjeseci nakon stupanja na snagu), kodeksa prakse (devet mjeseci nakon stupanja na snagu), pravila za umjetnu inteligenciju opće namjene uključujući upravljanje (12 mjeseci nakon stupanja na snagu) i obveza za visokorizične sustave (36 mjeseci nakon stupanja na snagu).

Bitno je napomenuti da se novim pravilima uvode i određene restrikcije kada je u pitanju primjena umjetne inteligencije u slučaju ugrožavanja ljudskih prava, kao što je primjerice korištenje sustava za biometrijsku kategorizaciju temeljenih na osjetljivim karakteristikama i ne ciljano prikupljanje prikaza lica s interneta ili iz nadzornih snimaka radi stvaranja baza podataka za prepoznavanje lica. Nadalje, zabranjuje se prepoznavanje emocija na radnome mjestu i u školama, vrednovanje građana, prognostički rad policije (kad se temelji isključivo na izradi profila pojedinaca ili procjeni njihovih osobina) te umjetna inteligencija koja utječe na ljudsko ponašanje ili iskorištava ranjivost pojedinaca.

U nastojanjima da se uspostavi sigurnost i pouzdanost umjetne inteligencije, pojedine države članice su već razmotrile donošenje nacionalnih pravila kojima bi se to zajamčilo. Jasno je da bi pak za **postizanje pouzdane umjetne inteligencije** trebalo osigurati dosljednu i visoku razinu zaštite u cijeloj Uniji, dok bi divergencije koje otežavaju slobodnu cirkulaciju, **inovacije te uvođenje i prihvaćanje** umjetne inteligencije sustava i povezanih proizvoda i usluga na unutarnjem tržištu trebalo spriječiti utvrđivanjem ujednačenih obveza za operatore. Uredba sadržava specifična pravila o zaštiti pojedinaca tijekom obrade osobnih podataka u vezi s ograničenjima korištenja sustava umjetne inteligencije za daljinsku biometrijsku identifikaciju⁷ **u svrhu kaznenog progona kao i korištenja UI sustava za procjene rizika fizičkih osoba i biometrijsku kategorizaciju**⁸ u svrhu kaznenog progona.

⁶ Usvojen 15. 3. 2024. godine sa 523 glasa ZA i 48 PROTIV.

⁷ Napomena: EU Akt o UI jasno navodi da je uporaba sustava za daljinsku biometrijsku identifikaciju u svrhu kaznenog progona u načelu zabranjena, osim u okolnostima koje su iscrpno navedene i precizno definirane. Daljinska biometrijska identifikacija u stvarnom vremenu može se koristiti samo ako su ispunjeni strogi zahtjevi, npr. njezina je uporaba vremenski i geografski ograničena te je za nju prethodno izdano posebno sudsko ili upravno dopuštenje. Neki od primjera takvih okolnosti su ciljana potraga za nestalom osobom ili sprečavanje terorističkog napada. Naknadna uporaba sustava za daljinsku biometrijsku identifikaciju smatra se visokorizičnom upotrebom i za nju je potrebno sudsko dopuštenje povezano s kaznenim djelom.

⁸ Uporaba daljinske biometrijske identifikacije u stvarnom vremenu na javnim mjestima (tj. prepoznavanje lica putem CCTV-a) zabranjena je za potrebe aktivnosti kaznenog progona, osim u slučajevima za 16 određenih kaznenih djela iz članka 5. stavka 1. točke (e) pod točke iii., taksativno pobrojanih kako slijedi: terorizam, trgovina ljudima, seksualno iskorištavanje djece i dječja pornografija, nezakonita trgovina opojnim drogama ili psihotropnim tvarima, nezakonita trgovina oružjem, streljivom ili eksplozivima, ubojstvo, teška tjelesna ozljeda, nezakonita trgovina ljudskim organima ili tkivom, nezakonita trgovina nuklearnim ili radioaktivnim materijalima, otmica, protupravno oduzimanje slobode ili uzimanje talaca, kaznena djela iz nadležnosti Međunarodnog kaznenog suda, protupravno oduzimanje zrakoplova ili

Posebna pozornost posvećena je visokorizičnim⁹ sustavima umjetne inteligencije zbog njihova znatnog potencijala i rizika za ugrožavanje zdravlja, sigurnosti, temeljnih prava, okoliša, demokracije i vladavine prava. Za takve sustave treba osigurati procjenu i ublažavanje rizika, vođenje evidencije uporabe, transparentnost i preciznost te ljudski nadzor.

Mnogo je pozitivnih strana primjene tehnologija umjetne inteligencije u spektru gospodarskih, okolišnih i društvenih koristi u cijelom nizu sektora i društvenih aktivnosti. Korištenje umjetne inteligencije poduzećima pruža ključne konkurentske prednosti te podupire društveno i okolišno korisne ishode, npr. u zdravstvu, poljoprivredi, sigurnosti hrane, obrazovanju i osposobljavanju, medijima, sportu, kulturi, upravljanju infrastrukturom, energetici, prometu i logistici, javnim uslugama, sigurnosti, pravosuđu, resursnoj i energetske učinkovitosti, praćenju stanja okoliša, očuvanju i obnovi bioraznolikosti i ekosustava te ublažavanju klimatskih promjena i prilagodbi njima.

Istodobno, ovisno o okolnostima njezine specifične primjene, korištenja i razine tehnološkog razvoja, umjetna inteligencija može stvoriti rizike¹⁰ i uzrokovati štetu javnim interesima i temeljnim pravima zaštićenima pravom Unije. Ta šteta može biti materijalna ili nematerijalna, uključujući tjelesnu, psihološku, društvenu ili ekonomsku štetu (Europski parlament, 2023). Pravo na privatnost i zaštitu osobnih podataka mora biti zajamčeno tijekom cijelog životnog ciklusa sustava umjetne inteligencije.

4.1. Zahtjevi za transparentnost

Uredbom se od država članica zahtijeva i to da sustavi umjetne inteligencije opće namjene i modeli na kojima se temelje moraju zadovoljavati određene kriterije transparentnosti, uključujući usklađenost s propisima Europske unije o autorskim pravima i objavljivanje detaljnih sažetaka sadržaja koji se koristi za obuku. Uz to, umjetno stvoreni ili manipulirani audio i videosadržaji (*deepfakes*) te fotografije moraju biti jasno označeni kao takvi. Uredba, također, nastoji ojačati djelotvornost tih postojećih prava i pravnih lijekova utvrđivanjem posebnih zahtjeva i obveza, ***među ostalim u pogledu transparentnosti, tehničke dokumentacije i vođenja evidencije o sustavima umjetne inteligencije.***

brodova, silovanje, kazneno djelo protiv okoliša, organizirana ili oružana pljačka, sabotaža, sudjelovanje u zločinačkoj organizaciji uključenoj u jednoj od navedenih kaznenih djela ili više njih.

Uporaba daljinske biometrijske identifikacije je dopuštena samo u određenim situacijama (npr. sprečavanje terorističkog napada) uz procjenu učinka na temeljna prava. Mora je odobriti pravosuđe ili neovisno upravno tijelo, osim u hitnim slučajevima kada se odobrenje može zatražiti naknadno. O svakoj uporabi ovih sustava potrebno je obavijestiti nadležna tijela za nadzor tržišta i zaštitu podataka. Države članice trebaju podnositi godišnja izvješća Komisiji o uporabi ovih sustava, a Komisija objavljuje agregirane izvještaje.

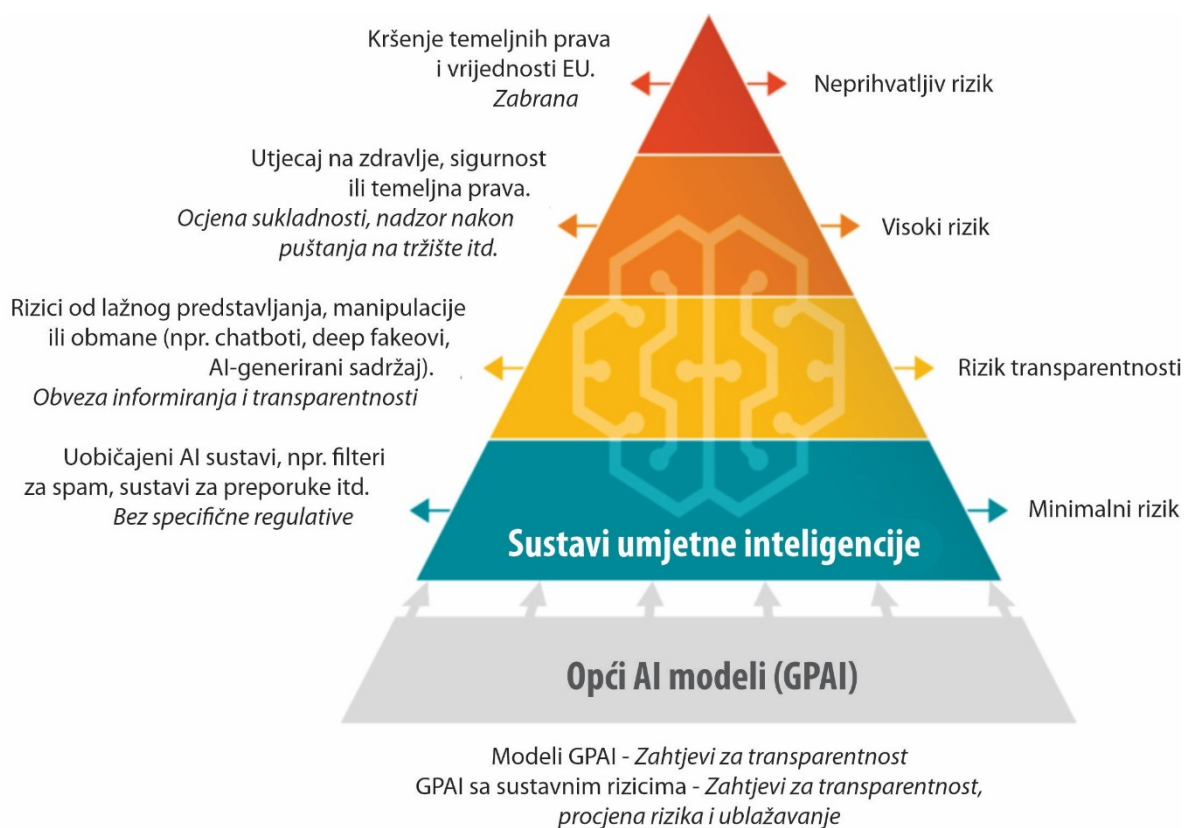
Bitno je napomenuti da države članice mogu uvesti strože propise o upotrebi sustava za daljinsku biometrijsku identifikaciju.

⁹ Visokorizična umjetna inteligencija upotrebljava se, među ostalim, za kritičnu infrastrukturu, obrazovanje i osposobljavanje, zapošljavanje, ključne privatne i javne usluge (npr. zdravstvo, bankarstvo), određene sustave u okviru kaznenog progona, upravljanje migracijama i granicama, pravosuđe i demokratske procese (npr. utjecanje na izbore).

¹⁰ Navedeni rizici povezani sa sustavima umjetne inteligencije (UI sustavi) mogu proizlaziti iz načina na koji su ti sustavi dizajnirani, mogu biti uzrokovani i načinom na koji se oni upotrebljavaju. Subjekti koji uvode visokorizične UI sustave stoga imaju ključnu ulogu u osiguravanju zaštite temeljnih prava, čime se dopunjuju obveze dobavljača pri razvoju UI sustava. Subjekti koji uvode UI sustave u najboljem su položaju da razumiju kako će se visokorizični UI sustav konkretno upotrebljavati te stoga mogu utvrditi potencijalne znatne rizike koji nisu predviđeni u fazi razvoja, zahvaljujući preciznijem poznavanju konteksta korištenja te osoba ili skupina osoba koje bi vjerojatno bile zahvaćene, uključujući skupine ranjivih osoba. Subjekti koji uvode visokorizične UI sustave navedene u prilogu ovoj Uredbi također imaju ključnu ulogu u informiranju fizičkih osoba i trebali bi, kada donose odluke ili pomažu u donošenju odluka povezanih s fizičkim osobama, ako je primjenjivo, obavijestiti fizičke osobe da se na njih primjenjuje visokorizični UI sustav. Te informacije trebale bi obuhvaćati namjenu sustava i vrstu odluka koje donosi. Subjekt koji uvodi sustav također obavještava fizičku osobu o njezinu pravu na objašnjenje predviđenom na temelju ove Uredbe. Kad je riječ o visokorizičnim UI sustavima koji se upotrebljavaju za potrebe kaznenog progona, tu bi obvezu trebalo provesti u skladu s člankom 13. Direktive (EU) 2016/680.

4.2. Poticanje inovacija te malih i srednjih poduzeća

Uredbom se u konačnici zahtijeva i uspostava regulatorno izoliranog okruženja i testiranje u stvarnim uvjetima na nacionalnoj razini te omogućavanje start-up, malim i srednjim poduzećima pristup istima, kako bi mogla razvijati i trenirati inovativne sustave umjetne inteligencije prije njihova stavljanja na tržište. Uporaba sustava podrazumijeva i etičke principe primjene sukladno Aktu o umjetnoj inteligenciji. Pravilno interpretiranje i primjena Uredbe o umjetnoj inteligenciji bitno je za budućnost u kojoj će umjetna inteligencija igrati sve važniju ulogu jer će mijenjati tržište rada, što će potaknuti obrazovanje i prekvalifikacije u području tehnologija koje primjenjuju umjetnu inteligenciju kako bi se radnici pripremili za nove vrste poslova. Također, primjena ovih tehnologija u javnim uslugama i administraciji mogla bi osigurati pravednost i učinkovitost u njihovom radu te ciljano suzbijanje zlouporaba.



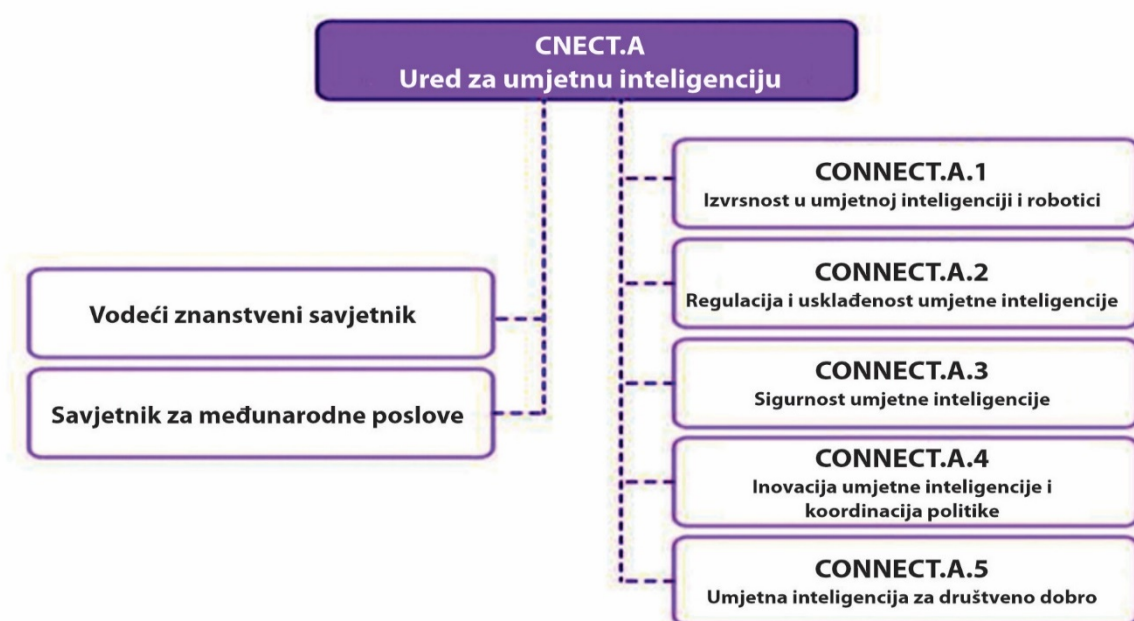
Slika 1. Struktura procjene rizika

4.3. Europski ured za umjetnu inteligenciju

Europski ured za umjetnu inteligenciju¹¹ utemeljen je u siječnju 2024. godine kao središte stručnosti za umjetnu inteligenciju i čini temelj za jedinstveni europski sustav upravljanja umjetnom inteligencijom. Ured je dio administrativne strukture Glavne uprave za komunikacijske mreže, sadržaje i tehnologije (DG CNECT), čiji je mandat podržavanje razvoja i korištenja pouzdane umjetne inteligencije, uz istovremenu zaštitu od rizika umjetne inteligencije. *Akt o umjetnoj inteligenciji* prvi je sveobuhvatni pravni okvir o umjetnoj inteligenciji u cijelom svijetu, koji jamči zdravlje, sigurnost

¹¹ Komisija, 24. siječnja 2024. donosi Odluku o utemeljenju Europskog ureda za umjetnu inteligenciju (C/2024/1459).

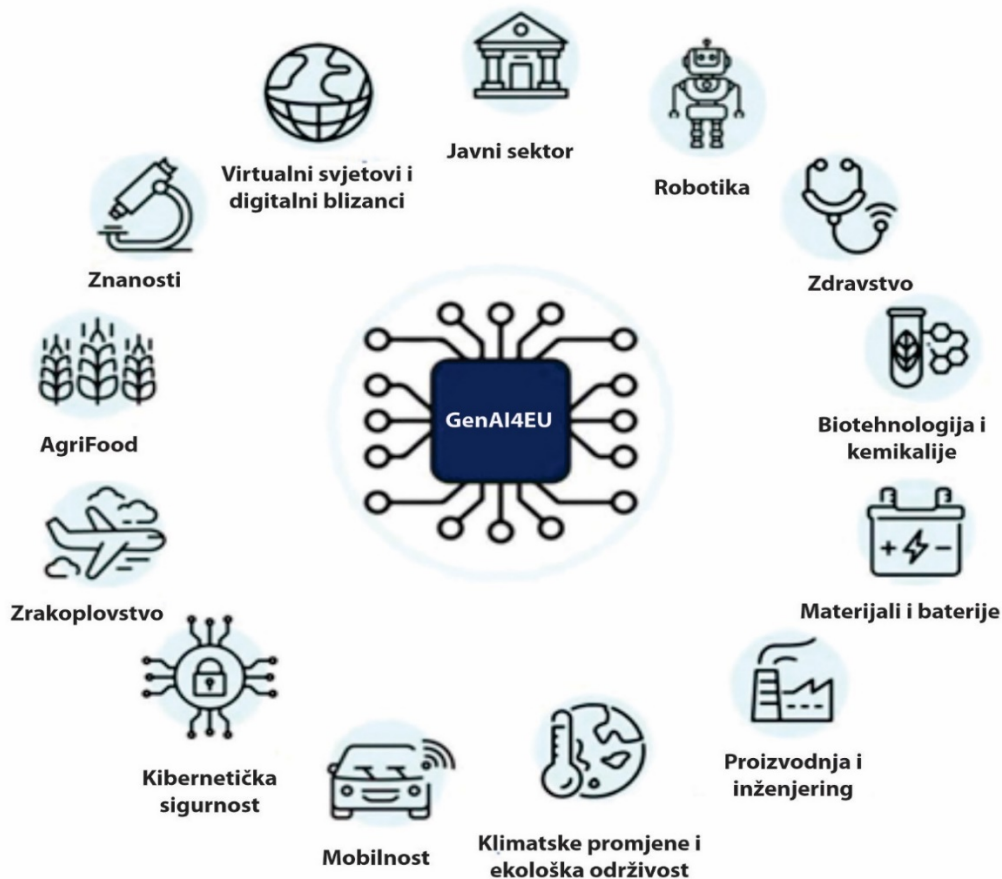
i temeljna prava ljudi te pruža pravnu sigurnost tvrtkama u 27 država članica. Ključnu ulogu u provedbi Akta o umjetnoj inteligenciji će zasigurno imati Ured za umjetnu inteligenciju¹², podupirući upravljačka tijela u državama članicama u njihovim zadaćama i provedbom pravila za modele umjetne inteligencije opće namjene. Ured ima i ovlasti provedbe evaluacije modela umjetne inteligencije opće namjene, traženja informacija i mjera od pružatelja modela i primjene sankcija. U konačnici, Ured bi trebao postati globalna referentna točka u ovoj oblasti, koja će osigurati strateški, koherentan i učinkovit europski pristup umjetnoj inteligenciji na međunarodnoj razini.



Slika 2. Struktura Europskog ureda za umjetnu inteligenciju

Komisija je pokrenula i paket inovacija u području umjetne inteligencije kako bi podržala mala i srednja poduzeća te start-upe u razvoju pouzdane umjetne inteligencije sukladno vrijednostima i pravilima Europske unije. Inicijativa GenAI4EU i Ured za umjetnu inteligenciju bili su dio ovog paketa. Zajedno bi trebali pridonijeti razvoju novih slučajeva uporabe i novih aplikacija u 14 europskih industrijskih ekosustava, kao i u javnom sektoru. Područja primjene uključuju robotiku, zdravstvo, biotehnologiju, proizvodnju, mobilnost, klimu i virtualne svjetove.

¹² Temeljni zadaci Ureda su: (a) doprinositi strateškom, dosljednom i djelotvornom pristupu Unije međunarodnim inicijativama u području umjetne inteligencije u koordinaciji s državama članicama i u skladu sa stajalištima i politikama; (b) doprinositi poticanju mjera i politika u Komisiji kojima se iskorištavaju društvene i gospodarske prednosti tehnologija umjetne inteligencije; (c) pružati potporu ubrzanom razvoju, uvođenju i korištenju pouzdanih sustava umjetne inteligencije i aplikacija koje donose društvene i gospodarske koristi te doprinose konkurentnosti i gospodarskom rastu Unije. Ured osobito promiče inovacijske ekosustave putem suradnje s relevantnim javnim i privatnim akterima i zajednicom start-up poduzeća; (d) pratiti razvoj tržišta i tehnologija umjetne inteligencije.



Slika 3. Područja primjene inicijative GEN AI4EU

ZAKLJUČAK

Umjetna inteligencija nije znanstvena fantastika - ona je već dio našeg života, ona nije budućnost - ona je sadašnjost. Sve navedeno govori o sretnom trenutku ili realnom shvaćanju koliko opasna može biti „samosvjesnost“ računalnih sustava, kojima dopuštamo da nam kreiraju mišljenje, prave govore ili odlučuju umjesto nas. Ranijim stručnim člancima ukazivali smo na niz sigurnosnih i poslovnih izazova te nužnosti bilo kakvog pravnog okvira kojim bi se određena ponašanja umjetne inteligencije ili strojnog učenja stavila pod kontrolu, pa čak i kada bi to bile neke propisane smjernice. Danas su na razini Europske unije odobrena GPAI (*general purpose AI models*) pravila, kojima se definiraju razine rizika od (zlo)uporabe umjetne inteligencije te ponašanja u određenim razinama rizika, tj. konkretnim nedopuštenim radnjama i zabrani primjene u konkretnim slučajevima. Ovo je dobar početak obračuna s umjetno kreiranim, vrlo neprovjerenim, informacijskim blokovima, koji nas vode ka krivim zaključcima ili odlukama, ubijajući vlastitu kreativnost čovjeka kao čuvara znanja i vršeći nadzor nad njegovim idejama tako što mu nude gotov „template“ razmišljanja. Čovjek je ipak mnogo više i on je, na koncu, stvorio umjetnu inteligenciju. Okretanjem ka etici i moralnosti primjene umjetne inteligencije ne potičemo samosvijest strojeva, nego se vraćamo vlastitoj samosvijesti spoznajući tko smo i što smo, što je to ispravno, a što ne, slijedom čega je sam pravni akt, slijedeći etičke principe, dosegao i razinu zahtjeva za transparentnošću, iznimkama, usklađivanjem pravila na razini Europske unije, ali i zabranama određenih uporaba umjetne inteligencije.

Literatura

- Antony Sheldon, The Fourth Education Revolution, "Hawking, S. Launch of the Leverhulme Center for the Future of Intelligence", October 2016.
- Bernard Marr, Matt Ward, Umjetna inteligencija u praksi, John Wiley & Sons, Naklada MATE, Zagreb, 2022.
- Louis Del Monte, The Artificial Intelligence Revolution, Del Monte Associates, San Bernardino, 2014., Self-Aware Machines.
- Thomas H. Davenport, Prednost umjetne inteligencije, MATE d. o. o. Zagreb, 2021.
- Akt o umjetnoj inteligenciji, P9_TA(2024)0138, <https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-138_HR.html,10.6.2024>.
- Digitalna strategija EU, <<https://www.europarl.europa.eu/topics/hr/article/20210414STO02010/oblikovanje-digitalne-transformacije-objasnjenje-strategije-eu-a>>.
- EU akt o umjetnoj inteligenciji, <<https://www.europarl.europa.eu/topics/hr/article/20230601STO93804/akt-eu-a-o-umjetnoj-inteligenciji-prva-regulacija-tog-podrucja>>.
- EUR-Lex, <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2017:228:FIN>>.
- European Council, <<http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-14-2017-INIT/en/pdf>>.
- Europska komisija, Struktura procjene rizika i Ureda za UI,< <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/ai-office>>.
- Europski parlament 2023, <<https://www.europarl.europa.eu/topics/hr/article/20230601STO93804/akt-eu-a-o-umjetnoj-inteligenciji-prva-regulacija-tog-podrucja>>.
- Hrvatska enciklopedija, <<http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=63150>>,Povjerenje i izvrsnost za umjetnu inteligenciju, <https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/excellence-and-trust-artificial-intelligence_hr>.
- McKinsey Global Institute, Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy, 2013, <<https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/disruptive-technologies>>.
- Ministarska izjava, Tallinne,< <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ministerial-declaration-egovernment-tallinn-declaration>>.
- Rezolucija Europskog parlamenta, <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:52017IP0051>>.

ETHICAL PRINCIPLES AS A CONTROL MECHANISM OF THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Professional article

Hana Korać¹, Vjekoslav Vuković², Tomislav Ćurić³

1 Pravni fakultet Univerziteta u Travniku, Azapovići 439, 71250 Kiseljak, Bosna i Hercegovina
e-mail: korachana@yahoo.com

2 Vanjskotrgovinska komora Bosne i Hercegovine,
Branislava Đurđeva 10, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina
e-mail: vjekoslav.vukovic73@gmail.com

3 Delegacija Europske unije u Bosni i Hercegovini, Skenderija 3A, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina
e-mail: curic.tomislav@gmail.com

ABSTRACT

Again about artificial intelligence (AI), as part of our everyday life. We want to write a speech, find an adequate text or presentation, we are no longer ashamed of our own ignorance, but simply reach for the Chat GPT system of artificial intelligence, which, as if omniscient, has answers to all our questions and doubts, as it is aware of communicating with us, or completely self-aware. How accurate is this, what data sources or database does it use, whether the data is in real time, on a cloud service, "stolen", acquired legally, permitted, emotionally colored, etc., we do not know, we are not interested, we are just looking for a final solution, now and immediately. This speed, like any speed, kills, but this time our creativity, morality, ethics, and therefore objectivity.

Keywords: Artificial intelligence, self-awareness, ethics

