



UNIVERZITET U NOVOM SADU
EKONOMSKI FAKULTET U SUBOTICI
STUDIJSKI PROGRAM: MENADŽMENT I BIZNIS

Eko-efikasnost industrijske simbioze u proizvodnji prehrambenih proizvoda u Republici Srbiji i zemljama regiona

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor: Prof. dr Slavica Tomić

Kandidat: Dragana Delić

Subotica, 2018. godine

**UNIVERZITET U NOVOM SADU
EKONOMSKI FAKULTET U SUBOTICI**

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada (dipl., mag., dokt.): VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	Dragana Delić
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	Prof. dr Slavica Tomić, vanredni profesor
Naslov rada: NR	EKO-EFIKASNOST INDUSTRIJSKE SIMBIOZE U PROIZVODNJI PREHRAMBENIH PROIZVODA U REPUBLICI SRBIJI I ZEMLJAMA REGIONA
Jezik publikacije: JP	srpski
Jezik izvoda: JI	srp. / eng.
Zemlja publikovanja: ZP	Republika Srbija
Uže geografsko područje: UGP	Autonomna pokrajina Vojvodina
Godina: GO	2018
Izdavač: IZ	autorski reprint
Mesto i adresa: MA	Ekonomski fakultet u Subotici, Segedinski put 9-11, Subotica

Fizički opis rada: FO	broj poglavlja:4 / stranica:195 / slika: 35/ grafikona:45 / referenci: 204
Naučna oblast: NO	Menadžment
Naučna disciplina: ND	Ekonomija resursima i korporativna efikasnost
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	Eko-efikasnost, industrijska simbioza, proizvodnja prehrambenih proizvoda, prehrambeni otpad, nusproizvodi, upravljanje i valorizacija reziduala.
UDK	
Čuva se: ČU	Biblioteka Ekonomskog fakulteta u Subotici Matica Srpska
Važna napomena: VN	Nema
Izvod: IZ	<p>U uslovima savremene ekološke krize neophodno je tradicionalni (linearni) model proizvodnje (uzmi – napravi – odbaci) transformisati u cirkularni model industrijskih (poslovnih) aktivnosti sa ciljem izgradnje industrijskih ekosistema analognih prirodnim ekosistemima. Industrijska simbioza je jedan od ključnih stubova cirkularne ekonomije, uspostavljanja i razvoja industrijskih ekosistema. Saradnja posredstvom industrijske simbioze omogućava kompanijama da unaprede sveukupnu efikasnost procesa poslovanja pronalaženjem načina upotrebe tokova otpada i nusproizvoda odnosno upotrebom otpada koji nastaje u jednom procesu kao sirovine u drugom. Industrijska simbioza povezuje kompanije sa ciljem da se na ekonomski racionalan (efikasan) način smanji ekološki uticaj koji imaju poslovne (proizvodne) aktivnosti.</p> <p>Primena principa industrijske simbioze omogućava napredak ka eko-efikasnijim industrijskim sistemima. Koncept eko-efikasnosti doprinosi uspostavljanju ravnoteže između ekonomskih i ekoloških ciljeva poslovanja i omogućava istovremeno merenje ekonomskih i ekoloških performansi. Industrijska simbioza je veoma koristan pristup za rešavanje problema prehrambenog otpada. U procesu (industrijske) proizvodnje prehrambenih proizvoda nastaju velike količine biorazgradivog otpada i nusproizvoda. Brojni autori ukazuju na činjenicu da su navedeni tokovi reziduala samo delimično valorizovani.</p> <p>U radu su predstavljena brojna konvencionalna i inovativna rešenja za upravljanje i valorizaciju reziduala proizvodnje prehrambenih proizvoda</p>

	<p>posredstvom industrijske simbioze. Rezultati su sistematizovani po granama/grupama ekonomskih aktivnosti u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda. Razvijen je plauzibilni model i na njemu predstavljen veliki broj uspostavljenih simbiotskih "veza" između različitih grana industrije, a u svrhu valorizacije reziduala proizvodnje prehrambenih proizvoda koji se mogu iskoristiti kao inputi u okviru proizvodnje prehrambenih proizvoda i/ili u drugim granama prerađivačke industrije.</p> <p>Empirijsko istraživanje, u formi pilot studije, je sprovedeno u 5 zemalja: u Srbiji, Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini, Mađarskoj i Rumuniji, a u njemu su učestvovala odabrane kompanije kao predstavnici 3 grane/grupe u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda: proizvodnja sira, suncokretovog ulja i šećera. Analizirani su efekti interne i eksterne simbiotske razmene na ekonomske i ekološke performanse kompanija .</p>
Datum prihvatanja teme od strane Senata: DP	08.09.2016.
Datum odbrane: DO	
Članovi komisije: (ime i prezime / titula / zvanje / naziv organizacije / status) KO	predsednik: član: član:

University of Novi Sad
Faculty of Economics Subotica
Key word documentation

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	Doctoral Thesis
Author: AU	Dragana Delić
Mentor: MN	Slavica Tomić, PhD, Associate Professor
Title: TI	ECO-EFFICIENCY OF INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN FOOD MANUFACTURING IN REPUBLIC OF SERBIA AND COUNTRIES IN THE REGION
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	Serbian/English
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	Autonomous Province of Vojvodina
Publication year: PY	2018
Publisher: PU	Author's reprint
Publication place: PP	Faculty of Economics Subotica, Segedinski put 9-11, Subotica

Physical description: PD	Chapter number:4 / pages:195 / pictures: 35/ graphs:45 / references: 204
Scientific field SF	Management
Scientific discipline SD	Resource economy and corporate efficiency
Subject, Key words SKW	Eco-efficiency, industrial symbiosis, food manufacturing, food waste, by-products, residues management and valorisation
UC	
Holding data: HD	Library of Faculty of Economics Subotica, Matica Srpska
Note: N	No
Abstract: AB	<p>Traditional (linear) model (take – make – dispose) should be transformed into a more integrated, circular model of industrial (business) activities with the aim to form industrial ecosystem, in analogy with natural ecosystems.</p> <p>Industrial symbiosis is one of the key pillars of circular economy and industrial ecosystem development. Industrial symbiosis enable industry (company) to increase its overall efficiency by finding new uses for waste and by-products streams meaning that waste from one industrial processes can serve as the raw material for another. Industrial symbiosis aims to connect companies in order to reduce the environmental impact of industrial activity in an economically rational way.</p> <p>Industrial symbiosis is enabling progress to a more eco-efficient industrial systems. Concept of eco-efficiency is introduced with the aim to balance economic and environmental goals and to measure environmental and economic performances.</p> <p>Industrial symbiosis is one of very useful instruments to solve a problem of food waste. Food processing activities produce large amounts of biodegradable by-products and waste. According to many authors such waste streams are only partially valorised at different value added levels.</p> <p>Many conventional and inovative solutions in the context of management and valorisation of food processing residues (waste and by-products) through industrial symbiosis are presented. Results are systemized by food manufacturing groups and classes.</p> <p>Plausible model was developed including numerous current and inovative options for the valorisation of food production residues within food industry as well</p>

	<p>as in other division of manufacturing activities through industrial symbiosis.</p> <p>Empirical research in form of pilot study was conducted in 5 countries (Serbia, Croatia, Bosnia and Hercegovina, Hungary and Romania), including 3 food products (food manufacturing groups/classes): 1. cheese making, 2. sugar and 3. sunflower oil production. Effects of internal and external industrial symbiosis on economic and environmental performances were analyzed.</p>
<p>Accepted on Senate on: AS</p>	<p>08.09.2016.</p>
<p>Defended: DE</p>	
<p>Thesis Defend Board: DB</p>	<p>president: member: member:</p>

Sadržaj:

Uvod.....	1
I TEORIJSKI OKVIR.....	8
1. Motivi istraživanja.....	9
2. Eko-efikasnost – kompatibilnost ekonomskih i ekoloških indikatora performansi.....	13
2.1. Tradicionalni pristup efikasnosti.....	13
2.2. Savremeni koncepti efikasnosti.....	14
2.3. Filozofija, teorija i modeli eko-efikasnosti.....	18
2.4. Implikacije eko-efikasnosti.....	28
2.4.1. Internalizacija eksternalija.....	28
2.4.2. Merenje ekonomskih performansi.....	30
2.4.3. Evaluacija ekoloških performansi.....	31
3. Industrijska simbioza.....	33
3.1. "Cirkularna" (kružna) ekonomija versus "linearna" ekonomija.....	33
3.1.1. Poslovni model.....	36
3.1.2. Održivi i cirkularni poslovni modeli.....	37
3.2. Industrijska simbioza – ekonomska i ekološka dimenzija.....	41
3.3. Faze procesa uspostavljanja saradnje posredstvom industrijske simbioze.....	47
3.4. Eko-efikasnost industrijske simbioze.....	49
3.4.1. Ekonomske performanse industrijske simbioze.....	50
3.4.2. Ekološke performanse industrijske simbioze.....	51
3.5. Faktori uspeha industrijske simbioze.....	55
4. Reziduali procesa proizvodnje prehrambenih proizvoda.....	60
4.1. Ekonomsko vrednovanje reziduala proizvodnje prehrambenih proizvoda.....	60
4.1.1. Terminološki galimatijas.....	60
4.1.2. Valorizacija reziduala u funkciji održive proizvodnje prehrambenih proizvoda.....	71
4.1.3. Doprinos valorizacije rezidula prehrambene industrije razvoju bioekonomije.....	79
4.2. Upravljanje rezidualima proizvodnje prehrambenih proizvoda.....	83
4.2.1. Prerada i konzervisanje mesa i proizvoda od mesa.....	83
4.2.1.1. Prerada i konzervisanje mesa i proizvodnja mesnih prerađevina.....	85
4.2.1.2. Prerada i konzervisanje živinskog mesa.....	86
4.2.2. Prerada i konzervisanje ribe, ljuskara i mekušaca.....	87
4.2.3. Prerada i konzervisanje voća i povrća.....	88
4.2.3.1. Prerada i konzervisanje krompira.....	88

4.2.3.2. Proizvodnja sokova od voća i povrća i ostala prerada i konzervisanje voća i povrća	88
4.2.4. Proizvodnja biljnih i životinjskih ulja i masti	95
4.2.4.1. Proizvodnja suncokretovog ulja.....	96
4.2.4.2. Proizvodnja maslinovog ulja	97
4.2.5. Proizvodnja mlečnih proizvoda - Prerada mleka i proizvodnja sireva	99
4.2.6. Proizvodnja ostalih prehrambenih proizvoda	108
4.2.6.1. Proizvodnja šećera	108
4.2.6.2. Proizvodnja kakaoa, čokolade i konditorskih proizvoda	114
4.2.6.3. Prerada čaja i kafe	116
4.2.7. Proizvodnja pića	118
4.2.7.1. Proizvodnja vina od grožđa	118
4.2.7.2. Proizvodnja piva	120
5. Cirkularna ekonomija i industrijska simbioza u Evropskoj uniji	122
5.1. Akcioni plan za cirkularnu ekonomiju	122
5.2. Resursna efikasnost Evropskoj uniji	126
5.3. Primeri dobre prakse industrijske simbioze u odabranim zemljama Evropske unije	131
II EMPIRIJSKO-ANALITIČKI OKVIR	136
1. Naučna i društvena opravdanost istraživanja	137
2. Predmet i problemi istraživanja	139
3. Ciljevi istraživanja	141
4. Hipotetički okvir istraživanja	142
5. Metodološki okvir istraživanja – metode, postupci i tehnike istraživanja	143
6. Presentacija i interpretacija rezultata istraživanja	147
6.1. Model tokova i valorizacije nusproizvoda i proizvodnog otpada u proizvodnji prehrambenih proizvoda	147
6.2. Komparativna analiza rezultata istraživanja – zemlje regiona i Republika Srbija.....	148
7. Predlog mera i smernice za buduća istraživanja	183
Zaključna razmatranja	183
Literatura	186

Rezime

U uslovima savremene ekološke krize neophodno je tradicionalni (linearni) model proizvodnje (uzmi – napravi – odbaci) transformisati u cirkularni model industrijskih (poslovnih) aktivnosti sa ciljem izgradnje industrijskih ekosistema analognih prirodnim ekosistemima. Industrijski ekosistem se može definisati kao mreža organizacija koje koriste materijal, energiju, vodu, ali i otpad kao input. U "idealnim" industrijskim ekosistemima, potrošnja energije i materijala je optimizovana, a količina otpada svedena na najmanju meru.

Industrijska simbioza je jedan od ključnih stubova cirkularne ekonomije, uspostavljanja i razvoja industrijskih ekosistema. Saradnja posredstvom industrijske simbioze omogućava kompanijama da unaprede sveukupnu efikasnost procesa poslovanja pronalaženjem načina upotrebe tokova otpada i nusproizvoda odnosno upotrebom otpada koji nastaje u jednom procesu kao sirovine u drugom. Industrijska simbioza povezuje kompanije sa ciljem da se na ekonomski racionalan (efikasan) način smanji ekološki uticaj koji imaju poslovne (proizvodne) aktivnosti.

Primena principa industrijske simbioze omogućava napredak ka eko-efikasnijim industrijskim sistemima. Eko-efikasnost, resursna efikasnost, resursna efikasnost koja ne uključuje radnu snagu su (relativno) novi koncepti merenja uspešnosti poslovanja. Koncept eko-efikasnosti doprinosi uspostavljanju ravnoteže između ekonomskih i ekoloških ciljeva poslovanja i omogućava istovremeno merenje ekonomskih i ekoloških performansi.

Industrijska simbioza je veoma koristan pristup za rešavanje problema prehrambenog otpada. U procesu (industrijske) proizvodnje prehrambenih proizvoda nastaju velike količine biorazgradivog otpada i nusproizvoda. Brojni autori ukazuju na činjenicu da su navedeni tokovi reziduala samo delimično valorizovani. Pored toga što prehrambeni otpad predstavlja značajan gubitak vrednih resursa, takođe je i ozbiljan problem sa ekonomskog i ekološkog aspekta.

U radu su predstavljena brojna konvencionalna i inovativna rešenja za upravljanje i valorizaciju reziduala proizvodnje prehrambenih proizvoda posredstvom industrijske simbioze. Rezultati su sistematizovani po granama/grupama ekonomskih aktivnosti u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda.

Razvijen je plauzibilni model i na njemu predstavljen veliki broj uspostavljenih simbiotskih "veza" između različitih grana industrije, a u svrhu valorizacije reziduala proizvodnje prehrambenih proizvoda koji se mogu iskoristiti kao inputi u okviru proizvodnje prehrambenih proizvoda i/ili u drugim granama prerađivačke industrije.

Empirijsko istraživanje, u formi pilot studije, je sprovedeno u 5 zemalja: u Srbiji, Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini, Mađarskoj i Rumuniji, a u njemu su učestvovala odabrane kompanije kao predstavnici 3 grane/grupe u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda: proizvodnja sira, suncokretovog ulja i šećera. Analizirani su efekti interne i eksterne simbiotske razmene na: 1. ekonomske performanse kompanija - povećanje prihoda i smanjenje troškova i 2. ekološke performanse - smanjenje količine otpada koji se odlaže eksterno i upotreba nusproizvoda kao sirovine i/ili energenta.

Abstract

Traditional (linear) model (take – make – dispose) should be transformed into a more integrated, circular model of industrial (business) activities with the aim to form industrial ecosystem, in analogy with natural ecosystems. Industrial ecosystem is a networks of organizations that share basic inputs and outputs such as raw materials, products, process, energy, water and waste. In ideal industrial ecosystems the consumption of energy and materials is optimised and waste generation is minimised.

Industrial symbiosis is one of the key pillars of circular economy and industrial ecosystem development. Industrial symbiosis enable industry (company) to increase its overall efficiency by finding new uses for waste and by-products streams meaning that waste from one industrial processes can serve as the raw material for another. Industrial symbiosis aims to connect companies in order to reduce the environmental impact of industrial activity in an economically rational way.

Industrial symbiosis is enabling progress to a more eco-efficient industrial systems. Eco–efficiency, resource efficiency, non-labour resource efficiency are relatively new concepts of measuring output - input ratio (e.g. efficiency). Concept of eco-efficiency is introduced with the aim to balance economic and environmental goals and to measure environmental and economic performances.

Industrial symbiosis is one of very useful instruments to solve a problem of food waste. Food processing activities produce large amounts of biodegradable by-products and waste. According to many authors such waste streams are only partially valorised at different value added levels. In addition to being a great loss of valuable materials, food waste also raises serious management problems both from the economic and environmental point of view.

Many conventional and inovative solutions in the context of management and valorisation of food processing residues (waste and by-products) through industrial symbiosis are presented. Results are systemized by food manufacturing groups and classes. Plausible model was developed including numerous current and inovative options for the valorisation of food production residues within food industry as well as in other divison of manufacturing activities through industrial symbiosis.

Empirical reserach in form of pilot study was conducted in 5 countries (Serbia, Croatia, Bosnia and Hercegovina, Hungary and Romania), including 3 food products (food manufacturing groups/classes): 1. cheese making, 2. sugar and 3. sunflower oil production. Effects of internal and external industrial symbiosis on econimic (eco-sale and eco-savings) and environmental (landfill diverted, supstitution of raw material and energy) performances were analized.

Uvod

Ekonomija contra prirode...

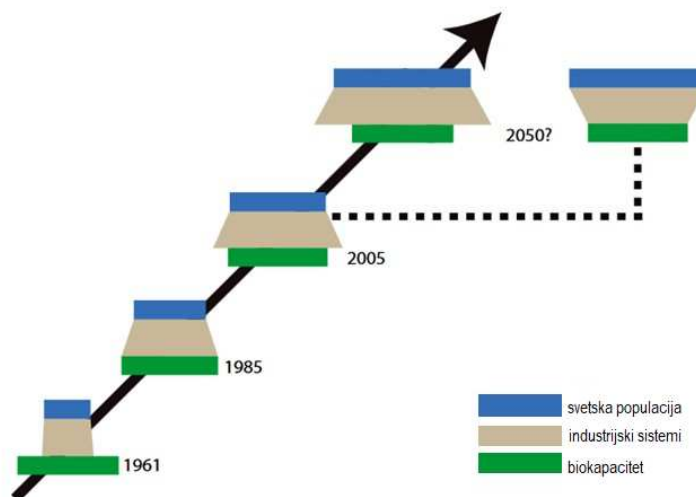
Priroda i njeni resursi, sa pravom nazvani prirodnim bogatstvima, oduvek su bili izvor života, značajan faktor ekonomskog napretka (rasta) i bogatstva ljudi. S tendencijom povećanja svetske populacije, s jedne strane, i prosperiteta (rasta standarda života, kupovne moći i potrošačkih aspiracija koji povećavaju tražnju za proizvodima) s druge strane, značaj, odnosno ekonomska relevantnost (vrednost) ograničenih prirodnih resursa je sve veća.

Ekonomski rast, čije se granice danas mogu sve jasnije i videti i osetiti, podiže ljude iz siromaštva i omogućava zadovoljenje pre svega osnovnih životnih potreba u smislu pristupa hrani, čistoj pijaćoj vodi, obrazovanju, zdravstvenoj zaštiti i dr. Sa navedenog stanovišta, rast je neophodan i opravdan. S druge strane, kolonizacija prirode, utilitaristički pristup ili pogled po kome se priroda doživljava kao "skladište resursa" rezultirali su katastrofalnim posledicama po životnu sredinu (Rifkin, 2006). U okvirima globalne ekološke krize danas, može se zaključiti da je (naj)veći deo komponenti biosfere, manje ili više, zagađen (degradiran). Reč je o neželjenim promenama (fizičkih, hemijskih i bioloških) karakteristika vazduha, vode i zemljišta koje narušavaju ravnotežu i nepovoljno utiču na organizme – biljni, životinjski i svet mikroorganizama, kao i na čoveka.

Odnos rasta populacije i industrijske proizvodnje s jedne strane i biokapaciteta¹ sa druge strane predstavljen je na slici 1.

¹Biokapacitet nekog područja se izračunava množenjem površine tog područja sa faktorom prinosa iz datog ekosistema i odgovarajućim faktorom ekvivalencije i zavisi od primene savremene poljoprivredne prakse (upotrebe đubriva i navodnjavanja), degradacije ekosistema i broja stanovnika. Preuzeto sa: <http://indicator.sepa.gov.rs/o-indikatori/indikatori-odrzivog-razvoja-srbija-i-svet-1#osnove>. U radu "Human Appropriation of the Products of Photosynthesis" objavljenom 1986.godine Vitousek et al. navode da je čovek samo jedna od više miliona vrsta koje žive na Planeti, a prema proračunima autora "prisvaja" gotovo 40% neto proizvoda fotosinteze. Preuzeto sa: http://mahb.stanford.edu/wp-content/uploads/2012/02/1986_Vitousek.pdf

Slika 1. Rast svetske populacije i industrijske aktivnosti u okviru nepromenjenog biokapaciteta



Prema: Evans, S., Bergendahl, N.M., Gregory, M., Ryan, C. (2009). *Towards a sustainable industrial system: with recommendation for education, research, industry and policy*. University of Cambridge Institute for Manufacturing, str.7. Preuzeto sa: https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/uploads/Resources/Reports/Industrial_sustainability_report.pdf

Činjenica je da ekonomski rast prati porast količine otpada i zagađenja i da isti (rast) vrši, sada već neizdrživ pritisak na prirodne resurse, dovodi do njihove oskudice, sledstveno ekonomskim zakonitostima, do njihovog poskupljenja i na taj način se odražava na troškove poslovanja kompanija. Pojavni oblici ekološke krize, od zagađenja vode, zemljišta i vazduha do niskog nivoa ekološke svesti, ekološke etike, ekološkog ponašanja i sveobuhvatnog "ekološkog pustošenja" (Komazec, 2009, str.139) nameću pitanje – da li je napredak (prekomerno povećanje proizvodnje i potrošnje) zaista odraz prosperiteta, a nezaustavljivo opterećenje koje nameću ljudske aktivnosti povećanje blagostanja?

U ekonomskoj istoriji XX veka pitanja životne sredine, prirodnih resursa, odnosa proizvodnih aktivnosti i prirodnih resursa su postepeno dobijala na značaju. Tokom 30-tih godina prošlog veka, za vreme velike ekonomske krize, pažnju ekologa je privukla erozija tla, a tokom 1950-tih i 1960-tih godina korišćenje pesticida i zagađenja vazduha su izazvali zabrinutost. Međutim, tek poslednjih decenija prošlog veka, degradacija životne sredine je prepoznata i priznata kao osnovni izazov za proces ekonomskog rasta (Haris, 2009, str. 24). U globalnoj ekonomiji XXI veka sagledavanje stanja životne sredine će biti odlučujući faktor ekonomskog razvoja u kome su ekološki problemi ili problemi neodrživosti – zagađenje (degradacija) životne sredine, zatim siromaštvo i zdravlje ljudi metaproblemi održivog razvoja (Haris, 2009, str.25;Roome, 2001, str.70-71; Posch, 2010, str.243).

Industrijski sistemi kao nosioci proizvodnih aktivnosti i ekonomskog rasta u velikom broju zemalja svoje funkcionisanje zasnivaju pre svega na eksploataciji prirodnih resursa što znači da tempo, opseg i pravac razvoja

u velikoj meri zavise od prirodnog bogatstva zemlje². Industrija(lizacija) kao pokretač privrednog razvoja, a pod pritiskom zahteva za što većom proizvodnjom i potrošnjom, ima značajan uticaj na degradaciju životne sredine i iscrpljivanje prirodnih resursa odnosno narušavanje prirodne ravnoteže generisanjem zagađenja u vidu emisija štetnih gasova, čvrstog i tečnog otpada.

Kada je reč o upotrebi prirodnih resursa, u Izveštaju o održivim industrijskim sistemima Instituta za proizvodnju Univerziteta u Kembridžu (*engl. Towards a sustainable industrial system: with recommendation for education, research, industry and policy*) se navodi sledeće: "uprkos težnji proizvodnih kompanija da budu efikasne u svojim aktivnostima, ukupna efikasnost procesa konvertovanja (transformisanja) materijala u gotove proizvode (procesu proizvodnje) je manja od 10%, odnosno preko 90% ekstrahovanih resursa nikada ne stigne do potrošača" (Evans, Bergendahl, Gregory, Ryan, 2009, str.7).

Autori Evans, Bergendahl, Gregory i Ryan (2009, str.6) navode da se ne možemo osloniti samo na tehnologiju (tehnoška rešenja su de facto od izuzetnog značaja) prilikom rešavanja brojnih problema prouzrokovanih iscrpljivanjem resursa i zagađenjem. Neophodne su značajne promene u samom sistemu (načinu) potrošnje i proizvodnje, a industrija može imati ključnu ulogu u navedenom procesu. Promene u industrijskim sistemima koje bi doprinele rešavanju navedenih problema između ostalog obuhvataju: proizvodnju uz manju upotrebu materijala i energije (dematerijalizacija), pronalaženje načina upotrebe 90% materijala (sirovina) koji ne stigne do potrošača, primenu koncepta "od klevke do klevke" (*engl. cradle to cradle*), ali i uspostavljanje i razvijanje industrijskih sistema koji će imitirati (oponašati) prirodu tj. prirodne sisteme (Evans, Bergendahl, Gregory, Ryan 2009, str.6).

...Koevolucija prirodnih i ekonomskih sistema

Cilj proizvodnje treba da bude stvaranje materijalnih dobara uz očuvanje prirodnih resursa, odnosno očuvanje prirodne sredine i razvoj proizvodnih snaga ne treba da budu suprotstavljeni. Da bi se navedeno postiglo, prema autorima Marković, Ilić i Ristić (2010) neophodna je "ekologizacija proizvodnje tj. potrebno je sistematski razvijati tehnološka, upravljačka i druga rešenja koja će omogućiti očuvanje prirodnih resursa i unapređenje kvaliteta prirodne sredine" (str.33). Autor Lošonc (2005) u tom kontekstu govori o "ekologiziranju ekonomije" uz objašnjenje da "...sa povećanjem moći čoveka nad prirodom neophodno je razviti senzibilitet prema sporednim proizvodima ekonomskih delatnosti" odnosno "osvrnuti se na biofizička ograničenja ekonomisanja" (str.21).

²"Industrijalizacija se mora zasnivati na prirodnim izvorima i mogućnostima. Prirodna bogatstva i prirodni uslovi...predstavljaju opšti uslov za...privredni razvoj." Politička enciklopedija, 1975, str.334. Industrijalizovana zemlja ili industrijalizacija su postali sinonimi za dinamičan rast proizvodnje, smanjenje nezaposlenosti i siromaštva.

Savremena ekonomija se zasniva na tzv. linearnosti – *uzeti* resurse iz prirode, *napraviti* proizvod, *upotrebiti* proizvod i *(od)baciti* proizvod nakon upotrebe. Sve do pojave savremene ekološke krize, na proizvodnju se gledalo kao na "otvoreni sistem" u kome se kontinuirano (1) koriste prirodni resursi, a (2) otpadne materije iz realizovane produkcije i istrošena – dotrajala proizvedena upotrebna dobra odlažu (bacaju) u, za njih, spoljnu sredinu (Vukićević, 2000, str. 13). Negativne konsekvence neodržive linearne ekonomije po životnu sredinu su brojne: iscrpljivanje prirodnih resursa, redukcija biodiverziteta, smanjenje raspoloživih poljoprivrednih površina, devastacija šuma, generisanje otpada, opterećen biokapacitet, ekološki deficit³, narušeno blagostanje (zdravlje) prirode tj. ekološko blagostanje". Jer, kao što govorimo o zdravlju i blagostanju pojedinačnih organizama, možemo govoriti o zdravlju i blagostanju ekosistema (De Žarden, 2006, str. 267; Ehrenfeld, 2007, str.74).

U navedenom kontekstu, važno je istaći da se ekosistem naše planete razvija (evoluiraju), ali ne raste, stoga njegov podsistem – ekonomija, mora konačno prestati da raste, ali može nastaviti da se razvija – održivo (De Žarden, 2006, str.152). Održivi razvoj podrazumeva integralni pogled na svet i ukazuje na vezu između ekonomije, ekologije (životne sredine, prirodnih resursa) i društva određene zajednice. Suštinu koncepta održivog razvoja čini interakcija ekonomskog razvoja i životne sredine kao i međusobna uslovljenost i komplementarnost razvojne politike i politike zaštite životne sredine koje uvažavaju zakonitosti (principe) funkcionisanja prirodnih sistema.

Zbog postojeće ekološke krize i sve strožijih ekoloških propisa (zakona) i standarda, industrijski sistemi su pod velikim pritiskom da se razvijaju (evoluiraju, unapređuju) od linearnog (input – proizvod – otpad) ka kružnom (cikličnom) modelu poslovanja. Ekonomija zasnovana na kruženju resursa naziva se cirkularna ekonomija. Andersen (2007) navodi da linearni ("otvoreni") (engl. open-ended system) postaje cirkularni kada se "povežu" upotreba resursa (inputa), s jedne strane, i stvaranje otpada (reziduala), na drugoj strani (str.134).

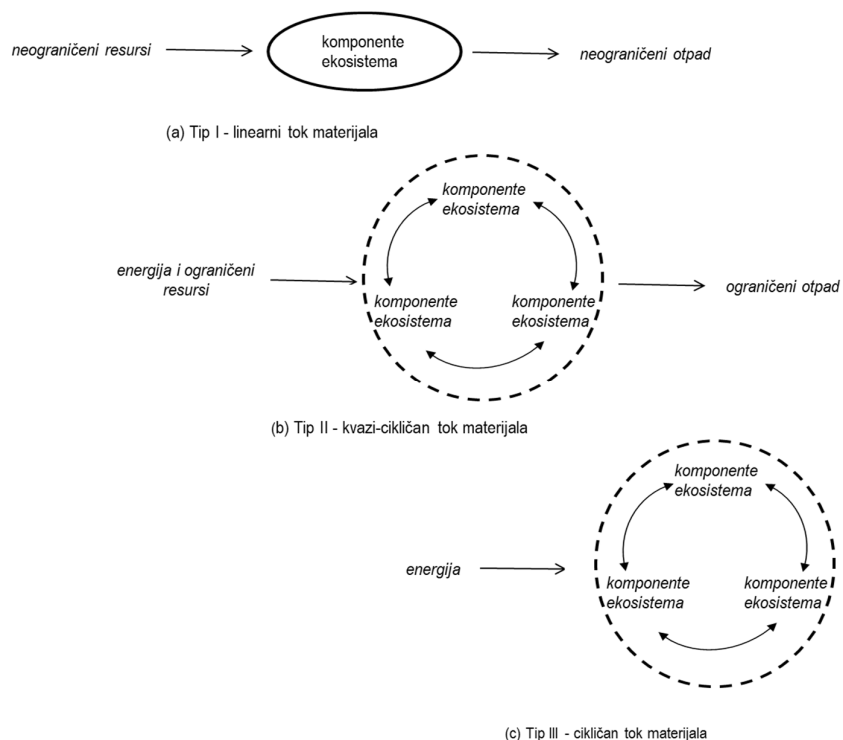
Nasuprot linearnim ekonomskim (proizvodnim, industrijskim) sistemima, zdravi prirodni sistemi ne poznaju zagađenje i otpad. U prirodi se, na različite načine, sve ponovo iskoristi, sa visokim stepenom efikasnosti. Prirodni sistemi, za razliku od ekonomskih, tipično slede ciklične (zatvorene, kružne) modele (obrasce) – otpad se reciklira i ponovo koristi (Haris, 2009, str. 383; Ehrenfeld, 2007, str.75). Analogno tome, upotreba odnosno vraćanje (proizvodnog) otpada ili nusproizvoda procesa proizvodnje u ekonomske tokove može postati motorna snaga evolucije ekonomskih sistema. Da bi ekonomski (proizvodni, industrijski) sistemi (p)ostali nosioci održivog

³ Ekološki deficit (ekološki otisak) predstavlja nivo potrošnje resursa i stvaranja otpada od strane neke ekonomije ili stanovništva koji prevazilazi održivu prirodnu proizvodnju i moć asimilacije u prostornom smislu.

Preuzeto sa: <http://indicator.sepa.gov.rs/o-indikator/indikator-odrzivog-razvoja-srbija-i-svet-1#osnove>

i zdravog razvoja, moraju se menjati na način da imitiraju (oponašaju) prirodne ekosisteme. Jednostavnije, ekonomski sistemi treba da "uče" od prirode.

Slika 2. Topologija ekosistema



Prema: Lifset, R. i Graedel, T.E (2002). *Industrial ecology: goals and definitions*. U Robert U. Ayres i Leslie W. Ayres (Eds.), *A Handbook of Industrial Ecology* (str.3-15). UK:Edward Elgar Publishing, str.5.

Činjenica je da proizvodnja nije samo proces u kome se stvaraju ekonomska dobra namenjena zadovoljavanju ljudskih potreba, a potrošnja nije proces korišćenja u kome ekonomska dobra nestaju. Odnosno, i proizvodnja i potrošnja generišu otpad. Zakon materijalne ravnoteže definiše da masa materije koja ulazi u proces transformacije mora biti jednaka masi materije koja iz tog procesa izlazi. Ako je masa materijala sadržana u proizvedenim dobrima manja od mase upotrebljenih inputa, to znači da je razlika otpad proizvodnje. I po završetku korišćenja, dobra takođe postaju otpad.

Prema konvencionalnom mišljenju, ostvarivanje privrednih, društvenih i ekoloških ciljeva podrazumeva značajne kompromise i/ili izbor između bogatstva i jednakosti, između ekonomskog rasta i zdrave životne sredine. Kada opisuju navedeni izbor, ekonomisti često koriste termine "efikasnost" pri čemu "...efikasnost znači nepostojanje otpada u privredi" (Saks, 2014, str. 12).

Efikasno korišćenje resursa i tretiranje otpada kao resursa koji se ponovo vraća u proizvodnju (reciklažom, industrijskom simbiozom i dr.) pretpostavke su za razvoj cirkularne ekonomije ili simbiotske⁴ ekonomije (engl. symbiotic economy) koja ekonomiju približava prirodi i njenim principima, a prirodnim resursima omogućava da se regenerišu (European Commission, 2014a, str.7). Kružni tok korišćenja materijala obezbeđuje pogodnu osnovu za procenjivanje efikasnosti i efektivnosti korišćenja prirodnih resursa u ekonomskim sistemima (Milenović, 2000, str.12).

Cirkularna (kružna) ekonomija ili simbiotska ekonomija omogućava uštede u troškovima i količini utrošenih resursa putem maksimiranja vremena tokom kog su resursi (inputi), proizvodi (outputi) ili njihove komponente u upotrebi. Resursi se zadržavaju u cirkularnoj ekonomiji i nakon upotrebnog veka proizvoda, sa ciljem ponovnog korišćenja i stvaranja nove vrednosti. Efikasnijom upotrebom resursa smanjuje se količina generisanog otpada, odnosno otpad se konvertuje u nove proizvode i usluge. Simbiotska ekonomija se zasniva na praksi da se, kroz industrijsku simbiozu, otpad ili nusproizvodi određenog procesa proizvodnje (uključujući energiju, vodu, materijale) jedne kompanije ili sektora koriste u drugoj kompaniji ili sektoru kao inputi.

Brojni izazovi sa kojima se suočavaju kompanije u savremenim uslovima nameću potrebu za inovativnim rešenjima koja će povećati konkurentnost i održivost poslovanja. Jedan od glavnih ciljeva svake kompanije jeste da se ostvari što veći profit, ali pored toga, sve više kompanija prepoznaje (i priznaje) da njihove poslovne aktivnosti imaju širi uticaj na okruženje (ekonomski, socijalni, ekološki) i odlučuje (dobrovoljno) da doprinese boljem društvu.

U savremenim uslovima poslovanja, kompanije su suočene sa sve jačim pritiskom od strane stejkholdera da internalizuju štetne efekte koje poslovne aktivnosti imaju po životnu sredinu. Naročito je pritisak na proizvodne kompanije jer su one veliki "potrošači" prirodnih resursa, s jedne strane i značajni zagađivači, s druge strane. U navedenim okolnostima, kompanije prave kompromis između ekonomskih i ekoloških učinaka, jer troškovi za zaštitu životne sredine mogu dovesti do viših cena (koštanja) proizvoda i smanjenja konkurentnosti. Kompromis između ekonomskih i ekoloških rezultata (performansi) poslovanja je rezultirao u razvoju koncepta eko-efikasnosti. Eko-efikasnost podrazumeva merenje ekonomskih i ekoloških performansi poslovanja odnosno ekonomskih efekata unapređenja ekoloških performansi i, obrnuto, ekoloških efekata investicija u čiste tehnologije, implementacije standarda zaštite životne sredine i sl.

Jedna od oblasti prerađivačke industrije u okviru koje nastaju značajne količine otpada i nusproizvoda (reziduala) jeste proizvodnja prehrambenih proizvoda i pića (Sanders, Crosby, 2004, str.16; Federici, Fava, Kalogerakis, Mantzavinos, 2009, str.895; Van Dyk, Gama, Morrison, Swart, Pletschke, 2013; Mirabella, Castellani, Sala,

⁴ Simbioza – (biol.) zajedničko življenje, korisna, tesna i trajna zajednica dvaju ili više raznovrsnih organizama (symbionata), životinje i životinje, životinje i biljke, biljke i biljke. (Vujaklija, 1996/97, str.815).

2014, str.38). Prema autorima Maxime, Marcotte i Arcand (2006) prehrambena industrija je značajan "potrošač" resursa (vode, energije, materijala za pakovanje i dr.), ali i "generator" otpadnih voda, organskih reziduala, štetnih gasova (str.637-638). Maxime, Marcotte i Arcand (2006) navedeno ilustruju podatkom da, u proseku, prilikom proizvodnje 1 kg (jedinice) prehrambenih proizvoda ili pića nastane između 5 kg i 50 kg reziduala (str.638). Dakle, i sa aspekta upotrebe resursa (inputa), ali i proizvodnje otpada (reziduala), prehrambena industrija zahteva posebnu pažnju.

Iako je najveći deo otpada poreklom iz prehrambene industrije organskog porekla (nije opasan otpad), u značajnim količinama i uz neadekvatno upravljanje može narušiti ravnotežu u prirodnim ekosistemima i uticati negativno na kvalitet životne sredine. Postojeće strategije kojima se nastoje rešiti navedeni problemi uključuju na prvom mestu, prevenciju nastanka otpada odnosno minimiziranje količine otpada "na izvoru", a zatim i definisanje načina na koji se otpad i nusproizvodi mogu iskoristiti u proizvodnji drugih vrednih, ne nužno prehrambenih, proizvoda (Van Boekel, 2004, str. 225). Prema autorima Corrado, Ardente, Sala i Saouter (2017), unapređenje prakse primenom industrijske simbioze jedno je od rešenja u funkciji upravljanja i ekonomskog vrednovanja reziduala nastalih u proizvodnji prehrambenih proizvoda (str. 848). Kako industrijska simbioza podrazumeva upotrebu nusproizvoda i proizvodnog otpada kao inputa i na taj način utiče na ekonomske i ekološke performanse odnosno na eko-efikasnost kompanija (Ashton, 2011; Park, Behera, 2014; Marin, Svensson, Eklund, 2015; Paquin, Busch, Tilleman, 2015), *fokus istraživanja u doktorskoj disertaciji je bio na ekonomskim i ekološkim efektima odnosno na eko-efikasnosti industrijske simbioze u kontekstu valorizacije reziduala proizvodnje prehrambenih proizvoda.*



I TEORIJSKI OKVIR



1. Motivi istraživanja

Natura habet sua iura.

Priroda ima svoje zakone.

Odabrani izvori odnosno autori i njihovi stavovi, zaključci i ideje koji su u velikoj meri uticali na motive istraživanja i definisanje predmeta i problema istraživanja doktorske disertacije su predstavljeni u okviru ove tačke. Veliki broj drugih radova je doprineo, i sa teorijskog i empirijskog aspekta, izradi doktorata, ali i otvorio mnoga pitanja i brojne dileme.

Među autorima čiji su radovi uticali na opredeljenje za izbor teme (oblasti) istraživanja su Robert A. Frosch i Nicholas E. Gallopoulos. Članak pod naslovom *Strategies for Manufacturing*, objavljen 1989.godine, autora Frosch-a i Galopulos-a se smatra prvim radom u oblasti koja se danas naziva industrijska ekologija (Chertow, Ashton, Kuppalli, 2004, str. 5). Rodonačelnici industrijske ekologije, Frosch i Gallopoulos (1989) navode da je neophodno tradicionalni model industrijske proizvodnje koji podrazumeva da se u okviru pojedinačnih industrijskih procesa sirovine (materijali) prerađuju u proizvode, prodaju i koriste, a nakon upotrebe završavaju kao otpad, "transformisati" u model industrijskog ekosistema¹ (engl. industrial ecosystem) (str.144). Industrijski ekosistemi, prema Frosch-u i Gallopoulos-u, funkcionišu analogno (slično) prirodnim ekosistemima (1989, str.144).

Jedna od pretpostavki uspostavljanja i razvoja industrijskog ekosistema jeste da se otpad određenog proizvodnog procesa iskoristi kao sirovina u drugom (procesu) i na taj način smanji uticaj industrije na životnu sredinu. Kako navode Frosch i Gallopoulos, u idealnim industrijskim ekosistemima, upotreba energije i materijala je optimizovana, a zagađenje i otpad svedeni na najmanju meru (1989, str.152). Autori dodaju da se u praksi idealni industrijski sistemi (poput prirodnih) verovatno nikada neće uspostaviti (razviti), ali to ne znači da pristup ili način upotrebe prirodnih resursa i upravljanja otpadom ne treba menjati. Pod tradicionalnim modelom

¹ Ekosistem označava dinamičan kompleks (zajednicu) biljaka, životinja i mikroorganizama i njihovu neživu okolinu, koji međusobno deluju kao funkcionalna celina (UN Konvencija o biološkoj raznovrsnosti, 1992, str.3). Dostupno na: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>, str.3. Prema Vukićević (2000) "ekosistem, kao deo biosfere, predstavlja celinu životne zajednice (biocenoze) i njom naseljenog prostora (biotopa) koja ima karakteristike strukturalno i funkcionalno složenog, homogenizovanog, veoma dinamičkog i jedinstvenog sistema" (str.25).

industrijske proizvodnje danas se podrazumeva linearni model dok je model industrijskog ekosistema primer cirkularnog (kružnog) poslovnog modela.

Zatim, interesantni su i stavovi autora Moore-a, koji je 1993. godine, u svom članku, objavljenom u časopisu Harvard Business Review, sugerisao da na kompanije ne treba gledati kao na predstavnike ili pripadnike određenog industrijskog sektora (oblasti, grane) već kao na elemente *poslovnog ekosistema* (engl. business ecosystem) koga čine različite industrije. Moore (2006), koristeći analogiju odnosno metaforu, organizacije (kompanije) naziva "organizmima" u poslovnom ekosistemu koji "koevoluiraju" (istovremeno se razvijaju) sa drugim kompanijama (organizmima), mogu međusobno da sarađuju (uspostavljaju simbiotske veze) ili mogu biti konkurentne jedna drugoj kako bi razvile nove proizvode, zadovoljile potrebe potrošača i dr.

Autori Hardy i Graedel (2002) posmatraju industrijske ekosisteme kroz prizmu (prirodnog) lanca ishrane (prehrambenog lanca, mreže - engl. food web) u okviru kog se organizmi hrane jedni drugima, odnosno otpadne materije i nusproizvodi jedne vrste za drugu postaju hrana. Ehrenfeld (2007) dodaje da je metabolizam industrijskih sistema u smislu toka materijala i energije analogan metabolizmu lanca ishrane koji postoji u prirodi (str.76). Takođe, u kontekstu analogije industrijskih (ekonomskih) i prirodnih sistema, Ehrenfeld industrijsku simbiozu definiše kao industrijsku celinu (kompleks) u okviru kog pojedinačne kompanije razmenjuju otpad i nusproizvode (2007, str.75).

Analogija između prirodnih ekosistema i proizvodnih (industrijskih) sistema ukazuje i na veze između naučnih disciplina – ekologije i ekonomije. Prema autoru Norgaard (1989), i ekologija i ekonomija, proučavaju kompleksne sisteme, koristeći odgovarajuće naučne metode, dok disciplina koja nastoji da razume veći sistem u odnosu na onaj koji izučavaju posebno (pojedinačno) ekonomija i ekologija jeste ekološka ekonomija (str.37). Ekološka ekonomija, konkretnije, analizira tokove *reziduala* ekonomskih aktivnosti i njihov uticaja na kvalitet životne sredine (Milenović, 2000, str.117). U okviru discipline ekološka ekonomija – ekologija je veza sa prirodnim naukama, a ekonomija sa društvenim naukama.

Da bi se sagledali (razumeli) svi aspekti kompleksnih sistema koje proučava ekološka ekonomija, neophodna je primena više (različitih) naučnih metoda, ili kako to Norgaard (1989) navodi, nužan je *metodološki pluralizam* (engl. methodological pluralism). Nasuprot *metodološkom siromaštvu* ili *oskudici* (engl. methodological poverty), kombinovanjem različitih pristupa, perspektiva dobija se sveobuhvatnija slika problema koji proučavamo odnosno, različiti pristupi problemima "čuvaju nas (štite) od pogrešnog delovanja koje se zasniva samo na jednoj perspektivi" (Norgaard, 1989, str. 53). Multidisciplinarni pristup zahteva metodološki pluralizam koji nas konstantno podseća na kompleksnost društvenih i prirodnih sistema i s tog aspekta poteškoća u preduzimanju akcija (Norgaard, 1989, str. 52).

U časopisu Harvard Business Review, 2007.godine je objavljen članak pod naslovom *A Road Map for Natural Capitalism* (u slobodnom prevodu Putokaz (mapa) za prirodni kapitalizam) koji govori o novom pristupu, potrebi ili čak nužnosti očuvanja i zaštite biosfere (prirodne sredine, prirodnih resursa) s jedne strane, ali i o benefitima koje takav pristup može imati u smislu unapređenja konkurentnosti kompanija, s druge strane. Navedeni pristup je nazvan "prirodni" kapitalizam (engl. natural capitalism) pri čemu se atribut "prirodni" odnosi na najvažniji element (oblik), najznačajniju kategoriju kapitala sa kojom raspoložemo - prirodni kapital (engl. natural capital).² Prirodni kapital predstavlja kapital sadržan u dobrima i uslugama koje pruža ekosistem.

Put do "prirodnog" kapitalizma prema autorima Lovins, Lovins i Hawken (2007) podrazumeva adekvatno vrednovanje prirodnog kapitala kroz određene promene u postojećoj poslovnoj praksi koje obuhvataju:

1. Značajno povećanje produktivnosti prirodnih resursa (engl. productivity of natural resources). Prvi korak na putu ka "prirodnom" kapitalizmu podrazumeva da kompanije smanje otpadne tokove odnosno eliminišu gubitak energije, vode, materijala i drugih resursa u okviru svojih proizvodnih aktivnosti. Navedeno se može uspešno sprovesti kroz pristup industrijskim sistemima kao celini (engl. whole-system design) i kroz supstituciju postojećih proizvodnih tehnologija i materijala inovativnim rešenjima, naročito onim koji se razvijaju po ugledu na procese koji se odvijaju u prirodi (engl. based on natural processes). Autori članka Lovins, Lovins i Hawken upućuju i na knjigu pod naslovom *Biomimikrija: Inovacije inspirisane prirodom* (engl. *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*) autorke Janine Benyus koja ističe da je jedno od rešenja za ekološke probleme sa kojima se suočavaju ekonomski sistemi imitiranje (podražavanje) prirode tj. prirodnih tehnika (engl. nature's techniques) i principa.

2. Prelazak na proizvodne modele inspirisane prirodom. Koncept "prirodnog" kapitalizma ima za cilj ne samo smanjenje količine otpada koji nastaje u proizvodnim sistemima nego i potpuno sprečavanje njegovog nastanka, ukoliko je moguće. U proizvodnim sistemima zatvorenog karaktera (engl. closed-loop manufacturing), dizajniranim (modeliranim) po ugledu na prirodne, svaki output se ili vraća u ekosistem kao neškodljivi, koristan prirodni nutrijent (engl. natural nutrients), u obliku komposta na primer, ili postaje tehnički nutrijent (engl. technical nutrients), input u proizvodnji nekog drugog proizvoda. Takvi sistemi su dizajnirani na način da eliminišu upotrebu toksičnih materijala, za koje priroda nema sposobnost "obrade" tj. dekompozicije. Prelazak na poslovne modele koji se zasnivaju na rešenjima (engl. solutions-based business model) odnosno "isporuka" vrednosti kao "toka usluga" (engl. flow of services) umesto prodaje proizvoda je treća faza na putu do "prirodnog

² Prirodni kapital obuhvata raspoložive resurse, uključujući vazduh, vodu, zemljište (tlo), šume, minerale i ekološke sisteme koji podržavaju život (Haris, 2009, str.486) odnosno pruža dobra i usluge poput asimilacije i dekompozicije otpada, vezivanja i kruženja hranljivih materija, regulacije klime i dr. (Pretty, 2004, str. 9)

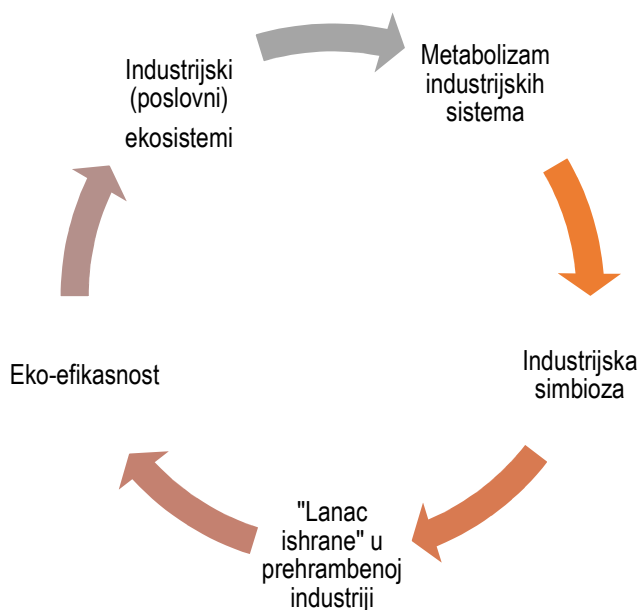
kapitalizma". Ulaganje u prirodni kapital, kao poslednja faza u procesu uspostavljanja prirodnog kapitalizma bi podrazumevala da kompanije obnavljaju, održavaju pa čak i razvijaju ekosisteme Planete kako bi oni (ekosistemi) i dalje mogli pružati vitalne dobra i usluge.

Na osnovu prezentovanih odabranih radova, a u kontekstu analogije između prirodnih i industrijskih (poslovnih) ekosistema definisana su ključna područja istraživanja: proučavanje metabolizma industrijskih ekosistema (input-autput analiza) i "lanca ishrane" u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda, sa posebnim naglaskom na rezidualne (outpute) i industrijsku simbiozu posredstvom koje oni mogu postati inputi.

Motivi istraživanja bi se mogli formulisati u obliku pitanja na koja će se pokušati odgovoriti:

1. Da li industrijska simbioza može doprineti uspostavljanju (približno) "idealnog industrijskog ekosistema", u kome je optimizovan tok inputa i outputa (kako to Frosch i Gallopulos obrazlažu), u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda?
2. Da li industrijska simbioza može doprineti "ekonomski održivoj održivosti" industrijskog ekosistema u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda? Odnosno, kako industrijska simbioza utiče na pojedinačne kompanije ("organizme") u smislu njihove eko-efikasnosti – i ekonomskih i ekoloških performansi, jer kako Wang (2013) navodi: "ako industrijski ekosistem ne ostvaruje profit, on će se urušiti" (str.10).

Slika 3. Ključna područja istraživanja doktorske disertacije



2. Eko-efikasnost – kompatibilnost ekonomskih i ekoloških indikatora performansi

Eko-efikasnost je praktičan pristup (koncept), nije panacea.

World Business Council for Sustainable Development

2.1. Tradicionalni pristup efikasnosti

Efikasnost predstavlja kvantitativni odnos između outputa (rezultata) i inputa (ulaganja) (Krstić, Sekulić, 2007, str. 15). Mnogi autori ne prave razliku između pojma (termina) efikasnost i produktivnost odnosno izjednačavaju produktivnost sa efikasnošću u smislu da oba pokazatelja predstavljaju odnos između outputa i inputa i sa tog aspekta su, prema Daraio i Simar (2007) "kooperativni" (engl. cooperating) koncepti.

Autori Daraio i Simar (2007) definišu produktivnost kao ratio outputa i inputa, odnosno ratio outputa i faktora koji su doprineli njegovom nastanku. Autori razlikuju parcijalnu produktivnost - odnos outputa i jednog faktora proizvodnje i globalnu produktivnost - odnos outputa i svih faktora proizvodnje (str.13). Kao merila efikasnosti (uspešnosti) poslovanja, pored produktivnosti, mogu se koristiti i ekonomičnost (odnos prihoda i troškova) i profitabilnost (profitna stopa ili stopa dobiti kao odnos ostvarene dobiti i angažovanog kapitala). Navedeni indikatori efikasnosti (uspešnosti) poslovanja, u kontekstu doktorata, smatraće se tradicionalnim.

U okviru tradicionalnog pristupa efikasnosti obrazložiće se i tradicionalni pokazatelji performansi poslovnih aktivnosti. Pod pojmom performanse preduzeća podrazumevaju se ostvarenja, učinci koje preduzeće ostvaruje u različitim oblastima i aspektima poslovanja, a na osnovu odgovarajućih preduzetih aktivnosti, u određenom vremenskom periodu (Pešalj, 2006). Krstić i Sekulić (2007) navode da se pod pojmom performansi podrazumeva "...set pokazatelja koji kvantitativno ili kvalitativno opisuju određene učinke, doprinose, rezultate koji se ostvaruju privredivačkom aktivnošću preduzeća"(str.8).

Finansijski izveštaji, ratio brojevi, analiza grafikona rentabiliteta i brojni drugi spadaju u tzv. tradicionalne sisteme merenja performansi kompanija (Pešalj, 2006). Njihova karakteristika jeste fokusiranje isključivo na finansijske rezultate odnosno na podatke koji su raspoloživi u okviru finansijskog i računovodstvenog sistema kompanija - bilansa stanja, bilansa uspeha, izveštaja o gotovinskim tokovima i bilansa kapitala. Međutim, iako postizanje odgovarajućih finansijskih rezultata jeste krajnji cilj poslovanja kompanija neophodno je pratiti i ostvarivanje međuciljeva čije postizanje doprinosi ostvarenju finansijskih rezultata, što računovodstveni sistem ne omogućava. Tradicionalni finansijski pokazatelji imaju niz prednosti koji ih čine neophodnim i nezamenljivim u oceni ukupne uspešnosti poslovanja. Međutim, u savremenim uslovima poslovanja primena isključivo finansijskih pokazatelja u oceni performansi poslovanja nije dovoljna. Neophodno je razvijati i primenjivati

sveobuhvatnije, fleksibilnije pokazatelje koji će odgovarati zahtevima i uslovima u kojima posluju savremene kompanije.

2.2. Savremeni koncepti efikasnosti

U kontekstu sve evidentnijih negativnih ekoloških ishoda ekonomskih aktivnosti, dolazi do preispitivanja tradicionalnih pokazatelja poslovanja preduzeća i (re)definisanja indikatora efikasnosti (uspešnosti). Pokazatelji uspešnosti poslovanja koji se poslednjih godina sve više primenjuju jesu resursna efikasnost (produktivnost) odnosno resursna produktivnost koja ne uključuje radnu snagu (kao resurs) i koncept eko-efikasnosti. Koncept eko-efikasnosti je detaljnije obrazložen u okviru tačaka 2.3 i 2.4.

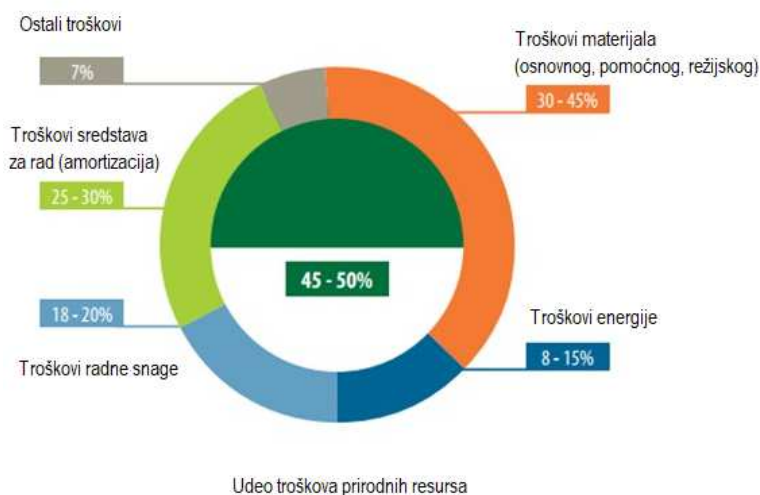
Pod resursima preduzeća možemo podrazumevati "inpute u primarnim i podržavajućim poslovnim procesima preduzeća" odnosno "materijalnu i nematerijalnu imovinu koja omogućava odvijanje njegove ekonomske aktivnosti" (Krstić, Sekulić, 2007, str.3). Resursi se prema kriterijumu nematerijalnosti odnosno materijalnosti mogu podeliti na (1) ljudske i ostale intelektualne resurse i (2) materjalne (fizičke i finansijske) resurse preduzeća. Ljudski potencijal odnosno intelektualni resursi kompanija uključuju ukupna znanja, veštine, sposobnosti, motivaciju i odanost njegovih zaposlenih dok fizički resursi obuhvataju opremu, objekte, zemljište i deo su poslovnih (osnovnih ili stalnih) sredstava. Deo ovih sredstava, u obliku obrtnih sredstava čine npr. sirovine (materijal), energenti i dr. Upravljanje upotrebom resursa u svim aktivnostima (fazama) u lancu stvaranja vrednosti je od izuzetnog značaja i može se meriti kroz performanse upotrebe resursa u kompanijama kao ocena uspešnosti odnosno mera racionalnog korišćenja resursa u poslovnim procesima za ostvarivanje poslovnih ciljeva i zadataka (Krstić, Sekulić, 2007).

Resursna efikasnost kompanije (ili određenog proizvodnog procesa) predstavlja odnos između autputa proizvodnje i inputa (resursa) i pokazuje koliko efikasno su resursi korišćeni kako bi se kreirala dodata ekonomska vrednost (Greenovate!Europe, 2012, str.6). Pod resursima se u navedenom kontekstu podrazumevaju sirovine (osnovni materijal), energenti i ostali materijal (pomoćni, režijski) potrebni za stvaranje vrednosti. Da bi se unapredila (povećala) resursna efikasnost, neophodno je smanjiti potrošnju sirovina (osnovnog materijala), pomoćnog i režijskog materijala, energije po jedinici proizvoda, ali i smanjiti količinu otpada koji nastaje u procesu proizvodnje.

Razlog za sve veći značaj koji se pridaje resursnoj efikasnosti jeste i činjenica da kada su u pitanju proizvodne kompanije u Evropi, u proseku, oko 40% ukupnih troškova (cene koštanja) čine troškovi osnovnog materijala, a ako se njima dodaju troškovi vode i energije taj udeo iznosi oko 50% ukupnih troškova (Greenovate!Europe, 2012, str.6). S druge strane, troškovi radne snage, u proseku, čine oko 20% cene koštanja. Navedeni podaci

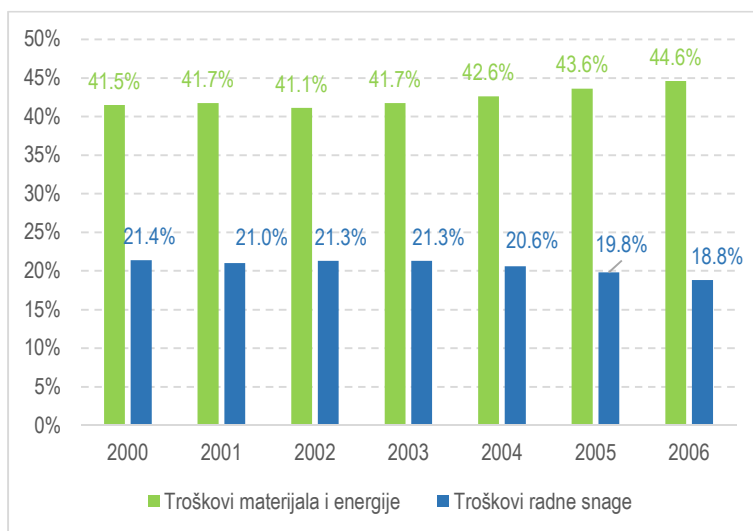
ukazuju na važnost odnosno pozitivan uticaj koji unapređenje resursne efikasnosti može imati na profitabilnost proizvodnih kompanija¹.

Slika 4. Struktura cene koštanja u proizvodnim kompanijama



Prema: Greenovate!Europe (2012). Guide to resource efficiency in manufacturing – experiences from improving resource efficiency in manufacturing companies, str.6

Grafikon 1. Odnos troškova materijala i energije i troškova radne snage



Prema: Greenovate!Europe (2012). Guide to resource efficiency in manufacturing – experiences from improving resource efficiency in manufacturing companies, str.6

¹ Autori Maxime, Marcotte i Arcand (2006, str. 641) navode da kada je u pitanju proizvodnja prehrambenih proizvoda i pića i do 80% direktnih troškova proizvodnje čine troškovi sirovina (osnovnog materijala).

Resursna efikasnost se može unaprediti na tri načina (nivoa): 1. eko-efikasnim dizajnom proizvoda, 2. kroz resursno efikasan proces proizvodnje (na nivou proizvodnih pogona, fabrika) i 3. putem optimizacije proizvodnog lanca vrednosti (Greenovate!Europe, 2012, str.8).

Prema izveštaju instituta Fraunhofer pod nazivom *Energetska efikasnost u proizvodnji: područja za delovanje u budućnosti* (engl. Energy Efficiency in Production: Future Action Fields), proizvodnja je veoma često direktno povezana sa prirodnim resursima tj. na (proizvodne) ekonomske aktivnosti direktno utiču raspoloživost ali i oskudnost prirodnih resursa. S tog aspekta, neophodno je unaprediti produktivnost resursa (engl. productivity of resources), kako bi se uz istovremeno povećanje obima proizvodnje smanjila potrošnja inputa – sirovina, osnovnog materijala i energije.

Umesto paradigme ostvariti maksimalni profit uz minimalno angažovani kapital, cilj (princip) proizvodnje treba da glasi: ostvariti maksimalni profit sa minimalnom upotrebom (potrošnjom) resursa. Uz napomenu da otpad koji nastaje u procesu proizvodnje treba "racionalno" iskoristiti u drugim industrijskim procesima (preuzeto sa: https://www.iwu.fraunhofer.de/content/dam/iwu/en/documents/EffPro_en.pdf, str.2). Preduslovi za unapređenje resursne efikasnosti su: (1) tehnološke inovacije i (2) dugoročne investicije.

O produktivnosti resursa koja ne uključuje radnu snagu (engl.non-labour resource productivity), govore i autori Lavery, Pennell, Brown i Evans (2013) i navode da ona obuhvata: energetska efikasnost, smanjenje količine otpada koji nastaje u procesu proizvodnje, optimizaciju pakovanja, efikasnost transporta, cirkularnu upotrebu resursa i saradnju u okviru lanca snabdevanja (str.11). Resursna neefikasnost prema autorima Lavery, Pennell, Brown i Evans (2013) nije uvek lako uočljiva. Kao primer, oni navode troškove upravljanja otpadom koji se posmatraju pre svega kroz prizmu troškova odlaganja materijala na deponiju, dok se sa druge strane zanemaruje činjenica da otpad u sebi sadrži i deo sirovine (materijala), "tehnološkog postupka prerade" i radne snage (Lavery, Pennell, Brown, Evans, 2013, str.15).

Autori Lavery, Pennell, Brown i Evans (2013) ističu da je dugi niz godina sektor prerađivačke industrije (konkretno u Velikoj Britaniji) bio fokusiran na unapređenje produktivnosti radne snage. Međutim, strukturne promene u globalnoj ekonomiji koje se događaju poslednjih godina, uticale su na rast troškova inputa koji ne uključuju radnu snagu. Navedene promene obuhvataju:

1. Ograničenja u pogledu raspoloživosti odnosno pristupa resursima (npr. nafta i drugi prirodni resursi);
2. Uticaj eksternalija na troškove poslovanja (npr. u formi taksi na zagađenje koje su kompanije dužne da plate);
3. Potrebe dobavljača, kupaca i potrošača se menjaju što utiče na neizvesnosti i nestabilnosti u smislu tražnje za proizvodima kao i na veća očekivanja u pogledu korporativne društvene odgovornosti.

Unapređenje resursne produktivnosti pozitivno utiče na ekonomske i ekološke performanse kompanija, ali ima i socijalne (društvene) benefite u smislu otvaranja novih radnih mesta, za razliku od unapređenja produktivnosti radne snage koja dovodi do smanjenja zaposlenosti (Lavery, Pennell, Brown, Evans, 2013, str.14)

Slika 5. Unapređenje resursne efikasnosti duž lanca vrednosti



Prilagođeno prema: Lavery, G., Pennell, N., Brown, S., Evans, S. (2013). *The Next Manufacturing Revolution: Non-Labor Resource Productivity and its Potential for UK Manufacturing*. Dostupno na: <http://www.nextmanufacturingrevolution.org/wp-content/uploads/2013/09/Next-Manufacturing-Revolution-full-report.pdf>, str.14.

Prema autoru Femia (2014) neophodno je drastično povećati efikasnost upotrebe prirodnih resursa (str. 149). Navedeno treba da bude primarni cilj društva, sa mnogo većim značajem u odnosu na značaj koji danas ima povećanje produktivnosti radne snage². Femia (2014) resursnu efikasnost definiše kao odnos između "upotrebe prirodnih resursa (engl. natural resources) i društveno poželjnog ishoda društveno ekonomskog procesa u okviru kog su resursi preoblikovani u rezidualne." Autor ističe da se resursna efikasnost ne može poistovetiti sa resursnom produktivnošću. Odnosno, pod *resursnom efikasnošću* se podrazumeva minimiziranje potrebnih resursa za proizvodnju jedinice outputa, dok se pod *resursnom produktivnošću* podrazumeva efikasnost ekonomske aktivnosti u generisanju dodate vrednosti upotrebom resursa.

Savremeni pokazatelji performansi poslovanja kompanija "prate" savremene koncepte merenja uspešnosti (efikasnosti). Pored finansijskih performansi, savremeni sistem merenja uključuje i operativne performanse (performanse internih poslovnih procesa), performanse dobavljača, potrošača, zaposlenih, ali i performanse društvene odgovornosti - performanse zaštite na radu i ekološke performanse. I upravo navedene performanse obuhvata karta izbalansiranih performansi (engl. Balanced Scorecard - BCS) odnosno karta izbalansiranih performansi održivog razvoja (engl. Sustainable Balanced Scorecard – SBS) (Krstić, Sekulić, Ivanović, 2014).

² Evans, Bergendahl, Gregory i Ryan (2009, str.9) navode da se u okviru studijskih programa u oblasti proučavanja upravljanja industrijskim sistemima mnogo manje pažnje posvećuje resursnoj produktivnosti u odnosu na produktivnost radne snage.

Karta izbalansiranih performansi finansijsku perspektivu preduzeća obogaćuje sa tri dodatne perspektive odnosno meri ukupnu uspešnost preduzeća iz četiri perspektive: (1) finansijske perspektive, (2) perspektive potrošača, (3) perspektive internih poslovnih procesa i (4) perspektive učenja i rasta.

Proširenje klasične karte izbalansiranih performansi ekološkim i socijalnim komponentama i stvaranje karte izbalansiranih performansi održivog razvoja predstavlja značajan korak u unapređenju implementacije koncepta društveno odgovornog poslovanja. Karta izbalansiranih performansi održivog razvoja (Sustainability Balanced Scorecard) omogućava prevođenje misije, vizije i strategije održivog razvoja u operativne ciljeve i akcije čija se realizacija prati preko ključnih merila performansi (Krstić, Ivanović, 2012). S druge strane, set indikatora ekoloških performansi, kao merila ekološke odgovornosti, obuhvata pokazatelje na osnovu kojih se može izračunati materijalna i energetska intenzivnosti (resursna intenzivnost) odnosno materijalna i energetska efikasnost (resursna efikasnost), zatim pratiti emisija štetnih materija, količina otpada koji nastaje u proizvodnji, zastupljenost obnovljivih materijala (sirovina) u proizvodnji i drugo. Motiv preduzeća da upravlja ekološkim performansama i da ih unapređuje jeste njihov uticaj na ekonomske performanse.

Autori Moller i Schaltegger (2005) navode da karta izbalansiranih performansi održivog razvoja predstavlja okvir za analizu eko-efikasnosti. U navedenom kontekstu, analiza eko-efikasnosti je instrument za (pr)ocenu i kontrolu odgovarajućih indikatora performansi dva ključna aspekta održivosti poslovanja - ekonomskog i ekološkog. Pored toga, analiza eko-efikasnosti se smatra "veznikom" (mostom) između karte izbalansiranih performansi i informacionog sistema ekološkog menadžmeta koji se zasniva i na analizi tokova materijala i energije kao i pristupu ocene životnog ciklusa (Moller, Schaltegger, 2005, str. 79).

2.3. Filozofija, teorija i modeli eko-efikasnosti

Svetski poslovni savet za održivi razvoj (World Business Council for Sustainable Development, u daljem tekstu WBCSD) je 1992. godine definisao koncept eko-efikasnosti kao "...filozofiju menadžmenta koja podstiče kompanije da traže i implementiraju ekološka rešenja koja, istovremeno, doprinose unapređenju ekonomskih performansi" (WBCSD, 2006, str.3)³. Suština koncepta eko-efikasnosti prema Svetskom poslovnom savetu za održivi razvoj jeste: ostvariti što veću vrednost uz što manju upotrebu (potrošnju) resursa (što manji ekološki uticaj) (WBCSD, 2006, str.27). Na osnovu definisanog principa, može se izvesti obrazac za izračunavanje eko-efikasnosti:

³ Početne ideje koje su uticale na razvoj teorije, modela i pokazatelja eko-efikasnosti možemo pronaći 70-tih godina XX veka u okviru koncepta "ekološke efikasnosti" odnosno 90-tih godina prošlog veka, kada su autori Schaltegger i Sturm povezali eko-efikasnost sa održivim razvojem (ESCAP, 2009, str.1)

$$\text{Eko-efikasnost} = \frac{\text{Vrednost proizvoda ili usluge}}{\text{Ekološki uticaj}}$$

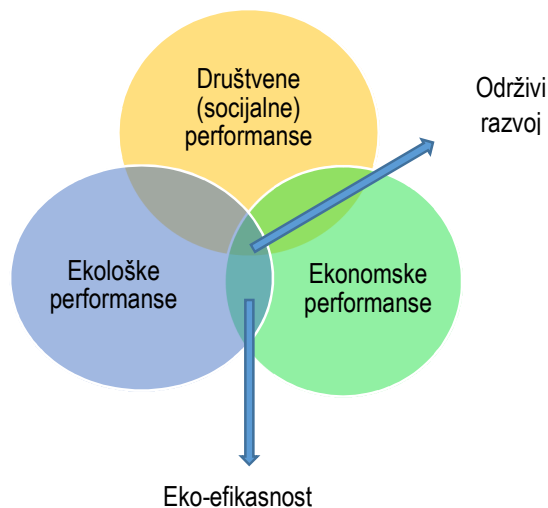
Fokus koncepta eko-efikasnosti je na poslovnim šansama koje omogućavaju kompanijama postizanje višeg stepena ekološke odgovornosti (koji se može kvantifikovati i meriti kroz ekološke performanse), ali i ekonomičnosti (smanjenjem troškova, povećanjem prihoda) i profitabilnosti. Implementacija koncepta eko-efikasnosti se sprovodi sa ciljem optimizacije (poslovnih) procesa, upotrebe otpada kao resursa, razvoja i implementacije inovativnih rešenja koja kao rezultat imaju nove proizvode, sa novim funkcionalnim karakteristikama (WBCSD, 2006, str.4).

Koncept eko-efikasnosti u prvi plan ističe potencijalne (finansijske) koristi koje su rezultat smanjenja zagađenja i efikasnijeg i efektivnijeg upravljanja resursima u procesu proizvodnje. Odgovor na zahtev za zaštitom životne sredine kroz prilagođavanje ciljeva kompanija stanju i raspoloživosti prirodnih resursa ukazuje na ekonomsku održivost poslovanja, korporativnu društvenu odgovornost, ali i na "zdravlje" kompanija.

Globalni istraživački centar za razvoj (Global Development Research Center) navodi da je eko-efikasnost prvenstveno koncept upravljanja svim fazama poslovnog procesa (od nabavke, preko proizvodnje do distribucije i prodaje proizvoda i/ili usluge) koji povezuje ekonomske i ekološke performanse poslovnih aktivnosti (preuzeto sa: www.gdrc.org/sustdev/concepts/04-e-effi.html). I stoga se može zaključiti da u svakoj fazi životnog ciklusa proizvoda i/ili usluge postoji mogućnost za unapređenje eko-efikasnosti (WBCSD, 2006, str.4).

Prema Globalnom istraživačkom centru za razvoj, eko-efikasnost, za razliku od koncepta održivosti, ne uključuje (ne meri) društveni (socijalni) aspekt poslovanja. Autor Ehrenfeld (2005), u skladu sa prethodnom konstatacijom, navodi da značaj eko-efikasnosti, i sa teorijskog i praktičnog aspekta, jeste upravo u mogućnosti kombinacije pokazatelja dva od tri stuba održivog razvoja – ekologije i ekonomije (str.6). S druge strane, društvene performanse tj. pitanja poput jednakosti i socijalne uključenosti nisu deo seta indikatora eko-efikasnosti što je, sa metodološkog aspekta, prema Brattebø slabost tj. nedostatak koncepta (2005, str.9).

Slika 6. Održivi razvoj versus eko-efikasnost



Izvor: prikaz autora doktorske disertacije

Komisija Ujedinjenih nacija za ekonomski i socijalni razvoj za Aziju i Pacifik (United Nations Economic and Social Commission for Asia and Pacific, u daljem tekstu ESCAP) definiše eko-efikasnost kao ključni elemenat za promovisanje fundamentalnih promena u načinu proizvodnje i potrošnje (upotrebe resursa), odnosno za merenje efekata tzv. "zelenog" rasta (engl. green growth). Kao praktičan "alat" u poslovnom svetu, koncept se fokusira na različite prakse efikasnije upotrebe resursa kojima se postiže ekonomski napredak uz istovremeno smanjenje zagađenja (ESCAP, 2009, str.1).

Figge, Young i Barkemeyer (2014) navode da je krajnji cilj primene strategije eko-efikasnosti (i strategije ekofsuficijentnosti) "apsolutno smanjenje ekološkog pritiska koji nastaje kao posledica potrošnje resursa i sa njom povezanih emisija" (str.216). Autori Figge, Young i Barkemeyer (2014) razlikuju dve osnovne strategije eko-efikasnosti: 1. strategiju smanjenja i 2. strategiju supstitucije (str.217). Prva strategija podrazumeva povećanje eko-efikasnosti smanjenjem upotrebe resursa po jedinici proizvedene vrednosti, dok supstitucija podrazumeva unapređenje eko-efikasnosti zamenom postojećih materijala manje štetnim (opasnim) supstancama po jedinici proizvedene vrednosti. Prema Bringezu i Moriguchi (2002), koncept eko-efikasnosti obuhvata tj. odnosi se na glavne inpute procesa proizvodnje (materijal, energiju, vodu), ali i na ključne negativne ekološke ishode proizvodnje (emisije u vazduh, otpadne vode, čvrsti otpad) i povezuje ih sa proizvodima i uslugama u čijoj su proizvodnji nastali (str.80).

Koskela (2015) navodi definiciju eko – efikasnosti prema autorima DeSimone i Popoff obrazlažući da prefiks "eko -" u nazivu koncepta eko – efikasnosti se odnosi i ekološke i ekonomske resurse, a drugi deo reči

"efikasnost" ukazuje na potrebu za optimalnom upotrebom obe grupe resursa (str.317). Brojne definicije eko-efikasnosti koje se mogu pronaći u literaturi, Koskela deli u 5 grupa (2015, str. 316):

"(1) prva grupa definicija bi kratko glasila "više sa manje"; odnosno da se proizvede što veći output sa što manje prirodnih resursa.

Druga i treća grupa definicija, pod eko – efikasnošću podrazumeva ratio ekonomskog i ekološkog outputa. Pri čemu se:

(2) druga grupa definicija fokusira na produktivnost: proizvesti što veću dodatnu vrednost sa manjim ekološkim uticajem,

(3) treća grupa definicija se odnosi na intenzitet: smanjiti ekološki intenzitet (određene) ekonomske performanse,

(4) četvrta grupa definicija opisuje eko-efikasnost kao strategiju upravljanja,

(5) peta grupa definicija proširuje (upotpunjuje) četvrtu grupu dajući smernice za unapređenje eko-efikasnost u kompanijama".

Kompanije koje primenjuju princip eko-efikasnosti su konkurentnije na tržištu i profitabilnije jer koriste manje resursa – npr. vode i energije po jedinici outputa, generišu manje otpada i zagađenja, unapređuju metode proizvodnje, razvijaju nove proizvode i usluge, recikliraju i sl. Autori Sinkin, Wright i Burnett (2008) u svom radu navode da kompanije koje primenjuju strategiju eko-efikasnosti i na taj način ostvaruju niže troškove i veći profit imaju i veću tržišnu vrednost (str.167).

Merenje eko-efikasnosti, uz pomoć odgovarajućih indikatora, je važno kako bi se utvrdila uspešnost primene određenih mera unapređenja poslovanja, i sa ekonomskog (finansijskog) i ekološkog aspekta (preuzeto sa: www.gdrc.org/sustdev/concepts/04-e-effi.html). Prema Svetskom poslovnom savetu za održivi razvoj, eko-efikasnost treba da postane integralni deo strategije rasta i razvoja kompanija. Eko-efikasnost uključuje (WBCSD, 2006, str.20):

1. optimizaciju procesa (poslovanja) – prelazak sa skupih rešenja sanacije zagađenja kada je otpad već nastao na pristup koji rezultira prevencijom zagađenja,
2. eko-inovacije – u funkciji resursno efikasnije proizvodnje proizvoda kao i njihove upotrebe (tzv. "pametna" proizvodnja),
3. reciklažu otpada – upotrebu nusproizvoda/otpada jedne industrijske grane kao sirovine za drugu (koncept nula otpada⁴ i industrijske simbioze),

⁴ Pored koncepta nula otpada (engl. zero waste concept), u literaturi se možemo susresti i sa terminima "near zero waste concept" (GreenovateEurope, 2012, str.8) ili "close to zero".

4. mreže / virtuelne organizacije – zajedničku upotrebu ("deljenje") resursa sa ciljem povećanja efektivnosti i efikasnosti poslovanja i
5. nove usluge – iznajmljivanje proizvoda umesto prodaje i dr.

Slika 7 . Uticaj eko-efikasnosti na poslovne aktivnosti⁵



Prema: WBCSD (2006). *Eco-efficiency - Learning module*, str. 20. Preuzeto sa: http://wbcstdservers.org/wbcstdpublications/cd_files/datas/capacity_building/education/pdf/EfficiencyLearningModule.pdf

Eko-efikasnost podrazumeva ostvarivanje ekonomske i ekološke izvrsnosti odnosno ekonomske i ekološke efikasnosti, istovremeno. Prednost primene koncepta eko-efikasnosti je u tome što se pored ušteta (smanjenja troškova), otvaraju i novi izvori prihoda - npr. kroz realizaciju/prodaju nusproizvoda ili proizvodnog otpada. Kroz koncept eko-efikasnosti, kompanije se fokusiraju na poslovne šanse koje proizilaze iz unapređenja ekoloških performansi, a koje će istovremeno doneti i finansijske koristi (Passetti, Tenucci, 2016, str. 228).

Prema Ekins-u (2005) povećanje eko-efikasnosti je rezultat aktivnosti kompanija, kada one menjaju uspostavljeni sistem upravljanja ili investiraju sa ciljem smanjenja zagađenja. I kada ne postoji "pritisak" na kompanije u smislu zakona i/ili propisa, kompanije se mogu odlučiti za unapređenje i merenje eko-efikasnost iz više razloga. U tom kontekstu, Ekins (2005, str. 13) navodi sledeće "pokretače" primene koncepta eko-efikasnosti:

⁵ Predstavljeno se može posmatrati i u suprotnom pravcu – kao uticaj navedenih faktora na eko-efikasnost.

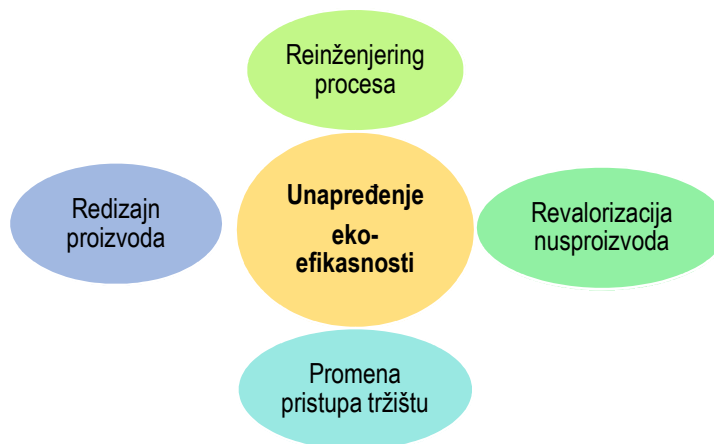
1. Smanjenje potrošnje resursa, generisanja otpada ili sprečavanje zagađenja može rezultirati finansijskim uštedama (smanjenje troškova materijala, energije, troškova taksi, kazni i penala zbog zagađenja i dr.).
2. Dobrovoljne aktivnosti u sadašnjosti mogu dovesti do minimizacije budućih rizika i obaveza.
3. Kompanije koje deluju proaktivno stiču konkurentsku prednost u odnosu na one kompanije koje se bore da usklade svoje poslovanje sa propisima.
4. Novi "zeleni" proizvodi mogu otvoriti nove poslovne šanse i sl.

Prema autorima Passetti i Tenucci (2016) "...kompanije treba da usvoje odgovarajuće instrumente upravljanja koji će im omogućiti analizu poslovanja u kontekstu koegzistencije ekonomskih i ekoloških problema", a zatim i da definišu kriterijume za evaluaciju "...međusobnog uticaja ekonomskih i ekoloških performansi" kroz merenje eko-efikasnosti određenog sistema (str. 228-229).

Svetski poslovni savet za održivi razvoj ističe da se eko-efikasnost može unaprediti na nekoliko načina (WBCSD, 2006, str.24):

1. Reinženjeringom procesa –smanjenjem potrošnje resursa i zagađenja, uštedama u troškovima,
2. Revalorizacijom nusproizvoda – podrazumeva da se razmenom nusproizvoda uspostave sinergetske veze sa drugim kompanijama, odnosno da otpad jedne kompanije postane sirovina za drugu.
3. Redizajnom proizvoda – kao rezultat, proizvod treba da bude jednostavniji, sa što manje različitih materijala.
4. Promena pristupa tržištu podrazumeva pronalaženje novih načina zadovoljavanja potreba potrošača.

Slika 8. Faktori unapređenja eko-efikasnosti



Izvor: prikaz autora doktorske disertacije

Prema autoru Brattebø (2005), eko-efikasnost se, u osnovi, odnosi na "strategije i merenje kombinovanih ekoloških i ekonomskih performansi proizvoda i proizvodnih sistema" (str.9), dok Maxime, Marcotte i Arcand (2006) koncept eko-efikasnosti definišu kao praktičan pristup koji omogućava integrisanje i uspostavljanje ravnoteže ekonomskih i ekoloških benefita sa ciljem smanjenja potrošnje resursa (sirovina, energije, vode) uz istovremeno povećanje vrednosti proizvodnje (str. 636).

Maxime, Marcotte, Arcand napominju da ekološke performanse kompanija postaju kriterijum, osnova za ekonomsku održivost, što se već potvrdilo kroz ekološke standarde (serije ISO 14000) kao i "zeleno" označavanje proizvoda što takođe pozitivno utiče na izgradnju brenda i imidža kompanije (2006, str.637).

Na osnovu prethodno navedenog može se zaključiti da postoje različite definicije ili tumačenja eko-efikasnosti, odnosno kako autori Huppés i Ishikawa navode postoji "bogatstvo objašnjenja" ako bismo želeli da naglasimo pozitivnu stranu različitosti (diverziteta) (2005b, str.26). Autorka (Koskela, 2016) navedenu konstataciju obrazlaže činjenicom da se koncept eko-efikasnosti koristi na različitim nivoima: u poslovnom kontekstu, eko – efikasnost se može primeniti i na proizvode (usluge), proizvodne linije, na nivou kompanije ili korporacije; izvan poslovnog konteksta, eko-efikasnost se može meriti na regionalnom, nacionalnom i globalnom nivou.

Autori Huppés i Ishikawa (2005b, str.26) postavljaju pitanje da li je i zašto potreban još jedan pokazatelj poput eko – efikasnosti kada već imamo dovoljno indikatora (i standarda) koji se odnose na kvalitet životne sredine, kao i ciljeva i instrumenata kojima se oni ostvaruju. Autori nužnost razvoja i uvođenja novog koncepta (eko-efikasnosti) obrazlažu stavom da je za definisanje i implementaciju zakona i pravilnika u oblasti zaštite prirodnih resursa s jedne strane, kao i pozitivnog odgovora kompanija, s druge strane, neophodan integrisani pristup preveden u jasno definisane metode i procedure kojima će "meriti" i ekonomski i ekološki aspekt poslovanja. Prema autorima Huppés i Ishikawa upravo takav pristup nedostaje.

Stvaranje vrednosti uz što manji negativan ekološki uticaj osnovni je postulat eko-efikasnosti. Ako izuzmemo normativni okvir koncepta, analitički aspekt podrazumeva odnos (racio) između ekološkog uticaja, s jedne strane, i troškova i vrednosti, sa druge strane. Pre nego što se u praksi više počne primenjivati pokazatelj eko – efikasnosti, neophodno je rešiti sledeće nedoumice: (1) koje varijable će se nalaziti u brojiocu, a koje u imeniocu racia eko-efikasnosti odnosno (2) kako definisati i meriti ekološki uticaj (ili ekološko poboljšanje) i proizvedenu vrednost (Huppés i Ishikawa, 2005c, str.43). Autori dodaju da postoje određeni problemi u smislu izbora i kvantifikacije varijabli u obrascu za izračunavanje eko-efikasnosti. I Ehrenfeld identifikuje isti problem kod koncepta eko-efikasnosti – teškoće prilikom kvantifikacije elemenata obrasca, pri čemu su i brojilac i imenilac "problematični" (2005, str.6).

Brattebø (2005) ističe da je neophodan metodološki okvir za merenje eko-efikasnosti pri čemu se mora definisati kako okvir treba da izgleda odnosno koji su ključni elementi i kriterijumi koje treba da sadrži (uključuje). Metodi (modeli) eko-efikasnosti u suštini treba da budu što "bliži" već prihvaćenim standardima poput serije ISO 14000, kao i da analiza životnog ciklusa (engl. Life Cycle Assessment) i principi evaluacije ekoloških performansi budu što češće korišćeni u determinisanju indikatora eko-efikasnosti (Brattebø, 2005, str.10).

Različita kombinacija varijabli, koja je predmet izbora korisnika pokazatelja eko-efikasnosti, rezultirala je definisanjem 4 osnovna modela za merenje eko-efikasnosti: 1. ekološki intenzitet (engl. environmental intensity) i 2. ekološka produktivnost - efikasnost (environmental productivity) u domenu stvaranja vrednosti (proizvodnje); i troškovi ekološkog unapređenja (engl. environmental improvement cost) i ekološka troškovna efektivnost (engl. environmental cost-effectiveness) u oblasti mera za ekološka unapređenja (engl.environmental improvement measures) (Hupples i Ishikawa, 2005c, str. 45)

Tabela 1. Četiri osnovna modela eko – efikasnosti

Ekonomska vrednost	1. ekološka produktivnost	3. troškovi ekološkog unapređenja
Ekološki uticaj	Vrednost proizvodnje po jedinici ekološkog uticaja	Trošak po jedinici ekološkog unapređenja
Ekološki uticaj	2. ekološki intenzitet	4. ekološka troškovna efektivnost
Ekonomska vrednost	Ekološki uticaj po jedinici vrednosti proizvodnje	Ekološko unapređenje po jedinici troškova

Prilagođeno prema: Hupples, G., Ishikawa, M.(2005c). Eco-efficiency and its Terminology. Journal of Industrial Ecology, 9 (4), str.45

Obe kombinacije – i racio ekonomska vrednost / ekološki uticaj i racio ekološki uticaj / ekonomska vrednost, se podjednako koriste u praksi pri čemu su one zapravo inverzne jedna drugoj (Hupples, Ishikawa, 2005c, str.44). Autori Hupples i Ishikawa navode da je "najpametnije" pristupiti eko-efikasnosti kao opštem konceptu, sa različitim kombinacijama u okviru opšteg.

Kada je (i ako je) metodološki rešeno prethodno navedeno, sledeći korak jeste uključivanje koncepta eko-efikasnosti u praksu odnosno proces donošenja odluka. Da bi koncept bio uspešno implementiran, neophodan

je i odgovor na pitanje šta treba postići (ostvariti) i kako meriti rezultate sa aspekta menadžmenta i strategije poslovanja, u smislu ekonomskih i ekoloških ciljeva, i kombinovano u smislu eko-efikasnosti (Hupples i Masanobu, 2005b, str.26).

Kako navode Verfaillie i Bidwell (2000) mnoge kompanije, nastoje da, na različite načine, ostvare kontinuelni rast i razvoj, uz istovremeno smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu. Ali, različite kompanije na različite načine mere i interpretiraju svoje performanse. Autori publikacije *Merenje eko-efikasnosti – vodič za izveštavanje o performansama kompanija* (engl. *Measuring eco-efficiency – a guide to reporting company performance*), Verfaillie i Bidwell (2000) su pokušali da definišu metodološki okvir koji će olakšati poslovnim subjektima da prate svoje učinke, a stejholderima da ocene napredak koji kompanije ostvaruju u pogledu eko-efikasnosti. Uz napomenu da uvek treba ostaviti prostora za fleksibilnost koja je neophodna s obzirom na različitu prirodu odnosno diverzitet poslovnih aktivnosti.

Verfaillie i Bidwell (2000) ističu da je relativno mali broj indikatora ekonomskih i ekoloških performansi identifikovan kao odgovarajući tj. validan za gotovo svaku kompaniju. Indikatori koji imaju navedenu karakteristiku su nazvani "opšte primenjivi indikatori" – u daljem tekstu opšti indikatori (engl. *generally applicable*). Relevantni su, značajni za veliki broj kompanija i deo su ustaljenog, već uspostavljenog sistema merenja performansi. Drugu grupu indikatora koriste kompanije u skladu sa odgovarajućim poslovnim kontekstom (pre svega u zavisnosti od delatnosti kojom se bave), odnosno u zavisnosti od karakteristika poslovnih aktivnosti i nazivaju se "specifični (posebni) indikatori" (engl. "*business specific*") što znači da će se razlikovati od sektora do sektora. Iako specifični indikatori nemaju široku upotrebu, ne znači da su manje važni. Odluku o tome koje će indikatore koristiti donosi svaka kompanija, pojedinačno. Opšti indikatori za merenje eko-efikasnosti su podeljeni u dve grupe, na osnovu formule za izračunavanje pokazatelja eko-efikasnosti (Verfaillie i Bidwell, 2000, str.3):

$$\frac{\text{Vrednost proizvoda ili usluge}}{\text{Ekološki uticaj}}$$

Opšti indikatori za "vrednost proizvoda/usluge" su (Verfaillie i Bidwell, 2000, str.15):

- količina proizvoda (obim proizvodnje) ili pruženih usluga i
- (neto) prihod ili neto prihod od prodaje (engl. *net sales*).

Opšti indikatori za "ekološki uticaj" su (Verfaillie i Bidwell, 2000, str.15):

- potrošnja energije,
- potrošnja materijala,
- potrošnja vode,
- emisija gasova sa efektom staklene bašte i
- emisija supstanci koje oštećuju ozon (engl. ozone depleting substance emissions).

Sledeći indikatori mogu postati opšte primenjivi u narednom periodu, ako se postigne saglasnost zainteresovanih strana (Verfaillie i Bidwell, 2000, str.15):

- dodatni finansijski indikatori (npr. EBIT),
- emisije u vazduh koje dovode do acidifikacije i
- ukupna količina otpada.

Korisnici indikatora eko – efikasnosti često nastoje da porede kompanije tokom određenog vremenskog perioda, ali je važno istaći i imati na umu inherentan (svojtven, bitan, suštinski) diverzitet poslovanja i određene karakteristike i okolnosti za pojedinačne kompanije. Poređenja treba vršiti samo u slučajevima kada kompanije proizvode iste proizvode i pružaju iste usluge (Verfaillie i Bidwell, 2000, str.4). Takođe, važno je istaći da se proizvodni asortiman (portfolio) vremenom menja u kompanijama, što takođe može uticati na vrednost eko-efikasnosti, bez obzira koliko kompanija nastoji da unapredi ekološke performanse.

Vrednost proizvoda i ekološki uticaj se mogu meriti za različite entitete, kao što je npr. određena proizvodna linija, pogon, na nivou kompanije, korporacije kao i za pojedinačne proizvode, tržišne segmente pa i pojedinačne regione, države i dr. (Verfaillie i Bidwell, 2000, str. 8).

Indikatori (eko – efikasnosti) mogu biti od koristi i potrošačima. Racio eko-efikasnosti za pojedinačne proizvode može pomoći u prikazivanju performansi proizvoda na način koji je od koristi odnosno značaja za njegove korisnike.

Nakon definisanja koncepta i metodološkog okvira postavlja se pitanje raspoloživosti i mogućnosti pristupa podacima za izračunavanje (merenje) eko-efikasnosti. Poteškoće i ograničenja koja se javljaju u procesu prikupljanja podataka, izračunavanja i poređenja pokazatelja eko-efikasnosti na nivou kompanija, a u svrhu naučno - istraživačkog rada, efektno ilustruje autorka Koskela (2015).

Naime, Koskela (2015) je istraživala načine na koje se može meriti eko – efikasnost industrije prerade drveta u Finskoj. Koskela navodi da su ekološke performanse kompanija u Finskoj, u navedenoj oblasti, značajno

unapređene tokom godina, i što je najvažnije za analizu eko – efikasnosti, podaci o postignutim rezultatima su dostupni javnosti. Pristup informacijama je moguć na više načina/nivoa: prvo, kompanije same objavljuju godišnje izveštaju i izveštaje o korporativnoj društvenoj odgovornosti u kojima navode vrednosti za svoje ekološke performanse, drugo Finska federacija drvne industrije (kao lobi organizacija za svoje članove) takođe objavljuje godišnje izveštaje sa ekološkim performansama svojih članica i treće, regulativa koja se tiče ekoloških dozvola propisuje da kompanije moraju da izveštavaju vlasti u Finskoj o svojim ekološkim performansama. Sva tri navedena izvora informacija o ekološkim performansama su javno dostupna (Koskela, 2015, str.317).

Međutim, interesanta su zapažanja autorke (Koskela, 2015) vezana za karakteristike podataka u navedenim publikacijama (koje su javno dostupne), a u svrhu izračunavanja odnosno merenja eko-efikasnosti. Koskela (2015) konstatuje da je prikladnost potrebnih podataka prilično mala (engl. rather poor) uz obrazloženje da se pokazatelji veoma često razlikuju u različitim izvorima (internim - kompanijskim vs eksternim - komore, udruženja), pa čak i u okviru iste kompanije, u različitim publikacijama (npr. godišnji izveštaj vs izveštaj o korporativnoj odgovornosti) podaci (za određenje pokazatelje performansi, za određenje godine) se razlikuju, a ima i primera da se u okviru istog izveštaja, na različitim mestima, navode različite vrednosti (str.320 - 323). Navedeno otvara mnogo važnije pitanje "zrelosti" sistema izveštavanja (samih kompanija, ali i eksternih institucija) i sledstveno pouzdanosti podataka koji iz takvih sistema proističu (Koskela, 2015, str.323)⁶.

2.4. Implikacije eko-efikasnosti

2.4.1. Internalizacija eksternalija

Teorija eksternalija obezbeđuje ekonomski okvir za analizu troškova oštećenja životne sredine prouzrokovanih ekonomskim aktivnostima ili društvenih koristi koje se stvaraju ekonomskim aktivnostima koje poboljšavaju životnu sredinu (Haris, 2009, str.5). Milenović objašnjava da je "...eksterni efekat prelivevi pozitivni ili negativni rezultat proizvodnje ili potrošnje određenog dobra na treću stranu koja nije ni proizvođač ni potrošač tog dobra" (2000, str.180). Odnosno, negativni eksterni efekat prouzrokuje troškove trećoj strani, dok pozitivan eksterni efekat prouzrokuje korist trećoj strani. Zato se eksternalije (eksterni troškovi i koristi) nazivaju i "*uticaj na treću stranu*" (Haris, 2009, str.5).

Autor Pretty (2004) navodi da ekonomske aktivnosti utiču na prirodu upotrebom prirodnih resursa kao inputa ekonomskog sistema, ali i emitovanjem (odlaganjem) reziduala ekonomskih aktivnosti u životnu sredinu. Troškovi "upotrebe" životne sredine na navedene načine primer su eksternalija (Pretty, 2004, str.10).

⁶ Koskela dodaje da ima utisak da kompanije biraju različite indikatore ekoloških performansi kako bi otežale (pa čak i onemogućile) bilo kakva poređenja pokazatelja (2015, str.323).

Milenović (2000) pojašnjava da kada se kompanije odluče da proizvodnju i prodaju određenih proizvoda one uzimaju u obzir troškove materijala, rada, energije, kapitalnih dobara i brojne druge troškove. Navedene troškove kompanija sama snosi i možemo ih nazvati individualnim troškovima (str.179). Međutim, postoje i troškovi (štete) koje pojedine kompanije prouzrokuju svojom delatnošću ili ponašanjem (aktivnosti koje utiču negativno na kvalitet medija životne sredine – vodu, vazduh, zemljište odnosno na prirodne resurse), ali ih same ne snose, već njima opterećuju druge subjekte ili društvo u celini. Takvi troškovi se nazivaju društvenim ili eksternim troškovima životne sredine. Drugim rečima, eksterni troškovi nisu uključeni u tržišnu cenu proizvoda ili usluge čijom proizvodnjom ili potrošnjom su prouzrokovani (Milenović, 2000, str.179). U sistemu tržišne ekonomije, ekonomski akteri najčešće nastoje da izbegnu svaki element društvenog troška životne sredine (Milenović, 2000, str.179).

Često je veoma teško uticaj ekonomskih aktivnosti na životnu sredinu svesti na monetarni pokazatelj odnosno odrediti novčanu vrednost (degradacije) životne sredine. U nekim slučajevima se može, relativno jednostavno, utvrditi ekonomska šteta (npr. kao trošak prečišćavanja otpadnih voda), ali veoma često je reč o neopipljivim efektima (kao što je npr. vizuelno zagađenja ili estetsko oštećenje) koje je teško svesti na monetarni pokazatelj (Haris, 2009, str.40). Ali, ako zagađenju ne dodelimo određenu vrednost, tržište će mu automatski pripisati vrednost nula (Haris, 2009, str.40). Odnosno, ukoliko postoji slobodan pristup resursima tada je tržišna cena resursa jednaka nuli (Lošonc, 2005, str.63).

Ograničenost tržišnog mehanizma ogleda se u tome da tržište ne prepoznaje i, sledstveno tome, ne priznaje troškove i štete nastale iscrpljivanjem prirodnih resursa. Lošonc (2005) navodi da su eksternalije upravo izraz tržišnih podbačaja (neuspeha) (str.62-63). Tržišni podbačaji podrazumevaju pogrešnu alokaciju resursa u sadašnjosti, ali i alokaciju resursa kroz vreme. Rečeno terminima ekonomije, tržišna cena propušta da odražava socijalne dimenzije datog dobra, ona je niža od socijalne vrednosti u smislu da ne reflektuje ekološka i druga ograničenja. Odnos čoveka i prirode i odnos čoveka prema prirodnim resursima mnogo je složeniji da bi se sveo (samo) na tržišne odnose. Navedeni odnos treba da se zasniva pre svega na tome da čovek, u okviru ekonomskih aktivnosti, "uči" od prirode odnosno "oponaša" prirodu.

Sa ekonomskog aspekta, jedno od rešenja za eksterne efekte jeste internalizacija. Ona se može postići na način da učesnici na tržištu "apsorbuju" eksterne troškove i koristi koje su svojim aktivnostima prouzrokovali odnosno možemo govoriti o internalizaciji troškova životne sredine, ali i o internalizaciji koristi životne sredine.

Princip internalizacije eksternih troškova životne sredine uključuje dodavanje eksternih troškova na individualne (privatne) troškove zagađivača. Internalizacijom se eksterni negativni efekti zagađivača prevode u interne putem uključivanja u sistem cena (koštanja) i drugih oblika novčanih opterećenja (Milenović, 2000, str.190).

Internalizacija eksternih troškova motiviše proizvođače (kompanije, preduzeća) da preduzimaju preventivne akcije za sprečavanje zagađenja, za rešavanje problema smanjenja zagađenja i za efikasnije otklanjanje posledica zagađenja. Zato je koncept internalizacije eksternih troškova efikasnije rešenje od koncepta regulacije i kontrole. Sprečavanje zagađenja je profitabilnije od kontrole zagađenja, a smanjenje otpada, reciklaža i ponovna upotreba su profitabilniji od odlaganja i kontrole otpada. Sa internalizacijom, eksterni troškovi nisu više skriveni i ekonomski akteri imaju potpunije informacije za donošenje odluka (Milenović, 2000, str.192).

Internalizacija eksternih troškova životne sredine može biti uspešna samo ako njeno sprovođenje bude u domenu države koja može zakonima i ekonomskim instrumentima da primora (ali i stimuliše) proizvođače da obuhvate sve ili većinu eksternih troškova u okviru cene koštanja svojih proizvoda ili usluga. Prema Pretty (2004), različiti ekonomski instrumenti se mogu koristiti kako bi se osiguralo da zagađivači internalizuju troškove zagađenja koje su prouzrokovali poput taksu, poreza, razmena dozvola za zagađenje, subvencija i sl. (str. 13).

Lošonc (2005) ističe da su ekološki troškovi internalizovani kada opterećuju ekonomskog subjekta koji ih generiše. Autor objašnjenje eksternalija započinje konstatacijom da je nemoguće internalizovati sve eksternalije, tačnije većinu eksternalija nije moguće internalizovati (Lošonc, 2005, str.61- 62). Zatim dodaje da postojeći pristup eksternalijama daje podsticaj samo za politiku ex post, a da je evidentan nedostatak politike u odnosu na ex ante situaciju, odnosno deficit preventivne politike u odnosu na prirodu. Za Lošonca, suštinsko pitanje jeste određivanje vrednosti eksternalija. Za razliku od ekonomskih koristi koje se vezuju za određene aktere ekonomije, eksternalije su više difuzne. Ukoliko su efekti difuzni, tada nije moguće praksu sučeljavanja sa takvim efektima suziti na pojedinačne mehanizme. Tradicionalna ekonomska argumentacija "...tretira eksternalije kao nelične sporedne produkte, a to znači da se ne obazire na identitete subjekata koji su od značaja za konfiguraciju date situacije (Lošonc, 2005, str. 66-67).

Internalizacija eksternalija kroz uključivanje troškova (saniranja) zagađenja odnosno zaštite životne sredine u ukupne troškove poslovanja utiče i na ekonomske i na ekološke performanse kompanija i stoga se o njima može govoriti i u kontekstu eko-efikasnosti. Pored toga, primena industrijske simbioze može biti motiv da se smanje troškovi eksternalija – troškovi upravljanja otpadom (tretmana, odlaganja) ili saniranja zagađenja, kroz upotrebu reziduala procesa proizvodnje kao inputa.

2.4.2. Merenje ekonomskih performansi

Koskela (2015) je na osnovu pregleda velikog broja radova u kojima se kvantifikuje (meri) eko-efikasnost u različitim delatnostima (sektorima, granama⁷), izdvojila sledeće indikatore ekonomskih performansi: dodata

⁷ Uključujući sektor poljoprivredne proizvodnje, sektor rudarstva kao i prerađivačku industriju – oblast proizvodnje prehrambenih proizvoda i pića, proizvodnja papira i proizvoda od papira, proizvodnja derivata nafte, hemikalija i hemijskih proizvoda i dr.

vrednost, prodaja odnosno prihod od prodaje (engl. sales), neto-prihod (engl. net-income), EBIT (engl. operating profit), ukupni troškovi i dr (str. 324-326). Pored navedenih, kao nemonetarni (nefinansijski) indikatori ekonomskih performansi mogu se koristiti časovi rada, broj zaposlenih, obim proizvodnje, količina prodatih proizvoda.

Verfaillie i Bidwell (2000, str. 31-32) navode sledeće indikatore kojima se može meriti vrednost proizvoda ili usluge u obrascu za izračunavanje eko-efikasnosti:

1. prirodni pokazatelji: obim proizvodnje, obim prodaje, broj zaposlenih, broj časova rada,
2. finansijski (monetarni) indikatori: neto prodaja/prihod (engl. net sales), dodata vrednost, profit, vrednost akcije, rezerve, troškovi (energije, materijala, odlaganja otpada, prevencije zagađenja).

Pored navedenih, za izračunavanje eko-efikasnosti se mogu koristiti i podaci o cenama proizvoda, tržišnom učešću, marketing miksu i dr.

2.4.3. Evaluacija ekoloških performansi

Koskela (2015) napominje da se u literaturi ne može pronaći jedinstveno mišljenje po pitanju koje indikatore ekoloških performansi koristiti za ocenu eko-efikasnosti, odnosno da je "merenje ekoloških performansi problematičnije" u odnosu na merenje ekonomskih performansi (str.321). Prema Koskela (2015), ekološke performanse se najčešće mere kroz pokazatelje poput potrošnje energije, materijala, vode i emisija gasova koje su povezane sa klimatskim promenama, generisanje čvrstog ili tečnog otpada odnosno reziduali proizvodnje i dr. (str.318).

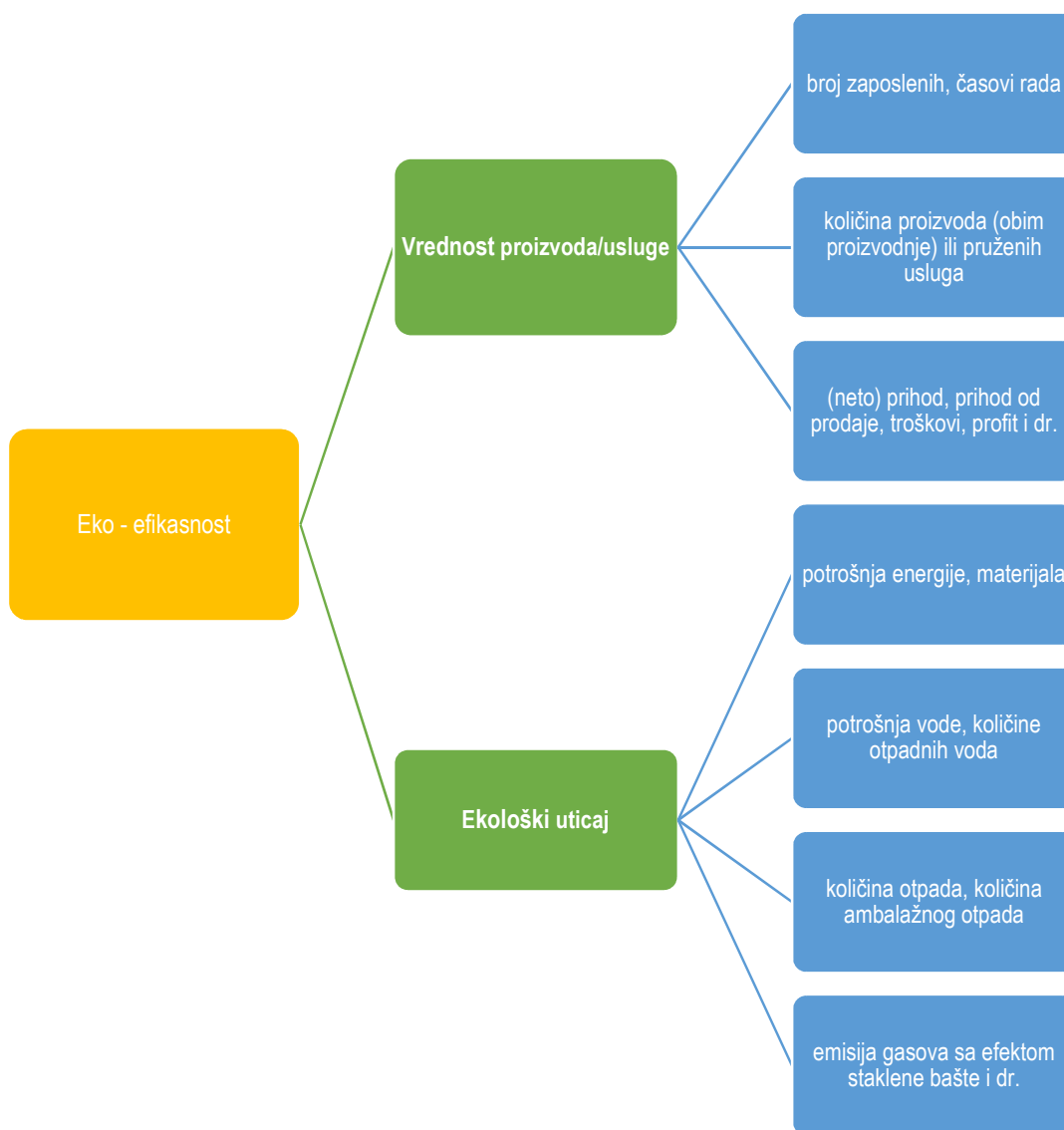
U indikatore ekoloških performansi Maxime, Marcotte, Arcand (2006, str. 640) ubrajaju:

1. potrošnju energije -- > energetska intenzitet,
2. generisanje gasova sa efektom staklene bašte -- > intenzitet generisanje gasova sa efektom staklene bašte,
3. potrošnju vode -- > intenzitet potrošnje vode,
4. generisanje otpadnih voda (i organska opterećenost otpadnih voda) -- > intenzitet organske opterećenosti,
5. generisanje čvrstog organskog otpada (reziduala) -- > intenzitet organske opterećenosti,
6. generisanje ambalažnog otpada.

Verfaillie i Bidwell (2000) u indikatore ekološkog uticaja proizvodnje određenog proizvoda ili pružanja usluga ubrajaju: potrošnju energije (izraženu u GJ) – posebno prema izvorima – obnovljivi ili neobnovljivi kao i emisije gasova kao rezultat potrošnje energije (gasovi sa efektom staklene bašte), potrošnju materijala (ukupna količina

i raščlanjeno na osnovni materijal i pomoćni materijal, odnosno obnovljivi, neobnovljivi, reciklirani materijal), zatim potrošnja prirodnih resursa, obnovljivih ili neobnovljivih (npr. vode, minerala, drveta), upotreba zemljišta, količina autputa koji mora biti predmet određene vrste tretmana (spaljivanje, odlaganje na deponiju i sl.) (, str. 31-32).

Slika 9. Pregled pokazatelja eko-efikasnosti



Prilagođeno prema: Koskela, M. (2015). *Measuring eco-efficiency in the Finnish forest industry with public data*. *Journal of Cleaner Production*, 98, str.324-326; Verfaillie, H. A., Bidwell, R. (2000). *Measuring Eco-efficiency – a Guide to Reporting Company Performance*. Geneva, World Business Council for Sustainable Development, str.31-32; Maxime, D., Marcotte, M., Arcand, Y. (2006). *Development of eco-efficiency indicators for the Canadian food and beverage industry*. *Journal of Cleaner Production*, 14, str.640.

3. Industrijska simbioza

Look deep into nature, and then you will understand everything better.

Pažljivo (po)gledajte prirodu i sve će vam biti mnogo jasnije.

Albert Ajnštajn

3.1. "Cirkularna" (kružna) ekonomija versus "linearna" ekonomija

Linearan (pravolinijski) ekonomski model "uzmi-napravi-(od)bac" (engl. take – make – dispose) se zasniva na upotrebi (eksploataciji) značajnih količina raspoloživih, relativno jeftinih i lako dostupnih prirodnih resursa i osnova je industrijskog razvoja koji je rezultirao visokim stopama ekonomskog rasta, s jedne strane, ali i iscrpljivanjem prirodnih resursa i degradacijom životne sredine sa druge strane. Međutim, nestabilnost cena faktora proizvodnje, sve veći pritisak na životnu sredinu u obliku porasta tražnje za prirodnim resursima, ali i prostorom za odlaganje otpada koji nastaje u procesu proizvodnje, ukazuju na nužnost redefinisavanja koncepta upotrebe *inputa*, ali i upravljanja *outputima* procesa proizvodnje.

Autori Korhonen, Okkonen i Niutanen (2004) u tom kontekstu govore o dva potpuno suprotna koncepta industrijskog (eko)sistema – tzv. "throughput" i "roundput". "Throughput" (u prevodu proizvodnja, protok) je linearni model ekonomskih aktivnosti i predstavlja "...model neodrživog industrijskog sistema – od ekstrakcije resursa preko proizvodnje i potrošnje, do otpada i emisija koje se vraćaju u prirodu" (Korhonen, Okkonen, Niutanen, 2004, str. 163). S druge strane, "roundput" model je karakterističan za održive, ciklične, kaskadne ekosisteme u kojima se ne akumulira otpad (Korhonen, Okkonen, Niutanen, 2004, str. 167-168).

Korhonen, Okkonen i Niutanen (2004) ističu da je, sa aspekta industrijskog ekosistema, upravljanje otpadom od izuzetnog značaja, ne samo u smislu smanjenje količine generisanog otpada već i njegove upotrebe kao *inputa*. Autori obrazlažu direktne i indirektne pozitivne i negativne efekte upravljanja otpadom u okviru industrijskih ekosistema na sledeći način: direktni pozitivni efekti uključuju smanjenje količine otpada koja se odlaže na deponije (sakupljanjem i tretmanom), dok su direktni negativni efekti troškovi transporta i sa njim povezana emisija CO₂. Indirektni pozitivni efekti se javljaju u slučaju upotrebe otpada kao sirovine (što autori posebno ističu), a indirektni negativni npr. potrošnja energije neophodna da bi se otpad koristio kao sirovina (Korhonen, Okkonen, Niutanen, 2004, str.163-164).

Lošonc (2005) navodi da je čak i u standardnom kružnom toku faktora proizvodnje - rada i kapitala izostavljen uticaj otpada (zagađenja) koji se stvara u procesu proizvodnje. Pored ekstrakcije resursa i vraćanja otpada u ekosistem, ekonomske aktivnosti takođe utiču na šire prirodne sisteme na suptilnije i trajnije načine. Prirodni sistemi imaju sopstveni kružni tok koji je određen zakonima fizike i biologije, a ne zakonima ekonomije. Prirodni kružni tok ima samo jedan input – solarnu energiju i samo jedan output - otpadnu toplotu. Sve ostalo mora, na neki način, da se reciklira ili da ostane unutar planetarnog ekosistema. U pogledu fizičkih dimenzija, ekonomija (ekonomski sistem) je podsistem ekosistema Zemlje, dok je ekosistem (Zemlje) zatvorenog karaktera (Lošonc, 2005).

Za razliku od linearnog modela koji kao rezultat ima brojne negativne posledice po prirodne ekosisteme, model cirkularne ekonomije proističe iz koncepta industrijske ekologije, a zasniva se na principu materijalne ravnoteže (Andersen, 2007, str.135). Prema zakonu materijalne ravnoteže, masa materije koja ulazi u proces transformacije mora biti jednaka masi materije koja izlazi iz tog procesa. Ako je masa materijala sadržana u proizvedenim dobrima manja od mase upotrebljenih inputa, to znači da je razlika otpad proizvodnje.

Linearni sistem postaje cirkularni kada se "povežu" resursi (inputi) i reziduali (outputi) procesa proizvodnje. Za razliku od tradicionalnog pogleda na proizvodnju, cirkularna ekonomija otpad tretira kao resurs. Suština cirkularne ekonomije jeste da se proces proizvodnje shvati kao kružni tok u kome otpad može potencijalno postati materijal za buduću proizvodnju.

Slika 10. Linearna versus cirkularna ekonomija

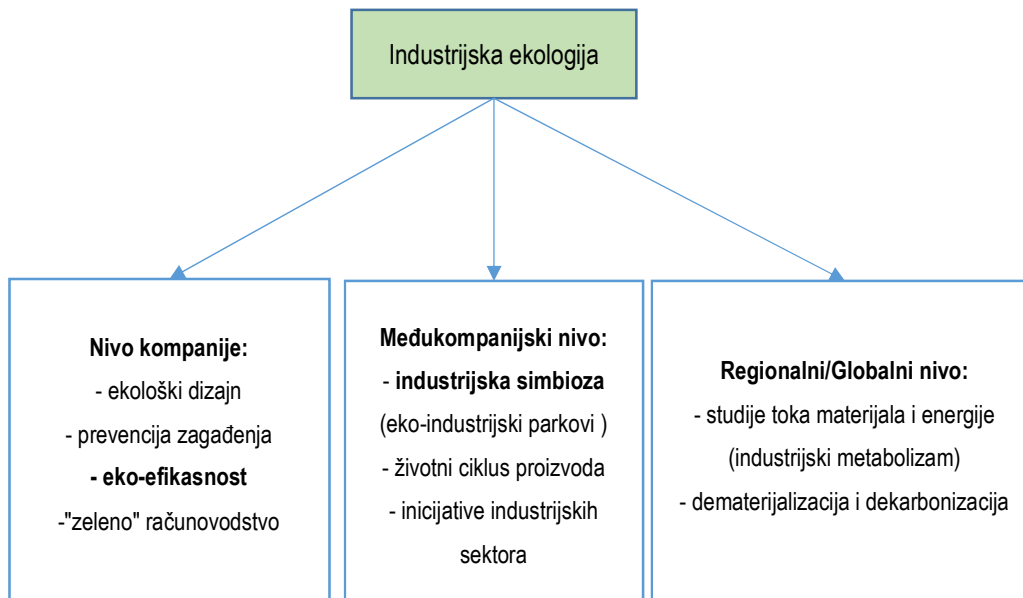


Prema: <http://www.desso.co.uk/c2c-corporate-responsibility/life-programme/>

Proučavanjem tokova inputa i outputa (materije i energije) kroz lokalne, regionalne i globalne ekonomske sisteme bavi se industrijska ekologija, naučna disciplina koja industrijske sisteme posmatra kroz prizmu prirodnih ekosistema i prirodnih procesa. Industrijska ekologija koristi "prirodu kao model" (engl. use nature as a model) (Wang, Feng, Chu, 2013, str.9; Posch, 2010, str.243), uzima u obzir "zdravlje" životne sredine i nastoji ukazati na načine kako se mogu integrisati potreba (nužnost) za očuvanjem prirodnih resursa (ekološki aspekt poslovanja) i ekonomske ciljevi poslovanja (Ehrenfeld, 2007, str.74). Industrijska ekologija nam omogućava

razumevanje tokova inputa i outputa - materije i energije na nivou kompanija, međukompanijskom i regionalnom/globalnom nivou.

Slika 11. Predmet izučavanja industrijske ekologije



Prilagođeno prema: Ehrenfeld, J.R., Chertow, M.R. (2002). Industrial symbiosis: the legacy of Kalundborg. U Robert U. Ayres i Leslie W. Ayres (Eds.), A Handbook of Industrial Ecology (str.334-348). UK:Edward Elgar Publishing, str.334; Lifset, R., Graedel, T.E (2002). Industrial ecology: goals and definitions. U Robert U. Ayres i Leslie W. Ayres (Eds.), A Handbook of Industrial Ecology (str.3-15). UK:Edward Elgar Publishing, str.10.

Tok inputa i outputa u okviru proizvodnih procesa predstavlja "metabolizam" industrijskih sistema, analogno metabolizmu prirodnog lanca ishrane (Ehrenfeld, 2007, str.76). Uspostaviti industrijski metabolizam znači upravljati tokovima inputa i outputa, identifikovati i redukovati neefikasne proizvode i procese čiji je rezultat otpad i ostali oblici degradacije životne sredine i omogućiti da se reziduali različitih vrsta i agregatnog stanja dalje koriste kao sirovina u drugom industrijskom procesu.

Andersen (2007) navodi da koncept cirkularne ekonomije ukazuje na međusobnu povezanost ekonomskih funkcija životne sredine. Životna sredina pruža određena dobra i usluge za potrošnju, obezbeđuje resurse za proizvodnju, prima emisije reziduala iz proizvodnje i potrošnje i predstavlja prostor za lokaciju ekonomskog sistema (privrede) (Andersen, 2007, str.133-135; Milenović, 2000, str.115).

Prema autorima Wells i Zapata (2012), cirkularni ekonomski sistemi su "najmlađa" manifestacija eko-industrijalizma (engl.eco-industrialism), a eko-industrijalizam je deo globalne socio-ekonomske tranzicije koja je neophodna kako bi se ostvarila održivost (str. 666 – 667). Tranzicija uključuje radikalne promene modela proizvodnje (npr. kroz upotrebu otpada jednog industrijskog procesa kao inputa u drugom) i potrošnje, dematerijalizaciju pa čak i redefinisane koncepta vrednosti.

Prema Ellen McArthur Foundation (2015) cirkularna ekonomija se zasniva na tri principa: 1. sačuvati i "unaprediti" prirodni kapital kroz kontrolu zaliha ograničenih (neobnovljivih) resursa i balansiranje tokova obnovljivih resursa; 2. optimizovati upotrebu resursa "kruženjem" proizvoda, komponenti, materijala u okviru tzv. tehničkih i bioloških (prirodnih) ciklusa i 3. unaprediti sistem identifikovanjem i rešavanjem problema negativnih eksternalija (str.5-7).

Kako je koncept cirkularne ekonomije "zaživeo" i na makro i na mezo nivou, dodatno će se obrazložiti uticaj navedenog koncepta na promene modela poslovanja u kompanijama odnosno razvoj cirkularnih, održivih poslovnih modela.

3.1.1. Poslovni model

U literaturi se mogu pronaći brojna objašnjenja (pojma) poslovnog modela (engl. business model) jer prema autorima DaSilva i Trkman (2014), nema konsenzusa šta tačno znači ili šta se tačno podrazumeva pod terminom poslovni model. U svom radu, pozivajući se na brojne autore, DaSilva i Trkman navode da poslovni model predstavlja "simulaciju stvarnog sveta", "simplifikaciju stvarnosti", "logiku poslovanja", da "implicitno ili eksplicitno uključuje interne kompetencije koji su osnova konkurentске prednosti kompanije". Pod terminom poslovni model može se podrazumevati i strategija (poslovanja), ekonomski model ili model (ostvarivanja) prihoda, a često se pod poslovni model poistovećuje sa poslovnim konceptom. Prema DaSilva i Trkman (2014) poslovni model je kombinacija *resursa* koji kroz različite *transakcije* generišu vrednost za kompaniju i njene potrošače (str. 383). Definicija se zasniva na dve teorije: pristup koji se bazira na resursima (engl. resource-based view – RBV) i teoriji transakcionih troškova (engl. transaction cost economics – TCE).

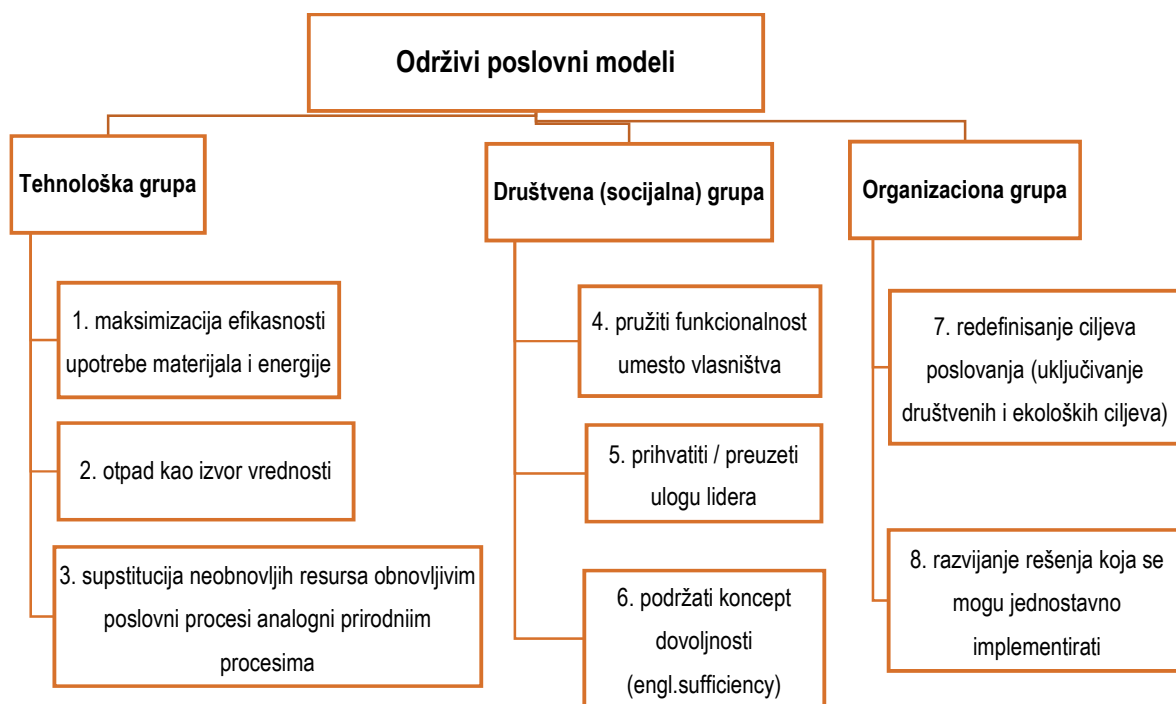
Prema autorima Bocken, Short, Rana i Evans (2014) poslovni model je "konceptualni alat, instrument (engl. tool) koji olakšava razumevanje načina na koji kompanija posluje i može se koristiti za različite analize, poređenja i ocene performansi (poslovanja), za upravljanje, komunikaciju i inovacije (str. 43). Pod pojmom poslovni model se može podrazumevati organizaciona i finansijska "arhitektura" (engl. architecture) poslovanja odnosno način "transformisanja" resursa u (ekonomsku) vrednost.

Magretta (2002) definiše poslovni model u kontekstu lanca vrednosti navodeći da poslovni model ima dve dimenzije (dva aspekta). Prva dimenzija poslovnog modela uključuje sve aktivnosti povezane sa proizvodnjom određenog proizvoda (dizajn proizvoda, nabavka sirovina / materijala, proizvodnja), dok drugi deo (dimenzija) obuhvata sve aktivnosti koje se odnose na prodaju proizvoda (istraživanje karakteristika kupaca / potrošača, načina distribucije i kanala prodaje, isporuke).

3.1.2. Održivi i cirkularni poslovni modeli

Kroz održive poslovne modele, nastoji se ostvariti ravnoteža ekonomskih, društvenih (socijalnih) i ekoloških potreba (ciljeva) organizacija. Održivi poslovni modeli omogućuju "uključivanje" održivosti u poslovne ciljeve i procese (postojeće industrijske modele) i mogu postati ključni pokretači konkurentske prednosti. Autori Bocken, Short, Rana i Evans (2014) su u svom radu predstavili 8 održivih poslovnih modela, podeljenih u tri grupe, prema kriterijumu promena (inovacija) koje su neophodne kako bi se uspostavio i razvio održivi poslovni model odnosno da li je reč o promenama (inovacijama) tehnološke, društvene (socijalne) ili organizacione prirode (str. 48).

Slika 12. Održivi poslovni modeli



Prilagodeno prema: Bocken N.M.P., Short S.W., Rana P., Evans S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, 65, str. 48.

U kontekstu teme doktorata, detaljnije će se obrazložiti tehnološka grupa promena (inovacija) neophodnih za uspostavljanje i razvoj održivih poslovnih modela. U navedenu grupu spadaju: 1.maksimizacija efikasnosti upotrebe materijala i energije, 2. upotreba otpada kao izvora vrednosti i 3.supstitucija neobnovljivih resursa obnovljivim i razvoj poslovnih procesa po uzoru na prirodne.

(1) Održivi poslovni model *maksimizacija efikasnosti upotrebe materijala i energije* (engl. maximise material and energy efficiency) podrazumeva proizvodnju prema principu "više sa manje" (engl. do more with fewer resources), smanjenje zagađenja koje nastaje u procesu proizvodnje i redukciju troškova kroz optimizaciju upotrebe resursa u procesu proizvodnje. Kao primeri predstavljenog modela mogu se navesti: proces

proizvodnje sa smanjenom emisijom CO₂ (npr. primenom čistih tehnologija), tzv. "lean" koncept proizvodnje, aditivna proizvodnja, dematerijalizacija (proizvoda/pakovanja), unapređenje/povećanje funkcionalnosti proizvoda sa ciljem smanjenja ukupne količine proizvoda koja je potrebna i sl. Za razliku od inoviranja pojedinačnih procesa, maksimizacija efikasnosti upotrebe materijala i energije se odnosi na celokupno poslovanje kompanije.

(2) Održivi poslovni model *otpad kao izvor vrednosti* (engl. create value from waste) uključuje primenu principa cirkularne ekonomije, tzv. "zatvaranje petlje" (engl. closed loop), koncept "od kreveta-do-kreveta" (engl. cradle-to-cradle), industrijsku simbiozu, recikliranje, produženu odgovornost proizvođača (engl. extended producer responsibility - EPR) i drugo. U okviru navedenih poslovnih modela, nastoji se eliminisati otpad na način da se postojeći tokovi otpada iskoriste kao (vredni) inputi u drugim procesima. Za razliku od prethodno objašnjenog održivog poslovnog modela (pod rednim brojem 1) kojim se nastoji količina nastalog otpada svesti na minimum, *stvaranje vrednosti iz otpada* je pristup kojim se identifikuju mogućnosti za kreiranje (nove) vrednosti upotrebom otpada kao resursa.

Prema autoru Winkler (2011), savremeni koncept modeliranja i upravljanja proizvodnim sistemima podrazumeva mnogo više od odabira i kombinacije tradicionalnih faktora proizvodnje sa ciljem ostvarivanja što veće produktivnosti i ekonomske efikasnosti. Mnogi veći značaj u ovom kontekstu dobijaju sve vrste otpada koje nastaju u procesu proizvodnje i aktivnosti koje će rezultirati u prevenciji nastanka, ponovnoj upotrebi i reciklaži otpada. Ekonomske i ekološke koristi koje se na taj način ostvaruju rezultat su implementacije odgovarajućeg koncepta upravljanja otpadom.

Interesantan je stav autora Winkler (2011) prema kome se "konflikt" između ekonomskih i ekoloških ciljeva poslovanja može lakše rešiti na međukompanijskom, interkompanijskom nivou (u okviru lanca snabdevanja) nego na nivou pojedinačnih kompanija jer se brojne negativne posledice proizvodnje mogu čak i izbeći ako kompanije sarađuju u dizajniranju, proizvodnji, isporuci proizvoda. Autor predlaže uspostavljanje, izgradnju više mreža lanaca snabdevanja koje bi u suštini predstavljale unapređene sisteme proizvodnje (engl. improved production system) odnosno integrisane organizacije. Mreže lanaca snabdevanja u okviru kojih se ostvaruju i ekonomski i ekološki ciljevi, autor Winkler (2011) naziva održivim mrežama lanaca snabdevanja, a definiše ih kao "skup različitih kompanija koje rade zajedno na ostvarivanju/uspostavljanju održive cirkularne ekonomije" koja sagledava potencijal za smanjenje količine otpada i izbegavanje nastanka otpada tokom životnog ciklusa proizvoda.

Stoga, upravljanje otpadom i vrednovanje otpada kao resursa postaje jedan od ključnih faktora u oblasti menadžmenta proizvodnje i ostvarivanja konkurentne prednosti i dugoročne profitabilnosti (Winkler, 2011, str. 243). Uspostavljanjem zatvorenog sistema (engl. closed-loop) proizvodnje povezuje se upravljanje proizvodnjom

i upravljanje otpadom što može dovesti do unapređenja ekonomskih i ekoloških performansi kompanija (Winkler, 2011, str. 243–246).

(3) Održivi poslovni model *supstitucija obnovljivim izvorima i procesima sličnim prirodnim* (engl. substitute with renewables and natural processes) podrazumeva upotrebu obnovljivih izvora energije, pre svega sunca i vetra, materijala koji su manje štetni za životnu sredinu, industrijskih procesa koji imitiraju prirodne i sl.

Cirkularni poslovni model (engl. circular business model) kao modalitet održivog poslovnog modela se zasniva na "cirkularnim" izvorima vrednosti, odnosno "cirkularnim" resursima i u osnovi predstavlja alternativu tradicionalnom linearnom modelu poslovanja, koji je dugi niz godina dominantan. Cirkularni poslovni model inkorporira (usvaja) principe cirkularne ekonomije i omogućava da u procesu poslovanja ne dolazi do gubitaka resursa, odnosno da je gubitak sveden na najmanju meru. U postojećim linearnim sistemima, oko 80% inputa procesa proizvodnje završi na deponijama, u otpadnim vodama ili se spaljuje (Ellen McArthur Foundation, 2013, str.7).

Cirkularni poslovni model podrazumeva "spajanje" krajeva lanca vrednosti na način da se otpad koristi kao input kada god je to moguće odnosno ekonomski opravdano. Da bi se implementirao cirkularni pristup poslovanju, u kompanijama je neophodno promeniti odnosno prilagoditi model poslovanja. Tzv. zatvaranje petlje (engl. close loop) u poslovanju utiče na brojne aspekte postojećeg poslovnog modela poput promene u samim proizvodima ili uslugama, promene u odnosima sa kupcima, promene u procesu proizvodnje, različiti modeli (načini) ostvarivanja prihoda, uključivanja/sagledavanje i drugih vrednosti – rezultata osim profita.

Cirkularni poslovni model uključuje (<https://www.forumforthefuture.org/sites/default/files/Infographic.pdf>):



1. Upotrebu proizvoda kao sirovina u proizvodnji novih proizvoda (engl. closed loop recycling)



2. Upotrebu materijala jednog ili više korišćenih proizvoda u novom proizvodu sa nižim stepenom kvaliteta (engl. downcycling);



3. Upotrebu materijala jednog ili više korišćenih proizvoda u novom proizvodu, sa unapređenim kvalitetom (engl. upcycling);



4. Zajedničku upotrebu infrastrukture, nusproizvoda sa ciljem da se unapredi resursna efikasnost – industrijska simbioza;

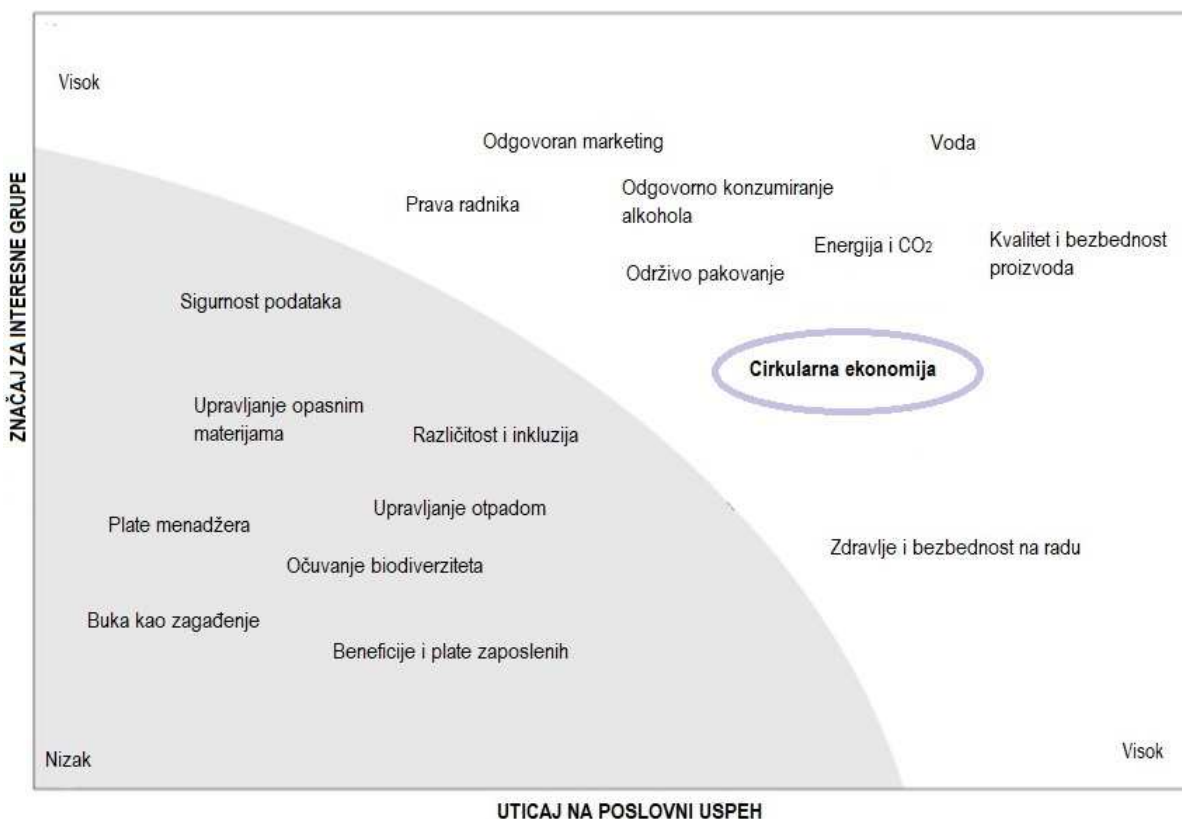


5. Pružanje usluge prikupljanja starih i korišćenih proizvoda.

Najvažniji "pokretači" prelaska na cirkularni poslovni model su (Ellen McArthur Foundation, 2015, str.3-5): (1) gubici i otpad koji nastaje u ekonomskim tokovima (postojeći model stvaranja vrednosti karakterišu velike količine otpada u procesu proizvodnje), (2) promene cena sirovina i rizici na strani ponude (mnoge kompanije su uvidele da linearni model proizvodnje dovodi do većeg rizika u poslovanju i kada su u pitanju cene i količine raspoloživih resursa), (3) degradacija prirodnih reusrsa, (4) promene u zakonskim propisima, (5) promene u tehnologiji proizvodnje i sl.

Cirkularni poslovni model je prepoznat kao veoma značajan i u praksi – kako za kompanije, tako i za njihove stekholderere. Kompanije poput Carlsberga i Nestle su, u okviru svojih korporativnih strategija i ciljeva, kao važne uvrstile i primenu principa cirkularne ekonomije.

Slika 13. Matrica održivosti kompanije Carlsberg



Prema: Carlsberg Group Sustainability report 2016. Preuzeto sa: <https://carlsberggroup.com/media/10920/2016-sustainability-report.pdf>, str.7

"Zatvaranje petlje" (engl.closed-loop) model je centralni (osnovni) stub koncepta cirkularne ekonomije (Murlow, Derrible, Ashton, Chopra, 2017, str.559). Zatvoreni (engl.closed-loop) proizvodni sistemi nastoje da ostvare održivost kroz istovremeno unapređenje/poboljšanje ekonomskih i ekoloških performansi (ciljeva) (Winkler, 2011, str. 243). Autor Winkler smatra da se brojne negativne posledice proizvodnje (otpad, potrošnja energije,

transport) mogu izbeći uspostavljanjem zatvorenog proizvodnog sistema odnosno održivi lanac snabdevanja, pri čemu učesnici mreže ne moraju biti kompanije iz iste industrijske grane.

Posch (2012) navodi da je "zatvaranje petlje" upotrebom nusproizvoda ključno područje istraživanja industrijske ekologije, prema Mirabella, Castellani i Salla (2014) zatvoreni sistemi (engl. closed systems) su osnova za industrijsku simbiozu (Mirabella et al., 2014, str.29) odnosno industrijska simbioza predstavlja osnovu za razvoj cirkularne ekonomije jer uključuje brojne elemente koji naglašavaju kruženje i ponovnu upotrebu resursa (Chertow, 2004, str.410).

3.2. Industrijska simbioza – ekonomska i ekološka dimenzija

U kontekstu izazova sa kojima se suočavaju postojeći industrijski sistemi (prirodni resursi su sve oskudniji, njihova eksploatacija sve skuplja) nameće se potreba za poštovanjem principa održive proizvodnje i razvojem održivih industrijskih sistema jer se "...održivost javlja primarno kao pitanje upravljanja resursima" (Ristić, 2013, str.56).

Na pitanje kako izgraditi (razviti, uspostaviti) održive industrijske sisteme, Frosch i Galopulos (1989) odgovaraju da treba "učiti" od prirode. U prirodi se, na različite načine, sve ponovo iskoristi, sa visokim stepenom efikasnosti. Prirodni sistemi, za razliku od ekonomskih (proizvodnih, industrijskih) tipično slede ciklične modele, a otpad se reciklira i ponovo koristi. U zdravim prirodnim sistemima nema gomilanja zagađenja (Haris, 2009, str.383). Zdrave prirodne sisteme karakteriše tzv. bezotpadni ciklus u okviru kog ništa što sadrži energiju ili korisne materije ne sme biti izgubljeno. Prirodni ekosistemi kontinualno vrše proces reciklaže, kroz kružne (ciklične), tipične prirodne obrasce, u okviru lanca ishrane (prehrambene mreže – engl. food web) na način da se organizmi hrane jedni drugima, kao i da otpadne materije i nusproizvodi jedne vrste za drugu postaju hrana (Hardy i Graedel, 2002; Ehrenfeld, 2007).

U kontekstu industrijske ekologije, koja kao model za održive industrijske sisteme uzima prirodu (Posch, 2010, str. 243), pod "industrijskim ekosistemom" se podrazumeva mreža organizacija koja "deli" (zajedno koristi) osnovne inpute (materijal, energiju, vodu i dr.), ali i autpute (otpad i nusproizvode) procesa proizvodnje (Hardy, Graedel, 2002, str. 30). Na taj način, potrošnja energije i materije u industrijskom ekosistemu je optimizovana, a nusproizvodi jednog procesa postaju input za drugi (Frosch, Galopulos, 1989, str. 152; Chertow, 2007, str.12)¹.

Industrijski ekosistemi oponašaju prirodne u smislu da ih čine "industrijski organizmi" (npr. fabrike) koji transformišu resurse u gotove proizvode, nusproizvode i otpad, a povezani su kroz tokove materije i/ili energije

¹ Važno je napomenuti da se u industrijskim ekosistemima ne može uspostaviti nivo efikasnosti u smislu kruženja resursa koje postoji u prirodnim ekosistemima. Industrijski sistemi će uvek zahtevati određenu količinu resursa koji će se uzimati iz prirode odnosno u njima će ostajati reziduali koji se neće moći iskoristiti kao inputi tj. zahtevaće različite oblike odlaganje (npr. na deponijama)

(Hardy i Graedel, 2002, str. 31). Na taj način se, kroz kruženje resursa, uz istovremeno smanjenje zagađenja, postiže unapređenje ekološke i ekonomske efikasnosti industrijskih sistema (Chertow, 2004, str.408). Ekonomski efekat, odnosno težnja za maksimizacijom profita veoma je važan cilj za industrijske ekosisteme (kompanije) i ako navedeni cilj ne može da se ostvari, ekosistem će se "urušiti" (Wang, Feng, Chu, 2013, str. 10).

Ekolozi koji proučavaju održivi industrijski razvoj i industrijske ekosisteme na definisanom geografskom području se fokusiraju na fenomen industrijske simbioze koja nastaje povezivanjem industrijskih preduzeća na način da output (otpad ili nusproizvod) jednog preduzeća postane input (sirovina, resurs) za drugo (Reid, Gradel, 2002). Industrijska simbioza podrazumeva povezivanje različitih industrijskih grana na način da se između njih vrši fizička razmena inputa i outputa (nusproizvoda) sa ciljem unapređenja konkurentne prednosti i ekonomske efikasnosti (Chertow, 2007, str.12). Ključni *elementi* industrijske simbioze jesu saradnja i sinergetski efekat koji nastaje zahvaljujući geografskoj blizini učesnika simbioze (Chertow, 2007, str.12), stoga se industrijska simbioza uspostavlja na lokalnom ili regionalnom nivou (Posch, 2010, str.243).

Termin "industrijska simbioza" se prvi put pojavio u literaturi iz oblasti ekonomske geografije² 40-tih godina XX veka i podrazumevao je "organske veze" (engl. organic relationship) između različitih industrija, uključujući upotrebu otpada (otpadnih produkata) jedne industrije kao inputa u drugoj. U savremenim uslovima, kada je reč o industrijskoj simbiozi, *podjednako se vodi računa i o ekološkim i o ekonomskim efektima* (fizičke) razmene energije, vode, materijala i nusproizvoda što potvrđuju i brojne definicije industrijske simbioze (Chertow, Ashton, Kuppalli, 2004, str. 8).

Costa, Massard i Agarwal (2010) definišu industrijsku simbiozu kao poslovnu strategiju koja povezuje kompanije sa ciljem ostvarivanja saradnje koja će doprineti unapređenju i ekonomskih i ekoloških performansi (str.815). Walls i Paquin (2015) navode da industrijska simbioza pruža mogućnost smanjenja negativnog ekološkog uticaja na "ekonomičan" način (*engl. economically reduce aggregate environmental impact*) (str.32). Autori Paquin, Busch i Tilleman (2015) ističu da industrijsku simbiozu karakteriše "usresređivanje na ekološke probleme koje je ekonomski motivisano" (engl. economically driven environmental focus) (str. 95) dok Doménech i Davies (2011) potvrđuju da se primenom industrijske simbioze "...smanjuje ekološki uticaj industrijskih aktivnosti na ekonomski racionalan način" (str. 282).

Prema Maille i Frayret (2016) industrijska simbioza ili sinergija zasnovana na nusproizvodima (engl. by-products synergy) podrazumeva optimizaciju upotrebe resursa supstitucijom sirovina nusproizvodima kao inputima za industrijske procese (str.1284). Industrijska simbioza je "pristup" kojim se može unaprediti efikasnost upotrebe materijala i energije u industrijskim sistemima (Martin, Svensson, Eklund, 2015, str.263).

² Deo društvene geografije koja se bavi proučavanjem teritorijalne organizacije proizvodnje.

Prema autorima Jacobsen i Anderberg (2005) koncept industrijske simbioze je deo odgovara na izazov koji se može definisati na sledeći način: "učiniti industriju kompatibilnijom sa prirodom" (str.231). Kada se uspostavi saradnja posredstvom industrijske simbioze, naredni zadatak jeste unapređenje koordinacije učesnika i fleksibilnosti u mreži i stvaranje sistema koji omogućava upotrebu i tokova otpada manjeg volumena.

Kompanije koje pripadaju određenom industrijskom ekosistemu i sarađuju posredstvom industrijske simbioze unapređuju svoje ekonomske i ekološke performanse odnosno ostvaruju istovremeno i ekološke i ekonomske benefite. I region u kome je formirana saradnja posredstvom industrijske simbioze ima koristi u vidu poboljšanja kvaliteta životne sredine (Ashton, 2008, str.35; Ashton, 2011, str. 297). Paquin, Busch i Tilleman (2015) dodaju da se određene aktivnosti sprovode unutar kompanija kako bi se unapredio proces poslovanja (engl. *intra-firm* action), dok industrijska simbioza predstavlja vid aktivnosti za unapređenje poslovanja koji se uspostavlja između kompanija (engl. *inter-firm*) (str. 95).

Ashton (2011) navodi da se prilikom istraživanja efekata industrijske simbioze najčešće sagledavaju investicije, operativni troškovi i uštede na nivou učesnika simbioze, kao i smanjenje potrošnje resursa i nastanka zagađenja. U navedenom kontekstu, Ashton (2011) ističe da se mere pre svega ekonomske i ekološke uštede proistekle iz simbiotskih aktivnosti, dok se društvene (socijalne) koristi, poput otvaranja novih radnih mesta ili poboljšanje kvaliteta života, retko predmet istraživanja (str.299).

Glavni pokretač razvoja industrijske simbioze jeste mogućnost da se kroz saradnju između članica simbioze smanje troškovi upravljanja otpadom, smanji potrošnja "netaknutih, nekorišćenih" resursa (engl. *virgin material*), ostvari prihod po osnovu prodaje nusproizvoda, ali i uspostavi stabilna dugoročna saradnja (Posch, 2010, str. 244).

Autori Paquin, Busch i Tilleman (2015, str.97) ključne karakteristike i ishode razmene koji nastaju u okviru industrijske simbioze klasifikuju u dve grupe:

1. simbiotske veze koje utiču na eko-efikasnost i
2. simbiotska razmena koja doprinosi eko-razvoju.

Kada je reč o eko-efikasnosti, autori sagledavaju doprinos industrijske simbioze ekonomskim i ekološkim performansama uz obrazloženje da kompanije posredstvom industrijske simbioze smanjuju ukupne troškove smanjenjem troškova materijala ili supstitucijom materijala nusproizvodom (engl. *eco-savings*) i/ili povećavaju prihod prodajom nusproizvoda i kroz inovativne proizvode ili usluge što autori nazivaju i eko-prihodom od prodaje (engl. *eco-sale*). Ekološki ishodi simbiotskih veza uključuju smanjenje potrošnje materijala, enegije, upotrebu obnovljivih izvora.

S druge strane, povećanje broja zaposlenih (radna mesta sačuvana ili nova kreirana) i razvoj poslovanja (broj novih firmi koje se osnuju, postojeće prošire svoje poslovanje ili opstanu na tržištu), kao rezultat primene industrijske simbioze, doprinose eko-razvoju koji prema definiciji podrazumeva ekonomski razvoj koji dugoročno uzima u obzir ekološka ograničenja (Paquin, Busch, Tilleman, 2015, str. 97).

Poseban značaj u ovoj oblasti ima i proučavanje ekonomije industrijske simbioze. Kada je u pitanju ekonomija industrijske simbioze, neophodno je utvrditi i uporediti troškove, odnosno koristi nabavke nusproizvoda kao sirovine u odnosu na nabavku "nekorisćenih" sirovina, troškove upravljanja otpadom u odnosu na troškove pronalaženja kupaca za otpad, koristi od prodaje otpada i nusproizvoda kao i troškove transporta nusprodukata između poslovnih subjekata i sl. Prikupljanje i distribucija informacija, odnosno transakcioni troškovi vezani za pronalaženje partnera za simbiozu se smatraju ključnom (kritičnom) komponentom u funkcionisanju simbiotske mreže (Ehrenfeld, Chertow, 2002, str. 342-343).

Kada govorimo o ekonomiji industrijske simbioze, neophodno je definisati pored ekonomskih i njene ekološke efekte. Pozitivni ekološki ishod industrijske simbioze se ogleda, pre svega, u upotrebi autputa (otpada ili nusproizvoda) jednog procesa proizvodnje kao inputa u drugom, što dovodi do smanjenja potrošnje "nekorisćenih, netaknutih" sirovina (i svih negativnih ekoloških efekata koji prate njihovu proizvodnju), smanjenja količine otpada koji završava na deponijama i sl. Industrijska simbioza i proizvodi industrijske simbioze podrazumevaju, pre svega, veći stepen resursne efikasnosti i, sledstveno, eko-efikasnosti.

Industrijska simbioza može nastati spontano, samoinicijativno između kompanija ili kao rezultat planskog razvoja i "pomoći" treće strane (Paquin, Tilleman, Howard-Grenville, 2014, str.268; Chertow, 2007, str.21). Razmena materijala predstavlja koristan instrument za stvaranje vrednosti upotrebom otpada (engl. creating value from waste) a može se realizovati interno, u okviru iste kompanije, ili eksterno, između različitih kompanija (Zhu, Lowe, Wei, Barnes, 2007). Chertow (2004, str.412-413) klasifikuje razmenu materijala (otpada) na sledeći način:

- (1) Tip 1: upotreba otpada u procesu reciklaže (ne smatra se industrijskom simbiozom) – npr. prikupljanje papira i metala za reciklažu, stare odeće i sl.
- (2) Tip 2: upotreba otpada kao sirovine (inputa, resursa) u okviru proizvodnog pogona, kompanije u kojoj nastaje – interna simbioza;
- (3) Tip 3: razmena otpada između kompanija koje su grupisane (engl.colocated) u eko – industrijski park;
- (4) Tip 4: razmena između kompanija koje nisu grupisane u okviru eko-industrijskog parka i
- (5) Tip 5: razmena između kompanija organizovanih na širem području (regionu).

Tipovi razmene 3,4 i 5 se smatraju eksternom simbiozom.

Dodatno će se objasniti koncept eko-industrijskih parkova kao model savremenog upravljanja resursima i polazna tačka za testiranje i implementaciju principa industrijske ekologije i industrijske simbioze.

Eko-industrijski park se može definisati kao skup (zajednica) poslovnih subjekata, na određenom geografskom području, međusobno povezanih simbiotskim vezama u funkciji efikasnije upotrebe resursa - materijala, sirovina, vode, energije, infrastrukture, informacija. Slični u određenim aspektima standardnim industrijskim parkovima, cilj eko-industrijskih parkova je da omoguće kompanijama korišćenje iste infrastrukture i razmenu resursa kreirajući svojevrсни industrijski ekosistem.

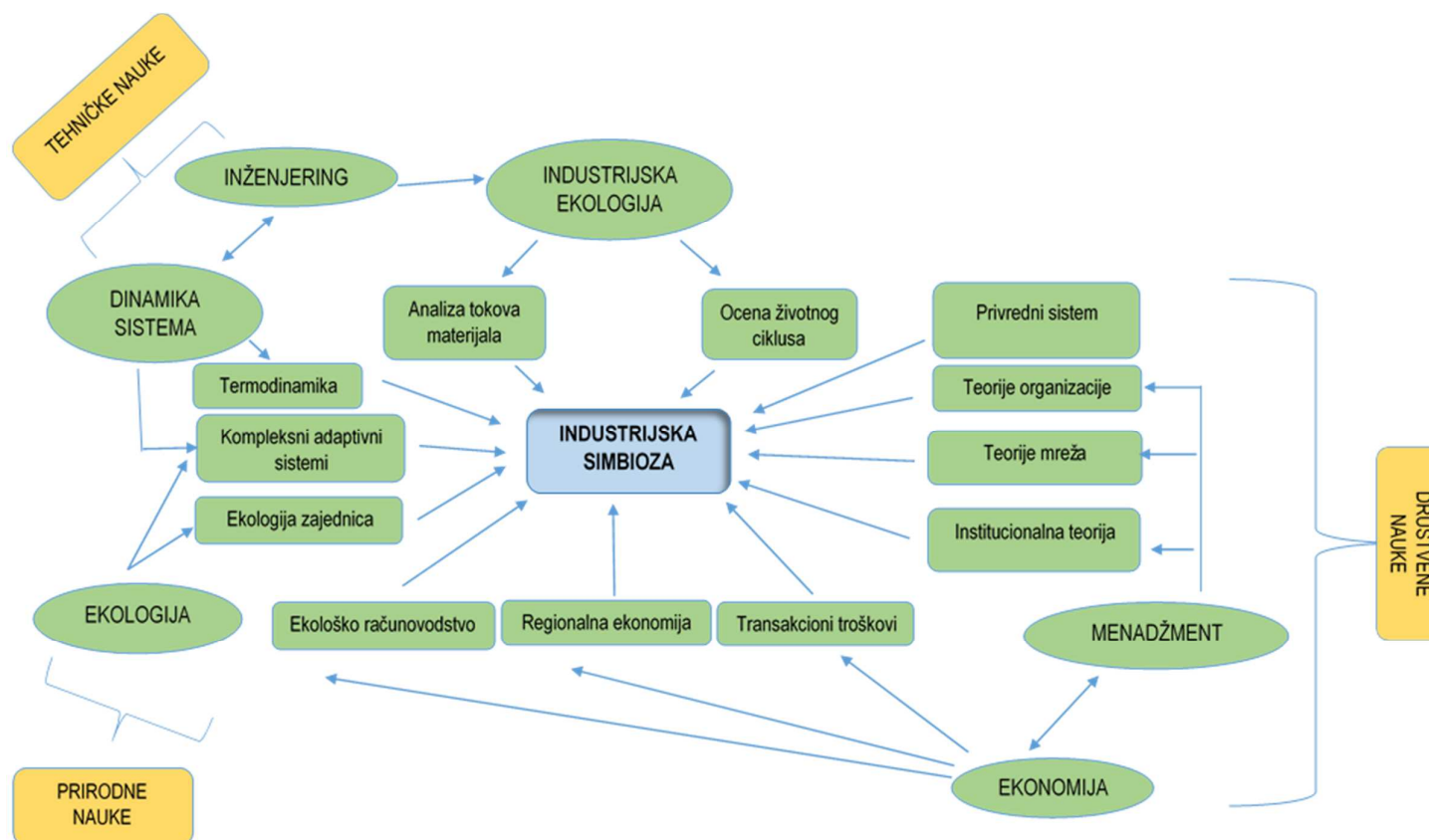
Eko-industrijski parkovi i ostali oblici industrijske simbioze imaju brojne ekološke benefite poput remedijacije zagađenja koje potiče od teške industrije, uštede u količini utrošene vode, smanjenje zagađenja zemljišta, smanjenje količine otpada koji se odlaže na deponije i dr. Pored ekološke dimenzije, eko-industrijski park ima i socijalnu (društvenu) i ekonomsku dimenziju (Lowitt, Côté, 2013, str. 343). S obzirom da je industrijski razvoj oblik ekonomskog razvoja, postoji interes da se implementira koncept industrijske simbioze u formi eko-industrijskih parkova sa ciljem (1) revitalizacije područja u kojima je razvijena industrijska proizvodnja (2) otvaranja novih radnih mesta i zadržavanja postojećih i (3) podrške održivom razvoju (Chertow, 2007, str.13).

Važno je napomenuti da svaka faza u razvoju eko-industrijskog parka, kao manifestacije industrijske simbioze, treba da bude finansijski održiva, jer je "najvažniji faktor razvoja eko-industrijskog parka je njegov ekonomski uspeh" (Meneghetti, Nardin 2012, str. 273). Ukoliko je eko-industrijski park ekonomski neuspešan, neće se ostvariti ni društveni ni ekološki benefiti. Dakle, eko-industrijski parkovi moraju biti sa ekonomskog aspekta profitabilni (Montastruc, Boix, Pibouleau, Azzaro-Pantel, Domenech, 2013, str. 1).

Da bi se uspostavila saradnja u obliku industrijske simbioze, određeni kriterijumi moraju biti ispunjeni, a oni uključuju: (1) tehničku izvodljivost (engl.technical feasibility) i (2) postizanje (ostvarivanje) i ekonomskih i ekoloških benefita (koristi) (Ehrenfeld, 2004, str.25). Faktori koji utiču na uspostavljanje simbiotskih veza i uspeh primene koncepta industrijske simbioze su detaljnije obrazloženi u okviru tačke 3.5.

Važno je na kraju napomenuti da proučavanje industrijske simbioze podrazumeva multidisciplinarni pristup i integraciju teorijskih stavova i empirijskih istraživanja društvenih, prirodnih i tehničkih nauka. Teorijski aspekti proučavanja i praktični primeri industrijske simbioze mogu se pronaći u okviru radova u oblasti različitih naučnih disciplina: biologije, ekologije, nauke o organizacionom ponašanju i upravljanju, u oblasti tehnoloških inovacija, matematičkih i statističkih metoda pomoću kojih se vrše kvantifikacije specifičnih ekoloških i ekonomskih benefita industrijske simbioze i dr. (Lombardi, Lyons, Shi, Agarwal, 2012, str. 2).

Slika 14. Multidisciplinarni pristup izučavanju industrijske simbioze



Prilagođeno prema: Chertow M., Park J. (2016). *Scholarship and Practice in Industrial Symbiosis: 1989–2014*. U R. Clift i A. Druckman (Eds.), *Taking Stock of Industrial Ecology* (str.87-116). Springer International Publishing, str.91. Dostupno na: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-20571-7_5/fulltext.html

3.3. Faze procesa uspostavljanja saradnje posredstvom industrijske simbioze

Potencijal da se uspostavi saradnja posredstvom industrijske simbioze često ostaje neiskorišćen zbog određenog broja faktora odnosno barijera, uključujući ekološko zakonodavstvo, ekonomske faktore, nepoverenje između potencijalnih učesnika, nedostatak informacija i sledstveno nedovoljne saradnje između različitih industrijskih sektora i dr. Autori Golev, Corder i Giurco (2015) su koristili tzv. mrežu ili matricu zrelosti (engl. maturity grid) kako bi predstavili faktore i faze (etape) u procesu uspostavljanja i razvoja saradnje posredstvom industrijske simbioze. Autori Golev, Corder i Giurco (2015) navode 5 faza u razvijanju i postizanju zrelosti (engl. maturity) industrijske simbioze:

1. Prva faza - "Neprepoznavanje" (engl. Not Recognized)

Prvi i najniži nivo zrelosti industrijske simbioze podrazumeva da koncept industrijske simbioze nije prepoznat kao mogući model uspostavljanja sinergetskih veza između kompanija, na određenom području. Zbog brojnih prepreka, ne uspostavlja se saradnja odnosno sinergija između različitih privrednih subjekata što za rezultat ima neiskorišćenost tokova otpada (Golev, Corder, Giurco, 2015, str. 142-145). Karakteristike prve faze su sledeće:

- poverenje nije uspostavljeno i nema razmene informacija između kompanija,
- minimum podataka o ekološkim performansama se javno objavljuje,
- svaka kompanija samostalno rešava problem otpada,
- ponovna upotreba otpada nije ni zakonski "motivisana",
- maksimizacija profita je ključni motiv poslovanja kompanija i pokretač industrijskog razvoja u određenom regionu,
- održivi razvoj nije prepoznat kao deo poslovne strategije ili prakse u kompanijama.

2. Druga faza - "Inicijalni napori – početni koraci" (engl. initial efforts)

U drugoj fazi, evidentan je napredak u shvatanju i sagledavanju značaja ekološkog aspekta poslovanja, uključujući i potrebu za boljom saradnjom između kompanija. U ovoj fazi, određeni projekti koji podrazumevaju uspostavljanje sinergetskih veza su već implementirani, a mogućnost za obostrano korisnu razmenu otpada je prepoznata (Golev, Corder, Giurco, 2015, str. 142 -145). I dalje postoje značajne barijere u razvoju projekata industrijske simbioze:

- kompanije objavljuju izveštaje koji sadrže i podatke o ekološkim performansama, ali nedostaju detaljne informacije o tokovima otpada,

- saradnja između kompanija se uspostavlja samo kada se one suočavaju sa ozbiljnim problemima u poslovanju,
- razmena otpada se realizuju samo u okviru projekata koji su sa tehničkog aspekta prihvatljivi,
- održivi razvoj je deo strategije preduzeća, ali se ne koriste indikatori za merenje performansi u navedenoj oblasti,
- zakonska regulativa u načelu, podržava reciklažu, ali bez specifičnih odredbi,
- kompanije imaju posebne budžete za ekološke projekte kako bi poslovanje uskladili sa zakonskim propisima, ali opšti stav kompanija jeste da su "ekološki projekti" značajan trošak poslovanja.

3. Treća faza – "Aktiviranje, pokretanje" (engl. Active)

Treća faza predstavlja prekretnicu u razvoju industrijske simbioze. Kompanije pokazuju sve veći interes za međusobnu saradnju, u različitim oblastima (Golev, Corder, Giurco, 2015, str. 142-145). Odluke treće faze su:

- koriste se i objavljuju određeni indikatori održivog razvoja, ali nedostaju metode i veštine kojima bi se navedeni proces standardizovao,
- raste interesovanje, ali i poverenje između različitih kompanija (industrija),
- koordinacija simbiotskih aktivnosti se odvija na nivou top menadžmenta,
- reciklaža i ponovna upotreba otpada su integrisani u postojeću zakonsku regulativu,
- u kompanijama se na otpad gleda kao na vredan resurs, podaci o troškovima odlaganja svake tone otpada na deponiju su dobro poznati i važan su element prilikom donošenja odluka i dr.

4. Četvrta faza - Proaktivnost (engl. Proactive)

Kada kompanije međusobno komuniciraju i razmenjuju informacije o tokovima otpada, a "traganje" za novim šansama za uspostavljanje sinergije se sve češće javlja i postaje standardna procedura u poslovanju, može se reći da je industrijska simbioza na određenom području zrela (engl. mature) (Golev, Corder, Giurco, 2015, str. 143-145). Karakteristike četvrte faze su:

- set indikatora iz oblasti održivog razvoja (uključujući i ekološke performanse) se koristi i javno objavljuje,
- saradnja između kompanija se često uspostavlja, u različitim oblastima, a koordinacija aktivnosti se polako "spušta" sa top nivoa na niže nivoe menadžmenta i realizuju se projekti ponovne upotrebe otpada,
- zakon "prepoznaje" potencijal koji ima razmena otpada,

- na nivou kompanija, mogućnosti upotrebe otpada se detaljno analiziraju, projekti razmene i ponovne upotrebe otpada daju dobre rezultate (dokazali su svoju efikasnost),
- posmatraju se dugoročne koristi i rizici prilikom odobravanja projekata razmene otpada, pa čak i projekti koji se ne pokazuju izvodljivim u kratkom roku, odobravaju se, jer će u dugom roku imati pozitivan efekat.

5. Peta faza - Oblikovanje budućnosti (engl. Forming the Future)

Petu fazu u "sazrevanju" industrijske simbioze karakteriše kontinuelna saradnja i uspostavljeno poverenje između kompanija iz različitih sektora industrije koje na taj način "oblikuju održivu budućnost" (Golev, Corder, Giurco, 2015, str. 143-145). Na zrelost industrijske simbioze utiču:

- formirana baza podataka o postojećim tokovima otpada, koja se redovno "osvežava" i održava,
- dugoročna perspektiva i sagledavanje dugoročnih koristi u procesu donošenja odluka,
- konstantno unapređenje saradnje između kompanija u smislu razmene otpada kao ključne determinante konkurentske prednosti,
- ekološko zakonodavstvo koje u fokusu ima (obaveznu) reciklažu i ponovnu upotrebu otpada, odnosno zabranu odlaganja na deponiju otpada koji se može reciklirati.

3.4. Eko-efikasnost industrijske simbioze

Za merenje efekata (učinaka) i efikasnosti industrijske simbioze mogu se koristiti posebni indikatori - kvantitativni pokazatelji poput stope upotrebe proizvodnog otpada ili nusproizvoda u odnosu na ukupne količine inputa, povezanosti članova industrijske simbioze (engl. connectance) koja se definiše kao odnos broja direktnih interakcija u industrijskoj mreži i broja potencijalnih (mogućih) interakcija, simbiotske korisnosti (engl. symbiotic utilization) (Hardy, Graedel, 2002, str. 30-34), intenziteta simbioze (engl. symbiotic intensity) koji pokazuje broj fizičkih transfera kao i broj preduzeća i drugih entiteta uključenih u simbiozu (Van Berkel, 2009, str. 484) odnosno ekonomski, ekološki i socijalni indikatori performansi (Cecelja, Raafat, Trokanas, Innes, Smith, Yang et al., 2015, str. 349)

Autor Salmi (2007) u svom radu navodi da "postoje uzročno-posledične veze između industrijske simbioze i eko-efikasnosti", da su brojni industrijski sistemi u kojima su uspostavljene simbiotske veze tokom vremena i stoga je potrebno okrenuti se takvim sistemima kao osnovama za unapređenje (sveukupne) eko-efikasnosti.

Prema autorima Domenech i Davis (2011) industrijska simbioza je u funkciji uspostavljanja eko-efikasnijih industrijskih sistema kroz maksimizaciju upotrebe energije i materijala (str.281).

Park i Behera (2014) predlažu primenu koncepta eko-efikasnosti kao integralnog parametra za istovremenu (simultanu) kvantifikaciju ekonomskih i ekoloških performansi (mreže) industrijske simbioze. Autori navode da "...eko-efikasnost simbiotskih transakcija privlači sve veću pažnju" jer je "...eko-efikasnost jedno od ključnih pitanja (problema) i izazova eko-industrijskog razvoja" (engl. eco-industrial development) (Park, Behera, 2014, str. 480).

Primena koncepta eko-efikasnosti omogućava kompanijama da postignu viši stepen ekološke odgovornosti, ali i profitabilnosti, a na sličan način industrijska simbioza povezuje kompanije iz različitih industrijskih sektora sa ciljem unapređenja resursne efikasnosti. Stoga se prema autorima Park i Behera (2014) koncept eko-efikasnosti može primeniti u svrhu evaluacije performansi (mreže) industrijske simbioze (str.480).

Park i Behera (2014) su u svom istraživanju koristili pokazatelje eko-efikasnosti definisane od strane Svetskog poslovnog saveta za održivi razvoj (WBCSD), ali su svom radu posmatrali samo promene ekoloških performansi, kao efekta primene koncepta industrijske simbioze jer su, kako navode, pretpostavili da nije bilo značajnih promena finansijskih performansi pre i nakon uspostavljanja simbiotskih veza, ali i zbog "teškoća vezanih za prikupljanje podataka o finansijskim performansama" (str.483). U zaključku svog rada, autori Park i Behera navode da se efekti primene koncepta industrijske simbioze mogu sagledati kroz unapređenje: 1. ekonomskih performansi – smanjenje troškova proizvodnje (kupovinom nusproizvoda kao inputa po povoljnijim nabavnim cenama u odnosu na "nekorišćene" inpute) i/ili povećanjem prihoda prodajom nusproizvoda i 2. ekoloških performansi – smanjenje potrošnje neobnovljivih izvora (energije) supstitucijom nusproizvodom, smanjenje količine otpada i sl.

Paquin, Busch, Tilleman (2015) navode da, kada je reč o eko-efikasnosti, treba sagledati doprinos industrijske simbioze i ekonomskim i ekološkim performansama kompanija učesnica simbiotske razmene.

3.4.1. Ekonomske performanse industrijske simbioze

Jacobsen (2006) navodi da industrijska simbioza podrazumeva optimizaciju upotrebe resursa, pri čemu industrijsku simbiozu treba analizirati, sa aspekta kompanija, u kontekstu individualnih ekonomskih i ekoloških performansi (str.239). Ekonomski benefiti industrijske simbioze obuhvataju *direktne ekonomske* koristi ili uštede (neplaćanje takse za odlaganje otpada na deponije, nižu nabavnu cenu postignutu supstitucijom "nekorišćene" sirovine nusproizvodom ili otpadom) i *indirektne ekonomske* koristi kao što su povećana fleksibilnost i sigurnost u snabdevanju resursima (Jacobsen, 2006, str. 241). Autor zaključuje da je, najčešće, razmena nusproizvoda male vrednosti motivisana ostvarivanjem indirektnih ekonomskih koristi, dok razmena nusproizvoda veće vrednosti dovodi do direktnih ekonomskih koristi (Jacobsen, 2006, str. 252). U nekim slučajevima, 75% ukupnog ostvarenog prihoda kompanija je rezultat prodaje osnovnog (glavnog) proizvoda, a 25% prihoda potiče od realizacije sporednog (sporednih) proizvoda i/ili koproizvoda (Short, Bocken, Barlow, Chertow, 2014, str. 613).

Autori Wang, Feng i Chu (2013) govore o dva ekonomska parametra (indikatora) industrijske simbioze – profit simbioze i troškovi simbioze, koji doprinose ukupnom profitu industrijskog ekosistema - E, prema obrascu:

$$E = \sum Ei + Es,$$

gde je E_s profit simbioze, a E_i profit svake jedinice u slučaju da nisu deo sistema u kome je uspostavljena industrijska simbioza (str.10). Autori napominju da kompanije neće implementirati industrijsku simbiozu, ako ona ne donosi dodatni profit (Wang, Feng, Chu, 2013, str.10). Kada su u pitanju troškovi industrijske simbioze, prema Wang, Feng i Chu pod njima se podrazumevaju inputi neophodni za implementaciju industrijske simbioze, a uključuju troškove materijala, vode, energije, troškove zarade i troškove amortizacije osnovnih sredstava vezanih za implementaciju industrijske simbioze.

Kada su u pitanju ekonomske performanse industrijske simbioze, Paquin, Busch, Tilleman (2015) obrazlažu da simbiotske veze između kompanija mogu rezultirati smanjenjem troškova odnosno eko-uštedama (engl. eco-savings) ili povećanjem prihoda odnosno ostvarivanjem eko-prihoda od prodaje (engl. eco-sale) (str.100).

Još jedan važan element ekonomskih performansi simbioze su i troškovi transporta koji imaju ključnu ulogu u ostvarivanju "profitabilnosti" simbiotske razmene nusproizvoda ili otpada (European Commission, 2015, str. 55). Troškovi transporta zavise, između ostalog, i od karakteristika reziduala. Kada je reč npr. o rezidualima proizvodnje prehrambenih proizvoda koji često sadrže velike količine vode, sa ekonomskog aspekta, navedena osobina negativno utiče na efekte industrijske simbioze, jer povećava težinu biomase koju treba transportovati, a samim tim i troškove prevoza (European Commission, 2015, str.53).

Prema autorima Cecelja, Raafat, Trokanas, Innes, Smith, Yang et al. (2015, str.349) u ekonomske performanse industrijske simbioze spadaju: uštede u troškovima, dodatni prihod ostvaren posredstvom simbiotskih veza, dok (privatne) investicije vezane za reciklažu odnosno preradu otpada predstavljaju "zajednički" indikator ekonomskih i socijalnih performansi industrijske simbioze.

3.4.2. Ekološke performanse industrijske simbioze

Autor Jacobsen (2006) navodi da je razmena koja se ostvaruje posredstvom industrijske simbioze samo jedan elemenat u sveobuhvatnom procesu unapređenja ekoloških performansi kompanija, odnosno da razmenu posredstvom industrijske simbioze "... ne treba posmatrati kao glavno (konačno) rešenje za ekološke probleme, već kao deo procesa unapređenja ukupne ekološke performanse kompanije" (str.251).

Interesantna su zapažanja autora Sterr i Ott (2004) i Short, Bocken, Barlow i Chertow (2014) kada su u pitanju ekološki efekti odnosno unapređenje ekoloških performansi posredstvom industrijske simbioze. Sterr i Ott (2004) su na konkretnom primeru industrijske simbioze u Kalunborgu ukazali na činjenicu da su ekološki benefiti

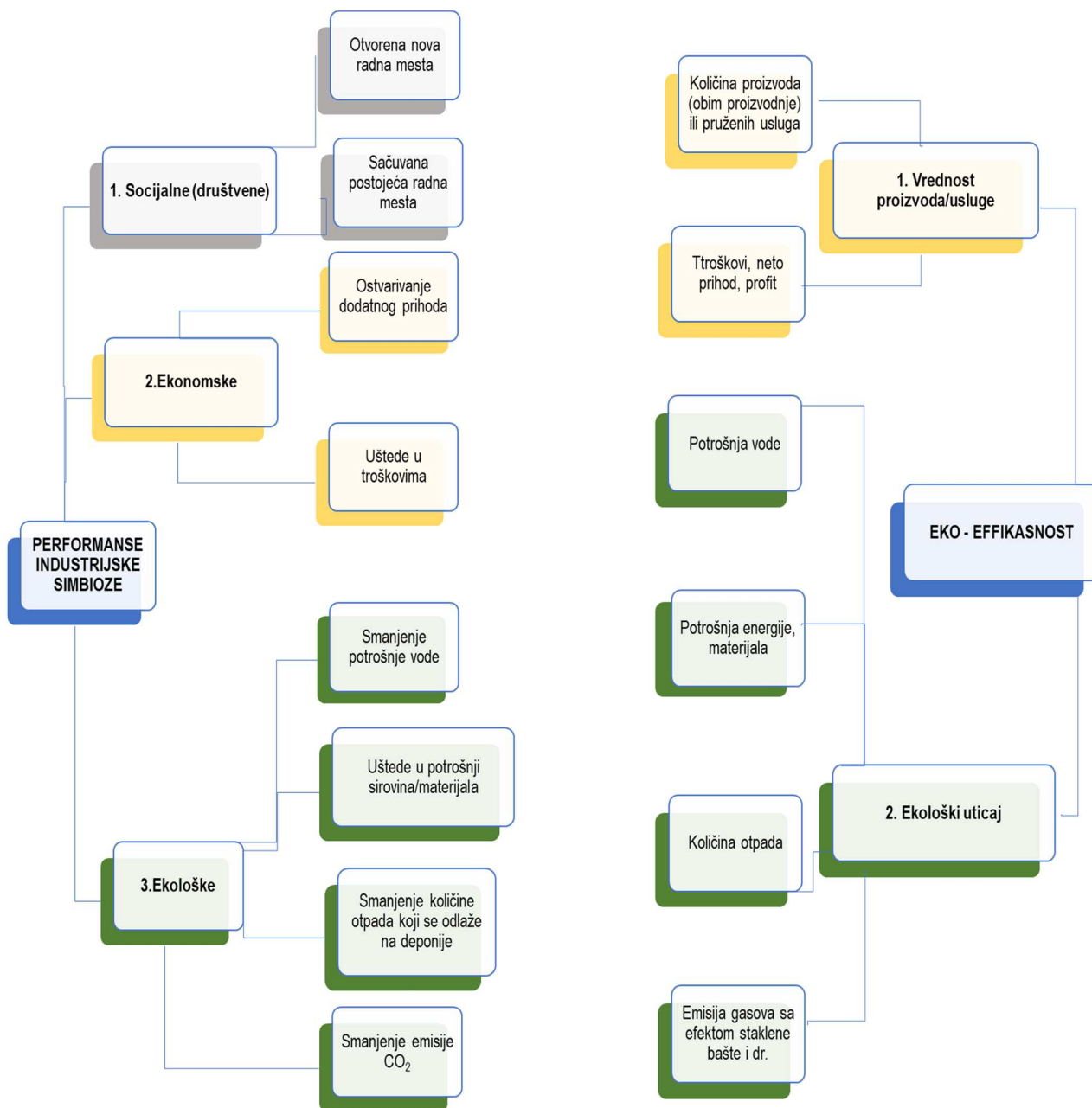
“pozitivan nusproizvod (sporedni efekat)” ekonomski opravdane razmene nusproizvoda – odnosno da ekološki efekti navedene razmene nisu bili primarni cilj uspostavljanja saradnje (str.950). Slično, autori Short, Bocken, Barlow i Chertow (2014) navode primer kompanije British Sugar, koja upotrebu otpada posredstvom industrijske simbioze posmatra prvenstveno u kontekstu stvaranja vrednosti dok ekološki efekti i briga za životnu sredinu “...nisu bili eksplicitan cilj menadžmenta kompanije” prilikom uspostavljanja industrijske simbioze (str. 607).

Prema Short, Bocken, Barlow, Chertow (2014), mnoge kompanije primenjuju princip industrijske simbioze kako bi “konvertovale” negativne ekološke performanse (izražene kroz negativne eksternalije) u pozitivnu vrednost, i sa ekološkog aspekta i sa aspekta konkurentnosti kompanija, na način da unapređuju resursnu produktivnost i zatvaraju tokove materijala (engl. closing material loops) (str. 603).

Cecelja, Raafat, Trokanas, Innes, Smith, Yang et al. (2015) u ekološke performanse industrijske simbioze ubrajaju: smanjenje potrošnje materijala (sirovina), smanjenje emisije CO₂, smanjenje količine otpada koji završava na deponijama, uštede u potrošnji vode i sl. (str.349). Prethodno nabrojanim pokazateljima, Paquin, Busch i Tilleman (2015) dodaju i upotrebu obnovljivih resursa.

U skladu sa navedenim, a u kontekstu istraživanja doktorske disertacije, upoređene su performanse industrijske simbioze definisane prema autorima Cecelja, Raafat, Trokanas, Innes, Smith, Yang et al. (2015, str.349), s jedne strane, i indikatori eko-efikasnosti koje prema autorima Verfaillie i Bidwel (2000) odnosno Svetskom poslovnom savetu za održivi razvoj.

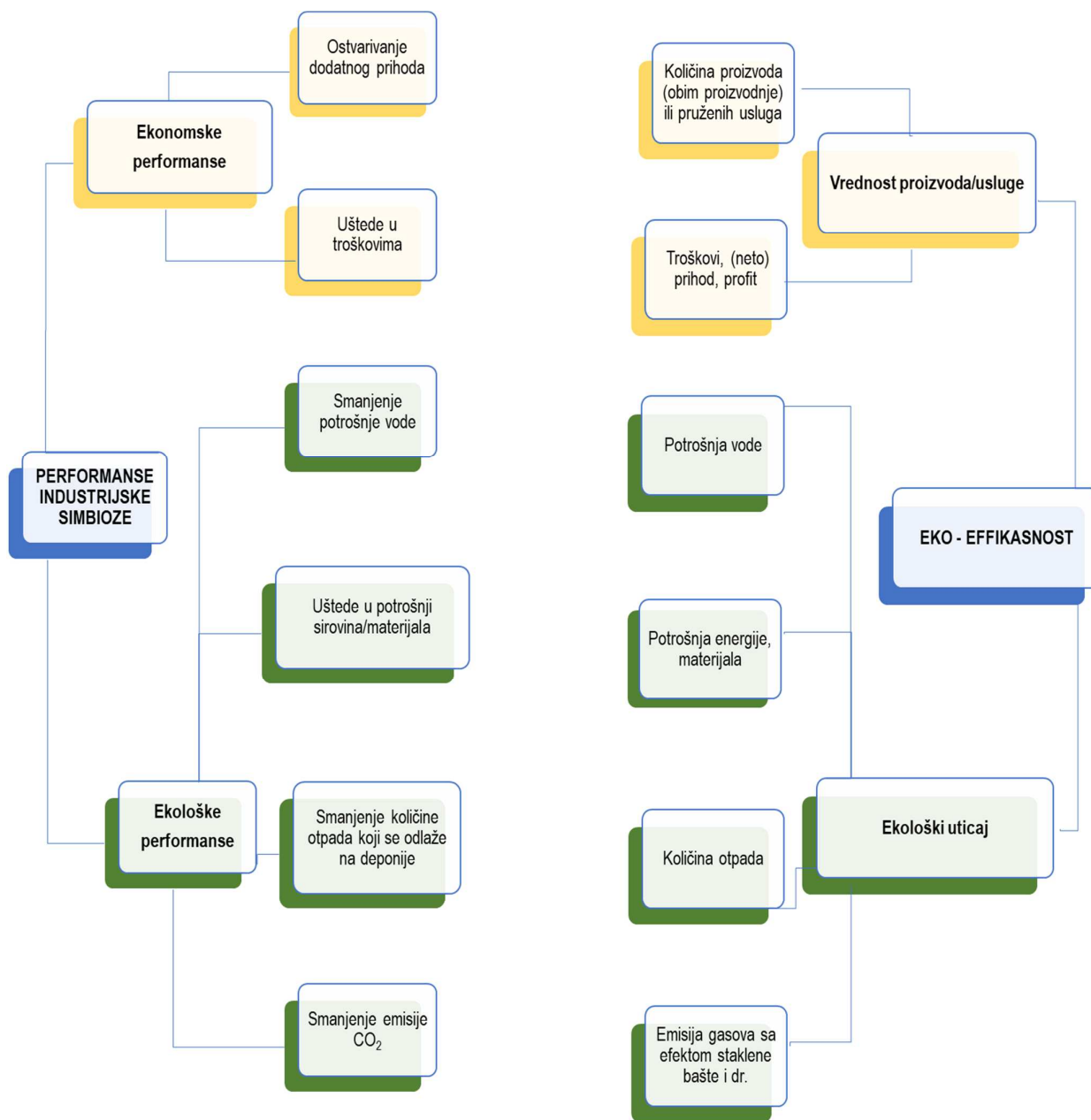
Slika 15. Performanse industrijske simbioze versus merenje eko-efikasnosti



Prilagođeno prema: Cecelja, F., Raafat, T., Trokanas, N., Innes, S., Smith, M., Yang, A. et al. (2015). e-Symbiosis: technology-enabled support for Industrial Symbiosis targeting Small and Medium Enterprises and innovation. *Journal of Cleaner Production*, 98, str. 349 i Verfaillie, H.A., Bidwel, R. (2000). *Measuring Eco-efficiency – a Guide to Reporting Company Performance*, Geneva: World Business Council for Sustainable Development, str. 31.

S obzirom da merenje socijalnih performansi nije element koncepta eko-efikasnosti (Verfaillie, Bidwel, 2000), kao pokazatelji eko-efikasnosti industrijske simbioze za potrebe empirijskog istraživanja u okviru doktorske korišćeni su sledeći pokazatelji: 1. ekonomski indikatori – povećanje prihoda i uštede u troškovima i 2. ekološki indikatori – smanjenje količine otpada koji se odlaže na deponiju i smanjenje potrošnje sirovina (materijala) uključujući i potrošnju energije.

Slika 16. Eko-efikasnost industrijske simbioze



Prilagođeno prema: Cecelja, F., Raafat, T., Trokanas, N., Innes, S., Smith, M., Yang, A. et al. (2015). *e-Symbiosis: technology-enabled support for Industrial Symbiosis targeting Small and Medium Enterprises and innovation*. *Journal of Cleaner Production*, 98, str. 349 i Verfaillie, H.A., Bidwel, R. (2000). *Measuring Eco-efficiency – a Guide to Reporting Company Performance*, Geneva: World Business Council for Sustainable Development, str. 31.

3.5. Faktori uspeha industrijske simbioze

Autor Mirata (2004) je u svom radu izdvojio 5 faktora koji utiču na razvoj i karakteristike industrijske simbioze:

1. tehnički faktori,
2. politički faktori,
3. ekonomski (i finansijski) faktori,
4. informacioni faktori i
5. organizacioni i motivacioni faktori.

U tehničke faktore spadaju fizičke i hemijske karakteristike tokova inputa i outputa, kao i lokacijski atributi (obeležja, odlike) učesnika simbioze. Zatim, potrebe i kapaciteti u pogledu procesa proizvodnje, odlike sistema snabdevanja vodom, energijom, upravljanje otpadom, logistika, upravljački resursi, raspoloživost pouzdane i, sa aspekta troškova, efikasne tehnologije (engl. cost efficient technologies) koja će omogućiti uspostavljanje i održavanje sinergetskih veza između učesnika simbioze (Mirata, 2004, str. 970).

Ekološko zakonodavstvo – zakoni, pravilnici koji se odnose na navedenu oblast (industrijsku simbiozu) odnosno porezi, kazne, ali i subvencije i krediti, prema Mirata (2004), spadaju u političke faktore koji utiču na razvoj i funkcionisanje industrijske simbioze.

Kada su u pitanju ekonomski i finansijski faktori, Mirata (2004) navodi troškove "netaknutih, nekorišćenih" inputa (engl. virgin input), ekonomsku vrednost tokova otpada i nusproizvoda, zatim uštede u troškovima i potencijalni prihod koji se može generisati u okviru simbiotske veze, period povraćaja investicija (ukoliko su neophodne da bi se uspostavila simbioza), vrednost kapitalnih investicija (ukoliko su potrebne), troškovi "održavanja" sinergije (transakcioni i oportunitetni).

Važan faktor u razvoju i funkcionisanju simbioze, jeste i razmena informacija između učesnika simbioze, odnosno raspoloživost pravovremenih i pouzdanih informacija od strane svih aktera uključenih u simbiotsku razmenu. Stoga je neophodan tzv. "sistem upravljanja informacijama" (engl. information management system) koji će pratiti promene u dinamici razmene i vršiti ocenu izvodljivosti različitih opcija. Značajna prepreka u ovom procesu može biti otpor pružanju informacija od strane učesnika, naročito onih koje imaju status poslovne tajne.

Stoga je poverenje između kompanija, kao organizacioni i motivacioni faktor, od izuzetnog značaja za funkcionisanje simbioze (Mirata, 2004, str. 970). Otvorenost jednih prema drugima kao i otvorenost za nove ideje, percepcija rizika, "mentalna bliskost" (engl. mental proximity), nivo socijalne interakcije i slično, spadaju takođe u organizacione i motivacione faktore razvoja, funkcionisanja i uspeha industrijske simbioze.

Prema autorima Jacobsen i Anderberg (2005, str. 226 -231), koji su svom radu analizirali evoluciju mreže industrijske simbioze na primeru Kalunborga, faktore koji su uticali na uspostavljanje i razvoj mreže podelili su na sledeći način:

1. Tehnološki.
2. Institucionalni.
3. Organizacioni .
4. Ekonomski i
5. Mentalni.

1. Tehnološki faktori

Tehnološki faktori uključuju konkretne tehnološke zahteve i kriterijume koji moraju biti ispunjeni odnosno zadovoljeni kako bi se aktivnosti razmene (u smislu nusproizvoda i proizvodnog otpada tj. toka materijala i energije) mogle ostvariti. Stabilni, kontinuelni tokovi (kao rezultat procesa proizvodnje), na jednoj strani, i potreba/traznja za njima (kao inputima), na drugoj strani, od velikog su značaja za industrijsku simbiozu. Sa tehnološkog aspekta, kvalitet nusproizvoda i kvanitet moraju biti odgovarajući, takođe mora postojati kontinuitet proizvodnje i razmene, kod određenih nusproizvoda odgovarajuća temperatura i pritisak kao i sigurnost (bezbednost) prilikom isporuke, razmene (Jacobsen, Anderberg, 2005, str. 227). U nekim slučajevima neophodan je dodatni tretman nusproizvoda pre ili posle razmene ili čak (tehničke, tehnološke) promene u procesu proizvodnje kako bi se koristio nusproizvod umesto virgin raw material. Sezonske varijacije u proizvodnji određenih proizvoda takođe se moraju uzeti u obzir, implikacije u slučaju prestanka proizvodnje na jednoj i na drugoj strani, i dr.

Autori Jacobsen i Anderberg (2005, str.226-227) navode da je stabilna tražnja za nusproizvodima izuzetno važan faktor, možda čak i važniji faktor od ponude. Jer, veća tražnja od ponude nusproizvoda se može, u većini slučajeva, zadovoljiti na tržištu, alternativnim inputima, ali mnogo je veći problem za proizvođače upravljanje rezidualima odnosno odlaganje nusproizvoda. Naročito kada su u pitanju nusproizvodi koji se generišu u značajnom volumenu i sa tog aspekta (ukoliko ne postoji dovoljna tražnja za njima), mogu predstavljati problem za proizvođača. Ako se ponuda i tražnja poklope, neophodna je i odgovarajuća tehnologija i infrastruktura kako bi se realizovala razmena u praksi.

2. Institucionalni faktori

Pod institucionalnim faktorima, Jacobsen i Anderberg (2005, str. 227-228) podrazumevaju prvenstveno zakonsku regulativu koja se odnosi na aktivnosti u okviru mreže industrijske simbioze, a pre svega ekološko zakonodavstvo, ali i lokalne inicijative. Autori navode da su zakoni iz oblasti zaštite životne sredine bili ključni pokretač u slučaju razvoja industrijske simbioze na području Kalunborga. Implementacija nacionalnog

zakonodavstva i inicijativa za smanjenje emisija i uštede energije i vode na području industrijske zone Kalunborga, je primorala kompanije da nađu rešenja za ekološke probleme u smislu količine nusproizvoda i proizvodnog otpada koji su nastaje u procesu proizvodnje. Kako bi se prilagodili strožijim propisima, proizvođači su sami pronalazili rešenja, koja su, ispostavilo se, spontano doprinela razvoju industrijske simbioze.

3. Organizacioni faktori

Pod organizacionim faktorima podrazumevaju se: interna organizacija u kompanijama koje učestvuju u simbiotskoj razmeni, organizacioni oblici saradnje između učesnika koji su deo simbiotske mreže, ali i odnos između industrije i državnih organa. Pod organizacionim faktorima, i kao pretpostavka saradnje, autori (Jacobsen, Anderberg, 2005, str.228) navode poverenje i socijalne (društvene) veze i kontakte koje su, u konkretnom primeru Kalunborga, uspostavljene prilikom saradnje koja nije imala karakteristike industrijske simbioze.

4. Ekonomski faktori

Ekonomski faktori se po autorima Jacobsen i Anderberg (2005, str. 229) odnose na kontekst u kome se donose odluke u kompanijama, što utiče na ocenu ekonomske izvodljivosti različitih rešenja. Navedeno zavisi i od industrijske grane u okviru koje posluju kompanije, situacije (stanja) na tržištu, vlasništva nad kapitalom u kompaniji, ali i od performansi poslovanja kompanije – raspoloživosti sredstava za investicije koje su neophodne za uspostavljanje razmene nusproizvoda ili otpada sa drugim kompanijama, period povraćaja investicija, i sl.

5. Mentalni faktori

Mentalni faktori se odnose na mentalne prepreke ili barijere koje su vezane za reorganizaciju, implementaciju novih ideja i rešenja, uspostavljanje saradnje u okviru i/ili između određenih grana industrije (kompanija), a podrazumevaju i načine na koje se ove barijere mogu prevazići. Autori Jacobsen i Anderberg navode da je komunikacija između učesnika od suštinskog značaja, odnosno uspostavljanje formalnih i neformalnih odnosa (2005, str.230). U nekim slučajevima, već postojeće, uspostavljene mreže mogu biti prepreka za razvoj saradnje posredstvom industrijske simbioze, i tada ključnu ulogu imaju pojedinci, na višim pozicijama u kompanijama, koji će "braniti" ideju o prednostima implementacije koncepta industrijske simbioze.

Saradnjom se "skraćuje" mentalna udaljenost između različitih kompanija i različitih industrijskih grana, predstavnika vlasti, različitih interesnih organizacija. Uspostavljena saradnja posredstvom industrijske simbioze treba da se zasniva na poverenju, reciprocitetu i "deljenju" ideja i informacija, i upravo navedene karakteristike su tipične za napredne i inovativne mreže.

Analizirajući industrijsku simbiozu takođe na primeru grada Kalunborg, Sterr i Ott (2004) definišu faktore koji utiču na uspostavljanje, razvoj i uspešnost industrijske simbioze. U prvu grupu, prema Sterr i Ott (2004) se ubrajaju istorijske okolnosti i sistemski uslovi u kojima posluju kompanije i u kojima se razvija industrijska simbioza, u drugu grupu ekonomski, tehnički i politički faktori, a u treću grupu spadaju fizičke i geografske karakteristike oblasti u kojoj se uspostavlja i razvija industrijska simbioza (str. 950). Prema Ehrenfeld i Chertow (2002), od krucijalnog značaja za implementaciju industrijske simbioze su sledeći faktori: adekvatan ekonomski podsticaj, tehnološka saradnja i velika upornost (istrajnost) pojedinaca (str. 348).

Autori Paquin, Tilleman i Howard-Grenville (2014) navode da je ključni faktor za razvoj industrijske simbioze kompanije identifikovanje potencijalnih vrednosti koje donosi uključivanja u simbiotske veze. Sam uspeh simbiotske razmene zavisi od velikog broja faktora koje autori dele na 1. tehničke (npr. kvantitet i kvalitet materijala za razmenu) i 2. netehničke (poverenje, otvorenost za saradnju i sl.) (Paquin, Tilleman, Howard-Grenville, 2014, str.269). Lombardi, Lyons, Shi, Agarwal (2012) ističu da kada je reč o industrijskoj simbiozi, treba uzeti u obzir diverzitet okruženja u kome kompanije posluju, odnosno kulturne i regionalne specifičnosti kao veoma važne faktore (str. 3).

Autori Golev, Corder i Giurco (2015, str.143) navode 7 faktora koji mogu olakšati (omogućiti) razvoj, funkcionisanje i uspešnost industrijske simbioze odnosno predstavljati barijeru za uspostavljanje simbiotskih veza:

Tabela 2. Faktori uspeha industrijske simbioze

Faktor	Opis
1.Posvećenost održivom razvoju	Strategija organizacije, ciljevi i indikatori (mere) performansi treba da motivišu menadžere u kompanijama da učestvuju u projektima uspostavljanja sinergetskih veza, i da na taj način doprinesu održivom razvoju kompanije, ali i regiona u kome posluju.
2. Informacije	Raspoloživost i pristup detaljnim kvalitativnim i kvantitativnim podacima o tokovima otpada i potrebama lokalne industrije u pogledu resursa - materijala, vode, energije.
3.Saradnja	Saradnja i poverenje između učesnika simbioze i razmena informacija su od krucijalnog značaja.
4.Tehnički faktori	Nedostatak tehničkog znanja neophodnog za proveru tehničke izvodljivosti može biti dodatna barijera za uspostavljanje, razvoj i uspeh simbiotske saradnje, a može se prevazići npr. angažovanjem konsultantskih organizacija.
5.Zakonska regulativa	Neizvesnost kada su u pitanju ekološki zakoni i poteškoće prilikom dobijanja saglasnosti i odobrenja od strane nadležnih organa za projekte ponovne upotrebe otpada.

6.Zajednica	Svest zajednice o ekološkom i ekonomskom uticaju koji imaju kompanije u oblasti industrijske proizvodnje može biti faktor koji pokreće, ali i kočnica za razvoj različitih projekata.
7.Ekonomski faktori	Od sinergetskih veza uspostavljenih posredstvom industrijske simbioze se očekuju pozitivni ekonomski, ali i ekološki efekti. Ukoliko je sinergija ekonomski izvodljiva, ona rezultira povećanjem prihoda, nižim troškovima inputa, nižim operativnim troškovima i dr.

Prema: Golev, A., Corder, G.D., Giurco, D., P. (2015). Barriers to Industrial Symbiosis: Insights from the Use of a Maturity Grid. Journal of Industrial Ecology, 19 (1), str.143.

4. Reziduali procesa proizvodnje prehrambenih proizvoda

4.1. Ekonomsko vrednovanje reziduala proizvodnje prehrambenih proizvoda

4.1.1. Terminološki galimatijas

Kontekst teme doktorata odnosno predmet, problem i ciljevi istraživanja su usmerili dalji rad ka utvrđivanju potencijala i opravdanosti primene koncepta industrijske simbioze u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda.

Proizvodnja prehrambenih proizvoda "...obuhvata preradu proizvoda poljoprivrede, šumarstva i ribarstva radi dobijanja hrane za ljude ili životinje, a uključena je i proizvodnja različitih međufaznih proizvoda. U ovoj delatnosti često ima nusproizvoda veće ili manje vrednosti" (Uredba o klasifikaciji delatnosti, Sl. glasnik RS, br. 54/2010, preuzeto sa: http://www.paragraf.rs/propisi/uredba_o_klasifikaciji_delatnosti-1.html¹).

Autori Sanders i Crosby (2004) navode da je proizvodnja prehrambenih proizvoda i pića jedna od najznačajnijih oblasti industrijske proizvodnje u Evropi i od ključnog je značaja za evropsku ekonomiju. Takođe ističu da otpad koji nastaje u navedenoj oblasti postaje sve veći problem. Ukupna količina prehrambenog otpada, uključujući i nusproizvode, koja se generiše na godišnjem nivou u Uniji iznosi oko 222 miliona tona (Sanders, Crosby, 2004, str. 16).

Autori Federici, Fava, Kalogerakis i Mantzavinos (2009) navode da se u Evropi, u okviru aktivnosti (industrijske) prerade odnosno proizvodnje prehrambenih proizvoda (engl. food processing activities) godišnje generiše oko 250 miliona tona nusproizvoda i otpada, pri čemu su navedeni tokovi otpada samo delimično valorizovani, npr. kao hrana za životinje ili kroz proces kompostiranja (str. 895)

Federici, Fava, Kalogerakis i Mantzavinos (2009) definišu valorizaciju tokova otpada kao "...relativno nov koncept koji promoviše princip održivog razvoja u oblasti upravljanja rezidualima industrijskih procesa (engl. industrial residues management)" (str. 895). U kontekstu nusproizvoda i otpada koji nastaju u industrijskoj proizvodnji prehrambenih proizvoda (engl. food processing), cilj valorizacije jeste izdvajanje visokovrednih komponenti i njihova (ponovna) upotreba u drugim procesima. Autori dodaju da preostali otpad koji se ne

¹ U Republici Srbiji je, u okviru procesa usklađivanja sa standardima Evropske unije, odnosno standardima Evropskog statističkog sistema, usvojena Klasifikacija delatnosti. Na osnovu Zakona o klasifikaciji delatnosti (Službeni glasnik RS, br. 104/09), Vlada Republike Srbije je Uredbom od 29. jula 2010. godine (Službeni glasnik RS, br. 54/10) propisala KD (2010). Klasifikacija delatnosti KD (2010) je, bez ikakvih izmena, preuzeta standardna klasifikacija delatnosti EU - NACE Rev. 2 (Uredba Evropskog parlamenta i Saveta br. 1893/2006) koja je u EU stupila na snagu 1. januara 2008. godine. Preuzeto sa: <http://webzrzs.stat.gov.rs/WebSite/Public/PageView.aspx?pKey=412>

valorizuje, završava najčešće na deponijama, što značajno negativno utiče na sveukupnu održivost industrijske proizvodnje (prerade) prehrambenih proizvoda (engl. food processing industry).

Van Dyk, Gama, Morrison, Swart i Pletschke (2013) takođe ističu da se u procesu (industrijske) proizvodnje prehrambenih proizvoda generiše značajna količina otpada (engl. food processing waste), a da je samo deo (tokova) otpada valorizovan odnosno ponovo upotrebljen, kroz izdvajanje/ekstrakciju (engl. extraction) određenih komponenti. Preostali otpad ostaje neiskorišćen, odlaže se eksterno i predstavlja rizik (opasnost) po životnu sredinu.

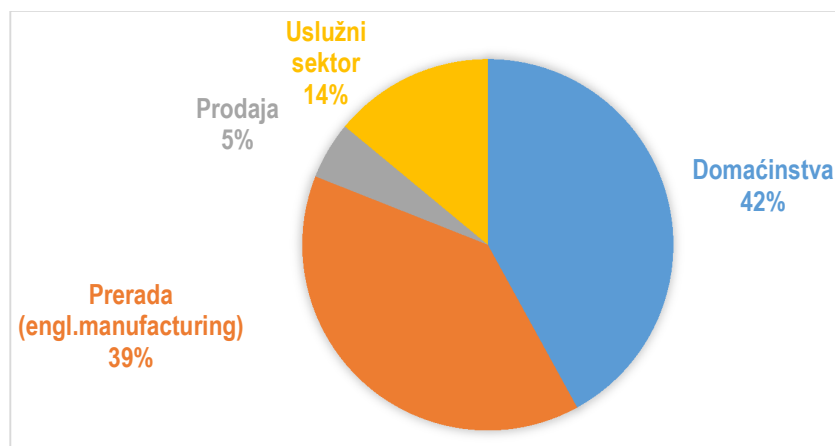
Mirabella, Castellani i Sala (2014) na osnovu pregleda literature iz oblasti valorizacije prehrambenog otpada (engl. food waste) posredstvom industrijske simbioze, u svom radu zaključuju da je najveći deo istraživanja fokusiran na ograničeni broj primera i pilot studija, i da se samo u nekoliko slučajeva mogu pronaći podaci o ekonomskoj i tehničkoj izvodljivosti industrijske simbioze u oblasti valorizacije reziduala prehrambene industrije (str.38). Evidentan je nedostatak studija (istraživanja) u kojima se opisuju karakteristike i navodi kvantitet prehrambenog otpada koji se generiše, potencijalna upotreba, geografska distribucija proizvođača i potencijalnih kupaca koji mogu otpad iskoristiti. Navedeno je važno zbog činjenice da se izvodljivost industrijske simbioze zasniva na regionalnim specifičnostima, kao i na postojanju proizvođača i potencijalnih korisnika reziduala u određenom regionu.

Kao logičan korak u istraživanju usledilo je prikupljanje podataka kojima bi se ukazalo na vrste i količine otpada i/ili nusproizvoda (karakterizacija, klasifikacija i kvantifikacija) koje nastaju u prehrambenoj industriji, a zatim i predstavljanje primera dobre prakse valorizacije odabranih reziduala.

Međutim, uočeno je da se u literaturi koriste različiti termini (na engleskom jeziku), sa različitim značenjem (obuhvatom) pojma (1) prehrambenog otpada (food waste - food loss - food wastage - food production residues – food by-products), (2) proizvodnje i prerade prehrambenih proizvoda (food processing - food manufacturing) kao i pojma (3) lanac snabdevanja prehrambenim proizvodima.

Tako je, na primer, Evropska komisija (Direktorat za industriju) 2010. godine objavila izveštaj pod nazivom *Uvodna studija o prehrambenom otpadu u EU27* (engl. Preparatory study on food waste across EU27) prema kome, na osnovu podataka iz 2006. godine, 27 članica Unije godišnje generiše oko 89 miliona tona prehrambenog otpada. Navedena količina otpada potiče iz (1) industrijske prerade (engl. manufacturing) – 39%, (2) domaćinstava – 42% i (3) "ostalih sektora" (engl. other sectors) - prodaje prehrambenih proizvoda – 5% i uslužnog sektora – 14%. Otpad koji nastaje u primarnoj proizvodnji (poljoprivrednoj proizvodnji) nije bio predmet istraživanja u navedenoj studiji (European Commission, 2010, str.13).

Grafikon 2. Procentualno učešće pojedinih sektora u generisanju prehrambenog otpada



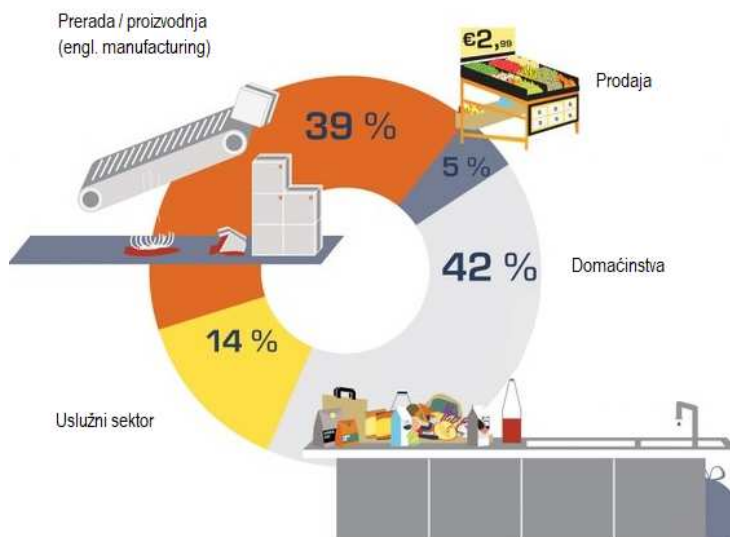
Prema: European Commission (2010). *Preparatory Study on Food Waste across EU- 27*, str. 13. Preuzeto sa: http://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/bio_foodwaste_report.pdf

U navedenoj Studiji (European Commission, 2010) se procenjuje da u procesu industrijske proizvodnje / prerade, na nivou EU27, godišnje nastane oko 35 miliona tona otpada (engl. manufacturing food waste) (str.13). Pri čemu nedostatak pojašnjenja (razjašnjenja) vezanih za pojam (termin) prehrambenog otpada odnosno jasna, jednoznačna definicija prehrambenog otpada (uključujući definisanje razlike između pojma otpada i nusproizvoda) između zemalja članica EU utiče na procentualne vrednosti koje su iznete u okviru studije. Prema autorima studije, procene su, kao posledica navedenog obrazloženja, u određenoj meri nepouzdan.

Ograničenje koje je uticalo na kvantifikaciju količine prehrambenog otpada u okviru navedene studije proističe iz "različitog nivoa pouzdanosti" (engl.variable reliability) podataka dostupnih preko Evrostata i nacionalnih baza (European Commission, 2010, str.13). Nepouzdanost podataka koji se dostavljaju Evrostatu je rezultat različite metodologije prikupljanja koju primenjuju zemlje članice Unije, jer one, kako se navodi u studiji, imaju "slobodu izbora" metoda i tehnika. Nepouzdanosti podataka, pored razlika u primenjenim metodologijama prikupljanja, doprinose i nejasnoće vezane za definicije ključnih kategorija. Konkretno, dilema da li ukupna količina prehrambenog otpada koji se generiše u okviru industrijske proizvodnje (engl. manufacturing) uključuje i količine nusproizvoda koje nastaju u istom procesu ostaje veoma često nerazrešena (European Commission, 2010, str. 14).

Pozivajući se na studiju Evropske komisije (European Commission, 2010), iste vrednosti odnosno procentualno učešće različitih aktera u generisanju prehrambenog otpada navodi i Evropska agencija za zaštitu životne sredine.

Slika 17. Procentualno učešće pojedinih sektora u generisanju prehrambenog otpada



Preuzeto sa: <https://www.eea.europa.eu/signals/signals-2014/articles/from-production-to-waste-food-system#tab-news-and-articles>

Prema Mirabella, Castellani i Sala (2014), prehrambeni otpad (engl. food waste) nastaje u svim fazama životnog ciklusa prehrambenih proizvoda odnosno u svim etapama lanca snabdevanja – od primarne proizvodnje, preko industrijske proizvodnje i prerade (engl. industrial manufacturing and processing), prodaje i potrošnje (u domaćinstvima) (str.28). Pored toga što odlaganje navedenog otpada (na deponije) predstavlja gubitak vrednih resursa, sa aspekta menadžmenta (upravljanja) industrijskim procesima, prehrambeni otpad predstavlja ozbiljan problem - i ekonomski i ekološki.

Mirabella, Castellani i Sala (2014) se u svom radu pozivaju se na studiju Evropske komisije (European Commission, 2010) i navode da "...iako je veoma teško prikupiti precizne statističke podatke o količini prehrambenog otpada, najbolje raspoložive procene (engl. best available estimates) ukazuju da je ukupan gubitak prehrambenih proizvoda (autori koriste termin engl. food loss) na nivou EU27 oko 89 miliona tona. Pri čemu oko 42% otpada nastaje u domaćinstvima, 39% u industrijskoj proizvodnji/preradi (engl. food manufacturing industry²), 14% u okviru uslužne pripreme hrane (restorani, katering) i 5% u distributivnom lancu" (str.28).

Autori Ravindran i Jaiswal (2016), se takođe u svom radu pozivaju na studiju Evropske komisije objavljenu 2010. godine i navode da se u procesu industrijske proizvodnje (prerade) prehrambenih proizvoda (engl. food manufacturing industry) generiše gotovo 90 miliona tona prehrambenog otpada. Autori ističu da je prehrambeni otpad koji nastaje u lancu snabdevanja prehrambenim proizvodima "resurs koga ima u izobilju" (engl. abundant

² Mirabella, Castellani i Sala (2014) se u svom radu fokusiraju na upotrebu prehrambenog otpada koji nastaje u industrijskoj proizvodnji (engl. food waste coming from food manufacturing - FwM) i pod navedim terminom podrazumevaju i nusproizvode.

resource), da se može smatrati i "obnovljivim resursom", sa značajnim potencijalom da se iskoristi kao sirovina u proizvodnji energije (biogoriva) i drugih, sa aspekta industrije, korisnih komponenti (enzima, biorazgradive plastike, nanočestica i nanomaterijala i dr.). Ravindran i Jaiswal (2016) navode da se kao rezultat industrijske proizvodnje / prerade (engl.manufacturing) otpad generiše (1) u okviru različitih faza proizvodnje (engl. processing stages) - ljuštenje, pranje, sečenje, (2) u vidu gubitaka (engl. process losses) poput nusproizvoda (kao što je npr. trop ili treber), i (3) otpada koji nastaje npr. u procesu čišćenja proizvodnih pogona (str. 60).

Galanakis (2012) u svom radu navodi da je "danas prehrambeni otpad (engl. food waste) jeftin izvor vrednih komponenti i da raspoložive tehnologije omogućavaju njihovo izdvajanje i ponovnu upotrebu u okviru lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima kao funkcionalnih aditiva, u različitim proizvodima" (str.68). Prehrambeni otpad koji nastaje u procesu industrijske prerada (engl. food processing waste) je zbog svog, često štetnog, uticaja na životnu sredinu dugo bio predmet različitih strategija sa ciljem prevencije nastanka, minimizacije i tretmana. Danas se on smatra, između ostalog, i izvorom vrednih komponenti funkcionalne hrane.

Autor Galanakis (2012) zatim u svom radu pojašnjava termine engl. food loss, engl. food waste i engl. food by-products na sledeći način: "food loss" je smanjenje (gubitak) određene količine jestivih (engl. edible) prehrambenih proizvoda, kao rezultat opadanja kvaliteta ili "odbacivanja" – bacanja (engl. discard) u različitim fazama lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima. S druge strane, "food waste" uključuje rezidualne, u tečnom ili čvrstom stanju, sa visokim organskim opterećenjem, koji najčešće nastaju tokom prerade sirovina u gotove (prehrambene) proizvode. Navedene supstance se "uklanjaju" iz procesa proizvodnje kao "neželjeni materijali" (engl. undesirable materials), odnosno smatraju se otpadom (engl. waste), pri čemu se ne uzima u obzir potencijalna mogućnost za njihovu upotrebu u okviru istog lanca snabdevanja. Iz tog razloga, Galanakis (2012) zaključuje da se sve više upotrebljava termin "food by-products" da bi se njime naznačilo da se i "food waste" može koristiti kao funkcionalna komponenta za razvoj novih proizvoda (str.68).

Prema studiji *Procene količine prehrambenog otpada na nivou EU* (engl. Estimates of European food waste levels), prehrambeni otpad, posmatrano globalno, je ozbiljan problem, i to sa:

1. ekonomskog aspekta - u smislu uticaja na resursnu efikasnost, povećanje troškova upravljanje otpadom i dr.,
2. ekološkog aspekta – u kontekstu klimatskih promena, ograničenih (prirodnih) resursa,
3. socijalnog aspekta – zbog uticaja na zdravlje ljudi (European Commission, 2016, str.8).

Kada je reč o konkretnim količinama prehrambenog otpada koje nastaju u lancu snabdevanja prehrambenim proizvodima, autori studije napominju da se u različitim izvorima podaci razlikuju, jer se koriste različite definicije pojma "prehrambeni otpad" (engl. food waste) i različite metode prikupljanja podataka što, sledstveno, utiče i na nepouzdanost i neuporedivost rezultata tj. procena (European Commission, 2016, str.8). U studiji se zatim dodaje da "... na nivou Evropske unije nema zvaničnog, jedinstvenog okvira ili uputstva kako se definiše i klasifikuje prehrambeni otpad što takođe doprinosi nepouzdanosti podataka. Navedeno predstavlja problem

naročito u slučajevima kada je teško odvojiti (razlikovati) prehrambeni otpad od nusproizvoda i materijala na bio-osnovi.” (European Commission, 2016, str.22). Autori studije smatraju da nusproizvodi - poput ljuske (voća), otpada koji nastaje u klanicama, a prerađuje se u hranu za životinje, ne spadaju u prehrambeni otpad (European Commission, 2016, str.21).

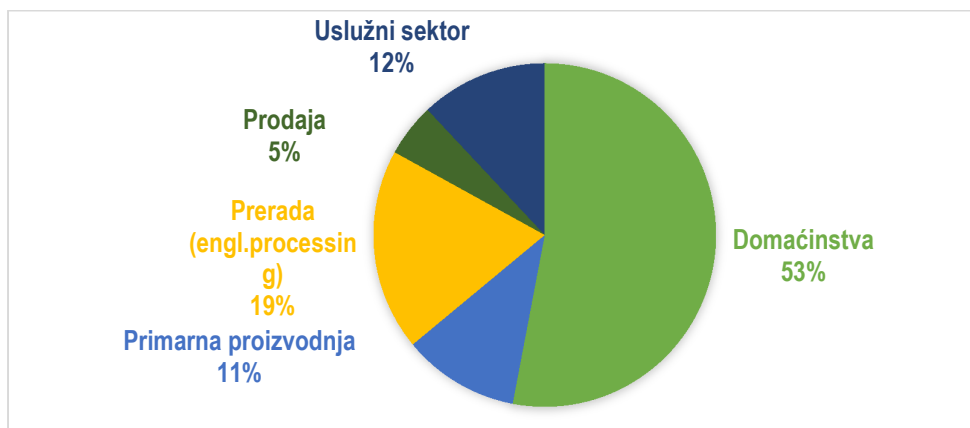
U okviru studije prethodno pomenute studije, u tabelarnom pregledu, je za svaku članicu Unije naznačena raspoloživost i kvalitet podataka o prehrambenom otpadu koji se generiše, od primarne proizvodnje preko industrijske prerade, do distribucije i potrošnje. Tako se, na primer, za Mađarsku i Rumuniju ističe, da u okviru prerade (engl. processing) nema raspoloživih podataka, dok podaci za Hrvatsku nisu adekvatnog kvaliteta. S druge strane, podaci o količini prehrambenog otpada za Švedsku su dostupni, ali je njihov nedostatak u tome što su konkretno kod prerade u kategoriju prehrambenog otpada uključeni i nusproizvodi (European Commission, 2016, str.63-64).

I pored navedenih ograničenja, u izveštaju *Procene količine prehrambenog otpada na nivou EU (2016)* se procenjuje da je 2012. godine, na nivou 28 članica Unije, generisano oko 88 miliona tona prehrambenog otpada (str.4). Procentualno učešće svakog "elementa" lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima u generisanju otpada predstavljeno je na grafikonu 3. U odnosu na podatke i kategorije iz 2006.godine predstavljene u Studiji objavljenoj 2010. godine, važno je ukazati na razliku koja se pre svega ogleda u činjenici da je i primarna proizvodnja (poljoprivredna proizvodnja) uključena u istraživanje, a da se procentualno učešće industrijske proizvodnje / prerade (manufacturing – 2010.godine, processing – 2016.godine³) prehrambenih proizvoda u generisanju otpada značajno smanjilo (procentualno sa 39% na 19%).

³ U dokumentu Evropska tehnološka platforma "Hrana za život" (engl. European Technology Platform "Food for Life") razlika između termina engl. manufacturing i engl. processing je objašnjena na sledeći način: "manufacturing" implicira da prehrambeni proizvod "prestaje" da se menja kada je njegova proizvodnja završena, dok se termin "processing" odnosi na ceo životni ciklus prehrambenog proizvoda (engl. processed food) i njegovog pakovanja (ambalaže).

Preuzeto sa: http://www.fooddrinkeurope.eu/uploads/press-releases_documents/SRIA_ETP_Food_for_Life_2012.pdf, str. 32

Grafikon 3. Procentualno učešće pojedinih sektora u generisanju prehrambenog otpada

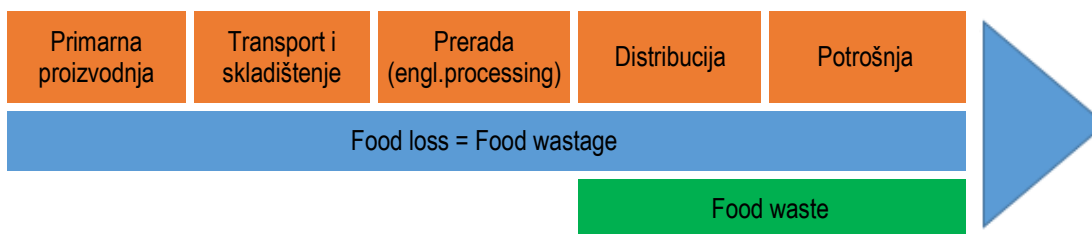


Prema: European Commission (2016). *Estimates of European food waste levels*, str.27. Preuzeto sa: <https://www.eu-fusions.org/phocadownload/Publications/Estimates%20of%20European%20food%20waste%20levels.pdf>

Uz procene iznete u izveštaju (European Commission, 2016), autori napominju i sledeće: "... podaci koji su prezentovani (u navedenom dokumentu) imaju relativno visok nivo nepouzdanosti (engl. relatively high uncertainty) zbog ograničenog broja raspoloživih studija (izvora podataka) odgovarajućeg (zadovoljavajućeg) kvaliteta" uz obrazloženje da je navedeno istraživanje (prvi) pokušaj da se postojeći podaci "stave" u određeni okvir, i da uvek ima mesta za unapređenje (str.3).

Pozivajući se na Organizaciju Ujedinjenih nacija za hranu i poljoprivredu, Corrado, Ardente, Sala i Saouter (2017) navode da lanac snabdevanja prehrambenim proizvodima čine: (1) primarna proizvodnja, (2) transport i skladištenje, (3) prerada (engl. food processing), (4) distribucija i (5) potrošnja pri čemu se "food loss" javlja u svim fazama lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima, dok se termin "food waste" odnosi na gubitke koji se javljaju u fazi distribucije i potrošnje, odnosno "food waste" je deo "food loss"-a (str. 848).

Slika 18. Nastanak otpada u lancu snabdevanja prehrambenim proizvodima



Prema: Corrado, S., Ardente, F., Sala, S., Saouter, E. (2017). *Modelling of food loss within life cycle assessment: From current practice towards a systematisation*. *Journal of Cleaner Production*, 140, str. 850.

Corrado, Ardente, Sala i Saouter (2017) navode da se u naučnim i stručnim radovima mogu pronaći različite definicije pojmova "food loss" i "food waste" što ograničava mogućnost poređenja (rezultata) istraživanja i definisanja strategije za smanjenje količine prehrambenog otpada (str. 849). U svom radu, Corrado, Ardente, Sala i Saouter (2017) analiziraju gubitke (engl. food loss) koji nastaju u svakoj fazi lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima. Kada je u pitanju faza industrijske prerade (engl. food processing stage), autori navode da u zavisnosti od specifičnih karakteristika procesa proizvodnje, različite su i mogućnosti upotrebe (valorizacije) "gubitaka" (engl. food loss). Na primer, engl. "food loss" poput ljuske povrća ili semenki voća (koji se još naziva i neizbežan gubitak (engl. unavoidable food loss) se može iskoristiti u drugim industrijskim procesima (kao input), kao hrana za životinje, đubrivo ili kroz druge modele valorizacije razvijene u okviru koncepta industrijske ekologije. U nekim slučajevima, "food loss" koji nastaje u fazi industrijske prerade (engl. food processing stage), se ne može iskoristiti i odlaže se na deponije.

Food and Drink Europe, organizacija (asocijacija) koja okuplja kompanije iz oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda i pića, najvećeg prerađivačkog sektora u Evropskoj uniji, ako se kao kriterijum uzima obrt (engl.turnover) i broj zaposlenih, na sledeći način posmatra otpad koji nastaje u lancu snabdevanja prehrambenim proizvodima:

Slika 19. Generisanje otpada u lancu snabdevanja prehrambenim proizvodima



Prema: <http://www.fooddrinkeurope.eu/our-actions/foodwaste-toolkit/what-is-food-wastage/>

Autor Van Boekel (2004) ističe da je važno uzeti u obzir činjenicu da se proizvodnja hrane ne odvija samo u okviru prerađivačke industrije, odnosno da je industrijska prerada deo lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima. Proizvodnja prehrambenih proizvoda počinje u primarnoj proizvodnji. Navedeno se odnosi i na nusproizvode i otpad.

Van Boekel (2004) govori o različitim gubicima (engl. losses) koji mogu nastati u okviru procesa prerade sirovina i proizvodnje prehrambenih proizvoda, kao što su npr. (1) neizbežni, neminovni gubici (engl.unavoidable losses) poput ljuske krompira, jaja, surutke prilikom proizvodnje sira iil (2) neželjeni gubici koji se mogu izbeći (engl. avoidable unwanted losses). Gubitke koje je moguće izbeći, prema Van Boekel-u, treba smatrati – otpadom

(engl. real waste), jer su posledica neefikasne upotrebe vode, energije, lošeg tretmana sirovine i sl. (Van Boekel, 2004, str. 227).

Koutinas, Vlysidis, Pleissner, Kopsahelis, Lopez Garcia, Kookos et al. (2014) u svom radu navode da se o tokovima prehrambenog otpada, može govoriti sa aspekta, tj. u kontekstu lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima, posebno u fazama: "(1) proizvodnja i skladištenje sirovina (najčešće u zemljama trećeg sveta) (2) industrijska prerada (engl. industrial processing) i (3) odlaganje u vidu komunalnog otpada kao rezultat potrošnje u domaćinstvima, isteklog roka trajanja, nekonzumirane hrane u restoranima, različite usluge cateringa" (str. 2606). Autori dodaju da poslednjih godina, valorizacija prehrambenog otpada dobija sve veći značaj i može imati ključnu ulogu u razvoju bioekonomije.

Koutinas, Vlysidis, Pleissner, Kopsahelis, Lopez Garcia, Kookos et al. (2014) su u svom radu naveli podatke o količinama prehrambenih proizvoda proizvedenih u okviru različitih grana prehrambene industrije u Evropskoj uniji (izvor je Evrostat). Autori napominju da navedene količine odabranih proizvoda uključuju i nusproizvode stoga je teško tačno proceniti koliko otpada i nusproizvoda nastaje u pojedinim granama, a koji se mogu direktno upotrebiti u druge svrhe (npr. za proizvodnju određenih proizvoda u hemijskoj industriji ili proizvodnji biopolimera).

Autori Lin, Pfaltzgraff, Herrero-Davila, Mubofu, Abderrahim, Clark et. al. (2013) navode da tačni, ažurni podaci o generisanju prehrambenog otpada, u svakoj fazi lanca snabdevanja i dalje ne postoje, dok je definisanje razlike između otpada (engl. waste), nusproizvoda (engl. by-products) i reziduala (engl. residues) kao i razlikovanje otpada od supstanci koje se u potpunosti iskoriste (engl. fully recovered) (tzv. prestanak statusa otpada) tema tj. pitanje koje često razmatra i Evropski sud pravde. Rešavanje navedenih nedoumica i nejasnoća je od ključne važnosti kao preduslov za razvoj i implementaciju naprednijih (novijih) rešenja za valorizaciju prehrambenog otpada (Lin, Pfaltzgraff, Herrero-Davila, Mubofu, Abderrahim, Clark et. al., 2013, str. 433).

Interesantno je u navedenom kontekstu dilema i različitih, često kontradiktornih, stavova po pitanju šta je otpad, a šta su nusproizvodi i da li otpad uključuje i nusproizvode, navesti i teorijsko gledište autorke Jasch (2009) koja opisuje (definiše) autput stranu tokova materijala (engl. material flow balance). Prema Jasch (2009, str.45) autputi su (svi) proizvodi, otpad i emisije koje "napuštaju" organizaciju. Pod proizvodima (engl. product outputs) se podrazumevaju pored glavnog proizvoda i nusproizvodi, dok su "neproizvodni" (engl. non-product) outputi čvrsti otpad, otpadne vode i emisije u vazduh. Jasch (2009) zatim definiše proizvod, nusproizvod i otpad na sledeći način: pod pojmom "proizvodi" podrazumeva sve fizičke proizvode i njihovo pakovanje; nusproizvodi nastaju u procesu proizvodnje glavnog proizvoda, ali nisu primarni cilj proizvodnje. U mnogim organizacijama (kompanijama), "granice" između toga šta je proizvod, nusproizvod, a šta otpad nisu uvek jasno definisane, i zavise delom od toga kako konkretna organizacija razdvaja nusproizvode i otpad. Autorka zaključuje sledeće: "sve što se prodaje i na osnovu toga ostvaruje prihod može se smatrati nusproizvodom" (Jasch, 2009, str.45).

Kada je reč o otpadu, treba razlikovati materijal koji je moguće reciklirati kao što je papir, plastika, staklo ili metalni otpaci (što se može klasifikovati i kao nusproizvod, ako se prodaje), komunalni otpad i opasan otpad.

U skladu sa navedenim, Grujić i Franc (2012) ističu da, u prehrambenoj industriji, tokom različitih postupaka odnosno u okviru različitih proizvodnih procesa, nastaju otpadne materije – otpad (wastes) i/ili sporedni proizvodi - nusproizvodi (by-products) i dodaju da "...određene vrste nastalih materija se mogu tretirati i kao otpadne materije i kao nusproizvodi" (str.9). Na primer, surutku, nastalu u procesu prerade mleka tokom proizvodnje sira, neki proizvođači sakupljaju, a kasnije je ispuštaju u okruženje, dok drugi surutku koriste kao nusprodukt i iz nje, daljom preradom, dobijaju niz veoma vrednih prehrambenih proizvoda" (Grujić, Franc, 2012, str. 9)⁴.

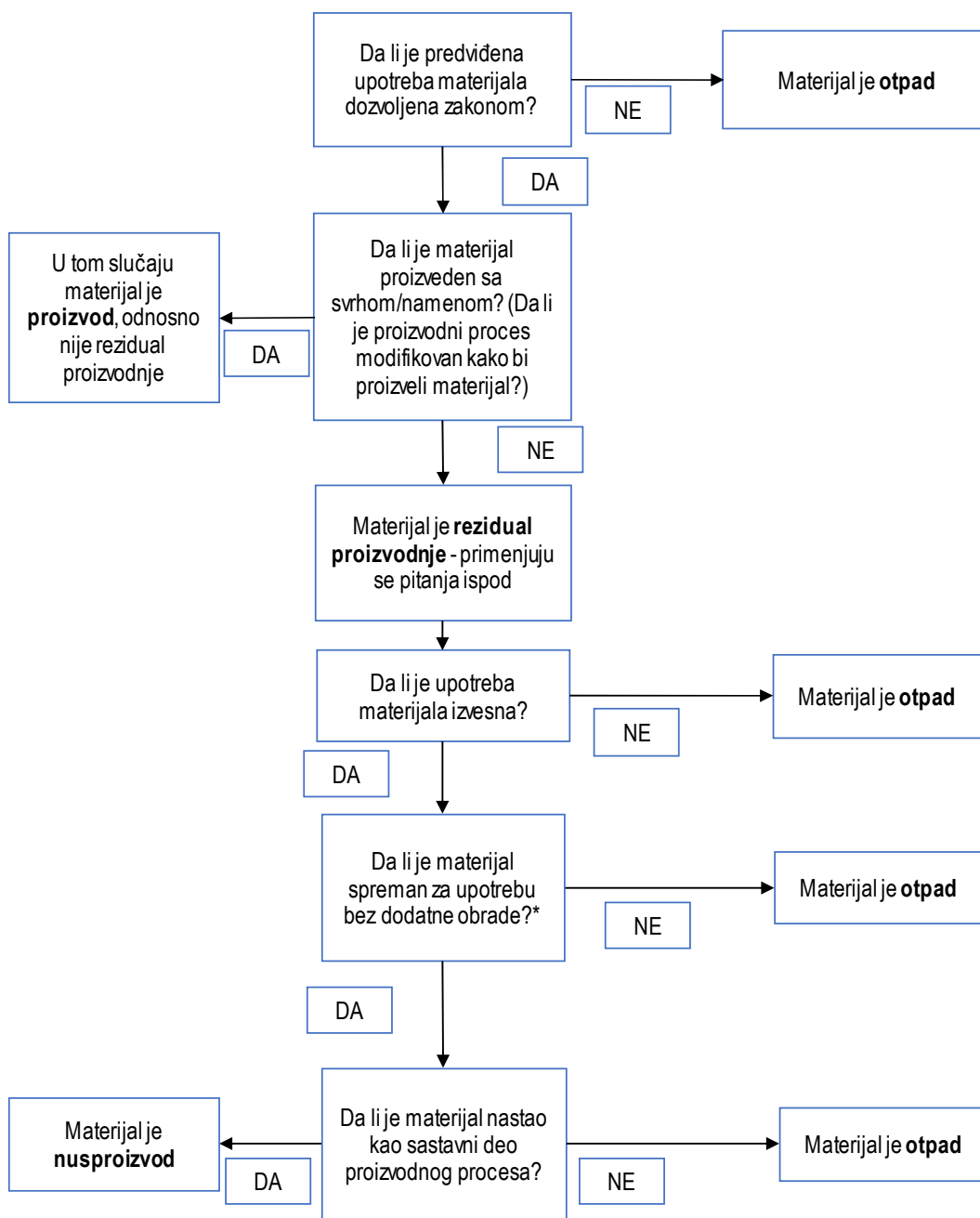
Prema studiji *Analiza određenih tokova otpada i potencijal industrijske simbioze u promociji otpada kao resursa u industriji EU* (engl. Analysis of certain waste streams and the potential of Industrial Symbiosis to promote waste as a resource for EU Industry), prehrambeni otpad se generiše u svim fazama lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima – od poljoprivredne proizvodnje preko (industrijske) prerade i distribucije do krajnje potrošnje. U kontekstu studije, a sa aspekta industrijske simbioze, pod pojmom reziduali proizvodnje (engl. production residues) se podrazumevaju i (1) (proizvodni) otpad i (2) nusproizvodi (European Commission, 2015, str. 46). U navedenoj studiji, fokus istraživanja je na rezidualima proizvodnje prehrambenih proizvoda (engl. food production residues) u procesu industrijske prerade (engl. food manufacturing stage).

I u kontekstu istraživanja doktorske disertacije koristiće se termin *reziduali proizvodnje prehrambenih proizvoda* i pod njima će se podrazumevati i proizvodni otpad i nusproizvodi koji nastaju u procesu industrijske prerade odnosno proizvodnje prehrambenih proizvoda.

U prilog odabira termina "*reziduali*" prikazano je i tzv. stablo odlučivanja predstavljeno u okviru dokumenta "Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on the Interpretative Communication on waste and by-product" iz 2007. godine na osnovu kog se utvrđuje da li je određeni materijal proizvod ili rezidual proizvodnje – nusproizvod ili otpad. Neophodno je napomenuti da se u Zakonu o upravljanju otpadom, član 8a koristi se termin *materija* (umesto materijal) prilikom definisanja pojma nusproizvod (preuzeto sa: https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_upravljanju_otpadom.html).

⁴ Važno je u navedenom kontekstu uzeti u obzir i raspoložive tehnologije kao i tehnološke promene koje konstantno utiču na proizvodne procese, ali i tretman otpada.

Slika 20. Stablo odlučivanja



*osim uobičajenim industrijskim postupcima koji su sastavni deo proizvodnog procesa

Prema: Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on the Interpretative Communication on waste and by-products, 2007. Preuzeto sa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0059&from=EN>

4.1.2. Valorizacija reziduala u funkciji održive proizvodnje prehrambenih proizvoda

Rezultati istraživanja sprovedenog u okviru studije *Analiza određenih tokova otpada i potencijal industrijske simbioze u promociji otpada kao resursa u industriji EU* (European Commission, 2015) su još jedan izvor koji je potvrdio da u prehrambenoj industriji zaista nastaju značajne količine otpada.

Cilj navedenog istraživanja je bio identifikovanje pet grana industrije odnosno pet tokova otpada (i grane kojima oni pripadaju) sa najvećim potencijalom za unapređenje konkurentnosti posredstvom industrijske simbioze. Kriterijumi na osnovu kojih su odabrani određeni tokovi otpada uključivali su, između ostalih i (European Commission, 2015, str. 29): volumen (količinu) otpada, nusproizvoda, sirovina; vrednost otpada, nusproizvoda, sirovina; upotrebljivost (podesnost, primenljivost) otpada, nusproizvoda, sirovina kao inputa u drugim procesima; sadržaj opasnih materija u tokovima otpada i nusproizvoda, uticaj na konkurentnost i implikacije na inovacije i dr.

Za analizu tokova otpada prema prethodno navedenim kriterijumima, odabrane su sledeće grane: proizvodnja prehrambenih proizvoda, proizvodnja papira i proizvoda od papira, proizvodnja hemikalija i hemijskih proizvoda, proizvodnja osnovnih farmaceutskih proizvoda i preparata, proizvodnja cementa, kreča i gipsa, proizvodnja sirovog gvožđa, čelika i ferolegura, proizvodnja plemenitih i ostalih obojenih metala, proizvodnja računara, elektronskih i optičkih proizvoda, proizvodnja električne opreme, proizvodnja motornih vozila, prikolica i poluprikolica, građevinarstvo (European Commission, 2015, str.31-33).

Kao rezultat analize, u studiji se navode sledećih 5 tokova otpada u kojima se mogu ostvariti značajni efekti posredstvom industrijske simbioze odnosno upotrebe otpada kao resursa (European Commission, 2015, str. 45):

1. Otpad iz termičkih procesa – npr. šljaka, kvarcni pesak u livnicama gvožđa (odnosno jezgra i kalupi za livenje).
2. *Mešani prehrambeni otpad (engl. mixed food waste) i biljni otpad – reziduali procesa (industrijske) proizvodnje prehrambenih proizvoda (engl. pre –consumer production residues from the food processing industry)*, uključujući i distribuciju.
3. Građevinski otpad i otpad od rušenja.
4. Otpad koji nastaje u hemijskim procesima.
5. Otpad od prerade drveta.

U skladu sa karakteristikama procesa, *uticaj* industrijske proizvodnje prehrambenih proizvoda *na prirodu* se ogleda u emisijama otpadnih materija (reziduala) - u formi čvrstog otpada, zagađivača vazduha (prašine, isparljivih organskih materija i mirisnih materija), upotrebi energije, korišćenju i zagađivanju vode (Grujić i Franc,

2012, str.8). Konkretnije, prema autorima Fuentes, Sanders, Lorenzo i Alber najznačajniji (ključni) ekološki problemi koje prouzrokuje proizvodnja prehrambenih proizvoda su: 1) potrošnja sirovina, 2) potrošnja vode, 3) ispuštanje tečnog i čvrstog otpada, 4) potrošnja energije i 5) (generisanje) nusproizvoda (2004, str.235).

Industrijska prerada (proizvodnja) prehrambenih proizvoda (engl. food processing industry) generiše velike količine otpada, uz napomenu da je otpad koji nastaje u ovoj oblasti prerađivačke industrije manje opasan (jer ima odlike/karakteristike biorazgradivog otpada) u odnosu na otpad koji nastaje npr. u hemijskoj industriji ili u procesu prerade metala (Fuentes, Sanders, Lorenzo i Alber, 2004, str.235).

I autori Grujić i Franc (2012) su sličnog stava jer navode da ispuštanje otpadaka svih vrsta, uključujući i industrijski otpad, sa visokim sadržajem toksičnih materija i opasnih kontaminanata, u okolinu, može imati značajne negativne posledice po stanje i kvalitet životne sredine, ali da prema ovom kriterijumu, prehrambena industrija, ipak spada u blage zagađivače.

Međutim, Sanders i Crosby (2004), napominju da, iako u prehrambenoj industriji ne nastaju velike količine opasnog otpada (kao što je to slučaj sa drugim oblastima/granama prerađivačke industrije), proizvodnja prehrambenih proizvoda generiše značajne količine biorazgradivog otpada (biootpada) koji, "prilikom razlaganja, proizvodi metan i druge toksične materije i na taj način predstavlja rizik po životnu sredinu, ukoliko se njime ne upravlja adekvatno" (str. 16). Proizvodnja prehrambenih proizvoda, u smislu prerađivačke industrije, rezultira ispuštanjem velike količine efluenata (reziduala) sa visokim sadržajem organskih materija, a visoka organska opterećenost, na primer otpadnih voda, značajno zagađuje životnu sredinu i prouzrokuje visoke troškove tretmana⁵.

S obzirom da su brojna istraživanja (studije) potvrdile da u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda nastaju značajne količine otpada, postavlja se pitanje u kojim granama se generišu najveće količine reziduala.

Prema izveštaju Evropske komisije (European Commission, 2015, str.50), najveće količine nusproizvoda i otpada u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda u Evropskoj uniji nastaju u procesu proizvodnje šećera i sira, a generišu se u najvećim državama (zemljama) članicama Unije. Prema autorima Grujić i Franc (2012, str.9), unutar sektora prehrambene industrije, najveći proizvođači otpadnih materija su mlekare, konditorska industrija (kakao i proizvodi od šećera), procesi vrenja/destilacija i prerada mesa.

⁵ Važno je napomenuti da u procesu proizvodnje prehrambenih proizvoda, u smislu industrijske prerade, nastaju značajne količine otpadnih voda, sa visokim organskim sadržajem (opterećenjem). Uticaj otpadnih voda iz prehrambene industrije na okolinu najbolje se može pratiti preko nivoa biološke potrošnje kiseonika, koji zavisi od intenziteta rasta prisutnih mikroorganizama (Grujić i Franc, 2012, str. 13).

Autori Koutinas, Vlysidis, Pleissner, Kopsahelis, Lopez Garcia, Kookos et al. (2014) su u svom radu predstavili odabrane grane u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda odnosno industrijske prerade (engl. food processing), proizvodne procese i prosečne količine otpada i nusproizvoda koji se generišu po kilogramu prerađene sirovine.

Tabela 3. Prikaz odabranih grana prehrambene industrije, procesa prerade (proizvodnje) i procenata otpada i nusproizvoda koji nastaju u proizvodnom procesu

Grana prehrambene industrije	Proces prerade/proizvodnje	% otpada i nusproizvoda
Prerada ribe	Konzervisanje ribe	30 - 65
	Filetiranje, soljenje, dimljenje	50 - 75
Prerada mesa	Klanice: goveda	40 – 52
	svinje	35
	živina	31-38
Prerada mleka	Prerada mleka, proizvodnja putera i pavlake	Zanemarivo
	Proizvodnja jogurta	2 – 6
	<u>Proizvodnja različitih vrsta sireva</u>	<u>85 - 90</u>
Proizvodnja vina	Proizvodnja belog i crnog vina	20 – 30
Prerada voća i povrća, žitarica, industrijskog bilja	<u>Proizvodnja šećera (iz šećerne repe)</u>	<u>86</u>
	Proizvodnja sokova od voća i povrća	30-50
	<u>Proizvodnja biljnog ulja</u>	<u>40 – 70</u>
	Proizvodnja skroba od krompira	80

Prema: Koutinas, A.A., Vlysidis, A., Pleissner, D., Kopsahelis, N., Lopez Garcia, I., Kookos, I., K. et al. (2014). Valorization of industrial waste and by-products streams via fermentation for the production of chemicals and biopolymers. *Chemical Society Review*, 43 (8), str. 2606.

Na osnovu radova Koutinas, Vlysidis, Pleissner, Kopsahelis, Lopez Garcia, Kookos et al. (2014, str.2606); Grujić, Franc (2012, str.9); izveštaja Evropske Komisije (European Commission, 2015, str.50) i brojnih drugih izvora, za empirijsko istraživanje efekata industrijske simbioze u smislu upotrebe (valorizacije) nusproizvoda i proizvodnog otpada koji nastaje u proizvodnji prehrambenih proizvoda su odabrane sledeće grane/grupe: prerada mleka i proizvodnja sira, proizvodnja biljnog ulja i proizvodnja šećera.

Kada je reč o valorizaciji nusproizvoda i otpada koji nastaju u procesu proizvodnje prehrambenih proizvoda "... podaci o različitim načinima upotrebe reziduala na nivou EU još uvek ne postoje (engl. absent). Određeni kvantitativni pokazatelji na nivou pojedinih država su dostupni, ali i njih treba interpretirati sa određenom rezervom, jer se zasnivaju na nepotpunim informacijama dostavljenim od strane malog broja kompanija (proizvođača), rezultat su ekstrapolacije ili procene (European Commission, 2015, str.51).

Bez obzira na navedeno, ne može se zanemariti činjenica da reziduali koji nastaju u prehrambenoj industriji mogu sadržati (i veoma često i sadrže) vredne sastojke koji se mogu izdvojiti i dalje upotrebljavati. Ali, ekstrakcija i valorizacija vrednih komponenti često izostane, jer prema autorima Grujić i Franc (2012) u kompanijama nedostaje znanje o metodama, tehnologijama izdvajanja komponenti iz otpadnih materija, ekonomski benefiti navedenih postupaka su veoma mali, ne postoji tražnja za otpadom, nusproizvodima ili komponentama sadržanim u navedenim rezidualima, zatim nedostaju propisi i inicijative za ponovno korišćenje i reciklažu proizvoda i na taj način pružanje doprinosa očuvanju životne sredine, blage kazne za odlaganje otpada i sl. (Grujić, Franc, 2012, str. 10).

Prema Fuentes, Sanders, Lorenzo i Alber, prevencija nastanka otpada, minimizacija količine nastalog otpada kao i njegova valorizacija (ekonomsko vrednovanje) su "poželjna" rešenja odnosno opcije koje se sve više praktikuju sa aspekta upravljanja otpadom u prehrambenoj industriji. S obzirom da reziduali sadrže značajan broj organskih komponenti sa visokom nutritivnom vrednošću poput proteina, ulja, ugljenih hidrata, vitamina, boja i antioksidanasa prevencija nastanka (minimizacija), ali i valorizacija imaju brojne pozitivne efekte – kako *ekološke*, u vidu smanjenja količine otpada koji se odlaže na deponiju, tako i *ekonomske* – npr. smanjenje troškova upravljanja otpadom (2004, str. 235).

Autori Lavery, Pennell i Evans (2014, str. 4) u svom radu navode načine na koje se u oblasti prerađivačke industrije - proizvodnje hrane i pića (konkretno, u Velikoj Britaniji) može unaprediti resursna efikasnost, a koji **ne** uključuju radnu snagu kao resurs (engl. *non-labour resource efficiency*⁶). Autori smatraju da se resursna efikasnost u proizvodnji prehrambenih proizvoda može poboljšati kroz unapređenje:

1. energetske efikasnosti,

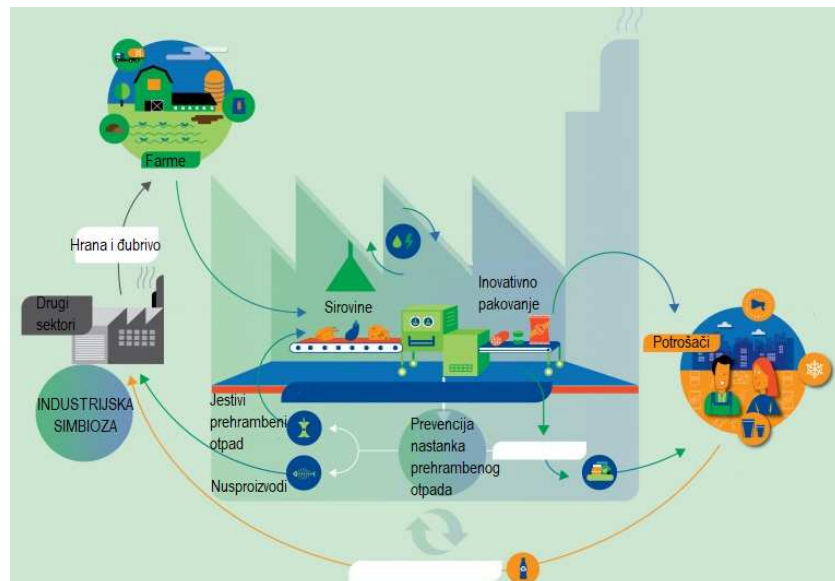
⁶ Prema autoru Femia (2014, str. 149) neophodno je "drastično povećati efikasnost upotrebe prirodnih resursa", navedeno treba da bude primarni cilj društva, sa mnogo većim značajem u odnosu na značaj koji danas ima povećanje produktivnosti radne snage.

2. upravljanja proizvodnim otpadom,
3. efikasnosti transporta (transport efficiency) i
4. pakovanja, tj. optimizaciju pakovanja proizvoda (packaging optimisation).

Kada je reč o upravljanju proizvodnim otpadom, prema autorima Lavery, Pennell i Evans (2014) dobra poslovna praksa u ovoj oblasti podrazumeva da kompanije usmere svoje aktivnosti ka smanjenju količine otpada koji generišu i na taj način redukuju negativan uticaj na životnu sredinu, dok istovremeno unapređuju svoje ekonomske performanse. Navedeno se može postići tako što kompanije deluju (1) preventivno, sa ciljem da se u proizvodnom procesu izbegne nastanak otpada i (2) ukoliko je nastanak otpada neizbežan, da se umanje/eliminisu troškovi odlaganja na deponiju tako što će se tokovi otpada na neki način iskoristiti, valorizovati (engl. "*finding new homes for waste streams*").

U izveštaju *Konkurentska pozicija proizvodnje prehrambenih proizvoda i pića u Evropi* (engl. *The competitive position of the European food and drink industry*) se navodi da je za prehrambenu industriju (uključujući i proizvodnju pića), uspostavljanje i širenje saradnje (sa drugim kompanijama, drugima granama, oblastima ili sektorima) sa ciljem upotrebe (valorizacije) nusproizvoda i otpada koji se mogu transformisati npr. u visokovredne komponente ili prirodne makromolekule (engl. *natural macromolecules*) i iskoristiti u hemijskoj ili farmaceutskoj industriji, od izuzetne važnosti i treba biti predmet daljih istraživanja (European Commission, 2016a, str.15). Naročito uspostavljanje i razvoj saradnje koja prevazilazi okvir lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima je od izuzetnog značaja za održivost samog lanca. U prilog navedenom, na narednoj slici je predstavljen model lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima u okviru kog se vrši razmena i valorizacija reziduala zahvaljujući primeni koncepta cirkularne ekonomije i industrijske simbioze.

Slika 21. Cirkularna ekonomija u lancu snabdevanja prehrambenim proizvodima



Prilagođeno prema: <http://circulareconomy.fooddrinkeurope.eu/>

Značajan broj grana u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda i pića je već postigao dobre rezultate kada je u pitanju valorizacija ko-proizvoda (engl. co-products⁷), nusproizvoda (by-products) ili smanjenje količine generisanog otpada. Predstavnici kompanija iz oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda, i u okviru prerade (engl. manufacturing) i distribucije/prodaje, navode da je primetna veća pažnja koja se pridaje inovacijama u oblasti upravljanja otpadom, sa ciljem smanjenja troškova i povećanja efikasnosti (European Commission, 2016a, str.134).

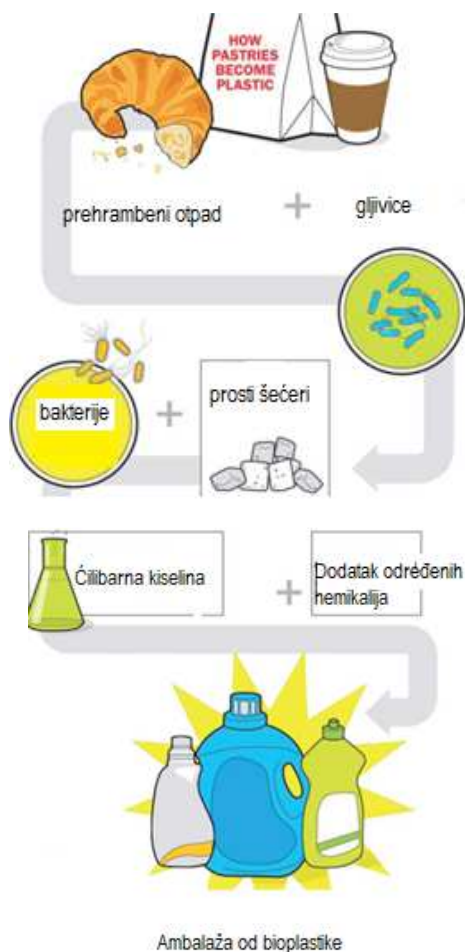
Činjenica je da prehrambena industrija generiše značajne količine čvrstog otpada i nusproizvoda i sa tog aspekta saradnja, bilo u okviru lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima ili van okvira, doprinosi smanjenju količine otpada koji se odlaže na deponije. Tradicionalni vid saradnje *u okviru lanca* snabdevanja prehrambenim proizvodima ogleda se npr. u upotrebi otpada ili nusproizvoda kao hrane za životinje ili kao đubriva. Međutim, nusproizvodi i otpad koji nastaju u industrijskoj preradi se mogu koristiti i u granama (sektorima) kao što je npr. proizvodnja farmaceutskih proizvoda ili u hemijskoj industriji (*van okvira lanca*). Stoga, valorizacija nusproizvoda i otpada poreklom iz procesa proizvodnje prehrambenih proizvoda i pića treba da ima "prioritetan značaj" s obzirom da doprinosi odnosno utiče istovremeno i na ekološke performanse, ali i na ekonomsku efikasnost. (European Commission, 2016a, str.151).

⁷ U skladu sa obrazloženjem koje su u svom radu dali autori Short, Bocken, Barlow i Chertow (2014, str.609), u kontekstu istraživanja doktorata pod terminom ko-proizvodi (engl. co-products) podrazumevaće se novi proizvodi nastali upotrebom postojećih tokova otpada ili nusproizvoda kao inputa.

I u dokumentu Evropska tehnološka platforma - Hrana za život (engl. European Technology Platform Food for Life), se u okviru poglavlja održiva proizvodnja (prehrambenih proizvoda) ističe potreba za efikasnijom upotrebom materijala (inputa), smanjenjem količine otpada kroz upotrebu nusproizvoda u procesu proizvodnje, u različitim granama/sektorima i sl. U dokumentu se sugerše da u budućnosti više pažnje treba posvetiti istraživanju u oblasti biorazgradivih materijala za pakovanje napravljenih od prehrambenog otpada (engl. food waste) ili drugih sirovina koje nisu konkurentne proizvodnji prehrambenih proizvoda, kao što su nusproizvodi. (http://www.fooddrinkeurope.eu/uploads/press-releases_documents/SRIA_ETP_Food_for_Life_2012.pdf).

U prilog navedenom, autori Lin, Pfaltzgraff, Herrero-Davila, Mubofu, Abderrahim, Clark et. al. (2013) su u svom radu predstavili na koji način se prehrambeni otpad može iskorisiti za proizvodnju bioplastike.

Slika 22. Prehrambeni otpad kao sirovina za bioplastiku



Prilagođeno prema: Lin, C.S.K., Pfaltzgraff, L.A., Herrero-Davila, L., Mubofu, E.B., Abderrahim, S., Clark, J.H. et. al. (2013). Food waste as a valuable resource for the production of chemicals, materials and fuels. Current situation and global perspective. *Energy & Environmental Science*, 6, str.452.

Veoma je važno, u ovom kontekstu, osvrnuti se i na ograničavajuće faktore koji mogu uticati na obim valorizacije reziduala. Naime, neophodno je napomenuti da upotrebljivost reziduala nastalih u procesu proizvodnje prehrambenih proizvoda kao i mogućnost njihove valorizacije (između ostalog i posredstvom industrijske simbioze) zavisi od samih fizičkih i hemijskih karakteristika reziduala – npr. homogenosti, koncentracije korisnih komponenti koje se mogu naći u rezidualima i sl. Heterogeni tokovi reziduala, sa niskom koncentracijom korisnih komponenti imaju manji potencijal za iskorišćenje. Takođe, još jedna specifičnost u oblasti reziduala prehrambenih proizvoda jeste veoma velika različitost samih prehrambenih proizvoda (širok asortiman prehrambenih proizvoda koji se danas proizvode) kao i proizvodnih tehnologija koje se koriste, a samim tim, i reziduali su različiti. Zatim, važan faktor jeste i činjenica da reziduali prehrambene industrije neretko zahtevaju posebne mere i uslove čuvanja, jer za razliku od ostalih tokova otpada, njihove karakteristike se menjaju tokom vremena zbog dejstva mikroorganizama (European Commission, 2015, str.55).

U tom smislu, Mirabella, Castellani i Sala (2014) navode da je veoma često potrebno nusproizvode ili proizvodni otpad dodatno obraditi pre nego što se može dalje koristiti, što utiče na troškove. Stoga je neophodno njihovom upotrebom dobiti proizvode sa visokom dodatnom vrednošću kako bi se opravdala ulaganja/investicije u istraživanje za potrebe ekstrakcije i valorizacije. Pored navedenog, nužno je identifikovati vrste i količine otpada koji nastaje, potencijalne mogućnosti primene, geografsku lokaciju proizvođača, posrednika (ako ima potrebe za njim) i na kraju, korisnika. Rešavanje navedenog problema zahteva uključivanje više stakeholdera odnosno stvaranje konzorcijuma zainteresovanih strana.

Autori Mirabella, Castellani i Sala (2014) dodaju da je neophodno sagledati i oceniti održivost procesa upotrebe nusproizvoda i/ili otpada, jer u nekim slučajevima procedure ekstrakcije (izdvajanja određenih komponenti), kroz postojeće pa čak i nove proizvodne procese, mogu uključivati (zahtevati) upotrebu hemikalija sa štetnim efektima po životnu sredinu, kao što su npr. rastvarači ili aditivi. Stoga, Mirabella, Castellani i Sala (2014, str.39) preporučuju direktnu upotrebu nusproizvoda i/ili otpada kao supstituta za nekorišćene (engl. virgin) sirovine, sa što manje obrade, tretmana (engl.manipulation).

Prema studiji (European Commission, 2015, str.47), veoma raširena poslovna praksa u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda jeste upravo upotreba postojećih reziduala interno, u okviru kompanije u kojoj su nastali, kada god je to moguće. Najčešće je reč o upotrebi reziduala kao energenta. Pored toga, reziduali proizvodnje prehrambenih proizvoda se mogu koristiti i van kompanije u kojoj su nastali – npr. u procesu anaerobne digestije ili kompostiranja što rezultira proizvodnjom energije ili poboljšavanjem (stanja) tla (zemljišta), respektivno. Proizvodnja hrane za životinje preradom nusproizvoda koji nastaju u proizvodnji prehrambenih proizvoda, je uobičajena praksa dugi niz godina. Na primer, prehrambena industrija u Flandriji (Belgija) proizvodi prehrambene proizvode (za ljudsku upotrebu) i hranu za životinje u odnosu 5:1 (engl. based on weight). Da li će se nusproizvodi koristiti kao energent ili hrana za životinje zavisi i od toga da li npr. postoje

subvencije za upotrebu obnovljivih izvora energije (u tom slučaju će kompanije preferirati upotrebu kao energenta) odnosno da li postoji lokalno tržište ili tražnja za nusproizvodima kao hrane za životinje.

4.1.3. Doprinos valorizacije rezidula prehrambene industrije razvoju bioekonomije

Činjenica je da se naše društvo sve više suočava sa ograničenjima, nametnutim od strane prirodnih ekosistema, koja "primoravaju" industriju da poveća svoju ukupnu efikasnost unapređenjem (poboljšanjem) postojećih procesa ili pronalaženjem novih načina upotrebe otpada kao inputa, resursa. Nizak stepen efikasnosti postojećeg lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima ima i ekonomske i ekološke posledice, u vidu rasipanja (neracionalne upotrebe, potrošnje) resursa poput vode i energije, generisanja značajne količine čvrstog i tečnog otpada i dr.

U sadašnjim okolnostima, tokovima otpada i nusproizvoda koji nastaju u okviru lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima se uglavnom upravlja klasičnim, tradicionalnim strategijama valorizacije. Odnosno, otpad se gotovo isključivo, primenom prve generacije tehnika za valorizaciju, koristi kao stočna hrana, za proizvodnju komposta ili biogasa, anaerobnom digestijom. Mnogi reziduali u obliku prehrambenog otpada koji trenutno nemaju upotrebnu vrednost odlažu se eksterno, na deponije ili ispuštaju u vodene tokove.

Potrebe savremenog društva u smislu konkurentnosti, efikasnosti i maksimizacije profita, minimiziranja otpada i potrošnje energije podstiču razvoj naprednijih strategija i pristupa upotrebi reziduala prehrambene industrije sa ciljem da se proizvedu proizvodi dodatne vrednosti. Stoga bi trebalo razviti naprednije metode valorizacije kako bi se maksimizovala vrednost dobijena iz tako važnog (vrednog) resursa. Valorizacija prehrambenog otpada je sve aktuelnija tema, što potvrđuju različite publikacije i izveštaji u kojima se kvantifikuju količine prehrambenog otpada nastalog duž lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima i prepoznaje potreba da se istovremeno nađu načini za njegovu upotrebu.

Prema autorima Lin, Koutinas, Stamatelatou, Mubofu, Matharu, Kopshelis et al. (2014) održivi industrijski razvoj u budućnosti će se zasnivati na efikasnoj valorizaciji reziduala različitih sektora proizvodnje odnosno različitih tokova otpada, a podrazumevaće primenu koncepta biorafinerije, industrijske simbioze, "kaskadnog" pristupa procesima (engl. cascade processing), preradu i upotrebu otpada na samom mestu nastanka, konverziju otpada kroz "zelene" hemijske ili biotehnološke procese i sl. (str. 686-687). U navedenom kontekstu, reziduali (engl. waste residues) koji nastaju duž lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima predstavljaju ključni resurs za razvoj procesa na biosnovi (engl. bio-based processes).

Implementacija (i integracija) bioprocasa u okviru industrijskih procesa osnova je za uspostavljanje i razvoj bioekonomije. Uspešan prelazak na bioekonomiju⁸ može se postići restrukturiranjem postojećih proizvodnih sistema (Lin, Koutinas, Stamatelatu, Mubofu, Matharu, Kopshelis et al., 2014). Na primer, u prehrambenoj industriji, tradicionalno značenje termina "prerada" (engl. processing) podrazumeva transformaciju sirovina u prehrambene proizvode sa težnjom da se obezbedi kvalitetan, zdravstveno bezbedan prehrambeni proizvod, u skladu sa nutritivnim zahtevima. Međutim, da bi proizvodnja prehrambenih proizvoda postala jedan od stubova razvoja bioekonomije i biodruštva (engl. bio-based society), neophodno je razviti i implementirati:

- (1) održive modele (metode) proizvodnje koji podrazumevaju preradu inputa sa što manjom potrošnjom energije i vode, kao i
- (2) modele valorizacije (tokova) otpada i nusproizvoda.

U izveštaju pod nazivom High Value Manufacturing Landscape 2016 Univerziteta u Kembridžu se ističe da su glavni izazovi sa kojima se suočava proizvodnja prehrambenih proizvoda, kao oblast prerađivačke industrije: (1) razvijanje novih, održivih procesa proizvodnje, koji omogućavaju smanjenje upotrebe (potrošnje) energije i vode, zatim (2) digitalna proizvodnja, uz unapređenu analizu podataka sa ciljem smanjenja količine generisanog otpada, (3) doprinos očuvanju biodiverziteta i dr. (str.2)

Lin, Koutinas, Stamatelatu, Mubofu, Matharu, Kopshelis et al., (2014) ističu da valorizacija prehrambenog otpada može biti i u funkciji unapređenja karakteristika prehrambenih proizvoda, npr. produženja roka trajanja proizvoda (str.687). Izdvojeni sastojci (komponente) iz prehrambenog otpada ili nusproizvoda prehrambene industrije, sa antioksidativnim i antibakterijskim dejstvom, mogu se inkorporirati u biorazgrađiva pakovanja, a komponente sa antioksidativnim dejstvom se mogu koristiti i u drugim oblastima/granama odnosno sektorima industrije.

Prema autorima Lin, Koutinas, Stamatelatu, Mubofu, Matharu, Kopshelis et al., (2014) i pakovanje proizvoda takođe treba smatrati ključnim aspektom održivosti procesa prerade (engl. processing) odnosno proizvodnje prehrambenih proizvoda. Uzimajući u obzir važnost ambalaže u proizvodnji bezbednih proizvoda visokog kvaliteta, sa aspekta razvoja bioekonomije i biodruštva, pakovanje proizvoda treba istovremeno da bude proizvedeno od materijala koji će omogućiti njegovo recikliranje ili ponovnu upotrebu, npr. kroz tzv. kaskadni model upotrebe (str.687). Autori navode da "u budućnosti, svaki održivi industrijski sektor treba da koristi

⁸ Pod pojmom bioekonomija podrazumeva se ekonomija koja koristi biološke sirovine (prirodne resurse) iz tla (zemljišta) i vode (mora), ali i otpad, kao inpute / sirovine za proizvodnju prehrambenih proizvoda i hrane za životinje, industrijsku proizvodnju i proizvodnju energije.

polimere na biosnovi ili u potpunosti biorazgradive polimere za pakovanje svojih proizvoda. Pod pojmom polimera na biosnovi podrazumevaju se polimeri koji su delom ili u potpunosti izrađeni od obnovljivih resursa.

Autori Lin, Koutinas, Stamatelatou, Mubofu, Matharu, Kopshelis et al. (2014), ilustruju različite strategije valorizacije prehrambenog otpada, a predstavljena rešenja se zasnivaju, najvećim delom, na konceptu biorafinerije. Valorizacija prehrambenog otpada kroz koncept biorafinerije treba da je u funkciji proizvodnje robe široke potrošnje kao i posebnih proizvoda. Takođe, proizvodnja proizvoda visoke vrednosti (*engl. high-value products*) koji se mogu iskoristiti u kozmetičke i farmaceutske svrhe kao i komponente u proizvodnji funkcionalne hrane, bi mogla da obezbedi prihod koji je neophodan za pokriće troškova proizvodnje proizvoda manje vrednosti, uključujući proizvode hemijske industrije i biorazgradive polimere.

Na primer, proizvodnja bioetanola iz otpadne pulpe maslina kao i otpada koji nastaje tokom prerade (ceđenja) narandži, može biti konkurentna, sa aspekta troškova, samo u slučaju kada se (i da se) proizvodi (komponente) sa dodatom vrednošću izdvoje (*eng. extract*) pre dalje prerade. Optimalna upotreba resursa bi u ovom kontekstu podrazumevala i omogućavala kombinaciju izdvajanja komponenti visoke vrednosti i proizvodnje fermentisanih proizvoda (Lin, Koutinas, Stamatelatou, Mubofu, Matharu, Kopshelis et al., 2014, str. 687).

Autori Lin, Pfaltzgraff, Herrero-Davila, Mubofu, Abderrahim, Clark et. al. (2013) ukazuju na nužnost razvoja integrativnog pristupa upravljanju resursima zasnovanog na strategiji održivosti duž lanca snabdevanja uključujući valorizaciju reziduala, nusproizvoda i otpada sa ciljem da se maksimizira $\text{ratio output (products)/input (feedstock)}$.

Sve više se govori o rezidualima koji nastaju u lancu snabdevanja prehrambenim proizvodima i značajnim potencijalima za upotrebu upravo otpada koji nastaje prilikom proizvodnje i potrošnje prehrambenih proizvoda kao resursa (sirovine) u hemijskoj industriji ili kao energenta, s obzirom na ogromne količine (*engl. abundant volumes*) koje se generišu globalno⁹, njegovu raznolikost po pitanju sadržaja i funkcionalnih hemijskih komponenti i mogućnosti da se iskoristi u proizvodnji različitih proizvoda (Lin, Pfaltzgraff, Herrero-Davila, Mubofu, Abderrahim, Clark et. al., 2013, str. 426).

I dok tzv. prva generacija tehnika valorizacije otpada kao što je anaerobna digestija, hrana za životinje đubrivo, kompostiranje imaju određenu vrednost, heterogenost prehrambenog otpada čini ga veoma "atraktivnim" (obnovljivim) resursom (inputom) za proizvode veće vrednosti, u okviru drugih grana industrije – poput hemijske industrije (Lin, Pfaltzgraff, Herrero-Davila, Mubofu, Abderrahim, Clark et. al., 2013, str. 426). Stoga se razvijaju

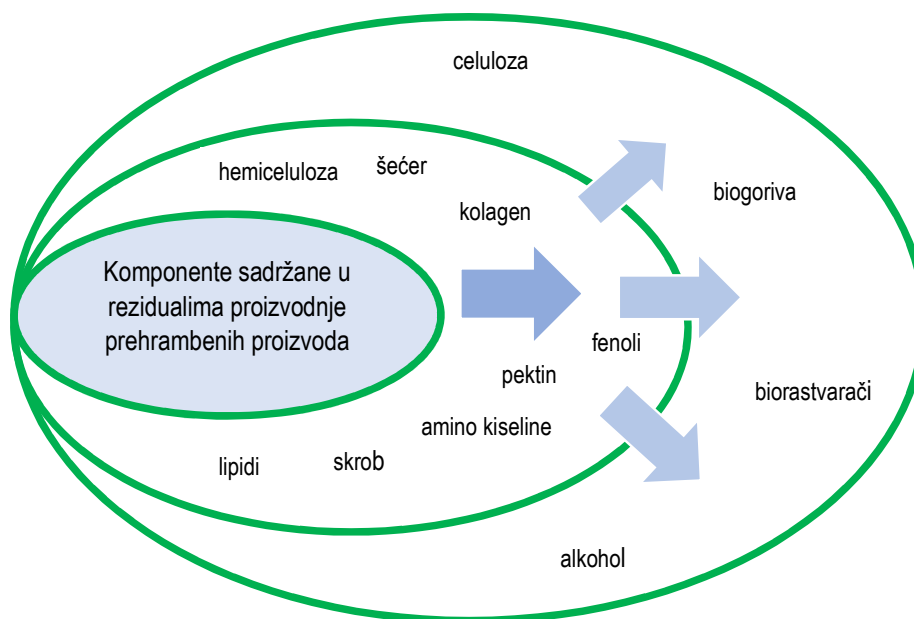
⁹ Otpad koji nastaje u procesu proizvodnje (industrijske prerade – food processing), kao pre-potrošačkoj fazi lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima je primer otpada koji nastaje u velikim količinama, globalno posmatrano. Navedena vrsta otpada sve više postaje (predstavlja) problem jer u nekim slučajevima čini gotovo 50% ukupnog otpada koji se generiše na nivou određene države, pri čemu je 60% otpada organskog porekla (Lin, Pfaltzgraff, Herrero-Davila, Mubofu, Abderrahim, Clark et. al., 2013, str. 428).

i tzv. strategije druge generacije za valorizaciju i ponovnu upotrebu prehrambenog otpada sa ciljem proizvodnje proizvoda "veće vrednosti" umesto konvencionalnog načina tretmana otpada koji nastaje u procesu proizvodnje prehrambenih proizvoda.

Povezivanje i integracija *proizvodnje hemijskih proizvoda* i tradicionalne *prehrambene industrije* u smislu izdvajanja i valorizacije kompenenti sadržanih u rezidualima proizvodnje prehrambenih proizvoda je novi koncept koji može kreirati značajnu dodatnu vrednost i otvoriti različite mogućnosti za investicije (Lin, Koutinas, Stamatelatou, Mubofu, Matharu, Kopshelis et al., 2014, str.687) i inovacije.

Porast tražnje za proizvodima hemijske industrije i energijom, i uz brojne druge faktore, podstiče ponovnu upotrebu i efikasnu valorizaciju organskog otpada koji nastaje u lancu snabdevanja prehrambenim proizvodima u svrhu proizvodnje novih materijala, sirovina za hemijsku industriju i sl., kao komplemetarni pristup već pomenutoj konvencionalnoj praksi upravljanja otpadom.

Slika 23. Komponente sadržane u prehrambenom otpadu



Prilagodeno prema: Lin, C.S.K., Pfaltzgraff, L.A., Herrero-Davila, L., Mubofu, E.B., Abderrahim, S., Clark, J.H. et. al. (2013). Food waste as a valuable resource for the production of chemicals, materials and fuels. Current situation and global perspective. *Energy & Environmental Science*, 6, str. 429.

Okretanje industrije ka većem stepenu održivosti sa ciljem da se unapredi efektivnost i efikasnost procesa pružaju ekonomsku opravdanost razvoja inovativnih i "održivih" strategija u svrhu upotrebe prehrambenog otpada. Industrija nije jedini pokretač i inicijator unapređenja prakse valorizacije otpada. Sve strožiji propisi i standardi, kao i troškovi vezani za njihovo usaglašavanje i poštovanje (primenu) takođe utiču na upotrebu (korišćenje) prehrambenog otpada kao sirovine (Lin, Pfaltzgraff, Herrero-Davila, Mubofu, Abderrahim, Clark et. al., 2013, str. 429)

Identifikovanje i implementacija različitih mogućnosti (načina) za valorizaciju reziduala ukazaće na glavne nedostatke (slabosti) u procesu proizvodnje prehrambenih proizvoda, sa ciljem da se razvije održivi lanac snabdevanja i sistem upravljanja otpadom. Na taj način mogu se rešiti problemi i na strani potrebnih resursa i na strani upravljanja otpadom u smislu smanjenja količine otpada koji završava na deponiji, nekontrolisane emisija gasova sa efektom staklene bašte, kontaminacije vodenih tokova, neefikasne konvencionalne metode upravljanja otpadom poput sagorevanja otpada ili kompostiranja.

Kao primer uspešnih rešenja Lin, Pfaltzgraff, Herrero-Davila, Mubofu, Abderrahim, Clark et. al. (2013) navode uspostavljanje "zatvorenih" (engl. closed-loop) modela lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima. U navedenim modelima, svi tipovi/vrste otpada (reziduala) se "vraćaju" u lanac vrednosti, uz posebnu napomenu da se "...prehrambeni otpad koji je neizbežan u procesu (industrijske) proizvodnje (engl. unavoidable food waste) koristi kao nusproizvod" (str. 429 - 430).

Prehrambeni otpad se generiše u svakoj fazi lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima - od poljoprivredne proizvodnje preko pogona za preradu i na kraju samog maloprodajnog objekta. Premda je "potencijal" za proizvodnju prehrambenog otpada značajan u svakoj fazi lanca snabdevanja, promenljivost u sastavu kao i "sezonski karakter" određene vrste prehrambenog otpada su bitni nedostaci koji ometaju industrijsku primenu odnosno valorizaciju.

Treba napomenuti i da veoma često reziduali nastali u procesu proizvodnje prehrambenih proizvoda sadrže značajne količine komponenti koje se mogu iskoristiti u proizvodnji proizvoda dodate vrednosti (npr. izolati proteina surutke, esencijalna ulja i sl). Glavni problem u obezbeđivanju profitabilnosti (isplativosti) čitavog integrisanog procesa je identifikovanje različitih mogućnosti primene kako bi se izbegla zasićenost jednog tržišnog segmenta.

4.2. Upravljanje rezidualima proizvodnje prehrambenih proizvoda

Redosled predstavljanja (odabranih) grana/grupa prehrambene industrije i primera upravljanja i valorizacije reziduala procesa proizvodnje, u skladu je sa redosledom navedenim u okviru Uredbe o klasifikaciji delatnosti ("Sl. glasnik RS", br. 54/2010; http://www.paragraf.rs/propisi/uredba_o_klasifikaciji_delatnosti.html), i obuhvata grane i grupe u oblasti 10 (proizvodnja prehrambenih proizvoda) i oblasti 11 (proizvodnja pića). Grupisanje (razvrstavanje) delatnosti u navedenim oblastima izvršeno je prema vrstama proizvoda: meso, riba, voće i povrće, masti i ulja, mlečni proizvodi, mlinski proizvodi, hrana za životinje, ostali prehrambeni proizvodi i piće.

4.2.1. Prerada i konzervisanje mesa i proizvoda od mesa

Prema Lin, Pfaltzgraff, Herrero-Davila, Mubofu, Abderrahim, Clark et. al. (2013), najveće količine otpada u okviru prehrambene industrije nastaju u proizvodnji i preradi mesa uključujući i preradu živinskog mesa i ribe (str. 438).

Otpad koji nastaje u navedenim procesima (koža, krv, masnoće, unutrašnji organi, uključujući i industrijske procesne vode i dr.), razlikuje se po sastavu, ali je u najvećoj meri visoko rizičan i veoma zagađujući, i sa aspekta zdravlja ljudi i životne sredine. Stoga je zakonska regulativa koja se odnosi na upotrebu sporednih proizvoda nastalih prilikom industrijske prerade mesa veoma striktna.

Za razliku od otpada koji nastaje preradom voća i povrća (biljni otpad), životinjski otpad odnosno sporedni proizvodi klanične industrije i prerade mesa su predmet ozbiljnih higijenskih i zdravstvenih kontrola i mera, i za njihovu dalju upotrebu postoje sa, higijenskog i zdravstvenog aspekta, brojna ograničenja. Odnosno, kako navode autori Grujić, Odošić i Grujić (2012), u okviru prerade mesa nastaju "specifične vrste otpadaka koje treba razmatrati sa više aspekata: epizootiološkog-epidemiološkog aspekta, aspekta zaštite životne sredine i ekonomskog aspekta" (str.92).

U zavisnosti od stepena rizika za javno zdravlje i zdravlje životinja, sporedni proizvodi životinjskog porekla razvrstavaju se na: materijal Kategorije 1, materijal Kategorije 2 i materijal Kategorije 3 (http://www.veterinabeograd.rs/files/File/O_NAMA/ZAKONSKA_REGULATIVA/Sporedni%20proizvodi.pdf¹⁰).

Odnosno, prema Lin, Pfaltzgraff, Herrero-Davila, Mubofu, Abderrahim, Clark et. al. (2013) sporedni proizvodi životinjskog porekla veoma visokog rizika, visokog rizika i niskog rizika. Sa aspekta valorizacije i upotrebe različitih komponenti, za dalju preradu se koristi materijal Kategorije 3 (str. 438)

Među brojnim industrijama, klanična industrija spada u granu prehrambene industrije u kojoj nastaju različite vrste neopasnog, ali i opasnog otpada koji se više ne može upotrebljavati u navedenoj grani. Najznačajniji je otpad od klanja životinja. Prema Mirabella, Castellani i Sala (2014, str.36), industrija prerade mesa generiše velike količine nusproizvoda u klanicama (uključujući kožu, kosti, masnoće, iznutrice i dr.). Otpadni nusproizvodi (sporedni proizvodi životinjskog porekla) čine gotovo 60% - 70% trupa životinje, od čega je 40% jestivo (ali se mora tretirati tj. obraditi), a 20% nejestivo. Stoga industrija prerade mesa nastoji da pronade rešenje za navedene sporedne proizvode jer oni predstavljaju ozbiljan rizik i za životnu sredinu i za zdravlje ljudi.

Organski otpad koji nastaje u toku klanja životinja, pandlovanja i prerade mesa, zbog organskih karakteristika, izuzetno brzo podleže truljenju, privlači glodare i insekte i stvara neprijatne mirise. U kafilerijama, pogonima za preradu životinjskih nusproizvoda od klanja i prerade mesa, otpaci organskog porekla se spaljuju (prva i druga kategorija obavezno), pri čemu nastaju mesno-koštano brašno i tehnička masnoća, koji se mogu dalje

¹⁰ Pravilnik o načinu razvrstavanja i postupanja sa sporednim proizvodima životinjskog porekla, veterinarsko-sanitarnim uslovima za izgradnju objekata za sakupljanje, preradu i uništavanje sporednih proizvoda životinjskog porekla, načinu sprovođenja službene kontrole i samokontrole, kao i uslovima za stočna groblja i jame grobnice, Član 5. (Službeni glasnik RS, 31/11) Dostupno na: http://www.veterinabeograd.rs/files/File/O_NAMA/ZAKONSKA_REGULATIVA/Sporedni%20proizvodi.pdf

valorizovati na tržištu, kao hrana za životinje i u farmaceutskoj industriji, za proizvodnju kozmetičkih proizvoda (respektivno).

4.2.1.1. Prerada i konzervisanje mesa i proizvodnja mesnih prerađevina

Prema autoru Vuković (2012) skeletna muskulatura s pripadajućima masnim i vezivnim tkivom, odnosno meso, čini 35-60% telesne mase životinja za klanje, a ostalo su takozvani sporedni proizvodi (str.249). Jedan deo ovih proizvoda (unutrašnji organi, krv, glave i svinjske i živinske kožice) su jestivi i koriste se za izradu drugih proizvoda od mesa, dok drugi deo sporednih proizvoda (npr. koža preživara, dlaka, perje, kosti, krv, creva i drugo) iako nije namenjen za ljudsku ishranu, ima odgovarajući tehnički značaj i može se koristiti kao sirovina odnosno valorizovati u drugim industrijskim procesima (Vuković, 2012, str.249).

Vuković (2012) navodi da se, na primer, kao rezultat prerade kostiju dobijaju (str.257):

1. jestivi proizvodi – mehanički separisano meso, proteinski ekstrakti, jestiva mast i želatin. Jestivi proteini se ekstrahuju iz kostiju i ostataka kostiju posle mašinske separacije. Iz kostiju se najpre izdvaja jestiva mast, a zatim se ekstrahuju proteini koji se mogu koristiti kao dodatak supama i sosovima, ali i kao dodatak kuvanim šunkama kada se želi povećati sadržaj proteina i dobiti bolja aroma.

2. nejestivi (tehnički) proizvodi – koštano brašno, tehnička mast i lepak (tutkalo).

Iz kostiju se takođe dobijaju minerali kalcijum i fosfor.

Zbog velikog sadržaja kolagena (27-28%) svinjska koža se koristi kao sirovina za proizvodnju jestivog želatina, a goveđa koža za proizvodnju veštačkih kolagen omotača. Koža goveda i ovaca, a manjim delom i svinjska koža, služe kao sirovina u kožarstvu (Vuković, 2012, str.259). Žlezdani organi (endokrine žlezde), pojedini organi ili delovi organa se koriste u farmaceutskoj industriji kao sirovina za proizvodnju velikog broja preparata za potrebe humane i veterinarske medicine, ali i drugih proizvoda (npr. sirila) (Vuković, 2012, str.260-261).

U kojoj meri su sporedni proizvodi klanične industrije i procesa prerade mesa zaista iskorišćeni pokazuje i istražvanje koje je sprovela Christien Meindertsma. Naime, Meindertsma je "pronašla" ukupno 185 različitih proizvoda koji sadrže u sebi neki sastojak (komponentu) poreklom iz procesa prerade svinjskog mesa i proizvodnje mesnih prerađevina. Tako se npr. pojedine masne kiseline iz procesa prerade svinjskih kostiju, koriste kao supstanca koja dovodi do stvrdnjavanja (engl. hardening agent) i daje sjaj (engl. pearl – like effect) sapunima, ali ulaze i u sastav šampona, balzama, krema protiv bora (svinjski kolagen, vrlo sličan ljudskom, se koristi u injekcijama kolagena prilikom tretmana bora), losiona za telo, pasta za zube...Svinjski želatin poboljšava ukus prehrambenih proizvoda sa niskim sadržajem masti, koji zbog smanjene količine masnoća gube na ukusu i teksturi, a dodaje se i pudinzima i različitim desertima. U procesu proizvodnje piva, kako bi se uklonila

zamućenost, pivo prolazi kroz "želatinasto sito" (engl. gelatin sieve). Isti postupak se može primenjivati u proizvodnji voćnih sokova i vina.

Proteini svinjskih čekinja (svinjska bodljikava dlaka – engl. hairs) se koriste kao aditivi u proizvodnji hleba, a same čekinje za proizvodnju četki za farbanje. Proteini sadržani u svinjskim kostima se koriste u proizvodnji posebne vrste tzv. lakog, celularnog betona (engl. cellular concrete). Različite boje (farbe) za unutrašnju dekoraciju takođe sadrže "delove" svinja, jer oni poboljšavaju teksturu boje i daju joj sjaj. Fibrin iz krvi svinje se upotrebljava kao "lepak" za spajanje komada (goveđeg) mesa, koji se nakon zamrzavanja seku kao biftek. Hemoglobin iz krvi svinje neki proizvođači cigareta koriste kao "veštačka pluća" i stavljaju u filtere cigareta. Na kraju, sve što se ne može iskoristiti u druge svrhe, može postati (obnovljiv) izvor energije (http://www.ted.com/talks/christien_meindertsma_on_pig_05049/transcript).

I upravo u okviru dokumenta *Akcioni plan za biomasu* (engl. Biomass action plan) (EC, 2005, str.14), se navodi da nusproizvodi (sporedni proizvodi) životinjskog porekla koji nisu namenjeni za ljudsku upotrebu (potrošnju), se sve više koriste kao sirovine (energenti), naročito u proizvodnji biogasa i biodizela. Iako tehnološki i naučni progres konstantno dovodi do razvoja novih procesa proizvodnje, veoma je važno napomenuti da je i u ovom kontekstu neophodno voditi računa i održati visok nivo zaštite zdravlja i životinja i ljudi.

4.2.1.2. Prerada i konzervisanje živinskog mesa

Kada je reč o preradi živinskog mesa, jedan od sporednih proizvoda koji nastaje u navedenom procesu jeste perje. Perje je resurs sa visokim sadržajem proteina – oko 91% perja čini keratin, 1% su lipidi (masti), a 8% je voda (Thyagarajan, Barathi, Sakthivadivu, 2013, str.29). U pogonima za preradu živinskog mesa nastaju značajne količine perja - oko 5% ukupne težine živine je težina perja. Sagorevanje perja u posebnim pećima je ekonomski neisplativo, a nekontrolisano odlaganje na deponije ekološki neprihvatljivo (Gupta, Perumal, Yunus, Kamarudin, 2011). Stoga se traže načini da se navedeni sporedni proizvod iskoristi (valorizuje).

U industrijskoj proizvodnji stočne hrane perje se prerađuje u brašno, a može se koristiti i kao organsko đubrivo, u proizvodnji tehničkog tekstila, biorazgradive plastike i dr. (Thyagarajan, Barathi, Sakthivadivu, 2013, str.30 - 31). Perje živine se može upotrebiti i u proizvodnji eko-kože, sirovine od koje se pravi i kožna obuća. Za razliku od tradicionalne proizvodnje (obrade) kože, u okviru koje se koriste značajne količine vode i energije, i prouzrokuje zagađenje u obliku opasnog otpada, eko-koža je kombinacija materijala na bio-osnovi (engl. bio-based materials) poput perja (koje najčešće završava kao otpad na deponiji), lana (engl.flax), biljnog (sojinog) ulja. Proces proizvodnje eko-kože, od navedenih bio – materijala, uz pomoć tehnike/tehnologije koja se primenjuju u avio industriji generiše mnogo manje zagađenje - zahteva manje energije, vode, ne prouzrokuje nastanak opasnog (toksičnog) otpada odnosno smanjuje (eliminise) troškove odlaganja sporednog proizvoda

(perja) na deponiju (<http://www.eco-business.com/news/award-winning-professor-creates-cow-less-leather-chicken-feathers/>).

Pored proizvodnje eko-kože, perje se može koristiti i u proizvodnji biovlakana. Biovlakna se mogu dobiti iz različitih obnovljivih, prirodnih izvora. Danas se u najvećoj meri koriste vlakna biljnog porekla, međutim kao alternativna sirovina mogu se upotrebiti i biovlakna keratina koja se nalaze u perju. Keratinska vlakna iz perja (živine) su neabrazivna, biorazgradiva, nerastvorljiva u organskim rastvaračima, imaju dobra mehanička svojstva, malu gustinu. Navedene karakteristike čine ga pogodnim materijalom koji ojačava strukturu polimernih kompozitnih smeša. Na ovakav način se dobijaju održivi polimeri i kompozitni materijali kao supstituti za toksične supstance odnosno zamena su za standardna staklena vlakna u čijoj se proizvodnji koriste opasne hemikalije i neorganska vlakna.

4.2.2. Prerada i konzervisanje ribe, ljuskara i mekušaca

Prerada sveže ribe, uključujući i vađenje školjki iz ljuštore, generiše određenu količinu otpada i nusproizvoda. Prema Koutinas, Vlysidis, Pleissner, Kopsahelis, Lopez Garcia, Kookos et al. (2014), u zavisnosti od konkretnog procesa proizvodnje odnosno prerade, nastaju sledeće količine reziduala (izraženo u procentima, po kilogramu prerađene sirovine): konzervisanje ribe - 30-65%; filetiranje ribe, soljenje i dimljenje – 50 -75%; prerada rakova – 50-60%; prerada školjki 20-50% (str. 2607).

Kada je u pitanju prerada školjki, glavni nusproizvod koji nastaje u navedenom procesu jesu ljuštore. Kompanija West Coast Sea Products iz Škotske (Dumfries and Galloway, Velika Britanija) se bavi ribolovom i preradom jakobovih kapica i godišnje generiše oko 1.800 tona ljuštura. Veće ljuštore se mogu koristiti u dekorativne svrhe i prodavati kao suveniri, ali veoma male količine se na taj način valorizuju. Mnogo veće količine se ne iskoriste. Zahvaljujući Nacionalnom programu razvoja industrijske simbioze u Velikoj Britaniji, uspostavljena je saradnja između kompanije West Coast Sea Products i Forestry Commission, organizacije koja brine o šumama u Škotskoj. Na taj način je obezbeđeno "tržište" za valorizaciju izlomljenih ljuštura, koje se inkorporiraju u agregate za izgradnju šumskih puteva na nivou šumskog područja o kome brine organizacija Forestry Commission.

Šumski putevi su građevinski objekti koji se planiraju i grade u specifičnom i osetljivom prirodnom okruženju kao što je šuma, a izlomljenje ljuštore jakobove kapice su se pokazale kao veoma dobar "materijal" (agregat) za navedenu svrhu. Još jedan važan pozitivan ekološki efekat uspostavljen je saradnje, postignut na širem području, jeste što značajne količine kalcijuma koje se nalaze u ljušturama (a "ugrađuju" se u šumske puteve) doprinose smanjenju povećane kiselosti površinskih voda na jugozapadu Škotske koje je evidentno tokom poslednjih 150 godina (preuzeto sa: www.downsizer.net/gallery/8740/scallop_shells_SISP.pdf)

4.2.3. Prerada i konzervisanje voća i povrća

4.2.3.1. Prerada i konzervisanje krompira

Krompir je jedna od najviše uzgajanih vrsta povrća u svetu (Dragović-Uzelac, Bursać Kovačević, Putnik, 2017) i koristi se u ljudskoj ishrani, u velikom broju zemalja. Glavni sastojak krompira je složeni ugljeni hidrati – skrob, a pored skroba, krompir sadrži i vitamine, minerale, karotenoide i prirodne fenole. Preradom krompira stvaraju se velike količine otpada i nusproizvoda kao što su: kora nakon struganja i guljenja, otpad koji zaostaje nakon narezivanja, otpadna voda nakon prerade u pomfrit, narezani krompir, čips, skrob i dr.

Schieber, Stintzing i Carle (2001, str. 407) navode da ljuske krompira predstavljaju najveću kategoriju otpada u procesu prerade krompira. Gubici koji nastaju ljuštenjem se kreću od 15% do 40% ukupne količine (težine) krompira koji se prerađuje, u zavisnosti od tehnološkog postupka koji se primenjuje (para, struganje, guljenje). S obzirom da je ljuska krompira glavni nusproizvod procesa (industrijske) prerade ovog povrća, a sadrži istu količinu vrednih komponenti kao i jestivi deo, ljuska se može koristiti (i koristi se) kao hrana za životinje, čime se rešava veliki problem vezan za odlaganje otpada (Mirabella, Castellani i Sala, 2014, str.32). Pored ljuske, u procesu prerade krompira nastaju i određene količine otpadnih voda, čiji se sastojci takođe mogu iskoristiti – a pre svih skrob.

Primeri kompanija KP Snack i PepsiCo pokazuju da se u praksi navedeni nusproizvodi zaista i valorizuju. Ukoliko nije odgovarajućeg (standardnog) kvaliteta, krompir koji se koristi kao sirovina u KP Snack-u (Velika Britanija), se ne odlaže na deponiju nego se osuši i prodaje kao hrana za životinje. Voda u kojoj se krompir opere, pre prerade (procesna, otpadna voda), sadrži određenu količinu suspendovanog skroba. Skrob se odvaja sušenjem i kao takav prodaje, a može se koristiti na primer, u proizvodnji lepka za tapete. Na navedene načine, kompanija *tokove otpada i nusproizvoda "prevodi" u tokove prihoda* (preuzeto sa: <http://www.fdfscotland.org.uk/sfdf/five-fold-2014-kp-snacks.aspx>). U pogonu kompanije PepsiCo, u Belgiji, skrob koji (za)ostane u otpadnim vodama nakon prerade krompira se filtrira, sakuplja i šalje u fabriku koja se bavi preradom skroba (preuzeto sa: <http://www.fooddrinkeurope.eu/our-actions/foodwaste-toolkit/redirect-to-feed-animals-to-industrial-use/>).

4.2.3.2. Proizvodnja sokova od voća i povrća i ostala prerada i konzervisanje voća i povrća

U oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda generišu se velike količine organskog otpada poreklom iz prerade voća i povrća koji je po svom karakteru biorazgradiv, sadrži značajne količine suspendovanih čestica i odlikuje ga visok nivo biološke i hemijske potrošnje kiseonika¹¹. Navedene karakteristike sporednih proizvoda i

¹¹ Zajedničko za sve vrste organskog otpada je prisustvo organskih jedinjenja koja se lako biološki razgrađuju, imaju tendenciju prelaska u kiselo stanje i skloni su brzom trulenju (fermentiranju).

proizvodnog otpada koji nastaje prilikom prerade voća utiču na moguća rešenja u smislu valorizacije kao i na troškove tretmana (Mirabella, Castellani i Sala, 2014, str. 29)

Autori Lin, Pfaltzgraff, Herrero-Davila, Mubofu, Abderrahim, Clark et. al. (2013) navode da se u okviru procesa prerade voća i povrća i proizvodnje sokova generišu velike količine otpada u obliku voćnog tropa. Kako je navedeni tip (vrsta) otpada sklon(a) fermentaciji (pod dejstvom mikroorganizama) neophodan je postupak sušenja pre implementacije (primene) bilo koje strategije valorizacije. Međutim, Schieber, Stintzing i Carle (2001) ističu da su troškovi sušenja, čuvanja i prevoza nusproizvoda sa ekonomskog aspekta značajan limitirajući faktor njihove valorizacije i stoga se najčešće koriste kao hrana za životinje ili đubrivo. Alternativno, reziduali se mogu i odmah, po nastanku, valorizovati uz primenu odgovarajućih "čistih tehnologija" kompatibilnih inputima sa visokim sadržajem vode/vlage.

Autori Schieber, Stintzing i Carle (2001) potvrđuju da nusproizvodi koji nastaju u procesu prerade voća i povrća (najčešće ljuska, semenke, koštice), predstavljaju veliki problem za kompanije koje ih prerađuju, sa aspekta odlaganja ili eventualne dalje upotrebe jer su skloni/podložni kvarenju čime su mogućnosti valorizacije ograničene. Autori navode i da postoji razlika između voća koje raste na području sa umerenom klimom (kao što je npr. jabuka) i voća iz tropskih i subtropskih krajeva u smislu da kod prve grupe, jestivi deo voća je mnogo veći od nejestivog (kora, koštica...) pa samim tim prilikom prerade nastaju manje količine otpada (Schieber, Stintzing i Carle, 2001, str. 401).

Reziduali koji nastaju u procesu prerade voća imaju značajan potencijal u smislu sadržaja sastojaka (komponenti) koji se mogu iskoristiti kako zbog svojih tehnoloških tako i nutritivnih karakteristika. Otpad (nusproizvodi) koji nastaju preradom voća predstavljaju važan izvor šećera, minerala, organskih kiselina, vlakana i fenola i može se koristiti u proizvodnji aditiva za prehrambene proizvode ili suplemenata sa visokom nutritivnom vrednošću (Đilas, Čanadović-Brunet, Četković, 2009, str.191). Autori posebno ističu mogućnost upotrebe reziduala nastalih u procesu prerade voća kao izvora fitohemikalija (Đilas, Čanadović-Brunet, Četković, 2009, str.191).

Prema autorima Dragović-Uzelac, Bursać Kovačević, Putnik (2017), u procesu prerade voća i povrća nastaju nusproizvodi poput pulpe, kore, semenki, koštica i neiskorištenih jestivih delova ploda koje je potrebno adekvatno odložiti kako bi se smanjio štetan uticaj na okolinu. Nusproizvodi od prerade voća i povrća sadrže ugljene hidrate, proteine, organske kiseline, minerale, vitamine i bioaktivne komponente poput fenola (fenolne kiseline, flavonoidi), biljnih pigmenata (antocijani, karotenoidi, klorofili, betalaini), prehrambenih vlakana (pektin, inulin), glukozinolata, eteričnih ulja, i sl., koji imaju značajan ekonomski potencijal za proizvodnju široke palete različitih proizvoda. Bioaktivne komponente iz organskog otpada nastalog u procesu prerade voća i povrća moguće je izolovati i tako dobiti proizvode koji se mogu koristiti u prehrambenoj industriji za aromatiziranje hrane

i poboljšanje ukusa (prirodne boje, prirodni izvori antioksidanasa i antimikrobnih sredstava i sl.) te u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji (Dragović-Uzelac, Bursać Kovačević, Putnik, 2017, str.39)

1.Prerada jezgričavog voća i koštičavog voća

Jašić, Cvrk i Džafić (2012) navode da kada je reč o organskom otpadu, koji nastaje u fabrikama za preradu voća poput jabuke, dunje, višnje, njega obično čine tropovi/komine koji nastaju u toku operacija mlevenja i pasiranja kod proizvodnje marmelada, džemova i voćnih kaša (str.166). Tropovi (komine) sadrže pokožicu, peteljku i semenke zaostale nakon mlevenja i pasiranja voća, a najčešće se prerađuju u stočnu hranu. U otpad organskog porekla spadaju i truli plodovi voća izdvojeni u operaciji inspekcije, ostaci voća nakon guljenja, sečenja i dr.

Prilikom prerade voća, nastaju i velike količine koštica koje se izdvajaju u operaciji iskoštavanja, posebno kod proizvodnje kompota, marmelada i džemova. Koštice nastale u toku tehnološke operacije iskoštavanja se nakon sakupljanja i sušenja mogu upotrebljavati kao energent za dobijanje tehnološke pare potrebne za dalji tehnološki postupak proizvodnje (Jašić, Cvrk, Džafić, 2012, str.166).

Autori Mirabella, Castellani i Sala (2014) se, na primer, u svom radu posebno bave preradom jabuke i navode da je otpad koji nastaje u navedenom procesu heterogene strukture, čine ga trop, ljuske i semenke i ima visok sadržaj vode sa nerastvorenim prehrambenim vlaknima (hemiceluloza, celuloza, lignin) (str.29-30). Trop jabuke nastao u procesu proizvodnje soka čini 25-35% ukupne količine prerađenog voća i sadrži proste šećere, prehrambena vlakna, proteine, vitamine, minerale i stoga se može valorizovati kao stočna hrana, iskoristiti u proizvodnji drugih prehrambenih proizvoda kao izvor prehrambenih vlakana, za dobijanje pektina, kao stabilizator u prehrambenim proizvodima, za proizvodnju goriva i dr. (Đilas, Čanadović-Brunet, Četković, 2009, str.194; Dragović-Uzelac, Bursać Kovačević, Putnik, 2017, str.44). Ljuske jabuke koje se izdvoje prilikom proizvodnje soka, kao organski otpad (biootpad), predstavljaju "pretnju" po životnu sredinu i za kompanije značajan izdatak (trošak) odlaganja. Međutim, i one se mogu iskoristiti (valorizovati) zbog visokog sadržaja fenola (Đilas, Čanadović-Brunet, Četković, 2009, str.191) i antioksidanasa. Petrović navodi da se trop jabuke može koristiti u proizvodnji keksa i srodnih proizvoda, a prah dobijen od kore jabuke može zameniti pšenično brašno u određenom procentu (2018, str. 18).

2.Prerada citrusnog voća (agrumi)

U svetu se godišnje proizvede oko 95 miliona tona citrusnog voća, prema procenama oko 31.2 miliona tona se preradi, a kao rezultat prerade preostane oko 15.6 miliona tona otpada (Lin, Pfaltzgraff, Herrero-Davila, Mubofu, Abderrahim, Clark et. al. , 2013, str. 439). Za razliku od drugih vrsta voća, agrumi imaju manji udeo jestivog dela te se stoga konzumacijom i preradom stvara velika količina organskog otpada. Proizvodnja sokova od agruma jedan je od najznačajnijih segmenata prehrambene industrije. Iskorišćenje pri proizvodnji sokova agruma varira od 40 do 55%, a ostatak prerade čine nusproizvodi kao što su kora, semenke, opne (membrane) i delovi

pulpe koji zaostaju nakon proizvodnje sokova (engl. pulp wash) i melasa. Navedeni otpad sadrži prvenstveno veliku količinu vode, zatim šećere, vlakna, organske kiseline, aminokiseline i proteine, minerale, ulja i lipide, limonoide te flavonoide, vitamine i karotenoide (Dragović-Uzelac, Bursać Kovačević, Putnik, 2017, str.45).

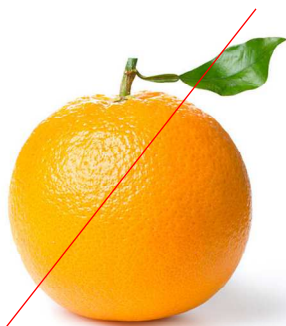
Kora agruma i opne koje ostaju nakon proizvodnje soka obično se koriste za proizvodnju prehrambenih vlakana (najviše pektina), kao sirovine za dobijanje vrednih hemikalija, ili se suše i prodaju kao stočna hrana. Interesantno je, na primer, da prehrambena vlakna koja su izolovana iz nusproizvoda koji ostanu nakon proizvodnje soka agruma (vlakna iz smese kore, semenki i pulpe, samo kora) uspešno se mogu primjenjivati kao supstitut za masnoću u proizvodnji sladoleda (Dragović-Uzelac, Bursać Kovačević, Putnik, 2017, str.45).

Jokić, Aladić, Vidović, Bilić, M. (2017) navode tri glavna nusproizvoda prerade citrusnog voća: 1.osušena pulpa, 2. melasa i 3.ulje citrusa (dobijeno iz kore). Najvažnija upotreba otpada citrusa, naročito osušene pulpe i melase, je u ishrani životinja, dok se ulje iz semenki citrusa, alkohol i pektin proizvode u manjoj meri. Eterična ulja citrusa najviše se primjenjuju u industriji parfema i toaletnih proizvoda, pekarskih proizvoda, proizvodnje začina, konfetiranja, tj. upotrebe u prehrambenoj industriji - za arome i aromatiziranje različitih proizvoda, industriji sladoleda, industriji konzervansa, farmaceutskoj industriji, industriji alkoholnih pića i sapuna.

Kao što je već navedeno, alternativa odlaganju citrusnog otpada na deponije jeste upotreba kore i pulpe kao hrane za životinje. Međutim, treba imati u vidu činjenicu da visok sadržaj vode u otpadu (78%-82%) znači pre svega visoke troškove transporta kao i opasnost od prolivanja tečnosti koja može fermentisati i kontaminirati izvore vode. Stoga se citrusni otpad veoma često pre dalje upotrebe suši. Sam proces sušenja je energetski intenzivan, s jedne strane, a sa druge strane, problem predstavljaju i otpadne vode sa visokim organskim opterećenjem (visoke vrednosti biološke potrošnje kiseonika). Pored toga, treba napomenuti da je nedostatak ovog metoda - sušenja u tome što mu je prvenstveni cilj smanjenje troškova transporta, a ne integralna valorizacija otpada (Layman Report, str.2).

Slika 24. Glavni proizvod versus otpad u procesu prerade narandže

50% sok



50% otpad

Celuloza

Pektin

D-limonene

α -terpineol

Prema: Lin, C.S.K., Pfaltzgraff, L.A., Herrero-Davila, L., Mubofu, E.B., Abderrahim, S., Clark, J.H. et. al. (2013). Food waste as a valuable resource for the production of chemicals, materials and fuels. Current situation and global perspective. *Energy & Environmental Science*, 6., str. 439.

Autori Lin, Pfaltzgraff, Herrero-Davila, Mubofu, Abderrahim, Clark et. al. (2013) navode da u procesu prerade citrusnog voća kao jedan od reziduala preostane 50% (50 wt% - wet basis of waste) voća u obliku kore (str.439). Najznačajniji ekološki problem vezan za koru citrusnog voća je visok sadržaj ugljenih hidrata koji lako fermentišu, što ubrzava degradaciju navedenog reziduala ukoliko se on ne čuva adekvatno. Kora citrusnog voća se može, nakon sušenja, koristiti kao hrana za životinje, uz napomenu da je sadržaj proteina u njoj veoma mali - oko 6%. Pored toga, proces sušenja, odnosno smanjenja količine vlage sa 80% na 10% je izuzetno energetski intenzivan, i sledstveno skup. Stoga, upotreba navedenog reziduala kao hrane za životinje ne daje značajnije rezultate u smislu unapređenja ekonomskih performansi kompanija koje se bave preradom citrusnog voća (Lin, Pfaltzgraff, Herrero-Davila, Mubofu, Abderrahim, Clark et. al. , 2013, str. 439).

S druge strane, prerada i upotreba kore citrusnog voća kao reziduala u proizvodnji proizvoda veće vrednosti omogućava kompanijama da povećaju svoju konkurentnost kroz generisanje dodatnog prihoda, smanjenje troškova odlaganja odnosno unapređenje resursne efikasnosti odgovarajućeg lanca snabdevanja (Lin, Pfaltzgraff, Herrero-Davila, Mubofu, Abderrahim, Clark et. al. , 2013, str. 439).

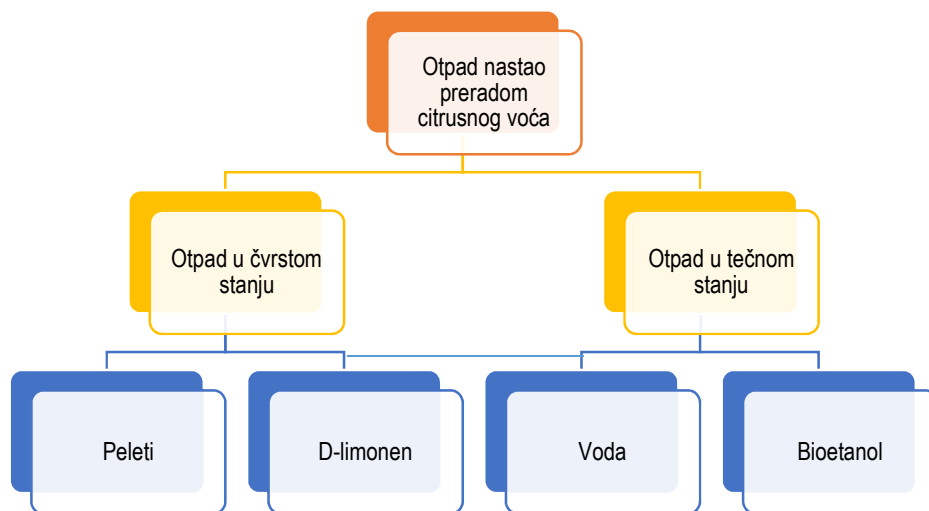
Pored kore i pulpe, autori Mirabella, Castellani i Sala (2014) navode da su otpad i otpadne vode koje nastaju u procesu proizvodnje soka od narandže koristan izvor citrusnih vlakana ali i drugih komponenti, poput rastvorenih šećera, organskih kiselina, amino kiselina, proteina, pektina, minerala, ulja i lipida, flavonoida i vitamina.

Proizvodnja citrusnog voća u Evropi je koncentrisana u Mediteranskom regionu: 60% voća se proizvede u Španiji, 30% u Italiji, a preostalih 10% na Kipru, u Grčkoj i Portugaliji. Španija je sa godišnjim autputom od oko 6 miliona tona, najveći proizvođač citrusnog voća na evropskom kontinentu. Oko 1,6 miliona tona ovog voća se iskoristi u proizvodnji voćnih sokova, što znači da se u Španiji kao rezultat procesa prerade godišnje generiše između 800.000 i 900.000 tona citrusnog otpada: kore i pulpe voća. Navedeni otpad je izuzetno problematičan sa aspekta zaštite životne sredine. .

U dokumentu Akcioni plan za biomasu EU (Biomass action plan, 2005, str.13) se navodi da je biomasa (otpad) nedovoljno eksploatisan (iskorišćen, valorizovan) obnovljivi izvor energije i stoga je Evropska unija u okviru programa LIFE finansirala i projekat CITROFUEL čiji je cilj bio da se pronade održivo rešenje za proizvodnju druge generacije biogoriva – bioetanola, upotrebom kore i pulpe citrusnog voća kao sirovine (http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=3660#EI).

Kompanija koja je bila uključena u projekat – Citrofuel (Španija) i danas koristi rezultate istraživanja, je nastala 2008.godine. Citrotecno od 2010.godine koristi citrusni otpad za proizvodnju peleta koji se dalje upotrebljavaju u ishrani životinja, D-Limonene esencijlnih ulja i druge generacije bioetanola.

Slika 25. Šema upotrebe proizvodnog otpada u kompaniji Citrotecno



Prilagođeno prema <http://www.citrotecno.com/subproductos.php>

Iz otpada koji nastaje u procesu prerade citrusnog voća kompanija Citrotecno izdvaja odnosno proizvodi sledeće (http://www.citrotecno.com/quienes_somos.php):

1. D-Limonen. D-limonen se može koristiti u proizvodnji farmaceutskih proizvoda kao i u proizvodnji prehrambenih proizvoda kao aroma ili aromatičan, začini (engl. flavouring) odnosno veštačka aroma (engl. artificial flavours) u desertima ili pićima. Takođe, može se koristiti i kao (bio)rastvarač za proizvodnju boja, lepaka, kao aditiv (primesa) u proizvodnji mirisa i parfema. Kompanija Citrotecno godišnje proizvede oko 275.000 kg d-Limonena.

2. Dehidriranu citrusnu pulpu. Godišnji kapacitet kompanije je proizvodnja od oko 19.000 tona dehidrirane citrusne pulpe u obliku peleta koji se mogu koristiti direktno kao hrana za životinje ili sirovina za proizvodnju hrane za životinje.

3. Prečišćenu vodu. Kao rezultat procesa koji se odvijaju u proizvodnji, kompanija Citrotecno uspeva da izdvoji vodu koja se nalazi u otpadu i da kroz procese evaporacije i kondenzacije proizvede oko 68.000 m³ prečišćene vode.

4. Bioetanol. Kompanija godišnje proizvede 4.800.000 litara bioetanola procesom fermentacije citrusnog otpada.

Važno je napomenuti da je kompanija locirana u blizini velikih prerađivača citrusnog voća, čime se smanjuju troškovi i vreme transporta.

S obzirom da se za proizvodnju bioetanola u navedenom primeru, neće koristiti žitarice ili neke druge sirovine namenjene ishrani ljudi, na ovakav način odnosno upotrebom otpada – biomase nastaje biogorivo tzv. druge generacije. Navedeni pristup je u skladu sa strategijom EU za biogoriva (EU Strategy for Biofuels, 2006) u kojoj se definiše uloga koju bi biogorivo proizvedeno iz biomase kao obnovljivog izvora energije moglo imati u budućnosti kao alternativa fosilnim gorivima (prema svega nafti) i koja je komplementarna sa dokumentom Akcioni plan za biomasu, usvojenog krajem 2005. godine.

3. Prerada bobičastog voća (engl. berries)

Mirabella, Castellani i Sala (2014) navode da u procesu prerade bobičastog voća (proizvodnje sokova, džemova i dr.) nastaju velike količine otpada i nusproizvoda. S obzirom da su navedeni reziduali bogati antioksidansima, fenolnim kiselinama, flavonoidima, prehrambenim vlaknima mogu se iskoristiti u različite (industrijske) svrhe odnosno u različitim industrijskim procesima (str.30). Npr. semenke borovnice se koriste za dobijanje ulja koje je bogato esencijalnim masnim kiselinama, tokoferolima i fitosterolima. Čak i nakon ekstrakcije ulja iz semenki, u njima preostaju antioksidansi koji se mogu iskoristiti kao vredne komponente. Autori navode i primer tropa maline koji se može osušiti i tako koristiti kao zamena za brašno u kolačima (engl. cookies) jer povećava sadržaj vlakana.

Rad autora Pap, Pongrácz, Myllykoski i Keiski (2004) se fokusira na preradu bobičastog voća i proizvodnju sokova sa aspekta minimizacije otpada i primene (ekološki) najboljih, najsavremenijih tehnologija, u Finskoj. Autori su se fokusirali na preradu bobičastog voća jer nordijska klima i geografske karakteristike Finske omogućavaju gajenje navedene vrste voća. Pap, Pongrácz, Myllykoski i Keiski (2004) su analizirali kritične tačke u procesu prerade voća sa aspekta generisanja otpada.

Sa ekološkog aspekta, prerada bobičastog voća generiše velike količine efluenata - čvrstog i tečnog otpada. U preradi se koriste značajne količine vode, najvećim delom za pranje (čišćenje) samog voća, mašina i opreme u postrojenjima kao i za druge industrijske potrebe. Iz higijenskih razloga odnosno zbog bezbednosti hrane, najveći deo vode koja se koristi u preradi voća, mora biti kvaliteta vode za piće. S druge strane, otpadne vode koje nastaju u navedenom procesu imaju visok organski sadržaj – uključuju delove voća, sredstva za čišćenje, suspendovane čestice. Kako količina i kvalitet efluenata u velikoj meri utiče na ekonomske performanse kompanije, značajni naponi treba da su usmereni ka minimizaciji upotrebe vode primenom metoda kao što je npr. vibracija za čišćenje sirovog voća, zatim omogućavanje procesnim otpadnim vodama da se ponovo koriste odnosno da cirkulišu (engl. re – circulate), uklanjanje čvrstog otpada bez upotrebe vode i dr.

Čvrsti otpad najčešće nastaje u pre-tretmanu (koji obuhvata pranje i sortiranje voća) i sastoji se od oštećenog voća i peteljki, dok čvrsti otpad koji nastaje u procesu prerade obuhvata kore (ljuske), semenke i pulpu. Autori Pap, Pongrácz, Myllykoski i Keiski (2004) ističu da postoji značajan neiskorišćeni potencijal u otpadu koji se

generiše u proizvodnji sokova preradom voća, jer u njemu ima vrednih komponenti poput flavonoida (ljuska), boja, pektina, aromatičnih ulja (semenke). Uz primenu odgovarajuće tehnologije za ekstrakciju, navedene komponente (koje imaju pozitivan uticaj na zdravlje ljudi) se mogu izdvojiti i iskoristiti bilo u okviru prehrambene industrije ili za proizvodnju kozmetičkih i farmaceutskih proizvoda, odnosno u okviru ili van okvira lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima.

Otpad i nusproizvodi koji nastaju u proizvodnji voćnih sokova se mogu iskoristiti za proizvodnju energije, a jedan od primera je i kompanija



Refresco, sa godišnjom proizvodnjom od 650 miliona litara voćnih sokova kao vodeći proizvođač u ovoj oblasti prehrambene industrije u Velikoj Britaniji. Naime, Refresco u saradnji sa lokalnim hladnjačama kroz inovativno i održivo rešenje koristi "otpadni sok" (engl. waste fruit juice) – voćni sok koji iz bilo kog razloga nije za ljudsku upotrebu, za proizvodnju energije. Zahvaljujući procesu anaerobne digestije, troškovi energije za hlađenje i zamrzavanje sirovina su predvidivi i fiksni. Višak energije koji se proizvede, a nije potreban za proces proizvodnje, prodaje se (britanskoj) nacionalnoj elektromreži i na taj način kompanije ostvaruje dodatni prihod. Takođe, nusproizvodi koji nastaju u procesu proizvodnje sokova, se koriste od strane lokalnih farmera kao organsko đubrivo i time se smanjuje potreba za skupim veštačkim đubrivima, čija je proizvodnja energetski intenzivna (preuzeto sa: <http://www.refrescogerber.co.uk/environmental>). Navedeni primer pokazuje kako se kroz valorizaciju otpada i nusproizvoda mogu unaprediti ekonomske i ekološke performanse kompanija i doprineti zaštiti životne sredine.

Ekološko zakonodavstvo je značajno uticalo na unapređenje prakse upravljanja otpadom širom Evropske unije. Tako je i upravljanje nusproizvodima koji nastaju prilikom prerade voća i povrća je pod sve većim pritiskom zakonskih ograničenja. Stoga, efikasna, ekonomski i ekološki prihvatljiva upotreba (valorizacija) postaje značajan aspekt poslovanja kompanija u navedenoj grani prehrambene industrije .

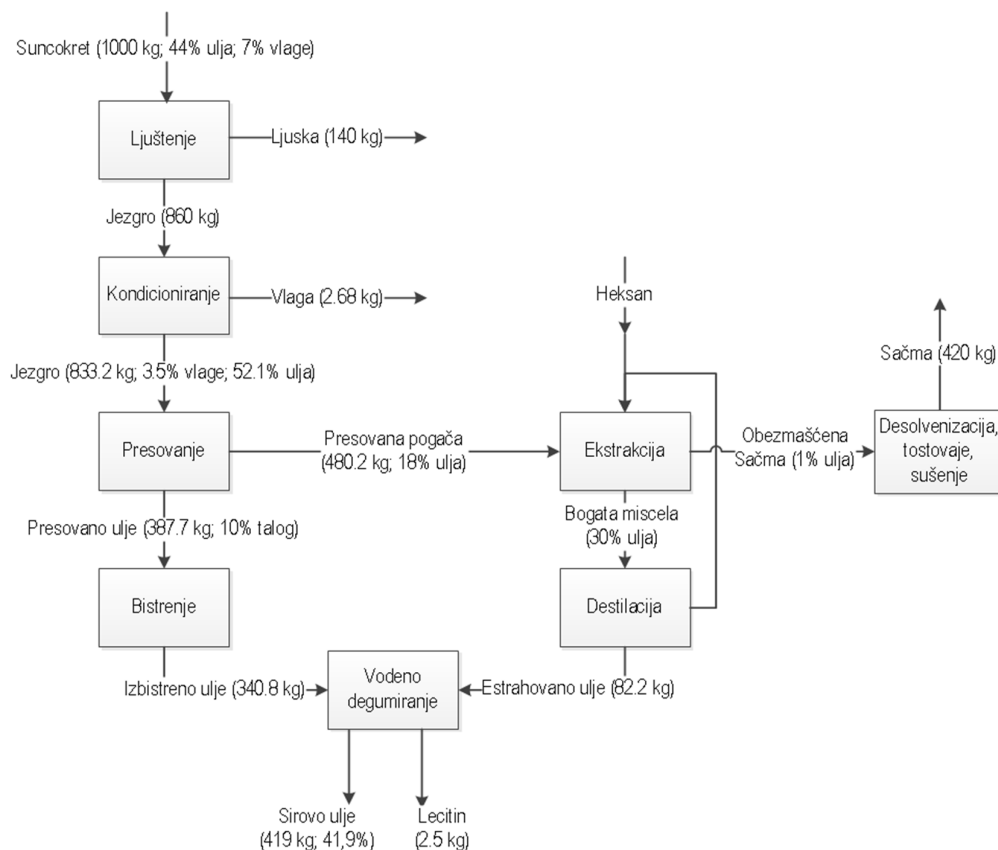
4.2.4. Proizvodnja biljnih i životinjskih ulja i masti

Prema Koutinas, Vlysidis, Pleissner, Kopsahelis, Lopez Garcia, Kookos et al. (2014), u okviru procesa proizvodnje biljnih ulja, procenat sirovine koji nakon prerade preostane u obliku otpada i/ili nusproizvoda iznosi od 40 – 70%, u zavisnosti od toga koja uljarica se prerađuje (str. 2607). Prerada uljarica rezultira proizvodnjom dva glavna proizvoda: 1. ulja, za ljudsku ishranu i 2. pogače koja se uglavnom koristi kao stočna hrana (u ishrani životinja). Pogače različitih uljarica predstavljaju bogat izvor proteina i prehrambenih vlakana pa je zadnjih nekoliko godina predmet istraživanja upotreba ovih visokovrednih nusproizvoda i u proizvodnji ekstrudiranih proizvoda (Jozinović, Ačkar, Babić, Miličević, Panak Balentić, Jašić, Šubarić, 2017, str.103). Prilikom proizvodnje ulja iz uljarica od velike je važnosti da se proces proizvodnje ulja usavrši u svrhu što boljeg prinosa i kvaliteta ulja.

4.2.4.1. Proizvodnja suncokretovog ulja

Nusproizvodi koji nastaju u procesu prerade suncokreta i proizvodnje suncokretovog ulja obuhvataju: suncokretovu ljusku, suncokretovu pogaču i sačmu, tehničku masnu kiselinu, lecitin, uljni talog i dr.

Slika 26. Šematski prikaz procesa proizvodnje sirovog suncokretovog ulja



Prema Cvetković, B.S., Cvetković, I.I., Kojčin, A.N., Trzin, D.B., Banković-Ilić, I.B., Stamenković, O.S. et al. (2016). Nusproizvodi procesa rafinacije jestivih ulja kao sirovine za dobijanje biodizela. *Reciklaža i održivi razvoj*, 9, str. 30.

1. Ljuske su vlaknasti omotači zrna uljarice s manjim udelom ulja i belančevina. Uglavnom su izgrađene od celuloznih i hemiceluloznih vlakana. Upotrebljavaju se kao energent (biomasa) za proizvodnju toplotne energije – bilo u obliku tzv. „žive“ ljuske i u obliku peleta (preuzeto sa: <http://www.uljara.hr/index.php/ljuska-sjemenki-suncokreta>). Za razliku od suncokretove sačme (pogače), ljuska sadrži mnogo manji procenat vlage i ima veću kalorijsku vrednost. Uporediva je sa ugljem i ima veću energetska vrednost od drveta. Zbog mekoće, ljuska se često konvertuje u pelet što još više povećava gorivost. Primena suncokretove ljuske kao goriva široko je rasprostranjena, naročito u Evropi (<http://energane.rs/proizvodi/suncokretova-ljuska/>).

2. Pogača je nusproizvod koji nastaje prilikom presovanja semena uljarica (suncokreta, uljane repice i soje). Pogača se koriste za ishranu životinja, a sadrži niz vrednih sastojaka, među kojima su zaostale masnoće, celuloza (vlakna), minerali i proteini. Pomoću određenih tehnoloških procesa, moguće je dobiti potpuno odmašćenu pogaču sa potencijalnom mogućnošću primene u druge svrhe npr. u obogaćivanju ekstrudiranih proizvoda, pekarskoj industriji i sl. Na ovaj način iskorištenje početne sirovine (uljarice) je 100 %-tno, bez zaostajanja organskog otpada (Jokić, Aladić, Vidović, Bilić, 2017, str. 33).

3. Tehnička masna kiselina je proizvod koji se dobija fizičkom rafinacijom ulja. Tehnička masna kiselina se može koristiti u hemijskoj industriji, industriji deterdženata, sapuna i kozmetičkih proizvoda (prezeto sa: <http://www.uljara.hr/index.php/tehnicka-masna-kiselina>) kao i u proizvodnji stočne hrane.

4. Lecitin je nusproizvod koji se uklanja postupkom degumiranja u fazi rafinacije sojinog, suncokretovog i repičinog ulja i može se koristi kao prehrambeni aditiv (Lončarević, 2013, str.13).

Tabela 4. Primena lecitina različitog porekla

	Industija mesa	Pekarska industrija	Konditorska industrija	Proizvodnja hrane za životinje	Dijetetika i parafarmaceutika	Farmaceutska industrija	Društvena ishrana
Sojin lecitin	-	X	X	X	X	-	X
Suncokretov lecitin	-	X	X	X	X	X	X
Repičin lecitin	-	X	X	X	X	X	-

Prema Lončarević, I.(2013). Uticaj lecitina različitog porekla na kristalizaciona svojstva masne faze i kvalitet mazivog krem proizvoda sa dodatkom funkcionalnih biljnih ulja. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, str. 111-115.

Jedan od dobrih primera valorizacije reziduala koji nastaju u proizvodnji suncokretovog ulja jeste i fabrika ulja i biljnih masti "Sunce" u Somboru koja je izgradila platenike i u njima proizvodila povrće (paradajz) dok je kao energent za zagrevanje platenika koristila suncokretovu ljusku preostalu nakon prerade suncokreta odnosno proizvodnje suncokretovog ulja (prezeto sa: <https://www.ekapija.com/news/85509/uljara-sunce-uzgaja-paradajz-u-platenicima>).

4.2.4.2. Proizvodnja maslinovog ulja

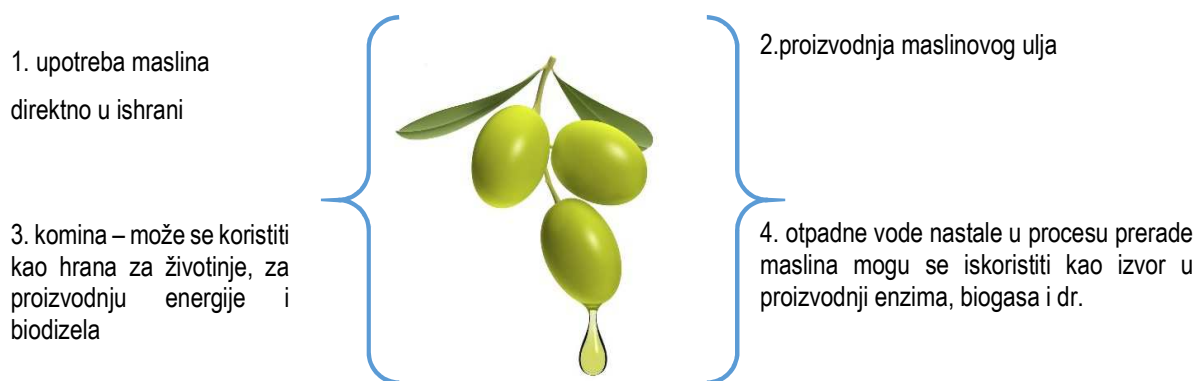
Nusproizvodi koji nastaju u procesu ekstrakcije maslinovog ulja su vegetativna voda (crna ili biljna voda) i komina, koja sadrži delove kože, pulpe, koštice, ali i određenu količinu (zaostalog) ulja. Komina maslina je po svom sastavu mešavina maslinovih koštica, celuloze masline, (ostataka) ploda i vode dodate prilikom prerade

u uljarama. U zavisnosti od procesa prerade i klimatskih uslova, nakon proizvodnje ulja preostane između 35 i 70% prerađene sirovine u obliku otpada – komine koja predstavlja značajan ekološki problem mediteranskog područja (Mujić, Alibabić, 2017, str.139-140). Komina se može ponovno obraditi u svrhu dobijanja zaostale količine maslinovog ulja (Schieber, Stintzing i Carle, 2001, str. 406) ili se može kao sekundarna sirovina iskoristiti na nekoliko načina: kao energent (za proizvodnju biogasa, biogoriva i peleta), kao kompost za poljoprivredne površine, za proizvodnju stočne hrane i hrane za ribe, za proizvodnju dodataka za prehrambene proizvode i za proizvodnju ekstrakata bogatih bioaktivnim komponentama (Mujić, Alibabić, 2017, str.141). Brašno komine maslina se može, na primer, upotrebiti za proizvodnju hleba, peciva, raznim vrstama slastica baziranim na brašnu od žitarica (Mujić, Alibabić, 2017, str. 146).

Otpadne vode poreklom iz procesa proizvodnje maslinovog ulja su bogate antioksidantima koji se mogu izdvojiti i valorizovati (Schieber, Stintzing i Carle, 2001, str. 406). Odnosno, sa aspekta upravljanja i ekonomskog vrednovanja reziduala koji nastaju u okviru industrijske prerade maslina, prema Mirabella, Castellani i Sala (2014, str.33), od značaja je upotreba bioaktivnih komponenti koje se nalaze u procesnim otpadnim vodama.

Autori Mirabella, Castellani i Sala (2014, str.33) dodaju da je otpad poreklom iz procesa prerade maslina bogat i fenolima koji imaju antioksidativno dejstvo i da se stoga može koristiti i u farmaceutskoj industriji.

Slika 27. Valorizacija maslina i reziduala prerade



Prilagođeno prema Federici, F., Fava, F., Kalogerakis, N., Mantzavinos, D. (2009). Valorization of agro-industrial by-products, effluents and waste: concept, opportunities and the case of olive mill wastewaters. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 84, str.898.

S obzirom da se u Evropi proizvodi i prerađuje sve veća količina maslina, sprovode se brojna istraživanja sa ciljem pronalaženja načina upotrebe komine - reziduala procesa proizvodnje maslinovog ulja. Na Starom kontinentu, se godišnje generiše oko 80 miliona tona otpada iz prerade masline, koji ima značajan, ali nedovoljno iskorišćen (ekonomski) potencijal. Na Tehničkom fakultetu Univerziteta u Beču, razvija se tehnologija uz pomoć koje bi se iz komine proizvodila energija u obliku biogasa. Ideja je da se biogas dobijen od prerade ostataka maslina, na mestu nastanka, u relativno malim pogonima, koristi tamo gde se i generiše. Istraživači na

navedenom projektu ističu važnost da se otpad koji nastane iskoristi u blizini uljara, kao izvor energije, bilo da se pretvara u električnu ili toplotnu energiju. Pored toga, biogas dobijen iz komine se može konvertovati u gorivo za automobile, uz važnu napomenu da su ovakva postrojenja i investicije ekonomski opravdane samo u uslovima kada su za proizvodnju biogoriva na raspolaganju velike količine biomase (u konkretnom slučaju komine) (preuzeto sa: <http://www.dw.com/sr/maslina-i-u-rezervoaru-automobila/a-17507122>.)

U Francuskoj, na univerzitetu u Bordou, uz pomoć Evropske unije, pokrenut je projekat *Phenolive* sa ciljem izdvajanja i analize fenola poreklom iz različitih sirovina, uključujući i masline, i njihove prerade u sastojke koji se koriste za proizvodnju kozmetičkih proizvoda, u proizvodnji funkcionalne hrane, kao dodaci prehrambenim proizvodima i sl. (preuzeto sa: <http://phenolive.eu/the-project/>).

4.2.5. Proizvodnja mlečnih proizvoda - Prerada mleka i proizvodnja sireva

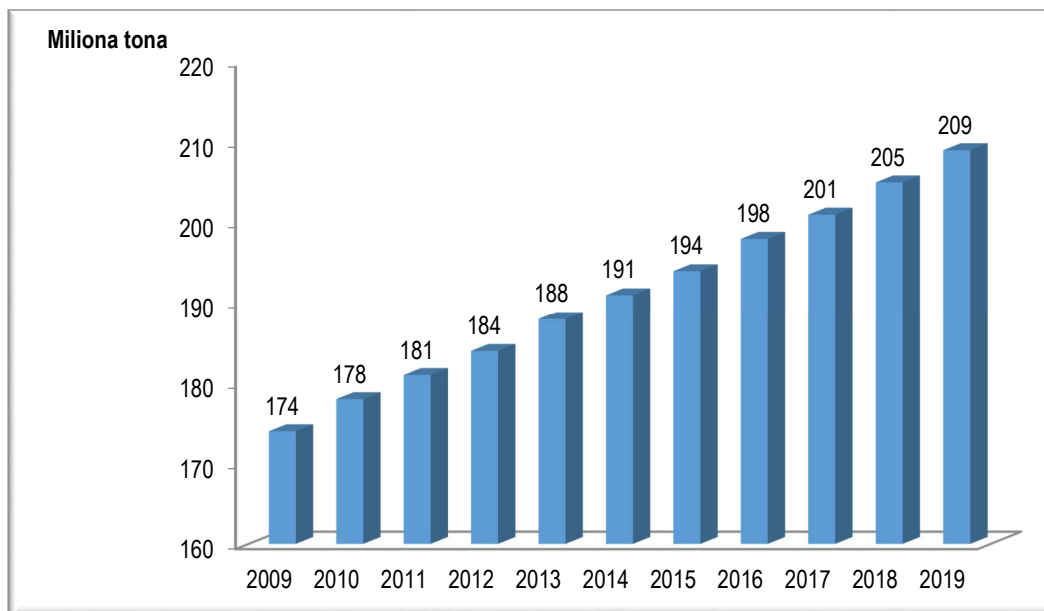
Autori Bulatović, Rakin, Mojović, Nikolić, Vukašinić Sekulić i Đukić Vuković (2012), ističu da je osnovni cilj kome treba težiti "... potpuno iskorišćavanje postojećih otpadnih proizvoda prehrambene industrije i agroindustrije" odnosno "...osmišljavanje i proizvodnja kvalitetnih prehrambenih proizvoda iz sporednih proizvoda prehrambene i agroindustrije" (str. 567). Bulatović, Rakin, Mojović, Nikolić, Vukašinić Sekulić i Đukić Vuković (2012) navode da je upravo surutka jedan od nedovoljno iskorišćenih sporednih proizvoda, da se samo "...50% surutke iskorišćava u prehrambenoj industriji i industriji vrenja, dok se ostatak ispušta u vodotokove bez prethodne obrade" (str. 568). Kao rezultat navedene činjenice, može se reći da surutka postaje veliki zagađivač, "što je u potpunom neskladu sa potencijalima koje poseduje" (Rakin, Bulatović, Zarić, Stamenković Đoković, Krunic, Borić, Vukašinić Sekulić, 2016, str.91)¹².

Ispuštanje surutke u vodotokove predstavlja gubitak nutritivno vredne sirovine, sa jedne strane, dok sa druge strane, prouzrokuje velike ekološke probleme s obzirom na visoke vrednosti HPK (hemijska potrošnja kiseonika) i BPK (biološke potrošnje kiseonika). Koliko je surutka zaista veliki zagađivač vodenih tokova, autori Bulatović, Rakin, Mojović, Nikolić, Vukašinić Sekulić i Đukić Vuković (2012) ilustruju sledećim objašnjenjem: "kako je BPK5 (biološka potrošnja kiseonika tokom 5 dana) za razgradnju 1l surutke jednak BPK5 otpadne vode koju za 24 sata načini jedna osoba, i ako se pretpostavi da jedna veća sirana proizvede oko 50.000 litara surutke na dan (ili oko 6 tona sira) postrojenje za biološki tretman u takvoj fabrici treba, prema veličini, da odgovara postrojenju za biološki tretman otpadne vode grada od 50.000 stanovnika" (str.568). Prema evropskim standardima, zagađenje koje može da prouzrokuje surutka je ekstremno visoko (engl. extremely high polluton) (Ostojić, Pavlović, Živić, Filipović, Gorjanović, Hranisavljević et. al., 2005, str. 29).

¹² Surutka sadrži više od 55% sastojaka koji su prisutni u mleku, uključujući proteine surutke, laktozu, vitamine rastvorljive u vodi i minerale. Rakin, Bulatović, Zarić, Stamenković Đoković, Krunic, Borić, Vukašinić Sekulić, 2016, str.91

Svetska proizvodnja surutke iznosi oko 200 miliona tona godišnje (Bulatović, Rakin, Mojović, Nikolić, Vukašinović Sekulić i Đukić Vuković, 2012, str.568).

Grafik 4. Proizvodnja surutke u svetu



Prema: Bulatović, M. Lj., Rakin, M.B., Mojović, Lj. V., Nikolić, S. B., Vukašinović Sekulić, M.S., Đukić Vuković, A.J. (2012). Surutka kao sirovina za proizvodnju funkcionalnih napitaka. *Hemijska industrija*, 66 (4), str. 568.

Procenjuje se da proizvođači sira u Evropskoj uniji godišnje generišu oko 75 miliona tona surutke pri čemu se oko 40% ove količine "odloži" kao otpad, dok se deo vrati u "prehrambeni lanac" za proizvodnju drugih mlečnih proizvoda (preuzeto sa: <http://ec.europa.eu/environment/life/news/newsarchive2016/october/index.htm>). Prema drugom izvoru, u EU27 se godišnje proizvede oko 50 miliona tona surutke (preuzeto sa: http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=5084).

Surutka, "glavni sporedni produkt industrije mleka" nastaje pri kiselinskom ili enzimskom tretmanu mleka. Odnosno, u zavisnosti od načina koagulacije mleka razlikuje se: 1. kiselna surutka - kazeinska surutka - nastaje koagulacijom mleka kiselinom, tzv. kiselinski tretman) i 2. slatka surutka - nastaje koagulacijom mleka proteolitičkim enzimima tzv. enzimski tretman (Bulatović, Rakin, Mojović, Nikolić, Vukašinović Sekulić i Đukić Vuković, 2012, str.570).

Oko 6% ukupne godišnje proizvedene količine surutke dobija se direktno kao sporedni proizvod u proizvodnji kazeina¹³, dok se mnogo veća količina surutke – 94% dobija u obliku sirne surutke (Bulatović, Rakin, Mojović, Nikolić, Vukašinić Sekulić i Đukić Vuković, 2012, str.568)¹⁴.

Surutka je prepoznata kao vredna sirovina (visoko vredna komponenta) sa velikim potencijalom, te su mnogobrojna istraživanja usmerena na njeno maksimalno iskorišćavanje. Surutka se može upotrebiti kao resurs i u okviru lanca snabdevanja prehrambenim proizvodima (u drugim granama prehrambene industrije, npr. u proizvodnji konditorskih proizvoda), ali i van okvira lanca (npr. u oblasti proizvodnje farmaceutskih proizvoda) (Rakin, Bulatović, Zarić, Stamenković Đoković, Krunic, Borić, Vukašinić Sekulić, 2016, str.91).

Autori Bulatović, Rakin, Mojović, Nikolić, Vukašinić Sekulić i Đukić Vuković (2012) predlažu da se surutka, na primer, iskoristi za proizvodnju funkcionalnih napitaka koji prema "...svojim nutritivnim i biološkim svojstvima mogu u potpunosti zameniti tradicionalne probiotike proizvedene na mleku". Ili, da se delovi ambalaže koji se teško se recikliraju, a upotrebljavaju se za pakovanje prehrambenih proizvoda, zamene pakovanjem odnosno zaštitnim slojem, tzv. "folijom", na bazi proteina surutke. Navedena ambalaža bi predstavljala odličnu zaštitu od prodora kiseonika, s jedne strane, a sa druge strane može se lako reciklirati (Bulatović, Rakin, Mojović, Nikolić, Vukašinić Sekulić i Đukić Vuković, 2012, str.568)¹⁵.

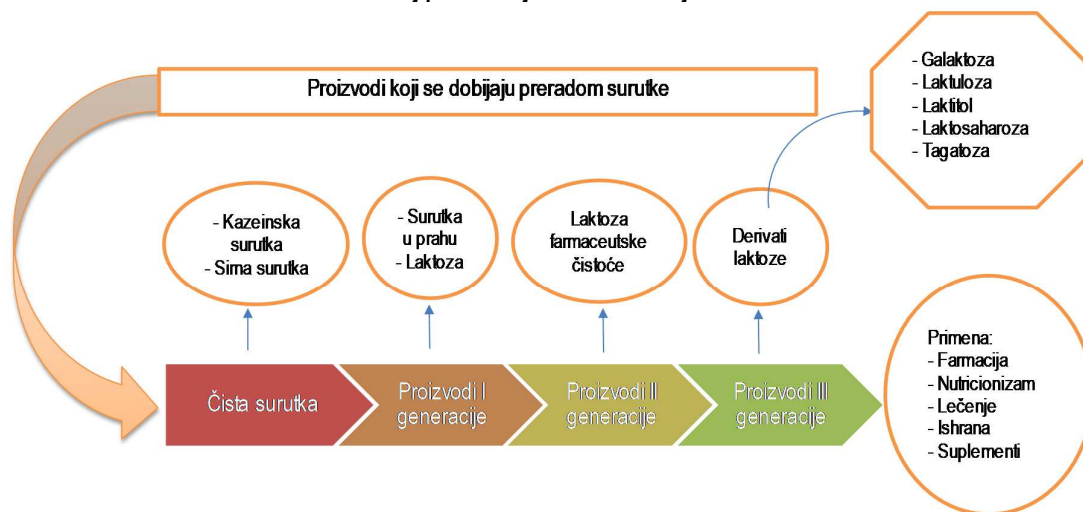
Evidentno je da se poslednjih godina teži proizvodnji visoko vrednih proizvoda (npr. mlečna kiselina, etanol, vitamini i dr.) kao i unapređenih prehrambenih proizvoda na bazi surutke, međutim zahtevi u pogledu tehnoloških rešenja (uključujući i tehnološku opremu) čine da su navedeni procesi veoma skupi za realizaciju, pa većina proizvođača "proizvodi" samo prvu generaciju proizvoda izvedenih iz laktoze (Bulatović, Rakin, Mojović, Nikolić, Vukašinić Sekulić i Đukić Vuković, 2012, str. 568) .

¹³ Kazein se najviše koristi u industriji papira i drvnoj industriji kao adheziv (kazeinski lepak), zatim u industriji plastičnih masa, veštačkih vlakana, prehrambenoj industriji (<https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/ostali-proizvodi-na-bazi-mlijeka> i Ellen MacArthur Foundation, 2012, str. 53).

¹⁴ U procesu proizvodnje 1 kg sira, generiše se oko 9 kg surutke. Bulatović, Rakin, Mojović, Nikolić, Vukašinić Sekulić i Đukić Vuković, 2012, str.568. Osnovni nedostaci surutke kao sirovine za industriju su laka kvarljivost i nizak sadržaj suve materije.

¹⁵ Osnovni sastojci ambalaže koja se danas, najčešće, koristi za pakovanje prehrambenih proizvoda su polietilen i polipropilen – sintetički polimeri ili polimerske strukture koje štite upakovane prehrambene proizvode od prodora kiseonika, vlage i mirisa, ali se teško recikliraju.

Slika 28. Razvoj proizvodnje i iskorišćavanja surutke



Prema: Bulatović, M. Lj., Rakin, M.B., Mojović, Lj. V., Nikolić, S. B., Vukašinić Sekulić, M.S., Đukić Vuković, A.J. (2012). Surutka kao sirovina za proizvodnju funkcionalnih napitaka. *Hemijska industrija*, 66 (4), str.569.

U literaturi se takođe navodi da se izolati proteina surutke mogu iskoristiti za proizvodnju jestivog "premaza, opne" (engl.film) sa dodatkom prirodnih komponenti sa antibakterijskim dejstvom (engl. antimicrobials), poput npr. ulja origana, koji može poboljšati mikrobiološki kvalitet (živinskog) mesa (Lin, Koutinas, Stamatelatou, Mubofu, Matharu, Kopshelis et al., 2014, str.687).

Prema autorima Ostojić, Pavlović, Živić, Filipović, Gorjanović, Hranisavljević et. al. (2005), koncentri surutke i izolati (laktoza, proteini, minerali i vitamini) se mogu koristiti u farmaceutskoj industriji - laktoza "farmaceutskog kvaliteta" se koristi u mlečnim formulama za bebe, a "nutritional quality" u instant supama, pecivima, konditorskim proizvodima i proizvodima od mesa. Proteini surutke poboljšavaju karakteristike hrane jer doprinose emulzifikaciji i zadržavanju vode.

Mirabella, Castellani i Sala (2014, str.35) ističu da se surutka odnosno permeat koji se dobija tokom filtracije, a koji obično sadrži vodu, minerale i laktozu, može koristiti i kao prirodno sredstvo za dezinfekciju (engl. sanitizing agent). Autori navode rezultate istraživanja u okviru koga su se za proces pranja svežeg povrća (konkretno sveže zelene salate i šargarepe) koristili (1) permeat, u različitim koncentracijama (0.5%, 1.5% i 3%) i (2) hlor. Istraživači su tokom 10 dana pratili pokazatelje kvaliteta povrća kao i mikrobiološke i nutritivne markere, i pokazalo se da permeat 3% može biti vrlo koristan u dekontaminaciji svežeg povrća.

Autori Tumbas Šaponjac, Četković, Čanadanović-Brunet, Pajin, Đilas, Petrović et al. (2016) su u svom radu predstavili mogućnost upotrebe proteina surutke (i soje) kao nosača u procesu enkapsulacije prirodnih

polifenola¹⁶ poreklom iz nusproizvoda koji nastaju preradom voća – voćnog tropa (u konkretnom primeru - višnje) koji je bogat bioaktivnim komponentama (str.27). Na ovakav način "sačuvane" bioaktivne komponente su upotrebljene u proizvodnji keksa kao zamena za određenu količinu brašna i pokazalo se da imaju pozitivan uticaj na funkcionalne karakteristike proizvoda.

Proizvodi od surutke se mogu svrstati u 4 osnovne grupe:

1. *Fermentisani*. Fermentacijom i hidrolizom surutke dobijaju se raznovrsni proizvodi koji se osim za direktnu uporebu koriste kao komponente u prehrambenoj, ali i u drugim industrijama - u farmaceutskoj i industriji stočne hrane.
2. *Hidrolizovani*. Preradom surutke na taj način, uz korišćenje odgovarajućih mikroorganizama i njihovih enzima, proizvode se jednoćelijski proteini (kvasci), alkohol, vitamini, enzimi, mlečna kiselina, glukoza, fermentisani napici od surutke.
3. *Koncentrovani*.
4. *Sušeni proizvodi od surutke* (preuzeto sa: <http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/proizvodi-od-surutke>).

Koncentrovani i sušeni proizvodi od surutke obuhvataju:

1. Surutku u prahu. Upotrebljava se u konditorskoj industriji, u proizvodnji hleba, peciva, mlečnih i mesnih proizvoda, supa kao i drugim prehrambenim granama u kojima se koristi suva materija surutke kroz koncentrovanu surutku ili surutku u prahu.
2. Koncentrate proteina surutke. Dodavanje proteina surutke u prehrambene proizvode ima dva aspekta:
 1. Nutritivni - proteini surutke su izuzetno biološki vredni, pa povećavaju nutritivnu vrednost proizvoda.
 2. Tehnološki - sposobnost stvaranja pene i gela, svojstva emulgovanja i vezivanja vode.

Pored navedenih, proizvode se i demineralizovana surutka, proteinske frakcije (laktoglobulin i laktoalbumin) i dr. Ovi proizvodi se koriste u proizvodnji hrane (mleka) za bebe (infant formule), prehrambenoj, kozmetičkoj industriji i industriji stočne hrane. Prema autoru Clark (2004), komponentne izdvojene iz surutke se mogu koristiti u proizvodnji sledećih prehrambenih proizvoda:

¹⁶ Prirodni polifenoli su izuzetno osetljivi na toplotu, svetlost i kiseonik

Tabela 5. Upotreba surutke u proizvodnji drugih prehrambenih proizvoda

Mlečni proizvodi - jogurt - sladoled	Dijetetska hrana -hrana za regulisanje telesne težine -dijetalna hrana za specijalne medicinske svrhe -hrana za bebe (odojčad)
Konditorski proizvodi - čokolada, - bombone, - keks	Proizvodi od mesa i ribe - mesne prerađevine - surimi
Proizvodnja pekarskih proizvoda -hleb, kolači	

Prilagođeno prema Clark, D. (2004). Utilisation of Cheese Whey. U K. Waldron, C. Faulds i A. Smith (Eds.), Total Food - Exploiting co-products - minimizing waste (str.132-143). Norwich: Institute of Food Research, str. 140.

Surutka koja nastaje preradom mleka je prema autorima Lin, Koutinas, Stamatelatou, Mubofu, Matharu, Kopshelis et al., (2014) nusproizvod taloženja i odvajanja (uklanjanja) kazeina iz mleka u okviru procesa proizvodnje sira. Autori navode da postoje tri vrste proizvoda/nusproizvoa koji se generišu u navedenom procesu:

- (1) surutka, nastala u fazi proizvodnje i sazrevanja sira,
- (2) surutka koja nastaje u procesu proizvodnje tzv. mekih sireva,
- (3) voda koja je rezultat čišćenja (pranja) mašina/pogona/postojenja, a sadrži sir, mleko, deterdžente i ostalo.

Zbog velikih količina koje nastaju u proizvodnji i visokog sadržaja organskih materija, otpadne vode iz procesa proizvodnje sira se trenutno, u većini slučajeva, ne smatraju vrednim resursom – inputom bilo u obliku materijala i/ili energije. Iskorišćenje surutke u tom kontekstu je usmereno na njeno odlaganje tj. bacanje. Međutim, napretkom tehnologije, fokus se pomera ka iskorišćavanju potencijala glavnih komponenti otpadnih voda – pre svega laktoze i proteina (Lin, Koutinas, Stamatelatou, Mubofu, Matharu, Kopshelis et al., 2014, str. 688).

Takođe, sve strožije zakonodavstvo i propisi o upravljanju otpadom doprineli su odnosno uticali su na istraživanja u pravcu pronalaženja rešenja za upotrebu komponenti koje se nalaze u otpadnim vodama (procesu proizvodnje sira) u proizvodnji proizvoda visoke dodate vrednosti (engl. high-added value products) i energije.

Možemo razmatrati nekoliko nivoa – opcija valorizacije otpadnih voda koje nastaju u procesu proizvodnje sira (Lin, Koutinas, Stamatelatou, Mubofu, Matharu, Kopshelis et al., 2014, str.688):

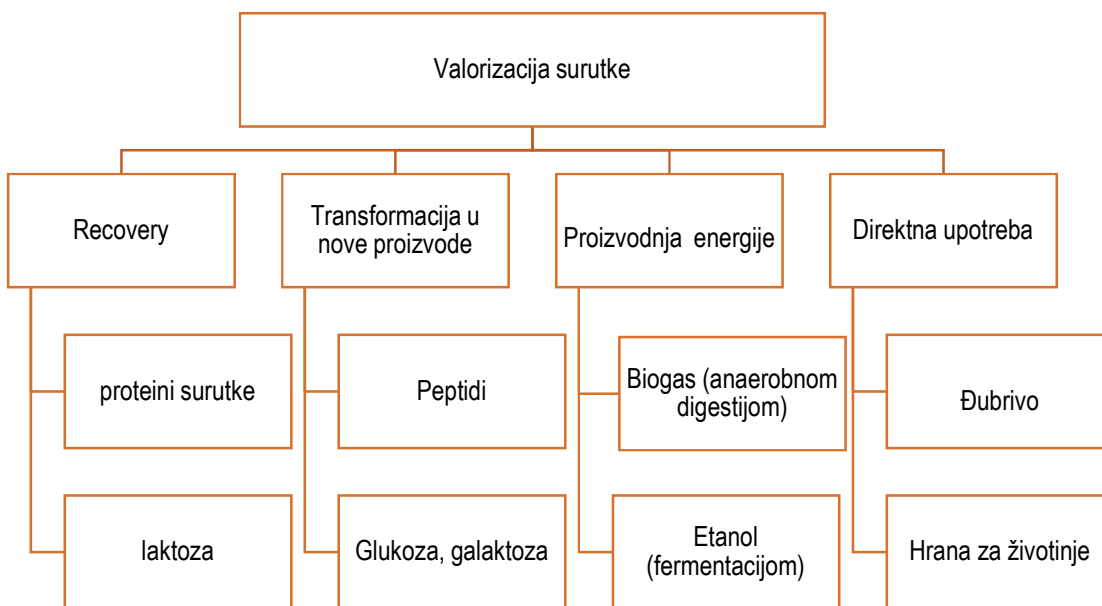
(1) iskorišćavanje (engl. recovery processes) već postojećih sastojaka/komponenti surutke visoke (dodate) vrednosti (engl. high-added value compounds) poput laktoze i proteina surutke. Laktoza i njeni derivati se koriste u prehrambenoj industriji, naročito u konditorskoj, kao aditivi (pomoćna sredstva) koji produžavaju vek trajanja proizvoda, povećavaju specifičnu masu proizvoda, bez promene/menjanja ukusa, u farmaceutskoj industriji kao pomoćne supstance u lekovima, pa čak i u proizvodnji biomaterijala. Proteini, poreklom iz mleka, se koriste u proizvodnji funkcionalne hrane (engl. functional foods) i određenih farmaceutskih proizvoda.

(2) konvertovanje (transformacija) ključnih komponenti otpadnih voda, kroz različite procese – hemijske, biohemijske, termičke, u tzv. komponente visoke dodate vrednosti. Npr. kroz procese (1) enzimске transformacije (proteinska hidroliza) mogu se dobiti peptidi koji privlače sve veću pažnju zbog svojih funkcionalnih karakteristika i pozitivnog uticaja na zdravlje. Dok se (2) postupkom fermentacije laktoze dobijaju se: mlečna kiselina, etanol, volatilne masne kiseline, a svi navedeni produkti imaju karakter proizvoda visoke dodate vrednosti i koriste se kao hemijske platforme (osnove) za različite proizvode. (Lin, Koutinas, Stamatelatos, Mubofu, Matharu, Kopshelis et al., 2014, str. 690)

(3) proizvodnja energije ili tzv. nosača energije (engl. energy carriers) - biogasa (anaerobnom digestijom - anaerobnom razgradnjom ili fermentacijom organskih materija), etanola, vodonika (Lin, Koutinas, Stamatelatos, Mubofu, Matharu, Kopshelis et al., 2014, str.691)

(4) direktna upotreba – zbog sadržaja visoko kvalitetnih proteina, laktoze, kalcijuma, fosfora, sumpora, vitamina koji se rastvaraju u vodi, može se koristiti u ishrani životinja ili kao đubrivo (npr. kroz sisteme za navodnjavanje, ali uz brojna ograničenja; npr. zbog (visokog) sadržaja soli, surutka može imati negativan uticaj na fizičko-hemijsku strukturu zemljišta stoga se u određenoj razmeri, najčešće u odnosu 1:20, može razblažiti sa vodom i tako koristiti za navodnjavanje. Takođe, ukoliko se koristi za navodnjavanje, treba voditi računa da li se u blizini navodnjavanog područja ne nalaze površinski i/ili drugi izvori vode.

Slika 29 . Valorizacija surutke



Prilagodeno prema Lin, C.S.K., Koutinas A.A., Stamatelatou, K., Mubofu, E.B., Matharu, A.S., Kopshelis, N. (2014). Current and future trends in food waste valorization for the production of chemicals, materials and fuels: a global perspective. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining*, 8, str. 688.

Navedeni rezultati teorijskih istraživanja o mogućnostima valorizacije (ekonomskog vrednovanja) surutke koja nastaje u procesu proizvodnje sira mogu se potkrepiti konkretnim primerima proizvoda koji su već razvijeni kao rezultat upotrebe navedenog nusproizvoda kao inputa.

1. U okviru projekta **LIFE WHEYPACK**, istraživači iz Španije i Portugala, su (uz pomoć procesa fermentacije) proizveli bioplastiku od surutke koja se generiše kao nusproizvod u proizvodnji sira. Bioplastika od surutke može rešiti problem velike količine ovog nusproizvoda koji nastaje u procesu proizvodnje i doprineti razvoju cirkularne ekonomije. Odnosno, omogućiti prerađivačima mleka da ostvare koristi od surutke kroz proizvodnju pakovanja prilagođenog potrebama njihovih proizvoda.

Projekat WHEYPACK se može smatrati cirkularnim (engl. "closed loop") projektom, jer industrija koja generiše surutku postaje korisnik ambalaže napravljene od bio-plastike. Projekat je nastao kao odgovor na činjenicu da su na tržištu materijala za pakovanje prehrambenih proizvoda dominantni proizvodi od plastike izrađeni na bazi nafte (gotovo 99% tržišnog učešća). Plastika proizvedena preradom nafte se koristi u velikoj meri za pakovanje kao relativno jeftin proizvod, a s obzirom da nije biorazgradiva, ima značajan negativan ekološki uticaj (preuzeto: http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=5084).

Jedan od ciljeva projekta jeste i da ukaže na (1) ekološke prednosti biorazgradive ambalaže u odnosu na tradicionalno plastično pakovanje kao što su smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte i supstitucija materijala koji se proizvode preradom nafte, ali i na (2) ekonomske koristi upotrebe nusproizvoda kao sirovine. Odnosno, istraživači na projektu WHEYPACK nastoje da pokažu da je proizvodnja bioplastike od surutke istovremeno i ekonomski i ekološki efikasna, kao alternativa bacanju, odnosno ispuštanju surutke u vodene tokove. (Bio)plastika proizvedena od surutke ima iste karakteristike kao i plastika proizvedena preradom nafte - odnosno može se upotrebiti za pakovanje sira (u čijoj proizvodnji surutka i nastaje), ali i drugih proizvoda (<http://www.wheypack.eu/eng/descrpcion.html>).

2. Nemačka kompanija **Qmilch GmbH**, koja se bavi proizvodnjom biopolimera baziranih na proteinima mleka, je razvila inovativni proces koji omogućava proizvodnju tekstilnog vlakna od mleka. Qmilch vlakno je u potpunosti biorazgradivo, sa izuzetnim funkcionalnim karakteristikama, mekoće kao svila, antibakterijsko, antialergijsko, proizvedeno bez hemijskih aditiva. Kazein, glavni (ključni) input (resurs) za proizvodnju Qmilch vlakna, se dobija od sirovog mleka koje više nije u prodaji (prometu), odnosno nije za ljudsku upotrebu (iz bilo kog razloga) i u skladu sa određenim propisima ne može se koristiti kao prehrambeni proizvod. U Nemačkoj se godišnje baci oko 2 miliona tona mleka. Iako je ovo mleko 'odbačeno', ono i dalje sadrži vredne sastojke i ima značajan potencijal kao sirovina, a kroz Qmilch vlakno mu se produžava životni vek. Qmilch vlakno se dobija zagrevanjem kazeina u prahu (engl. casein powder) ili tečnosti koje preostaje u procesu proizvodnje sira (engl. liquid spun off in cheese centrifuges) (Ellen MacArthur, 2013, str.53). Qmilch vlakno se može koristiti u tekstilnoj industriji za proizvodnju odeće, tekstila za domaćinstvo, u autoindustriji za opremanje unutrašnjosti automobila, u medicinske svrhe i dr. (<https://www.qmilkfiber.eu/?lang=en>).

3. Proteini surutke se mogu upotrebiti kao izvor (resurs) za proizvodnju veštačke svile uz pomoć metoda koji koristi nanostrukture. Istraživači iz Švedske i Nemačke su uspeli da izoluju male delove proteina (engl. small protein pieces) koje sadrži surutka i da proizvedu vlakno koje svojim karakteristikama (lakoća – lightweight i elastičnost) podseća na svilu¹⁷. Metod koji je korišćen, može dovesti i do nastanka i razvoja materijala sa inovativnim karakteristikama, npr. biosenzori ili samorazgradivi zavoji/flasteri.

Istraživači su koristili usmerene X-zrake (engl. X-ray light) kako bi pratili i poredili procese spajanja nanovlakana proteina surutke (protein nanofibrils – PNFs). Za navedeno istraživanje korišćeni su izolati proteina surutke kao input koji omogućava pristup velikoj količini PNFs i predstavlja potencijalnu sirovinu za masovniju proizvodnju

¹⁷ Zbog svojih izuzetnih karakteristika, svila je materijal koji je popularan u mnogim industrijskim granama. Lak je (lagan) ali jak (jači čak i on nekih metala) i pokazuje impresivnu elastičnost. Svila se danas proizvodi na farmama svilenih buba, što je veoma skup i dugotrajan proces

materijala koji se zasnivaju na proteinima (https://www.dairyreporter.com/Article/2017/01/27/Swedes-spin-silk-from-whey-protein?utm_source=copyright&utm_medium=OnSite&utm_campaign=copyright)

4. U nemačkom istraživačkom centru TTZ u Bremerhafenu (Bremerhaven) je testirana ambalaža – folija na bazi surutke (engl. whey-layer-based film) kao pakovanje za tri grupe proizvoda - mlečne proizvode (odabran je proizvod buttercheese), meso (određena vrsta mesnih prerađevina – kobasice) i sveža testenina. Svi navedeni proizvodi zahtevaju visok nivo zaštite/barijere od prodora kiseonika i vlage.

Istraživači su proizvode upakovali u ambalažu na bazi surutke i u originalnu ambalažu koju koriste industrijski proizvođači. Često su rađene senzorske, mikrobiološke, hemijske i fizičke analize navedenih proizvoda, upakovanih u različitu ambalažu. U slučaju specifične vrste sira/putera – *buttercheese*, proizvod koji je bio upakovan u ambalažu od surutke je imao bolji tzv. senzorski profil (manje kiseo, manje slan i manje gorak) u odnosu na proizvod koji je bio upakovan u originalnu ambalažu. Kada je reč o mikrobiološkim, hemijskim i fizičkim karakteristikama, na svim testiranim proizvodima (bez obzira na vrstu ambalaže u koju su bili upakovani), vrednosti koji su izmerene bile su vrlo slične. Istraživanje je pokazalo/dokazalo/potvrdilo da ambalaža na bazi proteina surutke može zameniti ambalažu napravljenu od sintetičkih polimera (<http://www.ttz-bremerhaven.de/de/component/content/article.html?id=596:interpack-2011-the-whey-to-sustainable-packaging>).

4.2.6. Proizvodnja ostalih prehrambenih proizvoda

4.2.6.1. Proizvodnja šećera

Šećerna repa je industrijska biljka koja se uzgaja za proizvodnju šećera, zbog visoke koncentracije saharoze u zadebljanom korenu. Iz šećerne repe se dobije oko 22%, a iz šećerne trske oko 78% svetske proizvodnje šećera (http://www.agrif.bg.ac.rs/files/subjectfiles/172/1-Osnove_tehnologije_secera_i_parametri_kvaliteta.pdf).



Šećerna repa sadrži:

- 75% vode. Gotovo polovina vode koju sadrži šećerna repa se ponovno iskoristi tokom ekstrakcije šećera, a ostatak ispari.
- 16-18 % šećera. Oko 90 % sadržaja šećera postaje beli šećer, a ostatak čini melasa.
- 5-6% celuloze. Celuloza iz repe se koristi kao repin rezanac.
- 2-3% čine magnezijum i fosfor koji se talože iz otpadnih voda tehnološkog procesa proizvodnje šećera i koriste se kao

Dodatak zemljištu koje je siromašno ovim supstancama.

Značajan ostatak prerade šećerne repe jeste vlaknasti organski deo posebno bogat pentozanima (ugljenim hidratima). Prema autorima Bogdanović, Šereš, Gyura, Sakač, Simović-Šoronja, Mišan i Pajin (2013), u procesu prerade jedne tone šećerne repe proizvede se oko 250 kg presovanih ekstrahovanih reznaca, sa sadržajem vode od oko 75-80% (str.269). Repini rezanci se mogu koristiti direktno za ishranu goveda ili kao sirovina u fabrikama stočne hrane. Zbog svog sastava (20 – 25 % celuloza, 25 – 36 % hemiceluloza, 20 – 25 % pektina, 1 – 2 % lignina i dr.), repini rezanci se mogu valorizovati u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda (testenina, snack proizvoda, hleba), s ciljem obogaćenja navedenih proizvoda prvenstveno prehrambenim vlaknima, zatim u proizvodnji pektina, (bio)etanola¹⁸, papira i deterdženata (Jozinović, Ačkar, Babić, Miličević, Panak Balentić, Jašić, Šubarić, 2017, str.104-105).

Drugi nusproizvod, melasa, predstavlja matični sirup koji ostaje u završnoj fazi kristalizacije šećera i iz kojeg se više ne može na ekonomičan način iscrpiti saharoza. Sastoji se najvećim delom od ugljenih hidrata (saharoze ~ 50%, glukoze, frukoze). Pored ugljenih hidrata, melasa sadrži i betain i druge aminokiseline, minerale, vitamine – naročito vitamine B grupe. Koristi se kao hrana za životinje i kao izvor ugljenih hidrata u procesima fermentacije (vrenja) – za proizvodnju etilnog alkohola¹⁹, limunske kiseline, stočnog ili pekarskog kvasca i dr. (Schieber, Stintzing i Carle, 2001, str. 407).

Neki proizvođači šećera prerađuju melasu odnosno imaju postrojenja za odšećeravanje melase, što omogućava da se navedeni nusproizvod iskoristi u daljem tehnološkom procesu. Glavni proizvod odšećeravanja melase je gusti sok koji karakteriše visok sadržaj saharoze u suvoj materiji (~ 92 %), dok se kao nusproizvodi javljaju frakcije rafinata i betaina. Rafinat se uglavnom sastoji od neorganskih soli i koristi se kao tečno đubrivo (npr. na posedima šećerane što je primer cirkularne upotrebe resursa), dok se betain dalje prečišćava i prerađuje i koristi kao suplement za proizvodnju hrane za papkare i živinu, za proizvodnju u farmaceutskoj industriji i u industriji kozmetike.

Važno je napomenuti da fabrike šećera troše izuzetno velike količine vode, električne i toplotne energije, pa se za tehnološki ostvarljivu i ekonomski prihvatljivu proizvodnju šećera velika pažnja mora posvetiti što racionalnijem korišćenju navedenih resursa.

Navedeni rezultati teorijskih istraživanja o mogućnostima valorizacije (ekonomskog vrednovanja) nusproizvoda koji nastaju u procesu prerade šećerne repe mogu se potkrepiti primerima odabranih kompanija – British Sugar i Suiker Unie.

¹⁸ Proizvodnja bioetanola upotrebom repinih reznaca je složen proces jer zahteva razgradnju celuloze i hemiceluloze u fermentabilne šećere.

¹⁹ Rafinirani etilni alkohol proizvodi se kao rafinirani etilni alkohol (min. 96%) i tehnički etilni alkohol (min. 93%).

1. British Sugar

Autori Short, Bocken, Barlow i Chertow (2014, su u svom radu proučavali efekte industrijske simbioze, naročito efekte interne simbioze kao pretpostavke stvaranja (nove) vrednosti i unapređivanja konkurentske prednosti. Istraživanje je urađeno na primeru kompanije British Sugar, koja je u vreme kada je rad napisan – 2014. godine bila najveći proizvođač šećera (iz šećerne repe) u Velikoj Britaniji, ako se kao kriterijum posmatra tržišno učešće.

Nekoliko decenija unazad, kompanija British Sugar je tražila načine kako da iskoristi tokove otpada i sporednih proizvoda koji nastaju u okviru osnovne, primarne delatnosti - proizvodnje šećera kao inpute za nove proizvode odnosno proizvodne linije. Osnovna, primarna delatnost kompanije i danas jeste proizvodnja šećera, ali se poslovni model tokom godina razvio i omogućio proizvodnju širokog spektra veoma različitih proizvoda (sinergijske i profitabilne proizvodne linije), uključujući hranu za životinje, proizvodnju električne energije, paradajza, bioetanola i dr. Kompanija British Sugar je u svom proizvodnom pogonu u gradu Wisington (Norfolk, Velika Britanija) modifikovala i "proširila" poslovni model, sa ciljem da iskoristi interne tokove otpada i proizvede nove proizvode – ko-proizvode i internalizuje ekološke eksternalije.

British Sugar je dugo godina poslovao u visoko zaštićenom industrijskom sektoru, koristeći prednosti restriktivnih trgovinskih sporazuma, protekcionističkih poljoprivrednih kvota i sistema subvencija. Međutim, okolnosti koje su kompaniji omogućile relativno lagodan položaj, su se postepeno menjale – poput promene u zajedničkoj poljoprivrednoj politici EU, sporazumi koji su omogućavali slobodniju trgovinu, otvarali su prostor za sve veću konkurenciju, u kombinaciji sa povećanjem proizvodnje šećera iz šećerne trske u zemljama u razvoju, sa nižim cenama, predstavljali su značajnu pretnju za budućnost kompanije.

Kao odgovor na navedene promene u okruženju, kompanija British Sugar je počela sa uvođenjem inkrementalnih inovacija (postepenih poboljšanja) u procesu proizvodnje kako bi unapredila efikasnost i produktivnost, smanjila troškove, a istovremeno, razvila nove proizvodne linije sa ciljem da poboljša svoj (konkurentski) položaj na tržištu. Stvaranje vrednosti kroz upotrebu otpada kao inputa (engl. creating value from waste) je bio ključni cilj, pri čemu u početnoj fazi ovog procesa, ekološki efekti, posledice i briga za životnu sredinu "...nisu bili eksplicitan cilj menadžmenta kompanije" (Short, Bocken, Barlow i Chertow, 2014, str. 607)

U početku je kompanija proizvodila samo šećer, a danas spektar različitih novih proizvoda (ko-proizvoda) odnosno proizvoda koji se mogu prodati na tržištu i na taj način finansijski doprineti rezultatima poslovanja, a podrazumevaju upotrebu otpada ili nusproizvoda primarnog procesa proizvodnje kao inputa u drugim procesima.

Koproizvodi kompanije British Sugar obuhvataju: zemlju za pokrivanje gornjeg sloja tla (engl. topsoil for landscaping), agregate (pesak, šljunak, drobljeno kamenje) za građevinsku industriju, hranu i dodatke/suplemente hrani za životinje (engl. raffinate and vinasse), poboljšivače tla (engl. soil conditioner) za poljoprivredni sektor, betain - koristi se u kozmetičkoj industriji, paradajz, bioetanol, tečni CO₂ (koristi se u proizvodnji slatkih, gaziranih pića), kao i električnu energiju koja se delom "šalje" u nacionalnu mrežu.

Slika 30. Prikaz proizvodnog asortimana kompanije British Sugar - primarni proizvodi, nusproizvodi i koproizvodi

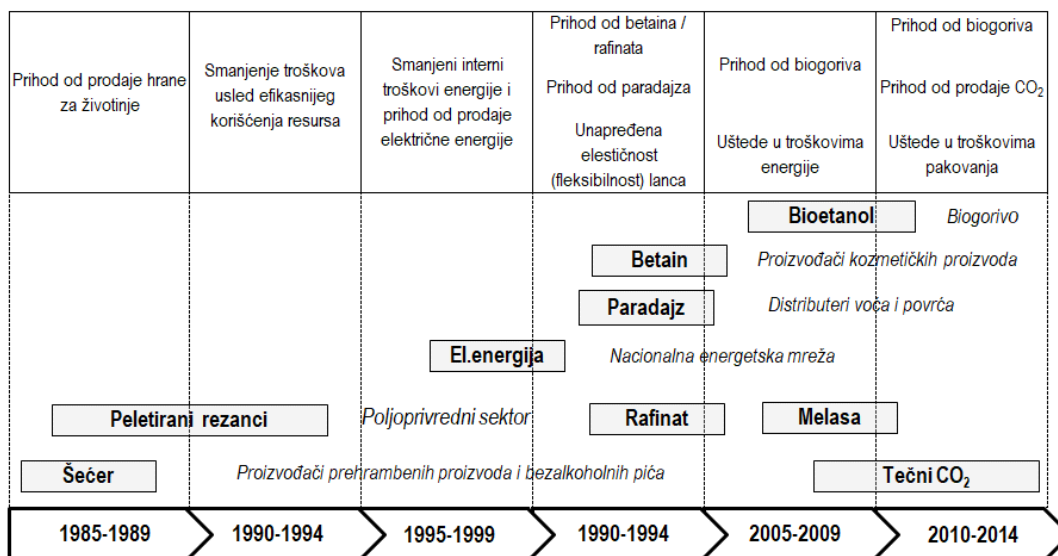


Prema: <https://www.britishsugar.co.uk/about-sugar/co-products>

Poslovni model British Sugar-a se kontinuelno razvija poslednjih nekoliko decenija. Kompanija je npr. 1985. godine otvorila pogon i počela sa presovanjem i sušenjem rezanaca i proizvodnjom peleta (bogatih vlaknima) za ishranu životinja. Ni pre otvaranja posebnog pogona, rezanci se nisu bacali, deo repinih rezanaca se direktno koristio kao hrana za životinje, a ostatak za proizvodnju metana.

Zatim, kompanija je u svom proizvodnom pogonu u Visingtonu razvila i instalirala sistem za iskorišćavanje biogasa iz postrojenja za tretman (prečišćavanje) otpadnih voda i koristiti ga kao dopunski obnovljivih izvor energije. Realizacijom projekta povećava se energetska efikasnost i smanjuje potrošnja fosilnih goriva. Takođe, kompanija proizvodi godišnje i do 55.000 tona bioetanola, koji koristi kao obnovljivo gorivo. Gasove, koji su produkt sagorevanja (među njima pre svega CO₂) i koji se ispuštaju u atmosferu, i toplotnu energiju iz postrojenja za kogeneraciju (kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije) kompanija upotrebljava za proizvodnju povrća u staklenicima, koje takođe prodaje (<http://www.britishsugar.co.uk/Environmental.aspx>). Uzgajanje povrća – u konkretnom slučaju paradajza odvija se na površini od 18 hektara, u blizini fabrike, na način da se otpad u "obliku" tople vode iz procesa proizvodnje šećera i CO₂ prenose, posebnim sistemom cevi do mesta gde se mogu iskoristiti- staklenika. Autori Short, Bocken, Barlow i Chertow (2014) navode da je to primer odnosno oblik interne simbioze.

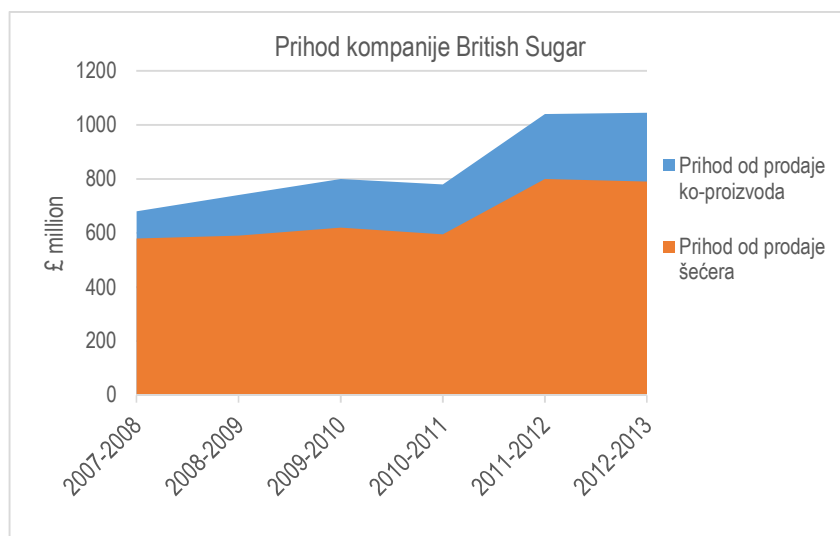
Tabela 6. Razvoj poslovnog modela kompanije British Sugar



Prilagođeno prema Short, S.W., Bocken, N.M.P., Barlow, C.Y., Chertow, M.R. (2014). From Refining Sugar to Growing Tomatoes: Industrial Ecology and Business Model Evolution. *Journal of Industrial Ecology*, 18 (5), str. 608.

Autori Short, Bocken, Barlow i Chertow (2014) su analizirali i efekte valorizacije nusproizvoda (posredstvom interne i eksterne industrijske simbioze) kroz prizmu uticaja na konkurentsku prednost kompanije. Podaci koji su javno dostupni ukazuju na činjenicu da je doprinos šećerane British Sugar prihodu korporacije AB Sugar u poslovnoj godini 2011–2012 iznosio £1.05 milijardi, od čega je približno £799 miliona ili 75% prihoda rezultat prodaje šećera, dok je preostalih 25% generisano realizacijom ko-proizvoda (str. 613). Prihod od ko-proizvoda, kao deo ukupnog prihoda, pokazuje pozitivan trend rasta u periodu od 5 godina i smatra se važnim faktorom budućeg rasta.

Grafikon 5. Prihod kompanije British Sugar – glavni (osnovni, primarni) proizvod vs koproizvodi



Prema: Prilagođeno prema Short, S.W., Bocken, N.M.P., Barlow, C.Y., Chertow, M.R. (2014). From Refining Sugar to Growing Tomatoes: Industrial Ecology and Business Model Evolution. *Journal of Industrial Ecology*, 18 (5), str. 613..

Autori Short, Bocken, Barlow i Chertow navode da zbog karakteristike podataka koji predstavljaju poslovnu tajnu, nije bilo moguće pristupiti detaljnim informacijama o finansijskim performansama (npr. vrednost investicija, prihod, profitabilnost određenih proizvodnih linija) i na taj način oceniti u kojoj meri pojedini koprodukti utiču na konkurentsku prednost kompanije. Međutim, autori ističu da su tokom više intervjua, došli do informacija da svaka proizvodna linija (nezavisno) zadovoljava standardne kriterijume za investiranje, u kompaniji, da je profitabilna, da je zadovoljila ili čak prevazišla očekivanja kada je u pitanju planirani povraćaj investicija.

2. Suiker Unie

Drugi primer je kompanija Suiker Unie koja se bavi proizvodnjom šećera preradom šećerne repe, na tri lokacije - dve fabrike u Holandiji i jednoj u Nemačkoj. Fabrike šećera su, primenom principa cirkularne ekonomije odnosno zatvorenog kruga (engl. closed loop), postale stožer razvoja klastera u obliku/formi biorafinerije. Cilj kompanije Suiker Unie jeste da izdvoji vredne komponente koje sadrži šećerna repa – pored šećera, tu su i prehrambena vlakna, proteini i minerali, iskoristi ih za proizvodnju održivih proizvoda koji se mogu prodati na tržištu, odnosno da maksimizuje vrednost svih komponenti koje se nalaze i u osnovnoj sirovini – šećernoj repi, ali i u tokovima otpada.

Za šećernu repu je karakteristično da sadrži mnogo manje lignina (vlaknasti materijal; deo sekundarnih ćelijskih zidova; kompleksni polimer aromatičnih alkohola) u odnosu na druge useve (engl. crop), što olakšava razdvajanje pojedinačnih komponenti šećerne repe. Tako se npr. vlakna koja se nalaze u korenu šećerne repe mogu koristiti u hemijskoj industriji, kao dodatak deterdžentima koji povećava viskozitet (viskoznost), dok se galakturonska kiselina (šećerna kiselina, glavna komponenta pektina) može koristiti u proizvodnji bioplastike. Da bi se valorizovale i iskoristile sve navedene komponente, neophodno je oformiti industrijski klaster i na taj način doprineti razvoju bioekonomije.

Brojne su mogućnosti primene različitih komponenti šećerne repe u hemijskoj industriji, a sve više se istražuje mogućnost primene u proizvodnji biomaterijala i bioproizvoda.

Na sve tri proizvodne lokacije (Dinteloord, Vierverlaten and Anklam), kompanija ima instalirana postojenja za proizvodnju biogasa (engl. green gas – bio-methane), a kao sirovine se koriste npr. lišće repe i rep korena repe. "Zeleni gas" se dalje može koristiti za proizvodnju bio-metanola, a pre svega se upotrebljava kao energent u samoj fabrici, dok se digestat koji preostane nakon fermentacije odnosno odvajanja gasa, koristi u poljoprivredi i hortikulturi kao poboljšivač tla (preuzeto sa: <http://www.suikerunie.com/Duurzaamheid/Environmental-sustainability/Circulaire-economie>).

Tzv. gusti sok se koristi u procesu fermentacije, za proizvodnju "zelenih" hemikalija, bioplastike, bioetanola. Komina (engl. vinasse) koja preostane nakon proizvodnje bioetanola se koristi kao sirovina za proizvodnju biogasa. Na taj način se, integracijom u obliku bioklastera, postiže ušteda u potrošnji drugih energenata.

Jedna od fabrika šećera kompanije Suiker Unie, u Holandiji, snabdeva otpadnom toplotom i (tretiranim) procesnim vodama²⁰ (koje se koriste za navodnjavanje) okolne staklenike (staklene bašte), staklenici svoje rezidualne (biljnog porekla) dostavljaju šećerani odnosno postrojenju za proizvodnju biogasa, iz postrojenja za proizvodnju biogasa, ugljen-dioksid (koji se oslobađa tokom procesa digestije) se "šalje" u staklene bašte, itd. Sledeći korak u razvoju klastera u obliku biorafinerije jeste izgradnja postrojenja za proizvodnju bioplastike, zatim izdvajanje proteina (iz lišća repe) i vlakana (iz pulpe) na biljnoj osnovi i sl. U budućnosti se može očekivati da se proteini proizvedeni iz lišća repe koriste kao supstituti za proteine poreklom od mesa (preuzeto sa: <http://www.fooddrinkeurope.eu/our-actions/foodwaste-toolkit/redirect-to-feed-animals-to-industrial-use/>)

4.2.6.2. Proizvodnja kakaoa, čokolade i konditorskih proizvoda

U procesu proizvodnje čokolade i konditorskih proizvoda, nastaju nusproizvodi i proizvodni otpad, ali u značajno manjoj količini u odnosu na ostale industrije. S druge strane, konditorska industrija koristi nusproizvode drugih grana prehrambene industrije kao inpute - surutku, voćni trop, pivski trop, lecitin i dr. Nekoliko primera odabranih kompanija ilustruje načine na koje se reziduali mogu valorizovati.

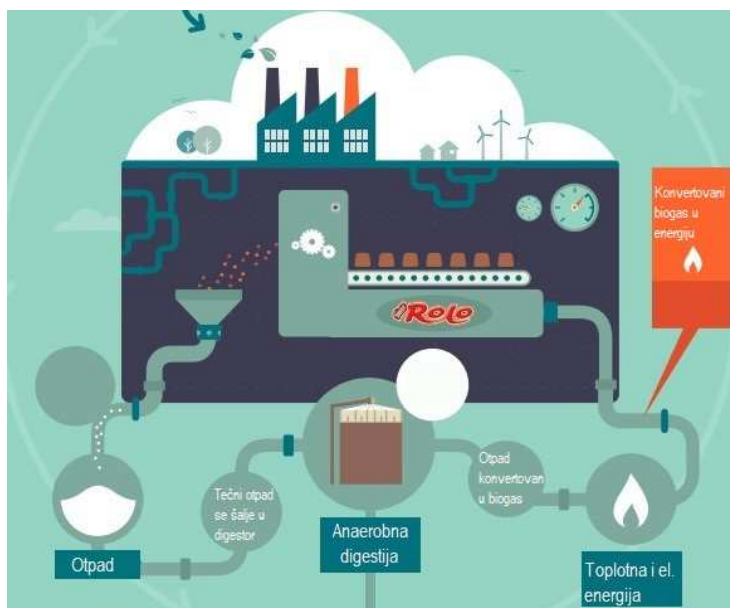
Kompanija KP Snacks iz Velike Britanije se bavi proizvodnjom konditorskih proizvoda, čokolade, slanih i slatkih proizvoda za grickanje, čipsa i sl. KP Snacks nastoji da smanji količinu otpada nastalog u proizvodnim pogonima, a koju treba odložiti eksterno. Realizacijom različitih inicijativa, kompanija je uspela da postigne cilj "nula otpada na deponiju" (engl. zero waste to landfill). Jedno od interesantnih rešenja koje je doprinelo ostvarivanju navedenog cilja uključuje i upotrebu soli, koja se koristi u proizvodnji slanih proizvoda, a iz bilo kog razloga postane otpad, za posipanje puteva ili u ishrani životinja, kao stočna so (preuzeto sa: <http://www.fdfscotland.org.uk/sfdf/five-fold-2014-kp-snacks.aspx>).

Otpad koji nastaje u procesu proizvodnje čokolade i ostalih konditorskih proizvoda u fabrici kompanije Nestle (u Engleskoj) se uz pomoć procesa anaerobne digestije, transformiše u obnovljivi izvor energije. Čokoladni proizvodi i bombone koji nisu pogodni za prodaju ili dalju preradu i koji bi u suprotnom bili odloženi (bačeni) eksterno, zajedno sa ostalim proizvodnim otpadom, kao što su skrob i šećer, se usitnjavaju i mešaju. Mešavina se zatim delimično rastvara pomoću tečnosti (koja je takođe otpad iz procesa čišćenja proizvodnog pogona) i stvara se tzv. "čokoladna supa" (engl. chocolate soup) koja se zatim uvodi u hermetički zatvoren rezervoar gde dolazi do procesa anaerobne digestije. Procesom anaerobne digestije se svakodnevno "iskoristi" oko četiri tone

²⁰ Deo tretiranih procesnih voda se koristi i za pranje/čišćenje proizvodnih pogona

čvrstog otpada i oko 200.000 litara tečnog otpada, dok se 5% - 8% ukupnih energetskih potreba fabrike (električne i toplotne energije) pokriva sagorevanjem biogasa (preuzeto sa: <http://storage.nestle.com/nestle-society-full-2015/files/assets/common/downloads/publication.pdf>, str.202). Upotrebom biogasa se smanjuje i emisija gasova sa efektom staklene bašte za oko 10% (preuzeto sa: <https://www.nestle.co.uk/media/pressreleases/rolo-and-toffee-crisp-chocolate-soup-to-power-factory>).

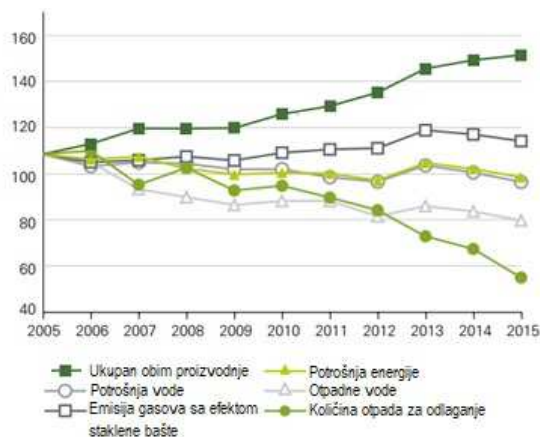
Slika 31. Upotreba otpada za proizvodnju biogasa u kompaniji Nestle



Preuzeto sa: <http://storage.nestle.com/nestle-society-full-2015/files/assets/common/downloads/publication.pdf> , str.202

U korporativnom izveštaju kompanije Nestle se navodi da je uz konstantan rast obima proizvodnje u periodu od 2005. do 2015. godine kompanija uspjela istovremeno da unapredi i ekološke performanse u smislu potrošnje vode, emisije gasova sa efektom staklene bašte, količine otpada koji treba odložiti eksterno (slika 32).

Slika 32. Obim proizvodnje versus ekološki indikatori performansi u kompaniji Nestle



Preuzeto sa: <http://storage.nestle.com/nestle-society-full-2015/files/assets/common/downloads/publication.pdf>, str.182

Sledeći primer upotrebe otpada poreklom iz proizvodnje konditorskih proizvoda, ali ne u industrijske svrhe, ilustruje kako se simbiotske veze mogu uspostaviti i između kompanija i lokalnih zajednica. Naime, poznati proizvođač napolitanki Manner iz Beča će, u saradnji sa gradskim preduzećem za proizvodnju i distribuciju energije Wien Energie, obezbediti daljinsko grejanja za domaćinstva u 17. bečkom okrugu. Tzv. "slatka energija" – otpadna toplota nastala u proizvodnom procesu, prilikom pečenja napolitanki, će se direktno uključiti u lokalnu mrežu za daljinsko grejanje i koristiti za zagrevanje stanova i vode. Saradnja između kompanija WienEnergie i proizvođača napolitanki je primer inovativnih energetske rešenja (preuzeto sa: http://www.danas.rs/svet.1160.html?news_id=331119&title=Fabrika+napolitanki+greje+600+doma%C4%87ins+tava).

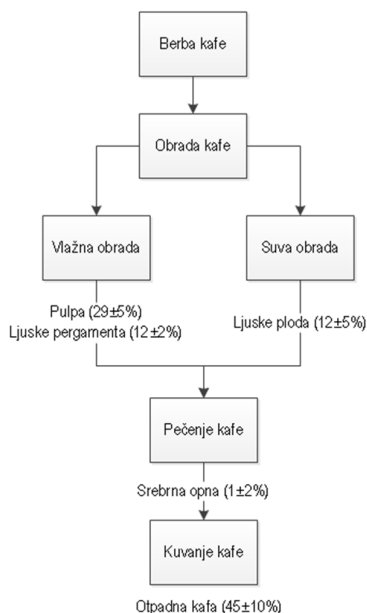
4.2.6.3. Prerada čaja i kafe

Rast obima proizvodnje i industrijske prerade kafe prouzrokuje nastanak i proporcionalno veće količine nusproizvoda, kako u zemljama proizvođačima, tako i u zemljama potrošačima. (Pavlović, 2015, str.1). Visoka stopa proizvodnje kafe u svetu nameće potrebu za uspostavljanjem balansa između generisanja i upotrebe (valorizacije) nusproizvoda. (Pavlović, 2015).

Autor Pavlović (2015, str.17) navodi da je sa aspekta "...velike proizvodnje i potrošnje kafe širom sveta, valorizacija njenih otpadaka i modifikacija u vredne materijale veliki izazov i preporuka održivog industrijskog razvoja" i dodaje da se "više od 50% zrna kafe ne koristi u komercijalne svrhe jer je odbačeno kao otpad tokom prerade". Odlaganje navedenih otpadaka predstavlja gomilanje materija veoma štetnih za živi svet (Pavlović, 2015, str.17) jer su prema Pavlović (2015, str.1) "...nusproizvodi od kafe veoma zagađujuće, eko-toksične materije usled prisustva teško razgradivih organskih jedinjenja."

U praksi je zabeleženo iskorišćenje nusproizvoda prerade kafe u "...industrijske svrhe kao što je proizvodnja energije, adsorpcija različitih vrsta adsorbata, ekstrakcija i izolovanje bio - i tehno-funkcionalnih jedinjenja, kao i konverzija u industrijski važna jedinjenja, poput etanola" (Pavlović, 2015, str.21). Usled prisustva bioaktivnih jedinjenja sa izrazitim antioksidativnim potencijalom (jedinjenja koja pripadaju grupi polifenola) kafa i njeni produkti, se već godinama unazad, smatraju i nutritivno bogatim. Izolovanje navedenih jedinjenja, omogućava zamenu sintetičkih aditiva u hrani sastojcima prirodnog porekla. Dobijeni ekstrakti se mogu inkorporirati u hranu (mogu, takođe, biti i sastojci nove funkcionalne hrane) i/ili farmaceutske proizvode sa ciljem povećanja njihove nutritivne vrednosti odnosno stabilnosti, respektivno (Pavlović, 2015, str.1-2). Čak i kafa zaostala nakon ekstrakcije bioaktivnih sastojaka se može, dalje, koristiti kao adsorbent, u brojnim procesima, pre svega u prečišćavanju otpadnih voda tj. za adsorpciju katjonskih boja iz otpadnih voda.

Slika 33. Izdvajanja nusproizvoda tokom prerade kafe



Prema: Pavlović, D., M. (2015). *Izolovanje bioaktivnih jedinjenja iz otpadne kafe i njeno potpuno iskorišćenje kao adsorbenta. Doktorska disertacija, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu, str.15.*

Pavlović (2015) posebno obrazlaže mogućnosti valorizacije pojedinih nusproizvoda prerade kafe, pa tako navodi da se ljuspice (kožica, pulpa, gumarabika i pergament) ne mogu direktno iskoristiti kao hrana za životinje, usled prisustva antifizioloških i antinutritivnih komponenata (tanini i kofein), ali se mogu upotrebiti kao izvor fitohemikalija za prehrambenu i farmaceutsku industriju. Pavlović (2015) dodaje da uklanjanjem toksičnih konstituenata ili njihovom razgradnjom postoji mogućnost i biološke detoksifikacije ljuski čime se one mogu iskoristiti kao supstrati za bioprocese.

Kafena plevica (pržena srebrna opna) se izdvaja u procesu prerade kafe i nusproizvod je koji se dobija se nakon pečenja. Može se smatrati funkcionalnom hranom usled niskog sadržaja masti i šećera, veće količine rastvornih vlakana (60%) i izraženom antioksidativnom aktivnošću (Pavlović, 2015, str.19). S druge strane, smatra se izuzetnim zagađivačem prirodne sredine zbog prisustva organskih materija (Pavlović, 2015, str.21).

Grujić i Franc (2012) navode da su sprovedena brojna istraživanja na temu različitih mogućnosti iskorišćenja otpada iz procesa proizvodnje kafe, npr. upotreba ostataka kafe kao goriva, đubriva, sastojka stočne hrane, kao nosača insekticida i herbicida, podloge za uzgoj gljiva itd. (str. 16). Autori posebno ukazuju na činjenicu da je najbolje koristiti ostatke kafe u proizvodnji goriva jer se na taj način "...dobija gorivo koje ima veću energetske vrednost od drugih vrsta biogoriva" pri čemu je potrebno ostatke kafe prvo osušiti (do vlažnosti od 30% do 50%), pa tek onda sagorevati.

Autori Iličković, Redžić, Andrejaš, Avdić i Stuhli (2012) su ispitivali mogućnost dobijanja ulja iz toza – čvrstog ostatka zaostalog nakon kuvanja kafe kao potencijalne sirovine za proizvodnju biodizela. Prema rezultatima istraživanja, pojedine karakteristike ulja toza, ne razlikuju se bitno od karakteristika komercijalnih ulja koja se koriste za proizvodnju biodizela odnosno ulje kafe dobijeno iz toza espresso kafe je, po sastavu masni kiselina, najviše slično sojinom ulju. Na osnovu rezultata, autori zaključuju da se toz, odnosno ulje iz toza, može upotrebiti kao alternativna sirovina za proizvodnju biodizela. Pri čemu treba napomenuti da je navedena opcija značajna kako sa ekonomskog tako i sa ekološkog aspekta jer sirovine imaju učešće od 80% ukupnih troškova proizvodnje biodizela, a toz se tretira kao organski otpad koji se odlaže na deponije ili sipa u kanalizacione odvođe (Iličković, Redžić, Andrejaš, Avdić i Stuhli, 2012, str.584).

Kompanija Strauss Adriatic, poznata u Srbiji po brendu Doncafé i proizvodima od kafe, svake godine uveze i preradi velike količine sirove kafe u svojim pogonima u okolini Beograda. Primer je kompanije koja koristi (valorizuje) nusproizvode odnosno proizvodni otpad nastao u procesu prerade sirovine. Naime, tokom procesa prženja, u pogonima fabrike godišnje preostane oko 140 tona kafene plevice. Tako dobijena kafena plevica, briketira se u cilindrične presovane komade i koristi kao energent. Istraživanja su dokazala izuzetnu toplotnu moć kafene plevice (tačnije briketa) koja predstavlja klasičan primer biomase. Utvrđeno je da je količina od 140 tona kafene plevice dovoljna za oko tri meseca grejanja postrojenja, pa je kotlarnica u fabrici projektovana tako da sagoreva kafenu plevicu, ali i druge vrste biomase. Kompanija ostvaruje značajne finansijske efekte (uštede) zahvaljujući novom sistemu grejanja - između 65 i 90 hiljada evra (godišnje)²¹. Takođe, važna prednost ovog sistema grejanja jeste i smanjenje emisije ugljen-dioksida za oko 340 tona, odnosno za 14%, u poređenju sa periodom pre korišćenja navedenog izvora energije. (Preuzeto sa: <http://www.doncafe.rs/grejanje-na-kafu-nemoguće/>). I kompanija Nestle, u svoje 22 Nescafé fabrike u svetu, koristi kafenu plevicu i ljuske (ljuspe, opne) kokosa kao izvor (obnovljive) energije (Preuzeto sa: <http://storage.nestle.com/nestle-society-full-2015/files/assets/common/downloads/publication.pdf>).

4.2.7. Proizvodnja pića

4.2.7.1. Proizvodnja vina od grožđa

Godišnje se u svetu proizvede oko 280 miliona hektolitara vina (Lin, Koutinas, Stamatelatu, Mubofu, Matharu, Kopsahelis et al., 2014, str. 692). U procesu proizvodnje vina, 20% do 30% prerađene sirovine (grožđa) preostane u obliku otpada i/ili nusproizvoda (Koutinas, Vlysidis, Pleissner, Kopsahelis, Lopez Garcia, Kookos et al. (2014, str. 2606), Voća, Krička, Jurišić, Brlek Savić, Matin (2009, str. 880), Đilas, Čanadović-Brunet, Četković (2009, str.195). Prema Dragović-Uzelac, Bursać Kovačević i Putnik (2017), preradom grožđa u vino nastaju dve vrste otpada koje imaju negativan uticaj na životnu sredinu - otpadne vode i čvrsti organski otpad. Čvrsti organski

²¹ Kao rezultat navedenih ušteda, investicija u novi kotao za grejanje na plevicu će se isplatiti za oko godinu i po dana.

otpad koji se izdvaja tokom proizvodnje vina (pre ili nakon fermentacije) obuhvata kominu grožđa (62%), vinski talog (14%), peteljke izdvojene pre fermentacije (12%) i nevodeni talog. Samo male količine navedenih ostataka se recikliraju (Dragović-Uzelac, Bursać Kovačević, Putnik, 2017, str.46).

Komina grožđa čini oko 20% ukupne mase prerađenog grožđa, sadrži pokožicu i semenke grožđa u kojima se nalazi 60 – 70% bioaktivnih jedinjenja koja ne prelaze u vino (Dragović-Uzelac, Bursać Kovačević, Putnik, 2017, str.46). Zbog toga se komina grožđa smatra bogatim, jeftinim i lako dostupnim izvorom bioaktivnih jedinjenja koja se mogu koristiti u farmaceutskoj, kozmetičkoj i prehrambenoj industriji (Dragović-Uzelac, Bursać Kovačević, Putnik, 2017, str.47). Komina se zbog visokog sadržaja šećera može koristiti i za procese fermentacije - npr. za dobijanje (bio)etanola (Lin, Koutinas, Stamatelatu, Mubofu, Matharu, Kopshelis et al., 2014, str. 692). Prema Voća, Krička, Jurišić, Brlek Savić, Matin, (2009) vinska komina se, nakon peletiranja, može upotrebiti i za proizvodnju toplotne energije.

Semenke grožđa se mogu iskoristiti za ekstrakciju ulja, polifenola (antocijana, flavonola, fenolnih kiselina i resveratrola), proizvodnju limunske kiseline, metanola, etanola, za proizvodnju alkoholnih pića dodatnim procesom fermentacije i destilacije. Semene grožđa su bogate (prirodnim) antioksidantima koji se smatraju potpuno sigurnim, za razliku od sintetičkih. Ulje semenki grožđa vinove loze se upotrebljava u ishrani (čisto ili pomešano s nekim drugim jestivim uljima), ali i kao sirovina za proizvodnju margarina, (tvrdih) sapuna, maziva, u industriji boja i lakova, u tekstilnoj industriji, itd.

Stabljike grožđa se mogu iskoristiti za proizvodnju komposta koji se zatim vraća u vinograd kao đubrivo čime se uspostavlja kruženje resursa odnosno "zatvara krug" (*engl. close the residual material cycle*) (Lin, Koutinas, Stamatelatu, Mubofu, Matharu, Kopshelis et al., 2014, str. 692).

Odlaganje navedenih reziduala (u spoljašnju sredinu), bez prethodnog tretmana, dovodi do značajnog zagađenja životne sredine (zagađenja zemljišta, površinskih i podzemnih voda). Jedan od načina rešavanja problema otpada/nusproizvoda nastalih u proizvodnji vina odnosno njegove valorizacije pored već navedenih mogućnosti primene jeste i kroz razvoj (koncepta) biorafinerije (Lin, Koutinas, Stamatelatu, Mubofu, Matharu, Kopshelis et al., 2014, str. 692).

Upotreba reziduala procesa proizvodnje vina u proizvodnji kozmetičkih proizvoda deo je prakse brojnih kompanija. Među njima je i francuski proizvođač kozmetičkih proizvoda Caudalie koji koristi ljuske grožđa kao izvor (poli)fenola za svoje proizvode i semenke grožđa za proizvodnju ulja (Ellen MacArthur, 2013, str.53 i <http://uk.caudalie.com/story-ethics/ingredients.html>), zatim kompanija Afrodita koja proizvodi kozmetičke proizvode i brojne druge kompanije.

4.2.7.2. Proizvodnja piva

U procesu proizvodnje piva nastaje značajna količina različitih sporednih proizvoda pri čemu su (količinski) najzastupljeniji pivski trop i pivski kvasac (Pejin, Radosavljević, Grujić, Mojović, Kocić-Tanackov, Nikolić, Đukić-Vuković, 2013, str.277). Pored navedenih nusproizvoda, u procesu proizvodnje nastaje CO₂, a generišu se i velike količine otpadnih voda.

Pivski trop čini najveći deo sporednih proizvoda proizvodnje piva – približno 85% ukupnih nusproizvoda. Na 100l piva dobija se oko 20 kg tropa, odnosno od 100 kg slada utrošenog za proizvodnju sladovine dobija se od 100 do 130 kg tropa, sadržaja vlage 70-80%. Pivski trop nastaje u velikim količinama u procesu proizvodnje piva, a njegov visok sadržaj proteina i ugljenih hidrata omogućava širok spektar upotrebe. Pivski trop se može koristiti:

1. kao stočna hrana i hrana za ribe (EllenMacArthur, 2013, str.41);
2. kao dodatak proizvodima namenjenim za ljudsku ishranu. S obzirom na visoku nutritivnu vrednost, pivski trop predstavlja idealnu sirovinu za proizvode kao što su keks i grickalice zbog sadržaja prehrambenih vlakana (Petrović, 2018, str. 17). Pivski trop bi se mogao koristiti i u proizvodnji žitarica za doručak, keksa, pšeničnog hleba, snack i drugih proizvoda, pri čemu se pre upotrebe treba osušiti i samleti. Kao glavni nedostatak njegove primene, navodi se značajan uticaj na promenu boje i neugodan miris kod upotrebe u većoj količini (Jozinović, Ačkar, Babić, Miličević, Panak Balentić, Jašić, Šubarić, 2017, str.103-104)
3. kao sirovina u biotehnologiji. Moguća primena pivskog tropa u biotehnologiji uključuju proizvodnju biogasa, bioetanol, mlečne kiseline, fenolne kiseline, enzima i dr. (Pejin, Radosavljević, Grujić, Mojović, Kocić-Tanackov, Nikolić, Đukić-Vuković, 2013, str.277)
4. zbog vlaknaste strukture pivskog tropa, istražuje se i mogućnost njegove primene u proizvodnji papira i građevinskih materijala (Panjičko, Zupančič, Tišma, Zelić, 2017, str.183).

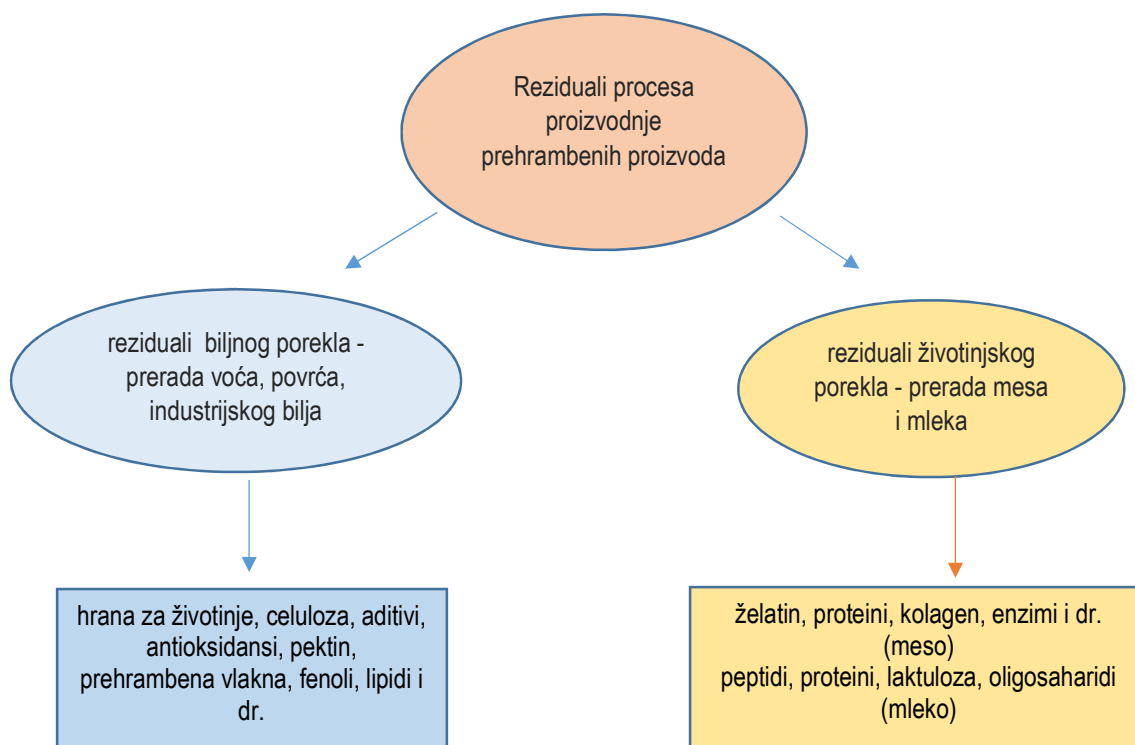
Drugi nusproizvod koji nastaje u procesu proizvodnje piva - pivski kvasac, se može upotrebiti za proizvodnju alkohola (u procesu fermentacije) i kozmetičkih proizvoda, dok se prema Koutinas, Vlysidis, Pleissner, Kopsahelis, Lopez Garcia, Kookos et al. (2014, str. 2607), CO₂ iz procesa proizvodnje piva može koristiti u procesima fermentacije i u proizvodnji osvežavajućih bezalkoholnih pića.

Otpad i nusproizvodi iz procesa proizvodnje piva pružaju brojne mogućnosti za valorizaciju čime doprinose poboljšanju ekonomskih i ekoloških performansi kompanija. Tako na primer, mnoge pivare iz grupacije Carlsberg's ponovo koriste i recikliraju gotovo 100% ukupne količine čvrstog otpada i nusproizvoda. Primeri uključuju upotrebu trebera kao stočne hrane, proizvodnju i upotrebu biogasa kao (nus)proizvoda anaerobne

digestije otpadnih voda (koje potiču iz procesa proizvodnje piva) (preuzeto sa [:http://www.carlsberggroup.com/investor/downloadcentre/Documents/Annual%20Report/Carlsberg_Group_Sustainability_Report_2015.pdf](http://www.carlsberggroup.com/investor/downloadcentre/Documents/Annual%20Report/Carlsberg_Group_Sustainability_Report_2015.pdf)), zatim upotrebu mulja, nusproizvoda anaerobnog – aerobnog prečišćavanja otpadnih voda kao komposta – oplemenjivača zemljišta u proizvodnji ratarskih kultura, voća, povrća i vinove loze (<https://carlsbergsrbija.rs/odrzivi-razvoj/odrzivi-razvoj-u-carlsberg-srbiji/odrzivi-razvoj-u-carlsberg-srbiji/>).

Na kraju poglavlja, možemo sumirati rezultate istraživanje i zaključiti da prema svojim biohemijskim karakteristikama, otpad koji nastaje u lancu snabdevanja prehrambenim proizvodima, konkretno u procesu industrijske prerade, se može podeliti na: 1. otpad biljnog porekla i 2. otpad životinjskog porekla i može biti tečnog ili čvrstog agregatnog stanja (Ravindran, Jaiswal, 2016, str. 60). Bogat je vrednim komponentama koje se mogu iskoristiti u proizvodnji takođe prehrambenih, ali i velikog broja neprehrambenih proizvoda.

Slika 34. Vredne komponente sadržane u odabranim tokovima otpada i/ili nusproizvoda u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda



Prilagođeno prema: Mirabella, N., Castellani, V., Sala, S. (2014). Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. *Journal of Cleaner production*, 65, str. 38 i Ravindran, R., Jaiswal, A.K. (2016). Exploitation of Food Industry Waste for High – Value Products. *Trends in Biotechnology*, 34 (1), 2016, str. 59.



5. Cirkularna ekonomija i industrijska simbioza u Evropskoj uniji

Resource efficiency makes good business sense.

Resursna efikasnost je pametan poslovni potez.

Ecorys, 2011

5.1. Akcioni plan za cirkularnu ekonomiju

Evropska unija je prepoznala značaj prelaska na model cirkularne ekonomije i resursno efikasne proizvodnje u okviru Strategije Evropa 2020, inicijative Resursno efikasna Evropa, Putokaza za resursno efikasnu Evropu, Direktive o otpadu, "paketa" cirkularne ekonomije (eng. Circular Economy Package) i brojnih drugih dokumenata.

Osnova za uspostavljanje i razvoj cirkularne ekonomije jeste resursna efikasnost (produktivnost) koja je ujedno i determinanta buduće globalne konkurentnosti ekonomije Unije. U dokumentu *Putokaz za resursno efikasnu Evropu* (engl. Roadmap to a Resource Efficient Europe) je navedeno da ako postoji mogućnost da otpad postane resurs koji se vraća u naredni ciklus proizvodnje kao input, tada je neophodno da se kroz različite mere podrške ponovnoj upotrebi i reciklaži pomogne stvaranju ekonomije koja reciklira (eng. full recycling economy) odnosno cirkularne ekonomije (engl. circular economy) (European Commission, 2011b).

Efeki primene (implementacije) modela cirkularne ekonomije na nivou EU su mogu sagledati kroz prizmu pozitivnog uticaja na konkurentnost kompanija kao i sa aspekta doprinosa reindustrijalizaciji evropske ekonomije na bazi resursno efikasnijeg rasta. Cirkularna ekonomija u navedenom kontekstu podrazumeva održivu upotrebu resursa i upotrebu otpada kao resursa i sledstveno manju potrošnju "nekorišćenih, neupotrebljenih" (engl. virgin) resursa, proizvodnju proizvoda koji se mogu više puta koristiti i na kraju veka upotrebe reciklirati i dr. (European Commission, 2014d, str. 8).

Strateško opredeljenje Evropske unije za resursno efikasniju, cirkularnu ekonomiju potvrđeno je decembra 2015. godine kada je usvojen Akcioni plan za razvoj cirkularne ekonomije. Prema navedenom planu, posebna pažnja u kontekstu razvoja cirkularne ekonomije će biti usmerena na fazu proizvodnje (engl. production phase of the circular economy) koja ima značajan uticaj na životnu sredinu, raspoložive prirodne resurse i stvaranje otpada. Aktivnosti Evropske unije su u velikoj meri fokusirane na sam "početak" životnog ciklusa proizvoda - na "pametan" dizajn proizvoda i inovativne industrijske procese, u okviru kojih će posebna podrška biti pružena

razvoju industrijske simbioze. Značajna finansijska sredstva Evropska unija usmerava kroz program Horizont 2020 i kohezione fondove ka aktivnostima unapređenja resursne efikasnosti i razvoja inovativnih industrijskih procesa u koje spada i uspostavljanje saradnje posredstvom industrijske simbioze (preuzeto sa: https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/circular-economy-factsheet-production_en.pdf).

Cirkularna ekonomija bi po svojoj prirodi bila "okrepljujuća i/ili regenerativna" i ekonomiji Unije bi donela godišnje značajne uštede – procenjuje se oko 4% godišnjeg BDP-a EU (<http://www.desso.com/c2c-corporate-responsibility/circular-economy/>). Cirkularna ekonomija i resursna efikasnost su deo rešenja za ekonomske i ekološke izazove sa kojima se suočava Unija i predstavljaju instrument za "održivi oporavak" (engl. sustainable recovery) ekonomije EU (European Commission, 2011b, str.2) koji uključuje promene u načinu proizvodnje, održivo i odgovorno upravljanje prirodnim resursima, optimizaciju proizvodnih procesa, upravljačkih i poslovnih modela, veći stepen ponovne upotrebe materijala, reciklažu otpada i sl. Suština cirkularne ekonomije jeste da se na jednoj strani smanji količina otpada koji nastaje, a sa druge strane, da se otpad koji je nastao iskoristi kao resurs (European Commission, 2011a, str.6).

Prelazak na model cirkularne ekonomije je od suštinske važnosti za ostvarivanje resursne efikasnosti i obrnuto, resursna efikasnost je pretpostavka razvoja cirkularne ekonomije. Za razliku od linearnog modela "uzmi – napravi- konzumiraj – odloži (baci)" (engl. take-make-consume-dispose), cirkularna ekonomija "čuva" (održava, zadržava) vrednost u ekonomskim tokovima dokle god je to moguće i na taj način eliminiše otpad. Tranzicija odnosno prelazak na cirkularnu ekonomiju zahteva promene duž celog lanca vrednosti, od dizajna proizvoda do novih poslovnih i tržišnih modela, od novih načina upotrebe otpada kao resursa do novih modela ponašanja potrošača. Navedeno implicira da su neophodne sveobuhvatne systemske promene i inovacije ne samo u oblasti tehnologije, već i u oblasti organizacije društva, načina finansiranja aktivnosti prelaska na model cirkularne ekonomije i sl. Industrija je već prepoznala značaj i koristi od unapređenja resursne efikasnosti kroz model cirkularne ekonomije. Procene su da poboljšanja u oblasti resursne efikasnosti duž lanca snabdevanja mogu smanjiti količinu utrošenog materijala u procesu industrijske proizvodnje od 17% do 24% do 2030. godine (European Commission, 2014b, str.2).

Tržište u velikoj meri može uticati na unapređenje resursne efikasnosti i implementaciju modela cirkularne ekonomije, naročito ako se ima u vidu činjenica da troškovi inputa – materijala i energije (energenata) čine najveći deo troškova u strukturi cene koštanja u mnogim kompanijama (European Commission, 2014b, str.3). Neki od pristupa (aktivnosti) koje uključuje cirkularna ekonomija su smanjenje upotrebe energije i materijala (sirovina) u fazi proizvodnje, ali i u fazu potrošnje, stvaranje tržišta za sekundarne sirovine, održavanje i promovisanje aktivnosti (nastanak klastera) koje će omogućiti upotrebu nusproizvoda (industrijska simbioza) i sl.

Evropska agencija za zaštitu životne sredine (European Environment Agency, 2016, str.31) navodi ključne karakteristike kao i faktore koji omogućavaju uspostavljanje i razvoj cirkularne ekonomije:

Tabela 7. Ključne karakteristike i faktori koji utiču na razvoj cirkularne ekonomije

Ključne karakteristike	Faktori
<p>Manja upotreba prirodnih resursa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eksploatacija sirovina optimizovana i svedena na minimum, • ostvarivanje što veće vrednosti uz što manje utroške materijala, • efikasna upotreba svih prirodnih resursa. <p>Povećan udeo obnovljivih izvora energije kao i resursa koji se mogu reciklirati:</p> <ul style="list-style-type: none"> • neobnovljivi inputi supstituisani obnovljivim pri čemu obnovljivi resursi moraju omogućiti održivi nivo snabdevanja, • povećan udeo materijala koji se mogu reciklirati i onih koji su reciklirani i koji mogu da zamene "nekorišćene" (engl.virgin) materijale, • "kruženje" materijala (engl. closure of material loop). <p>Smanjene emisija:</p> <ul style="list-style-type: none"> • smanjenje emisija u ciklusu "kruženja" resursa upotrebom manje sirovina iz održivih izvora, • manje zagađenja putem "čistih" ciklusa materijala. <p>Manje gubitaka / reziduala materijala:</p> <ul style="list-style-type: none"> • spaljivanje i odlaganje otpada na deponije svedeno na minimum. <p>Zadržavanje (čuvanje) vrednosti proizvoda, komponenti i materijala u ekonomiji:</p> <ul style="list-style-type: none"> • produžen vek trajanje proizvoda sa zadržavanjem vrednosti proizvoda u upotrebi; • ponovna upotreba komponenti proizvoda; • vrednost resursa u ekonomiji sačuvana putem visokokvalitetnog recikliranja. 	<p>Eko-dizajn:</p> <ul style="list-style-type: none"> • proizvodi dizajnirani tako da imaju duži vek trajanja, sa mogućnošću da se unaprede (poboljšaju), ponovo koriste i prerade, • dizajn proizvoda baziran na održivoj upotrebi resursa, sa mogućnošću visokokvalitetnog recikliranja materijala na kraju veka trajanja proizvoda; • supstitucija opasnih supstanci u proizvodima i proizvodnim procesima. <p>Popravka i prerada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • prioritet dat popravci, renoviranju i preradi, što omogućava ponovljenu upotrebu proizvoda i njihovih komponenti. <p>Recikliranje:</p> <ul style="list-style-type: none"> • visokokvalitetno recikliranje, • upotreba recikliranih materijala kao sekundarnih sirovina, • dobro funkcionisanje tržišta sekundarnih sirovina, • "kaskadna"¹ (engl. cascading) upotreba materijala u slučajevima kada visokokvalitetno recikliranje nije moguće. <p>Ekonomski (finansijski) podsticaji:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oporezivanje upotrebe prirodnih resursa i zagađenja umesto oporezivanja rada, • internalizacija troškova vezanih za sanaciju zagađenja, • uvođenje sistema depozita, • produžena odgovornost proizvođača (engl. <i>extended producers responsibility</i>), • finansijski mehanizmi koji podržavaju koncept cirkularne ekonomije. <p>Poslovni modeli:</p> <ul style="list-style-type: none"> • fokus na ponudi sistema proizvod-usluga, umesto vlasništva nad proizvodom, • saradnja i transparentnost u lancu vrednosti,

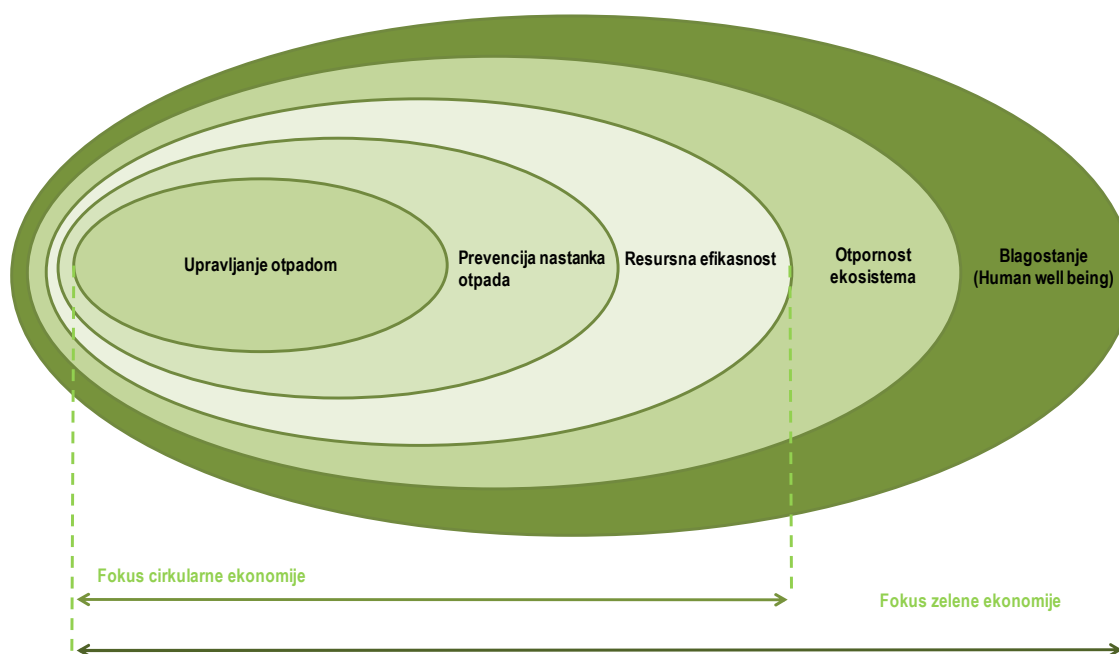
¹ Tzv. princip kaskadne upotrebe resursa (engl. principle of cascading) podrazumeva da se resursi (npr. voda ili energija) koriste više puta, u različite svrhe, uz napomenu da sukcesivna upotreba smanjuje kvalitet resursa odnosno njegovu upotrebnu vrednost (Chertow, 2004, str. 411).

Rukovođenje, veštine i znanje <ul style="list-style-type: none">• interakcija među učesnicima i razmena iskustava,• edukacija.	<ul style="list-style-type: none">• industrijska simbioza (saradnja između preduzeća u kojoj otpad ili nusproizvodi jednog procesa postaju resurs za drugi). Eko-inovacije <ul style="list-style-type: none">• tehnološke, društvene i organizacione inovacije.
--	---

Prilagođeno prema: European Environment Agency (2016). *Circular economy in Europe: Developing the knowledge base*, str. 11

Evropska agencija za zaštitu životne sredine takođe pojašnjava i razliku između cirkularne i zelene ekonomije.

Slika 35. Cirkularna versus zelena ekonomija



Prema: European Environment Agency (2016). *Circular economy in Europe – Developing the knowledge base*, str.31

Model odnosno koncept zelene ekonomije je obuhvatniji (širi) u odnosu na koncept cirkularne ekonomije. Cilj zelene ekonomije jeste da omogući život "u pravednijem društvu, u zdravijoj životnoj sredini" (European Environment Agency, 2014, str.6). Konkretnije, "zadaci" zelene ekonomije su: unapređenje resursne efikasnosti, održavanje (ne narušavanje) otpornosti ekosistema i unapređenje socijalne (društvene) jednakosti. Drugim rečima, zelena ekonomija omogućava rast i razvoj, ali i "čuva" zdravlje i blagostanje ljudi, pruža (omogućava) dostojanstven (pristojan) posao (zaposlenje), smanjuje nejednakost i osigurava očuvanje biodiverziteta, uključujući i usluge ekosistema koje nam on pruža. S druge strane, suština cirkularne ekonomije, kao nužan ali ne i dovoljan uslov za razvoj zelene ekonomije, jeste povećanje resursne efikasnosti, a jedan od načina jeste upotreba otpada kao inputa. Uz napomenu da ekonomski sistemi ne mogu biti u potpunosti cirkularni (i efikasni) kao što je to slučaj sa prirodnim ekosistemima jer, koliko god da se na visokom nivou uspostavi kruženje resursa,

uvek će ostati elemenata "linearnosti", u vidu potrebnih novih resursa koji će se "uzimati" iz prirode i odlaganja preostalog otpada (EC, 2014b, str.2).

Pored brojnih strategija, planova i inicijativa Evropske unije, interesantno je sagledati u kojoj meri kompanije podržavaju, prihvataju i implementiraju koncept cirkularne ekonomije. Istraživanje sprovedeno 2016. godine na uzorku od 10.618 kompanija, u EU28, je pokazalo da oko 70% kompanija u Evropskoj uniji posluje prema principima cirkularne ekonomije. U sklopu primene navedenog koncepta, kompanije prevashodno nastoje da reše problem otpada koji nastaje u procesu proizvodnje pri čemu su na uključivanje u cirkularne tokove spremnije kompanije koje ostvaruju veći prihod od prodaje. Odnosno, kako se navodi u rezultatima istraživanja: što je veći prihod od prodaje veća je verovatnoća primene strategije cirkularne ekonomije. Gledano prema zemljama članicama EU28, prednjače Malta, Irska i Luksemburg, po broju kompanija koje u svom poslovanju primenjuju principe cirkularne ekonomije (preuzeto sa: <https://www.euractiv.com/section/sustainable-dev/news/circular-economy-way-of-thinking-embraced-across-eu/>).

Oko 50% kompanija koje su učestvovala u istraživanju je odgovorilo da u okviru svog poslovanja nastoji da smanji, ponovo koristi ili proda otpad. Kompanije su u manjoj meri primenjivale strategije za smanjenje potrošnje energije (38%), dok je aktivnosti usmerene na smanjenje potrošnje sirovina i veću upotrebu recikliranih materijala realizovalo 34% anketiranih. Rezultati su pokazali i da se u mnogo manjoj meri radi na smanjenju potrošnje vode i upotrebi otpadnih voda (19% kompanija), kao i na korišćenju obnovljivih izvora energije (16%). Kada je reč o finansiranju, većina kompanija (59%) je spremna da uloži deo prihoda u aktivnosti koje su u funkciji uključivanja u cirkularne tokove (preuzeto sa: <https://www.euractiv.com/section/sustainable-dev/news/circular-economy-way-of-thinking-embraced-across-eu/>).

Istraživanje je takođe pokazalo i da su anketirani privredni subjekti nedovoljno upoznati sa inicijativama nadležnih organa za podsticanje razvoja cirkularne ekonomije, kao i da postoje administrativne poteškoće u sprovođenju definisanih strategija. Tako je npr. na kompleksne administrativne procedure i pravne prepreke ukazalo 34% anketiranih, kao prepreku u implementaciji cirkularne ekonomije 32% kompanija je navelo troškove usklađivanja sa standardima, a 27% kompanija je ukazalo na probleme vezane za finansiranje aktivnosti prelaska na cirkularni poslovni model (preuzeto sa: <https://www.euractiv.com/section/sustainable-dev/news/circular-economy-way-of-thinking-embraced-across-eu/>).

5.2. Resursna efikasnost Evropskoj uniji

U okviru publikacije *Indikatori resursne efikasnosti* (engl. Resource Efficiency Indicators) se navodi da je resursna efikasnost jedan od najvažnijih izazova sa kojim se Evropska unija danas suočava (European Commission, 2013, str.3). *Resursno efikasna Evropa* je strategija Evropske unije koja podstiče prelazak na

resursno-efikasniju ekonomiju, u okviru koje će se emitovati manje CO₂ (*engl. low carbon economy*) uz veće učešće obnovljivih izvora energije i unapređenje energetske efikasnosti. U okviru strategije Evropa 2020, definisane 2010.godine, kao ciljevi koje Unija treba da ostvari do 2020. godine navedeni su: smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte za 20%, učešće obnovljivih izvora energije sa 20% u ukupnim izvorima i unapređenje energetske efikasnosti za 20% (European Commission, 2011a, str.9). Za realizaciju navedene strategije, resursna efikasnost je od ključnog značaja.

Inicijativa za resursnu efikasnost ujedno predstavlja i osnovu za kreiranje cirkularne ekonomije i implicira zaštitu životne sredine kao jedno od primarnih područja u okviru kog se upravljanje otpadom zasniva na društvu koje reciklira (*engl. recycling society*) i čiji je cilj smanjenje količina otpada u ekonomskim tokovima kao i upotreba istog kao resursa (European Commission, 2011a, str.6).

Kako bi se dostigli navedeni ciljevi u oblasti resursne efikasnosti, Evropska komisija je predložila i hodogram aktivnosti koje je potrebno realizovati. Hodogram uključuje razvoj tržišta sekundarnih sirovina uz pomoć subvencija i drugih oblika ekonomskih instrumenata, reviziju postojećih planova za prevenciju nastanka, ponovnu upotrebu, reciklažu otpada i dr. Komisija takođe predviđa podršku u razmeni iskustava i najboljih praksi između zemalja članica u oblasti sakupljanja i tretmana otpada.

U *Rezoluciji Evropskog parlamenta o resursnoj efikasnosti* (*engl. European Parliament resolution on resource efficiency: moving towards circular economy, 2015*) se navodi da je neophodno uspostaviti (razviti) "platformu" za resursnu efikasnost koja će uključiti sve značajne stejkholdere i podstaći i olakšati primenu najnovijih rezultata istraživanja, razmenu "najboljih praksi" u kontekstu industrijskih ekosistema i industrijske simbioze.

Brojne su definicije pojma resursna efikasnost. Tako se npr. u literaturi može pronaći tumačenje da resursna efikasnost omogućava privredi (ekonomiji) da kreira "više sa manje", stvarajući veću vrednost (output) uz što manju utrošenu vrednost (input), koristeći resurse na održiv način, svodeći negativne efekte eksploatacije resursa na minimum. Resursna efikasnost kao rezultat ima minimalnu količinu reziduala proizvodnje (*engl. "close to zero"*) odnosno omogućava održiv način proizvodnje, prerade i upotrebe prirodnih resursa, smanjujući pri tome uticaj na životnu sredinu koji proizilazi kao rezultat proizvodnje i upotrebe proizvoda tokom njihovog životnog ciklusa. Stvarajući "više sa manje", efikasnost resursa potpomaže zadovoljavanje ljudskih potreba u okvirima ekološkog kapaciteta zemlje (kapacitet nosivosti). U industriji, sa aspekta kompanija, resursna efikasnost je često definisana u kontekstu lanca snabdevanja, naglašavajući efikasnost u pogledu upotrebe prirodnih resursa (sirovina i energije), s jedne strane, i generisanja otpada s druge strane (European Commission, 2013, str.5).

Kada je reč o merenju i pokazateljima resursne efikasnosti, Evropska komisija ukazuje na problem velikog broja indikatora i računovodstvenih okvira, usvojenih na različitim nivoima, od strane akademske zajednice do korporativnog sektora i napominje da je sam odabir odgovarajućeg indikatora "obeshrabrujući zadatak" (engl. daunting task) (European Commission, 2013, str.30). Termini kao što su resursna efikasnost i produktivnost resursa se veoma često koriste kao sinonimi. Dodatno, uz često nejasne definicije, postoje i poteškoće u prevodu ključne terminologije, na različitim jezicima (European Commission, 2013, str.5).

Međutim, bez obzira na to kako definišemo ili uz pomoć kojih indikatora merimo, činjenica je da jedan od načina unapređenja resursne efikasnosti jeste i upotreba otpada kao inputa. Strateški planovi EU u oblasti upravljanja otpadom podrazumevaju da do 2020. godine otpad dobije status resursa, da se podrži razvoj tržišta sekundarnih sirovina, da se do 2030.godine gotovo u potpunosti eliminiše odlaganje na deponije materijala koji se može reciklirati, da se materijali poput plastike, stakla, metala, papira drveta, gume ponovo *vrate* u ekonomske tokove. Na taj način, između 10% i 40% tražnje za sirovinama u EU će biti zadovoljeno, što će ujedno doprineti i ostvarivanju cilja da Unija smanji emisiju gasova sa efektom staklene bašte za 40% do 2030. godine (European Commission, 2014b, str.9).

Nusproizvodi i drugi otpadni materijali jednog industrijskog procesa (grane) veoma često su vredni inputi za neku drugu industrijsku granu ili proces. Povezivanjem tražnje za resursima jednog preduzeća sa tokovima otpada drugog, dolazi do stvaranja industrijske simbioze i, posledično, smanjenja tražnje za "nekorišćenim" resursima (engl. *virgin materials*). Unapređenjem efikasnosti upotrebe resursa posredstvom industrijske simbioze, u okviru koje se otpad ili nusproizvod jedne kompanije ili proizvodnog procesa koristi kao input u drugom, mogu se na nivou EU ostvariti uštede od 1.4 milijarde evra godišnje, odnosno prodajom otpada kao resursa može se ostvariti prihod od 1.6 milijardi evra (European Commission, 2011b, str.6).

U tom kontekstu, na industrijsku simbiozu se sve više gleda kao na strateški alat (instrument) za ekonomski razvoj, zeleni rast, inovacije i resursnu efikasnost kako na lokalnom tako i na regionalnom i nacionalnom nivou u Evropskoj uniji. Dokumenti koji su usvojeni na nivou Unije, u poslednjih nekoliko godina, kao deo evropske strategije razvoja, promovišu industrijsku simbiozu kao integralni element i ekonomske i ekološke politike. Značajan napredak, u smislu institucionalne podrške razvoju industrijske simbioze, ostvaren je u okviru vodeće inicijative za resursnu efikasnost odnosno Putokaza za resursnu efikasnost Evrope u kome se ističe preporuka za članice unije da iskoriste mogućnosti koje proizilaze iz resursne efikasnosti, kroz industrijsku simbiozu (European Commission, 2011b, str.7).

U okviru dokumenta *Održiva industrija: rast i resursna efikasnost* (engl. Sustainable Industry: Going for Growth & Resource Efficiency), kao odgovor na pitanje kako unaprediti održivost i resursnu efikasnost u industriji, navodi

se saradnja industrijskih proizvođača kroz industrijsku simbiozu koja podstiče i lokalni i regionalni razvoj stvaranjem (kreiranjem) klastera kompanija koje imaju zajednički cilj, a to je unapređenje resursne efikasnosti. U istom dokumentu se ističe da je razmena informacija i znanja putem "industrijske platforme i mreže" od ključnog značaja za unapređenje saradnje posredstvom industrijske simbioze (European Commission, 2011c, str.37 - 39).

Da bi se obezbedilo uspešno funkcionisanje industrijske simbioze neophodno je, između ostalog, rešiti i probleme vezane za dostupnost informacija. Odnosno, potrebno je podržati ili obezbediti mrežu i alate da se premosti informacioni jaz između kompanija i da se povežu odgovarajuća ponuda sa odgovarajućom tražnjom, kao i da se unapredi tržište na kome bi se razmenjivali i/ili prodavali otpad i nusproizvodi što bi sve bilo u funkciji razvoja cirkularne ekonomije.

Industrijska simbioza podrazumeva prelazak sa tradicionalnog modela industrijske proizvodnje u kome, po pravilu, mora nastati otpad, na integrisani sistem u kome sve ima svoju svrhu i upotrebu (European Commission, 2015b, str.27).

Kada je u pitanju resursna efikasnost kompanija u Evropskoj uniji, za potrebe Direktorata za industriju i preduzetništvo (Evropske komisije), 2011. godine je sprovedeno istraživanje sa ciljem utvrđivanja u kojoj meri su povezani nivo konkurentnosti evropskih kompanija i nivo njihove resursne efikasnosti (*engl. Study on the Competitiveness of the European Companies and Resource Efficiency*). Predmet analize je bila ocena resursne efikasnosti devet (industrijskih) sektora intenzivnih u pogledu potrošnje resursa i sa potencijalno visokim negativnim uticajem koji mogu imati na životnu sredinu: proizvodnja prehrambenih proizvoda i pića, proizvodnja cementa, obojenih metala, elektronskih proizvoda, hemijska industrija, proizvodnja automobila, čelika, stakla i pulpe i papira.

Na pitanje koji su to faktori koji motivišu kompanije da investiraju u resursnu efikasnost, analize su pokazale da je povećan pritisak na kompanije u pogledu propisa (regulativa) Evropske unije jedan od najjačih pokretača za primenu mera za unapređenje resursne efikasnosti (Ecorys, 2011, str.6).

Jedan od glavnih ciljeva navedenog istraživanja (Ecorys, 2011) je bio da se prikupe empirijski podaci u kompanijama u okviru odabranih devet sektora industrije i to:

1. finansijski podaci vezani za nivo investicija koje se planiraju u cilju povećanja resursne efikasnosti i
2. dinamiku procesa donošenja odluka kada je reč o investicijama u navedene svrhe (dinamika investicija).

Međutim, kako se navodi u rezultatima studije, prikupljanje podataka u svrhu kvantifikacije resursne efikasnosti "...nije bilo uspešno jer se tražene informacije karakterišu kao poverljive i privatne kompanije ih nerado otkrivaju trećim stranama" (Ecorys, 2011, str.11). Zaključna konstatacija studije je još jedna potvrda da postoje ozbiljne prepreke za istraživače kada je u pitanju pristup primarnim podacima.

U kontekstu resursne efikasnosti treba napomenuti da je Evropska komisija februara 2012. godine usvojila strategiju pod nazivom *Inovacije za održivi rast: Bioekonomija za Evropu* (engl. *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*). U okviru dokumenta *Evropa 2020*, bioekonomija se navodi kao ključni elemenat za ostvarivanje pametnog i zelenog rasta u Evropi. Takođe, bioekonomija značajno doprinosi ostvarivanju ciljeva definisanih u okviru inicijative *Resursno efikasna Evropa* (European Commission, 2012b, str.8).

Strategija za bioekonomiju i odgovarajući akcioni plan imaju za cilj razvoj inovativnijeg, resursno efikasnijeg i konkurentnijeg društva (ekonomije) koje na održivi način koristi obnovljive resurse u industrijskim procesima. Strategija definiše sveobuhvatni pristup koji se odnosi na brojne izazove sa kojima se suočavaju i Evropa, ali i svet, uključujući probleme iz oblasti zaštite životne sredine (prirodnih resursa), energetike, snabdevanja hranom i drugo. Strategija ima za cilj da usmeri napore Evropske unije u pravcu novog i dinamičnog sektora ekonomije – bioekonomije.

Bioekonomija obuhvata upotrebu obnovljivih bioloških resursa u proizvodnji prehrambenih proizvoda za ljudsku ishranu, u proizvodnji hrane za životinje, proizvoda na biosnovi koji su u celosti ili delom napravljeni-proizvedeni od materijala biološkog porekla (isključujući materijale sadržane u geološkim formacijama), proizvodnju bioenergije i dr. (European Commission, 2012b, str.16). Dakle, bioekonomija uključuje poljoprivrednu proizvodnju, šumarstvo, ribarstvo, proizvodnju hrane, celuloze i papira, kao i određene segmente hemijske industrije, biotehnologije i proizvodnju energije. Bioekonomija se oslanja na brojne nauke - biologiju i medicinu, agronomiju, ekologiju, nauke povezane sa proizvodnjom hrane (engl. food sciences), društvene nauke, nanotehnologiju, informacione i komunikacione tehnologije, tehničke nauke.

Održiva proizvodnja i eksploatacija bioloških resursa će omogućiti proizvodnju "više-sa-manje" uključujući upotrebu otpada kao resursa, ograničavajući negativan uticaj na životnu sredinu i smanjujući zavisnost od fosilnih resursa. Pod pojmom *industrija na biosnovi* (engl. bio-based industries) u kontekstu bioekonomije podrazumevaju se industrijske grane koje koriste obnovljive resurse i/ili primenjuju procese na biosnovi u svojoj proizvodnji (European Commission, 2012b, str.34). Značajan rast u pogledu ekonomskih aktivnosti se očekuje kao rezultat korišćenja inovativnog potencijala u oblasti industrijske biotehnologije i biorafinerije koje pružaju mogućnosti za transformaciju postojećih i razvoj novih grana industrije zasnovanih na biosnovi, razvoj tržišta

za nove proizvode na biosnovi i dr. Pored toga, strategija bi trebala da doprinese unapređenju raspoloživosti biomase i biootpada po konkurentnim cenama, ne ugrožavajući sigurnost snabdevanja hranom.

5.3. Primeri dobre prakse industrijske simbioze u odabranim zemljama Evropske unije

Brojni primeri dobre prakse primene principa industrijske simbioze su predstavljeni u okviru tačke 4.2. kao ilustracija različitih načina valorizacije reziduala nastalih u proizvodnji prehrambenih proizvoda. U okviru ove tačke će biti predstavljen primer simbiotskih veza uspostavljenih samoinicijativno (spontano) između različitih kompanija u gradu Kalundborg (Danska), zatim primer institucionalne podrške razvoju industrijske simbioze u okviru nacionalnog programa razvoja industrijske simbioze u Velikoj Britaniji i nekoliko primera simbiotske razmene ostvarene između kompanija koji ne posluju u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda.

Kao pionir u razvoju industrijskog ekosistema posredstvom industrijske simbioze, u literaturi se navodi grad Kalundborg, u Danskoj. Simbioza u Kalundborgu je nastala kao rezultat inicijative menadžera nekoliko kompanija tokom 60-tih i 70-tih godina XX veka i razvijala se zahvaljujući dobroj saradnji zaposlenih u kompanijama koje su bile uključene u simbiozu. Industrijski ekosistem u Kalundborgu je nastao spontano, evoluirao je kroz sporazume "jedan-na-jedan" i bilateralnu razmenu, uz ekonomsku opravdanost za svaki par učesnika.

Kontinuelan razvoj simbioze je ostvaren zahvaljujući ekonomskim i ekološkim benefitima koji su se svake godine povećavali. Zvanično, prve simbiotske veze su uspostavljene 1961. godine kada se naftna kompanija Statoil (tadašnji Esso) suočila sa problemom nedostatka vode za rafineriju u blizini grada Kalundborg. Temelji simbioze su postavljeni kada je rafinerija počela da koristi vodu iz obližnjeg jezera Tissø. Zatim, 1972. godine, Statoil je sklopio ugovor sa lokalnim proizvođačem gipsa Gyproc, kome je prodavao prirodni gas nastao kao nusproizvod prilikom proizvodnje nafte. Gyproc je koristio prirodni gas za sušenje gipsanih ploča. Godine 1973. termoelektrana Dong Energy (u to vreme Asnæs Plant) se povezala sa Statoil-om i počela da koristi otpadnu vodu iz rafinerije za hlađenje svojih postrojenja. Pepeo nastao sagorevanjem uglja termoelektrana je prodavala kompaniji koja se bavi proizvodnjom cementa. U narednom periodu, sve veći broj kompanija se povezao na sličan način, tako da je 1989. godine prvi put upotrebljen termin "industrijska simbioza" kako bi se opisao navedeni oblik saradnje.

U industrijsku simbiozu su se tokom vremena uključili i kompanija Novo Nordisk, grad Kalundborg koji je koristio toplu vodu iz termoelektrane i rafinerije za gradsko grejanje, deo tople vode se koristio za zagrevanje staklenih bašta i dr. (Ehrenfeld, Chertow, 2002, str. 337).

Kao rezultat simbiotske razmene u Kalundborgu, postignuti su sledeći ekonomski i ekološki efekti: redukovana je potrošnja prirodnih resursa – posebno vode i uglja, smanjeno je hemijsko zagađenje vode, redukovane su emisije SO₂ i CO₂, redukovana je kontaminacija tla usled odlaganja otpada, zahvaljujući upotrebi materijala koji su prvenstveno tretirani kao otpad troškovi odlaganja istog su izbegnuti (Ehrenfeld, Chertow, 2002, str. 339; Jacobsen, 2006, Appendix A).

Autori Jacobsen i Anderberg (2004) su istraživali uzroke koji su doveli do uspostavljanja simbiotskih veza i ukazali na činjenicu da je veoma važan zakonski okvir kao pokretač uspostavljanje simbiotske saradnje (str. 227 - 228). Naime, prve aktivnosti razmene koje se mogu okarakterisati kao industrijska simbioza zabeležene su 70-tih godina XX veka, a bile su rezultat nužnosti smanjenja emisija kao posledica implementacije nacionalnog ekološkog zakonodavstva. Gotovo sve inicijative razmene u Kalunborgu 80 - tih godina rezultirale su smanjenjem potrošnje energije kao posledice drugog naftnog šoka i nacionalnih programa racionalne potrošnje energije, dok su aktivnosti od kraja 80-tih godina najviše bile usmerene ka unapređenju upravljanja otpadom i upotrebom vode, što su takođe bili prioriteta na nacionalnom nivou (Jacobsen, Anderberg, 2004). Inicijativa da se voda koristi efikasnije proistekla je iz činjenice da je u regionu Kalundborga došlo do nestašice vode koja je posledica, za Danske standarde, koncentracije velikih industrijskih potrošača (rafinerija i termoelektrana) u regionu sa ograničenim izvorima. Početkom 90-tih godina prošlog veka, termoelektrana Asnaes je bila primorana da instalira postrojenje za odsumporavanje. Između različitih tehničkih rešenja, odabran je proces u kome kao nusproizvod nastaje industrijski gips. Razlog odabira navedenog tehničkog rešenja jeste blizina fabrike Gyproc koja se bavi proizvodnjom gipsanih ploča i koja 75% svoje proizvodnje zasniva na sirovini dobijenoj iz termoelektrane.

Jacobsen i Anderberg (2004), navode da detaljnija analiza ekonomskih efekata ostvarenih u Kalunborgu koji su rezultat industrijske simbioze nikada nije urađena zbog nedostatka podataka i nemogućnosti uvida u ugovore koji su sklapani između učesnika simbioze (str.229). Autori procenjuju da su godišnje uštede na nivou svih projekata simbiotske razmene u Kalundborgu oko 15 miliona dolara i napominju da su ekonomski efekti industrijske simbioze na nivou kompanija marginalni u poređenju sa ekonomskim efektima koje ima osnovna delatnost. *Marginalni, ali samo na prvi pogled.* Jacobsen i Anderberg (2004) obrazlažu da se dodatni ekonomski benefiti ogledaju u sledećem: različite inicijative za "reciklažu" (ponovnu upotrebu) vode kao rezultat industrijske simbioze su postale osnovni preduslov za kontinuelnu ekspanziju proizvodnih kapaciteta (obima proizvodnje) kompanija, značajnih potrošača vode. Povećana efikasnost potrošnje vode koja je ostvarena kroz industrijsku simbiozu je postala ključna za povećanje obima proizvodnje i pratećeg rasta prihoda i profita, koji u suprotnom ne bi bili ostvareni. Lokalne vlasti Kalundborga ne bi dozvolile povećanje obima proizvodnje kompanija u uslovima oskudnih vodnih resursa. Stoga se može zaključiti da su indirektni ekonomski efekti industrijske

simbioze glavni preduslov za direktne ekonomske efekte (rast obima proizvodnje, prihoda, profita...). Zato autori ističu da benefite industrijske simbioze ne treba uvek posmatrati izolovano odnosno samo na nivou kompanija učesnica mreže već treba imati u vidu mnogo širu sliku, i sa ekonomskog i sa ekološkog aspekta.

Sterr i Ott (2004) u svom radu takođe analiziraju okolnosti i faktore koji su uticali na razvoj industrijske simbioze na području Kalunborga. Pored istorijskih karakteristika i sistemskih uslova, među kojima su veličina grada (Kalunborg je relativno mali grad – sa oko 20.000 stanovnika), razvijenost industrije, manji broj značajnih donosilaca odluka na strani korporativnog sektora, česta komunikacija (licem – u – lice) između ključnih aktera, (tzv. short mental distance), poverenje, saradnja, sa aspekta teme i problema istraživanja u doktoratu, veoma su interesantni ekonomski, tehnički i politički uslovi (faktori).

Sterr i Ott navode da saradnja između kompanija u Kalunborgu, koja ima karakteristike industrijske simbioze, nikada nije bila "vođena", motivisana idejom o zaštiti životne sredine i očuvanju prirodnih resursa, već je cilj uspostavljanja razmene nusproizvoda i proizvodnog otpada, sa aspekta kompanija, bio pre svega da se obezbedi ekonomično poslovanje (engl. to run the companies economically) (2004, str.950). I pored toga, ekološka unapređenja koja su bila rezultat navedene saradnje su sve više posmatrana kao "povoljan sporedni efekat" i sledstveno su sistematski istraživana (proučavana), praćena pa čak i sve više implementirana. Mere kontrole zagađenja koje je uvela Danska vlada samo su dodatno povećale su "atraktivnost" određenih rešenja. S obzirom da industrijska simbioza u Kalunborgu nikada nije bila ni na koji način subvencionisana, niti jedna autput – input razmena bez ekonomske opravdanosti nije implementirana. Autori navode da je Kalunborg primer da ekonomija i ekologija ne moraju biti suprotstavljene odnosno da mogu biti komplementarne (Sterr, Ott, 2004).

Koncept industrijske simbioze se tokom godina razvijao i postao praktični pristup odnosno rešenje koje podjednako promovišu i podržavaju donosioci odluka na državnom nivou, poslovne organizacije (kompanije), ekološke nevladine organizacije (Lombardi, Lyons, Shi, Agarwal, 2012, str.2). Primeri industrijske simbioze se mogu pronaći na svim kontinentima, a koncept industrijske simbioze je inkorporiran u dokumentima, na svim nivoima odlučivanja – lokalnom, regionalnom, nacionalnom i međunarodnom, kao strateški alat (instrument) za ekonomski razvoj, zeleni rast, inovacije i resursnu efikasnost.

Kao primer dobre prakse u oblasti institucionalne podrške razvoju industrijske simbioze može se navesti Nacionalni program industrijske simbioze (engl. National Industrial Symbiosis Programme – NISP) u Velikoj Britaniji koji je implementiran u periodu od 2003. do 2013. godine. Nacionalni program razvoja industrijske simbioze u Velikoj Britaniji je nastao kao rezultat ideje da se pomogne umrežavanje (povezivanje) kompanija svih veličina, u okviru istih ili različitih sektora, sa ciljem pronalaženja rešenja za održivo upravljanje resursima, naročito otpadom kao resursom. Umrežavanje podrazumeva da jedna kompanija u svom proizvodnom procesu

kao inpute koristi nusproizvode procesa proizvodnje koji nastaju u drugoj kompaniji. Svi troškovi posredovanja tj. pronalaženja partnera za simbiotsku razmenu su pokriveni od strane države, kroz navedeni program, tako da su za kompanije u Velikoj Britaniji ove usluge bile besplatne. Pozitivni efekti su ostvareni i na strani kompanija u čijoj proizvodnji nastaju nusproizvodi (na taj način kompanija izbegava troškove odlaganja otpada na deponiju) dok kompanija koja kupuje nusproizvode umesto "nekorišćenih" sirovina može uštedeti na nabavnoj ceni. Jedinstvenu industrijsku mrežu koja je nastala zahvaljujući nacionalnom programu danas čini više od 15.000 kompanija (preuzeto sa: <http://www.nispnetwork.com/about-nisp>).

Značaj programa podrške uspostavljanju simbiotske razmene je utoliko veći kada se uzme u obzir činjenica da su kapaciteti deponija u Velikoj Britaniji gotovo u potpunosti iskorišćeni (preuzeto sa: <http://www.independent.co.uk/news/uk/home-news/uk-warned-it-will-run-out-of-landfill-sites-in-eight-years-2021136>). Rešavanje problema otpada je započeto 1996. godine kada je uvedena nacionalna taksa za odlaganje otpada, koja je podrazumevala primenu progresivne takse za industrijski otpad – u periodu 1996/97 taksa je iznosila 8 funti po toni otpada, da bi 2007/08 dostigla iznos od 23 funte po toni, a 2014/15 80 funti po toni. Velika Britanija je i dodatno regulisala ovu oblast ograničavajući tip (vrstu) materijala koje kompanije mogu da odlažu na deponije.

Nacionalni program podrške razvoju industrijske simbioze u Velikoj Britaniji je prvi program takve vrste u svetu, a tokom godina su, prema istom principu, implementirani programi u preko 30 zemalja širom sveta (preuzeto sa : <http://www.international-synergies.com/projects/national-industrial-symbiosis-programme/>): u Evropi – u Finskoj, Danskoj, Belgiji, Holandiji, Mađarskoj, Italiji, Rumuniji, Francuskoj, Nemačkoj i Španiji, a van evropskog kontinenta u Brazilu, Kini, Meksiku (preuzeto sa: <http://www.nispnetwork.com/about-nisp>).

Tokom proteklih godina, implementacija navedenog programa je dovela do značajnih rezultata koji su opravdali podršku razvoju industrijske simbioze u smislu povećanja profitabilnosti, konkurentnosti i unapređenja ekoloških performansi kompanija koje su učestvovala u programu. Neki od najznačajnijih rezultata postignutih, na nivou celokupne ekonomije, zahvaljujući programu podrške razvoju industrijske simbioze su: uštede u troškovima od oko 1 milijarde funti, 993 miliona funti vrednost ostvarene prodaje, otvoreno ili sačuvano preko 10.000 radnih mesta, 38 miliona tona materijala je ponovo iskorišćeno (upotrebljeno), emisija CO₂ je smanjena za 39 miliona tona, utrošeno je 71 miliona tona industrijske vode manje, itd (preuzeto sa : <http://www.nispnetwork.com/about-nisp/a-proven-track-record>).

Prema procenama Evropske komisije, ukoliko bi sve članice Unije primenile sistem sličan programu podrške razvoju industrijske simbioze u Velikoj Britaniji, ukupne uštede u troškovima, na nivou ekonomije Unije, bi iznosile preko 1.4 milijardi evra, vrednost ostvarene prodaje (nusproizvoda ili otpada) oko 1.6 milijardi evra, dok

bi troškovi implementacije programa bili oko 250 miliona evra (preuzeto sa http://ec.europa.eu/environment/enveco/resource_efficiency/pdf/economic_analysis.pdf, str.10).

Jedan od primera kako su uspostavljene simbiotske veze zahvaljujući institucionalnoj podršci jeste razvoj najvećeg kompleksa staklenih bašta u Velikoj Britaniji, površine oko 15 hektara. Učesnici programa su bile dve kompanije: Terra Nitrogen i John Baarda Ltd. Kompanija Terra Nitrogen se bavi proizvodnjom amonijaka i u svom proizvodnom procesu kao nusproizvod dobija CO₂ i vodenu paru, a John Baarda Ltd. proizvodi povrće u staklenim baštama. Između učesnika simbioze je uspostavljena saradnja na način da je CO₂ (oko 12.500 tona godišnje) koji nastaje u proizvodnom procesu kompanije Terra Nitrogen korišćen u staklenim baštama John Baarda Ltd. gde je on ključni sastojak za rast biljaka. Dodatne količine CO₂ u staklenicima su rezultirale povećanjem proizvodnje za oko 50%. Para koja nastaje u procesu proizvodnje Terra Nitrogen je konvertovana u toplu vodu i iskorišćena je za zagrevanje staklenih bašta kompanije John Baarda Ltd (preuzeto sa http://www.packaging-gateway.com/projects/john_baarda).

Na sličnom principu je uspostavljena industrijska simbioza u Holandiji, između kompanije Shell Oil i proizvođača povrća i cveća u staklenim baštama u okolini Roterdama. Za velike rafinerije nafte kao što je Shell Oil, ugljen-dioksid, koji nastaje kao nusproizvod u procesu proizvodnje je uslovno rečeno otpad. Za uzgajivače povrća i cveća on je vredan (važan) input. Kako je ugljen-dioksid osnovna hrana biljkama, uzgajivači kultura u staklenim baštama "proizvode" CO₂ sagorevanjem prirodnog gasa. Na taj način povećavaju njegovu koncentraciju i do tri puta, što omogućava biljkama da brže rastu, skraćuje se vreme proizvodnje i povećava produktivnost za oko 25%. Međutim, biljke koriste samo deo veštački proizvedenog ugljen dioksida, a ostatak iz staklenih bašta odlazi u atmosferu.

S druge strane, holandski inženjeri su pronašli način kako da iskoriste CO₂ koji se oslobađa u procesu prerade nafte da bi ubrzali rast kultura uzgajanih u komercijalnim staklenicima. Postavljen je sistem cevi (ukupna distributivna mreža oko 300 km) koji godišnje odvodi oko 356.000 tona CO₂ od Shell Oil rafinerije do staklenika u okolini Roterdama. Na taj način se sprečava emisija ugljen dioksida u atmosferu od strane rafinerije, a sa druge strane farmeri više ne moraju da proizvode CO₂ za svoje staklenike (sagoreva se 105 miliona kubnih metara prirodnog gasa manje). Vlasnici staklenika, kroz sistem industrijske simbioze sa kompanijom Shell Oil, kupuju CO₂ po ceni od 40 do 70 evra po toni, što je iznos kojim bi mogli da pokriju samo polovinu troškova sopstvene proizvodnje tone ovog gasa. Na ovaj način, i jedna i druga strana, ostvaruje pozitivne i ekonomske i ekološke efekte (preuzeto sa: <https://www.theguardian.com/science/2006/aug/12/oilandpetrol.food>).



II EMPIRIJSKO-ANALITIČKI OKVIR

1. Naučna i društvena opravdanost istraživanja

Savremeno poslovno okruženje nameće potrebu za poštovanjem principa održivog razvoja (održive proizvodnje) i u skladu sa tim za razvojem održivih industrijskih sistema odnosno industrijskih ekosistema. Takođe, savremeni uslovi poslovanja zahtevaju osmišljen, ekonomski efikasniji i ekološki odgovorniji pristup upravljanju (prirodnim) resursima u okviru proizvodnih procesa, ali i upotrebu rezidua (otpada i nusproizvoda) kao inputa posredstvom različitih cirkularnih poslovnih modela poput industrijske simbioze.

Poslednjih decenija evidentno je sve veće interesovanje za pokazatelje održivosti poslovanja i ekoeffikasne industrijske sisteme pri čemu ekoeffikasnost podrazumeva istovremeno unapređenje i ekonomskih i ekoloških indikatora performansi.

Na osnovu rezultata istraživanja prezentovanih u okviru tačke 4., proističe opravdanost odabira oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda u funkciji proučavanja i ocene efekata primene principa industrijske simbioze. O značajnim količinama reziduala koje nastaju u odabranoj oblasti govore radovi autora Sanders i Crosby (2004), Federici, Fava, Kalogerakis i Mantzavinos (2009), Van Dyk, Gama, Morrison, Swart i Pletschke (2013) i brojni drugi. U okviru industrijske prerade odnosno proizvodnje prehrambenih proizvoda godišnje nastaju značajne količine prehrambenog otpada i nusproizvoda pri čemu su navedeni tokovi otpada samo delimično valorizovani. Preostali otpad se odlaže eksterno (na deponije), što značajno negativno utiče na sveukupnu održivost proizvodnje prehrambenih proizvoda.

Iako u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda ne nastaje opasan otpad kao u nekim drugim oblastima prerađivačke industrije, ipak velika količina biorazgradivog otpada može predstavljati rizik za životnu sredinu ukoliko se njime ne upravlja adekvatno. U skladu sa navedenim, potreba za istraživanjem proizilazi i iz činjenice da značajne količine rezidua koje se neizbežno generišu u procesu proizvodnje prehrambenih proizvoda predstavljaju značajan gubitak vrednih resursa, i sa ekonomskog i sa ekološkog aspekta, a mnogi od reziduala imaju potencijal da budu iskorišćeni u okviru drugih proizvodnih procesa kao inputi.

U prilog opravdanosti izbora grana prehrambene industrije (proizvodnja šećera, suncokretovog ulja, sira) govore i izveštaj Evropske komisije (2015, str.50) u kome se navodi da najveće količine nusproizvoda i otpada u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda u Evropskoj uniji nastaju u proizvodnji šećera i sira, autori Grujić i Franc (2012, str.9) navode da unutar sektora prehrambene industrije, najveći proizvođači otpadnih materija su mlekare, procesi vrenja/destilacija i prerada mesa. Autori Koutinas, Vlysidis, Pleissner, Kopsahelis, Lopez Garcia, Kookos et al. (2014) su u svom radu predstavili odabrane grane u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda odnosno industrijske prerade, proizvodne procese i prosečne količine otpada i nusproizvoda koji se generišu po kilogramu prerađene sirovine. Autori navode da npr. prilikom proizvodnje sira 85-90% mleka nakon

procesa prerade preostane u obliku otpada ili nusproizvoda (surutke, pre svega), kod proizvodnje šećera taj procenat iznosi oko 85% osnovne sirovine (šećerne repe) dok kod proizvodnje biljnog ulja od 40 do 70% inputa, na kraju proizvodnog procesa, preostane u obliku reziduala (Koutinas, Vlysidis, Pleissner, Kopsahelis, Lopez Garcia, Kookos et al., 2014). Prethodno navedeno govori u prilog opravdanosti primene koncepta industrijske simbioze u odabranim granama prehrambene industrije.

S druge strane, autori Paquin, Busch i Tilleman (2015) ukazuju na mogućnost unapređenja eko-efikasnosti poslovanja upravo kroz industrijsku simbiozu. Kada je reč o eko-efikasnosti, Paquin, Busch i Tilleman (2015) sagledavaju doprinos industrijske simbioze kroz prizmu unapređenja ekonomskih i ekoloških performansi uz obrazloženje da kompanije kroz simbiotsku razmenu smanjuju ukupne troškove poslovanja smanjenjem troškova materijala/energije, supstitucijom inputa nusproizvodom ili povećavaju prihod prodajom nusproizvoda.

Park i Behera (2014, str.480) primenjuju indikatore eko-efikasnosti za istovremenu (simultanu) kvantifikaciju ekonomskih i ekoloških performansi industrijske simbioze, pri čemu navode da je definisani okvir Svetskog poslovnog saveta za održivi razvoj (WBCSD) za merenje eko-efikasnosti najpogodniji. Navedeni okvir je korišćen i za merenje ekonomskih i ekoloških performansi u okviru empirijskog istraživanja doktorske disertacije.

Ekološki ishodi simbiotskih veza uključuju smanjenje potrošnje materijala, enegije, upotrebu obnovljivih izvora, smanjenje emisije CO₂ i dr. Paquin, Busch i Tilleman (2015) obrazlažu da su u svom istraživanju za primarnu ekološku varijablu (ekološki ishod) simbiotskih aktivnosti izabrali emisiju CO₂, a ne smanjenje količine otpada koji se odlaže na deponiju jer pokazatelj emisije ugljen-dioksida omogućava analizu razmene resursa u okviru simbiotskih veza i materijalne i nematerijalne prirode (tehnička ekspertiza, logistički aspekt razmene i sl.). Kada je u pitanju razmena resursa materijalne prirode, ona se povezuje sa smanjenjem količine otpada koji se odlaže na deponiju. S obzirom da su doktorskoj disertaciji analizirane simbiotske veze koje su podrazumevale razmenu materijalnih resursa (nusproizvoda), ekološka komponenta eko-efikasnosti je merena kroz smanjenje otpada koji se odlaže na deponiju.

Dodatno je kao ekološka performansa posmatrana i supstitucija materijala i energenta nusproizvodom/otpadom. Opravdanost primene pokazatelja supstitucije materijala ili energenta proizilazi iz radova autora Figge, Young, Barkemeyer (2014) i Paquin, Busch, Tilleman (2015). Takođe, industrijska simbioza se može posmatrati kao jedno od rešenja za unapređenje efikasnosti upotrebe materijala i energije u industrijskim sistemima (Martin, Svensson, Eklund, 2015, str.263) što je dodatno značajno sa aspekta učešća troškova materijala i energije u ukupnim troškovima (ceni koštanja) i sa stanovišta produktivnosti resursa koja ne uključuje radnu snagu (Lavery, Pennell, Brown, Evans, 2013).

2. Predmet i problemi istraživanja

Sve do pojave savremene ekološke krize, na proizvodnju se gledalo kao na "otvoreni" (linearni) proces u kome se kontinuirano koriste prirodni resursi, a reziduali procesa proizvodnje odlažu u spoljnu sredinu. Potrošnja prirodnih resursa kao inputa u okviru proizvodnih procesa dovela je do smanjenja zaliha istih, s jedne strane, i porasta količine generisanog otpada, kao autputa, s druge strane. Tokom XX veka pitanje odnosa proizvodnih aktivnosti i prirodnih resursa je postepeno dobijalo na značaju, da bi poslednjih decenija prošlog veka, degradacija životne sredine i brojni ekološki problemi bili prepoznati kao osnovni izazov za društvene i ekonomske (i industrijske) sisteme.

Navedeno je rezultiralo preispitivanjem tradicionalnog koncepta proizvodnje i razvojem i implementacijom cirkularnog modela poslovanja odnosno cirkularne ekonomije. Cirkularna ekonomija kao model za održive industrijske sisteme uzima – prirodu. Činjenica da prirodni sistemi nastoje da sve recikliraju prirodnim putem, sa visokim stepenom efikasnosti, odslikava suštinu potrebe da postojeći industrijski sistemi "uče" od prirode i da funkcionišu prema principima industrijske simbioze. Odnosno, da se nusproizvodi i proizvodni otpad jednog proizvodnog procesa koriste kao inputi u drugom.

Kompanije se u savremenim uslovima poslovanja sve više suočavaju sa pritiskom od strane interesnih grupa da internalizuju štetne efekte koje njihove aktivnosti imaju po životnu sredinu. Naročito proizvodne kompanije, jer su one istovremeno i veliki "potrošači" prirodnih resursa, ali i značajni zagađivači. U navedenim okolnostima, kompanije prave kompromis između ekoloških i ekonomskih učinaka, jer troškovi zaštite životne sredine utiču na ukupne troškove poslovanja i sledstveno mogu se odraziti (i odražavaju se) na konkurentnost kompanija. Koncept eko-efikasnost je u navedenom kontekstu razvijen kako bi se ostvario "kompromis", ali i kompatibilnost ekonomskih i ekoloških efekata (performansi) poslovanja.

U oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda nastaju velike količine reziduala (nusproizvoda i proizvodnog otpada) koje predstavljaju značajan gubitak vrednih resursa, i sa ekonomskog i sa ekološkog aspekta, a mnogi od reziduala imaju potencijal da budu iskorišćeni u okviru drugih industrijskih procesa (sistema). Stoga se saradnja između kompanija posredstvom industrijske simbioze i koncept eko-efikasnosti kao pokazatelj uspešnosti navedene saradnje mogu primeniti u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda.

Na osnovu prethodno navedenog mogu se izdvojiti dva najznačajnija aspekta koja daju odgovor na pitanje o potrebi istraživanja. Prvi se odnosi na sagledavanje trendova koji se razvijaju u oblasti upravljanja i valorizacije reziduala, prezentovanje primera dobre prakse i utvrđivanje rezultata koji su postignuti kroz implementaciju principa cirkularne ekonomije i industrijske simbioze u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda. Drugi aspekt

se odnosi na mogućnost unapređenja domicilne prakse u proizvodnji prehrambenih proizvoda, kroz aplikaciju novih (efikasnijih) modela i metoda, a na osnovu pozitivnih iskustava kompanija u razvijenim zemljama.

Predmet istraživanja doktorske disertacije u navedenom kontekstu jeste analiza poslovnih procesa kompanija u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda kroz prizmu prirodnih ekosistema, tj. kroz postulate industrijske simbioze. Odnosno konkretnije predmet istraživanja su:

1. modaliteti (načini) valorizacija reziduala koji nastaju u proizvodnji prehrambenih proizvoda posredstvom industrijske simbioze (interna i/ili eksterna simbioza; upotreba nusproizvoda kao supstituta za materijal (sirovinu) i/ili energent) i

2. uticaj ekonomskog vrednovanja i upravljanja rezidualima na ekonomske i ekološke performanse tj. eko-efikasnost.

3. Ciljevi istraživanja

U prijavi doktorske disertacije kao osnovni (primarni) cilj istraživanja navedeno je razvijanje plauzibilnog modela koji će ukazati na resurse (pod resursima se u ovom kontekstu podrazumevaju nusproizvodi i/ili proizvodni otpad) koje kompanije u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda, (mogu) međusobno (da) razmenjuju odnosno da se ukaže na tokove otpada i nusproizvoda. *Model je razvijen na osnovu rezultata teorijskog i empirijskog istraživanja i prikazan je u okviru tačke 6.1.*

U okviru definisanih ciljeva je predviđeno da se anketiranjem odabranih kompanija u Republici Srbiji i zemljama regiona ocene ekonomski i ekološki efekti primene principa industrijske simbioze. *Na osnovu sprovedenog empirijskog istraživanja sagledani su efekti simbiotske razmene u odabranima kompanijama sa aspekta uticaja na 1. ekonomske performanse - uticaj primene principa industrijske simbioze na rast prihoda odnosno smanjenje troškova i 2. ekološke performanse - smanjenje količine otpada koji se odlaže na deponiju i upotreba nusproizvoda kao sirovine i/ili energenta.*

Kao izvedeni (sekundarni) ciljevi istraživanja u prijavi doktorske disertacije navedeni su:

1. sistematizacija rezultata teorijsko – empirijskih istraživanja, odabir primera dobre prakse te analiza postojećih održivih industrijskih sistema uspostavljenih posredstvom industrijske simbioze u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda. *Rezultati teorijsko – empirijskih istraživanja i odabrani primeri dobre prakse ekonomskog vrednovanja (valorizacije) i upravljanja rezidualima proizvodnje prehrambenih proizvoda sistematizovani su i prikazani po granama/grupama prehrambene industrije u okviru tačke 4.*

2. utvrđivanje ekonomskih efekata valorizacije nusproizvoda i proizvodnog otpada posredstvom industrijske simbioze - uticaj primene principa industrijske simbioze na smanjenje varijabilnih industrijskih troškova realizacijom (prodajom) nusproizvoda ili kroz nižu nabavnu cenu nusproizvoda kao inputa, smanjenje troškova zaštite životne sredine neplaćanjem taksi za odlaganje nusproizvoda ili proizvodnog otpada, smanjenje ukupnih troškova (cene koštanja), ostvarivanje marginalne dobiti. *U okviru tačke 3.2 i 3.4 detaljnije su objašnjeni ekonomski efekti primene principa industrijske simbioze, zatim na konkretnim primerima u okviru tačke 4.2 za odabrane grane prehrambene industrije i kroz prezentaciju rezultata empirijskog istraživanja u okviru tačke 6.*

C3: utvrđivanje ekoloških efekata valorizacije nusproizvoda i proizvodnog otpada posredstvom industrijske simbioze - uticaj primene principa industrijske simbioze na smanjenje količine proizvodnog otpada koji se odlaže na deponije i sledstveno zagađenja životne sredine, smanjenje emisije CO₂, smanjenje potrošnje fosilnih goriva (upotrebom otpada ili nusproizvoda kao energenta), uštede u potrošnji vode, uštede u potrošnji "nekorišćenih" sirovina. *U okviru tačke 3.2 i 3.4 detaljnije su objašnjeni ekološki efekti primene principa industrijske simbioze,*

zatim na konkretnim primerima u okviru tačke 4.2 za odabrane grane prehrambene industrije i kroz prezentaciju rezultata empirijskog istraživanja u okviru tačke 6.

C4: istraživanje uticaja transformacije tradicionalnih (linearnih) modela upravljanja poslovnim procesima i implementacije inovativnih metoda ("imitacija" prirode posredstvom industrijske simbioze) na eko-efikasnost. *U okviru teorijskog i empirijskog dela doktorske disertacije ukazalo se na efekte (prednosti) transformacije linearnog u cirkularni poslovni model, sa fokusom na uticaj industrijske simbioze na ekonomske i ekološke performanse kompanija u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda.*

4. Hipotetički okvir istraživanja

Polazeći od osnovnog predmeta i problema istraživanja u disertaciji, a uvažavajući dosadašnja naučna istraživanja na ovu temu, glavna hipoteza od koje se polazi u radu i koja će biti predmet dokazivanja glasi:

H0: Modeliranje i upravljanje poslovnim procesima posredstvom industrijske simbioze u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda utiče na eko - efikasnost preduzeća (ekonomske i ekološke performanse)

Pomoćne hipoteze

H01: Postoji pozitivna veza između primene principa industrijske simbioze i ekonomskih performansi preduzeća u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda

H02: Postoji pozitivna veza između primene principa industrijske simbioze i ekoloških performansi preduzeća u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda

H03: U zavisnosti od pripadnosti proizvođača određenoj grani u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda, prisutna je razlika u ekonomskim i ekološkim efektima industrijske simbioze

H04: U zavisnosti od primene principa interne ili eksterne simbioze, prisutna je razlika u ekonomskim i ekološkim efektima

5. Metodološki okvir istraživanja – metode, postupci i tehnike istraživanja

Empirijsko istraživanje je realizovano u obliku pilot studije. Odabrane su sledeće grane odnosno grupe u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda:

1. grana: proizvodnja biljnih i životinjskih ulja i masti - grupa: proizvodnja ulja i masti (odabrana je proizvodnja **suncokretovog ulja**),
2. grana: proizvodnja mlečnih proizvoda - grupa: prerada mleka i proizvodnja **sira** i
3. grana: proizvodnja ostalih prehrambenih proizvoda - grupa: proizvodnja **šećera**.

Istraživanje je sprovedeno u 5 zemalja:

1. Srbiji,
2. Bosni i Hercegovini,
3. Hrvatskoj,
4. Mađarskoj i
5. Rumuniji.

Za prikupljanje potrebnih podataka u svrhu realizacije empirijskog istraživanja primenjena je metoda anketiranja. Ispitanicima je poslat upitnik prilagođen svakoj odabranoj grani (grupi) prehrambene industrije (u smislu nusproizvoda koji nastaju u procesu proizvodnje), preveden na zvanične jezike zemalja u kojima kompanije posluju (rumunski i mađarski). Najveći deo pitanja u upitnicima koji su koncipirani za tri odabrane grane (grupe) je u potpunosti identičan. Određena pitanja su zbog različitih nusproizvoda koji nastaju u procesu proizvodnje prilagođena svakoj grani (grupi).

Ograničenje u istraživanju je predstavljao ukupan broj kompanija (populacija) u odabranim granama prehrambene industrije, u Srbiji i zemljama okruženja (npr. u Mađarskoj šećer proizvodi samo jedna kompanija). Stoga je na osnovu odabira kompanija koje će učestvovati u istraživanju formiran nameran uzorak.

Određeni broj kompanija ima više proizvodnih pogona, na različitim lokacijama. Svaki pogon je posmatran kao nezavisna jedinica u uzorku, pod uslovom da na različite načine valorizuje nusproizvode u odnosu na druge proizvodne jedinice.

Upitnici su distribuirani na 42 e-mail adrese zaposlenih u odabranim kompanijama na pozicijama direktora proizvodnje, tehničkog direktora proizvodnog centra i sl., u periodu od marta 2017. do avgusta 2017. godine. Podaci koji su prikupljeni se odnose na 2016. godinu. Ukupno je vraćeno 33 popunjena upitnika, pri čemu 3 upitnika nisu adekvatno popunjena i stoga nisu uključena u analizu.

Prilikom sastavljanja upitnika, a u skladu sa definisanim ciljevima i hipotezama istraživanja u okviru doktorske disertacije, delimično je korišćen upitnik autora Posch (2010), kao i radovi (istraživanja) autora Paquin, Busch, Tilleman (2015) i Pasetti i Tenucci (2016). U svrhu validacije, sprovedeno je probno testiranje u odabranim kompanijama nakon čega je sastavljena konačna verzija upitnika. Upitnik je podeljen na tri dela. Prvi deo upitnika se odnosi na utvrđivanje: 1. pripadnosti kompanije grani (grupi) u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda, 2. države u kojoj kompanija posluje, 3. veličine kompanije i 4. da li kompanija upravlja zaštitom životne sredine odnosno da li primenjuje standard zaštite životne sredine. Drugi deo upitnika se odnosi na kvantitativne pokazatelje input – output analize koji su uključivali količinu prerađenih sirovina, obim proizvodnje glavnog proizvoda i količinu generisanih nusproizvoda (u zavisnosti od delatnosti kompanije). Treći deo pitanja se odnosio na upravljanje nusproizvodima i njihovu upotrebu interno i/ili eksterno kao sirovine i/ili energenta.

Prikaz strukture upitnika		Ponuđeni odgovori
I DEO UPITNIKA (opšti podaci)	Grana/grupa	1. proizvodnja ulja i masti 2. prerada mleka i proizvodnja sira 3. proizvodnja šećera
	Država	1. Srbija 2. Bosna i Hercegovina 3. Hrvatska 4. Mađarska 5. Rumunija
	Veličina preduzeća	1. veliko 2. srednje
	Primena standarda zaštite životne sredine	da ne ne znam otvoreno pitanje za navođenje naziva standarda
II DEO UPITNIKA	količina prerađenih sirovina	1. suncokreta 2. mleka 3. šećerne repe
	obim proizvodnje glavnog proizvoda	1. suncokretovog ulja 2. sira 3. šećera

(input – output analiza)	količina generisanih nusproizvoda	1. suncokretova ljuska, sačma, masna kiselina 2. surutka 3. melasa, repini rezanci
III DEO UPITNIKA	<p>Da li kompanija upravlja nusproizvodima odnosno da li primenjuje princip industrijske simbioze?</p> <p>Da li se nusproizvod (nusproizvodi) koriste (i) interno kao sirovina i/ili energent?</p> <p>Da li se nusproizvod (nusproizvodi) koriste (i) eksterno kao sirovina i/ili energent?</p> <p>Nusproizvod(i) i uticaj na ekonomske performanse – povećanje prihoda i smanjenje troškova.</p> <p>Nusproizvod(i) i uticaj na ekološke performanse - odlaganje otpada na deponiju i upotreba nusproizvoda kao sirovine i/ili energenta.</p>	<p>1.da 2.delimično 3.ne</p> <p>1. da 2.ne</p> <p>1.da 2.ne</p>

Analiza podataka prikupljenih anketiranjem izvršena je primenom adekvatnih statističkih tehnika, uz pomoć softvera IBM SPSS Statistics 20.

Tokom analize korišćene su neparametarske statističke metode: Spirmanov (Spearman) koeficijent korelacije, Hi kvadrat (Chi square) test nezavisnosti i logistička regresija.

Sva testiranja sprovedena su na nivou statističke značajnosti 0.05. Spirmanov koeficijent korelacije upotrebljen za ispitivanje postojanja veze između dve kategorijalne varijable. Koeficijent može da primi vrednosti u intervalu od -1 do 1. Pozitivan predznak koeficijenta pokazuje da je postoji pozitivna veza, dok negativan predznak da postoji negativna veza između varijabli. Klasifikacija jačine korelacije na osnovu apsolutne vrednosti koeficijenta korelacije je:

- od 0 do 0,29 postoji slaba korelacija,
- od 0,3 do 0,59 postoji korelacija srednje jačine,
- od 0,6 do 1 postoji jaka korelacija.

Pored jačine veze i smera veze između dve slučajne varijable, neophodno je utvrditi i statističku značajnost korelacije. Da bi veza između dve slučajne varijable bila statistički značajna ona mora biti na nivou značajnosti manjoj od izabranog nivoa značajnosti.

Hi kvadrat test upotrebljen je da se ispita da li postoji statistički značajna razlika u učestalosti ili proporcijama slučajeva opaženih u svakoj od kategorija sa vrednostima koje bi bile očekivane da između merenih varijabli ne postoji veza.

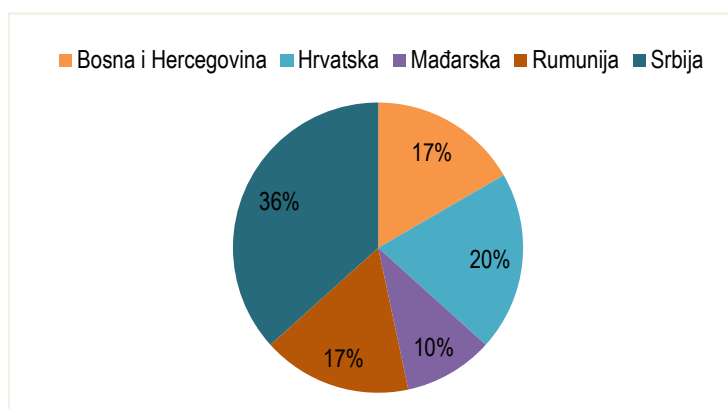
Za otkrivanje varijabli koje imaju statistički značajan uticaj na primenu principa industrijske simbioze korišćena je i logistička regresija. Logistička regresija je statistička metoda koja se koristi za modeliranje zavisne varijable (Y) koja ima samo dva moguća ishoda: 0 ili 1 u zavisnosti od ispunjenosti određenog kriterijuma. Nezavisne varijable u modelu (X) mogu biti i metričke i kategorijalne. Pretpostavke na kojima se zasniva logistička regresija su sledeće: zavisna promenljiva ima binarnu raspodelu. Nezavisne promenljive su međusobno nezavisne. Logaritmi nezavisnih i zavisna promenljiva su linearno nezavisne.

Učinak modela je testiran Omnibus testom koeficijenata modela u kom se ispituju razlike između modela koji sadrži sve uključene varijable i modela koji sadrži samo konstantu. Hosmer i Lemeshow test je korišćen kako bi se testirala hipoteza da je razvijeni model adekvatan za otkrivanje faktora koji imaju značajan uticaj na primenu principa industrijske simbioze. Za evaluaciju fitovanja modela logističke regresije korišćeni su Cox i Snell R² i Nagelkerke's Pseudo R² koeficijent.

6.2. Komparativna analiza rezultata istraživanja – zemlje regiona i Republika Srbija

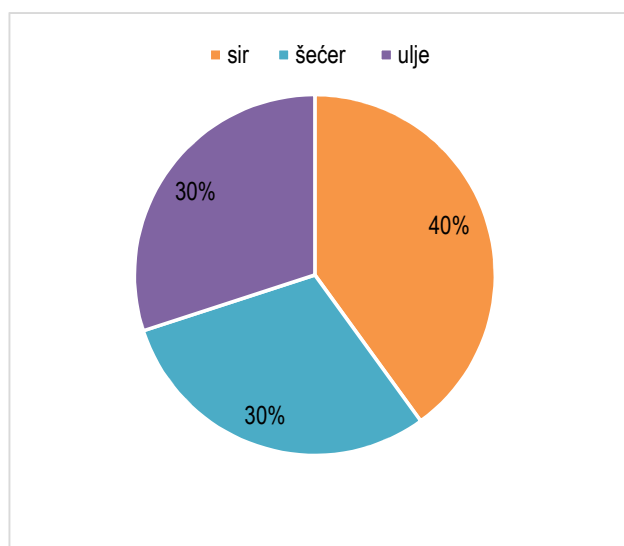
Najveći broj kompanija koje su učestvovala u istraživanju je iz Srbije 36%, 20% kompanija je iz Hrvatske, 17% anketiranih kompanija je iz Rumunije, isti procenat (17%) iz Bosne i Hercegovine i 10% posluje u Mađarskoj.

Grafikon 6. Prikaz uzorka po državama



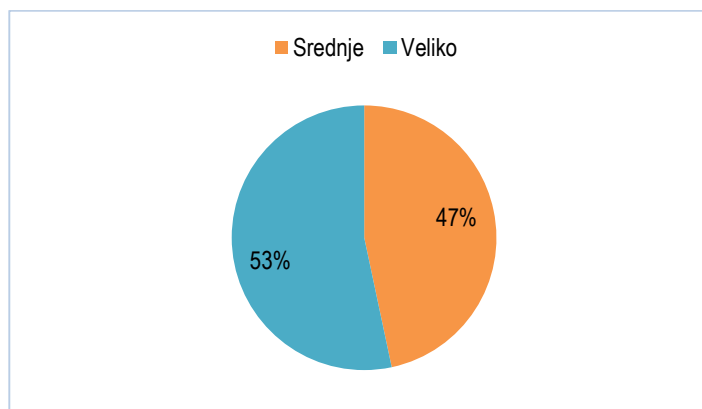
Kada je reč o pripadnosti kompanije grani odnosno grupi u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda, 40% kompanija koje su činile uzorak se bavi preradom mleka odnosno proizvodnjom sira, 30% proizvodnjom šećera preradom šećerne repe i 30% preradom suncokreta odnosno proizvodnjom sunokretovog ulja.

Grafikon 7. Prikaz uzorka po granama



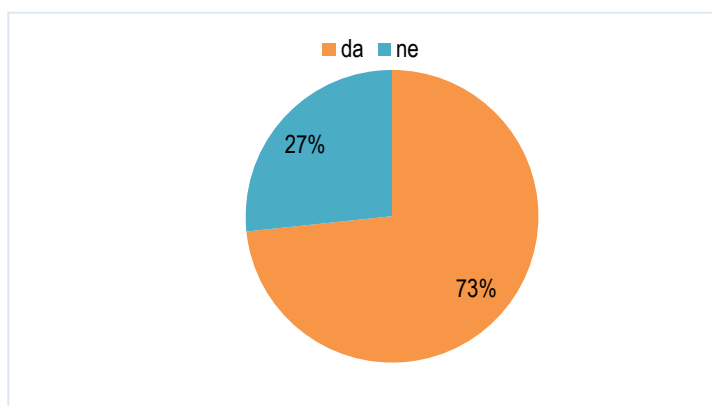
Prema veličini, 47% kompanija koje su učestvovala u empirijskom istraživanju spada u grupu srednjih, a 53% u grupu velikih preduzeća. Uz napomenu da su kompanije birale odgovor – “srednje” ili “veliko” prema kriterijumima za klasifikaciju koji su utvrđeni u domicilnim zemljama.

Grafikon 8. Prikaz uzorka prema veličini kompanije



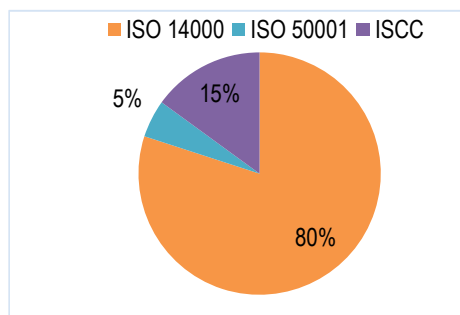
Na pitanje da li kompanija primenjuje standard zaštite životne sredine (sistem upravljanja zaštitom životne sredine), 73% kompanija je dalo pozitivan odgovor, dok je negativno odgovorilo 27% anketiranih.

Grafikon 9. Primena standarda zaštite životne sredine



Ukoliko je odgovor na prethodno pitanje bio pozitivan, naredno pitanje otvorenog karaktera se odnosilo na navođenje konkretnog standarda koji je implementiran u kompaniji. Struktura odgovora je sledeća:

Grafikon 10. Primena standarda zaštite životne sredine



Prema rezultatima anketiranja, 80% kompanija upravlja zaštitom životne sredine u skladu sa nekim od standarda serije ISO 14000 (navedeni odgovori su bili ISO 14001, ISO14001:2004, ISO 14001:2005), standard ISCC (Međunarodna sertifikacija održivosti ugljenika (ISCC) – proizvodnja energije i goriva iz biomase) je implementiralo 15% kompanija, a standard energetske efikasnosti 5% kompanija. Interesantno je napomenuti da nijedna kompanija nije navela standard ISO 14045 koji se odnosi na eko-efikasnost.

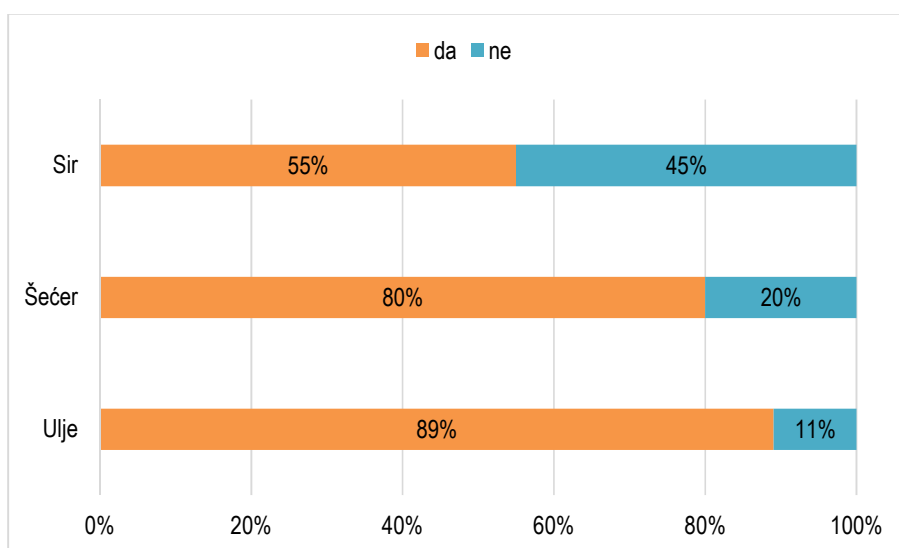
Daljom analizom, na osnovu rezultata χ^2 testa ($df = 1$) = 3.326; $p = 0.190 > 0.05$ može se zaključiti da ne postoji statistički značajna veza između primene standarda zaštite životne sredine (upravljanja zaštitom životne sredine) i pripadnosti proizvođača određenoj grani u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda.

Tabela 8.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3.326	1	.190
N of Valid Cases	30		

Gotovo 90% kompanija koje proizvode suncokretovo ulje i 80% kompanija koje proizvode šećer upravlja zaštitom životne sredine prema nekom od navedenih standarda. S druge strane, 55% kompanija koje se bave preradom mleka i proizvodnjom sira je implementiralo standard zaštite životne sredine.

Grafikon 11. Primena standarda zaštite životne sredine i grana



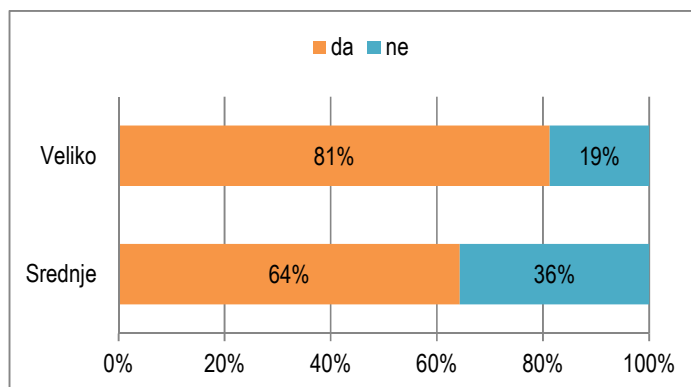
Na osnovu dobijenih rezultata χ^2 testa ($df = 1$) = 1.099; $p = 0.295 > 0.05$ može se zaključiti da ne postoji statistički značajna veza između primene standarda zaštite životne sredine i veličine kompanije.

Tabela 9.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1.099	1	.295
N of Valid Cases	30		

Rezultati pokazuju da 81% velikih odnosno 64% kompanija srednje veličine primenjuje standard zaštite životne sredine.

Grafikon 12. Primena standarda zaštite životne sredine i veličina kompanije



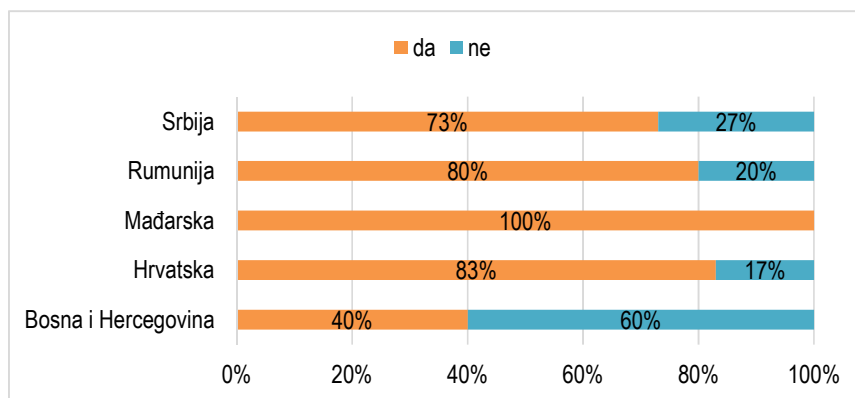
Na osnovu rezultata χ^2 testa ($df = 4$) = 4.354; $p = 0.360 > 0.05$ može se zaključiti da ne postoji statistički značajna veza između upravljanja zaštitom životne sredine i države u kojoj kompanije posluju.

Tabela 10.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4.354	4	.360
N of Valid Cases	30		

Interesantno je zapaziti da sve anketirane kompanije koje posluju u Mađarskoj primenjuju neki od navedenih standarda zaštite životne sredine, visok procenat imaju i Hrvatska (83%) i Rumunija (80%). Kada je reč o kompanijama koje posluju u Srbiji, 73% anketiranih upravlja zaštitom životne sredine, dok najniži procenat – 40% ima Bosna i Hercegovina.

Grafikon 13. Primena standarda zaštite životne sredine po državama



Dalje je u analizi, kao mera varijabilnosti prikazan rang, a kao mera centralne tendencije srednja vrednost za svaku granu/grupu odnosno za svaki odabrani proizvod – sir, šećer i ulje i to količina prerađenih sirovina, obim proizvodnje glavnog proizvoda i količine odabranih nusproizvoda u toku 2016.godine.

Tabela 11. Kvantitativni pokazatelji za proizvodnju sira

Proizvod	Numerički pokazatelj	Količina sirovina, na godišnjem nivou	Količina glavnog proizvoda, na godišnjem nivou	Količina nusproizvoda, na godišnjem nivou
Sir		prerađeno mleko za proizvodnju sira u l	proizvedeni sir u kg	surutka, u kg
	Srednja vrednost	10,291,445.43	2,608,959.80	5,262,984.00
	Rang	34,790,831.00	6,930,000.00	11,270,000.00

Tabela 12. Kvantitativni pokazatelji za proizvodnju šećera

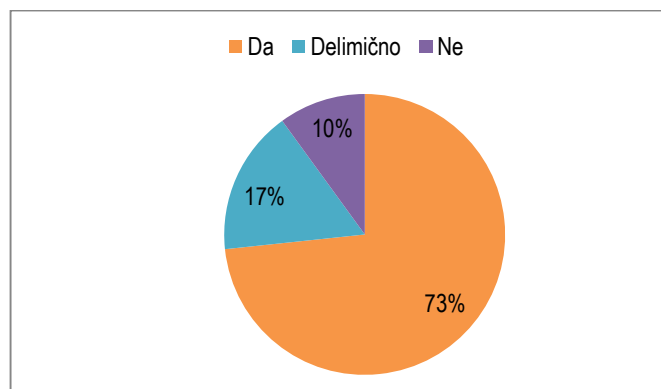
Proizvod	Numerički pokazatelj	Količina sirovina, na godišnjem nivou	Količina glavnog proizvoda, na godišnjem nivou	Količina nusproizvoda, na godišnjem nivou	
Šećer		prerađena šećerna repa u t	proizvedeni šećer, u t	repini rezanci, u t	melasa, u t
	Srednja vrednost	45,447,625.22	6,275,922.30	2,060,969.30	2,374,608.50
	Rang	403,777,984.00	61,884,197.00	20,189,046.00	18,817,842.00

Tabela 13. Kvantitativni pokazatelji za proizvodnju suncokretovog ulja

Proizvod	Numerički pokazatelj	Količina sirovina, na godišnjem nivou	Količina glavnog proizvoda, na godišnjem nivou	Količina nusproizvoda, na godišnjem nivou		
Ulje		prerađeni suncokreta u t	proizvedeno suncokretovo ulja, u t	suncokreto va ljuska, u t	masna kiselina, u t	suncokretova sačma, u t
	Srednja vrednost	126,994.38	61,840.13	20,162.88	739.75	100,081.25
	Rang	228,000.00	70,715.00	24,339.00	2,126.00	307,598.00

Na pitanje da li kompanija upravlja nusproizvodom (nusproizvodima) odnosno da li primenjuje princip industrijske simbioze, pozitivno je odgovorilo 73% anketiranih, 17% je dalo odgovor delimično, a 10% je odgovorilo negativno.

Grafikon 14. Primena principa industrijske simbioze



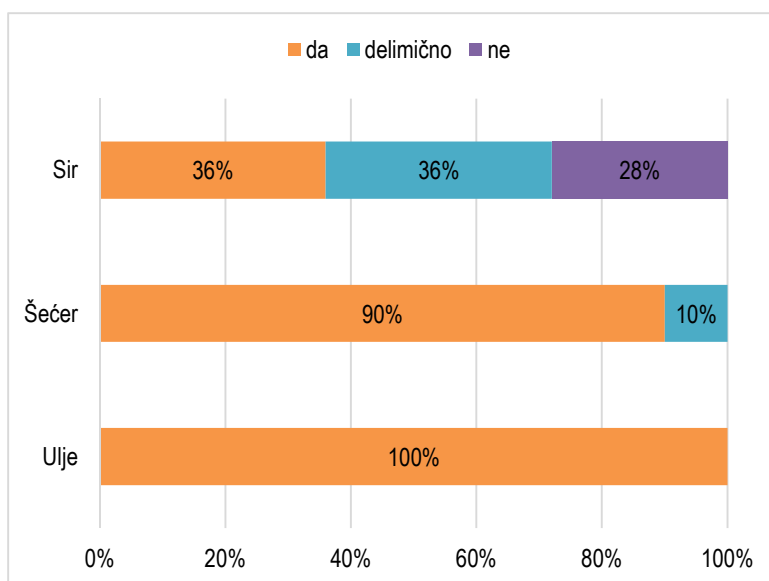
Rezultat χ^2 testa (df = 4) = 12.811; p = 0.012 < 0.05 je pokazao da postoji statistički značajna veza između primene principa industrijske simbioze i pripadnosti proizvođača određenoj grani u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda.

Tabela 14.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	12.811		
N of Valid Cases	30	4	.012

Rezultati pokazuju da sve kompanije koje se bave proizvodnjom suncokretovog ulja primenjuju princip industrijske simboze, 90% kompanija koje proizvode šećer upravlja nusproizvodima, 10% šećerana delimično primenjuje princip industrijske simbioze. Kada je u pitanju prerada mleka i proizvodnja sira, 36% mlekara u potpunosti odnosno delimično iskoristi surutku, dok se kod 28% anketiranih mlekara nusproizvod ne koristi kao input u drugim procesima (ispušta se u kanalizacione ili otvorene vodene tokove).

Grafikon 15. Primena principa industrijske simbioze po granama



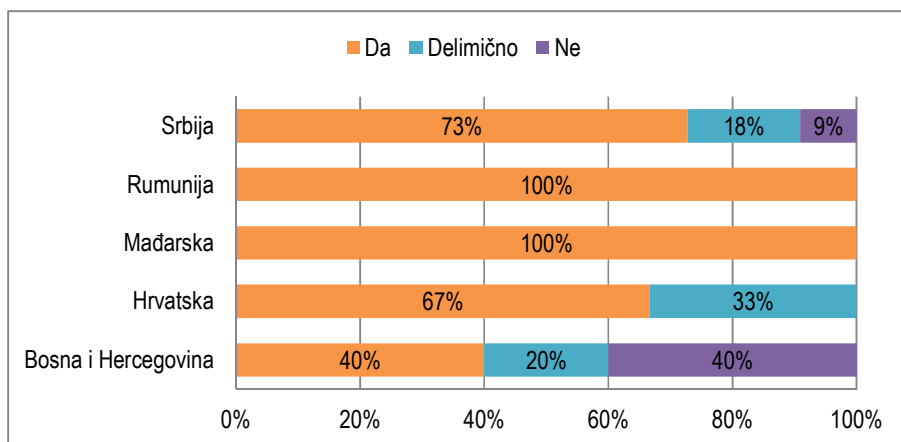
Daljom analizom, χ^2 test ($df = 8$) = 9.861; $p = 0.275 > 0.05$ je pokazao da ne postoji statistički značajna veza između primene principa industrijske simbioze i države u kojoj kompanija posluje.

Tabela 15.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9.861	8	.275
N of Valid Cases	30		

U Rumuniji i Mađarskoj sve anketirane kompanije u potpunosti iskoriste nusproizvode. U Srbiji, Hrvatskoj i Bosni i Hercegovini nusproizvode u potpunosti iskoristi 73%, 67% i 40% kompanija, respektivno. Delimična upotreba nusproizvoda kao inputa je zabeležena kod 33% kompanija u Hrvatskoj, 20% kompanija u Bosni i Hercegovini i 18% u Srbiji. Nusproizvodi koji nastaju u procesu proizvodnje u 40% anketiranih kompanija u Bosni i Hercegovini se ne iskoriste posredstvom industrijske simbioze.

Grafikon 16. Primena principa industrijske simbioze po zemljama



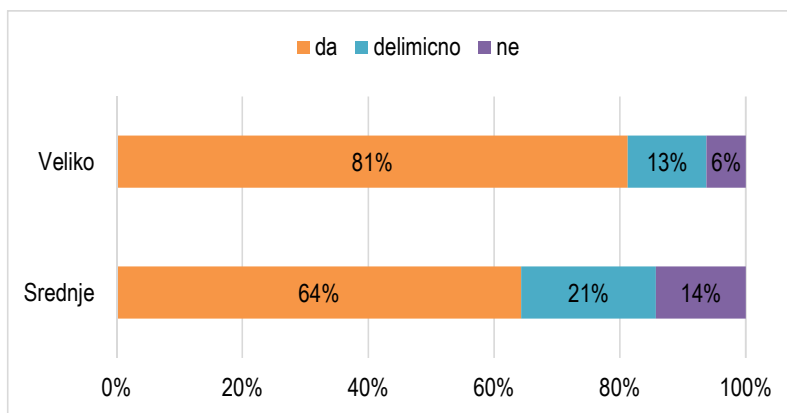
Rezultat χ^2 testa (df = 2) = 1.132; $p = 0.568 > 0.05$, je pokazao da ne postoji statistički značajna veza između primene principa industrijske simbioze i veličine kompanije.

Tabela 16.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1.132	2	.568
N of Valid Cases	30		

Kada su u pitanju velika preduzeća (kompanije), 81% primenjuje princip industrijske simbioze, 13% delimično dok 6% anketiranih ne valorizuje odabrane nusproizvode posredstvom industrijske simbioze. S druge strane, 64% kompanija srednje veličine u potpunosti valorizuje nusproizvode posredstvom industrijske simbioze, 21% delimično dok 14% ne valorizuje nusproizvode posredstvom industrijske simbioze.

Grafikon 17. Primena principa industrijske simbioze i veličina kompanije



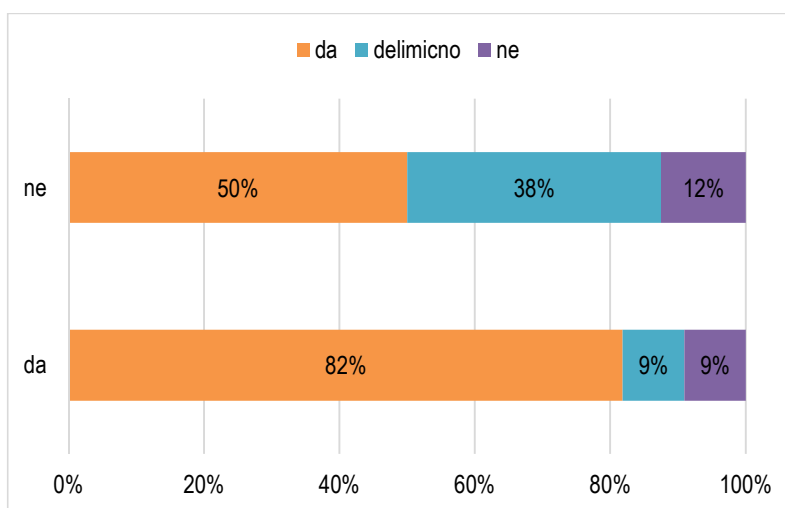
Na osnovu rezultata χ^2 testa ($df = 2$) = 3.719; $p = 0.156 > 0.05$ možemo zaključiti da ne postoji statistički značajna veza između primene principa industrijske simbioze i upravljanja zaštitom životne sredine.

Tabela 17.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3.719		
N of Valid Cases	30	2	.156

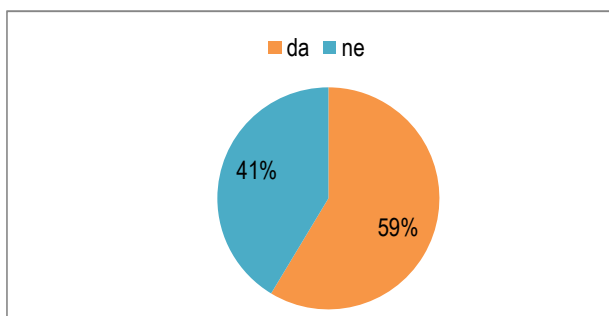
Analizom grafičkog prikaza se može zaključiti da 82% kompanija koje su implementirale neki od standarda upravljanja zaštitom životne sredine primenjuje i princip industrijske simbioze, kod 9% kompanija koje primenjuju standard zaštite životne sredine nusproizvodi se delimično koriste kao inputi i isti procenat kompanija ima implementiran standard zaštite životne sredine, ali se nusproizvodi koji nastaju u procesu proizvodnje ne koriste posredstvom industrijske simbioze. S druge strane, 50% kompanije koje nisu implementirale standard zaštite životne sredine ipak u potpunosti valorizuju nusproizvode koji nastaju u procesu proizvodnje, 38% kompanija koje ne primenjuju standard zaštite životne sredine delimično valorizuju nusproizvode i 13% kompanije koje ne primenjuju standard, ne primenjuju ni industrijsku simbiozu.

Grafikon 18. Standard zaštite životne sredine i industrijska simbioza



Na pitanje da li se nusproizvodi koji nastaju kao rezultat procesa proizvodnje u odabranim kompanijama koriste kao inputi (sirovina i/ili energent) u drugom procesu u kompaniji (**interno**), bez obzira da li se koriste i eksterno, 59% kompanija je dalo pozitivan odgovor, 41% negativan odgovor.

Grafikon 19. Primena interne simbioze



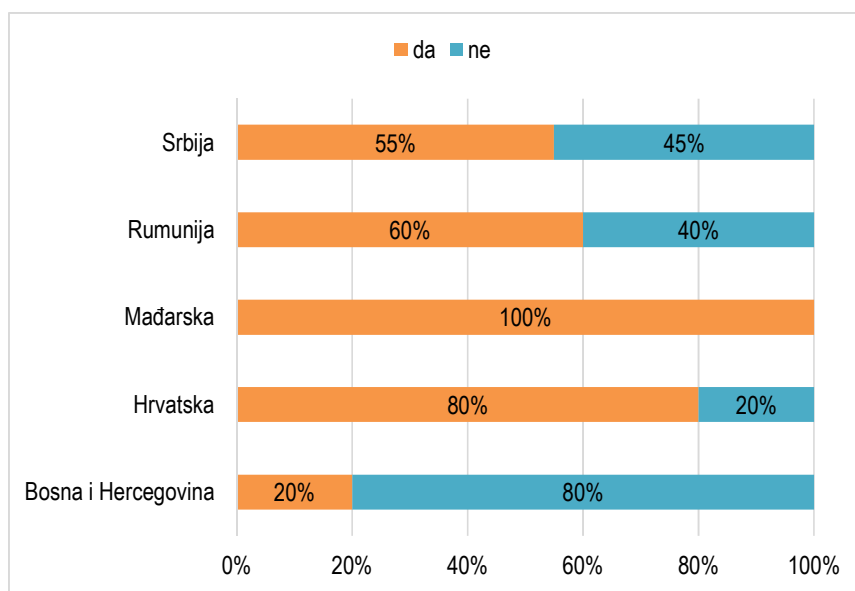
Na osnovu χ^2 testa ($df = 4$) = 6.214; $p = 0.184 > 0.05$ utvrđeno je da ne postoji statistički značajna veza između interne upotrebe nusproizvoda i države u kojoj kompanija posluje.

Tabela 18.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	6.214	4	.184
N of Valid Cases	30		

Prema rezultatima empirijskog istraživanja, najveći procenat anketiranih kompanija (100%) koje primenjuju internu simbiozu posluje u Mađarskoj, dok je najmanji broj u Bosni i Hercegovini (20%).

Grafikon 20. Primena interne simbioze po zemljama



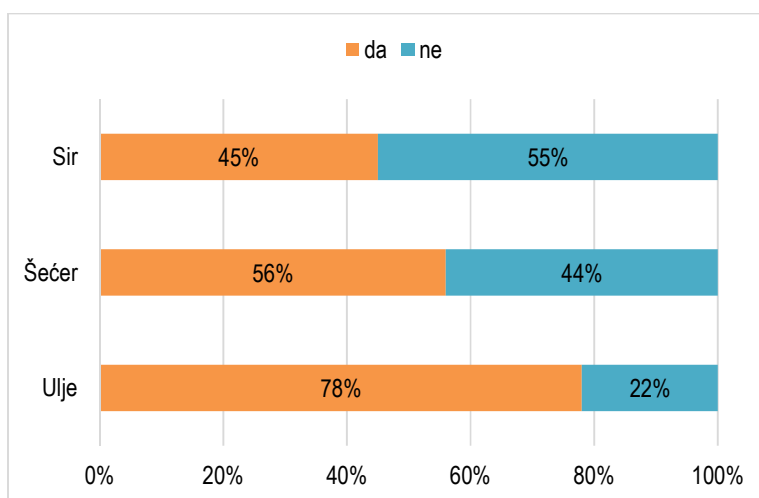
Rezultati χ^2 testa ($df = 2$) = 2.183; $p = 0.336 > 0.05$ ukazuju da ne postoji statistički značajna veza između interne upotrebe nusproizvoda i pripadnosti kompanije određenoj grani.

Tabela 19.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	2.183	2	.336
N of Valid Cases	30		

Kada je u pitanju proizvodnja suncokretovog ulja, 78% kompanija koristi nusproizvode interno, 56% kompanija koje se bave proizvodnjom šećera primenjuje princip interne simbioze, dok 45% mlekara koristi surutku interno.

Grafikon 21. Primena interne simbioze po granama



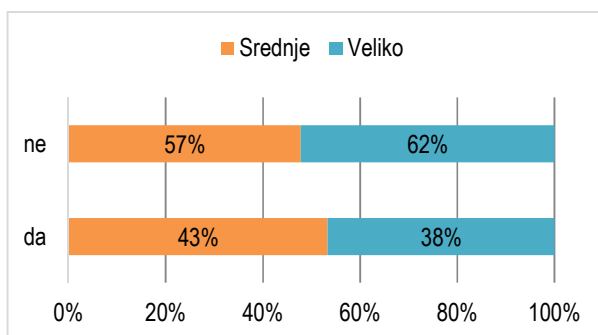
Rezultati χ^2 testa ($df = 1$) = 0.089; $p = 0.765 > 0.05$ ukazuju da ne postoji statistički značajna veza između interne upotrebe nusproizvoda i veličine kompanije.

Tabela 20.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	.089	1	.765
N of Valid Cases	30		

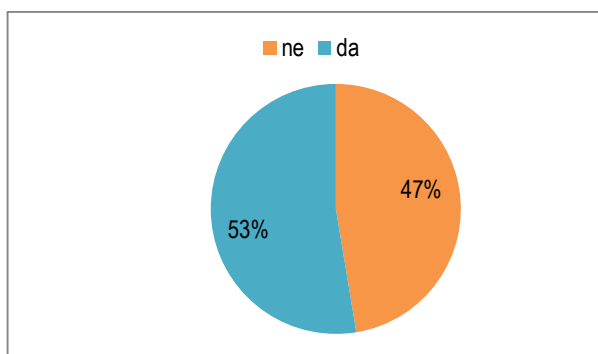
Nusproizvode interno koristi 43% kompanija srednje veličine i 38% velikih kompanija.

Grafikon 22. Interna simbioza i veličina preduzeća



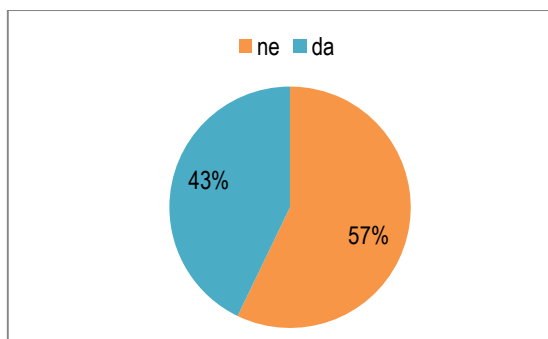
Na pitanje da li barem jedan nusproizvod odabrane kompanije koriste interno kao sirovinu (bez obzira da li se isti može koristiti interno i kao energent), 53% kompanija je dalo pozitivan odgovor, a 47% negativan odgovor.

Grafikon 23. Interna upotreba nusproizvoda kao sirovine



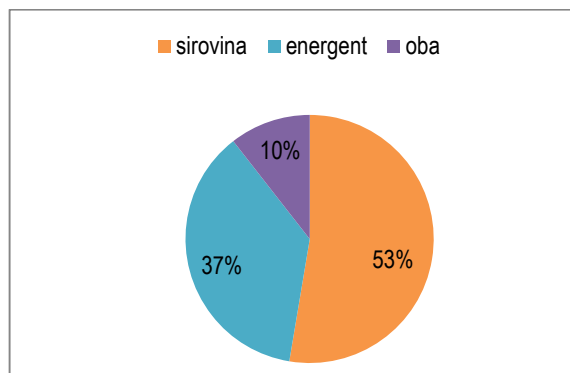
Na pitanje da li barem jedan nusproizvod kompanije koriste interno kao energent (bez obzira da li se isti može koristiti interno i kao sirovina), 43% kompanija je dalo pozitivan odgovor, a 57% negativan odgovor.

Grafikon 24. Interna upotreba nusproizvoda kao energenta



Na pitanje da li se barem jedan nusproizvod koristi interno i kao sirovina i kao energent, 10% kompanija je dalo pozitivan odgovor.

Grafikon 25. Interna upotreba nusproizvoda – kao sirovine, energenta, oba



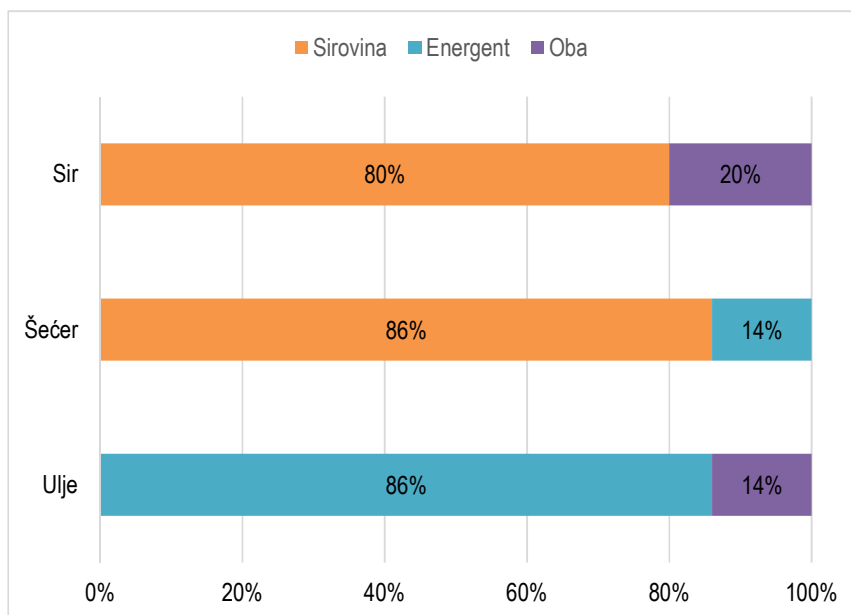
χ^2 test (df = 4) = 14.456; $p = 0.006 < 0.05$ je pokazao da postoji statistički značajna veza između interne upotrebe nusproizvoda kao supstituta za sirovinu, energent ili oba i pripadnosti proizvođača određenoj grani u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda.

Tabela 21.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	14.456	4	0.006
N of Valid Cases	30		

Kompanije koje proizvode suncokretovo ulje i primenjuju princip interne simbioze, u velikoj meri barem jedan nusproizvod koriste interno kao energent – 86% anketiranih uljara dok 14% koristi barem jedan nusproizvod i kao sirovinu i kao energent. Kada je u pitanju proizvodnja šećera, 86% kompanija koje primenjuju internu simbiozu koristi barem jedan nusproizvod kao sirovinu, a 14% kao energent. U slučaju proizvodnje sira, 80% anketiranih mlekara koristi surutku interno kao sirovinu, a 20% i kao sirovinu i kao energent.

Grafikon 26. Interna upotreba nusproizvoda kao sirovine, energenta, oba po granama



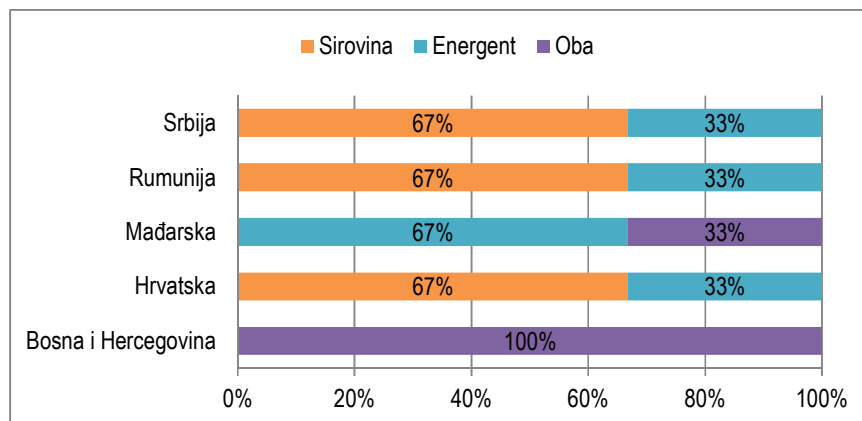
Na osnovu dobijenih rezultata χ^2 testa ($df = 8$) = 14.476; $p = 0.070 > 0.05$, može se zaključiti da ne postoji statistički značajna veza između interne upotrebe nusproizvoda kao supstituta za sirovinu, energent ili oba i države u kojoj se nalazi kompanija.

Tabela 22.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	14.476	8	0.070
N of Valid Cases	30		

Podjednak broj kompanija u Srbiji, Rumuniji i Hrvatskoj interno koristi barem jedan nusproizvod kao sirovinu. U Mađarskoj 67% anketiranih kompanija koristi interno barem jedan nusproizvod kao energent, dok su sve anketirane kompanije u Bosni i Hercegovini koje primenjuju princip industrijske simbioze odgovorile da interno koriste barem jedan nusproizvod i kao sirovinu i kao energent.

Grafikon 27. Interna upotreba nusproizvoda kao sirovine, energenta, oba po državama



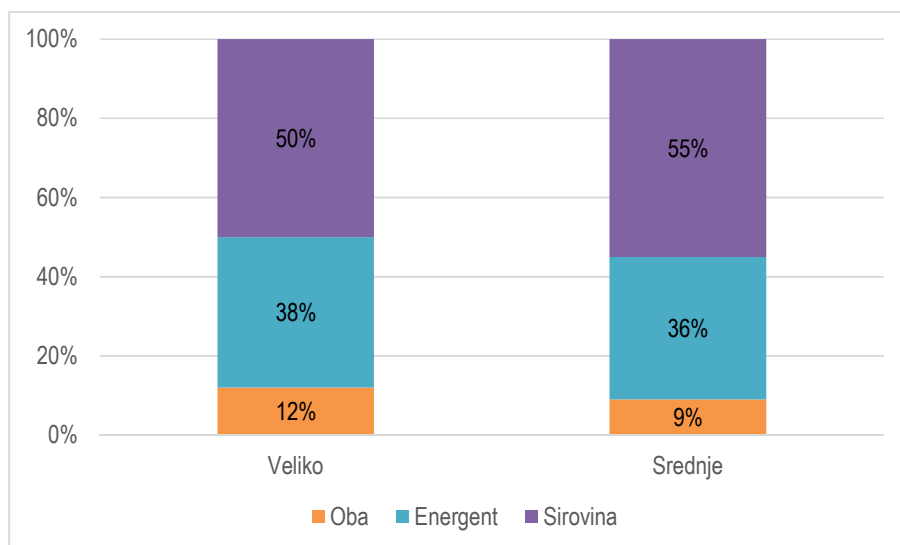
Rezultati χ^2 testa ($df = 2$) = 0.071; $p = 0.965 > 0.05$ pokazuju da ne postoji statistički značajna veza između interne upotrebe nusproizvoda kao supstituta za sirovinu, energent ili oba i veličine kompanije.

Tabela 23.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	0.071		
N of Valid Cases	30	2	.965

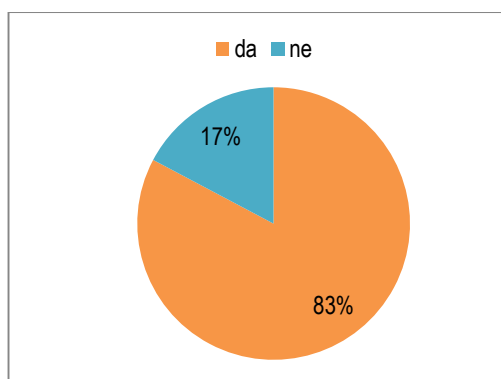
Na osnovu grafičkog prikaza, možemo zaključiti da 50% velikih kompanija koristi interno barem jedan nusproizvod kao sirovinu, 38% koristi interno barem jedan nusproizvod kao energent, dok 13% velikih kompanija koristi barem jedan nusproizvod i kao sirovinu i kao energent. Kada su u pitanju kompanije srednje veličine, rezultati analize su slični: 55% anketiranih kompanija koje primenjuju internu simbiozu koristi barem jedan nusproizvod kao sirovinu, 36% nusproizvodom supstituiše energent, a 9% anketiranih srednjih kompanija barem jedan nusproizvod koristi i kao sirovinu i kao energent.

Grafikon 28. Interna upotreba nusproizvoda kao sirovine, energenta, oba prema veličini kompanije



Na pitanje da li se nusproizvodi koji nastaju kao rezultat procesa proizvodnje u odabranim kompanijama koriste kao inputi (sirovina i/ili energent) u drugim kompanijama (**eksterno**), bez obzira da li se koriste i interno, 83% kompanija je dalo pozitivan, a 17% negativan odgovor.

Grafikon 29. Primena eksterne simbioze



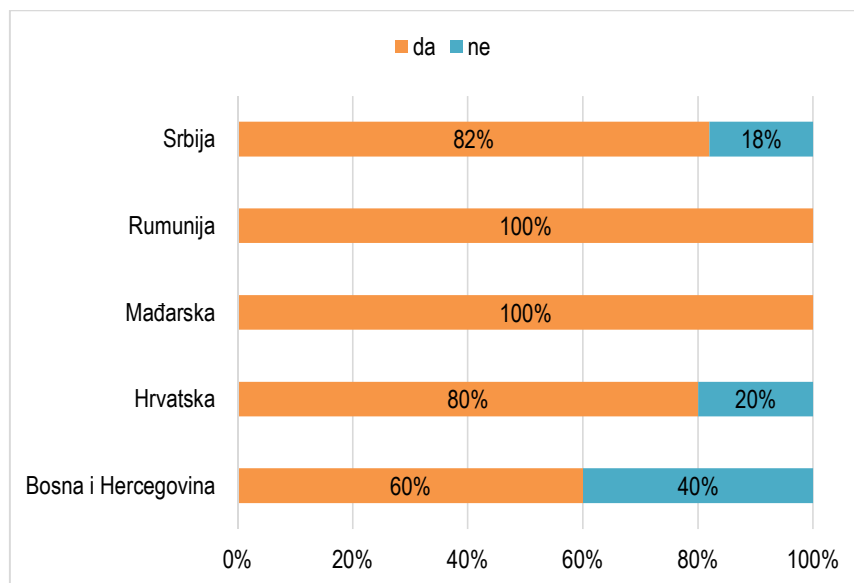
Primenom χ^2 testa ($df = 4$) = 3.515; $p = 0.476 > 0.05$ je utvrđeno da ne postoji statistički značajna veza između primene principa eksterne simbioze i države u kojoj kompanija posluje.

Tabela 24.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3.515		
N of Valid Cases	30	4	.476

Rezultati analize pokazuju da se kod svih anketiranih kompanija iz Rumunije i Mađarske nusproizvodi koji nastaju u procesu proizvodnje koriste eksterno. Približno isti procenat anketiranih kompanija primenjuje princip eksterne simbioze u Srbiji i Hrvatskoj, 82% i 80% respektivno. Najmanji procenat anketiranih kompanija koje primenjuju eksternu simbiozu je u Bosni i Hercegovini (60%).

Grafikon 30. Primena eksterne simbioze po državama



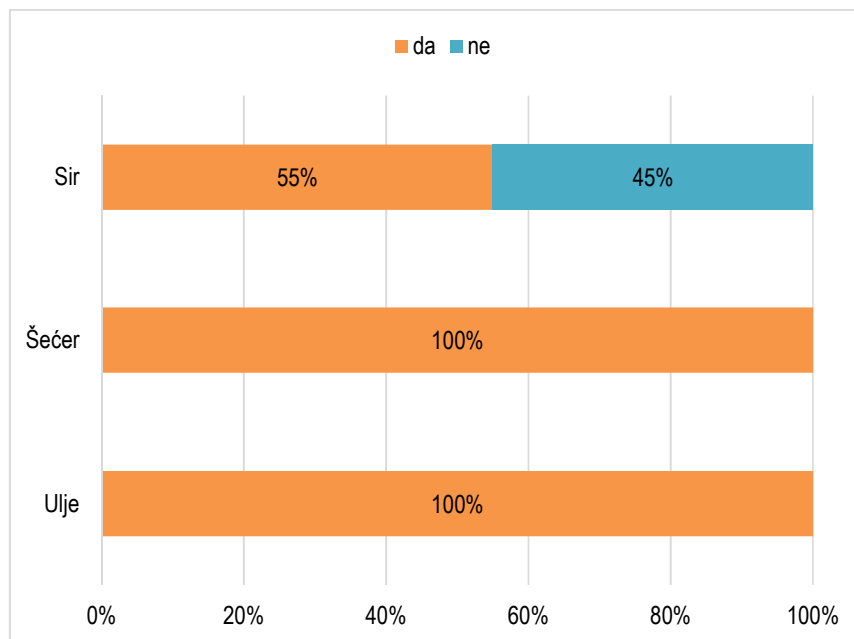
Rezultati χ^2 testa ($df = 2$) = 9.886; $p = 0.007 > 0.05$ pokazuju da postoji statistički značajna veza između eksterne upotrebe nusproizvoda i pripadnosti kompanije određenoj grani (grupi).

Tabela 25.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9.886		
N of Valid Cases	30	2	.007

Rezultati pokazuju da sve anketirane kompanije koje proizvode suncokretovo ulje i šećer, valorizuju nusproizvode eksterno. Kada je u pitanju prerada mleka odnosno proizvodnja sira, 55% anketiranih kompanija valorizuje surutku eksterno.

Grafikon 31. Primena eksterne simbioze po granama



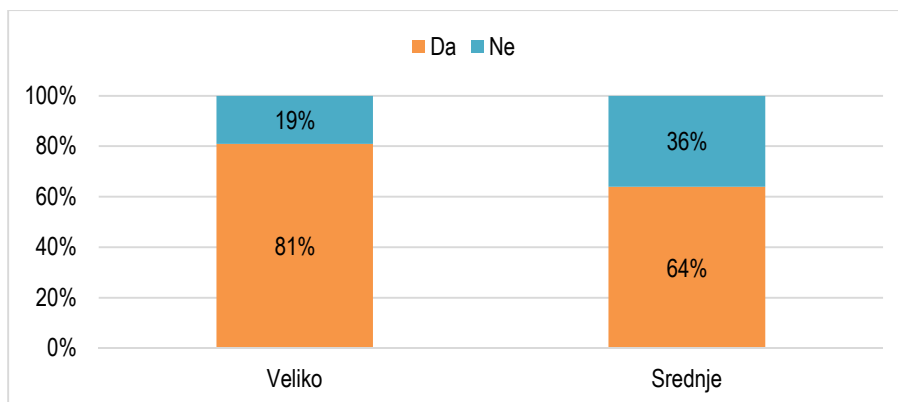
Primenom χ^2 testa ($df = 1$) = 1.099; $p = 0.295 > 0.05$ je utvrđeno da ne postoji statistički značajna veza između primene principa eksterne simbioze i veličine kompanije.

Tabela 26.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	1.099	1	.295
N of Valid Cases	30		

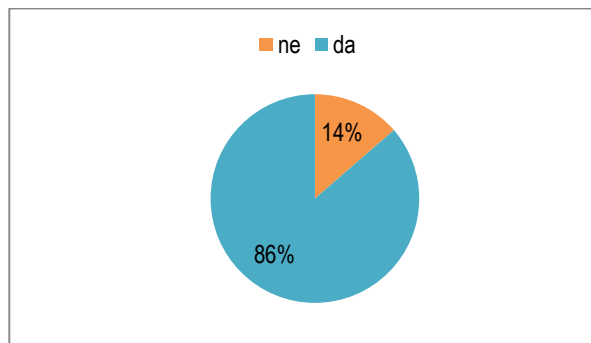
Eksternu simbiozu primenjuje 81% velikih i 64% kompanija srednje veličine.

Grafikon 32. Eksterna simbioza i veličina kompanije



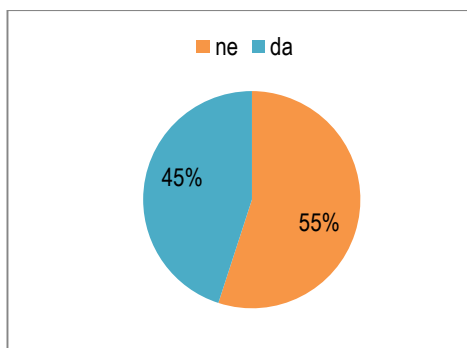
Na pitanje da li se barem jedan nusproizvod koji nastaje u procesu proizvodnje koristi eksterno kao sirovina, 86% anketiranih kompanija je odgovorilo sa da, dok je 14% anketiranih kompanija dalo negativan odgovor.

Grafikon 33. Eksterna upotreba nusproizvoda kao sirovine



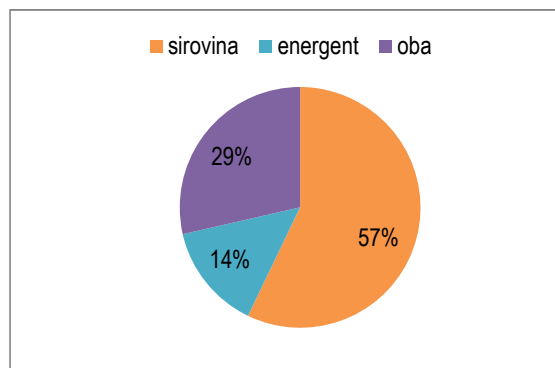
Na pitanje da li se barem jedan nusproizvod koristi eksterno kao energent, 45% kompanija je dalo pozitivan odgovor, a 55% negativan odgovor.

Grafikon 34. Eksterna upotreba nusproizvoda kao energenta



Na pitanje da li se barem jedan nusproizvod kompanije koristi i kao i sirovina i kao energent eksterno 29% anketiranih kompanija je pozitivno odgovorilo.

Grafikon 35. Eksterna upotreba nusproizvoda – kao sirovine, energenta, oba



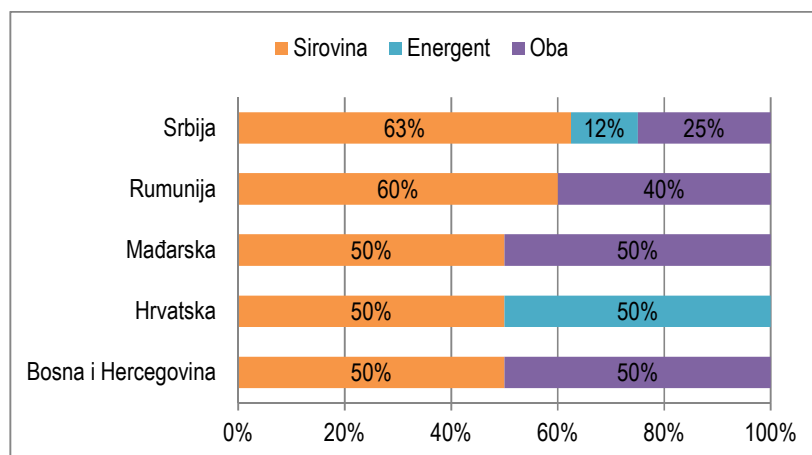
Rezultati χ^2 testa ($df = 8$) = 7.044; $p = 0.532 > 0.05$ pokazuju da ne postoji statistički značajna veza između eksterne upotrebe nusproizvoda kao supstituta za sirovinu, energent ili oba i države u kojoj se kompanija posluje.

Tabela 27.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	7.044		
N of Valid Cases	30	8	.532

Isti procenat (50%) anketiranih kompanija u Bosni i Hercegovini, Hrvatskoj i Mađarskoj je naveo da se barem jedan nusproizvod koji nastaje u procesu proizvodnje koristi eksterno kao sirovina. Nešto veći procenat – 60% i 63% anketiranih kompanija iz Rumunije i Srbije je naveo da se njihov nusproizvod koristi u drugim kompanijama kao sirovina 12% anketiranih kompanija u Srbiji i 50% anketiranih u Hrvatskoj je odgovorilo da se barem jedan nusproizvod koristi eksterno kao energent.

Grafikon 36. Eksterna upotreba nusproizvoda kao sirovine, energenta, oba po državama



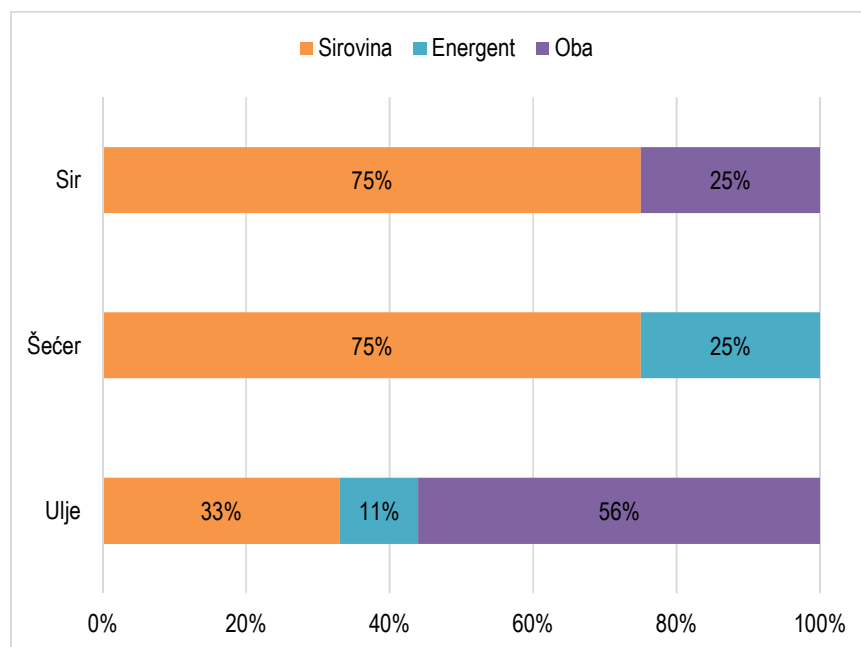
Rezultati χ^2 testa (df = 4) = 7.437; p = 0.114 > 0.05 pokazuju da ne postoji statistički značajna veza između eksterne upotrebe nusproizvoda kao supstituta za sirovinu, energent ili oba i grane.

Tabela 28.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	7.437	4	.114
N of Valid Cases	30		

Kada je u pitanju proizvodnja suncokretovog ulja, 33% anketiranih kompanija je navelo da se nusproizvod koristi eksterno kao sirovina, 11% kao energent, a 56% anketiranih je odgovorilo da se nusproizvodi koriste eksterno i kao sirovine i kao energenti; 75% anketiranih kompanija koje se bave proizvodnjom šećera je navelo da se barem jedan nusproizvod koristi eksterno kao sirovina, a 25% anketiranih je odgovorilo da se barem jedan nusproizvod koristi eksterno kao energent. Anketirane kompanije koje se bave preradom mleka i proizvodnjom sira su odgovorile na sledeći način: u 75% slučajeva surutka se koristi eksterno kao sirovina, a u 25% i kao sirovina i kao energent.

Grafikon 37. Eksterna upotreba nusproizvoda kao sirovine, energenta, oba po granama



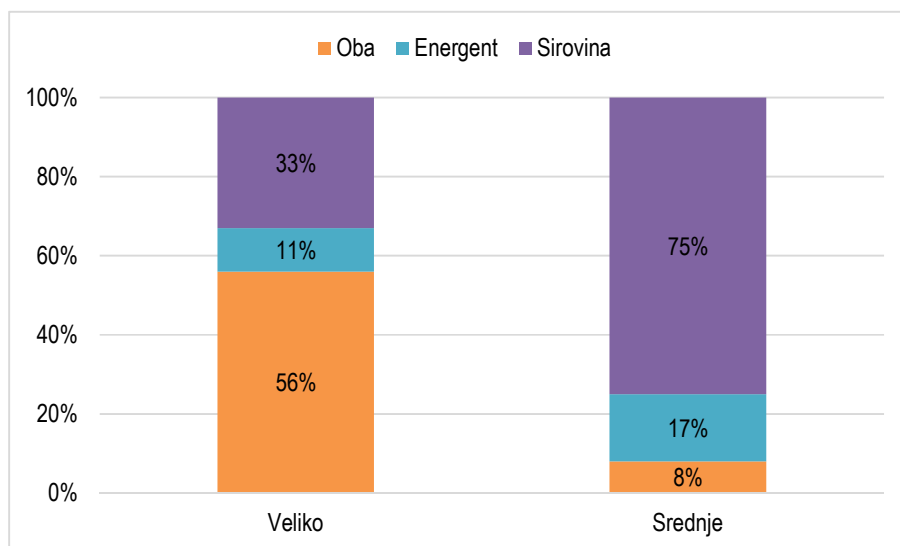
Rezultati χ^2 testa (df = 2) = 5.688; p = 0.058 > 0.05 pokazuju da ne postoji statistički značajna veza između eksterne upotrebe nusproizvoda kao supstituta za sirovinu, energent ili oba i veličine kompanije.

Tabela 29.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	5.688	2	.058
N of Valid Cases	30		

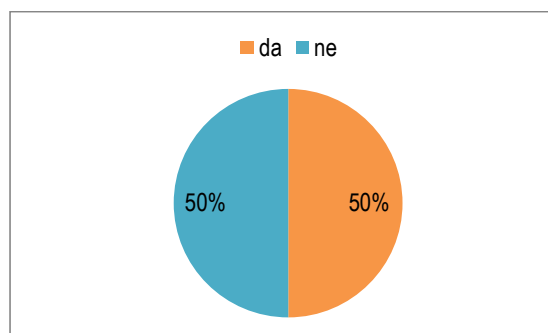
Rezultati pokazuju da se kod 33% anketiranih velikih i 75% kompanija srednje veličine barem jedan nusproizvod koristi eksterno kao sirovina, kod 11% anketiranih velikih i 17% anketiranih kompanija srednje veličine barem jedan nusproizvod se koristi eksterno kao energent.

Grafikon 38. Eksterna upotreba nusproizvoda kao sirovine, energenta, oba prema veličini kompanije



Analizom odgovora na pitanja o primeni principa interne i eksterne simbioze je utvrđeno da 50% anketiranih kompanija primenjuje i internu i eksternu simbiozu.

Grafikon 39. Interna i eksterna simbioza



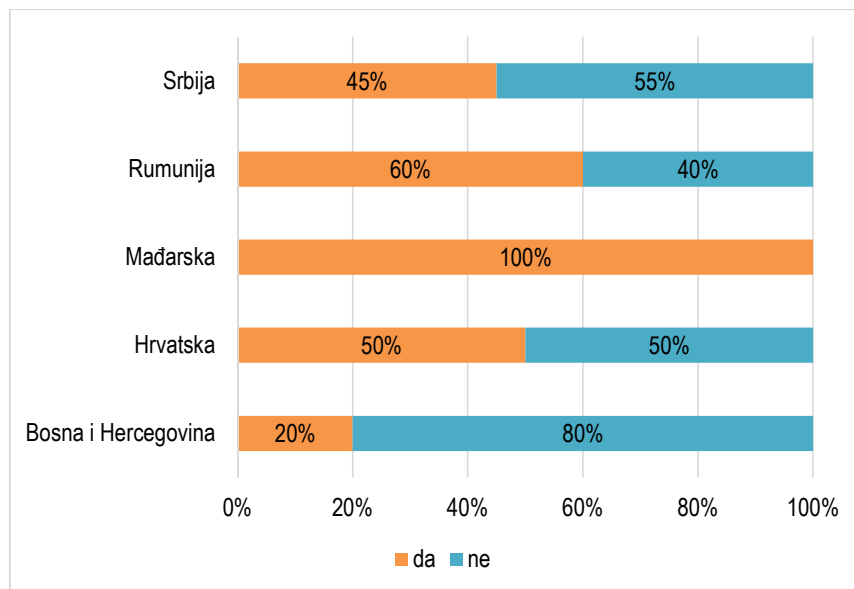
Rezultati χ^2 testa ($df = 4$) = 5.091; $p = 0.278 > 0.05$ pokazuju da ne postoji statistički značajna veza između istovremene primene principa i interne i eksterne simbioze i države u kojoj kompanija posluje.

Tabela 30.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	5.091	4	.278
N of Valid Cases	30		

Sve anketirane kompanije iz Mađarske primenjuju i princip interne i eksterne simbioze. Samo 20% anketiranih iz Bosne i Hercegovine valorizuje svoje nusproizvode i interno i eksterno, dok je taj procenat za Srbiju, Hrvatsku i Rumuniju 45%, 50% i 60% respektivno.

Grafikon 40. Interna i eksterna simbioza po državama



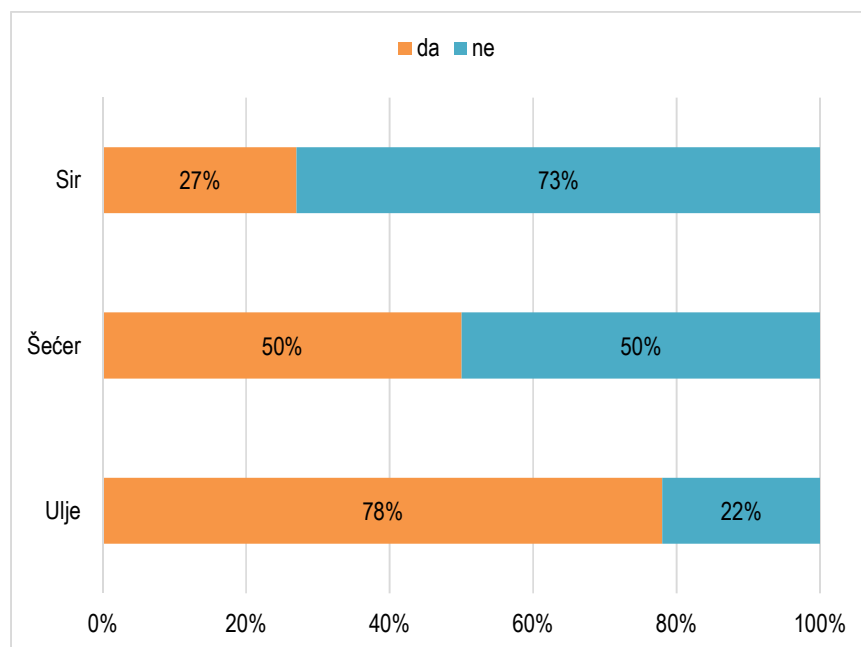
Rezultati χ^2 testa ($df = 2$) = 5.051; $p = 0.080 > 0.05$ pokazuju da ne postoji statistički značajna veza između istovremene primene principa i interne i eksterne simbioze i grane.

Tabela 31.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	5.051	2	.080
N of Valid Cases	30		

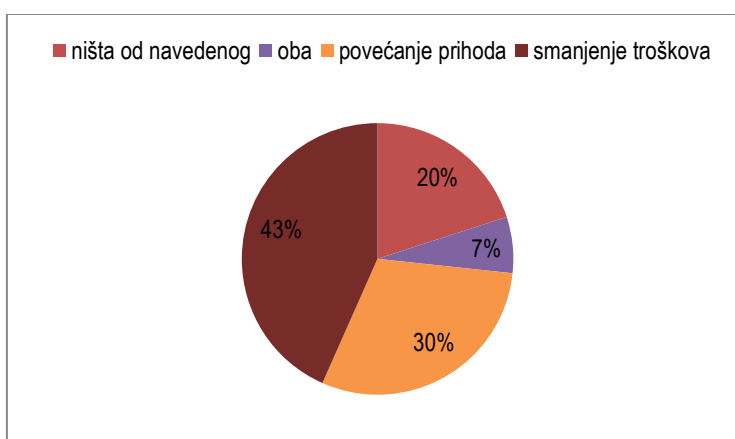
Internu i eksternu simbiozu primenjuje 27% anketiranih mlekara, 50% šećerana i 78% uljara.

Grafikon 41. Interna i eksterna simbioza po granama



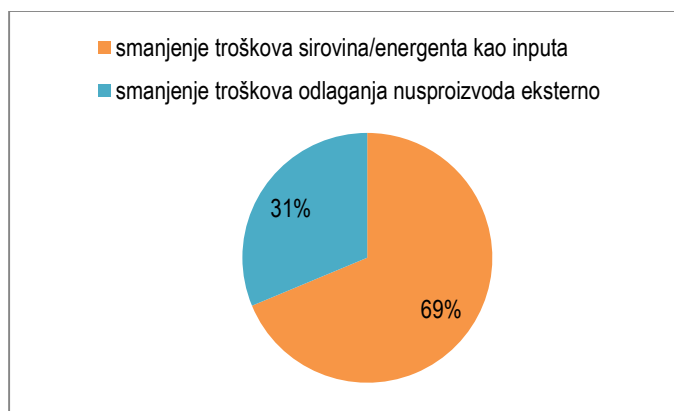
Na pitanje kako upravljanje nusproizvodom (nusproizvodima) koji nastaje (nastaju) u procesu proizvodnje glavnog proizvoda utiče na ekonomske performanse kompanija: 43% anketiranih je odgovorilo da upravljanje nusproizvodom prvenstveno utiče na smanjenje troškova, 30% je navelo povećanje prihoda, a 7% anketiranih kompanija je odgovorilo da upravljanjem nusproizvodom dovodi i do povećanja prihoda i smanjenja troškova. 20% anketiranih je odgovorilo da upravljanje nusproizvodom ne utiče na navedene performanse.

Grafikon 42. Upravljanje nusproizvodom i ekonomske performanse



Ukoliko se upravljanjem nusproizvodom smanjuju troškovi, 69% anketiranih kompanija je odgovorilo da prvenstveno smanjuju troškove sirovina odnosno energenta supstitucijom istih nusproizvodom dok 31% upotrebom nusproizvoda smanjuje troškove odlaganja nusproizvoda eksterno (npr. na deponije, tretman otpadnih voda).

Grafikon 43. Uticaj nusproizvoda na troškove



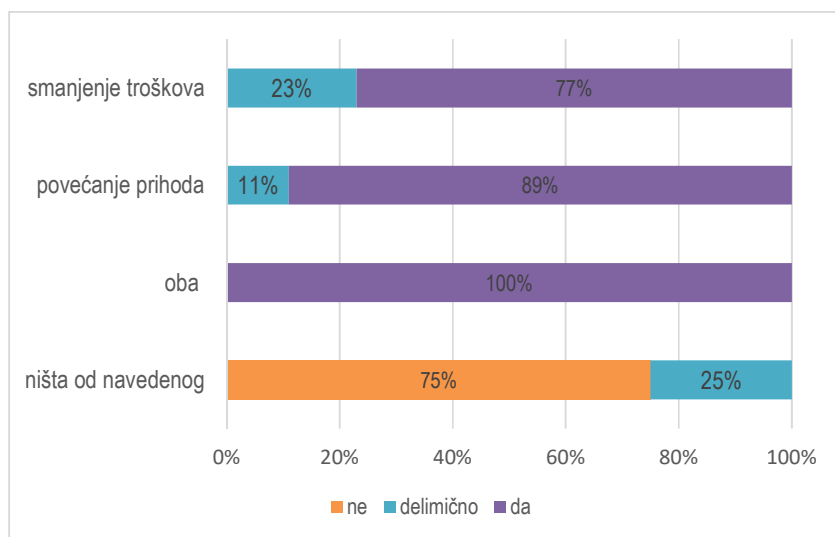
Rezultati χ^2 testa (df = 6) = 22.424; p = 0.001 < 0.05 pokazuju da postoji statistički značajna veza između primene principa industrijske simbioze i promena ekonomskih performansi preduzeća u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda.

Tabela 32.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	22.424	6	.001
N of Valid Cases	30		

77% kompanija koje upravljaju nusproizvodima posredstvom industrijske simbioze u potpunosti odnosno 23% onih koje primenjuju delimično smanjuje troškove; 89% kompanija koje primenjuju princip industrijske simbioze u potpunosti odnosno 11% onih koje primenjuju delimično povećava prihode. Smanjenje troškova i povećanje prihoda se javlja samo kod kompanija koje u potpunosti upravljaju nusproizvodima posredstvom industrijske simbioze, dok 75% kompanije koje ne primenjuju IS je odgovorilo da nusproizvod ne utiče na poslovanje sa aspekta odabranih ekonomskih performansi. 25% kompanija koje delimično primenjuju industrijsku simbiozu je takođe navelo da nusproizvod ne utiče na poslovanje u kontekstu odabranih ekonomskih performansi.

Grafikon 44. Primena industrijske simbioze i ekonomske performanse



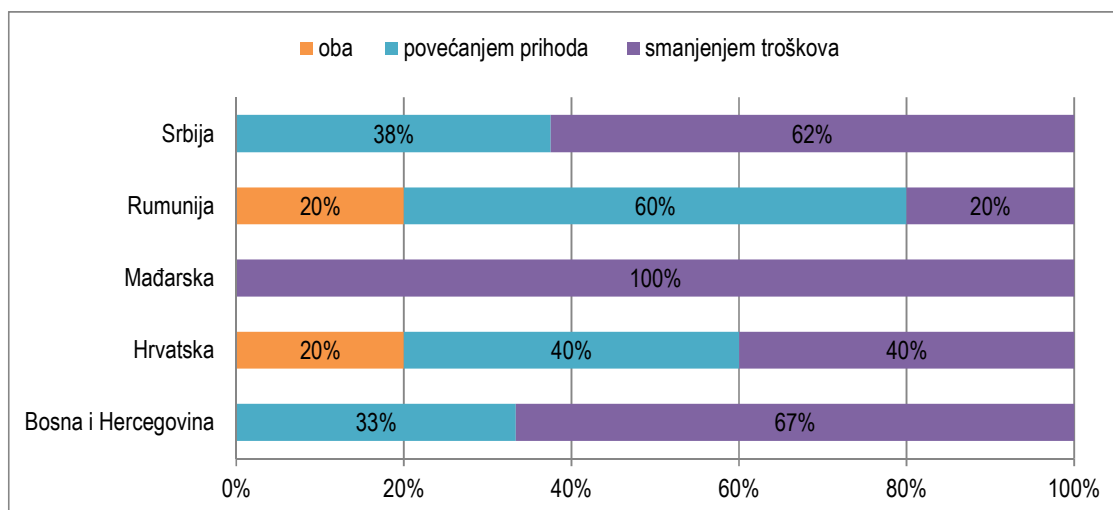
Rezultati χ^2 testa ($df = 8$) = 7.238; $p = 0.511 > 0.05$ pokazuju da ne postoji statistički značajna veza između ekonomskih performansi (povećanje prihoda, smanjenje troškova i oba) i države u kojoj kompanija posluje.

Tabela 33.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	7.238	8	.511

Kada su u pitanju kompanije u Srbiji, istraživanje je pokazalo da najveći broj anketiranih kompanija - 62% kao rezultat upravljanja nusproizvodom prvenstveno smanjuje troškove, smanjenje troškova je prisutno i kod većine kompanija u Bosni i Hercegovini (67%) kao u Mađarskoj. U Rumuniji većina anketiranih kompanija – 60% povećava prihod kao rezultat upravljanja nusproizvodom.

Grafikon 45. Ekonomske performanse i država



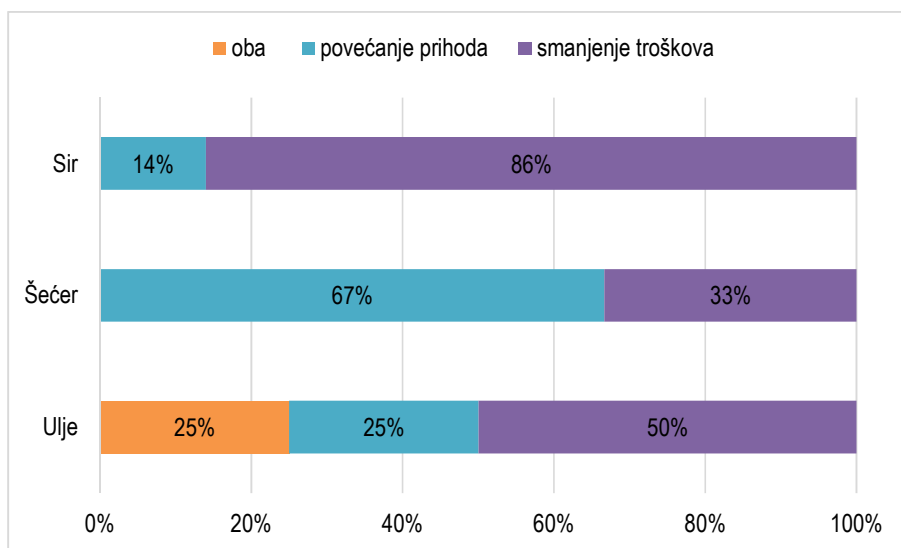
Analizom je utvrđeno da postoji statistički značajna veza između promene ekonomskih performansi kao rezultata upravljanja nusproizvodima i pripadnosti proizvođača određenoj grani u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda ($df = 4$) = 9.917; $p=0.046 < 0.05$

Tabela 34.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9.917	4	.046

Na osnovu rezultata istraživanja možemo zaključiti da kompanije koje se bave proizvodnjom sira prvenstveno upravljanjem nusproizvodom smanjuju troškove (86%), anketirane kompanije koje proizvode šećer primenom principa industrijske simbioze povećavaju prihod, dok polovina kompanija koja se bavi proizvodnjom ulja prvenstveno smanjuje troškove kao rezultat upravljanja nusproizvodom posredstvom industrijske simbioze.

Grafikon 46. Ekonomske performace i grana



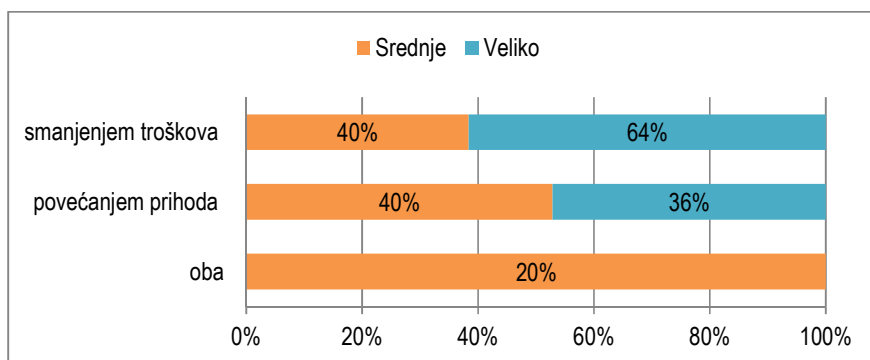
Analizom je uvrđeno da ne postoji statistički značajna veza ($p > 0.05$) između promene ekonomskih performansi i veličine kompanija ($\chi^2(2) = 3.462$, $p = 0.177$).

Tabela 35.

	Value	Df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	3.362	3	.177

Analiza rezultata istraživanja pokazuje da podjednak broj kompanija srednje veličine (40%) smanjuje troškove i povećava prihode upravljanjem nusproizvodom, dok sa druge strane 64% velikih kompanija prvenstveno smanjuje troškove, a 36% povećava prihode upravljanjem nusproizvodom.

Grafikon 47. Ekonomske performanse i veličina kompanije



Testiranje hipoteza

H0: Modeliranje i upravljanje poslovnim procesima posredstvom industrijske simbioze u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda utiče na eko - efikasnost preduzeća (ekonomske i ekološke performanse)

Pomoćne hipoteze

H01: Postoji pozitivna veza između primene principa industrijske simbioze i ekonomskih performansi preduzeća u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda

Ukoliko se posmatra interno upravljanje nusproizvodom posredstvom industrijske simbioze, u tom slučaju je dokazano da postoji statistički značajna i pozitivna korelacija sa smanjenjem troškova ($\rho=0.471$, $p=0.009$), a ukoliko se posmatra eksterno upravljanje nusproizvodom posredstvom industrijske simbioze, u tom slučaju je potvrđeno da postoji statistički značajna i pozitivna korelacija sa povećanjem prihoda ($\rho=0.381$, $p=0.038$).

H02: Postoji pozitivna veza između primene principa industrijske simbioze i ekoloških performansi preduzeća u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda

Kao ekološka performansa posmatrana je količina generisanog otpada u konkretnom slučaju nusproizvoda koja se odlaže eksterno (u obliku otpadne vode ili čvrstog otpada). Dokazano je da postoji statistički značajna i pozitivna veza između primene principa industrijske simbioze i smanjenja količine nusproizvoda koji se odlaže eksterno ($\rho=0.875$, $p=0.000$).

Uticao primene principa industrijske simbioze na ekološke performanse – supstitucija sirovine, energenta i oba nusproizvodom je predstavljena u okviru analize interne i eksterne simbioze.

H03: U zavisnosti od pripadnosti proizvođača određenoj grani u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda, prisutna je razlika u ekonomskim i ekološkim efektima industrijske simbioze

Utvrđeno je da postoji statistički značajna veza ekonomskih performansi i pripadnosti proizvođača određenoj grani u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda ($\chi^2(4)=9.917$, $p=0.046$).

Tabela 36.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9.917	4	.046

Rezultati χ^2 testa (df = 4) = 14.456; p = 0.006 < 0.05 su pokazali da postoji statistički značajna veza između interne upotrebe nusproizvoda kao supstituta za sirovinu, energent ili oba kao ekološke performanse i pripadnosti proizvođača određenoj grani u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda.

Tabela 37.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	14.456	4	0.006
N of Valid Cases	30		

Rezultati χ^2 testa (df = 2) = 9.886; p = 0.007 > 0.05 pokazuju da postoji statistički značajna veza između eksterne upotrebe nusproizvoda i pripadnosti kompanije određenoj grani (grupi).

Tabela 38.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9.886	2	.007
N of Valid Cases	30		

Rezultati χ^2 testa (df = 2) = 9.723; p = 0.008 > 0.05 pokazuju da postoji statistički značajna veza između smanjenja količine generisanog otpada i grane preduzeća.

Tabela 39.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	9.723	2	.008
N of Valid Cases	30		

Navedeni rezultati χ^2 dokazuju da u zavisnosti od pripadnosti proizvođača određenoj grani u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda, prisutna je razlika u ekonomskim i ekološkim efektima industrijske simbioze.

H04:U zavisnosti od primene principa interne ili eksterne simbioze, prisutna je razlika u ekonomskim i ekološkim efektima.

Primenom χ^2 testa je utvrđeno da postoji statistički značajna veza između primene principa interne simbioze i smanjenja troškova (chi square(1)= 5.000, p=0.025).

Tabela 40.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	5.000		
N of Valid Cases	30	1	.025

Takođe je utvrđeno da postoji statistički značajna veza između eksterne simbioze i smanjenja količine generisanog otpada koji se odlaže na deponiju (chi square(1)= 4.337, p=0.037).

Tabela 41.

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4.337		
N of Valid Cases	30	1	.037

Navedeni rezultati χ^2 testa dokazuju da u zavisnosti zavisnosti od primene principa interne ili eksterne simbioze, prisutna je razlika u ekonomskim i ekološkim efektima.

U analizi je primenjena i logistička regresija da bi se utvrdili faktori koji utiču na primenu principa industrijske simbioze. U konkretnom slučaju, nezavisna varijabla ima dva moguća ishoda: 0 (ne primenjuje se princip industrijske simbioze u potpunosti) i 1 (primenjuje se princip industrijske simbioze u potpunosti). Kao zavisne varijable odabrane su: država, grana, veličina preduzeća, primena standarda zaštite životne sredine. Model sa svim nezavisnim varijablama nasuprot modela samo sa konstatnom je statistički značajan na sva tri nivoa. Rezultati su dati u Tabeli 42. Rezultati ukazuju na to da skup izabranih varijabli pravi dobru distinkciju između kompanija koje primenjuju u potpunosti princip industrijske simbioze i onih koji ne primenjuju.

Tabela 42: Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	16.410	4	.003
	Block	16.410	4	.003
	Model	16.410	4	.003

Rezultati Hosmer i Lemeshow testa podržavaju hipotezu da je razvijeni model adekvatan za otkrivanje faktora koji utiču na primenu principa industrijske simbioze (Tabela 43).

Tabela 43: Hosmer and Lemeshow Test

Step	Chi-square	df	Sig.
1	4.642	8	.795

Rezultati koeficijena determinacije (Cox i Snell R² i Nagelkerke's Pseudo R²) dati su u tabeli 44. Fitovanje modela je prema rezultatima zadovoljavajuće. Dobar fit modela je potvrđen i tačnošću klasifikacije. Model tačno predviđa 80% slučajeva.

Tabela 44: Karakteristike modela

Step	Klasifikacija	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	80.0	.421	.614

Rezultati ocene modela dati su u Tabeli 45. Prema Wald testu, jedina varijabla koja ima statistički značajan uticaj na to da li kompanija primenjuje princip industrijske simbioze jeste **grana** u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda kojoj pripada delatnost kompanije.

Tabela 45: Ocena modela

		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1	Država	.483	.436	1.226	1	.268	1.621
	Grana	3.043	1.328	5.248	1	.022	20.958
	Veličina	.764	1.245	.377	1	.539	2.148
	Standard	-.061	1.379	.002	1	.965	.941
	Constant	-6.367	4.423	2.072	1	.150	.002

7. Predlog mera i smernice za buduća istraživanja

S obzirom da je teorijsko i empirijsko istraživanje pokazalo da u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda kompanije uspostavljaju saradnju posredstvom industrijske simbioze, možemo zaključiti da oblast proizvodnje prehrambenih proizvoda funkcioniše, u određenoj meri, analogno prirodnim ekosistemima, buduća istraživanja treba usmeriti ka drugim oblastima/granama prerađivačke industrije, uz uključivanje istraživača različite naučne provenijencije.

Buduća istraživanja takođe treba usmeriti ka prikupljanju i sistematizovanju rešenja (primera dobre prakse) upotrebe reziduala određenih proizvodnih procesa kao inputa. Navedena rešenja treba prezentovati domicilnim kompanijama u obliku predloga potencijalnih mera za unapređenje ekonomskih i ekoloških performansi (eko-efikasnosti) poslovanja.

Buduća istraživanja se takođe mogu usmeriti i ka kvantifikaciji odnosno izračunavanju "povezanosti" (engl. connectance) u industrijskom (poslovnom) ekosistemu koga čine odabrane grane prehrambene industrije ili ka merenju korisnosti simbiotskih veza, zatim ka utvrđivanju intenziteta simbioze, zrelosti industrijske simbioze u odabranim granama i sl. Navedeni kvantitativni pokazatelji jačine veza između različitih grana/grupa mogu ukazati na potencijal za koncentraciju različitih kompanija (kao predstavnika određenih grana industrije) u okviru industrijskih parkova i biti smernica za donosiocima odluka u kontekstu definisanja mera podrške uspostavljanju i razvoju industrijske simbioze i sledstveno cirkularne ekonomije.

Zaključna razmatranja

Razvoj proizvodnih snaga nije doveo samo do porasta materijalnog i kulturnog bogatstva, već i do sve intenzivnijeg zagađenja čovekove okoline, narušavanja ekološke ravnoteže kao posledice eksploatacije i prerade prirodnih resursa i uvećanja količine otpadnih materija (reziduala) koji se odlažu u prirodnu sredinu.

U uslovima kada ekološke performanse kompanija u sve većoj meri utiču na ekonomsku efikasnost i održivost poslovanja, linearan model proizvodnje, u okviru kog se sirovine transformišu u gotove proizvode i zanemaruje zagađenje, zamenjuje cirkularni poslovni model. Jedan od postulata cirkularne ekonomije jeste da, kao i u prirodnim ekosistemima, u industrijskim (proizvodnim) ne bi trebao da nastaje, odnosno ostaje otpad. Upotreba reziduala (nusproizvoda i/ili proizvodnog otpada) jednog procesa

proizvodnje u drugom predstavlja osnovu za uspostavljanje simbiotskih veza između kompanija odnosno za razvoj industrijske simbioze.

Na osnovu teorijskog i empirijskog istraživanja prezentovano je trenutno stanje, ali i trendovi u oblasti upravljanja i valorizacije reziduala procesa proizvodnje prehrambenih proizvoda primenom principa industrijske simbioze. Sistematizacija rešenja za valorizaciju reziduala posredstvom industrijske simbioze je predstavljena po granama/grupama prehrambene industrije u okviru teorijskog dela disertacije, ali i razvijanjem modela predstavljenog u okviru empirijskog dela rada.

Prezentovani plauzibilni model ukazuje na veliki broj simbiotskih veza koje se mogu uspostaviti interno, u okviru kompanija koje proizvode prehrambene proizvode, zatim između kompanija koje posluju u različitim granama u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda, ali i na značajan broj veza uspostavljenih između različitih grana prehrambene industrije i grana u okviru drugih oblasti prerađivačke industrije (npr. farmaceutska i kozmetička industrija, hemijska industrija i dr.).

Model (mreža) učesnika industrijske simbioze u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda omogućava kompanijama sagledavanje potencijalnih načina valorizacije rezidua, uključujući i tradicionalna, ali i inovativna rešenja, koja su u praksi već implementirana i na taj način može doprineti unapređenju domicilne prakse. Takođe, rezultati istraživanja mogu poslužiti i kreatorima ekonomske politike u koncipiranju adekvatnog regulatornog okvira u pravcu podsticanja razvoja cirkularne ekonomije i industrijske simbioze.

U okviru disertacije je ukazano na činjenicu da inovativna rešenja upravljanja rezidualima u pojedinim granama prehrambene industrije doprinose sve većem značaju (učešću) koji imaju nusproizvodi i koproizvodi u strukturi poslovnog prihoda. Takođe, inovativna rešenja poput primene koncepta bioklastera upućuju na potencijalnu mogućnost da pojedine grane prehrambene industrije postanu "industrija sama za sebe."

Prezentovanjem rezultata teorijskog istraživanja se nastojalo ukazati i na neadekvatnost, nepotpunost i nepouzdanost podataka koji su javno dostupni (sekundarni izvori podataka) odnosno na poteškoće prilikom prikupljanja primarnih podataka u svrhu kvantifikacije efekata primene industrijske simbioze na nivou kompanija. Takođe, poteškoću u istraživanju predstavljaju i nejasne i veoma često kontradiktorne definicije pojedinih termina (terminološki galimatijas) na šta je naročito ukazano u slučaju definisanja pojma prehrambeni otpad, nusproizvod, lanac snabdevanja prehrambenim proizvodima. I kada je reč o terminu resursna efikasnost i resursna produktivnost i o merenju (indikatorima) mišljenja su podeljena, nedorečenost je problem i kod definisanja pokazatelja eko-efikasnosti. Doprinos doktorske disertacije se

može posmatrati upravo i sa aspekta sistematizacije i prezentovanja značajnog broja različitih objašnjenja i definicija pojmova ključnih za predmet istraživanja u okviru doktorata.

U okviru empirijskog dela, na odabranom uzorku kompanija, za odabrane proizvode i nusproizvode analiziran je način na koji interna i eksterna valorizacija nusproizvoda posredstvom industrijske simbioze mogu unaprediti eko-efikasnost. Empirijsko istraživanje je pokazalo da optimizacija tokova reziduala posredstvom industrijske simbioze utiče na poboljšanje i ekonomskih performansi kompanija - povećanje prihoda i smanjenje troškova i ekoloških performansi kompanija - smanjenje količine otpada koji se odlaže na deponiju i supstitucija materijala/energenta nusproizvodom u oblasti prehrambene industrije. Važno je napomenuti da se kao značajna varijabla koja utiče na primenu principa industrijske simbioze zatim na ekonomske i ekološke efekte simbiotske razmene pokazala pripadnost proizvođača određenoj *grani* u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda. Država, veličina kompanije i primena standarda zaštite životne sredine nisu se pokazale značajnim sa aspekta uspostavljanja simbiotskih veza.

Primena industrijske simbioze u kontekstu zaštite životne sredine se može smatrati i *ex post* merom jer se nastali reziduali ne odlažu eksterno (na deponiju, na primer), ali i *ex ante* merom jer se upotrebom nusproizvoda kao sirovine supstituiše potrošnja drugih "nekorišćenih" prirodnih resursa. Brojni pozitivni efekti primene industrijske simbioze u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda ukazuju na značaj posmatranja industrijskih sistema kroz prizmu prirodnih ekosistema sa ciljem razvoja održivih industrijskih procesa koji će kao rezultat imati pozitivne i ekonomske i ekološke efekte.

Kompanije u savremenim uslovima poslovanja redefinišu svoje strategije razvoja poslovnih modela jer se suočavaju sa sve većom oskudicom prirodnih resursa, porastom cena inputa, rastom troškova upravljanja otpadom, degradacijom životne sredine praćenom pooštavanjem ekoloških propisa. Uz naučni doprinos, sistematizovani i prezentovani rezultati i saznanja do kojih se došlo sprovedenim istraživanjem u okviru doktorske disertacije mogu poslužiti kompanijama koje posluju u oblasti proizvodnje prehrambenih proizvoda kao primeri dobre prakse koji se mogu implementirati u funkciji unapređenja eko-efikasnosti poslovanja.

Na kraju, podsetićemo se stava autora Frosh-a i Gallopulos-a navedenog na početku rada da se u praksi idealni industrijski sistemi (poput prirodnih) verovatno nikada neće uspostaviti (razviti), ali to ne znači da pristup upotrebi prirodnih resursa i upravljanja otpadom ne treba menjati.

Literatura:

Radovi u časopisima, edicijama i sa naučnih konferencija:

1. Aid, G., Brandt, N., Lysenkova, M., Smedberg, N. (2015). Looplocal - a heuristic visualization tool to support the strategic facilitation of industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production*, 98, 328-335.
2. Andersen, S. M. (2007). An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustainability Science*, 2 (1), 133-140.
3. Ashton, W. S. (2011). Managing Performance Expectations of Industrial Symbiosis. *Business Strategy and the Environment*, 20 (5), 297-309.
4. Ashton, W.S. (2008). Understanding the Organization of Industrial Ecosystems - A social network approach. *Journal of Industrial Ecology*, 12 (1), 34-51.
5. Bocken N.M.P., Short S.W., Rana P., Evans S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, 65, 42-56.
6. Bogdanović, B.V., Šereš, Z.I., Gyura, J.F., Sakač, M.B., Simović-Šoronja, D.M., Mišan, A.Č., Pajin, B.S. (2013). Uticaj parametara ekstrakcije na kvalitet suvih rezanaca šećerne repe. *Hemijska industrija*, 67 (2), 269-275.
7. Bogičević, J., Domanović, V., Krstić, B. (2016). The Role of Financial and Non-financial Performance Indicators in Enterprise Sustainability Evaluation. *Ekonomika*, 62 (3), 1-13.
8. Boons, F., Ludeke-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.
9. Boons, F., Spekkink, W., Mouzakis, Y. (2011). The dynamics of industrial symbiosis: a proposal for a conceptual framework based upon a comprehensive literature review. *Journal of Cleaner Production*, 19 (9-10), 905-911.
10. Brattebø, H. (2005). Toward a Methods Framework for Eco-efficiency Analysis? *Journal of Industrial Ecology*, 9 (4), 9-11.
11. Bulatović, M. Lj., Rakin, M.B., Mojović, Lj. V., Nikolić, S. B., Vukašinović Sekulić, M.S., Đukić Vuković, A.J. (2012). Surutka kao sirovina za proizvodnju funkcionalnih napitaka. *Hemijska industrija*, 66 (4), 567-579.
12. Cecelja, F., Raafat, T., Trokanas, N., Innes, S., Smith, M., Yang, A. et al. (2015). e-Symbiosis: technology-enabled support for Industrial Symbiosis targeting Small and Medium Enterprises and innovation. *Journal of Cleaner Production*, 98, 336-352.
13. Chertow M., Park J. (2016). Scholarship and Practice in Industrial Symbiosis: 1989-2014. U R. Clift i A. Druckman (Eds.), *Taking Stock of Industrial Ecology* (str.87-116). Springer International Publishing.
14. Chertow, M.R. (2004). Industrial Symbiosis. *Encyclopedia of Energy*, 3, 407-415.
15. Chertow, M.R. (2007). "Uncovering" industrial symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 11 (1), 1-30.
16. Corrado, S., Ardente, F., Sala, S., Saouter, E. (2017). Modelling of food loss within life cycle assessment: From current practice towards a systematisation. *Journal of Cleaner Production*, 140, 847-859.
17. Costa, I., Massard, G., Agarwal, A. (2010). Waste management policies for industrial symbiosis development: case studies in European countries. *Journal of Cleaner Production*, 18 (8), 703-842.
18. Cvetković, B.S., Cvetković, I.I., Kojčin, A.N., Trzin, D.B., Banković-Ilić, I.B., Stamenković, O.S. et al. (2016). Nusproizvodi procesa rafinacije jestivih ulja kao sirovine za dobijanje biodizela. *Reciklaža i održivi razvoj*, 9, 28-46.
19. DaSilva, C. M., Trkman, P. (2014). Business Model: What It Is and What It Is Not. *Long Range Planning*, 47 (6), 379-389.
20. Đilas S., Čanadanović-Brunet J., Četković, G. (2009). By-products of fruits processing as a source of phytochemicals. *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*, 15 (4), 191-202.
21. Doménech, T., Davies, M. (2011). The role of Embeddedness in Industrial Symbiosis Networks: Phases in the Evolution of Industrial Symbiosis Networks. *Business Strategy and the Environment*, 20 (5), 281-296.

22. Ehrenfeld, J. R. (2007). Would Industrial Ecology Exist without Sustainability in the Background. *Journal of Industrial Ecology*, 11(1), 73-84.
23. Ehrenfeld, J.R. (2005). Eco-efficiency Philosophy, Theory, and Tools. *Journal of Industrial Ecology*, 9 (4), 6-8.
24. Ekins, P. (2005). Eco-efficiency Motives, Drivers, and Economic Implications. *Journal of Industrial Ecology*, 9 (4), 12-14.
25. Federici, F., Fava, F., Kalogerakis, N., Mantzavinou, D. (2009). Valorization of agro-industrial by-products, effluents and waste: concept, opportunities and the case of olive mill wastewaters. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 84, 895-900.
26. Figge, F., Hahn, T., Schaltegger, S., Wagner, M., (2002). The Sustainability Balanced Scorecard – Linking Sustainability Management to Business Strategy. *Business, Strategy and the Environment*, 11(5), 269-284.
27. Figge, F., Young, W., Barkemeyer, R. (2014). Sufficiency or efficiency to achieve lower resource consumption and emission? The role of rebound effect. *Journal of Cleaner Production*, 69, 216-224.
28. Frosch, R.A, Gallopoulos, N.E (1989). Strategies for Manufacturing. *Scientific American*, 261 (3), 144-153.
29. Galanakis, M. C. (2012). Recovery of high added-value components from food wastes: conventional, emerging technologies and commercialized applications. *Trends in Food Science & Technology*, 26, 68-87.
30. Golev, A., Corder, G.D., Giurco, D., P. (2015). Barriers to Industrial Symbiosis: Insights from the Use of a Maturity Grid. *Journal of Industrial Ecology*, 19 (1), 141-153.
31. Hardy, C., Thomas, E. G. (2002). Industrial Ecosystems as Food Webs. *Journal of Industrial Ecology*, 6 (1), 29-38.
32. Huppes, G., Ishikawa, M. (2005a). Why Eco-efficiency? *Journal of Industrial Ecology*, 9 (4), 2-5.
33. Huppes, G., Ishikawa, M. (2005b). A Framework for Quantified Eco-efficiency Analysis. *Journal of Industrial Ecology*, 9 (4), 25-41.
34. Huppes, G., Ishikawa, M. (2005c). Eco-efficiency and its Terminology. *Journal of Industrial Ecology*, 9 (4), 43-46.
35. Iličković, Z., Redžić, E., Andrejaš, F., Avdić, G., Stuhli, V. (2012). Ispitivanje mogućnosti dobijanja ulja iz čvrstog ostatka zaostalog nakon spravljanja napitka od kafe kao potencijalne sirovine za dobijanje biodizela. *Hemijska industrija*, 66 (4), 581 – 586.
36. Jacobsen B. (2006). Industrial Symbiosis in Kalundborg, Denmark: A Quantitative Assessment of Economic and Environmental Aspects. *Journal of Industrial Ecology*, 10 (1-2), 239 – 255.
37. Korhonen, J., Okkonen, L., Niutanen, V. (2004). Industrial eco-system indicators-direct and indirect effects of integrated waste- and by-products management and energy production. *Clean Technologies and Environmental Policy* 6 (3), 162-173.
38. Koskela, M. (2015). Measuring eco-efficiency in the Finnish forest industry with public data, *Journal of Cleaner Production*, 98, 316-327.
39. Koutinas, A.A., Vlysidis, A., Pleissner, D., Kopsahelis, N., Lopez Garcia, I., Kookos, I., K. et al. (2014). Valorization of industrial waste and by-products streams via fermentation for the production of chemicals and biopolymers. *Chemical Society Review*, 43 (8), 2587-2627.
40. Krstić, B., Sekulić, V., Ivanović, V. (2014). Kako primeniti koncept karte izbalansiranih performansi održivog razvoja. *Ekonomске teme*, 52 (1), 63-79.
41. Krstić, B., Vučić, S. (2004). Merenje ekoloških performansi preduzeća, *Ekonomске teme*, XLII (4), 109-116.
42. Levidow, L., Lindgaard – Jorgensen, P., Nilsson, A., Alongi Skenhall, S., Assimacopoulos, D. (2016). Process eco-innovation: assesing meso – level eco-efficiency in industrial water – service systems. *Journal of Cleaner Production*, 110, 54-65.
43. Lin, C.S.K., Koutinas A.A., Stamatelatou, K., Mubofu, E.B., Matharu, A.S., Kopshelis, N. (2014). Current and future trends in food waste valorization for the production of chemicals, materials and fuels: a global perspective. *Biofuels, Bioproducts & Biorefining*, 8, 686-715.

44. Lin, C.S.K., Pfaltzgraff, L.A., Herrero-Davila, L., Mubofu, E.B., Abderrahim, S., Clark, J.H. et. al. (2013). Food waste as a valuable resource for the production of chemicals, materials and fuels. Current situation and global perspective. *Energy & Environmental Science*, 6, 426-464.
45. Lombardi, D. R., Lyons D., Shi H., Agarwal, A. (2012). Industrial symbiosis: Testing the boundaries and advancing knowledge. *Journal of Industrial Ecology*, 16 (1), 2-7.
46. Lončarević, I., Pajin, B., Petrović, J., Zarić, D., Sakač, M., Torbica, A., Lloyd, D. M., Omorjan, R. (2016). The impact of sunflower and rapeseed lecithin on the rheological properties of spreadable cocoa cream. *Journal of Food Engineering*, 171, 67-77.
47. Lovins, A. B., Lovins, H.L., Hawken, P. (july-august 2007). A Road Map for Natural Capitalism. *Harvard Business Review*. Preuzeto sa: <https://hbr.org/2007/07/a-road-map-for-natural-capitalism>. Datum dostupnosti: 12.01.2016.
48. Lüdeke-Freund, F. (2010). Towards a Conceptual Framework of Business Models for Sustainability. 14th ERSCP 6th EMSU Conference. (str.1-28). Delft, The Netherlands.
49. Magretta, J. (2002). Why business models matter. *Harvard Business Review*, 80 (5), 86–92.
50. Maille, M., Frayret, J.-M. (2016). Industrial Waste Reuse and By-product Synergy Optimization. *Journal of Industrial Ecology*, 20 (6), 1284-1294.
51. Martin, M., Svensson, N., Eklund M. (2015). Who gets the benefits? An approach for assessing the environmental performance of industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production*, 98, 263-271.
52. Maxime, D., Marcotte, M., Arcand, Y. (2006). Development of eco-efficiency indicators for the Canadian food and beverage industry. *Journal of Cleaner Production*, 14, 636-648.
53. Meneghetti, A., Nardin, G. (2012). Enabling industrial symbiosis by a facilities management optimization approach. *Journal of Cleaner Production*, 35, 263-273.
54. Mirabella, N., Castellani, V., Sala, S. (2014). Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. *Journal of Cleaner production*, 65, 28-41.
55. Mirata, M. (2004). Experiences from early stages of a national industrial symbiosis programme in the UK: determinants and coordination challenges. *Journal of Cleaner Production*, 12, 967-983.
56. Moller, A., Schaltegger, S. (2005). The Sustainability Balanced Scorecard as a Framework for Eco-efficiency Analysis. *Journal of Industrial Ecology*, 9 (4), 73 -83.
57. Montastruc, L., Boix, M., Pibouleau, L., Azzaro-Pantel, C., Domenech, S. (2013). On the flexibility of an eco-industrial park (EIP) for managing industrial water. *Journal of Cleaner Production*, 43, 1-11.
58. Moore, J.F. (2006). Business Ecosystems and the View from the Firm. *The Antitrust Bulletin*, 51 (1), 31-75.
59. Moore, J.F. (may-june 1993). Predators and Prey: A New Ecology of Competition. *Harvard Business Review*. Preuzeto sa: <https://hbr.org/1993/05/predators-and-prey-a-new-ecology-of-competition>. Datum dostupnosti: 01.10.2015.
60. Murlow, J.S., Derrible, S., Ashton, W. S., Chopra, S.S. (2017). Industrial Symbiosis at the Facility Scale. *Journal of Industrial Ecology*, 21 (3), 559-571.
61. Murthy, P.S., Madhava Naidu M. (2012). Sustainable management of coffee industry by-products and value addition - A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 66, 45-58.
62. Norgaard, R.B. (1989). The Case for Methodological Pluralism. *Ecological Economics*, 1 (1), 37-57.
63. Ostojić, S., Pavlović, M., Živić, M., Filipović, Z., Gorjanović, S., Hranisavljević, S. et al. (2005). Processing of whey from dairy industry waste. *Environmental Chemistry Letters*, 3 (1), 29-32.
64. Paquin, R. L., Tilleman, S. G., Howard-Grenville, J. (2014). Is There Cash in That Trash? Factors Influencing Industrial symbiosis exchange initiation and completion. *Journal of Industrial Ecology*, 18 (2), 268-279.
65. Paquin, R.L., Busch, B., Tilleman, S. G. (2015). Creating economic and environmental value through industrial symbiosis. *Long Range Planning*, 48 (2), 95-107.
66. Park, H.-S., Behera, S.K. (2014). Methodological aspects of applying eco-efficiency indicators to industrial symbiosis networks. *Journal of Cleaner Production*, 64, 478-485.

67. Passetti, E., Tenucci, A. (2016). Eco – efficiency measurement and the influence of organisational factors: evidence from large Italian companies. *Journal of Cleaner Production*, 122, 228-239.
68. Pejin, J.D., Radosavljević, M.S., Grujić, O.S., Mojović, Lj.V., Kocić-Tanaskov, S.D., Nikolić, S.B., Đukić-Vuković, A.P. (2013). Mogućnosti primene pivskog tropa u biotehnologiji. *Hemijska industrija*, 67 (2), 277-291.
69. Posch, A. (2010). Industrial Recycling Networks as Starting Points for Broader Sustainability-Oriented Cooperation? *Journal of Industrial Ecology*, 14 (2), 242–257.
70. Rakin, M.B., Bulatović, M.Lj. Zarić, D.B., Stamenković Đoković, M.M., Krunić, T.Ž, Borić, M.M. (2016). Kvalitet fermentisanog napitka od surutke i mleka. *Hemijska industrija*, 70 (1), 91-98.
71. Ravindran, R., Jaiswal, A.K. (2016). Exploitation of Food Industry Waste for High – Value Products. *Trends in Biotechnology*, 34 (1), 58-69.
72. Roome, N. (2001). Conceptualizing and studying the contribution of networks in environmental management and sustainable development. *Business Strategy and the Environment*, 10 (2), 69-76.
73. Salmi, O. (2007). Eco-efficiency and industrial symbiosis - a counterfactual analysis of a mining community. *Journal of Cleaner Production*, 15 (17), 1696 -1705.
74. Schieber, A., Stintzing, F.C., Carle, R. (2001). By-products of plant food processing as a source of functional compounds – recent developments. *Trends in Food Science & Technology*, 12, 401–413.
75. Short, S.W., Bocken, N.M.P., Barlow, C.Y., Chertow, M.R. (2014). From Refining Sugar to Growing Tomatoes: Industrial Ecology and Business Model Evolution. *Journal of Industrial Ecology*, 18 (5), 603 – 618.
76. Sinkin, C., Wright, C.J., Burnett, R.D.(2008). Eco-efficiency and firm value. *Journal of Accounting and Public Policy*, 27 (2), 167-176.
77. Sterr, T., Ott, T. (2004). The industrial region as a promising unit for eco – industrial development – reflections, practical experience and establishment of innovative instruments to support industrial ecology. *Journal of Cleaner Production*, 12, 947 – 965.
78. Thyagarajan, D., Barathi, M., Sakthivadivu, R. (2013). Scope of Poultry Waste Utilization. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 6 (5), 29 – 35.
79. Tomić S., Delić D. (2016). Effects of Industrial Symbiosis on Company's Energy Efficiency and Renewable Energy Use. U *Proceedings of 8th International Symposium EXPRES 2016 on Exploitation of Renewable Energy Sources, effectiveness and security*. (str. 96-100). Subotica.
80. Tomić, S., Delić, D. (2016). Kompatibilnost ekonomskih i ekoloških indikatora performansi kompanija. U *Zbornik radova sa XXI Internacionalnog naučnog skupa Strategijski menadžment i sistemi podrške odlučivanju u strategijskom menadžmentu SM 2016*. (str. 1069-1074). Subotica: Ekonomski fakultet u Subotici.
81. Tomić, S., Komazec, Lj., Delić, D. (2014). Energy Efficiency and Economic Efficiency – Pillars of Company's Eco-efficiency. *Economics & Economy*, 1 (3), 107-121.
82. Tumbas Šaponjac, V., Četković, G., Čanadanović-Brunet, J., Pajin, B., Đilas, S., Petrović et al. (2016). Sour cherry pomace extract encapsulated in whey and soy proteins: Incorporation in cookies. *Food Chemistry*, 207, 27-33.
83. Van Berkel, R. (2009). Comparability of Industrial Symbioses. *Journal of Industrial Ecology*, 13 (4), 483–486.
84. Van Dyk, J.S., Gama, R., Morrison, D., Swart, S., Pletschke, B. I. (2013). Food processing waste: Problems, current management and prospects for utilisation of the lignocellulose component through enzyme synergistic degradation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 521-531.
85. Voća, N., Krička, T., Jurišić, V., Brlek Savić, T., Matin, A. (2009). Potencijal iskorištenja ostataka nakon proizvodnje vina za dobivanje toplinske energije. U *Proceedings of 44th Croatian & 4th International Symposium on Agriculture*. (str. 880-884). Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
86. Wang, G., Feng, X., Chu, H. K. (2013). A novel approach for stability analysis of industrial symbiosis systems. *Journal of Cleaner Production*, 39, 9-16.
87. Wells, P., Zapata, C. (2012). Renewable Eco-industrial Development. *Journal of Industrial Ecology*, 16, 665–668.

88. Winkler, H. (2011). Closed-loop production systems—A sustainable supply chain approach. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 4 (3), 243–246.
89. Zhu, Q., Lowe, E. A., Wei, Y.-a., Barnes, D. (2007). Industrial symbiosis in China: A case study of the Guitang Group. *Journal of Industrial Ecology*. 11(1), 31-42.

Knjige, poglavlja u knjigama i enciklopedijske odrednice:

1. Bringezu, S., Moriguchi, Y. (2002). Industrial ecology: goals and definitions. U Robert U. Ayres i Leslie W. Ayres (Eds.), *A Handbook of Industrial Ecology* (str.79-90). UK:Edward Elgar Publishing.
2. Chertow, M., Ashton, W., Kuppalli, R. (2004). *The Industrial Symbiosis Research Symposium at Yale: Advancing the Study of Industry and Environment*. Yale Center for Industrial Ecology.
3. Clark, D. (2004). Utilisation of Cheese Whey. U K. Waldron, C. Faulds i A. Smith (Eds.), *Total Food - Exploiting co-products - minimizing waste* (str.132-143). Norwich: Institute of Food Research.
4. Daraio, S., Simar, L. (2007). *Advanced Robust and Nonparametric Methods in Efficiency Analysis*. Boston, MA: Springer.
5. De Žerden, Dž. R. (2006). *Ekološka etika – uvod u ekološku filozofiju*. Beograd: Službeni glasnik.
6. Dragović-Uzelac, V., Bursać Kovačević, D., Putnik, P. (2017). Mogućnosti iskorištenja otpada od prerade voća i povrća. U D. Šubarić (ur.), *Neke mogućnosti iskorištenja nusproizvoda prehrambene industrije* (str.39-55). Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.
7. Ehrenfeld, J.R., Chertow, M.R. (2002). Industrial symbiosis: the legacy of Kalundborg. U Robert U. Ayres i Leslie W. Ayres (Eds.), *A Handbook of Industrial Ecology* (str.334-348). UK:Edward Elgar Publishing.
8. Ehrenfeld, J.R., Chertow, M. R. (2002). Industrial symbiosis: the legacy of Kalundborg. U R. U. Ayres i L. W. Ayres (Eds.), *A handbook of industrial ecology* (str. 334-348). UK:Edward Elgar Publishing.
9. Evans, S., Bergendahl, N.M., Gregory, M., Ryan, C. (2009). Towards a sustainable industrial system: with recommendation for education, research, industry and policy. Preuzeto sa: <https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/insights/sustainability/towards-a-sustainable-industrial-system-with-recommendations-for-education-research-industry-and-policy/> (Datum dostupnosti:08.11.2014.)
10. Femia, A. (2014). Changing the Priorities: From Labour Productivity to the Efficiency in the Use of Resources. U M. Angrick, A. Burger i H.Lehmann (Eds.), *Factor X-policy, Strategies and Instruments for a Sustainable Resource Use* (str.149-175). Springer Netherlands.
11. Fuentes, L. de las, Sanders, B., Lorenzo, A., Alber, S. (2004). AWARENET: Agro-Food Wastes Minimisation and Reduction Network. U K. Waldron, C. Faulds i A. Smith (Eds.), *Total Food - Exploiting co-products - minimizing waste* (str.233-244). Norwich: Institute of Food Research.
12. Grujić, R., Franc, A. (2012). Održive tehnologije u prehrambenoj industriji. U *Sustainability in Food industry* (str.5-34). Preuzeto sa: http://projects.tempus.ac.rs/attachments/project_resource/879/1159_Sustainability%20in%20Food%20Industry-158989-2009.pdf (Datum dostupnosti: 16.07.2017.)
13. Grujić, R., Odošić, A., Grujić, S. (2012). Zagađenja koja nastaju u prehrambenoj industriji. U *Sustainability in Food industry* (str.91-121). Preuzeto sa: http://projects.tempus.ac.rs/attachments/project_resource/879/1159_Sustainability%20in%20Food%20Industry-158989-2009.pdf (Datum dostupnosti: 16.07.2017.)
14. Haris, Dž.(2009). *Ekonomija životne sredine i prirodnih resursa: savremeni pristup*. Beograd:Data Status.
15. Jacobsen, N. B., Anderberg, S. (2005). Understanding the evolution of industrial symbiotic networks – the case of Kalundborg. U J.C.J.M. van den Bergh i M. A. Janssen (Eds.), *Economics of Industrial Ecology – Materials, Structural Change and Spatial Scales* (str.313-335). MIT Press.

16. Jasch, C.M. (2009). *Environmental and Material Flow Cost Accounting: Principles and Procedures*. Springer Netherlands.
17. Jašić, M., Cvrk, R., Džafić, A. (2012). Stanje i mogućnosti rješavanja otpada u preradi voća i povrća na primjeru Fana d.o.o. Srebrenik. U *Sustainability in Food industry* (str.153-171). Preuzeto sa: http://projects.tempus.ac.rs/attachments/project_resource/879/1159_Sustainability%20in%20Food%20Industry-158989-2009.pdf (Datum dostupnosti:16.07.2017.)
18. Jokić, S., Aladić, K., Vidović, S., Bilić, M. (2017). Mogućnosti primjene ekstrakcije superkritičnim CO₂ u obradi nusproizvoda prehrambene industrije. U D. Šubarić (ur.), *Neke mogućnosti iskorištenja nusproizvoda prehrambene industrije* (str.19-38). Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.
19. Jozinović, A., Ačkar, Đ., Babić, J., Miličević, B., Panak Balentić, J., Jašić, M., Šubarić, D. (2017). Primjena nusproizvoda prehrambene industrije u proizvodnji ekstrudiranih proizvoda. U D. Šubarić (ur.), *Neke mogućnosti iskorištenja nusproizvoda prehrambene industrije* (str.93-110). Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.
20. Komazec, Lj. (2009). Socijalno-etički diskurs ekološke krize u Srbiji. U S.Grč (ur.) Srbija i Evropa: ekonomija, društvo i politika (str.127-149). Beograd: Institut društvenih nauka.
21. Krstić, B., Sekulić, V. (2007). *Upravljanje performansama preduzeća*. Niš: Ekonomski fakultet.
22. Lavery, G., Pennell, N., Brown, S., Evans, S. (2013). The Next Manufacturing Revolution: Non-Labor Resource Productivity and its Potential for UK Manufacturing. Preuzeto sa: <http://www.nextmanufacturingrevolution.org/wp-content/uploads/2013/09/Next-Manufacturing-Revolution-full-report.pdf> (Datum dostupnosti: 16.11.2016.)
23. Lavery, G., Pennell, N., Evans, S. (2014). *Food and Beverage Sector Non-Labour Resource Efficiency: Unlocking Cost Savings, Jobs and Environmental Improvements*. Preuzeto sa: <http://laverypennell.com/wp-content/uploads/2014/03/Food-and-Beverage-Resource-Efficiency.pdf> (Datum dostupnosti: 16.11.2016.)
24. Lifset, R., Graedel, T.E (2002). Industrial ecology: goals and definitions. U Robert U. Ayres i Leslie W. Ayres (Eds.), *A Handbook of Industrial Ecology* (str.3-15). UK:Edward Elgar Publishing.
25. Lošonc, A. (2005). *Sufficientia ecologica*. Novi Sad: Stylos.
26. Marković, D. Ž., Ilić, B.B., Ristić, Ž.L. (2010). *Ekološka ekonomija*. Beograd: Etnostil.
27. Mujčić, I., Alibabić, V. (2017). Potencijal komine maslina kao sekundarne sirovine. U D. Šubarić (ur.), *Neke mogućnosti iskorištenja nusproizvoda prehrambene industrije* (str.133-150). Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.
28. Pap, N., Pongrácz, E., Myllykoski, L., Keiski, R. (2004). Waste minimization and utilization in the food industry: Processing of arctic berries, and extraction of valuable compounds from juice-processing by-products. Preuzeto sa: <http://www.fpeac.org/fruit/WasteMinimizationUtilization-BerryProcessing.pdf> (Datum dostupnosti:13.06.2017.)
29. Pešalj, B. (2006). *Merenje performansi preduzeća*. Beograd: Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta u Beogradu
30. Politička enciklopedija (1975). Savremena administracija: Beograd.
31. Pretty, J. (2004). A perspective on environmental externalities and side-effects in the food chain. U K. Waldron, C. Faulds i A. Smith (Eds.), *Total Food - Exploiting co-products - minimizing waste* (str.8-15). Norwich: Institute of Food Research.
32. Rifkin, Dž. (2006). *Europski san*. Zagreb: Školska knjiga.
33. Ristić, J. (2013). *Ka jednoj ekološkoj kulturi*. Beograd: Službeni glasnik.
34. Saks, Dž. (2014). *Doba održivog razvoja*. Beograd: CIRSD i Službeni glasnik.
35. Sanders, B., Crosby, K.S. (2004). Waste Legislation and its Impact on the Food Industry. U K. Waldron, C. Faulds i A. Smith (ur.), *Total Food - Exploiting co-products - minimizing waste* (str.16-28). Norwich: Institute of Food Research.

36. Slačanac, V., Lučan, M. (2017). Mogućnosti iskorištenja sirutke, najvažnijeg nusproizvoda mljekarske industrije. U D. Šubarić (ur.), *Neke mogućnosti iskorištenja nusproizvoda prehrambene industrije* (str.227-246). Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.
37. Van Boekel, M.A.J.S (2004). Future Concepts: Integration in Processing. U K. Waldron, C. Faulds i A. Smith (ur.), *Total Food - Exploiting co-products - minimizing waste* (str.225-231). Norwich: Institute of Food Research.
38. Verfaillie, H. A., Bidwell, R. (2000). *Measuring Eco-efficiency – a Guide to Reporting Company Performance*. Geneva: World Business Council for Sustainable Development.
39. Vujaklija, M. (1996/97). *Leksikon stranih reči i izraza*, Prosveta: Beograd.
40. Vukićević, M.Đ. (2000). *Ekonomija životne sredine: teorija ekološke politike*. Novi Sad: DIT NIS – Naftagas.
41. Vuković, I. (2012). *Osnove tehnologije mesa*. Beograd: Veterinarska komora Srbije.

Dokumenti organizacija:

1. European Commission (2011a). A resource-efficient Europe – Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy. Dostupno na: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0021:FIN:EN:PDF>
2. European Commission (2011b). Roadmap to a Resource Efficient Europe. Dostupno na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0571&from=EN>
3. European Commission (2011c). Sustainable Industry: Going for Growth & Resource Efficiency. Dostupno na: <http://www.resource-efficiency-innovation.eu/documents/Sustainable%20Industry%20Going%20for%20Growth%20and%20Resource%20Efficiency.pdf>
4. Ecorys (2011). Study on the Competitiveness of the European Companies and Resource Efficiency. European Commission DG Enterprise and Industry. Dostupno na : <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/5189/attachments/1/translations/en/renditions/native>
5. European Commission (2012b). Innovating for Sustainable Growth - A Bioeconomy for Europe. Dostupno na : http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/official-strategy_en.pdf
6. European Commission (2013) Resource Efficiency Indicators. Dostupno na: http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/IR4_en.pdf
7. European Commission (2014b). Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe. Dostupno na: http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:50edd1fd-01ec-11e4-831f-01aa75ed71a1.0001.01/DOC_1&format=PDF
8. European Environment Agency (2014). Resource-efficient green economy and EU policies. Dostupno na : <https://www.eea.europa.eu/publications/resourceefficient-green-economy-and-eu/download>
9. European Commission (2014c). European resource efficiency platform (EREP). Dostupno na: http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/documents/erep_manifesto_and_policy_recommendations_31-03-2014.pdf.
10. European Commission (2015b). Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy. Dostupno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614>
11. European Environment Agency (2016). Circular economy in Europe: Developing the knowledge base. Dostupno na : <http://www.socialistsanddemocrats.eu/sites/default/files/Circular%20economy%20in%20Europe.pdf>

12. EllenMcArthur Foundation (2015). Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition. Dostupno na : https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/TCE_Ellen-MacArthur-Foundation_9-Dec-2015.pdf
13. Ellen McArthur Foundation (2013). Towards Circular Economy 2 – Opportunities for the consumer goods sector. Dostupno na : https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/TCE_Report-2013.pdf
14. European Commission (2014a) Green Action Plan for SMEs: Enabling SMEs to turn environmental challenges into business opportunities. Dostupno na :
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0440&from=EN>
15. World Business Council for Sustainable Development (2006). Eco-efficiency learning module. Dostupno na : http://wbcsdservers.org/wbcsdpublications/cd_files/datas/capacity_building/education/pdf/EfficiencyLearningModule.pdf
16. ESCAP (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific) (2006). Eco-efficiency Indicators: Measuring Resource-use Efficiency and the Impact of Economic Activities on the Environment. Dostupno na: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/785eco.pdf>
17. Fraunhofer Institutes, Energy Efficiency in Production: Future Action Fields, Fraunhofer Institutes. Dostupno na : https://www.iwu.fraunhofer.de/content/dam/iwu/en/documents/EffPro_en.pdf
18. Greenovate! Europe (2012). Guide to resource efficiency in manufacturing – experiences from improving resource efficiency in manufacturing companies. Dostupno na : https://www.greenovate-europe.eu/sites/default/files/publications/REMake_Greenovate%21Europe%20-%20Guide%20to%20resource%20efficient%20manufacturing%20%282012%29.pdf
19. European Commission (2010). *Preparatory Study on Food Waste across EU-27*. Dostupno na: http://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/bio_foodwaste_report.pdf
20. European Commission (2012a). *Assessment of resource efficiency in the food cycle*. Dostupno na: http://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/foodcycle_Final%20report_Dec%202012.pdf
21. European Commission (2015a). *Analysis of certain waste streams and the potential of Industrial Symbiosis to promote waste as a resource for EU Industry-final report*. Dostupno na: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d659518c-78d3-45a1-ad2e-d112c80e1614>
22. European Commission (2016b). *Estimates of European food waste levels*. Dostupno na: <https://www.eu-fusions.org/phocadownload/Publications/Estimates%20of%20European%20food%20waste%20levels.pdf>
23. European Commission (2016a). *The competitive position of the European food and drink industry*. Dostupno na: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/15496/attachments/1/translations/en/renditions/pdf>
24. European Commission (2005). Biomass action plan. Dostupno na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005DC0628&from=en>
25. Uredba o klasifikaciji delatnosti, Sl. glasnik RS, br. 54/2010. Dostupno na: http://www.paragraf.rs/propisi/uredba_o_klasifikaciji_delatnosti-1.html
26. Biomass action plan (2005). Dostupno na:
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005DC0628&from=en>
27. European Parliament resolution on resource efficiency: moving towards circular economy (2015). Dostupno na: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P8-TA-2015-0266+0+DOC+XML+V0//EN>.
28. WBCSD (2006). Eco-efficiency - Learning module. Dostupno na:
http://wbcsdservers.org/wbcsdpublications/cd_files/datas/capacity_building/education/pdf/EfficiencyLearningModule.pdf
29. Commission of the European Communities (2007). *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on the Interpretative Communication on waste and by-products*. Dostupno na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0059&from=EN>

Doktorske disertacije

1. Lončarević, I.(2013). *Uticaj lecitina različitog porekla na kristalizaciona svojstva masne faze i kvalitet mazivog krem proizvoda sa dodatkom funkcionalnih biljnih ulja*. Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
2. Pavlović, D., M. (2015). *Izolovanje bioaktivnih jedinjenja iz otpadne kafe i njeno potpuno iskorišćenje kao adsorbenta*. Doktorska disertacija, Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu.
3. Petrović, J. (2018). *Valorizacija nutritivnog profila kekisa proizvedenog sa dodatkom sporednih proizvoda prehrambene industrije*. Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.

Internet izvori

1. <http://phenolive.eu/the-project/> (Datum dostupnosti: 22.01.2017).
2. <https://search.informit.com.au/documentSummary;dn=177431394525590;res=IELENG>. (Datum dostupnosti: 17.09.2015).
3. <https://www.eea.europa.eu/signals/signals-2014/articles/from-production-to-waste-food-system#tab-news-and-articles> (Datum dostupnosti: 17.09.2015).
4. <http://www.desso.com/c2c-corporate-responsibility/circular-economy/> (Datum dostupnosti: 20.10.2015).
5. <https://www.euractiv.com/section/sustainable-dev/news/circular-economy-way-of-thinking-embraced-across-eu/> (Datum dostupnosti: 17.10.2016).
6. <http://www.nispnetwork.com/about-nisp/a-proven-track-record> (Datum dostupnosti: 17.09.2015).
7. http://www.packaging-gateway.com/projects/john_baarda (Datum dostupnosti 05.10.2014).
8. <http://www.wbcd.org/pages/EDocument/EDocumentDetails.aspx?ID=13593> (Datum dostupnosti:06.03.2016.)
9. www.gdrc.org/sustdev/concepts/04-e-effi.html (Datum dostupnosti:06.11.2017.)
10. <http://indicator.sepa.gov.rs/o-indikator/indikator-odrzivog-razvoja-srbija-i-svet-1#osnove> (Datum dostupnosti:26.09.2017.)
11. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf> (Datum dostupnosti:10.08.2017.)
12. http://mahb.stanford.edu/wp-content/uploads/2012/02/1986_Vitousek.pdf (Datum dostupnosti:08.09.2017.)
13. <https://www.forumforthefuture.org/sites/default/files/Infographic.pdf> (Datum dostupnosti:28.08.2017.)
14. <http://www.independent.co.uk/news/uk/home-news/uk-warned-it-will-run-out-of-landfill-sites-in-eight-years-2021136> (Datum dostupnosti:23.11.2017.)
15. www.downsizer.net/gallery/8740/scallop_shells_SISP.pdf (Datum dostupnosti:15.10.2017.)
16. <http://www.fdfscotland.org.uk/sfdf/five-fold-2014-kp-snacks.aspx> (Datum dostupnosti:24.10.2017.)
17. <http://www.fooddrinkeurope.eu/our-actions/foodwaste-toolkit/redirect-to-feed-animals-to-industrial-use> (Datum dostupnosti:25.10.2017.)
18. http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=3660#E1 (Datum dostupnosti:02.10.2017.)
19. http://www.citrotecno.com/quienes_somos.php (Datum dostupnosti:28.03.2016.)
20. <http://www.refrescogerber.co.uk/environmental> (Datum dostupnosti:13.11.2017.)
21. <http://www.uljara.hr/index.php/ljuska-sjemenki-suncokreta> (Datum dostupnosti:16.07.2017.)
22. <https://www.ekapija.com/news/85509/uljara-sunce-uzgaja-paradajz-u-plasticima> (Datum dostupnosti:12.10.2017.)
23. <http://www.dw.com/sr/maslina-i-u-rezervoaru-automobila/a-17507122> (Datum dostupnosti:03.09.2017.)
24. <http://ec.europa.eu/environment/life/news/newsarchive2016/october/index.htm> (Datum dostupnosti:24.01.2017.)
25. http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=5084 (Datum dostupnosti:17.09.2017.)

26. <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/ostali-proizvodi-na-bazi-mlijeka> (Datum dostupnosti:25.12.2017.)
27. <http://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/proizvodi-od-surutke> (Datum dostupnosti:12.12.2017.)
28. http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=5084 (Datum dostupnosti:28.11.2017.)
29. <https://www.qmilkfiber.eu/?lang=en> (Datum dostupnosti:18.11.2016.)
30. https://www.dairyreporter.com/Article/2017/01/27/Swedes-spin-silk-from-whey-protein?utm_source=copyright&utm_medium=OnSite&utm_campaign=copyright (Datum dostupnosti:23.12.2017.)
31. <http://www.ttz-bremerhaven.de/de/component/content/article.html?id=596:interpack-2011-the-whey-to-sustainable-packaging> (Datum dostupnosti:19.12.2017.)
32. http://www.agrif.bg.ac.rs/files/subjectfiles/172/1-Osnove_tehnologije_secera_i_parametri_kvaliteta.pdf (Datum dostupnosti:11.10.2017.)
33. <http://www.britishsugar.co.uk/Environmental.aspx> (Datum dostupnosti:23.11.2016.)
34. <http://www.suikerunie.com/Duurzaamheid/Environmental-sustainability/Circulaire-economie> (Datum dostupnosti:16.12.2017.)
35. <http://www.fdfscotland.org.uk/sfdf/five-fold-2014-kp-snacks.aspx> (Datum dostupnosti:07.08.2016.)
36. <http://storage.nestle.com/nestle-society-full-2015/files/assets/common/downloads/publication.pdf> (Datum dostupnosti:27.09.2015.)
37. <https://www.nestle.co.uk/media/pressreleases/rolo-and-toffee-crisp-chocolate-soup-to-power-factory> (Datum dostupnosti:15.12.2017.)
38. http://www.danas.rs/svet.1160.html?news_id=331119&title=Fabrika+napolitanki+greje+600+doma%C4%87insta+va (Datum dostupnosti:14.11.2017.)
39. <http://uk.caudalie.com/story-ethics/ingredients.htm> (Datum dostupnosti:22.10.2017.)
40. http://www.carlsberggroup.com/investor/downloadcentre/Documents/Annual%20Report/Carlsberg_Group_Sustainability_Report_2015.pdf (Datum dostupnosti:28.10.2017.)
41. <http://webrzs.stat.gov.rs/WebSite/Public/PageView.aspx?pKey=412> (Datum dostupnosti:20.09.2017.)
42. http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=LIFE09_ENV_ES_000433_LAYMAN.pdf (Datum dostupnosti:22.12.2017.)