

# Od otpada do resursa: Uloga gospodarenja otpadom od hrane u postizanju održivog razvoja

---

**Oroz, Valentina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:834070>

*Rights / Prava:* [Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-14**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



**Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Sveučilišni prijediplomski studij Nutricionizam**

**Valentina Oroz**  
0058217797

**Od otpada do resursa: Uloga gospodarenja otpadom od  
hrane u postizanju održivog razvoja**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet:** Nova dostignuća u znanosti o prehrani

**Mentor:** izv. prof. dr. sc. Ivana Rumora Samarin

**Zagreb, 2023.**

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Sveučilišni prijediplomski studij Nutricionizam

Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda  
Laboratorij za kemiju i biokemiju hrane

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Nutricionizam

**Od otpada do resursa: Uloga gospodarenja otpadom od hrane u postizanju održivog razvoja**  
**Valentina Oroz, 0058217797**

### Sažetak:

Velike količine otpada koje se svakodnevno generiraju u prehrambenim industrijama, restoranima, kućanstvima i drugim izvorima postale su najveći ekološki izazov današnjice. Pravila gospodarenja otpadom imaju ključnu ulogu u promicanju održivog razvoja postizanjem ekonomske učinkovitosti, društvenog napretka i ekološke odgovornosti. Učinkovite strategije upravljanja otpadom od hrane pružaju širok spektar dobiti od onih ekoloških pa sve do društvenih i zdravstvenih. Preusmjeravanjem viška hrane izravno onima kojima je potrebna, ova strategija promiče društvenu jednakost dok smanjuje nejednakosti među skupinama društva. Osim toga, održivi prehrambeni sustav može potaknuti lokalnu ekonomiju, stvarajući nova radna mjesta u poljoprivredi, preradi hrane i distribuciji. Cilj ovog rada je prikazati trenutno stanje gospodarenja otpadom od hrane i potencijalne ideje koje otpad od hrane mogu pretvoriti u vrijedne resurse te moguće inovacije i poticaje za pomoć trgovcima i potrošačima da smanje bacanje hrane i na taj način kao društvo prijeđu na kružno gospodarstvo.

**Ključne riječi:** otpad od hrane, održivi razvoj, gospodarenje otpadom

**Rad sadrži:** 32 stranice, 6 slika, 44 literaturna navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

**Mentor:** izv. prof. dr. sc. Ivana Rumora Samarin

**Datum obrane:** 11.09.2023.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Undergraduate thesis

University of Zagreb  
Faculty of Food Technology and Biotechnology  
University undergraduate study Nutrition

Department of Food Quality Control  
Laboratory for Laboratory for Food Chemistry and Biochemistry

Scientific area: Biotechnical Sciences  
Scientific field: Nutrition

**From waste to resources: The role of food waste management in achieving sustainable development**

**Valentina Oroz, 0058217797**

### **Abstract:**

Large amounts of waste generated daily in food industries, restaurants, households and other sources of food are the biggest environmental challenge today. Waste management rules play a key role in promoting sustainable development by achieving economic efficiency, social progress and environmental responsibility. Effective food waste management strategies provide a wide range of benefits from environmental to social and health benefits. By diverting surplus food directly to those in need, this strategy promotes social equality while reducing inequalities between groups in society. In addition, a sustainable food system can boost the local economy, creating new jobs in agriculture, food processing and distribution. The aim of this paper is to show the current state of waste management and potential ideas that can turn food waste into valuable resources, as well as possible innovations and incentives to help retailers and consumers waste less food and thus as a society move to a circular economy.

**Keywords:** food waste, sustainable development, waste management

**Thesis contains:** 32 pages, 6 figures, 44 references

**Original in:** Croatian

Thesis is deposited in printed and electronic form in the Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

**Mentor:** Ivana Rumora Samarin, PhD, / Assistant Professor

**Thesis defended:** September 11, 2023

## Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO.....	3
2.1. ODRŽIVI RAZVOJ.....	3
2.1.1. Ciljevi održivog razvoja.....	5
2.1.2. Analiza životnog ciklusa proizvoda.....	6
2.1.3. Održivi sustav pripreme hrane.....	9
2.2. OTPAD OD HRANE.....	10
2.2.1. Zakon o gospodarenju otpadom.....	12
2.2.2. Kategorizacija otpada od hrane.....	14
2.2.3. Gospodarenje biootpadom u Europskoj Uniji.....	16
2.3. UPRAVLJANJE OTPADOM OD HRANE.....	19
2.3.1. Iskorištavanje prehrambenog otpada.....	20
2.3.2. Koncept Zero Waste.....	24
3.    ZAKLJUČCI.....	27
4.    POPIS LITERATURE.....	28

## 1. UVOD

Današnji svijet suočava se s brojnim izazovima u očuvanju okoliša, a pravilno gospodarenje otpadom čini temeljnu odrednicu za postizanje održivosti. Količina otpada od hrane postaje jednom od glavnih globalnih briga, koja zahtjeva hitnu reakciju. Rasipanje dragocjenih resursa s jedne strane te glad s druge strane značajan su, ali ne i jedini problem. Važnim se ističe pravilno rukovanje hranom, smanjivanje otpada od hrane te u konačnici nepravilno gospodarenje otpadom koje pridonosi degradaciji okoliša. Ipak, društva polako prihvaćaju mogućnost transformacije potencijalnog otpada od hrane u vrijedne resurse, usvajanjem odgovarajućih strategija upravljanja, koje su usmjerene na ublažavanje njegovih negativnih učinaka, a istovremeno vode prema održivom razvoju. Svake se godine velike količine otpada od hrane bacaju kroz procese proizvodnje, prerade, distribucije i potrošnje, a utjecaj takvog rukovanja i gospodarenja je dalekosežan jer odlaganje otpada od hrane na odlagalištima oslobađa štetne stakleničke plinove, pogoršavajući klimatsku krizu i opterećujući ekosustave, koji su već pod pritiskom. U ovoj obeshrabrujućoj stvarnosti leži prilika da se nešto promijeni na bolje. Pravilno upravljanje otpadom od hrane, ključ je pretvaranja rasipanja u neprocjenjivu vrijednost, stvarajući održiva rješenja. Programi recikliranja i preusmjeravanja organskog otpada, nakon što se iscrpe sve mogućnosti primarnog smanjenja nastajanja otpada od hrane, jedna su od najboljih strategija za kontrolu smanjenja otpada od hrane dok zajednice mogu implementirati sveobuhvatne sustave gospodarenja otpadom kako bi otpad od hrane preusmjerili s odlagališta i kvalitetno ga iskoristili. Tehnologije, kao što su anaerobna digestija i pravilno kompostiranje omogućuju pretvorbu otpada u bioplin ili bogate kompostne proizvode koji zauzvrat služe kao obnovljivi izvori energije na tlu, promičući modele kružnog gospodarstva. Prikupljanjem viška hrane iz trgovina, restorana i kućanstava te njezinom preraspodjelom izravno potrebitima u zajednicama može se osigurati sigurnost hrane, a istovremeno smanjiti otpad od hrane. Kreativna rješenja, kao što je recikliranje otpadne hrane u proizvode kao što su prahovi bogati hranjivim tvarima za hranu namijenjenu životinjama ili čak materijale za pakiranje koji se mogu reciklirati, igraju ključnu ulogu u održivosti okoliša. Usvajanjem dobre prakse ne bacanja hrane u svakodnevni život i usadivanjem navika odgovorne potrošnje kod pojedinaca i zajednica doprinose ostvarenju ciljeva održivog razvoja. Cilj ovog rada je prikazati trenutno stanje gospodarenja otpadom od hrane i potencijalne ideje koje otpad od hrane mogu pretvoriti u vrijedne resurse te moguće inovacije i poticaje za pomoć

trgovcima i potrošačima da smanje bacanje hrane i na taj način kao društvo prijeđu na kružno gospodarstvo.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. ODRŽIVI RAZVOJ

Period bezbrižnosti i maksimalnog iskorištavanja resursa bez uvida i saznanja o posljedicama koje taj način života ima na sadašnjost i budućnost moraju ostati u prošlosti kako bi planet Zemlja ostao naseljen i moguć za život. Život koji stanovnici ovog planeta upražnjavaju baziran je na brzim i jednostavnim rješenjima koje trenutno olakšavaju situacije, a dugoročno gledano ugrožavaju dostupnost osnovnih resursa poput pitke vode i bioraznolikosti. Holistički pristup koji u cilju ima postizanje boljeg razumijevanja različitih vrsta otpada od hrane te iskorištavanja i primjene tog znanja za održivije upravljanje otpadom od hrane. Rješenje je proaktivnost u učinkovitijem gospodarenju otpadom, kako bi se smanjio utjecaj na okoliš, a povećala društvena i ekonomska korist. U slučaju da se nastanak određene vrste otpada od hrane ne može izbjeći, njegova gospodarska vrijednost mora se smanjiti, a njegov utjecaj na globalno zatopljenje i sve druge klimatske i okolišne promjene izbjeći ili svesti na minimum (European Union, 2021). Definicija održivog razvoja glasi „*razvoj koji zadovoljava sadašnje potrebe bez ugrožavanja sposobnosti budućih generacija da zadovolje svoje potrebe*“ (Čuček i sur., 2015). Otpad od hrane odavno nije problem isključivo okolišne sfere već problem cijelog društva koji u rješavanju teškoća mora sagledati i vanjske i unutarnje čimbenike. Održivi razvoj uključuje integraciju ekonomskog rasta, socijalne pravde i zaštite okoliša kako bi se postigla ravnoteža između tih elemenata. Održivi razvoj zahtijeva da tvrtke pridonose gospodarskom širenju, društvenom napretku i zaštiti okoliša istovremeno - tri ključna područja mogu se odrediti prema prioritetima u očuvanju okoliša, gospodarskom razvoju i društvenoj održivosti. Socijalni temelj održivog razvoja odnosi se na vrijednosti koje promiču jednakost i poštuju individualna prava. Ta se pitanja koriste za procjenu društvenog utjecaja na aktivnosti poduzeća. Borba protiv socijalne isključenosti i diskriminacije: pomoć pri ponovnoj integraciji, podupiranje rodne ravnopravnosti, smanjenje razlika u plaćama, promicanje obuke i primjena globalnih socijalnih prava. Cilj je pomoći cjelokupnoj svjetskoj populaciji smanjenjem društvenih nejednakosti kroz suradnju s lokalnim i međunarodnim projektima i udrugama te davanjem prioriteta proizvodima pravedne trgovine koji jamče pristojan prihod za poljoprivrednike uz promicanje održive poljoprivrede. Poticanje razmjene informacija i transparentnosti, prilagođavanje radnog vremena prema profilu zaposlenika i stvaranje prostorija pristupačnim za osobe smanjene pokretljivosti. Ekonomski element se oslanja na sposobnost poduzeća da pridonese razvoju i rastu gospodarstva gledajući s financijskog



aspekta. Također moraju poticati i promicati zaštitu okoliša ograničavanjem rizika povezanih s njihovom proizvodnjom. Recikliranje proizvoda i korištenje obnovljive energije stoga je temeljni motiv razvoja ovog gospodarskog elementa. International Organization for Standardization 50001, koji je usredotočen na energetske učinkovitost, također ima za cilj poboljšati performanse kako bi se smanjila potrošnja energije i doprinijelo gospodarskom rastu. Ekološki element, najbitniji element na koji se gospodarenje otpadom zasniva, temelji se na predanosti zaštiti okoliša kroz smanjenje rizika i mjerenje utjecaja na okoliš. Korporacije se suočavaju sa izazovima u ovom području jer moraju štedjeti i očuvati prirodnu energiju ili poljoprivredne resurse, procijeniti ugljikov, ekološki i vodeni otisak, smanjiti emisiju stakleničkih plinova te smanjiti rasipanje vode i spriječiti buduće nestašice vode (Institute of Physics, 2020). U idućih 15 godina nužno je djelovati u pet ključnih područja – ljudi, planet, prosperitet, mir i partnerstvo. Ljudi prije svega moraju živjeti slobodno i sigurno, ali vođeni zakonima koji će jedini osigurati kvalitetnu budućnost. Ljudska prava obuhvaćena su u punom obliku i dimenziji, nužno je zaštititi pravo svih ljudi na dostojanstvo i jednakosti u očuvanom okruženju kao i zaštititi naš planet od degradacije kroz održivu potrošnju i proizvodne prakse. Održivost znači odgovorno upravljanje prirodnim resursima i poduzimanje brzih koraka protiv klimatskih promjena kako bi se zadovoljile potrebe sadašnjih i budućih generacija. Blagostanje znači osigurati da svi mogu uživati u njegovim plodovima. Život mora biti siguran i kvalitetan u mjestima gdje se gospodarski, društveni i tehnološki napredak odvija u skladu s prirodom i gdje mir može cvjetati, a to uključuje miroljubiva društva koja promiču pravdu za sve građane. Održivi razvoj ne može se odvijati bez mira. Zato je i formirana regulativa, kako bi se kroz revitaliziranu globalnu suradnju mobilizirala sva potrebna sredstva za njegovu uspješnu provedbu (United Nations, 2022). Cilj održivog razvoja broj 12 je "Osigurati održive obrasce potrošnje i proizvodnje", uspostavljen od strane Ujedinjenih naroda 2015. godine, uključuje specifičan cilj smanjenja otpada hrane na način da se smanji polovicu otpada od hrane po stanovniku na globalnoj razini na razini maloprodaje i potrošača do 2030. godine te također smanji gubitak hrane duž lanca opskrbe hranom (Food and Agriculture Organization, 2015). Ovdje je bitna intervencija provođenja inicijativa, kampanja i zakonodavnih razvoja s ciljem postizanja navedenih ciljeva održivog razvoja. Čovječanstvo je svojim načinom života dovelo do potrebe za hitnom reakcijom u području održivog upravljanja otpadom. Ponašanje potrošača od načina odrađivanja kupovine, čuvanja hrane u hladnjaku, naručivanja hrane, korištenja energija za kuhanje predstavlja problematičan učinak na već postojeće probleme gubitka hrane tijekom proizvodnje i distribucije.

### 2.1.1. Ciljevi održivog razvoja

Globalna agenda održivog razvoja do 2030. godine obuhvaća 17 ciljeva širokog spektra pitanja (Slika 1), uključujući smanjenje siromaštva, bolje zdravlje, obrazovanje, rodnu jednakost, čistu vodu i sanitarni sustav, obnovljivu energiju, ekonomski rast, pravednu trgovinu, održivu industriju, smanjenje nejednakosti, očuvanje ekosustava, klimatske akcije i još mnogo toga. Međusobna povezanost svih ciljeva je nezanemariva i mogućnost dostizanja više ciljeva istovremeno. Dvanaestim ciljem, odnosno održivom potrošnjom i proizvodnjom, bavi se ovaj rad. Konkretno, cilj 12.3 glasi: "*Do 2030. smanjiti na pola otpad hrane po stanovniku na maloprodajnoj i potrošačkoj razini i smanjiti gubitke hrane duž lanca opskrbe hranom*" (FAO, 2015). Cilj 12.3.1.a odnosi se na mjerenje gubitaka hrane duž lanca opskrbe hranom. Da bi se to postiglo, potrebno je razviti i primijeniti indeks gubitaka hrane, koji će mjeriti količinu hrane koja se gubi ili rasipa u svakoj fazi lanca opskrbe hrane, od proizvodnje do potrošnje. Ova mjera omogućuje praćenje i procjenu gubitaka hrane te identifikaciju ključnih područja na kojima treba usmjeriti napore za smanjenje gubitaka. Cilj 12.3.1.b fokusira se na smanjenje otpada hrane na maloprodajnoj i potrošačkoj razini. Ovaj pod cilj potiče donošenje politika i mjera koje će potrošače, restorane, trgovine i druge sudionike u prehrambenom lancu potaknuti na smanjenje otpada od hrane. To može uključivati educiranje potrošača o pripremi hrane, pravilnom čuvanju i uporabi ostataka hrane, kao i promociju inicijativa poput donacija hrane ili korištenje preostale hrane za druge svrhe poput komposta ili stočne hrane. Ciljevi 12.3.a i 12.3.1.b su međusobno povezani, a cilj im je postići održivu proizvodnju i potrošnju hrane te smanjiti gubitke hrane (FAO, 2015). Održiva proizvodnja hrane može se postići primjenom raznih tehnika koje omogućuju pretvaranje prehrambenih ostataka u iskoristive potencijale. Smanjenje otpada hrane na maloprodajnoj i potrošačkoj razini smanjuje pritisak na okoliš, povećava dostupnost hrane za one koji su u potrebi i pridonosi održivijem budućem razvoju.

# CILJEVI ODRŽIVOG RAZVOJA



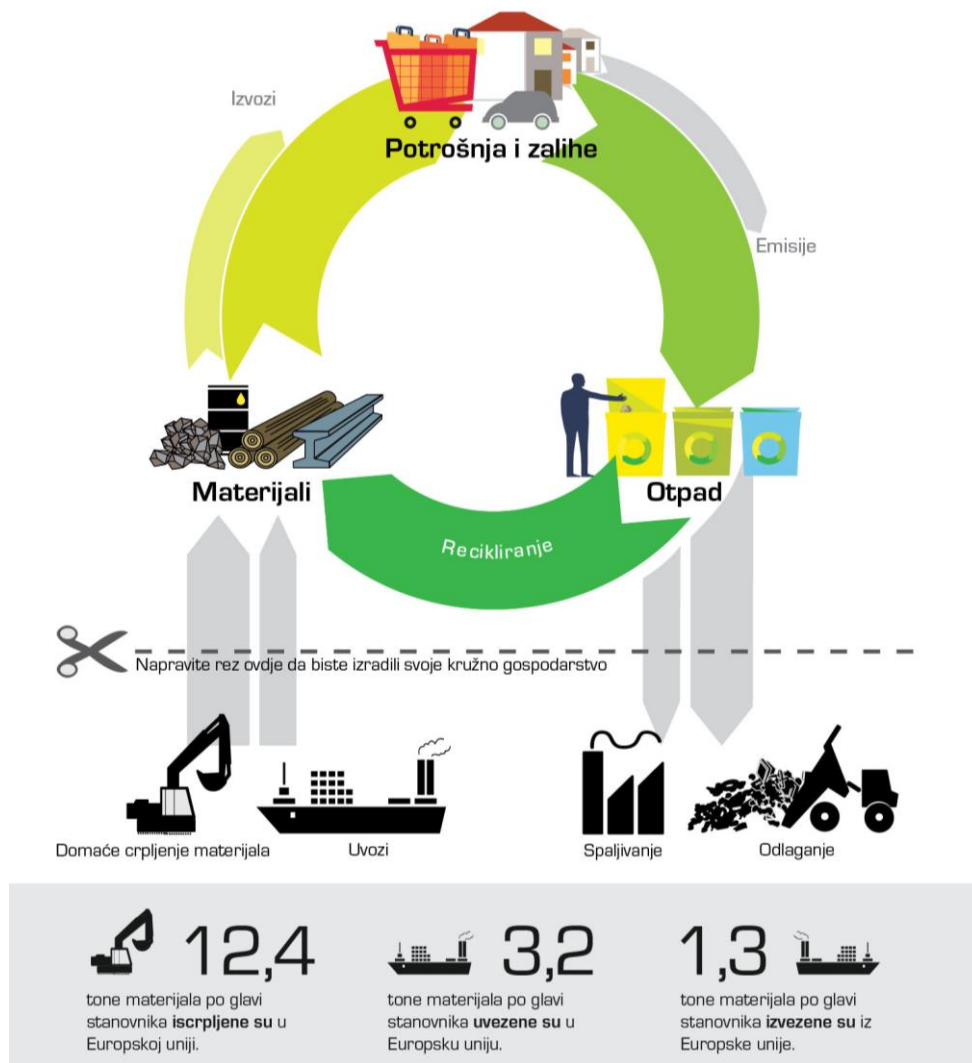
Slika 1. Ciljevi održivog razvoja (UN, 2021)

## 2.1.2. Analiza životnog ciklusa proizvoda

Svaki proizvod koji se nalazi na policama supermarketa prije nego dospije na njih prolazi niz pretvorbi oblika kako bi dobio željenu svrhu, a nakon što je dobije i pronade svoje mjesto u lancima trgovina dolazi u ruke potrošača koji upravlja daljnjim tijekom životnog ciklusa tog artikla. Akcijski plan za kružno gospodarstvo nudi rješenje za ključne probleme pri prelasku s linearnih gospodarstava na ona kružna, poput promicanje obrazaca potrošnje temeljenih na dijeljenju, a ne vlasništvu, gospodarski razvoj s eko industrijom, eko dizajnom i eko inovacijom, smanjenje korištenja ključnih sirovina uz optimizaciju učinkovitosti korištenja resursa te promicanje pothvate za sprječavanje otpada poboljšanjem mogućnosti popravka i trajnosti proizvoda (Slika 2). Uvođenje materijala u gospodarstvo ponovnom uporabom i recikliranjem te postavljanje standarda koji jamče kvalitetu proizvoda od sekundarnih sirovina, su među ciljevima kojima treba težiti kako bi se ti materijali ponovno uveli u proizvodnju. Koliko će društvo sudjelovati u ostvarenju ovih ciljeva odredit će njegov uspjeh. Model za kružno gospodarstvo nastoji povećati konkurentnost Europe unutar ograničenja njezinih ekoloških kapaciteta. Kružno gospodarstvo ima za cilj implementaciju načela učinkovitosti resursa u praksu proizvodnje i potrošnje materijala te proizvoda u svim fazama njihovih vrijednosnih lanaca, s ciljem pomaka od linearnih modela prema kružnim. Zadržavanje

materijala, resursa i vrijednost unutar gospodarstva što je dulje moguće uz smanjenje stvaranja otpada postavlja razne složene izazove koji zahtijevaju multidisciplinarne, integrirane odgovore kako bi se uspješno savladali. To je samo jedan od akcijskih planova koji sadrži zakonodavne radnje i prijedloge kao što su prijedlozi za izmjene i dopune Direktive o otpadu: *“Kako bi gospodarstvo bilo zaista kružno, potrebno je poduzeti dodatne mjere u pogledu održive proizvodnje i potrošnje usredotočenošću na cijeli životni vijek proizvodâ tako da se očuvaju resursi i zatvori krug kružnog gospodarstva. Učinkovitijim korištenjem resursa došlo bi do značajnih neto ušteda za poduzeća, javna tijela i potrošače u Uniji te bi se istodobno smanjile ukupne godišnje emisije stakleničkih plinova”* (Direktiva o otpadu 2008/98/EZ), koji odražavaju njegovu predanost postizanju cilja održivog razvoja 12.3. Kao dio ovih zakonodavnih koraka i prijedloga od država članica se očekuje da u svakoj točki lanca opskrbe hranom (uključujući kućanstva) treba smanjiti bacanje hrane; razine treba pratiti i izvješće o razvoju smanjenja. Planovi imaju određene zadatke koji se moraju ispuniti, poput uspostave metodologije i pokazatelja za praćenje bacanja hrane, stvaranja platformi za procjenu ciljeva održivog razvoja i praćenja napretka, pojasniti relevantne zakone EU-a u vezi s otpadom, hranom i hranom za životinje kako bi se olakšalo doniranje hrane, kao i iskoristiti otpad od hrane za proizvodnju stočne hrane i ili komposta. Kao dio svojih strategija prevencije i postizanja smanjenja bacanja hrane od najmanje 30 % do 2025. godine u sektorima proizvodnje, maloprodaje/distribucije, usluživanja hrane/ugostiteljstva kao i kućanstava, ključno je uključiti i obrazovne programe i kampanje. Cjenovna procjena životnog ciklusa, društvena procjena životnog ciklusa i sveobuhvatna procjena održivosti životnog ciklusa, mogu podržati prijelaz prema povećanju održivosti trenutnih uzoraka proizvodnje i potrošnje. S obzirom na važnost usvajanja pristupa životnom ciklusu, literatura o primjeni analize životnog ciklusa na prehrambeni sustav sve više caruje (Notarnicola i sur., 2012; Van der Werf i sur., 2014; Notarnicola i sur., 2015, Nemecek i sur., 2016). Najmanje poželjna opcija u redu prvenstva gospodarenja otpadom je odlaganje samog otpada te se prednost daje inovativnim tehnikama koje proučavaju životni ciklus proizvoda te njegov otpad pokušavaju iskoristiti kao intelektualni kapital. Izuzetno zavidan način dobivanja resursa iz otpada je anaerobna digestija, biokemijski proces u kojem se biorazgradivi organski supstrati razgrađuju mikrobiološkim procesima bez prisutnosti kisika, uz proizvodnju bioplina i digestata. Dolazi do nastajanja ostataka u tekućem, čvrstom i plinovitom obliku koji mogu biti korisni resursi. Bioplin, jedan od produkata iskorištava se za proizvodnju toplinske i električne energije, dok se nastali čvrsti i tekući ostaci u vidu digestata nakon kompostiranja prihvaćaju kao gnojivo za poljoprivredne

površine zbog velikog sadržaja plinova i minerala poput dušika, fosfora i kalija koji su neophodnih za uzgoj biljaka. Korištenje primjene anaerobne digestije kao primarne opcije gospodarenja otpadom ukazana je održivost i pozitivan učinak na sve elemente životnog ciklusa proizvoda (Omerdić ,2020).



**Slika 2.** Kružno gospodarstvo ( EEA, 2016)

### 2.1.3. Održivi sustav pripreme hrane

Prehrambeni sustavi obuhvaćaju raspon sudionika i njihove povezane aktivnosti koje pridonose stvaranju vrijednosti, a uključuju proizvodnju, prikupljanje, preradu, distribuciju, potrošnju i zbrinjavanje prehrambenih proizvoda koji potječu iz poljoprivrede, šumarstva ili ribarstva, te dijelove šireg gospodarskog, društvenog i prirodnog okruženja u koje su uklopljeni. Prehrambeni sustav sastoji se od podsustava (npr. poljoprivredni sustav, sustav upravljanja otpadom, sustav opskrbe, itd.) i međusobno djeluje s drugim ključnim sustavima (npr. energetska sustav, trgovinski sustav, zdravstveni sustav). Stoga, strukturna promjena u prehrambenom sustavu može potjecati iz promjene u drugom sustavu; primjerice, politika koja promovira veću upotrebu biogoriva u energetska sustavu imat će značajan utjecaj na prehrambeni sustav (FAO, 2013). Održivi sustavi u proizvodnji su oni koji se temelje na načelima održivosti, što znači da se proizvodnja vodi uzimajući u obzir ekološke, društvene i ekonomske aspekte. Iz ekonomske perspektive, prehrambeni sustav se smatra održivim ako su aktivnosti koje provodi svaki sudionik prehrambenog sustava, ili pružatelj podrške, komercijalno ili fiskalno održive. Te aktivnosti trebaju generirati koristi, odnosno dodanu ekonomsku vrijednost, za sve kategorije dionika: plaće za radnike, poreze za vlade, dobit za poduzeća i poboljšanja opskrbe hranom za potrošače. Na socijalnoj razini, prehrambeni sustav se smatra održivim kada postoji jednakost u distribuciji ekonomske dodane vrijednosti, uzimajući u obzir ranjive skupine koje se kategoriziraju prema spolu, dobi, rasi i drugim čimbenicima. Od temeljne važnosti, aktivnosti prehrambenog sustava trebaju pridonositi napretku važnih sociokulturnih rezultata, poput prehrane i zdravlja, tradicija, uvjeta rada i dobrobiti životinja. S ekološkog kuta gledanja, održivost se određuje osiguravanjem da su utjecaji aktivnosti prehrambenog sustava na okoliš neutralni ili pozitivni, uzimajući u obzir bioraznost, vodu, tlo, zdravlje životinja i biljaka, ugljični otisak, vodeni otisak, gubitak i otpad hrane te toksičnost. (FAO, 2014). Takvi sustavi su dizajnirani na način da minimiziraju negativan utjecaj na okoliš, društvo i ekonomiju, a istovremeno se trude maksimizirati koristi za sve sudionike uključene u proizvodni proces. Potrebno je dati veće ovlasti međunarodnim institucijama kako bi intervenirale i spriječile trgovinske restrikcije u vrijeme krize. Takve intervencije trebaju uključivati ekonomske poticaje i kazne koje su osmišljene kako bi zaustavile uspostavu trgovinskih barijera koje pogoršavaju rast cijena. Čak i uz takav koordinirani odgovor, potrebno je ojačati ili uvesti humanitarne rezerve i kapacitete mobilizacije u osjetljivim regijama. Argumenti za samodostatnost mogu se razmotriti unutar

sustava globalne trgovine koji omogućuje ostvarivanje javnih dobara i održivosti, pod uvjetom da to ne ugrožava iskrivljavanje cijena (High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition, 2014). Znanstvenici surađuju s agronomima, nutricionistima, civilnim društvom i vladama kako bi razvili integrirani pristup održivom hranjenju rastuće populacije, usmjeravajući svoje pothvate rješavanju izazova koji nastaju unutar prehrambenog sustava. Trenutna pažnja usmjerena na održivost hrane uglavnom se koncentrira na poljoprivrednu proizvodnju te na prehrambene i zdravstvene aspekte. Procesiranje hrane, neophodna pretvorba sirovina u jestive, funkcionalne i kulturno prihvatljive prehrambene proizvode, važna je veza između proizvodnje i potrošnje unutar prehrambenog lanca vrijednosti. Bez povećane pažnje o ulozi procesiranja hrane za održivo opskrbljivanje hranom, malo je vjerojatno da ćemo uspjeti riješiti rastuće izazove u isporuci održivih prehrambenih dijeta za sve ljude (Ingram, 2011).

## **2.2. OTPAD OD HRANE**

U današnjem svijetu globalne mreže, brzi tehnološki napredak, znanstveni razvoj i stalna evolucija stvaraju brojne prilike, ali i izazove koji zahtijevaju prilagodljive i inovativne pristupe. Ova situacija stvara složenu mrežu međusobno povezanih sustava čije promjene u jednom dijelu mogu imati velike utjecaje na različita područja ljudskog života. Promjena na održiviji prehrambeni sustav može imati pozitivne utjecaje na okoliš, zdravlje i društvo te omogućava stvaranje globalnog održivog sustava (UN, 2021).

S obzirom na sve veći broj ljudi koji nastanjuje planet Zemlju i povećanje potrošnje dostupnih prirodnih resursa, gospodarenje otpadom postaje neophodan element održivog razvoja. Problem otpada od hrane uvršten je među 17 ciljeva održivog razvoja u smislu odgovorne proizvodnje i potrošnje s ciljem prepolovljenja globalnog bacanja hrane po stanovniku te smanjenje gubitka hrane do 2030. godine. Doneseni ciljevi su u skladu s načelima održivog razvoja, koji potiču upotrebu resursa na način koji osigurava njihovu dugoročnu održivost, istovremeno osiguravajući da buduće generacije imaju mogućnost zadovoljiti svoje potrebe (Čuček i sur., 2015). Jedan od ključnih načina smanjenja otpada je promicanje kružnog gospodarstva, koje se zasniva na ideji da se potencijalni otpad pretvara u resurs. Kružno gospodarstvo podrazumijeva smanjenje količine otpada tijekom svih faza ciklusa, od proizvodnje do odlaganja, njegovu ponovnu upotrebu te recikliranje materijala i korištenje obnovljivih izvora energije. Prema Direktivi o otpadu 2008/98/EZ, definicija biootpada uključuje biorazgradivi otpad iz vrtova, prehrambeni i kuhinjski otpad iz kućanstava, ureda, restorana, veletrgovina, kantina, ugostiteljskih objekata, maloprodajnih objekata te otpad iz

pogona za preradu hrane. Otpad od hrane ključna je komponenta biootpada, te se može podijeliti na otpad koji se može izbjeći adekvatnim iskorištavanjem i neizbježan otpad (Direktiva, 2018). Mjere za sprječavanje rasipanja hrane usmjerene su na sav otpad od hrane koji čovjek u svakodnevnom životu proizvede, a implementiranjem novih navika može reducirati, višekratno upotrijebiti i reciklirati. Rješavanje biološkog otpada, koji predstavlja značajnu ekološku i ekonomsku prijetnju, postaje ključno kako bi se ispunili zakoni o pravilnom gospodarenju otpadom, s obzirom na velike količine otpada od hrane (Pubule i sur., 2015). Lanac opskrbe hranom ima veliki utjecaj na okoliš tijekom svih faza životnog ciklusa proizvoda. Proizvodnja hrane zahtijeva korištenje osnovnih resursa uključujući zemlju, vodu, gorivo i sirovine. Primjena gnojiva i intenzivna stočarska proizvodnja može dovesti do emisije stakleničkih plinova, degradacije tla i iscrpljivanja vodenih resursa. Drugi koraci u lancu opskrbe hranom, poput skladištenja hrane mogu zahtijevati upotrebu energije za održavanje optimalnih uvjeta temperature i vlage, što rezultira emisijom stakleničkih plinova. Transport hrane, posebno na velike udaljenosti, zahtijeva upotrebu fosilnih goriva i stvara emisije stakleničkih plinova i onečišćenje zraka. Pakiranje hrane često koristi materijale poput plastike i aluminijske folije koji mogu biti štetni za okoliš, a njihova proizvodnja i zbrinjavanje često stvaraju otpad i zagađenje. Od emisija stakleničkih plinova povezanih s povećanim bacanjem hrane, 73 % dolazi od proizvodnje hrane, 6 % od prerade hrane, 7 % od maloprodaje i distribucije, 8 % od pripreme i konzumacije hrane, a samo 6 % od odlaganja otpada od hrane. Meso i mliječni proizvodi najviše pridonose ukupnom utjecaju bacanja hrane na okoliš u smislu potencijala globalnog zatopljenja, zakiseljavanja tla i eutrofikacije (Scherhauser i sur., 2018). Nastanak hrane te putanja kojom ona postane u krajnjoj liniji otpad predstavlja jednu lančanu reakciju, odnosno domino efekt koji ta neiskorištena hrana na kraju ima na sve sektore rada. Osim ekološkog utjecaja i gubitaka prirodnih resursa, neizostavan utjecaj otpada od hrane je ekonomske i socijalne prirode. Prehrambena industrija, trgovine i potrošači gube novac jer se nepotrebno proizvodi, kupuje i baca hrana uz to što odlaganje hrane na odlagalištima također stvara financijsko opterećenje za lokalne vlasti koje moraju upravljati tim istim otpadom. Troškovi transporta, skladištenja i obrade otpada također imaju financijske posljedice na različite dijelove lanca opskrbe hrane. Najviše poražava činjenica da dok se hrana baca, mnogi ljudi diljem svijeta pate od gladi i nedostatka odgovarajuće prehrane. Rasipanje hrane stvara nepravdu i društvenu nejednakost jer hrana koja bi se mogla koristiti za prehranu ljudi završava kao otpad. Sve navedene činjenice dovode do poskupljenja namirnica za potrošače i povećanja nesigurnosti hrane čime ona postaje manje dostupna najsiromašnijoj populaciji ljudi



(Gustavsson i sur., 2011.; Manfredi i sur., 2015). Smanjenje bacanja hrane može imati pozitivan učinak na smanjenje gladi i poboljšanje sigurnosti hrane. Moralna odgovornost svakog stanovnika trebala bi biti nit vodilja u smanjenju količine proizvedenog otpada od hrane i primjene koncepta učinkovitog postupanja s otpadom u skladu sa zakonodavstvom.

### **2.2.1. Zakon o gospodarenju otpadom**

Pravilna uređenost država može se postići donošenjem adekvatnih zakona, koji su dugoročno primjenjivi i izvedivi te nude rješenja koja će osigurati budućnost uz zagarantirana neophodna sredstva za život, poput pitke vode i nezagađenog zraka. Sve veće količine otpada i neadekvatna regulacija sustava gospodarenja otpadom negativno utječu na okoliš, zdravlje ljudi i gospodarstvo, stoga sustav gospodarenja otpadom koji smanjuje količinu otpada tako što ga ponovno koristi, reciklira i sigurno zbrinjava predstavlja nužnu komponentu. Sukladno tome, vlasti diljem svijeta donose zakone koji reguliraju gospodarenje otpadom, a poduzeća i građani dužni su se pridržavati tih zakona što je to više moguće. Gospodarenje otpadom ključni je čimbenik u postizanju održivog razvoja i njegova uspješna primjena može smanjiti onečišćenje, očuvati prirodne resurse i stvoriti nove poslovne prilike. Zakoni i regulative imaju ključnu ulogu u reguliranju različitih aspekata društva, uključujući i upravljanje otpadom, što podrazumijeva i otpad od hrane. U mnogim zemljama i regijama širom svijeta, donose se specifični zakoni i regulative koji promiču održivo upravljanje otpadom od hrane i smanjenje njegovog utjecaja na okoliš. Sprječavanje nastajanja otpada od hrane prepoznato je na razini EU kao prioritetna aktivnost u kontekstu kružnog gospodarstva, čime se ujedno treba doprinijeti ostvarenju UN Programa za održivi razvoj 2030. „Europski Zeleni plan“ (engl. *European Green Deal*), strateški dokument Europske komisije, koji definira pravedan i zdrav prehrambeni sustav koji je prihvatljiv za okoliš, te „Strategija od polja do stola“ (engl. *Farm to fork Strategy*), kao jedna od strategija europskog Zelenog plana, predstavljaju novi sveobuhvatni pristup vrednovanju održivosti hrane u Europi kroz osiguranje održive proizvodnje hrane i prelazak na održiv prehrambeni sustav, pri čemu je smanjenje otpada od hrane jedan od prioritetnih ciljeva (Slika 3). Plan sprječavanja i smanjenja nastajanja otpada od hrane Republike Hrvatske 2023. –2028. (Odluka, 2022) i pripadajući Program za provedbu doneseni su na temelju Zakona o poljoprivredi Republike Hrvatske, kao potvrda predanosti Republike Hrvatske u ostvarenju plana Europske unije i UN-ove Agende 2030. o održivom razvoju (UN, 2022). Ciljevi plana uključuju smanjenje otpada od hrane po stanovniku na razini

maloprodaje i potrošača te smanjenje gubitaka hrane duž cijelog lanca proizvodnje. Agenda 2030. navodi mnoštvo ciljeva, točnije njih 17, koji vode prema održivosti. Ciljevi jedni bez drugih nisu ostvarivi i usko su vezani pošto svi uključuju sudjelovanje i države i tržišta te civilnog društva, odnosno sve koji se svojim načinom života uključuju u segmente društvenog djelovanja. Cilj Europskog Zelenog plana i Strategije od polja do stola prate ciljeve Agende 2030. koji se osvrću na gospodarenje otpadom, hranu i ostale prirodne resurse. Cilj 12. odnosi se na odgovornu proizvodnju i potrošnju, dok se cilj 2. odnosi na prestanak gladi i osiguravanje dostupnosti sigurne i nutritivno vrijedne hrane za sve ljude, posebno djecu i siromašne tijekom cijele godine. Spomenute inicijative imaju za cilj spriječiti gubitak bioraznolikosti i zadržati raznovrsnost i dugoročnu održivost ekosustava. Za ostvarenje ova dva cilja potreban je multidisciplinarni pristup u kojem se treba krenuti od početne točke rješenja, energetske učinkovitosti. Razvoj energetskog sektora koji se temelji na obnovljivim izvorima energije od samog nastanka proizvoda do kraja njegovog životnog ciklusa, a bazira se na sigurnosti i pristupačnosti potrošačima uvelike bi ostavio traga na manji postotak nastanka otpada. Rješenje za potpuno uklanjanje otpada ne postoji, ali njegova gospodarska vrijednost mora se uporabiti, a njegov utjecaj na klimatske promjene izbjeći ili svesti na minimum. Doniranjem hrane podržava se borba protiv gladi i siromaštva u svijetu, dok istovremeno pruža učinkovit alat za redistribuciju prekomjernih viškova hrane. Početak primjene redistribucije uključuje poticanje dionika da preusmjere viškove hrane koji su neprikladni za prodaju zbog nedostataka u kvaliteti, pakiranju, označavanju mase ili drugih sličnih razloga koji ne utječu izravno na sigurnost hrane. Na taj način se značajno smanjuje količina hrane koja bi potencijalno završila kao otpad, a istovremeno se donirana hrana dodjeljuje potrebitima. Kroz porezne propise omogućeno je porezno priznavanje manjka dobara kako bi se potaknulo doniranje takve hrane, koristeći ekonomske instrumente i druge mjere kako bi se potaknula primjena prioriteta upravljanja otpadom. Ovim pristupom se potiče odgovorno postupanje s hranom, smanjuje se otpad hrane te se istovremeno podržavaju socijalna pravda i održivi razvoj (Odluka, 2022).



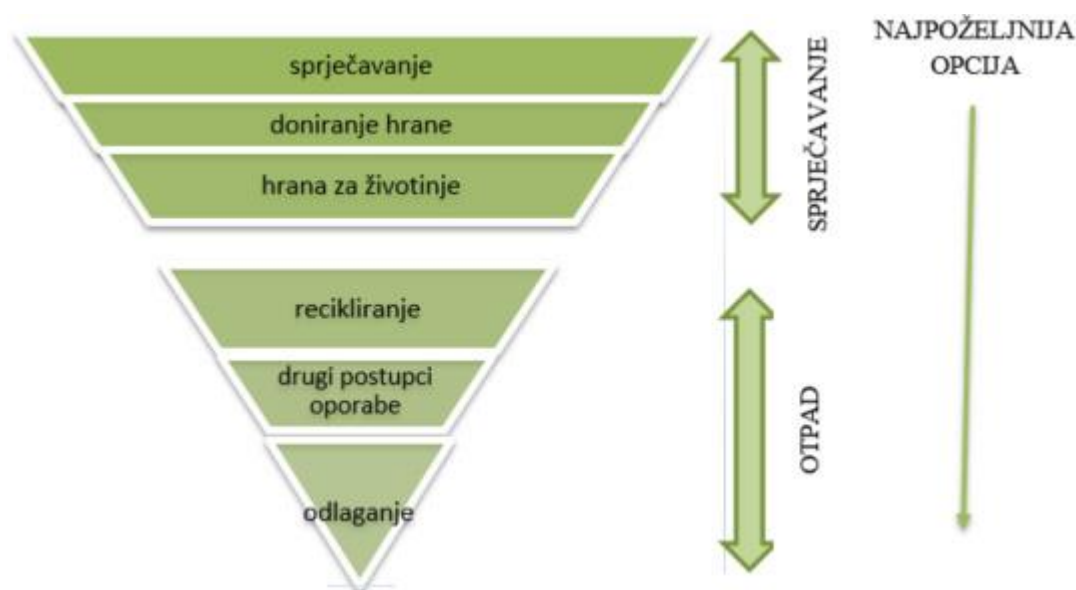
**Slika 3.** Od polja do stola (Ministarstvo poljoprivrede, 2021)

### 2.2.2. Kategorizacija otpada od hrane

Prema definiciji iz Direktive (EU) 2018/851 Europskog parlamenta i Vijeća od 30. svibnja 2018., otpad od hrane obuhvaća svu hranu koja je definirana u članku 2. Uredbe (EZ) br. 178/2002 Europskog parlamenta i Vijeća od 28. siječnja 2002. o utvrđivanju općih načela i uvjeta Zakona o hrani (Zakon, 2023). Sukladno navedenim direktivama, otpadom od hrane možemo smatrati svu hranu koja je u konačnici završila kao otpad, ali bitna je razlika i utjecaj pojmova gubitka hrane (engl. *food loss*) i otpada od hrane (engl. *food waste*). Gubitak hrane odnosi se na smanjenje količine ili kvalitete hrane koja nastaje tijekom lanca opskrbe hranom, pri čemu su dobavljači hrane, proizvođača hrane, distributeri te uvoznici odgovorni za odluke i događaje koje dovode do tog gubitka. Do gubitka hrane dovode situacije poput nepravilne pripreme, problema tijekom skladištenja i transporta, nedovoljnih postrojenja za preradu hrane, nedostataka u upravljanju zalihama, obrada i pakiranje. Prilikom poduzimanja aktivnosti vezanih uz smanjenje otpada od hrane, prednost se daje smanjenju otpada na izvoru, doniranju, ponovnoj uporabi i recikliranju te tek na kraju odlaganju (Slika 4). Najveći dio gubitaka hrane događa se prije nego što hrana stigne do potrošača. Otpad od hrane odnosi se na hranu koja završi kao otpad, a proizlazi iz odluka ljudi koji upravljaju gotovim proizvodom, a to su prodavači i potrošači. Hrana koja je prvobitno namijenjena ljudskoj konzumaciji, ali je završila kao otpad zbog nepravilnog skladištenja, nedovoljnog znanja i nedostatka motivacija i svjesnosti o sankcijama koje taj otpad simbolizira za čovječanstvo. Otpad od hrane može nastati zbog nepotrebnog kupovanja ili pretjeranog pripremanja hrane, isteka roka trajanja,

nepravilnog skladištenja, prekomjerne količine servirane hrane u restoranima, nepotpune konzumacije hrane kod kuće. Suprotno od gubitka hrane, otpad od hrane uglavnom nastaje nakon što hrana stigne do potrošača. Neovisno o načinu na koji je otpad nastao razlikujemo neizbježan otpad od hrane od otpada koji se može izbjeći. Neizbježan otpad od hrane uključuje nejestive dijelove koji se uklanjaju tijekom proizvodnje hrane, poput ostataka voća i povrća, kostiju i ljuski jaja. Otpad koji se može izbjeći odnosi se na hranu koja je pogodna za konzumaciju, ali se odbacuje ili ne konzumira iz različitih razloga, kao što su voće i povrće koje ne zadovoljava senzorsku kvalitetu, proizvodi kojima je istekao rok trajanja tj. sva proizvedena hrana koja se na kraju baca. Obuhvaćena je sva hrana koja je bila namijenjena ljudskoj prehrani, ali je iz nekog razloga neiskorištena i završava kao otpad, uključujući i neizbježan otpad i otpad koji se može izbjeći. Procjenjuje se da se oko 88 milijuna tona hrane, što čini 20 % cjelokupno proizvedene hrane, baca svake godine duž cijelog lanca vrijednosti hrane, isključujući otpad od hrane koji se koristi kao hrana za životinje (Stenmark i sur., 2016). Različite kategorije hrane stvaraju bitno različite utjecaje na okoliš prema stvorenom kilogramu tijekom svog životnog ciklusa. Prerađeno meso, s fokusom na crveno meso, ima značajan utjecaj na globalno zatopljenje po kilogramu mase, dok kava, kakao te voće i povrće imaju zanemarive utjecaje na klimatske promjene, ali relativno velike utjecaje na biološku raznolikost. Dok otpadna hrana sadrži samo oko 5 - 12 % mesa, to čini 25 – 55 % utjecaja bacanja hrane na klimatske promjene. Škrobni proizvodi čine 20 % ukupnog otpada od hrane, ali tek 10 % od toga doprinosi klimatskim čimbenicima (Scherhauser i sur., 2018; Beretta i Hellweg, 2019). Označavanje datuma na ambalaži hrane ključni je instrument prehrambene politike, smješten između proizvodnje, maloprodaje i potrošnje. Neadekvatna edukacija i znanje o tome što oznake datuma točno znače i zabuna oko razlika između datuma isteka roka ili datuma minimalne trajnosti ili najbolje upotrijebiti do datuma (Uredba 1169/2001/EU) identificirani su kao glavni uzroci bacanja hrane potrošača koji se mogu izbjeći. (Ceuppens i sur., 2016; Priefer i sur., 2016). Velika mogućnost napretka uočena je upravo u optimiziranju označavanja prehrambenih proizvoda kako bi se eliminirala moguća sumnja među potrošačima i valjanosti namirnica vezanih uz navedeni rok trajanja koji se nalazi na pakiranju. Potrošači se vode rokom trajanja kao najadekvatnijim parametrom u procjeni sigurnosti namirnica i odabirom načina i vremena uporabe. Određene sirovine prehrambene industrije obuhvaćaju veći vremenski okvir u kojem mogu biti korištene bez ikakvog kvarljivog učinka i gubitka svoje sigurnosti. Na namirnicama koje u svojoj bazi imaju žitarice ili kakaovac najčešće možemo pronaći oznaku „*Najbolje upotrijebiti do*“ koja se odnosi na kvalitetu proizvoda, a ne

njegovu sigurnost. To znači da prekoračenje roka „*Najbolje upotrijebiti do*“ ne znači automatski da je proizvod neupotrebljiv ili neispravan, već može ukazivati na promjenu njegove teksture, okusa ili nutritivnih vrijednosti što bi trebalo konzumenta potaknuti na mogućnost daljnjeg korištenje i konzumiranja namirnica kao što su čokolada, biljna ulja, riža, tjestenina bez rizika. Prehrambeni materijali na bazi mlijeka, mesa i svježeg voća i povrća imaju istaknut datum „*Upotrijebiti do*“ koji je značajan u vidu sigurnosti same hrane i ne odnosi se samo na gubitak senzorskih svojstava. Opća populacija jednako tretira ta dva datuma te se sukladno tome proizvodi veća količina otpada od hrane koja bi se mogla smanjiti jednostavnim razumijevanjem deklaracija i pravilnim skladištenjima proizvoda. Gomilanje hrane uvelike se može smanjiti potpunim uklanjanjem datuma iz nekih grupa proizvoda i proširenjem popisa prehrambenih proizvoda koji su izuzeti od navođenja datuma do kojeg je najbolje iskoristiti proizvod (Schanes i sur., 2018).



**Slika 4.** Red prvenstva gospodarenja otpadom (Ministarstvo poljoprivrede, 2019)

### 2.2.3. Gospodarenje biootpadom u Europskoj Uniji

Stanje prehrambene nesigurnosti u svijetu (FAO, 2015), koje su zajednički objavili Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda (FAO), Međunarodni fonda za poljoprivredni razvoj (IFAD) i Svjetski program hrane (WFP), procjenjuje da unatoč smanjenju gladi i gotovom postizanju prvog Milenijskog razvojnog cilja te unatoč tome što je trenutna proizvodnja hrane dovoljna za hranjenje svjetske populacije, još uvijek postoji oko 800

milijuna ljudi koji su pothranjeni. Jedan od problema je nejednaka raspodjela hrane u svijetu, u kombinaciji s drugim problemom koji se odnosi na društveno ponašanje prema hrani i gubitku hrane. Prema Europskoj okolišnoj agenciji (engl. *European Environment Agency*, EEA), svake godine se baci otprilike trećina proizvedene hrane. (EEA, 2012). Svih 27 država članica Europske Unije gospodarenje otpadom provodi na različiti način te provodi niz zakona i strategija s ciljem održivosti. Bacanje otpada od hrane prisutno je u svim sektorima, pri čemu je u domaćinstvu njegova količina najizraženija (Slika 5). Otpad od hrane dio je biootpada, odnosno biološki razgradivog otpada, koji potječe od organskih materijala. Održivo postupanje s biootpadom prije svega zahtijeva odvajanje od preostalog otpada na izvoru. U principu, najodrživiji način upravljanja je kućno kompostiranje ili kompostiranje na lokalnoj razini ako se pravilno provodi. Pravilnim provođenjem kompostiranja može se uvelike smanjiti potreba za prikupljanjem biootpada (EU, 2015) i time smanjiti transport otpada i troškove upravljanja (Vázquez i Soto, 2017). Ovo se naročito odnosi na rijetko naseljena područja. Građani mogu imati koristi od kvalitetnog gnojiva i poboljšivača tla (kompost) za korištenje u svojim vrtovima ili povrtnjacima. Pozitivan primjer ove vrste upravljanja otpada je Slovenija u kojoj je 48 % ljudi bilo prijavljeno da imaju kućne sustave kompostiranja (Žitnik i Vidic, 2016). Bez pravilne edukacije i osnovnog znanja o načinu provođenja kompostiranja može imati i suprotne učinke. Kućno kompostiranje zahtijeva da ljudi imaju neko znanje o dobrom kompostiranju kako bi se izbjegli nepotrebni utjecaji na okoliš i osigurati kompost dobre kvalitete. Također, na tržištu se pojavljuju uređaji za kompostiranje kućnih i industrijskih veličina, kao što su *Reencle* i *Ecovim* koji pružaju praktična rješenja za učinkovito upravljanje otpadom i proizvodnju visokokvalitetnog komposta. Miris i staklenički plinovi (npr. metan, dušikov oksid) mogu biti emitirani tijekom procesa ako se ovaj postupak ne provodi kako spada (Colón i sur., 2012). Ugljični, ekološki i vodeni otisak su najčešće spominjani u sklopu utjecaja otpada na zemlju i upravo oni pogoršavaju stanje s otpadom. Iz sanitarnih razloga, hranu životinjskog podrijetla treba isključiti iz kućnog kompostiranja (otpad od hrane životinjskog porijekla čini čak 21 % otpada od hrane u Danskoj (Edjabou i sur., 2018). Zbog velike naseljenosti urbana područja zahtijevaju dodatne organizacijske napore (Dri i sur., 2018.). Kampanje za podizanje svijesti i obuka može pomoći motivirati ljude da se odvoje i upravljati svojim biološkim otpadom na održiv način (Eionet, 2019.). Flandrija, jedna od tri regije u Belgiji trenirala je više od 5 000 volontera u proteklih 25 godina s ciljem povećanja broja građana koji prakticiraju kućno kompostiranje i vrtlarstvo zatvorenog kruga te trenutno 41 % kućanstava kompostira (VLACO, 2020).SI Francuska agencija za okoliš i upravljanje energijom (ADEME) postavila

je platformu za razmjenu iskustava gospodarenja malim biootpadom i projekata prevencije otpada iz cijele zemlje. Dobra suradnja i dobre informacije o odvajanju otpada na izvoru može dovesti do visokih razina oporaba biološkog otpada i povezane uštede u otpadu usluge (Panaretou i sur., 2017.) Europski Parlament i Vijeće su donijeli Direktivu o održivom korištenju pesticida (Direktiva 2009/128/EC), koja potiče države članice da razvijaju programe za smanjenje korištenja pesticida, uključujući organske metode koje mogu doprinijeti smanjenju kontaminacije biootpada pesticidima. Države članice EU su dužne postupno smanjiti odlaganje biootpada na odlagališta, promovirajući alternativne metode obrade poput kompostiranja i anaerobne digestije. Europska komisija želi zaustaviti bacanje hrane zbog višeg cilja. Manje rasipanje hrane rezultira i korištenjem manje resursa potrebnih za proizvodnju novih namirnica. Štednja resursa pomaže u i uštedi novca i zaštiti okoliša. Komisija ima pravila koja zahvaćaju sva zanimanja i načine na koje svaki čovjek može smanjiti svoj ekološki otisak kako bi se stvorila reakcija pozitivnih promjena. Osiguravaju da ribari ulove samo određenu količinu ribe i da su određene ribe zaštićene. Također imaju politiku pomoći poljoprivrednicima da učinkovito koriste resurse i smanje otpad. Komisija također podupire projekte koji pomažu poljoprivrednicima i proizvođačima hrane da budu učinkovitiji i bacaju manje hrane. Sprječavanje rasipanja hrane sastavni je dio nove kružne ekonomije, modul osmišljen za poticanje prijelaza Europe s linearnog na kružno gospodarstvo koje može potaknuti globalnu konkurentnost, promicati održivi rast i stvoriti nova radna mjesta.



**Slika 5.** Proizvođači otpada po sektorima EU (FUSIONS, 2016)

## 2.3. UPRAVLJANJE OTPADOM OD HRANE

Gradovi širom svijeta brzo se šire, trošeći ogromne količine resursa poput građevinskih materijala, hrane, čiste vode, plina, nafte, električne energije itd., koji pokreću njihova rastuća gospodarstva. S obzirom na to da su gradovi termodinamički sustavi, neizbježna posljedica neumoljive potrošnje resursa su otpadni materijali, otpadne vode i zagađen zrak (Tseng i sur., 2020). Gradovi ovise o unosu resursa kako bi održali svoje gospodarstvo i zadovoljili potrebe rastućeg stanovništva dok ujedno spuštanje otpadnih materijala i onečišćenja predstavlja značajan izazov u pogledu održivosti okoliša i javnog zdravlja. Gradski dužnosnici i donositelji odluka trebaju se baviti tim izazovima implementiranjem učinkovitih strategija za gospodarenje otpadom i kontrolu onečišćenja. To može uključivati provođenje programa recikliranja i smanjenja otpada, uspostavljanje učinkovitih sustava za obradu otpadnih voda te promicanje čistih izvora energije radi smanjenja onečišćenja zraka. Usvajanjem održivih praksi i tehnologija, gradovi mogu minimizirati negativne utjecaje povezane s potrošnjom resursa i generiranjem otpada. To uključuje usvajanje načela cirkularne ekonomije, promicanje učinkovite upotrebe resursa i ulaganje u obnovljive izvore energije i zelenu infrastrukturu. Pojava koncepta cirkularnog gospodarstva, koji naglašava maksimalno iskorištavanje otpada generiranog u primarnim proizvodnim procesima kao ekonomskog resursa za proizvodnju sekundarnih proizvoda, dobiva zamah posljednjih nekoliko desetljeća (Raj i sur., 2022). Često je teško u potpunosti valorizirati otpadnu hranu pomoću jednog procesa zbog njihove heterogenosti i složene biokemijske strukture. Poteškoće u korištenju jednog proizvodnog procesa za potpunu valorizaciju otpada od hrane često dovode do integriranog proizvodnog sustava koji omogućuje stvaranje više proizvoda kroz ciljanu strategiju valorizacije. (Zabaniotou & Kamaterou, 2019). Kako bi se populariziralo korištenje otpadne hrane iz agroindustrije za razvoj novih proizvoda, potrebno je optimizirati korak pred obrade, proces fermentacije i naknadnu obradu. Kako bi se osigurala održivost, strategija za biorafinerije temeljene na otpadu također će zahtijevati promjenu vladine politike i javne svijesti o važnosti vođenja procesa (Mahjoub i Domscheit, 2020). Ponovna uporaba, recikliranje i obrada ključni su elementi temeljne promjene u načinu na koji razmišljamo o otpadu. Otpad od hrane koji stvara agroindustrija uvelike je heterogen, što ga čini savršenim za proizvodnju temeljenu na fermentaciji. Često je potrebno koristiti termokemijske ili enzimске metode pred obrade prije početka procesa fermentacije. (Raj i sur., 2022). Za optimizaciju pred obrade važno je prikupiti i razvrstati otpad prije obrade. To je jedna od najvećih zamki kada je u pitanju komercijalizacija



i korištenje metoda valorizacije otpada. Zbog toga su procesi radno intenzivni kao i kapitalno intenzivni. Ove ideje o bio ekonomiji nisu svugdje dostupne i mogu se različito prilagoditi zbog nedostatka standardnih smjernica i propisa za pravilnu provedbu. Krajnji je cilj izgraditi održivije gradove, koji smanjuju otpad i čuvaju prirodne resurse, a istovremeno osiguravaju kvalitetan i zdrav okoliš za stanovnike. Procjenjuje se na 1,3 - 1,4 milijarde tona bacanja hrane na globalnoj razini, s predviđenim povećanjem do 2,6 milijardi do 2025. (Sinha, 2020). Organizacija Ujedinjenih naroda za hranu i poljoprivredu objavila je izvješća koja jasno naglašavaju implikacije otpada od voća i povrća na ugljični otisak i izvor plave vode (Ben Othman i sur., 2020). Prema izvješćima Programa Ujedinjenih naroda za okoliš, ekonomski gubici koji proizlaze iz bacanja hrane procjenjuju se na 400 milijardi američkih dolara (Theagarajan i sur., 2019). Kako bi se ovi problemi riješili, potrebno je koristiti održive, ekološki kompatibilne metode u proizvodnji vrijednih bioproizvoda poput biogoriva, organske kiseline, biopolimeri i enzimi. To može dovesti do ozbiljnog onečišćenja okoliša (Ashokkumar i sur., 2022).

### **2.3.1. Iskorištavanje prehrambenog otpada**

Osiguravanje sigurnosti okoliša jedne države i svijeta postiže se kada odgovorno gospodarenje otpadom postane sastavni dio. Istraživanje ekonomskih i ekološki prihvatljivih tehnologija za recikliranje otpada od hrane pomaže u proizvodnji vrijednih proizvoda od komercijalne važnosti. Rasipanje hrane se povećalo zbog revolucije poljoprivredne industrije. Proizvedeni otpad negativno utječe na društvo i okoliš, jer uzrokuje povećanje emisije ugljika i iscrpljuje vrijedne resurse koji bi se mogli koristiti za dobrobit čovječanstva. Taj se otisak mora smanjiti i njime se mora upravljati, što se može postići samo pravilnim upravljanjem otpadom od hrane. Gospodarenje otpadom od hrane može smanjiti stakleničke plinove, ovisnost o fosilnim gorivima i proizvodnju nejestivih biljaka. Otpad od hrane može se poslati u razne centre za obradu otpada umjesto da se odlaže na odlagališta. Otpad hrane može se pretvoriti u proizvode koji su ekološki prihvatljivi i isplativi. Gospodarenje otpadom je tehnološki sofisticirano područje i to je bila velika prednost u rješavanju problema bacanja hrane. Kako bi se pronašlo rješenje problema iskorištavanja otpada hrane na učinkovit i ekološki prihvatljiv način, važno je istražiti tehnološke mogućnosti. Uključivanje otpada od hrane u bioekonomiju bit će zadatak koji se očekuje i sada i u budućnosti. Ako se pravilno koristi, otpad od hrane (koji uključuje ostatke i neiskorištenu hranu) može postati vrijedan resurs (Slika 6). Recikliranje je jedan od

načina iskorištavanja otpada od hrane. Od otpada se može napraviti kompost ili biogorivo. Kompostiranje uključuje razgradnju organske tvari kako bi se proizvelo tlo bogato hranjivim tvarima koje se može koristiti za uzgoj biljaka. Biogorivo dolazi od organskog materijala koji se razgrađuje u anaerobnim uvjetima, proizvodeći metan. To se može koristiti za proizvodnju energije. Doniranje hrane još je jedan način iskorištavanja otpada od hrane. Doniranje hrane dobrotvornim organizacijama i centrima za distribuciju hrane još je jedan način iskorištavanja otpada od hrane. Hrana koja bi se inače mogla baciti sada se koristi za hranu za ljude. To ne samo da koristi zajednici nego i okolišu. Treće, hrana se može koristiti za proizvodnju stočne hrane, kozmetike i lijekova. Ulje dobiveno iz sjemenki grožđa, koje se inače smatra otpadom u proizvodnji vina, moglo bi se, primjerice, koristiti kao kozmetičko sredstvo. Korištenje ostataka hrane može imati mnoge koristi za okoliš i naše društvo. Smanjenje količine otpada smanjuje otpad na odlagalištima i emisije stakleničkih plinova nastale razgradnjom. Doniranje hrane smanjuje glad i siromaštvo. Suvremeni tehnološki pristupi pomažu u rješavanju problema gospodarenja otpadom, posebice otpadom od hrane (Bhatia i sur., 2020). Uz smanjenje odlaganja otpada i odvojeno prikupljanje otpada, također je prikladan zadatak usvojiti učinkovite metode recikliranja otpada. Trenutačni istraživači preporučuju nove načine ponovne uporabe otpada proizvodnjom energije i bioaktivnih spojeva (Frontuto i sur., 2019). Napredna hidrotermalna karbonizacija, brza hidroliza, anaerobna digestija, kompostiranje i metode predtretmana mogu prikupiti energiju, biogoriva, gnojiva i materijale za druge industrije. S razvojem digitalnih tehnologija pametno gospodarenje otpadom postaje izvedivo (Borbolla-Gaxiola i sur., 2022). Metoda toplinske pretvorbe poznata kao hidrotermalna karbonizacija (HTC) može riješiti različite probleme koji se javljaju tijekom biološke obrade otpada od hrane (Yan i sur., 2022). Tehnologija proizvodi tvar bogatu ugljikom i energetski gustu tvar nazvanu hidrokarbonat, za koju se kaže da ima kemijski sastav i razinu energije slične ugljenu. Dobivene tvari mogu se prikladno pohraniti i koristiti za proizvodnju električne energije prema potrebi (He i sur., 2022). *Dendro Liquid Energy* (DLE), inovativni sustav pretvaranja otpada u energiju za preradu organskog otpada, nedvojbeno je najzanimljivija i najperspektivnija tehnologija današnjice. U usporedbi s anaerobnom digestijom i drugim sustavima za proizvodnju energije iz otpada, DLE postrojenja su oko četiri puta energetski učinkovitija jer rade na umjerenim temperaturama između 150 °C i 250 °C. DLE postrojenja koriste otpad od hrane za proizvodnju čistih goriva za proizvodnju energije kao što su ugljični monoksid i vodik. DLE, s druge strane, može smanjiti troškove jer u procesu nema izgaranja, čime se smanjuje potreba za složenom opremom za suzbijanje emisija (Kheerthivasan i sur.,

2022). Kada se otpad od hrane podvrgne ultra brzom hidrolizi, može se koristiti za proizvodnju bio gnojiva i proizvodnju energije. Nakon hidrolize, odvojena kruta frakcija može se lako pretvoriti u biognojivo, dok se tekućina može koristiti u „mikrobnim gorivima stanica“ (MFC) za trenutnu proizvodnju energije. Ova metoda eliminira potrebu za odlaganjem krutih tvari i omogućuje izuzetno brzo istovremeno korištenje resursa i proizvodnju energije iz otpada hrane. Sposobnost mikroorganizama da iskoriste različite vrste otpada kao gorivo za svoje aktivnosti čini ih pogodnima za učinkovitu proizvodnju električne energije iz različitih organskih tvari. Bolje razumijevanje bioelektrokemijskih MFC-a, dostupnih u formatima s jednim i dva odjeljka te sa ili bez membrane za izmjenu protona (PEM), uvelike varira. PEM membrane također imaju mnoge druge prednosti, kao što su visoka specifičnost protona, jaka kationska otpornost i relativno niska otpornost. Anaerobni proces, anaerobna digestija je dobro poznat i široko korišten za proizvodnju bioplina. Također se smatra idealnim za upravljanje otpadom od hrane. U posljednjih nekoliko desetljeća ova je tehnika stekla popularnost zahvaljujući poticajima raznih nacionalnih programa usmjerenih na proizvodnju obnovljive energije. Anaerobna digestija može pretvoriti biorazgradive materijale kao što su hrana i poljoprivredni otpad, industrijski otpad povezan s hranom ili komunalni otpad u bioplin. Ovo je metoda prikupljanja ugljika tijekom razgradnje otpada od hrane, pri čemu se vodik i ugljični dioksid pretvaraju u metan. Anaerobna digestija prehrambenog otpada je metoda koja se široko koristi za smanjenje količine otpada i uporabu energije kao bioenergije. Smatra se da rasplinjavanje, kojim se sintetski plin tretira prije upotrebe (a ne nakon), nudi superiorno toplinsko rješenje za pretvaranje otpada u energiju u usporedbi sa spaljivanjem. Sustavi za rasplinjavanje otpada, s druge strane, emitiraju daleko manje onečišćujućih tvari od konvencionalnih spalionica (Yan i sur., 2019). Rasplinjavanje se koristi za pretvaranje komunalnog otpada u sintetički plin. Sintetski plin može se koristiti kao gorivo za benzin ili kao alternativa prirodnom plinu. Budući da nisu svi materijali prikladni za proces rasplinjavanja, većina postrojenja zahtijeva da se komunalni otpad prethodno obradi i razvrsta prije rasplinjavanja (Zhang i sur., 2022). Predtretmani se mogu koristiti za povećanje sadržaja šećera u organskim supstratima. Hranjive tvari u kuhinjskom otpadu su bogate i podržavaju rast mikroorganizama koji proizvode etanol. Stoga prethodna obrada kuhinjskog otpada nije potrebna prije enzimskog procesa za postizanje visokih razina glukoze. Otprilike 0,3 do 0,4 grama etanola proizvedeno je za svaki gram otpadne hrane bogate ugljikohidratima. Otpad od voća je odličan supstrat za proizvodnju bioetanola. Na primjer, otpad od banane, voće i kore voća opsežno su ispitivani za upotrebu kao supstrati za bioetanol (Bhatia i sur., 2012). Otpad hrane iz komercijalnih, institucionalnih

i stambenih izvora obično se odlaže na odlagališta. Industrijski otpad i otpad od hrane odgovorni su za onečišćenje. Otpad hrane može se pretvoriti u gorivo, energiju ili druge proizvode. Time se potiče rast kružnog gospodarskog sustava. Ove tehnologije mogu generirati značajne resurse kada se koriste za odlaganje otpada od hrane. Otpad koji nastaje u prehrambenoj industriji može se pretvoriti u gorivo, stočnu hranu ili hranu. Pretvorbe nisu samo isplative, već također imaju pozitivan učinak na okoliš i pružaju veliku vrijednost. Otpad hrane može se koristiti za proizvodnju goriva poput biodizela i etanola. Također proizvodi plin metanol, vodik, metan i metan. Hrana je neophodna za rast i razvoj svih živih organizama. Proteini su esencijalna komponenta prehrane koji su bitni za pravilne funkcije organa, stanica, tkiva i drugih sustava. Kao tri glavne komponente hrane prisutni su i lipidi. Na dostupnost hrane utjecao je ogroman porast ljudske populacije i količine visokokvalitetnih proteina. Kako bi se riješili ti problemi, trenutno se istražuju alternativni izvori proteina. Poljoprivredno-prehrambena industrija proizvodi oko 190 milijuna tona proteinskog otpada. Životinjski proteini također su dostupni u sirutki (mliječni otpad), kolagenu, ribljoj koži i jetri. Svi ovi ostaci hrane sadrže kompletne proteine, jer su kombinacija aminokiselina neophodnih za prehranu tijela (Kamal i sur., 2021). Kompostiranje se događa kada mikroorganizmi razgrađuju organsku tvar. Kompostiranje je biološki proces koji dovodi do stvaranja biostabiliziranog materijala. Ovo je dobar način da se smanji ugljikov otisak povezan s bacanjem hrane (Hasnine i sur., 2020). Ugljik, dušik i voda u pravim omjerima potrebni su za biološku aktivnost razgradnje organskih materijala. Da bi razgradnja bila stabilna, potrebno je da čimbenici okoliša kao što su vrsta otpadne hrane, njezin udio i pH vrijednosti budu u ravnoteži (Al Obadi i sur., 2022). Kompostiranje traje nekoliko mjeseci i podijeljeno je u tri različite faze. Sve faze razlikuju se po temperaturi i postotku bakterija. U procesima kompostiranja sudjeluju bakterije, gljivice i aktinobakterije (Singh, 2019). Kompostiranje s probiotičkim bakterijama može potaknuti biološku razgradnju. Kompostiranje može biti učinkovit način valorizacije otpada od hrane i proizvodnje organskog gnojiva ili tla za uzgoj. Kompostiranjem se proizvodi bio gnojivo koje se lako skladišti, njime se rukuje i transportira. To čini kompostiranje učinkovitim načinom recikliranja otpada od hrane.



**Slika 6.** Kružno gospodarstvo (Center for Business and Environment, 2015)

### 2.3.2. Koncept *Zero Waste*

Koncept nultog otpada čini skup smjernica za sprečavanje otpada koje potiču preoblikovanje životnih ciklusa resursa kako bi se osiguralo da se svaki proizvod ponovno koristi. Kako bi se unaprijedile prakse upravljanja otpadom, pruža se niz originalnih ideja iz različitih područja. Glavni cilj je valorizacija otpada nakon potrošnje putem recikliranja ili oporabe dijela energije i materijala korištenih u lancu proizvodnje. Prehrambena industrija usmjerena je prema nekoliko strateških planova koji se okreću prema pristupu nultog otpada. Troškovi su znatno veći jer zahtijevaju mjere poput instaliranja hibridnih sustava ko-digestije za organski otpad i otpadnu vodu koji omogućuju obradu otpadne vode dok istovremeno proizvode bioplin koji se može koristiti kao izvor energije (Morales Polo i sur., 2016). Razvijen je inovativni alat za procjenu upravljanja otpadom i zamjene materijala u sustavima upravljanja otpadom u gradovima (Zaman i sur., 2011). "Indeks nultog otpada" prognozira količinu neobnovljivih materijala, energije, vode i emisija stakleničkih plinova zamijenjenih resursima koji se oporavljaju iz tokova otpada (Zaman i sur., 2013). Život s manje otpada, ili *zero waste* životni stil, je način života u kojem se smanjuje količina otpada koji proizvodimo i pokušava se živjeti na način da se stvori što manje otpada. Ovaj koncept se sastoji od tri segmenta: smanjenje, ponovna uporaba i recikliranje. Krajnji cilj *zero waste* je eliminirati potrebu za odlagalištima i

spalionicama smanjenjem, ponovnom upotrebom i recikliranjem što je više moguće otpada. Koncept života s manje otpada temelji se na ideji da je otpad problem koji stvaraju ljudi i da se može spriječiti boljim dizajnom, potrošnjom i praksama odlaganja. Ovaj pristup uključuje promjenu načina razmišljanja s linearnog modela potrošnje i zbrinjavanja na kružno gospodarstvo koje daje prioritet očuvanju resursa i smanjenju otpada. Kako bi postigli ovaj koncept pojedinci i zajednice mogu usvojiti prakse kao što su korištenje spremnika za višekratnu upotrebu, smanjenje otpada od ambalaže, kompostiranje ostataka hrane te popravak i prenamjena predmeta umjesto da se bacaju. Poduzeća mogu implementirati održivi dizajn i proizvodne prakse, koristiti materijale koji se mogu reciklirati i ulagati u kružne opskrbe lance. Vlade mogu promovirati politike koje potiču smanjenje otpada i podržavaju razvoj infrastrukture za recikliranje i kompostiranje. Općenito, *zero waste* je holistički pristup održivosti koji ima za cilj stvoriti održiviju i pravedniju budućnost za ljude i planet. Nekoliko bioloških procesa, poput anaerobne digestije, aerobnog kompostiranja, fermentacije bio etanola, fermentacije hrane, istraživano je radi energetske i resursne valorizacije otpada hrane (Kiran i sur., 2014). Spaljivanje je jedna od najčešće korištenih tehnologija za upravljanje otpadom hrane širom svijeta. Na primjer, u Singapuru je generirano 809 800 tona otpada hrane 2017. godine, od kojih je otprilike 84 % bilo spaljeno radi smanjenja volumena, a ostaci pepela iz procesa incineracije su odloženi na odlagalište (Singapurska NEA, 2018). Budući da su gradovi glavni potrošači energije, materijala, hrane i vode, izuzetno je važno da isporuka urbanih usluga (uključujući upravljanje tokovima otpada i oporavak resursa) bude što efikasnija. Učinkovitost i djelotvornost urbanih usluga snažno utječu na urbani oblik (na primjer, niske gustoće i monofunkcionalni raspored predgrađa dovode do vrlo neefikasnih uvjeta, često dovodeći do povećane potrošnje i doprinoseći problemu). Povećana potrošnja materijala i energije u svim zemljama, zajedno s nedovoljnim i neodrživim sustavom upravljanja otpadom, prisilila je vlade, industriju i pojedince da primijene nove mjere kako bi postigli odgovorno zatvorena rješenja u upravljanju otpadom i oporavku resursa. Postizanje "nultog otpada" ostaje teško i zahtijeva kontinuirane i zajedničke napore industrije, vladinih institucija, istraživača sveučilišta i ljudi i organizacija u našoj zajednici. Izuzetno je važno da se nastavi smanjivati bespotrebna potrošnja kako bi se izbjeglo stvaranje otpada u prvom redu (smanjenje otpada izbjegavanjem), promovirati cikličko ponovno korištenje materijala u gospodarstvu i maksimizirati vrijedno resursa s ciljem postizanja uobičajene prakse oporavka resursa. Otpad je dragocjeni resurs. Izazovi koje predstavljaju klimatske promjene i iscrpljivanje resursa su kompleksni - ali društvo posjeduje vještine, znanje i odlučnost

potrebnu za ostvarivanje potrebnih promjena. Promjene u ponašanju, dugogodišnjim navikama planiranja i stavovima prema dizajnu bit će potrebne.

### 3. ZAKLJUČCI

1. Adekvatno gospodarenje otpadom od hrane ima ključnu ulogu u doprinosu održivom razvoju postizanjem gospodarske učinkovitosti, socijalnog napretka i odgovornosti prema okolišu.
2. Učinkovite strategije upravljanja otpadom od hrane kao što su prevencija, smanjenje, recikliranje i uporaba mogu značajno smanjiti njegove utjecaje na okoliš, kao što su emisije stakleničkih plinova i iscrpljivanje resursa.
3. Provedba održivih praksi upravljanja otpadom od hrane kao što su kompostiranje, anaerobna digestija i programi redistribucije hrane jedan je od načina iskorištavanja otpada od hrane kao sredstva za uporabu vrijedne organske tvari, energije i hranjivih tvari, stvarajući kružno gospodarstvo u praksi.
4. Gospodarenje otpadom od hrane ne samo da umanjuje zabrinutost za okoliš, već može imati i društvene prednosti. Preusmjerenjem viška hrane izravno onima kojima je potrebna, ova strategija promiče društvenu jednakost dok smanjuje nejednakosti među skupinama društva.
5. Održivi razvoj može se ostvariti samo uz suradnju svih sektora rada uključujući vladu, poduzeća, zajednice. Trebalo bi uvesti politike, propise i kampanje podizanja svijesti kako bi se potaknule prakse odgovorne konzumacije hrane koje smanjuju bacanje hrane, kao i promoviraju ekološki prihvatljivije metode zbrinjavanja otpada.



#### 4. POPIS LITERATURE

Ahamed A, Yin K, Ng B, Ren F, Chang V, Wang J (2016) Life cycle assessment of the present and proposed food waste management technologies from environmental and economic impact perspectives. *Journal Cleaner Production* **131**, 607–614. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.127>

Amicarelli V, Bux C (2021) Food waste measurement toward a fair, healthy and environmental-friendly food system: a critical review. *British Food Journal* **123**, 2907-2935. <https://doi.org/10.1108/BFJ-07-2020-0658>

Amicarelli V, Lagioia G, Bux C (2021) Global warming potential of food waste through the life cycle assessment: An analytical review. *Environmental Impact Assessment Review* **91**, 10667. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106677>

Barilla Center For Food and Nutrition (2018) Fixing food: Best Practices Towards The Sustainable Development Goals. <https://www.fondazionebarilla.com/>

Bhatia L, Jha H, Sarkar T, Sarangi PK (2023) Food Waste Utilization for Reducing Carbon Footprints towards Sustainable and Cleaner Environment: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **28**, 2318. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032318>

Chauhan C, Dhir A, Akram MU, Salo J (2021) Food loss and waste in food supply chains. A systematic literature review and framework development approach. *Journal of Cleaner Production* **295**, 126438. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126438>

Direktiva (2018) Direktiva (EU) 2018/851 Europskog parlamenta i Vijeća od 30. svibnja 2018. o izmjeni Direktive 2008/98/EZ o otpadu. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L\\_.2018.150.01.0109.01.HRV&toc=OJ%3AL%3A2018%3A150%3ATOC](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2018.150.01.0109.01.HRV&toc=OJ%3AL%3A2018%3A150%3ATOC) Pristupljeno 07. rujna 2023.

Drakvik E, Kogevinas M, Bergman A, Devouge A, Barouki R, Kogevinas M, i sur. (2022) Priorities for research on environment, climate and health, a European perspective. *Environmental Health* **21**, 37. <https://doi.org/10.1186/s12940-022-00848-w>

EEA Report (2020) Bio-waste in Europe — turning challenges into opportunities. <https://www.eea.europa.eu/publications/bio-waste-in-europe>

EU (2021) Održiva potrošnja i proizvodnja. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hr/sheet/77/odrziva-potrosnja-i-proizvodnja>

Europska komisija (2019) Europski zeleni plan. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=ET>

Europska komisija (2020) Strategija od polja do stola. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0381&from=EN>

FAO (2009) How to Feed the World in 2050. Rim. [https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert\\_paper/How\\_to\\_Feed\\_the\\_World\\_in\\_2050.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf)

FAO (2011) Global food losses and food waste—extent, causes and prevention. Rim.

FAO (2013) Healthy people depend on healthy food systems. [https://www.fao.org/fileadmin/templates/getinvolved/images/WFD\\_issues\\_paper\\_2013\\_web\\_EN.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/templates/getinvolved/images/WFD_issues_paper_2013_web_EN.pdf)

FAO (2014) Building a common vision for sustainable food and agriculture: principles and approaches. Rim. <https://www.fao.org/3/i3940e/i3940e.pdf>

FAO (2016) Plates, pyramids, planet. Developments in national healthy and sustainable dietary guidelines: a state of play assessment. *Food Climate Research Network*. <https://www.fao.org/3/i5640e/i5640e.pdf>

FAO (2019) Sustainable Healthy Diets Guiding Principles. Rim.

Foresight (2011). The Future of Food and Farming: Challenges and Choices for Global Sustainability. Final Project Report. London: Government Office for Science. <https://www.foresightfordevelopment.org/sobipro/55/866-the-future-of-food-and-farming-challenges-and-choices-for-global-sustainability>

Ganzleben C, Kazmierczak A (2020) Leaving no one behind – understanding environmental inequality in Europe. *Environmental Health* **19**, 57. <https://doi.org/10.1186/s12940-020-00600-2>

Garcia G, Woolley E, Rahimifard S, Colwill J, White R, Needham L (2017) A Methodology for Sustainable Management of Food Waste. *Waste Biomass Valorization* **8**, 2209–2227. <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9720-0>

Kibler KM, Reinhart D, Hawkins C, Motlagh AM, Wright J (2018) Food waste and the food-energy-water nexus: A review of food waste management alternatives. *Waste Management* **74**, 52-62. [10.1016/j.wasman.2018.01.014](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.01.014)

Kumar A, Cheela V, Adamo I, Iacovidou E, Islam M, Johnson M, i sur. (2021) Zero waste approach towards a sustainable waste management. *Resources, Environment and Sustainability* **3**, 10014. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2021.100014>

Kumar V, Sharma N, Umesh M, Selvaraj M, Al-Shehri B, Chakraborty P, i sur. (2022) Emerging challenges for the agro-industrial food waste utilization: A review on food waste biorefinery. *Bioresource Technology* **362**, 127790. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127790>

Lahane S, Kant R (2022) Investigating the sustainable development goals derived due to adoption of circular economy practices. *Waste Management* **143**, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.02.016>

Lutz M (2021) Healthy sustainable food patterns and systems: a planetary urgency. *Medwave* **21**, 8436. [10.5867/medwave.2021.07.8436](https://doi.org/10.5867/medwave.2021.07.8436)

Malinauskaite J, Jouhara H, Czayczynska D, Stanchev P, Katsou E, Rostkowski P, i sur. (2017) Municipal solid waste management and waste-to-energy in the context of a circular economy and energy recycling in Europe. *Energy* **151**, 2013-2044. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.11.128>

Ministarstvo poljoprivrede (2021) Vodič za smanjenje otpada od hrane u proizvodnji i preradi hrane.  
[https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/hrana/vodici/Vodic\\_za\\_smanjenje\\_otpada\\_od\\_hrane\\_u\\_proizvodnji\\_i\\_preradi\\_hrane.pdf](https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/hrana/vodici/Vodic_za_smanjenje_otpada_od_hrane_u_proizvodnji_i_preradi_hrane.pdf)

Mohanty A, Mankoti M, Rout P, Meena S, Dewan S, Kalia B, i sur. (2022) Sustainable utilization of food waste for bioenergy production: A step towards circular bioeconomy. *International Journal of Food Microbiology* **365**, 109538. [10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109538](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109538)

Nicholes M, Qusted T, Reynolds C, Gillick S, Parry A (2019) Surely you don't eat parsnip skins? Categorising the edibility of food waste. *Resources, Conservation and Recycling* **147**, 179-188. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.004>

Notarnicola B, Sala S, Anton A, McLaren SJ, Saouter E, Sonesson U (2017) The role of life cycle assessment in supporting sustainable agri-food systems: A review of the challenges. *Journal of Cleaner Production* **140**, 399-409. [10.1016/j.jclepro.2016.06.071](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.071)

Odluka (2022) Odluka o donošenju Plana sprječavanja i smanjenja nastajanja otpada od hrane Republike Hrvatske za razdoblje od 2023. do 2028. godine. Narodne novine 156. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2022\\_12\\_156\\_2535.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2022_12_156_2535.html) Pristupljeno 07. rujna 2023.

Quicker P, Consonni S, Grosso M (2020) The Zero Waste utopia and the role of waste-to-energy. *Waste Management & Research* **38**, 481-484. [10.1177/0734242X20918453](https://doi.org/10.1177/0734242X20918453)

Romero AS, Novakovic K, Geoghegan M (2022) Adhesive Interfaces toward a Zero-Waste Industry. *Langmuir* **50**, 15476-15493. [10.1021/acs.langmuir.2c02436](https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.2c02436)

Scherhauer S, Moates G, Hartikainen H, Waldron K, Obersteiner G (2018) Environmental impacts of food waste in Europe. *Waste Management* **77**, 98-113. [10.1016/j.wasman.2018.04.038](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.04.038)

Sharma P, Gaur VK, Sirohi R, Varjani S, Hyoun KS, Wong J (2021) Sustainable processing of food waste for production of bio-based products for circular bioeconomy. *Bioresource Technology* **325**, 124684. [10.1016/j.biortech.2021.124684](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.124684)

Sharma R, Dhir A, Talwar S, Kaur P (2021) Over-ordering and food waste: The use of food delivery apps during a pandemic. *International Journal of Hospitality Management* **96**, 102977. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2021.102977>

Soorani F, Ahmadvand M (2019) Determinants of consumers' food management behavior: Applying and extending the theory of planned behavior. *Waste Management* **98**, 151-159. [10.1016/j.wasman.2019.08.025](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.08.025)

Stancu V, Haugaard P, Lähteenmäki L (2016) Determinants of consumer food waste behaviour: Two routes to food waste. *Appetite* **96**, 7-17. [10.1016/j.appet.2015.08.025](https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.08.025)

Thyberg KL, Tonjes DJ (2016) Drivers of food waste and their implications for sustainable policy development. *Resources, Conservation and Recycling* **106**, 110-123. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.11.016>

UN (2022) Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/89/PDF/N1529189.pdf?OpenElement>

UN (2023) The Sustainable Development Goals Report. <https://www.undp.org/sustainable-development-goals/no>

Zakon (2023) Zakon o hrani. Narodne novine 18, Zagreb. <https://www.zakon.hr/z/467/Zakon-o-hrani> Pristupljeno 07.rujna 2023.

Zinina OV, Olentsova JA (2020) Elements of sustainable development of agricultural enterprises. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **421**. [10.1088/1755-1315/421/2/022003](https://doi.org/10.1088/1755-1315/421/2/022003)

## **Izjava o izvornosti**

Ja Valentina Oroz izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

---

Vlastoručni potpis