

KROŽNO GOSPODARSTVO IN VREDNOSTNE VERIGE (ANALIZA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA)

REBEKA KOVAČIČ LUKMAN,¹ KRISTIJAN BRGLEZ²

¹ Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko, Celje, Slovenija

rebeka.kovacic@um.si

² Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Maribor, Slovenija

kristijan.brglez1@um.si

Razumevanje in uveljavljanje koncepta krožnega gospodarstva predstavlja ključno gonilo trajnostnega razvoja, družbene preobrazbe ter zmanjšanja obremenitve naravnih sistemov. Krožno gospodarstvo zasleduje cilj preusmerjanja od linearne potrošniške paradigme k sistemu, kjer se viri ohranjajo, obnavljajo in učinkovito izkoriščajo. Ključno vlogo igrajo vrednostne verige, saj omogočajo preoblikovanje proizvodnih procesov, podaljšanje življenjske dobe izdelkom ter spodbujanje ponovne uporabe in recikliranja materialov. V drugem delu pa se osredotočamo na analizo življenjskega cikla (LCA) kot orodja in pristopa za prehod iz teoretičnih konceptov krožnega gospodarstva v praktično izvajanje. Zgodovinsko izhodišče LCA sega v potrebo po ocenjevanju celovitih vplivov izdelkov na okolje, družbo in ekonomijo. LCA omogoča kvantitativno oceno okoljskih obremenitev skozi celoten življenjski cikel izdelka, vključno z izdelavo, uporabo, in odlaganjem. Njegova uporaba omogoča identifikacijo ključnih točk za izboljšave ter informirano odločanje za vzpostavitev trajnostnih praks v realnem okolju. S celovitim razumevanjem krožnega gospodarstva in uporabo orodij, kot je analiza življenjskega cikla, lahko dosežemo bolj premišljeno in trajnostno upravljanje virov, kar je bistvenega pomena za ustvarjanje prihodnosti, ki bo temeljila na ravnotežju med človeškim napredkom in ohranjanjem okolja.

DOI

[https://doi.org/
10.18690/um.fl.4.2025.5](https://doi.org/10.18690/um.fl.4.2025.5)

ISBN

978-961-299-012-1

Ključne besede:

krožno gospodarstvo,
vrednostne verige,
trajnostni razvoj,
analiza življenjskega cikla,
povratna logistika



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fl.4.2025.5](https://doi.org/10.18690/um.fl.4.2025.5)

ISBN
978-961-299-012-1

Keywords:
circular economy,
value chains,
sustainable development,
Life Cycle Analysis,
reverse logistics

CIRCULAR ECONOMY AND VALUE CHAINS (LIFE CYCLE ANALYSIS)

REBEKA KOVAČIČ LUKMAN,¹ KRISTIJAN BRGLEZ²

¹ University of Maribor, Faculty of Logistics, Celje, Slovenia
rebeka.kovacic@um.si

² University of Maribor, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Maribor, Slovenia
kristijan.brglez1@um.si

Adopting the circular economy concept holds paramount significance for sustainable development, societal metamorphosis, and alleviating pressures on natural systems. This paradigm shift transcends linear consumption models, championing a resource-efficient system where conservation, renewal, and judicious resource use prevail. Integral to this transformation are value chains, pivotal in reshaping production methods, prolonging product longevity, and advocating reuse and recycling. A cornerstone tool in translating circular economy principles into action is Life Cycle Analysis (LCA). LCA meticulously evaluates products' holistic environmental, social, and economic ramifications, pinpointing areas for enhancement and empowering informed decisions towards sustainability. A profound grasp of the circular economy coupled with instrumental tools like LCA facilitates the sustainable stewardship of resources, an imperative for harmonizing human advancement with environmental preservation in times ahead.



University of Maribor Press

1 Krožno gospodarstvo

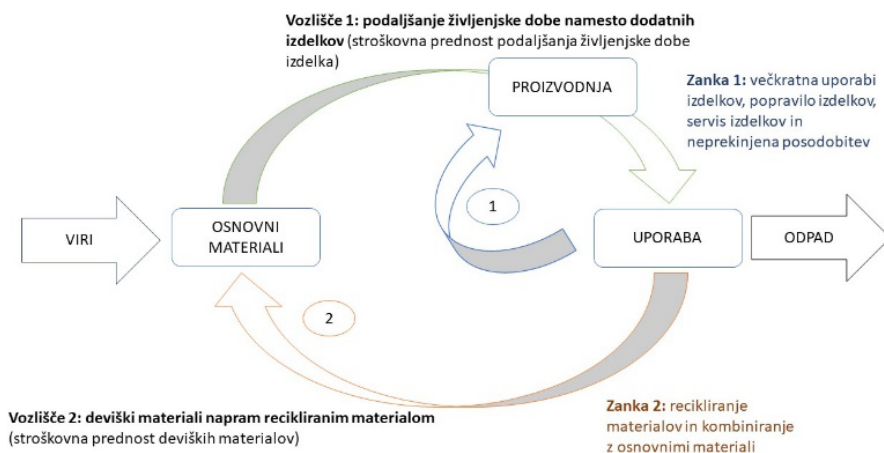
Ideja o krožnem gospodarstvu se je oblikovala na temelju dveh vidikov. Prvi se nanaša na pretok materialov skozi gospodarstvo, medtem ko se drugi nanaša na razmišljanje o gospodarskih razmerah, ki bi lahko povzročile tak tok. Oba vidika takšnega razmišljanja izvirata iz šestdesetih in sedemdesetih let prejšnjega stoletja, ko so se začela pojavljati različna okoljska gibanja v smeri ohranjanja okolja (Ekind idr., 2020). Sam trenutni koncept krožnega gospodarstva ni nov, saj so se prvi zametki njegovega nastanka začeli že v zgodnjih osemdesetih letih prejšnjega stoletja. Ena izmed ključnih prelomnic za oblikovanje krožnega gospodarstva je bilo poročilo, ki ga je leta 1973 pripravil Rimski klub. Gre za mednarodno organizacijo strokovnjakov, politikov in znanstvenikov s področja analiz globalnih izzivov, kot so: gospodarska rast, okoljski vplivi in trajnostni razvoj. V omenjenem poročilu, poznanim pod imenom »The Limits to Growth«, so člani kluba predstavili rezultate simulacij, ki so opozarjale tako na nevzdržnost obstoječih gospodarskih sistemov kot omejenosti naravnih virov (Meadows idr., 1973). Njihove ugotovitve so spodbudile nadaljnje razprave o nujnosti prehoda na bolj trajnostne gospodarske modele.

1.1 Začetki krožnega gospodarstva

Prvi resni pristop h konceptualizaciji krožnega gospodarstva je bil izveden s strani Walterja Stahela in Genevieve Reday-Mulvey (1981), ki sta poskušala rešiti takratno krizo z visokimi cenami nafte in brezposelnostjo v Evropi. Njun pristop je temeljil na ustvarjanju delovnih mest s podaljšanjem življenjske dobe in obnove proizvodov ter nadomeščanjem uporabe primarnih virov z recikliranimi materiali. Rezultat njune vizije takšnega gospodarstva »z zanko« je bil prvi slikovni prikaz krožnega gospodarstva, kjer sta povzela njegov vpliv na ustvarjanje delovnih mest, gospodarsko konkurenčnost, prihranke virov in preprečevanje nastajanja dodatnih odpadkov.

Koncept krožnega gospodarstva sta prvič izpostavila okoljska ekonomista Pearce in Turner leta 1989. V knjigi »Ekonomija naravnih virov in okolja« sta poudarila, da se je tradicionalno odprto gospodarstvo razvilo brez vgrajene nagnjenosti k recikliranju, kar se je odražalo v obravnavi okolja kot zbiralnika odpadkov. Pearce in Turner (1989) sta razlikovala med (krožnim) naravnim sistemom in (linearnim) ekonomskim

sistemom, pri čemer sta se naslanjala na prispevek Kennetha E. Bouldinga: »The Economics of the Coming Spaceship Earth« (1966). V tem eseju je Boulding izpostavil pomen zakonov termodinamike, zlasti koncepta omejenosti virov in energije ter opozoril na pomembnost prehoda od linearnega »kavbojskega gospodarstva«, značilnega predvsem po neomejeni porabi virov, k »vesoljskemu gospodarstvu«, kjer Zemlja deluje kot zaprt sistem z omejenimi količinami virov. Boulding je poudarjal, kar sta Pearce in Turner naknadno še dodatno razvila v svojem modelu; da gospodarstvo in okolje nista linearni in medsebojno ločeni entiteti, temveč sta medsebojno povezana v krožni zanki, kjer morajo vsi viri vstopati v tokove, ki jih je možno ponovno uporabiti. V takšnem sistemu, ki je tudi temelj današnjega koncepta krožnega gospodarstva, vsak vir postane vhodni vir za drugega.

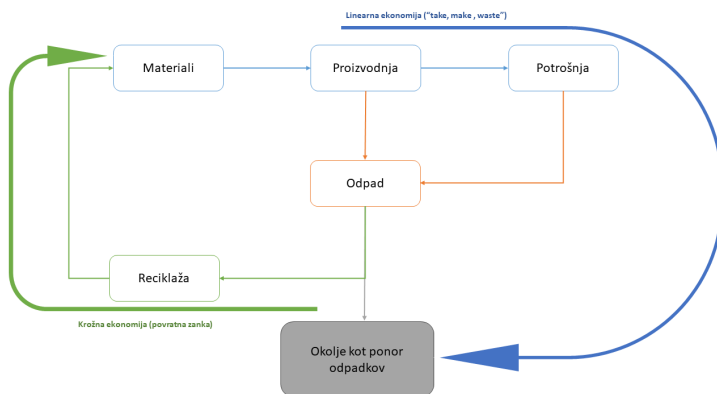


Slika 5.1: Konceptualizacija krožnega gospodarstva

Vir: Stahel & Reday-Mulvey (1981)

Po nenadnem vzniku krožnega gospodarstva pa je sama ideja nekako usahnila za dvajset let, saj v devetdesetih letih prejšnjega stoletja na omenjeno temo ni bilo opravljenih veliko raziskav ali izdanih publikacij (Ekins idr., 2020). Trenutek, ki je spodbudil nadaljnje raziskave in delo, je bila publikacija McDonougha in Braungarta v knjigi: "Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things". Koncept načrtovanja od zibelke do zibelke dojema proizvodne procese naravnega 'biološkega metabolizma' kot modele za razvoj 'tehničnega metabolizma' za industrijske

materiale. Vsi izdelki so lahko zasnovani za stalno predelavo in ponovno uporabo kot biološka ali tehnična hranila v procesih (McDonough and Braungart, 2002).



Slika 5.2: Konceptualizacija krožnega gospodarstva

Vir: Pearce & Turner (1989)

Nato se je leta 2010 pojavila Ellen MacArthur in njena organizacija Fundacija Ellen MacArthur. Gre za najbolj avtoritativno globalno omrežje na temo krožnega gospodarstva, ki je ozaveščenost o krožnem gospodarstvu pripeljala na splošno raven. Medtem ko je bilo krožno gospodarstvo desetletja večinoma tematika znanstvenih razprav, je Ellen MacArthur uspelo krožno gospodarstvo približati politikom in podjetjem. Tako je krožno gospodarstvo postala pomembna tematika na globalnem nivoju. K pospešenemu razvoju krožnega gospodarstva je pripomogel tudi spremenjen odnos podjetij, kjer družbena odgovornost podjetij presega ekološko prakso in je danes bolj pravilo kot izjema. Rezultat njihovega delovanja je bila tudi konceptualizacija t. i. »metuljevega diagrama« krožnega gospodarstva, pri čemer sta obe strani diagrama pomembni za okolje.

Desna stran prikazuje tehnični cikel in zapira zanke virov, ki jih omogočajo strategije krožnosti, kot so ponovna uporaba, obnova in recikliranje, medtem ko leva stran diagrama prikazuje biološki cikel ter zanke in kaskade, ki zagotavljajo trajnostno upravljanje bioloških virov ter ustvarjajo obnovljive tokove in zaloge. Končni cilj ekonomskega modela krožnega gospodarstva je čim bolj zmanjšati pridobivanje surovin in nastajanje odpadkov. Evropska komisija je decembra 2015 sprejela in

predstavila ambiciozen nov sveženj za krožno gospodarstvo, z namenom spodbujanja prehoda Evrope h krožnemu gospodarstvu, ki bo okrepilo svetovno konkurenčnost, spodbudilo trajnostno gospodarsko rast in ustvarilo nova delovna mesta. Ta novi sveženj bo evropskim podjetjem in potrošnikom pomagal pri prehodu h krožnemu gospodarstvu, kjer se viri uporabljajo na bolj trajnosten način.

Predlagani ukrepi bodo prispevali k "zapiranju zanke" življenjskih ciklov izdelkov z večjo stopnjo recikliranja in ponovne uporabe ter prinesli koristi tako za okolje kot za gospodarstvo. Načrt je bil, da se spodbujata največja vrednost in uporaba surovin, proizvodov in odpadkov ter da se ustvarijo prihranki energije in se zmanjšajo emisije toplogrednih plinov. Predlogi, ki jih podaja Evropska komisija, zajemajo celoten življenjski cikel; od proizvodnje in porabe do ravnanja z odpadki in trga sekundarnih surovin. Ta prehod je Evropska komisija finančno podprla s sredstvi ESIF, 650 milijonov EUR iz programa Obzorje 2020 (program EU za financiranje raziskav in inovacij), 5,5 milijarde EUR iz strukturnih skladov za ravnanje z odpadki in naložb v krožno gospodarstvo na nacionalni ravni.

Ta sveženj krožnega gospodarstva je dal gospodarskim subjektom jasen signal, da EU uporablja vsa razpoložljiva orodja za preoblikovanje svojega gospodarstva, odpira pot novim poslovnim priložnostim in povečuje konkurenčnost. Široki ukrepi, kot jih izpostavlja Evropska komisija, presegajo ozek poudarek na stopnji izrabe proizvoda in obsegajo celoten življenjski cikel ter poudarjajo jasno ambicijo Evropske komisije, da preoblikuje gospodarstvo EU in doseže rezultate. Zaradi spodbud, ki jih uvaja Evropska komisija, se pričakuje, da se bodo pojavljali vedno bolj inovativni in učinkoviti načini pridelave (proizvodnje) in porabe (potrošnje). Krožno gospodarstvo ima potencial za ustvarjanje številnih delovnih mest v Evropi, hkrati pa ohranja dragocene vire, ki jih je vedno manj, zmanjšuje vplive na okolje in dodaja novo vrednost proizvodom (Evropska komisija, 2015). Nadalje je Evropska komisija pripravila še posodobljen Akcijski načrt za krožno gospodarstvo in ga predstavila v začetku leta 2020 ter leta 2019 Evropski zeleni dogovor.

2.1 Definicije krožnega gospodarstva

Krožno gospodarstvo je hitro razvijajoče se področje. Skladno z njegovim razvojem se pojavljajo tudi različne definicije krožnega gospodarstva. Vsekakor je na tem mestu potrebno omeniti definicijo Fundacije Ellen MacArthur, in sicer: "Krožno

gospodarstvo je industrijski sistem, ki se po namenu in zasnovi obnavlja ali regenerira. Koncept „izrabljene življenjske dobe“ (angl. end-of-life) nadomešča z obnovo, preusmerja k uporabi obnovljivih virov energije, odpravlja uporabo strupenih kemikalij, ki škodijo ponovni uporabi in si prizadeva za odpravo odpadkov z vrhunsko zasnovo materialov, izdelkov, sistemov, znotraj tega pa tudi za nove krožne poslovne modele" (EMF, 2013: 7).

Tabela 1: Pregled razvoja definicij krožnega gospodarstva

Št.	Avtorji	Vsebina	Glavne ugotovitve
1	Ghisellini idr. (2016)	Povzetek 155 člankov o krožnem gospodarstvu	Krožno gospodarstvo zahteva sistemski pristop, pri čemer se mora vpeti vse deležnike (politika, javnost in industrija). Politika mora spodbujati trajnostno proizvodnjo in potrošnjo.
2	Lieder and Rashid (2016)	Primerjava koncepta krožnega gospodarstva in trajnostnosti	Za razvoj krožnega gospodarstva in trajnostnosti so potrebni sistemi, ki vključujejo tako okolje, materialne vire in ekonomski doprinos za vse deležnike.
3	Blomsma and Brennan (2017)	Povzetek literature o krožnem gospodarstvu v predelovalni industriji	Krožno gospodarstvo predstavlja katalizator za oblikovanje politik in strategij za ravnanje z odpadki in upravljanje virov, pri čemer je ključen razvoj tehnologij iz področja industrijske ekologije.
4	Sauvé idr. (2016)	Pojasnilo nastanka koncepta krožnega gospodarstva	Potreba po interdisciplinarnem pristopu pri konceptualizaciji krožnega gospodarstva. Problematika vzpostavitve enotnega koncepta, ki bi bil praktično izvedljiv v realnem svetu.
5	Murray idr. (2017)	Primerjava koncepta krožnega gospodarstva z okoljskimi znanostmi in trajnostnim razvojem	Krožno gospodarstvo kot orodje za uvajanje trajnostnega razvoja, razvijanja strategij (9R) in ravnanja z viri. Glavna problematika, vezana na trenutne omejitve koncepta in njegovega doprinosa za javnost, ne le industrijo.
6	Geissdoerfer idr. (2017)	Primerjava koncepta krožnega gospodarstva in trajnostnega podjetja, poslovanja	Čeprav trajnostnost in krožno gospodarstvo pridobivata veljavo v akademski sferi, industriji in politiki, ni jasne povezave med obema konceptoma, kar bi omogočilo integracijo v realnem svetu.
7	Lewandowski (2016)	Konceptualizacija krožnega poslovnega modela	Krožno gospodarstvo implementirajo podjetja iz finančne koristi, kot tudi socialne in okoljske. Potrebno je vzpostaviti celovit pristop, ki bi omogočil učinkovito implementacijo na vseh ravneh (podjetjih, mestih).

Št.	Avtorji	Vsebina	Glavne ugotovitve
8	Kirchherr idr. (2017)	Pregled 114 definicij krožnega gospodarstva	Potreba po sistemskem pristopu ključna za učinkovito implementacijo krožnega gospodarstva. Prevelik poudarek na gospodarski blaginji in okoljski kakovosti, pri čemer pa je socialna pravičnost (socialni aspekt trajnosti) v veliki meri zanemarjen.
9	Kovačič Lukman idr. (2016)	Umeščenost krožnega gospodarstva v trajnostni razvoj	Krožno gospodarstvo je orodje, ki omogoča vpeljavo trajnostnosti v obstoječe proizvodne in storitvene procese v podjetjih in družbenem okolju, predvsem s celovitimi sistemskimi pristopi in globalno politiko.

vir: Kovačič-Lukman idr. (2016)

Iz slik v razdelku 1.1. je razvidno, da je bilo recikliranje (obtakanje) ključni element razmisleka o krožnem gospodarstvu že od same idejne zasnove koncepta. Sčasoma pa se je število »R-jev« povečalo. Npr. pobuda japonske vlade za »3R« (angl. reduce, reuse, recycle) - zmanjšanje, ponovna uporaba, recikliranje (obtakanje) leta 2004. Nadalje je Evropska komisija v dokumentu Okvirna direktiva o odpadkih iz leta 2008 predstavila »4R« (angl. reduce, reuse, recycle, recover) – zmanjšanje, ponovna uporaba, obtakanje, obnova 4 ima štiri R (zmanjšanje, ponovno uporabo, recikliranje, predelavo).

Po pregledu 114 obstoječih definicij v času njihove objave so Kirchherr idr. (2017) postavili posodobljeno definicijo, in sicer: »Krožno gospodarstvo opisuje gospodarski sistem, ki temelji na poslovnih modelih, ki koncept zaključene življenjske dobe nadomeščajo z zmanjševanjem, alternativno ponovno uporabo, recikliranjem in predelavo materialov v proizvodnji/distribuciji in potrošnji. Ti procesi delujejo tako na mikro ravni (izdelki, podjetja, potrošniki), mezo ravni (eko-industrijski parki) in makro ravni (mesto, regija, država in širše), z namenom doseganja trajnostnega razvoja, kar pomeni ustvarjanje kakovosti okolja gospodarsko blaginjo in socialno pravičnost v korist sedanjih in prihodnjih generacij" (Kirchherr idr. 2017: 224-225).

Če se ponovno osredotočimo na obe definiciji, se pravi EMF in Kirchherr idr., lahko ugotovimo, da je definicija EMF splošno zasnovana, uporablja terminologijo v skladu z idejami o ekologiji in simbiozi, ki so bile temelj koncepta krožnega gospodarstva na začetku razvoja le-tega (Ekins idr., 2020). Pomembna je opazka, da ne omenja recikliranja.

Definicija Kirchherr idr. (2017) pa opredeljuje krožno gospodarstvo kot gospodarski sistem (in ne le kot industrijski sistem, kot je v EMF) in omenja štiri od devetih R-jev. Definicija vsebuje dve ključni sestavini – 1) idejo o ravneh in 2) povezavo s trajnostnim razvojem - o katerih razpravljamo v nadaljevanju. Slednja pa je cilj krožnega gospodarstva (Kirchherr idr., 2017). Ekins idr. (2020) trdijo, da je definicija Kirchherr idr. (2020) utopična, saj še nobeno znano gospodarstvo ni bilo uspešno pri »hkratnem ustvarjanju okoljske kakovosti, gospodarske blaginje in socialne pravičnosti v korist sedanjih in prihodnjih generacij«, čeprav menijo, da bi to globalna družba morala imeti za cilj. Ekins idr. (2020) v obeh definicijah zaznavajo pomanjkljivost, in sicer je to politika. Nazadnje opredelitev Kirchherr idr. (2020) opredeljuje tudi dva dejavnika: poslovne modele (ki se pojavljajo tudi v opredelitvi EMF) in „odgovorne potrošnike“. Nadalje Ekins idr. (2020) v povezavi z definicijo omenjajo omogočitvena dejavnika; poslovni modeli in odgovorni potrošniki, pri čemer je glavna polemika dejavnikov omogočanja politika.

OECD je sprejela definicijo, ki se osredotoča na značilnosti krožnega gospodarstva McCarthy idr. (2018) in opredeljuje njegove ključne značilnosti: povečano popravilo in predelavo izdelkov, povečano recikliranje materialov, robustnejši dolgotrajni izdelki, večjo ponovno proizvodnjo, uporabo in popravila, povečano produktivnost materiala, izboljšano uporabo sredstev in spremenjeno vedenje potrošnikov. Predvideni učinki teh funkcij so navedeni kot: zmanjšano povpraševanje po novem blagu (in neobdelanih materialih), zamenjava sekundarnih surovin v proizvodnji, razširjen sekundarni sektor, trajnejši in popravljivi izdelki ter razširjena ekonomija delitve in storitev (McCarthy idr., 2018).

2 Politike, strategije in direktive krožnega gospodarstva

Kot pojasnjujejo Ekins idr. (2020), lahko intervencijo (poseg) javne politike v okoljske politike, trajnostni razvoj in krožno gospodarstvo, opredelimo in razvrstimo na različne načine, odvisno od namena in interesa razvrševalca. Eden od pristopov je združevanje posegov po njihovem načinu delovanja, zlasti z uporabo treh širokih kategorij, ki so dobro uveljavljene v literaturi o okoljski politiki-regulativi:

- določanje zahtev ali prepovedi;
- spreminjanje gospodarskih spodbud in

- zagotavljanje informacij akterjem v gospodarstvu ali družbi, na osnovi katerih se lahko ozaveščeno odločajo.

Te kategorije se ujemajo in poskušajo odpraviti klasične tržne pomanjkljivosti ter so pomemben, a nezadosten nabor orodij za spodbujanje radikalnih inovacij in preoblikovanj. Drugi pristop je razvrščanje po sektorjih ali stopnjah vrednostne verige (ali strategije krožnosti), ki jih poskuša obravnavati (ali spodbuditi) politična pobuda, kot prikazuje slika (5.3). Vendar je tak pristop lahko okoren, saj številni posegi vplivajo na različne sektorje ali elemente vrednostne verige Ekins idr. (2020). Leta 2015 je EMF objavila dokument: »Priročnik za oblikovalce politik krožnega gospodarstva«, namenjen podpori „oblikovalcem politik, ki so se odločili za prehod v krožno gospodarstvo pri oblikovanju strategije za pospešitev tega procesa“ (EMF, 2015: 39). Čeprav je dokument namenjen predvsem oblikovalcem nacionalnih politik, avtorji poudarjajo, da je to orodje uporabno za oblikovalce politik na vseh ravneh od občinskih do nadnacionalnih. Priročnik vključuje šest kategorij političnih intervencij (posegov), Slika (5.4). Ta kategorizacija odraža tri kategorije, ki poskušajo obravnavati klasične tržne pomanjkljivosti, vendar jih dopolnjuje s kategorijami posegov, ki želijo dodatno spodbuditi in podpreti inovacije ter jih prenesti na trg.



Slika 5.3: Strategije krožnega gospodarstva

Vir: povzeto po Potting idr. (2017)

	OBLIKE POLITIČNE INTERVENCIJE	PRIMERI
	IZOBRAZBA, INFORMACIJE IN RAZGLEBANOST	Implementacija krožnega gospodarstva in sistemskega razmišljanja v osnovnošolske, srednješolske in višješolske učne programe. Informiranost javnosti in izvedba kampanj z namenom ozaveščanja javnosti.
	PLATFORME ZA MEDSEBOJNO SODELOVANJE	Vzpostavitev partnerskih odnosov med javnimi in zasebnimi udeleženci gospodarstva na nacionalni, regionalni in lokalni ravni. Spodbujanje vzpostavitve platform za prostovoljno sodelovanje industrije, spodbujanje vrednostnih verig in iniciativ za medsektorsko sodelovanje in izmenjavo informacij med deležniki. Vzpostavitev raziskav in razvoja na področju znanosti in biosistemov.
	SHEME ZA PODPORO PODJETNIŠTVA	Finančna podpora podjetjem, kot so neposredne subvencije, dokapitalizacija in finančno zavarovanje. Tehnična podpora, svetovanje, usposabljanje in demonstracija najboljših praks za podjetja.
	JAVNA NAROČILA IN INFRASTRUKTURA	Javna naročila. Javne investicije in infrastruktura.
	REGULATIVNI OKVIRI	Strategija državnega sektorja in cilji vezani na produktivnost virov in krožno gospodarstvo. Regulative izdelkov, vključujoč podaljšanimi garancijskimi roki za dizajn in izdelave potnih listov za sledenje izdelkom. Regulative o odpadkih, vključujoč standarde zbiranja in obdelave le teh z namenom definiranja razširjene odgovornosti proizvajalca in vzpostavitve sistema "take-back". Vzpostavitev regulative industrije, konkurence, potrošnikov in regulative trgovanja, kot npr. varnosti hrane. Računovodsko poročanje in finančni predpisi, vključujoč obračunavanje naravnih virov in fiduciarno dolžnostjo vlagatelj in upraviteljev.
	FISKALNI OKVIRI	Znižanje DDV in trošarine za krožne izdelke in storitve. Premik davkov iz dela na naravne vire in vire.

Slika 5.4: Politične usmeritve Evropske komisije v krožnem gospodarstvu

Vir: Evropska komisija (2015)

Vzpostavitev krožnega gospodarstva je kompleksen, večplasten izziv, ki ga je treba obravnavati z ustreznimi mešanici politik. Ne obstaja politična usmeritev, ki bi ustrezala vsem, vendar pa morajo biti osnovni politični posegi, da bi bili učinkoviti, skladni pri svojem delovanju (znotraj in med ravnmi upravljanja), skladni s svojimi cilji in dovolj verodostojni, da vzbudijo zaupanje med deležniki v gospodarstvu (Wilts & O'Brien, 2019). Ključno je učenje in širjenje lekcij iz preteklih izkušenj, na primer s smernicami OECD o politiki učinkovitosti virov (OECD, 2016a). Vendar pa bo v vedno bolj medsebojno povezanem svetovnem gospodarstvu vzpostavitev krožnosti po stopnji in v zahtevani meri vključevala znatno mednarodno sodelovanje pri zbiranju in izmenjavi podatkov in znanja, naložbah in političnem usklajevanju. Natančneje, Geng idr. (2019) predlagajo pet prednostnih ukrepov za olajšanje „globalizacije“ krožnega gospodarstva: (1) vzpostaviti globalno bazo podatkov za zajemanje povezav med rabo virov; (2) vzpostaviti globalno platformo

za izmenjavo znanja o krožnem gospodarstvu; (3) ustanoviti mednarodna zavezništva za spodbujanje obsežnih eksperimentov; (4) razviti mednarodne standarde za merjenje uspešnosti, poročanje in računovodstvo za ključne izdelke in (5) razviti pristope k uveljavljanju predpisov, reševanju sporov in izvajanju sankcij. Predlagajo, da bi morala biti ta prizadevanja usklajena za oblikovanje mednarodnega sporazuma o trajnostnem gospodarjenju z viri.

V skladu z razvojem krožnega gospodarstva je leta 2015 Evropska komisija sprejela svoj prvi Akcijski načrt za krožno gospodarstvo. Vključeval je ukrepe za spodbujanje prehoda Evrope v krožno gospodarstvo, povečanje svetovne konkurenčnosti, spodbujanje trajnostne gospodarske rasti in ustvarjanje novih delovnih mest. Akcijski načrt je določil konkretne in ambiciozne ukrepe, ki zajemajo celoten življenjski cikel; od proizvodnje in porabe do ravnanja z odpadki in trga sekundarnih surovin ter revidiranega zakonodajnega predloga o odpadkih (Evropska komisija, 2015). Ta je vključeval 5 ključnih akcijskih področij krožnega gospodarstva, ki jih je bilo potrebno prestrukturirati: proizvodnja (načrtovanje proizvodov, proizvodni procesi), potrošnja, ravnanje z odpadki, sekundarni viri in podporni sistemi (inovacije, investicije in monitoring). V skladu s področji so bili ustanovljeni prioritetni sektorji, ki jih je Evropska komisija ciljno obravnavala, predvsem zaradi zagotavljanja upoštevanja interakcij v celotni verigi vrednosti (Evropska komisija, 2015). To so bili: plastični materiali, odpadki hrane, kritične surovine, sektor gradbeništva, biomateriali.

Prvotnemu Akcijskemu načrtu je sledil drugi Akcijski načrt krožnega gospodarstva (2020), ki predstavlja osnovni element evropskega zelenega dogovora (angl. EU Green Deal). Evropska komisija predvideva, da bo prehod EU v krožno gospodarstvo zmanjšal pritisk na naravne vire in ustvaril trajnostno rast in delovna mesta. Prav tako je krožno gospodarstvo predpogoj za doseg cilja EU glede podnebne nevtrálnosti do leta 2050 in zaustavitve izgube biotske raznovrstnosti. Novi akcijski načrt napoveduje pobude v celotnem življenjskem ciklu izdelkov (angl. product's life cycle) (Evropska komisija, 2021a). V skladu z akcijskim načrtom je bila vzpostavljena okvirna politika za trajnostne izdelke, z namenom povečanja spodbud proizvajalcem za preoblikovanje trenutnega linearnega sistema v krožnega ter posledično zmanjšanje okoljskega vpliva na okolje celotne življenjske dobe izdelka (Evropska komisija, 2020). V skladu z določili se je Evropska komisija usmerila predvsem na tri specifične cilje: načrtovanje trajnostnih izdelkov, opolnomočenje

potrošnikov in javnih kupcev in krožnosti v proizvodnih procesih. Ker je največji vpliv izdelka ravno v proizvodnem procesu, je velik delež teh določil namenjen proizvajalcem v vrednostnih verigah ključnih proizvodov, kot so: elektronika in IKT, baterije in vozila, embalaža, plastika, tekstil, gradbeništvo in zgradbe ter hrana, voda in hranila (Evropska Komisija, 2020).

V zadnjem času je velik poudarek tudi na vpeljavi logistike in vrednostnih verig v samo krožno gospodarstvo. Tukaj je predvsem govora o povratni ter zeleni logistiki. Namen zelene logistike je zadostiti, da se logistični procesi izvajajo pravilno, hkrati pa čim bolj zmanjšati njihov negativni vpliv na naravno okolje. Zelena logistika je večnivojski koncept, ki vključuje tako "zelene" logistične dejavnosti kot tudi družbene dejavnosti v pomoč zelenemu logističnemu upravljanju, standardizaciji in povratni logistiki kot njenemu podsistemu (Zheng & Zhang, 2010). Iz opredelitev zelene logistike izhaja, da ta koncept ne služi le ohranjanju naravnih virov, ampak zagotavlja tudi povezavo med naravnimi viri in izdelki ter izdelki in potrošniki. Predstavlja orodje za zapiranje zanke v sistemu krožnega gospodarstva. Pomembne dejavnosti zelene logistike v uresničevanju koncepta krožnega gospodarstva vključujejo naslednje dejavnosti: zelene embalaže, zeleni transport, skladiščenje in tok materialov (Seroka-Stolka in Ociepa-Kubicka, 2019). Razumevanje principov krožnega gospodarstva je prvi korak k razumevanju, zakaj je potrebno ter kako se izvaja v praksi.

3 Analiza življenjskega cikla in LCT

Za razumevanje analize življenjskega cikla je treba najprej razumeti, kaj sploh življenjski cikel predstavlja ter kako se v okviru le-tega razmišlja. LCT oz. »razmišljanje v okviru celotnega življenjskega cikla« je pristop, ki poskuša opredeliti možne izboljšave izdelkov in storitev v obliki zmanjšanih vplivov na okolje in zmanjšane uporabe virov v vseh fazah življenjskega cikla. LCT se prične pri pridobivanju surovin, ohranja med proizvodnjo in distribucijo, uporabo in/ali potrošnjo. Konča se s ponovno uporabo in recikliranjem materialov, pridobivanjem energije in končnim odstranjevanjem (Mazzi, 2020).

Pri tem LCT stremi k preprečevanju prelaganja bremena. V posplošenem smislu gre tukaj za zmanjševanje vplivov na eni stopnji življenjskega cikla v geografski regiji ali v določeni kategoriji vplivov, pri čemer ne povečuje bremena druge. Če se vrnemo

nazaj na poglavje krožnega gospodarstva, bi poenostavljen primer lahko bila proizvodnja izdelka, pri čemer smo energijo iz termoelektrarne zamenjali s sončno energijo. Čeprav smo breme energije sedaj zmanjšali, pa smo povečali breme odpadnih sončnih panelov, kot tudi breme njihove proizvodnje, s čimer smo teoretično dosegli zmanjšanje ali povečanje znotraj proizvodne linije izdelka. V tem smislu ima LCT mnogo širšo perspektivo, saj je potrebno zajeti ne le pozornosti pri okoljskih vplivih, temveč tudi pri surovinah, materialih, verigah vrednosti, uporabi izdelkov in nazadnje učinkih odstranjevanja, možnosti ponovne uporabe ali recikliranja (Mazzi, 2020).

LCT se v veliki meri naslanja na teorijo sistemskega razmišljanja, se pravi metodologije, pri kateri je glavni vzvod predvsem holistični oz. celostni pristop. Vrednostne verige ne smemo gledati kot svojega sistema, temveč kot kopico individualnih sistemov, pri čemer je največji poudarek predvsem na medsebojnih povezavah in soodvisnosti delovanja le-teh. V kontekstu sistemskega razmišljanja in posledično LCT so glavne točke povezave in interakcije znotraj sistema in zunanjega okolja okoli sistema ter ga obravnavamo kot celoto in ne kot posamezne enote ali podsisteme (Kim, 1999). V praktičnem smislu to pomeni usmeritev predvsem na:

- medsebojne odnose, se pravi iskanje konteksta in povezav znotraj sistema oz. med posameznimi komponentami in zunanjim okoljem;
- perspektive, kjer se zavedamo, da ima vsak akter v sistemu in zunaj sistema svoj unikatni pogled in mnenje o trenutnem stanju sistema oz. situacije;
- določitev mej, kjer se moramo zavedati, kakšne so optimalne meje nekega sistema, kakšne so omejitve in uteži, po katerih bomo ocenjevali in prilagajali meje in nenazadnje, kakšne izboljšave ali popravki v samem sistemu so smotni in bodo sistem dodatno nadgradili.

Vpeljava LCT v krožno gospodarstvo tako predstavlja veliko priložnost za prehod iz linearnega v krožni sistem. Čeprav je veliko govora o vpeljavi krožnosti, pa se je treba zavedati, da le teoretična perspektiva ne predstavlja zadostnih dokazov o smotnosti krožnega gospodarstva. Avtorji tako podpirajo vpeljavo krožnega gospodarstva, obenem pa opozarjajo, da je potrebno praktične vpeljave v gospodarstvu tudi meriti in nadzorovati, s čimer bi se zagotovili statistični dokazi o izboljšavah. V tem smislu je velik poudarek na vpeljavi LCT v samo krožno

gospodarstvo, saj bi le-to predstavljalo platformo oz. orodja, s katerimi bi lahko izvajali predhodne in kasnejše analize krožnih aktivnosti ter tudi pridobili vpogled v potencialne izboljšave kot tudi možno poslabšanje trenutnega stanja. Takšen sistematičen pristop je ključ, da se omogoči vpeljava nadaljnjih izboljšav (Gheewala in Silalertruksa, 2020). V ta namen so bila konceptualno zasnovana orodja, med drugim najbolj poznana »Life Cycle Analysis« (LCA) oz. po slovensko Analiza življenjskega cikla.

3.1 Life Cycle Assessment (LCA)

LCA (Life Cycle Assessment) je prvoten in osnovni model, na podlagi katerega so se razvili in implementirali tudi drugi podobni modeli in koncepti, vključno s celovitim LCM. Iyyanki & Manickam (2017) definirata LCA kot tehniko za ocenjevanje okoljskih vidikov izdelka skozi celoten življenjski cikel, medtem ko Cowie idr. (2019) LCA opredeljujejo kot okvir za ocenjevanje okoljskih vplivov sistemov izdelka in sprejemanje odločitev. Algren idr. (2021) pa LCA razumejo kot sistematičen, standardiziran pristop h kvantificiranju potencialnih okoljskih vplivov izdelka ali procesov od pridobivanja primarnih surovin do konca življenjskega cikla. Z uporabo LCA lahko organizacije pridobijo vpogled v celoten življenjski cikel svojih izdelkov ali procesov ter sprejemajo bolj informirane odločitve za doseganje trajnostnih ciljev. S tem lahko prispevajo k zmanjševanju negativnih vplivov na okolje in družbo ter izboljšajo svoje trajnostno ravnanje.

Na splošno LCA vključuje štiri ključne stopnje, ki temeljijo na ISO standardu 14040 in so naslednje (Iyyanki & Manickam, 2017):

- določitev mej, kjer se moramo zavedati, kakšne so optimalne meje nekega sistema, kakšne so omejitve in uteži, po katerih bomo ocenjevali in prilagajali meje in nenazadnje, kakšne izboljšave ali popravki v samem sistemu so smotni in bodo sistem dodatno nadgradili;
- prva stopnja je določitev ciljev in obsega študije, kjer opredelimo, katere faze življenjskega cikla izdelka bomo vključili v ocenjevanje ter za kaj bodo končni rezultati uporabljeni. Ta stopnja vključuje tudi določitev meril za primerjavo sistemov in specifičnih časovnih okvirjev;
- druga stopnja je analiza inventarja, ki nam omogoča razumevanje masnih in energetskih tokov sistema izdelka ter interakcij z okoljem, kot sta poraba

primarnih surovin in emisije. Ključni procesi, sekundarni energetske viri in materialni tokovi so v tej fazi podrobno opisani, kar služi kot osnova za nadaljnje analize;

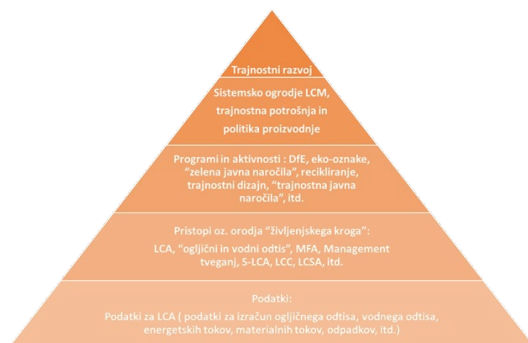
- tretja stopnja povzema podrobnosti iz analize inventarja in jih uporabi za ocenjevanje okoljskih vplivov. Rezultati kazalnikov vseh kategorij vplivov so podrobno opisani v tej fazi, pri čemer se pomembnost vsake kategorije vpliva oceni z normalizacijo in določitvijo uteži;
- četrta stopnja predstavlja sintezo vseh prej omenjenih stopenj in vključuje razlago življenjskega cikla ter kritičen pregled podatkov in pripravo predstavitve rezultatov;
- z uporabo LCA lahko organizacije pridobijo vpogled v celoten življenjski cikel svojih izdelkov ali procesov ter sprejemajo bolj informirane odločitve za doseganje trajnostnih ciljev. S tem lahko prispevajo k zmanjševanju negativnih vplivov na okolje in družbo ter izboljšajo svoje trajnostno ravnanje.

3.2 Izvajanje LCT/LCA v praksi

Z upoštevanjem vidika življenjskega cikla lahko organizacije, državne tvorbe in družba razvijajo izdelke, ponujajo storitve ter implementirajo strategije, politike in iniciative za spodbujanje »zelene ekonomije«. Razumevanje življenjskega cikla in širjenje obzorja na osnovi načel tega pristopa odpira obsežne možnosti za zmanjšanje vplivov na ekonomijo, okolje in družbo, s čimer omogoča odločevalcem, da sprejemajo bolj premišljene odločitve. Uporaba pristopa življenjskega cikla omogoča izbiro rešitev, ki že vnaprej predvidijo in preprečujejo prenos okoljskih težav iz ene stopnje ali faze življenjskega cikla na drugo stopnjo ali fazo, na druge kategorije vpliva, družbe in globalno raven, vključno z drugimi državami in regijami po svetu. Podobno kot trajnostni pristop tudi ta pristop prispeva k varovanju in ohranjanju okolja za prihodnje generacije (LCI, 2012).

Kot je bilo omenjeno, LCT predstavlja teoretični aspekt sistemskega razmišljanja ali pristop k trajnostnemu krožnemu gospodarstvu, medtem ko LCM poda na razpolago praktična orodja, metodologije in sisteme, ki omogočajo izvedbo meritev, analiz in smotrnosti izvedbe trajnostnih in posledično krožnih aktivnosti znotraj izbranega sistema ali produkta. Skladno s tem je organizacija LCI pripravila

shematski pristop k izvajanju LCT v praksi, obenem pa tudi obsežno dokumentacijo, v kateri so opisani vsi koraki, postopki in metodologije za uspešno izvedbo.



Slika 5.5: Shematski prikaz izvedbe LCT v praksi

LCT v veliki meri sledi metodologiji, podani za izvedbo preostalih LCA analiz. Predstavljena shema prikazuje le okvirne oporne točke izvedbe, pri čemer je dejanska metodologija izvedbe LCA analiz mnogo bolj obširna ter jo je kot takšno priporočeno temeljito prebrati, preden se prične izvajati analize. Kot že tolikokrat omenjeno v prejšnjih podpoglavjih, so LCA analize smotrne le v primeru, da so pravilno izvedene, zbrani podatki sistematično in celostno pregledani in overjeni ter analiza izvedena po vnaprej kvalificiranih metodah in metodologijah, podanih na strani organizacij na področju LCA tehnik (LCI, 2012).

Združevanje LCT in krožne ekonomije omogoča celostni pristop k doseganju trajnostnega razvoja. Krožno gospodarstvo predstavlja koncept novega tipa ekonomije, ki se postopoma uvaja v določenih segmentih gospodarstva in se že izvaja v praktičnem smislu. Po drugi strani pa je LCT pristop, ki nas usmerja k trajnostnemu razmišljanju v trenutnem gospodarstvu in je bolj teoretične narave, saj se še ne izvaja tako pogosto v praksi. Ključna povezava med obema konceptoma je, da krožno gospodarstvo uvaja konkretne in praktične spremembe, medtem ko LCT omogoča preverjanje in oceno učinkovitosti implementacije krožnih praks. Z uporabo LCT lahko preverimo, kako uspešno smo izvedli in implementirali krožne prakse ter ocenimo njihov vpliv na življenjski cikel izdelka ali storitve. LCT nam omogoča preverjanje trenutnega stanja ter identifikacijo področij, kjer bi bilo najbolj smiselno uvesti krožne pristope za doseganje bolj trajnostnih rezultatov (LCANZ, 2020).

S kombinacijo krožnega gospodarstva in LCT lahko dosežemo napredek na poti k trajnostni družbi. Krožno gospodarstvo uvaja praktične spremembe, ki temeljijo na trajnostnih načelih, medtem ko LCT omogoča celovito analizo in oceno učinkovitosti teh sprememb. Z združevanjem znanja o življenjskem ciklu in trajnostnem razvoju lahko dosežemo celovit pristop k ustvarjanju bolj trajnostne prihodnosti. To omogoča boljše načrtovanje, bolj premišljene odločitve in učinkovitejšo rabo virov, kar je ključnega pomena za ustvarjanje bolj trajnostne in odgovorne družbe. S tem se lahko zagotovi, da bodo izdelki, storitve in strategije usmerjeni v trajnostni razvoj ter prispevali k varovanju našega planeta in blaginji vseh ljudi.

Literatura in viri

- Algren, M., Fisher, W., & Landis, A. E. (2021). Machine learning in life cycle assessment. V J. Dunn, & P. Balaprakash, *Data Science Applied to Sustainability Analysis* (str. 167-190). Amsterdam: Elsevier. doi:10.1016/B978-0-12-817976-5.00009-7
- Blomsma, F., & Brennan, G. (2017). The Emergence of Circular Economy: A New Framing Around Prolonging Resource Productivity. *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 21, 603-614.
- Boulding, E. K. (1956). General Systems Theory--The Skeleton of Science. *Management Science*, 2(3), 197-208. doi:http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.2.3.197
- Boulding, E. K. (1966). The Economics of the Coming Spaceship Earth. In H. Jarrett (Ed.), *Environmental Quality in a Growing Economy* (pp. 3-14). Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Cowie, A. L., Brandao, M., & Soimakallio, S. (2019). Quantifying the climate effects of forest-based bioenergy. V T. M. Letcher, *Managing Global Warming An Interface of Technology and Human Issues* (str. 399-418). Cambridge: Academic Press. doi:https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814104-5.00013-2
- EC. (2016). Buying green! A handbook on green public procurement. Bruselj: Evropska Unija. doi: 10.2779/246106
- Ekins, P., Domenech, T., Drummond, P., Bleischwitz, R., Hughes, N., & Lotti, L. (2019). "The Circular Economy: What, Why, How and Where?". Paris: OECD. Pridobljeno iz <https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/Ekins-2019-Circular-Economy-What-Why-How-Where.pdf>
- Ellen MacArthur. (2017). A new Textiles Economy: Redesigning fashion's future. Cowes: Ellen MacArthur.
- EMF. (2013). Towards the Circular Economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition. Cowes: Ellen MacArthur Foundation.
- EMF. (2015). Delivering the Circular Economy: A Toolkit for Policymakers. Cowes: Ellen MacArthur Foundation.
- European Commission. (15. Januar 2015). Closing the loop: Commission adopts ambitious new Circular Economy Package to boost competitiveness, create jobs and generate sustainable growth [Press Release]. Pridobljeno iz EC: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_15_6203
- Evropska komisija. (11.3.2020). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A new Circular

- Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe (COM(2020) 98 final izd.). Bruselj: European Commission.
- Evropska komisija. (2.12.2015). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy (COM(2015) 614 final izd.). Bruselj: European Commission.
- Evropska komisija. (2021). Critical raw materials. Pridobljeno 18. januar 2022 iz European Commission: https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en
- Evropska komisija. (2021a). Circular economy action plan. Pridobljeno 18. januar 2022 iz European Commission: https://ec.europa.eu/environment/strategy/circular-economy-action-plan_en
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Geng, Y., Sarkis, J., & Bleischwitz, R. (2019). How to globalize the circular economy. *Nature*, 565, str. 153-155. doi:<https://doi.org/10.1038/d41586-019-00017-z>
- Gheewala, S. H., & Silalertruksa, T. (2020). Life Cycle Thinking in a Circular Economy. V *An Introduction to Circular Economy*, str. 35-53. Singapur: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8510-4_3
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 114, 11-32.
- ISO 14040 International Standard. (2006). Environmental management-Life cycle assessment - Principles and framework. Ženeva: International Organization for Standardization.
- ISO 14044 International Standard. (2006). Environmental management- Life cycle assessment - Requirements and guidelines. Ženeva: International Organization for Standardization.
- Iyyanki, M., & Manickam, V. (2017). Life Cycle Assessment. V M. Iyyanki, & V. Manickam, *Environmental Management: Science and Engineering for Industry* (str. 57-75). Oxford: Butterworth-Heinemann. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811989-1.00005-1>
- Kim, D. H. (1999). Introduction to Systems Thinking. Waltham: Pegasus Communications .
- Kirchher, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Kovačič Lukman, R., Glavič, P., Carpenter, A., & Virtič, P. (2016). Sustainable consumption and production – Research, experience, and development – The Europe we want. *Journal of Cleaner Production*, 138(2), str. 139-147. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.049>
- LCANZ. (2020). LCA, LCT and transitioning to a Circular Economy. Wellington: LCANZ.
- LCI. (2012). Greening the Economy Through Life Cycle Thinking - Ten Years of the UNEP/SETAC Life Cycle Initiative. Nairobi: UNEP.
- LCI. (2022). Life Cycle Management. Pridobljeno 8. januar 2022 iz Life Cycle Initiative: <https://www.lifecycleinitiative.org/starting-life-cycle-thinking/life-cycle-approaches/life-cycle-management/>
- Lewandowski, M. (2016). Designing the Business Models for Circular Economy—Towards the Conceptual Framework. *Sustainability*, 8(1), 43. <https://doi.org/10.3390/su8010043>
- Mazzi, A. (2020). Chapter 1 - Introduction. Life cycle thinking. V *Life Cycle Sustainability Assessment for Decision-Making*, str. 1-19. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818355-7.00001-4>
- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. New York: North Point Press.

- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., Behrens, W., & Club of Rome. (1972). *The limits to growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. New York: Universe Books.
- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 369-380. <https://doi.org/10.1007/s10551-016-3174-3>
- OECD. (2016a). *Policy Guidance on Resource Efficiency*. Pariz: OECD Publishing. doi:<https://dx.doi.org/10.1787/9789264257344-en>
- Pearce, D. W., & Turner, R. K. (1990). *Economics of Natural Resources and the Environment*. Baltimore: John Hopkins University Press.
- Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). Circular economy: Measuring innovation in the product chain. The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. Pridobljeno iz <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2016-circular-economy-measuring-innovation-in-product-chains-2544.pdf>
- Reday-Mulvey, G., & Stahel, W. R. (1977). *The potential for substituting manpower for energy : final report 30 July 1977 for the Commission of the European Communities*. Geneva: Bastelle, Geneva Reseach Centre.
- Seroka-Stolka, O., & Ociepa-Kubicka, A. (2019). Green logistics and circular economy. *Transportation Research Procedia*, 39, 471-479. doi:<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.06.049>
- Stahel, W. R., & Reday-Mulvey, G. (1981). *Jobs for tomorrow : the potential for substituting manpower for energy*. New York: Vantage Press.
- Wilts, H., & O'Brien, M. (2019). A Policy Mix for Resource Efficiency in the EU: Key Instruments, Challenges and Research Needs. *Ecological Economics*, 155, 59-69. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.05.004>
- Zheng, L., & Zhang, J. (2010). Research on green logistics system based on circular economy. *Asian Social Science*, 6(11). doi:10.5539/ass.v6n11p116