



Fakulteta za kemijo
in kemijsko tehnologijo

OCENA VPLIVA HAMBURGERJA IN GAZIRANE PIJAČE NA OKOLJE PO METODI LCA

Raziskovalna naloga

Področje: Ekologija z varstvom okolja

Avtorici: Lara Širovnik, Ema Bakan

Mentorica: Mateja Godec, prof.

Somentorici: dr. Annamaria Vujanović, izr. prof. dr. Lidija Čuček

Šola: Gimnazija Franca Miklošiča Ljutomer

Ljutomer, marec 2023

KAZALO VSEBINE

1.	UVOD.....	7
1.1	OPREDELITEV TEME IN PROBLEM NALOGE	7
1.2	NAMEN NALOGE	8
1.3	POSTAVLJENI CILJI IN HIPOTEZE	8
1.4	METODE RAZISKOVANJA.....	8
2.	TEORETIČNO OZADJE NALOGE	9
2.1	ANALIZA LCA	9
2.1.1	FAZE METODOLOGIJE LCA	10
2.1.2	POTENCIJALNI OKOLJSKI VPLIVI, KI SE OBIČAJNO UPORABLJajo V ANALIZI LCA	11
2.1.3	UPORABA LCA	12
2.1.4	PROGRAMSKO ORODJE OpenLCA.....	12
2.2	OKOLJSKE SPREMEMBE	13
2.2.1	ABIOTSKO IZČRPAVANJE	13
2.2.2	KISLI DEŽ IN KISANJE VODA.....	14
2.2.3	EVTROFIKACIJA	15
2.2.4	EKOTOKSIČNOST	16
2.2.5	FOTOKEMIČNA OKSIDACIJA	17
2.2.6	GLOBALNO SEGREVANJE ALI OGLIČNI ODTIS	18
2.2.7	TANJŠANJE OZONSKE PLASTI	21
2.2.8	TOKSIČNOST ZA ČLOVEŠTVO	22
3.	PRAKTIČNO-RAZISKOVALNI DEL NALOGE.....	23
3.1	REZULTATI OPRAVLJENIH POSKUSOV	28
4.	INTERPRETACIJA REZULTATOV IN OVREDNOTENJE HIPOTEZ	31
5.	ZAKLJUČEK.....	37
6.	VIRI IN LITERATURA	39
7.	PRILOGE.....	45

KAZALO SLIK

Slika 1: Količina emisij ogljikovega dioksida na tono zavrženih živilskih odpadkov (povzeto po: Zero Waste Scotland, 2021)	7
Slika 2: Shema vključenih procesov analize življenjskega cikla (povzeto po: Deloitte, b.d.)	9
Slika 3: Shema metodologije LCA po glavnih fazah (povzeto po: PRÉ Sustainability, 2020)	11
Slika 4: Shema najpogostejših indikatorjev LCA in njihovi glavni povzročiteljski procesi (povzeto po: Kranjc, 2014, str. 25)	12
Slika 5: Nastajanje kislega dežja (povzeto po: Bodi eko, 2010)	15
Slika 6: Nastajanje fotokemičnega smoga (povzeto po: Energy Education, 2018)	17
Slika 7: Shema učinka tople grede na Zemlji (povzeto po: Bogataj, 2008, str. 13)	18
Slika 8: Proces enterične fermentacije, ki ga povzročajo mikroorganizmi v želodcu prežvekovalcev (povzeto po: Let's Talk Science, 2020)	19
Slika 9: Naraščanje vsebnosti nekaterih toplogrednih plinov v ozračju med letoma 1978 in 2007 (Povzeto po: Bogataj, 2008, str. 27)	20
Slika 10: Večanje ozonske luknje med letoma 1997 in 2022 (povzeto po: EEA, 2022)	22
Slika 11: Uvoz mesa in države izvoznice za leto 2017 in 2018 (povzeto po: Videmšek, 2019)	24

KAZALO TABEL

Tabela 1: Tabela LCI za 1000 kg govejega mesa	3
Tabela 2: Tabela LCI za 1000 kg vegetrijanskega mesa	25
Tabela 3: Tabela LCI za 500 kg bombetk	26
Tabela 4: Primerjava vplivov na okolje govejega in vegetrijanskega mesa s transportom 100 km	28
Tabela 5: Primerjava vplivov na okolje govejega in vegetrijanskega mesa s transportom 800 km	29
Tabela 6: Primerjava vplivov na okolje govejega in vegetrijanskega mesa s transportom 1400 km	29
Tabela 7: Obremenitve okolja, ki jih povzroča voda v primerjavi z gazirano pijačo	35

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Obremenitve okolja, ki jih povzroča vegetrijansko meso v primerjavi z govejim mesom (100 km povprečni transport)	31
Graf 2: Emisije ogljikovega dioksida v posameznih proizvodnih procesih govejega mesa v odvisnosti od dolžine povprečnega transporta	32
Graf 3: Emisije ogljikovega dioksida v posameznih proizvodnih procesih vegetrijanskega mesa v odvisnosti od dolžine povprečnega transporta	32
Graf 4: Prispevek transporta h globalnemu segrevanju pri govejem in vegetrijanskem mesu	33
Graf 5: Obremenitve okolja, ki jih povzroča vegetrijanski hamburger v primerjavi z govejim hamburgerjem (100 km povprečni transport)	34
Graf 6: Obremenitve okolja zdravega obroka v primerjavi z nezdravim obrokom (povprečen transport 100 km)	35

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Shema življenjskega cikla govejega mesa	45
Priloga 2: Shema življenjskega cikla vegetrijanskega mesa	46
Priloga 3: Shema življenjskega cikla bombetk	47

Priloga 4: Prikaz vpliva proizvodnih procesov govejega mesa na globalno segrevanje pri transportu 100 km.....	48
Priloga 5: Prikaz vpliva proizvodnih procesov vegetarijanskega mesa na globalno segrevanje pri transportu 100 km	48
Priloga 6: Prikaz vpliva proizvodnih procesov govejega mesa na globalno segrevanje pri transportu 800 km.....	49
Priloga 7: Prikaz vpliva proizvodnih procesov vegetarijanskega mesa na globalno segrevanje pri transportu 800 km	50
Priloga 8: Prikaz vpliva proizvodnih procesov govejega mesa na globalno segrevanje pri transportu 1400 km.....	51
Priloga 9: Prikaz vpliva proizvodnih procesov vegetarijanskega mesa na globalno segrevanje pri transportu 1400 km	52

POVZETEK

Z vse večjim zavedanjem vpliva naše izbire hrane na okolje je pomembno razumeti, kako nekatera živila vplivajo na naš planet. V raziskovalni nalogi smo analizirale vplive hamburgerja in gazirane pijače na okolje po metodi analize življenjskega cikla (LCA), ki jo je omogočal računalniški program OpenLCA. Raziskava je zavzemala analizo proizvodnje posameznega življenjskega cikla izdelka, od pridobivanja surovin do končne uporabe izdelka. Za analizo izdelkov smo si določile meje preučevanih sistemov, prav tako pa smo si določile preučevane kategorije vplivov na okolje. S pridobljenimi rezultati smo že zelele prikazati razliko v vplivih govejega in vegetarijanskega hamburgerja na okolje, saj imata različne proizvodne procese, ki pa različno vplivajo na okolje. Raziskavo smo zaključile s primerjavo dveh obrokov, prvi je bil sestavljen iz govejega hamburgerja in gazirane pijače, drugi pa iz vegetarijanskega burgerja in vode. S pomočjo nastalih grafov in tabel bomo v nadaljevanju predstavile primerjavo vplivov le-teh na okolje v treh scenarijih.

Ugotovile smo, da je okolju najprijaznejši izdelek vegetarijanski burger, ki je pridelan iz lokalnih surovin, tj. povprečen transport izdelka do 100 km. Naloga je izpolnila naša pričakovanja in prispeva k naporom zmanjšanja negativnih vplivov na okolje.

Ključne besede: Analiza življenjskega cikla (LCA), okoljske spremembe, vpliv na okolje, goveji hamburger, vegetarijanski hamburger, gazirana pijača, voda.

SUMMARY

As we become more aware of the impact of our food choices on the environment, it is important to understand how certain foods affect our planet. In this research, we analysed the environmental impacts of a hamburger and a carbonated beverage using the method of Life Cycle Assessment (LCA), which was made possible by the OpenLCA computer programme. The research analysed the production of each product life cycle, from raw material extraction to the end use of the product. For the product analysis, we have defined the boundaries of the studied systems and defined the categories of environmental impacts under study. The results we obtained were intended to show the difference in environmental impacts between beef and vegetarian hamburgers, as they have different production processes and different environmental impacts. We concluded the study by comparing two meals, one consisting of a beef burger and a carbonated beverage, and the other consisting of a vegetarian burger and water. The resulting graphs and tables will be used below to compare the environmental impacts of the three scenarios.

We have found that the most environmentally friendly product is a vegetarian burger, which is produced from local raw materials, i. e. the average transport distance up to 100 km. The task has met our expectations and contributes to efforts to reduce negative environmental impacts.

Keywords: Life Cycle Assesment (LCA), Environmental Changes, Environmental Impact, Beef Burger, Vegetarian Burger, Carbonated Beverage, Water.

ZAHVALA

Mentoricam in profesorici kemije se iskreno zahvaljujeva za omogočen dostop do opreme, potrebne za izvedbo raziskovalne naloge, za teoretično razlago, pomoč pri ovrednotenju rezultatov in nasvete pri nastajanju raziskovalne naloge.

Zahvala gre tudi lektorici, ki je pregledala in izpopolnila raziskovalno nalogu.

Iskreno se zahvaljujeva tudi vsem drugim, ki jih nisva posebej omenjali in so kakorkoli pripomogli pri izvedbi in pisaju raziskovalne naloge.

1. UVOD

1.1 OPREDELITEV TEME IN PROBLEM NALOGE

Tega, da mečemo stran ogromne količine odvečne hrane, hrane s pretečenim rokom trajanja ali celo sveže hrane, se veliko ljudi v razvitih državah sploh ne zaveda in zato v tem ne vidimo neke velike zablode, saj lahko kupimo novo in bolj svežo hrano. Tretjina hrane, ki se proizvede na svetu, se namreč zavrže. To v povprečju pomeni približno 1,3 milijarde ton zavržene hrane na leto kar je dovolj, da v enem letu nahrani 3 milijarde ljudi (Ekologi brez meja, 2012).

Obstajata dve glavni vrsti zavržene hrane: izguba hrane (»food loss«) in živilski odpadki (»food waste«). Pri raziskovanju smo se osredotočili na izgubo hrane, saj vključuje vsa živila, ki niso zaužita na nobeni stopnji. Poleg hrane, ki ni zaužita v domovih in trgovinah, sem spadajo tudi pridelki, ki ostanejo na polju, hrana, ki se pokvari med prevozom, in vsa druga hrana, ki ne prispe v trgovino. Določena količina hrane se izgubi na skoraj vsaki stopnji proizvodnje hrane (FoodPrint, 2018).

Ko zavržemo hrano, zavržemo tudi dragocene vire, ki so bili porabljeni za njeno pridelavo. To vključuje uporabo zemljišč in naravnih virov, družbene stroške za okolje in našo biotsko raznovrstnost. Zavržena hrana predstavlja tretjino vseh emisij toplogrednih plinov antropogenega izvora (FoodPrint, 2018), kar je prikazano tudi na sliki 1 s količino emisij ogljikovega dioksida na tono zavrženih odpadkov.



Slika 1: Količina emisij ogljikovega dioksida na tono zavrženih živilskih odpadkov (povzeto po: Zero Waste Scotland, 2021)

Največ ogljikovega dioksida proizvedeta prodaja in distribucija ter odlaganje odpadkov na odlagališča. Pri prodaji in distribuciji poudarimo vpliv transporta in z njim povezanimi emisijami, ki nastanejo pri zgorevanju fosilnih goriv, ki posledično prispevajo k slabši kakovosti zraka in podnebnim spremembam (IOP Science, b.d.). Pri odlaganju odpadkov na odlagališča se čez čas vzpostavijo nove razmere, ki so primerne za razvoj bakterij, ki ob razgrajevanju odpadkov začnejo proizvajati metan, ki je pomemben toplogredni plin (EPA, 2022).

Po ocenah raziskovalcev je živinoreja (govedoreja) odgovorna za 14,5 % svetovnih emisij toplogrednih plinov. Živali izpuščajo pline, kot so dušikov oksid, ogljikov dioksid in metan v količinah, ki bistveno spremenijo naše ozračje. Vpliv na okolje pa se konstantno povečuje (Turner, 2017).

Vedno večje zavedanje o okoljskih vplivih živinoreje je vplivalo tudi na razvoj vegetarijanske in veganske prehrane. S slednjimi so žeeli zmanjšati okoljski vpliv, saj je proizvodnja prehrane na temelju rastlin okolju manj škodljiva v primerjavi s pridelavo govejega mesa.

S pomočjo metodologije analize življenjskega cikla oziroma LCA se nam ponuja možnost razumevanja in primerjanja, kako različni izdelki in tehnološki postopki vplivajo na okolje, omogoča nam identifikacijo procesov, ki imajo največjo možnost za izboljšanje in tudi možnost primerjalnega ocenjevanja napredka (Bureau Veritas, b.d.).

1.2 NAMEN NALOGE

Namen raziskovalne naloge je opozoriti oz. ozavestiti ljudi o vplivih na okolje, ki jih povzročajo izbrani produkti, njihova proizvodnja, surovine v celotnem življenjskem ciklu, hkrati pa predstaviti alternative za zamenjavo s primernejšimi in okolju prijaznejšimi storitvami, ki bi zmanjšale pojav globalnega segrevanja ter ostalih negativnih vplivov na okolje.

1.3 POSTAVLJENI CILJI IN HIPOTEZE

Cilji raziskovalne naloge so:

- analizirati vplive na okolje pri proizvodnji hamburgerja in gazirane pijače,
- primerjati vplive na okolje med proizvodnjo mesnega in vegetarijanskega burgerja,
- ugotoviti, kateri del življenjskega cikla produkta najbolj prispeva k ustvarjanju potenciala globalnega segrevanja,
- primerjati vplive na okolje med lokalno porabo in tujim uvozom mesa,
- predstaviti razlike med nezdravim (mesni hamburger in gazirana pijača) in bolj zdravim (vegetarijanski burger in voda) obrokom ter primerjavo njunega vpliva na okolje.

Na osnovi postavljenih ciljev in do sedaj pridobljenega znanja smo oblikovali naslednje hipoteze:

Hipoteza 1: Mesni hamburger bo ustvarjal večji vpliv na okolje (in s tem tudi večji potencial globalnega segrevanja) v primerjavi z vegetarijanskim burgerjem.

Hipoteza 2: Lokalno pridelan izdelek bo (in s tem tudi manjši potencial globalnega segrevanja) v primerjavi z izdelkom, ki prihaja iz oddaljenih krajev.

Hipoteza 3: Največji vpliv na potencial globalnega segrevanja bo imel transport.

1.4 METODE RAZISKOVANJA

Raziskovalna naloga temelji na teoretični podlagi, ki smo izbrali s pomočjo analize različnih virov, povezanih s tematiko globalnega segrevanja, ostalih okoljskih in podnebnih sprememb ter analizo življenjskega cikla izdelka. Vsi izračuni so bili opravljeni s pomočjo računalniškega programa OpenLCA z integriranimi podatkovnimi bazami Ecoinvent, GaBi in drugimi. Sledila je interpretacija dobljenih rezultatov in iskanja alternativ, ki bi pozitivno vplivale na spremembo dobljenih rezultatov.

2. TEORETIČNO OZADJE NALOGE

2.1 ANALIZA LCA

Analiza življenjskega cikla (Life Cycle Assessment, v nadaljevanju LCA) opredeljuje zbiranje in vrednotenje vhodnih in izhodnih podatkov ter možnih vplivov na okolje, ki jih povzroča sistem izdelka v njegovem življenjskem ciklu (European Commision, 2016). LCA lahko opredelimo kot sistematičen popis in analizo okoljskega učinka, ki ga povzroči izdelek ali postopek. V analizo vključujemo postopke od pridobivanja surovin preko predelave materialov, proizvodnje, distribucije, uporabe, popravila in vzdrževanja, vse do morebitnega odstranjevanja ali predelave. Opisana analiza je prikazana na sliki 2. Za vsakega od teh korakov se opravi popis uporabe materialov in energije ter emisij v okolje. Na podlagi tega popisa bo izdelan okoljski profil, ki bo omogočil opredelitev šibkih točk v življenjskem ciklu preučevanega sistema. Te šibke točke so osrednje točke za izboljšanje sistema iz okoljskega vidika (GDRC, b.d.).



Slika 2: Shema vključenih procesov analize življenjskega cikla (povzeto po: Deloitte, b.d.)

Značilne vrste sistemskih mej, znotraj katerih se izvede analiza, vključujejo :

- od zibelke do vrat (»cradle-to-gate«): se nanaša na ogljični vpliv izdelka od trenutka, ko je proizведен, do trenutka, ko pride v trgovino (Clearloop, 2021),
- od zibelke do groba (»cradle-to-grave«): zajema celoten življenjski cikel izdelka. Gre za celovito analizo izdelka od surovin do odstranitve izdelka, s katero se poskuša določiti njegov celoten ogljični odtis (Clearloop, 2021),
- od vrat do vrat (»gate-to-gate«): od ene določene točke vzdolž življenjskega cikla (na primer, kjer dohodne surovine vstopijo v proizvodni obrat) do druge določene točke vzdolž življenjskega cikla (Kranjc, 2014).

2.1.1 FAZE METODOLOGIJE LCA

Metodologija LCA temelji na štirih glavnih fazah (PRé Sustainability, 2020):

1. Opredelitev namena in področja uporabe (»goal and scope«),
2. Analiza proizvodnih procesov (»inventory analysis«),
3. Ocenitev vplivov (»Life Cycle Impact Assessment«, »LCIA«),
4. Interpretacija rezultatov in ocene vplivov v povezavi s cilji analize LCA.

Shema omenjene metodologije je predstavljena na sliki 3. V nadaljevanju bomo povzeli štiri glavne faze metodologije LCA.

1. Opredelitev namena in področja uporabe (»goal and scope«)

V fazi namena in področja uporabe so opredeljeni cilji raziskovanja, in sicer predvidena uporaba, razlogi za izvedbo raziskave in predvidene ciljne skupine. V tej fazi se sprejmejo glavne metodološke odločitve, zlasti natančna opredelitev funkcionalne enote, določitev sistemskih meja, opredelitev postopkov dodeljevanja, proučevanih kategorij vpliva in uporabljenih modelov ocene učinka življenjskega cikla (LCIA) ter opredelitev zahtev glede kakovosti podatkov (PRé Sustainability, 2020).

2. Analiza proizvodnih procesov (»Life Cycle Inventory«, »LCI«)

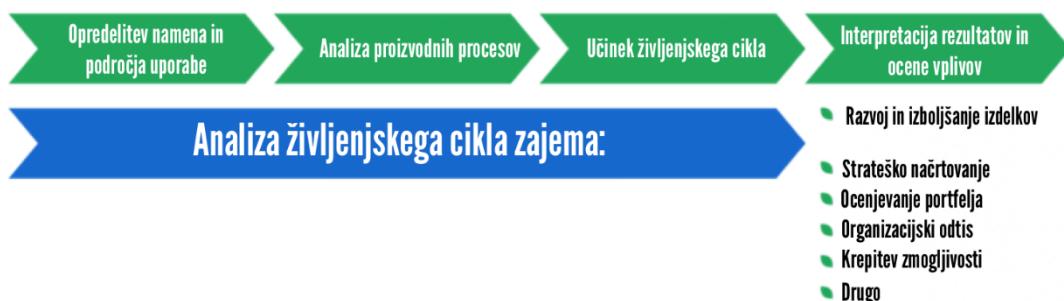
Faza analize proizvodnih procesov (LCI) vključuje zbiranje podatkov in postopek izračuna za količinsko opredelitev vhodnih in izhodnih podatkov preučevanega sistema (Input–Output Analysis). Vnosi in iznosi se nanašajo na energijo, surovine in druge fizične vnose, proizvode in soproizvode ter odpadke, emisije v zrak, vodo ali zemljo in druge okoljske vidike. Podatki se potrdijo in povežejo z enotami procesa in funkcionalno enoto (PRé Sustainability, 2020).

3. Učinek življenjskega cikla (»Life Cycle Impact Assessment« , »LCIA«)

V tej fazi se rezultati LCI povežejo s kategorijami in kazalniki vpliva na okolje. To se izvede z metodami LCIA, ki emisije najprej razvrstijo v kategorie vpliva, nato pa jih opredelijo v skupne enote, da se omogoči primerjava (PRé Sustainability, 2020).

4. Interpretacija rezultatov in ocene vplivov v povezavi s cilji analize LCA (»Life Cycle Interpretation phase«)

Ocenjevanje možnosti za zmanjšanje porabe energije, vnosa materialov ali vplivov na okolje v fazah življenjskega cikla izdelka (PRé Sustainability, 2020).

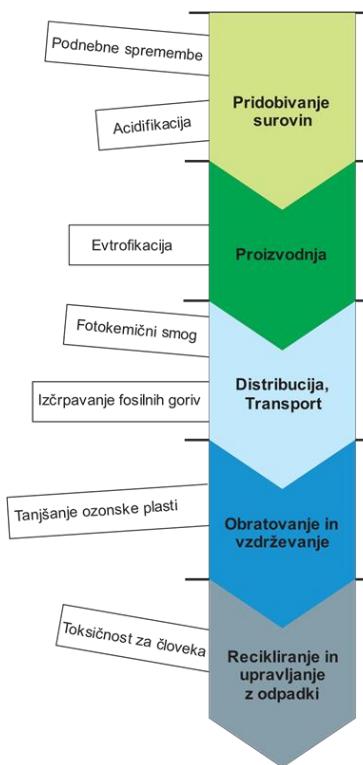


Slika 3: Shema metodologije LCA po glavnih fazah (povzeto po: PRé Sustainability, 2020)

2.1.2 POTENCIJALNI OKOLJSKI VPLIVI, KI SE OBIČAJNO UPORABLJAJO V ANALIZI LCA

Indikatorji LCA so nizi orodij, ki se uporabljajo za merjenje vplivov na okolje posameznih izdelkov, storitev in organizacij. Ti kazalniki lahko z merjenjem vplivajo na kakovost zraka, vode, rabe tal in druge dejavnike ter zagotovijo dragocen vpogled v trajnostno uspešnost izdelka ali storitve. Najpogosteje uporabljen kazalnik LCA je acidifikacija (zakisanost), ki meri količino kislosti v okolju, ki jo povzroča določena dejavnost ali izdelek. Vsakemu indikatorju pa lahko pripisemo najbolj verjeten povzročiteljski proces, kar je prikazano na sliki 4. S časovnim spremeljanjem tega kazalnika lahko podjetja spremljajo svoj napredok pri zmanjševanju vpliva na okolje in zagotavljajo, da sprejemajo ukrepe za zmanjšanje svojega okoljskega odtisa. Najpogostejši indikatorji so (Kranjc, 2014):

- skupne zahteve po energiji (energiji iz fosilnih virov, obnovljivi energiji),
- globalno segrevanje,
- tanjšanje ozonske plasti,
- acidifikacija,
- evtrofikacija,
- fotokemični ozon,
- vodni odtis,
- toksičnost za ekosistem in ljudi,
- neposredna sprememba uporabe zemljišča,
- posredna sprememba zemljišča.



Slika 4: Shema najpogostejših indikatorjev LCA in njihovi glavni povzročiteljski procesi (povzeto po: Kranjc, 2014, str. 25)

2.1.3 UPORABA LCA

LCA je pomembno orodje, ki pomaga oceniti okoljske vplive izdelkov in storitev skozi njihov življenjski cikel, od pridobivanja surovin do odlaganja. To odločevalcem pomaga prepoznati področja, na katerih lahko zmanjšajo svoj vpliv na okolje in sprejemajo boljše odločitve, ko gre za oblikovanje izdelkov, proizvodne procese in embalažne materiale. Pomaga jim tudi razumeti morebitna tveganja, povezana z njihovimi izdelki ali storitvami, in kako je mogoče ta tveganja obvladovati. S tem znanjem lahko razvijejo strategije, ki jim bodo pomagale zmanjšati njihov okoljski odtis in hkrati zadovoljiti potrebe strank. Poleg tega jim tudi pomaga prepoznati priložnosti za izboljšave v smislu trajnosti in stroškovne učinkovitosti (Kranjc, 2014).

2.1.4 PROGRAMSKO ORODJE OpenLCA

OpenLCA je odprtakodna programska aplikacija, ki uporabnikom pomaga oceniti vplive izdelkov in storitev na okolje. Zasnovan je za hitrejše, enostavnejše in natančnejše izračune ocene življenjskega cikla (LCA). Ta program lahko pomaga uporabnikom bolje razumeti okoljsko obremenitev njihovih dejavnosti in prepoznati načine za zmanjšanje okoljskega odtisa. Računalniški program OpenLCA je dostopen na URL naslovu: <https://www.openlca.org/download-form/> [Sneto s spleta 26. 2. 2023].

2.2 OKOLJSKE SPREMEMBE

Okoljske spremembe opredeljujemo kot posledice naravnih in človeških procesov. Okoljski sistemi in človekove dejavnosti prispevajo k okoljskim spremembam s prevozom in preoblikovanjem velikih količin energije in materialov. Naravni sistemi pretvarjajo sončno energijo v živo snov in povzročajo spremembe z biogeokemijskimi cikli¹, človeške dejavnosti pa pretvarjajo materiale in energijo v izdelke in storitve za zadovoljevanje lastnih potreb in želja (EEA, 2022).

Glavno vlogo pri spremembinju fizične pokrajine imajo človeške dejavnosti, ki povzročajo okoljske spremembe. Od 18. stoletja do danes je na planetu izginilo 6 milijonov km² gozdov, kar je več kot površina celotne Evrope. Poleg tega se je degradacija zemljišč povečala do te mere, da je njihova biotska funkcija okrnjena. Študija programa Združenih Narodov za okolje (UNEP) je pokazala, da je obseg degradacije rastlinskih tal v zadnjih 45 letih dosegel 1964,4 milijona hektarjev (kar predstavlja 17% Zemljinega površja) zaradi prekomerne paše, krčenja gozdov ter neustreznih kmetijskih in industrijskih praks (EEA, 2022).

Na podlagi prej definiranih najpogosteje uporabljenih indikatorjev analize LCA navajamo nekaj kategorij vplivov na okolje, ki jih opisujemo v nadaljevanju in so zajeti v raziskovalni nalogi:

- abiotsko izčrpavanje,
- kisli dež in kisanje voda,
- evtrofikacija,
- ekotoksičnost,
- fotokemična oksidacija,
- globalno segrevanje (ali ogljični odtis),
- tanjšanje ozonske plasti.

2.2.1 ABIOTSKO IZČRPAVANJE

Abiotsko izčrpavanje virov definiramo kot zmanjšanje razpoložljivosti neživih naravnih virov (Designing Buildings, 2022). Naravni viri so lahko obnovljivi (voda, veter itd.) ali pa neobnovljivi (kamnine, fosilna goriva itd.) (Agenda de la Construcció Sostenible, 2019).

Najbolj uporabljen vir neobnovljivih virov so fosilna goriva. Skupaj predstavljajo skoraj 65% od skupne proizvedene energije. Mednje uvrščamo premog, zemeljski plin in nafto. Hitrost njihovega nastajanja je veliko počasnejša v primerjavi s človekovo potrošnjo. Z uporabo jih bomo izčrpali, saj se hitro trošijo, hkrati pa z njihovo uporabo povzročamo onesnaženost okolja (Kolednik, 2009), saj klasične termoelektrarne, ki za svoj vir energije izrabljajo premog, proizvajajo velike količine odpadnega pepela ter okolju škodljivih plinov. Prav tako veliko sproščene toplotne, ki je ne uspemo pretvoriti v električno energijo, lahko vpliva na okolje (povišana temperatur rek) (Esvet, b.d.).

¹ Biogeokemijski cikli opisujejo gibanje kemičnih elementov po različnih medijih, kot so ozračje, tla, kamnine, vodna telesa in organizmi (Libretexts Biology, 2022).

Na splošno abiotsko izčrpavanje neobnovljivih virov delimo na dve kategoriji (Designing Buildings, 2022):

- izčrpavanje fosilnih virov energije (v LCA definirano kot »Abiotic depletion (fossil fuels)« , izraženo v MJ) ter
- izčrpavanje kovin in mineralov ali nefosilnih virov energije (v LCA definirano kot »Abiotic depletion«, izraženo v kg ekvivalenta antimona – kg Sb eq.)

2.2.2 KISLI DEŽ IN KISANJE VODA

Pod izrazom kisli dež razumemo vse oblike padavin s kislimi sestavinami kot sta žveplova (H_2SO_4) in dušikova kislina (HNO_3) , ki padajo na tla iz ozračja v mokri ali suhi obliki. To so lahko dež, sneg, mebla, toča ali celo kisli prah (EPA, 2022).

Kisli dež nastane, ko se žveplov dioksid (SO_2) in dušikovi oksidi (NO_x) sproščajo v ozračje in jih prenašajo veter in zračni tokovi (v LCA definirano kot »Acidification«, izraženo v kg SO_2 eq.). Ko SO_2 in NO_x reagirata z vodo, s kisikom in drugimi kemikalijami, v zraku tvorita žveplovo in dušikovo kislino. (EPA, 2022) Tako postane vlaga v zraku veliko bolj kisla kot običajno (Kolednik, 2009).

Kislost deževnice določamo s pH lestvico. Običajna deževnica je rahlo kisla s pH-območjem med 5,3-6,0, ker ogljikov dioksid in voda, ki sta prisotna v zraku, reagirata in skupaj tvorita šibko ogljikovo kislino (H_2CO_3). Ko raven pH deževnice pade pod to mejo, postane kisli dež (Zelena Ljubljana, 2021).

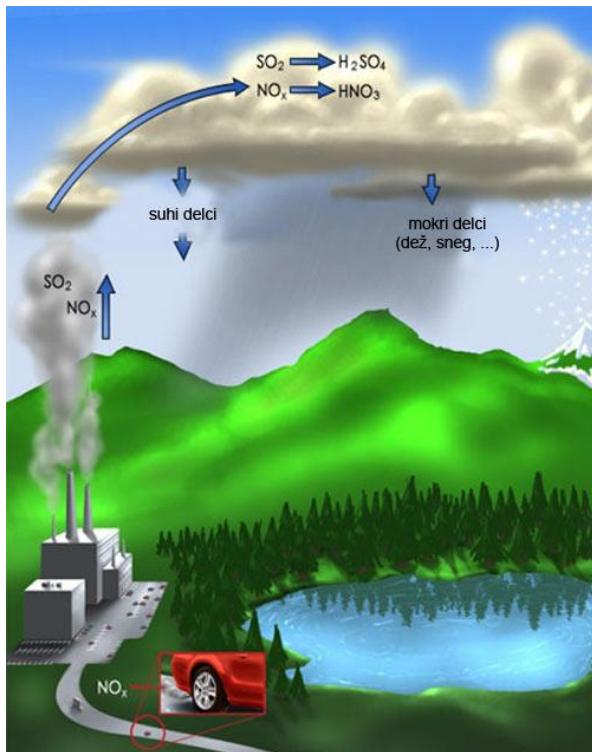
Čeprav majhen delež SO_2 in NO_x izvira iz naravnih virov, kot so vulkani, večina izvira iz človeških dejavnosti. Glavni viri, ki povzročajo nastanek kislega dežja, so (EPA, 2022):

- izgorevanje fosilnih goriv za proizvodnjo električne energije. Največ žvepla vsebuje premog , ki se uporablja pri kurjenju v termoelektrarnah in tovarnah (Kolednik, 2009),
- vozila, ki oddajajo izpušne pline, ki vsebujejo dušikove okside,
- proizvodnja nafte in druge industrije.

Proces kislega dežja ima številne negativne posledice na okolje (Kolednik, 2009):

- uničuje gozdove ter razjeda rastline; ob stiku z iglicami ali listi dreves jih zažge in jih popolnoma uniči. Posledica izgube listov je manj žuželk, s katerimi se ptice hranijo, več nevarnosti plenilcev in spremembe v navadah parjenja in gnezdenja.
- Tla so zaradi zakisanja zelo revna s hranilnimi snovmi, z izgubo velikega deleža hranilnih snovi postanejo drevesa bolj občutljiva na zmrzal, sušo in različne bolezni. Prav tako zakisanje rodovitne zemlje vodi do sprememb pri pridelavi nekaterih kultur.
- Kisli dež razjeda zgradbe in kovinske strukture, uničuje stavbe in kipe, kar označujemo kot kemijska korozija in kovinske dele naprav – cevovodi, mostovi, kovinske konstrukcije, kar označujemo kot elektrokemijska korozija.

Kisel dež je odgovoren tudi za kisanje vodnih teles. S tem nastanejo nove življenske razmere za tamkajšnje živali in rastline; pri pH-vrednosti, ki je manjša od 5, se večina ribjih jajčec ne more izvaliti. Nižji pH lahko uniči tudi odrasle rive (Zelena Ljubljana, 2021).



Slika 5: Nastajanje kislega dežja (povzeto po: Bodi eko, 2010)

2.2.3 EVTROFIKACIJA

Evtrofikacija pomeni povečanje koncentracije anorganskih hranil v ekosistemu. Večja količina hranil (organiskih snovi, fosforja, nitratov) ugodno vpliva na razmnoževanje alg, natančneje modrozelenih cepljivk, ki sčasoma prerastejo celotno površino - to imenujemo cvetenje voda (Bradavičarka, 2021). V LCA je definirana kot »Eutrophication«, izražena v kg PO_4 eq.

Modrozelene cepljivke poznamo tudi po imenih modrozelene alge, modrozelene bakterije oziroma cianobakterije. To so izredno majhni organizmi, ki jih običajno lahko najdemo v vseh vodah, tuja pa jim niso niti najbolj ekstremna območja (puščave ter vulkanski vrelci). Ob ugodnih pogojih (preveč hranil) se nekatere vrste cianobakterij namnožijo do te mere, da popolnoma prevladajo v vodnih telesih in povzročijo številne negativne vplive na organizme in ekosistem (Bradavičarka, 2021).

Veliko teh alg tudi množično odmira in ob bakterijski razgradnji odmrlega materiala se v večjih količinah porablja kisik. Kisik je bistvenega pomena za organizme v vodi - če je njegova koncentracija prenizka, je lahko ogroženo življenje vodnih organizmov (Bradavičarka, 2021).

Evtrofikacija lahko nastane naravno ali pa antropogeno oz. k njej pripomore človek. Naravna evtrofikacija poteka v naravi ves čas (staranje jezer, kar poteka zelo počasi), umetna ali antropogena pa poteka veliko hitreje (Bradavičarka, 2021).

Do cvetenja vodnih teles pogosto prihaja v poletnih ter jesenskih mesecih zaradi prekomernega vnašanja hrani, najpogosteje so to fosfati in nitrati, ki se izpirajo s kmetijskih zemljišč. K temu pojavi pripomorejo tudi komunalne odpadne vode, vnos zemlje in usedlin ter površinska odtekajoča voda (Bradavičarka, 2021).

Evtrofikacija povzroča številne negativne vplive na okolje, živalske in rastlinske vrste ter za ljudi. Posledice lahko opredelimo z ekološkega, estetskega, ekonomskega vidika ter z vidika človeškega zdravja (Bradavičarka, 2021):

- cvetenje alg zmanjšuje biološko pestrost v ekosistemu. Te združbe organizmov z ostalimi vrstami rastlin tekmujejo za hrani, svetlobo ter prostor.
- Lahko se zgodi, da se popolnoma spremeni sestava rastlinstva (določene vrste izginejo) in kroženje hrani v vodnem telesu.
- Ker modrozeleni cepljivki za svojo razgradnjo porabljajo kisik, ogrožajo tudi vodno živalstvo. Če ni dovolj kisika, ribe in ostale živali ne morejo preživeti.
- Zaradi cvetenja alg se lahko spremeni barva vodnega telesa, pogosto pa prihaja tudi do neprijetnih vonjav.
- Oviran je lahko dostop do plovnih poti, prav tako se zmanjša primernost uporabe vode za vodne športe (smučanje, jadranje in ribolov).
- Vodo moramo z določenimi tehnologijami ustrezzo očistiti, da odpravimo okus, neprijetne vonjave in ostale težave. Prekomerno cvetenje lahko zamaši filtre in le še poveča stroške pri čiščenju.

2.2.4 EKOTOKSIČNOST

Študija ekotoksikologije preučuje vpliv strupenih učinkov, ki jih povzročajo naravne snovi ali snovi, ki jih je ustvaril človek, na organizme v okolju. Z ekotoksikologijo lahko določimo ravni in vrste onesnaževal, ki škodujejo živalim in rastlinam. To lahko storimo za posameznike, celotne populacije in/ali skupnosti organizmov, ki so izpostavljeni onesnaževalom v okolju (GWA, 2023).

Okolja, ki so potencialno ogrožena, so zelo različna in se med sabo zelo razlikujejo. Zato lahko preučujemo ekotskičnost posameznih okolišev:

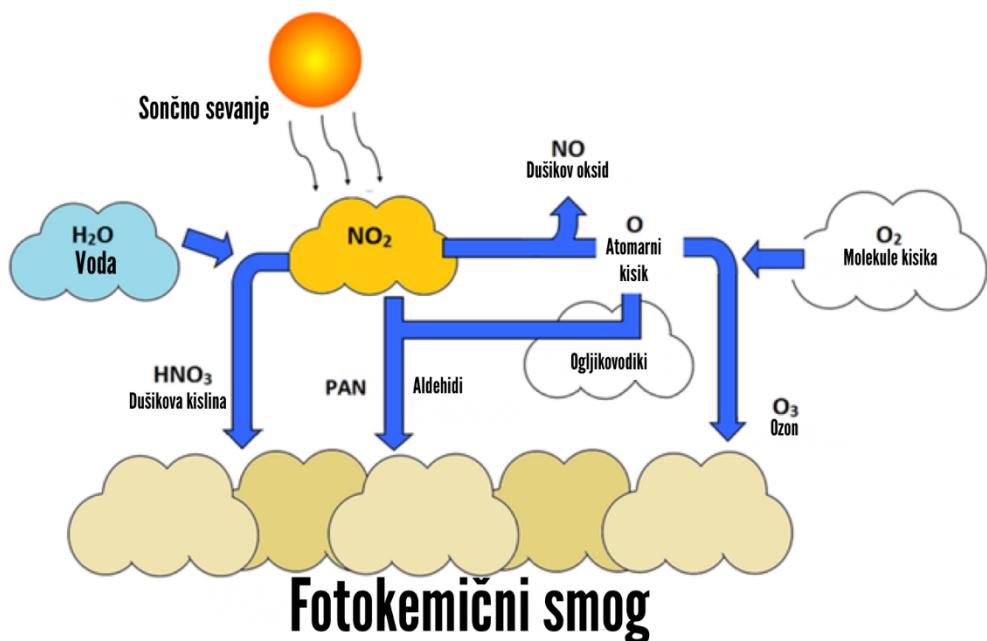
- ekotoksičnost zemlje (v LCA definirano kot »Terrestrial ecotoxicity, izraženo v kg diklorobenzen ekvivalenta – kg DB eq.),
- ekotoksičnost morskih voda (V LCA definirano kot »Marine aquatic ecotoxicity, izraženo v kg DB eq.)
- ekotoksičnost sladkih voda (V LCA definirano kot »Fresh water aquatic ecotoxicity«, izraženo v kg DB eq.)

2.2.5 FOTOKEMIČNA OKSIDACIJA

Fotokemična oksidacija (ali fotokemični smog) se nanaša na pojav, ki nastane, ko ultravijolična svetloba sonca reagira z dušikovimi oksidi v ozračju (v LCA definirano kot »Photochemical oxidation, izražen v kg ekvivalenta etena – kg C₂H₄ eq.). Viden je kot rijava meglica in je najbolj opazen zjutraj in popoldne, zlasti v gosto naseljenih, topnih mestih. Med mesti, ki se vsakodnevno soočajo s tem smogom so Los Angeles, Sydney, Mexico City, Peking in številna druga (Energy Education, 2018).

Pojavlja se zjutraj, ko se veliko ljudi z vozili odpravi na delo. Dušikovi oksidi, ki nastajajo v avtomobilskem motorju, se vnašajo v ozračje, kjer se lahko združujejo z vodo v dušikovo kislino ali pa reagirajo s sončno svetlobo, pri čemer nastanejo atomi singularnega kisika, ki se nato združujejo z molekularnim kisikom in tvorijo ozon. Shema nastajanja fotokemičnega smoga je prikazana na sliki 6. Dušikova kislina v ozračju lahko povzroča kisli dež ali pa ostane v smogu (Energy Education, 2018).

Dušikov oksid (NO) in dušikov dioksid (NO₂) nastajata pri izgorevanju fosilnih goriv, poleg tega pa se naravno sproščata tudi pri vulkanskih in gozdnih požarih (najbolj zaskrbljujoča je velika koncentracija teh onesnaževal v mestih, saj se naravne emisije običajno razpršijo po večjih območjih). Ko je NO₂ izpostavljen ultravijoličnemu sevanju, reagira z ogljikovodiki in takrat nastane fotokemični smog - sestavljen je iz mešanice ozona, dušikove kisline, aldehydov, peroksiacilnitratov (PAN) in drugih onesnaževal (Energy Education, 2018).



Slika 6: Nastajanje fotokemičnega smoga (povzeto po: Energy Education, 2018)

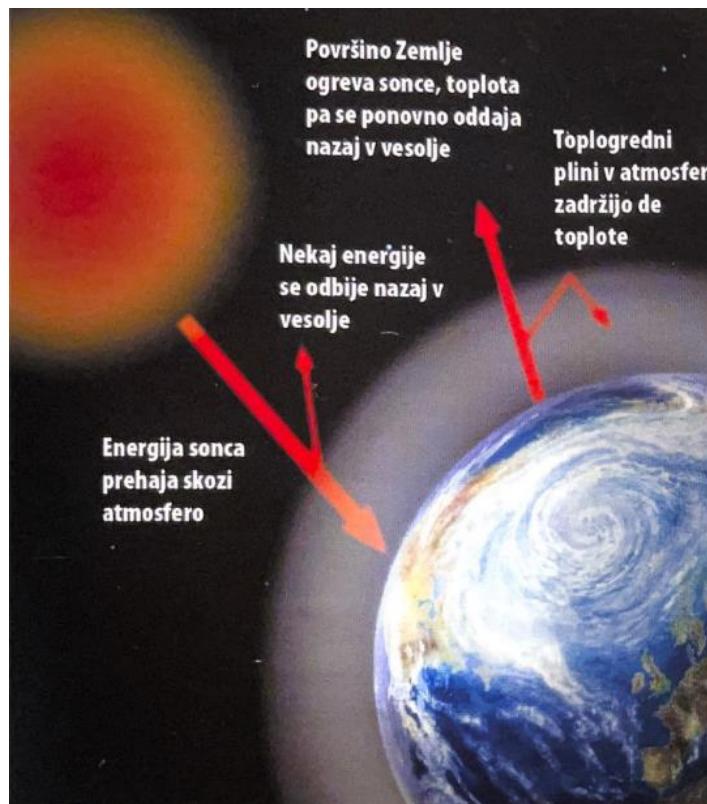
Fotokemični smog ima številne škodljive učinke. Snovi v smogu tvorijo molekule, ki povzročajo draženje oči, prav tako so lahko odgovorni za bolezni dihal (Energy Education, 2018).

2.2.6 GLOBALNO SEGREVANJE ALI OGLIČNI ODTIS

Zemljina toplota prihaja od sonca. 30 % dohodne sončne svetlobe se odbije nazaj v vesolje zaradi svetlih površin, kot so oblaki in led. Od preostalih 70 % svetlobe je največ absorbira zemlja in oceani. Preostanek absorbira atmosfera oz. ozračje. Absorbirana sončna energija tako segreva naš planet (Varčujem z energijo, 2015).

Globalno segrevanje je hitro povečanje povprečne temperature Zemljine površine, ki traja še danes. To se dogaja predvsem zaradi toplogrednih plinov, ki nastanejo s prekomernim izgorevanjem fosilnih goriv, in drugih človeških dejavnosti (Varčujem z energijo, 2015).

Toplogredne pline povezujemo z učinkom tople grede. Učinek tople grede je naraven pojav, ko nekateri plini v atmosferi zadržujejo toploto, ki bi drugače ušla v vesolje. Pojav tople grede nastane, ko se površje Zemlje segreva, hkrati pa oddaja toplotno energijo (toploto infrardeče sevanje) (Varčujem z energijo, 2015). Iz površja ta energija potuje v atmosfero, kjer se nahajajo plini, ki močno absorbirajo sevanje z daljšimi valovnimi dolžinami. Shema učinka tople grede na Zemljo je prikazana na sliki 7.



Slika 7: Shema učinka tople grede na Zemlji (povzeto po: Bogataj, 2008, str. 13)

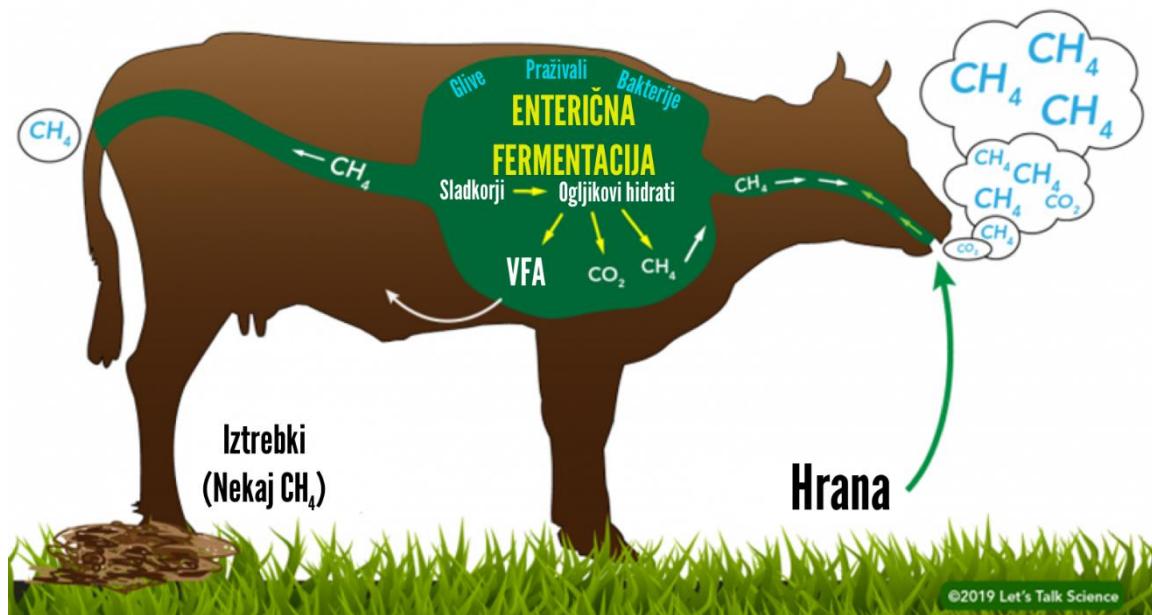
Med glavne toplogredne pline uvrščamo (Ravnik, 1997):

- vodno paro (H_2O),
- ogljikov dioksid (CO_2),
- metan (CH_4),
- dušikove okside (predvsem didušikov oksid) in
- kloroflouroogljikovodike (s tujo kratico jih označujemo tudi CFC).

Od navedenih je najpomembnejša vodna para, ker je je v ozračju mnogo več kot vseh ostalih. Strokovnjaki so izračunali, da je zaradi vodne pare v zraku povprečna temperatura za $30^{\circ}C$ višja, medtem ko ostali plini tople grede skupaj povečujejo temperaturo ozračja le za nekaj stopinj. Vendar pa človek ne more znatno vplivati na količino vodne pare v ozračju. Zato jo običajno ne prištevamo k plinom tople grede, kadar pojav tople grede povezujemo s človekovo dejavnostjo (Ravnik, 1997).

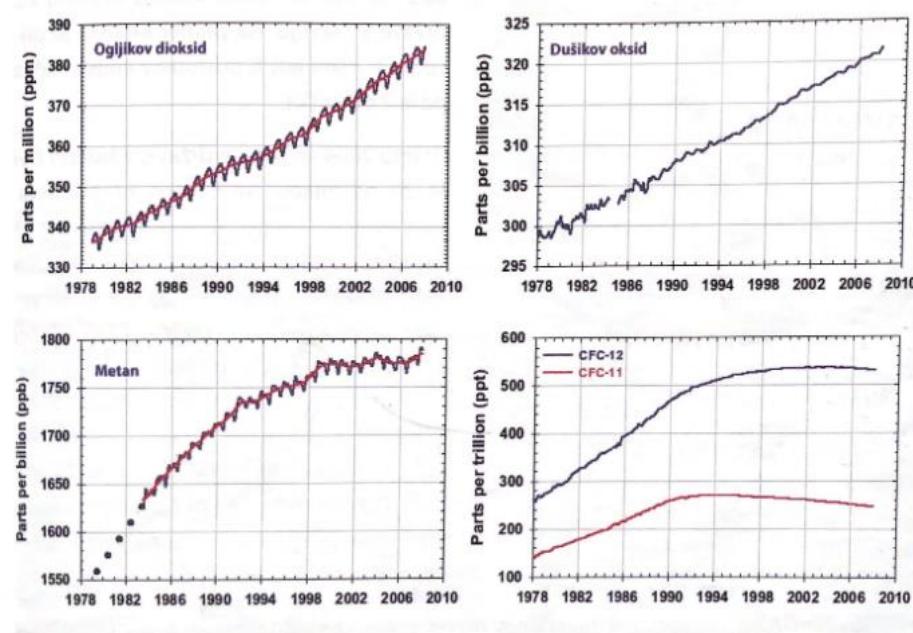
Govedoreja spada med pomembne povzročitelje izpustov toplogrednih plinov. Metan predstavlja približno polovico vseh toplogrednih plinov, ki jih izpusti ta sektor. Govedo proizvaja metan na dva glavna načina: s prebavo in z odpadki (Let's Talk Science, 2020).

Govedo spada med prežvekovalce. V njihovem želodcu poteka pomemben proces, imenovan enterična fermentacija. Pri tem procesu bakterije, ki se nahajajo v njenem želodcu, kompleksne ogljikove hidrate razgradijo v enostavne sladkorje. Končni produkti črevesne fermentacije bakterij so hlapne maščobne kisline (VFA) in plini, kot sta ogljikov dioksid in metan (Let's Talk Science, 2020). Shema procesa enterične fermentacije je prikazana na sliki 8.



Slika 8: Proses enterične fermentacije, ki ga povzročajo mikroorganizmi v želodcu prežvekovalcev (povzeto po: Let's Talk Science, 2020)

Danes živi na planetu 6,5-krat toliko ljudi kot leta 1800 in v povprečju vsak Zemljan porabi pet do šestkrat več energije kot pred 200 leti. Naša mobilnost je kar tisočkrat večja, saj se danes v povprečju dnevno vozimo 40 kilometrov, pred 200 leti pa se je človek dnevno peljal le 40 metrov. Vsako leto človeštvo zaradi novih kmetijskih zemljišč izgubi velike površine tropskega pragozda, primerljive s površino 120 Slovenij. Zaradi kurjenja fosilnih goriv, prometa, gnojenja, smetišč, emisij tovarn in podobno je v ozračju vse več toplogrednih plinov in aerosolov, ki vplivajo zlasti na vpijanje sevanja, ki ga oddaja Zemlja (Bogataj, 2008). Naraščanje vsebnosti najpomembnejših toplogrednih plinov je prikazano na sliki 9.



slika 9: Naraščanje vsebnosti nekaterih toplogrednih plinov v ozračju med letoma 1978 in 2007 (Povzeto po: Bogataj, 2008, str. 27)

Drug najpomembnejši plin tople grede je ogljikov dioksid. Čeprav ga je v atmosferi zelo malo, ga je mnogo več kot ostalih plinov tople grede, ki jih proizvaja človek. Vendar pa koncentracija ostalih plinov tople grede narašča zelo hitro v primerjavi z ogljikovim dioksidom. V začetku devetdesetih let je postal njihov skupni učinek na segrevanje ozračja že primerljiv učinku ogljikovega dioksida. Kljub temu ogljikov dioksid ostaja najpomembnejši toplogredni plin, ki ga sprošča človek s svojimi dejavnostmi (Ravnik, 1997).

Med glavne posledice povečanega vpliva tople grede štejemo (Kolednik, 2009):

- povišanje letne temperature: povprečna temperatura na Zemlji se je v zadnjih 200 letih dvignila za dobre 0,6 °C.
- Pojav ekstremnih vremenskih stanj kot so pogosteje nevihte, poplave, dolgotrajnejša sušna obdobja,
- velike finančne posledice, ki se bodo v prihodnosti še bolj okrepile. Gromozanske škode zaradi tropskih viharjev so že prinesle številne negativne finančne posledice v ZDA, v prihodnosti pa lahko usodno vplivajo na stabilnost svetovnih finančnih trgov.
- Dviganje gladine morja. V zadnjih 100 letih se je gladina dvignila za 25 cm.

- Taljenje ledenikov; globalno segrevanje povzroča masovno taljenje ledenikov in snega po celem svetu, od Himalaje, Alp, Andov do Arktike ter Antarktike in je zelo izrazit pojav od leta 1980 dalje.
- Pomanjkanje arktičnega ledu, kar je pripeljalo do zmanjševanja živalskih vrst in rastlin. Tako se je na primer naselbina pingvinov zmanjšala za eno tretjino.

V raziskovalni nalogi smo se najbolj posvetili ravno učinku ogljikovega dioksida na okolje. S pomočjo izračunanega potenciala globalnega sevanja (v LCA definirano kot »Global warming«, izraženo v kg ogljikovega dioksida ekvivalenta – kg CO₂ eq.) smo dobili skupno količino emisij ogljikovega dioksida, ki jo definiramo tudi kot ogljični odtis.

2.2.7 TANJŠANJE OZONSKE PLASTI

Zemljino ozračje je sestavljeno iz več plasti. Najnižja plast je troposfera, ki se razteza od površja Zemlje do približno 10 km nadmorske višine. Skoraj vse človekove dejavnosti se odvijajo v tej plasti. Naslednja plast, stratosfera, se razteza od 10 km do približno 50 km. Večina ozona v ozračju je skoncentrirana v stratosferi, približno med 15 in 30 kilometri (EPA, 2021).

Ozon je molekula, ki vsebuje tri atome kisika (O₃). V vsakem trenutku v stratosferi nenehno nastajajo in propadajo molekule ozona. Molekule se skupaj povezujejo v t.i. ozonski plašč, katerega vloga je na Zemlji izredno pomembna. Stratosferski ozon ima varovalen učinek na vsa živa bitja na Zemlji, ker nas varuje pred nevarnimi sončnimi žarki, pred genetskimi poškodbami, kožnim rakom in slepoto (Kolednik, 2009).

V zadnjih desetletjih so znanstveniki opazili hitro zniževanje količine ozona v atmosferi. Ta pojav imenujemo ozonska luknja (Kolednik, 2009). Pojav je posledica kemikalij, ki uničujejo ozonski plašč. Med njimi so (Australian Government, 2021):

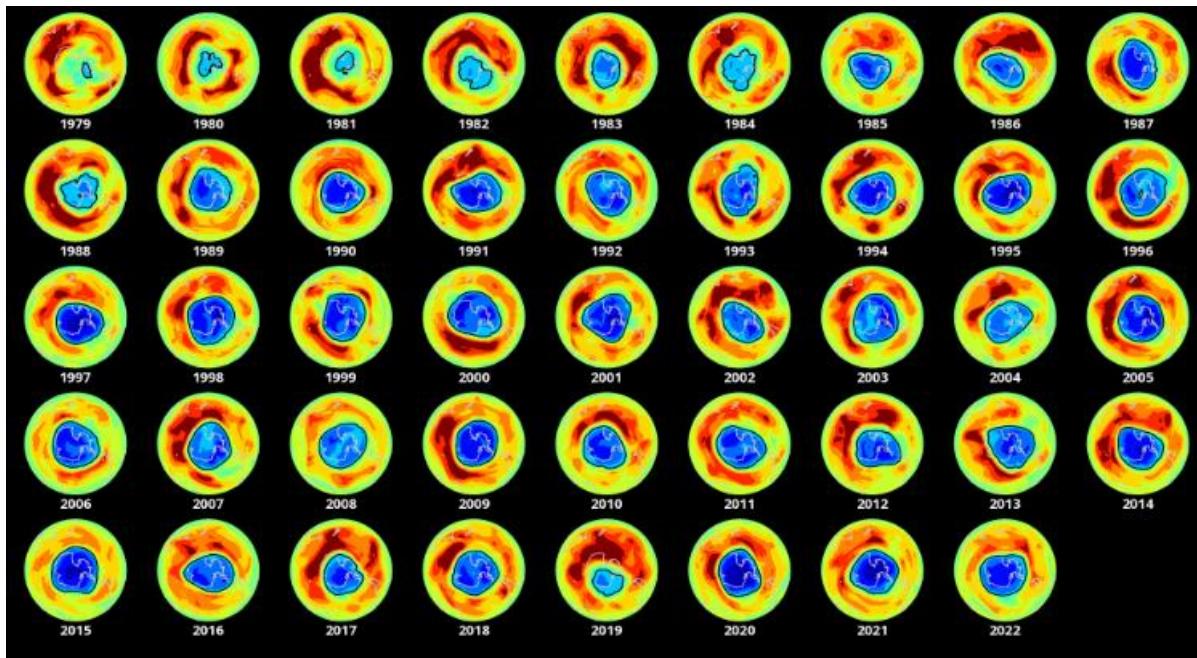
- kloroflouroogljikovodiki (CFC),
- halon,
- ogljikov tetraklorid (CCl₄),
- metil kloroform (CH₃CCl₃),
- bromoflouroogljikovodiki (HBFC),
- hidrofluorokloroogljikovodiki (HCFC),
- metil bromid (CH₃Br) in drugi.

Te kemikalije se uporabljajo v vsakdanjih izdelkih (Australian Government, 2021):

- CFC v hladilnikih in klimatskih napravah,
- HCFC in haloni v gasilnih aparatih,
- CFC in HCFC kot aerosolna goriva itd.

Ko atomi klora in broma pridejo v stik z ozonom v stratosferi, uničijo molekule ozona. En atom klora lahko uniči več kot 100 000 molekul ozona, preden se odstrani iz stratosfere. Ozon se lahko uniči hitreje, kot nastane po naravni poti (EPA, 2021).

Primer tanjšanja ozona je vsakoletna ozonska luknja nad Antarktiko, ki se od zgodnjih osemdesetih let prejšnjega stoletja pojavlja med antarktično pomladjo. V resnici ne gre za luknjo v ozonski plasti, temveč za veliko območje stratosfere z izjemno nizko vsebnostjo ozona. Vsako leto se je območje z nizko vsebnostjo ozona povečevalo, največja ozonska luknja v zgodovini – s površino 28,4 milijona km² – se je pojavila septembra leta 2000. To območje je več kot šestkrat večje od ozemlja EU (EEA, 2022).



Slika 10: Večanje ozonske luknje med letoma 1997 in 2022 (povzeto po: EEA, 2022)

Iz tega, koliko škode določena kemikalija povzroči ozonski plasti, lahko določimo potencial tanjšanja ozonske plasti (v LCA definirano kot »Ozone depletion potential« ali »ODP«, izražen v kg triklorofluorometana ekvivalenta – kg CFC-11 eq.).

2.2.8 TOKSIČNOST ZA ČLOVEŠTVO

Emisije nekaterih snovi (kot so težke kovine) lahko vplivajo na zdravje ljudi. Ocene strupenosti temeljijo na dopustnih koncentracijah v zraku, vodi, smernicah za kakovost zraka, dopustnem dnevnem vnosu in sprejemljivem dnevnem vnosu za strupenost za ljudi (BRE, b.d.). Toksičnost za človeštvo, ki je v LCA definirana kot »Human toxicity«, je izražena v kg DB eq.

3. PRAKTIČNO-RAZISKOVALNI DEL NALOGE

Raziskovalnega dela naloge smo se lotile po principu 4 korakov analiza LCA.

V koraku »Goal and scope« smo po opredelitvi teme naloge, določitvi hipotez in ciljev ter izboru ustreznih metod preučevanja oblikovale živiljenjske cikle preučevanih izdelkov. Nastale so sheme živiljenjskih ciklov govejega mesa (Priloga 1), vegetarijanskega mesa (Priloga 2) in bombetk (Priloga 3). Določile smo si meje preučevanega sistema in na podlagi tega opredelile vhodne in izhodne podatke izbranih procesov. Določile smo si funkcionalne enote posameznih izdelkov – v primeru govejega in vegetarijanskega mesa je bila določena funkcionalna enota 1000 kg, za bombetke pa 500 kg (tj. količina bombetk, potrebna za 1000 kg mesa). Na koncu smo opredelile kategorije preučevanih okoljskih vplivov.

V koraku analize proizvodnih procesov smo raziskale količino posameznih surovin, vrsto uporabljenih energije, druge fizične vnose in odpadke, ki so potrebni za proizvodnjo določenih funkcionalnih enot posameznega živiljenjskega cikla. Iz teh podatkov smo oblikovale tabele LCI za goveje meso (Tabela 1), vegetarijansko meso (Tabela 2) in bombetke (Tabela 3) na podlagi določenih funkcionalnih enot.

SISTEM ZA 1000 KG "SLAUGHTER WEIGHT"				
INPUTI				
PROCES		KOLIČINA	ENOTA	
KRMA	DTM	2190	kg/leto	
	KS	24300	kg/leto	
ZASEDBA ZEMLJIŠČA	DTM	0,033	ha	
	KS	0,02	ha	Skupaj: 0,0533 ha
GNOJILA	DTM	68,1	kg	
	CaO	52,9	kg	
	N	4,3	kg	
	P ₂ O ₅	3	kg	
	K ₂ O	7,9	kg	
	KS	5,9	kg	Skupaj K ₂ O: 7,9kg
	CaO	3	kg	skupaj CaO: 55,9kg
	N	1,8	kg	Skupaj N: 6,1 kg
	P ₂ O ₅	1,1	kg	Skupaj P ₂ O ₅ : 4,1kg
	Pnevatska pištolja	0,075	kWh	
PORABA ENERGIJE	Hladilnica	43	kWh	
	Razsekovalnica	0,375	kWh	
	Volk/volf	7,333	kWh	
	Polnilka	4,95	kWh	
	Toplotna obdelava	178	kWh	Skupaj: 233,733 kWh
	Lokalna poraba	100	km	
TRANSPORT	Poljska	800	km	
	Litva	1400	km	
OUTPUTI				
EMISIJE NA KMETIJI				
CH ₄ s fermentacijo		102	kg/leto	
GNOJ		36135	kg/leto	

Tabela 1: Tabela LCI za 1000 kg govejega mesa

Pojem »Slaughter weight« se nanaša na težo hladnega telesa zaklane živali, ki so ji odstranili kožo, notranje organe, glavo ter neužitne dele repa in nog (Eurostat, 2023). Za 1000 kg so potrebne pribl. 3 krave, težke 550 kg. Predpostavimo, da je starost krave 14–18 mesecev.

Za krmo živali, za katero predpostavimo, da je pridelal rejec, smo vzele deteljno-travno mešanico (DTM) v razmerju 70:30 ter koruzno silažo (KS).

Pojem »Toplotna obdelava« se nanaša na seštevek porabljene energije za pečenje za toliko pleskavic, kolikor jih iz 1000 kg »slaughter weight« lahko naredimo.

Količino krme, zasedbo zemljišča in gnojil smo izračunale s pomočjo zasebnega preverjenega gnojilnega načrta.

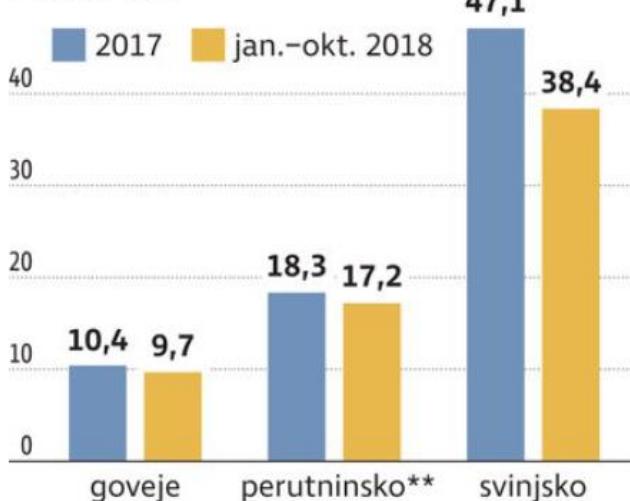
Za dobljeno porabo energije smo vzele moč posameznih strojev ter jo pomnožile s časom, ki je potreben za izdelavo 1000 kg govejega mesa. Za pnevmatsko pištolo smo privzete moč 1500 W. Pištola ubije 60 krav na uro, torej za 1000 kg govejega mesa potrebujemo približno 3 minute. Za hladilnico smo privzete porabo elektriKE 43 kWh, ki jo porabi za ohlajevanje mesa v približno 48 urah. Razsekovalnica z močjo 1500 W potrebuje približno 15 minut za razkosanje 1000 kg mesa. Naprava za mletje mesa potrebuje cca. 20 min za mletje ene tone mesa z močjo 22000 W. Polnilka, da oblikuje približno 8333 pleskavic, potrebuje približno devet ur z močjo 550 W. Da toplotno obdelamo tolikšno količino pleskavic na tipičnem štedilniku potrebujemo 178 kW moči.

Pod pojmom »Lokalna poraba« razumemo povprečen transport znotraj naše države, v katerega vključujemo vse transporte v ciklu (transport krave od rejca do klavnice, transport končnega izdelka do prodajnih sistemov po Sloveniji in transport do kraja toplotne obdelave).

Za uvoz iz tujine smo si izbrali državi, kateri spadata med države, iz katerih uvažamo največ mesa – Poljsko in Litvo. V primeru Poljske smo dolžino povprečnega transporta privzete 800 kilometrov, v primeru Litve pa 1400 km. Glavne izvoznice treh vrst mesa v Slovenijo so prikazane na sliki 11.

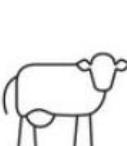
Uvoz mesa*

v 1000 ton



* sveže, ohlajeno in zamrznjeno ** vključno z užitnimi odpadki iz perutnine

od kod je meso



- Avstrija
- Hrvaška
- Italija
- Litva
- Poljska



- Avstrija
- Hrvaška
- Poljska



- Avstrija
- Španija
- Nemčija

Slika 11: Uvoz mesa in države izvoznice za leto 2017 in 2018 (povzeto po:
Videmšek, 2019)

Pri modeliranju sistema za goveje meso smo uporabili podatkovne nize, ki predstavljajo celotni življenjski cikel posameznih procesov. Za opis gnojil smo uporabili podatkovne nize, ki vključujejo vse vhodne in izhodne procese, povezane s proizvodnjo mineralnih gnojil, kot so amonijev nitrat fosfat, K₂O in P₂O₅. V procesu je vključena proizvodnja raztopine gnojila, mešanje s polnilom, izhlapevanje in strjevanje.

Za opis deteljno-travne mešanice smo uporabili proces, ki vključuje proizvodnjo in preoblikovanje (kot drobljenje, mletje, sušenje itd.) surovin, transport surovin v prvi predelovalni obrat ter transport le-teh v končno predelavo krme.

Nabor podatkov za elektriko opisuje razpoložljivo električno energijo na visokonapetostnem nivoju v Sloveniji za leto 2014. Proces je definiran s prenosom 1 kWh električne energije pri visoki napetosti. Opisana dejavnost se začne z 1 kWh električne energije, dovedene v visokonapetostno prenosno omrežje in se zaključi s prenosom 1 kWh električne energije visoke napetosti v prenosnem omrežju po zračnih vodih in kablih.

Podatki za transport se prav tako nanašajo na celoten življenjski cikel transporta, kjer so podatki o porabi energije in emisijah izgorevanja prevzeti iz povprečja za delovanje kombija, ki vključuje različne emisije, delovanje vozila, proizvodnjo in vzdrževanje vozil ter gradnjo cest.

SISTEM ZA 1000 KG VEGI PLESKAVIC			
INPUTI		KOLIČINA	ENOTA
PROCES			
MLET LAN		27,5	kg
ČRNI FIŽOL		358,3	kg
INDIJSKI OREŠČKI		83,1	kg
RJAVI RIŽ		203,4	kg
PETRŠILJ		81,6	kg
KORENČEK		133,3	kg
ČEBULA		22,5	kg
KRUŠNE DROBTINE		75	kg
ČILI V PRAHU		5,4	kg
DIMLJENA PAPRIKA		10,8	kg
SOL		4,2	kg
VODA		83,6	l
PORABA VODE	mlet lan	220	hl
	črni fižol	398,1	hl
	indijski oreščki	5955,5	hl
	rjavi riž	813,6	hl
	petršilj	10,5	hl
	korenček	144	hl
	čebula	81,1	hl
	čili v prahu	0,85	hl
PORABA ENERGIJE	dimljena paprika	2,4	hl
	razsekovalnica	2,036	kWh
	mletje	3	kWh
	polnilka	2,2	kWh
	quick freeze	24	kWh
TRANSPORT	toplotočno obdelovanje	694	kWh
	Lokalna poraba	100	km
		800	km
		1400	km

Tabela 2: Tabela LCI za 1000 kg vegetarijanskega mesa

Za oblikovanje tabele LCI (Tabela 2) smo uporabile recept vegetarijanskega mesa (Cooks, 2020).

Pri iskanju ustreznih vhodnih podatkov smo upoštevale tudi porabo vode posameznih surovin za vegetarijansko meso. Količina porabljenih voda je odvisna od časa zorenja in potreb po vodi.

Razsekovalnici, torej stroji za rezanje zelenjave, smo privzele moč 1500 W. Stroj za mletje zelenjave, ki porablja 7500 W, opravi delo v približno uri in pol. Naprava za oblikovanje pleskavic porabi 550 W, proces quick-freeza² pa 9000 W. Da količino vegetarijanskih pleskavic, ki jo dobimo iz 1000 kg vegetarijanskega mesa, toplotno obdelamo, porabimo 200 W.

Pri modeliranju sistema za vegetarijansko meso smo uporabili podatkovne nize, ki predstavljajo celotni življenjski cikel posameznih sistemov. V tem primeru so uporabljeni podatki za življenjski cikel prehrambenih proizvodov, kot so fižol, drobtine, korenje, indijski oreščki, čebula, paprika, peteršilj, riž in sol ter vključujejo procese do distribucije hrane, vključno z ekstrakcijo surovin, proizvodnjo vseh potrebnih sestavin, pretvorbo v prehrambene proizvode, dodatkov aditivov in pakiranje.

SISTEM ZA 1000 KG BOMBETK ZA HAMBURGER				
INPUTI				
PROCES		KOLIČINA	ENOTA	
PŠENIČNA MOKA		833,3	kg	
PRIDELAVA PŠENIČNE MOKE	Zasedba zemljišča	0,0833	ha	
	Gnojila	14,2	kg	
	P ₂ O ₅	5,3	kg	
	CaO	4,9	kg	
	K ₂ O	15,3	kg	
	Poraba vode	12500	hl	
VODA		80	kg	
SLADKOR		26,67	kg	
SOL		6,67	kg	
KVAS		66,67	kg	
MASLO		100	kg	
MLEKO		3	hl	
PORABA ENERGIJE	Mletje pšenice	61	kWh	
	Mešanje testa	15,4	kWh	
	Pečenje bombetk	3889	kWh	
OUTPUTI				
Zavrnjen kruh		30% (300)	kg	

Tabela 3: Tabela LCI za 500 kg bombetk

Za izračun vseh vhodnih podatkov smo temeljile na receptu bombetk za hamburger (Midva kuhava, 2020).

Tudi pri iskanju ustreznih vhodnih podatkov izdelave bombetk smo vključile porabo energije strojev. Stroj za mletje pšenice porabi 122 kW. Za nastanek bombetk se uporablja stroj za mešanje testa, ki porablja 2200 W moči. Za pečenje bombetk porabimo 35 kW.

² Postopek konzerviranja živil s hitrim hlajenjem pri temperaturi pod 0 °C (Collins, 2023).

Pri modeliranju sistema za bombetke smo prav tako uporabili podatkovne nize, ki predstavljajo celotni življenjski cikel posameznih procesov. V tem primeru so uporabljeni podatki za življenjski cikel prehrambenih proizvodov, kot so kvas, mleko, palmovo olje, sol, sladkor in pšenična moka ter vključujejo procese do distribucije hrane, vključno z ekstrakcijo surovin, proizvodnjo vseh potrebnih sestavin, pretvorbo v prehrambene proizvode, dodatkov aditivov in pakiranje.

V koraku ocene učinka življenjskega cikla smo dobljene podatke vstavile v program openLCA, ki nam je preračunal količino emisij, ki jih povzroči posamezna kategorija okoljskih vplivov in posamezni del življenjskega cikla izdelka. Za opredelitev postavljenih hipotez smo v program vpisale več scenarijev, pri katerih smo spremajale dolžino transporta. Ker ima program širok dostop do podatkovnih baz s celotnega sveta, smo iz njegove baze vzele pripravljen proces gazirane pijače in vode. Dobljeni rezultati s pomočjo programa bodo prikazani v nadaljevanju.

V zadnjem koraku smo dobljene rezultate interpretirale in s pomočjo njih izračunale skupni vpliv na okolje dveh obrokov, prav tako smo lahko ovrednotile zastavljene hipoteze.

3.1 REZULTATI OPRAVLJENIH POSKUSOV

Po vnosu dobljenih podatkov iz tabel LCI v openLCA smo ustvarile tri scenarije za oba tipa mesa:

- 1. scenarij: Preučevanje vplivov na okolje govejega in vegetarijanskega mesa s povprečno dolžino transporta 100 km,
- 2. scenarij: Preučevanje vplivov na okolje govejega in vegetarijanskega mesa s povprečno dolžino transporta 800 km,
- 3. scenarij: Preučevanje vplivov na okolje govejega in vegetarijanskega mesa s povprečno dolžino transporta 1400 km.

V prvih scenarijih obeh tipov mesa smo privzele dolžino povprečnega transporta 100 km, v tabeli 4 so prikazani vplivi na okolje v danih razmerah.

KATEGORIJA OKOLJSKIH VPLIVOV	VRSTA MESA		ENOTA
	Goveje meso	Vegetarijansko meso	
Acidifikacija	134,16	9,64	kg SO ₂ eq.
Ekotoksičnost zemlje	70,59	6,20	kg 1,4-DB eq.
Ekotoksičnost morskih voda	1.431.250	1.240.390	kg 1,4-DB eq.
Toksičnost za človeštvo	1.225	529,39	kg 1,4-DB eq.
Tanjšanje ozonske plasti	0,0005	0,0001	kg CFC-11 eq.
Abiotsko izčrpavanje	0,02	0,014	kg Sb eq.
Abiotsko izčrpavanje fosilnih goriv	33.415	10.509	MJ
Fotokemična oksidacija	0,54	0,36	kg C ₂ H ₄ eq.
Ekotoksičnost sladkih voda	938,25	551,62	kg 1,4-DB eq.
Evtrofikacija	72,70	4,34	kg PO ₄ eq.
Globalno segrevanje	4.842	1.155	kg CO ₂ eq

Tabela 4: Primerjava vplivov na okolje govejega in vegetarijanskega mesa s transportom 100 km

V vseh scenarijih smo se najbolj osredotočile na vpliv različnih proizvodnih procesov na povzročanje globalnega segrevanja oz. ogljičnega odtisa. Dobile smo rezultate, kateri proizvodni proces najbolj vpliva na količino izpustov ogljikovega dioksida. Pri govejem mesu ima največji vpliv na globalno segrevanje proizvodnja koruzne silaže (Priloga 4), pri vegetarijanskem mesu pa elektrika (Priloga 5).

V drugih scenarijih smo ohranile količine uporabljenih surovin, spremenile pa smo dolžino povprečnega transporta na 800 km in opazovale spremenjanje vrednosti vplivov na okolje. Rezultati so prikazani v tabeli 5.

KATEGORIJA OKOLJSKIH VPLIVOV	VRSTA MESA		ENOTA
	Goveje meso	Vegetarijansko meso	
Acidifikacija	134,36	9,84	kg SO ₂ eq.
Ekotoksičnost zemlje	70,92	6,53	kg 1,4-DB eq.
Ekotoksičnost morskih voda	1.461.500	1.270.640	kg 1,4-DB eq.
Toksičnost za človeštvo	1.281	585,69	kg 1,4-DB eq.
Tanjšanje ozonske plasti	0,0006	0,0001	kg CFC-11 eq.
Abiotsko izčrpavanje	0,03	0,03	kg Sb eq.
Abiotsko izčrpavanje fosilnih goriv	36.674	13.768	MJ
Fotokemična oksidacija	0,52	0,35	kg C ₂ H ₄ eq.
Ekotoksičnost sladkih voda	938,21	551,59	kg 1,4-DB eq.
Evtrofikacija	72,72	4,36	kg PO ₄ eq.
Globalno segrevanje	5.065	1.378	kg CO ₂ eq

Tabela 5: Primerjava vplivov na okolje govejega in vegetarijanskega mesa s transportom 800 km

Podobno kot v prvih scenarijih smo izmed vseh okoljskih vplivov podrobno preučile vpliv proizvodnih procesov na globalno segrevanje. V teh scenarijih se je prispevek transporta povečal za okrog 4 % pri obeh tipih mesa, pri vegetarijanskem pa je celo postal glavni proces, ki je vplival na globalno segrevanje (Priloga 6 in 7).

V tretjih scenarijih smo dolžino povprečnega transporta spremenile na 1400 km. Rezultati vplivov na okolje pri omenjenem transportu so za posamezen tip mesa predstavljeni v tabeli 6.

KATEGORIJA OKOLJSKIH VPLIVOV	VRSTA MESA		ENOTA
	Goveje meso	Vegetarijansko meso	
Acidifikacija	135,06	10,54	kg SO ₂ eq.
Ekotoksičnost zemlje	71,33	6,93	kg 1,4-DB eq.
Ekotoksičnost morskih voda	1.585.470	1.394.620	kg 1,4-DB eq.
Toksičnost za človeštvo	1.418	720,13	kg 1,4-DB eq.
Tanjšanje ozonske plasti	0,0006	0,0002	kg CFC-11 eq.
Abiotsko izčrpavanje	0,05	0,04	kg Sb eq.
Abiotsko izčrpavanje fosilnih goriv	41.084	18.177	MJ
Fotokemična oksidacija	0,56	0,38	kg C ₂ H ₄ eq.
Ekotoksičnost sladkih voda	1.008	621,08	kg 1,4-DB eq.
Evtrofikacija	72,89	4,53	kg PO ₄ eq.
Globalno segrevanje	5.368	1.681	kg CO ₂ eq

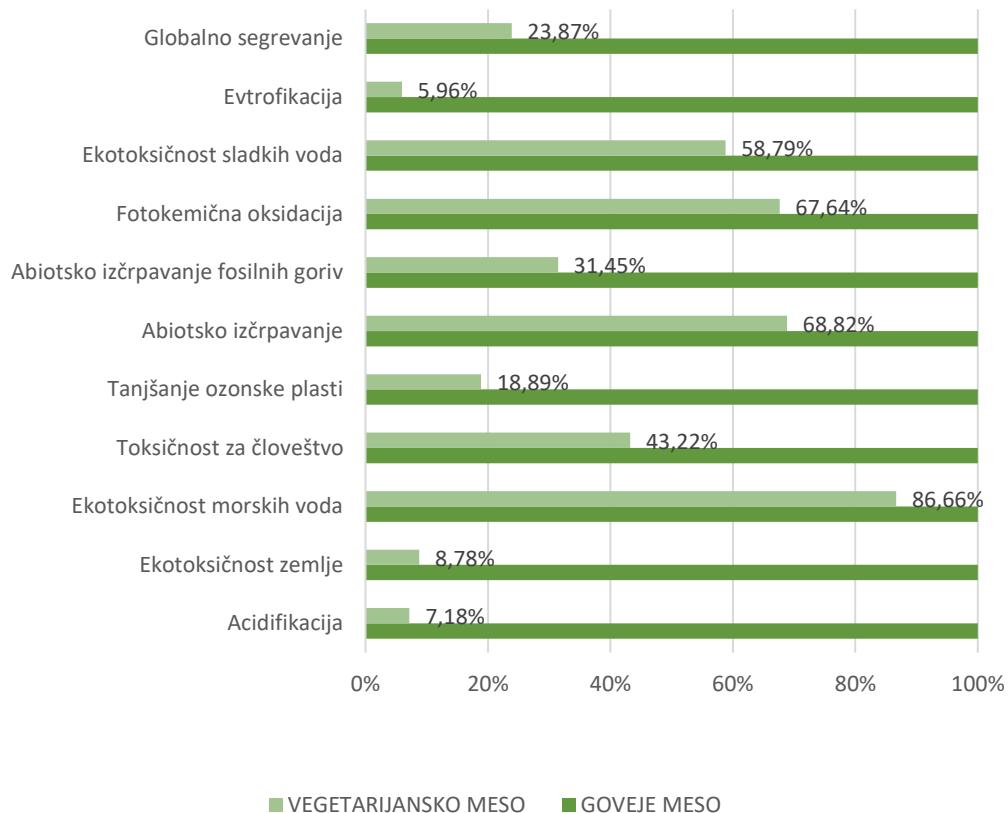
Tabela 6: Primerjava vplivov na okolje govejega in vegetarijanskega mesa s transportom 1400 km

Pri preučevanju vplivov proizvodnih procesov na globalno segrevanje je bil spet opazen dvig prispevka transporta, pri vegetarijanskem mesu je predstavljal že skoraj polovico vseh vplivov na globalno segrevanje (Priloga 8 in 9).

4. INTERPRETACIJA REZULTATOV IN OVREDNOTENJE HIPOTEZ

V nadaljevanju bomo predstavile ugotovitve na podlagi pridobljenih podatkov v programu openLCA. Vse ugotovitve so poleg utedeljene interpretacije prikazane tudi tabelarno.

Prva ugotovitev je, da imata proizvodnji govejega in vegetrijanskega mesa različen vpliv na okolje. To potrjuje tudi graf 1.



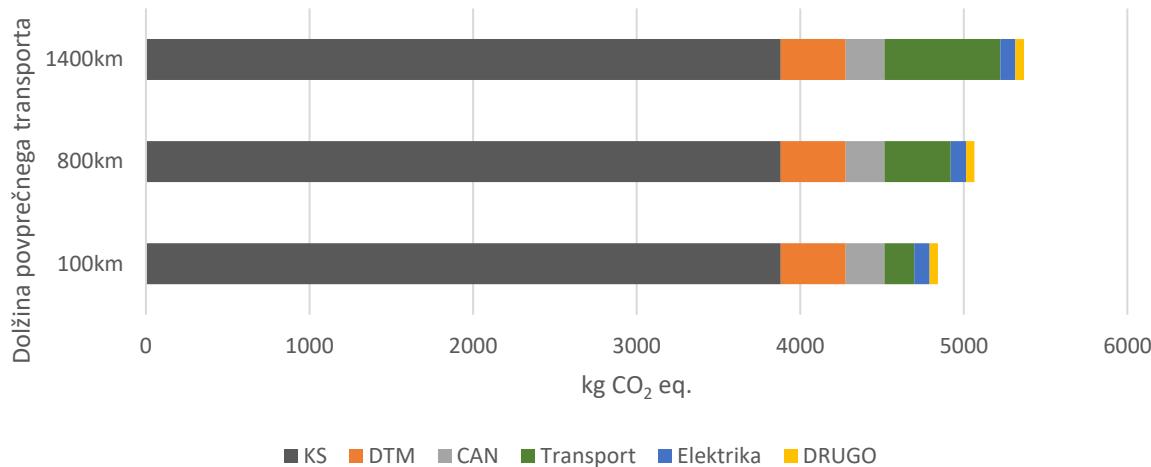
Graf 1: Obremenitve okolja, ki jih povzroča vegetrijansko meso v primerjavi z govejim mesom (100 km povprečni transport)

Iz grafa je razvidno bistveno zmanjšanje vplivov na okolje v primeru vegetrijanskega mesa. Največje zmanjšanje (tj. za približno 94 %) opazimo v primeru evtrofikacije. Do takih razlik pride zaradi različnega vpliva surovin posameznega tipa mesa, velik delež okoljskih vplivov predstavlja namreč proizvodnja koruzne silaže (v vseh scenarijih je njen vpliv večji od 70 %). Ta vpliv je zaradi uporabe drugačnih surovin v primeru proizvodnje vegetrijanskega mesa izničen.

Posebej poudarimo kategorijo globalnega segrevanja. Ta se je pri proizvodnji vegetrijanskega mesa v primerjavi s govejim mesom zmanjšala za 76 %. Tudi tukaj je bil opazen vpliv proizvodnje koruzne silaže.

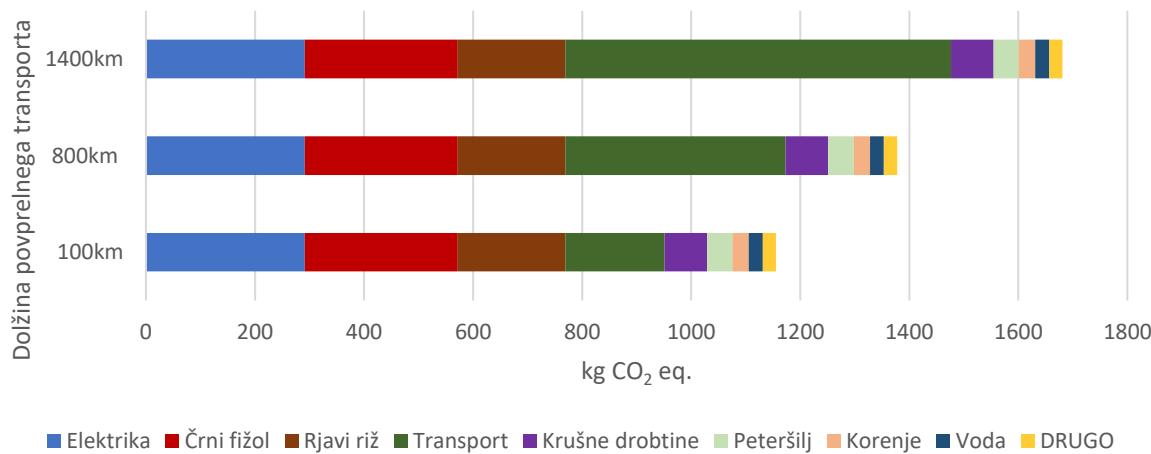
Najmanj znatno zmanjšanje se je pojavilo pri ekotoksičnosti morskih voda, razlika v vplivih na okolje je 20 %. S pomočjo opravljene analize deležev prispevka posameznih delov življenjskih ciklov do ekotoksičnosti morskih voda smo ugotovile, da imata na to kategorijo največji vpliv elektrika in transport, ki sta vhodna podatka obeh tipov mesa.

Vsek del življenskega cikla izdelka je različno prispeval h končni vsoti izpustov ogljikovega dioksida. Grafa 2 in 3 prikazujeta emisije ogljikovega dioksida v posameznih proizvodnih procesih obeh tipov mesa v odvisnosti od dolžine povprečnega transporta.



Graf 2: Emisije ogljikovega dioksida v posameznih proizvodnih procesih govejega mesa v odvisnosti od dolžine povprečnega transporta

Daleč največji prispevek je opazen pri proizvodnji koruzne silaže (KS). Sledi ji vpliv transporta, proizvodnja deteljno-travne mešanice (DTM) in gnojila CAN.

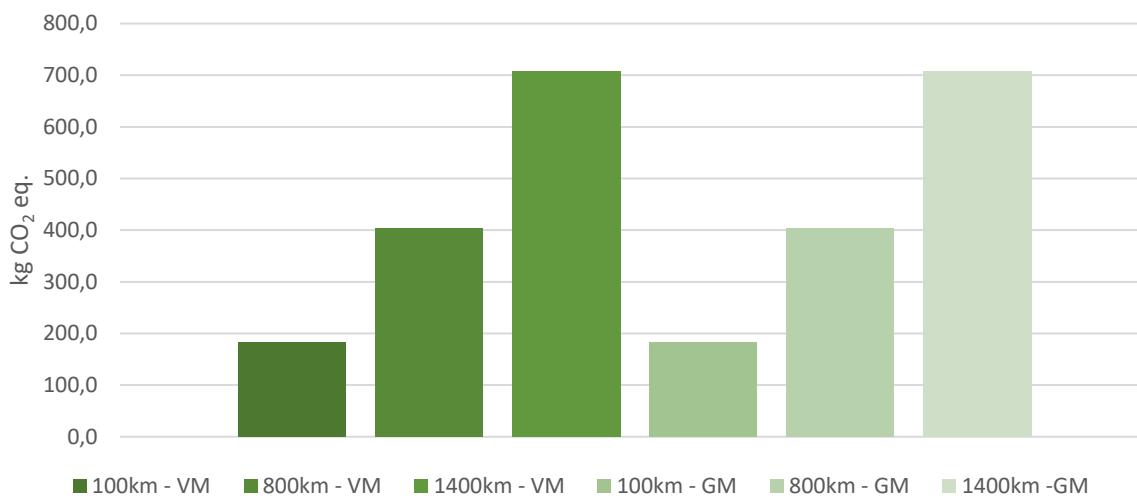


Graf 3: Emisije ogljikovega dioksida v posameznih proizvodnih procesih vegetarijanskega mesa v odvisnosti od dolžine povprečnega transporta

Ker so nekateri proizvodni procesi v obeh tipih mesa predstavljeni zelo majhen delež skupne količine izpustov, smo jih zaradi preglednosti združili pod DRUGO – v primeru govejega mesa so to gnojila: N, K₂O in P₂O₅, v primeru vegetarijanskega mesa pa v nju uvrščamo: dimljeno papriko, čebulo, sol, mlet lan in indijske oreščke.

V primeru govejega mesa je daleč največji prispevek povzročala koruzna silaža, sledi ji deteljno-travna mešanica. V primeru vegetarijanskega mesa ima pri 100 km največji vpliv elektrika, pri 800 km in 1400 km povprečnega transporta pa zaradi svojega vpliva na okolje največji delež prispevka dobi ravno transport.

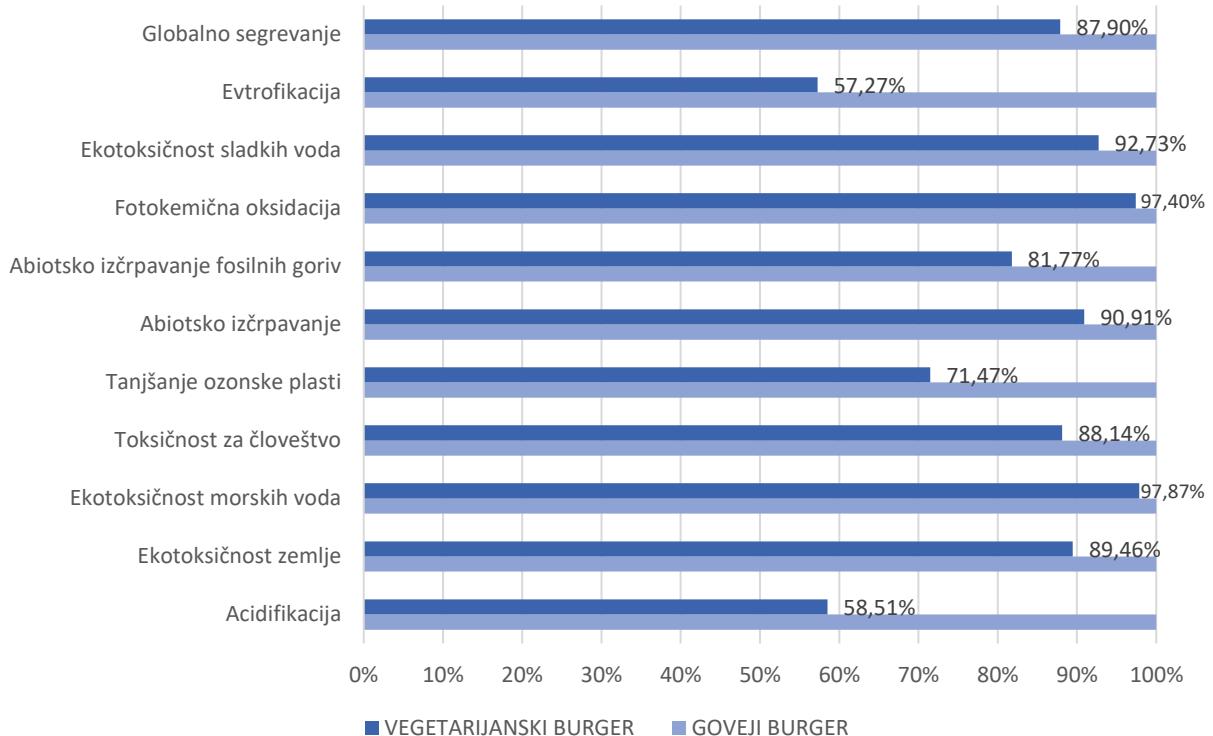
Transport je zelo pomembna storitev, ki močno prispeva k izpustu toplogrednih plinov v ozračje. Graf 4 prikazuje spremenjanje količine izpuščenega CO₂ v odvisnosti od dolžine transporta med obema tipoma mesa.



Graf 4: Prispevek transporta h globalnemu segrevanju pri govejem in vegetarijanskem mesu

S kratico »VM« izražamo transport vegetarijanskega mesa, s kratico »GM« pa transport govejega mesa. Razlike med količino izpuščenega ogljikovega dioksida med obema tipoma mesa z enako dolžino povprečnega transporta so zanemarljive, saj lahko predpostavimo, da prevozna sredstva uporabljajo enaka goriva. Z daljšim transportom je viden porast količine izpuščenega ogljikovega dioksida za oba tipa mesa. Transport na daljše razdalje bo povzročal večje izgorevanje goriv v prevoznih sredstvih, kar bo prispevalo k večjim izpustom ogljikovega dioksida, ki sodi med izpušne pline prevoznih sredstev.

Opravile smo tudi LCA-analizo bombetk za hamburgerje. Rezultate le-teh smo prištele k posameznemu tipu mesa in doble skupen vpliv na okolje obeh hamburgerjev. Rezultati so prikazani na grafu 5.



Graf 5: Obremenitve okolja, ki jih povzroča vegetrijanski hamburger v primerjavi z govejim hamburgerjem (100 km povprečni transport)

Iz grafa je še vedno razvidna bistvena razlika med vplivi na okolje, katerih vrednosti so zmanjšane pri vegetrijanskem burgerju. Podobno kot pri ugotavljanju prispevkov obremenitve okolja posameznih tipov mesa se tudi tukaj najbolj zmanjša vpliv evtrofikacije (za približno 43 %), najmanjša razlika pri prispevkih pa se pojavi pri ekotoksičnosti morskih voda (za 2 %). Razlike pri obremenitvi okolja med vegetrijanskim in mesnim burgerjem se zmanjšajo zaradi vpliva bombetk, slednje imajo namreč v vseh kategorijah vplivov na okolje povečane izpuste.

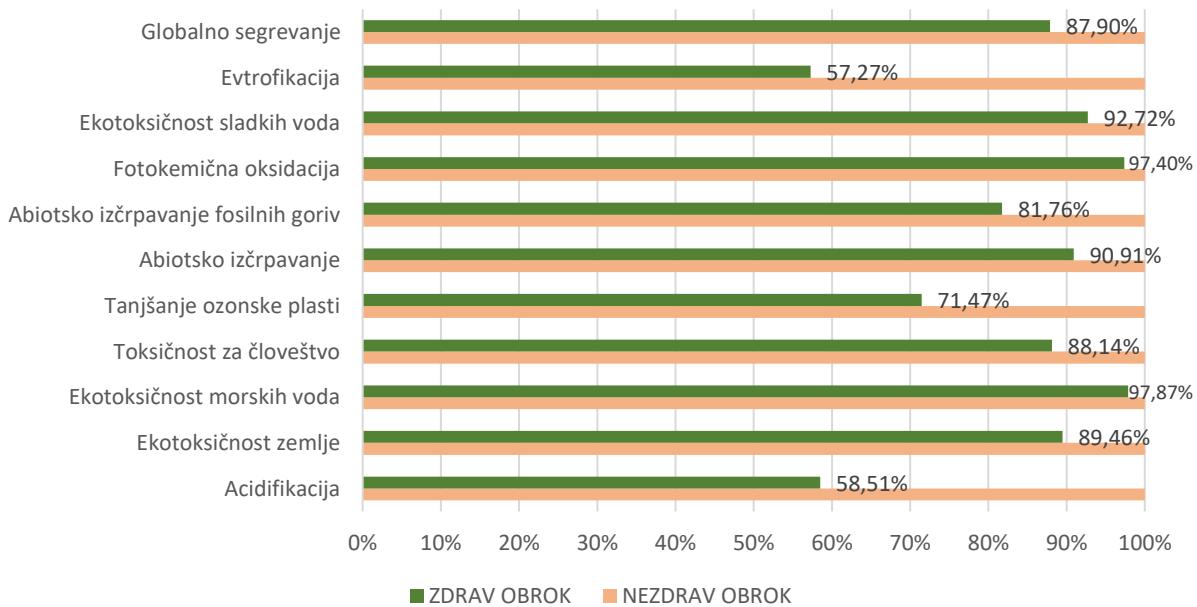
Za oceno skupnega okoljskega vpliva obroka smo primerjali razliko posameznih vplivov na okolje, ki jih povzroča proizvodnja gazirane pijače in vode. Predpostavili smo zaužitje pol litra pijače na en obrok. Tabela 7 predstavlja dobljene rezultate.

	GAZIRANA PIJAČA	VODA
Acidifikacija	100%	0,10%
Ekotoksičnost zemlje	100%	0,41%
Ekotoksičnost morskih voda	100%	0,62%
Toksičnost za človeštvo	100%	0,55%
Tanjšanje ozonske plasti	100%	0,16%
Abiotsko izčrpavanje	100%	2,49%
Abiotsko izčrpavanje fosilnih goriv	100%	0,28%
Fotokemična oksidacija	100%	0,28%
Ekotoksičnost sladkih voda	100%	0,27%
Evtrofikacija	100%	0,12%
Globalno segrevanje	100%	0,27%

Tabela 12: Obremenitve okolja, ki jih povzroča voda v primerjavi z gazirano pijačo

Iz tabele je razvidno, da ima voda zanemarljiv vpliv na okolje v primerjavi z gazirano pijačo. Pri tem poudarimo, da je bila embalaža pijač ne sodi v meje preučevanega sistema izdelkov.

Na podlagi rezultatov LCA analize obeh hamburgerjev in obeh pijač smo lahko ugotovile razlike v obremenitvah okolja med »nezdravim obrokom«, sestavljenim iz govejega hamburgerja in gazirane pijače ter »zdravim obrokom«, sestavljenim iz vegetarijanskega burgerja in vode. Graf 6 prikazuje razlike v obremenitvah okolja med obrokoma.



Graf 6: Obremenitve okolja zdravega obroka v primerjavi z nezdravim obrokom (povprečen transport 100 km)

»Zdrav obrok« je sestavljen iz okolju prijaznejših proizvodnih procesov, saj skupaj prispevajo k manjšim vplivom na okolje posameznih kategorij v primerjavi z »nedravim obrokom«.

Na podlagi opravljenih preizkusov in dobljenih rezultatov, ki smo jih predstavile, bomo v nadaljevanju opredelile hipoteze, ki smo si jih zastavile pred izvedbo praktično-raziskovalnega dela naloge.

HIPOTEZA 1: : Mesni hamburger bo ustvarjal večji vpliv na okolje (in s tem tudi večji potencial globalnega segrevanja) v primerjavi z vegetrijanskim burgerjem – **HIPOTEZO POTRDIMO**. Na podlagi interpretiranih poskusov smo prišle do ugotovitve, da je skupen vpliv na okolje mesnega hamburgerja večji od vegetrijanskega. Vidno je že pri proučevanem potencialu globalnega segrevanja, saj imata vzreja govedi in proizvodnja krmne silaže pri tem velik vpliv, česar pri vegetrijanskem mesu ne moremo upoštevati zaradi drugačnih uporabljenih surovin.

HIPOTEZA 2: Lokalno pridelan izdelek bo ustvaril manjši vpliv na okolje (in s tem tudi manjši potencial globalnega segrevanja) v primerjavi z izdelkom, ki prihaja iz oddaljenih krajev – **HIPOTEZO POTRDIMO**. Za potrditev te hipoteze smo naredile tri različne scenarije LCA analiz, pri katerih smo spremnjale dolžino povprečnega transporta. Ugotovili smo, da daljši je transport, bolj prispeva k povečanju emisij posameznih vplivov na okolje. To lahko potrdimo že s primerjavo tabel 4,5 in 6, pri katerih so vidne spremembe pri količinah vseh kategorij. Velja izpostaviti vpliv transporta na potencial globalnega segrevanja, kateri se po količinah nastalega ogljikovega dioksida z daljšim transportom močno poveča. Tudi to tezo lahko potrdimo s prilogami od 4 do 9. Za velik prispevek h globalnemu segrevanju je odgovorno masovno izgorevanje fosilnih goriv, ki je eden izmed glavnih vzrokov za povečan vpliv toplogrednih plinov in pojava tople grede.

HIPOTEZA 3: Največji vpliv na potencial globalnega segrevanja bo imel transport – **HIPOTEZO DELNO POTRDIMO**. Za opredelitev te hipoteze smo v programu openLCA ukazale prikaz posameznih proizvodnih procesov, ki prispevajo h kategoriji potenciala globalnega segrevanja. Iz tega smo ugotovile, kateri proizvodni proces najbolj vpliva na emisije ogljikovega dioksida. Ugotovile smo, da se prispevek transporta h globalnemu segrevanju razlikuje glede na tip mesa – pri proizvodnji govejega mesa je v vseh treh scenarijih največji vpliv ohranila proizvodnja koruzne silaže, se pa je prispevek transporta z večjo razdaljo povečeval. To nam prikazujejo priloge 4, 6 in 8. Pri proizvodnji vegetrijanskega mesa je vpliv večje razdalje transporta razviden s primerjavo prilog 5 in 7, saj prispevek transporta na razdalji 1400 km postane glavni proces, ki prispeva k potencialu globalnega segrevanja. To je posledica manjših vplivov ostalih surovin na okolje, ki pa že v splošnem proizvajajo manjši vpliv na okolje kot pa surovine iz proizvodnje govejega mesa.

5. ZAKLJUČEK

Raziskovale smo vpliv proizvodnje hamburgerja in gazirane pijače na okolje po metodi LCA. Proučevale smo razliko v okoljskih vplivih med govejim in vegetarijanskim burgerjem, njun vpliv pa skupaj s pijačo združile v skupen vpliv na okolje zdravega in manj zdravega obroka. Ugotovile smo, da burger na rastlinski osnovi ustvarja manjši vpliv na okolje kot pa goveji hamburger.

Proizvodni procesi obeh izdelkov imajo različen vpliv na okolje. Pri proizvodnji govejega mesa je v vseh scenarijih največji vpliv obdržala proizvodnja koruzne silaže, in sicer v vseh scenarijih je njen prispevek k celotnemu potencialu globalnega segrevanja predstavljal več kot 70 %, kar nas je presenetilo. To je tudi glavni vzrok za velike razlike v potencialih globalnega segrevanja obeh tipov hamburgerjev, saj je vpliv koruzne silaže v primeru vegetarijanskega burgerja izničen. Na podlagi pridobljenih rezultatov iz računalniškega programa OpenLCA in njihovih interpretacij smo prišle do tudi sklepa, da ima proizvodnja bombetk večji vpliv na okolje kot pa proizvodnja vegetarijanskega mesa. Presenetil nas je tudi vpliv govedoreje na povečanje količin toplogrednih plinov, predvsem z njenimi naravnimi procesi. Govedo zaradi svoje kompleksne prebave in s pomočjo prisotnih mikroorganizmov v okolje spusti ogromne količine metana.

Preučevale smo tudi vpliv transporta na okoljske spremembe. Ugotovile smo, da dolžina transporta najbolj vpliva na potencial globalnega segrevanja zaradi velikega izpusta emisij pri zgorevanju fosilnih goriv.

Glede na rezultate vpliva procesov na ogljični odtis oz. potencial za globalno segrevanje lahko zaključimo tudi, da imata proizvodnja in uživanje burgerja na rastlinski osnovi oz. zdravega obroka pozitivno vpliva na tako blaženje podnebnih sprememb kot tudi na prilagajanje podnebnim spremembam, saj proces ne prinaša bistvenih škodljivih učinkov na okolje ter izboljša stanje v primerjavi z osnovnim procesom oz. govejim hamburgerjem. Koristne učinke vegetarijanskega obroka lahko razberemo tudi iz rezultatov za acidifikacijo, evtrofikacijo ter ekotoksičnost zemlje in voda. Glede na zmanjšane vplive ob upoštevanju vegetarijanskega obroka lahko zaključimo, da bi sprememba prehrambenih navad pozitivno vplivala na stanje ekosistemov.

Iz vseh navedenih ugotovitev navajamo glavne sklepe raziskovalne naloge; najmanjši vpliv na okolje ima hamburger z vegetarijanskim mesom, saj njegova proizvodnja izloča manj škodljivih snovi v okolje. S tem, da zamenjamo goveji hamburger z vegetarijanskim burgerjem, močno zmanjšamo okoljske vplive. Prav tako omilimo vplive na okolje, če se odločimo za nabavo izdelka, ki je pridelan lokalno.

Iz te raziskovalne naloge smo se naučile, kako velik vpliv ima en izdelek in njegova proizvodnja na okolje. Moramo pa poudariti, da so vsi dobljeni rezultati le približki dejanskih vplivov, saj se lahko proizvodnja izdelkov močno razlikuje med proizvajalci in s tem tudi povezana različna nabava surovin, prav tako pa še upoštevamo, da nekaterih procesov v življenjskih ciklih nismo upoštevale oziroma smo si zadale meje proučevanega sistema.

Z našimi ugotovitvami želimo ozvestiti čim več ljudi o prekomerni porabi mesnih izdelkov, saj s svojim življenjskim ciklom močno vplivajo na okolje. So pa zato nastale vegetarijanske in veganske alternative, ki so okolju prijaznejše. V ta namen želiva v prihodnje izdelati promocijski material, ki bi prikazoval izsledke raziskovalne naloge, saj so ti pomembni za izboljšanje okoljskih, predvsem pa podnebnih razmer našega planeta. Tako bova pripravili članek za publikacijo »Raziskovalni reflektor«, ki jo

pripravlja naša šola. Naloga je izpolnila naša pričakovanja in prispeva k naporom zmanjšanja negativnih vplivov na okolje.

6. VIRI IN LITERATURA

Agenda de la Construcció Sostenible (2019). Depletion of abiotic resources (english). [Sneto s spleta 18. 1. 2023]

Alibaba. (b.d.). *Automatic seeds powder crushing grinding milling machine industrial dry seed crusher grinder machines machinery price for sale.* Pridobljeno iz <https://www.alibaba.com/?spm=a2700.details.scGlobalHomeHeader.7.e0d1407eNhhrkX:> https://www.alibaba.com/product-detail/Automatic-seeds-powder-crushing-grinding-milling_60747134252.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.5b5b2db9EM4pYk&s=p [Sneto s spleta 30. 11. 2022]

Alibaba. (b.d.). *Carrot dice cutting machine vegetable garlic food chopper mango dicing machine.* Pridobljeno iz <https://www.alibaba.com/?spm=a2700.details.scGlobalHomeHeader.7.e0d1407eNhhrkX:> https://www.alibaba.com/product-detail/carrot-dice-cutting-machine-vegetable-garlic_1600716983716.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.2e5b3d5fsHLA9J [Sneto s spleta 30. 11. 2022]

Alibaba. (b.d.). *Cattle stunning gun.* Pridobljeno iz <https://www.alibaba.com/?spm=a2700.details.scGlobalHomeHeader.7.e0d1407eNhhrkX:> https://www.alibaba.com/product-detail/Cattle-stunning-gun_60567737213.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.9e12626dX7412KA9J&s=p [Sneto s spleta 20. 11. 2022]

Alibaba. (b.d.). *China Rotary hot air circulation industrial bread cake biscuit pizza baking ovens machine.* Pridobljeno iz <https://www.alibaba.com/?spm=a2700.details.scGlobalHomeHeader.7.e0d1407eNhhrkX:> https://www.alibaba.com/product-detail/China-Rotary-Hot-Air-Circulation-Industrial_62328819138.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.69376660uvrLG1&s=p [Sneto s spleta 20. 11. 2022]

Alibaba. (b.d.). *Electric hamburger press machine burger patty making machine price.* Pridobljeno iz <https://www.alibaba.com/?spm=a2700.details.scGlobalHomeHeader.7.e0d1407eNhhrkX:> https://www.alibaba.com/product-detail/Electric-Hamburger-Press-Machine-Burger-Patty_1600352627170.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.65246589YhDsIE&s=p [Sneto s spleta 30. 11. 2022]

Alibaba. (b.d.). *Hamburger burger patty making machine.* Pridobljeno iz <https://www.alibaba.com/?spm=a2700.details.scGlobalHomeHeader.7.e0d1407eNhhrkX:> https://www.alibaba.com/product-detail/Hamburger-Burger-Patty-Making-Machine-maker_1600596536397.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.2dc61b0eqAyVpN&s=p [Sneto s spleta 30. 11. 2022]

Alibaba. (b.d.). *HO-25C industrial flour dough mixer fondant roller machine.* Pridobljeno iz <https://www.alibaba.com/?spm=a2700.details.scGlobalHomeHeader.7.e0d1407eNhhrkX:> https://www.alibaba.com/product-detail/HO-25C-Industrial-Flour-Dough-Mixer_60663260664.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.333f6959t5gyj7 [Sneto s spleta 20. 11. 2022]

Alibaba. (b.d.). *Hongdefa 42Ton Per 24Hours Wheat Grinder Flour Milling Machine With Automatic Line*. Pridobljeno iz <https://www.alibaba.com/?spm=a2700.details.scGlobalHomeHeader.7.e0d1407eNhhrkX>: https://www.alibaba.com/product-detail/Hongdefa-42Ton-Per-24Hours-Wheat-Grinder_1600691126251.html?s=p [Sneto s spleta 20. 11. 2022]

Alibaba. (b.d.). *Industrial shock fast quick freezing IQF plate blast freezer machine*. Pridobljeno iz <https://www.alibaba.com/?spm=a2700.details.scGlobalHomeHeader.7.e0d1407eNhhrkX>: https://www.alibaba.com/product-detail/Industrial-shock-fast-quick-freezing-IQF_1600227930948.html?s=spm=a2700.details.0.0.77807380r5Lqf5 [Sneto s spleta 30. 11. 2022]

Alibaba. (b.d.). *JR-120 Industrial Frozen Meat Grinder Fresh Meat Shredder Machine/beef mincer*. Pridobljeno iz <https://www.alibaba.com/?spm=a2700.details.scGlobalHomeHeader.7.e0d1407eNhhrkX>: https://www.alibaba.com/product-detail/JR-120-Industrial-Frozen-Meat-Grinder_60637246306.html?s=spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.6ba4528b0xv3QQ&s=p [Sneto s spleta 20. 11. 2022]

Andrei, M. (2022). *Thousands of tons of bread are wasted every year — in Sweden alone*. Pridobljeno iz <https://www.zmescience.com/>: <https://www.zmescience.com/ecology/thousands-of-tons-of-bread-are-wasted-every-year-in-sweden-alone/> [Sneto s spleta 21. 11. 2022]

Australian Academy of Science. (2022). *What is climate change?* Pridobljeno iz <https://www.science.org.au/>: <https://www.science.org.au/learning/general-audience/science-climate-change/1-what-is-climate-change> [Sneto s spleta 26. 11. 2022]

Australian Government. (2021). *Ozone depleting substances*. Pridobljeno iz <https://www.dcceew.gov.au/>: <https://www.dcceew.gov.au/environment/protection/ozone/ozone-science/ozone-depleting-substances> [Sneto s spleta 16. 1. 2023]

Bodi eko. (2010). *Kisli dež: Kako nastane in kakšne posledice ima*. Pridobljeno iz <https://www.bodieko.si/>: <https://www.bodieko.si/kisli-dez> [Sneto s spleta 16. 1. 2023]

Bogataj, L. K. (2008). *Kaj nam prinašajo podnebne spremembe?* Ljubljana: Pedagoški inštitut.

Bradavičarka, V. (2021). *Evtrofikacija površinskih voda*. Pridobljeno iz <https://www.bradavicarka.si/>: <https://www.bradavicarka.si/library/essay/268> [Sneto s spleta 6. 1. 2023]

BRE. (b.d.). *Human toxicity*. Pridobljeno iz <https://bregroup.com/>: <https://tools.bregroup.com/greenguide/page.jsp?id=2098> [Sneto s spleta 17. 2. 2023]

Bureau Veritas. (b.d.). *ANALIZA ŽIVLJENSKEGA CIKLA LCA*. Pridobljeno iz <https://www.bureauveritas.si/>: https://www.bureauveritas.si/needs/analiza-zivljenjskega-cikla-lca?gclid=CjwKCAiAjPyfBhBMEiwAB2CClikOSUWbKXr27ElIOyQmaay9wNyBqPalbmRoUrQpO6SssHO7ku9KcBoCDplQAvD_BwE [Sneto s spleta 5. 1. 2023]

Clearloop. (2021). *Gate vs Grave: What's the Best Way to Measure Your Carbon Footprint?* Pridobljeno iz <https://clearloop.us/>: <https://clearloop.us/2021/03/24/cradle-to-gate-vs-cradle-to-grave/> [Sneto s spleta 19. 12. 2022]

- Collins. (2023). *Definition of 'quick-freeze'*. Pridobljeno iz <https://www.collinsdictionary.com/>: <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/quick-freeze> [Sneto s spleta 20. 2. 2023]
- Cooks, N. (2020). *Best Veggie Burger*. Pridobljeno iz <https://www.noracooks.com/>: <https://www.noracooks.com/the-best-black-bean-veggie-burger/> [Sneto s spleta 2. 12. 2022]
- Cornish, R. (2015). *Brain food: If a recipe calls for a 'bunch of herbs' exactly how much is a bunch?* Pridobljeno iz <https://www.goodfood.com.au/>: <https://www.goodfood.com.au/recipes/brain-food-if-a-recipe-calls-for-a-bunch-of-herbs-exactly-how-much-is-a-bunch-20151102-gkjdjj> [Sneto s spleta 30. 11. 2022]
- Deloitte. (b.d.). *Life Cycle Assessment*. Pridobljeno iz <https://www2.deloitte.com/dk/da.html>: <https://www2.deloitte.com/dk/da/pages/climate-and-sustainability/life-cycle-assessment.html> [Sneto s spleta 15. 2. 2023]
- Designing Buildings. (2022). *Abiotic depletion potential*. Pridobljeno iz <https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Home>: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Abiotic_depletion_potential [Sneto s spleta 16. 1. 2023]
- EatingWell. (2019). *Zucchini-Chickpea Veggie Burgers with Tahini-Ranch Sauce*. Pridobljeno iz <https://www.eatingwell.com/>: <https://www.eatingwell.com/recipe/273894/zucchini-chickpea-veggie-burgers-with-tahini-ranch-sauce/> [Sneto s spleta 1. 12. 2022]
- Ecochain. (15. Februar 2023). *Impact Categories (LCA) – Overview*. Pridobljeno iz <https://ecochain.com/>: <https://ecochain.com/knowledge/impact-categories-lca/> [Sneto s spleta 15. 2. 2023]
- EEA. (2022). *Environmental changes and human development*. Pridobljeno iz <https://www.eea.europa.eu/>: <https://www.eea.europa.eu/publications/92-826-5409-5/page002new.html> [Sneto s spleta 23. 11. 2022]
- EEA. (2022). *What is the current state of the ozone layer?* Pridobljeno iz <https://www.eea.europa.eu/>: <https://www.eea.europa.eu/themes/climate/ozone-depleting-substances-and-climate-change-1> [Sneto s spleta 16. 1. 2023]
- Ekologi brez meja. (2012). *ODVRŽENA HRANA: GLOBALNA TRAGEDIJA*. Pridobljeno iz <https://ebm.si/glavna/web/>: <https://ebm.si/prispevki/odvrzena-hrana-globalna-tragedija> [Sneto s spleta 4. 1. 2023]
- Energy Education. (2018). *Photochemical smog*. Pridobljeno iz https://energyeducation.ca/encyclopedia/Main_Page: https://energyeducation.ca/encyclopedia/Photochemical_smog [Sneto s spleta 17. 2. 2023]
- EPA. (2021). *Basic Ozone Layer Science*. Pridobljeno iz <https://www.epa.gov/>: <https://www.epa.gov/ozone-layer-protection/basic-ozone-layer-science> [Sneto s spleta 16. 1. 2023]
- EPA. (2022). *Basic Information about Landfill Gas*. Pridobljeno iz <https://www.epa.gov/>: <https://www.epa.gov/lmop/basic-information-about-landfill-gas> [Sneto s spleta 11. 2. 2023]
- EPA. (2022). *What is Acid Rain?* Pridobljeno iz <https://www.epa.gov/>: <https://www.epa.gov/acidrain/what-acid-rain> [Sneto s spleta 16. 1. 2023]

- Esvet. (b.d.). *Prednosti in slabosti fosilne energije*. Pridobljeno iz <https://www.esvet.si/>: <https://www.esvet.si/prednosti-slabosti-fosilne-energije-0> [Sneto s spleta 18. 1. 2023]
- European Commision. (15. Februar 2016). *Life cycle assessment for the impact assessment of policies*. Luksemburg: Publications Office the European Union. Pridobljeno iz https://commission.europa.eu/index_en: <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/lifecyleassessment.html> [Sneto s spleta 15. 2. 2023]
- Eurostat. (19. Februar 2023). *Glossary:Carcass weight*. Pridobljeno iz https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title>Main_Page: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Carcass_weight [Sneto s spleta 19. 2. 2023]
- FoodPrint. (2018). *The Problem of Food Waste*. Pridobljeno iz <https://foodprint.org/>: <https://foodprint.org/issues/the-problem-of-food-waste/> [Sneto s spleta 4. 1. 2023]
- GDRC. (b.d.). *Defining Life cycle Assesment*. Pridobljeno iz <https://www.gdrc.org/uem/index.html>: <https://www.gdrc.org/uem/lca/lca-define.html> [Sneto s spleta 15. 2. 2023]
- Green Eco-Friend. (2022). *How Eco-Friendly Are Nuts?* Pridobljeno iz <https://greenecofriend.co.uk/>: <https://greenecofriend.co.uk/how-eco-friendly-are-nuts/> [Sneto s spleta 30. 11. 2022]
- GWA. (2023). *Ecotoxicity*. Pridobljeno iz <https://www.wa.gov.au/organisation/department-of-water-and-environmental-regulation>: <https://www.water.wa.gov.au/water-topics/waterways/assessing-waterway-health/ecotoxicity> [Sneto s spleta 9. 1. 2023]
- Harvard Natural Sciences Lecture Demonstrations. (b.d.). *Coke Can Buoyancy*. Pridobljeno iz <https://sciencedemonstrations.fas.harvard.edu/catalog>: <https://sciencedemonstrations.fas.harvard.edu/catalog> [Sneto s spleta 15. 1. 2023]
- IOP Science. (b.d.). *Focus on Transportation and the Environment*. Pridobljeno iz <https://iopscience.iop.org/>: https://iopscience.iop.org/journal/1748-9326/page/Transportation_and_the_Environment [Sneto s spleta 11. 2. 2023]
- Jones, O. (2023). *How Much Methane Do Cows Produce?* Pridobljeno iz <https://petkeen.com/>: <https://petkeen.com/how-much-methane-do-cows-produce/> [Sneto s spleta 20. 11. 2022]
- Kmetijsko gozdarski zavod Ljubljana. (2018). *FiŽOL*. Pridobljeno iz <https://lj.kgzs.si/poljedeljstvo>: <https://lj.kgzs.si/Portals/1/A-Splet2018/2%20Fizol.pdf> [Sneto s spleta 30. 11. 2022]
- Kmetijsko gozdarski zavod Ljubljana. (2021). *NAVADNI LAN (Linninum usitatissimum) pridelava in uporaba*. Pridobljeno iz <https://lj.kgzs.si/poljedeljstvo>: <https://lj.kgzs.si/Portals/1/A-Splet2021/2Navadni%20lan%20pridelava%20in%20uporaba.pdf> [Sneto s spleta 30. 11. 2022]
- Kolednik. (2009). Pridobljeno iz <https://kolednik.wordpress.com/>: <https://kolednik.wordpress.com/neobnovljivi-viri-energije/> [Sneto s spleta 25. 1. 2023]
- Kranjc, D. (2014). *Okoljsko ocenjevanje in razvoj proizvodov in storitev z analizo življenjskega cikla*. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.
- Let's Talk Science. (2020). *Cows, Methane and Climate Change*. Pridobljeno iz <https://letstalkscience.ca/>: <https://letstalkscience.ca/educational-resources/stem-in-context/cows-methane-and-climate-change> [Sneto s spleta 30. 11. 2022]

- Libretexts Biology. (2022). *Biogeochemical Cycles*. Pridobljeno iz <https://bio.libretexts.org/>: [https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Ecology/Environmental_Science_\(Ha_and_Schleiger\)/02%3A_Ecology/2.04%3A_Ecosystems/2.4.03%3A_Biogeochemical_Cycles](https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Ecology/Environmental_Science_(Ha_and_Schleiger)/02%3A_Ecology/2.04%3A_Ecosystems/2.4.03%3A_Biogeochemical_Cycles) [Sneto s spleta 19. 12. 2022]
- Midva kuhava. (2020). *BOMBETKE ZA BURGER*. Pridobljeno iz <https://midvakuhava.si/>: <https://midvakuhava.si/bombetke-za-burger/> [Sneto s spleta 6. 12. 2022]
- Nurpilihan Bafdal, S. D. (2017). *Impact of Water Use on Paprika (*Capsicum annum*) by Using Fertigation and Autopot System Combined with Numerous Growing Media*. Asian Journal of Plant Sciences. [Sneto s spleta 30. 11. 2022]
- PH&G. (b.d.). *How Much Water Do Carrots Need?* Pridobljeno iz <https://peppershomeandgarden.com/>: <https://peppershomeandgarden.com/how-much-water-carrots-need/> [Sneto s spleta 30. 11. 2022]
- PRÉ Sustainability. (2020). *Life Cycle Assessment (LCA) explained*. Pridobljeno iz <https://pre-sustainability.com/>: <https://pre-sustainability.com/articles/life-cycle-assessment-lca-basics/#h-four-steps-of-life-cycle-assessment> [Sneto s spleta 15. 2. 2023]
- Ravnik, M. (1997). *Topla greda : podnebne spremembe, ki jih povzroča človek*. Ljubljana: Prirodoslovno društvo Slovenije.
- Swain, S. (2011). *Your guide to chillies*. Pridobljeno iz <https://www.healthyfood.com/>: <https://www.healthyfood.com/advice/your-guide-to-chillies/> [Sneto s spleta 30. 11. 2022]
- Taylor, E. (2021). *Sorte rdeče paprike*. Pridobljeno iz <https://sl.domesticfutures.com/>: <https://sl.domesticfutures.com/sorta-krasnyh-pertsev-3725> [Sneto s spleta 30. 11. 2022]
- Trajnostna energija. (25. November 2022). *Ogljični odtis*. Pridobljeno iz <http://www.trajnostnaenergija.si/>: <http://www.trajnostnaenergija.si/Trajnostna-energija/Ohranite-okolje-%C4%8Disto/Oglji%C4%8Dni-odtis> [Sneto s spleta 25. 11. 2022]
- Turner, J. (2017). *Grass-fed cows won't save the climate, report finds*. Pridobljeno iz <https://www.science.org/>: <https://www.science.org/content/article/grass-fed-cows-won-t-save-climate-report-finds> [Sneto s spleta 4. 1. 2023]
- Umanotera. (28. November 2022). *Infografika: Podnebne spremembe in projekcije za Slovenijo*. Pridobljeno iz <https://www.umanoleta.org/>: <https://www.umanoleta.org/publikacije/podnebne-spremembe/> [Sneto s spleta 28. 11. 2022]
- UN. (25. November 2022). *What Is Climate Change?* Pridobljeno iz <https://www.un.org/en/>: <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change> [Sneto s spleta 25. 11. 2022]
- Utah State University. (b.d.). *How Much Manure Does Livestock Produce?* Pridobljeno iz <https://www.usu.edu/>: <https://extension.usu.edu/agwastemanagement/manure-management/how-much-manure> [Sneto s spleta 20. 11. 2022]
- Varčujem z energijo. (2015). *Kaj je globalno segrevanje?* Pridobljeno iz <https://www.varcevanje-energije.si/revija-varcujem-z-energijo-zacetna-%7C-zadnji-clanki-na-portalu-%7C-varcevanje-energije.html>: <https://www.varcevanje-energije.si/okolje-in-zdravje/kaj-je-globalno-segrevanje.html> [Sneto s spleta 26. 11. 2022]

Videmšek, M. P. (2019). *Dobavitelji slovenski, meso tudi iz tujine*. Pridobljeno iz <https://www.del.si/>: <https://www.del.si/novice/slovenija/dobavitelji-slovenski-meso-tudi-iz-tujine/> [Sneto s spleta 17. 11. 2022]

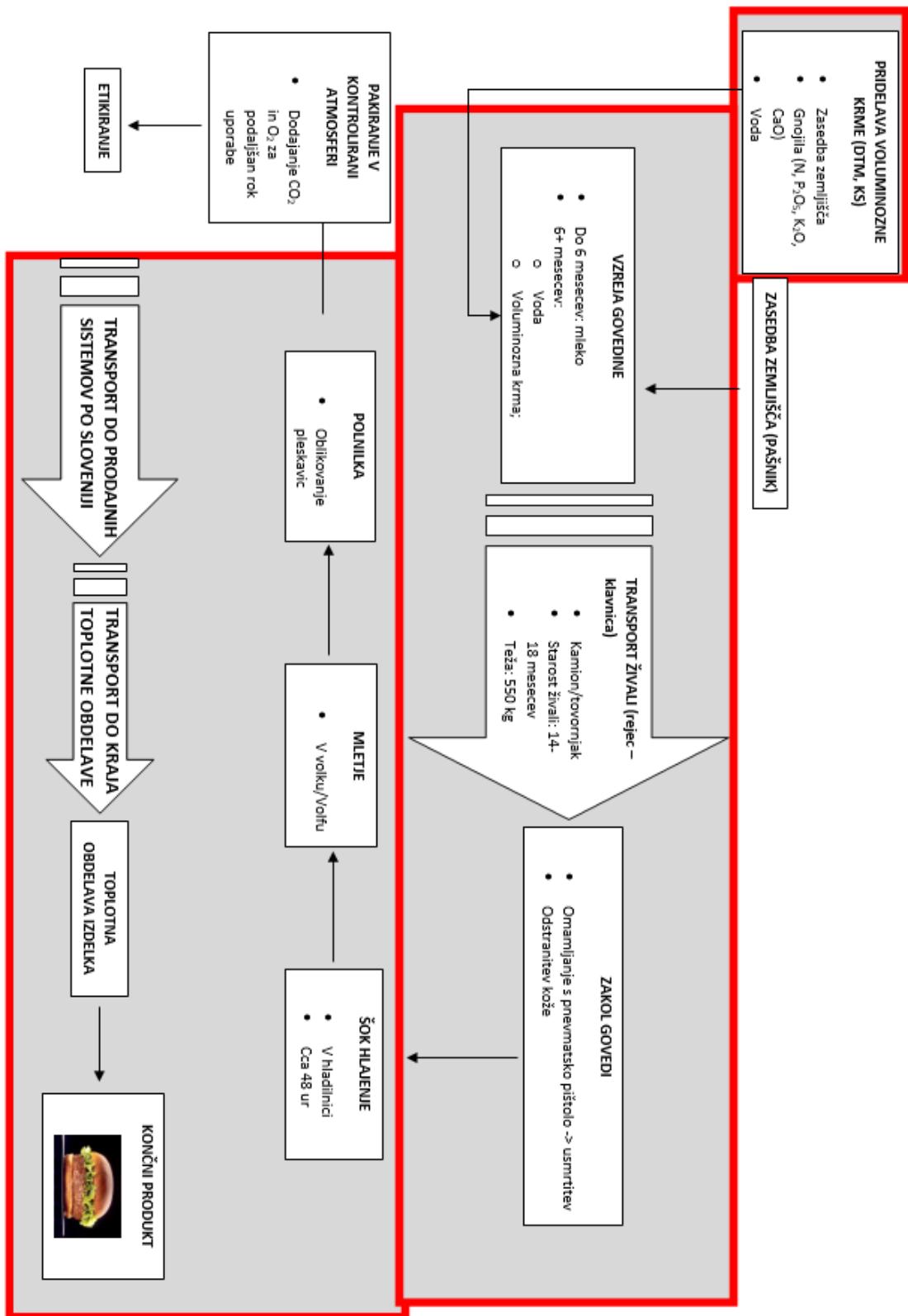
Walz, T. (2015). *Water Requirements for Beef Cattle*. Pridobljeno iz <https://www.unl.edu/>: <https://beef.unl.edu/water-requirements-for-beef-cattle> [Sneto s spleta 20. 11. 2022]

Wikipedia. (2023). *Hamburger*. Pridobljeno iz https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hamburger> [Sneto s spleta 1. 12. 2022]

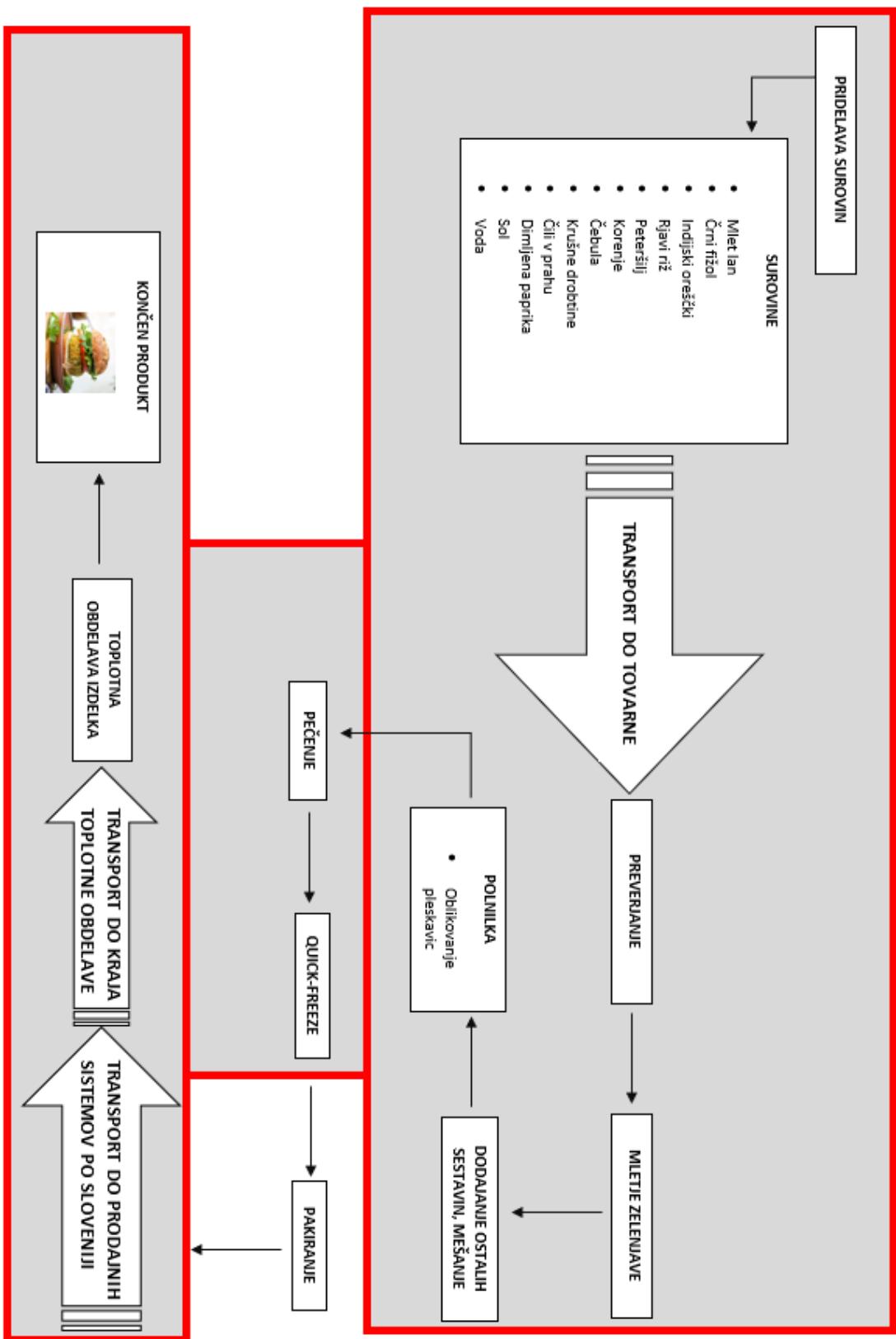
Zelena Ljubljana. (2021). *Kisel dež povzroča okoljske in zdravstvene težave*. Pridobljeno iz <https://www.zelenaljubljana.si/>: <https://www.zelenaljubljana.si/kisel-dez/> [Sneto s spleta 8. 1. 2022]

Zero Waste Scotland. (2021). *Food waste: The environmental impact*. Pridobljeno iz <https://wasteless.zerowastescotland.org.uk/>: <https://wasteless.zerowastescotland.org.uk/food-waste-environmental-impact> [Sneto s spleta 4. 1. 2023]

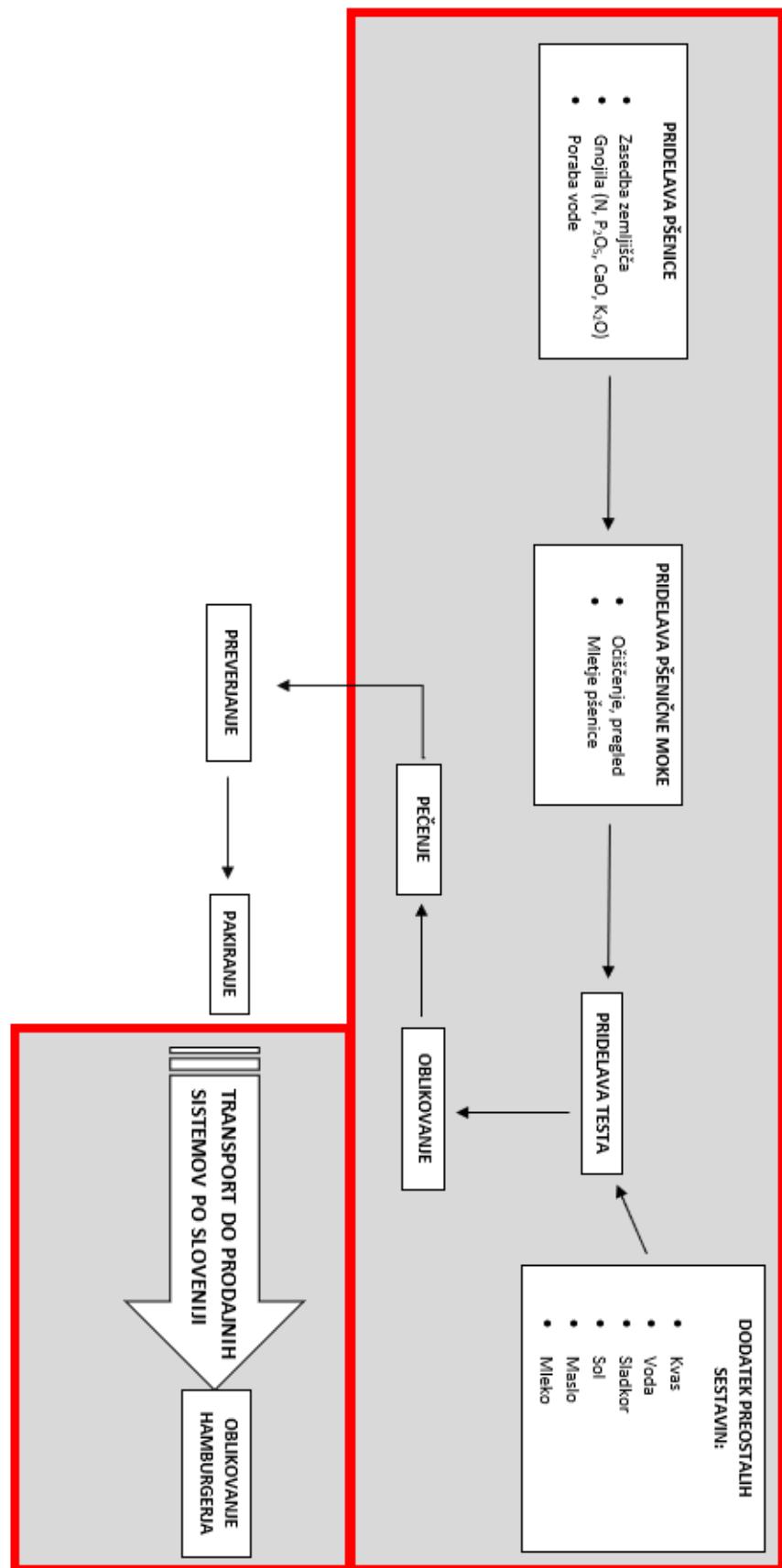
7. PRILOGE



Priloga 1: Shema življenskega cikla govejega mesa



Priloga 2: Shema življenjskega cikla vegetrijanskega mesa



Priloga 3: Shema življenskega cikla bombetk

Goveje meso

Flow

Water, turbine use, unspecified natural origin, SI - Resource

Impact category

Global warming (GWP100a)

Contribution	Process	Amount	Unit
100.00%	P Goveje meso	4842.66603	kg CO2 eq
> 80.12%	P Silage maize, conventional, national average, animal feed, at farm gate, produ...	3879.99876	kg CO2 eq
> 08.21%	P Beled grass, temporary meadow, with clover, Northwestern regions, at feeder ...	397.40082	kg CO2 eq
> 04.91%	P Calcium ammonium nitrate, as N, at plant (WFLDB 3.5) - RER	237.70966	kg CO2 eq
> 03.76%	P market for transport, freight, light commercial vehicle transport, freight, ligh...	182.16819	kg CO2 eq
> 01.94%	P market for electricity, high voltage electricity, high voltage Cutoff, U - SI	93.78992	kg CO2 eq
> 00.87%	P Ammonium nitrate phosphate, as N, at plant (WFLDB 3.5) - RER	41.93306	kg CO2 eq
> 00.11%	P Average mineral fertilizer, as K2O, at regional storehouse/kg - FR	5.50787	kg CO2 eq
> 00.09%	P Average mineral fertilizer, as P2O5, at regional storehouse/kg - FR	4.15776	kg CO2 eq

Priloga 4: Prikaz vpliva proizvodnih procesov govejega mesa na globalno segrevanje pri transportu 100 km

Vegetarijansko meso

Flow

Water, turbine use, unspecified natural origin, SI - Resource

Impact category

Global warming (GWP100a)

Contribution	Process	Amount	Unit
100.00%	P Vegetarijansko meso	1155.73219	kg C...
> 25.18%	P market for electricity, high voltage ...	291.01669	kg C...
> 24.28%	P Beans, consumption mix - FR	280.65990	kg C...
> 17.08%	P Rice, brown, cooked, unsalted, proc...	197.39571	kg C...
> 15.76%	P market for transport, freight, light c...	182.16819	kg C...
> 06.74%	P breadcrumbs production breadcru...	77.94165	kg C...
> 04.04%	P Parsley, fresh, processed in FR Am...	46.71647	kg C...
> 02.59%	P Carrot, raw, processed in FR Ambie...	29.92696	kg C...
> 02.21%	P market for tap water tap water Cu...	25.56395	kg C...
> 01.04%	P Paprika, processed in FR Ambient (...	12.06148	kg C...
> 00.76%	P Onion, raw, processed in FR Ambie...	8.80324	kg C...
> 00.21%	P Salt, white, for human consumption...	2.42328	kg C...
> 00.06%	P Flaxseed crushing, processing - FR	0.74080	kg C...
> 00.03%	P Cashew nut, grilled, salted, processe...	0.31388	kg C...

Priloga 5: Prikaz vpliva proizvodnih procesov vegetarijanskega mesa na globalno segrevanje pri transportu 100 km

Goveje meso 800km

Flow

Fe Water, turbine use; unspecified natural origin, SI - Resource

Impact category

Global warming (GWP100a)

Contribution	Process	Amount	Unit
100.00%	P Goveje meso 800km	5064.75317	kg CO2 eq
> 76.61%	P Silage maize, conventional, national...	3879.99876	kg CO2 eq
> 07.98%	P market for transport, freight, lorry 3....	404.25532	kg CO2 eq
> 07.85%	P Baled grass, temporary meadow, wi...	397.40082	kg CO2 eq
> 04.69%	P Calcium ammonium nitrate, as N, a...	237.70966	kg CO2 eq
> 01.85%	P market for electricity, high voltage ...	93.78992	kg CO2 eq
> 00.83%	P Ammonium nitrate phosphate, as N...	41.93306	kg CO2 eq
> 00.11%	P Average mineral fertilizer, as K2O, at...	5.50787	kg CO2 eq
> 00.08%	P Average mineral fertilizer, as P2O5, ...	4.15776	kg CO2 eq

Priloga 6: Prikaz vpliva proizvodnih procesov govejega mesa na globalno segrevanje pri transportu 800 km

Vegetarijansko meso 800km

Flow

Impact category

Global warming (GWP100a)

Contribution	Process	Amount	Unit
100.00%	P Vegetarijansko meso 800km	1377.81933	kg C...
> 29.34%	P market for transport, freight, lorry 3....	404.25533	kg C...
> 21.12%	P market for electricity, high voltage ...	291.01669	kg C...
> 20.37%	P Beans, consumption mix - FR	280.65990	kg C...
> 14.33%	P Rice, brown, cooked, unsalted, proces...	197.39571	kg C...
> 05.66%	P breadcrumbs production breadcru...	77.94165	kg C...
> 03.39%	P Parsley, fresh, processed in FR Am...	46.71647	kg C...
> 02.17%	P Carrot, raw, processed in FR Ambie...	29.92696	kg C...
> 01.86%	P market for tap water tap water Cu...	25.56395	kg C...
> 00.88%	P Paprika, processed in FR Ambient (...	12.06148	kg C...
> 00.64%	P Onion, raw, processed in FR Ambie...	8.80324	kg C...
> 00.18%	P Salt, white, for human consumption...	2.42328	kg C...
> 00.05%	P Flaxseed crushing, processing - FR	0.74080	kg C...
> 00.02%	P Cashew nut, grilled, salted, processe...	0.31388	kg C...

Priloga 7: Prikaz vpliva proizvodnih procesov vegetarijanskega mesa na globalno segrevanje pri transportu 800 km

Goveje meso 1400km



Priloga 8: Prikaz vpliva proizvodnih procesov govejega mesa na globalno segrevanje pri transportu 1400 km

Vegetarijansko meso 1400km

Flow Water, turbine use, unspecified natural origin, SI - Resource

Impact category Global warming (GWP100a)

Contribution	Process	Amount	Unit
100.00%	P Vegetarijansko meso 1400km	1681.01082	kg C...
> 42.08%	P market for transport, freight, lorry 3....	707.44682	kg C...
> 17.31%	P market for electricity, high voltage ...	291.01669	kg C...
> 16.70%	P Beans, consumption mix - FR	280.65990	kg C...
> 11.74%	P Rice, brown, cooked, unsalted, proc...	197.39571	kg C...
> 04.64%	P breadcrumbs production breadcru...	77.94165	kg C...
> 02.78%	P Parsley, fresh, processed in FR Am...	46.71647	kg C...
> 01.78%	P Carrot, raw, processed in FR Ambie...	29.92696	kg C...
> 01.52%	P market for tap water tap water Cu...	25.56395	kg C...
> 00.72%	P Paprika, processed in FR Ambient (...	12.06148	kg C...
> 00.52%	P Onion, raw, processed in FR Ambie...	8.80324	kg C...
> 00.14%	P Salt, white, for human consumption...	2.42328	kg C...
> 00.04%	P Flaxseed crushing, processing - FR	0.74080	kg C...
> 00.02%	P Cashew nut, grilled, salted, processe...	0.31388	kg C...

Priloga 9: Prikaz vpliva proizvodnih procesov vegetarijanskega mesa na globalno segrevanje pri transportu 1400 km