

# Utjecaj proizvodnje sladoleda na okoliš

---

**Marinić, Valentina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:900321>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-28**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



# **UTJECAJ PROIZVODNJE SLADOLEDA NA OKOLIŠ**

DIPLOMSKI RAD

Valentina Marinić

Zagreb, srpanj, 2021.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Agroekologija

# **UTJECAJ PROIZVODNJE SLADOLEDA NA OKOLIŠ**

DIPLOMSKI RAD

Valentina Marinić

Mentor:

doc.dr.sc. Milna Tudor Kalit

Zagreb, srpanj, 2021.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Valentina Marinić**, JMBAG 0178100624, rođen/a 09.03.1995 u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

### UTJECAJ PROIZVODNJE SLADOLEDA NA OKOLIŠ

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studenta / studentice*



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## IZVJEŠĆE

### O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Valentina Marinić**, JMBAG 0178100624, naslova

#### UTJECAJ PROIZVODNJE SLADOLEDA NA OKOLIŠ

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. doc. dr. sc. Milna Tudor Kalit mentor

\_\_\_\_\_

2. prof. dr. sc. Samir Kalit član

\_\_\_\_\_

3. doc. dr. sc. Aleksandra Perčin član

\_\_\_\_\_

## **Zahvala**

Ovime zahvaljujem ...

## **Sadržaj**

1. Uvod.....	1
2. Utjecaj proizvodnje sirovina na okoliš .....	3
2.1. Utjecaj proizvodnje mlijeka i mliječnih proizvoda na okoliš .....	3
2.1.1. Utjecaj na atmosferu .....	3
2.1.2. Utjecaj na pedosferu .....	5
2.1.3. Utjecaj na hidrosferu .....	6
2.1.4. Potrošnja energije .....	8
2.2. Proizvodnja kakaovca.....	9
2.3. Proizvodnja vanilije .....	10
2.4. Proizvodnja šećera .....	11
2.5. Proizvodnja kokosove palme .....	14
2.6. Proizvodnja palmi uljarica.....	15
3. Utjecaj proizvodnje sladoleda na okoliš .....	19
3.1. Tehnološki procesi proizvodnje sladoleda .....	19
3.1.1. Proizvodnja sladoledne smjese i sladoleda .....	20
3.1.2. Pakiranje .....	21
3.1.3. Čuvanje .....	22
3.1.4. Distribucija.....	24
3.2. Utjecaj proizvodnje sladoleda na okoliš ovisno o vrsti .....	26
3.2.2. Utjecaj na poljoprivredno zemljište (pedosferu).....	27
3.2.3. Utjecaj gospodarenja otpadom.....	27
4. Zaključak .....	29
5. Literatura .....	30
Životopis.....	33

# Sažetak

Diplomskog rada studentice **Valentine Marinić**, naslova

## **Utjecaj proizvodnje sladoleda na okoliš**

Tehnološki procesi proizvodnje hrane mogu imati negativan utjecaj na okoliš. Cilj ovog rada je analizirati utjecaj proizvodnje sladoleda, rastuće grane prehrambene industrije, na okoliš, uključujući i proizvodnju sirovina, skladištenje te transport proizvoda sve do potrošača. Rezultati pokazuju da najveći utjecaj na okoliš u ovome procesu ima proizvodnja sirovina (>70%). Mlijeko kao glavna sirovina za proizvodnju sladoleda ima najveći utjecaj na globalno zagrijavanje, osiromašivanje tla i veliku potrošnju vode te zagađenje voda. Uzgoj kakao zrna ima veliki potencijal globalnog zagrijavanja zbog prenamjene zemljišta. Svaki korak proizvodnje sladoleda utječe na neke segmente u okolišu kao što su: eutrofikacija vode, otisak vode, potrošnja vode, prenamjena zemljišta, globalno zagrijavanje, smanjenje ozonskog omotača, potrošnja energije, gospodarenje otpadom i mnogi drugi. Vrsta sladoleda također ima različit utjecaj na okoliš, pa tako proizvodnja čokoladnog sladoleda u prosjeku ima veći negativan utjecaj na okoliš od proizvodnje sladoleda od vanilije u kategorijama kao što su: eko toksičnost slatke vode i mora, zauzimanje poljoprivrednog zemljišta, iscrpljivanje minerala i potrošnja vode. Tijekom konzumacije jednog od najdražih slastica malo je vjerojatno da potrošači razmišljaju na koje sve načine proizvodnja tog proizvoda utječe na okoliš. S obzirom da proizvodnja sladoleda ne počinje u tvornici sladoleda, već proizvodnjom i transportom sirovina postoji znatan prostor za poboljšanje i napredak svih pojedinačnih procesa *od polja do stola*, kako bi se negativan utjecaj proizvodnje sladoleda na okoliš smanjio.

**Ključne riječi:** sladoled, okoliš, potrošnja energije, globalno zagrijavanje, voda, tlo.



## Summary

Of the master's thesis – student **Valentina Marinić**, entitled

### **Impact of ice cream production on the environment**

Technological processes of food production could have a negative impact on the environment. The aim of this paper is to analyse the impact of ice cream production, a growing branch of the food industry, on the environment, including the production of raw materials, storage and transportation of products to consumers. The results show that the greatest impact on the environment in this process come from the cultivation and production of raw materials (> 70%). Milk, as the main raw material for ice cream production, has the greatest impact on global warming, soil impoverishment and high water consumption, as well as water pollution. Production of cocoa beans has great potential for global warming due to land conversion. Each step of ice cream production affects some segments in the environment such as: water eutrophication, water footprint, water consumption, land conversion, global warming, ozone depletion, energy consumption, waste management and many others. The type of ice cream also has different environmental impacts, so chocolate ice cream production on average has a greater impact on environment than vanilla ice cream production in categories such as: ecotoxicity of fresh water and sea, occupation of agricultural land, mineral depletion and water consumption. While consuming one of their favourite desserts, consumers are unlikely to think about how the production of that product affects the environment. Since ice cream production does not start in an ice cream factory, but by production and transportation of raw materials, there are a lot of possibilities for improvement and progress of all individual processes from field to table, in order to reduce the negative impact of ice cream production on the environment.

**Keywords:** ice cream, environment, energy consumption, global warming, water, soil.

## 1. Uvod

Proizvodnja sladoleda seže u daleku prošlost, u doba kada je Car Neron slao svoje robove u planine po snijeg koji bi pomiješao s raznim voćem i sokovima. Stari Egipćani u sladoledu su uživali tako da su devino mlijeko, vrhnje ili jogurt miješali s kandiranim voćem i orašastim plodovima, a potom smrzavali. Kineski kralj Tang od Shanga miješao je led i mlijeko, a taj ledeni pripravak prvi je probao Marko Polo koji u svome zapisu „Milijun“ opisuje slasticu sličnu današnjem sladoledu koja se posluživala na dvoru Kublaj-kana. Pravi sladoled u Europu donijeli su Arapi koji su za vrijeme svoje vladavine na Siciliji upoznali Talijane s vještinom zamrzavanja sladoledne kreme. Sladoled je postao opće prihvaćen tek nakon 1500. godine, kada je serviran na svadbi Katarine de Medici i francuskog kralja Henryja II. U Ameriku je sladoled dospio tijekom 18. stoljeća, a prvi oglas u kojem se spominje prodaja sladoleda, objavio je londonski ugostitelj Philip Lenzi 1774. u njujorškim novinama. Masovna proizvodnja počela je 1851. godine u Baltimore-u, a Jacob Fussell se smatra „ocem američkog sladoleda“. Prvi sladoled na štapiću koji se zvao Eskimo Bar, smislio je vlasnik slastičarne Chris Nelson iz Lowe, a sladoled na štapiću prelivem čokoladom pojavio se 1934. godine (Katalenić, 2007.). U Hrvatskoj prvi sladoled na štapiću *Snjeguljica* proizveden je 1958. u Zagrebačkoj mljekari (<https://www.ledo.ba/ba/o-nama/povijest>).

Sladoled se danas svakodnevno konzumira širom svijeta, a još uvijek nije u potpunosti poznat utjecaj cjelovitog postupka njegove proizvodnje na okoliš. U prehrambenom sektoru sladoled je jedan od najpopularnijih 'luksuznih' proizvoda u svijetu te bilježi kontinuirani trend porasta proizvodnje. Tržište sladoleda u Velikoj Britaniji u razdoblju od 2015. do 2018. godine bilježilo je porast za 7,4%, a do kraja 2019. prodajna vrijednost sladoleda dosegla je 1,24 milijarde funti (Konstantas i sur., 2018.b). Smrznuti deserti čine 19% ukupne svjetske proizvodnje mlijeka i mliječnih proizvoda, a unutar te skupine sladoled je najzastupljeniji proizvod. Najveći svjetski proizvođač smrznutih deserata je SAD, s više od 60 milijuna litara godišnje. Prema potrošnji smrznutih deserata na prvom mjestu je Novi Zeland s godišnjom potrošnjom većom od 26 L po glavi stanovnika. U Hrvatskoj je potrošnja smrznutih deserata niska i iznosi svega 1,5 L po glavi stanovnika. Sladoled spada u smrznute deserte koji se dijele u pet kategorija: mliječni sladoled, krem sladoled, sladoled, smrznuti aromatizirani desert i smrznuti voćni desert. Sladoled je djelomice ili potpuno zamrznuta namirnica koja se može sastojati od mlijeka ili

mliječnih proizvoda i ne mliječnih sastojaka koji se dodaju u smjesu u svrhu obogaćivanja okusa, arome, boje, mirisa i konzistencije (Božanić, 2012.).

Sladoled od vanilije i čokolade vodeći su okusi, zauzimajući gotovo 36% ukupnog tržišnog udjela, u podjednakom udjelu. Osim varijacija okusa i receptura, sladoled se može podijeliti i u podkategorije poput sladoleda koji se konzumira kod kuće i sladoleda na štapiću koji je namijenjen neposrednoj konzumaciji.

Procjenjuje se da u širem rasponu utjecaja na okoliš hrana čini najmanje 20-30% ukupnog utjecaja u Europi. Sirovine za proizvodnju sladoleda najviše doprinose većini utjecaja (>70%), izuzetak je oštećenje ozonskog omotača koje je uglavnom posljedica hlađenja u maloprodaji (95%). Korištenje zemljišta povezanog s uzgojem kakao zrna za proizvodnju čokoladnog sladoleda povećava potencijal globalnog zatopljenja za 60% u odnosu na sladoled koji ne sadrži kakao. Uzimajući u obzir godišnju potrošnju sladoleda u Velikoj Britaniji, ukupna potrošnja primarne energije za proizvodnju sladoleda čini 3,8% potrošnje energije u cijelom prehrambenom sektoru, dok emisija stakleničkih plinova čini 1,8% (Konstantas i sur., 2018.b). Cilj ovog rada je analizirati utjecaj procesa proizvodnje sladoleda na okoliš, uključujući proizvodnju sirovina te proizvodnju, skladištenje i transport gotovog proizvoda sve do potrošača. U ovome radu pozornost će se posvetiti glavnim sirovinama kao što su: kakao, vanilija, mlijeko, šećer, biljna ulja i masti.

## **2. Utjecaj proizvodnje sirovina na okoliš**

Sladoledna smjesa sastoji se od mliječnih i ne mliječnih sastojaka. Mliječne sastojke čine mliječna mast (~10%) i bezmasna mliječna suha tvar (9-12%), a ne mliječne sastojke čine šećeri i zaslađivači (12-16%), stabilizatori i emulgatori (0,2-0,5%), voda (55-64%), uz mogući dodatak voća, voćnih aroma, jaja, čokolade, vanilije ili nekih drugih dodataka (Božanić, 2012.). Sirovine najviše doprinose većini utjecaja na okoliš (>70%). Potencijal globalnog zagrijavanja vrlo je velik s obzirom na korištenje zemljišta povezanog s uzgojem određenih sirovina (Konstantas i sur., 2018.). Ovdje će se prikazati neki od utjecaja na okoliš tijekom proizvodnje mlijeka i mliječnih proizvoda (maslac, mlijeko u prahu, sirutka u prahu), kakaovca, vanilije, šećera iz šećerne repe i šećerne trske, palme kokosa i palmi uljarica.

### **2.1. Utjecaj proizvodnje mlijeka i mliječnih proizvoda na okoliš**

Ukidanjem kvota za proizvodnju mlijeka 2015. godine u Europi povećala se proizvodnja mlijeka u mnogim europskim zemljama. Povećana proizvodnja rješenje je problema svjetske potražnje za hranom koja je u stalnom porastu, međutim istovremeno se povećava negativan utjecaj na okoliš i održivost mliječne industrije (Finnegan i sur., 2017.). Mliječna industrija uključuje preradu sirovog mlijeka u proizvode kao što su: maslac, sir, jogurt, mlijeko u prahu, sladoled, kondenzirano mlijeko i konzumno mlijeko. Sve navedeno postiže se postupcima kao što su primjerice hlađenje, pasterizacija i homogenizacija, te tijekom proizvodnje nastaju različiti otpadi i nusproizvodi kao što je npr. sirutka. Mliječna industrija ima značajan utjecaj na okoliš (pedosfera, hidrosfera, atmosfera) uključujući uzgoj mliječnih goveda, proizvodnju mlijeka te u konačnici njegovu preradu (European Commission, 2000.).

#### **2.1.1. Utjecaj na atmosferu**

Sustavi proizvodnje mlijeka izvori su emisije stakleničkih plinova, proizvodnje metana, isparavanja amonijaka i ugljičnog dioksida (European Commission, 2000.). Istraživanje provedeno u Švedskoj i Australiji za emisije stakleničkih plinova u proizvodnji konzumnog mlijeka pokazuje da se većina stakleničkih plinova emitira na farmi te je iz Tablice 2.1.1.1 vidljivo da ono iznosi 87% u Švedskoj, a 70% u Australiji (Durham i Hourigan, 2007.). Procjene

su da se atmosferski metan udvostručio od početka 1900-ih, te je odgovoran za 19% globalnog zatopljenja (European Commission, 2000.). Prema FAO 2013. godine jedan od najznačajnijih stakleničkih plinova, u korelaciji s globalnim zagrijavanjem bio je metan i iznosio je 44% svih stakleničkih plinova iz stočarskog sektora (Gantner i sur., 2019.). Mliječna krava u jednoj godini proizvede 120-130 kg metana enteričkom fermentacijom (Durham i Hourigan, 2007.). U 2015. godini metan iz emisije enteričke fermentacije bio je 58,5% od ukupnih emisija, a emisije metana i dušikovog oksida iz stajskog gnoja iznosile su 9,5% (FAO, 2019.).

Tablica 2.1.1.1. Emisija stakleničkih plinova tijekom pojedinih tehnoloških faza u proizvodnji konzumnog mlijeka

Aktivnosti	Emisija stakleničkih plinova	
	Australija	Švedska
Farma	70%	87%
Transport sirovog mlijeka	4%	1%
Proizvodnja	5%	2%
Pakiranje	4%	4%
Transport do prodajnih mjesta	2%	2%
Prodajno mjesto/ potrošač	15%	5%

Izvor: Durham i Hourigan, 2007.

Emisija amonijaka nastaje tijekom skladištenja stajskog gnoja i nanošenjem istoga na obradive površine i travnjake. Amonijak iz svježeg i uskladištenog stajskog gnoja daje 50% odnosno 35% ukupnog izlučenog dušika. Veći rizik od hlapljenja dolazi nakon nanošenja stajskog gnoja na obradive površine i travnjake. Unošenjem stajskog gnoja direktno u tlo smanjuje se emisija amonijaka za 90% (European Commission, 2000.). Isparavanje amonijaka veće je u organskoj proizvodnji nego u konvencionalnoj (Thomassen i sur., 2008.).

Glavni globalni izvor emisije CO<sub>2</sub> je sagorijevanje biomase za stočnu proizvodnju. Prema starijim izvorima emisija CO<sub>2</sub> iz poljoprivrede općenito ne doprinosi značajno stakleničkim plinovima, tako na primjer u Njemačkoj svega 2,4% emisije CO<sub>2</sub> rezultat je poljoprivredne proizvodnje (European Commission, 2000.). Prema podacima iz 2015. godine procjenjuje se da je sektor uzgoja mliječnog goveda emitirao 1.711,8 milijuna tona CO<sub>2</sub> ekvivalenta. U istoj godini emisija CO<sub>2</sub> povećala se za 256 milijuna tona CO<sub>2</sub> ekvivalenta odnosno 18% od 2005. godine, zbog sveukupnog znatnog porasta proizvodnje kao odgovora na međunarodnu potražnju. Emisija CO<sub>2</sub> i N<sub>2</sub>O iz proizvodnje stočne hrane, prerade i transporta u 2015. godini

iznosila je 29,4% i jedna je od tri najveća izvora koji doprinose ukupnom broju emisije stakleničkih plinova iz proizvodnje mlijeka (FAO, 2019.). Sama mliječna industrija prema EIPRO (engl. The EU Environmental Impact of Products) analizi utjecaja proizvodnje na okoliš predstavlja 5% potencijala globalnog zagrijavanja i 4% fotokemijskog potencijala stvaranja ozona u cijeloj EU (Foster i sur., 2006.). U Nizozemskoj je provedeno istraživanje gdje su usporedili konvencionalnu i organsku proizvodnju mlijeka te rezultati za klimatske promjene pokazuju da organska proizvodnja mlijeka više utječe na klimatske promjene od konvencionalne (Thomassen i sur., 2008.).

### 2.1.2. Utjecaj na pedosferu

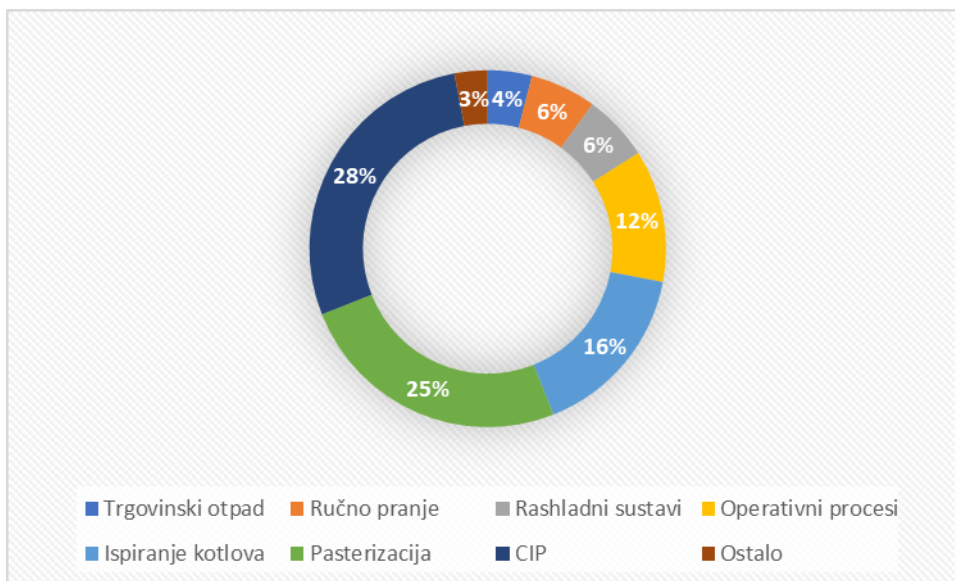
Učinak mliječne industrije na tlo uključuje strukturne, kemijske i ekološke promjene koje su međusobno povezane i utječu na kvalitetu tla. Intenzivna ispaša na pašnjacima povezana je s niskom stopom infiltracije i erozijom tla. Problemi kao što su: gubitak organske tvari, smanjena plodnost tla, ispiranje hranjivih sastojaka i erozija obično se javljaju kod intenzivne poljoprivrede. Ona uključuje smanjeno razlaganje organske tvari životinjskog podrijetla, preopterećenje tla teškom mehanizacijom, upotrebu gnojiva, unošenje u tlo onečišćenja u obliku krmnih ostataka, veterinarskih lijekova i pesticida. Navodnjavanje može izazvati povećanu koncentraciju soli na površini tla, što može dovesti do gubitka plodnosti ili erozije tla. Na kruženje hranjivih tvari utječe sve što se unosi u tlo i koristi na farmi: režim hranjenja, hrana za životinje, skladištenje i upotreba stajskog gnoja. Glavna hranjiva su dušik, fosfor i kalij, oni se na farmi ispuštaju u zrak i tlo na različitim mjestima. Ako su hranjiva topiva u vodi ili dobro pokretna kao dušik, kalij ili neki od oblika fosfora mogu dospjeti u širu okolinu i na taj način ju onečistiti. Manje pokretna i/ili netopiva hranjiva poput netopivog fosfata ostaju u tlu mijenjajući njegove karakteristike. Krmni koncentracije koji se koriste za hranidbu mliječnih goveda sadrže fitotoksične teške metale poput bakra, cinka i kadmija koji se nakupljaju u tlu. Veterinarski lijekovi ostaju u balegi i utječu na faunu te predstavljaju potencijalnu opasnost za populacije ptica. Upotreba herbicida također može predstavljati problem s vodotokovima i zalihama podzemne vode (European Commission, 2000.). Gubici nitrata koji se javljaju na farmi iznose oko 90% za sezonski pašni sistem, a samo 30% za zatvoreni sustav proizvodnje mlijeka (Bava i sur., 2014.). U Nizozemskom istraživanju provedenom 2008. godine gdje se uspoređivala konvencionalna i organska proizvodnja mlijeka prikazano je da nema velikih

razlika u potencijalu zakiseljavanja između organske i konvencionalne proizvodnje mlijeka (Thomassen i sur., 2008.).

### 2.1.3. Utjecaj na hidrosferu

Prehrambena industrija ima najveću potrošnju vode i jedna je od najvećih proizvođača otpadnih voda po jedinici proizvodnje, te osim toga stvara i veliku količinu mulja tijekom bioloških tretmana. Mliječna industrija jedan je od sektora koji koristi veliku količinu vode, primarno za pranje i čišćenje, primjerice silosa, spremnika, homogenizatora, cijevi, izmjenjivača topline i druge opreme (grafikon 2.1.3.1) te stoga generiraju značajne količine tehnoloških otpadnih voda s velikim organskim opterećenjem. Finnegan i sur. (2017.) navode da je prosječna potrošnja vode u 2008. godini iznosila 2,5 L po litri prerađenog mlijeka. Nešto nižu potrošnju vode navode Durham i Hourigan (2007.), 1,44 - 1,64 L vode po litri sirovog mlijeka prerađenog u konzumno mlijeko, sir ili mlijeko u prahu (Tablica 2.1.3.1).

Organsko opterećenje u osnovi se sastoji od mlijeka (sirovine) što rezultira otpadnim vodama s visokim razinama kemijske potrošnje kisika (KPK), biokemijske potrošnje kisika (BPK), uljima, mastima, dušikom i fosforom. Otpadne vode podrijetlom iz sustava automatskog čišćenja (CIP, engl. Clean-In-Place) varijabilnih su pH vrijednosti ( 1,0 - 13,0) što komplicira odabir tehnologije za obradu otpadnih voda. Često se koristi tehnologija „end-of-pipe“ kojom se postižu standardi za ispuštanje u okoliš (Singh i sur., 2014.). Iz Grafikona 2.1.3.1 vidljivo je da CIP sustav za ispiranje zahtjeva najveću potrošnju vode u odnosu na druge tehnološke procese tijekom prerade mlijeka.



Grafikon 2.1.3.1. Potrošnja vode tijekom provedbe pojedinih tehnoloških procesa u preradi mlijeka

Izvor: Durham i Hourigan, 2007.

Tablica 2.1.3.1. Potrošnja vode za proizvodnju različitih mliječnih proizvoda kao sirovina u proizvodnji sladoleda

Potrošnja vode (L/L mlijeka)			
Proizvodi	Minimalno	Maksimalno	Prosjek
Obično i aromatizirano mlijeko	1,05	2,21	1,44
Sir, proizvodi od sira i sirutke	0,64	2,90	1.64
Mlijeko u prahu	0,07	2,70	1,52

Izvor: Durham i Hourigan, 2007.

Najčešće korištene kemikalije tijekom čišćenja mljekarske opreme su sumporna kiselina, natrijev hidroksid, aluminijski sulfat i dušična kiselina. Utvrđena je povezanost pročišćavanja otpadnih voda sa potencijalom globalnog zatopljenja (GWP; engl. Global Warming Potential) te iznosi 4,43 kg CO<sub>2</sub> ekvivalentno metru kubnom (m<sup>3</sup>) pročišćene otpadne vode (Finnegan i sur., 2017.). Prema nekim istraživanjima vodeća razina koncentracije nitrata (25 mg/L) odvodi se u podzemne vode ispod čak 85% Europskog poljoprivrednog zemljišta, a problem se pogoršava na zemljištima gdje se životinje intenzivno uzgajaju. Onečišćenje površinskih voda također je problem u mnogim područjima te uzrokuje lokaliziranu eutrofikaciju i cvjetanje algi (European Commission, 2000.). Istraživanja su pokazala da je potencijal eutrofikacije za Švedsku proizvodnju između 2,120 g i 2,75 g ekvivalenta O<sub>2</sub> po kg korigirane energije mlijeka (ECM; engl. Energy Corrected Milk) odnosno za Britansku proizvodnju 6,4 g ekvivalenta PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>.



Mliječna industrija prema EIPRO analizi predstavlja 10% potencijala eutrofikacije (Foster i sur., 2006.). U Nizozemskoj je napravljena usporedba konvencionalne i organske proizvodnje mlijeka te je utvrđeno da je potencijal eutrofikacije veći kod konvencionalne proizvodnje. Višak dušika i fosfora po hektaru veći je kod konvencionalne (222,9 kg N/ha/godišnje i 36,1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/godišnje) nego kod organske (103,8 kg N/ha/godišnje i 7,0 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/godišnje) proizvodnje. Neto faktor ispiranja dušika veći je za konvencionalnu proizvodnju (0,37 kg N/ha/godišnje) nego za organsku (0,25 kg N/ha/godišnje) (Thomassen i sur., 2008.).

#### 2.1.4. Potrošnja energije

Mliječna industrija manje je energetska učinkovita od biljne proizvodnje (European Commission, 2000.). Rezultati istraživanja provedenog u Nizozemskoj pokazali su kako konvencionalna proizvodnja mlijeka troši više energije od organske (Thomassen i sur., 2008.). Velike tvornice za preradu mlijeka troše značajne količine energije za preradu, pakiranje i transport mliječnih proizvoda. Električna energija se koristi za rad strojeva, hlađenje, ventilaciju i osvjetljenje. Potrošnja energije ovisi i o vrsti proizvoda koji se proizvodi. Proizvodnja koja uključuje sušenje mlijeka i sirutke energetska je zahtjevnija od proizvodnje konzumnog mlijeka, što je vidljivo iz Tablice 2.1.4.1 (Durham i Hourigan, 2007.). Tijekom prerade sirovog mlijeka pasterizacija i koncentriranje dvije su tehnološke faze koje zahtijevaju najveći utrošak energije (Tablica 2.1.4.2). U proizvodnji mlijeka u prahu najveći potrošač električne energije je sušilica (24%), dok su najveći potrošači toplinske energije također sušilica (52%) i isparivač (39%). U proizvodnji maslaca najveći potrošač električne energije je hlađenje tijekom skladištenja (39%), a najveći potrošači toplinske energije su: pasterizator (56%), sustav automatskog čišćenja (CIP) (22%) i unos/ odvajanje/ skladištenje sirovog mlijeka (22%). Potrošnja energije tijekom proizvodnje mlijeka u prahu u prosjeku doprinosi 89% ukupnog potencijala globalnog zatopljenja i 86% ukupnog zakiseljavanja tla, a proizvodnja maslaca u prosjeku doprinosi 78% ukupnog potencijala globalnog zatopljenja i 69% ukupnog zakiseljavanja tla (Finnegan i sur., 2017.). Proizvodnja mliječnih proizvoda s visokim udjelom mlijeka u prahu može biti itekako značajna u potrošnji energije i mogućem potencijalu globalnog zatopljenja jer su energetske potrebe za sušenjem mlijeka visoke (Foster i sur., 2006.).

Tablica 2.1.4.1. Potrošnja energije tijekom proizvodnje različitih mliječnih proizvoda kao sirovina u proizvodnji sladoleda

<b>Proizvod</b>	<b>Potrošnja električne energije (GJ/t)</b>	<b>Potrošnja goriva (GJ/t)</b>
Konzumno mlijeko	0,20	0,46
Sir	0,76	4,34
Mlijeko u prahu	1,43	20,60
Maslac	0,71	3,53

Izvor: Durham i Hourigan, 2007.

Tablica 2.1.4.2. Potrošnja energije tijekom pojedinih tehnoloških faza u preradi sirovog mlijeka

<b>Procesi</b>	<b>Para (kW/kg)</b>	<b>Električna energija (kW/kg)</b>
Skladištenje	-	0,01166
Homogenizacija	-	0,00647
Pasterizacija	0,0592	-
Obiranje	-	0,000972
Koncentriranje	0,09111	0,019445

Izvor: Konstantas i sur., 2018.b

## 2.2. Proizvodnja kakaovca

Kakaovac se uglavnom uzgaja oko ekvatora u vlažnim klimatskim uvjetima (Obala Bjelokosti 30%, Indonezija 20%, Gana 16%, Nigerija 9%, Brazil 5% i Ekvador 3%) (Konstantas i sur., 2018.a). Optimalni uvjeti za rast kakaovca su 20-30°C i 1.500-2.500 mm padalina godišnje, te 2000 sunčanih sati godišnje. Kakaovac pripada porodici *Malvaceae* i postoje četiri glavne komercijalne sorte kakaovca, a to su: *Criollo cocoa* (5% svjetske proizvodnje), *Forastero cocoa*, *Nacional cocoa* i *Trinitario cocoa* (Goff i Hartel, 2013.). Godišnja proizvodnja zrna kakaovca u 2016. godini iznosila je 4,25 milijuna tona (Konstantas i sur., 2018.a). Istraživanje provedeno u Gani daje podatke kako Gana godišnje proizvodi oko 700 000 tona zrna kaka. Projekt suzbijanja bolesti i štetočinja pokrenut je 2001. godine kako bi se smanjio pad proizvodnje. Sukladno tome povećala se proizvodnja kaka sa 340.562 tona u 2001. godini na 496.846 tona u 2002. godini te na 736.000 tona u 2003. godini. Povećao se i postotak lokalno prerađenih mahuna kakaovca s 20% na 35%. Proizvodnja kakaovca utječe na globalno zatopljenje, eutrofikaciju, stvaranje ozona i ekotoksičnost. Prema istraživanju proizvodnja i upotreba gnojiva te pesticida glavni je uzrok okolišnog opterećenja u fazi proizvodnje kakaovca. Iscrpljivanje ozonskog sloja uzrokovano je emisijom halogena i klorofluorogljikovodika tijekom proizvodnje pesticida. Eutrofikacija je izazvana uglavnom istjecanjem hranjivih sastojaka tijekom uzgoja i emisije fosfata iz proizvodnje fosfornih gnojiva. Faza proizvodnje kakaovca stvara velike količine čvrstog otpada u obliku ljuske mahuna, one čine oko 67% svježe mase mahune kakaovca. Ljuske izazivaju problem za odlaganje i postaju značajan izvor bolesti kada se koriste kao malč unutar nasada (Ntiamoah i Afrane, 2008.). Isto tako krčenje šuma i prenamjena zemljišta utječu na gubitak bioraznolikosti i na globalne klimatske promjene (Konstantas i sur., 2018.a). U industrijskoj preradi kakaovca najveći izvori utjecaja na okoliš su: potencijal zakiseljavanja (96,47%), fotokemijski potencijal stvaranja ozona (95,84%), potencijal globalnog zagrijavanja (80,89%) i potencijal abiotskog iscrpljivanja (76,35%). Za proizvodnju 1kg kakaovca potencijal zakiseljavanja je 8.4237 kg ekvivalenta SO<sub>2</sub>, potencijal eutrofikacije iznosi 1.0476 kg ekvivalenta PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, potencijal globalnog zatopljenja je 3.2286 kg ekvivalenta CO<sub>2</sub>. Tijekom proizvodnje kaka utvrđena je potrošnja fosilnih goriva u kotlovima i pržionicama kao glavni uzroci negativnog utjecaja na okoliš (Ntiamoah i Afrane, 2008.).

### 2.3. Proizvodnja vanilije

Vanilija se uzgaja u umjereno toploj vlažnoj klimi gdje godišnja količina padalina iznosi između 190 i 230 cm. Prosječna minimalna temperatura je 24°C, a maksimalna je 30°C (Goff i Hartel, 2013.). Postoji preko 50 vrsta vanilije koje pripadaju porodici orhideja (*Orchidaceae*) ali samo se tri vrste komercijalno koriste i to su: *Vanilla planifolia*, *V. tahitensis* i *V. pompona* (Clarke, 2004.). Godišnja proizvodnja mahune vanilije u 2009. godini iznosila je 9.800 tona, od toga je Indonezija proizvela 58%, Madagaskar 23%, Kina 9% i Meksiko 2%. Suprotno tome, 2005. godine zbog promjena na tržištu proizvodnje, Madagaskar je bio vodeći proizvođač vanilije sa 60% globalne proizvodnje, zatim Indonezija sa 25% te Kina i Meksiko sa 10% odnosno 2%. Za dobivanje 1 kg vanilije potrebno je 5 kg zelene neosušene mahune (Goff i Hartel, 2013.). Vanilija je penjačica te tako treba imati neku vrstu potpornja po kojem će se penjati, iz tog razloga za uzgoj vanilije nije potrebno krčenje šuma i prenamjena zemljišta (Munshi i Kramer, 2020.).

## **2.4. Proizvodnja šećera**

Za proizvodnju šećera koriste se razne sirovine kao što su šećerna repa i šećerna trska te njihov uzgoj i proizvodnja značajno utječu na pedosferu. Šećerna trska je polugodišnja kultura čiji prosječni prinos iznosi 60-100 tona po hektaru godišnje. U sustavima upravljanja bez sagorijevanja prije berbe količina slame odgovara oko 140 kg suhe tvari po toni stabljike (Cardoso i sur., 2017.). Upotrebom dušičnih gnojiva u uzgoju šećerne trske dolazi do smanjenja pH tla (zakiseljavanje tla). Tako se u Novoj Gvineji pH vrijednost tla u samo šest godina uzgoja smanjila sa 6,5 na 5,8, na Fidžiju sa 5,5 na 4,6 te na Filipinima sa 5,0 na 4,7. Smanjenje pH vrijednosti tla uglavnom je posljedica korištenja gnojiva kao što su ureja i amonijevi fosfati, zajedno s ispiranjem nitrata do kojeg dolazi uslijed obilnih kiša. Jednako tako, posljedica smanjenja pH tla može biti i bolja topljivost, bioraspoloživost i mobilnost teških metala te se samim time oni mogu transportirati do podzemnih voda. Također dolazi do gubitka plodnosti i pada produktivnosti tla. Bioakumulacija teških metala u vodi može rezultirati njihovim prenošenjem u prehrambeni lanac. Prisustvo dušika i fosfata u vodenim sustavima dovodi do velikog razmnožavanja algi i drugih vodenih korova kao što je vodeni zumbul, koji ima štetne učinke na kakvoću vode (Omwoma i sur., 2014.).

Šećerna repa je dvogodišnja kultura, pripada porodici loboda (*Chenopodiaceae*). Danas se šećerna repa proizvodi najviše u europskim zemljama. Najveće kvote za proizvodnju šećerne repe 2006. i 2009/10. godine imale su: Njemačka sa 3.416,896 tona odnosno 2.898,256 tona, Francuska sa 3.288,747 tona odnosno 2.956,787 tona, njih slijedi Italija, Poljska i Ujedinjeno kraljevstvo sa više od milijun tona šećerne repe. Šećerna repa se proizvede u 19 zemalja EU, u Francuskoj ima 27 000 uzgajivača šećerne repe, u Njemačkoj 7000, Italiji 6000, Španjolskoj i Austriji 600, a Slovačka i Mađarska imaju 200 uzgajivača šećerne repe (European Commission, 2019.). U Velikoj Britaniji šećerna repa je važna kultura unutar plodoreda sa pšenicom, ječmom pa čak i krumpirom. Površina koja je 2003. godine bila pod šećernom repom u Velikoj Britaniji je 169 000 hektara. Utjecaj uzgoja šećerne repe na okoliš prikazuje se preko eko toksičnosti pesticida, ispiranja nitrata i denitrifikacijom, te utrošenom energijom. Ocjena ekotoksičnosti pesticida u prosjeku iznosi 26 (0-60) što se tumači kao relativno niska ekotoksičnost. Gubitak dušika (N) ispiranjem ovisno o istraživanju iznosi od 3,3 kg N/ha do 65 kg N/ha. Gubitak N denitrifikacijom veći je od gubitka N ispiranjem i iznosi od 15,2 kg N/ha do 55,7 kg N/ha. Prosječni unos energije za usjev šećerne repe iznosi od 19,8 GJ/ha do 21,4 GJ/ha, odnosno od 0,26 GJ/t do 0,56 GJ/ t. Jedan od najvećih pojedinačnih ulaza energije je ishrana usjeva odnosno proizvodnja anorganskih gnojiva. Ishrana usjeva čini 18-50% ukupnog unosa

energije za 12-43% GWP-a (Tzilivakis i sur., 2005.). Šećerna industrija i sama prerada sirovine u šećer utječe na okoliš tekućim otpadom, emisijama plinova, zagađenjem krutim otpadom i bukom. Indija se smatra domom šećerne trske i šećera, s proizvodnjom su krenuli davnih 1930-ih godina. U cijeloj zemlji imaju oko 540 tvornica šećera te se smatraju najvećim pojedinačnim proizvođačem šećera. Površina koje je pod šećernom trskom u Indiji je 4,36 milijuna hektara, proizvodnja šećerne trske iznosi 281, 57 milijuna tona, a prinos je 64,6 t/ha, dok je prosječni dnevni kapacitet proizvodnje 3343 tone, a ukupna količina proizvedenog šećera je 20,14 milijuna tona. U proizvodnji mlinovi za šećernu trsku troše oko 2000 litara vode i stvaraju oko 1000 litara otpadne vode po toni mljevene šećerne trske. U sastavu otpadne vode nalaze se otpadne vode od kondenzata, pranja poda, sok šećerne trske, sirup te melasa u efluentu. Otpadna voda iz mlina ima biokemijsku potrošnju kisika od oko 1500 mg/L. Otpadna voda takvih svojstava na početku se čini čistom, ali s vremenom i dužinom stajanja počinje poprimati neugodan miris. Kada se nepročišćena otpadna voda ispusti u vodotoke dolazi do iscrpljivanja kisika te ugrožava život unutar vodotokova. Također, ako se nepročišćena otpadna voda ispusti na površinu tla dolazi do začepjenja pora u tlu. Većina tvornica koriste bagasu (zaostala suha vlakna šećerne trske) kao gorivo u kotlovima koji kao nusprodukt ispuštaju čestice letećeg pepela i dušikove okside u zrak. Kruti otpad koji proizvode mlinovi su mulj od vapna i mlazno blato. Za pročišćavanje soka šećerne trske od prljavština organskog podrijetla i drugih nečistoća koristi se vapneno mlijeko koje stvara vapneni mulj (Solomon, 2005.). Istraživanje provedeno u Bangladešu o utjecaju šećerne industrije na okoliš došlo je do slijedećih rezultata. Prema odjelu za okoliš (DoE) standard pH efluenta treba biti u rasponu od 6-9 na mjestu ispuštanja, on nakon pokretanja mlina iznosi od 5,42 do 7,07 što ne odgovara standardu. Prije pokretanja mlina efluent sadrži 383 ppm ukupno otopljene krutine, a nakon pokretanja mlina sadrži 789 ppm. Električna vodljivost otpadnih voda trebala bi biti 1200  $\mu\text{s/cm}$ , no nakon pokretanja mlina ona iznosi u prosjeku oko 1416  $\mu\text{s/cm}$ . Nakon pokretanja mlina na mjestu ispuštanja otpada sadržaj otopljenog kisika u efluentu iznosi 0-1,2 mg/L što pokazuje da je voda bila bogata organskim zagađivačima, s obzirom da je standard otopljenog kisika u efluentu prema DoE 4,5-8,0 mg/L. Biokemijska potrošnja kisika (BPK) prema standardu DoE treba biti 50 mg/L, no nakon pokretanja mlina u otpadnim vodama iznosi 67,7-73,2 mg/L. Kemijska potrošnja kisika (KPK) označava toksično stanje i prisutnost bioloških otpornih organskih tvari. Prema standardu DoE KPK efluenta treba biti 200 mg/L, a on nakon pokretanja mlina iznosi 1146,4- 1631,2 mg/L što ukazuje da otpadne vode iz industrije šećera

oslobađaju veliku količinu kemikalija koje zahtijevaju kisik. U tablici 2.4.1 prikazani su standardi prema DoE i rezultati nakon pokretanja mlina za natrij, kalij, kalcij, magnezij, klorid, bikarbonat, sulfat, ortofosfat i nitrat u otpadnim vodama (Salequzzaman i sur., 2008.).

Tablica 2.4.1. Standardi DoE i rezultati nakon pokretanja mlina za šećernu trsku

	<b>Natrij (Na<sup>+</sup>)</b>	<b>Kalij (K<sup>+</sup>)</b>	<b>Kalcij (Ca<sup>2+</sup>)</b>	<b>Magnezij (Mg<sup>2+</sup>)</b>	<b>Klorid (Cl<sup>-</sup>)</b>	<b>Bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>	<b>Sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)</b>	<b>Ortofosfat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)</b>	<b>Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>
Standard prema DoE	6,3 mg/L	2,3 mg/L	15 mg/L	4,1 mg/L	7,8 mg/L	58,4 mg/L	11,2 mg/L	13,65 mg/L	10 mg/L
Nakon pokretanja mlina	20,36 mg/L	91-96 mg/L	147-160 mg/L	51-55 mg/L	21,5-23 mg/L	425-440 mg/L	15-16,5 mg/L	22,70-23,75 mg/L	4,85-5,3 mg/L

Izvor: Salequzzaman i sur., 2008.

DoE – odjel za okoliš

## 2.5. Proizvodnja kokosove palme

Kokos je plod kokosove palme (*Cocos nucifera*) iz porodice *Arecaceae*. Postoje dvije značajne klasifikacije kokosa, a to su visoki i patuljasti kokos. Kokosova palma jedna je od najkorisnijih palmi u svijetu. Svaki dio drveta palme može se iskoristiti primjerice za hranu, lijekove, gorivo, građevinski materijal, piće, namještaj, ukrasni materijal, kozmetiku i drugo. Kokos vrlo važna kultura te se uzgaja u više od 93 zemlje svijeta. Na Filipinima postoji 3,5 milijuna proizvođača kokosa. Zemljište koje je na Filipinima pod palmama kokosa 2016. je naraslo za 1,35% odnosno za 3,565 milijuna hektara. Uzgoj kokosa zahtjeva dobru drenažu tla i može se prilagoditi raznim tipovima tala (Gurbuz i Manaros, 2019.). Na Šri Lanki neki od glavnih proizvoda dobivenih iz kokosove palme su: kokosovo ulje, sušeni kokos, ugljen i aktivni ugljen, kokosova vlakna i kora. Kokosovo ulje dobiva se iz kobre, osušene jezgre kokosa (Wickramasinghe, 2010.). Istraživanje na Filipinima otkrilo je da proizvodi ili nusprodukti prerade kokosa imaju minimalan utjecaj na okoliš, međutim uzgoj kokosa kao monokulture zahtjeva velike količine vode za navodnjavanje, prenamjenu zemljišta i upotrebu gnojiva. Povrh toga postoji problem sa smanjenjem bioraznolikosti na područjima gdje je kokos monokultura. Kako stablo kokosa stari tako mu rodnost pada te poljoprivrednici koriste sve više kemijskih gnojiva kako bi potakli rodnost, a takva praksa ugrožava pedosferu, hidrosferu i atmosferu (Gurbuz i Manaros, 2019.).

## **2.6. Proizvodnja palmi uljarica**



Svjetska proizvodnja jestivog ulja iznosi 86,4 milijuna tona od toga je 85,2 milijuna tona biljnog ulja (Arienzo i Violante, 2007.). Palme uljarice autohtona su kultura koja se uzgaja u zapadnoj Africi. Palmino ulje jedno je od vodećih biljnih ulja na svjetskoj razini. Ono čini četvrtinu svjetske potrošnje biljnih ulja i približno 60% međunarodne trgovine biljnim uljima. Procjenjuje se da se 74% palminog ulja koristi u proizvodnji prehrambenih proizvoda, a 24% za industrijske svrhe. Kapacitet proizvodnje palmi uljarica skočio je za 128% i porastao za 58 milijuna tona godišnje tijekom posljednjeg desetljeća zbog povećanja ljudske populacije i potrošnje nafte (Ferdous Alam i sur., 2015.). Prema podacima iz 1998. godine proizvodnja palminog ulja u jugoistočnoj Aziji bila je 14,95 milijuna tona godišnje, a od toga Malezija doprinosi sa 8,6 milijuna, Indonezija sa 5,9 milijuna, te Tajland sa 0,45 milijuna tona (Arienzo i Violante, 2007.). Pretpostavlja se da je proizvodnja biljnog ulja glavni uzrok globalnog gubitka biološke raznolikosti i emisije stakleničkih plinova uzrokovane prenamjenom zemljišta. Nastavkom porasta ljudske populacije pretpostavlja se da će svjetska potrošnja biljnih ulja narasti sa sadašnje razine od 205 milijuna na 340 milijuna do 2050. godine (Beyer i sur., 2020.). Utjecaj proizvodnje palmi uljarica i palminog ulja na okoliš utječe krčenjem šuma, gubitkom biološke raznolikosti, prenamjenom tresetnog zemljišta, emisijom stakleničkih plinova, onečišćenjem zraka i zagađenjem vode (European Commission, 2016.). Iako je utjecaj palmi uljarica po hektaru velik, njezin visoki prinos i do deset je puta veći od njenih alternativnih usjeva, što znači da je za proizvodnju određene količine ulja potrebno obraditi relativno male površine. To bi potencijalno moglo rezultirati manjim ukupnim utjecajem na okoliš u usporedbi s usjevima koji imaju niži prinos (Beyer i sur., 2020.). Prema podacima samo su Indonezija i Malezija povećale površine uzgoja palmi uljarica sa 2,6 milijuna hektara iz 1990. godine na više od 15 milijuna hektara 2014. godine. Studije istraživanja plantaža u dvadeset zemalja pokazale su da je 45% plantaža palmi uljarica u jugoistočnoj Aziji na području gdje su 1989. godine bile šume. U Indoneziji i Maleziji procjene su da je 54% odnosno 40% plantaža na području nekadašnjih šuma. U južnoj Americi to je 31%, u srednjoj Americi 2% i u Africi 7%. Studija latinske Amerike dala je procjene da su 79% površina na kojima se uzgajaju palme uljarice prije bile pod nekim proizvodnim sustavom, a samo 21% površina bilo je pod šumama. Prema ovim podacima ne čudi gubitak biološke raznolikosti koji je povezan s krčenjem šuma i prenamjenom zemljišta te gubitkom prirodnog staništa za brojne vrste uslijed komercijalne poljoprivredne proizvodnje palminog ulja. Prema procjenama ostalo je još oko 36% močvarnih šuma treseta, a samo ih je 9% zaštićeno. Treset sadrži visok udio ugljika. Jednom kada se

drenira organska tvar oksidacijom rezultira emisijom ugljičnog dioksida, a drenirani treset je lako zapaljiv. Jednom zapaljeni treset može gorjeti mjesecima ili čak godinama. Stoga uzgoj palmi uljarica na tresetištima je specifično i rezultira krčenjem šuma, smanjenjem biološke raznolikosti, izgaranjem i emisijom stakleničkih plinova zbog prenamjene zemljišta. Do 2006. godine površina od 222 000 hektara palmi uljarica bila je na tresetištima što je povećanje od preko 18 000 hektara u odnosu na 2002. godinu. Ova prenamjena zemljišta doprinijela je gubitku oko 140 milijuna tona nadzemnog ugljika iz biomase i godišnjim emisijama od oko 4,6 milijuna tona podzemnog ugljika od oksidacije treseta. Procjenjuje se da su između 1997. i 2006. godine požari na tresetištima uzrokovali prosječne godišnje emisije ugljičnog dioksida od 1.400 milijuna tona od čega 90% potječe iz Indonezije što je ekvivalentno gotovo 8% globalnih emisija izgaranjem fosilnih goriva. Kada se uključe emisije oksidacijom treseta i krčenjem šuma, otprilike 3.750 - 5.400 tona ugljičnog dioksida emitirat će se za svaki hektar tresetišta pretvorenog u plantaže palmi uljarica tijekom sljedećih 25 godina. Procjenjuje se da bi trebalo više od 600 godina da se uštedom korištenja biogoriva nadoknadi ugljik izgubljen prenamjenom močvarnih šuma treseta u plantaže palmi uljarica ili drugih usjeva. Zagađenje zraka tijekom uzgoja palmi uljarica očituje se u izmaglici koja se sastoji od čestica zraka, finih PM<sub>2,5</sub> i ultrafinih PM<sub>10</sub> čestica generiranih iz požara. Glavni izvori izmaglice su požari započeti kako bi se očistilo zemljište posebno tresetišta za plantaže. Izmaglica utječe na zdravlje ljudi posebno na respiratorne bolesti i pogoršanje postojećih stanja srca i pluća. Tijekom uzgoja palmi uljarica koristi se gnojivo jednom ili dva puta godišnje. Značajni gubici hranjivih sastojaka iz tla rezultat su otjecanja, erozije i ispiranja hranjiva u podzemne ili površinske vode. Prosječno se 2 do 15,6% primijenjenog dušičnog gnojiva gubi otjecanjem, a 0,5 do 6,2% erozijom. Za kalij kombinirani gubici iznose od 0 do 15,4%. Gubici dušika zbog ispiranja iznose 1,0 – 4,8% primijenjenog gnojiva, te se povećavaju na 10,9 – 26,5% u nezrelim nasadima s ekvivalentnim gubicima kalija od 2,7 do 10,0%. Izmjerene koncentracije ispranog amonijaka, nitrata i kalija u podzemnim vodama nisu premašile standarde kvalitete Svjetske zdravstvene organizacije u jednoj od rijetkih studija koje su ih mjerile, a provodila se u Sabahu tijekom monsunskog razdoblja (European Commission, 2016.). U procesu prerade palmi uljarica stvaraju se tri vrste otpada, a to su: kruti, tekući i plinoviti otpad. Kruti otpad nastaje iz zone vršidbe, prešanja i pucanja zrna u procesima prerade. Takav otpad se uglavnom koristi kao gorivo za mlin i kotlove. Tijekom prerade potrebne su značajne količine vode, točnije za proizvodnju 10-30% palminog ulja potrebno je 5-7,5 tona vode. Od korištene vode oko 50-79%

završi kao otpadna voda iz mlinova (POME, engl. palm oil mill effluent)). Otpadne vode iz mlina sadrže minerale (kalij, magnezij, fosfor, natrij, dušik) i metale (cink, bakar, kadmij, krom, željezo...), uz to sadrže i ulja, masnoće te imaju visoke vrijednosti KPK i BPK. Višak hranjivih sastojaka poput nitrata, fosfata, sulfata itd. u vodi može rezultirati eutrofikacijom (Izah i sur., 2016.). Za svaku proizvedenu tonu mljevenog ploda palme proizvede se oko 0,87 m<sup>3</sup> POME. POME sadrže približno 2% ulja, 2-4% suspendiranih tvari i 94-96% vode. Tijekom procesa mljevenja ostaci mezokarpa ploda pojavljuju se kao suspendirane krutine iz hidrociklonskog otpada, separatora mulja i kao kondenzat sterilizatora u omjeru 1: 15: 9. Za svaku tonu proizvedenog CPO-a (Prosječna emisija stakleničkih plinova stvorenih preradom jedne tone sirovog palminog ulja) proizvede se 2,5-3 tone otpadnih voda iz mlinova. Može se zaključiti da se tijekom proizvodnje palminog ulja stvaraju velike količine otpadnog kontaminiranog materijala koji se ispušta u okoliš. U ispuštenim otpadnim vodama prisutne su otopljene organske tvari koje smanjuju količinu kisika u vodi zbog povećanog broja bakterija te to ugrožava život riba i drugih biljaka i životinja u vodenim sustavima (Hosseini i Wahid, 2013.). Određene aktivnosti tijekom prerade oslobađaju onečišćujuće plinove kao što su ugljični monoksid, dušikov oksid, amonijak, sumporov dioksid, vodikov sulfid, hlapivi organski spojevi i suspendirane čestice (Izah i sur., 2016.). Otpadne vode iz mlina imaju potencijal ispuštanja CH<sub>4</sub> u atmosferu. Učinak CH<sub>4</sub> na klimatske promjene 23 puta je značajniji od učinka CO<sub>2</sub>. Dva su izvora električne energije u procesu prerade, a to su: nacionalna mreža i parne turbine napajane dizelom ili krutim otpadom iz procesa obrade palmi (Hosseini i Wahid, 2013.). Vegetacija unutar plantaža sprječava eroziju tla. Ispuštanjem otpadnih voda iz mlinova u tlo mijenja se pH vrijednost tla što je jedan od glavnih čimbenika koji utječu na dostupnost hranjiva. Promjene u fizikalno-kemijskim svojstvima tla uslijed ispuštanja otpadnih voda mogu utjecati na teksturu tla i veličinu čestica. Ispuštanje otpadnih voda u tlo povećava gustoću tla, postotak mulja i smanjuje postotak gline u tlu. Zahvaljujući tome tlo gubi vegetacijski pokrov i humus te dolazi do gubitka bioraznolikosti (Izah i sur., 2016.).

### 3. Utjecaj proizvodnje sladoleda na okoliš

#### 3.1. Tehnološki procesi proizvodnje sladoleda

Proizvodnja sirovina koje se koriste u proizvodnji sladoleda glavni su čine većinu negativnog utjecaja na okoliš pridonoseći s više od 75% morske eutrofikacije, prenamjene zemljišta, eko toksičnosti tla i zakiseljavanja tla. Proizvodnja sirovina također je glavni doprinos potencijalu globalnog zagrijavanja, eutrofikaciji slatke vode, eko toksičnosti za ljude i stvaranju fotokemijskih oksidansa. U tim kategorijama proizvodnja sirovog mlijeka vodeći je uzrok negativnog utjecaja na okoliš. Za samo tri utjecaja nisu dominantne sirovine. Za smanjivanje ozonskog omotača najviše pridonosi hlađenje u maloprodaji (95%) zbog proizvodnje i istjecanja rashladnih sredstava. Potrošnja energije u proizvodnji (25%) i primarno pakiranje (26-30%) ključni su čimbenici za potrošnju primarne energije i iscrpljivanje fosilnih goriva (Konstantas i sur., 2018.b). Procjena je da za proizvodnju 1 kg sladoleda ukupna potrošnja energije iznosi 1,22 kW. Većina energije koja se koristi pri proizvodnji sladoleda koristi se u primarnoj proizvodnji sirovina, preradi sirovina, pakiranju i transportu sirovina i to čini 85% ukupne potrošnje energije, pri čemu se 54% odnosi na mlijeko, 17% na šećer i 14% na ušećerani žumanjak. Također procjene govore da prerada čini 15% ukupne potrošnje energije i 7% GWP-a. Ako se u procesu proizvodnje koriste obnovljivi izvori električne energije ili/i plin iz biomase potrošnja električne energije je samo 1% od ukupne potrošnje energije. Proizvodnja sladoleda prema nekim istraživanjima troši 14 puta više električne energije od same proizvodnje mlijeka (Foster i sur., 2006.).

Tvrtka Ben & Jerry provela je istraživanje u pogledu emisije CO<sub>2</sub> i utjecaja na klimatske promjene. Istraživanjima su došli do rezultata da se tijekom proizvodnje pola litre sladoleda (jednog njihovog pakiranja) emitira do dva kilograma plina CO<sub>2</sub>. Značajnost te količine se vidi kroz usporedbu sa prosječnim automobilom čija emisija CO<sub>2</sub> za prijeđenih 1,61 km iznosi dvostruko manje (oko jedan kilogram). Isto tako došli su do zaključka da najveći utjecaj na klimatske promjene ima uzgoj i proizvodnja sirovina čak 54%, zatim je tu transport proizvoda do maloprodaje 14%, dok čuvanje proizvoda u maloprodaji i ambalaža imaju 10% utjecaja, a najmanji utjecaj ima sama proizvodnja u tvornici i to samo 7% (Ben & Jerry, 2016.). Prema nekim izvorima u Hrvatskoj se tijekom rada pogona za proizvodnju sladoleda javlja pojačani

promet kamiona za dovoz sirovina i odvoz proizvoda čije su emisije povremene i nemaju značajan utjecaj na kvalitetu zraka. Emisije u zrak javljaju se i uslijed rada kotlovnice snage 300 kW čiji je energent UNP (propanbutan, zapremnina spremnika 2,7 tona), a služi za zagrijavanje vode za tehnološke potrebe (proizvodnja sladoleda, pranje opreme, strojeva i radnih prostorija). Prema Uredbi o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora (NN br. 117/12 i 90/14), kotao navedene toplinske snage spada u male uređaje za loženje ( $\geq 0,1$  do 3 MW) koji koristi tekuće ili plinsko gorivo. Emisije onečišćujućih tvari u otpadnim plinovima iz malih uređaja za loženje se utvrđuju povremenim mjerenjem, najmanje jedanput u dvije godine. Kao medij za hlađenje koristi se najčešće zamjenska tvar R404. Prilikom servisiranja i popravaka rashladnih uređaja koji koriste zamjenske tvari pridržava se odredbi Uredbe o tvarima koje onečišćuju ozonski sloj i fluoriranim stakleničkim plinovima (NN br. 90/14), uz povjeravanje servisiranja ovlaštenoj pravnoj osobi (DELTA-ST d.o.o., 2016.).

### 3.1.1. Proizvodnja sladoledne smjese i sladoleda

Proizvodnja sladoledne smjese te zatim sladoleda obuhvaća sastavljanje smjese prema recepturi, zatim slijedi miješanje smjese koja se odvija u duplikatoru pri temp. od 50-60 °C, te slijedi predgrijavanje pri temp. od 73-75 °C. Nakon predgrijavanja slijedi homogenizacija smjese u homogenizatoru na temp. od oko 75 °C i tlaku između 140 i 200 bara. Slijedeći korak u proizvodnji smjese je pasterizacija koja se odvija u pasterizatoru pri 83-85 °C/15-30 sekundi ili pri 105-130 °C/1-2 sekunde. Ovaj postupak može se provesti i u duplikatoru na temperaturi od 70 °C u trajanju od 30 minuta. Nakon pasterizacije slijedi brzo hlađenje smjese pri 4-6 °C. Sladoledna smijesa zatim odlazi na zrenje koje se odvija u duplikatoru na temp. od 2-4 °C u trajanju od 4 pa do 24 sata. Djelomično zamrzavanje sladoledne smjese i upuhivanje zraka slijedeći su koraci i ujedno najvažniji za svojstva sladoleda. Djelomično zamrzavanje odvija se na temperaturama od -3 do -7 °C pri čemu se zamrzne 30-50% vode, upuhivanjem zraka postiže se volumen i dobro poznata struktura sladoleda. Slijede oblikovanje i pakiranje te duboko zamrzavanje koje se provodi u tunelima pri -38 do -50 °C. Tako pripremljen proizvod skladišti se na temperaturama od najmanje -25 °C najviše do 18 mjeseci (Božanić, 2012.). Potrošnja električne energije tijekom svake od tehnoloških faza prikazana je u tablici 3.1.1.1. Kao rashladno sredstvo najčešće se koristi tekući amonijak, dok se para proizvodi korištenjem

prirodnog plina (Konstantas i sur., 2018.b). Procjena je da za 1 kg sladoleda potencijal globalnog zatopljenja (GWP; Global warming potential) iznosi 0,97 kg CO<sub>2</sub> ekvivalenta, a eutrofikacija iznosi približno 8 g PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> ekvivalenta (Foster i sur., 2006.).

Tablica 3.1.1.1. Potrošnja energije tijekom pojedinih tehnoloških faza u proizvodnji sladoleda

Procesi	Para (kW/kg)	Električna energija (kW/kg)
Miješanje sastojaka	-	0,0056
Pasterizacija	0,0595	-
Brzo hlađenje	-	0,0547
Djelomično zamrzavanje	-	0,05
Otvrdnjavanje	-	0,333
Pakiranje	0,00944 (benzin)	-
Duboko zamrzavanje	-	0,40277
Čišćenje	-	0,0292

Izvor: Konstantas i sur., 2018.b

### 3.1.2. Pakiranje

Pakiranje je važan dio proizvodnje sladoleda jer štiti proizvod, a izgled pakiranja (deklaracija) ujedno i pomaže prodaji. Pakiranje se može provesti tijekom ili nakon oblikovanja sladoleda, ovisi o vrsti sladoleda. Može se pakirati u primarne ili sekundarne, a nekada i u tercijarne ambalaže, npr. zapakirani sladoled na štapiću pakira se u kutije s 24-48 sladoleda po kutiji, a te se kutije zatim slažu na paletu i omotavaju folijom. Izbor materijala i strukture ambalaže za pakiranje sladoleda određuje se prema funkcionalnosti (zaštita i očuvanje sladoleda) (tablica 3.1.2.1), bolji izgled i prezentacija sladoleda. Za održavanje zadovoljavajuće sigurnosti sladoleda postoje posebni zahtjevi za materijale koji dolaze u kontakt sa sladoledom, tako pakiranje mora biti proizvedeno u higijenskim uvjetima ne smije sadržavati otrovne tvari koje zatim mogu prijeći u sladoled. Označavanje proizvoda mora biti u skladu s marketinškim, logističkim i zakonskim zahtjevima, pakiranja moraju sadržavati podatke poput popisa sastojaka. U slučajevima kada se koristi sekundarno pakiranje na pakiranju moraju biti istaknute informacije za kontrolu protokola i skladištenja proizvoda u distribucijskom lancu. Pakiranja bi trebala biti izrađena od jednog materijala kao bi se omogućilo recikliranje. Na primjer sladoled na štapiću može biti pakiran u tiskani omot, koji može biti presvučeni papir,

polipropilen male gustoće ili metalizirani film. Plastične čaše i posude koriste se za sladoled i sladoledne deserte. Koriste se različite veličine kao što su: plastične čaše za jedno posluživanje (50-150 ml), obiteljska pakiranja od 1 do 2 L u Europi ili 1 do 2 galona (3,79 L) u Americi i velika pakiranja od do 10 L za restorane (Clarke, 2004.). U istraživanju koje je provedeno u Velikoj Britaniji u obzir za utjecaj na okoliš uzete su primarna, sekundarna i tercijarna ambalaža za sladoled ali i vrećice za kupovinu koje koriste potrošači. Polipropilenske kutije se smatraju primarnom ambalažom koja se najčešće koristi u Velikoj Britaniji. Pakiranja za sirovine isključena su jer su njihove količine po funkcionalnoj jedinici male i vjerojatno nemaju značajan utjecaj. Primarna ambalaža ima mali utjecaj na potrošnju primarne energije, potencijal globalnog zagrijavanja, iscrpljivanje fosilnih goriva i toksičnost. (Konstantas i sur., 2018.b).

Tablica 3.1.2.1. Materijali korišteni za pakiranje sladoleda (1 kg)

<b>Materijal</b>	<b>Primarni (g/kg)</b>	<b>Sekundarni (g/kg)</b>	<b>Tercijarni (g/kg)</b>	<b>Plastična vrećica (g/kg)</b>
Polipropilen (kadice)	75	-	-	-
Karton (kutija)	-	33	-	-
Polietilen male gustoće (film)	-	-	4,7	2,5

Izvor: Konstantas i sur., 2018.b

### 3.1.3. Čuvanje

Nakon što je sladoled zapakiran, postupak proizvodnje je dovršen. Čuvanje proizvoda vrši se u tvorničkoj hladnjači na temp. od -25 °C (Clarke, 2004.). Svako pakiranje proizvoda mora imati šifru proizvoda koja označava vrijeme proizvodnje i broj serije u slučaju da je potrebno traženje podrijetla proizvoda. Svi podaci o svakoj seriji moraju biti evidentirani i moraju se čuvati sve dok se proizvod ne makne sa tržišta (Goff i Hartel, 2013.). Sladoled provede oko 2 tjedna u hladnjači skladišta u proizvodnom pogonu, iako može varirati od 1 do više od 4 tjedna. Sladoled se zatim šalje u distribucijski centar u kojem je pohranjen više od 4 tjedna prije nego što se otpremi u maloprodaju. Sladoled se obično prodaje u roku od 2 tjedna od dolaska u maloprodaju i potrošač ga iskoristi u roku od 2 tjedna (tablica 3.1.3.1) (Clarke, 2004.). U istraživanju iz Velike Britanije pretpostavilo se da se sladoled distribuira od proizvođača

izravno do prodavača, gdje se čuva u zamrzivaču tjedan dana prije nego što ga potrošač kupi. Potrošnja energije zamrzivača gdje je vrsta rashladnog sredstva R134a, s godišnjom stopom istjecanja od 15% iznosi 0,0181 kW/kg dnevno, a za komunalne usluge (rasvjeta i grijanje) iznosi 0,000166 kW/kg dnevno (tablica 3.1.3.2). Potrošnja energije za duboko zamrzavanje najviše pridonosi utjecaju na okoliš u procesu proizvodnje sladoleda. Ako se sladoled čuva 60 dana povećava se negativan utjecaj na okoliš za 6-13%, a ako se smanji na 15 dana smanjuje se i utjecaj za 5%. Hlađenje i čuvanje u maloprodaji ključno je žarište za iscrpljivanje ozonskog omotača, a doprinosi 90% ukupnom utjecaju. Ono također čini 10% ukupne potrošnje primarne energije, iscrpljivanja fosilnih goriva, potencijala globalnog zagrijavanja i eutrofikacije slatke vode. Kod produženog skladištenja od 14 dana smanjenje ozonskog omotača povećava se za 95%, prvenstveno zbog istjecanja rashladnog sustava. Eutrofikacija slatke vode povećava se za 22%, a iscrpljivanje minerala za 19%. S druge strane ako se vrijeme skladištenja smanji na 3 dana oštećenje ozona smanjuje se za više od pola (54%), a eutrofikacija slatke vode i iscrpljivanje minerala za 12%. Čuvanje sladoleda u kućnom zamrzivaču potrošača u prosjeku traje mjesec dana. Potrošnja električne energije temelji se na trajanju čuvanja i volumenu zamrzivača (Konstantas i sur., 2018.).

Tablica 3.1.3.1. Temperatura i trajanje pojedinih koraka u skladištenju i distribuciji sladoleda

<b>Koraci</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Trajanje</b>
Skladištenje u hladnjačama proizvodnog pogona	-22 °C	2 tjedna
Transport od pogona do centralnog skladišta	-19 °C	6 sati
Skladištenje u hladnjačama centralnog skladišta	-24 °C	4 tjedna
Transport od centralnog skladišta do maloprodaje	-19 °C	3 sata
Skladištenje u maloprodaji	-16,6 °C	1 tjedan
Transport od maloprodaje do kuće potrošača	21 °C	0,5 sati
Čuvanje u zamrzivaču potrošača	-12 °C	1 tjedan

Izvor: Goff i Hartel, 2013.

Tablica 3.1.3.2. Potrošnja rashladnog sredstva i energije koja se koristi u maloprodaji sladoleda



<b>Aktivnosti</b>	<b>Potrošnja energije (kW/kg dnevno)</b>	<b>Naboj rashladnog sredstva (mg/kg dnevno)</b>	<b>Vrijeme skladištenja (dani)</b>
Hlađenje	0,0181	28,5	7
Komunalne usluge	0,000166	-	-

Izvor: Konstantas i sur., 2018.b

### 3.1.4. Distribucija

Kad sladoled napusti tvorničku hladnjaču prolazi kroz sustav otpreme i rukovanja namijenjen isporuci potrošaču s najvišom mogućom kvalitetom. Pakirani sladoled za prodaju prolazi kroz niz koraka prijevoza i skladištenja koji vode do potrošačeva zamrzivača. Određeni sustav distribucije ovisi o proizvođaču, udaljenosti distribucije i dostupnoj opremi i uređajima. Sladoled može proći kroz centralizirano skladište radi preraspodjele do maloprodajnog mjesta ili može biti isporučeno izravno iz proizvodnog pogona u maloprodaju. Postoji nekoliko potencijalnih problema koji se mogu pojaviti tijekom otpreme i prijevoza, od kojih bilo koji od njih može ozbiljno smanjiti kvalitetu sladoleda. Najznačajniji od njih je promjena temperature tijekom transporta i čuvanja te učinak promjene temperature na kristale leda. Promjene temperature tijekom distribucije i rukovanja sladoledom mogu biti povezane sa promjenom temperature skladištenja dok se proizvod distribuira od točke A do točke B, šokom uslijed ostavljanja proizvoda na sobnoj temperaturi dulje vrijeme te učestalim otvaranjem i zatvaranjem vrata zamrzivača za čuvanje (Clarke, 2004.). Tijekom distribucije u hladnjačama troši se veća količina rashladnih sredstava i goriva (tablica 3.1.4.1). Pretpostavljeno godišnje curenje rashladnog sredstva je 23,6%. Prema istraživanju iz Velike Britanije transportne udaljenosti za sirovine temelje se na podrijetlu samih sirovina, ostale udaljenosti distribucije proizvoda ili prijevoz komercijalnog i komunalnog otpada procijenjene su na temelju prije provedenih istraživanja (tablica 3.1.4.2) (Konstantas i sur., 2018.b).

Tablica 3.1.4.1. Potrošnja goriva za vrijeme transporta i punjenje rashladnog uređaja

<b>Aktivnosti</b>	<b>Količina (L/ kg /km)</b>	<b>Količina (mg/ kg /km)</b>
Dodatno gorivo za rashladnu jedinicu	$1,61 \cdot 10^{-5}$	-

Punjenje rashladnog uređaja	-	0,176
-----------------------------	---	-------

Izvor: Konstantas i sur., 2018.b

Tablica 3.1.4.2. Podaci o transportu sirovina i proizvoda u proizvodnji sladoleda

<b>Aktivnosti</b> <b>Sirovine</b>	<b>Transport</b>	<b>Zemlja podrijetla</b>	<b>Prijevozno sredstvo</b>	<b>Udaljenost (km)</b>
Mlijeko	Cestom	UK	Kamion (16-32 t)	200
Šećerna repa	Cestom	UK	Kamion (16-32 t)	200
Šećerna trska	Cestom	Brazil	Kamion (16-32 t)	500
	Morskim putem	Brazil u UK	Teretni brod	9650
	Cestom	UK	Kamion (16-23 t)	200
Vanilija	Cestom	UK	Kamion (16-23 t)	200
	Morskim putem	Madagaskar u UK	Teretni brod	9058
Zrna kaka	Morskim putem	Gana u UK	Teretni brod	7370
	Cestom	UK	Kamion (16-23 t)	200
<b>Maloprodaja</b>	Sladoled do maloprodaje	UK	Kamion (3,5-7,5 t)	150
<b>Ambalaža</b>	Pakiranje za proizvođača	UK	Kamion (16-23 t)	200
	Plastične vrećice za maloprodaju	UK	Kamion (16-23 t)	200
<b>Potrošnja</b>	Transport proizvoda iz maloprodaje do kućanstva potrošača	UK	Auto (benzin)	0,135
<b>Gospodarenje otpadom</b>	Transport otpada u postrojenje za reciklažu	UK	Kamion (7,5-16 t)	100
	Otpad za odlagalište	UK	Kamion (21 t)	30
	Otpad za spaljivanje	UK	Kamion (21 t)	30

Izvor: Konstantas i sur., 2018.b

## **3.2. Utjecaj proizvodnje sladoleda na okoliš ovisno o vrsti**

Konstantas i sur. (2018.b) proveli su istraživanje utjecaja proizvodnje različitih kategorija sladoleda (regular, premium) na okoliš. U nastavku će biti prikazani rezultati utjecaja proizvodnje dva vodeća okusa na tržištu (čokolada, vanilija) na vode i tlo te utjecaj gospodarenja otpadom.

### **3.2.1. Utjecaj na hidrosferu**

Eko toksičnost slatke vode procjenjuje se na 40-53 g 1,4-diklorobenzena ekvivalenata/ kg, pri čemu obični sladoled od vanilije ima najmanju eko toksičnost, a najveću ima čokoladni sladoled. Sirovine doprinose više od 60% u ukupnom udjelu, a proizvodnja sirovog mlijeka je najznačajnija (35-48%). To je uglavnom zbog emisija iz koncentrata koji se koristi kao stočna hrana. Kakao prah ima važnu ulogu u čokoladnim verzijama sladoleda sa 21% eko toksičnosti, dok šećer ima primjetan doprinos od 14-16% u svim vrstama proizvoda. Najveća morska eko toksičnost procjenjuje se na 43g 1,4-diklorobenzena ekvivalenata/ kg za premium čokoladni sladoled, dok je kod obične vanilije ona 29 g. Postoje jasne razlike između sladoleda od čokolade i vanilije, s time da čokoladni sladoled ima za 34-42% veći utjecaj na morsku eko toksičnost što je rezultat upotrebe pesticida i gnojiva tijekom uzgoja kakaa. Doprinos samih sirovina iznosi između 48-63%, pri čemu se većina prepisuje sirovom mlijeku i kakau, koji zajedno čine otprilike polovicu ukupnog utjecaja. Transport također ima značajan doprinos od 13-19% na morsku eko toksičnost.

Najveća potrošnja vode povezana je s premium čokoladnim sladoledom koji zahtjeva 2050 L/kg, a slijedi ga obična verzija sladoleda od čokolade sa 1787 L/kg. Za usporedbu, za premium sladoled od vanilije potrebno je utrošiti 1455 L vode/kg, a za običan sladoled od vanilije 1309 L/kg. Veliki dio potrošnje vode odnosi se na potrošnju zelene vode 98%, a to je rezultat uzgoja sirovina. Otprilike polovina potrošnje plave vode 42-52% troši se također u fazi sirovina, a slijedi proizvodnja sa 23-28% i maloprodaja sa 13-15% potrošnje.

Otisak vode za sladoled od vanilije i čokolade (premium i obični) iznosi od 31 do 37 L/kg, s najvišom vrijednošću koja se pripisuje premium sladoledu od vanilije. Proizvodnja sirovina je i u ovom slučaju glavno žarište sa 41-49%, a slijedi proizvodnja sa 24-27%. Učinci su prije svega

povezani s vodom potrebnom za proizvodnju električne energije koja se koristi u proizvodnim procesima, nakon čega slijedi izravna potrošnja vode u čišćenju. Maloprodaja je treća faza koja najviše pridonosi sa 14-16% i čiji utjecaj dominira u potrošnji električne energije. Pakiranje odnosno ambalaža najmanje doprinosi sa 8-10%.

### 3.2.2. Utjecaj na poljoprivredno zemljište (pedosferu)

Zauzetost poljoprivrednog zemljišta iznosi između 1,8 i 2,1 m<sup>2</sup>/kg. Premium verzije imaju 16% veći utjecaj od običnih verzija sladoleda. Faza uzgoja sirovina ima najveći doprinos od 94-97%, uglavnom zbog proizvodnje sirovog mlijeka. To objašnjava razliku između premium i običnih sladoleda, jer premium sladoledi sadrže više vrhnja pa samim time trebaju više poljoprivrednog zemljišta za proizvodnju mlijeka.

Kod iscrpljivanja minerala, sirovine čine više od polovice utjecaja 54-59%, dok maloprodaja, proizvodnja i transport čine tek 37%. Sirovo mlijeko sa 44-51% te kakao sa 10% glavna su žarišta u fazi proizvodnje sirovina. Skladištenje u zamrzivačima maloprodaje čini svega 14-16% utjecaja na ispiranje minerala, a proizvodnja također ima utjecaj iako je njen utjecaj 7 puta manji od utjecaja sirovina.

### 3.2.3. Utjecaj gospodarenja otpadom

U istraživanju provedenom u Velikoj Britaniji podaci za gospodarenje otpadom obuhvaćaju vrstu otpada, količinu i tretiranje otpada (tablica 3.2.3.1). Sustav gospodarenja otpadom zaslužan je za energiju dobivenu od spaljivanja otpadne ambalaže.

Tablica 3.2.3.1. Podaci za gospodarenje otpadom nastalih u proizvodnji i potrošnji sladoleda

<b>Vrsta otpada</b>	<b>Količina otpada (g/kg)</b>	<b>Vrsta tretmana</b>
<b>Polipropilen</b>	75	58% odlagalište, 34% spaljivanje s obnovom energije, 8% spaljivanje bez obnove energije
<b>Valoviti karton</b>	33	86,5% recikliranje 13,5% spaljivanje uz obnovu energije
<b>Plastične vrećice</b>	2,5	58% odlagalište otpada 34% spaljivanje uz obnovu energije 8% spaljivanje bez obnove energije
<b>Polietilen niske gustoće</b>		86,5% recikliranje 13,5% spaljivanje uz obnovu energije
<b>Otpadne vode (proizvodnja)</b>	2,7	Pročišćavanje otpadnih voda
<b>Otpadne vode (perilica posuđa)</b>	0,072	Pročišćavanje otpadnih voda

Izvor: Konstantas i sur., 2018.b

## 4. Zaključak

Istraživanja o utjecaju proizvodnje sladoleda na okoliš i dalje su aktualna te se temeljem dosadašnjih istraživanja i studija svakako može zaključiti da utjecaj postoji i da nije zanemariv. Prije svega proizvodnja sirovina najviše doprinose štetnom utjecaju na okoliš. Proizvodnja mlijeka izaziva većinu štetnih utjecaja, dok uzgoj i proizvodnja zrna kakaa doprinosi potencijalu globalnog zagrijavanja sa 70% kada se radi o prenamjeni zemljišta za uzgoj. Prema dostupnim podacima uzgoj vanilije nema veliki negativan utjecaj na okoliš. Uzgoj šećerne repe i šećerne trske najviše utječe na podzemne vode ispiranjem gnojiva, dok proizvodnja šećera utječe na atmosferu i značajan je izvor otpadnih voda. Uzgoj kokosovih palmi za kokosovu mast ili ulje zahtjeva velike količine vode za navodnjavanje, gnojiva za prihranu te prenamjenu zemljišta što nepovoljno utječe na atmosferu i bioraznolikost. Također, vrsta sladoleda ima različit utjecaj na okoliš, pa tako proizvodnja čokoladnog sladoleda u prosjeku ima veći negativan utjecaj od proizvodnje sladoleda od vanilije i to za oko 16%, pogotovo u kategorijama kao što su: eko toksičnost slatke vode i mora, zauzimanje poljoprivrednog zemljišta, iscrpljivanje minerala i potrošnja vode. Postupak proizvodnje sladoleda dominira u iscrpljivanju fosilnih goriva i potrošnji energije najviše radi dubokog zamrzavanja. Maloprodaja ima najveći utjecaj na smanjenje ozonskog omotača. Tijekom konzumacije jednog od najdražih slastica malo je vjerojatno da potrošači razmišljaju na koje je sve načine proizvodnja tog proizvoda utječe na okoliš. S obzirom da proizvodnja sladoleda ne počinje u tvornici sladoleda, već proizvodnjom i transportom sirovina postoji znatan prostor za poboljšanje i napredak svih pojedinačnih procesa *od polja do stola*, kako bi se negativan utjecaj proizvodnje sladoleda na okoliš smanjio.

## 5. Literatura

1. Arienzo M., Violante P. (2007). Improving waste management and co-product recovery in vegetable oil processing. U: Handbook of waste management and co-product recovery in food processing (Ur. Waldron K.). CRC Press. USA. 534-566.
2. Bava L., Sandrucci A., Zucali M., Guerci M., Tamburini A. (2014). How can farming intensification affect the environmental impact of milk production?. Journal of Dairy Science. 97(7): 4579-4593.
3. Ben & Jerry (2016.). A Life Cycle Analysis Study of Some of Our Flavors. [online] <https://www.benjerry.com/values/issues-we-care-about/climate-justice/life-cycle-analysis> (pristupljeno 19. ožujak 2021.)
4. Beyer M. R., Durán A. P., Rademacher T. T., Martin P., Tayleur C., Brooks S. E., Coomes E., Donald P. F., Sanderson F. J. (2020). The environmental impacts of palm oil and its alternatives. bioRxiv the preprint server for biology. doi: 10.1101/2020.02.16.951301 [online] <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.02.16.951301v1> (pristupljeno 16. veljače 2021.)
5. Božanić R. (2012). Sladoled. U: Mlijeko i mliječni proizvodi (Ur. Tratnik Lj., Božanić R.). Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb. 443-472.
6. Cardoso T. F., Watanabe M. D. B., Souza A., Chagas M. F., Cavalett O., Morais E. R., Nogueira L. A. H., L. V. Leal M. R., Braunbeck O. A., Cortez A. B. L., Bonomi A. (2017). Economic, environmental, and social impacts of different sugarcane production systems. Biofuels, Bioproducts and Biorefining. 12(1): 68-82.
7. Clarke C. (2004). Ice cream ingredients. U: The science of ice cream (ur. Clarke C.). The Royal Society of Chemistry. Cambridge. 38-59.
8. DELTA-ST d.o.o. (2016). Elaborat zaštite okoliša u postupku ocjene o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš izgradnje i opremanja pogona za proizvodnju sladoleda. EcoMission d.o.o. za ekologiju, zaštitu i konzalting.
9. Durham R. J., Hourigan J. A. (2007). Waste management and co-product recovery in dairy processing. U: Handbook of waste management and co-product recovery in food processing (Ur. Waldron K.). CRC Press, USA. 332-388.
10. European Commission (2000). The environmental impact of dairy production in the EU: Practical options for the improvement of the environmental impact - Final report. <http://www.efncp.org/download/dairy.pdf> (pristupljeno: 08. prosinac 2020.)
11. European Commission. (2016). Study on the environmental impact of palm oil consumption and on existing sustainability standards - Final report and appendices. [https://ec.europa.eu/environment/forests/pdf/palm\\_oil\\_study\\_kh0218208enn\\_new.pdf](https://ec.europa.eu/environment/forests/pdf/palm_oil_study_kh0218208enn_new.pdf) (pristupljeno: 15. siječanj 2021.)
12. European Commission (2019). Report of the High-Level Group on Sugar. <https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming->

[fisheries/plants\\_and\\_plant\\_products/documents/final-report-high-level-group-meeting-sugar.pdf](#) (pristupljeno 30. travanj 2021.)

13. FAO (2019). Climate change and the global dairy cattle sector. Global Dairy Platform Inc. Rome. 1-36.
14. Finnegan W., Goggins J., Clifford E., Zhan X. (2017). Environmental impacts of milk powder and butter manufactured in the Republic of Ireland. *Science of the Total Environment*. 579: 159-168.
15. Ferdous Alam A. S. A., Er A. C., Begum H. (2015). Malaysian oil palm industry: Prospect and problem. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 13(2): 143-148.
16. Foster C., Green K., Bleda M., Dewick P., Evans B., Flynn A., Mylan J. (2006). Environmental Impacts of Food Production and Consumption. Manchester Business School. London. 60-82.
17. Gantner V., Gavran M., Kuterovac K., Gregić M., Vučković G., Gantner R. (2019). Comparison of statistical models for estimation of methane emission in dairy simmentals based on animal recording data. *Poljoprivreda*. 25(1): 76-80.
18. Goff H. D., Hartel W. R. (2013). Flavoring and coloring materials. U: *Ice Cream* (Ur. Goff H. D., Hartel W. R.). Springer Science Business Media. New York. 89-119.
19. Gurbuz I. B., Manaros M. (2019). Impact of coconut production on the environment and the problems faced by coconut producers in Lanao del norte province, Philippines. *Scientific papers series management, Economic engineering in agriculture and rural development*. 19(3): 235-246.
20. Hosseini S. E., Wahid M. A. (2013). Pollutant in palm oil production process. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 65(7): 773-781.
21. <https://www.ledo.ba/ba/o-nama/povijest> pristupljeno: 30. travanj 2021.
22. Izah S. C., Angaye T. C. N., Ohimain E. I. (2016). Environmental impacts of oil palm processing in Nigeria. *Biotechnological Research*. 2(3): 132-141.
23. Katalenić M. (2007). Sladoled, ugodne kalorije. *Hrana i zdravlje*. 3(9): 1-3.
24. Konstantas A., Jeswani H. K., Stamford L., Azapagic A. (2018a). Environmental impacts of chocolate production and consumption in the UK. *Food Research International*. 106: 1012-1025.
25. Konstantas A., Stamford L., Azapagic A. (2018b). Environmental impacts of ice cream. *Journal of Cleaner Production*. 209: 259-272.
26. Munshi E., Kramer R. (2020). Framework for sustainable vanilla cultivation in Madagascar. Master's project. Duke University. United States.
27. Ntiamoah A., Afrane G. (2008). Environmental impacts of cocoa production and processing in Ghana: life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*. 16(16): 1736-1740.
28. Omwoma S., Arowo M., Lalah J. O., Schramm K. (2015). Environmental impacts of sugarcane production, processing and management: a chemists perspective. *Environmental Research Journal*. 8(3): 195-223.



29. Salequzzaman M., Tariqul Islam S. M., Tasnuva A., Kashem A. M., Mahedi al Masud M. (2008). Environmental impact of sugar industry - a case study on kushtia sugar mills in Bangladesh. *Journal of Innovation and Development Strategy*. 2(3):31-35.
30. Singh N. B., Singh R., Manzer Imam M. (2014). Waste water management in dairy industry: pollution abatement and preventive attitudes. *International Journal of Science, Environment and Technology*. 3(2): 672-683.
31. Solomon K. S. (2005). Environmental pollution and sugar industry in India its management in: an appraisal. *Sugar Tech*. 7(1): 77-81.
32. Thomassen M. A., van Calker K. J., Smits M. C. J., Iepema G. L., de Boer I. J. M. (2008). Life cycle assessment of conventional and organic milk production in the Netherlands. *Agricultural Systems*. 96 (1-3): 95-107.
33. Tzilivakis J., Jaggard K., Lewis K. A., May M., Warner D. J. (2005). Environmental impact and economic assessment for UK sugar beet production systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 107(4): 341-358.
34. Wickramasinghe R. H. (2010). Biomedical and environmental aspects of some Coconut-derived products and their production processes in Sri Lanka. *Cocos*. 13: 8-20.
35. Narodne novine (117/2012). Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku.
36. Narodne novine (90/2014). Uredba o tvarima koje oštećuju ozonski sloj i fluoriranim stakleničkim plinovima.
37. Narodne novine (90/2014). Uredba o izmjenama i dopunama uredbe o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora.

## Životopis

Valentina Marinić rođena je 09.03.1995. godine u Zagrebu. Završila je srednju Prirodoslovnu školu Vladimir Prelog u Zagrebu smjer Kemijski tehničar (2010.-2014.). Preddiplomski studij završila je na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu smjer Agroekologija (2014.-2019.). Govori engleski jezik te ima završen stupanj A1 u razumijevanju, govoru i pisanju. Završila je online tečajeve obrade teksta-napredna razina (Word 2010), proračunske tablice-osnovna razina (Excel 2010) i prezentacije-napredna razina (PowerPoint 2016), sve preko tečajevi SRCE-a. Ima potvrdu o sudjelovanju u programu "Coca-colina podrška mladima" svibanj 2019., potvrdu o sudjelovanju u programu ljetnih praksi Coke Summership u kompaniji Coca-Cola HBC Hrvatska (26.06.2019.-26.07.2019.) i potvrdu o sudjelovanju u projektu "Znam i poduzimam- educiranje za samozapošljavanje" (23.09-28.10.2019.). Posjeduje certifikat za uspješno polaganje ispita Osnove digitalnog marketinga na Google digitalna garaža (20.09.2019.). Volontira je 2014. godine u udruzi "Krila (terapijsko jahanje)" gdje se brinula za konje te radila sa djecom koja imaju posebne potrebe ili teškoće u razvoju. Tijekom obrazovanja stekla je vještine rada u laboratoriju, rada u vinogradu te tmskog rada. Također je imala nekoliko studentskih poslova kao što su: rad u Dm – drogerie market d.o.o. kao prodajni savjetnik te je radila na blagajni, sa kupcima i u trgovini (2016-2017.), radu u N.S. Šport d.o.o. za trgovinu športskom opremom kao prodajni savjetnik te je radila na blagajni, sa kupcima i u trgovini (2016.-2020.), rad u Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju gdje je radila na kompletiranju i arhiviranju predmeta u obradi školske sheme 2017. / '18. (2018.) i rad u M + international services d.o.o. na poslovima administracije i unosa podataka (2019.).