

TECHNICKÁ UNIVERZITA VO ZVOLENE
FAKULTA EKOLÓGIE A ENVIRONMENTALISTIKY
Environmentálne inžinierstvo

Seminárna práca
LCA

Obsah

1	Úvod	4
2	Definovanie cieľa a predmetu	5
3	Inventarizačná analýza	7
3.1.1	Suroviny	7
3.1.2	Výroba	8
3.1.3	Balenie	10
3.1.4	Distribúcia a obchod	10
3.1.5	Odpadové hospodárstvo	10
3.1.6	Transport	11
4	Posudzovanie vplyvov	13
4.1.1	Spotreba energie (PED)	14
4.1.2	Potenciál globálneho otepľovania (GWP)	15
4.1.3	Čerpanie fosílnych palív (FFD)	15
4.1.4	Vplyv na ozónovú vrstvu (OD)	15
4.1.5	Eutrofizácia sladkých vôd	15
4.1.6	Eutrofizácia slaných vôd	15
4.1.7	Toxicita pre ľudí	15
4.1.8	Ekotoxicita pre suchozemské organizmy	16
4.1.9	Ekotoxicita pre sladkovodné organizmy	16
4.1.10	Ekotoxicita pre organizmy žijúce v slanej vode	16
4.1.11	Suchozemská acidifikácia	16
4.1.12	Záber a premena pôdy	16
4.1.13	Tvorba fotochemických prvkov	17
4.1.14	Čerpanie minerálov	17
4.1.15	Spotreba vody	17
5	Interpretačná analýza	18

Zoznam obrázkov:

Obr. 1 Fázy životného cyklu čokoládových výrobkov zvažovaných v štúdiu.....	5
Obr. 2 Znáznornenie environmentálnych vplyvov kategórií čokoládových produktov v životných cykloch	14

Zoznam tabuliek:

Tab. 1 Prísady čokoládových produktov podľa BECKETT (2009).....	8
Tab. 2 Výrobné procesy a príslušná spotreba energie.....	9
Tab. 3 Inventarizačná analýza balení	10
Tab. 4 Údaje súvisiace s nakladaním s odpadom z procesov a po spotrebovaní	11
Tab. 5 Transport a vzdialenosti	12

1 Úvod

Posudzovanie životného cyklu (LCA – life-cycle assessment) je metóda porovnávania environmentálnych vplyvov produktov, výrobkov alebo služieb, s ohľadom na ich životný cyklus. Do úvahy sa berú emisie do všetkých zložiek životného prostredia počas výroby, používanie i zneškodňovanie produktu. Zahrnuté sú aj procesy získavania surovín, výroby materiálov a energie, pomocné procesy či subprocesy (www.enviroportal.sk).

Posudzovanie životného cyklu je veľmi dôležitou súčasťou zlepšovania životného prostredia a výrobných procesov. Dáva na povedomie aký veľký má určitý produkt vplyv na životné prostredie. Čokoláda je veľmi populárny, žiadaný a rozšírený pokrm, ktorý má väčšina ľudí rada.

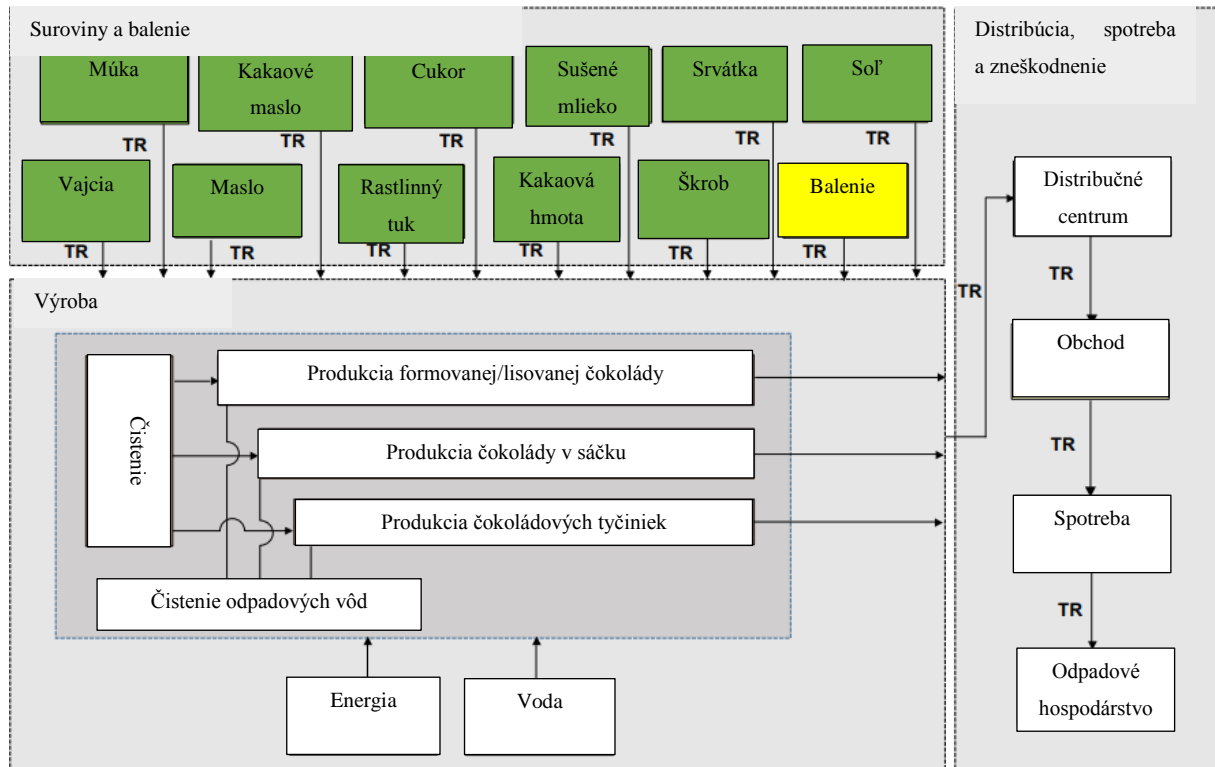
Základnou surovinou na výrobu čokolády sú čokoládové bôby zo stromu *Theobroma cacao*, strom z Južnej Ameriky. Prvý krát boli vypestované Aztékmi, zatiaľ čo Španieli boli prvý, ktorý spravili nápoj v 15. storočia (AFOAKWA 2016).

Hlavnými pestovateľmi sú štáty ako Ghana, Indonézia, Nigéria, Ekvádor a Brazília. Celková produkcia kakaových bôbov v 2016 bola 4,25 miliónov ton (ICCO 2016).

Proces výroby čokolády začína v pestovaní, zbere a úprave surovín potrebných na výrobu. Kakaové bôby sa ručne preberajú a triedia, potom drvia a odstraňuje sa z nich šupka. Takýmto procesom vzniká kakaová hmota. Kakaová hmota sa nalieva do melanžéra, kde sa pridávajú ďalšie suroviny (kakaové maslo na zjemnenie, sladidlo, sušené mlieko atď.). Všetko sa potom premieša. Tým sa čokoláda ešte viac zjemňuje. Tento proces trvá aj niekoľko desiatok hodín. Ďalej nastáva proces temperovania. Proces Temperovania je založený na ohriatí čokolády a následnom ochladení. Každý druh čokolády má inú teplotu temperovania. Temperovanie zaručí chrumkavosť a lesklosť čokolády. Potom sa čokoláda použije ďalej na výrobu čokoládových tyčínok, formovanej čokolády a čokolády v sáčku (www.kakaovysvet.eu).

2 Definovanie cieľa a predmetu

Posudzovanie životného cyklu sa použilo na odhad vplyvov čokoládových produktov podľa smerníc ISO 14040/14044 (ISO 2006a & b). Metodika, údaje a predpoklady sa podrobnejšie opisujú v nasledujúcich sekciách.



Obr. 1 Fázy životného cyklu čokoládových výrobkov zvažovaných v štúdiu

Cieľom tejto štúdie je posúdiť environmentálne vplyvy produkcie a spotreby čokoládových produktov v Veľkej Británii. Štúdium považuje za popredné produkty na trhu tieto tri hlavné podsektory: čokoládové obličky (čokoládové tyčinky), mliečnu čokoládu (formovaná/lisovaná čokoláda) a sladová čokoláda (čokoláda v sáčku) (MINTEL 2015).

Vplyvy sa najprv hodnotia na úrovni výrobkov s funkčnou jednotkou definovanou ako 1 kilogram balenej čokolády spotrebovanej v domácnosti. Druhá časť štúdie sa zaoberá ročnými dopadmi spotreby čokolády vo Veľkej Británii, pre ktorú je funkčnou jednotkou ročná spotreba čokolády vo Veľkej Británii. Ako je uvedené (Obr. 1), hranice systému sú od kolísky po hrob. Pozostávajú z týchto etáp:

- Suroviny (prísady): výroba cukru, sušeného mlieka, kakaového masla, rastlinného tuku, kakaovej hmoty, múky, pasterizovaných vajec, soli, masla, srvátkového prášku a škrobu.

- Výroba: spotreba elektrickej energie, pary a vody v výrobných procesoch vrátane čistiacich činností.
- Balenie: hliníková fólia (primárne), krabice a fólia na balenie (sekundárne).
- Distribúcia a spotreba: skladovanie v regionálnom distribučnom centre, obchode a spotreba doma.
- Odpadové hospodárstvo: úprava a zneškodnenie odpadu z procesov a po spotrebovaní.
- Doprava: preprava surovín a obalov do závodu, preprava výrobkov a odpadu počas životného cyklu.

3 Inventarizačná analýza

Údaje boli získané z verejne dostupných informácií poskytnutých výrobcami a z literatúry. Údaje inventarizačnej analýzy životného cyklu boli získané z ECOINVENT V2.2 (ECOINVENT 2010) a ECOINVENT V3.3 (ECOINVENT 2016) a databázy GABI (THINKSTEP 2016).

3.1 Suroviny

Hlavné suroviny pre všetky typy čokolád sú cukor, sušené mlieko, kakaové maslo a kakaová hmota (BECKETT 2009).

Pomer týchto zložiek sa mení vzhľadom na produkt (Tab. č.1). Zdroje údajov a kľúčové predpoklady pre tieto zložky sú opísané ďalej.

Sušené mlieko je vyrobené zo surového mlieka. Produkcia mlieka bola modelovaná pomocou dát zo štúdie SCOTTISH GOVERNMENT (2011). Údaje spotreby energie výroby mlieka a sušeného mlieka boli nadobudnuté z literatúry od BRUSH, MASANET, A WORREL (2011).

Produkcia masla a srvátky je založená na údajoch z ECOINVENT V3.3 (2016). Kakaové maslo a kakaová hmota sú produkované vo Veľkej Británii z kakaových bôbov pestovaných v západnej Afrike. Environmentálne profily kakaových produktov sú založené na literatúre od NTIAMOAH A AFRANE (2008). Pšenica bola zbieraná vo Veľkej Británii a ďalej mletá za vzniku múky. Jačmeň sa predpokladal ako hlavná ingrediencia na výrobu škrobu. Škrob bol modelovaný použitím dát z EC (2015c), ECOINVENT (2010). Pasterizované vajcia boli modelované použitím údajov z produkcie vajec z PROBAS databázy (UBA, 2016).

Proces pasterizácie z EC (2015b). Cukor bol modelovaný použitím ECOINVENT (2010). Palmový olej je považovaný za hlavný zdroj rastlinného oleja a údaje boli získané z ECOINVENT (2010) a GABI (THINKSTEP 2016).

Tab. 1 Prísady čokoládových produktov podľa BECKETT (2009)

Prísady		Mliečna čokoláda [%]	Čokoládové tyčinky ^A [%]	Čokoláda v sáčku ^B [%]
Cukor				
	v mliečnej čokoláde	45	29,7	32,85
	v obličkách		8,33	
	v bielej čokoláde			4,81
	v sušenom mlieku			4,66
Sušené mlieko				
	v mliečnej čokoláde	24,5	16,17	17,89
	v bielej čokoláde			4,29
	v sušenom mlieku			4,66
Kakaové maslo				
	v mliečnej čokoláde	17	11,22	12,41
	v bielej čokoláde			3,9
Rastlinný tuk		5	3,3	3,65
Kakaová hmota		8	5,28	5,84
Emulgátory ^C		0,5	0,33	0,37
Múka				
	v obličkách		11,56	
	v sušenom mlieku			2,34
Vajcia			0,24	
Soľ			0,07	
Voda			13,33	
Maslo			0,24	
Srvátka			0,24	
Škrob				2,34
Spolu		100	100	100

A – Čokoládové obalenie tvorí 66% z celkovej hmotnosti obyčajného produktu, ostatok je oblička.

B – Podľa výrobcových špecifikácií, 73% je mliečna čokoláda a ostatok je rozdelený rovnomerne medzi bielu čokoládu a sušené mlieko.

C – Emulgátory sú vylúčené zo štúdie.

3.2 Výroba

Táto sekcia sa zaoberá výrobnými procesmi pre produkciu čokolády. Údaje spotreby energie pre každý samostatný proces sú znázornené v tabuľke (Tab. 2). Produkcia mliečnej čokolády zahŕňa miešanie prísad, rafináciu, konšovanie, tavenie a formovanie (BECKETT 2009).

Potom čo sú čokolády schladené sú zabalené. Trošku rozdielne výrobné metódy sú pre pre čokoládové tyčinky, ktoré zahŕňajú dve samostatné výrobné linky. Prvá je na produkciu oblátok, ktorý zahŕňa miešanie prísad, tvarovanie, pečenie, a chladiace procesy (MANLEY 2001).

Druhá linka je identická s výrobou mliečnej čokolády. V ďalšom kroku sú oblátky obalené čokoládou, schladené a zabalené. Spotreba energie miešaním, rafinovaním, konšovaním, ryžovaním a tavením boli nadobudnuté z *Hamburg and Dresdner machine factories* (2016).

Údaje z ostatných výrobných procesov boli získané z Berkley Energy laboratória (BRUSH et al., 2011). Energia na čistiarenské aktivity bola vypočítaná ako 10% z celkovej spotreby zariadenia.

Tab. 2 Výrobné procesy a príslušná spotreba energie

Procesy a aktivity		Zemný plyn [MJ/kg spracovaného materiálu]	Elektrina [MJ/kg spracovaného materiálu]	Zdroje údajov
Miešanie				
	Prísady pre čokoláda		0,0211	Hamburger and Dresdner (2016)
	Prísady pre oblátky		0,113	Brush et. al (2011)
Rafinácia			0,132	Hamburger and Dresdner (2016)
Konšovanie			0,13	Hamburger and Dresdner (2016)
Tavenie			0,0135	Hamburger and Dresdner (2016)
Formovanie			0,187	Brush et. al (2011)
Chladenie			0,36	Brush et. al (2011)
Balenie			0,364	Brush et. al (2011)
Čistenie				
	Pre čokolády		0,364	UBA (2016)
	Pre čokoládové tyčinky		0,63	UBA (2016)
	Pre čokolády v sáčku		0,18	UBA (2016)
Tvarovanie			0,303	Brush et. al (2011)
Pečenie		4,16		Brush et. al (2011)
Obalovanie			0,28	Brush et. al (2011)
Ryžovanie			0,187	Hamburger and Dresdner (2016)
Spolu		4,16	3,2646	

3.3 Balenie

Čokoládové produkty sú zabalené do hliníkového obalu (primárne balenie), ktoré sú následne zabalené do kartónových krabíc (sekundárne balenie). Kartónové krabice sú ďalej zabalené do polyetylénovej (LDPE) fólie (terciálne balenie). Množstvo materiálu použitého pre primárne balenie sa získalo tak, že sa zvažilo balenie reprezentatívnych produktov. Množstvo materiálu použitého pre sekundárne balenie bolo vyhodnotené po zvážení a pridelení 1 kilogramu príslušného produktu (funkčnej jednotky). Množstvo materiálu použitého pri terciálnom balení sa zistilo z literatúry EC (2016a). Plastové sáčky spotrebiteľov boli tiež uvažované. Údaje balenia produktov sú znázornené v tabuľke (Tab. 3). Produkcia materiálov na balenie bola modelovaná použitím údajov z ECOINVENT (2010) a EAA (2013). Hliníkový obal je produkovaný z hliníkového mixu, ktorý sa predpokladá že má 32% sekundárneho hliníka (CLASSEN et al., 2009).

Kartónové krabice boli modelované podľa údajov v HIRSHIER (2007) a predpokladá sa že 78% je z recyklovaných materiálov. Plastová fólia a spotrebiteľské plastové sáčky boli modelované použitím údajov z ECOINVENT (2010).

Tab. 3 Inventarizačná analýza balení

Balenie	Mliečna čokoláda [g/kg]	Čokoládové tyčinky [g/kg]	Čokoláda v sáčku [g/kg]
Hliníkový obal	15	25,3	39,8
Kartónová krabica	68,4	56,6	137
LDPE (terciálny obal)	0,47	0,47	0,47
LDPE (plastový sáčok)	2,4	2,5	3,5

3.4 Distribúcia a obchod

Bolo predpokladané že produkty sa skladujú 4 týždne v distribučnom centre a 2 týždne v obchodoch pri teplote okolia. Spotreba elektrickej energie pre sklad a použitú vodu boli odhadované podľa EC (2016a).

3.5 Odpadové hospodárstvo

Zohľadnili sa všetky relevantné toky pevného a tekutého odpadu súvisiaceho s výrobnými procesmi, distribúciou a fázami po spotrebe produktu (Tab. 4). Bolo predpokladané že pevné odpady z procesov, ktoré predstavovali 2% stratu z prísad, sú kompostované. Tekuté odpady sú vyčistené pred vypustením. Spôsoby zneškodňovania iných odpadov sa predpokladali podľa

súčasných postupov vo Veľkej Británii (EC 2016b, 2016c). V súlade s ISO 14044 (ISO 2006b) sa tomuto systému pripisovalo energetické zhodnotenie, kompostovanie a recyklácia hliníka.

Tab. 4 Údaje súvisiace s nakladaním s odpadom z procesov a po spotrebovaní

Typ odpadu a úprava		Mliečna čokoláda [g/kg]	Čokoládové tyčinky [g/kg]	Čokoláda v sáčku [g/kg]	Zdroje údajov
Tekuté odpady (čistenie na mieste)		2700	2700	2700	Modelované použitím údajov z Ecoinvent (2010)
Straty procesov, kompostovanie		20	20	20	Ecoinvent (2010)
Kartónové krabice		68,4	56,6	137	86,5% sa recykluje a 13,5% sa energeticky zhodnotí (EC, 2016c)
Hliníkové balenie		15	25,3	39,8	41%,8 sa recykluje, 58,2% sa skládkuje
Plastový odpad					58% sa skládkuje, 34% sa energeticky zhodnocuje a 8% sa zhodnocuje bez výroby energie (EC, 2016b)
	Terciálne balenie	0,47	0,47	0,47	
	Plastové sáčky	2,4	0,47	2,5	

3.6 Transport

Vzdialenosti transportu, miesto pôvodu a akým spôsobom sa budú produkty transportovať sú uvedené v tabuľke (Tab. 5). Vzďialenosti pozemných ciest boli zistené z EC (2016a) v súlade s dopravnými údajmi Eurostatu (<https://ec.europa.eu/eurostat/home>). Údaje o vzdialenosti transportu po mori boli odhadnuté použitím SEARATES (2015) kalkulačkou trás.

Tab. 5 Transport a vzdialenosti

Etapa životného cyklu		Prepravný krok	Krajina pôvodu	Dopravné prostriedky	Vzdialenosť [km]
Suroviny					
	Cukor z repy		Veľká Británia	Nákladné auto	200
	Cukor z cukrovej trstiny				
		Cestou v krajine pôvodu	Brazília	Nákladné auto	500
		Cez more	Z Brazílie do VB	Nákladná loď	9650
		Cestou vo VB	Veľká Británia	Nákladné auto	200
	Palmový olej				
		Cez more	Z Malajzii do VB	Nákladná loď	15900
		Cestou	Veľká Británia	Nákladné auto	200
	Kakaové bôby				
		Cestou v krajine pôvodu	Ghana	Nákladné auto	500
		Cez more	Z Ghany do VB	Nákladná loď	7370
		Cestou vo VB	Veľká Británia	Nákladné auto	200
	Ostatné prísady		Veľká Británia	Nákladná loď	200
	Výroba		Od výrobcu do distribučného centra	Veľká Británia	Nákladné auto
Distribučné centrum		Z distribučného centra do obchodu	Veľká Británia	Nákladné auto	200
Balenie					
	Balenie dovezené k výrobcovi		Veľká Británia	Nákladné auto	200
	Plastové sáčky do obchodu		Veľká Británia	Nákladné auto	200
Spotreba		Z obchodu do domácnosti	Veľká Británia	Auto	0,135
Koniec životnosti					
	Odpad vezený na recykláciu		Veľká Británia	Nákladné auto	100
	Odpad vezený na skládku		Veľká Británia	Nákladné auto	30
	Odpad vezený na spaľovanie		Veľká Británia	Nákladné auto	30

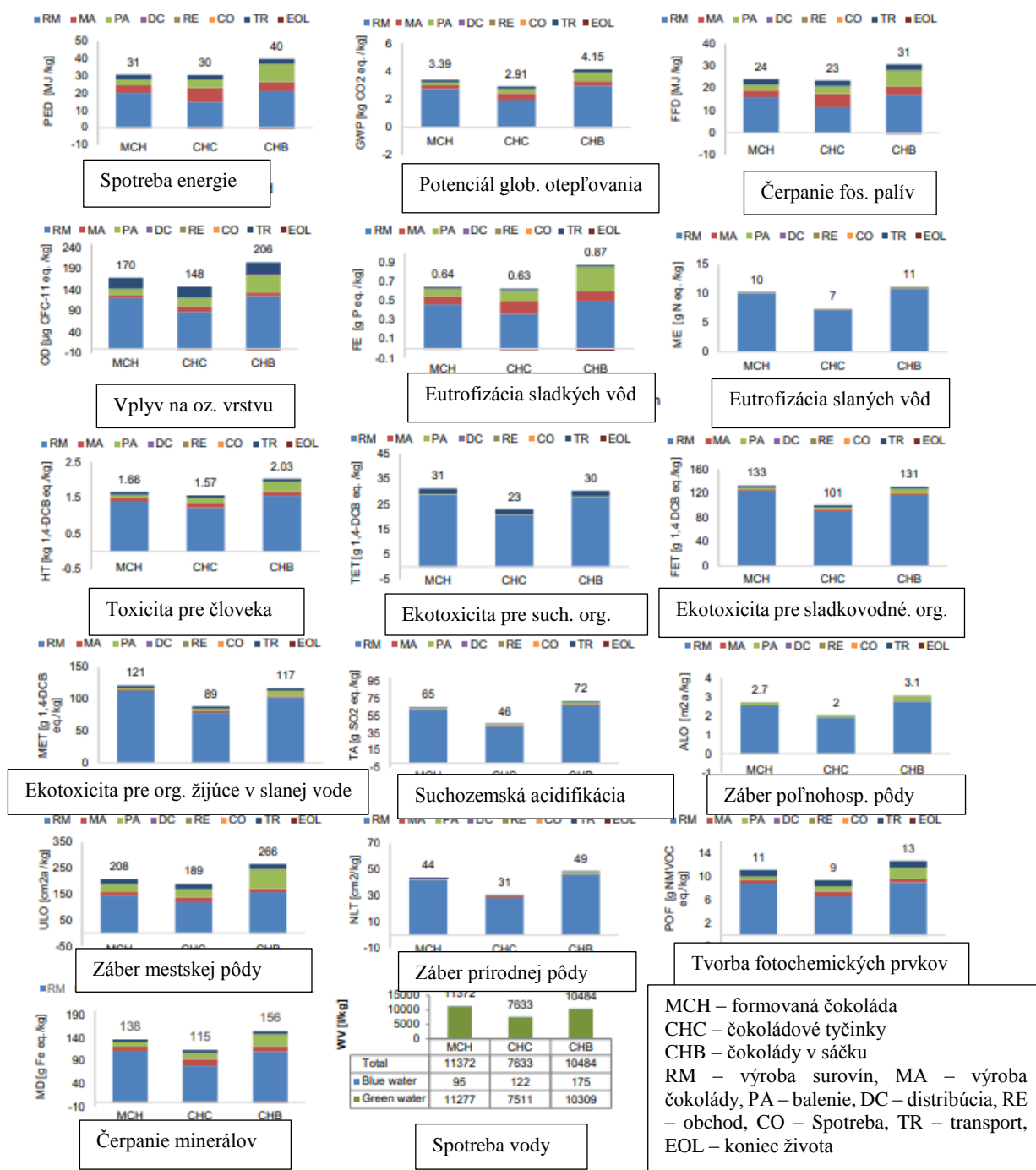
4 Posudzovanie vplyvov

Na modelovanie systému bol použitý softvér GaBi V6.4 (THINKSTEP 2016) a na odhadnutie environmentálnych vplyvov bola použitá ReCiPe metóda midpoint (GOEDKOOPE et al. 2013).

Do úvahy boli brané tieto kategórie vplyvov: potenciál globálneho otepľovania (GWP), vplyv na ozónovú vrstvu (OD), čerpanie fosílnych palív (FFD), eutrofizácia sladkých vôd (FE), eutrofizácia slaných vôd (ME), toxicita pre človeka (HT), ekotoxicita pre suchozemské organizmy (TET), ekotoxicita pre sladkovodné organizmy (FET), ekotoxicita pre organizmy žijúce v slanej vode (MET), suchozemská acidifikácia (TA), záber poľnohospodárskej pôdy (ALO), záber mestskej pôdy (ULO), prírodná premena pôdy (NLT), tvorba fotochemických prvkov (POF) a čerpanie minerálov (MD).

Ďalej, spotreba energie (PED), objemová spotreba vody. PED bola odhadovaná softvérom GaBi. Objemová spotreba vody bola kvantifikovaná so zreteľom na modrú a zelenú vodu, ktorú popísali HOEKSTRA, CHAPAGAIN, ALDAYA, A MEKONNEN (2011).

Modrá voda je množstvo zrážok, ktoré sa dostanú do riek, jazier, podzemnej vody atď. Zelená voda je množstvo zrážok, ktoré je zachytená vegetáciou alebo, ktorá vstúpi do pôdy a je spotrebovaná rastlinami a evapotranspiráciou sa vráti naspäť do atmosféry (<http://ubclfs-wmc.landfood.ubc.ca/webapp/vwm/course/global-water-challenges-1/green-and-blue-water-cycle-2/>). Výsledky sú znázornené v obrázku (Obr. 2) a sú opísané v nasledujúcom odseku.



Obr. 2 Znáročenie environmentálnych vplyvov kategórií čokoládových produktov v životných cykloch

4.1 Spotreba energie (PED)

Čokolády v sáčku majú najvyššiu spotrebu energie, ktorá je odhadovaná na 40 MJ/kg, zatiaľ čo ostatné skupiny majú spotrebu energie odhadovanú na 30 MJ/kg. Pre všetky tri kategórie väčšina vplyvov je spojená s výrobou surovín (49 – 66%). Sušené mlieko je hlavným prispievateľom k spotrebe energie použitej pri výrobe surovín. Ostatné aktivity, ktoré významne prispievajú k spotrebe energie sú výrobné procesy a primárne balenie.

4.2 Potenciál globálneho otepľovania (GWP)

Čokolády v sáčku majú najväčší vplyv s hodnotou 4.15 kg CO₂ eq./kg, nasleduje formovaná čokoláda 3.39 kg CO₂ eq./kg a čokoládové tyčinky 2.91 kg CO₂ eq./kg. Analýza ukazuje že výroba surovín vplýva najviac s hodnotou až 67 – 81% z celkového vplyvu.

4.3 Čerpanie fosílnych palív (FFD)

Čerpanie fosílnych palív sa pohybujú v rozsahu od 24 do 31 MJ/kg. Čokolády v sáčku majú zase najväčšiu hodnotu (31 MJ/kg). Ostatné dve kategórie majú podobné hodnoty (23 a 24 MJ/kg). Najväčší prispievateľ je sušené mlieko (33 – 48%), produkcia čokolády (13 – 26%) a balenie (7 – 21%).

4.4 Vplyv na ozónovú vrstvu (OD)

Čokolády v sáčku majú najväčší (206 µg CFC-11 (trichlórfluórmétán) eq./kg) a čokoládové tyčinky majú najmenší (148 µg CFC-11 eq./kg) vplyv na ozónovú vrstvu. Vplyv formovanej čokolády má hodnotu 170 µg CFC-11 eq./kg. Najväčší podiel majú výroba surovín (61 – 71%), transport (13 – 15%) a balenie (9 – 22%). Výroba sušeného mlieka, cukru, kakaového masla a prášku sú najviac prispievajúce prvky.

4.5 Eutrofizácia sladkých vôd

Čokolády v sáčku sú zase najhoršie s hodnotou 0.87 g P (fosfor) eq./kg. Ďalšie dve kategórie majú skoro rovnaké hodnoty 0,64g P eq./kg. Väčšina vplyvu (57 – 72%) je spojená s výrobou kľúčových surovín, ako sušené mlieko, cukor, múka a kakaové maslo. Výroba (12 – 21%) a balenie (12 – 29%) sa tiež významne podieľajú na vplyve.

4.6 Eutrofizácia slaných vôd

Formované čokolády a čokolády v sáčku majú podobné hodnoty 10 a 11 N (dusík) eq./kg a čokoládové tyčinky majú hodnotu o 30% nižšiu (≈7 N eq./kg). Eutrofizácia slaných vôd je skoro celá spôsobená výrobou surovín (97 – 99%). Toto je najmä kvôli používaniu nitrátov (74 %) a amoniakovým emisiám (21%) do slaných vôd.

4.7 Toxicita pre ľudí

Toxicita pre ľudí majú hodnotu pre čokoládové tyčinky 1,57 kg 1,4-DCB (1,4-dichlórbenzén) eq./kg, 1,66 kg 1,4-DCB eq./kg pre formovanú čokoládu a 2,03 kg 1,4-DCB eq./kg pre čokoládu v sáčku. Väčšina vplyvu je znovu spojená s výrobou surovín (77 – 85%), konkrétne sušeného mlieka a cukru. V prípade čokoládových tyčienok má významný dopad aj

výroba múky (14%). Toxicita pre ľudí je spôsobená hlavne kvôli emisiám fosforu (42 – 48%) a mangánu (16 – 17%), nasleduje zinok (9%) a chlór (6%).

4.8 Ekotoxická pre suchozemské organizmy

Formovaná čokoláda a čokoláda v sáčku majú najvyššie hodnoty ekotoxicity (31 a 30 g 1,4-DCB eq./kg). Čokoládové tyčinky majú hodnotu 23 g 1,4-DCB eq./kg. Výroba surovín je znovu na prvom mieste hodnoty vplyvu (90 – 92%), ostatok je transport (7 – 9%). Sušené mlieko, cukor, palmový olej a kakaové maslo majú najvýznamnejší vplyv zo surovín. Ekotoxická je spôsobená hlavne kvôli pesticídom (69%) používaných v poľnohospodárstve, nasleduje chlór (15 – 17%) a meď (6%), ktoré sa vypúšťajú počas životného cyklu.

4.9 Ekotoxická pre sladkovodné organizmy

Ekotoxická má pre formovanú čokoládu najväčšiu hodnotu (133 g 1,4-DCB eq./kg), nasleduje čokoláda v sáčku (131 g 1,4-DCB eq./kg) a nakoniec čokoládové tyčinky (101 g 1,4-DCB eq./kg). Najväčší vplyv má výroba surovín (91 – 96%). Z toho pestovanie kakaových bôbov má až 50%, sušené mlieko 20% a cukor 11%. Zapríčinené meďou, zinkom, fosforom ako aj pesticídmi.

4.10 Ekotoxická pre organizmy žijúce v slanej vode

Formovaná čokoláda má najväčšie hodnoty (121 1,4-DCB eq./kg), nasleduje čokoláda v sáčku (117 1,4-DCB eq./kg) a čokoládové tyčinky (89 1,4-DCB eq./kg). Výroba surovín je prvá v hodnotách vplyvu (87 – 93%), viac ako 50% je spojená s výrobou kakaových produktov. Meď a zinok sú hlavné príčiny environmentálneho dopadu.

4.11 Suchozemská acidifikácia

Najmenšie hodnoty boli odhadnuté pri čokoládových tyčinkách (46 g SO₂ (oxid siričitý) eq./kg), najväčšie boli pri čokoládach v sáčku (72 g SO₂ eq./kg) a formované čokolády sú medzi (65 g SO₂ eq./kg). Zasa a znovu je na prvom mieste výroba surovín (92 – 96%), ktorá je hlavne kvôli výrobe sušeného mlieka (89 – 90%). Hlavnými príčinami sú emisie amoniaku (84 – 87%), oxidov dusíka (5 – 7%) a oxidu siričitého (7 – 9%).

4.12 Záber a premena pôdy

Brali sme do úvahy tri typy: poľnohospodársku, mestskú a prírodnú. Najväčšie hodnoty sú pri čokoládach v sáčku, ďalej formovaná čokoláda a nakoniec čokoládové tyčinky pri všetkých typoch (Obr. 2). Dopad na prírodnú a poľnohospodársku pôdu je kvôli pestovaniu

surovín (71 – 99%). Dopad na mestskú pôdu je hlavne spojená s priemyselnými budovami a cestami transportu.

4.13 Tvorba fotochemických prvkov

Čokoláda v sáčku má najvyššie hodnoty vplyvu (13 g NMVOC (nemetánová prchavá organická zlúčenina) eq./kg), ostatné sú trošku menšie (9–11 g NMVOC eq./kg). Výroba surovín (70 – 79%) má najvyšší dopad a transport (9 – 11%). Pre čokolády v sáčku má balenie tiež významný dopad (15%). Hlavné zložky podieľajúce sa na vplyve sú emisie oxidov dusíka (57 – 59%), oxid uhoľnatý (14 – 17%) a nemetánové prchavé organické zlúčeniny(9%).

4.14 Čerpanie minerálov

Ako je znázornené v obrázku (Obr. 2) čokolády v sáčku majú najvyššie hodnoty (156 g Fe eq./kg), formovaná čokoláda nasleduje s hodnotou 138 g Fe eq./kg a najmenšiu hodnotu majú čokoládové tyčinky (115 g Fe eq./kg). Najväčší vplyv má výroba surovín (71 – 88%), výroba samotnej čokolády (7 – 13%) a balenie (7 – 17%).

4.15 Spotreba vody

Formovaná čokoláda je na prvom mieste v spotrebe vody (11 372 l/kg), nasleduje čokoláda v sáčku (10 484 l/kg) a čokoládové tyčinky (7 633 l/kg). Spotreba zelenej vody je kvôli výrobe surovín (100%). Spotreba modrej vody je hlavne kvôli baleniu (44 – 65%), výrobe surovín (24 – 43%) a výrobe samotnej čokolády (6 – 11%).

5 Interpretáčn analýza

Štúdia ukazuje že hlavn príčina environmentálnych vplyvov súvisí s hlavne výrobou surovín. Balenie a samotn výroba čokolády majú tiež vznamn vplyv na životn prostredie. Transport m signifikantn vplyv na ozón, čerpanie fosílnych palív a vytváranie fotochemických prvkov. Z výroby surovín majú najväčšie vplyvy výroba sušeného mlieka, cukru a kakaových produktov. Z tohto dôvodu by sa malo viac zaoberat zlepšenm procesov súvisiacich s výrobou surovín, výrobou samotnej čokolády a balenia.

Dopad odhadovan na kilogram každej kategórie čokoládových produktov boli zväšen na ron spotrebu čokolády vo Veľkej Británii, aby sa vyhodnotili celkov vplyvy na životn prostredie. Výsledky ukazuj že 21 TJ primárnej energie je spotrebovaných a 2,1 Mt CO₂ je emitovaných ročne k výrobe 635,6 kt čokolády pre konzumentov Veľkej Británie. Zo všetkých čokoládových kategórií produktov majú najväčší prsievok čokoládové tyčinky (37 – 43%), nasledujú čokolády v sku (28 – 33%), formovan okolda a ostatné typy okold je zvyšok.

Zoznam použitej literatúry

- AFOAKWA, E. O. (2016). *Chocolate science and technology (2nd ed.)*. Oxford: Wiley – Blackwell.
- BRUSH, A., MASANET, E., & WORREL, E. (2011). *Energy efficiency improvement and cost saving opportunities for the dairy processing industry*. Berkeley, California: Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory.
- CLASSEN, M., et al. (2009). *Life cycle inventories of metals. Final report data V2.1, No 10*, Dubendorf: Swiss centre for life cycle inventories. Cranfield University, 2005. AgriLCA. <http://urlm.co.uk/www.agrilca.co.uk>, Accessed date: 15 March 2015
- EAA (2013). *Environmental profile report for the European aluminium industry*. Brussels: European Aluminium Association.
- EC (2015a). *PEF for coffee screening report in the context of the EU product environmental footprint category rules (PEFCR) pilots*. Brussels, Belgium: European Commission.
- EC (2015b). *PEF for pasta screening report in the context of the EU product environmental footprint category rules (PEFCR) pilots*. Brussels: European Commission.
- EC (2016a). *Single market for green products. PEF/OEF: Default data to model distribution and storage*. <http://ec.europa.eu/environment/eissd/smgp>, Accessed date: 1 March 2016.
- ECOINVENT (2010). *Ecoinvent V2.2 database*. Duebendorf, Switzerland: Swiss Centre for Life Cycle Inventories.
- ECOINVENT (2016). *Ecoinvent 3.3 database*. Duebendorf, Switzerland: Swiss Centre for Life Cycle Inventories.
- GOEDKOOP, M., et al. (2013). *ReCiPe 2008: A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level*. Amsterdam: Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment
- HAMBURG & DRESDNER MACHINE FACTORIES (2016). *Hamburg Dresdner Maschinenfabriken*. www.h-d-m.de/en/, Accessed date: 30 August 2016.
- HIRSHIER, R. (2007). *Life cycle inventories of packaging and graphical papers*. Ecoinvent - report no. 11. Dubendorf: Swiss Centre for Life Cycle Inventories.

HOEKSTRA, A. Y., CHAPAGAIN, A. K., ALDAYA, M. M., & MEKONNEN, M. M. (2011). *The water footprint assessment manual. Setting the global standard*. London: Earthscan Ltd.

ICCO (2016). *International cocoa organization*. www.icco.gr, Accessed date: 15 October 2016.

ISO (2006a). *Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines EN ISO 14044: 2006*. London: BSI.

ISO (2006b). *Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework, EN ISO 14040: 2006*. London: BSI.

MANLEY, D. (2000). *Technology of biscuits, crackers and cookies (3rd ed.)*. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited

MINTEL (2015). *Chocolate confectionary*. UK, s.l.: Mintel

NTIAMOAH, A., & AFRANE, G. (2008). *Environmental impacts of cocoa production and processing in Ghana: Life cycle assessment approach*. *Journal of Cleaner Production*, 16, 1735–1740.

SCOTTISH GOVERNMENT (2011). *Scottish dairy supply chain greenhouse gas emissions*. Edinburgh: Scottish Government.

SEARATES (2015). *Searates route explorer Model SN26T597GB*. www.searates.com, Accessed date: 20 November 2015.

THINKSTEP, A. G. (2016). *Gabi V6.115 version software and database*. www.thinkstep.com.

UBA (2016). *PROBAS database*. Berlin: German Environmental Agency

Internetové zdroje:

<http://ubclfs-wmc.landfood.ubc.ca/webapp/VWM/course/global-water-challenges-1/green-and-blue-water-cycle-2/>

<https://ec.europa.eu/eurostat/home?>

<https://www.enviroportal.sk/clanok/posudzovanie-zivotneho-cyklu-lca>

<https://www.kakaovysvet.eu/cs/content/9-o-vyrobe-cokolady>