

2015

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

MAGISTRSKO DELO

MAGISTRSKO DELO
RAVNANJE Z LESNIMI ODPADKI IN NJIHOVA
PREDELAVA – PRILOŽNOSTI ZA ZMANJŠEVANJE
OKOLJSKIH VPLIVOV PRISTANIŠČ

LILJANA RUŠNJAK

LILJANA RUŠNJAK

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Magistrsko delo

**Ravnanje z lesnimi odpadki in njihova predelava – priložnosti za
zmanjševanje okoljskih vplivov pristanišč**

(Waste wood management and processing – opportunities for reducing the environmental
impact of ports)

Ime in priimek: Liljana Rušnjak
Študijski program: Varstvo narave, 2. stopnja
Mentor: doc. dr. Andreja Kutnar

Koper, april 2015

Ključna dokumentacijska informacija

Ime in PRIIMEK: Liljana RUŠNJAK

Naslov magistrskega dela: Ravnanje z lesnimi odpadki in njihova predelava – priložnosti za zmanjševanje okoljskih vplivov pristanišč

Kraj: Koper

Leto: 2015

Število listov: 76

Število slik: 38

Število preglednic: 11

Število prilog: 6

Število strani prilog: 27

Število referenc: 72

Mentor: doc. dr. Andreja Kutnar

UDK: 502/504:[674.8:627.2](043.2)

Ključne besede: analiza LCA, kaskadna raba lesa, ravnanje z odpadki, življenjska doba

Izvleček: V današnjem času še vedno velja povezanost med količino odpadkov in gospodarsko rastjo. Pristanišče Luka Koper ločeno zbira odpadke, ki nastajajo pri dejavnostih pristanišča, kar je ključnega pomena za doseganje trajnostne rabe naravnih virov, kajti najlažje je čiste, ločene odpadke vrniti v reciklažo na viru nastajanja. Namen naloge je bil preučiti okoljske vplive dveh možnosti ravnanja z odpadnim lesom. Za prvo možnost smo izbrali predelavo odpadnega lesa v iverne plošče z namenom podaljšanja življenjske dobe odpadnega lesa. Druga možnost, ki smo jo preučili, pa je bila izdelava peletov. Uporabili smo orodje za objektivno vrednotenje okoljskih vplivov, analizo življenjskega cikla (Life Cycle Assessment, LCA). Ocenili smo okoljske vplive proizvoda, nastalega iz čistih surovin, in novo nastalega proizvoda iz odpadnega lesa. V nalogi smo analizirali naslednje vplive na okolje: acidifikacija, evtrofikacija, fotokemična oksidacija, potencial globalnega segrevanja (GWP 100), uporaba virov in tanjšanje ozonskega plašča. Rezultati analize so pokazali, da imajo proizvodi, izdelani iz odpadnega lesa, manjši vpliv na okolje kot proizvodi, izdelani iz čistih surovin. S pravilnim ravnanjem z odpadki, s prednostnim vrstnim redom 5-stopenjske hierarhije ravnanja z odpadki, bi lahko bistveno prispevali k zmanjševanju okoljskih vplivov in k blaženju podnebnih sprememb.

Key words documentation

Name and SURNAME: Liljana RUŠNJAK

Title of master thesis: Waste wood management and processing - opportunities for reducing the environmental impact of ports

Place: Koper

Year: 2015

Number of pages: 76 Number of figures: 38 Number of tables: 11

Number of appendix: 6 Number of appendix pages: 27

Number of references: 72

Mentor: : Assist. Prof. Andreja Kutnar, PhD

UDK: 502/504:[674.8:627.2](043.2)

Keywords: Keywords: LCA analysis, cascade use of wood, waste management, life cycle

Abstract: Today, there is still a connection between the amount of waste and the economic growth. Port of Koper separately collects the waste, generated in the activities of the port. This is crucial for achieving sustainable use of natural resources: it is the easiest to recycle separate waste at the source of its creation. The aim of this thesis is to examine the environmental impacts of two possible options for the treatment of waste wood. For the first option, we chose the processing of waste wood into chipboards to extend its life cycle. The second option we examined was the production of wooden pellets. We used life cycle assessment (LCA), the tool for objective evaluation of the environmental impacts. We assessed the environmental impacts of the product made from raw materials, and of the product made from waste wood. In this thesis, we analysed the following impacts on the environment: acidification, eutrophication, photochemical oxidation, global warming (GWP 100), non renewable and ozone layer depletion. Analysis results showed that the products made of waste wood, have lesser effect on the environment than the products made from raw materials. Waste management and the priority order of the 5-step waste management hierarchy could be essential for the minimizing of the environmental impact and for the climate change mitigation.

ZAHVALA

Mentorici doc. dr. Andreji Kutnar za strokovno pomoč, nasvete, podporo in razumevanje med študijem in pri pisanju magistrske naloge.

Luki Koper, d. d., ki mi je omogočila izdelavo magistrske naloge, zlasti mag. Franki Cepak, ki mi je nesebično ponudila temo in ideje za izdelavo magistrske naloge.

Podjetju Lesni TIP Otiški Vrh d. o. o., ki mi je omogočilo izdelavo magistrske naloge, zlasti g. direktorju dr. Dušanu Mežnarju, mag. Nini Mauhler in g. Zdravku Pijovniku. Posebej bi se rada zahvalila g. Andreju Lahu za izčrpno zbrane podatke in natančno predstavitev proizvodnje.

G. Janku Ukmarju, direktorju podjetja Biogen, za prijaznost in pripravljenost sodelovanja.

Mojemu možu Davorju za ves trud, razumevanje in potrpljenje ter skrb za družino v času mojega študija. Mojima otrokoma Timu in Taji za spodbudne besede, motivacijo, pomoč in veselje ob mojih uspehih. Zelo sem ponosna nanju, znova sta dokazala, kako sta odgovorna. Hvala družini, kajti brez nje ne bi zmogla.

Kazalo vsebine

1	UVOD	1
1.1	Namen naloge	2
1.2	Cilj naloge.....	2
1.3	Opis področja.....	2
1.3.1	Ravnanje z odpadki v Luki Koper.....	3
1.3.1.1	Odpadki, ki nastajajo v Luki Koper	5
1.4	Predelava lesa	5
1.4.1	Iverne plošče.....	6
1.4.1.1	Postopek izdelave ivernih plošč	7
1.4.1.1.1	Izdelava iverja	8
1.4.1.1.2	Sušenja iverja	8
1.4.1.1.3	Separiranje.....	8
1.4.1.1.4	Oblepljenje	8
1.4.1.1.5	Natresanje.....	8
1.4.1.1.6	Stiskanje	9
1.4.1.1.7	Hlajenje in zlaganje (klimatiziranje).....	9
1.4.1.1.8	Brušenje in skladiščenje	9
1.4.2	Peleti	9
1.4.2.1	Postopek izdelave pelet	10
1.5	Trajnostni razvoj	10
1.6	Odpadki in zakonodaja	13
1.6.1	Slovenska in evropska pravna podlaga na področju odpadkov.....	13
1.6.1.1	Direktiva 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. 11. 2008 o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv	14
1.6.1.2	Zakon o varstvu okolja (ZVO).....	15
1.6.1.3	Pravilnik o ravnanju z odpadki.....	16
1.6.1.4	Prizadevanja EU pri zmanjševanju odpadkov.....	17
1.7	Vrednotenje okoljskih vplivov – analiza življenjskega cikla	18
1.7.1	Standardi za vrednotenje okoljskih vplivov	18
1.7.1.1	Pravila kategorij proizvodov	18
1.7.1.2	Okoljska deklaracija proizvoda.....	19
1.8	Izdelava analize življenjskega cikla, LCA.....	19
1.8.1	Funkcionalna enota.....	22
1.8.2	Meje sistema.....	22

1.8.3	Omejitve analize življenjskega cikla	22
1.8.4	Prednosti analize LCA.....	23
1.8.5	Različice LCA	23
1.8.5.1	Koncept od zibelke do groba.....	23
1.8.5.2	Koncept od zibelke do vrat.....	24
1.8.5.3	Koncept od zibelke do zibelke	25
1.8.6	Inventar življenjskega cikla (LCI).....	25
1.8.6.1	Vrednotenje vplivov (LCIA).....	26
1.8.6.1.1	Izbor in definicija kategorij vplivov	27
1.8.6.1.2	Klasifikacija	29
1.8.6.1.3	Karakterizacija (označevanje).....	30
1.8.6.1.4	Normalizacija	30
1.8.6.1.5	Razvrščanje	31
1.8.7	Interpretacija življenjskega cikla	31
2	MATERIAL IN METODE	34
2.1	Material.....	34
2.1.1	Iverna plošča.....	35
2.1.2	Peleti.....	35
2.2	Analiza življenjskega cikla (LCA, Life Cycle Assessment).....	35
2.2.1	Definicija cilja in področje delovanja – iverne plošče	35
2.2.1.1	Pridobivanje podatkov.....	36
2.2.1.1.1	Inventar življenjskega cikla za proizvodnjo ivernih plošč iz svežega lesa v TIP Lesna.....	36
2.2.1.1.2	Inventar življenjskega cikla za proizvodnjo ivernih plošč iz odpadnega lesa iz Luke Koper	37
2.2.2	Definicija cilja in področje delovanja – peleti.....	38
2.2.2.1	Pridobivanje podatkov.....	39
2.2.2.1.1	Inventar življenjskega cikla za proizvodnjo pelet.....	39
2.2.2.1.2	Inventar življenjskega cikla za proizvodnjo pelet – pot Koper.....	39
2.2.2.1.3	Inventar življenjskega cikla za proizvodnjo pelet – odpadni les.....	39
3	REZULTATI.....	41
3.1	Analiza LCA po konceptu »od zibelke do vrat« za surove iverne plošče, proizvedene iz svežega lesa	41
3.1.1	Potencial globalnega segrevanja.....	41
3.1.2	Tanjšanje ozonskega plašča.....	42
3.1.3	Fotokemična oksidacija	43
3.1.4	Acidifikacija	44

3.1.5	Evtrofikacija	45
3.1.6	Uporaba virov	46
3.2	Analiza LCA po konceptu »od zibelke do vrat« za iverne plošče, izdelane iz odpadnega lesa – sekancev Luke Koper	47
3.2.1	Potencial globalnega segrevanja.....	47
3.2.2	Tanjšanje ozonskega plašča.....	48
3.2.3	Fotokemična oksidacija	49
3.2.4	Acidifikacija	50
3.2.5	Evtrofikacija	51
3.2.6	Uporaba virov	52
3.3	Primerjava vplivov med iverno ploščo, izdelano iz svežega lesa, in iverno ploščo, izdelano iz odpadnega lesa.....	53
3.4	Analiza LCA po konceptu »od zibelke do vrat« za pelete, pelete – pot Koper, pelete – odpadni les.....	59
3.4.1	Potencial globalnega segrevanja.....	60
3.4.2	Tanjšanje ozonskega plašča.....	60
3.4.3	Fotokemična oksidacija	61
3.4.4	Acidifikacija	62
3.4.5	Evtrofikacija	63
3.4.6	Uporaba virov	64
3.5	Primerjava vplivov med proizvodi	65
3.6	Omejitve analize LCA	68
4	ZAKLJUČEK.....	69
	LITERATURA	71

Kazalo slik

Slika 1: Vrste in delež ločeno zbranih odpadkov v letu 2012 brez ladijskih odpadkov (Vir: Okoljsko poročilo Luka Koper 2012).....	4
Slika 2: Shema proizvodnje surovih ivernih plošč (Lah 2001)	8
Slika 3: Shema proizvodnje pelet (prirejena po tekstu Biogena 2015)	10
Slika 4: 5-stopenjska hierarhija ravnanja z odpadki (Vir: Prirejeno po 21.Directive 2008/98/EC on waste. 2014/ in Slopak 2011)	14
Slika 5: Delež recikliranih materialov in cilji EU do leta 2030 (Vir: Ekologi brez meja) ..	18
Slika 6: Shematski prikaz analize LCA (Vir: IAM)	20
Slika 7: Elementi LCA analize (Vir: SIHFC).....	21
Slika 8: Model od zibelke do groba (Vir: Zelena Slovenija).....	24
Slika 9: Model od zibelke do groba (Vir: Zelena Slovenija).....	24
Slika 10: Postopek analize inventarja po ISO 14044 (Vir: SIHFC 2008).....	26
Slika 11: Koncept kategorije vplivov (Vir: Prirejeno po ISO 14044:2006).....	29
Slika 12: Razmerje med elementi v fazi interpretacije z drugimi fazami LCA (Vir: prirejeno po ISO 14044:2006).....	32
Slika 13: Meje sistema, model življenjskega cikla ivernih plošč	36
Slika 14: Meje sistema, model življenjskega cikla pelet	39
Slika 15: Viri emisij in prispevek virov emisij k potencialnemu globalnemu segrevanju 1 m ³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz svežega lesa.....	42
Slika 16: Viri emisij in prispevek virov emisij k tanjšanju ozonskega plašča 1 m ³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz svežega lesa	43
Slika 17: Viri emisij in prispevek virov emisij k fotokemični oksidacij 1 m ³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz svežega lesa	44
Slika 18: Viri emisij in prispevek virov emisij k acidifikaciji 1 m ³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz svežega lesa.....	45
Slika 19: Viri emisij in prispevek virov emisij k eutrofikaciji 1 m ³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz svežega lesa.....	46
Slika 20: Viri emisij in prispevek virov emisij k uporabi virov 1 m ³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz svežega lesa.....	47
Slika 21: Viri emisij in prispevek virov emisij k potencialnemu globalnemu segrevanju virov 1 m ³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa	48
Slika 22: Viri emisij in prispevek virov emisij k tanjšanju ozonskega plašča 1 m ³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa	49
Slika 23: Viri emisij in prispevek virov emisij k fotokemični oksidacij 1 m ³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa.....	50
Slika 24: Viri emisij in prispevek virov emisij k acidifikaciji 1 m ³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa	51
Slika 25: Viri emisij in prispevek virov emisij k eutrofikaciji 1 m ³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa	52
Slika 26: Viri emisij in prispevek virov emisij k uporabi virov 1 m ³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa	53
Slika 27: Viri emisij in prispevek virov emisij k potencialnemu globalnemu segrevanju 1 m ³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa in svežega lesa	54
Slika 28: Viri emisij in prispevek virov emisij k tanjšanju ozonskega plašča 1 m ³ surovih ivernih plošč,	55

Slika 29: Viri emisij in prispevek virov emisij k fotokemični oksidaciji 1 m ³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa in svežega lesa	56
Slika 30: Viri emisij in prispevek virov emisij k acidifikacij 1 m ³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa in svežega lesa	57
Slika 31: Viri emisij in prispevek virov emisij k eutrofikaciji 1 m ³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa in svežega lesa	58
Slika 32: Viri emisij in prispevek virov emisij k uporabi virov 1 m ³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa in svežega lesa	59
Slika 33: Viri emisij in prispevek virov emisij k potencialnemu globalnemu segrevanju 1 tone pelet, pelet – pot Koper, pelet – odpadni les.....	60
Slika 34: Viri emisij in prispevek virov emisij k tanjšanju ozonskega plašča 1 tone pelet, pelet – pot Koper, pelet – odpadni les	61
Slika 35: Viri emisij in prispevek virov emisij k fotokemični oksidaciji 1 tone pelet, pelet – pot Koper, pelet – odpadni les	62
Slika 36: Viri emisij in prispevek virov emisij k acidifikaciji 1 tone pelet, pelet – pot Koper, pelet – odpadni les	63
Slika 37: Viri emisij in prispevek virov emisij k eutrofikaciji 1 tone pelet, pelet – pot Koper, pelet – odpadni les	64
Slika 38: Viri emisij in prispevek virov emisij k uporabi virov 1 tone pelet, pelet – pot Koper, pelet – odpadni les	65

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Prikaz ocene proizvodnje toplogrednih plinov, ki jih proizvede človek (povzeto iz Thayer Robbins 2001)	13
Preglednica 2: Kategorije vplivov (Vir: Prirejeno po SAIC 2006)	27
Preglednica 3: Pregled količin zbranih odpadkov v Luki Koper v letih od 2009 do 2013 (Vir: Luka Koper).....	34
Preglednica 4: Pregled odpadkov iz lesa v Luki Koper (Vir: Luka Koper)	35
Preglednica 5: Količina emisij v zrak, nastalih pri proizvodnji 1 m ³ ivernih plošč	37
Preglednica 6: Prikaz rezultatov analize življenjskega cikla za iverne plošče, izdelane iz svežega lesa	41
Preglednica 7: Prikaz rezultatov analize življenjskega cikla za iverne plošče, izdelane iz odpadnega lesa.....	47
Preglednica 8: Prikaz rezultatov analize življenjskega cikla za iverne plošče, izdelane iz odpadnega lesa, in iverne plošče, izdelane iz svežega lesa	53
Preglednica 9: Prikaz rezultatov analize življenjskega cikla za pelete, pelete – pot Koper, pelete – odpadni les	59
Preglednica 10: Prikaz rezultatov analize življenjskega cikla za pelete, pelete – pot Koper, pelete – odpadni les, iverno ploščo, izdelano iz svežega lesa, in iverno ploščo, izdelano iz odpadnega lesa.....	66
Preglednica 11: Prikaz rezultatov analize življenjskega cikla za pelete, pelete – pot Koper, pelete – odpadni les, iverno ploščo, izdelano iz svežega lesa, iverno ploščo, izdelano iz odpadnega lesa, s preračunom 1 m ³ ivernih plošč v 1 tono.....	67

Kazalo prilog

Priloga A: Karakterizacija: potencialni vpliv na globalno segrevanje

Priloga B: Karakterizacija: tanjšanje ozonskega plašča

Priloga C: Karakterizacija: fotokemična oksidacija

Priloga D: Karakterizacija: acidifikacija

Priloga E: Karakterizacija: eutrofikacija

Priloga F: Karakterizacija: poraba virov

Seznam kratic

EMAS	Sistem EU za okoljevarstveno vodenje organizacij (ang. ECO – Management and Audit Scheme)
EPD	Okoljska deklaracija proizvoda (ang. Environmental Product Declaration)
EPF	Evropsko združenje proizvajalcev plošč (ang. European Panel Federation)
FESIP	Evropska federacija združenj proizvajalcev ivernih plošč (ang. European Federation of Associations of Particleboard Manufacturers)
ISO	Mednarodna organizacija za standardizacijo (ang. The International Organization for Standardization)
LCA	Analiza življenjskega cikla (ang. Life Cycle Assessment)
LCI	Inventar življenjskega cikla (ang. Life Cycle Inventory)
LCIA	Vrednotenje okoljskih vplivov (ang. Life Cycle Impact Assessment)
MDF	Vlaknene plošče (ang. medium density fiberboard)
MUF	Smola, melamin-urea-formaldehid
MUPF	Smola, melamin-urea-fenol-formaldehid
NIMBY	Ne na mojem dvorišču (ang. Not In My Back Yard)
NIMET	Ne v času mojega mandata (ang. Not In My Election Time)
NPVO	Nacionalni program varstva okolja
OSB	Plošče z naključno poravnanimi lesnimi prameni (ang. Oriented Strand Board)
PF	Smola, fenol-formaldehid
PMDI	Smola, polimerni metilen di-izocianat
ReNPVO	Resolucija o Nacionalnem programu varstva okolja
TFAP	Tropski gozdarski akcijski načrt (ang. Tropical Forestry Action Programme)
TGP	Toplogredni plini
UF	Smola, Urea-formaldehid
WCED	Svetovna komisija za okolje in razvoj (ang. World Commission on Environment and Development)

1 UVOD

Živimo v potrošniško naravnani družbi, posebej zaskrbljujoče pa je dejstvo, da zavržemo še uporabne stvari in o njih ne razmišljamo več. Ugodju in udobju se s težavo odpovemo. O naravi začnemo razmišljati šele, ko ta začne vračati udarec.

Ljudje se v zadnjem času soočamo z velikimi poplavami in sušami, ekstremi pa se lahko pojavijo v istem koledarskem letu. Vzrok za te ekstreme je verjetno sprememba podnebja, vse višje povprečne temperature zraka in temperature morij in oceanov, taljenje ledenikov in s tem dvig gladine morja. Posledica so močnejši termodinamični procesi v ozračju in spremembe podnebja (Kobold 2009). Podnebne spremembe predstavljajo veliko grožnjo človeštvu. Tudi v preteklosti se je podnebje spreminjalo, v zadnjem desetletju pa je človek s svojimi posegi k temu precej pripomogel. Velik del k emisijam TGP-jev prispeva človek z uporabo fosilnih goriv, ki so omejen in neobnovljiv vir energije. Za doseganje zmanjševanja emisij TGP-jev in izpolnitve Kjotskega protokola je treba poiskati nove alternativne vire energije. Zagotoviti je treba nižjo proizvodnjo TGP-jev, zmanjšati uporabo fosilnih goriv, spodbuditi uporabo obnovljivih virov energije in ponovno uporabo odpadkov. V ta namen je Vlada RS marca 2011 sprejela stališče do dokumenta Evropski kažipot do nizkoogljičnega gospodarstva do leta 2050. Evropski kažipot 2050 nakazuje poti za doseganje zmanjševanja TGP-jev za 80 do 95 % do leta 2050 glede na leto 1990. Dokument določa tudi mejnike, ki so sestavni del učinkovito načrtovane poti za doseganje ciljev. Vse bolj se govori o trajnostnem razvoju. V Evropski Uniji (EU) je bilo sprejetih in podpisanih veliko konvencij, direktiv in zakonov v zvezi z varstvom narave, vrst in habitatov ter ohranjanjem narave in virov v bodoče. Direktiva o ravnanju z odpadki 2008/98/EC predlaga nove pristope s 5-stopenjsko hierarhijo ravnanja z odpadki, kjer je primarni cilj preprečevanje nastajanja odpadkov in šele nato recikliranje. Državni zbor Republike Slovenije je sprejel zakon o varstvu okolja, katerega cilj je spodbujanje in usmerjanje takšnega družbenega razvoja, ki omogoča dolgoročne pogoje za človekovo zdravje, počutje in kakovost njegovega življenja ter ohranjanje biotske raznovrstnosti (Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o varstvu okolja 2013). Za doseganje trajnostne rabe je pomembno krepiti pomanjkljivo družbeno zavest in zavest posameznika. Ločeno zbiranje odpadkov je eden izmed ključev za doseganje trajnostne rabe naravnih virov, kajti najlažje je čiste, ločene odpadke vrniti v reciklažo na viru nastajanja. S ponovno uporabo odpadkov varčujemo z energijo, zmanjšamo emisije in ohranjamo omejene naravne vire. Poleg odpadkov, ki nastajajo v gospodinjstvih, prispeva k obremenitvi okolja še industrija.

V občini Koper Luka Koper nudi veliko možnosti zaposlitve, sponzorira lokalne športne klube, kulturne prireditve, po drugi strani pa ima s svojo dejavnostjo velik vpliv na okolje z obsežno proizvodnjo odpadkov in veliko porabo energije. Luka Koper, d. d., vključuje hčerinsko družbo INPO, ki upravlja Center za ravnanje z odpadki, zbira in ločuje odpadke, poleg tega sodeluje s Komunalo Koper, d. o. o., saj se biološki odpadki občine Koper reciklirajo v kompostarni Luke Koper.

V svetu sta poznana dva sindroma, NIMBY (Not In My Back Yard – *ne na mojem dvorišču*) in NIMET (Not In My Election Time – *ne v času mojega mandata*), ki se pojavljata tudi v Sloveniji (Bukovnik 2008). Najslabše, kar lahko naredimo, je, da si zatiskamo oči in se ne odzovemo; kot je dejal Stéphane Hessel, je »brezbrižnost najnevarnejša«.

1.1 Namen naloge

Namen naloge je preučiti okoljske vplive dveh možnih ravnanj z odpadnim lesom, ki nastaja kot odpadna lesna frakcija v večjih količinah pri obratovanju pristanišča Luke Koper. Količina odpadnega lesa se od leta 2009 do leta 2013 giblje med 1200 t/leto in 1700 t/leto. Odpadni les predstavljajo letvice, ki služijo pri transportu in kot podloga lesu, ki prispe na terminal za les. Poleg pretovora Luka Koper nudi še dodatne storitve, kot je obrezovanje lesa in čeljenje, pri čemer nastajajo odpadki »čistega« lesa (žagovina, odrezki lesa in ostanki čeljenja). Prva možnost je predelava odpadnega lesa v iverne plošče z namenom podaljšanja življenjske dobe odpadnega lesa. Druga možnost, ki jo bomo preučili, pa je izdelava peletov, ki se nato uporabijo za pridobivanje toplotne energije s sežigom. Ovrednotili bomo okoljske vplive in poiskali okolju najbolj prijazno ravnanje z odpadnim lesom. Uporabili bomo orodje za objektivno vrednotenje okoljskih vplivov, analizo življenjskega cikla (Life Cycle Assessment, LCA), s katero bomo ocenili okoljske vplive novo nastalega proizvoda iz odpadnega lesa. Rezultate bomo primerjali z identičnimi proizvodi, nastalimi iz čistih surovin.

1.2 Cilj naloge

Cilj naloge je objektivno ovrednotiti okoljske vplive različnih možnosti ravnanja z lesnimi odpadki in utemeljiti pomembnost t. i. kaskadne rabe lesa, obnovljivega naravnega vira, pri doseganju ciljev zniževanja emisij toplogrednih plinov, ki si jih je zadala EU v Kažipotu 2050. Posledično želimo prispevati k ohranjanju narave in zmanjševanju emisij toplogrednih plinov.

1.3 Opis področja

Koper je imel pomembno vlogo v gospodarstvu in pomorstvu že v zgodnjih obdobjih zgodovine. Severni Jadran so opisovali že najstarejši rimski in grški potopisci. Razvoj trgovine in pomorstva je znan že v obdobju železne dobe, prav tako je poznana najstarejša in najkrajša jantarjeva cesta, ki je povezovala Baltik in Sredozemlje. Leta 1182 je mesto Koper imelo pravico trgovanja s soljo v zaledje in pravico pristajanja ladij s soljo za območje od Pulja do Gradeža. Izgradnja Pristanišča, ki se je leta 1961 preimenoval v Luko Koper, sega v leto 1957. Promet se je z izgradnjo tovarnega tira leta 1967 še povečal (Korsič 1975).

Danes Luka Koper predstavlja pomembno logistično distribucijsko središče. Luka poleg privezov in pretovora omogoča skladiščenje in druge podporne storitve ter nudi dodatne storitve na tovoru. Koprsko pristanišče ima dvanajst specializiranih terminalov za generalne tovore, živino, sadje, les, kontejnerje in RO-RO terminal, avtomobile, minerale in rudnine, žitarice in krmila, glinico, nafto in derivate, kemikalije in druge tekoče tovore ter evropski energijski terminal. Najdaljšo tradicijo ima terminal za generalne tovore. Suhi razsuti tovari so bili v začetku žita in krmila, danes okrog 40 % predstavljajo železove rude in premog. Terminal za avtomobile predstavlja največji distribucijski center za srednjo Evropo. Prvi kontejnerji so v pristanišče prišli leta 1971, vendar je terminal, namenjen kontejnerjem, začel z delovanjem osem let kasneje. Največji del tekočega tovara predstavljajo nafta in njeni derivati, sledijo kemikalije, rastlinska olja in drugo blago. Od leta 1967 je bila nafta namenjena v glavnem za slovenski trg, z letom 2004 pa so začeli z dobavo goriv tudi za avstrijski trg (Jakomin 2004 in Jakomin 2007).

Vpliv pristanišča na okolje gotovo ni zanemarljiv in tega se dobro zavedajo odgovorni v Luki Koper. Pri razvoju podjetja želijo uveljaviti trajnostne rešitve. Zastavili so si cilj postati »zeleno pristanišče«, uvesti sodobne in varčne tehnologije, permanentno zmanjševati emisije v okolje, izboljševati energetske učinkovitosti in posredno stalno izboljševati sistem ravnanja z okoljem. Zelo skrbno ravnajo z odpadki, ki nastajajo pri dejavnostih pristanišča. Poleg vpliva emisij na okolje skrbijo tudi za videz podjetja, saj je le-to umeščeno med mesto Koper in naravni rezervat Škocjanski zatok (Okoljsko poročilo Luka Koper 2012).

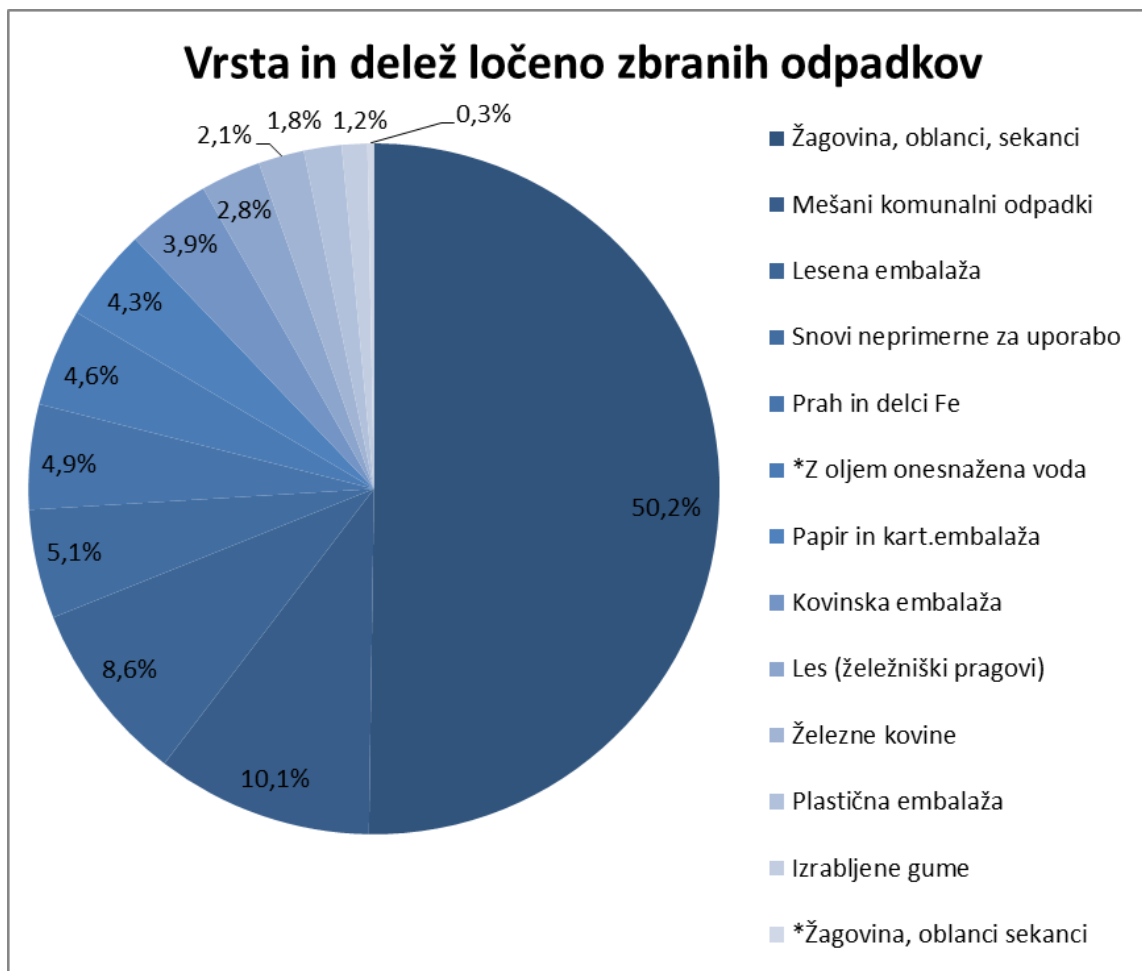
1.3.1 Ravnanje z odpadki v Luki Koper

Skrb za ravnanje z odpadki v Luki Koper je leta 1997 prevzel Center za ravnanje z odpadki (INPO), ki je hčerinska družba Luke Koper. Podjetje INPO sestavljajo štiri enote:

- Vzdrževalna enota,
- Proizvodno-storitvena enota,
- Storitvena enota za Luko Koper,
- Maritimno-komunalna enota.

Maritimno-komunalna enota poleg izvajanja komunalnih storitev znotraj Luke Koper skrbi še za priveze in odveze ladij ter izkope s plavajočim bagrom.

Komunalna dejavnost je z letom 1998 prešla na sistem ločevanja odpadkov na izvoru, ločevanju odpadkov, ki so primerni za takojšnjo reciklažo, ločevanje biorazgradljivih odpadkov in takojšnjo obdelavo biorazgradljivih odpadkov ter minimalno odlaganje neuporabnih odpadkov, ki ne presegajo 20 %. Na sliki 1 je prikazan delež ločenih odpadkov, ki nastajajo v Luki Koper (Živeti s pristaniščem 2014).



Slika 1: Vrste in delež ločeno zbranih odpadkov v letu 2012 brez ladijskih odpadkov (Vir: Okoljsko poročilo Luka Koper 2012)

Pristanišče ter vse dejavnosti, ki se v zvezi s pristaniščem izvajajo, imajo zagotovo velik vpliv na okolje. Služba, ki je v Luki Koper odgovorna za varovanje zdravja zaposlenih in ekologijo, dobro skrbi za okolje, na kar kaže veliko število pridobljenih certifikatov.

Luka Koper ima naslednje certifikate:

- ISO 14001: 2004: potrjuje odgovorno skrb za varovanje okolja s posodobitvami in z uvajanjem čistih ter varnih tehnologij, pridobljen leta 2000;
- ISO 9001: 2008: potrjuje vzpostavljen in ustrezno vzdrževan sistem kakovosti, pridobljen leta 1997;
- OHSAS 18001: 2007: certifikat za sistem vodenja varnosti in zdravja pri delu, pridobljen leta 2008;
- HACCP, ISO 22000: 2005: kot edino pristanišče na svetu so leta 2007 prejeli sistem vodenja varnosti živil med prvimi v Sloveniji, kot prvo podjetje v transportni panogi;
- SEVESO II: kot obrat večjega tveganja imajo po omenjeni direktivi pridobljeno ustrezno okoljevarstveno dovoljenje za celotno pristanišče;
- EMAS: sistem skupnosti za okoljsko ravnanje in presojo, certifikat so pridobili decembra 2010.

Certifikat EMAS (ECO – Management and Audit Scheme – sistem EU za okoljevarstveno vodenje organizacij) je nadgradnja sistema ravnanja z okoljem ISO 14001. Certifikat EMAS sta do sedaj pridobili le dve evropski pristanišči, v Sloveniji pa ga je pridobilo osem družb (Luka Koper).

Cilj sistema EMAS kot pomembnega instrumenta akcijskega načrta za trajnostno potrošnjo in proizvodnjo ter trajnostno industrijsko politiko je spodbujati nenehne izboljšave pri okoljski uspešnosti organizacij, in sicer z vzpostavitvijo in izvajanjem sistemov okoljskega ravnanja s strani organizacij, sistematskim, objektivnim in rednim vrednotenjem uspešnosti takih sistemov, zagotavljanjem informacij o okoljski uspešnosti, odprtim dialogom z javnimi in drugimi zainteresiranimi stranmi ter dejavnim vključevanjem zaposlenih v organizacijah v ustrezno usposabljanje (Uredba o prostovoljnem sodelovanju organizacij v Sistemu Skupnosti za okoljsko ravnanje in presojo 2009).

Leta 2014 je Luka Koper prejela prestižno nagrado ESPO (European Sea Ports Organisation), ki jo Združenje evropskih morskih pristanišč podeljuje okolju in okolici najbolj prijaznim evropskim pristaniščem.

1.3.1.1 Odpadki, ki nastajajo v Luki Koper

V preteklosti je bila zakonodaja usmerjena k posameznemu odpadku in ravnanju z njim, novi pristopi pa temeljijo na zmanjšanju vpliva na naravne vire in trajnostni rabi le-teh. Poglavitni cilji direktive, ki naj bi jih dosegli do leta 2020 (Uredba o odpadkih 2011):

- Za najmanj 50 % skupne teže se poveča priprava za ponovno uporabo in recikliranje odpadkov, kot so plastika, kovina in steklo, iz gospodinjstev ter odpadkov iz drugih virov, če so ti podobni odpadkom iz gospodinjstev;
- Za najmanj 70 % se poveča ponovna uporaba, recikliranje ali druge oblike predelave gradbenih odpadkov – zasipavanje.

Za doseganje teh ciljev je potrebno dosledno ravnanje z odpadki.

Opadke v Luki Koper razvrščajo v tri skupine (Živeti s pristaniščem 2014):

- ladijski odpadki, med katere sodijo kuhinjski odpadki, fekalne in zaoljene vode, odpadna embalaža in mešani komunalni odpadki;
- odpadki iz luških dejavnosti, med katere sodijo ostanki tovara, odpadni les, odpadna embalaža, odpadne kovine in mešani komunalni odpadki;
- ostali odpadki, ki nastajajo pri uporabnikih ekonomske cone.

1.4 Predelava lesa

»Les je edina surovina, ki je uporabna v celoti in v več življenjskih ciklih (kot izdelek, ostanki predelave kot lesna biomasa, reciklaža in ponovna uporaba).« (Les je lep 2012) Čuk in sod. 2011 navajajo, da les predstavlja enega od najbolj obilnih naravnih polimerov, ker je biološko razgradljiv in ga je mogoče predelati v »uporabne industrijske kemikalije«. Zaradi vseh naštetih lastnosti in količin, ki nastajajo pri delovanju pristanišča Luke Koper bi bilo možnih več načinov predelave (Humar 2004):

- predelava v iverne plošče,
- predelava v bioogljje,
- predelava v pelete,
- direkten sežig za proizvodnjo toplote,
- predelava v etanol iz lignoceluloznih materialov in lesa itd.

Bioogljje ima visoko vsebnost ogljika, zato v zemlji ohranja vlago in pomaga rastlinam skozi obdobja suše, obdrži hranljive snovi in mikroorganizme, ki vplivajo na izboljšano rast pridelka. Z uporabo bioogljja dosežemo več sinergijskih učinkov (Bioogljje in energetska izraba biomase 2013):

- povečanje zaloge ogljika v degradiranih območjih,
- zmanjšanje emisij CO₂ in N₂O,
- izboljšanje rodovitnosti tal in prispevek h krepitvi kmetijskih pridelkov.

V nalogi se bomo opredelili na dva končna produkta, in sicer proizvodnjo ivernih plošč in peletov.

1.4.1 Iverne plošče

Do razvoja novih tehnologij in drugih pomembnih materialov v drugi polovici 20. stoletja je les služil kot najpomembnejši gradbeni material. Razvoj novih tehnologij in ustreznih lepil je omogočal izdelavo novih materialov, izdelanih iz koščkov lesa, imenovanih lesni ploščni kompoziti (Medved 2010). Iverne in vlaknene plošče (*medium densiti fibreboard*, MDF) se lahko izdeluje iz kateregakoli lignoceluloznega materiala. Lignocelulozna struktura je zelo podobna lesu in prav zato lahko zagotavlja ustrezno visoko mehansko trdnost in specifično težo skladno s standardi (Rowell in sod. 2000 cit. po Varanda in sod. 2014). Na lastnosti ivernih plošč deluje več faktorjev: vrsta lesa, struktura vlaken, gostota, trdota, velikost delcev, količina in vrsta veziv, stisljivost, delež lubja, vlaga, sušenje delcev itd. (Čuk in sod. 2011). Izdelane so iz treh plasti. Zunanja sloja sta izdelana iz manjših, finih iveri, medtem ko je sredinski sloj izdelan iz večjih iveri (Medved 2010).

Poleg iveri so za izdelavo ivernih plošč pomembna vezivna sredstva, ki med sabo povezujejo lesne gradnike npr. iveri. Najpomembnejša lepila v Evropi so aminoplastične smole. Urea-formaldehidne (UF) smole v glavnem uporabljajo za notranjo rabo plošč, smole melamin-urea-formaldehida (MUF) so zaradi dodatka melamina odpornejše na vremenske vplive. Poleg UF in MUF smol se v Evropi uporabljajo še melamin-urea-fenol-formaldehid (MUPF), fenol-formaldehid (PF) in polimerni metilen di-izocianat (PMDI), vendar je uporabljena količina le-teh majhna (Alexandropoulos in sod. 2005). Molsko razmerje med formaldehidom in ureo niha in se zaradi trenda zmanjševanja emisij formaldehida znižuje. Trenutno se molsko razmerje formaldehid : urea (F:U) giblje med 1,05 in 1,20 (Markessini 1994, Dunki 1995, Mantanis in Markessini 1998, Markessini 1993, cit. po Alexandropoulos in sod. 2005). Markessini (1998) in Markessini (1993, cit. po Alexandropoulos in sod. 2005) navaja, da je bilo pred desetimi leti to razmerje bistveno višje, in sicer formaldehid : urea (F: U) = 1,4 do 1,6. Bistvo zmanjšane razmerja je v zmanjševanju emisij formaldehida. Delež dodanega lepila se pri zunanemu sloju giblje med 6 % in 15 %, pri sredinskem sloju pa med 2 % in 9 %, vendar je delež odvisen od velikosti delcev in vrste lepila (Medved 2010).

Na razvoj ivernih plošč je vplival lesni ostanek, ki je nastajal v mizarskih obratih in žagah. Za proizvodnjo ivernih plošč se uporabljata tako odpadni les kakor tudi hlodovina slabše kakovosti (Medved 2010).

Glede na strukturo iverja ločimo:

- enoslojne plošče – iverje ene velikosti;
- troslojne plošče – izdelane so iz treh plasti, zunanji plasti imata finejši zunanji sloj, sredinski sloj pa je bolj grob;
- plošče z enakomernim preходом iverja – od najmanjšega iverja na površini do večjega v sredini plošče.

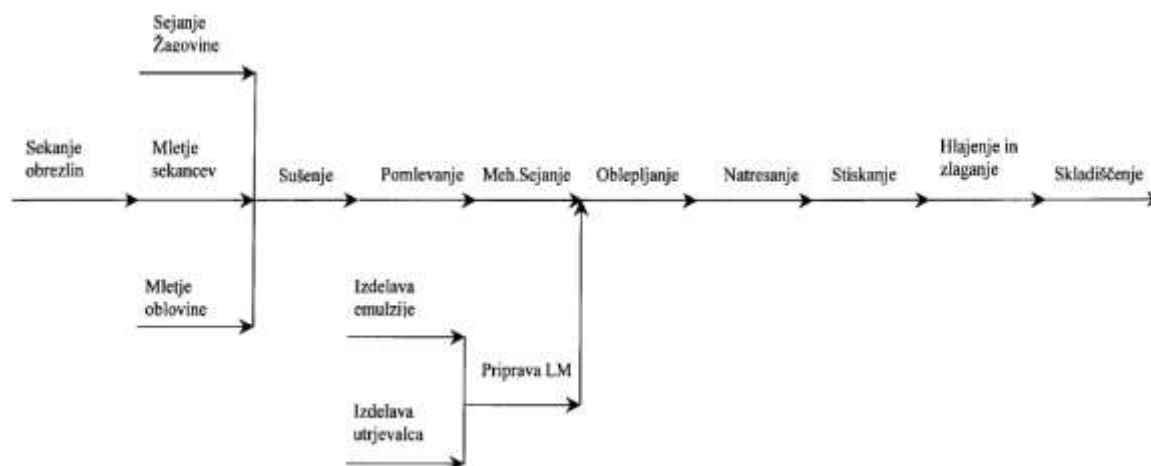
Iverne plošče je mogoče ločiti tudi po uporabnosti, gostoti in položaju iverja. Plošče lahko še oplemenitimo z raznovrstnimi dodatki, kajti tako dobimo iverne plošče, ki so vodoodporne, plošče, ki niso dovzetne za insekte, ognjevarne plošče itd. (Bedekovic in Leban 2008). Iverne plošče so se najprej uporabljale za izdelavo pohištva (Medved 2010), danes so glavna surovina v številnih gospodarskih panogah (Varanda in sod. 2014), in sicer v proizvodnji pohištva, stavbnega pohištva, oblog v gradbeništvu itd. (Medved 2010, Bedekovic in Leban 2008).

FESIP – European Federation of Associations of Particleboard Manufacturers (Evropska federacija združenj proizvajalcev ivernih plošč) navaja, da ima European Panel Federation (EPF) člane v 25 evropskih državah, ki vsako leto ustvarijo več kot 100.000 delovnih mest, šteje več kot 5.000 podjetij in ustvari prihodek v višini približno 22.000.000.000 €. Celotna proizvodnja v letu 2011 znaša več kot 30 milijonov m³ ivernih, več kot 11,5 milijona m³ MDF-jev in več kot 3,5 milijona m³ OSB plošč.

1.4.1.1 Postopek izdelave ivernih plošč

Proces izdelave ivernih plošč je razdeljen na več različnih tehnoloških faz (slika 2) (Lah 2001):

- izdelava iverja,
- sušenje iverja,
- separiranje,
- oblepljenje,
- natresanje,
- stiskanje,
- hlajenje in zlaganje,
- skladiščenje.



Slika 2: Shema proizvodnje surovih ivernih plošč (Lah 2001)

1.4.1.1.1 Izdelava iverja

Iveri so majhni delci, iz katerih je sestavljena iverna plošča. Ker iverje predstavlja osnovno sestavino ivernih plošč, sodi izdelava iverja med najpomembnejše tehnološke faze. Procesi iverjenja potekajo na različnih strojih: iverjenje oblovin na bobnastih iverilnikih, iverjenje sekancev na obročastih iverilnikih (Lah 2001).

1.4.1.1.2 Sušenja iverja

Na čas sušenja vplivata zlasti velikost iveri ter vsebnost vlage vhodne surovine na začetku in koncu sušenja. Pri večjih delcih iveri se posuši zunanji sloj iveri, medtem ko se voda v notranjosti debelejših delcev iveri ne posuši popolnoma. S procesom pomlevanja se omogoča sproščanje vode iz sredinskega dela (Lah 2001).

1.4.1.1.3 Separiranje

Velikost iverja, pri kateri upoštevamo debelino, širino in dolžino, poleg ostalih faz proizvodnje (oblepljenja, natresanja in stiskanja) vpliva na upogibno trdnost, modul elastičnosti, razslojno trdnost in debelinski nabrek (Medved 2000). Med procesom iverjenja nastajajo različne frakcije iveri. Proces separacije poteka v separatorju, kjer se skozi sita različnih velikosti ločujejo ustrezne velikosti (Lah 2001).

1.4.1.1.4 Oblepljenje

Proces oblepljenja poteka na centrifugalnih strojih za oblepljenje. Lepilna mešanica vsebuje lepilo, vodo, parafinsko emulzijo in utrjevalec (Lah 2001).

1.4.1.1.5 Natresanje

Natresanje iverne pogače na tekoči trak se izvaja s tremi natesnimi postajami. Prvi natesni sloj je zunanji spodnji sloj, drugi natesni sloj je srednji sloj, tretji natesni sloj je zunanji

zgornji sloj. Natresanje srednjega sloja je mehansko z natresnimi valji, natresanje zunanjih slojev je pnevmatsko. Za natresnimi postajami je nameščena kontinuirana predstiskalnica, ki služi utrjevanju pogače in jo tako pripravi na transport do stiskalnice (Lah 2001).

1.4.1.1.6 Stiskanje

Pomembni dejavniki pri oblikovanju plošče v stiskalnici so tlak, čas in temperatura. Ustrezen čas stiskanja je nujen za izhlapevanje vode s površine, kondenzacijo lepila in obdržanje strukture. Zadosten tlak omogoča željeno prostorninsko maso in stabilnost, zadostna temperatura omogoča izparevanje vode in utrjevanje lepila (Lah 2001).

1.4.1.1.7 Hlajenje in zlaganje (klimatiziranje)

Iverna plošča po procesu stiskanja ohrani visoko temperaturo, njena zunanja plast je presušena, medtem ko je vsebnost vode v notranjosti plošče višja. Klimatiziranje je pomembno za doseganje higroskopičnega ravnovesja vlage, vlaga se enakomerno porazdeli po celotni plošči in tako prepreči nastajanje napetosti med sloji. Poteka stabilizacija tako mehanskih kot fizikalnih lastnosti ivernih plošč (Lah 2001).

1.4.1.1.8 Brušenje in skladiščenje

Klimatiziranju plošč sledita še brušenje in priprava plošč za trg. S procesom brušenja se izboljša površino z visoko prostorsko maso in tako doseže večjo odpornost na zunanje vplive, višjo zaprtost in višjo upogibno trdnost (Lah 2001).

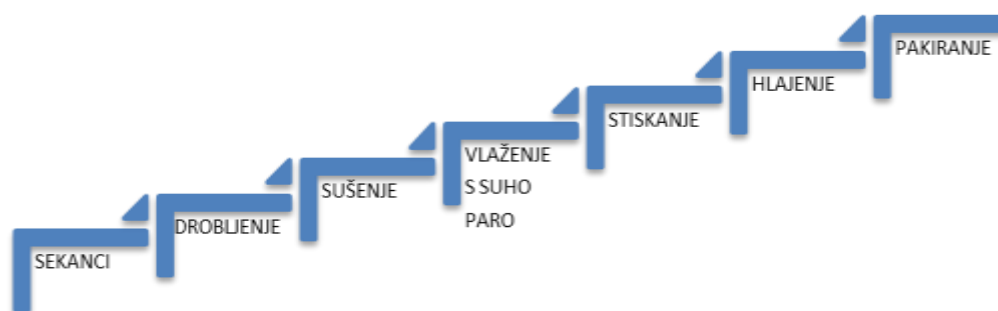
1.4.2 Peleti

Hitro izčrpavanje fosilnih goriv ter vsi okoljski vidiki, povezani z uporabo fosilnih goriv, so privedli do tega, da smo začeli iskati nove alternativne vire (Panepinto in Genon 2012 in Shirazi in sod. 2013 cit. po Mobini in sod. 2014). Alternativno predstavljajo biogoriva, in sicer zaradi dveh lastnosti: sodijo med obnovljive vire energije in so ogljično nevtralen izdelek (Mizsei in Racz 2010 in Nguien in sod. 2013 cit. po Mobini in sod. 2014). Lesna biomasa poleg prispevka k dobavljanju energije pozitivno vpliva na okolje z nižjimi emisijami toplogrednih plinov (Fortunã in sod. 2012). Evropska unija sodi med največje proizvajalce, trgovce in potrošnike lesnih proizvodov na svetu (European Commission 2011 cit. po González García in sod. 2012), zlasti v Evropi narašča uporaba goriv v obliki peletov, narejenih iz žaganja in lesnih oblancev. Nekatere države v Evropi, med katerimi sta Danska in Švedska, sta že izčrpali te vire. Poleg peletov iz odpadkov lesa je mogoče izdelati tudi pelete iz ostankov v kmetijstvu oz. iz energetskih rastlin, vendar je trenutno večina peči zasnovana za uporabo lesnih pelet. Peči niso izdelane na način, da bi se lahko prilagajale različnim lastnostim pelet (Carroll in Finnan 2012). Transport biomase neposredno iz gozda poveča transportne stroške, ker ima taka biomasa večjo vlago in s tem večji volumen, poleg tega je običajno nepravilnih oblik in različnih velikosti, kar predstavlja nižjo nasipno gostoto (Demirbas 2001 cit. po Mobini in sod. 2014). Zagotovo so tudi te prednosti razlog za večjo uporabo pelet. Proces peletiranja predstavlja nadgradnjo pri uporabi goriv in olajša uporabo, ker (Mobini in sod. 2014):

- zmanjšuje emisije prahu;
- olajša pretok transporta in skladiščenja;
- zaradi večje gostote olajša shranjevanje in prevoz;
- stabilen proizvod zagotavlja bolj učinkovito zgorevanje ter možnost regulacije zgorevanja

1.4.2.1 Postopek izdelave pelet

Proces izdelave ivernih plošč je razdeljen na več različnih tehnoloških faz (slika 3).



Slika 3: Shema proizvodnje pelet (prirejena po tekstu Biogena 2015)

Prva faza je priprava vhodnega materiala, izdelava sekancev. Fazi izdelave sekancev sledi faza drobljenja biomase s kladivnimi mlini. Biomasa se zdrobi na želeno velikost, delci potujejo skozi sita določene velikosti. V povprečju ima zdrobljeni material okrog 50 % vlažnosti, zato se kasneje posuši v sušilnem sistemu na 10–12 % vlažnosti. Ventilator potiska delce skozi peč, suhi delci (lažji) pridejo v ciklon, vlažni delci (težji) ostanejo v peči še toliko časa, da se posušijo in preidejo v ciklonu. Vira toplote sta lahko nafta ali plin, običajno pa je to biomasa. Vlažnost in velikost sta pomembni komponenti pri izdelavi pelet. Pred postopkom peletiranja (stiskanja) je potrebno še kondicioniranje s suho paro zaradi boljše vezave. Peleti po peletiranju ostanejo vlažni in topli, zato jih je treba hladiti. Vhodna surovina prihaja iz različnih virov, kar pomeni, da ima različne lastnosti oz. kvaliteto, zato je treba pripravo in način peletiranja prilagoditi. Pogosto se zgodi, da do proizvajalca pridejo že izdelani sekanci. Ohlajene pelete se zapakira v pvc ali papirnate vreče, ki jih odložijo na leseno paleto (Biogen 2015).

1.5 Trajnostni razvoj

Z rastjo prebivalstva na zemlji se povečuje tudi proizvodnja odpadkov. Odlaganje odpadkov predstavlja za okolje veliko nevarnost, zlasti je tvegano odlaganje nevarnih odpadkov. Odpadki lahko negativno delujejo na tla, neposredno na podtalne vode in ozračje. Vplivi odlaganja so lahko točkovni, na lokalni ravni, lahko pa predstavljajo širši problem, delujejo globalno.

Definicij trajnostnega razvoja je veliko, najbolj znana je definicija, ki jo je objavila Svetovna komisija za okolje in razvoj (1987) in se glasi takole: »Razvoj, ki zadovoljuje

potrebe sedanjosti, ne da bi ogrozili možnosti prihodnjih generacij za zadovoljevanje njihovih potreb.« Večina definicij trajnostnega razvoja zajema idejo, da obstajajo trije soodvisni stebri trajnostnega razvoja: okoljski, gospodarski in socialni. Svetovna komisija za okolje in razvoj (WCED World Commission on Environment and Development) je opredelila kritične cilje in potrebne pogoje za trajnostni razvoj. Med kritične cilje sodijo: poživitev gospodarske rasti, spreminjanje kakovosti rasti, izpolnjevanje osnovnih potreb za delovna mesta, hrano, energijo, vodo in sanitarije, zagotavljanje trajnostne ravni prebivalstva, ohranjanje in povečevanje virov, preusmerjeno tehnologijo in upravljanje tveganj, združitev okolja in gospodarstva pri odločitvah (Elliott 2006). Glavno prelomnico predstavlja Stockholmska deklaracija konference Združenih narodov o človekovem okolju (United Nations Conference on the Human Environment), ki je bila sprejeta leta 1972, ko se je prvič sestala mednarodna skupnost (Evropska agencija za okolje 2012). Leta 1982 so na zasedanju Generalne skupščine Združenih narodov sprejeli deklaracijo »World Charter for Nature«. Poudarili so, da je človeštvo povezano z naravo in odvisno od naravnega delovanja sistema, ki zagotavlja potrebno energijo in hrano (Elektroinštitut Milan Vidmar 2014). Leta 1992 so se predstavniki 172 držav zbrali na Konferenci Združenih narodov o okolju in razvoju v Riu de Janeiru. Njihovo sporočilo se je glasilo: »Potrebne spremembe bomo dosegli le s preoblikovanjem svojega odnosa in vedenja.« Sprejeli so pomembne dokumente, in sicer Agendo 21, program aktivnosti, ki prvič povezuje okolje in razvoj, Okvirno konvencijo o spremembi podnebja, Konvencijo o biotski raznovrstnosti ter Konvencijo za boj proti širjenju puščav (Evropska agencija za okolje 2012). Agenda 21 je dokument, ki ima na 300 straneh zasnovan plan za doseganje trajnostnega razvoja v 21. stoletju in vsebuje neobvezujoča priporočila za zmanjšanje negativnih vplivov na okolje. Štiri leta kasneje, leta 1997, je v Kjotu na Japonskem potekal mednarodni sporazum o zmanjševanju emisij toplogrednih plinov. Sporazum je stopil v veljavo leta 2005 z namenom zmanjševanja globalnega segrevanja ozračja, do leta 2010 pa ga je podpisalo 191 držav. Oktobra 2001 stopi v veljavo Aarhuška konvencija – Konvencija o dostopu do informacij, udeležbi javnosti pri odločanju in dostopu do pravnega varstva v okoljskih zadevah, sprejeta leta 1998 na Danskem. Konvencijo je ratificiral tudi Evropski parlament, ki jo je tudi vključil v zakonodajo, poznano kot Okvirna direktiva o vodah Directive 2000/60/EC (Elektroinštitut Milan Vidmar 2014). V Johannesburgu je leta 2002 potekal Vrh o trajnostnem razvoju, kjer so poudarili vse večje potrebe po povezovanju, učinkovitosti in usklajevanju ekonomske, socialne in okoljske razsežnosti trajnostnega razvoja (Ministrstvo za zunanje zadeve 2014). V brazilskem Riu de Janeiru je junija 2012 potekala Konferenca Združenih narodov o trajnostnem razvoju, poimenovana tudi »Rio+20«, ker je leta 2012 poteklo 20 let od prve konference Združenih narodov o okolju in razvoju leta 1992. Glavni temi konference sta bili zeleno gospodarstvo v okviru trajnostnega razvoja in izkoreninjenje revščine ter institucionalni okvir za trajnostni razvoj. Rezultat konference je politični sklepni dokument, ki vsebuje jasne in praktične ukrepe za izvajanje trajnostnega razvoja (UNCSD 2012).

V zadnjem času je mogoče zaznati vse pogostejše nenadne vremenske pojave, ki imajo katastrofalne posledice za človeštvo. Posledice spreminjanja vremena ne segajo samo na regionalna območja, temveč predstavljajo globalni problem. Čeprav se podnebje spreminja ves čas, so na spremembe v preteklosti vplivali naravni pojavi, kot so na primer vulkani (Vladni portal z informacijami o življenju v Evropski uniji 2014). Spremembe podnebja so po vsej verjetnosti nastale z rastjo prebivalstva in z večjimi potrebami človeštva (Kajfež Bogataj 2014). Danes je po svetu vidnih že veliko pojavov zaradi podnebnih sprememb, med katere sodijo višanje gladine morja, taljenje ledu in umikanje ledenikov, vse bolj smo

priča velikim naravnim katastrofam, povezanih z vremenom (Vladni portal z informacijami o življenju v Evropski uniji 2014).

Toplogredni plini imajo v ozračju nalogo, da preprečujejo odboj dolgovalovnega sončnega sevanja z zemeljske površine nazaj v vesolje. Ti plini so zelo pomembni za življenje na Zemlji, saj imajo sposobnost zadrževanja toplote (Maslin 2007). Najpomembnejši toplogredni plin je ogljikov dioksid. Poleg CO₂ so še ostali toplogredni plini: vodna para, metan, klor-florovi ogljikovodiki, žveplov heksafluorid in didušikov oksid (Beier in sod. 2010). Iz preglednice 1 je razviden vir ustvarjanja toplogrednih plinov. Izpusti CO₂ so v veliki meri posledica izgorevanja fosilnih goriv. Rifkin (2011) trdi, da nas bodo naslednje generacije poimenovala »ljudje iz dobe fosilnih goriv«, samo obdobje pa »obdobje ogljika«, tako kot mi delimo razvojno stopnjo človeštva na obdobja bronaste in železne dobe. Izrazito povečanje emisij toplogrednih plinov, ki nastajajo zaradi izgorevanja fosilnih goriv in krčenja tropskih gozdov, je zaznati z razvojem industrijske revolucije (Beier in sod. 2010). Obsežne posledice ponora ogljika ima izkoriščanje in krčenje tropskih gozdov. Ocenjujejo, da se zaradi krčenja gozdov letno povečajo emisije CO₂ za 10 do 30 % (Worldwatch 1991 cit. po Thayer Robbins 2001). World Bank je razvila Tropski gozdarski akcijski načrt (TFAP), ki spodbuja trajnostno rabo tropskih gozdov. Mednarodna organizacija za tropski les poskuša vzpostaviti trajnostne prakse za mednarodno trgovino s tropskim lesom (Thayer Robbins 2001). Gozdovi predstavljajo ponor ogljika, kajti s pomočjo fotosinteze drevesa lahko uskladiščijo velike količine CO₂ (Beier in sod. 2010). Izguba prvotnih gozdov negativno vpliva tudi na biotsko raznovrstnost, tako na rastlinske kot živalske vrste, ki so odvisne od življenja v teh gozdovih. Nasadi gozdov ne morejo nadomestiti prvotnih gozdov, kajti sestavljeni so iz ene vrste dreves in imajo za cilj povečano izrabo lesa. Poudariti je treba, da ima krčenje tropskih gozdov vpliv ne samo na lokalno okolje, temveč tudi na globalno (Thayer Robbins 2001). Včasih se onesnažila prenašajo na velike razdalje. Te snovi glede na vremenske razmere in agregatno stanje (lahko so v plinasti, tekoči in trdni obliki) potujejo različno daleč in se odlagajo npr. kot precipitacija s snegom in z dežjem. Med razpršene vire onesnaženja sodijo tako izpusti v zrak (industrijske emisije), plini in prašni delci iz termoelektrarn kot dimni plini iz domačih dimnikov in emisije iz prometa. Tako onesnaženje povzroči onesnaženje tudi drugod, ne le na mestu vira (Zupan in sod. 2008).

Preglednica 1: Prikaz ocene proizvodnje toplogrednih plinov, ki jih proizvede človek (povzeto iz Thaier Robbins 2001)

Plini	Količina plina, ki jih ustvari družba (približen odstotek skupnega zneska)	Pomemben vir toplogrednih plinov
CO ₂	50 %	Emisije iz avtomobilov; večinoma poraba nafte in plina v razvitih državah; polovica porabe premoga v razvitih državah; polovica fosilnih goriv uporabljajo v državah v razvoju
CH ₄	10–20 %	Polovica od proizvodnje nafte in plina ter uporabe; polovica emisij iz rudnika premoga
CFC	60–70 %	Uporaba aerosolnih razpršilcev, klim avtomobilov, topil, proizvodnja detergentov in hladilnikov v razvitih državah
Drugi plini, npr. NO _x in O ₃	50 %	Emisije iz avtomobilov; tri četrtine nafte in plina uporabijo v razvitih državah, polovica premoga se porabi v razvitih državah, polovico fosilnih goriv porabijo države v razvoju

1.6 Odpadki in zakonodaja

Odpadek je opredeljen kot snov ali predmet, ki ga imetnik zavrže, namerava zavreči ali mora zavreči (Uredba o odpadkih 2011).

Z vstopom v EU je prišlo v Sloveniji do sprememb zakonodaje na področju odpadkov. Zakonodaja se je dopolnjevala in spreminjala skladno z zahtevami EU. Ravnanje z odpadki zajema zbiranje, prevažanje, predelavo in odstranjevanje odpadkov, vključno s kontrolo tega ravnanja (Varstvo okolja, odpadki 2014).

1.6.1 Slovenska in evropska pravna podlaga na področju odpadkov

V EU veljata dva glavna vira prava, in sicer primarno in sekundarno pravo. Primarni vir je najvišji vir z največjo pravno močjo (med tovrstne vire sodijo mednarodne pogodbe) in je

temelj pravnega reda EU. Sekundarno pravo temelji na mednarodnih pogodbah, med katere sodijo direktive, uredbe, sporazumi in sklepi (Pravo EU 2014).

Direktiva je zakonodajni akt, ki določa cilje in način, ki ga morajo uresničiti države članice EU. Direktivo države članice EU prenesejo v nacionalno zakonodajo in je zavezujoča za vse državljane. Članice EU lahko upoštevajo posebnosti svojega področja, ki ga lahko vključijo.

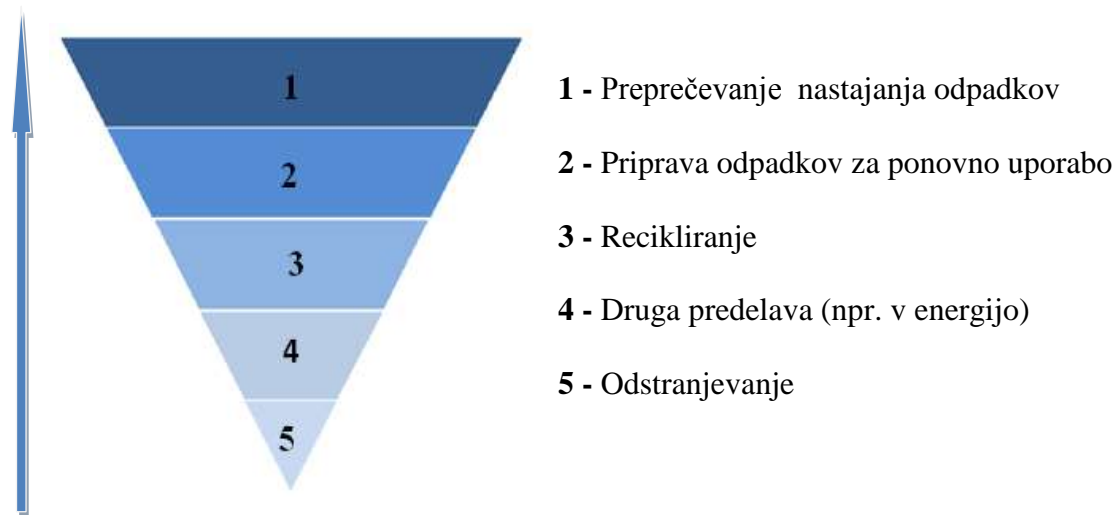
Uredba sodi med splošne in pravno zavezujoče akte, ki se uporabljajo v EU. Sprejmejo jo parlament EU, Evropska komisija ali Svet EU. Uredba je zavezujoča za vse članice EU.

1.6.1.1 Direktiva 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. 11. 2008 o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv

Direktiva 2008/98/ES uveljavlja nove osnovne koncepte in opredelitve, upravljanje z odpadki (opredelitve odpadkov, recikliranje, predelavo) ter pojasnjuje, kdaj odpadek preneha biti odpadek in postane sekundarna surovina ter kako razlikovati med odpadki in stranskimi proizvodi. Priprava Programa preprečevanja nastajanja odpadkov izhaja iz načela, da je treba prekiniti povezanost gospodarske rasti in vplivov na okolje.

Zakonodaja in politika v državah članicah EU z odpadki uporablja 5-stopenjsko hierarhijo ravnanja z odpadki (Slika 4). Pri nastajanju odpadkov in ravnanju z njimi se kot prednostni vrstni red pri načrtovanju, odločitvah in pripravi zakonodaje na področju odpadkov upošteva naslednja hierarhija ravnanja. Prva ciljna faza je preprečevanje nastajanja odpadkov. Ko odpadke že imamo, sledijo faza priprave odpadkov za ponovno uporabo, recikliranje, predelava ter odstranjevanje.

VIŠJA PRIORITETA



NIŽJA PRIORITETA

Slika 4: 5-stopenjska hierarhija ravnanja z odpadki (Vir: Prirejeno po 21.Directive 2008/98/EC on waste. 2014/ in Slopak 2011)

Direktiva 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. 11. 2008 o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv članicam EU nalaga pripravo načrtov ravnanja z odpadki. V slovenski pravni red je bila prenesena z Uredbo o odpadkih (Ur. l. RS, št. 103/2011).

1.1.1.1 Uredba o odpadkih (U r. l. RS, št. 103/2011).

Uredba določa:

- Pravila ravnanja in druge pogoje za preprečevanje ali zmanjševanje škodljivih vplivov nastajanja odpadkov in ravnanja z njimi ter zmanjševanje celotnega vpliva uporabe naravnih virov in izboljšanje učinkovitosti uporabe naravnih virov v skladu z Direktivo 2008/98/ES;
- Klasifikacijski seznam odpadkov.

Z odpadki je treba ravnati tako, da ni ogroženo človekovo zdravje in da ravnanje ne povzroča škodljivih vplivov na okolje, zlasti (Uredba o odpadkih 2011):

- čezmernega obremenjevanja voda, zraka in tal;
- čezmernega obremenjevanja s hrupom in neprijetnimi vonjavami;
- škodljivih vplivov na območja, na katerih je predpisan poseben pravni režim v skladu s predpisi, ki urejajo ohranjanje narave;
- škodljivih vplivov na krajino ali območja, zavarovana v skladu s predpisi, ki urejajo kulturno dediščino.

1.6.1.2 Zakon o varstvu okolja (ZVO)

»Namen varstva okolja je spodbujanje in usmerjanje takšnega družbenega razvoja, ki omogoča dolgoročne pogoje za človekovo zdravje, počutje in kakovost njegovega življenja ter ohranjanje biotske raznovrstnosti.« (Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o varstvu okolja 2013)

Sprememba Zakona o varstvu okolja (Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o varstvu okolja 2013) nudi večjo transparentnost sistema ravnanja z odpadki in njegovo večjo učinkovitost.

Cilji varstva okolja so zlasti:

- preprečitev in zmanjšanje obremenjevanja okolja,
- ohranjanje in izboljševanje kakovosti okolja,
- trajnostna raba naravnih virov,
- zmanjšanje rabe energije in večja uporaba obnovljivih virov energije,
- odpravljanje posledic obremenjevanja okolja, izboljšanje porušenega naravnega ravnovesja in ponovno vzpostavljanje njegovih regeneracijskih sposobnosti,
- povečevanje snovne učinkovitosti proizvodnje in potrošnje,
- opuščanje in nadomeščanje uporabe nevarnih snovi.

Za doseganje ciljev iz prejšnjega odstavka se:

- spodbuja proizvodnjo in potrošnjo, ki prispeva k zmanjšanju obremenjevanja okolja;
- spodbuja razvoj in uporabo tehnologij, ki preprečujejo, odpravljajo ali zmanjšujejo obremenjevanje okolja;
- uvede plačevanje onesnaževanja in rabe naravnih virov.

»Nacionalni program varstva okolja je osnovni strateški dokument na področju varstva okolja, katerega cilj je splošno izboljšanje okolja in kakovosti življenja ter varstvo naravnih virov. V ta namen program določa cilje na posameznih področjih za določena časovna obdobja in prednostne naloge ter ukrepe za doseganje teh ciljev.« (ReNPVO 2005)
Program NPVO-ja na posameznih področjih določa cilje ter prednostne naloge in ukrepe za doseganje le-teh. Vlada RS poda predlog, NPVO sprejme DZ Republike Slovenije. Operativni program se pripravlja hkrati z NPVO programom.

Cilji in ukrepi NPVO-ja so razdeljeni na štiri področja:

- Podnebne spremembe,
- Narava in biotska raznovrstnost,
- Kakovost življenja,
- Odpadki in industrijsko onesnaževanje.

Cilj in program ukrepov na področju podnebnih sprememb sta zmanjševanje toplogrednih plinov (TGP) in vzpostavitev mehanizmov spremljanja emisij TGP-jev. Že leta 1998 se je Slovenija zavezala za zmanjševanje TGP-jev s podpisom Kjotskega protokola, ki ga je leta 2002 ratificirala. Cilj je bil 8-odstotno zmanjšanje TPG-jev do leta 2012 glede na izhodiščno leto 1986. Operativni program opredeljuje ključna orodja za doseganje cilja. TGP-je je mogoče zmanjšati na več načinov: z uvajanjem novih tehnologij, zamenjavo goriv idr. Operativni program pri doseganju ciljev Kjotskega protokola predlaga naslednja orodja: spodbujanje rabe biogoriv, spodbujanje učinkovite rabe energije, spodbujanje uporabe obnovljivih virov, ravnanje z odpadki idr. Poleg Kjotskega protokola je Evropska komisija leta 2011 sprejela načrt za preoblikovanje Evropske unije v konkurenčno nizkoogljično gospodarstvo do leta 2050 (Evropski kažipot 2050). Načrt za prehod na gospodarstvo z nizkimi emisijami ogljika do leta 2050 predvideva zmanjšanje emisij toplogrednih plinov od 80 % do 90 % v primerjavi z letom 1990, in to mora temeljiti zgolj na internih ukrepih. Za doseganje cilja so postavili tri mejnike. Prvi je, da do leta 2020 dosežemo 25-% zmanjšanje toplogrednih plinov, drugi mejnik je leto 2030, ko naj bi dosegli 40-% zmanjšanje toplogrednih plinov, in tretji mejnik je leto 2040, ko bi morali doseči 60-% zmanjšanje toplogrednih plinov. Za učinkovito doseganje ciljev je potrebno sodelovanje vseh sektorjev (European Commission, climate action 2014).

1.6.1.3 Pravilnik o ravnanju z odpadki

Področje odpadkov ureja Pravilnik o ravnanju z odpadki z dopolnitvami dveh skupin predpisov. V prvi skupini so predpisi, ki urejajo posamezne vrste odpadkov (ravnanje z odpadnimi olji, baterijami ipd.). V drugi skupini so predpisi, ki urejajo zahteve po posameznih dovoljenjih in pogoje o obratovanju objektov in naprav za ravnanje z odpadki (odlaganje, sežiganje, mehansko in biološko obdelavo odpadkov ipd.) (ReNPVO 2005).

Resolucija o Nacionalnem programu varstva okolja 2005–2012 ima zajetih 12 programov, od katerih so za vsebine magistrskega dela zanimivi:

- Operativni program odstranjevanja odpadkov s ciljem zmanjšanja količin odloženih biorazgradljivih odpadkov,
- Operativni program ravnanja z nevarnimi odpadki,

- Operativni program zbiranja komunalnih odpadkov,
- Operativni program ravnanja z embalažo in odpadno embalažo,
- Operativni program ravnanja z odpadnimi olji,
- Operativni program ravnanja z baterijami in akumulatorji,
- Operativni program odstranjevanja PCB/PCT,
- Operativni program ravnanja z gradbenimi odpadki.

1.6.1.4 Prizadevanja EU pri zmanjševanju odpadkov

Z razvojem industrijske revolucije se je povečevala količina odpadkov. Predpostavljali so, da so viri v izobilju, vedno na voljo in poceni. Uveljavil se je slogan: »Vzemi, naredi, uporabi, zavrži.« V gospodarstvu se je uveljavil linearen model uporabe virov. Evropska komisija je objavila paket »Na poti h krožnemu gospodarstvu« (program za Evropo brez odpadkov). Krožno gospodarstvo je koncept, ki se je razvil zaradi vse večjega razvoja, izrabe virov in surovin.

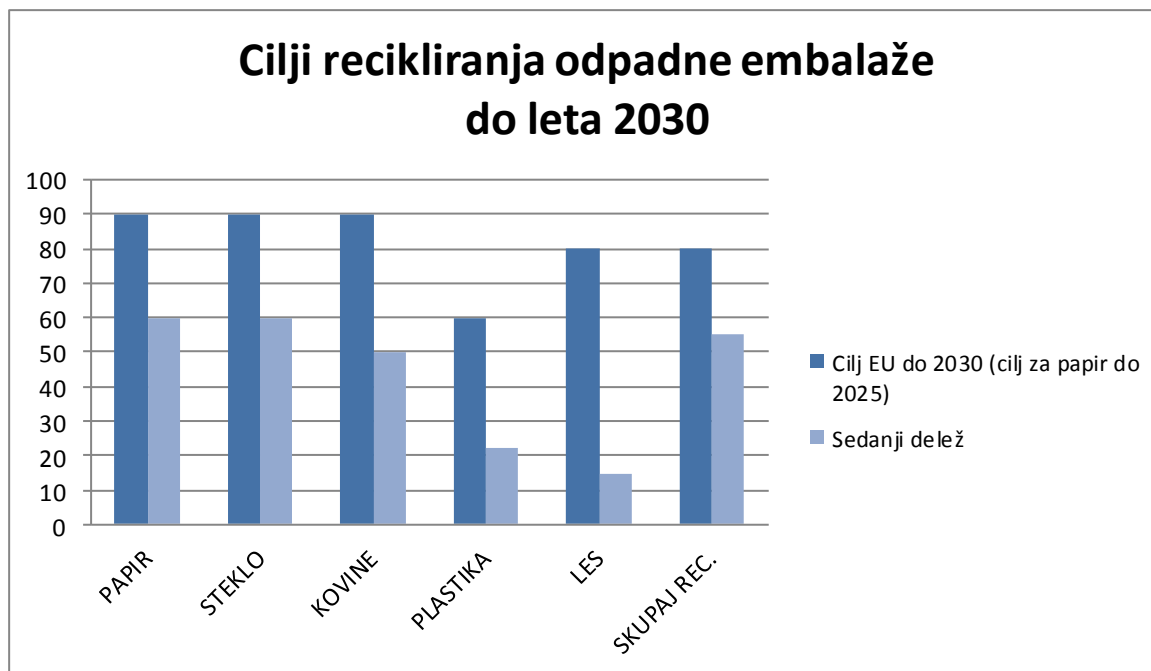
Koncept spodbuja (Evropska komisija, Okolje):

- recikliranje in izgubo osnovnih surovin,
- zmanjševanje emisij toplogrednih plinov,
- ustvarjanje novih delovnih mest,
- skrbno zasnovane modele za zmanjševanje odpadkov.

Cilj Evropske komisije je (Evropska komisija, Okolje):

- do leta 2030 povečati ponovno uporabo komunalnih odpadkov za 70 %;
- do leta 2030 povečati reciklažo odpadne embalaže za 80 %, pri čemer se upošteva postopno povečanje pri specifičnih materialih. Do leta 2025 bi dosegli 90-% reciklažo pri papirju, do leta 2030 bi dosegli 60-% reciklažo za plastiko, 80-% za les, 90-% reciklažo kovine, aluminija in stekla;
- do leta 2025 v Evropi prepovedati odlaganje odpadkov, ki jih je možno reciklirati;
- popolna sledljivost nevarnim odpadkom;
- do leta 2025 za 30 % zmanjšati nastajanje odpadkov hrane;
- uvajanje sistema zgodnjega opozarjanja, povečana stroškovna učinkovitost, poenostavitev poročanja in zakonodaje.

Za doseganje ciljev so za naše magistrsko delo pomembni cilji recikliranja lesa. S slike 5 lahko razberemo, da je delež reciklaže odpadnega lesa najmanjši, kljub znanemu dejstvu, da je les edina surovina, ki je uporabna v celoti in v več življenjskih ciklih.



Slika 5: Delež recikliranih materialov in cilji EU do leta 2030 (Vir: Ekologi brez meja)

1.7 Vrednotenje okoljskih vplivov – analiza življenjskega cikla

1.7.1 Standardi za vrednotenje okoljskih vplivov

Vodilni standardi za analizo LCA so:

- SIST EN ISO 14040 Ravnanje z okoljem – Ocenjevanje življenjskega cikla – Načela in okviri,
- SIST EN ISO 14044 Ravnanje z okoljem – Ocenjevanje življenjskega cikla – Zahteve in smernice

ISO 14040 in ISO 14044 sta osnova za številne druge standarde. ISO 14025, na primer, temelji na standardu ISO 14044 in uvaja dva pojma: pravila kategorij proizvodov (ang. Product Category Rules, PCR) in okoljska deklaracija proizvoda (ang. Environmental Product Declaration, EPD).

1.7.1.1 Pravila kategorij proizvodov

Pravila za kategorijo proizvoda (ang. Product Category Rules – PCR) so specifična vodila za izračun okoljskih vplivov proizvoda. PCR opredeljuje meje sistema, ki jih je treba upoštevati pri analizi življenjskega cikla za določene proizvode. Zahteve PCR omogočajo večjo primerljivost analiz LCA med različnimi izdelki iz iste skupine proizvodov. Izdelava analize LCA na podlagi PCR omogoča pridobitev EPD oznake za določen proizvod. EPD je dokument, v katerem so navedene okoljske informacije o izdelku (Goedkoop in sod. 2013).

1.7.1.2 Okoljska deklaracija proizvoda

Razvoj okoljske deklaracije proizvodov (ang. Environmental product declarations – EPD) je postal glavna aplikacija LCA. Nekatere države in sektorji so že pridobili take deklaracije za svoje proizvode. Danes so na voljo trije tipi standardov za okoljsko označevanje okoljskih vplivov, imenovani Tip I, Tip II in Tip III (Goedkoop in sod. 2013).

EPD[®] logotip in akronim EPD[®] so registrirane blagovne znamke v Evropski uniji. Vsebina v EPD mora biti v skladu z zahtevami in smernicami v SIST EN ISO 14020:2002 Okoljske označbe in deklaracije – Splošna načela. Za vse okoljske trditve glede na EPD je priporočljivo, da izpolnjujejo zahteve SIST EN ISO 14021:2002 Okoljske označbe in deklaracije – Okoljsko samodeklariranje, nacionalno zakonodajo in najboljše razpoložljive prakse na trgih, kjer se bo proizvod uporabljal. Mednarodni standard ISO 14021 navaja, da se lahko uporabijo samo okoljske trditve, ki jih lahko podpirajo najnovejša in dokumentirana dejstva. Nejasnim označbam, kot je »okolju prijazni«, se je treba izogibati (EPD[®] 2014).

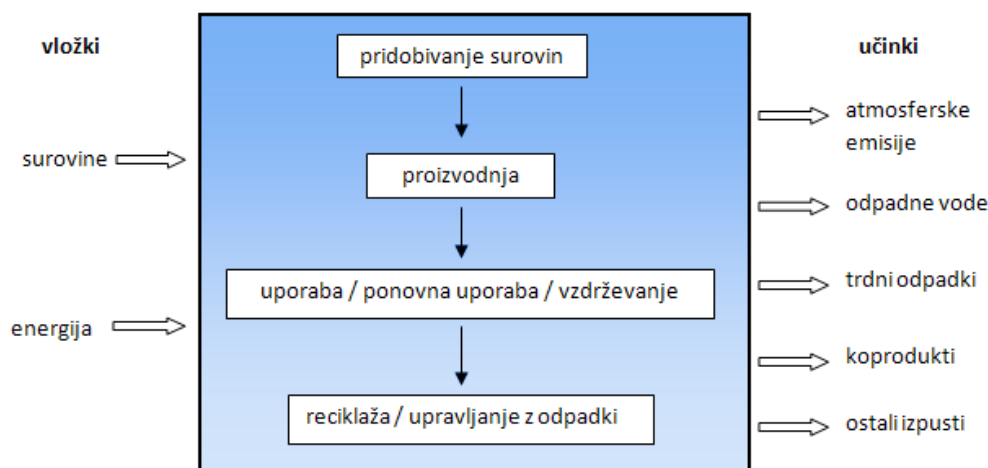
1.8 Izdelava analize življenjskega cikla, LCA

Prihajamo do spoznanj in zavedanj, da človek s svojimi dejanji močno vpliva na okolje. Okoljska zavest, ozaveščenost ljudi, pritiski nevladnih okoljevarstvenih organizacij, nenadni vremenski pojavi, ki imajo katastrofalne posledice, sprejetje direktiv, uredb, zakonov in protokolov nas silijo k razmišljanju, kako omiliti negativne vplive na okolje. Zaradi vse večjega zanimanja in skrbi za okolje je naraslo tudi zanimanje za razvijanje metod, s katerimi bi lahko objektivno ovrednotili vplive na okolje. Eden izmed indikatorjev okoljskih vplivov so emisije toplogrednih plinov oziroma ogljični odtis.

Šeštevek vseh emisij toplogrednih plinov, ki jih neposredno ali posredno povzročajo človek, organizacija, dogodek ali proizvod, imenujemo ogljični odtis (The Carbon Trust 2007). Skupno količino emisij toplogrednih plinov izražamo kot ekvivalent ogljikovega dioksida – CO₂e.

Ekvivalent CO₂ (CO₂ ekv.) je število, ki pove, kakšna količina CO₂ bi imela enak toplogredni učinek, kot ga ima emisija določene količine nekega drugega toplogrednega plina oziroma vsote več toplogrednih plinov. Vse emisije niso enakovredne, za preračun v CO₂e uporabljamo naslednje faktorje: metan (CH₄) – 23 CO₂, didušikov oksid (N₂O) – 310 CO₂, žveplov heksafluorid (SF₆) – 23.900 CO₂ (Služba Vlade Republike Slovenije za razvoj in Evropske zadeve 2014b).

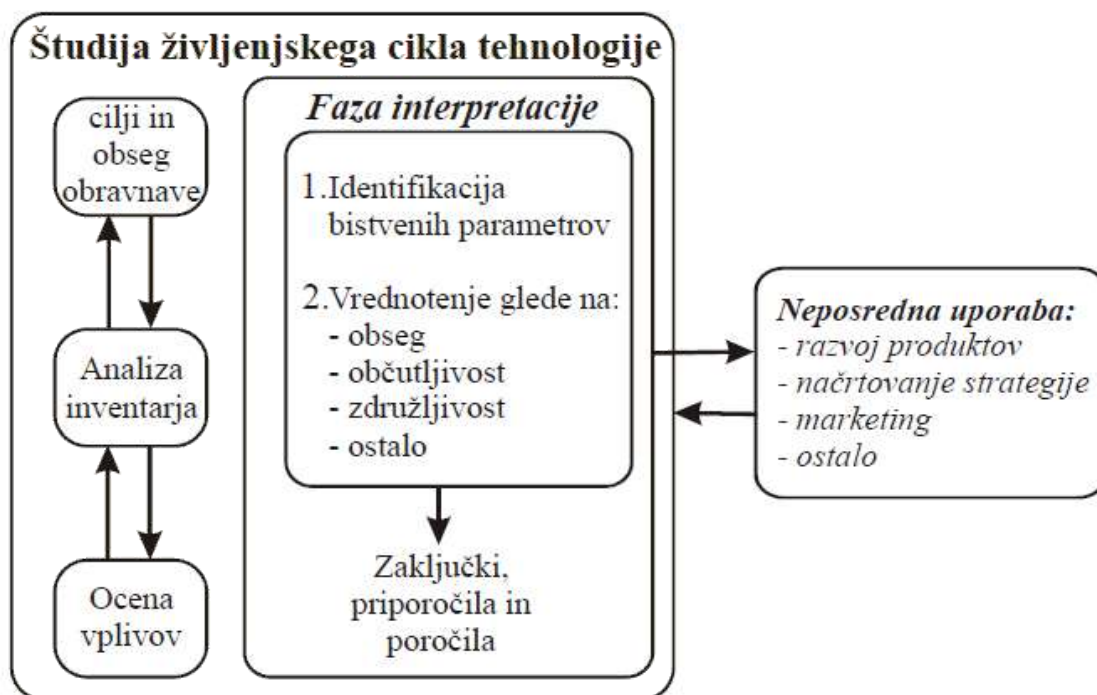
Metoda, s katero vrednotimo vpliv nekega izdelka skozi življenjske cikle izdelka (slika 6), je analiza življenjskega cikla.



Slika 6: Shematski prikaz analize LCA (Vir: IAM)

Analiza življenjskega cikla proizvoda po metodologiji LCA obsega štiri faze (Slika 7) (SAIC 2006):

- definicija cilja in področja delovanja LCA (Opredelimo in opišemo proizvod, proces ali dejavnost. Določimo meje sistema ter indikatorje vplivov na okolje, na katere se bo izvedena analiza LCA nanašala.);
- pridobivanje podatkov (inventar) (Zberemo kvalitativne in kvantitativne podatke, potrebne za izdelavo analize LCA. Identificiramo vire emisij in količine.);
- vrednotenje vpliva na okolje (Ovrednotimo vplive, ki jih imajo uporabljena energija, voda in surovine na človeka in okolje. Ocenimo potencialne človeške in ekološke učinke energije, vode in uporabo materialov in okoljskih izpustov, opredeljenih v analizi inventarja.);
- analiza in vrednotenje (Ocenimo rezultate analize in preverimo, kako morebitni prebližki, uporabljeni v inventarju, vplivajo na analizo LCA.).



Slika 7: Elementi LCA analize (Vir: SIHFC)

Zahteve in smernice za analizo LCA določa mednarodni standard ISO 14044:2006 (Environmental management — Life cycle assessment), v Evropi ima oznako EN ISO 14044:2006. Standard EN ISO 14044:2006 vključuje še:

- opredelitev cilja in obseg LCA,
- analiza inventarja življenjskega cikla (LCI),
- presoja vpliva življenjskega cikla (LCIA),
- razlago faze življenjskega cikla,
- poročanje in kritičen pregled LCA,
- omejitve LCA,
- odnos med fazami LCA,
- pogoje za uporabo izbrane vrednosti in neobveznih elementov.

Pri določanju obsega LCA morajo biti naslednje postavke jasno opisane (ISO 14044:2006):

- sistem izdelka, ki ga preučujemo (skupek procesnih enot, povezanih s tokom vmesnih izdelkov),
- funkcija proizvoda,
- funkcionalna enota,
- meja sistema,
- postopki razporeditve,
- metodologija LCIA in vrsta vplivov,
- interpretacija,
- zahtevani podatki,

- izbira vrednosti in neobveznih elementov,
- omejitve,
- kakovost zahtevanih podatkov,
- vrsta kritičnega pogleda, če obstaja,
- vrsta in format poročila, potrebnega v preučevanju.

1.8.1 Funkcionalna enota

Funkcionalna enota je ključni element analize LCA, ki mora biti jasno opredeljena. Opredelitev funkcionalne enote je lahko težavna, zato mora biti natančna in dovolj primerljiva, da se jo lahko uporabi kot referenco. Primerjava vplivov na okolje z dvema različnima sistemoma je mogoča le, če je funkcionalna enota enaka (Pereg in Hoz 2013). Funkcionalna enota je osnova, na kateri se izdelki ali storitve primerjajo (McDougall in sod. 2001). Sisteme primerjamo na podlagi iste funkcije ali iste funkcionalne enote v obliki referenčnih tokov oz. po merilu izhodov iz procesov v danem sistemu proizvoda (Guinée in sod. 2002). Funkcionalna enota mora biti skladna s ciljem in obsegom študije. V analizi LCA funkcionalna enota služi za definiranje vhodnih in izhodnih podatkov. Namen uvedbe funkcionalne enote je enakovredno ovrednotenje različnih scenarijev in primerljivost rezultatov. Izbira je ključnega pomena, saj nam služi kot referenčna enota za vse nadaljnje faze. Izdelke primerjamo na podlagi iste funkcije ali iste funkcionalne enote v obliki referenčnih tokov (ISO 14044:2006).

1.8.2 Meje sistema

Meje sistema določajo, katere enote procesa se vključujejo v analizo LCA (ISO 14044:2006).

Obstajajo tri glavne vrste meja sistema v LCA (Guinée in sod. 2002, cit po. Finnveden in sod. 2009):

- med tehničnim sistemom in okoljem,
- med pomembnimi in nepomembnimi procesi,
- med tehnološkimi sistemi v okviru študije in drugih tehnoloških sistemov.

Določimo jih v skladu s ciljem študije. Izbris faze v ciklu procesov, vhodnih in izhodnih podatkov je dovoljena le, če se zaključek študije ne spremeni bistveno. Vsako odločitev glede opustitve faze življenjskega cikla moramo jasno navesti ter razložiti razloge in posledice (ISO 14044:2006).

1.8.3 Omejitve analize življenjskega cikla

Analiza LCA kot orodje za objektivno vrednotenje okoljskih vplivov je široko uporabna, vendar ni edino orodje, ki bi nam zagotovilo oceno razvoja sistemov, označevanja proizvodov in oblikovanja politike. Analiza LCA ne more prikazati trenutnih učinkov izdelkov, embalaže in sistemskih storitev na okolje. Mednarodna organizacija za standardizacijo ocenjevanja (ISO) Life Cycle Impact Dokument (ISO/FDIS, 1999) posebej opozarja, da LCA ne more napovedati dejanskih vplivov, ocene varnosti ter ocene tveganja in podati, ali so mejne vrednosti presežene. Dejanski učinki emisij na okolje so odvisni od

tega, kje, kako in kdaj pride do sproščanja v okolje. Drugi instrumenti, kot je ocena tveganja, zagotavljajo določitev verjetnosti učinkov, vendar ne zajemajo vseh okoljskih vprašanj v življenjskem ciklu (McDougall in sod. 2001).

Analiza LCA lahko zaradi svoje obsežnosti in zahtev po podatkih močno vpliva na natančnost rezultatov. Pomembno je, da pretehtamo razpoložljivost podatkov, potreben čas za izvedbo analize LCA kakor tudi vsa finančna sredstva, potrebna za izvedbo analize LCA. Analiza LCA ne ugotavlja, kateri izdelek ali proces je cenejši in boljši (SAIC 2006).

1.8.4 Prednosti analize LCA

Metodo LCA lahko uporabimo (EN ISO 14044:2006):

- za prepoznavanje priložnosti za izboljšanje okoljske učinkovitosti izdelkov v različnih točkah njihovega življenjskega cikla;
- pri odločanju, kot je načrtovanje prednostnih nalog, postopkov izdelave in predelave izdelka;
- pri trženju proizvodov;
- pri podajanju ocene tveganja za okolje, ocene uspešnosti, okoljske presoje in presoje vplivov na okolje.

Analiza LCA omogoča menedžerjem in odločevalcem sprejemanje kompromisov, alternativnih procesov in postopkov. Zato se raziskovalci in analitiki poslužujejo analiz LCA za (SAIC 2006):

- razvoj sistematičnega ocenjevanja okoljskih vplivov, povezanih z danim izdelkom;
- analizo okoljskih kompromisov, povezanih s proizvodi ali procesi, ki pomagata pri odločitvah novo sprejetih načrtov;
- oceno emisij (v zrak, tla in vodo) v vsaki fazi življenjskega cikla izdelka ali procesa;
- pomoč pri opredelitvi pomembnih sprememb pri okoljskih vplivih med fazami življenjskega cikla in okoljskih medijev (voda, zrak, tla);
- oceno učinkov porabe materiala in okoljskih izpustov na ljudi in okolje na lokalni, regionalni in globalni ravni;
- primerjavo vplivov na zdravje in okolje med dvema ali več konkurenčnimi proizvodi ali postopki;
- ugotavljanje vplivov na pomembnih področjih, ki so okoljskega pomena (vodni viri, zavarovana območja itd.).

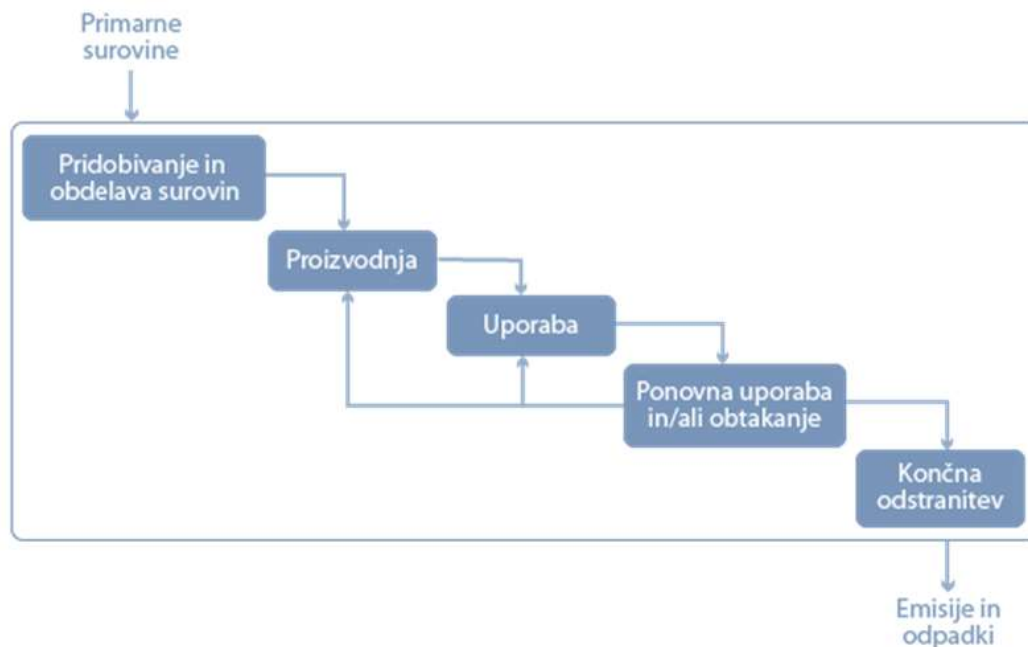
1.8.5 Različice LCA

- Od zibelke do groba (cradle to grave)
- Od zibelke do vrat (cradle to gate)
- Od zibelke do zibelke (cradle to cradle)

1.8.5.1 Koncept od zibelke do groba

Z oceno analize LCA pri konceptu »od zibelke do groba« ocenjujemo vse možne vplive, ki bi nastali v celotnem življenjskem ciklu izdelka od vira surovin, proizvodnje, uporabe

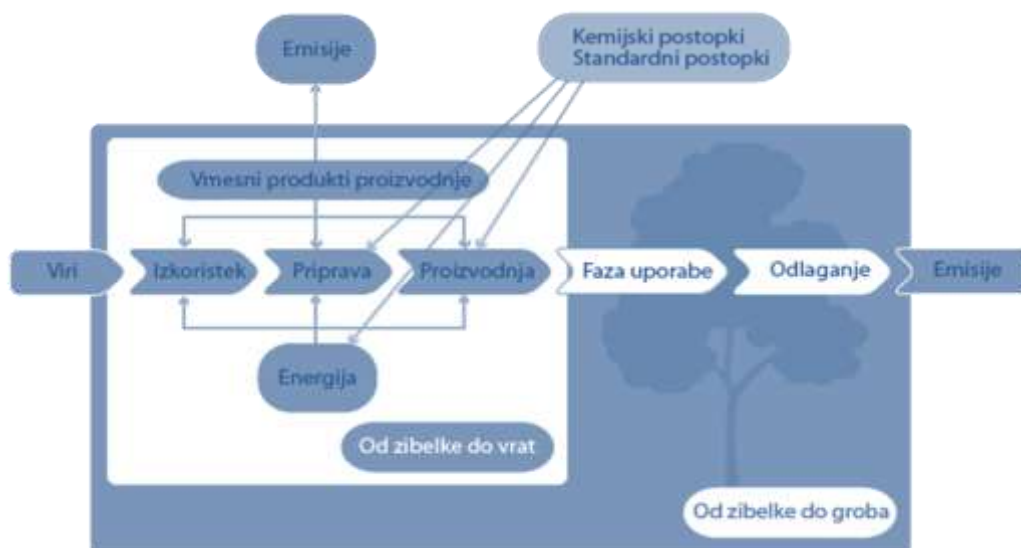
izdelka, morebitne reciklaže do končnega odlaganja (Slika 8 in Slika 9). Analiza LCA upošteva tudi vso uporabljeno energijo za proizvodnjo, distribucijo in reciklažo (Služba Vlade Republike Slovenije za razvoj in Evropske zadeve 2014a).



Slika 8: Model od zibelke do groba (Vir: Zelena Slovenija)

1.8.5.2 Koncept od zibelke do vrat

Z oceno LCA pri konceptu »od zibelke do vrat« ocenjujemo vse možne vplive, ki bi nastali od nabave surovin do izdelave izdelka, z vso porabljeno energijo. Pri tej različici ne vrednotimo okoljskih vplivov v času uporabe izdelka, reciklaže in odlaganja (Slika 9) (Služba Vlade Republike Slovenije za razvoj in Evropske zadeve 2014a).



Slika 9: Model od zibelke do groba (Vir: Zelena Slovenija)

1.8.5.3 Koncept od zibelke do zibelke

Koncept »od zibelke do zibelke«, ki sta ga razvila dr. Michael Braungart in William McDonough, predstavlja novo paradigmo oblikovanja in izvajanja načel sonaravnega učinkovitega oblikovanja (Predstavitev koncepta Od zibelke do zibelke 2014).

Poznamo tri glavna načela koncepta »od zibelke do zibelke« (Služba Vlade Republike Slovenije za razvoj in Evropske zadeve 2014a):

- Odpadek je hrana: pri tem konceptu gre za posnemanje kroženja snovi v naravi, kjer odpadek ene snovi predstavlja hrano drugi snovi. Pomembno je, da oblikujemo takšne tokokroge, da se odpadki ne pojavljajo več.
- Raba sončne energije: viri energije, ki jih uporabljamo danes, izvirajo iz fosilnih goriv ali iz jedrskih elektrarn. Te vire bi lahko nadomestili z energijo sonca in prihodnjim generacijam zagotovili varnejše okolje. Zaradi velikega napredka v tehnologiji bi bila mogoča tudi uporaba vetra.
- Spodbujanje raznovrstnosti: delovanje sistemov v naravi deluje zaradi kompleksnih povezav in prav te sisteme bi bilo treba prenesti v procese industrije ter prekiniti z uniformnostjo industrij.

1.8.6 Inventar življenjskega cikla (LCI)

Analiza inventarja življenjskega cikla (LCI) zajema zbiranje podatkov in postopek izračuna za količinsko ustrezne vhode in izhode iz sistema izdelka (Slika 10) (ISO 14044:2006). LCI je proces, pri katerem zbiramo podatke, povezane s posameznimi procesi v mejah sistema, in vključuje (ISO 14044:2006):

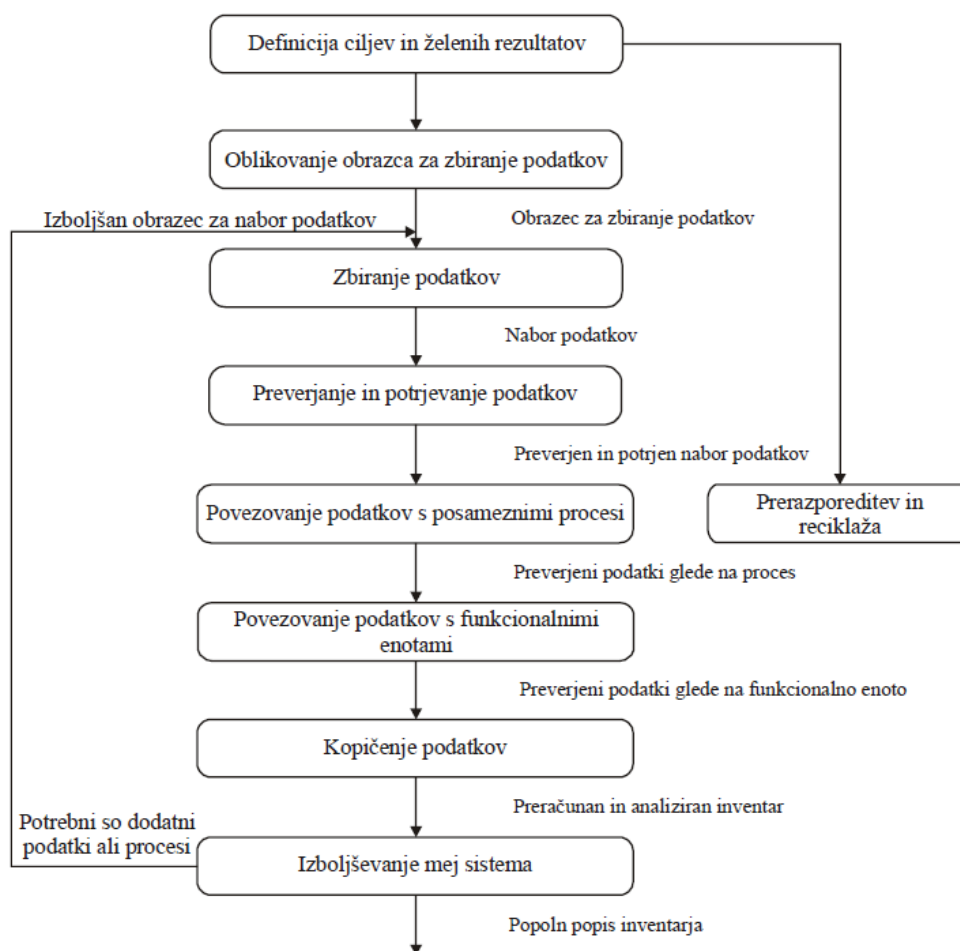
- vhod energije, surovin, dodatkov in drugih fizičnih vložkov,
- izdelke, stranske proizvode in odpadke,
- emisije v zrak, izpuste v vodo in zemljo,
- druge vidike okolja.

Zbiranje podatkov je navadno intenziven postopek, v katerem se za vsak posamezen proces znotraj meja sistema zbirajo kvantitativni in kvalitativni podatki. Pomembna je tudi ustrezna predpriprava evidenčnih listov za zbiranje podatkov. Podatki, zbrani ne glede na to, ali so bili pridobljeni z meritvami, izračuni ali ocenitvijo, se uporabljajo za količinske vhode in izhode enot procesa.

Po končanem zbiranju podatkov sledi obdelava podatkov, ki vključuje (ISO 14044:2006):

- validacijo podatkov,
- povezovanje podatkov s posameznimi procesi,
- izboljšanje mej sistema.

Vse postopke izračuna se dokumentira in vse predpostavke ustrezno pojasni in jasno navede (ISO 14044:2006).



Slika 10: Postopek analize inventarja po ISO 14044 (Vir: SIHFC 2008)

1.8.6.1 Vrednotenje vplivov (LCIA)

LCIA je tretja faza analize življenjskega cikla, kjer ovrednotimo potencialne vplive izdelkov, storitev ali procesov, ki smo jih identificirali v LCI. Faza LCIA mora biti skrbno načrtovana, da dosežemo cilj in obseg študije LCA. Z metodo LCIA kvantitativno in kvalitativno ovrednotimo vplive na okolje. Sestavljena je iz obveznih in neobveznih elementov (ISO 14044:2006).

Obvezni elementi so (SAIC 2006):

- izbor in definicija kategorij vplivov – identificiranje kategorij vplivov na okolje (npr. segrevanje ozračja, zakisovanje, toksičnost zemljine skorje);
- klasifikacija (razvrstitev) – dodeljevanje LCI rezultatov kategorijam vpliva (npr. klasificiranje emisij CO₂ k segrevanju ozračja);
- karakterizacija (označevanje) – modeliranje LCI vplivov znotraj kategorij vplivov z uporabo znanstveno utemeljenih faktorjev pretvorbe (npr. modeliranje potencialnega vpliva plinov CO₂ in metana na globalno segrevanje ozračja).

Neobvezni elementi, upoštevajo se odvisno od obsega in cilja študije (SAIC 2006):

- normalizacija – podajanje možnih vplivov na način, ki ga je mogoče primerjati (npr. primerjanje vpliva globalnega segrevanja ozračja zaradi emisij CO₂ in metana);
- razvrščanje – sortiranje ali razvrščanje kazalnikov vplivov (npr. sortiranje kazalcev glede na lokacijo: lokalno, regionalno, globalno);
- utežno merjenje podatkov – poudarjanje najbolj pomembnih potencialnih vplivov;
- vrednotenje in poročanje LCIA rezultatov – boljše razumevanje zanesljivosti LCIA.

1.8.6.1.1 Izbor in definicija kategorij vplivov

Prvi korak v LCIA je izbor kategorij vplivov, ki jih upoštevamo kot del analize LCA. To določimo v začetni fazi hkrati z definicijo cilja in obsega študije zaradi procesa zbiranja podatkov (LCI). Zahteva ponovno preučitev podatkov. Dejavniki, ugotovljeni v LCA, imajo potencialne vplive tako na zdravje ljudi kot na okolje. V analizi LCIA so vplivi opredeljeni kot posledica tokov vhodov in izhodov sistema na zdravje ljudi, rastlin in živali ali prihodnjo razpoložljivost naravnih virov. Značilno je, da je LCIA osredotočena na tri glavne kategorije vplivov: zdravje ljudi, varstvo okolja in izrabo naravnih virov (Preglednica 2) (SAIC 2006).

Preglednica 2: Kategorije vplivov (Vir: Prirejeno po SAIC 2006)

KATEGORIJA VPLIVA	MERILO	PODATKI LCI KLASIFIKACIJA	SKUPEN KARAKTERIZACIJSKI FAKTOR	OPIS KARAKTERIZACIJSKEGA FAKTORJA
SEGREVANJE OZRAČJA	Globalno	Ogljikov dioksid (CO ₂) Dušikov dioksid (NO ₂) Metan (CH ₄) Klorofluorogljik (CFC) Hidroklorofluorogljik (HCFC) Metil Bromid (CH ₃ Br)	Potencialno Globalno segrevanje ozračja	LCI podatek pretvori v vrednost, primerljivo z ogljikovim dioksidom (CO ₂) ekv.
TANJŠANJE STRATOSFERSKE OZONSKE PLASTI	Globalno	Fluorklorov ogljik (CFC) Hidrofluorklorogljik (HCFC) Haloni Metil Bromid (CH ₃ Br)	Potencialno tanjšanje stratosferske ozonske plasti	LCI podatek pretvori v vrednost, primerljivo s Triklorofluoroetanmetan (CFC-11) ekv.
ZAKISOVANJE	Regionalno	Žveplove oksidi (SO _x) Dušikovi oksidi (NO _x) Klorovodikova kislina (HCL) Florovodikova kislina (HF) Amonijak (NH ₄)	Potencialno zakisovanje	LCI podatek pretvori v vrednost, primerljivo z vodikovim (H ⁺) ionom ekv.

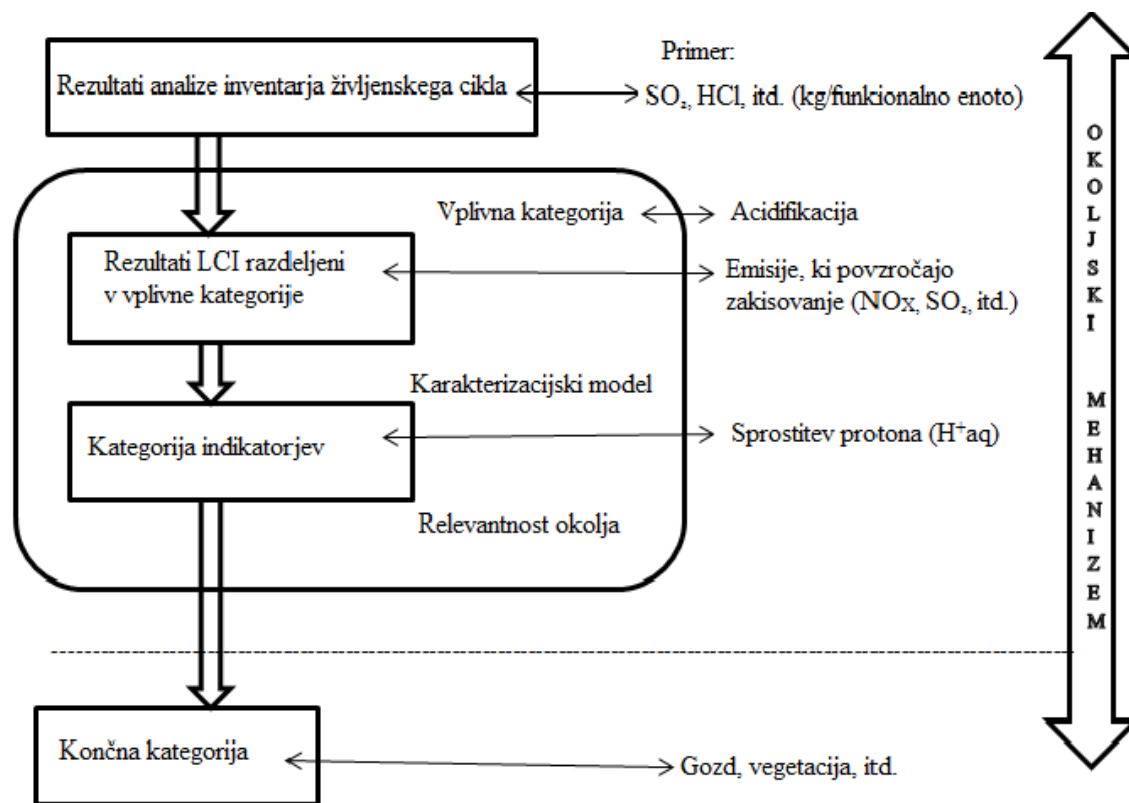
Se nadaljuje.

KATEGORIJA VPLIVA	MERILO	PODATKI LCI KLASIFIKACIJA	SKUPEN KARAKTERIZACIJSKI FAKTOR	OPIS KARAKTERIZACIJSKEGA FAKTORJA
EVTRIFIKACIJA	Lokalno	Fosfat (PO ₄) Dušikov oksid (NO) Dušikov dioksid (NO ₂) Nitrati Amonijak (NH ₄)	Potencialen pojav evtrofikacije	LCI podatek pretvori v vrednost, primerljivo s fosfati (PO ₄) ekv.
FOTOKEMIČEN SMOG	Lokalno	Ne-metanov ogljikovodik (NMHC)	Potencialen pojav fotokemičnega smoga	LCI podatek pretvori v vrednost, primerljivo z etanom (C ₂ H ₆) ekv.
TOKSIČNOST TAL	Lokalno	Strupene kemikalije z vsebovano smrtonosno koncentracijo za glodalce	LC ₅₀	LCI podatek pretvori v vrednost ekv., primerljivo z LC ₅₀
TOKSIČNOST VODA	Lokalno	Strupene kemikalije z vsebovano smrtonosno koncentracijo za ribe	LC ₅₀	LCI podatek pretvori v vrednost ekv., primerljivo z LC ₅₀
ZDRAVJE LJUDI	Globalno Regionalno Lokalno	Celoten izpust v vodo, zrak in tla	LC ₅₀	LCI podatek pretvori v vrednost, primerljivo z LC ₅₀
IZČRPAVANJE VIROV	Globalno Regionalno Lokalno	Količina porabljenih fosilnih goriv in mineralnih snovi	Potencialna izraba virov	Pretvori podatke iz LCI na razmerje količine porabljenih surovin proti količini, na zalogi
RABATAL	Globalno Regionalno Lokalno	Količina, odpeljana na odlagališče	Razpoložljivost tal	Pretvori maso trdnih odpadkov na volumen, ki ga zaseda
RABAVODE	Regionalno Lokalno	Poraba vode	Pomanjkanje vode	Pretvori podatke iz LCI na razmerje med količino uporabljene vode proti količini razpoložljivih virov

Koncept kategorij indikatorjev nam pomaga razložiti povezavo med kategorijami indikatorjev in rezultati analize LCA.

Vsaka kategorija vplivov (Slika 11) vključuje naslednje komponente LCIA (ISO 14044:2006):

- Identifikacijo kategorij končne kategorije;
- Opredelitev kategorije indikatorjev za določeno kategorijo končne točke;
- Identifikacija ustreznih rezultatov LCI, ki se jih lahko uvrsti v kategorijo vplivov;
- Identifikacijo karakterizacijskih modelov in karakterizacijskih faktorjev.



Slika 11: Koncept kategorije vplivov (Vir: Prirejeno po ISO 14044:2006)

1.8.6.1.2 Klasifikacija

Namen klasifikacije je organiziranje in možnost združevanja rezultatov LCI v kategorije vplivov. Za dejavnike LCI, ki prispevajo svoj učinek samo k eni kategoriji vpliva, je postopek enostaven (primer je emisija plina CO₂, ki prispeva h globalnemu segrevanju ozračja). Pri dejavnikih, ki prispevajo svoj vpliv k dvema ali več kategorijama vpliva, je treba določiti pravila razvrščanja. Obstajata dva načina za razvrščanja rezultatov LCI na več kategorij vplivov (SAIC 2006):

- Dodeli se reprezentativni del rezultatov LCI k posamezni kategoriji vplivov. Izvaja se v primeru, ko so učinki odvisni drug od drugega.
- Dodeli se celotni del rezultatov LCI za vse kategorije vplivov, ki prispevajo k vplivu. Izvaja se v primeru, ko so učinki neodvisni drug od drugega.

Primer: dušikov dioksid (NO₂) ima vpliv na nastanek prizemnega ozona in na acidifikacijo, v tem primeru bi se emisije dodelile 100 % na obe kategoriji vplivov (prizemni ozon in acidifikacijo). Pomembno je, da se postopek dodeljevanja natančno definira (SAIC 2006).

1.8.6.1.3 Karakterizacija (označevanje)

Vpliv karakterizacije uporablja znanstveno utemeljene pretvorbene faktorje, ki se imenujejo karakterizacijski faktorji za pretvorbo in združujejo rezultate LCI v reprezentativne kazalnike vplivov na zdravje ljudi in okolje. Karakterizacija nam omogoča, da neposredno primerjamo rezultate LCI v posamezni kategoriji vpliva.

Kategorije vplivov (SAIC 2006):

Globalni vplivi

- Segrevanje ozračja – taljenje ledenikov, izgube vlage v tleh, daljšanje poletij, spremembe vzorcev obnašanja vetrov in morij
- Tanjšanje ozonske plasti – povečanje ultravijoličnega sevanja
- Izčrpavanje virov surovin – manjšanje virov za prihodnje generacije

Regionalni vplivi

- Fotokemični smog – zmanjšanje vidljivosti, draženje oči in respiratornega trakta, uničenje vegetacije
- Zakisovanje – korozija zgradb, zakisovanje vode, vpliv na tla in vegetacijo

Lokalni vplivi

- Zdravje ljudi – povečanje obolelosti in smrtnosti.
- Toksičnost tal – zmanjševanje rodovitnosti prsti in biodiverzitete, zmanjševanje števila prostoživečih živali
- Toksičnost voda – zmanjševanje števila vodnih rastlin, insektov in biodiverzitete ter upad komercialnega in rekreacijskega ulova
- Evtrofikacija – hranila (fosfor in dušik) vstopajo v vodna telesa, kot so jezera, estuarji, ter povzročajo čezmerno rast rastlin in pomanjkanje kisika
- Izraba tal – izguba terestričnih habitatov za prostoživeče živali in zmanjšanje uporabnih površin
- Izraba vode – izguba razpoložljive vode iz virov podzemnih in površinskih vodnih virov

1.8.6.1.4 Normalizacija

Normalizacija je orodje LCIA, ki podatke kazalnikov vplivov preoblikuje tako, da lahko medsebojno primerjamo kategorije vplivov (SAIC 2006). Rezultati se normalizirajo glede na nekatere referenčne informacije.

Normalizacija je neobvezen element študij, ki ga uporabimo za npr. (ISO 14044:2006):

- preverjanje neskladij,
- zagotavljanje in posredovanje informacij o relativni pomembnosti rezultatov,
- priprave za dodatne postopke, kot so razvrščanje v skupine, utežnosti ali razlaga življenjskega cikla.

Normalizacija pretvori rezultat indikatorja tako, da ga delimo z izbrano referenčno vrednostjo.

Nekateri primeri referenčne vrednosti so (ISO 14044:2006):

- skupno število vhodov in izhodov za določeno območje, ki je lahko globalno, regionalno, nacionalno ali lokalno,

- skupno število vhodov in izhodov za določeno območje na podlagi števila prebivalcev ali podobnih meritev,
- vhodi in izhodi v osnovnem scenariju kot določena alternativa sistema izdelka.

Normalizacija rezultatov kazalcev lahko spremeni zaključke faze LCIA.

1.8.6.1.5 Razvrščanje

Postopek razvrščanja je postopek, ki razvrsti kategorije vplivov v eno ali več skupin glede na predhodno določen cilj in področje delovanja. Je neobvezen element LCIA, kategorije vplivov pa lahko razvrstimo na dva mogoča postopka (ISO 14044:2006):

- po nominalni razvrstitvi (npr. vhode in izhode ali glede na lokalno prostorsko lestvico (regionalno, lokalno)),
- po hierarhiji (npr. visoka, srednja in nizka prioriteta).

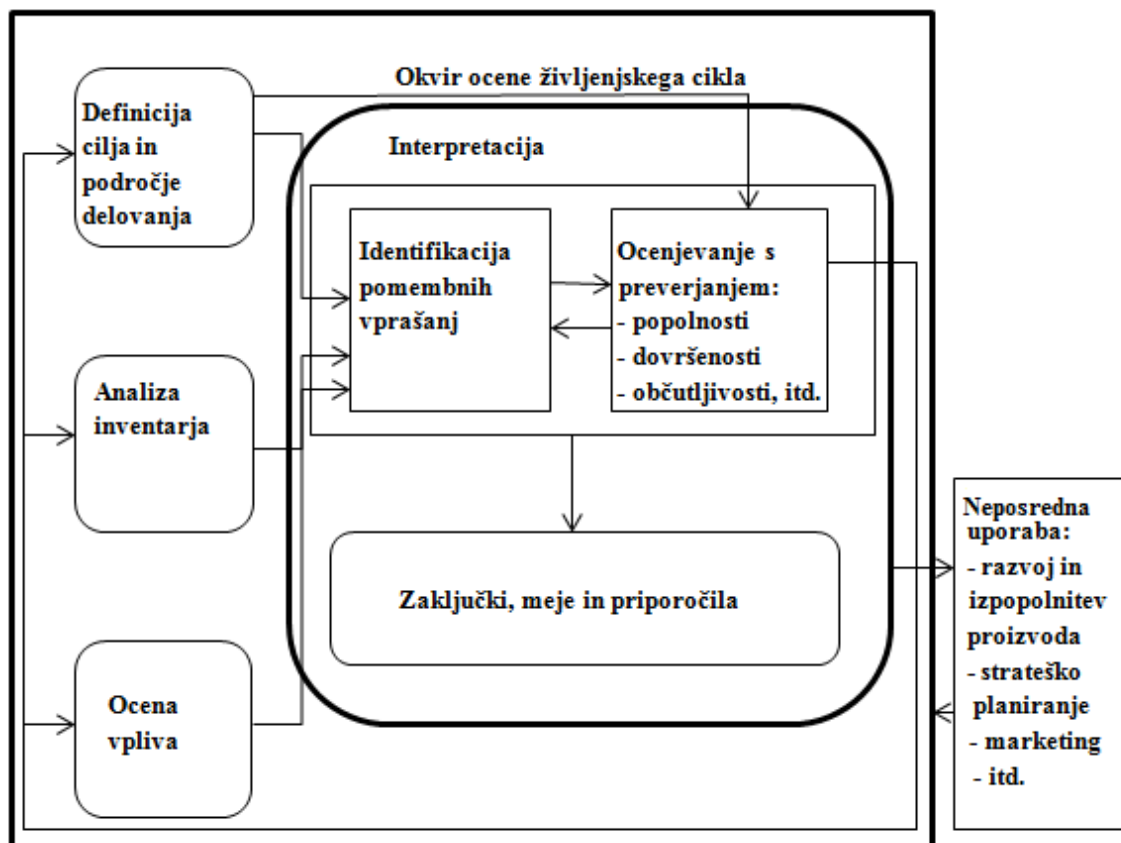
Razvrstitev temelji na podlagi izbire vrednosti, odvisno od preference, ki jo imajo raziskovalci (ISO 14044:2006).

1.8.7 Interpretacija življenjskega cikla

Interpretacija življenjskega cikla je četrta faza LCA (ISO 14044:2006). Je sistematična tehnika za identifikacijo, kvantifikacijo, preverjanje in oceno informacij, pridobljenih iz LCI in LCIA analiz (SAIC 2006).

Interpretacija faze življenjskega cikla LCA ali LCI študije (Slika 12) je sestavljena iz več elementov (ISO 14044:2006). Ti so:

- identifikacija pomembnih vprašanj, ki temeljijo na rezultatih LCA in LCIA,
- ocenjevanje, ki preverja popolnost, občutljivost in doslednost,
- sklepi, priporočila, omejitve.



Slika 12: Razmerje med elementi v fazi interpretacije z drugimi fazami LCA (Vir: prirejeno po ISO 14044:2006)

Rezultati LCI in LCIA analize se razlagajo skladno s ciljem in obsegom študije. Interpretacija rezultatov vključuje oceno in kontrolo občutljivosti pomembnih vhodov, izhodov in izbiro metodologije.

Pri razlagi upoštevamo še (ISO 14044:2006):

- ustreznost glede opredelitve funkcij sistema, funkcionalne enote in mej sistema,
- omejitve, opredeljene z oceno kakovosti podatkov in analize občutljivosti.

Rezultate LCI je treba interpretirati previdno, ker se nanašajo na vhodne in izhodne podatke in ne na okoljske vplive (ISO 14044:2006).

Pri identifikaciji pomembnih vprašanj je ključnega pomena pregled informacij iz prvih treh korakov analize LCA zaradi opredelitve podatkov, ki največ prispevajo k rezultatoma LCI in LCIA za vsak postopek, storitev ali proizvod (SAIC 2006).

Primeri pomembnih vprašanj so (ISO 14044:2006):

- podatki inventarja, kot so energija, emisije, izpusti in odpadki,
- kategorije vplivov, kot so uporaba virov, klimatske spremembe,
- pomembni prispevki k LCI ali LCIA rezultatom, kot so posamezni procesi ali pa skupine procesov (transport, proizvodnja energije itd.).

Cilj vrednotenja je vzpostaviti zaupanje in zanesljivost rezultatov LCA. Rezultati vrednotenja morajo biti jasni in razumljivi.

Pri vrednotenju upoštevamo sledeče tehnike (ISO 14044:2006):

- preverjanje popolnosti (zagotoviti, da so vsi potrebni podatki in informacije za fazo interpretacije popolni in točni),
- preverjanje občutljivosti (oceniti zanesljivost končnih rezultatov, rezultatov, ki na končni rezultat najbolj vplivajo),
- preverjanje skladnosti (oceniti, ali so domneve, metode in podatki skladni s ciljem in obsegom študije).

2 MATERIAL IN METODE

2.1 Material

Pri magistrskem delu raziskovalne naloge smo uporabili podatke Luke Koper. Uporabili smo podatke preteklih let (od leta 2009 do leta 2013). Vsako leto v Luki ločijo okrog 3.000 ton odpadkov (Preglednica 3). Odpadki iz lesa, žagovina, oblanci, sekanci, železniški pragovi in ostala lesna embalaža, predstavljajo med 49,0 % in 66,5 % vseh odpadkov (Preglednica 4). Lesne odpadke smo ločili po klasifikacijskih številkah (Odločba komisije 2000/532/ES):

- 03 01 04* Žagovina, oblanci, sekanci, ki vsebujejo nevarne snovi
- 03 01 05 Žagovina, oblanci, sekanci
- 15 01 03 Lesna embalaža

Iz preglednice 3 je razvidno, da se je delež nevarnih odpadkov v letih 2012 in 2013 zmanjšal, vendar se je to zgodilo zaradi spremembe poročanja. Z letom 2012 so odpadka s klasifikacijsko številko odpadka 130506* (olja iz naprav za ločevanje olja in vode) in 130507* (z oljem onesnažena voda iz naprav za ločevanje olja in vode) začeli prevzemati kot ladijski odpadki. Količina odpadka s klasifikacijsko številko 15 01 03 (lesna embalaža) se je v zadnjih štirih letih povečala za več kot 300 % (od 69,85 t/leto v letu 2009 na 244,25 t/leto v letu 2013). Med lesno embalažo, ki nastaja v pristanišču, sodijo: palete, koluti (za kable) itd. Ta tip odpadnega lesa zahteva dodatno predobdelavo, ker vsebuje različne kovinske dele (žebelje, kovice itd.).

Preglednica 3: Pregled količin zbranih odpadkov v Luki Koper v letih od 2009 do 2013 (Vir: Luka Koper)

ODPADKI V TONAH		2009	2010	2011	2012	2013
Vsota ločeno zbranih odpadkov		2923,30	2759,78	2867,71	3014,1	2674,424
Mešani komunalni odpadki		485,46	463,84	409,26	338,4	331,604
VSOTA		3408,77	3223,62	3276,97	3352,5	3006,028
KOLIČINA GLEDE LOČENO ZBRANIH ODPADKOV						
Količina nevarnih odpadkov		370,04	281,44	282,69	177,17	112,374
Količina nenevarnih odpadkov		2553,26	2478,34	2585,02	2836,93	2562,05
Skupaj		2923,30	2759,78	2867,71	3014,1	2674,424
KLASIFIKACIJSKA ŠTEVILKA ODPADKA	VRSTA ODPADKA					
03 01 04*	Žagovina, oblanci, sekanci, ki vsebujejo nevarne snovi	27,10		8,00	10,12	30,98
03 01 05	Žagovina, oblanci, sekanci	1542,90	1497,68	1197,90	1676,7	1502
15 01 03	Lesna embalaža	69,85	175,85	200,50	285,75	244,25

Lesni odpadki pod klasifikacijsko oznako 03 01 05 (žagovina, oblanci, sekanci) in lesni odpadki pod klasifikacijsko oznako 15 01 03 (lesena embalaža) predstavljajo večino zbranega lesa. Neuporabni lesni odpadki pod klasifikacijsko oznako 03 01 04* (žagovina, oblanci, sekanci), ki vsebujejo nevarne snovi, predstavljajo zanemarljiv delež, ki se giblje do 1,7 % (Preglednici 3 in 4).

Preglednica 4: Pregled odpadkov iz lesa v Luki Koper (Vir: Luka Koper)

%	2009	2010	2011	2012	2013
les : količina ločeno zbranih odpadkov	56,1	60,6	49,0	65,4	66,5
neuporaben les : uporaben les	1,7	0,0	0,6	0,5	1,7

2.1.1 Iverna plošča

Okoljske vplive smo določili za surovo iverno ploščo z oznako Ekonip E1 P2, debeline 18 mm, proizvajalca LESNA TIP Otiški vrh d. o. o. Ekonip E1 P2 je troslojna iverna plošča za uporabo v pohištvu v suhih pogojih. Ploščo odlikuje finejši in bolj kompakten zunanji sloj ter homogenejša površina. Izjemne lastnosti srednjega sloja omogočajo najzahtevnejše nadaljnje obdelave.

2.1.2 Peleti

Okoljske vplive smo določili za pelete, izdelane iz lesne biomase.

2.2 Analiza življenjskega cikla (LCA, Life Cycle Assessment)

Okoljske vplive smo določili z analizo LCA, skladno s standardom SIST EN ISO 14044: 2006 (Ravnanje z okoljem – Ocenjevanje življenjskega cikla – Zahteve in smernice, ang. Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines). Uporabili smo metodo EPD (2008), ki se uporablja za izdelavo okoljskih deklaracij izdelkov (EPD). Standard EPD poroča o naslednjih kategorijah vplivov: potencial globalnega segrevanja, tanjšanje ozonskega plašča, fotokemična oksidacija, acidifikacija, eutrofikacija in uporaba virov. Normalizacija in uteževanje (ponderiranje) nista del te metode.

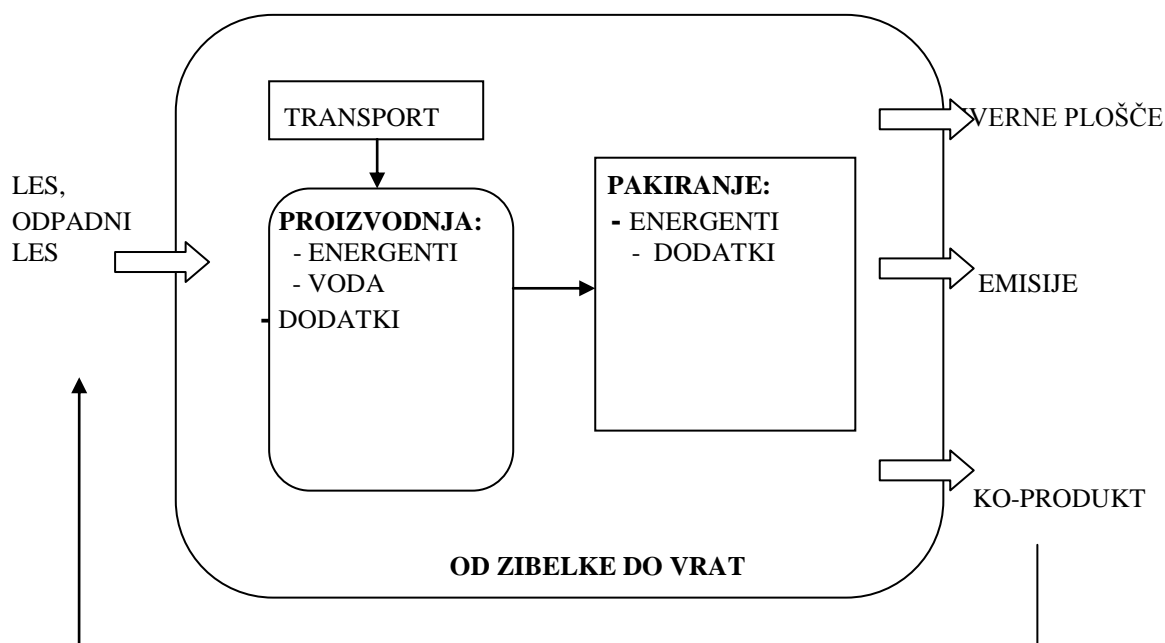
2.2.1 Definicija cilja in področje delovanja – iverne plošče

Pri izdelavi ivernih plošč smo ocenjevali vplive po konceptu » od zibelke do vrat«. V analizo je bil vključen transport iz pristanišča do proizvajalca ivernih plošč, poraba energentov, dodatkov in vode v proizvodnji, emisije in odpadki, ki so nastali ob proizvodnji ivernih plošč. Analiza ni vključevala analize LCA odpadnega lesa, ki naj bi nastala pred nastankom odpadnega lesa, pa tudi ne porabe energentov, ki so nastali v Luki Koper zaradi zbiranja odpadkov, razreza na sekance in naklada na tovornjake. V analizo nismo vključili niza bremen organizacije proizvajalca (ogrevanja, službenih poti

zaposlenih, bremen oskrbe drugih organizacij, nakupa storitev, izgradnje objektov, opreme in strojne opreme itd.)

Določili smo funkcionalno enoto (1 m^3) ivernih plošč in opredelili meje sistema. Na sliki 13 so prikazane meje sistema, ki smo jih opredelili za iverne plošče. Pri izračunu za 1 m^3 ivernih plošč smo se opredelili za meje sistema:

- prevoz surovine (lesni odpadki, hlodovina ...) do proizvodnje,
- prevoz v tovarni (količina goriva),
- izdelava iverne plošče:
 - količina iverja
 - količina lepil, utrjevalcev, parafina, vode
 - količina uporabljene energije (elektrika, plin, biomasa ...)
 - dodatki pri embaliranju (trakovi, karton ...),
- izguba materiala (količina, vrnjena v proizvodnjo, količina, uporabljena za pridobitev energije),
- emisije polutantov v zrak.



Slika 13: Meje sistema, model življenjskega cikla ivernih plošč

2.2.1.1 Pridobivanje podatkov

2.2.1.1.1 Inventar življenjskega cikla za proizvodnjo ivernih plošč iz svežega lesa v TIP Lesna

Okoljske vplive smo določili za surovo iverno ploščo z oznako Ekonip E1 P2. Kvalitativne podatke smo pridobili neposredno od proizvajalcev ivernih plošč, medtem ko smo emisijske faktorje pridobili iz podatkovne baze Ecoinvent 3.0. Uporabili smo program SimaPro 8.0, ki je eden od najbolj uporabljenih in dodelanih programskih orodij za izračun

analize LCA. Program SimaPro 8.0 hkrati omogoča dostop do najzanesljivejših podatkovnih baz, vnos specifičnih proizvodnih podatkov ter fleksibilno modeliranje v vseh fazah življenjskega cikla izdelka. Izračun LCA smo izvedli z metodo EPD iz leta 2008 V1.04, ki se uporablja za pridobivanje okoljskih deklaracij. Inventar podatkov življenjskega cikla smo določili na podlagi definicije cilja in področja delovanja, tako kot predvideva standard ISO 14044:2006.

Osnovna surovina pri proizvodnji ivernih plošč je les oz. lesna biomasa. Najpogosteje uporabljene vrste med listavci so: bukev (*Fagus sylvatica*), hrast (*Quercus spp.*), javor (*Acer spp.*), jesen (*Fraxinus spp.*), robinija (*Robinia pseudoacacia L.*), gaber (*Carpinus betulus L.*), lipa (*Tilia spp.*), češnja (*Prunus avium*), topol (*Populus spp.*), kostanj (*Castanea sativa*) in breza (*Betula Pendula*) in ti predstavljajo tudi večji delež. Med iglavci so prisotni: smreka (*Picea abies*), jelka (*Abies Alba*) in rdeči bor (*Pinus silvestris*). Poleg osnovne surovine so potrebni še dodatki: lepilo UF, amonijev nitrat kot utrjevalec, parafinska emulzija in voda.¹ Pomemben del pri proizvodnji je tudi priprava proizvoda za transport, pri katerem se poslužujejo jeklenih ali poliesterskih trakov ter kartona. Tovarna TIP Lesna uporablja za proizvodnjo ivernih plošč energijo iz več virov (elektrika, zemeljski plin), del energije pa pridobi tudi iz lastnih virov (lesna biomasa, ki ni primerna za industrijsko predelavo, lesni prah, lubje ...), za transport pa dieselsko gorivo. Ko-produkt pri proizvodnji predstavljajo iveri, ki se vračajo nazaj v proizvodnjo, del pa se uporabi za ogrevanje stavb.

Pri proizvodnji nastajajo tudi emisije snovi v zrak, ki smo jih pridobili iz ocene letnih emisij snovi v zrak za leto 2013 (Preglednica 5), ki jo izdelava izvajalec obratovalnega monitoringa.

Preglednica 5: Količina emisij v zrak, nastalih pri proizvodnji 1 m³ ivernih plošč

EMISIJE	BENZEN	CELOTNI PRAH	FENOL	FORMALDEHID	NO _x	CO	ORGANSKE SPOJINE	SO _x
DELEŽ (kg/m ³) IVERNIH PLOŠČ	0,0030	0,0177	0,0016	0,0610	0,033	0,1296	0,4605	0,0069

2.2.1.1.2 Inventar življenjskega cikla za proizvodnjo ivernih plošč iz odpadnega lesa iz Luke Koper

Podatke o količini odpadnega lesa in vsebnosti vlage v sekancih smo pridobili v Luki Koper. Predpostavili smo, da bomo izdelali iverno ploščo izključno iz odpadnega lesa. Vse podatke (porabo energije in goriv, količino dodatkov, uporabljeno embalažo ...), ki smo jih potrebovali za izdelavo iverne plošče, nam je posredovala TIP Lesna. Na podlagi podatkov smo preračunali, koliko lesnih sekancev potrebujemo za 1 m³ ivernih plošč. Iz porabe lesnih sekancev smo v nadaljevanju izračunali porabo energije. Poraba energije se je zmanjšala, ker so sekanci v Luki že izdelani in imajo nizko vsebnost vode in zato krajši čas sušenja. Pri transportu smo povzeli, da je razdalja Koper–Šentjanž v povprečju krajša kot je radij nabave surove surovine v TIP Lesna.

¹ Podatke o količini uporabljenih dodatkov hrani proizvajalec TIP Lesna, Otiški Vrh in so predmet poslovne skrivnosti.

Tudi tukaj smo emisijske faktorje pridobili iz podatkovne baze Ecoinvent 3.0. Uporabili smo program SimaPro 8.0. Izračun analize LCA smo izvedli z metodo EPD iz leta 2008 V1.04.

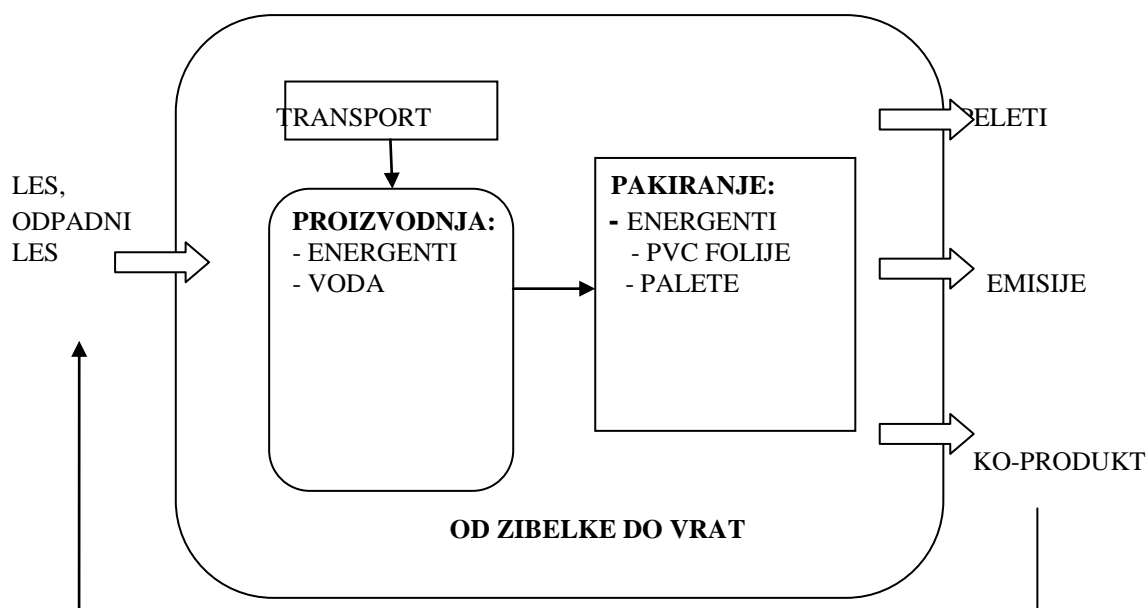
Pri emisijah snovi v zrak smo povzeli iste podatke, kot jih navaja TIP Lesna za leto 2013.

2.2.2 Definicija cilja in področje delovanja – peleti

Pri izdelavi pelet smo ocenjevali vplive po konceptu »od zibelke do vrat«. V analizo je bil vključen transport surovine do proizvajalca pelet, poraba energentov in vode v proizvodnji. Odpadki, ki nastajajo pri proizvodnji pelet, znašajo < 1 % in se neposredno vračajo nazaj v silos nad peletirko v ponovno uporabo, zato smo to vrednost zanemarili. Emisij v zrak nismo pridobili, ker proizvajalec ni zavezanec za meritev. Analiza ni vključevala analize LCA odpadnega lesa, ki naj bi nastala pred nastankom odpadnega lesa, pa tudi ne porabe energentov, ki so nastali v Luki Koper zaradi zbiranja odpadkov, razreza na sekance in naklada na tovornjake. V analizo nismo vključili niza bremen organizacije proizvajalca (ogrevanja, službenih poti zaposlenih, bremen oskrbe drugih organizacij, nakup storitev, izgradnje objektov, opreme in strojne opreme itd.). Ker podatkov izdelave pelet nismo uspeli v celoti pridobiti od proizvajalca pelet, smo del podatkov prevzeli iz literature.

Določili smo funkcionalno enoto (1 tona) pelet in opredelili meje sistema. Na sliki 14 so prikazane meje sistema, ki smo jih opredelili za izdelavo pelet. Pri izračunu za 1 tona pelet smo določili naslednje meje sistema:

- prevoz surovine (lesni odpadki, hlodovina ...) do proizvodnje,
- prevoz v tovarni (količina goriva),
- izdelava peletov,
- količina sekancev,
- količina vode,
- količina uporabljene energije (elektrika),
- dodatki pri embaliranju (pvc vreče, papirnate vreče in palete),
- izguba materiala (količina, vrnjena v proizvodnjo), zanemarimo,
- emisije polutantov v zrak nismo pridobil



Slika 14: Meje sistema, model življenjskega cikla pelet

2.2.2.1 Pridobivanje podatkov

2.2.2.1.1 Inventar življenjskega cikla za proizvodnjo pelet

Okoljske vplive smo določili za pelete, izdelane iz žagovine, lesnih odrezkov in drugih lesnih odpadnih materialov. Kvalitativne podatke smo pridobili neposredno od proizvajalcev pelet in iz literature, medtem ko smo emisijske faktorje pridobili iz podatkovne baze Ecoinvent 3.0. Uporabili smo program SimaPro 8.0. Izračun analize LCA smo izvedli z metodo EPD iz leta 2008 V1.04, ki se uporabljajo za pridobivanje okoljskih deklaracij. Inventar podatkov življenjskega cikla smo določili na podlagi definicije cilja in področja delovanja, tako kot predvideva standard ISO 14044:2006.

Osnovna surovina pri proizvodnji pelet je les oz. lesna biomasa. Podatke o povprečni rabi električne energije, brez porabe energije za sušenje, nam je posredovalo podjetje Biogen. Podatke o povprečni rabi energije za sušenje smo povzeli iz literature. Stritih in Butala (2002) navajata, da za 1 tono osušene vlage potrebujemo ≈ 1 MWh. Za transport po proizvodnji nam je podjetje podalo oceno porabljenega dieselskega goriva. Nabava surovin se po radiju zelo razlikuje, zato smo zaradi lažje primerjave prevzeli enak radij kot pri izdelavi iverne plošče – 500 km.

2.2.2.1.2 Inventar življenjskega cikla za proizvodnjo pelet – pot Koper

Okoljske vplive bomo določali kot v točki 2.2.2.1.1 – Inventar življenjskega cikla za proizvodnjo pelet, le pri prevozu bomo prevzeli pot Koper–Kamnik - Biogen.

2.2.2.1.3 Inventar življenjskega cikla za proizvodnjo pelet – odpadni les

Podatke o količini odpadnega lesa in vsebnosti vlage v sekancih smo pridobili v Luki Koper. Predpostavili smo, da bomo izdelali pelete izključno iz odpadnega lesa. Podatke o povprečni rabi električne energije, brez porabe energije za sušenje, nam je posredovalo

podjetje Biogen. Podatkov o porabi energije za sušenje nismo potrebovali, saj sekanci vsebujejo nižjo vsebnost vode, kot jo predvideva proizvodnja pelet (8–12 %). Pri transportu smo povzeli razdaljo Koper–Kamnik.

3 REZULTATI

3.1 Analiza LCA po konceptu »od zibelke do vrat« za surove iverne plošče, proizvedene iz svežega lesa

V preglednici 6 so zbrani rezultati analize LCA in okoljski vplivi izdelka. Določili smo 6 kategorij vplivov (potencial globalnega segrevanja, tanjšanje ozonskega plašča, fotokemična oksidacija, acidifikacija, evtrofikacija in uporaba virov) za surove iverne plošče, ki so izraženi na funkcionalno enoto (1 m³ ivernih plošč).

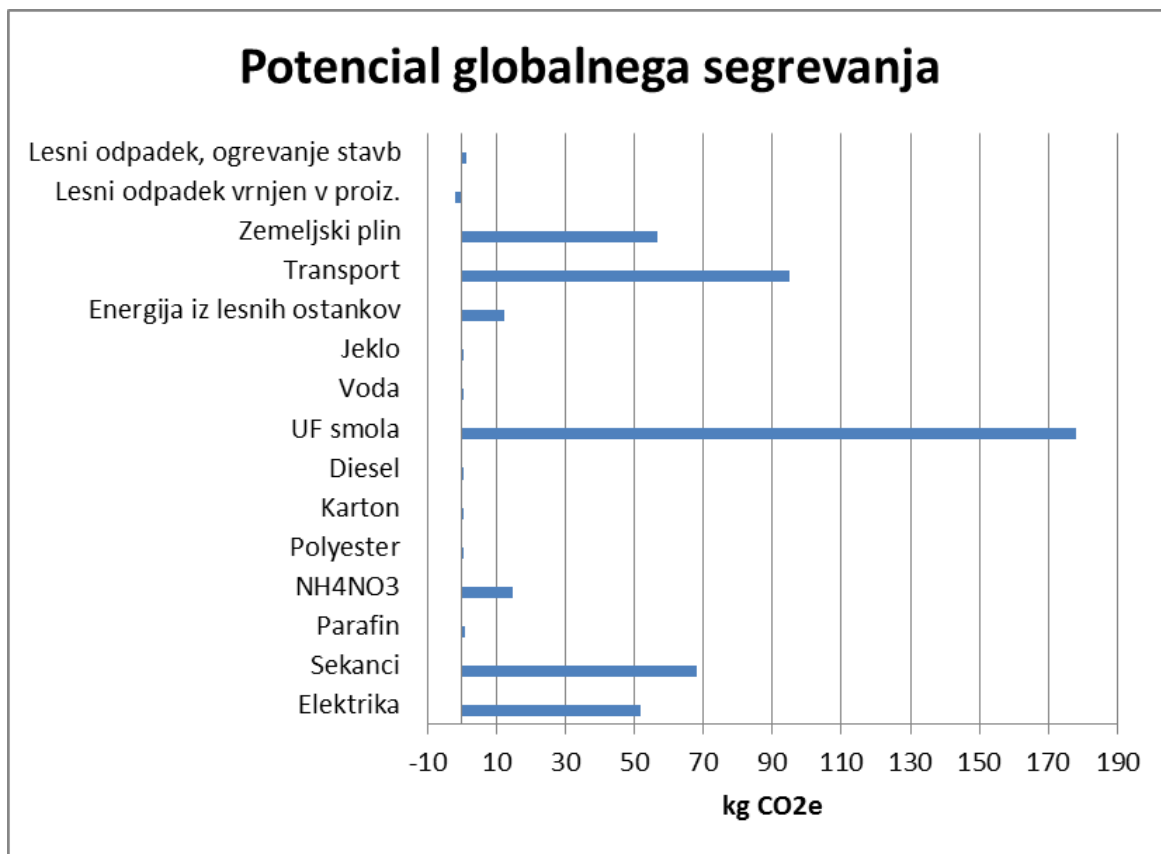
Preglednica 6: Prikaz rezultatov analize življenjskega cikla za iverne plošče, izdelane iz svežega lesa

Kategorije vplivov	Enota	Skupna količina
Globalno segrevanje (GWP100)	kg CO ₂ e	476,7
Tanjšanje ozonskega plašča	kg CFC-11e	0,0000285
Fotokemična oksidacija	kg C ₂ H ₄ e	0,729
Acidifikacija	kg SO ₂ e	2,59
Evtrofikacija	kg PO ₄ e	0,658
Uporaba virov	MJe	8679

3.1.1 Potencial globalnega segrevanja

Podnebne spremembe lahko škodljivo vplivajo na zdravje ekosistemov, zdravje ljudi in kakovost materialov. Podnebne spremembe so povezane z emisijami toplogrednih plinov v zrak (SimaPro 2014). Potencial globalnega segrevanja pomeni, v kolikšni meri 1 m³ ivernih plošč prispeva h globalnemu segrevanju. Izražen je v kg kot ekvivalent ogljikovega dioksida – CO₂e.

Na sliki 15 je prikazan vir emisij in njihov prispevek k potencialnemu globalnemu segrevanju 1 m³ ivernih plošč. Potencial globalnega segrevanja 1 m³ ivernih plošč znaša 476,7 kg CO₂e (Preglednica 6), v časovnem okviru 100 let. K ogljičnemu odtisu je največ prispevala UF smola, in sicer 178,2 kg CO₂e (37,4 %), transport s 95,0 kg CO₂e (19,92 %), sekanci s 67,9 kg CO₂e (14,2 %) in zemeljski plin s 56,5 kg CO₂e (11,9 %). Presenetljiv je podatek, da ima zanemarljivo majhen delež utrjevalca NH₄NO₃ (<0,3 % glede na maso 1 m³ ivernih plošč) prispevek 14,8 kg CO₂e (3,1 %). Smiselno bi bilo narediti primerjavo z drugo vrsto utrjevalca in preračunati, kateri utrjevalec manj prispeva k potencialnemu globalnemu segrevanju.



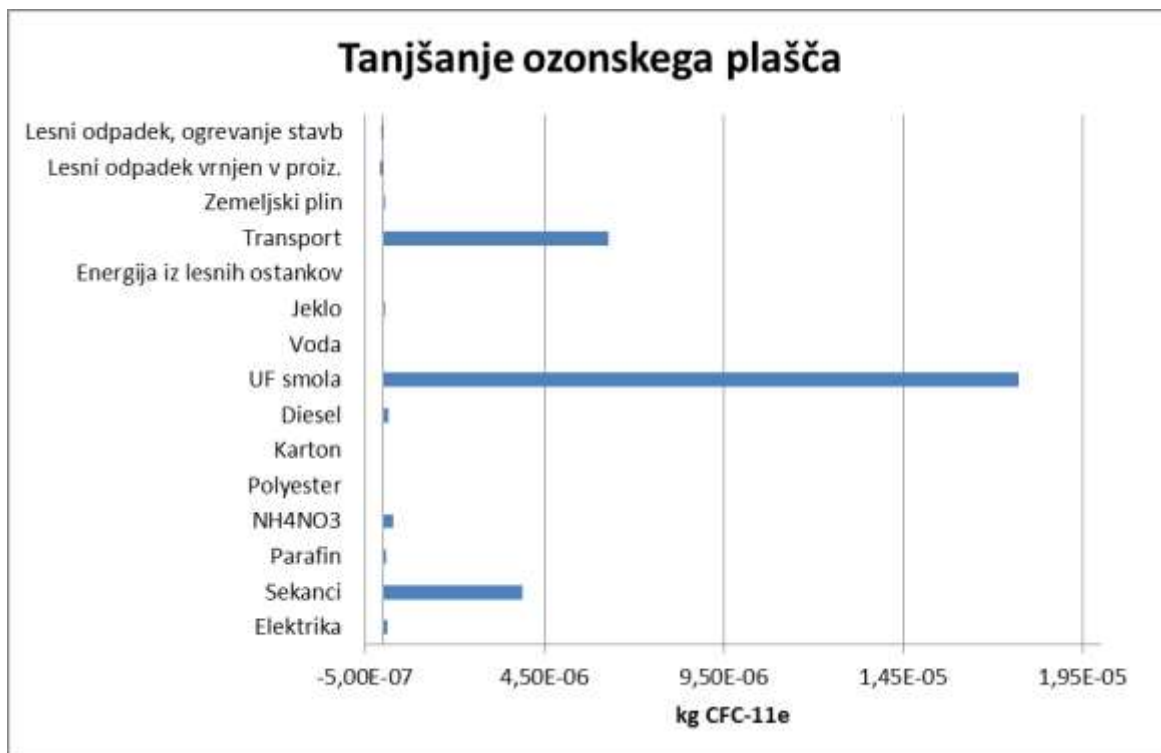
Slika 15: Viri emisij in prispevek virov emisij k potencialnemu globalnemu segrevanju 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz svežega lesa

Podjetje Tip Lesna vrača del odpadkov v ponovno uporabo v proizvodnji, zato je prispevek k emisijam toplogrednih plinov -2,35 kg CO₂e.

3.1.2 Tanjšanje ozonskega plašča

Zaradi tanjšanja ozonske plasti v stratosferi večji del UV-B sevanja doseže zemeljsko površino. To bi lahko imelo škodljive učinke tako na zdravje ljudi kot živali, kopenske in vodne ekosisteme, biokemične cikle in na materiale (SimaPro 2014).

Tanjšanje ozonskega plašča je bilo izračunano v kg CFC-11e (CFC-11 ali triklorofluorometan). Izračunali smo vrednost 0,0000285 kg CFC-11e (Preglednica 6). Na sliki 16 so prikazani prispevki virov emisij, med katerimi ima največji prispevek UF smola, in sicer $1,77 \times 10^{-5}$ kg CFCe (62,2 %). Sledijo transport s $6,3 \times 10^{-6}$ kg CFCe (22,1 %), sekanci s $3,87 \times 10^{-6}$ kg CFCe (13,6 %) in NH₄NO₃ z $2,91 \times 10^{-7}$ kg CFCe (1,0 %). Zanimljiv vpliv na tanjšanje ozonskega plašča je imela embalaža.

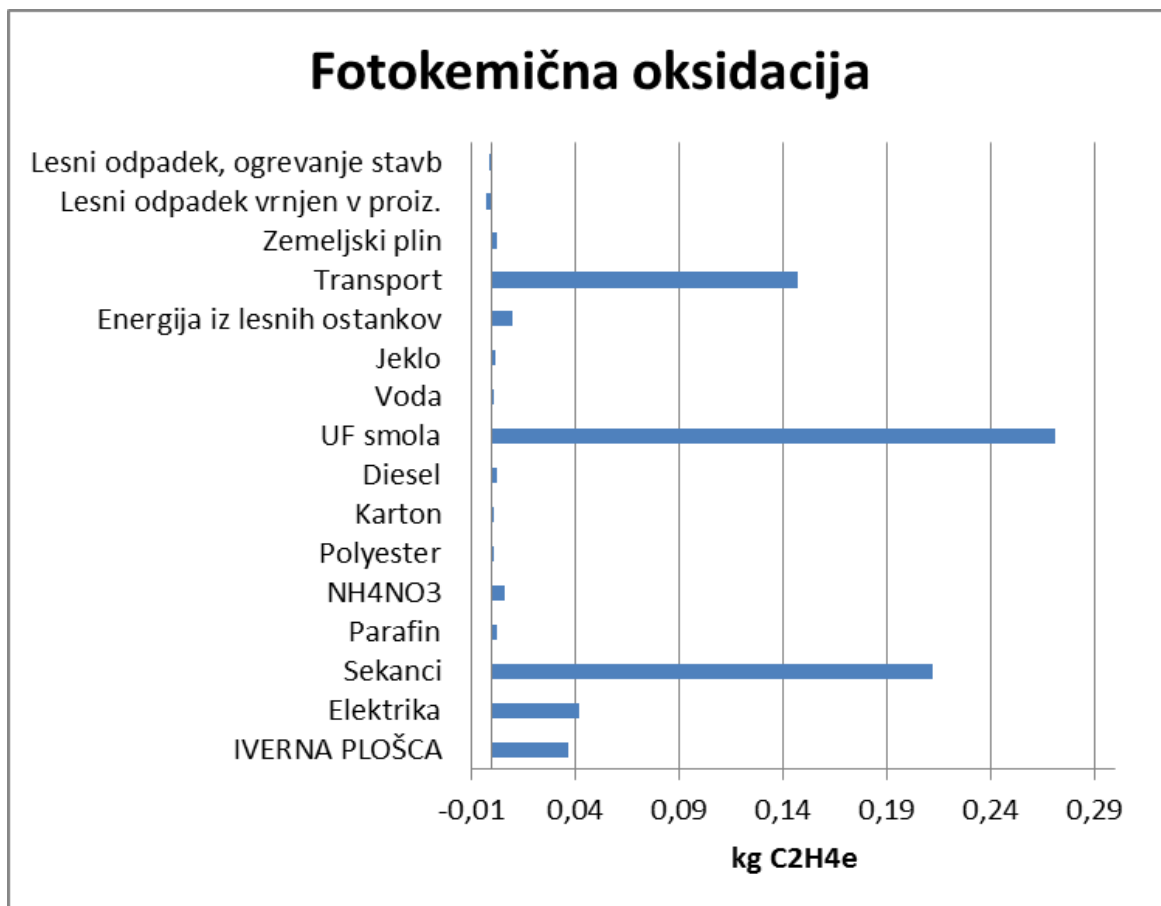


Slika 16: Viri emisij in prispevek virov emisij k tanjšanju ozonskega plašča 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz svežega lesa

3.1.3 Fotokemična oksidacija

Nastanek fotooksidantov je tvorba reaktivnih snovi (predvsem ozona), ki so škodljive za zdravje ljudi, ekosisteme in lahko poškodujejo pridelke. Ta problem se kaže kot »poletni smog«. Zimski smog je zunaj področja uporabe te kategorije (SimaPro 2014). Fotokemični oksidanti sodijo v skupino sekundarnih onesnaževalcev ozračja. Njihovo nastajanje je posledica sončnega obsevanja onesnažene atmosfere. Pomembna je predvsem reakcija med dušikovimi oksidi (NO_x) in hlapnimi organskimi spojinami (VOC – Volatile organic compounds), kot npr. etan, benzen, aceton in formaldehid (Kutnar 2014). Med vsemi dušikovimi spojinami sta pomembna onesnaževalca NO in NO₂.

Fotokemična oksidacija je bila izračunana v kg C₂H₄e oz. kg etena ekvivalenta. Izračunali smo vrednost 0,729 kg C₂H₄e (Preglednica 6). Na sliki 17 so prikazani prispevki virov emisij, med katerimi imajo največji prispevek UF smola, in sicer 0,27 kg C₂H₄e (37,1 %), sekanci, 0,21 kg C₂H₄e (29,1 %), transport, 0,15 kg C₂H₄e (20,2 %), električna energija, 0,042 kg C₂H₄e (5,8 %), in iverna plošča, 0,037 kg C₂H₄e (5,1 %). Proizvodnja ivernih plošč je vplivala k fotokemični oksidaciji, in sicer je bil vpliv kar 5,1 %.

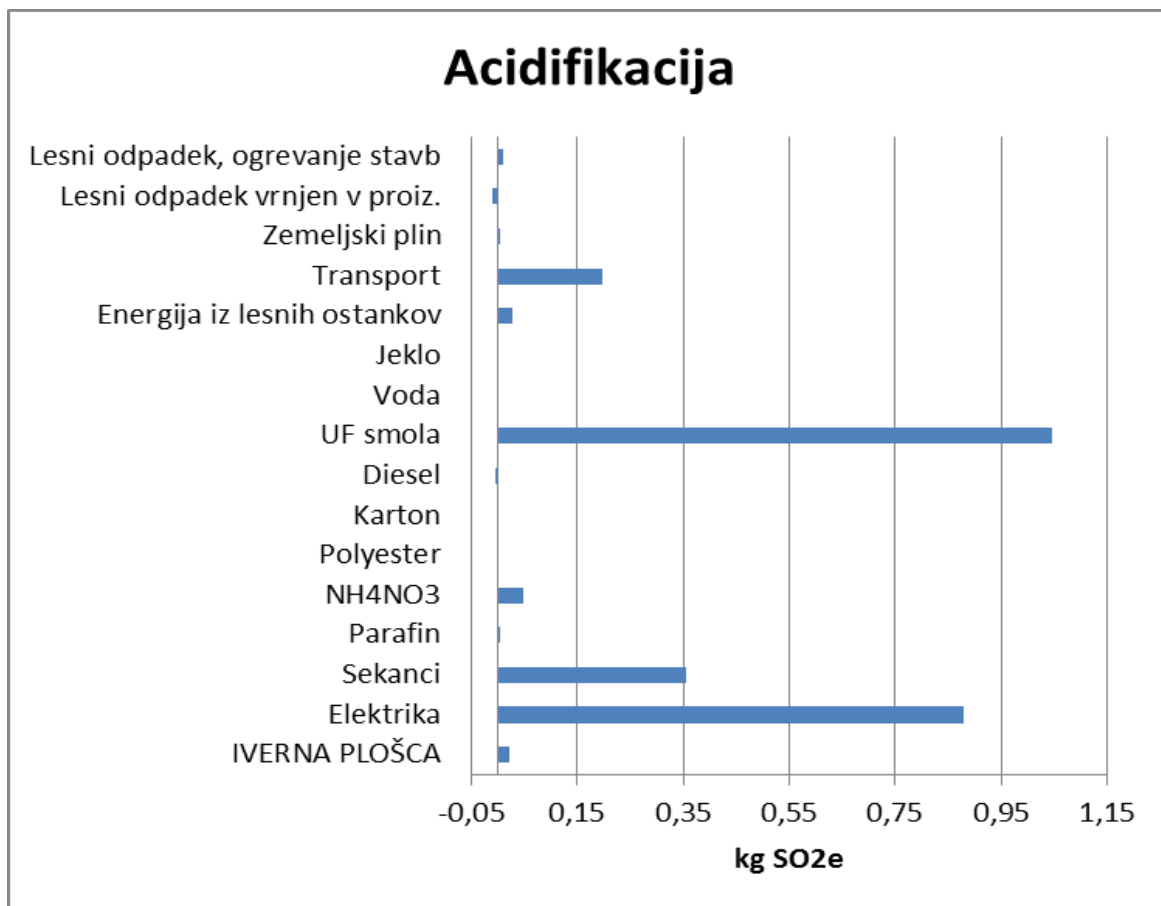


Slika 17: Viri emisij in prispevek virov emisij k fotokemični oksidaciji 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz svežega lesa

3.1.4 Acidifikacija

Kisla onesnažila imajo širok spekter vplivov na biološke organizme, ekosisteme, podzemne in površinske vode, tla in ne nazadnje tudi na materiale (Guinée in sod. 2002). Potencial zakisevanja je opisan kot sposobnost nekaterih snovi, da zgradijo in sprostijo H⁺ ion (Kutnar 2014). Žveplove spojine so pretežno posledica zgorevanja fosilnih goriv in se pojavljajo v obliki SO₂ in SO₃.

Na sliki 18 je prikazan vir emisij in njihov prispevek k acidifikaciji 1 m³ ivernih plošč. Acidifikacija 1 m³ ivernih plošč znaša 2,59 kg SO₂e (Preglednica 6). K acidifikaciji je največ prispevala UF smola, in sicer 1,04 kg SO₂e (40,3 %), poraba električne energije, 0,88 kg SO₂e (33,9 %), sekanci, 0,36 kg SO₂e (13,8 %) in transport, 0,20 kg SO₂e (7,7 %). Vpliv k acidifikaciji je imela tudi izdelava iverne plošče.

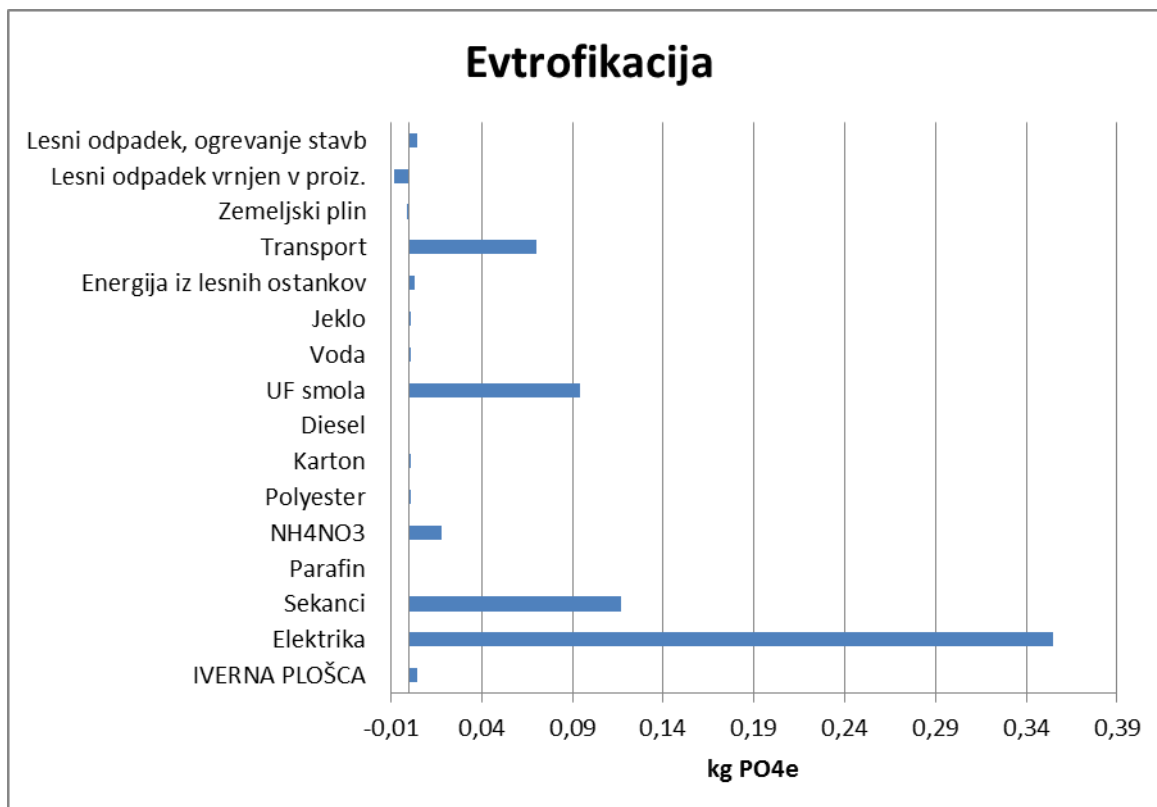


Slika 18: Viri emisij in prispevek virov emisij k acidifikaciji 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz svežega lesa

3.1.5 Evtrofikacija

Evtrofikacijo povzročajo prekomerne bogatitve vodnih teles z makrohranili, med katerimi sta najpomembnejša fosfor in dušik. Prekomerna bogatitev vodnih teles lahko povzroči nezaželene premike v sestavi vrst ter preprečuje uporabo teh virov za pitje (Guinée in sod. 2002).

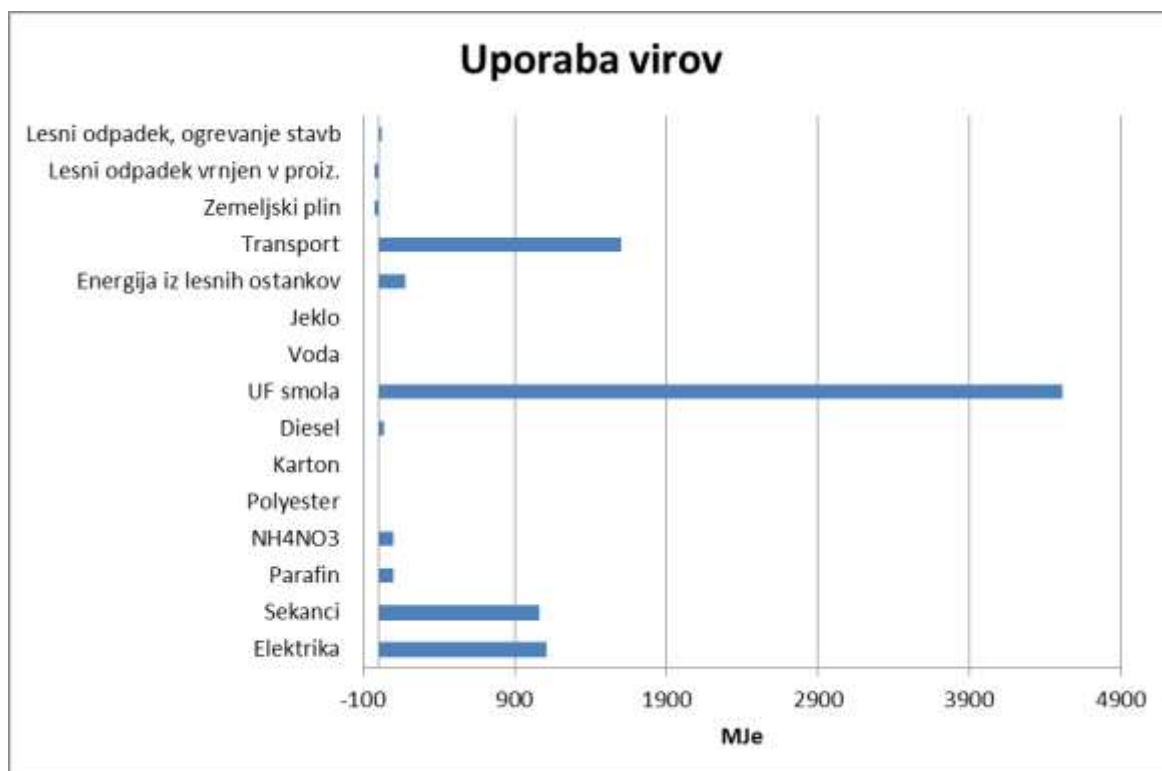
Na sliki 19 je prikazan vir emisij in njihov prispevek k evtrofikaciji 1 m³ ivernih plošč. Evtrofikacija 1 m³ ivernih plošč znaša 0,658 kg PO₄e (Preglednica 6). K evtrofikaciji so največ prispevali poraba električne energije, 0,36 kg PO₄e (54,0 %), sekanci, 0,12 kg PO₄e (17,9 %), UF smola, 0,09 kg PO₄e (14,3 %), transport, 0,07 kg PO₄e (10,65 %), in amonijev nitrat, 0,018 kg PO₄e (2,7 %).



Slika 19: Viri emisij in prispevek virov emisij k eutrofikaciji 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz svežega lesa

3.1.6 Uporaba virov

Na sliki 20 je prikazan vir emisij in njihov prispevek k uporabi virov 1 m³ ivernih plošč, ki znaša za 1 m³ ivernih plošč 8679 MJe. Največji prispevek ima UF smola, 4514 MJe (52,0 %), transport, 1600 MJe (18,4 %), poraba električne energije, 1106 MJe (12,8 %), sekanci, 1059 MJe (12,2 %), in energija iz lesnih ostankov, 176,2 MJe (2,0 %).



Slika 20: Viri emisij in prispevek virov emisij k uporabi virov 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz svežega lesa

3.2 Analiza LCA po konceptu »od zibelke do vrat« za surove iverne plošče, izdelane iz odpadnega lesa – sekancev Luke Koper

V preglednici 7 so zbrani rezultati analize LCA in okoljski vplivi izdelka iz odpadnega lesa. Določili smo 6 kategorij vplivov (potencial globalnega segrevanja, tanjšanje ozonskega plašča, fotokemična oksidacija, acidifikacija, eutrofikacija in uporaba virov) za surove iverne plošče, ki so izraženi na funkcionalno enoto (1 m³ ivernih plošč).

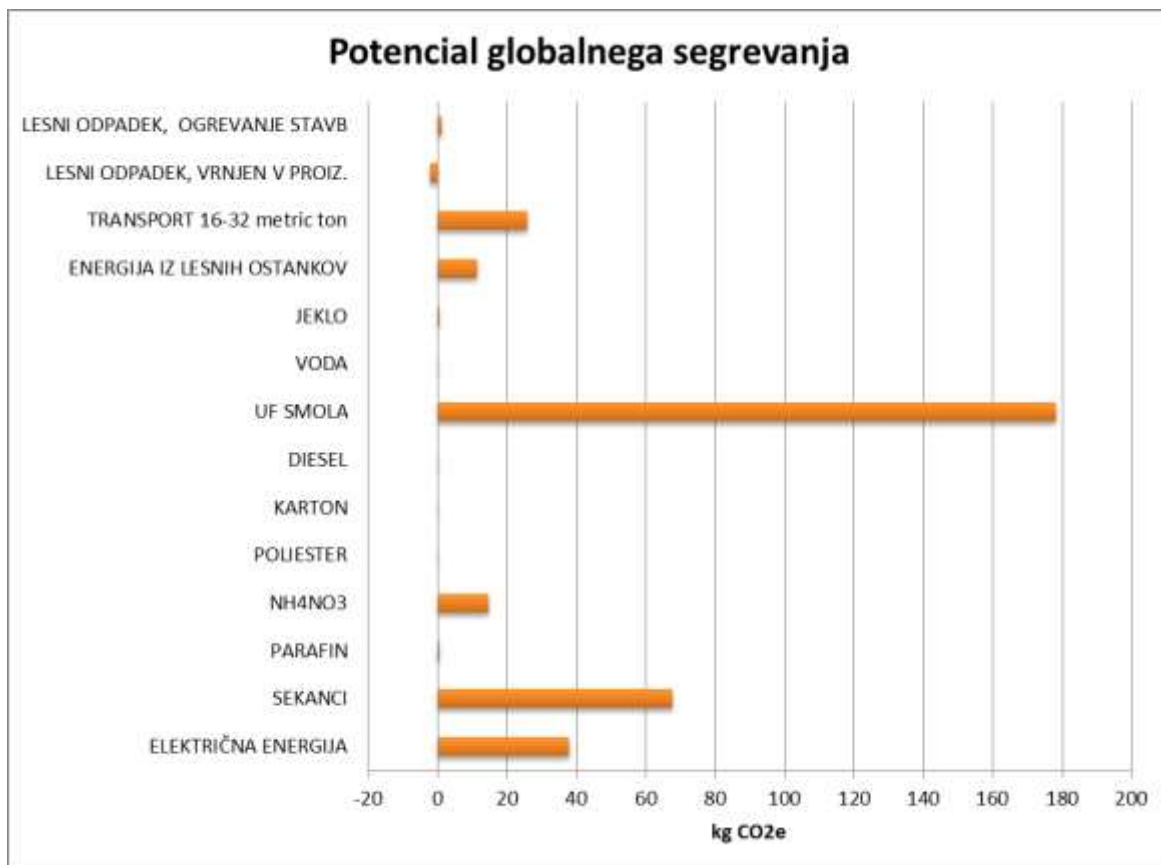
Preglednica 7: Prikaz rezultatov analize življenjskega cikla za iverne plošče, izdelane iz odpadnega lesa

Kategorije vplivov	Enota	Skupna količina
Globalno segrevanje (GWP100)	kg CO ₂ e	337,0
Tanjšanje ozonskega plašča	kg CFC-11e	2,39E-05
Fotokemična oksidacija	kg C ₂ H ₄ e	0,608
Acidifikacija	kg SO ₂ e	2,21
Eutrofikacija	kg PO ₄ e	0,514
Uporaba virov	MJe	7239

3.2.1 Potencial globalnega segrevanja

Na sliki 21 je prikazan vir emisij in njihov prispevek k potencialnemu globalnemu segrevanju 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa. Potencial globalnega segrevanja 1 m³ ivernih plošč znaša 337,0 kg CO₂e (Preglednica 7) v časovnem okviru 100

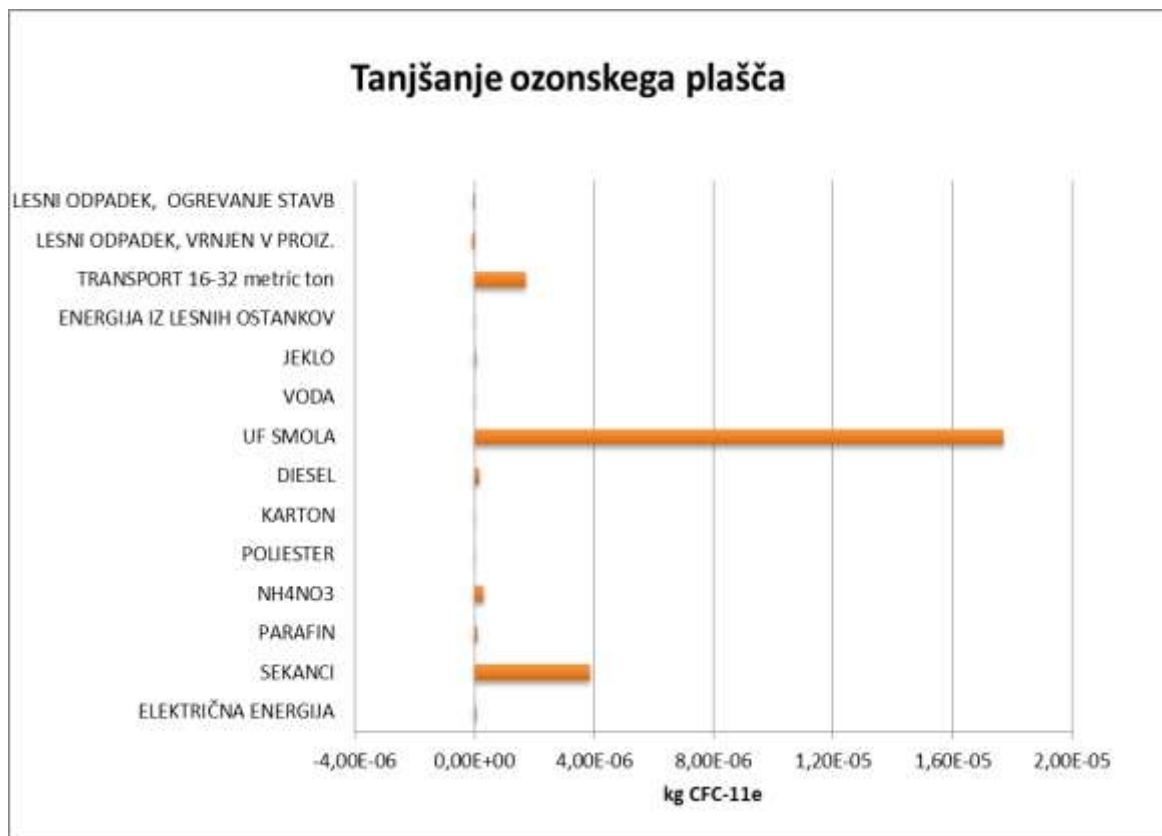
let. K potencialnemu globalnemu segrevanju je največ prispevala UF smola, in sicer 178,2 kg CO₂e (52,9 %), sekanci so prispevali 67,9 kg CO₂e (20,1 %), poraba električne energije, 38,0 kg CO₂e (11,3 %) in transport, 25,9 kg CO₂e (7,7 %). Presenetljiv je podatek, da ima zanemarljivo majhen delež utrjevalca NH₄NO₃ (<0,3 % glede na maso 1 m³ ivernih plošč) prispevek okrog 14,8 kg CO₂e (4,4 %).



Slika 21: Viri emisij in prispevek virov emisij k potencialnemu globalnemu segrevanju virov 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa

3.2.2 Tanjšanje ozonskega plašča

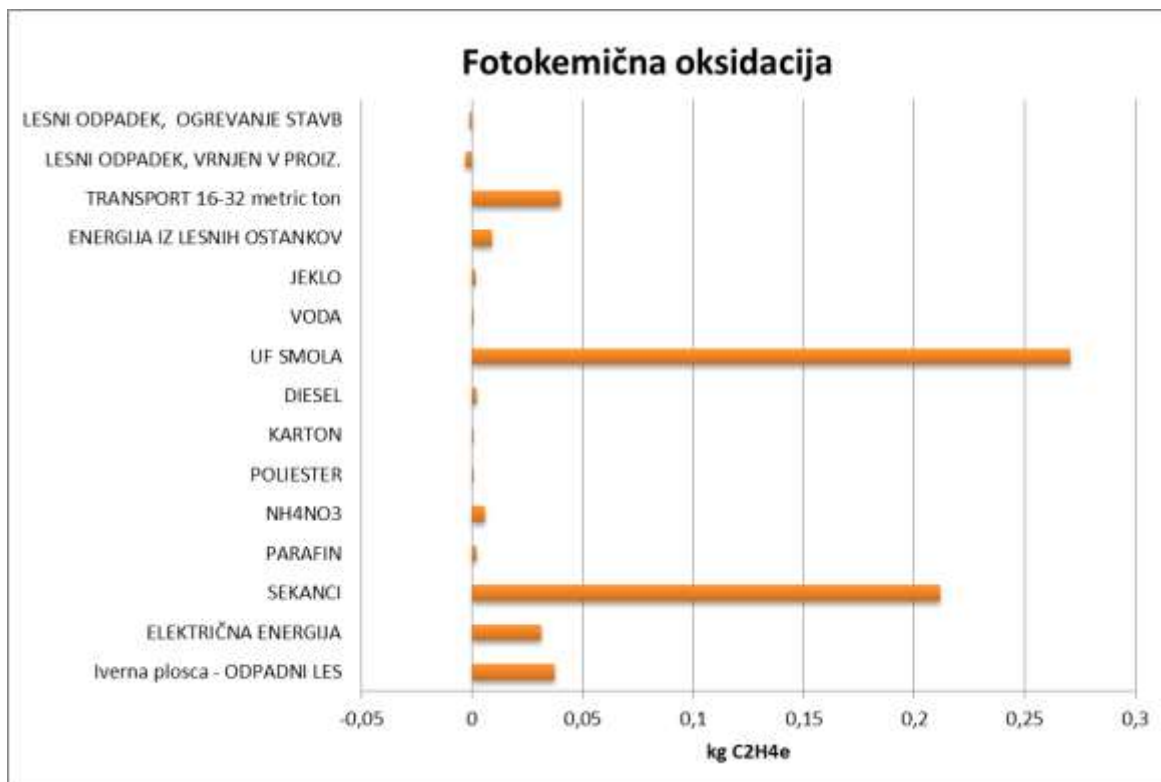
Tanjšanje ozonskega plašča smo izračunali v kg CFC-11e (CFC-11 ali triklorofluorometan). Izračunali smo vrednost 0,0000239 kg CFC-11 e (Preglednica 7). Na sliki 22 so prikazani prispevki virov emisij, med katerimi imajo največji prispevek UF smola, in sicer $1,77 \times 10^{-5}$ kg CFCe (74,1 %), sekanci, $3,87 \times 10^{-6}$ kg CFCe (16,2 %), transport, $1,72 \times 10^{-6}$ kg CFCe (7,2 %), in NH₄NO₃, $2,91 \times 10^{-7}$ kg CFCe (1,2 %). Ostali prispevki so zanemarljivi.



Slika 22: Viri emisij in prispevek virov emisij k tanjšanju ozonskega plašča 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa

3.2.3 Fotokemična oksidacija

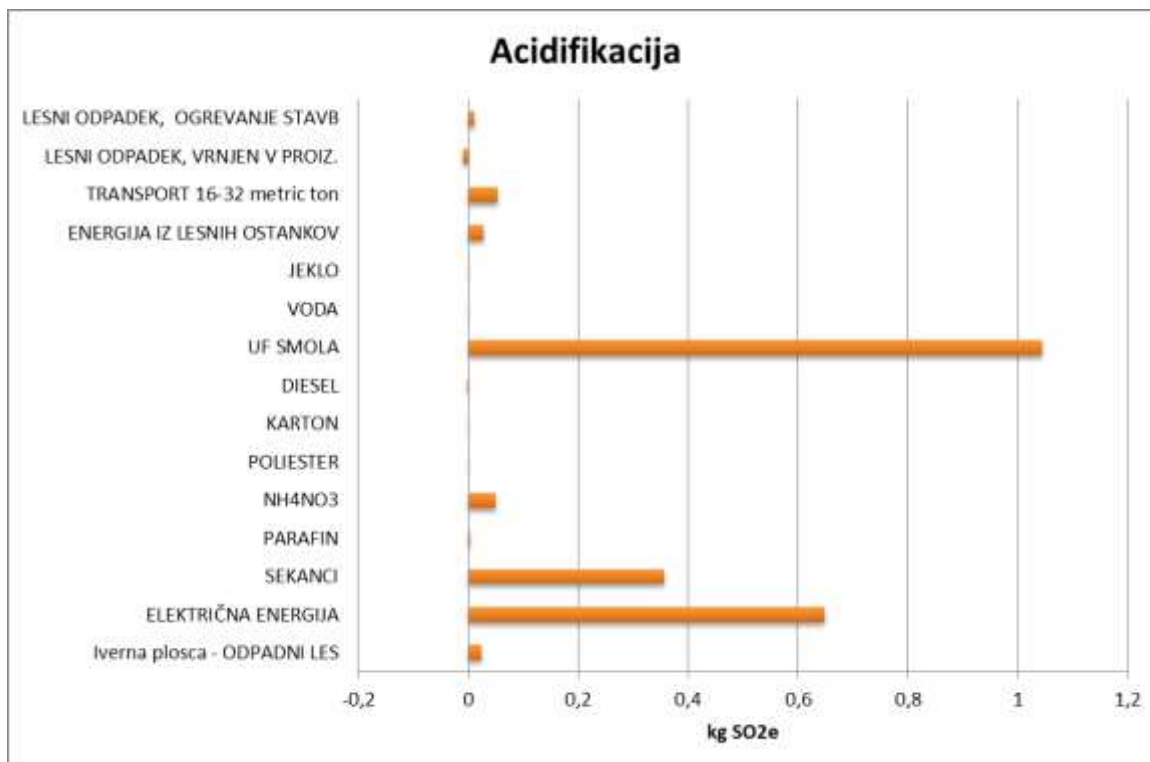
Fotokemična oksidacija je bila izračunana v kg C₂H₄e. Izračunali smo vrednost 0,608 kg C₂H₄e (Preglednica 7). Na sliki 23 so prikazani prispevki virov emisij, med katerimi imajo največji prispevek UF smola, in sicer 0,27 kg C₂H₄e (44,5 %), sekanci, 0,21 kg C₂H₄e (34,9 %), transport, 0,04 kg C₂H₄e (6,6 %), in poraba električne energije, 0,031 kg C₂H₄e (5,1 %). Proizvodnja ivernih plošč je vplivala k fotokemični oksidaciji, in sicer je bil vpliv kar 6,1 %.



Slika 23: Viri emisij in prispevek virov emisij k fotokemični oksidacij 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa

3.2.4 Acidifikacija

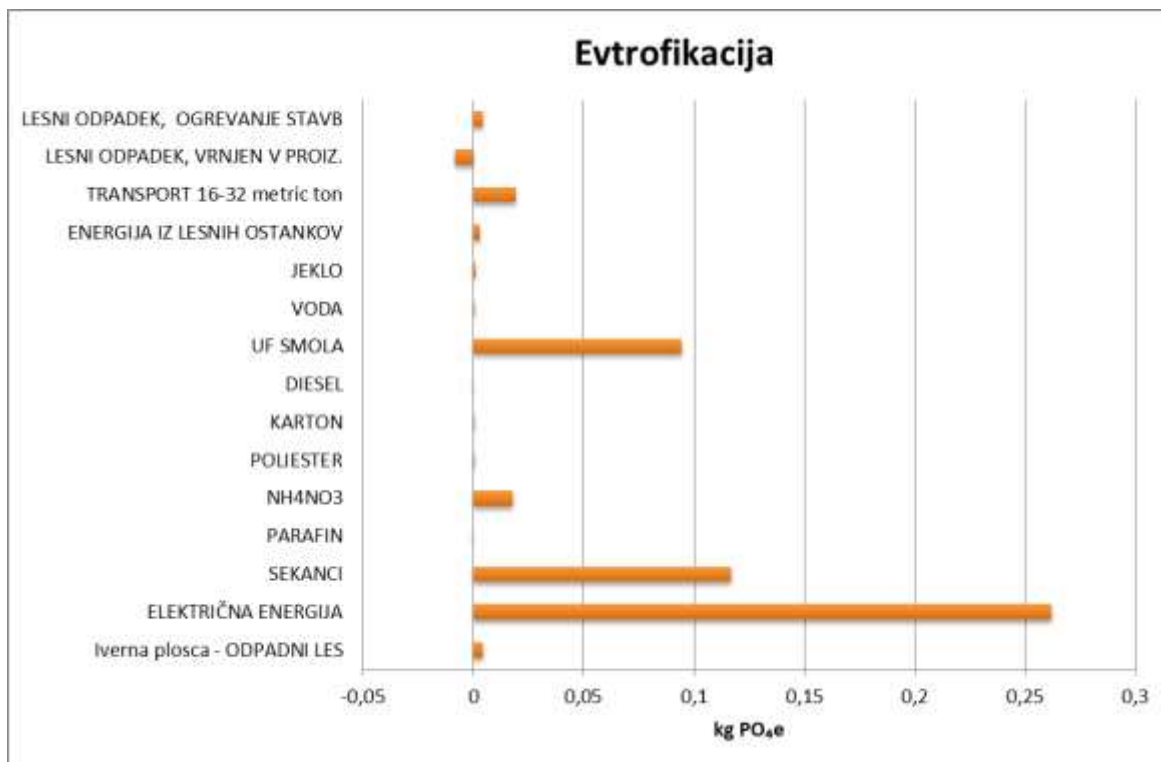
Na sliki 24 je prikazan vir emisij in njihov prispevek k acidifikaciji 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa. Acidifikacija 1 m³ teh ivernih plošč znaša 2,21 kg SO₂e (Preglednica 7). K acidifikaciji je največ prispevala UF smola, in sicer 1,04 kg SO₂e (47,2 %), poraba električne energije, 0,65 kg SO₂e (29,3 %), sekanci, 0,36 kg SO₂e (16,1 %), transport, 0,05 kg SO₂e (2,4 %) in amonijev nitrat, 0,05 kg SO₂e (2,2 %). Proizvodnja ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa, je tudi vplivala na acidifikacijo.



Slika 24: Viri emisij in prispevek virov emisij k acidifikaciji 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa

3.2.5 Evtrofikacija

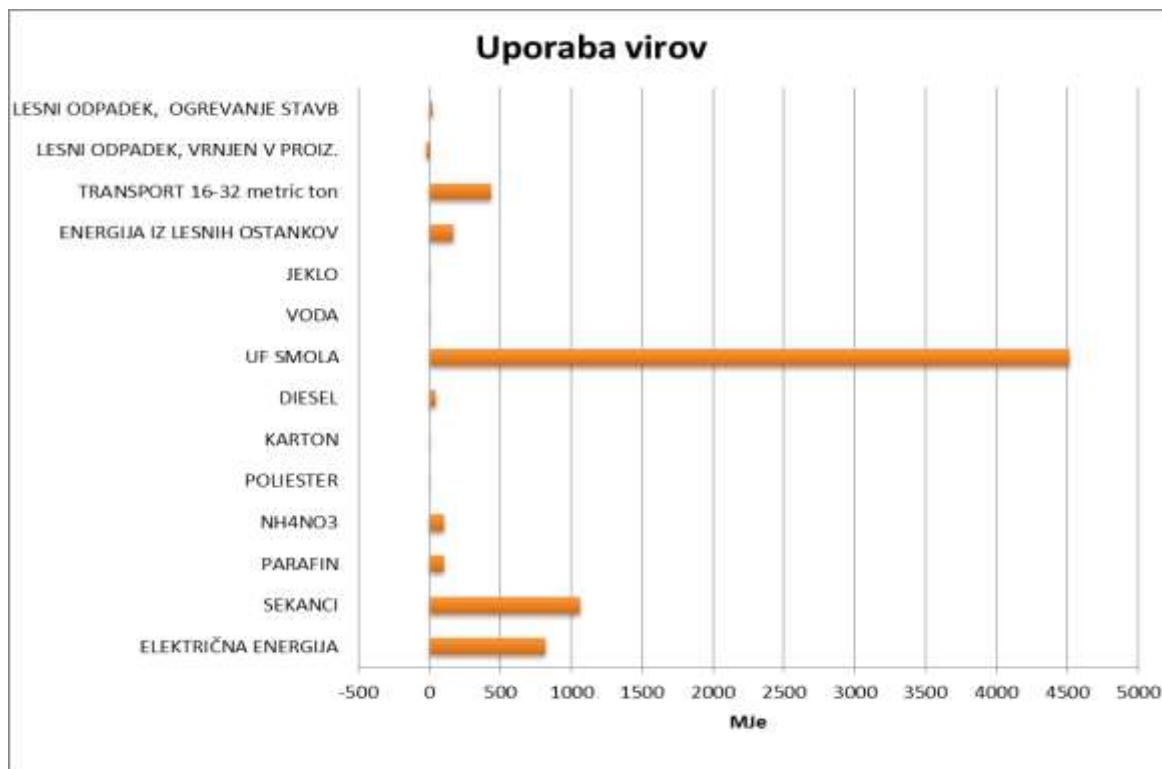
Na sliki 25 je prikazan vir emisij in njihov prispevek k evtrofikaciji 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa. Evtrofikacija 1 m³ ivernih plošč znaša 0,514 kg PO_{4e} (Preglednica 7). K evtrofikaciji so največ prispevali poraba električne energije, 0,26 kg PO_{4e} (50,9 %), sekanci, 0,12 kg PO_{4e} (22,7 %), UF smola, in sicer 0,09 kg PO_{4e} (18,3 %), transport, 0,019 kg PO_{4e} (3,7 %), in amonijev nitrat, 0,018 kg PO_{4e} (3,5 %). Proizvodnja ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa, je tudi vplivala na evtrofikacijo.



Slika 25: Viri emisij in prispevek virov emisij k eutrofikaciji 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa

3.2.6 Uporaba virov

Na sliki 26 je prikazan vir emisij in njihov prispevek k uporabi virov 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa, in znaša 7239 MJe (Preglednica 7). Največji prispevek ima UF smola, 4514 MJe (62,4 %), sledijo sekanci s 1059 MJe (14,6 %), poraba električne energije z 816,3 MJe (11,3 %), transport s 436,1 MJe (6,0 %) in energija iz lesnih ostankov s 167,3 MJe (2,3 %).



Slika 26: Viri emisij in prispevek virov emisij k uporabi virov 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa

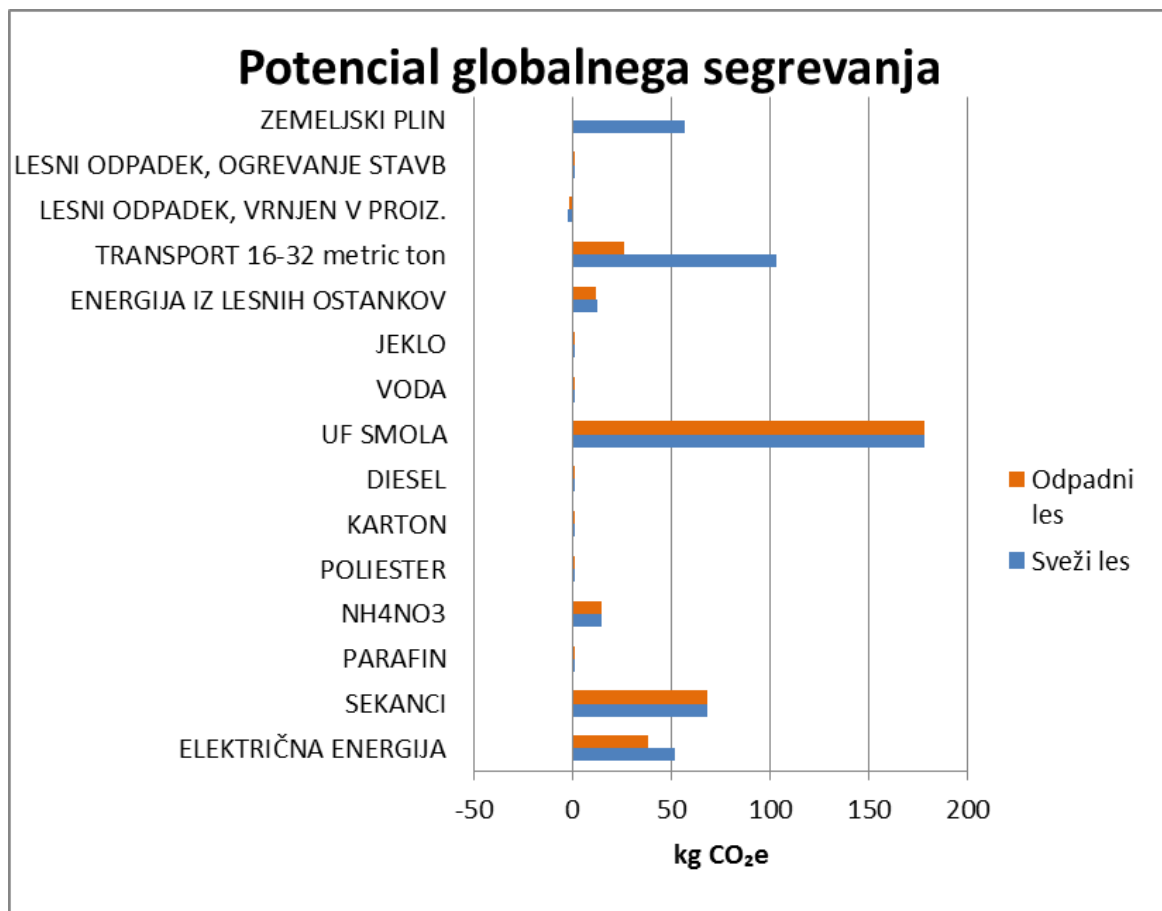
3.3 Primerjava vplivov med iverno ploščo, izdelano iz svežega lesa, in iverno ploščo, izdelano iz odpadnega lesa

V preglednici 8 so zbrani rezultati analize LCA. Podanih je 6 kategorij vplivov (potencial globalnega segrevanja, tanjšanje ozonskega plašča, fotokemična oksidacija, acidifikacija, eutrofikacija in uporaba virov) za iverne plošče, izdelane iz odpadnega lesa, in iverne plošče, izdelane iz svežega lesa, ki so izraženi na funkcionalno enoto (1 m³ ivernih plošč). Vsi okoljski vplivi izdelka so bili večji pri iverni plošči, izdelani iz svežega lesa.

Preglednica 8: Prikaz rezultatov analize življenjskega cikla za iverne plošče, izdelane iz odpadnega lesa, in iverne plošče, izdelane iz svežega lesa

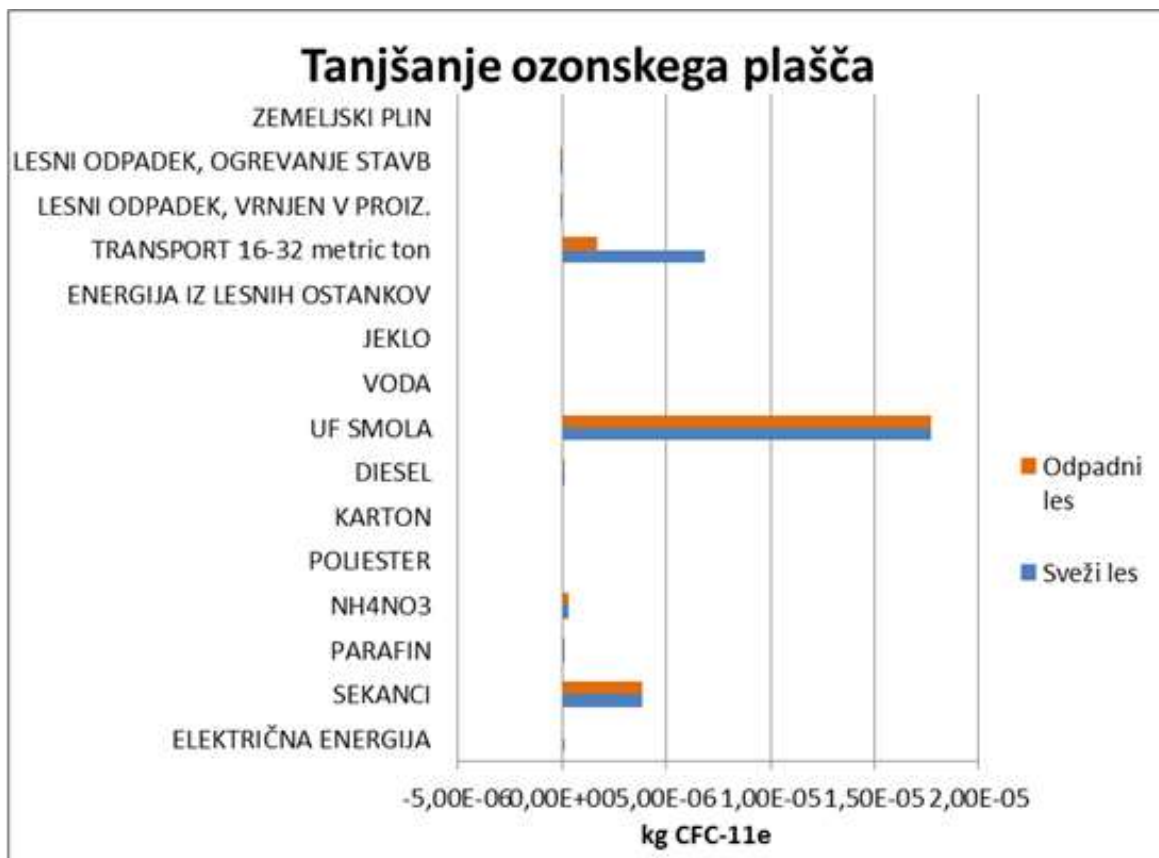
Kategorije vplivov	Enota	IVERNA PLOŠČA	IVERNA PLOŠČA
		odpadni les	sveži les
Globalno segrevanje (GWP100)	kg CO ₂ e	337,0	476,7
Tanjšanje ozonskega plašča	kg CFC-11e	2,39E-05	2,85E-05
Fotokemična oksidacija	kg C ₂ H ₄ e	0,608	0,729
Acidifikacija	kg SO ₂ e	2,21	2,59
Eutrofikacija	kg PO ₄ e	0,514	0,658
Uporaba virov	MJe	7239	8679

Na sliki 27 je prikazana primerjava med viri emisij in prispevki virov emisij k potencialnemu globalnemu segrevanju za 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa in svežega lesa. Razvidno je, da največja razlika nastaja pri vplivu zemeljskega plina, transporta in električne energije, ki je višja pri ivernih ploščah, izdelanih iz svežega lesa.



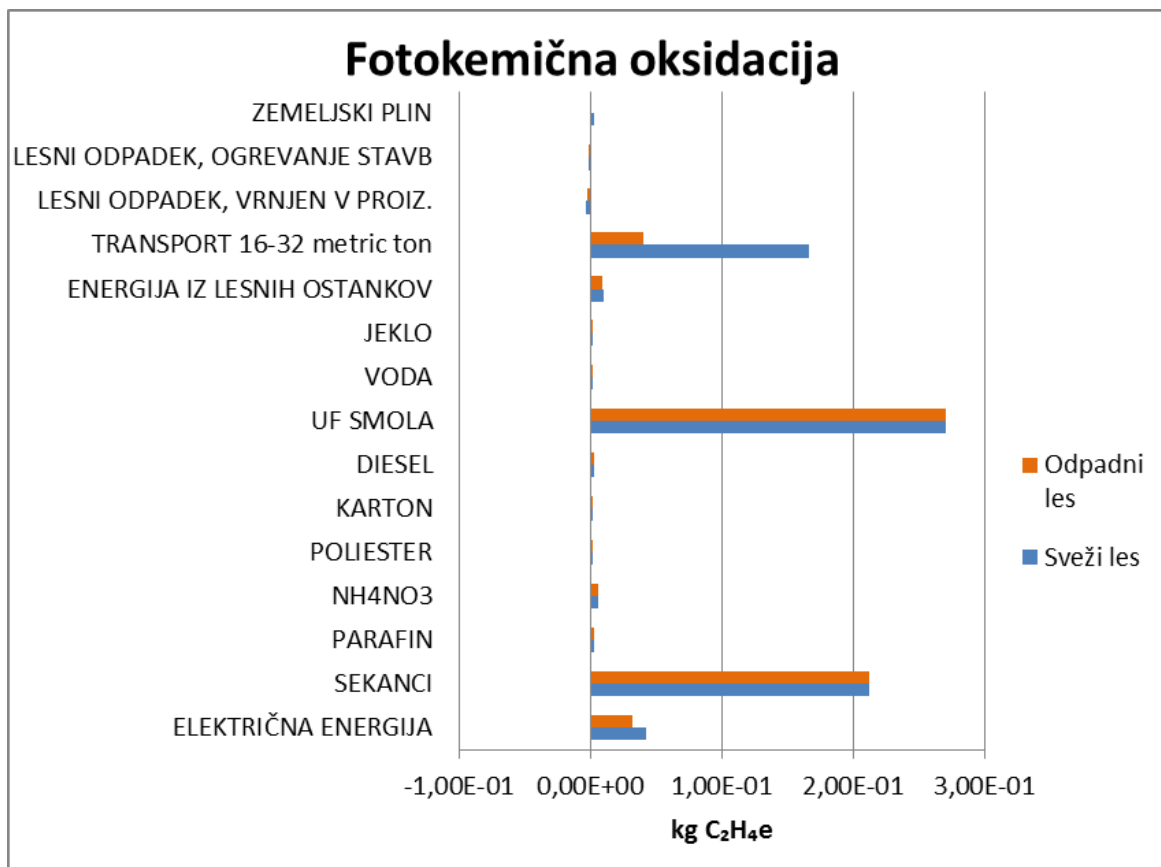
Slika 27: Viri emisij in prispevek virov emisij k potencialnemu globalnemu segrevanju 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa in svežega lesa.

Na sliki 28 je prikazana primerjava med viri emisij in prispevki virov emisij k tanjšanju ozonskega plašča za 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa in svežega lesa. Vidna razlika je nastala pri transportu, ki je višji pri iverni plošči, izdelani iz svežega lesa.



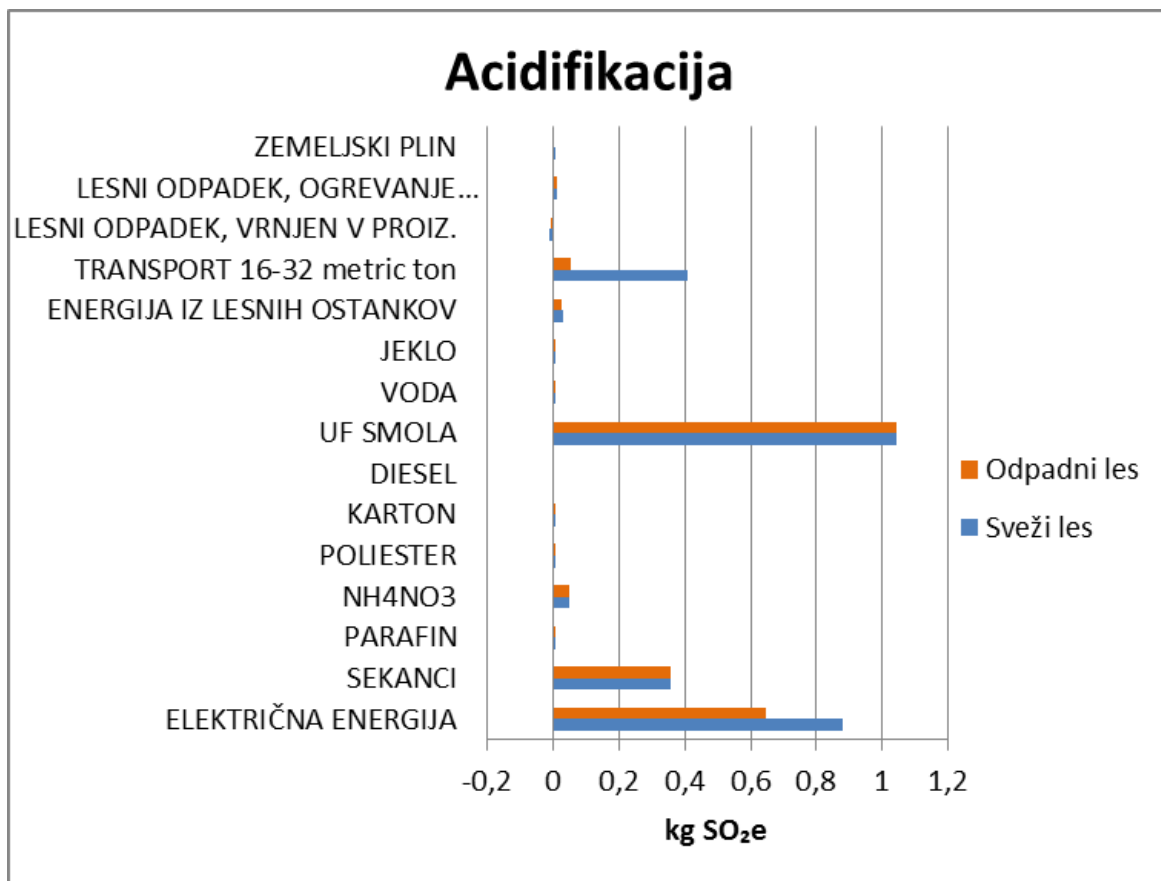
Slika 28: Viri emisij in prispevek virov emisij k tanjšanju ozonskega plašča 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa in svežega lesa

Na sliki 29 je prikazana primerjava med viri emisij in prispevki virov emisij k fotokemični oksidaciji za 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa in svežega lesa. Na razliko vpliva pri fotokemični oksidaciji sta najbolj vplivala transport in električna energija.



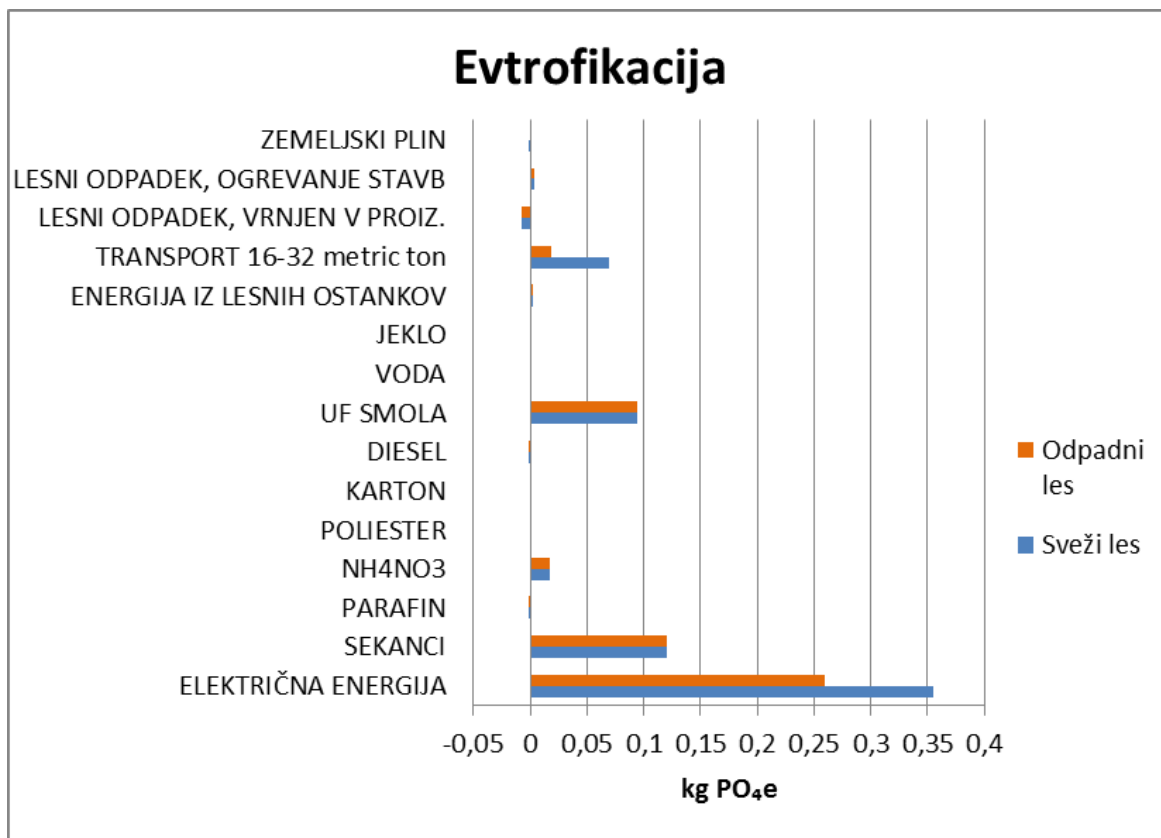
Slika 29: Viri emisij in prispevek virov emisij k fotokemični oksidaciji 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa in svežega lesa

Na sliki 30 je prikazana primerjava med viri emisij in prispevki virov emisij k acidifikaciji za 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa in svežega lesa. Na razliko vpliva pri acidifikaciji sta najbolj vplivala transport in električna energija.



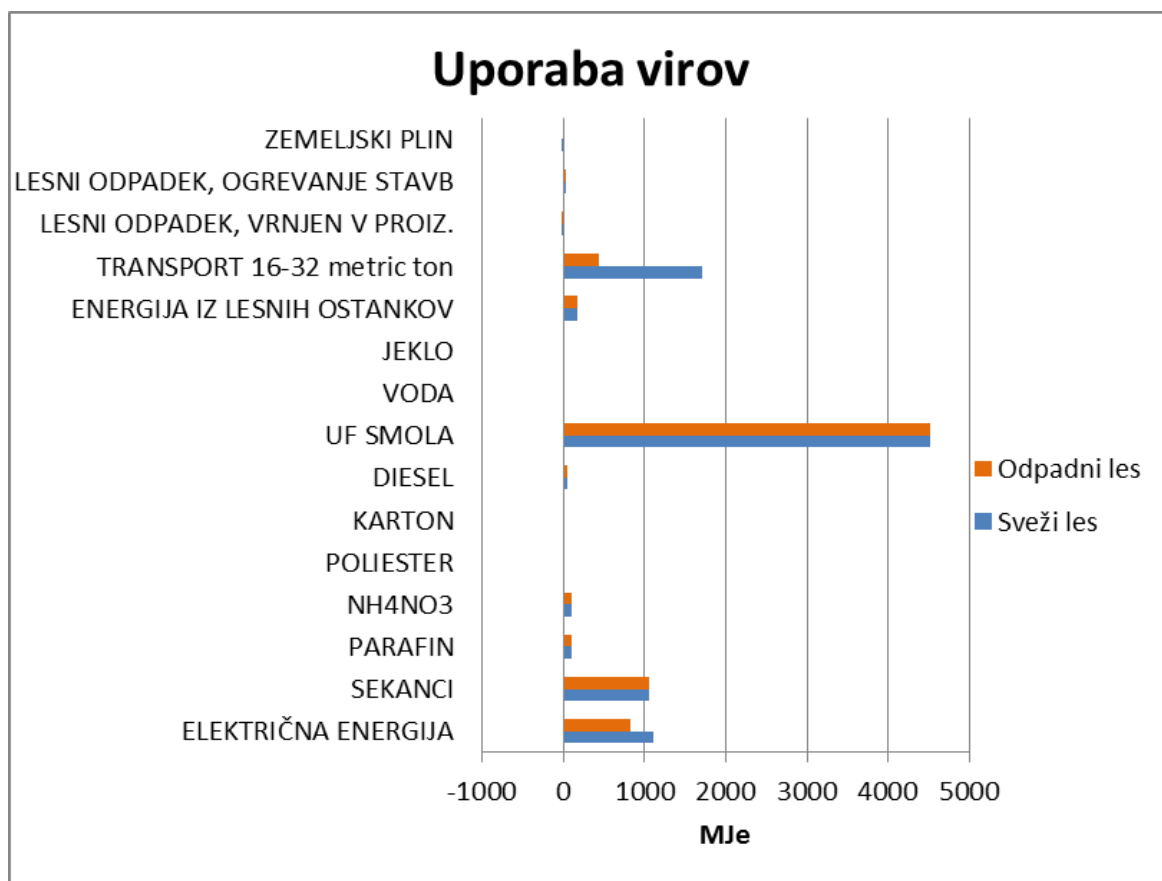
Slika 30: Viri emisij in prispevek virov emisij k acidifikacij 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa in svežega lesa

Na sliki 31 je prikazana primerjava med viri emisij in prispevki virov emisij k evtrofikaciji za 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa in svežega lesa. Na razliko vpliva pri evtrofikaciji sta najbolj vplivala transport in električna energija. Manjša razlika je nastala tudi pri zemeljskem plinu.



Slika 31: Viri emisij in prispevek virov emisij k eutrofikaciji 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa in svežega lesa

Na sliki 32 je prikazana primerjava med viri emisij in prispevkov virov emisij k uporabi virov za 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa in svežega lesa. Na razliko vpliva pri uporabi virov sta najbolj vplivala transport in električna energija.



Slika 32: Viri emisij in prispevek virov emisij k uporabi virov 1 m³ surovih ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa in svežega lesa

3.4 Analiza LCA po konceptu »od zibelke do vrat« za pelete, pelete – pot Koper, pelete – odpadni les

V preglednici 9 so zbrani podatki kategorij vplivov (potencial globalnega segrevanja, tanjšanje ozonskega plašča, fotokemična oksidacija, acidifikacija, eutrofikacija in uporaba virov), izraženi na funkcionalno enoto, 1 tono pelet, pelet – pot Koper in pelet – odpadni les.

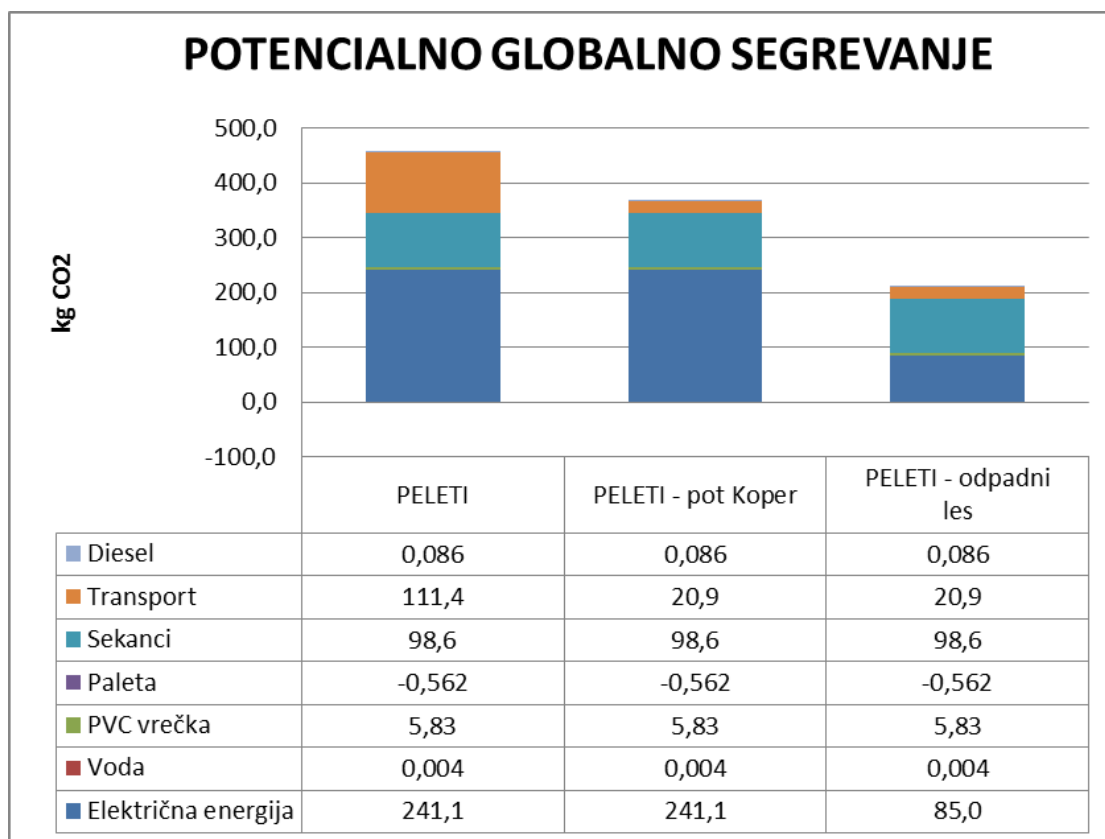
Preglednica 9: Prikaz rezultatov analize življenjskega cikla za pelete, pelete – pot Koper, pelete – odpadni les

Kategorije vplivov	Enota	PELETI	PELETI - pot Koper	PELETI – odpadni les
Globalno segrevanje (GWP100)	kg CO ₂ e	456,4	365,9	209,8
Tanjšanje ozonskega plašča	kg CFC-11e	1,47E-05	8,73E-06	8,42E-06
Fotokemična oksidacija	kg C ₂ H ₄ e	0,768	0,628	0,500
Acidifikacija	kg SO ₂ e	4,914	4,724	2,065
Eutrofikacija	kg PO ₄ e	1,917	1,851	0,776
Uporaba virov	MJe	8876	7351	4002

3.4.1 Potencial globalnega segrevanja

Potencial globalnega segrevanja 1 tone pelet znaša 456,4 kg CO₂e, 1 tone pelet s krajšim radijem nabave surovin (Koper) znaša 365,9 kg CO₂e, 1 tone pelet, narejene izključno iz odpadnega lesa, pa 209,8 kg CO₂e (Preglednica 9).

Na sliki 33 je prikazan vir emisij in njihov prispevek k ogljičnemu odtisu 1 tone pelet. K ogljičnemu odtisu pelet je največ prispevala električna enregija z 241,1 kg CO₂e (52,8 %), transport s 111,7 kg CO₂e (24,4 %) in sekanci z 98,5 kg CO₂e (21,6 %). K ogljičnemu odtisu pelet – pot Koper je največ prispevala električna enregija z 241,1 kg CO₂e (65,9 %), sekanci z 98,5 kg CO₂e (26,9 %) in transport z 20,9 kg CO₂e (5,7 %). K ogljičnemu odtisu pelet – odpadni les so največ prispevali sekanci z 98,6 kg CO₂e (47,0 %), električna enregija s 85,0 kg CO₂e (40,5 %) in transport z 20,9 kg CO₂e (10,0 %).

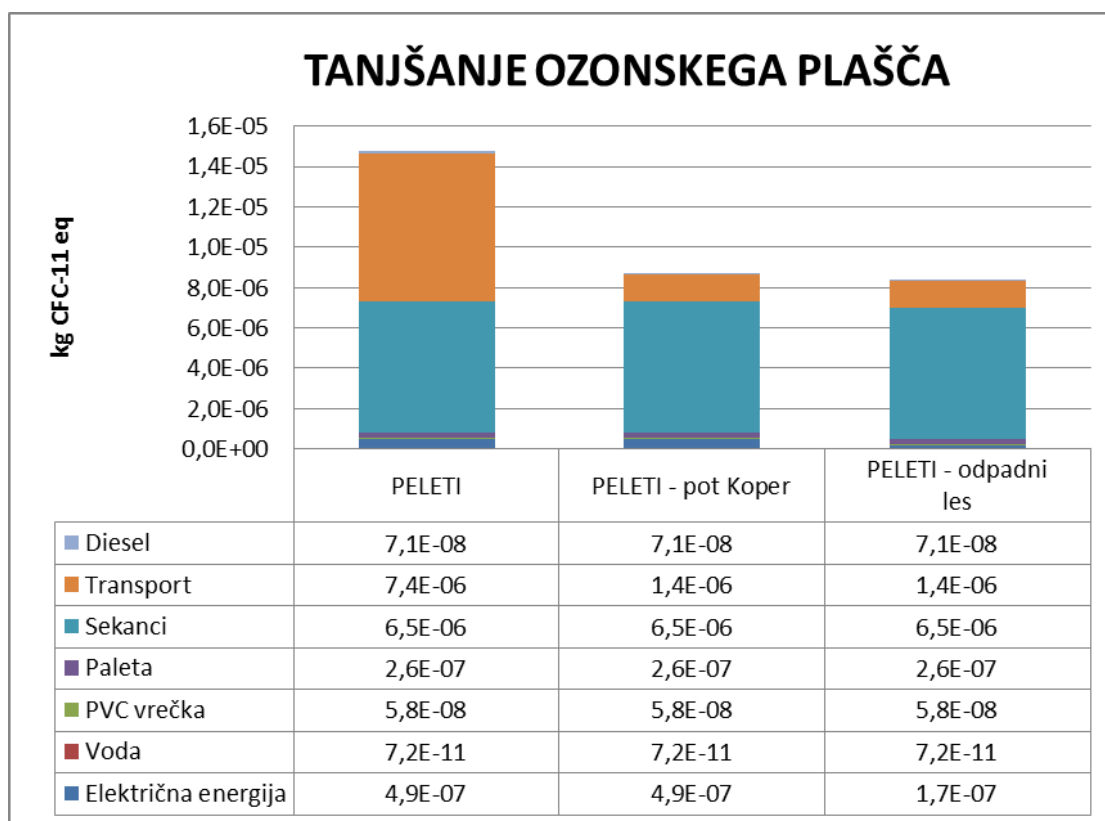


Slika 33: Viri emisij in prispevek virov emisij k potencialnemu globalnemu segrevanju 1 tone pelet, pelet – pot Koper, pelet – odpadni les

3.4.2 Tanjšanje ozonskega plašča

Tanjšanje ozonskega plašča je bilo izračunano v kg CFC-11e (CFC-11 ali triklorofluorometan). Izračunali smo vrednost 0,0000147 kg CFC-11e za 1 tono pelet, 0,00000873 kg CFC-11e za 1 tono pelet – pot Koper, 0,00000842 kg CFC-11e za 1 tono pelet – odpadni les (Preglednica 9). Na sliki 34 so prikazani prispevki virov emisij za 1 tono pelet, med katerimi imajo največji prispevek transport s $7,4 \times 10^{-6}$ kg CFCe (50,3 %), sekanci s $6,5 \times 10^{-6}$ kg CFCe (44,0 %) in električna energija s $4,9 \times 10^{-7}$ kg CFCe (3,3 %). Prispevke virov emisij za 1 tono pelet – pot Koper predstavljajo sekanci s $6,5 \times 10^{-6}$ kg

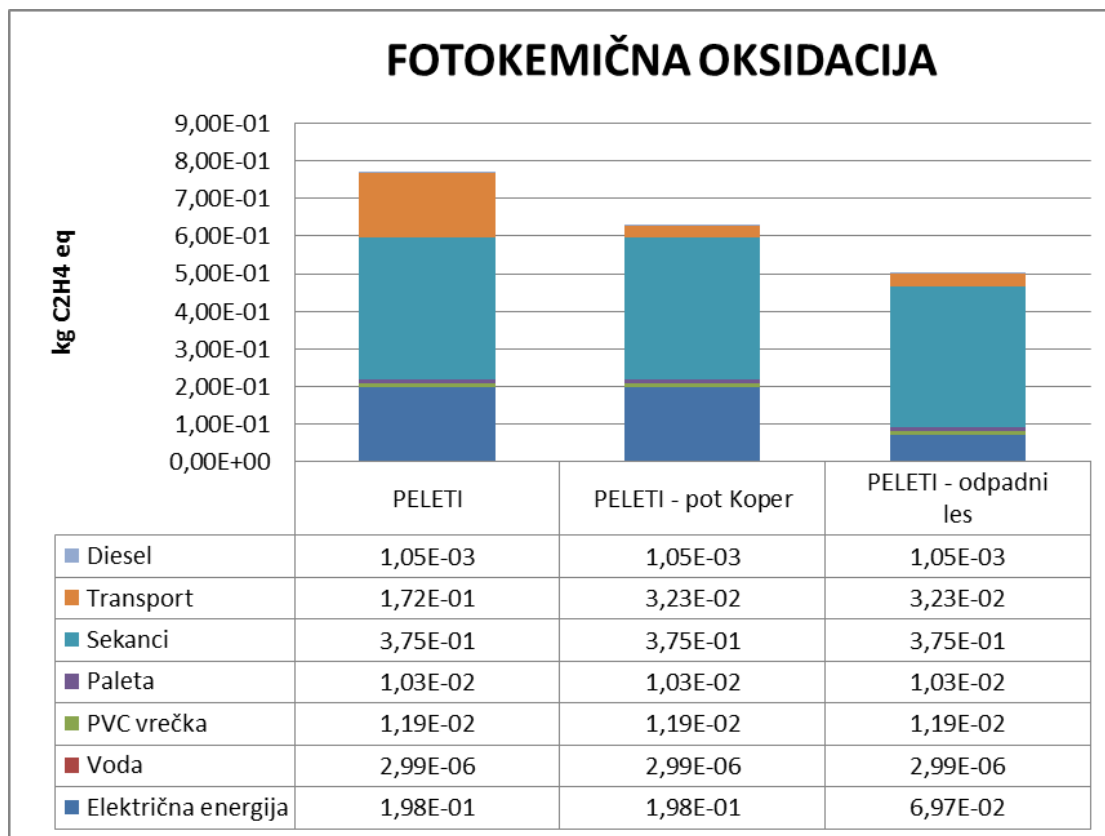
CFCe (74,2 %), transport z $1,4 \times 10^{-6}$ kg CFCe (15,9 %) in električna energija s $4,9 \times 10^{-7}$ kg CFCe (5,6 %). Prispevke virov emisij za 1 tono pelet – odpadni les predstavljajo sekanci s $6,5 \times 10^{-6}$ kg CFCe (76,9 %), transport z $1,4 \times 10^{-6}$ kg CFCe (16,5 %) in električna energija z $1,7 \times 10^{-7}$ kg CFCe (2,0 %). Manjši vpliv je opaziti tudi pri embalaži – paleti.



Slika 34: Viri emisij in prispevek virov emisij k tanjšanju ozonskega plašča 1 tone pelet, pelet – pot Koper, pelet – odpadni les

3.4.3 Fotokemična oksidacija

Fotokemična oksidacija je bila izračunana v kg C_2H_4e oz. kg etena e. Izračunali smo vrednost 0,768 kg C_2H_4e za 1 tono pelet, 0,628 kg C_2H_4e za 1 tono pelet – pot Koper, 0,500 kg C_2H_4e za 1 tono pelet – odpadni les (Preglednica 9). Na sliki 35 so prikazani prispevki virov emisij za 1 tono pelet, med katerimi imajo največji prispevek sekanci, in sicer 0,38 kg C_2H_4e (48,8 %), električna energija 0,20 kg C_2H_4e (25,7 %) in transport 0,17 kg C_2H_4e (22,4 %). Največji prispevek virov emisij za 1 tono pelet – pot Koper imajo sekanci, in sicer 0,38 kg C_2H_4e (59,7 %), sledita električna energija z 0,20 kg C_2H_4e (31,4 %) in transport z 0,04 kg C_2H_4e (5,14 %). Največji prispevek virov emisij za 1 tono pelet – odpadni les imajo sekanci, in sicer 0,38 kg C_2H_4e (75,0 %), električna energija, 0,07 kg C_2H_4e (13,9 %), in transport, 0,03 kg C_2H_4e (6,5 %). Embalaža (paleta in pvc vrečka) je imela zanemarljiv vpliv.

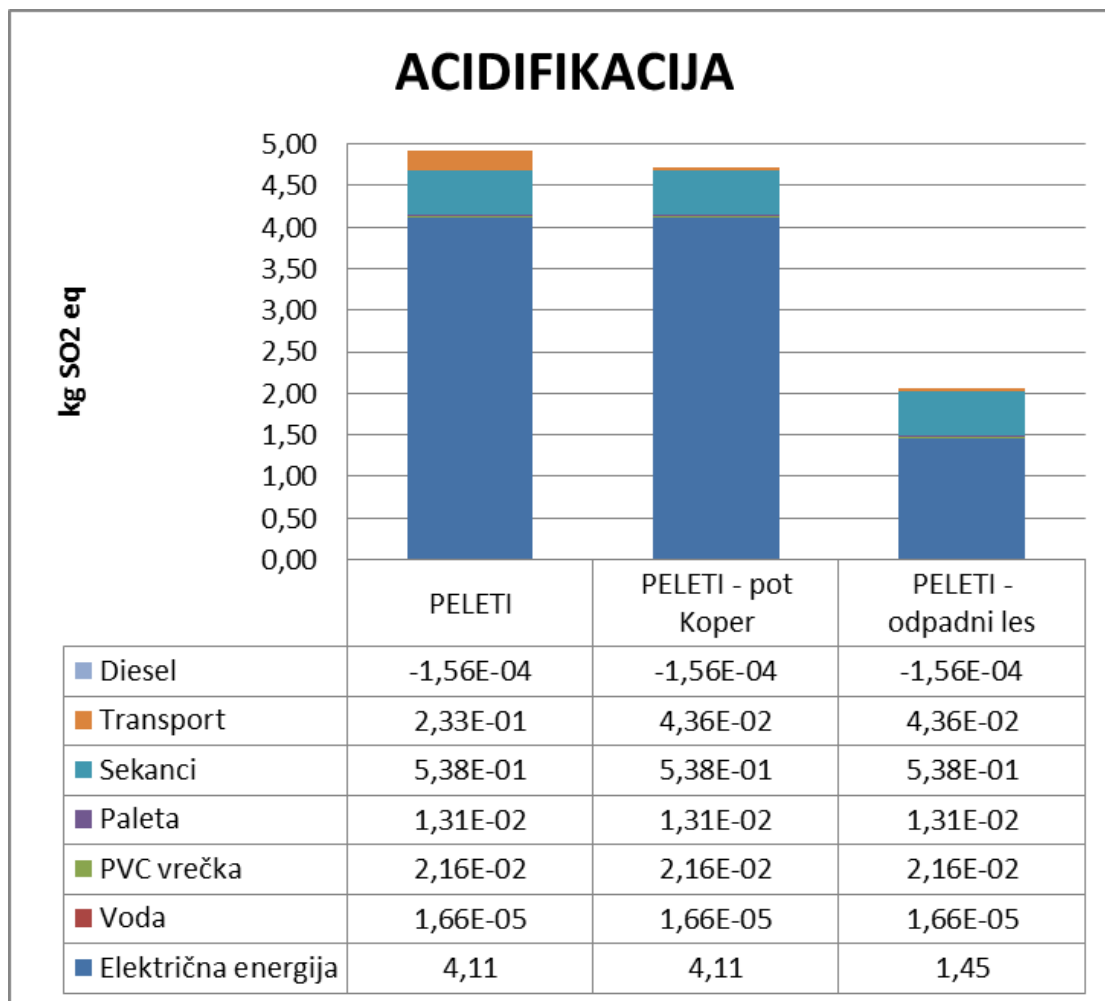


Slika 35: Viri emisij in prispevek virov emisij k fotokemični oksidaciji 1 tone pelet, pelet – pot Koper, pelet – odpadni les

3.4.4 Acidifikacija

Acidifikacija 1 tone pelet znaša 4,914 kg SO₂e, za 1 tona pelet – pot Koper 4,724 kg SO₂e, za 1 tona pelet – odpadni les pa 2,065 kg SO₂e (Preglednica 9).

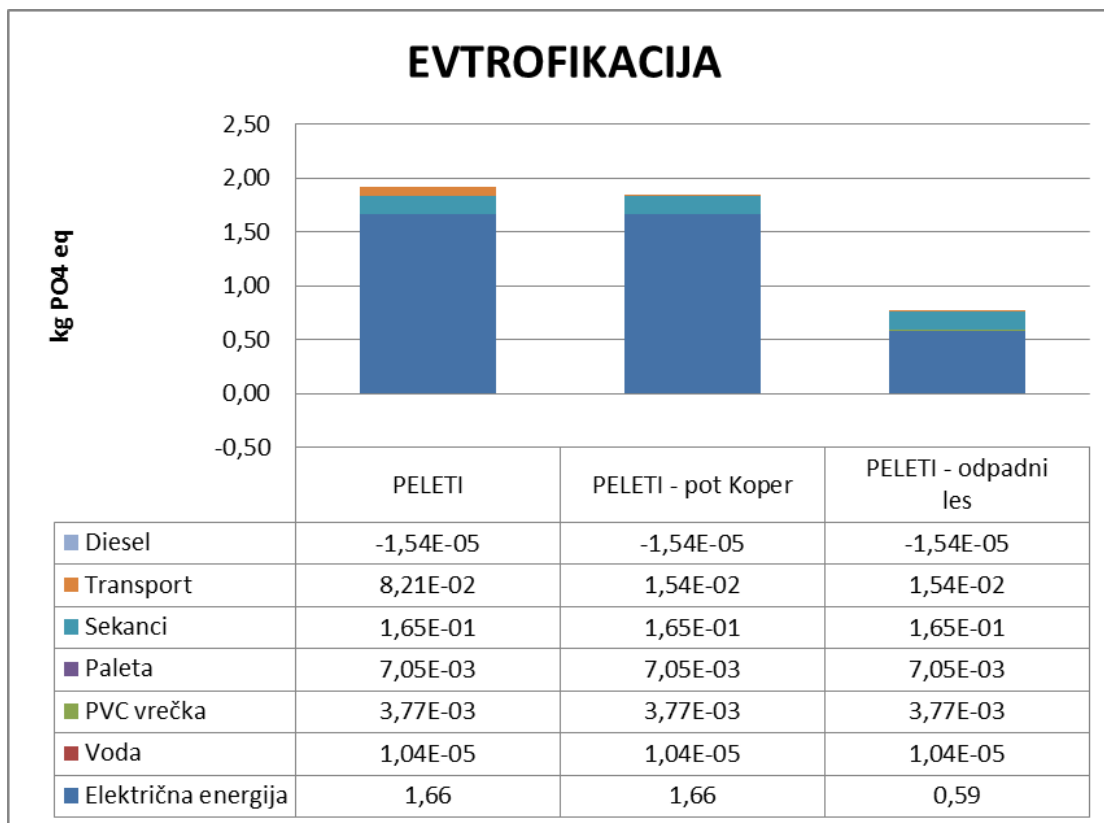
K acidifikaciji 1 tone pelet (Slika 36) so največ prispevali električna energija, in sicer 4,1 kg SO₂e (83,6 %), in sekanci, 0,54 kg SO₂e (10,9 %), k peletom – pot Koper so največ prispevali električna energija, in sicer 4,1 kg SO₂e (87,0 %), in sekanci, 0,54 kg SO₂e (11,4 %), k peletom – odpadni les so največ prispevali električna energija, in sicer 1,5 kg SO₂e (70,2 %), in sekanci, 0,54 kg SO₂e (26,1 %). Na acidifikacijo je v manjši meri vplival transport v proizvodnji (diesel).



Slika 36: Viri emisij in prispevek virov emisij k acidifikaciji 1 tone pelet, pelet – pot Koper, pelet – odpadni les

3.4.5 Evtrofikacija

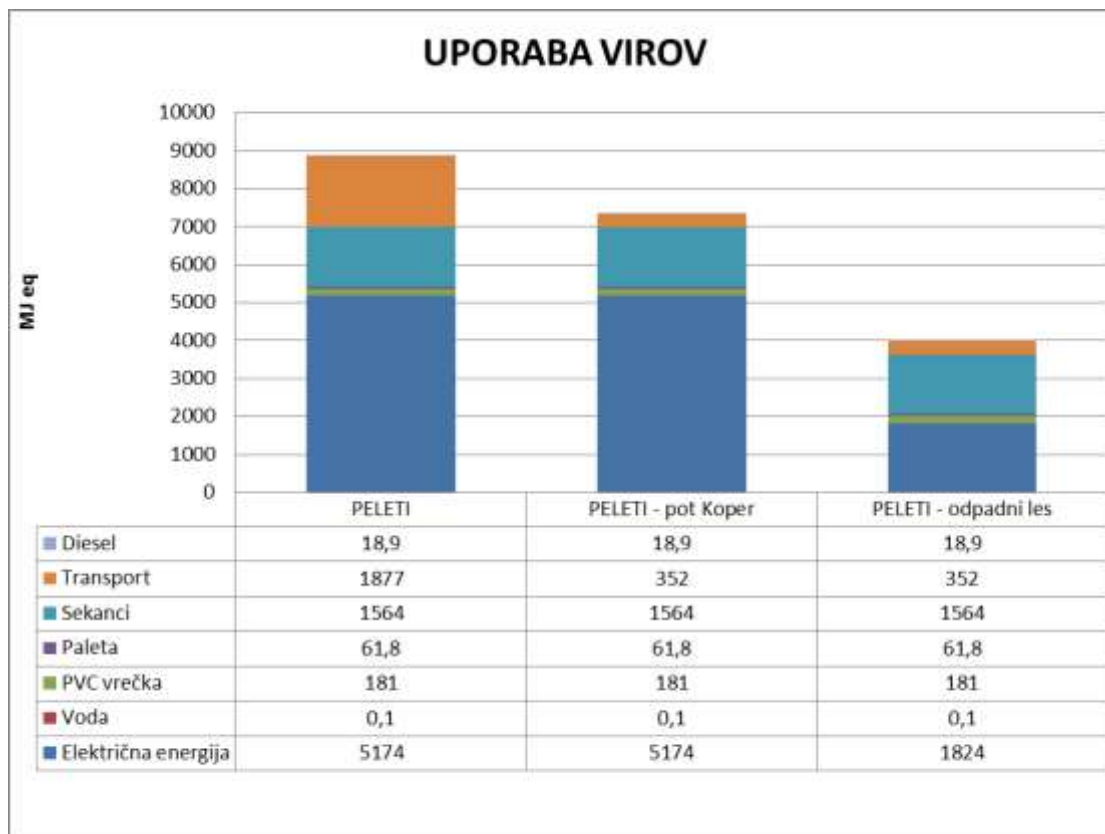
Evtrofikacija 1 tone pelet znaša 1,917 kg PO_{4e}, 1 tone pelet – pot Koper 1,851 kg PO_{4e}, 1 tone pelet – odpadni les 0,776 kg PO_{4e} (Preglednica 9). K evtrofikaciji (Slika 37) 1 tone peletov so največ prispevali poraba električne energije, 1,7 kg PO_{4e} (86,6 %), in sekanci, 0,2 kg PO_{4e} (8,6 %), k evtrofikaciji 1 tone peletov – pot Koper so največ prispevali poraba električne energije, 1,7 kg PO_{4e} (89,7 %), in sekanci, 0,2 kg PO_{4e} (8,9 %), k evtrofikaciji 1 tone peletov – odpadni les so največ prispevali poraba električne energije, 0,6 kg PO_{4e} (75,4 %), in sekanci, 0,2 kg PO_{4e} (21,3 %). Sekanci so pri vseh treh proizvodih pelet imeli majhen vpliv.



Slika 37: Viri emisij in prispevek virov emisij k evtrofikaciji 1 tone pelet, pelet – pot Koper, pelet – odpadni les

3.4.6 Uporaba virov

Na sliki 38 je prikazan vir emisij in njihov prispevek k uporabi virov 1 tone pelet, ki znaša 8876 MJe, 1 tone – pot Koper 7351 MJe, 1 tone pelet – odpadni les 4002 MJe (Preglednica 9). Največji prispevek pri peletih imajo električna energija, 5174 MJe (58,3 %), transport, 1877 MJe (21,1 %), in sekanci, 1564 MJe (17,6 %), pri peletih – pot Koper imajo največji prispevek električna energija, 5174 MJe (70,4 %), in sekanci, 1564 MJe (21,3 %), pri peletih – odpadni les imajo največji prispevek električna energija, 1824 MJe (45,6 %), in sekanci, 1564 MJe (39,1 %).



Slika 38: Viri emisij in prispevek virov emisij k uporabi virov 1 tone pelet, pelet – pot Koper, pelet – odpadni les

3.5 Primerjava vplivov med proizvodi

Preglednica 10 prikazuje primerjavo med proizvodi pelet, pelet – pot Koper, pelet – odpadni les, ivernih plošč, izdelanih iz svežega lesa, in ivernih plošč, izdelanih iz odpadnega lesa. Primerjava izdelkov mora biti osnovana na enako funkcionalno enoto. V nalogi imamo dve različni funkcionalni enoti, pri peletih imamo funkcionalno enoto 1 tona, pri ivernih ploščah imamo funkcionalno enoto 1 m³. V nalogi lahko med seboj primerjamo le iverne plošče, izdelane iz svežega lesa, z ivernimi ploščami, izdelanimi iz odpadnega lesa, ter pelete s peleti, narejenimi iz odpadnega lesa, in peleti – pot Koper. Velik prispevek h kategorijam vplivov so v primeru ivernih plošč, izdelanih iz svežega lesa, in peletov iz svežega lesa imeli uporabljeni energenti in transport.

Preglednica 10: Prikaz rezultatov analize življenjskega cikla za pelete, pelete – pot Koper, pelete – odpadni les, iverno ploščo, izdelano iz svežega lesa, in iverno ploščo, izdelano iz odpadnega lesa

Kategorije vplivov	Enota	PELETI	PELETI pot Koper	PELETI odpadni les	IVERNA PLOŠČA odpadni les	IVERNA PLOŠČA sveži les
Globalno segrevanje (GWP100)	kg CO ₂ e	456,4	365,9	209,8	337,0	476,7
Tanjšanje ozonskega plašča	kg CFC-11e	1,47E-05	8,73E-06	8,42E-06	2,39E-05	2,85E-05
Fotokemična oksidacija	kg C ₂ H ₄ e	0,768	0,628	0,500	0,608	0,729
Acidifikacija	kg SO ₂ e	4,914	4,724	2,065	2,212	2,592
Evtrofikacija	kg PO ₄ e	1,917	1,851	0,776	0,514	0,658
Uporaba virov	MJe	8876	7351	4002	7239	8679

Proizvajalec ivernih plošč navaja za tip plošč, ki smo jih analizirali, gostoto 650 kg/m³, iz česar lahko preračunamo, da je masa 1 tone ivernih plošč enakovredna 1,54 m³ ivernih plošč. V preglednici 11 je dodan preračun pri ivernih ploščah na funkcionalno enoto 1 tona. Iz preglednice lahko razberemo, da imata iverni plošči, izdelani iz svežega in odpadnega lesa, večji vpliv k potencialnemu globalnemu segrevanju, k tanjšanju ozonskega plašča, k fotokemični oksidaciji in k uporabi virov, medtem ko je vpliv k acidifikaciji in k eutrofikaciji nižji kot pri peletih in peletih – pot Koper. Peleti, narejeni iz odpadnega lesa, prispevajo k acidifikaciji in k eutrofikaciji manj, ker ne potrebujejo dodatne energije za sušenje.

Velik doprinos k potencialnemu globalnemu segrevanju pri ivernih ploščah ima UF smola. V primeru, da zmanjšamo dodatek UF smole za 10 %, se vrednost potencialnega globalnega segrevanja zmanjša za 17,6 kg CO₂e, kar na celoletni ravni proizvodnje ivernih plošč – surovi les pomeni zmanjšanje 1204 tone CO₂e na leto.

Preglednica 11: Prikaz rezultatov analize življenjskega cikla za pelete, pelete – pot Koper, pelete – odpadni les, iverno ploščo, izdelano iz svežega lesa, iverno ploščo, izdelano iz odpadnega lesa, s preračunom 1 m³ ivernih plošč v 1 tona

	Enota	PELETI	PELETI pot Koper	PELETI odpadni les	IVERNA PLOŠČA odpadni les	IVERNA PLOŠČA odpadni les	IVERNA PLOŠČA sveži les	IVERNA PLOŠČA sveži les
Funkcionalna enota		1 tona	1 tona	1 tona	1 m ³	1 tona (preračunano)	1 m ³	1 tona (preračunano)
Kategorije vplivov								
Globalno segrevanje (GWP100)	kg CO ₂ e	456,4	365,9	209,8	337	519,0	476,7	734,1
Tanjšanje ozonskega plašča	kg CFC-11e	1,47E-05	8,73E-06	8,42E-06	2,39E-05	3,68E-05	2,85E-05	4,39E-05
Fotokemična oksidacij 11a	kg C ₂ H ₄ e	0,768	0,628	0,5	0,608	0,936	0,729	1,123
Acidifikacija	kg SO ₂ e	4,914	4,724	2,065	2,212	3,406	2,592	3,992
Evtrofikacija	kg PO ₄ e	1,917	1,851	0,776	0,514	0,792	0,658	1,013
Uporaba virov	MJe	8876	7351	4002	7239	11148	8679	13366

V prilogah A, B, C, D, E in F so sezname emisij snovi v tla, vodo, zrak in raba virov. Priloga zajema seznam ovrednotenih potencialnih vplivov izdelkov, storitev ali procesov, ki smo jih identificirali v analizi inventarja za proizvode: iverne plošče iz svežega lesa, iverne plošče iz odpadnega lesa, pelet, pelet – pot Koper, pelet – odpadni les. Priloge so klasificirane po naslednjih kategorijah:

- Priloga A: potencialni vpliv na globalno segrevanje,
- Priloga B: tanjšanje ozonskega plašča,
- Priloga C: fotokemična oksidacija,
- Priloga D: acidifikacija,
- Priloga E: evtrofikacija,
- Priloga F: poraba virov.

Prikazani so rezultati določenega predelka (npr. emisije v zrak) in podpredeli (npr. emisije z visoko gostoto populacije). Na rezultate popisa, ki so navedeni v preglednici, ne vpliva merilna negotovost, ki je zajeta v oceni vpliva.

3.6 Omejitve analize LCA

- Podatki o letnih emisijah snovi v zrak za iverne plošče so iz leta 2013, za leto 2014 poročilo še ni izdelano. Predvidevali smo, da se proizvodnja z leti ne spreminja veliko.
- Funkcionalna enota pri peletih in ivernih ploščah ni enaka, proizvodov ne moremo neposredno primerjati. Za lažjo primerjavo podatke za 1 m³ ivernih plošč preračunamo na 1 tono ivernih plošč.
- Del podatkov za analizo LCA peletov smo pridobili iz proizvodnje, del iz literature.

4 ZAKLJUČEK

Namen naloge je bil preučiti okoljske vplive dveh možnosti ravnanja z odpadnim lesom, ki nastaja kot odpadna lesna frakcija v večjih količinah pri obratovanju pristanišča Luke Koper. Prva možnost je bila predelava odpadnega lesa v iverne plošče z namenom podaljšanja življenjske dobe odpadnega lesa. Druga možnost, ki smo jo preučili, pa je izdelava peletov, ki se nato uporabijo za pridobivanje toplotne energije s sežigom. Ovrednotili smo okoljske vplive, poiskali okolju najbolj prijazno ravnanje z odpadnim lesom in utemeljiti pomembnost t. i. kaskadne rabe lesa, obnovljivega naravnega vira, pri doseganju ciljev zniževanja emisij toplogrednih plinov, ki si jih je zadala EU v Kažipotu 2050. Uporabili smo orodje za objektivno vrednotenje okoljskih vplivov, analizo življenjskega cikla (Life Cycle Assessment, LCA), s katero smo ocenili okoljske vplive novonastalega proizvoda iz odpadnega lesa.

V naši raziskavi smo določili okoljske vplive na potencialno globalno segrevanje, tanjšanje ozonskega plašča, fotokemično oksidacijo, acidifikacijo, evτροφikacijo in uporabo virov. Pri iverni plošči, izdelani iz svežega lesa, je največji vpliv pri petih okoljskih vplivih imela UF smola. Velik vpliv k vsem določenim okoljskim vplivom je imel tudi transport. Pri iverni plošči, izdelani iz odpadnega lesa, je kot pri iverni plošči, izdelani iz svežega lesa, največji vpliv imela UF smola. Potencial globalnega segrevanja je pri iverni plošči, izdelani iz svežega lesa, višji kot pri plošči, izdelani iz odpadnega lesa. Razlika pri potencialnemu globalnemu segrevanju nastaja zaradi krajše poti nabave surovine, manjše porabe zemeljskega plina, ker ima odpadni les nižjo vsebnost vlage in ga ni potrebno dodatno sušiti, ter manjše porabe električne energije, ker imajo v Luki Koper že izdelane sekance. K nižji vrednosti tanjšanja ozonske plasti in fotokemične oksidacije pri ivernih ploščah, izdelanih iz odpadnega lesa, je prispeval transport. K nižji vrednosti acidifikacije in uporabe virov pri ivernih ploščah, izdelanih iz odpadnega lesa, sta prispevala transport in v manjši meri električna energija. Iz dobljenih rezultatov pridemo do zaključkov, da je pomembno, da imamo osnovno surovino blizu proizvodnje, saj tako zmanjšamo vplive transporta. Iz primerjav med ivernima ploščama je bilo razvidno, da se z uporabo odpadnega lesa zmanjša uporaba energentov, v našem primeru uporaba električne energije in zemeljskega plina.

Pri proizvodnji pelet smo naredili primerjavo med tremi proizvodi pelet: peleti, peleti – pot Koper, peleti – odpadni les. Nabava surovin se po radiju zelo razlikuje, zato smo zaradi lažje primerjave prevzeli enak radij kot pri izdelavi iverne plošče – 500 km. Pri peletih predpostavljamo, da so peleti izdelani iz odpadkov pri proizvodnji svežega lesa in da je razdalja nabave surovin enaka kot pri iverni plošči. Pri peletih – pot Koper predpostavljamo, da so peleti izdelani iz odpadkov pri proizvodnji svežega lesa in upoštevamo razdaljo nabave surovin Kamnik–Koper. Pri peletih – odpadni les predpostavljamo, da so peleti izdelani iz odpadnega lesa in da je razdalja nabave surovin Kamnik–Koper. Dobljeni rezultati pri potencialu globalnega segrevanja kažejo, da je pri peletih in peletih – pot Koper imela velik vpliv električna energija, pri peletih je imel vpliv tudi transport, pri peletih iz odpadnega lesa so imeli največji vpliv sekanci. K tanjšanju ozonske plasti so pri vseh treh proizvodih pelet imeli sekanci največji vpliv, pri peletih pa je vplival tudi transport. K fotokemični oksidaciji so pri vseh treh proizvodih pelet prispevali sekanci, pri peletih sta imeli vpliv še električna energija in transport, električna energija je imela vpliv tudi pri peletih – pot Koper. Na acidifikacijo je pri vseh treh proizvodih pelet najbolj vplivala električna energija, vendar je pri peletih – odpadni les imela za 65 % nižji vpliv. Enako kot na acidifikacijo je tudi na vpliv evτροφikacije pri vseh treh proizvodih pelet najbolj vplivala električna energija, vendar je pri peletih – odpadni les

imela za 65 % nižji vpliv. Na uporabo virov sta pri peletih vplivala električna energija in transport, pri peletih – pot Koper je največji vpliv imela električna energija, prav tako je bilo tudi pri peletih – odpadni les, vendar je bil tokrat njen vpliv nekoliko manjši. Vpliv sekancev na uporabo virov je bil pri vseh treh proizvodih pelet enak. Iz dobljenih rezultatov pri proizvodnji pelet pridemo do podobnih zaključkov kot pri proizvodnji ivernih plošč: da je pomembno, da imamo osnovno surovino blizu proizvodnje, saj tako zmanjšamo vplive transporta. Iz primerjav med peleti je bilo razvidno, da se z uporabo odpadnega lesa zmanjša uporaba energentov, v našem primeru uporaba električne energije. Zaradi lažje primerjave med ivernimi ploščami in peleti funkcionalno enoto pri ivernih ploščah spremenimo iz 1 m^3 v 1 tona ivernih plošč. Dobljene rezultate za iverne plošče s funkcionalno enoto 1 m^3 , izračunane s pomočjo programa SimaPro, pretvorimo v 1 tona s pomočjo definirane gostote ivernih plošč. V tem primeru pa ima 1 tona ivernih plošč, izdelanih iz svežega in odpadnega lesa, večji vpliv na potencialno globalno segrevanje, tanjšanje ozonskega plašča, fotokemično oksidacijo in uporabo virov kot izdelki peleti, peleti – pot Koper, peleti – odpadni les. Vpliv na acidifikacijo in evtrofikacijo je višji pri peletih in peletih – pot Koper kot pa pri ivernih ploščah. Najnižji vpliv so na acidifikacijo in evtrofikacijo imeli peleti – odpadni les.

Čeprav analiza LCA temelji na oceni, se je izkazala kot zelo uporabno orodje, ki s pomočjo programa SimaPro pokaže, kje so ključne točke oz. faze procesa, ki največ prispevajo k okoljskim vplivom proizvoda, in ki ima lahko pomembno vlogo pri načrtovanju procesov in uporabe materialov znotraj proizvodnje. Podjetja tako lahko postavijo cilje in prioritete za znižanje emisij in se primerjajo s podobnimi organizacijami. Podjetja in organizacije na ta način pokažejo okoljsko in družbeno odgovornost. Ker Program preprečevanja nastajanja odpadkov izhaja iz načela, da bi bilo treba prekiniti povezanost gospodarske rasti z vplivi na okolje, bi bilo nujno potrebno spodbuditi proizvajalce k pogostejšemu vrednotenju okoljskih vplivov. Pri nastajanju odpadkov in ravnanju z njimi pa bi morali upoštevati prednostni vrstni red 5-stopenjske hierarhije ravnanja z odpadki.

LITERATURA

Alexandropoulos D., Nakos P., Mantanis G. 2005. European Approach to Particleboard and MDF adhesives http://www.academia.edu/167908/European_approach_to_particleboard_and_MDF_adhesives (datum dostopa: 21. 4. 2014).

Bedekovic K, Leban R. 2008. Obdelava lesnih plošč (učno gradivo). Srednja lesarska šola Škofja Loka. http://www.cpi.si/files/cpi/userfiles/Lesarstvo_tapetnistvo/lesne_plosce.pdf (datum dostopa: 21. 4. 2014).

Beier G., Defais M., Fischer M., Fletcher J., Munck E., Jaeger F., Riet V. C., Wandeweghe K. in Wijnendaele K. 2010. Obvladajmo podnebne spremembe – uporabimo les. Ljubljana, Slovenska gozdno-lesna tehnološka platforma.

Biogen. 2015. www.biogen.si (datum dostopa: 1. 1. 2015).

Bukovnik M. 2008. Varstvo okolja. Breme ali priložnost za podjetja. Poslovna dinamika: 14–15. http://www.siq.si/fileadmin/siqnew/Objave/Varstvo_okolja_PD.pdf (datum dostopa: 21. 4. 2014).

Carroll J. P., Finnan J. 2012. Physical and chemical properties of pellets from energy crops and cereal stover. *Biosystems Engineering* 06/2012; 112(2): 151–159.

Cilji strategije Evropa 2020. 2014. http://ec.europa.eu/europe2020/targets/eu-targets/index_sl.htm (datum dostopa: 29. 4. 2014).

Čuk N., Kunaver M., Medved S. 2011. Properties of particleboards made by using. *Materials and Technology* 45 (3): 241–245.

Directive 2008/98/EC on waste 2014. <http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/> (datum dostopa: 14. 3. 2014).

Direktiva 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. novembra 2008 o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0101&rid=6> (datum dostopa: 29. 4. 2014).

Dunki M. M. 1995. Formaldehyde based glue resins: European state of the art in the 1990s. *Proceedings of the Wood Adhesives 1995*: 77–80, Portland, Oregon, USA.

Ekologi brez meja: <http://ebm.si/p/zw/2014/evropa-snuje-pot-v-krožno-gospodarstvo-kaj-pa-mi/> (datum dostopa: 18. 10. 2014).

Elektroinštitut Milan Vidmar 2014. <http://www.okolje.info/index.php/varstvo-okolja/uvod/varstvo-okolja> (datum dostopa: 21. 4. 2014).

Elliott J. A. 2006. An Introduction to Sustainable Development. London, New York, Routledge.

EPD® 2014. <http://www.environdec.com/en/What-is-an-EPD/> (datum dostopa: 3. 2. 2015).

European Commission, climate action 2014. Roadmap for moving to a low-carbon economy in 2050. http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/index_en.htm (datum dostopa: 19. 10. 2014).

Evropska agencija za okolje. 2012. Oblikovanje prihodnosti, kakršno si želimo. Luksemburg, Urad za publikacije Evropske unije Evropska komisija, EEA signali.

Evropski kažipot 2050, Energi Roadmap 2050. 2014. Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions, 2011 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52011DC0112> (datum dostopa: 21. 4. 2014).

Finnveden, G., Hauschild M.Z., Ekvall T., Guinee J., Heijungs R., Hellweg S., Koehler A., Pennington D., Suh S. 2009. Recent developments in Life Cycle Assessment, Journal of Environmental Management 91 (1): 1–21.

Fortună M. E., Simion I. M., Gavrilăscu M. 2012. Assessment of sustainability based on LCA – case of woody biomass. Cellulose chemistry and technology 46 (7-8), 493–510.

Goedkoop M., Oele M., Leijting J., Ponsioen T., Meijer E. 2013. Introduction to LCA with SimaPro. <http://www.pre-sustainability.com/download/SimaPro8IntroductionToLCA.pdf> (datum dostopa: 1. 1. 2015).

González García S., García Lozano R., Buio P., Castilla Pascual R., Gabarrell X., Rieradevall i Pons J., Moreira M. T., Feijoo G. 2012. Eco-innovation of a wooden based modular social playground: application of LCA and DfE methodologies. Journal of Cleaner Production 27: 21–31.

Guinée B. J., Gorrée M., Heijungs R., Huppes G., Kleijn R., Koning A., Oers L., Wegener Sleeswijk A., Suh S., Udo de Haes H. A. 2002. Handbook on Life Cycle Assessment. Operational Guide to the ISO Standards. Kluwer Academic Publishers: New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow.

Humar M. 2004. Pomen odpadnega zaščitnega lesa. http://www.gzs.si/slo/panoge/zdruzenje_lesne_in_pohistvene_industrije/zaprte_strani_za_clane_zdruzenja/strokovna_podrocja/zascita_lesa/16992 (datum dostopa: 21. 4. 2014).

IAM (Inštitut Andrej Marušič, Univerza na Primorskem), Trajnostni razvoj. 2014. <http://e-zalozba.kc-class.eu/materials/7/out/#state=26> (datum dostopa: 21. 4. 2014).

ISO 14044 (2006): Environmental management – Life cycle assessment -Requirements and guidelines.

Jakomin L. 2004. Luka Koper. Luka Koper, d. d.

Jakomin L. 2007. Luka Koper 50 let izkušenj za nova obzorja. Luka Koper.

Kajfež Bogataj L. 2014. Podnebne spremembe in prihodnost Slovenije. <http://www.prihodnost-slovenije.si/up-rs/ps.nsf/krf/61945F3137873F3AC12570BD002FB45A?OpenDocument> (datum dostopa: 21. 3. 2014).

Kobold M. 2009. Vpliv podnebnih sprememb na ekstremne hidrološke pojave, Ujma št. 23.

Korsič M. 1975. 30 let slovenskega pomorstva 1945–1975. Založba Lipa Koper.

Kutnar A. 2014. Report: Life Cycle Assessment (LCA) analysis of wood windows »Nature E112« and »Nature Optimo XLT«, cradle-to-gate and cradle-to-cradle. Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Koper.

Lah A. 2001. Zračna separacija iverja v Tovarni ivernih plošč Otiški Vrh, Strokovna naloga, Šentjanž, Tovarna ivernih plošč Otiški Vrh.

Les je lep. 2012. Akcijski načrt za povečanje konkurenčnosti gozdno-lesne verige v Sloveniji do leta 2020.

Luka Koper. 2014. <http://www.zivetispristaniscem.si/index.php?page=static&item=14> (datum dostopa: 21. 3. 2014).

Mantanis, G. I. in Markessini E. 1998. Formaldehyde emission from wood-based panels: Current status. Wood-Furniture 169: 63–69.

Markessini, A. C. 1993. Formaldehyde emission: A novel approach – Standards and limitations in Europe. In: Proc. of the 27 th W.S.U. Int.Part./Comp. Mat. Simp., pg. 207–219, Pullman, Washington, USA.

Markessini, E. 1994. Formaldehyde emissions from wood-based panels and ways to reduce them, Monument & Environment 2: 57–64.

Maslin M. 2007. Globalno segrevanje. Zelo kratek uvod. Ljubljana, Založba Krtina.

McDougall F. R., White P. R., Franke M. and Hindle P. 2001. Integrated Solid Waste Management: a Life Cycle Inventory. 2nd edition. Blackwell Science.

Medved S. 2000. Določanje velikosti lesnih iveri, Les, revija za lesno gospodarstvo, 52 (4): 97–102.

Medved S. 2010. Lesni ploščni kompoziti v arhitekturi – uporaba vlaken, iverk in OSB plošč. Prispevek na konferenci: 42–49.

Ministrstvo za zunanje zadeve. 2014. http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/razvoj_solstva/trajnostni_razvoj/trajnostni_prenovljena_str_EU.doc (datum dostopa: 21. 2. 2015).

Mobini M., Meier J. C., Trippe F., Sowlati T., Fröhling M., Schultmann F. 2014. Assessing the integration of torrefaction into wood pellet production. *Monument & Environment 2*: 57–64. Scientific and technical revue for the architectural heritage and the environment, Thessaloniki, Greece.

Odločba komisije 2000/532/ES: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2000D0532:20020101:SL:PDF> (datum dostopa: 21. 4. 2014).

Okoljsko poročilo Luke Koper za leto 2012. 2012. <http://ftp.lukakp.si/Emas%202012/slo/index.html> (datum dostopa: 21. 3. 2014).

Pereg J. R. M., Hoz J. F. 2013. Life cycle assessment of 1 kWh generated by a wind farm Gamesa G90-2.0MW Onshore.

Pravo EU. 2014. https://e-justice.europa.eu/content_eu_law-3-sl.do (datum dostopa: 11. 3. 2014).

Predstavitev koncepta Od zibelke do zibelke 2014. http://www.arhiv.svrez.gov.si/si/teme_in_projekti/arhiv_vzpostavitev_mreze_od_zibelke_do_zibelke/predstavitev_koncepta_od_zibelke_do_zibelke/ (datum dostopa: 21. 4. 2014).

Resolucija o nacionalnem programu varstva okolja 2005–2012 (ReNPVO) 2005, Št. 801-01/90-02/287.

Rifkin J. 2011. *The third industrial revolution : how lateral power is transforming energy, the economy, and the world.* New York, Palgrave Macmillan.

SAIC – Scientific Applications International Corporation 2006. *Life cycle assessment, principles and practice.* National Risk Management Research Laboratory Cincinnati, Ohio.

SIHFC (Slovenian Hydrogen and Fuel Cell Technology) – Slovenska tehnološka platforma za vodik in gorivne celice 2008. SPEV – Slovenija in prehod na ekonomijo vodika. Zaključno poročilo projekta Platforma http://rcvt.si/uploads/rcvt/public/document/24-spev_zakljucno_porocilo_sl.pdf (datum dostopa: 27. 10. 2014).

SimaPro Database, Manual Methods Library 2014. <http://www.pre-sustainability.com/download/DatabaseManualMethods.pdf>.

Slovak 2011. Vse več nevarnih komunalnih odpadkov. Časopis Delo .
<http://www.delo.si/gospodarstvo/okolje/vse-vec-nevarnih-komunalnih-odpadkov.html>.

Služba Vlade Republike Slovenije za razvoj in Evropske zadeve 2014a.
http://www.arhiv.svrez.gov.si/si/teme_in_projekti/arhiv_vzpostavitev_mreze_od_zibelke_do_zibelke/predstavitev_koncepta_od_zibelke_do_zibelke/index.html (datum dostopa: 11. 3. 2014).

Služba Vlade Republike Slovenije za razvoj in Evropske zadeve 2014b.
http://www.arhiv.svps.gov.si/si/podnebne_spremembe/o_podnebnih_spremembah/ (datum dostopa: 30. 9. 2014).

Stritih U. in Butala V. 2002. Proizvodnja peletov v Sloveniji. Revija ECES 1/2002.

Strokovni seminar »Biooglje in energetska izraba biomase« 2013.
<http://www.bistra.si/strokovni-seminar-biooglje-in-energetska-izraba-biomase-maribor-26-november/> (datum dostopa: 12. 3. 2014).

Thayer Robbins P. 2001. Greening the Corporation. Management Strategi and the Environmental Challenge. London, Earthscan Publications Ltd.

The Carbon Trust 2007. Ogljični odtis, Uvod za podjetja in organizacije 2009. Umanotera, Slovenska fundacija za trajnostni razvoj, ustanova Ljubljana.

UNCSD – ed Nations Conference on Sustainable Development (Rio+20),
<http://www.uncsd2012.org/> (datum dostopa: 21. 3. 2014).

Uredba o odpadkih. Ur. l. RS, 103/11 .

Uredba o prostovoljnem sodelovanju organizacij v Sistemu Skupnosti za okoljsko ravnanje in presojo EMAS (ES) Ur. l. EU, 1221/09 evropskega parlamenta in sveta.

Varanda L. D., Souza A. M., Almeida D. H., Icimoto F. H., Ferro F. S., Christoforo A. L., Lahr F. A. R. 2014. Strength and Stiffness Properties of Particleboards. International Journal of Composite Materials, 4(2): 150–156.

Varstvo okolja, odpadki. 2014. <http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/odpadki/> (datum dostopa: 12. 4. 2014).

Vladni portal z informacijami o življenju v Evropski uniji. 2014. Podnebne spremembe
<http://www.arhiv.evropa.ukom.gov.si/si/podnebne-spremembe/index.html> (datum dostopa: 11. 3. 2014).

Zakon o ratifikaciji Kjotskega protokola k Okvirni konvenciji Združenih narodov o spremembi podnebja (MKPOKSP), Ur. l. RS, 60/02.

Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 92/13).

Zelena Slovenija, portal za trajnostni razvoj, trajnostni inženiring 2014. Analiza življenjskega cikla (LCA) in analiza stroškov življenjskega cikla. <http://www.zelenaslovenija.si/kaj-nudimo/trajnostni-inzeniring/lca-in-lcca-analiza> (datum dostopa: 21. 4. 2014).

Zupan M., Grčman H., Lobnik F. 2008. Raziskave onesnaženosti tal Slovenije. Ljubljana, Agencija RS za okolje.

Živeti s pristaniščem 2014.
<http://www.zivetispristaniscem.si/index.php?page=static&item=46> (datum dostopa: 12. 4. 2014).

PRILOGE

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Celotni predelek			kg CO ₂ e	337,0	476,7	456,4	365,9	209,8
Ogljikov dioksid, fosilni vir	Zrak		kg CO ₂ e	92,0	148,4	157,9	85,2	83,7
Ogljikov dioksid, fosilni vir	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	122,4	183,3	13,6	9,0	8,2
Ogljikov dioksid, fosilni vir	Zrak	nizka. pop.	kg CO ₂ e	85,9	104,4	264,9	256,0	107,0
Ogljikov dioksid, fosilni vir	Zrak	stratosfera + troposfera	kg CO ₂ e	0,1770	0,1817	0,0235	0,0177	0,0170
Ogljikov dioksid, preoblikovanje tal	Zrak		kg CO ₂ e	0,1611	0,1685	0,3102	0,3013	0,3009
Ogljikov dioksid, preoblikovanje tal	Zrak	nizka. pop.	kg CO ₂ e	-0,1169	-0,1171	0,3103	0,3110	0,3067
Kloroform	Zrak		kg CO ₂ e	2,44E-10	2,29E-10	-4,07E-11	-1,68E-11	-1,68E-11
Kloroform	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	2,69E-06	2,77E-06	1,19E-06	1,14E-06	3,99E-07
Kloroform	Zrak	nizka. pop.	kg CO ₂ e	-1,11E-05	-1,10E-05	1,95E-06	1,91E-06	1,33E-06
Didušikov monoksid	Zrak		kg CO ₂ e	0,733	1,497	2,838	1,900	1,318
Didušikov monoksid	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	11,313	12,060	2,055	1,390	1,256
Didušikov monoksid	Zrak	nizka. pop.	kg CO ₂ e	0,379	0,416	0,544	0,514	0,285
Didušikov monoksid	Zrak	stratosfera + troposfera	kg CO ₂ e	5,02E-04	5,16E-04	6,68E-05	5,02E-05	4,82E-05
Etan, 1,1-difluoro-, HFC-152a	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	6,06E-07	-3,94E-07	1,28E-06	9,77E-07	9,68E-07

Se nadaljuje

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Etan, 1,1,1-trikloro-, HCFC-140	Zrak		kg CO ₂ e	4,81E-08	5,04E-08	-3,54E-10	-1,46E-10	-1,46E-10
Etan, 1,1,1-trikloro-, HCFC-140	Zrak	nizka. pop.	kg CO ₂ e	-1,06E-05	-1,06E-05	1,87E-06	1,84E-06	1,28E-06
Etan, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Zrak		kg CO ₂ e	0,196	0,446	0,459	0,132	0,131
Etane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	9,94E-06	1,61E-05	-6,20E-04	-6,30E-04	-6,30E-04
Etan, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Zrak	nizka. pop.	kg CO ₂ e	5,47E-05	1,08E-04	1,10E-03	1,10E-03	3,85E-04
Etan, 1,1,2-trikloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	Zrak		kg CO ₂ e	-3,12E-05	-3,36E-05	-4,96E-06	-5,11E-06	-7,95E-06
Etan, 1,1,2-trikloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	1,55E-06	1,71E-06	3,59E-07	1,55E-07	1,54E-07
Etan, 1,2-dikloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Zrak	nizka. pop.	kg CO ₂ e	0,0129	0,0254	0,2545	0,2558	0,0895
Etan, 2-kloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-124	Zrak		kg CO ₂ e	-3,10E-06	-3,33E-06	-4,92E-07	-5,07E-07	-7,90E-07
Etan, heksafluoro-, HFC-116	Zrak		kg CO ₂ e	2,79E-02	3,44E-02	2,12E-02	1,36E-02	1,18E-02
Etan, heksafluoro-, HFC-116	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	2,15E-04	2,33E-04	5,26E-05	2,39E-05	2,36E-05
Metan	Zrak		kg CO ₂ e	3,55E-01	3,74E-01	0	0	0
Metan	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	3,33E-05	3,88E-05	6,86E-06	5,57E-06	5,03E-06
Metan, biogeni vir	Zrak		kg CO ₂ e	-1,12E-03	-1,11E-03	4,94E-07	3,62E-07	3,23E-07
Metan, biogeni vir	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	6,97E-04	2,02E-03	4,83E-02	4,66E-02	4,62E-02

Se nadaljuje

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Metan, biogeni vir	Zrak	nizka. pop.	kg CO ₂ e	-1,42E-01	-1,42E-01	2,10E-02	2,28E-02	1,78E-02
Metan, bromo-, Halon 1001	Zrak		kg CO ₂ e	1,07E-10	1,00E-10	-1,78E-11	-7,34E-12	-7,34E-12
Metan, bromoklorodifluoro-, Halon 1211	Zrak	nizka. pop.	kg CO ₂ e	1,96E-03	1,77E-03	-3,20E-04	-6,60E-05	-7,34E-05
Metan, bromotrifluoro-, Halon 1301	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	1,19E-08	3,17E-08	4,08E-08	1,51E-08	1,20E-08
Metan, bromotrifluoro-, Halon 1301	Zrak	nizka. pop.	kg CO ₂ e	8,45E-03	1,19E-02	9,84E-03	5,34E-03	5,24E-03
Metan, klorodifluoro-, HCFC-22	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	1,18E-04	1,31E-04	5,58E-05	3,73E-05	3,69E-05
Metan, klorodifluoro-, HCFC-22	Zrak	nizka. pop.	kg CO ₂ e	2,47E-02	3,00E-02	1,89E-02	1,25E-02	1,14E-02
Metan, dikloro-, HCC-30	Zrak		kg CO ₂ e	1,74E-05	1,84E-05	0	0	0
Metan, dickoro-, HCC-30	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	3,71E-08	3,89E-08	1,52E-08	1,35E-08	6,38E-09
Metan, dickoro-, HCC-30	Zrak	nizka. pop.	kg CO ₂ e	-9,19E-06	-9,14E-06	1,62E-06	1,59E-06	1,11E-06
Metan, diklorodifluoro-, CFC-12	Zrak		kg CO ₂ e	4,40E-06	4,62E-06	-2,58E-08	-1,06E-08	-1,06E-08
Metan, diklorodifluoro-, CFC-12	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	3,48E-04	3,47E-04	-1,60E-04	-1,60E-04	-1,60E-04
Metan, diklorodifluoro-, CFC-12	Zrak	nizka. pop.	kg CO ₂ e	2,10E-04	1,97E-04	-2,65E-05	-8,79E-06	-9,12E-06
Metan, diklorofluoro-, HCFC-21	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	1,43E-09	1,58E-09	4,12E-10	1,87E-10	1,85E-10

Se nadaljuje

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Metan, fosilni vir	Zrak		kg CO ₂ e	1,01E+01	9,33E+00	-1,70E+00	-6,28E-01	-6,32E-01
Metan, fosilni vir	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	1,70	1,96	1,11	0,96	0,95
Metan, fosilni vir	Zrak	nizka. pop.	kg CO ₂ e	11,03	13,63	11,93	8,72	5,99
Metan, fosilni vir	Zrak	stratofera + troposfera	kg CO ₂ e	7,02E-05	7,21E-05	9,34E-06	7,02E-06	6,74E-06
Metan, monokloro-, R-40	Zrak		kg CO ₂ e	2,63E-10	2,77E-10	0	0	0
Metan, monokloro-, R-40	Zrak	nizka. pop.	kg CO ₂ e	-2,51E-05	-2,50E-05	4,42E-06	4,34E-06	3,02E-06
Metan, tetrakloro-, CFC-10	Zrak		kg CO ₂ e	6,38E-06	5,72E-06	-1,48E-06	-6,11E-07	-6,11E-07
Metan, tetrakloro-, CFC-10	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	2,79E-04	3,70E-04	3,64E-04	2,55E-04	1,94E-04
Metan, tetrafluoro-, CFC-14	Zrak		kg CO ₂ e	0,1239	0,1528	0,0940	0,0602	0,0521
Metan, tetrafluoro-, CFC-14	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	2,77E-06	-6,68E-07	4,23E-06	3,22E-06	3,19E-06
Metan, triklorofluoro-, CFC-11	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	7,31E-08	8,07E-08	2,10E-08	9,55E-09	9,43E-09
Metan, trifluoro-, HFC-23	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	4,46E-05	4,93E-05	1,28E-05	5,83E-06	5,76E-06
Dušikov fluoride	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	-2,32E-10	-1,82E-10	-5,72E-09	-5,78E-09	-5,76E-09
Žveplov heksafluorid	Zrak		kg CO ₂ e	0,4868	0,5838	1,6236	1,5989	0,6238
Žveplov heksafluorid	Zrak	visoka. pop.	kg CO ₂ e	-1,23E-09	-9,66E-10	-3,03E-08	-3,07E-08	-3,06E-08
Žveplov heksafluorid	Zrak	nizka. pop.	kg CO ₂ e	6,59E-03	6,71E-03	1,13E-02	1,11E-02	1,11E-02

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Celotni predelek			kg CFC-11e	2,39E-05	2,85E-05	1,47E-05	8,73E-06	8,42E-06
Metan, bromotrifluoro-, Halon 1301	Zrak	nizka. pop.	kg CFC-11e	1,24E-05	1,75E-05	1,45E-05	7,85E-06	7,71E-06
Metan, klorodifluoro-, HCFC-22	Zrak	nizka. pop.	kg CFC-11e	1,91E-06	2,32E-06	1,46E-06	9,69E-07	8,82E-07
Metan, tetrakloro-, CFC-10	Zrak	visoka. pop.	kg CFC-11e	2,45E-07	3,25E-07	3,20E-07	2,24E-07	1,71E-07
Etan, 1,1,1-trikloro-, HCFC-140	Zrak	nizka. pop.	kg CFC-11e	-3,28E-08	-3,27E-08	5,78E-09	5,67E-09	3,95E-09
Metan, klorodifluoro-, HCFC-22	Zrak	visoka. pop.	kg CFC-11e	9,16E-09	1,01E-08	4,31E-09	2,88E-09	2,85E-09
Metan, bromotrifluoro-, Halon 1301	Zrak	visoka. pop.	kg CFC-11e	1,74E-11	4,66E-11	6,00E-11	2,23E-11	1,76E-11
Etan, 1,1,2-trikloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	Zrak	visoka. pop.	kg CFC-11e	1,49E-10	1,64E-10	3,46E-11	1,50E-11	1,48E-11
Metan, triklorofluoro-, CFC-11	Zrak	visoka. pop.	kg CFC-11e	1,54E-11	1,70E-11	4,43E-12	2,01E-12	1,99E-12
Etan, 1,1,1-trikloro-, HCFC-140	Zrak		kg CFC-11e	1,48E-10	1,55E-10	-1,09E-12	-4,51E-13	-4,51E-13
Etan, 2-kloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-124	Zrak		kg CFC-11e	-4,07E-10	-4,38E-10	-6,47E-11	-6,66E-11	-1,04E-10
Etan, 1,1,2-trikloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	Zrak		kg CFC-11e	-3,00E-09	-3,23E-09	-4,77E-10	-4,91E-10	-7,65E-10

Se nadaljuje

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Metan, tetrakloro-, CFC-10	Zrak		kg CFC-11e	5,61E-09	5,03E-09	-1,30E-09	-5,37E-10	-5,37E-10
Metan, bromoklorodifluoro-, Halon 1211	Zrak	nizka. pop.	kg CFC-11e	9,32E-06	8,41E-06	-1,52E-06	-3,14E-07	-3,50E-07

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Celoten predelek			kg C ₂ H ₄ e	0,6077	0,7287	0,7683	0,6284	0,5005
1-Butanol	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	8,13E-11	8,85E-11	1,22E-10	1,15E-10	1,14E-10
1-Penten	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	4,19E-09	4,89E-09	8,24E-10	6,59E-10	5,91E-10
1-Propanol	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-1,83E-10	-3,59E-10	-3,55E-10	-4,06E-10	-4,12E-10
2-Buten, 2-metil-	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-7,97E-14	-7,92E-14	-2,64E-14	-2,71E-14	-2,75E-14
2-Metil-1-propanol	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	4,10E-11	4,51E-11	6,65E-11	6,22E-11	6,12E-11
2-Propanol	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,42E-05	1,56E-05	3,30E-06	1,43E-06	1,41E-06
Acetaldehid	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	4,48E-04	4,60E-04	7,68E-04	7,53E-04	7,52E-04
Acetaldehid	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	9,68E-05	1,01E-04	1,62E-05	1,20E-05	1,13E-05
Acetaldehid	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	6,14E-06	6,41E-06	1,06E-05	1,02E-05	1,02E-05

Se nadaljuje

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Ocetna kislina	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	3,19E-06	4,68E-06	4,29E-06	2,40E-06	2,25E-06
Ocetna kislina	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	6,77E-05	8,19E-05	2,05E-06	1,44E-06	1,32E-06
Ocetna kislina	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,98E-05	2,03E-05	7,93E-06	7,27E-06	7,16E-06
Aceton	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	-3,25E-08	-3,25E-08	6,14E-12	4,55E-12	4,06E-12
Aceton	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	2,11E-05	2,20E-05	2,15E-06	9,68E-07	9,42E-07
Aceton	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,13E-05	1,54E-05	1,52E-05	1,01E-05	9,40E-06
Benzaldehid	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-1,49E-09	-1,79E-09	6,72E-09	6,86E-09	6,86E-09
Benzen	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	1,14E-03	1,10E-03	-3,76E-05	2,13E-05	2,05E-05
Benzen	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	2,23E-04	3,52E-04	3,79E-04	3,19E-04	3,14E-04
Benzen	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	6,39E-04	8,89E-04	9,39E-04	6,37E-04	5,26E-04
Benzen	Zrak	stratosfera + troposfera	kg C ₂ H ₄ e	2,44E-07	2,51E-07	3,25E-08	2,44E-08	2,35E-08

Se nadaljuje.

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Benzen, etil-	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	1,18E-12	1,38E-12	1,67E-14	6,92E-15	6,83E-15
Benzen, etil-	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	7,31E-05	9,72E-05	9,32E-05	6,19E-05	6,09E-05
Benzen, etil-	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-2,33E-08	-1,16E-08	4,83E-07	4,69E-07	4,56E-07
Butadien	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	2,11E-06	2,17E-06	2,80E-07	2,11E-07	2,02E-07
Butadien	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	4,54E-12	6,55E-12	-6,96E-12	-8,89E-12	-9,66E-12
Butadien	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	2,44E-07	2,51E-07	3,25E-08	2,44E-08	2,34E-08
Butadien	Zrak	stratosfera + troposfera	kg C ₂ H ₄ e	9,04E-07	9,28E-07	1,20E-07	9,04E-08	8,68E-08
Butan	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	-1,99E-07	-1,96E-07	1,57E-08	1,50E-08	1,49E-08
Butan	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,41E-03	2,10E-03	1,30E-03	7,10E-04	6,97E-04
Butan	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	7,20E-04	7,70E-04	2,12E-04	1,50E-04	1,36E-04
Ogljikov monoksid	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	3,50E-03	3,50E-03	0	0	0

Se nadaljuje.

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Ogljikov monoksid, biogeni vir	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	-1,04E-10	-9,95E-11	1,21E-12	4,99E-13	4,92E-13
Ogljikov monoksid, biogeni vir	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	3,07E-05	5,40E-05	2,90E-03	2,87E-03	2,85E-03
Ogljikov monoksid, biogeni vir	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	9,43E-06	1,04E-05	4,18E-06	3,02E-06	2,62E-06
Ogljikov monoksid, fosilni vir	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	1,22E-02	1,47E-02	1,59E-02	1,30E-02	1,25E-02
Ogljikov monoksid, fosilni vir	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	5,23E-03	6,00E-03	-1,39E-02	-1,42E-02	-1,42E-02
Ogljikov monoksid, fosilni vir	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	8,32E-03	9,09E-03	1,51E-02	1,43E-02	1,34E-02
Ogljikov monoksid, fosilni vir	Zrak	stratosfera + troposfera	kg C ₂ H ₄ e	5,61E-06	5,76E-06	7,46E-07	5,61E-07	5,39E-07
Kloroform	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	1,81E-13	1,70E-13	-3,02E-14	-1,25E-14	-1,25E-14
Kloroform	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,99E-09	2,06E-09	8,85E-10	8,47E-10	2,96E-10
Kloroform	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-8,21E-09	-8,17E-09	1,45E-09	1,42E-09	9,90E-10
(1-metiletil) benzen	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	3,53E-13	3,32E-13	-5,89E-14	-2,43E-14	-2,43E-14

Se nadaljuje.

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
(1-metiletil) benzen	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	8,49E-06	1,20E-05	7,74E-04	7,70E-04	7,70E-04
(1-metiletil) benzen	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-9,92E-09	-9,87E-09	1,75E-09	1,72E-09	1,20E-09
Cikloheksan	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	7,01E-09	8,16E-09	1,44E-09	1,17E-09	1,06E-09
Dietil eter	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-1,79E-12	-1,78E-12	-6,31E-13	-6,38E-13	-6,36E-13
Etan	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	-1,47E-05	-1,47E-05	1,18E-08	1,13E-08	1,12E-08
Etan	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,11E-04	1,48E-04	7,05E-05	2,19E-05	2,09E-05
Etan	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,56E-03	1,61E-03	2,73E-04	2,09E-04	1,90E-04
Etan, 1,1,1-trikloro-, HCFC-140	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	2,97E-12	3,11E-12	-2,18E-14	-9,02E-15	-9,01E-15
Etan, 1,1,1-trikloro-, HCFC-140	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-6,56E-10	-6,53E-10	1,16E-10	1,13E-10	7,91E-11
Etanol	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	-2,80E-07	-2,80E-07	2,80E-10	2,99E-10	2,49E-10
Etanol	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,07E-04	1,07E-04	1,72E-06	1,34E-06	1,20E-06

Se nadaljuje.

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Etanol	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	2,06E-05	3,62E-05	6,34E-06	3,64E-06	2,61E-06
Eten	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	-2,38E-04	-2,38E-04	4,05E-09	2,96E-09	2,62E-09
Eten	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,69E-04	2,40E-04	-3,97E-04	-4,89E-04	-4,90E-04
Eten	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	3,06E-05	3,27E-05	5,22E-05	4,97E-05	4,94E-05
Eten, tetrakloro-	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	1,31E-09	1,35E-09	-5,57E-11	-2,30E-11	-2,30E-11
Eten, tetrakloro-	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-1,91E-12	-8,50E-13	-1,47E-10	-1,48E-10	-1,48E-10
Eten, tetrakloro-	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-4,54E-09	-4,51E-09	8,00E-10	7,85E-10	5,47E-10
Etil acetat	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	7,35E-05	8,09E-05	1,70E-05	7,38E-06	7,30E-06
Etin	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	-3,35E-06	-3,35E-06	1,53E-08	1,40E-08	8,75E-09
Etin	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	9,84E-08	1,90E-07	-8,34E-06	-8,45E-06	-8,43E-06
Etin	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	4,71E-08	5,04E-08	8,92E-08	8,52E-08	8,49E-08

Se nadaljuje.

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Formaldehid	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	3,24E-02	3,24E-02	1,18E-03	1,16E-03	1,15E-03
Formaldehid	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	4,30E-02	4,31E-02	1,25E-04	1,17E-04	1,15E-04
Formaldehid	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	3,97E-05	4,46E-05	9,04E-05	8,88E-05	4,62E-05
Formaldehid	Zrak	stratosfera + troposfera	kg C ₂ H ₄ e	4,59E-06	4,72E-06	6,11E-07	4,59E-07	4,41E-07
Mravljična kislina	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,41E-08	1,55E-08	3,27E-09	1,41E-09	1,40E-09
Mravljična kislina	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	4,56E-07	4,77E-07	8,81E-07	8,56E-07	8,55E-07
Heptan	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	3,73E-04	5,22E-04	4,30E-04	2,36E-04	2,31E-04
Heksan	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	-2,33E-07	-2,33E-07	-7,18E-13	-2,97E-13	-2,96E-13
Heksan	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	9,20E-04	1,24E-03	1,17E-03	7,58E-04	7,49E-04
Heksan	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	5,58E-04	5,74E-04	1,33E-04	1,16E-04	8,53E-05

Se nadaljuje.

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Metan, biogeni vir	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-3,83E-05	-3,84E-05	5,67E-06	6,14E-06	4,81E-06
Metan, dikloro-, HCC-30	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	1,36E-07	1,43E-07	0	0	0
Metan, dikloro-, HCC-30	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	2,90E-10	3,04E-10	1,19E-10	1,06E-10	4,99E-11
Metan, dikloro-, HCC-30	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-7,18E-08	-7,15E-08	1,27E-08	1,24E-08	8,67E-09
Metan, fosilni vir	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	2,43E-03	2,24E-03	-4,07E-04	-1,51E-04	-1,52E-04
Metan, fosilni vir	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	4,07E-04	4,71E-04	2,67E-04	2,31E-04	2,28E-04
Metan, fosilni vir	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	2,65E-03	3,27E-03	2,86E-03	2,09E-03	1,44E-03
Metan, fosilni vir	Zrak	stratosfera + troposfera	kg C ₂ H ₄ e	1,69E-08	1,73E-08	2,24E-09	1,69E-09	1,62E-09
Metan, monokloro-, R-40	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	1,01E-13	1,07E-13	0	0	0
Metan, monokloro-, R-40	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-9,66E-09	-9,61E-09	1,70E-09	1,67E-09	1,16E-09
Metanol	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	2,26E-06	3,34E-06	3,12E-06	1,74E-06	1,64E-06

Se nadaljuje.

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Metanol	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,03E-03	1,03E-03	2,64E-06	2,18E-06	1,74E-06
Metanol	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	3,55E-03	3,55E-03	2,05E-05	1,86E-05	1,84E-05
Metil acetate	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-9,47E-13	-9,80E-13	-1,52E-12	-1,48E-12	-1,48E-12
Metil etil keton	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	5,55E-12	5,85E-12	0	0	0
Metil etil keton	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,31E-04	1,44E-04	3,04E-05	1,32E-05	1,30E-05
Metil metanoat	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-3,58E-09	-5,18E-09	-4,62E-09	-2,59E-09	-2,43E-09
Dušikov dioksid	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	9,24E-04	9,24E-04	0	0	0
NMVOC, Nemetanske hlapne organske spojine, nedoločen izvor	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	9,62E-02	1,26E-01	1,34E-01	9,58E-02	9,42E-02
NMVOC, Nemetanske hlapne organske spojine, nedoločen izvor	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,17E-02	1,57E-02	2,70E-02	2,26E-02	2,16E-02
NMVOC, Nemetanske hlapne organske spojine, nedoločen izvor	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	2,98E-01	3,66E-01	3,81E-01	2,93E-01	2,89E-01

Se nadaljuje.

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Metanol	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,03E-03	1,03E-03	2,64E-06	2,18E-06	1,74E-06
Metanol	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	3,55E-03	3,55E-03	2,05E-05	1,86E-05	1,84E-05
Metil acetat	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-9,47E-13	-9,80E-13	-1,52E-12	-1,48E-12	-1,48E-12
Metil etil keton	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	5,55E-12	5,85E-12	0	0	0
Metil etil keton	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,31E-04	1,44E-04	3,04E-05	1,32E-05	1,30E-05
Metil metanoat	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-3,58E-09	-5,18E-09	-4,62E-09	-2,59E-09	-2,43E-09
Dušikov dioksid	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	9,24E-04	9,24E-04	0	0	0
NMVOOC, nemetanske hlapne organske spojine, nedoločen izvor	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	9,62E-02	1,26E-01	1,34E-01	9,58E-02	9,42E-02
NMVOOC, nemetanske hlapne organske spojine, nedoločen izvor	Zrak	stratosfera + troposfera	kg C ₂ H ₄ e	3,77E-05	3,87E-05	5,01E-06	3,77E-06	3,62E-06
o-Ksilen	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	4,74E-08	5,52E-08	9,75E-09	7,92E-09	7,16E-09
Pentan	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	-1,80E-07	-1,72E-07	1,33E-07	1,29E-07	1,28E-07

Se nadaljuje.

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Metanol	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,03E-03	1,03E-03	2,64E-06	2,18E-06	1,74E-06
Metanol	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	3,55E-03	3,55E-03	2,05E-05	1,86E-05	1,84E-05
Metil acetat	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-9,47E-13	-9,80E-13	-1,52E-12	-1,48E-12	-1,48E-12
Metil etil keton	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	5,55E-12	5,85E-12	0	0	0
Metil etil keton	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,31E-04	1,44E-04	3,04E-05	1,32E-05	1,30E-05
Metil metanoat	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-3,58E-09	-5,18E-09	-4,62E-09	-2,59E-09	-2,43E-09
Dušikov dioksid	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	9,24E-04	9,24E-04	0	0	0
NMVOC, nemetanske hlapne organske spojine, nedoločen izvor	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	9,62E-02	1,26E-01	1,34E-01	9,58E-02	9,42E-02
Pentan	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	2,18E-03	3,28E-03	1,93E-03	1,08E-03	1,06E-03
Pentan	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	6,71E-04	6,94E-04	2,42E-04	2,22E-04	1,36E-04
Pentan, 2-metil-	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,71E-07	1,99E-07	3,52E-08	2,86E-08	2,58E-08

Se nadaljuje.

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Metanol	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,03E-03	1,03E-03	2,64E-06	2,18E-06	1,74E-06
Metanol	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	3,55E-03	3,55E-03	2,05E-05	1,86E-05	1,84E-05
Metil acetat	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-9,47E-13	-9,80E-13	-1,52E-12	-1,48E-12	-1,48E-12
Metil etil keton	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	5,55E-12	5,85E-12	0	0	0
Metil etil keton	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,31E-04	1,44E-04	3,04E-05	1,32E-05	1,30E-05
Metil metanoat	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	-3,58E-09	-5,18E-09	-4,62E-09	-2,59E-09	-2,43E-09
Dušikov dioksid	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	9,24E-04	9,24E-04	0	0	0
NMVOC, nemetanske hlapne organske spojine, nedoločen izvor	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	9,62E-02	1,26E-01	1,34E-01	9,58E-02	9,42E-02
Propanal	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	4,03E-11	3,80E-11	-6,73E-12	-2,78E-12	-2,78E-12
Propanal	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,55E-09	2,05E-09	-5,87E-08	-5,96E-08	-5,94E-08
Propan	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	-1,40E-05	-1,40E-05	1,44E-08	1,38E-08	1,37E-08

Se nadaljuje.

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Propan	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	6,13E-04	8,70E-04	6,04E-04	3,13E-04	3,07E-04
Propan	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	8,06E-04	8,36E-04	1,45E-04	1,08E-04	9,60E-05
Propen	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	-4,34E-05	-4,35E-05	-1,82E-07	-5,24E-08	-5,26E-08
Propen	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,86E-04	2,66E-04	7,46E-04	6,42E-04	6,40E-04
Propen	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	8,32E-06	1,05E-05	5,44E-05	5,41E-05	2,88E-05
Propanojska kislina	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	-1,54E-09	-1,51E-09	4,40E-12	3,22E-12	2,84E-12
Propanojska kislina	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	3,15E-06	5,98E-06	4,43E-08	3,75E-08	3,42E-08
Propanojska kislina	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	3,50E-06	3,59E-06	5,78E-07	4,75E-07	4,53E-07
Stiren	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	4,72E-13	4,44E-13	-7,88E-14	-3,26E-14	-3,25E-14
Stiren	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,08E-07	1,22E-07	1,16E-07	9,83E-08	9,75E-08
Stiren	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	3,62E-09	1,01E-08	2,38E-08	1,59E-08	1,40E-08

Se nadaljuje.

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Žveplov dioksid	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	3,47E-02	3,24E-02	-4,23E-03	-1,13E-03	-1,19E-03
Žveplov dioksid	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	1,03E-02	1,19E-02	4,76E-03	2,73E-03	2,59E-03
Žveplov dioksid	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	2,45E-02	3,60E-02	1,90E-01	1,89E-01	7,05E-02
Žveplov dioksid	Zrak	stratosfera + troposfera	kg C ₂ H ₄ e	2,70E-06	2,77E-06	3,59E-07	2,70E-07	2,59E-07
Žveplov monoksid	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	5,33E-04	5,62E-04	0	0	0
t-Butil metil eter	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	2,34E-13	2,46E-13	0	0	0
t-Butil metil eter	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	6,93E-06	7,09E-06	1,22E-05	1,20E-05	1,19E-05
Toluen	Zrak		kg C ₂ H ₄ e	2,19E-03	1,98E-03	-1,86E-04	8,36E-05	8,24E-05
Toluen	Zrak	visoka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	5,24E-04	7,80E-04	4,58E-04	2,81E-04	2,69E-04
Toluen	Zrak	nizka. pop.	kg C ₂ H ₄ e	2,98E-05	4,15E-05	1,84E-04	1,79E-04	8,04E-05

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Celoten predelek			kg SO ₂ e	2,212	2,592	4,914	4,724	2,065
Amonijak	Zrak		kg SO ₂ e	0,0085	0,0103	0,0088	0,0066	0,0058
Amonijak	Zrak	visoka. pop.	kg SO ₂ e	0,2881	0,2901	0,0078	0,0052	0,0046
Amonijak	Zrak	nizka. pop.	kg SO ₂ e	1,39E-03	1,57E-03	2,02E-03	1,79E-03	1,73E-03
Dušikov dioksid	Zrak		kg SO ₂ e	1,65E-02	1,65E-02	0	0	0
Dušikov oksid	Zrak		kg SO ₂ e	0,295	0,402	0,512	0,374	0,368
Dušikov oksid	Zrak	visoka. pop.	kg SO ₂ e	0,067	0,082	0,037	0,029	0,026
Dušikov oksid	Zrak	nizka. pop.	kg SO ₂ e	0,077	0,107	0,366	0,347	0,161
Dušikov oksid	Zrak	stratosfera + troposfera	kg SO ₂ e	3,93E-04	4,04E-04	5,23E-05	3,93E-05	3,78E-05
Žveplov dioksid	Zrak		kg SO ₂ e	0,723	0,675	-0,088	-0,023	-0,025
Žveplov dioksid	Zrak	visoka. pop.	kg SO ₂ e	0,214	0,247	0,099	0,057	0,054

Se nadaljuje.

Šnovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Žveplov dioksid	Zrak	nizka. pop.	kg SO ₂ e	0,510	0,749	3,969	3,927	1,469
Žveplov dioksid	Zrak	stratosfera + troposfera	kg SO ₂ e	5,62E-05	5,77E-05	7,47E-06	5,62E-06	5,39E-06
Žveplov monoksid	Zrak		kg SO ₂ e	1,11E-02	1,17E-02	0	0	0

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Celoten predelek			kg PO ₄ e	0,5144	0,6577	1,9174	1,8507	0,7764
Amonijak	Zrak		kg PO ₄ e	1,87E-03	2,25E-03	1,92E-03	1,45E-03	1,26E-03
Amonijak	Zrak	visoka. pop.	kg PO ₄ e	6,30E-02	6,35E-02	1,70E-03	1,14E-03	1,01E-03
Amonijak	Zrak	nizka. pop.	kg PO ₄ e	3,04E-04	3,44E-04	4,43E-04	3,91E-04	3,79E-04
Amonijak	Voda		kg PO ₄ e	8,30E-05	8,74E-05	0	0	0
Ammonijev karbonat	Zrak	visoka. pop.	kg PO ₄ e	6,28E-07	6,28E-07	1,19E-08	1,15E-08	5,72E-09
Amonijev ion	Voda		kg PO ₄ e	4,79E-04	4,42E-04	-8,06E-05	-3,12E-05	-3,17E-05
Amonijev ion	Voda	podtalnica	kg PO ₄ e	-4,95E-06	-4,27E-06	5,37E-06	4,59E-06	2,30E-06
Amonijev ion	Voda	podtalnica, dolgoročno	kg PO ₄ e	1,13E-05	1,35E-05	1,17E-05	8,92E-06	8,10E-06
Amonijev ion	Voda	ocean	kg PO ₄ e	4,02E-05	6,08E-05	5,90E-05	3,21E-05	3,17E-05
Amonijev ion	Voda	reka	kg PO ₄ e	6,19E-03	6,23E-03	2,98E-04	2,59E-04	1,20E-04
KPK, kemijska potreba po kisiku	Voda		kg PO ₄ e	1,13E-03	1,08E-03	-9,72E-05	-2,99E-05	-3,16E-05
KPK, kemijska potreba po kisiku	Voda	podtalnica	kg PO ₄ e	-3,30E-08	-2,85E-08	3,58E-08	3,06E-08	1,54E-08
KPK, kemijska potreba po kisiku	Voda	podtalnica, dolgoročno	kg PO ₄ e	0,0145	0,0202	0,0994	0,0990	0,0356
KPK, kemijska potreba po kisiku	Voda	ocean	kg PO ₄ e	1,79E-03	2,51E-03	2,06E-03	1,11E-03	1,09E-03
KPK, kemijska potreba po kisiku	Voda	reka	kg PO ₄ e	2,20E-03	3,12E-03	3,30E-03	2,11E-03	1,96E-03

Se nadaljuje.

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Didušikov monoksid	Zrak		kg PO ₄ e	3,20E-04	6,53E-04	1,24E-03	8,29E-04	5,75E-04
Didušikov monoksid	Zrak	visoka. pop.	kg PO ₄ e	4,93E-03	5,26E-03	8,97E-04	6,06E-04	5,48E-04
Didušikov monoksid	Zrak	nizka. pop.	kg PO ₄ e	1,65E-04	1,81E-04	2,37E-04	2,24E-04	1,24E-04
Didušikov monoksid	Zrak	stratosfera + troposfera	kg PO ₄ e	2,19E-07	2,25E-07	2,91E-08	2,19E-08	2,10E-08
Nitrat	Zrak	visoka. pop.	kg PO ₄ e	5,18E-10	6,03E-10	1,06E-10	8,64E-11	7,81E-11
Nitrat	Zrak	nizka. pop.	kg PO ₄ e	6,22E-08	1,24E-07	1,25E-06	1,26E-06	4,41E-07
Nitrat	Zrak	nizka. pop., dolgoročno	kg PO ₄ e	1,81E-07	3,59E-07	3,65E-06	3,66E-06	1,28E-06
Nitrat	Voda		kg PO ₄ e	4,35E-15	4,58E-15	0	0	0
Nitrat	Voda	podtalnica	kg PO ₄ e	5,75E-04	6,32E-04	1,25E-03	1,21E-03	8,45E-04
Nitrat	Voda	podtalnica, dolgoročno	kg PO ₄ e	6,45E-03	9,00E-03	4,37E-02	4,33E-02	1,59E-02
Nitrat	Voda	ocean	kg PO ₄ e	2,15E-05	3,08E-05	4,65E-05	3,59E-05	2,06E-05
Nitrat	Voda	reka	kg PO ₄ e	4,29E-04	4,91E-04	3,03E-04	2,38E-04	1,65E-04
Nitrat	Tla		kg PO ₄ e	1,27E-09	1,48E-09	2,61E-10	2,12E-10	1,92E-10
Dušikova kislina	Voda		kg PO ₄ e	3,93E-10	4,14E-10	0	0	0
Nitrit	Voda	podtalnica, dolgoročno	kg PO ₄ e	1,86E-07	2,23E-07	1,93E-07	1,47E-07	1,34E-07
Nitrit	Voda	ocean	kg PO ₄ e	2,32E-08	4,66E-08	4,81E-07	4,83E-07	1,69E-07
Nitrit	Voda	reka	kg PO ₄ e	3,72E-07	6,52E-07	5,08E-07	2,12E-07	1,79E-07
Dušik	Voda		kg PO ₄ e	-3,41E-04	-3,40E-04	5,29E-08	3,87E-08	3,45E-08
Dušik	Voda	ocean	kg PO ₄ e	1,10E-06	1,47E-06	1,06E-06	5,80E-07	5,69E-07

Se nadaljuje.

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Dušik	Voda	reka	kg PO ₄ e	1,39E-02	1,40E-02	1,86E-02	1,85E-02	1,85E-02
Dušik	Tla	industrija	kg PO ₄ e	7,75E-07	1,08E-06	8,87E-07	4,82E-07	4,75E-07
Dušikov dioksid	Zrak		kg PO ₄ e	0,00429	0,00429	0	0	0
Dušikov oksid	Zrak		kg PO ₄ e	7,68E-02	1,04E-01	1,33E-01	9,74E-02	9,57E-02
Dušikov oksid	Zrak	visoka. pop.	kg PO ₄ e	1,74E-02	2,12E-02	9,53E-03	7,53E-03	6,82E-03
Dušikov oksid	Zrak	nizka. pop.	kg PO ₄ e	1,99E-02	2,78E-02	9,53E-02	9,01E-02	4,17E-02
Dušikov oksid	Zrak	stratosfera + troposfera	kg PO ₄ e	1,02E-04	1,05E-04	1,36E-05	1,02E-05	9,82E-06
Dušik, celotni	Voda		kg PO ₄ e	5,10E-08	5,38E-08	0	0	0
Fosfati	Voda		kg PO ₄ e	1,01E-09	1,18E-09	2,18E-10	1,77E-10	1,60E-10
Fosfati	Voda	podtalnica	kg PO ₄ e	7,16E-02	8,44E-02	1,73E-01	1,68E-01	6,73E-02
Fosfati	Voda	podtalnica, dolgoročno	kg PO ₄ e	2,02E-01	2,81E-01	1,33E+00	1,31E+00	4,84E-01
Fosfati	Voda	ocean	kg PO ₄ e	2,50E-05	2,75E-05	1,07E-05	7,49E-06	6,73E-06
Fosfati	Voda	reka	kg PO ₄ e	1,51E-04	1,79E-04	1,05E-04	7,04E-05	5,36E-05
Fosforna kislina	Zrak	visoka. pop.	kg PO ₄ e	-2,37E-14	-1,86E-14	-5,83E-13	-5,90E-13	-5,88E-13
Fosfor	Zrak		kg PO ₄ e	-3,06E-06	-3,06E-06	1,06E-10	8,03E-11	6,92E-11
Fosfor	Zrak	visoka. pop.	kg PO ₄ e	2,54E-04	3,27E-04	3,36E-04	2,43E-04	2,29E-04
Fosfor	Zrak	nizka. pop.	kg PO ₄ e	4,33E-07	6,38E-07	1,66E-06	1,49E-06	6,67E-07
Fosfor	Zrak	nizka. pop., dolgoročno	kg PO ₄ e	1,08E-06	2,15E-06	2,19E-05	2,20E-05	7,68E-06
Fosfor	Voda		kg PO ₄ e	1,35E-03	1,35E-03	4,74E-06	4,36E-06	4,32E-06
Fosfor	Voda	podtalnica	kg PO ₄ e	3,24E-06	3,39E-06	6,50E-06	6,31E-06	6,30E-06
Fosfor	Voda	ocean	kg PO ₄ e	2,94E-05	4,12E-05	3,39E-05	1,86E-05	1,81E-05

Se nadaljuje.

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Fosfor	Voda	reka	kg PO ₄ e	7,13E-05	9,07E-05	8,21E-05	5,76E-05	5,48E-05
Fosfor	Tla	kmetijstvo	kg PO ₄ e	2,15E-03	2,77E-03	3,21E-03	2,41E-03	2,29E-03
Fosfor	Tla	industrija	kg PO ₄ e	1,03E-04	1,27E-04	7,15E-05	4,03E-05	3,93E-05

Snovi	Predelek	Podpredelek	Enota	IVERNA PLOŠČA – odpadni les KP	IVERNA PLOŠČA	PELETI	PELETI – pot Koper	PELETI – odpadni les
Celoten predelek			MJe	7238,79	8679,46	8876,37	7351,46	4002,17
Premog, 26.4 MJ na kg	Surovina	v tla	MJe	4,775	5,028	0	0	0
Rjavi premog	Surovina	v tla	MJe	237,3	340,0	1959,3	1961,7	692,3
Črni premog	Surovina	v tla	MJe	-317,0	-268,0	388,0	330,8	169,2
Plin, rudnik, plini – stranski proizvodi, procesi, premogovništvo /m³	Surovina	v tla	MJe	-7,806	-7,015	7,077	6,110	2,882
Zemeljski plin/m³	Surovina	v tla	MJe	4331,9	4417,5	512,0	404,7	391,7
Surova nafta	Surovina	v tla	MJe	2850,3	3911,3	3122,8	1748,4	1719,3
Šota	Surovina	biotsko	MJe	-5,028	-5,022	0,079	0,072	0,072
Uran	Surovina	v tla	MJe	144,2	285,6	2887,2	2899,7	1026,7

William McDonough often suggests: »We don't have an energy problem, we have a materials in the wrong place problem.«