

Izračun ogljičnega odtisa pri pretovarjanju avtomobilov v Luki Koper

The carbon footprint calculation of cars transhipmented in Port of Koper

I. DOBNIK^{1*}, F. CEPAK² in B. POLJŠAK¹

POVZETEK

Povečana koncentracija toplogrednih plinov, na katere ključno vplivata prav industrija in promet, povzroča podnebne spremembe. Zato smo se v tem delu odločili preučiti obremenjenost okolja zaradi pretovarjanja vozil v avtomobilskem terminalu omenjene luke.

Namen raziskave je bil ugotoviti obremenjevanje Luke Koper oz. njene okolice z izpusti ogljikovega dioksida, ki ga emitirajo vozila pri pretovarjanju v avtomobilskem terminalu, izračunati emisijo na več različnih načinov in med seboj primerjati rezultate, ter tako dobljen segment ogljičnega odtisa primerjati s količino ogljikovega dioksida, ki ga povzročajo ostale luške aktivnosti.

Za leto 2010 smo zbrali statistične podatke o novoregistriranih vozilih v RS in podatke o pretovorjenih vozilih v Luki Koper. Pridobljene podatke o novih vozilih v Sloveniji smo preračunali na število pretovorjenih vozil v Luki Koper in izračunali, koliko ogljikovega dioksida se sprosti pri pretovarjanju vozil. V praktičnem delu smo izvedli dejanske meritve porabljenega goriva na avtomobilu. Iz izmerjene porabe goriva in emisijskih faktorjev smo izračunali emisije ogljikovega dioksida. Vse izračune smo med seboj primerjali in ocenili emisije, ki najbolj ustrezajo primeru pretovarjanja vozil v Luki Koper.

Emisije, ki smo jih izračunali na podlagi teoretičnih podatkov o emisijah in porabi goriva, znašajo 159 t/a in 160 t/a ogljikovega dioksida. Nekoliko drugačne vrednosti ogljikovega dioksida smo dobili iz izračunane porabe vozil, ki smo jih uporabili v eksperimentalnem delu naloge. Na podlagi opravljenih meritev smo izračunali, da so emisije ogljikovega dioksida kar 1.703,2 t/a, kar pomeni več kot 10-krat večje od teoretično izračunanih.

Sklepamo, da je ogljični odtis Luke Koper pri pretovarjanju vozil veliko večji, kot kažejo izračuni iz leta 2009 ali kot to lahko ocenimo na podlagi razpoložljivih podatkov.

KLJUČNE BESEDE:

CO₂, ogljični odtis, pristanišče, Luka Koper, pretovarjanje vozil, avtomobilske emisije, poraba goriva, merjenje porabe, emisijski faktor.

Prispelo: 08.09.2011

Sprejeto: 15.12.2011

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana, Slovenija

² Luka Koper, Vojkovo Nabrežje 38, 6000 Koper, Slovenija

* Korespondenčni avtor:

I. Dobnik, izidor.dobnik@gmail.com

ABSTRACT

Scientists share unanimous opinion that changes are happening due to increased concentration of greenhouse effect gasses in atmosphere, mostly affected by industry and traffic. Therefore it was decided to explore effects of these two significant components on the case of the Slovenian biggest port Luka Koper. Specifically the influence of vehicles transportation in automobile terminal of Luka Koper on environment has been analyzed.

The purpose of the research was to explore what damage to environment the carbon dioxide does cause during transporting vehicles in automobile terminal. The main goal was also to calculate the emissions in several ways and afterwards compare the results of different methods. Finally the comparing of the obtained carbon footprint of transportation and the amount of carbon dioxide produced by other port's activities has been done.

The statistical data of newly licensed vehicles in the Republic of Slovenia and then the number of transported vehicles in Luka Koper in year 2010 was gained. Then the data of newly licensed vehicles were calculated in alignment with the number of transported vehicles in Luka Koper so that it was possible to calculate the amount of carbon dioxide produced by transportation of vehicles. In the empirical part of the study actually all measurement has been implemented in order to determine actual car fuel consumption and furthermore the emissions of carbon dioxide were calculated. All calculations were compared and finally the research team determined the emission amount which is closest to the case of vehicle transportation in Luka Koper.

Emission on the basis of theoretical data of emissions and actual fuel consumption is 159 t/a and 160 t/a of carbon dioxide was calculated. Results obtained by analyzing actual car fuel consumption in empirical part of the study brought us to quite different findings – the emissions of carbon dioxide found were more than ten times higher and ended up at 1.703 t/a.

It was concluded that the carbon footprint of Luka Koper's segment of vehicle transportation is much larger than the indicative calculations from year 2009 and much higher than the evaluation one could made on the basis of available data.

KEY WORDS:

CO₂, carbon footprint, port, Luka Koper, vehicle transportation, car emissions, fuel consumption, fuel consumption measuring, emission factor.

UVOD

Skrb za okolje v družbi postaja vse bolj pereča tema mnogih razprav tako med posamezniki kot globalnimi korporacijami. Obenem se izboljšujejo razne tehnologije za zmanjševanje negativnih, nevarnih in škodljivih vplivov na okolje. Diskusijam o varovanju okolja se pridružujejo tudi različne teorije o segrevanju ozračja in povečevanju količine toplogrednih plinov, kar nas nadalje popelje na pojem t.i. ogljičnega odtisa, ki ga povzroča vsaka človeška aktivnost na planetu [1]. Ogljični odtis predstavlja določeno vrednost, ki prikazuje, koliko neka oseba, podjetje, država ali cel svet obremenjuje okolje s toplogrednimi plini [2]. Izračun svojega ogljičnega odtisa lahko danes opravi vsakdo – pa ne zgolj zase – izračuna lahko ogljični odtis za prav vsak produkt in/ali storitev. Podjetja ta pristop pogosto uporabljajo za zniževanje obratovalnih stroškov in uvajanje bolj nevtralnega delovanja v smislu okoljske ozaveščenosti. Eno izmed okoljsko zavednejših podjetij v Sloveniji je Luka Koper, ki je z namenom postati še bolj okoljsko osveščeno, v svoj dolgoročni načrt vključilo več "zelenih" projektov.

V naši raziskavi bomo izračunali le določen del ogljičnega odtisa Luke Koper, natančneje bomo proučili odtis, ki nastane pri pretovarjanju vozil v Luki Koper. Podobna študija je bila izvedena že leta 2009 (izračunan ogljični odtis za leto 2008) in sicer avtorja Uroša Luina s sodelavci in objavljena v International Journal of Sanitary Engineering Research [3]. Slednji so izračun opravili na podlagi nekaj posplošenih oziroma privzetih vhodnih podatkov, zato se bomo v nalogi lotili vprašanja, kakšen je dejanski segmentalni ogljični odtis in koliko le ta odstopa od izračuna prej omenjenega avtorja, ter kakšno je odstopanje od izračunov iz statističnih podatkov.

METODE

Raziskava je razdeljena na dva dela. K prvemu delu smo pristopili z analizo teoretičnih podatkov, v drugem delu pa smo izvedli preizkus. Iz rezultatov obeh metod bomo ugotovili, ali nastane odstopanje med teoretičnim izračunom (iz znanih podatkov) in rezultati eksperimenta. Pri meritvah in izračunih smo upoštevali samo emisije ogljikovega dioksida, saj ima ta najpomembnejši vpliv na nastanek tople grede, tudi zaradi avtomobilskih emisij [4]. Ostale emisije kot so na primer metan in dušikovi oksidi v transportu predstavljajo le okoli 2 % emisij [5]. in so odvisne predvsem od višje delovne temperature motorja, do katerih pa pri obravnavanem primeru ne prihaja.

Zbiranje statističnih podatkov in teoretični pristop k izračunu emisij

Statističnih podatkov o številu, znamki in tipu pretovorjenih vozil, ki bi nam pomagali pri natančnem izračunu emisij v Luki Koper ne vodijo, zato smo uporabili podatke o novo registriranih vozilih v Republiki Sloveniji, ki jih poseduje Ministrstvo za notranje zadeve. Iz teh podatkov smo pridobili tudi informacije o povprečni (kombinirani) porabi vozila in njihovih izpušnih ogljikovega dioksida [6].

Pri meritvah in izračunih smo upoštevali samo emisije ogljikovega dioksida, saj ima ta najpomembnejši vpliv na nastanek tople grede, tudi zaradi avtomobilskih emisij.

Podatke o številu, znamki ter modelu novo registriranih vozil v RS smo nato prenesli na primer vseh pretovorjenih vozil v Luki Koper. Evidenco o skupni količini pretovorjenih vozil smo pridobili v Luki Koper, pri čemer smo predpostavili, da je Slovenija glede nakupa novih vozil primerljiva z vsemi ostalimi evropskimi državami, za katere Luka Koper opravlja pretovarjanje vozil [7]. Torej iz tega lahko privzamemo, da je delež zastopanja določenega modela vozila približno enak po ostalih evropskih državah. Z omenjenim postopkom pridobimo podatke o tem, koliko vozil posameznega tipa je bilo pretovorjenih v Luki Koper. Iz registra podatkov Ministrstva za notranje zadeve pa pridamo še podatke o porabi goriva in emisijah ogljikovega dioksida.

Ugotoviti je potrebno še povprečno prevoženo razdaljo, ki jo vsako vozilo opravi med pretovarjanjem. Sama pot se deli na dva dela: na pot raztovarjanja (z ladje na parkirišče) in na pot prevoženo pri natovarjanju (s parkirišča na tovorno vozilo ali vlak). Pri ocenjevanju dolžine obeh poti smo se posluževali iste metodologije. S spletnim orodjem Agencije republike Slovenije za okolje smo izmerili dolžino od mesta raztovarjanja do parkirišča ter tako izračunali povprečno razdaljo, ki jo opravi vozilo pri raztovarjanju. Pri natovarjanju smo izmerili povprečno dolžino od parkirišča do najbližjega mesta natovarjanja.

Na ta način smo dobili potrebne vhodne podatke za teoretični izračun emisij ogljikovega dioksida, ki nastane pri pretovarjanju vozil (število in vrsto vozila, emisije in porabo goriva, ter prevoženo razdaljo).

S preprostimi matematičnimi enačbami smo tako izračunali emisije iz:

- količin porabljenega goriva in
- podane emisije ogljikovega dioksida iz baze podatkov.

Meritve porabe goriva in izračun emisij

Dejanske meritve porabe goriva smo se lotili tako, da smo se s testnimi vozili odpeljali po vnaprej točno določeni poti in tako izmerili porabljeno gorivo. Izrednega pomena je skrbno načrtovana pot. Eksperiment smo opravili pred Zdravstveno fakulteto v Ljubljani. Pri načrtovanju poti smo upoštevali številne dejavnike, kot so: povprečna razdalja, naklon vozišča, speljevanje in ustavljanje, količina vožnje v 1., 2., 3., 4., in vzvratni prestavi, hladen vžig in vožnja s hladnim motorjem ter starost vozila. Količino porabljenega goriva smo izmerili tako, da smo rezervoar napolnili do točke, da je bila gladima goriva vidna, nivo goriva smo označili, se nato odpeljali po začrtani poti in na koncu ponovno dolili porabljeno gorivo do označenega nivoja. Količina dolitega goriva je predstavljala količino porabljenega goriva.

Izmerjeno vrednost porabljenega goriva smo primerjali s podatkom o teoretični porabi goriva, ki je podana v homologacijskem kartončku vozila in tako ugotovili odstopanje. Na podlagi dobljenih podatkov, smo izračunali dejanske količine emisij, ki nastanejo pri pretovarjanju vozil.

Vožnje smo z istimi vozili opravili večkrat in rezultati meritev porabe so med seboj primerljivi. Pri izračunu emisij iz podatkov iz eksperimental-

nega dela, smo upoštevali tudi znižanje porabe goriva zaradi višjih temperatur v poletnih mesecih.

REZULTATI

STATISTIČNI PODATKI

Vseh novo registriranih vozil v RS, ki ustrezajo profilu obravnavane teme v letu 2010 je bilo 60.916. V zajetih vozilih še vedno prevladuje količina vozil na bencinski pogon (63 %). V Luki Koper so v letu 2010 (leto izračuna) pretovorili kar 533.300 vozil skoraj vseh vrst avtomobilskih znamk. **Preglednica 1** prikazuje količino vozil po znamkah, ki so bila novo registrirana v RS, in kolikšen delež pretovorjenih vozil v Luki Koper v letu 2010 – glede na našo oceno – predstavljajo.

PREVOŽENA RAZDALJA

Povprečno prevoženo razdaljo pretovorjenih vozil v Luki Koper prikazuje **preglednica 2**.

Iz izračunanih podatkov povprečne prevožene razdalje ugotovimo, da so vsa vozila v Luki Koper (za namene pretovarjanja) skupaj prevozila kar 1.102.864 km/a.

IZRAČUNANE EMISIJE IZ PODATKOV O EMISIJI VOZILA

Iz podatka o emisiji določene znamke vozila ugotovimo, da povzroči raztovarjanje vozil v Luki Koper 121,98 t/a CO₂, od tega 76,98 t/a bencinska vozila, 45,00 t/a pa dizelska. Pri natovarjanju je emisij nekoliko manj in sicer emitirajo 37,38 t/a CO₂, od tega 23,59 t/a CO₂ bencinska in 13,79 t/a dizelska vozila.

Izračun pokaže, da vozila pri pretovarjanju obremenijo okolje za **159,36 t/a CO₂**.

IZRAČUNANE EMISIJE IZ PODATKOV O KOMBINIRANI PORABI VOZILA

Izračun na podlagi podatka o kombinirani porabi vozil pokaže podobne rezultate. Rezultati niso presenetljivi, saj so podatki o kombinirani porabi vozila prav tako teoretični iz iste baze podatkov. Je pa pokazatelj, da je bil izračun izveden brez napak.

Pri izračunu na podlagi povprečne prevožene razdalje in kombinirane porabe vozila ugotovimo, da vozila pri raztovarjanju obremenijo okolje z 122,56 t/a CO₂ od tega 74,83 t/a CO₂ bencinska in 47,74 t/a dizelska vozila. Pri procesu natovarjanja vozila skupno emitirajo 37,55 t/a CO₂ od tega 22,93 t/a bencinska in 14,63 t/a dizelska vozila. Tako izračunamo skupne nastale emisije, ki znašajo **160,12 t/a CO₂**.

V drugem, eksperimentalnem delu, je prevožena pot z vozilom predstavljala natanko tisto pot, ki jo vozilo prevozi pri procesu raztovarjanja v Luki Koper. Po skrbno načrtovani poti smo se večkrat peljali z različnimi vozili. **Preglednica 3** prikazuje rezultate voženj s tremi različnimi vozili.

Pri procesu natovarjanja vozila skupno emitirajo 37,55 t/a CO₂ od tega 22,93 t/a bencinska in 14,63 t/a dizelska vozila. Tako izračunamo skupne nastale emisije, ki znašajo 160,12 t/a CO₂.

Preglednica 1:

Pretovorjena vozila v Luki Koper.

Znamka	Števski delež		Število - Luka Koper	
	B (%)	D (%)	B	D
Alfa romeo	0,123	0,128	657	683
Audi	0,346	1,643	1.847	8.763
BMW	0,174	2,147	928	11.451
Chevrolet	2,673	0,492	14.253	2.626
Chrysler	0,149	0,007	797	35
Citroen	3,894	3,564	20.766	19.006
Dacia	0,942	0,292	5.025	1558
Daihatsu	0,003	0,000	18	0
Dodge	0,003	0,020	18	105
Fiat	4,465	0,215	23.813	1.147
Ford	4,293	1,530	22.893	8.159
Honda	0,826	0,236	4.404	1.261
Hyundai	3,492	1,313	18.621	7.004
Jaguar	0,005	0,021	26	114
Jeep	0,003	0,038	18	201
Kia	2,577	1,441	13.745	7.687
Lancia	0,044	0,016	236	88
Land rover	0,000	0,080	0	429
Lexus	0,039	0,015	210	79
Lotus	0,002	0,000	9	0
Maserati	0,005	0,000	26	0
Mazda	1,463	0,491	7.800	2.618
MB	0,363	0,878	1.935	4.684
Mini	0,207	0,003	1.103	18
Mitsubishi	0,213	0,172	1.138	919
Nissan	1,853	0,522	9.884	2.784
Opel	6,496	2,323	34.642	12.388
Peugeot	3,996	2,968	21.309	15.828
Porsche	0,033	0,026	175	140
Proton	0,005	0,000	26	0
Renault	10,830	6,085	57.755	32.454
Saab	0,013	0,008	70	44
Seat	1,763	0,639	9.403	3.406
Smart	0,018	0,007	96	35
SsangYong	0,000	0,034	0	184
Subaru	0,121	0,136	648	727
Suzuki	0,799	0,028	4.264	149
Škoda	2,531	2,090	13.500	11.145
Tata	0,025	0,007	131	35
Toyota	2,154	0,867	11.486	4.622
VW	5,687	6,561	30.326	34.992
Volvo	0,046	0,279	245	1.488
SKUPAJ	62,675	37,325	334.245	199.055

Preglednica 2:

Povprečna prevožena razdalja.

Dolžina poti	Razdalja (m)
Raztovarjanje	1.583
Natovarjanje	485
Skupaj	2.068

Preglednica 3: Rezultati praktičnih presizkusov porabe goriva.

Gorivo	Vozilo	Porabljeno gorivo (mL)	Spec.poraba (L/100 km)	Predvodena poraba (L)	Faktor odstopanja
Dizel	Nissan Qashqai	1.170	5,2	0,091	12,857
	Seat Leon	660	4,8	0,076	8,684
Bencin	Toyota Yaris	940	5,1	0,081	11,605

Ugotovili smo tudi, da se je poraba vozila (na naši relaciji), ko je bilo slednje ogreto na svojo delovno temperaturo, znižala kar za polovico.

Iz eksperimentalnega dela ugotavljamo, da je dejanska poraba dizelskega goriva za 10,5 krat, bencinskega pa kar za 11,5 krat večja od teoretično izračunane. Iz česar sledi, da je dejanska obremenitev okolja zaradi pretovarjanja vozil veliko večja, kot smo predvidevali (iz teoretičnega izračuna ter rezultatov raziskave iz leta 2009). Iz eksperimentalnega dela izračunane emisije znašajo kar dobrih **1.700 t/a CO₂**. Pri izračunu smo tudi upoštevali korekcijske faktorje za toplejše mesece v letu, saj je poraba goriva odvisna tudi od temperature okolice.

Pri izračunu smo tudi upoštevali korekcijske faktorje za toplejše mesece v letu, saj je poraba goriva odvisna tudi od temperature okolice.

DISKUSIJA

Pri obdelavi statističnih podatkov je njihova kakovost ključnega pomena. Model je vedno le približek realnega stanja. Najbolje bi bilo, če bi podatke vodili v sami Luki. Le ti bi bili izjemno točni in veliko lažje bi jih bilo obdelati. Ker takšnih podatkov ni, so bili v izračun zajeti podatki Ministrstva za notranje zadeve RS. Podatki so verodostojni in jih lahko prenesemo na primer izračuna pretovora v Luki Koper, saj je indeks novo registriranih vozil za Slovenijo, ki ga tudi za vsako drugo državo članico EU vodi Eurostat, primerljiv z ostalimi Evropskimi državami [7].

Zaradi podatkov o emisijah in podatkov o povprečni porabi lahko teoretični izračun z nekaj enačbami natančno izvedemo. Toda kako realen je takšen izračun glede na dejansko stanje? Kot vemo je pri porabi goriva, odstopanje od primera do primera lahko znatno. Obenem je visoko tudi število dejavnikov, ki vplivajo na porabo goriva. Pri pretovarjanju vozil v Luki gre za izjemno sofisticiran primer, zato je še toliko bolj pomembno, da se ocena ogljičnega odtisa za ta segment podkrepiti s konkretnimi eksperimentalnimi meritvami.

Osnovna vhodna spremenljivka za izračun emisij je tudi prevožena razdalja. Le to je težko določiti za vsako od več sto tisoč vozil. Še posebej, ker gre v Luki za zelo obsežno dejavnost, ki se razprostira na veliki površini. Pri prevozu vozil po Luki je mogoče obrati več poti, zato je up-

Tako so rezultati pokazali, da je segmentalni ogljični odtis zaradi pretovarjanja vozil v Luki Koper kar 1.700 t/a ogljikovega dioksida.

orabljen pristop izračuna in določitve povprečne razdalje za vsa vozila najbolj primeren. Napaka, ki pri tem nastane, je zanemarljiva.

V izračunu emisij v prvem delu sta uporabljena vhodna podatka emisija ogljikovega dioksida in kombinirana poraba. Oba podatka izvirata iz statističnih podatkov in sta izmerjena oziroma določena skorajda v idealnih pogojih. Problem nastane, ker je primer v Luki Koper vse drugo kot pa idealna prevožena pot. Tukaj imamo v mislih predvsem vožnjo vozil na kratke razdalje, vožnjo s hladnimi motorji ter predvsem veliko ustavljanja in speljevanja. Zaradi takšnih pogojev nam vpogled v dejansko stanje izostri prav eksperimentalni del, ki pokaže, da so dejanske emisije veliko večje kot bi sklepali iz teoretičnega izračuna.

Tako so rezultati pokazali, da je segmentalni ogljični odtis zaradi pretovarjanja vozil v Luki Koper kar 1.700 t/a ogljikovega dioksida. Pri tem pa niso bili upoštevani še ostali toplogredni plini iz transporta, čeprav je teh manj oz. so nižje. Če bi v študiji zajeli še te, bi bila končna vrednost emisij še nekoliko višja.

Za še natančnejši izračun bi bilo potrebno opraviti eksperimentalni del na konkretnih vozilih, ki se jih pretovarja v Luki Koper. Eksperiment bi bilo potrebno ponoviti v različnih letnih časih z istimi tipi vozil in nato med seboj primerjati rezultate. Izračun bi bil še nekoliko bolj natančen, verjetno pa odstopanje ne bi bilo veliko.

Vrednost ogljičnega odtisa (za pretovarjanje vozil) izračunanega na podlagi pridobljenih statističnih podatkov znaša 160 t/a CO₂. Po izračunu za leto 2008 [3] je bil ogljični odtis 480 t/a CO₂. Pretovor vozil v letu 2008 je primerljiv s količino pretovorjenih vozil v naši raziskavi. Iz eksperimentalnega dela izračunana vrednost ogljičnega odtisa pa znaša kar 1.700 t/a.

Zakaj nastane takšna razlika?

V prvem delu, t.j. 160 t/a ogljikovega dioksida, je to vrednost, ki temelji zgolj na statističnih podatkih. Le ti so večinoma pridobljeni od proizvajalcev vozil, ki pa si prizadevajo, da bile te vrednosti čim nižje in jih ponavadi podajajo na podlagi meritev v idealnih pogojih. Pri pretovarjanju vozil pa gre za poseben primer, v katerem se od idealnih pogojev za vožnjo kar precej oddaljujemo. Izračunana vrednost je tako nizka zaradi neupoštevanja dejavnikov, ki pomembno vplivajo na porabo goriva in avtomobilske izpuste. Druga vrednost, ki je razvidna iz študije Luin in sodelavcev [3], temelji na nekaterih privzetih vrednostih, kot sta na primer kombinirana poraba in povprečna prevožena razdalja. Ti podatki niso natančni in ne morejo zagotoviti točnega izračuna. Tretja izračunana vrednost iz eksperimentalnega dela, pa predstavlja realno stanje v pristanišču. Vozila, ki jih vozijo po parkiriščih, se vozijo na kratkih razdaljah, z veliko zaviranjem in speljevanjem, ter morda najpomembnejše, s hladnimi motorji. To so trije poglobitni razlogi, zaradi katerih se izračunane vrednosti tako razlikujejo. Dejstvo pa je, da je emisij veliko več, kot smo pričakovali. Eksperimentalni del bolje odraža dejansko stanje in poda realno oceno ogljičnega odtisa.

Hkrati se je potrebno zavedati, da izračunani segmentalni ogljični odtis 1.700 t/a ogljikovega dioksida predstavlja le okoli 3 % celotnega odtisa Luke, kar nakazuje, za kako veliko dejavnost dejansko gre. Zanimiv podatek je tudi ta, da so vozila v letu 2010 kot posledica pretovarjanja naredila toliko kilometrov, kot če bi 27-krat obkrožili naš planet po ekvatorju. Če bi Luka Koper želela nevtralizirati segmentalni ogljični odtis, nastal zaradi pretovarjanja vozil v Luki Koper, bi morala posaditi 1.700 dreves.

LITERATURA

- [1] Carbon trust. Carbon footprint. An introduction for organisations. London: The carbon trust. <http://teenet.tei.or.th/Knowledge/Paper/carbonfootprint.pdf> (5. 12. 2010).
- [2] Purman R. J.: Tracking your carbon footprint. A step-by-step guide to understanding and inventorying greenhouse gas emissions. Bloomington Universe, 2008.
- [3] Luin U, Cepak F, Poljšak B.: Use the carbon footprint for the reduction of greenhouse gases – the case study of Port of Koper. International Journal of Sanitary Engineering Research 2009, 3, 25–34.
- [4] Philander S. G.: Encyclopedia of global warming and climate change. Los Angeles: SAGE, 2008:166, 192.
- [5] EPA 1. <http://www.epa.gov/cleandiesel/documents/ports-emission-inv-april09.pdf> (11. 3. 2011).
- [6] MNZ. Novo registrirana vozila v Republiki Sloveniji. http://www.mnz.gov.si/si/mnz_za_vas/evidence_vozil/statisticni_podatki_s_podrocja_prometa_za_let_20102011/.
- [7] EUROSTAT 1. New car registration index.
- [8] <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=teis300&plugin=0> (9. 3. 2011).

Če bi Luka Koper želela nevtralizirati segmentalni ogljični odtis, nastal zaradi pretovarjanja vozil v Luki Koper, bi morala posaditi 1.700 dreves.