

Proračun eksternih troškova proizvodnje električne energije u termoelektrana u Hrvatskoj modelom SIMPACTS

Autor: prof. dr. sc. Željko Tomšić, dipl. ing., Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, Unska 3, 10000 Zagreb, Zeljko.Tomsic@fer.hr, Telefon: 016129983, Faks: 016129890

Ostali autori:

Ana Pavlinušić, mag.ing.el.teh.inf. Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, Unska 3, 10000 Zagreb, Ana.Pavlinusic@fer.hr;

Matea Filipović, mag.ing.el.teh.inf., Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, Unska 3, 10000 Zagreb, Matea.Filipovic@fer.hr

Dr. sc. Ivan Rajšl, dipl. ing., Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, Unska 3, 10000 Zagreb, Ivan.Rajsl@fer.hr

Sažetak- Kao posljedica velikog iskorištavanja prirodnih resursa i zagađenja okoliša javila se potreba za održivim planiranjem koje bi ujedinilo ekonomske, okolišne i društvene aspekte. Energetika je grana koja omogućuje održavanje današnjeg životnog standarda, ali također uvelike utječe na mijenjanje našeg okoliša. Pojam koji opisuje negativan učinak proizvodnje električne energije, odnosno troškove pridružene nekompenziranim štetama koje se javljaju kao neželjena posljedica proizvodnje električne energije je eksterni trošak. Proračun eksternih troškova može uvelike utjecati na donošenje odluka u planiranju i vođenju elektroenergetskog sustava. Izražavanje eksternog troška u novčanim vrijednostima, odnosno novčano vrednovanje svih utjecaja na okoliš smanjuje subjektivnost postupka donošenja odluke te omogućuje lakše uspoređivanje ponuđenih opcija. Ovaj članak donosi opis proračuna eksternog troška termoelektrana u Hrvatskoj korištenjem modela SIMPACTS (Simplified Approach for Estimating Impacts of Electricity Generation). SIMPACTS je vrlo jednostavan model za procjenu utjecaja na okoliš i eksternih troškova raznih tehnologija za proizvodnju električne energije koji ne zahtijeva veliku količinu ulaznih podataka, ali ipak pruža prilično točne i pouzdane rezultate. Proračun je izvršen za 2011. godinu za sve termoelektrane na području Republike Hrvatske, za TE Plomin I na području domene veličine 2050x2050 km, te za pojedine TE u odnosu na sve županije pojedinačno

I. UVOD

Ubrzan razvoj industrije zadnjih desetljeća doveo je do velike „gladi“ za energijom koja je za posljedicu imala onečišćenje okoliša. Kako se razvijala svijest o energetskim utjecajima na okoliš postepeno su se kao neizostavan dio energetskog planiranja uključivali briga o okolišu i društvu te održivi razvoj. Današnja raznovrsnost energetskih opcija te problematika vrednovanja ekoloških i društvenih utjecaja zahtijevaju primjenu, ne samo konvencionalnih metoda analize troškova i dobiti, već i multikriterijske analize. Kao pomoć ostalim alatima za analizu troškova energetskih tehnologija javlja se metoda proračuna eksternih troškova. Pojam eksternih troškova već je dulje vrijeme poznat u okvirima ekonomske teorije, utemeljio ga je britanski ekonomist A.C.Pigou još

početkom 20. stoljeća [1] pri čemu je upotrijebio Alfred Marshall princip eksternalija: troškovi ili pogodnosti koje su nastale na drugima, a nisu uzeti u obzir od strane osobe koja poduzima radnju. Odnosno eksternalija je dobrobit ili negativna posljedica koja je nastala na nekoj osobi kao posljedica radnje koju obavlja druga osoba. Prema tome eksternalije mogu biti negativne – negativan utjecaj ili posljedica na pojedinca ili okoliš, te pozitivne – pozitivan utjecaj ili posljedica. Eksterni troškovi u elektroenergetici su troškovi pridruženi nekompenziranim štetama koje se javljaju kao neželjene posljedice proizvodnje električne energije. Oni mogu služiti za usporedbu različitih tehnologija proizvodnje električne energije te različitih strategija razvoja elektroenergetskog sustava s obzirom na njihov utjecaj na okoliš. Namjena eksternih troškova je potaknuti promjene prema ekološki svjesnijem ponašanju. Eksterni troškovi mogu se umanjiti izravnim mjerama zaštite okoliša, kao što su ekološki standardi i uređaji za smanjenje emisija, te kompenzirati pomoću ekonomskih instrumenata zaštite okoliša: uvođenjem emisijskih pristojbi i poreza te trgovanjem emisijskim dozvolama. Unutar energetike najveći problem stvaraju onečišćenja. Onečišćenja su eksterni trošak jer štete koje posljedično nastaju stvorene su od strane društva kao cijeloga i ne reflektiraju se u tržišnim transakcijama [2]. Zadnjih desetljeća bilo je više pokušaja za uključivanje eksternih troškova, povezanih s korištenjem fosilnih goriva, u investicijske odluke [3], [4]. Većina tih pokušaja se temelji na različitim metodama i samim time međusobnu usporedbi čini teškom s velikim nesigurnostima.

Unutar ovog rada prikazati će se proračun eksternih troškova termoelektrana u Hrvatskoj modelom SIMPACTS. U prvom poglavlju bit će opisana važnost uključivanja eksternih troškova u planiranje, kao i ekonomske osnove eksternih troškova. Sljedeće poglavlje opisuje model SIMPACTS, načine njegova funkcioniranja i korištenja. U trećem poglavlju predstavljeni su ulazni podatci korišteni za proračun te tijekom proračuna. Nakon toga slijede rezultati proračuna eksternih troškova termoelektrana u Hrvatskoj u odnosu na cijelo područje Hrvatske, za TE Plomin I u odnosu na velik dio Europske Unije te za pojedine TE u odnosu na sve županije Republike Hrvatske.

II. UKLJUČIVANJE EKSTERNOG TROŠKA U ENERGETSKO PLANIRANJE

Od velike je važnosti promatrati cijeli energetski lanac prilikom vrednovanja eksternog troška, odnosno sve aktivnosti i zahvate tijekom pogona elektroenergetskog objekta te sve zahvate vezane uz dobivanje materijala za gradnju objekta, zahvate na terenu gradnje, zahvate vezane uz dobivanje, transport, preradu i uporabu energenta, odlaganje otpadnog materijala i otpadne energije, odvod proizvedene električne energije i razgradnju objekta po završetku radnog vijeka. Dio energijskog lanca lociran je unutar elektroenergetskog objekta, a dio izvan njega. Ako je riječ o uvoznom energentu, dio energijskog lanca vezan uz dobivanje i preradu energenta lociran je izvan granica zemlje u kojoj se nalazi elektroenergetski objekt te se smatra da je lokalna ekološka šteta (koja ne uključuje štetu zbog emisije stakleničkih plinova) uzrokovana tim dijelom energijskog lanca uključena u cijenu energenta [5]. U slučaju elektrana na fosilna goriva tijekom pogona nastaju najvažnija opterećenja okoliša u lancu, a to su:

- emisije onečišćujućih tvari u zrak: sumporni dioksid (SO_2), dušikovi oksidi (NO_x), krute čestice i teški metali,
- plinovi staklenika: ugljični dioksid (CO_2), metan (CH_4), klorofluoroglikovodici (CFC),
- kruti i tekući otpadi.

Ovaj dio energijskog lanca tema je promatranja i ovog rada te će mu biti posvećena najveća pozornost. Uključivanje eksternih troškova pri odlučivanju može utjecati na dva tipa odluka: na planiranje energenata za buduće elektrane te na rad elektroenergetskog sustava. Planiranje energenata podrazumijeva odluke o otkupu električne energije od nezavisnih proizvođača, gradnji novih proizvodnih jedinica, produljenju životnog vijeka elektrana i odgodi gradnje novih kapaciteta [6]. Načini za uključivanje eksternih troškova u proces planiranja su: kvalitativna procjena, određivanje važnosti i rangiranje, troškovi kontrolnih, funkcija štete, postotak dodavanja, monetiziranje emisija, viševrijednosna „trade-off“. Navedeni načini su detaljnije opisani u [6]. Prostorni opseg analize eksternog troška također je od velikog utjecaja. Promatrajući termoelektrane neki od polutanata mogu imati dalekosežne učine (SO_2 , NO_x , sekundarne čestice, ozon). U studiji ExternE [7] proveden je proračun disperzije SO_2 , NO_x i letećih čestica ($\text{TSP} < 5 \mu\text{m}$ i $\text{TSP} 5\text{--}10 \mu\text{m}$) uz pretpostavljeno homogeno trenutačno miješanje polutanata s okolišnim zrakom na visini sloja miješanja, ravnomjernu distribuciju smjera vjeta tijekom godine, brzinu vjeta jednaku prosječnoj godišnjoj brzini te su zanemarene kemijske reakcije polutanta u atmosferi. Kao način uklanjanja polutanata iz atmosfere mokro taloženje nije uzeto u obzir, već je računato samo sa suhim taloženjem. Pretpostavljene su linearne funkcije izloženost-činak koje povezuju učinak na ljudsko zdravlje i navedene polutante te jednolika gustoća naseljenosti oko izvora. Rezultat je da kumulativna šteta za zdravlje za sve polutante ima oblik funkcije $(1-e^{-x})$, gdje je x udaljenost od izvora. Radi toga je potrebno vršiti analizu na udaljenost od tisuću kilometara i više kako bi

se uračunao najveći dio štete [8]. Radi analize je potrebno uvesti i pojam granične štete. Ona predstavlja novčanu vrijednost štete po okoliš ili ljudsko zdravlje uzrokovanu dodatnom jedinicom onečišćenja. Izjednačavanjem krivulje granične štete i krivulje graničnog troška smanjenja emisija dolazi se do točke njihova sjecišta čime dobivamo ekonomski optimalnu razinu emisija.

III. SIMPACTS

SIMPACTS (Simplified Approach for Estimating Impacts of Electricity Generation, Pojednostavljeni pristup ispitivanju utjecaja pri proizvodnji električne energije) je model koji omogućuje ispitivanje i kvantificiranje troškova šteta po zdravlje i okoliš koji nastaju pri različitim tehnologijama proizvodnje električne energije. Sastoji se od posebnih modula za utvrđivanje utjecaja na ljudsko zdravlje, poljoprivredne usjeve i građevine, koji se javljaju kao posljedice stalnih emisija zagađenja iz energetskih postrojenja. Može se koristiti za komparativnu analizu proizvođača električne energije iz fosilnih, nuklearnih i obnovljivih izvora, pri planiranju novih postrojenja ili novčane isplativosti mjera za ublažavanje zagađenja. Njime se ispituju fizičke štete i vanjski troškovi. Modul za pomoć pri donošenju odluka omogućuje usporedbu relativnih prednosti različitih tehnologija. Za onečišćenja zraka model koristi metodu slijeda utjecaja. Određuje se izvor emisije i vid zagađenja. Ispituju se promjene koncentracije različitih polutanata (primarnih i sekundarnih) uz korištenje modela disperzije u atmosferi i njihova taloženja. Nakon toga koriste se funkcije odgovora radi usporedbe promjena u koncentraciji polutanata te fizičkih utjecaja na odgovarajuće receptore. U modulu za elektrane na fosilna goriva korisnik može izračunati utjecaje zagađenja zraka na ljudsko zdravlje, poljoprivredne proizvode i građevinske materijale, kako u fizičkom, tako i troškovnom pogledu. Jedinica utjecaja na zdravlje kvantificira se korištenjem Exposure Response Functions (ERF) koje stavljaju koncentraciju zagađenja u odnos s rezultatima učinka na primatelje (stanovništvo, poljoprivredni proizvodi, građevinski materijali). Neke od unaprijed specificiranih ERF-a su kronična smrtnost, akutna smrtnost, smrtnost dojenčadi, kronični bronhitis i slično te se njima pridružuju primatelji, stupanj učestalosti utjecaja na zdravlje, povećani stupanj rizika za zdravlje, najviše izložena frakcija te jedinica utjecaja na zdravlje (npr. godine izgubljenog života po osobi godišnje po $\mu\text{g}/\text{m}^3$) [9]. Naposljetku je potrebno provesti monetarnu evaluaciju, zbrajanje utjecaja na zdravlje i šteta za okoliš, koje se izražavaju u različitim fizikalnim jedinicama, u jedinstveni indikator procjene štete. Pri tome se koristi spremnost za plaćanje (WTP, engl. willingness to pay), vrijednost godine života (VOLY, engl. Value of Life Year) ili vrijednost godine izgubljenog života (VLYL, engl. Value of a Life Year Lost) što se temelji na statističkoj vrijednosti života (VSL, engl. Value of Statistical Life).

IV. ULAZNI PODACI

Podaci o gustoći naseljenosti

Naseljenost područja za koje se izračun vrši određena je pomoću QGIS-a (Quantum GIS). Moguće je stvaranje karata s više slojeva koji koriste različite projekcije karata. Stvoreni su slojevi za sve promatrane termoelektrane, dimenzija domene (2050x2050 km, 41x41 ćelija dimenzija 50x50 km). Stvoreni su i dodatni slojevi za sve županije te za cijelu Republiku Hrvatsku.

Ulazni podaci o termoelektranama

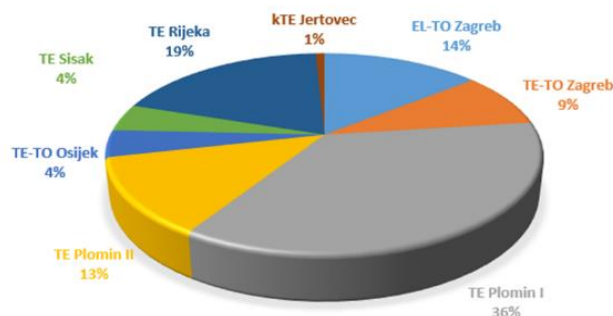
Proračun eksternih troškova rađen je za sve termoelektrane u Hrvatskoj, dakle za: EL-TO Zagreb, TE-TO Zagreb, TE Sisak, TE Plomin I, TE Plomin II, TE Rijeka, KTE Jertovec i TE-TO Osijek. Podatci iz 2011.godine koji su korišteni kao ulazni podaci za proračun u SIMPACTS-u mogu se pronaći u [9]. Podatci su preuzeti iz [10] i HEP-ove literature [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17]

V. REZULTATI

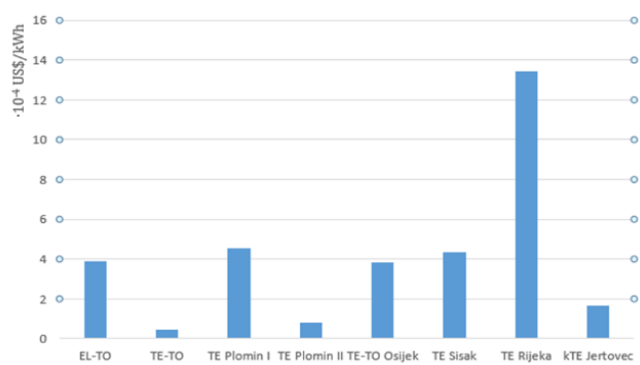
A. Rezultati proračuna za područje Republike Hrvatske

Proveden je proračun eksternih troškova za sve TE u odnosu na cijelo područje Republike Hrvatske, za TE Plomin I za područje cijele domene, odnosno površine 50x50km te za EL-TO Zagreb, TE-TO Osijek, TE Plomin I i TE Plomin II pojedinačno za sve županije. Ukupni troškovi svih TE za 2011. godinu iznose 989.138,974 US\$. Najveće eksterne troškove za promatranu 2011. godinu imala je TE Plomin I s ukupnim iznosom 356.078,872 US\$. Ovaj rezultat nije pretjerano neočekivan, s obzirom da je TE Plomin I u 2011. godini radila 7485 sati i kao pogonsko gorivo koristi ugljen te je imala najveće godišnje emisije i SO₂ i NO_x i PM₁₀. Na drugom mjestu je TE Rijeka s ukupnim eksternim troškovima 188.991,167 US\$, što je na prvi pogled iznenađujuće s obzirom na to da je u 2011. godini bila u pogonu samo 465 sati, no kao gorivo koristi lož ulje koje uzrokuje velike emisije. Najmanje ukupne eksterne troškove za 2011. godinu ima KTE Jertovec, što je očekivano s obzirom da kao pogonsko gorivo koristi plin i ekstra lako loživo ulje te uzrokuje samo NO_x emisije te je bila u pogonu samo 608 sati (Slika V-2). TE Rijeka ima najveće eksterne troškove po kWh, iznosa $1,341 \cdot 10^{-3}$ US\$/kWh (Slika V-2). SIMPACTS omogućuje i grafički prikaz prostorne raspodjele ukupnih eksternih troškova. Moguće je primijetiti da iznos eksternih troškova ne ovisi toliko o udaljenosti od izvora emisija, koliko o gustoći naseljenosti pojedinog područja, što je vidljivo na primjeru Zagreba i njegove uže okolice gdje su eksterni troškovi u slučaju svih TE osim TE Rijeka najveći (Slika V-3, Slika V-4, Slika V-5). Osim eksternih troškova u novčanom obliku, SIMPACTS nudi i prikaz u broju smrtnih slučajeva, bolničkih prijema, broja dana smanjene radne sposobnosti i dr. Što se tiče PM₁₀, vidljivo je da najveći broj smrtnih slučajeva ima TE Rijeka. Broj kroničnih smrtnih slučajeva u odnosu na cijelu populaciju je 2,682 za promatranu 2011. godinu, smrtnost dojenčadi iznosi 0,001, a akutnih smrtnih slučajeva 0,019. U slučaju sulfata, najveće iznose postiže TE Plomin I. Broj kroničnih smrtnih slučajeva je 9,572, smrtnost dojenčadi iznosi 0,004, a akutnih smrtnih

slučajeva 0,069. TE Plomin I uzrokuje najviše smrtnih slučajeva i promatrajući utjecaj nitrata. U ovom slučaju broj kroničnih smrtnih slučajeva iznosi 3,110, smrtnost dojenčadi iznosi 0,001, a akutnih smrtnih slučajeva za 2011. godinu 0,022. Osim proračuna eksternih troškova, SIMPACTS omogućuje i grafički prikaz koncentracija SO₂, SO₄, NO_x, HNO₃, NO₃ te PM₁₀ uzrokovanih emisijama iz promatrane elektrane na području domene. Prostorna koncentracija emisija uzrokovanih EL-TO Zagreb prikazana je na Slika V-6.



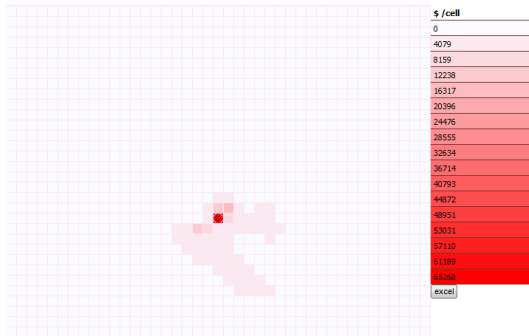
Slika V-1 Eksterni troškovi svih TE u odnosu na cijelo područje Republike Hrvatske



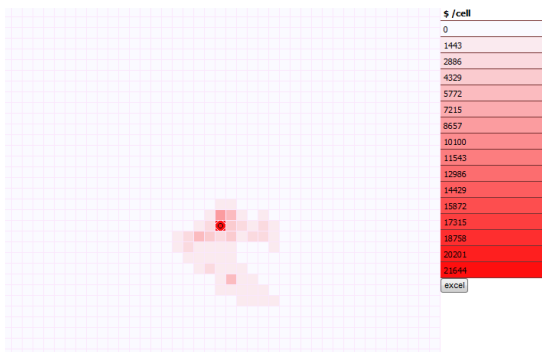
Slika V-2 Eksterni troškovi po kWh proizvedene električne energije

Tablica V-1 Eksterni troškovi po kWh proizvedene električne energije

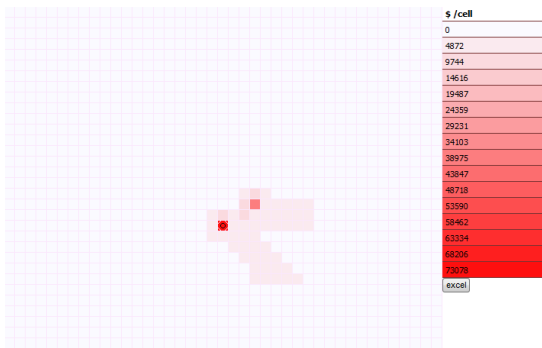
TE	UKUPNI EKSTERNI TROŠAK [US\$]	PROIZVEDENA ELEKTRIČNA ENERGIJA [GWh]	EKSTERNI TROŠAK PO kWh [US\$/kWh]
EL-TO Zagreb	139.587,883	358,930	$3,889 \cdot 10^{-4}$
TE-TO Zagreb	87.316,317	2.056,828	$4,245 \cdot 10^{-5}$
TE Plomin I	356.078,872	785,925	$4,531 \cdot 10^{-4}$
TE Plomin II	123.351,016	1.544,832	$7,985 \cdot 10^{-5}$
TE-TO Osijek	43.055,551	112,674	$3,821 \cdot 10^{-4}$
TE Sisak	43.216,964	99,792	$4,331 \cdot 10^{-4}$
TE Rijeka	188.991,167	140,895	$1,341 \cdot 10^{-3}$
KTE Jertovec	7.541,205	44,992	$1,676 \cdot 10^{-4}$



Slika V-3 Prostorna raspodjela eksternih troškova EL-TO Zagreb



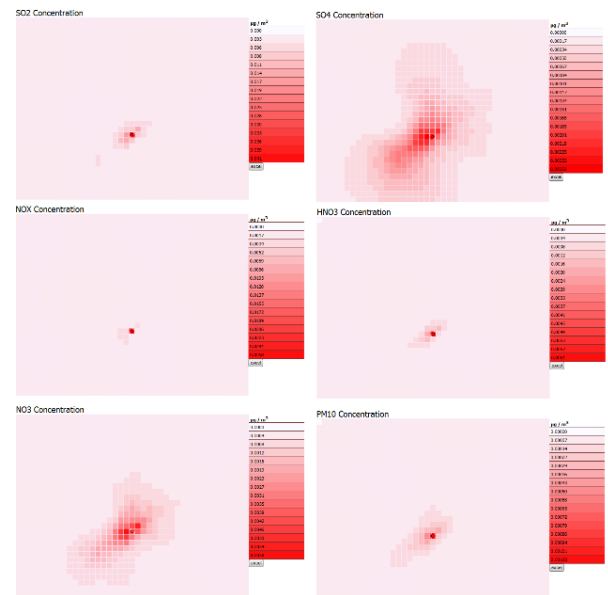
Slika V-4 Prostorna raspodjela eksternih troškova TE-TO Zagreb



Slika V-5 Prostorna raspodjela eksternih troškova TE Rijeka

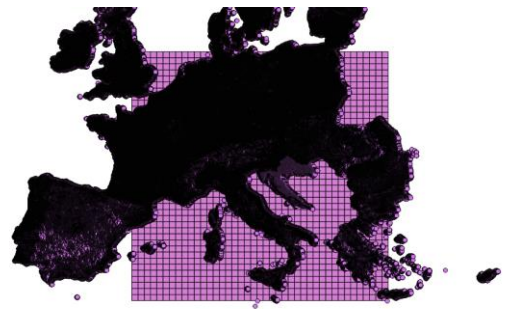
A. Rezultati proračuna za TE Plomin I za područje cijele domene

TE Plomin I kao TE s najvećim ukupnim eksternim troškovima u 2011. godini u Hrvatskoj izabrana je za analizu na području cijele domene (2050x2050 km), odnosno velikog dijela Europske Unije. Ljubičasti kvadrat 2050x2050 km na Slika V-7 prikazuje promatrano područje u čijem središtu se nalazi TE Plomin I. Proračunom je dobiveno da ukupni eksterni troškovi iznose 4,321.021,71 US\$, odnosno $5,498 \cdot 10^{-3}$ US\$/kWh proizvedene električne energije te su otprilike 12 puta veći nego eksterni troškovi ove TE za područje Republike Hrvatske. Uzrok tome je puno veće područje promatranja s puno više stanovnika koji su izloženi utjecaju.

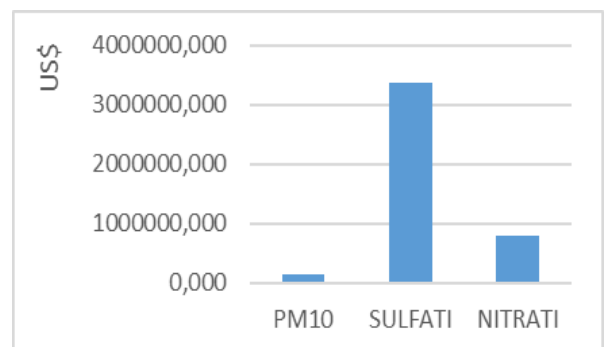


Slika V-6 Prostorna koncentracija emisija uzrokovanih EL-TO Zagreb

Sulfati uzrokuju najveći dio eksternih troškova, gotovo 3,5 milijuna US\$ (Slika V-8). Također uzrokuju najveći broj smrtnih slučajeva, čak 128,279 kroničnih smrtnih slučajeva, smrtnost dojenčadi iznosi 0,058, a akutna smrtnost iznosi 0,924, odnosno gotovo jedan akutni smrtni slučaj za 2011. godinu. Broj kroničnih smrtnih slučajeva uzrokovanih PM10 česticama iznosi 5,439, a broj kroničnih smrtnih slučajeva uzrokovanih nitratima iznosi 30,580. Ponovo je vidljivo koliko je važno analizom obuhvatiti što veće područje.



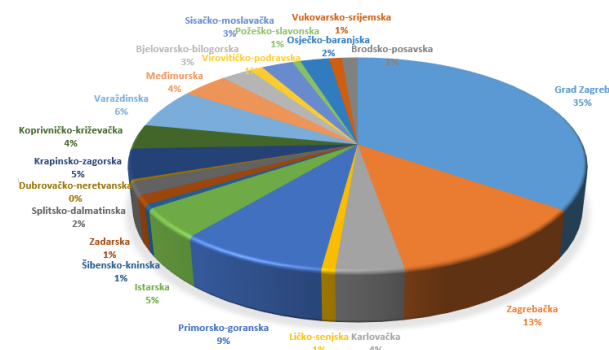
Slika V-7 Promatrano područje utjecaja TE Plomin I



Slika V-8 Raspodjela eksternih troškova TE Plomin I

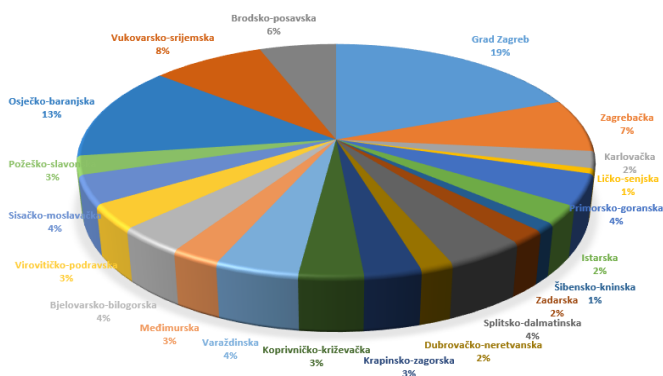
B. Rezultati proračuna po županijama

Za EL-TO Zagreb, TE-TO Osijek, TE Plomin I i TE Plomin II izvršen je proračun eksternih troškova pojedinačno za svaku županiju. najveće eksterne troškove uzrokovane EL-TO Zagreb ima Grad Zagreb, s udjelom od 35% ukupnih eksternih troškova, odnosno 48.447,831 US\$. Ovaj rezultat je logičan jer je TE smještena u Zagrebu, a Grad Zagreb k tomu ima najveću gustoću naseljenosti, što izravno utječe na iznos eksternih troškova. Nakon Grada Zagreba slijede Zagrebačka županija s 13% te Primorsko-goranska županija s 9%, također zbog relativne blizine EL-TO Zagreb, površine županije i veće gustoće naseljenosti od drugih jednako udaljenih županija (Slika V-9).



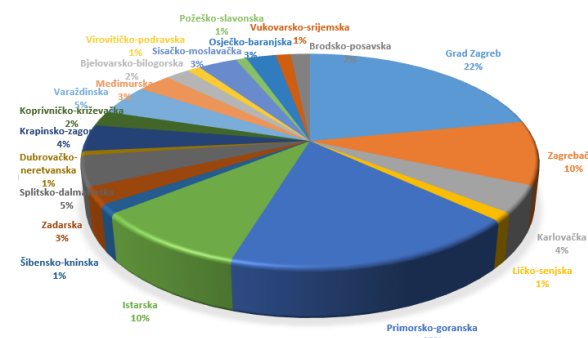
Slika V-9 Grafički prikaz rezultata proračuna po županijama za EL-TO Zagreb

Najveće eksterne troškove uzrokovane TE-TO Osijek ima Grad Zagreb s 19% ukupnih eksternih troškova uzrokovanih TE-TO Osijek, odnosno 8.321,670 US\$. Zanimljivo je da je Osječko-baranjska županija, u kojoj se elektrana nalazi, na drugom mjestu s 13% tj. 5.692,928 US\$, iz čega je vidljivo koliko je velik utjecaj broja i gustoće stanovništva na iznos eksternih troškova. Kada bi se eksterni troškovi računali na drugi način, odnosno kada bi predmet proračuna, osim utjecaja na ljude, bio utjecaj na poljoprivredne proizvode ili građevine, zasigurno bi neposredna okolina TE bila jače pogođena nego Grad Zagreb koji je u ovom slučaju zbog puno veće gustoće stanovništva od ostalih dijelova Hrvatske uspio nadvladati geografsku udaljenost od elektrane (Slika V-10).



Slika V-10 Grafički prikaz rezultata proračuna po županijama za TE-TO Osijek

Prilikom proračuna eksternih troškova za TE Plomin Grad Zagreb opet ima najveće eksterne troškove, čak 22%, odnosno u slučaju Plomina I 77.998,389 US\$, a u slučaju Plomina II 28.323,524 US\$, a razlozi su jednaki kao i u prethodnom slučaju (Slika V-11).



Slika V-11 Grafički prikaz rezultata proračuna po županijama za TE Plomin I i Plomin II

VI. ZAKLJUČAK

Eksterni troškovi u elektroenergetici dobro su sredstvo usporedbe različitih opcija energetskog razvoja, ali i postojećih elektrana u svrhu boljeg dispečiranja. Eksterni troškovi kao dodatni kriterij u odlučivanju vrlo su iskoristivi jer su svi promatrani utjecaji iskazani u novčanim vrijednostima, čime se smanjuje subjektivnost postupka donošenja odluke te omogućuje lakše uspoređivanje opcija. Prema proračunu izvršenom u ovom radu ukupni eksterni troškovi TE u Hrvatskoj u odnosu na cijelo područje Republike Hrvatske za 2011. godinu iznose 989.138,974 US\$. Najveće ukupne eksterne troškove imala je TE Plomin I s 356.078,872 US\$, no najveće eksterne troškove po kWh proizvedene električne energije imala je TE Rijeka s $1,341 \cdot 10^{-3}$ US\$/kWh. Najmanje eksterne troškove po kWh imala je TE-TO Zagreb s $4,245 \cdot 10^{-5}$ US\$/kWh. Prema proračunu izvršenom za TE Plomin I na području 2050x2050 km njezini eksterni troškovi iznose $5,498 \cdot 10^{-3}$ US\$/kWh, što znači da su dvanaest puta veći od eksternih troškova TE Plomin I za područje Republike Hrvatske. Iz ovog rezultata vidljivo je da je potrebno promatrati područje od tisuću i više kilometara udaljenosti od izvora emisija kako bi bili dobiveni vjerodostojni rezultati. Eksterni troškovi izravno ovise o gustoći naseljenosti, odnosno o broju stanovnika, što je vidljivo iz prethodno opisanog rezultata, ali i iz rezultata proračuna eksternih troškova po županijama, gdje se pokazalo da Grad Zagreb ima najveće eksterne troškove, bez obzira o kojoj je TE riječ. Može se zamijetiti opadanje eksternih troškova s povećanjem udaljenosti od promatrane TE, no budući da termoelektrane utječu na veliko područje, nije zamijećeno drastično smanjenje eksternih troškova s obzirom na udaljenost pojedine županije

VII. LITERATURA

- [1] »Library of Economics and Liberty,« [Mrežno]. Available: <http://www.econlib.org/library/Enc/bios/Pigou.html>. [Pokušaj pristupa 2016].
- [2] J. Koomey i F. Krause, »Introduction to Environmental Externality Costs,« CRC Press, Inc. , Boca Raton, FL 33431 USA , 1997.
- [3] E. J. S.D. Cohen, C. Goldman, J. Beldock i G. Crandall, »A Survey of State PUC Activities to Incorporate Environmental Externalities into Electric Utility Planning and Regulation,« Lawrence Berkeley Laboratory, 1990.
- [4] J. Hashem i E. Haites, »Status Report: State Requirements for Considering Environmental Externalities in Electric Utility Decision Making,« 1993.
- [5] D. Feretić, Ž. Tomšić, D. Škanata i D. S. N. Čavlina, »Elektrane i okoliš,« Element, 2000.
- [6] Ž. Tomšić, »Planiranje elektroenergetskog sustava u okviru održivog razvoja, skripta,« Fakultet elektrotehnike i računarstva, 2012.
- [7] »externe.info,« [Mrežno]. Available: http://www.externe.info/externe_d7/sites/default/files/vol32c14.pdf. [Pokušaj pristupa 2016].
- [8] T. Kovačević, »Troškovi štete u okolišu,« magistarski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva,« 2000.
- [9] A. Pavlinušić, »Proračun eksternih troškova termoelektrana u Hrvatskoj modelom SIMPACTS,« diplomski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva,« 2016.
- [10] M. Markač, »Proračun eksternih troškova termoelektrana u Hrvatskoj modelima Ecosense i Simpacts,« diplomski rad, Fakultet elektrotehnike i računarstva,« 2015.
- [11] »HEP-Proizvodnja d.o.o., Zahtjev za utvrđivanje objedinjenih uvjeta zaštite okoliša za postojeće postrojenje EL-TO Zagreb,« Zagreb, 2015.
- [12] »HEP-Proizvodnja d.o.o., Zahtjev za utvrđivanje objedinjenih uvjeta zaštite okoliša za postojeće postrojenje TE-TO Zagreb,« Zagreb, 2013.
- [13] »HEP-Proizvodnja d.o.o., Zahtjev za utvrđivanje objedinjenih uvjeta zaštite okoliša za postojeće postrojenje TE Plomin 1,« Zagreb, 2013.
- [14] »HEP-Proizvodnja d.o.o., Zahtjev za utvrđivanje objedinjenih uvjeta zaštite okoliša za postojeće postrojenje TE Plomin 2,« Zagreb, 2013.
- [15] »HEP-Proizvodnja d.o.o., Zahtjev za utvrđivanje objedinjenih uvjeta zaštite okoliša za postojeće postrojenje TE Sisak,« Zagreb, 2013.
- [16] »HEP-Proizvodnja d.o.o., Zahtjev za utvrđivanje objedinjenih uvjeta zaštite okoliša za postojeće postrojenje TE Rijeka,« Zagreb, 2013.
- [17] »HEP-Proizvodnja d.o.o., Zahtjev za utvrđivanje objedinjenih uvjeta zaštite okoliša za postojeće postrojenje KTE Jertovec,« Zagreb, 2013.