

# EKONOMIJA NEOBNOVLJIVIH RESURSA I DRUŠTVENA KORISNOST<sup>1</sup>

Jelena Minović<sup>2</sup>  
Božo Drašković<sup>3</sup>

## *Apstrakt*

*U radu je predstavljena ekonomija neobnovljivih izvora koju je postavio Hotelling (1931). Prikazana je funkcija korisnosti koja obuhvata tržišna i netržišna dobra, odnosno potrošnju tih dobara nekog pojedinca. Na primeru iz istorije predstavljen je slučaj eksploatacije prirodnih resursa – fosfata sa ostrva Okean i Naurua u Polineziji tokom prve polovine XX veka koje je opisao Ponting (1993). Pokazano je da marginalizacijom eksternih troškova dolazi do maksimiziranja koristi, odnosno profita za tržišne aktere čija ciljna funkcija je maksimiziranje profita. Sagledan je efekat malih poreza na društvenu korisnost koju je uveo Hotelling (1931). Pokazano je da će čak i mala naknada na monopolski resurs značajno umanjiti društvenu korisnost. Društveno blagostanje se kvantitativno može iskazati rastom BDP-a. Na podacima za Srbiju u period: 2002-2011, pokazano je da promenljiva BDP zadovoljava polinomijalni oblik šestog stepena.*

**Ključne reči:** *Ekonomija neobnovljivih resursa, Funkcija korisnosti, Društvena vrednost resursa, Porez, BDP.*

---

<sup>1</sup> Ovaj rad je deo istraživačkog projekta pod šifrom 47009 (*Evropske integracije i društveno-ekonomske promene privrede Srbije naputu kaEU*), finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije. Ovaj rad je deo istraživačkog projekta pod šifrom 179015 (*Izazovi i perspektive strukturnih promena u Srbiji: Strateški pravci ekonomskog razvoja i usklađivanje sa zahtevima EU*), finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

<sup>2</sup> Dr Jelena Minović, istraživač saradnik, Institut ekonomskih nauka, Beograd,.

<sup>3</sup> Prof. dr Božo Drašković, naučni saradnik, Institut ekonomskih nauka, Beograd

## THE ECONOMICS OF EXHAUSTIBLE RESOURCES AND SOCIAL UTILITY

### *Abstract*

*The paper presents the economics of exhaustible resource introduced by Hotelling (1931). The paper presents utility function that includes both market's and non-market's assets, or consumption of these assets by an individual. We have presented an example from history the case of exploitation of natural resources - phosphates from islands Ocean and Naurua in Polynesia during the first half of the twentieth century described by Ponting (1993). We showed that the marginalization of external costs leads to maximizing the benefits and profits for market actors whose target function is to maximize profits. In this paper we examined the small tax effect on social value of the resource introduced by Hotelling (1931). The paper shows that even a small tax on a monopoly resource significantly reduces social utility. Social welfare can be expressed quantitatively by GDP growth. Our results show that variable GDP has the sixth-degree polynomial form with the empirical Serbian data in the period: 2002-2011.*

**Key words:** *Economics of Exhaustible Resources, Utility Function, Social Value of the Resource, Tax, GDP.*

### UVOD

Materijalno bogatstvo jednog društva ima izvorište u prirodnim dobrima kojima raspolaže određena teritorija i ljudskim resursima datog društva. Kombinacijom ta dva faktora nastaje „prerađena priroda“ kao stvorena, odnosno proizvedena dobra i usluge. Međunarodnom trgovinom vrši se razmena nedostajućih resursa, kako prirodnih tako i stvorenih. Višak prirodnih ili stvorenih resursa sa kojima raspolaže jedna zemlja razmenjuje se za nedostajuće resurse. Nedostajući resursi predstavljaju viškove prirodnih, ili stvorenih resursa drugih zemalja. Tobin (1981) strukturu materijalnog bogatstva nekog društva definiše na sledeći način: „*Materijalno bogatstvo jedne zemlje sastoji se iz njenih prirodnih resursa, zaliha dobara i neto potraživanja od ostatka sveta*“. Saglasno prezentiranom pristupu, materijalno bogatstvo jedne zemlje predstavlja kumulativnu strukturu: prirodnih resursa, radom i kapitalom stvorenih dobara i neto viška ili manjka koji nastaje međunarodnom trgovinom.

Eksterni troškovi nastaju tokom ekonomske aktivnosti. Najčešće se definišu kao eksterni društveni troškovi, a predstavljaju negativne posledice u vidu zagađenja ili degradacije životne sredine. Te troškove najčešće ne snose tržišni akteri koji

ekonomskom aktivnošću teže da maksimiziraju profit, pa sami troškovi postaju „troškovi prirode“ čiji sinonim je „eksterni društveni troškovi“. Problem obračuna eksternih troškova, posebno njihovih negativnih uticaja u sklopu razmatranja odnosa ekonomije i ekologije zahteva dodatna istraživanja i analize. Naime, već dugo se u ekonomskoj nauci i njenim odnosima sa graničnim područjima drugih nauka, u ovom slučaju ekologijom, razmatra problem negativnih eksternih uticaja koji nastaju usled čovekove ekonomske aktivnosti. Najčešće se problem negativnih eksternalija svodi na pitanje besplatnog zagađivanja životne sredine i takozvani društveni, odnosno opšti trošak. Eksterni troškovi i njihovo uključivanje kao korektivni faktor na proračun poslovnih efekata kompanija na mikro nivou, odnosno negativnih uticaja neodrživog korišćenja prirodne sredine na makro nivou, još uvek predstavljaju istraživački izazov. Marginalizacijom eksternih troškova dolazi do maksimiziranja koristi, odnosno profita za tržišne aktere čija ciljna funkcija je maksimiziranje profita. Ponting-ov (1993) empirijski slučaj eksploatacije prirodnog kapitala – fosfata sa ostrva Okean i Naurua u Polineziji tokom prve polovine XX veka je de facto potpun i jednostavan model koji precizno pokazuje problem neuključivanja negativnih eksternalija u obračun ekonomske efikasnosti.

U radu je prikazana funkcija korisnosti, zatim je objašnjen pojam društvene korisnosti koji je uveo Hotelling (1931). Društvena korisnost ili blagostanje može rasti i u slučaju kada jedna društvena grupa ima rast potrošnje dobara ili profita na teret drugih društvenih grupa koje beleže pad potrošnje tržišnih dobara kao i pogoršanje stanja životne sredine. S tim u vezi je i Paretoov princip efikasnosti koji opisuje stanje po kojem je nemoguće da neki pojedinac ili grupa poboljšaju svoj položaj, a da se istovremeno ne pogorša položaj drugog pojedinca ili druge grupe. Sagledan je efekat malih poreza na društvenu korisnost. U radu se pokazuje da će čak i mala naknada na monopolski resurs značajno umanjiti društvenu korisnost (blagostanje). Dodatno, predstavljen je primer iz istorije o eksploatacije prirodnih resursa – fosfata sa ostrva Okean i Naurua u Polineziji tokom prve polovine XX veka. Podsećajući se analize pomenutog istorijskog slučaja predstavili smo oblik funkcije bruto domaćeg proizvoda (BDP-a) koji najviše odgovara stvarnim podacima. Inače, društveno blagostanje se kvantitativno može iskazati rastom BDP-a. Iznos BDP-a predstavlja ukupnu sumu potrošnje, zadovoljenja koristi merljivih materijalnih dobara i usluga. U konstituisanju funkcije korišćeni su istorijski podaci o kretanjima veličine BDP-a u Srbiji za period od 2002. do 2011. godine. Pokazali smo da funkcija BDP-a koja najviše odgovara stvarnim podacima ima polinomijalni oblik šestog stepena što ukazuje da promenljiva BDP ima polivalentan karakter.

Rad je struktuiran na sledeći način: u glavi 2 dat je primer iz istorije o prirodnim resursima i marginalizaciji eksternih troškova; u glavi 3 objašnjen je pojam korisnosti, data je teorijska postavka funkcije korisnosti i Paretoovog principa

efikasnosti; u glavi 4 predstavljena je Hotelling-ova postavka društvene vrednosti resursa kada je funkcija tražnje linearna i prikazan je efekat malih poreza na društvenu korisnost (blagostanje); u glavi 5 prikazana je funkcija BDP-a kao mera društvenog razvoja i istaknut je njen polivalentan karakter; u glavi 6 dat je zaključak.

### **Primer iz istorije: prirodni resursi i marginalizacija eksternih troškova**

U Tihom okeanu u području Polinezije se nalaze dva manja ostrva: Okean i Naurua. Ostrva su do početka XX veka bila naseljena domorodcima, bila su obrasla šumom, a lokalno stanovništvo je živelo od ribolova i poljoprivrede. Ostrvske zajednice su imale tu nesreću što su se ispod obradive površine zemljišta nalazile velike prirodne naslage čvrstih fosfata, po strukturi mineralna nalazišta, koja su bila među najbogatijim na svetu. Velika Britanija je kolonizovala 1901. godine ostrvo Okean, a prethodne godine je Britanska kompanija *Pacific Island* sklopila ugovor sa lokalnim poglavicom o otkupu na ostrva prava eksploatacije svih rudnih rezervi po ceni od 50 funti. Ugovorena cena zakupa eksploatacije prirodnih ležišta fosfata je bila isplaćena u robama po višestruko naduvanim cenama. U narednih pet godina sa ostrva je eksploatisano godišnje po 100.000 tona fosfata. Drugo ostrvo Naura, takođe bogato nalazište fosfata bilo je pod kolonijalnom upravom Nemačke. Pomenuta Engleska kompanija je sklopila ugovor da vrši eksploataciju prirodnih nalazišta i na ostrvu pod nemačkom upravom. Početkom 1914. godine ostrvo je okupirala vojska Australije, a eksploatacija fosfata sa ovog ostrva nakon 1919. godine, prešla je u ruke kompanije *Pacific Island*, koja je od privatne postala državna kompanija pod upravom vlada Britanije, Australije i Novog Zelanda. Ruda fosfata služi za proizvodnju đubriva za potrebe poljoprivrede. Do početka dvadesetih godina prošlog veka godišnja eksploatacija rude je iznosila oko 600.000 tona. Ukratko, za period od osamdeset godina (od 1900. do 1980. godine) sa ostrava je iskopano oko 80 miliona tona fosfata, odnosno izvršena je potpuna eksploatacija nalazišta. Na eksploataciji rude su radili radnici iz Kine. Lokalno stanovništvo Banabljani, koji bi odbili da prodaju zemljište u bescenje bili su deportovani. Bespoštednom eksploatacijom nalazišta na ostrvima su uništeni obradivi deo zemljišta i šume (Ponting, 1993).

Britanska kompanija je svakako „vodila računa“ o budućnosti lokalnih stanovnika Banabljana i to tako što je vršila internalizaciju eksternalija, u obliku odvajanja po 250 funti godišnje za uplatu u fond za budućnost Banabljana. Kasnije je određeno da se uplaćuje za fond po 6 penija po toni rude koja je eksploatisana. Od eksploatacije fosfata kompanija *Pacific Island* je ostvarila profit od 20 miliona funti godišnje, a prinosi na akcije kompanije su iznosili od 40 do 50% godišnje. Posle ukidanja kolonijalizma sredinom XX veka britanska vlada je ponudila

Banabljanima oštetu za eksploataciju fosfata i za prisilni egzil sa ostrva u iznosu od 500.000 funti (Ponting, 1993)<sup>4</sup>.

Navedena ponuda predstavljala je vrednost po kojoj je Britanija i njena kompanija vrednovala, odnosno definisala cenu prirodnog resursa i štete nanete prirodi i stanovništvu, a sve u cilju ostvarivanja za sebe koristi obezbeđivanja jeftinog fosfatnog đubriva za poljoprivrednu proizvodnju u Australiji i Novom Zelandu, te uvozu jeftine hrane u Britaniju.

Saglasno napred prezentiranim podacima može se konstituisati sledeći analitički model. Za period od 80 godina izvršena je eksploatacija 80 miliona tona fosfata, odnosno 1 milion tona prosečno godišnje. Prosečan profit po toni ostvarivan je u iznosu od 20 funti, a rezultat je dobijen deljenjem godišnjeg profita sa godišnjom prosečnom proizvedenom količinom fosfata. Ukupan profit za 80 godina iskazan u nominalnim iznosima je 160 miliona funti.

Radna snaga za eksploataciju je bila iz Kine. Renta za korišćenje prirodnih resursa je plaćena u sledećim iznosima:

- Za inicijalni ugovor o pravu eksploatacije fosfata 50 funti,
- Za fond stanovništvu 6 penija po toni ili za ukupno 80 miliona tona 4,8 miliona funti,
- Vlada Britanije je ponudila oštetu lokalnom stanovništvu u iznosu od 500.000 funti.

Ukupan iznos obračunate i ponuđene naknade za korišćenje prirodnih resursa nominalno iznosi 5.380.050 funti. Ukupan nominalno iskazan profit koji je ostvaren za period od 80 godina iznosi 160 miliona funti.

Ukoliko pretpostavimo dalje da je profitna stopa iznosila prosečno 45%, koliko je iznosio prosečan prinos na akcije, dolazimo do ukupne nominalne vrednosti proizvedenih fosfata u iznosu od 355,5 miliona funti. Dakle svi troškovi eksploatacije iznosili su 195,5 miliona funti, a dobijaju se kao razlika između ukupnih prihoda od 355,5 miliona i prisvojenog profita od 160 miliona funti.

Kada se iznos naknade za korišćenje prirodnih resursa, fosfata, postavi u odnos na ukupne prihode od prodaje fosfata dobija se procenat od 1,52%. Odnosno prirodni resurs je vrednovan sa samo 1,52% strukture svih prihoda. Kada se dalje postavi odnos naknade ili „cene“ prirodnog resursa od 5,38 miliona funti prema svim troškovima eksploatacije od 195,5 miliona funti dobija se 2,75% i na kraju

---

<sup>4</sup> Navedeni podaci su preuzeti iz knjige Ponting (1993), „A New Green History of World, The Environment and the Collapse of Great Civilisations“, prevod na srpski jezik „Ekološka istorija sveta, životna sredina i propast velikih civilizacija“, Odiseja, Beograd, 2009. stranica 203-206.

poređenje naknade za korišćenje prirodnih resursa uporedi sa ostvarenim profitom dobija se 3,36%.

Saglasno napred navedenom upotreba svih kapitalnih resursa (opreme, mašina, brodova, energenata, radne snage) za eksploataciju prirodnog resursa - fosfata je nagrađena sa prinosom od 160 milina funti ili sa oko 45% prinosa na angažovani kapital. Sam prirodni resurs, odnosno prirodno dobro je vrednovano samo sa 5,38 miliona funti ili sa svega 1,51% ukupne vrednosti tržišne realizacije proizvedenih fosfata. Ovde nije suvišno potsetiti na to da bi sintetička proizvodnja fosfata bila preskupa, a profit bi bio marginalan. Dakle, osnova celokupne realizovane tržišne vrednosti fosfata za navedenih 80 godina, nalazi se u prirodnom resursu – naslagama fosfata u zemlji.

Ukoliko dalje uvedemo u analizu problem troškova saniranja negativnih posledica po prirodu koje je prouzrokovala eksploatacija fosfata, dolazi se do problema internalizacije eksternih troškova. Eksterni troškovi su naneti prirodi i lokalnom stanovništvu, a da ti troškovi nisu uključeni u cenu proizvedenih dobara. Ukoliko bi se ti troškovi sada obračunali i pretpostavimo da bi bilo neophodno investirati oko 355 milina funti za revitalizaciju navedena dva ostrva, sigurno da ni jedna od vlada zemalja koje su u prošlosti imale koristi od eksploatacije fosfata, ne bi bila spremna da prihvati te troškove. Dakle internalizacija eksternih troškova je za njih neprihvatljiva, odnosno pokazuje se kao preskupa.

Iz prezentirane pretpostavke otvara se novo pitanje, a to je problem ireverzibilnosti pretvaranja izvedenog iz prirode stvorenog materijalnog i finansijskog kapitala u prirodni kapital.

Smatramo da je neophodno podsetiti se Hotelling-ovog pravila (engl. *Hotelling's rule*) u vezi sa korišćenjem neobnovljivih prirodnih resursa kao što su rudna bogatstva, zemljište i druga prirodna dobra koja ne poseduju sposobnost samoobnavljanja. Samo pravilo, koje i danas zauzima centralno mesto u ekonomiji prirodnih resursa, zahteva, da bi eksploatacija ili ekstrakcija neobnovljivih resursa u toku vremena bila optimalna, da neto cene resursa moraju da rastu u budućnosti po istoj ili minimalnoj stopi po kojoj raste i kamatna stopa (Hotelling, 1931). Neto cena predstavlja razliku između prodajne, odnosno tržišne cene i troškova eksploatacije datog resursa. Interpretirano pravilo primenjeno, na primer, na cene građevinskog zemljišta na ekskluzivnim ekološkim lokacijama u gradovima ili u reonima posebnih prirodnih vrednosti i parkova, saglasno navedenom pravilu, bi trebala da raste godišnje po minimalnoj kamatnoj stopi od 11% kolika je i referentna prosečna kamatna stopa Narodne Banke Srbije na finansijske bezrizične plasmane banaka u Srbiji<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Kapitalizacija finansijskih sredstava od 100 € sakamatnom stopom od 12% godišnje na period od na primer 10 godina ima novčanu vrednost od 284 €, što predstavlja vremensku

Napred prezentirani empirijski istorijski primer otvara mogućnost analize iz utilitarističkog ugla posmatranja prirodnih dobara, kreiranja blagostanja na bazi eksploatacije prirodnih dobara za pojedine grupacije stanovništva i istovremeno kreiranja siromaštva i negativnih ekoloških posledica za druge grupacije stanovništva.

### **Korisnost, funkcija korisnosti i Paretoov princip**

Sadržaj pojma utilitarizam ili korisnost je kompleksan. Moguća su dva aspekta razumevanja, koja zbog poteškoća njihove sinteze, sam pojam čine delom nedovoljno operativnim za analitičko iskazivanje prirodnih vrednosti i korisnosti koje od njih nastaju. Ekonomski pristup polazi od antropocentričnog - da potrošnja dobara i usluga od strane pojedinca za njega čini sreću i korist. Dobra se dele na: tržišna (robe za potrošnju kao što su hrana, pića i drugi proizvodi i usluge) i netržišna dobra (kao što su čist vazduh, dobrotvorni rad, uživanje u prirodi). Funkcija korisnosti obuhvata tržišna i netržišna dobra, odnosno potrošnju tih dobara od strane pojedinca. Sva dobra koja se koriste u potrošnji predstavljaju potrošačku korpu pojedinca. Vrednost potrošnje tržišnih dobara se može direktno monetarno iskazati kroz proizvod količine i cene, dok se netržišna dobra posredno procenjuju i često se ne mogu monetarno iskazati. Društvena korisnost ili blagostanje može rasti i u slučaju kada jedna društvena grupa ima rast potrošnje dobara ili profita na teret drugih društvenih grupa koje beleže pad potrošnje tržišnih dobara kao i pogoršanje stanja životne sredine. S tim u vezi je i Paretoov princip efikasnosti koji opisuje stanje po kojem je nemoguće da neki pojedinac ili grupa poboljšaju svoj položaj, a da se istovremeno ne pogorša položaj drugog pojedinca ili druge grupe (Robinson, 1964). Porezi se mogu posmatrati iz dva aspekta. Standardni koncept poreza znači procentualno opterećenje (povećanje) tržišnih dobara što utiče na rast njihove cene, odnosno smanjenje tražnje za njima, to jest smanjenje potrošnje, što vodi do smanjenja individualne korisnosti. Porezi nemaju uticaj na korisnost netržišnih dobara. Nestandardni pristup vezan je za potrošnju prirodnih dobara, resursa ili za zagađenje okruženja. Ovo su naknade, dakle nešto što nije standardan porez, ali ima sličnu funkciju kao i standardan porez. Dakle, povećava cenu dobra, a time smanjuje tražnju za njim, te dovodi do manje potrošnje.

Funkcija individualne korisnosti može se iskazati u sledećem izrazu (Drašković, 2010):

$$U_s = C_s \sum_s (Z_s - c_s)_{(1)}$$

preferenciju novca. Cene prirodnih resursa, odnosno dobara, dakle, pa ni zemljišta u stvarnosti ne rastu po dinamici po kojoj rastue vrednost finansijskog kapitala.

gde je:

- $U_s$ , - funkcija individualne korisnosti
- $C_s$  - ukupna potrošnja
- $Z_s$  - potrošačka korpa tržišnih i netržišnih dobara u vremenu  $t$
- $c_s$  - potrošnja, odnosno trošak kao „proizvodnja“ zagađenog vazduha, vode, zemlje
- $s$  - pojedinac ili ekonomski agent.

Ukupna potrošnja  $C_s$  čini razliku između ukupne sume individualne potrošnje tržišnih i netržišnih dobara. Potrošačka korpa tržišnih i netržišnih dobara  $Z_s$  predstavlja užitak (dobrobit, korist) za pojedinca (tzv. pozitivna eksternalija). Potom se tako iskazana korist umanjuje za društveni trošak negativnih eksternalija,  $c_s$  koji predstavljaju zagađenje prirodne sredine i koji nastaju kao negativna funkcija procesa potrošnje dobara od strane pojedinca (Drašković, 2010).

U teoriji društvenog izbora preferencije su same po sebi od primarnog značaja. Urošević (2008) navodi da je važno u kom slučaju se preferencije mogu opisati ordinalnim funkcijama korisnosti (engl. *Utility Function*). Ordinalna funkcija korisnosti  $U$  preslikava skup svih potrošačkih korpi  $Z$  na skup svih realnih brojeva  $R$  tako da (Urošević, 2008):

$$\begin{aligned} U(\mathbf{x}) > U(\mathbf{y}) &\Leftrightarrow \mathbf{x} \succ \mathbf{y} \\ U(\mathbf{x}) = U(\mathbf{y}) &\Leftrightarrow \mathbf{x} \sim \mathbf{y} \end{aligned} \quad (2)$$

Pri čemu je pretpostavljeno da na tržištu postoji  $N$  potrošačkih dobara. Vektor  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_N) \in R^N$  označava proizvoljnu potrošačku korpu tih potrošačkih dobara.  $Z$  je uređeni skup svih mogućih potrošačkih korpi koje se mogu formirati od postojećih  $N$  potrošnih dobara. Oznaka  $\mathbf{x} \succ \mathbf{y}$  znači da neki ekonomski agent „preferira u strogom smislu  $\mathbf{x}$  u odnosu na  $\mathbf{y}$ “, dok oznaka  $\mathbf{x} \sim \mathbf{y}$  znači da je potrošač indiferentan u izboru između dve potrošačke korpe (Urošević, 2008).

Funkcija korisnosti  $U$ , dakle preslikava relaciju preferencije na skupu  $Z$  na standardno uređenje skupa realnih brojeva u kome je potrošačka korpa koja odgovara višem nivou korisnosti preferirana u odnosu na korpu čiji je nivo korisnosti niži (Urošević, 2008).

Urošević (2008) definiše Pareto optimalnu alokaciju na sledeći način:  $C$  ( $C = \{c_{ij}^*\}$ ) je matrica koja opisuje skup potrošačkih korpi svih agenata na tržištu) je Pareto optimalna alokacija ukoliko ne postoji druga alokacija  $C'$  takva da

$$\begin{aligned} U_i(c_i') &\geq U_i(c_i) \text{ za } \forall i \\ U_i(c_i') &> U_i(c_i) \text{ za neke } i \end{aligned} \quad (3)$$



U slučaju Pareto optimalne alokacije  $C$  nemoguće je naći neku drugu alokaciju potrošnih dobara takvu da svi agenti na tržištu imaju bar isti toliki nivo blagostanja kao u alokaciji  $C$ , a da bar jedan od agenata ima viši nivo korisnosti nego u  $C$  (Urošević, 2008).

### Hotelling-ov pojam društvene vrednosti resursa i uticaj malih poreza

Hotelling (1931) uvodi pojam društvene vrednosti resursa (engl. *Social Value of the Resource*), što je ustvari ukupna korisnost označena kao:

$$u(q) = \int_0^q p(q) dq \quad (4)$$

gde je  $p$  neto cena dobijena posle plaćanja troškova eksploatacije rudnika, a  $q$  je količina iskopane rude. Uvodi se pretpostavka da nema troškova proizvodnje i dodatno se pretpostavlja da je funkcija tražnje linearna.

Funkcija tražnje gde cena linerano zavisi od količine rude je sledećeg oblika:

$$p = \alpha - \beta q \quad (5)$$

gde su  $\alpha$  i  $\beta$  parametri.

Hotelling (1931) uvodi sledeće promenljive u svoj model ekonomije neobnovljivih izvora:

- $v$  – porez po jedinici vađenja rude
- $a$  – početna količina rude u rudniku
- $r$  – kamatna stopa (pretpostavka: nepromenljiva je)
- $t$  – vreme eksploatacije
- $T$  – vreme finalne eksploatacije

Potrebno je napomenuti da kada je funkcija tražnje linerna, tada je eksploatacija rude ograničena u vremenu, dok kada je funkcija tražnje eksponencijalna, tada je eksploatacija zauvek kontinualna po opadajućoj stopi. Hotelling (1931) izvodi da će vlasnik rudnika (monopolista) želeći da maksimizuje sadašnju vrednost svog profita, pri čemu će u finalnom vremenu eksploatacije ta sadašnja vrednost profita težiti nekoj konstantnoj vrednosti koja predstavlja količnik Lagranžovog množioca i kamatne stope. Takođe, Hotelling (1931) zaključuje da će monopolista imati najprofitabilniju proizvodnju ukoliko njegova funkcija tražnje ima polinomijalni oblik trećeg stepena.

Stopa neto profita posle plaćanja poreza  $v$  je:

$$y = (p - v)q = (\alpha - v)q - \beta q^2 \quad (6)$$

Količina izvađene rude kada se uključi porez vađenja rude je data sledećim izrazom (Hotelling, 1931):

$$q = \frac{(\alpha - v)}{2\beta} (1 - e^{\gamma(t-T)}) \quad (7)$$

Integraljenjem prethodne jednačine (7) po vremenu moguće je dobiti početnu količinu rude u rudniku:

$$a = \int_0^T q dt = \int_0^T \frac{(\alpha - v)}{2\beta} (1 - e^{\gamma(t-T)}) dt \quad (8)$$

Rešavanjem jednačine (8) dobijamo da početna količina rude koja je data jednačinom (9), zavisi od konačnog vremena eksploatacije, kamatne stope i poreza na vađenje rude:

$$a = \frac{(\alpha - v)}{2\beta\gamma} [T\gamma + e^{-\gamma T} - 1] \quad (9)$$

Diferenciranjem prethodne jednačine moguće je dobiti vezu između jedinične promene konačnog vremena eksploatacije i jedinične promene u porezu na vađenje rude:

$$dT = \frac{2\beta a}{(\alpha - v)^2 (1 - e^{-\gamma T})} dv \quad (10)$$

Efekat stope proizvodnje  $dq$  u vremenu  $t$  je moguće dobiti tako što će se totalni diferencijal napisati preko parcijalnih izvoda na sledeći način (Hotelling, 1931):

$$dq = \frac{\partial q}{\partial v} dv + \frac{\partial q}{\partial T} dT \quad (11)$$

Nakon nekoliko trivijalnih matematičkih koraka dobija se da je efekat stope proizvodnje  $dq$  (jedinična promena količine izvađene rude) po jediničnoj promeni poreza na vađenje rude dat je sledećom jednačinom (Hotelling, 1931):

$$dq = \frac{dv}{2\beta} \left\{ -1 + e^{\gamma(t-T)} \left[ 1 + \frac{2\beta a \gamma}{(\alpha - v)(1 - e^{-\gamma T})} \right] \right\} \quad (12)$$

Diferenciranjem jednačine (5) i umetanjem u jednačinu (12) dobija se da je veza između jedinične promene u ceni i jedinične promene u porezu na vađenje rude oblika (Hotelling, 1931):

$$dp = dv \left\{ \frac{1}{2} - e^{\gamma(t-T)} \left[ \frac{1}{2} + \frac{\beta a \gamma}{(\alpha - v)(1 - e^{-\gamma T})} \right] \right\} \quad (13)$$

Analizirajmo granične slučajeve za jednačine (12) i (13):

- Ako je  $a$  i  $T$  beskonačno veliko  $\Rightarrow dp = dv/2$  i  $dq = -dv/2b$
- Kada je  $t = T$ , cena poreza za kupca je niža za  $\beta a \gamma / (a - v)(1 - e^{-\gamma T})$  od cene ukoliko ne bi bilo taksi.
- Cena će biti toliko visoka da će vrlo malo robe biti kupljeno.

Kombinovanjem jednačina (4) i (5) dobija se da je društvena korisnost data sledećim izrazom:

$$u = \int_0^q p dq = \int_0^q (\alpha - \beta q) dq = \alpha q - \frac{\beta}{2} q^2 \quad (14)$$

Ukupna sadašnja vrednost društvene korisnosti kada je kamatna stopa jednaka jedinici ( $\gamma=1$ ) je (Hotelling, 1931):

$$U = \int_0^T u e^{-t} dt = \int_0^T \left( \alpha q - \frac{\beta}{2} q^2 \right) e^{-t} dt \quad (15)$$

Zamenjujući jednačinu (7) u (15) i rešavanjem integrala dobija se da je ukupna sadašnja vrednost društvene korisnosti data jednačinom:

$$U = \frac{(\alpha - v)}{8\beta} \left[ 4\alpha \{1 - e^{-T} - T e^{-T}\} - (\alpha - v) \{1 - 2T e^{-T} - e^{-2T}\} \right] \quad (16)$$

Iz gornje jednačine se zapaža da je ukupna vrednost društvene korisnosti funkcija finalnog vremena eksploatacije rudnika i poreza na vađenje rude, sve ostalo su konstante.

U slučaju malih poreza, Hotelling (1931) uvodi pretpostavku da je  $v = 0$ . Polazeći od jednačine (16) i uzimajući parcijalne izvode funkcije korisnosti po porezima  $v$  i konačnom vremenu eksploatacije  $T$ , dobijamo sledeće izraze:

$$\frac{\partial U}{\partial v} = -\frac{\alpha}{4\beta} (1 - e^{-T})^2 \quad (17)$$

$$\frac{\partial U}{\partial T} = \frac{\alpha^2}{4\beta} \left[ (T + 1) e^{-T} - e^{-2T} \right] \quad (18)$$

Iz jednačina (7) i (9) može se videti da u slučaju malih poreza ( $v = 0$ ) i kada je kamatna stopa jednaka jedinici ( $\gamma=1$ ), izvađena količina rude iz rudnika  $q$  i početna količina rude u rudniku  $a$  će zavisiti samo od konačnog vremena eksploatacije  $T$ . Ove dve veličine su prikazane jednačinama, respektivno:

$$q = \frac{\alpha}{2\beta} (1 - e^{-(t-T)}). \quad (19)$$

$$a = \frac{\alpha(T + e^{-T} - 1)}{2\beta}. \quad (20)$$

Polazeći od jednačine (16) i nalazeći totalni izvod funkcije ukupne korisnosti po porezu dobijamo izraz:

$$\frac{dU}{dv} = -\frac{\alpha}{4\beta} \left\{ \frac{e^T + e^{-T} - 2 - T^2}{(e^T - 1)} \right\}. \quad (21)$$

Pri čemu je u gornjoj jednačini uzet u obzir efekat malih poreza, to jest stavljeno je da je  $v = 0$ .

Dakle, iz jednačine (21) može da se vidi da je izvod  $dU/dv$  negativan, što znači da će čak i mala taksa na monopolistički resurs (rudu) umanjiti njegovu ukupnu socijalnu vrednost (društvenu korisnost) iako je funkcija tražnje linearna (Hotelling, 1931).

Ukoliko bi se pretpostavio neki konstantan porez  $v$ , tada bi bilo interesantno sagledati kako monopolista (vlasnik rudnika) bira svoju proizvodnju sa stopom  $q$ , radi maksimizovanja svog profita, u prisustvu poreza  $v$ . Ovo bi vodilo do Lagranžovog problema prilikom rešavanja modela (Hotelling, 1931).

Inače, neophodno bi bilo radi zaštite životne sredine uvesti troškove životne sredine prema principu „zagađivač plaća” (engl. *Polluter Pays Principle*) što su razvijene zemlje davno uvele. Prema ovom principu, preduzeća i drugi zagađivači trebalo bi da koriste vlastita sredstva za finansiranje troškova životne sredine. Javni rashodi za pružanje kolektivnih ekoloških usluga, kakve su na primer čista voda i prečišćavanje otpadne vode, trebalo bi da se finansiraju kroz naknade korisnika, odnosno takse u slučajevima kada se koristi ne mogu direktno povezati sa privrednim subjektima. Ovi rashodi se mogu olakšati kroz finansijska tržišta (Drašković, 1998).

### **BDP kao mera društvenog razvoja**

Mera društvenog i ekonomskog razvoja standardno se iskazuje kroz bruto domaći proizvod (BDP). U minulim decenijama i metodologije za proračun rasta ili pada BDP-a su razvijene. Nedostatak primenjenih metodologija za proračun BDP-a je u tome što ne uključuju „troškove prirode”, odnosno koji se delom pogrešno uključuju u obračun, ali kao faktor rasta BDP-a, umesto kao činilac korekcije kojom se umanjuje statistički obračunat rast BDP-a. Primer iz istorije koji je predstavljen u drugom poglavlju je slikovit i na bazi njega pokušaćemo da

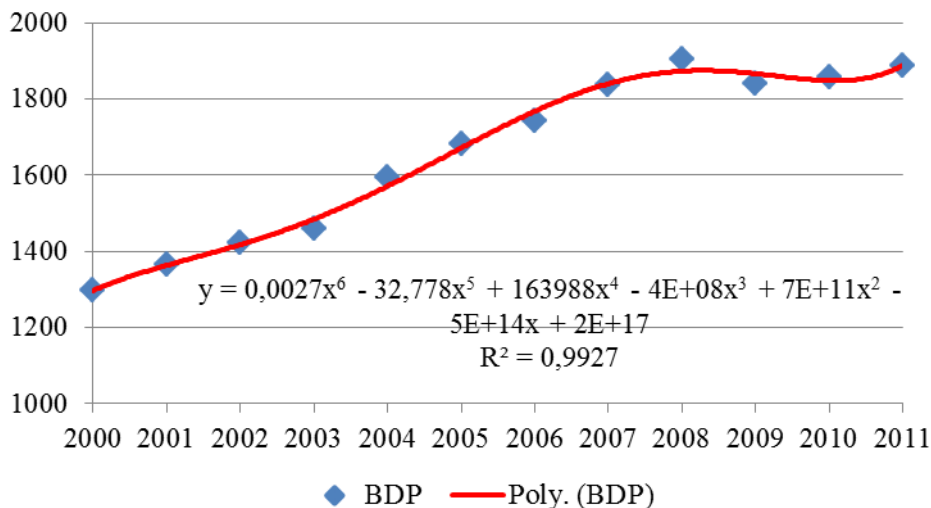
opišemo problem eksternalija i njegovog uticaja i uključivanja u proračune BDP – a.

Predstavićemo oblik funkcije BDP–a koji bi najviše odgovarao stvarnim podacima. U konstituisanju funkcije korišćeni su istorijski podaci o kretanjima veličine BDP–a u Srbiji za period od 2002. do 2011. godine. Vrednosti su iskazane u milijardama dinara. Uvedene su sledeće pretpostavke:

- nominalna vrednost iskazanog BDP–a nije realna, jer ne uključuje troškove prirode i troškove koji su neophodni za otklanjanje šteta koje se nanose prirodi i koji predstavljaju negativne eksternalije,
- prosečna vrednost rasta nominalnog BDP–a je projektovana po stopi od 3,5%.

Društveno blagostanje se kvantitativno može iskazati rastom BDP–a. Iznos BDP–a predstavlja ukupnu sumu potrošnje, zadovoljenja koristi merljivih materijalnih dobara i usluga. Vrednost BDP–a u milijardama dinara je opažena na sajtu Republičkog zavoda za statistiku Republike Srbije (<http://webrzs.stat.gov.rs/WebSite/>). Na slici 1 nacrtana je vrednost BDP od 2002. do 2011. godine plavim tačkama. Crvena linija na slici 1 predstavlja liniju trenda za koju je dobijeno da je polinom šestog stepena. To znači da promenljiva BDP ima polivalentan karakter i da prilikom njenog izračunavanja treba uračunati najmanje šest različitih faktora.

Slika 1. Stvarna vrednost BDP–au milijardamadinara (plave tačke). Crvena linija je linija trenda



Izvor: RZS i autorski proračun

U najboljem slučaju BDP (označena kao  $y$ ) bi imala polinomijalni oblik šestog stepena, pri čemu su ocenjeni koeficijenti datog polinoma dati na slici 1. Koeficijent determinacije,  $R^2$ , je prilično visok (99.2%) što znači da linija trenda dobro fituje stvarne vrednosti podataka za BDP.

Ukoliko ne postoji uticaj zagađenja, kao negativni faktor koji umanjuje korisnost, društveno blagostanje (BDP) će kontinuirano rasti u posmatranom periodu. Prosečna stopa rasta BDP-a u opaženom periodu iznosila je 3.5% na godišnjem nivou. Navedeni kontinuirani rast ne razmatra problem distribucije korisnosti unutar samog društva, po društvenim grupama koje čine njegovu strukturu

Standardna metodologija proračuna kretanja BDP-a na nivou pojedinačnih država iskazuje stanje ekonomije jedne zemlje. Proračun ima za rezultat agregatne veličine, koje se iskazuju na nivou pojedinačnih godina. Ekonomska nauka nije pronašla bolji metod. Nedostatak postojeće metodologije, proračuna i iskazivanja kretanja BDP-a sa ekološkog stanovišta je u tome što ne uključuje na valjan način ni koristi ili poklone prirode, odnosno prirodnog kapitala. Takođe u proračun se ne uključuju ni troškovi prirodi koji se iskazuju kao zagađivanje, a delom i uništavanje životne sredine. Naime, kada se radi o troškovima odnosno izdacima za otklanjanje posledica ekoloških akcidenata, ti troškovi se proračunavaju tako da se iskazuju kao podsticaj rasta BDP-a.

U budućem istraživanju moguće je otvoriti mogućnost za razvoj metodologije merenja održivog rasta. Veliki je broj definicija održivog razvoja, koje se mogu svesti na jedno od najčešćih i sa stanovišta suštine značenja sasvim prihvatljivog, a radi se o formulaciji koja je izložena u *Brundland Commission Report* (WCED, 1987), u kojoj je održiv razvoj definisan kao: “*razvoj koji zadovoljava sadašnje potrebe bez opasnosti od nemogućnosti da buduće generacije zadovolje svoje potrebe*”. To znači da postoje dva fernalna aspekta. Prvi je da sadašnje generacije ne iscrpe prirodne resurse tako što će ih potošiti u ovom vremenu, pa za buduće generacije ti resursi neće postojati. Drugi aspekt je taj da sadašnje generacije moraju voditi računa da ne zagade životnu sredinu u meri kojom će se budućim generacijama ostaviti životna sredina manjeg kvaliteta ili korisnosti od kvaliteta koji uživaju sadašnje generacije. Budući proračun bi trebalo da se bazira na pretpostavci da, troškovi prirode i troškovi otklanjanja štete koja nastaje usled ekonomske aktivnosti, treba da se saberu, a dobijeni iznos se pojavljuje kao umanjilac oficijelno iskazanog BDP-a. Dobijeni rezultat bi trebalo da pokaže održivost razvoja ili cenu koja bi trebalo da se plati da bi razvoj bio održiv.

## ZAKLJUČAK

U radu je na sveobuhvatan način prikazana funkcija korisnosti, polazeći od individualne funkcije korisnosti pa sve do ukupne društvene korisnosti

(blagostanja). Prikazan je i Paretov princip efikasnosti, zbog toga što društvena korisnost ili blagostanje može rasti i u slučaju kada jedna društvena grupa ima rast potrošnje dobara ili profita na teret drugih društvenih grupa koje beleže pad potrošnje tržišnih dobara kao i pogoršanje stanja životne sredine. Sagledan je i efekat malih poreza na društvenu korisnost. Kako porezi nemaju uticaj na korisnost netržišnih dobara, u radu se uvodi nestandardni pristup koji je vezan za potrošnju prirodnih dobara, resursa ili za zagađenje okruženja. Teorijski je izvedeno i pokazano da naknada povećava cenu dobra, a samim tim smanjuje tražnju za njim što dovodi do manje potrošnje. Konsekventno, pokazano je da će čak i mala naknada na monopolistički resurs značajno umanjiti društvenu korisnost. Glavni izazovi za ekonomiju neobnovljivih resursa, kao i za celokupnu politiku životne sredine u zemljama u tranziciji je da se uspostave adekvatni mehanizmi i institucije za finansiranje koje bi pomogle da se pristupi rešavanju prioritarnih problema životne sredine. Ovi mehanizmi i institucije trebalo bi da budu oblikovani tako da se podstiče razvoj tržišno zasnovanih mehanizama u skladu sa mehanizmom „zagađivač plaća” (Drašković, 1998), odnosno u slučaju Hotellingove postavke „monopolista plaća”. Kako se društveno blagostanje kvantitativno može iskazati rastom BDP-a, jer iznos BDP-a predstavlja ukupnu sumu potrošnje, zadovoljenja koristi merljivih materijalnih dobara i usluga, u radu je predstavljena i funkcija BDP-a koja zadovoljava realne podatke za Srbiju u periodu: 2002-2011. Pokazano je da promenljiva BDP ima polivalentan karakter tj. da funkcija BDP-a zadovoljava polinomijalni oblik šestog stepena, te da prilikom njenog izračunavanja treba uračunati najmanje šest različitih faktora.

Buduće istraživanje bi se moglo odnositi na internalizacije eksternih troškova, jer je to još uvek nerešiv problem. Eksterne troškove možemo dodatno definisati u dva aspekta. Jedan aspekt bi se mogao odnositi na besplatne troškove prirode, koji se iskazuju kao koristi za učesnike ekonomske aktivnosti koji težeći da maksimiziraju sopstvene koristi (profite) imaju interes da minimiziraju ove troškove. Dakle, učesnici imaju interes da ovi troškovi ne budu plaćeni. Drugi aspekt eksternih troškova, koje tržišni akteri vođeni svojim interesima izbegavaju, mogu da predstavljaju troškove koji nastaju kao izdaci za otklanjanje šteta nanetih prirodi. Oba aspekta eksternih troškova odnosno njihov zbir treba da predstavljaju odbitnu stavku u odnosu na realno iskazane promene u BDP-u. Primenjujući ovakav postupak može da se ispita da li je ispunjen uslov za održivi razvoj u Srbiji.

## Literatura

1. Burningham, D., Davies, J. (1995). *Green Ekonomiks*, Halley Court, Jordan Hill, Oxford.
2. Drašković, B. (1998). *Ekonomija prirodnog kapitala, vrednovanje i zaštita prirodnih resursa*, Institut ekonomskih nauka, Beograd.
3. Drašković, B. (2010). „Ogled o vrednosti prirodnih resursa-koristi, troškovi i metode“, Poglavlje u monografiji *Ekološki izazovi Srbije*, Biblioteka Ekodos, Otvoreni univerzitet Subotica, Subotica, pp. 88-89.
4. \_\_\_\_\_(2003). *Экологические аспекты оценки стоимости недвижимости*, Москва, “Интерреклама”.
5. Goodstein, E. (2003). *Ekonomika i okoliš*, prevod orginalanog naslova *Economics and the environment*, Mate, Zagreb.
6. Hussen, A. (2005). *Principles of Enviromental Economics*, Routledge, New York.
7. Hotelling, H. (1931). „The Economiks of Exhaustible Resources“, *The Journal of Political Economy*, 39: 137-175.
8. Pešić, V. R. (2008). „Ekonomska aktivnost i stanje životne sredine“, *Prilog za Strategiju održivog razvoja Srbije*, Beograd.
9. Ponting, C. (1993), *A New Green History of Word, The Environment and the Collapse of Great Civilisations*, prevod na srpski jezik *Ekološka istorija sveta, životna sredina i propast velikih civilizacija*, Odiseja, Beograd, 2009.
10. Robinson, J. (1964). *Economic Philosophy*, Harmondsworth, Middlesex: Penguin Books.
11. Tobin J. (1981), *Finansijski posrednici*, izvor The New Palgrave, Finansije, prevod zbornika radova sa engleskog na ruski jezik, Moskva 2008. godine.
12. Urošević, B. (2008). *Finansijska ekonomija*, prvo izdanje, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, Beograd.
13. WCED (World Commission on Environment and Development). (1987). *Our Common Future*. New York: Oxford University Press.
14. Republički zavod za statistiku, Republika Srbija, zvanični sajt:<http://webrzs.stat.gov.rs/WebSite/>