



UNIVERZITET U NIŠU
EKONOMSKI FAKULTET
Časopis „EKONOMSKE TEME”
Godina izlaženja 50, br. 4, 2012, str. 669-681
Adresa: Trg kralja Aleksandra Ujedinitelja 11, 18000 Niš
Tel: +381 18 528 624 Fax: +381 18 4523 268

CILJEVI I OGRANIČENJA VIŠEKRITERIJUMSKIH MODELA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Snežana Radukić*

Žarko Popović*

Jelena Stanković*

Rezime: Nakon razmatranja principijelnih problema usklađivanja ekoloških i ekonomskih ciljeva i ograničenja, ove uslove treba adekvatno uvesti u matematičke višekriterijumske modele koji se primenjuju u zaštiti životne sredine. U novije vreme, u teoriji odlučivanja intenzivno se radi na razvijanju metoda optimizacije modela sa više kriterijuma. U ovom radu razmotrićemo ovaj metod, sa aspekta svrsishodnosti njegove primene u ekološkoj problematici. Glavni akcenat u ovom radu je na ograničenjima i njihovoj međusobnoj uslovljenosti kod višekriterijumskih modela zaštite životne sredine.

Ključne reči: višekriterijumski modeli optimizacije, ekonomska ograničenja modela - minimiziranje troškova, ekološka ograničenja modela - minimiziranje zagađenja, zaštita životne sredine

1. Uvod

Svaka društvena zajednica kao primarni cilj svog napretka i razvoja, a što je praćeno odgovarajućim institucionalnim ponašanjem i odlukama, ima očuvanje i povećanje dobrobiti čoveka, kao pojedinca, i blagostanja samog društva, odnosno očuvanje i unapređenje realnog kvaliteta života i povećanje ukupnog blagostanja. U tom smislu, dalji razvoj i unapređenje delovanja na pojedince ekonomskog sistema, socijalno-zdravstvenog sistema, obrazovnog sistema i drugih sistema, kao podsistema, u krajnjem slučaju podređen je razvoju i unapređenju glavnog društvenog sistema. To je osnovni i prioritetni cilj svake društvene zajednice.

* Univerzitet u Nišu, Ekonomski fakultet,
snezana.radukic@eknfak.ni.ac.rs, zarko.popovic@eknfak.ni.ac.rs, jelena.stankovic@eknfak.ni.ac.rs
UDK 519.863:502/504

Primljeno: 29. 06. 2012. Prihvaćeno: 15.10.2012.

Rad je rezultat istraživanja u okviru projekata br. 44007 i 174013, finansiranih od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

U prvoj polovini prošlog veka vladalo je opšte mišljenje da se kvalitet života po svojoj suštini može izjednačiti sa materijalnim životnim standardom stanovnika jedne države, a društveno blagostanje sa ukupnim nacionalnim dohotkom te države, odnosno sa nacionalnim bruto-proizvodom, tj. sa stepenom raspoloživosti, odnosno dostupnosti, materijalnih i drugih dobara. Na osnovu takvog mišljenja u drugoj polovini prošlog veka dolazi do promene shvatanja prema kome izrazito veliki značaj i potpuni prioritet imaju ekonomski ciljevi, posebno ciljevi u kojima se forsira privredni rast i povećanje materijalne proizvodnje, u odnosu na sve druge društvene ciljeve koji u tom periodu ostaju u drugom planu.

Međutim, za razliku od prethodnih perioda u novije vreme preovladava i sve više zauzima prioritetno mesto mišljenje da je životni standard preuzak cilj koji se ne može smatrati opštim i jedinim ciljem razvoja i rasta posmatrane društvene zajednice, kao i da nacionalni dohodak, odnosno nacionalni bruto-proizvod zemlje, ne može biti siguran i pouzdan reper ukupnog blagostanja posmatranog društva. Na promenu mišljenja, koje smo pomenuli, uticao je veliki broj faktora od kojih najveći uticaj su imali ekološki problemi životne sredine do kojih je došlo zbog stalnog privrednog rasta posmatrane društvene zajednice. Privredni rast ima takve razmere da preovladava mišljenje da je on nekontrolisan. Nekontrolisan privredni rast ustvari predstavlja „slepi progres“ društvene zajednice.

Takođe, nakon svih dešavanja i iscrpnih debata došlo se do formiranja stava da kvalitet života i društveni standard, odnosno društveno blagostanje, pored svakako važnih i izraženih materijalnih komponenti sadrži i bitne i ne manje važne nematerijalne komponente koje su neizostavne za ukupnu dobrobit čoveka i društva. Tu se, pre svega, misli na zdravlje i socijalnu sigurnost, kvalitet životne sredine, obrazovanje, zadovoljstvo u radu i drugo. Jedan od glavnih zaključaka do kojeg je došao Rimski klub, koji se ovom problematikom bavio na bazi modeliranja ekoloških problema, bio je da pokaže da postoji divergentni i nesrazmeran razvoj materijalne i ekološke komponente društvenog blagostanja, kao posledica stalnog i kontinuiranog privrednog rasta.

Predmet istraživanja u ovom radu predstavlja mogućnost izbora adekvatnog modela optimizacije ekonomskih i ekoloških ciljeva da bi se istovremeno ostvario privredni rast uz unapređenje kvaliteta životne sredine. Iskustava u vođenju politike zaštite životne sredine u razvijenim zemljama su polazala da se pri njihovom definisanju i implementaciji uvažava princip ekonomske efikasnosti, odnosno maksimiziranje društvenog blagostanja uz minimiziranje ulaganja raspoloživih resursa u društvu. Zbog toga, kao ograničenja u izabranom modelu treba razmatrati minimiziranje troškova i minimiziranje zagađenja životne sredine.

Osnovna naučna hipoteza koju će autori u radu nastojati da potvrde je mogućnost ostvarivanja oba pomenuta cilja za koja se nekada smatralo da su međusobno konfliktna uz uvažavanje ograničavajućih faktora. Metodološki,

mogućnost ostvarivanja ciljeva se može analizirati korišćenjem različitih metoda i modela. Na osnovu pozitivnih i negativnih karakteristika raspoloživih metoda izabraće se jedan koji je najprikladniji za određivanje optimalnog odnosa ekonomskih i ekoloških ciljeva. U tom cilju kao najpogodniji pokazali su se višekriterijumski modeli linearnog programiranja

2. Strukturne osobine ekonomskih ograničenja

Ekonomska teorija se slaže u tome da je primena ekonomskog principa osnovni uslov za maksimiranje materijalnog blagostanja, ostvarivanje što većeg rezultata sa datim ulaganjima (1. verzija ekonomskog principa), odnosno ostvarivanje planiranog rezultata sa što manjim ulaganjima (2. verzija ekonomskog principa), odnosno da je maksimiranje materijalnog blagostanja pri datom obimu društvenih potreba istovetno sa minimiziranjem ulaganja raspoloživih resursa u celokupnom društvenom sistemu (Costanza, 1991). Zbog toga se glavni ekonomski cilj maksimiranja materijalnog blagostanja u matematičkom modelu sa ekološkom problematikom može zameniti ciljem minimiziranja ulaganja raspoloživih resursa, odnosno ciljem minimiziranja ukupnih troškova u privredi (Colby, 1991). Pošto se monetarne veličine mogu porediti, u ovom slučaju troškovi predstavljaju idealno merilo.

Jedan strukturni problem vezan za korišćenje troškova kao ciljnog ograničenja, a koji se javlja u svakoj ekonomsko-ekološkoj analizi, jeste problem eksternih efekata proizvodnih procesa (externalities), odnosno problem dodatnih „društvenih troškova“ (social costs). Kratko rečeno, „društveni troškovi“ jesu svi oni troškovi koje ne snosi onaj koji ih je prouzrokovao svojim aktivnostima (Coase, 1960). U ovu kategoriju spadaju, na primer, troškovi prečišćavanja zagađene vode koja potiče iz nekog proizvodnog subjekta koji je lociran na gornjem toku reke. U ekonomskoj teoriji zastupa se stav da takvi „društveni troškovi“, ustvari, predstavljaju (eksterni) deo troškova onih aktivnosti koje su ih prouzrokovale i da se, prema tome, moraju uračunati u ukupne troškove ovih aktivnosti. Iz ovog stava sledi i primena principa „polluter pays“.

„Društveni troškovi“ koji se, po pravilu, javljaju kao troškovi oštećenja i troškovi sanacije štete, teško se mogu utvrditi, dok je njihova podela na pojedine emitente i procese u većini slučajeva nemoguća (Anthoff, Tol and Yohe, 2009). Zbog toga se često primenjuje postupak „indirektne procene društvenih troškova“ (Fujiwara and Campbell, 2011), po kome se umesto troškova oštećenja i troškova sanacije štete (damage costs) procenjuju troškovi potrebnih prohibitivnih mera (avoidance costs). Ekonomska istraživanja su pokazala da se troškovi prohibitivnih mera otprilike kreću na istom nivou kao i troškovi oštećenja i troškovi sanacije štete, a njihova procena ne pravi neke veće poteškoće.

Pored praktičnih razloga, za upotrebu troškova prohibitivnih mera postoje i principijelni razlozi, pogotovo kada se radi o modelima za optimizaciju energetske

ili privredne efikasnosti. Naime, cilj dugoročne strukturne politike u oblasti zaštite životne sredine mora prvenstveno biti realizacija efikasnih zaštitnih mera, a ne postavljanje sistema kompenzacije oštećenja pomoću utvrđivanja troškova oštećenja i njihove „pravedne“ podele na uzročnike.

Na osnovu iznetih argumenata može se doći do zaključka da cilj minimalnih troškova mora obuhvatiti i „društvene troškove“, ali u indirektnom obliku troškova prohibitivnih mera. Naravno, takav koncept ekonomskog cilja određuje i spektar mera koje se mogu uvesti u model zaštite životne sredine, u smislu logičnog jedinstva između ciljeva, ograničenja i mera. S druge strane, ovaj koncept omogućava da se za svaki dati nivo ekoloških ciljeva odredi najpovoljnija kombinacija prohibitivnih mera, odnosno kombinacija mera sa minimalnim ukupnim troškovima (uključujući i „društvene troškove“ prohibitivnih mera). Ne treba posebno obrazlagati, da takva koncepcija cilja minimalnih troškova najbolje doprinosi i ostvarivanju ekoloških ciljeva, naime, efikasnoj zaštiti životne sredine od zagađenja. Prema Gylfasonu, „društveni troškovi proizvodnje ne sačinjavaju jednostavno sumu individualnih troškova proizvodnje. Društveni troškovi proizvodnje sadrže elemente o kojima emiter zagađenja ne vodi računa pri donošenju odluke o proizvodnoj aktivnosti. Ti troškovi uključuju takođe učinak proizvodne aktivnosti na kvalitetu života – npr. život u gradovima, različite vrste zagađenja vazduha, zemlje, vode...“ (Gylfason, 2001).

Kao što se vidi, pojam „društvenih troškova“ predstavlja određenu modifikaciju mezoekonomskog pojma troškova (Pearce and Atkinson, 1993) u tom smislu da društvo, kao celina, mora voditi računa i o nekim efektima proizvodnje koji se javljaju mimo obračuna troškova u proizvodnim subjektima i mimo robno-novčanih tokova u privrednom sistemu, a koji bitno mogu uticati na ukupnu dobrobit društva. Osnovna problematika individualnih i društvenih troškova leži upravo u tome da efikasnost i optimalnost podsistema (u odnosu na njegove ciljeve, ograničenja i namere) nikako ne može osigurati društvenu efikasnost i ekonomsku optimalnost privrede kao celine. Naprotiv, racionalno usmeravanje podsistema na princip maksimalne dobiti dovešće do gubitka takvih društvenih ciljeva i vrednosti koje su veoma važne za makrosistem i koje predstavljaju osnovu individualnog blagostanja i opstanka. Zbog svega napred navedenog, u ovom radu primenjuje se koncept minimalnih društvenih troškova prohibitivnih mera.

3. Strukturne osobine ekoloških ograničenja

U današnjim uslovima velike zagađenosti životne sredine, glavni ekološki cilj maksimalnog kvaliteta životne sredine se može formulisati i kao cilj minimalne zagađenosti okoline, odnosno kao cilj minimalnih emisija. Takva preformulacija glavnog ekološkog cilja predstavlja, ustvari, određeno pojednostavljenje celokupne problematike kvaliteta životne sredine, koja, između ostalog, obuhvata i određene estetske i sociološke aspekte čovekovog bitisanja. Za razliku od ekonomskog

Ciljevi i ograničenja višekriterijskih modela zaštite životne sredine

ograničenja minimalnih troškova, za ekološko ograničenje minimalnih emisija ne postoji neko univerzalno merilo slično troškovima. Emisije sumpor dioksida i emisije ugljen monoksida se ne mogu sabrati, a isto tako i zagrevanje reke se ne može meriti u jedinicama zagađenog vazduha. Zbog toga, za svaku vrstu štetnih emisija i za svaki životni medijum moraju se postaviti posebni ciljni kriterijumi u vidu odgovarajućeg ograničenja, što je i učinjeno u obliku emisionih standarda za mnoge vrste štetnih materija, kao i za otpadnu toplotu i to odvojeno za vazduh i vodu.

Principijelna neuporedivost pojedinih vrsta emisija, međutim, nije bila prepreka raznim pokušajima vrednovanja različitih emisija i njihovog uticaja na čoveka, floru i faunu, materijalna dobra itd. U oblasti energetike javljale su se kvantitativne procene „ekološke podobnosti“, odnosno „stepena zagađivanja“ pojedinih nosilaca energije, zasnovane na manje-više komplikovanim postupcima ponderisanja specifičnih emisija raznih štetnih materija i njihovog uticaja na pojedine komponente ekosistema.

Najzad, mogućnost poređenja monetarnih veličina dovela je i do pokušaja da se monetarne jedinice upotrebljavaju i za vrednovanje ekoloških ciljeva, pre svega preko troškova oštećenja u tzv. „cost-benefit“ analizama. Međutim, iza prividne prednosti zajedničkog merila za ekonomska i ekološka ograničenja u suštini se krije pokušaj „ekonomizacije“ ekoloških ograničenja, odnosno pokušaj monetarnog vrednovanja neekonomskih komponenata čovekove dobrobiti, sa sistemskim potcenjivanjem ovih komponenata. Upotreba monetarnog merila, u svakom slučaju, još manje odgovara potrebi vrednovanja ekoloških ograničenja, nego upotreba drugih pondera. Međutim, i takvo ponderisanje predstavlja veoma složeni zadatak sa prilično nesigurnim rezultatima.

4. Optimizacija ekonomskih i ekoloških ograničenja

Funkcije ograničenja u višekriterijskom modelu zaštite životne sredine najlakše se mogu prikazati na primeru modela linearnog programiranja sa dva ograničenja. Najčešće se kao ekonomsko ograničenje uzimaju minimalni troškovi, a kao ekološko ograničenje minimalne emisije štetnih materija. Skup svih efikasnih rešenja predstavlja kompletno rešenje posmatranog problema (Zimmermann 1976, 455). Iz kompletnog rešenja se, pomoću dodatnih kriterijuma, određuje optimalno rešenje, odnosno optimalni kompromis. Zavisno od primenjenog postupka, Martić i Zimmermann razlikuju sledeće osnovne metode za određivanje optimalnog kompromisa, odnosno sledeće grupe višekriterijskih linearnih modela zaštite životne sredine (Martić 1977, Zimmermann 1976): modele sa vrednovanjem (ponderisanjem) ograničenja, modele ciljnog programiranja (goal programming) i interaktivne metode traženja optimalnog kompromisa.

Metode treće grupe bile su razvijene za sve one situacije u kojima donosilac odluka svoje preferencije ne može formulisati unapred, nego tek na osnovu dodatnih informacija o mogućim alternativnim posledicama (Martić, 1977).

Modele druge grupe, Zimmermann opisuje kao višekriterijumske modele kod kojih se optimalno kompromisno rešenje određuje na taj način, da se minimizira odstojanje od idealnog rešenja (Zimmermann 1976, 456-457). Idealno rešenje predstavlja ono rešenje na čijem nivou bi svi ciljevi postigli svoj optimum.

Na prvi pogled lako se može steći utisak da modeli ciljnog programiranja omogućavaju „čisto matematičko“ određivanje jedinstvenog optimalnog kompromisa, bez potrebe za nekim dodatnim sistemima vrednovanja. Međutim, Zimmermann ukazuje na činjenicu da upotreba parametra „odstojanje“, kao kriterijuma optimalnosti, upravo implicira egzistenciju odgovarajućeg sistema preferencija (Zimmermann 1976, 457).

Kod modela prve grupe, sve preferencije eksplicitno se uvode u višekriterijumski model. Određivanje optimalnog kompromisa se može vršiti na taj način,

- da se svi ciljevi i ograničenja podele na „glavni cilj“ i „sporedne ciljeve“, s tim da ciljna funkcija sadrži samo glavni cilj, dok se sporedni ciljevi formulišu kao „ciljna ograničenja“ (Zimmermann 1976, 456, Hax 1974, 32) ili
- da se formuliše složena funkcija ponderisanih ciljeva opšteg oblika:

$$\sum_{i=1}^n p_i \cdot a_i(x),$$

gde je $0 \leq p_i \leq 1$, $\sum_{i=1}^n p_i = 1$, $a_i(x)$ je funkcija i -tog cilja, odnosno ograničenja, dok je p_i relativan značaj (ponder) tog cilja, odnosno ograničenja (Martić 1977, Fandel 1972, 32-33).

Svi navedeni višekriterijumski modeli mogu se u principu primeniti i na ekološko-ekonomsku problematiku, tj. mogu predstavljati višekriterijumske modele zaštite životne sredine, pri čemu izbor najpodobnijeg postupka u svakom konkretnom slučaju zavisi od niza subjektivnih i objektivnih faktora (Munda, Nijkamp and P. Rietveld, 1994). Na primer, uspešna primena interaktivnih metoda za traženje optimalnog kompromisa obično pretpostavlja takve situacije odlučivanja u kojima se kao partner za dijalog javlja samo jedan kompetentan nosilac odluka. U oblasti zaštite životne sredine takva situacija retko postoji, zato što su kompetencije obično podeljene na niz nadležnih institucija na različitim nivoima odlučivanja (Mastrandre, 2009).

U odnosu na primenu ostalih modela na ekološko-ekonomsku problematiku, u stručnoj literaturi preovladava mišljenje (subjektivan faktor) da modeli sa vrednovanjem ciljeva najbolje izražavaju realni problem vrednovanja pojedinih komponenata društvenog blagostanja i da na taj način omogućavaju kritičko preispitivanje sistema društvenih vrednosti i preferencija.

Kod modela u kojima se vrši kvantitativno vrednovanje ciljeva, formiranje složene funkcije ponderisanih ciljeva iz praktičnih razloga nije preporučljivo kada se radi o više od dva cilja (Martić 1977). U dosadašnjoj, formalnoj analizi, problem optimizacije ekonomskih i ekoloških ciljeva bio je prikazan kao problem određivanja optimalnog kompromisa između dva cilja, naime, između ciljeva materijalnog blagostanja (odnosno minimalnih troškova), s jedne, i kvaliteta životne sredine (odnosno minimalnih emisija), s druge strane. U realnosti je, međutim, ovaj problem mnogo složeniji, iz razloga što se emisije štetnih materija ne mogu sabrati na isti način kao troškovi, odnosno iz razloga što „kvalitet životne sredine“ predstavlja skup međusobno nekompatibilnih ekoloških ciljeva.

5. Uvođenje ekoloških ograničenja u model

Kao što je ranije rečeno, formiranje složene funkcije ponderisanih ekonomskih i ekoloških ciljeva i ograničenja predstavljao bi izuzetno težak zadatak, pre svega zbog međusobne nekompatibilnosti pojedinih ekoloških ciljeva. S druge strane, ekološki ciljevi su u procesu političkog odlučivanja već utvrđeni na nivou optimalnog kompromisa između materijalnog blagostanja i kvaliteta životne sredine, a formulisani su kao granične vrednosti dopuštenih emisija štetnih materija. To nameće zaključak da za ekološko-ekonomsku optimizaciju u strukturnim modelima energetskog i ekonomskog razvoja najviše odgovara uvođenje ekoloških ciljeva preko ciljnih ograničenja, s tim da ciljna funkcija sadrži samo ekonomski cilj minimalnih ukupnih troškova. Tretman ekoloških ciljeva kao ograničenja omogućava neposredno uvođenje graničnih vrednosti dopuštenih emisija štetnih materija u model i prema tome potpuno odgovara strukturi realnog sistema.

Uvođenje ekoloških ciljeva preko ciljnih ograničenja pretpostavlja klasifikaciju svih ciljeva na: (1) „glavni cilj“ minimalnih troškova predstavljen ciljnom funkcijom i (2) „sporedne ciljeve“ maksimalno dopuštenih emisija predstavljene ograničenjima. Ova podela na „glavni cilj“ i „sporedne ciljeve“, međutim, nema suštinski već samo formalni karakter, iz razloga što se ne može reći da je za određivanje optimalnog rešenja ciljna funkcija „važnija“ od ograničenja ili obratno. U svakom višekriterijumskom linearnom modelu zaštite životne sredine, ciljna funkcija i sistem ograničenja čine jedinstvo jednako potrebnih uslova za pronalaženje optimalnog rešenja za taj model.

Prema tome, podela ciljeva na „glavni cilj“ i „sporedne ciljeve“ predstavlja samo određeni tehnički postupak višekriterijumskog programiranja, dok je relativan značaj pojedinih ciljeva određen preko nivoa ciljnih ograničenja. Naime, podizanje nivoa ciljnih ograničenja povećava relativni značaj ovih ciljeva u odnosu na cilj sadržan u ciljnoj funkciji, dok sniženje nivoa ciljnih ograničenja povećava relativan značaj cilja ciljne funkcije u odnosu na ciljeve sadržane u ograničenjima (Hax 1974, 33).

Određivanjem konkretnih nivoa ekoloških ciljeva, dakle, određen je i relativan značaj pojedinih ekoloških ciljeva u odnosu na ekonomski cilj. To se slaže sa iznetim stavom da je kod određivanja emisionih standarda štetnih materija u procesu političkog odlučivanja već došlo do kompromisa između ciljeva materijalnog blagostanja i kvaliteta životne sredine. Sistem konkretnih emisionih standarda predstavlja, prema tome, zajedno sa ciljnom funkcijom minimalnih troškova, ponderisani sistem ekonomskih i ekoloških ciljeva. Vrednovanje ciljeva je prethodno obavljeno u procesu političkog odlučivanja, na osnovu društvenih preferencija.

Pretvaranjem ekoloških ciljeva u ograničenja, matematički postupak višekriterijumskog modeliranja metodom linearnog programiranja se svodi na „klasični“ zadatak linearnog programiranja s jednom ciljnom varijablom. Rešenje tog zadatka jeste, po pravilu, efikasno rešenje, a optimalno je u onoj meri u kojoj ponderisani sistem ekoloških i ekonomskih ciljeva odgovara stvarnim društvenim preferencijama.

U principu se može poći od pretpostavke, da su dozvoljeni emisioni standardi prema danas raspoloživom znanju utvrđeni na nivou optimalnog kompromisa između društvenih ciljeva materijalnog blagostanja i kvaliteta životne sredine. Matematička analiza može dati dragocene informacije kod preispitivanja sistema ciljeva, jer alternativni nivoi ekoloških ciljeva utiču na ostvarenje ekonomskog cilja (opportunity costs), što dakle povećava kvalitet procesa političkog odlučivanja.

6. Uvođenje ekonomskih ograničenja u model

Kao što je već rečeno, u višekriterijumskim modelima za ekonomsko-ekološku optimizaciju energetske ili privredne strukture kao ključni kriterijum ciljne funkcije uvodi se, kao najsvrsishodnije, minimiziranje ukupnih troškova u društvenom sistemu. Ciljni kriterijum minimalnih troškova može obezbediti izbor takve strukturne varijante koja u granicama datih ograničenja osigurava maksimalno moguće materijalno blagostanje, ukoliko su u celokupnom privrednom i društvenom sistemu ispunjeni i drugi nužni uslovi iz oblasti ekonomske politike. To su, na primer, uslovi optimalne raspodele nacionalnog dohotka na akumulaciju i potrošnju, kao i na pojedine vidove potrošnje (na ličnu, opštu i zajedničku potrošnju), uslovi uravnoteženog razvoja privrednih grana i regiona, uravnoteženog razvoja spoljnotrgovinskih odnosa, efikasnog tržišnog mehanizma za određivanje cena i sl. Kako troškovi predstavljaju proizvod utrošenih količina proizvodnih faktora i njihovih cena, karakteristike sistema cena imaju odlučujući uticaj na realnost troškova, a samim tim i na mogućnost upotrebe ukupnih troškova kao kriterijuma društvene optimalnosti. U sistemima tržišne privrede javljaju se specifični problemi deformacije tržišnog mehanizma (na primer, eksterni efekti proizvodnih procesa i „društveni troškovi“, monopoli i oligopoli, karteli i sl.) kao i

problemi odgovarajućih korekcija. U sistemu ekonomskih ciljeva ovi uslovi, ustvari, predstavljaju mere za postizanje glavnog ekonomskog cilja – maksimalnog materijalnog blagostanja, odnosno ekonomske podciljeve koji stoje pored cilja minimalnih troškova. Neki od ovih „dodatnih“ ekonomskih ciljeva se preko odgovarajućih ciljnih ograničenja mogu uvesti u model, kao, na primer, preko ograničenja raspoloživih sredstava za investicije, ograničenja raspoloživih deviznih sredstava, ograničenja uvezenih količina energije i sl. R. M. Solow je u svom modelu za optimizaciju energetske strukture već predvideo mogućnost za uvođenje takvih ciljnih ograničenja. Ustvari, R. M. Solow je predvideo i alternativne mogućnosti formulacije ciljnog kriterijuma ciljne funkcije (kriterijum minimalnih investicija, kriterijum minimalne potrebe deviznih sredstava), s tim da kod svake od ovih alternativa ostali ekonomski ciljevi u model ulaze kao ograničenja. Ako se, na primer, za ciljnu funkciju izabere kriterijum minimalnih troškova, ciljevi investicione i spoljnotrgovinske politike u model ulaze u obliku ograničenja raspoloživih investicionih i deviznih sredstava (Solow, 2008). Na isti način, preko odgovarajućih ograničenja, u model se mogu uvesti i drugi, na primer, društveni ciljevi.

7. Mere unapređenja i specifična ograničenja u modelu

Kako veliki broj faktora utiče na životnu sredinu, svi ostali ciljevi koje shodno tome treba da budu optimizirani u višekriterijumskim modelima zaštite životne sredine uvode se u model kao odgovarajuća ciljna ograničenja. U smislu logičnog jedinstva ciljeva, ograničenja i mera, usvojena koncepcija ekonomskih i ekoloških ciljeva određuje i dijapazon mera koje se mogu uvesti u model. Ekonomski cilj minimalnih troškova počiva na konceptu troškova prohibitivnih mera, a ekološki ciljevi formulisani su kao maksimalno dopuštene emisije štetnih materija. Iz toga sledi da u model prvenstveno ulaze prohibitivne mere koje na neki način utiču na smanjivanje ukupnih emisija.

Mere za smanjenje specifičnih emisija štetnih materija posmatranih proizvodnih procesa predstavljaju najvažniju grupu prohibitivnih mera, pa prema tome i najvažniju grupu mera u modelu (Tietenberg and Lewis, 2000). Mere za supstituciju goriva i energetskih sistema ne moraju se eksplicitno uvesti u višekriterijumski model, iz razloga što su supstitucione mogućnosti već ugrađene u strukturu modela. Naime, mogućnost optimizacije je u modelu vezana za postojanje supstitucionih mogućnosti.

Primena principa „polluter pays“ predstavlja aktivnu kompenzaciju meru koja kao ekonomsko ograničenje deluje u pravcu smanjivanja emisija štetnih materija. Ova mera se u višekriterijumskom modelu može uzeti u obzir kroz odgovarajuće povećanje specifičnih troškova.

Kvantitativna i kvalitativna, prostorna i vremenska ograničenja predstavljaju prohibitivne mere sa neposrednim delovanjem na ukupnu zagađenost životne sredine. Kvalitativna ograničenja u obliku emisionih standarda u višekriterijumski model se

preuzimaju preko odgovarajućih koeficijenata specifičnih emisija (npr. emisioni standardi za automobile), dok se sva ostala ograničenja uvode u model tek ukoliko se mogu formulirati na takav način koji odgovara strukturi modela (Newbold and Daigneault, 2009). Vremenska ograničenja, na primer, treba po mogućnosti pretvoriti u kvantitativna ograničenja. Prostorna ograničenja koja se odnose na ceo posmatrani region, neposredno se mogu preuzeti u model (na primer, ograničenje ili zabrana za upotrebu mazuta u određenoj gradskoj sredini sa izrazito visokim nivoom zagađenja).

Zbog ekoloških ciljeva svaki višekriterijumski model za ekonomsko-ekološku optimizaciju energetske strukture mora da sadrži i dimenziju prostora u obliku prostorne podele nacionalnih proizvodnih kapaciteta na celokupnoj teritoriji posmatranog regiona (Hope, 2008). Regionalni karakter zagađenja životne sredine, kao i potreba zaštite od zagađivanja nalažu da se u modelu:

- odrede ciljna ograničenja maksimalno dopuštenih emisija štetnih materija za svaki region posebno i da se, s druge strane,
- izvrši prostorna identifikacija svih proizvodnih procesa koji zagađuju životnu sredinu, tj. svih izvora zagađivanja životne sredine.

Smatra se da najprikladnija prostorna podela ukupne teritorije nacionalne privrede, sa aspekta zagađivanja i zaštite životne sredine, jeste podela na gradske i seoske regione. S teritorijalnim regionima se u modelu moraju identifikovati svi procesi koji zagađuju životnu sredinu. Na taj način se za svaki region obezbeđuje veza između emisionih procesa, s jedne, i ciljnih ograničenja, s druge strane.

Kod stacionarnih procesa prostorna identifikacija ne predstavlja nikakav problem. Nasuprot tome, kod pokretnih zagađivača problem prostorne identifikacije mnogo je teži, iz razloga što mesto napajanja često nije identično sa mestom potrošnje goriva i emitovanja štetnih materija. To posebno važi za brodski, železnički i vazdušni, a u određenoj meri i za drumski transport. Zbog toga se u model uvode faktori koji pokazuju koji se deo goriva, koji se napaja u određenom regionu, utroši na teritoriji tog regiona. Na taj način se za svaki region dobija veza između napajanih i utrošenih količina goriva u pokretnim energetske procesima.

Zahvaljujući podeli celokupne teritorije nacionalne privrede na gradske i seoske regione, rešenje optimalne energetske strukture uključuje i optimalan raspored energetske i emisionih procesa na pojedine regije. Međutim, ovo rešenje ne može pružiti odgovor na pitanje optimalnog rasporeda energetske i emisionih procesa unutar svakog regiona ponaosob, zato što je svaki region u modelu predstavljen samo punktualno. To znači, da su u modelu svi energetske i emisioni procesi koncentrisani u jednoj tački, koja istovremeno predstavlja i centralno mesto kod optimizacije međuregijskog transporta energije.

Optimizacija energetske i emisione strukture unutar jednog regiona može se vršiti samo pomoću modela sa intraregionalnom podelom prostora i regiona, kao što je to npr. model za određivanje optimalnog snabdevanja gradova energijom (Loucks, D et al., 2005), pod uslovom da se u taj model na adekvatan način uključe

Ciljevi i ograničenja višekriterijumskih modela zaštite životne sredine

i ekološki parametri. U takvom višekriterijumskom modelu mogu se uzeti u obzir i one mere koje ne mogu ući u interregionalne modele, kao npr. prostorni premeštaj emitenata štetnih materija unutar regije, uređivanje zelenih pojasa i sl.

Polazeći od navedenog modela, postavljen je višekriterijumski model za ekonomsko-ekološku optimizaciju energetske strukture. To znači da se pomoću rezultata ovog modela može pristupiti daljoj optimizaciji energetske strukture unutar pojedinih regiona, ali da se isto tako i sa parcijalnim optimalnim rešenjima pojedinih regiona može ući u veliki „nacionalni“ model. Verovatno će biti korisno da se za iznalaženje optimalnog rešenja iterativno koriste obe mogućnosti, s tim što optimum celokupnog sistema (nacionalne privrede) uvek mora imati prioritet u odnosu na optimum parcijalnih sistema i podsistema (pojedinih regiona).

8. Zaključak

Bez obzira na stalan i konstantan privredni rast i stalno povećanje privrednih i društvenih resursa i njihove sveukupne raspoloživosti, stalan i glavni sukob i konflikt između materijalnog životnog standarda i kvaliteta životne sredine se može rešiti i bez smanjenja materijalnog blagostanja stanovnika, u apsolutnom smislu. Takođe, s druge strane, u stručnoj literaturi prevladava mišljenje da ulaganje u razvoj i uvođenje dobara u proizvodne procese koja služe za zaštitu životne sredine (npr. postavljanje uređaja za prečišćavanje vode ili vazduha) povećava ukupno društveno blagostanje, jer nakon toga takve proizvodne delatnosti povećavaju ukupni nacionalni bruto-dohodak, odnosno društveni bruto-proizvod. Ovakva razmatranja i mišljenja predstavljaju samo još jedan dokaz o nedostacima razmatranih indikatora i repera društvenog blagostanja.

U svakom društvu kompromis između ekonomskih i ekoloških ciljeva predstavlja najprihvatljivije rešenje u sukobima i konfliktima između konkurentnih ciljeva u sistemu društvenih ciljeva. Iako se može ostvariti veliki broj različitih kompromisa, optimalan je onaj kompromis čija realizacija u najvećoj meri doprinosi ostvarivanju glavnog društvenog cilja, tj. ostvarenju najvišeg nivoa društvenog blagostanja. Prema tome, mogućnost realizacije i postizanja optimalnog kompromisa između konkurentnih ciljeva prevashodno zavisi od dostupnosti kriterijuma za upoređivanje nekih drugih alternativnih kompromisa, odnosno od mogućnosti merenja doprinosa svakog pojedinačnog cilja i stepena njihovog doprinosa ukupnom društvenom blagostanju.

Kompromisi mogu da budu različiti. Neki kompromisi jesu efikasni kompromisi ciljeva. U teoriji višekriterijumske analize, efikasni kompromisi između konkurentnih ciljeva se označavaju kao „efikasna rešenja“ (videti npr. Zimmermann 1976, 455; Hax 1974, 32.); oni su optimalni u smislu Pareta (Popović, Ž., Vasić, S. 2003, 388-395), zato što se stepen realizacije jednog cilja više ne može povećati bez istovremenog gubitka u realizaciji drugog cilja. Nasuprot tome oni drugi, neefikasni kompromisi, su suboptimalni u smislu Pareta: kvalitet materijalnog standarda se može povećati bez smanjivanja kvaliteta životne

sredine, a kvalitet životne sredine se može povećati bez smanjenja materijalnog blagostanja. „Pareto efikasnost ne podrazumeva i pravednost. Korišćenje svih raspoloživih društvenih resursa i tehnoloških mogućnosti koje jednog potrošača stavljaju u najpovoljniju poziciju, uz uslov da svi ostali potrošači ostaju na istom nivou korisnosti, rezultira u alokaciji koja je Pareto optimalna, ali nije poželjna sa stanovišta distribucije“ (Popović, Ž., Radukić, S., 2004, 112).

U ovom radu opisali smo glavne aspekte i karakterizacije najvažnijih ciljeva i ograničenja, kao i njihove implikacije u višekriterijumskim modelima zaštite životne sredine. U najvećoj meri istakli su se ekonomski i ekološki ciljevi i ograničenja, koji iako međusobno suprotstavljani, kompromisnim ponašanjem dovode do realizacije optimalnog društvenog blagostanja. Postizanje optimalnog rešenja uz veliki broj ograničavajućih faktora je moguće dostići strategijama razvoja i rasta društvenog blagostanja koje pravilno sagledavaju i primenjuju ciljeve i ograničenja koja su ovde prezentovana.

Na osnovu analize koja je izložena u ovom radu mogu se postaviti teorijsko-metodološka i aplikativna pitanja koja bi bila relevantna za naredna istraživanja. Jedno od takvih pitanja je mogućnost proširenja modela drugim ciljevima i podciljevima koji su od značaja za svaku konkretnu zemlju ili region. Ovakav pristup dovodi do uvođenja specifičnih ograničenja u ekonomsko-ekološkim modelima. Pojedini regioni ili zemlje imaju visok nivo razvoja, pa veći prioritet pridaju ekološkim problemima u odnosu na druge. To znači da shodno političkoj hijerarhiji ciljeva u nekom društvu, optimalni modeli bi se razlikovali od zemlje do zemlje. Na osnovu modela optimizacije, svaka zemlja bi mogla da definiše najpoželjniju ekonomsku politiku i politiku zaštite životne sredine i preduzme adekvatne mere za podizanje nivoa privrednog razvoja i kvaliteta životne sredine, odnosno društvenog blagostanja. Takođe, u narednim istraživanjima mogu se razmatrati uslovi, način i domet korišćenja metodološkog instrumentarijuma prezentovanog u ovom radu na rešavanje konkretnih ekoloških problema.

Literatura

1. Anthoff, D., R. Tol, and G. Yohe. (2009), Risk aversion, time preference, and the social cost of carbon, *Environmental Research Letters* 4: 024002 (7pp).
2. Bimonte, Salvatore (2002) Information access, income distribution, and the Environmental Kuznets Curve, *Ecological Economics, Volume 41, Issue 1, April 2002*, Pages 145–156
3. Coase, R. (1960) The Problem of Social Cost, *The Journal of Law and Economics*, October 1960
4. Colby, M.E. (1991) Environmental management in development: the evolution of paradigms, *Ecological Economics Volume 3, Issue 3, September 1991*, Pages 193–213
5. Costanza, R. (1991) *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*, Columbia University Press
6. Fujiwara D. and Campbell R. (2011), *Valuation Techniques for Social Cost-Benefit Analysis: Stated Preference, Revealed Preference and Subjective Well-Being Approaches*, HM Treasury, London, UK

Ciljevi i ograničenja višekriterijumskih modela zaštite životne sredine

7. Gylfason, T. (2001) Natural resources, education, and economic development, *European Economic Review*, Volume 45, Issues 4–6, May 2001, Pages 847–859
8. Hax, H. (1974) *Decision models in the enterprise*. Hamburg and Reinbek: Rowohlt Verlag.
9. Hope C. (2008) Optimal carbon emissions and the social cost of carbon under uncertainty. *The Integrated Assessment Journal*, 8 (1):107-122.
10. Loucks, D. P., Stedinger, E., Dijkman, J. R., Jozef, P.M., Villars, M. T. (2005) *Water Resources Systems Planning and Management: An Introduction to Methods, Models and Applications*. Paris: UNESCO.
11. Martić, Lj. (1977) *Primjena matematičkih metoda u ekonomskoj analizi*. Zagreb: Informator.
12. Mastrandre, M. (2009) *Calculating the benefits of climate policy: Examining the assumptions of Integrated Assessment Models*, Pew Center on Global Climate Change Working Paper, 60.
13. Munda G., P. Nijkamp, P. Rietveld (1994) Qualitative multicriteria evaluation for environmental management. *Ecological Economics*, 10 (2) July: 97–112.
14. *Nacionalni program zaštite životne sredine Republike Srbije* (2005), nacrt, 3. revizija, Evropska agencija za rekonstrukciju, Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije - Uprava za zaštitu životne sredine.
15. Newbold, S, Daigneault, A. (2009) Climate response uncertainty and the benefits of greenhouse gas emissions reductions. *Environmental and Resource Economics*, 44:351-377.
16. Pearce, D. W., Atkinson, G. D. (1993) Capital theory and the measurement of sustainable development: an indicator of “weak” sustainability. *Ecological Economics*, 8 (2): 103–108.
17. Popović, Ž., Radukić, S. (2004) Pareto optimality and externalities. *Economic themes*, 42 (1-2): 111-119.
18. Popović, Ž., Vasić, S. (2003) *Mathematical Models in Analysis of Pareto Optimality and Externalities*, Inter. Sci. and Prac. Conf. *The Challenges of the Information Society to Statistics and Mathematics in 21st Century*. “D. A. Tsenov” Academy of Economics Svishtov, Inst. of Math. and Inform. at the Bulg. Acad. of Sci., National Statistics Institute Sofia, Svishtov, Bulgaria: 388-395.
19. Solow, R. M. (2008): The Economics of Resources or the Resources of Economics. *Journal of Natural Resources Policy Research*, 1 (1): 69-82.
20. Tietenberg, T. , Lewis, L. (2000) *Environmental & Natural Resource Economics*. Pearson.
21. Zimmermann, H., J. (1976) Optimal decisions in multi-objective programming. *Journal of Organisation*, Wiesbaden, 8.

THE GOALS AND LIMITATIONS OF MULTICRITERIA MODELS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION

Abstract: After considering the principal issue of the harmonization of the environmental and economic objectives and constraints, these conditions should be properly introduced in multicriteria mathematical models that are used to protect the environment. More recently, there is in the theory of decision making intensive work in developing optimization methods of mathematical models with multiple criteria. This method, we consider here briefly, in terms of appropriateness of its use in environmental issues. The main emphasis in this paper is on the constraints and their mutual interdependence of the multicriteria model of the environmental protection.

Key words: multicriteria optimization models, economic limitations of the model – minimizing costs, environmental limitations of the model – minimizing pollution, environmental protection