

Ekonomija neobnovljivih resursa

Optimalna upotreba neobnovljivih resursa

U široku grupu neobnovljivih resursa prvenstveno spadaju mineralni resursi, rude metala i nemetala, te energetske resursi, ugljik, sirova nafta i zemni gas. Ovi resursi formirani u davnoj geološkoj prošlosti smatraju se neobnovljivim, jer su za njihovo stvaranje bili neophodni milioni godina. Otuda govorimo o fiksnim zalihama iscrpljivih resursa. Pošto nema rasta, tj. obnavljanja, nema ni mogućnosti za održivu eksploataciju resursa, pa se problem optimalne upotrebe svodi na pronalaženje optimalnog tempa iscrpljivanja, tj. optimalne stope eksploatacije resursa⁹.

U prethodnom poglavlju pokazali smo da osnovno pravilo optimalnog iskorišćenja obnovljivih resursa dato jednačinom (13) glasi:

⁹ Ovaj deo je zasnovan na pristupu datom u knjizi Pearcea i Turnera (1990).

$$G'(X) + \frac{P'}{P} = r \quad (15)$$

pri čemu je:

- $G'(X)$ stopa rasta biološke populacije resursa,
- P'/P stopa rasta cene resursa,
- r diskontna stopa.

Pošto u slučaju neobnovljivih resursa nema rasta zalihe, ova jednačina postaje:

$$\frac{P'}{P} = r \quad (16)$$

Izraz (16) sadrži osnovni princip ekonomike neobnovljivih resursa, koji kaže da pri optimalnoj eksploataciji, stopa rasta cene resursa mora biti jednaka diskontnoj stopi. Ova jednačina važi u najjednostavnijem slučaju, kada izostavimo troškove eksploatacije resursa, te se cena ekstrahovanog resursa i resursa u zemlji ne razlikuju. U ekonomskoj literaturi, poznata kao Hotellingovo pravilo¹⁰, ova jednačina se može napisati i u sledećem obliku:

$$P_t = P_0 e^{rt} \quad (17)$$

Zapravo jednačina (17) govori da je cena resursa, u bilo kom periodu vremena, jednaka sadašnjoj vrednosti cene u

¹⁰ U poznatom radu iz 1931. godine Harold Hotelling je dao osnovne postavke ekonomike iscrpljivih resursa i time otvorio ovo značajno područje analize.

inicijalnom periodu, obračunatoj prema diskontnoj stopi r . Drugačije rečeno, korisnik koji eksploatiše resurs na optimalan način, indiferentan je u izboru između korišćenja jedinice resursa sada, po ceni P_0 i korišćenja iste te jedinice po ceni P_0e^{rt} posle t godina. Ovo isto se može još opisati i na sledeći način: korisnik resursa je indiferentan u izboru da li eksploatisati resurs, ili ga ostaviti u zemlji, pod uslovom da je tempo rasta cene resursa jednak diskontnoj stopi. No, to važi jedino kada nema troškova eksploatacije, ili kad su oni sasvim zanemarljivi, što nije uobičajeno. Unoseći u analizu troškove eksploatacije, $C(X)$, Hotellingovo pravilo se donekle menja.

Ukoliko pođemo od jednačine (12) iz prethodnog poglavlja, a zatim je prilagodimo uslovima neobnovljivih resursa, izjednačavajući $G(X)$ i $G'(X)$ sa nulom, dobijamo:

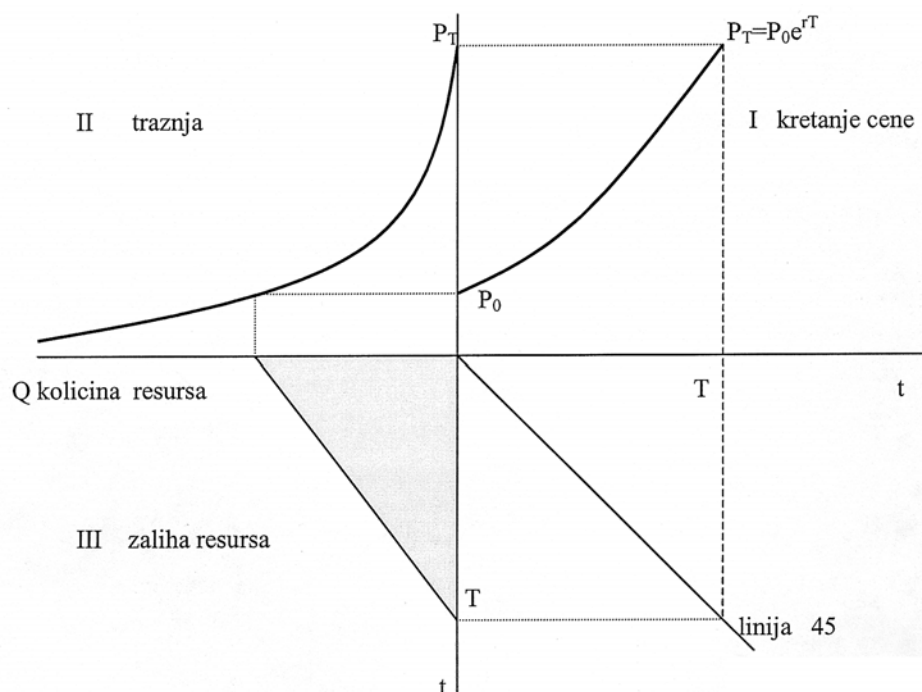
$$r - \frac{P'}{P - C(X)} = 0 \quad \text{ili} \quad \frac{P'}{P - C(X)} = r \quad (18)$$

$P - C(X)$ predstavlja razliku između cene resursa i troškova njegovog ekstrahovanja, te predstavlja rentu, R , ili neto cenu resursa, zapravo cenu resursa u zemlji.

$$\frac{P'}{R} = r \quad (19)$$

Izraz (19) predstavlja jednu od mogućih formulacija Hotellingovog pravila u uslovima kada su troškovi eksploatacije pozitivni i konstantni.

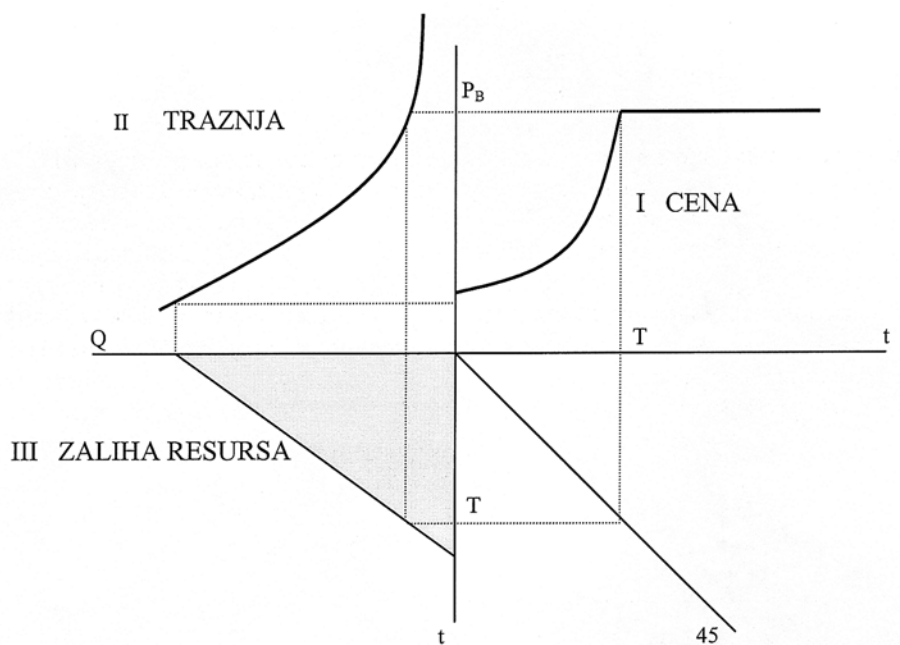
Ovo se može videti i na dijagramu, na slici 8¹¹. U prvom kvadrantu prikazano je kretanje cene resursa u vremenu t . Drugi kvadrant prikazuje krivu tražnje za resursom, dok treći kvadrant prikazuje kretanje zalihe resursa u vremenu t , (osencena površina). Četvrti kvadrant nema ekonomsku svrhu, već služi samo da poveže prvi i treći, putem linije 45. Ukoliko pođemo od eksploatacije bez troškova, sledi da će se cena resursa kretati eksponencijalno, shodno izrazu (17), tj. $P_t = P_0 e^{rt}$.



Slika 8 • Uticaj promene cene na zalihe resursa

¹¹ Grafički prikaz je zasnovan na pristupu Permana i dr. (1996).

Na slici 8 prikazana je dinamika cene resursa, količina zalihe i tražnje za resursom. Može se uočiti da je posle perioda T čitava zaliha resursa iskorišćena; Q pada na nulu, a cena dostiže maksimum, P_T , tako da tražnja za resursom nestaje. Ovakva dinamika odgovara optimalnoj eksploataciji. Međutim, u praksi se često dešava da previše visoka cena resursa, P_B , dovede do pojave alternativne tehnologije i pre no što se iskoristi sav fond, tj. zaliha resursa. U tom slučaju zaliha će trajati duže od peroda T . Na pr. rast cene nafte dobijene iz konvencionalnih izvora doveo je do pojave supstituta, tj. proizvodnje nafte iz uljnih škriljaca. Za analizu optimalne eksploatacije neobnovljivih resursa, značajna je pojava cene P_B , tj. cene pri kojoj se prelazi na alternativnu tehnologiju, tj. na korišćenje supstituta. U tom slučaju dinamika odgovara slici 9.

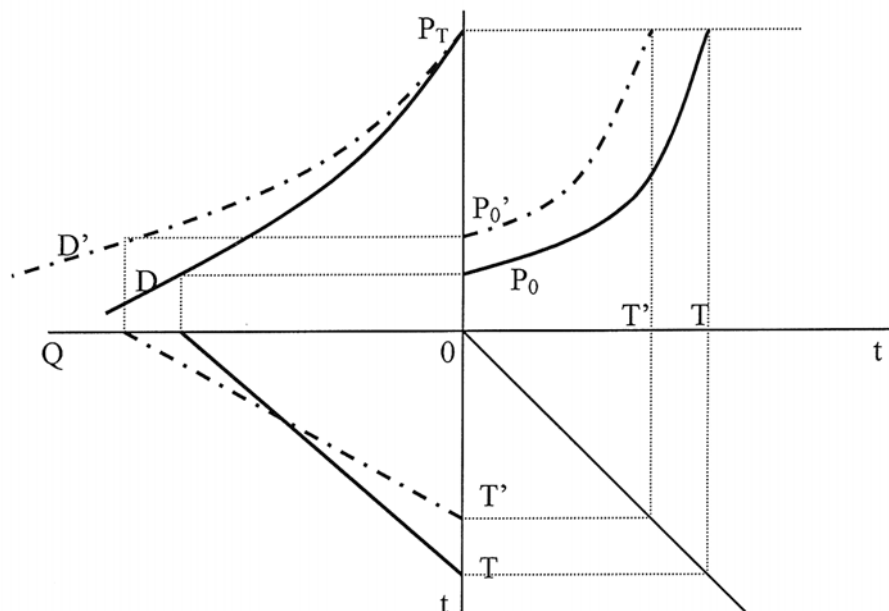


Slika 9 • Uticaj pojave alternativnih tehnologija na optimalnu eksploataciju resursa

Isti analitički okvir se može koristiti za sagledavanje kako promena pojedinih parametara utiče na optimalnu eksploataciju resursa. Od relevantnih parametara treba izdvojiti:

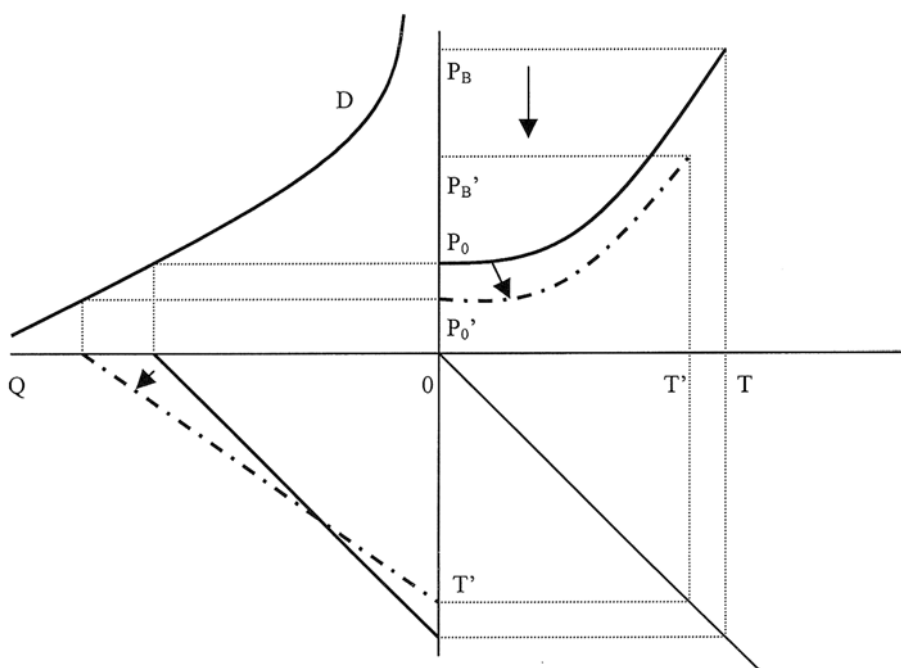
- visinu tražnje za resursima;
- cenu koja dovodi do pojave alternativne tehnologije, P_B ;
- veličinu poznate zalihe resursa;
- trošak ekstrahovanja resursa, C ;
- diskontnu stopu, r .

Tražnja za resursima može rasti usled demografskog rasta, porasta dohodaka i životnog standarda, tehnološkog razvoja itd. No, isto tako, može i opadati, usled tehnoloških promena, pojave supstituta itd., što se sve odražava na optimalnu dinamiku eksploatacije resursa. Na slici 10 prikazan je porast tražnje za neobnovljivim resursom, koji dovodi do rasta cena, ali i do ranijeg iskorišćavanja zalihe resursa, $T' < T$.



Slika 10 • Uticaj porasta tražnje za resursom na njegovu eksploataciju

Sledeći korak u analizi odnosi se na promenu cene koja dovodi do pojave alternativne tehnologije. Jedna od posledica tehničkog progresa je pojava da alternativne tehnologije, kao i supstituti za pojedine iscrpljive resurse, postaju sve jeftiniji, te tako i lakše dostupni. No, moguće je i suprotno; ipak, pošto se smatra da je pad cene koja dovodi do alternativnih rešenja izvesniji, na slici 11 biće prikazane posledice takve promene parametra P_B . Šta se može zaključiti iz prethodne analize? Pre svega to da će pad cene alternativne tehnologije ubrzati korišćenje postojeće zalihe resursa. Ukoliko se ne bi smanjila početna cena eksploatacije resursa, P_0 , došlo bi do toga da deo zalihe ostane neiskorišćen u vremenu T' , stoga je pad P_0 na nivo P_0' neizbežan. No, dalji tempo rasta cene ostaje nepromenjen, jer se ni diskontna stopa, r , nije promenila.

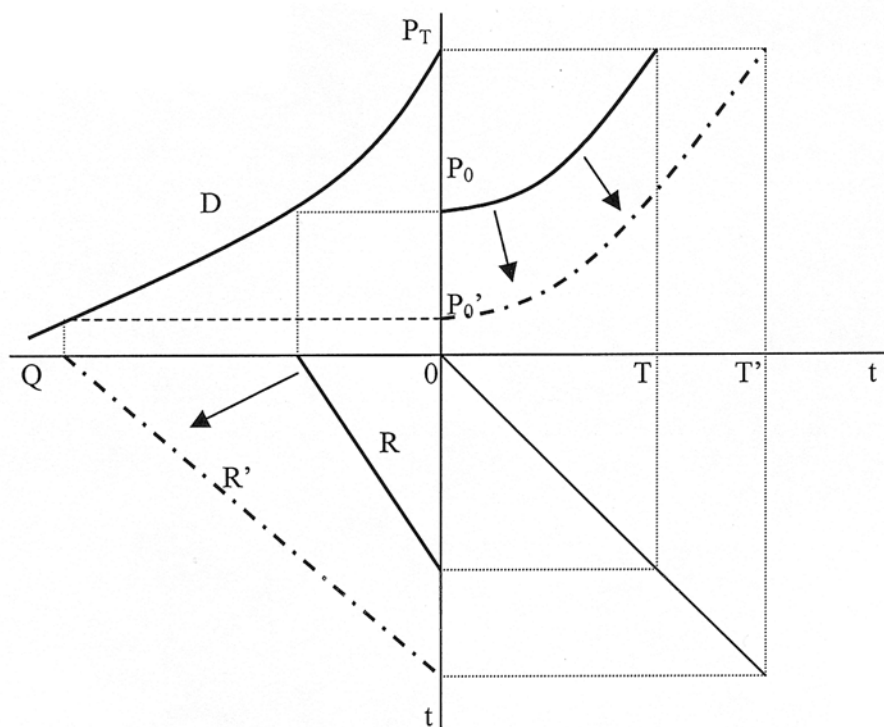


Slika 11 • Uticaj pada cene alternativne tehnologije

Naročitu pažnju privlači slučaj promene poznate zalihe resursa. Usled napretka tehnologije eksploatacije, kao i usled otkrivanja novih nalazišta, ili ležišta ruda, dolazi do stalnog povećanja poznatih zaliha neobnovljivih resursa. Zapravo, njihova količina na Zemlji se ne menja, međutim menja se nivo znanja i moći čovečanstva da pojedine resurse koristi. Pored napretka nauke i tehnike na utilizaciju resursa uticaja ima kretanje cena. Veoma često, nagli i drastični skokovi cena mogu uticati da se uvedu u eksploataciju nova, do tada nekorišćena ležišta, ili nalazišta. Tako na primer skok cene sirove nafte, koji se dogodio 1973/74. godine, doveo je do početka eksploatacije iz Severnog mora, te do pojave novih velikih proizvođača i izvoznika, Norveške i Škotske. Može se očekivati da će jedan od narednih velikih skokova cene sirove nafte uključiti u eksploataciju naftna polja Aljaske.

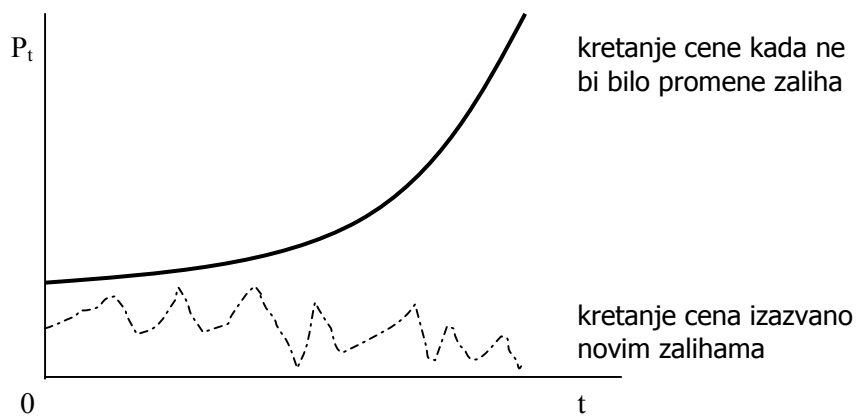
Kada je reč o geološkim procenama neobnovljivih resursa, postoje tri kategorije rezervi; to su dokazane, verovatne i moguće rezerve. Dokazane rezerve su one koje se po današnjim cenama, nivou tehnologije i troškova mogu eksploatirati. Verovatne rezerve su poznate, ali se ne koriste. Tek pri značajnijim promenama ekonomsko-tehničkih uslova one mogu biti korišćene. Moguće, pak, rezerve leže u teško dostupnim geološkim strukturama, te ne predstavljaju aktuelne potencijalne resurse. Iz prethodnog se može zaključiti da pojam zaliha neobnovljivih resursa treba shvatiti veoma elastično. No, čak i tada, uvođenje novih količina u eksploataciju ima značajne efekte na ekonomsku optimalnost.

Sa slike 12 se može uočiti da će usled pojave novih zaliha, cena resursa opasti, a vreme do potpunog iskorišćenja se produžiti $T' > T$. Nivo zaliha će porasti, što se vidi u II kvadrantu.



Slika 12 • Uticaj porasta zaliha na optimalnu eksploataciju resursa

Kada se izneseni teorijski model, zasnovan na Hotellingovim stavovima, uporedi sa empirijskim podacima o kretanju svetskih cena nekih neobnovljivih resursa, u toku više decenija, uočava se tendencija pada, što je donekle suprotno logici Hotellingovih postulata. Međutim, upravo izrazita diskontinualnost u empirijski izvedenim trendovima cena, recimo nafte, odražava uticaj pomenutih novootkrivenih zaliha, koje se povremeno otvaraju za eksploataciju. Otuda kretanje cena resursa ima osobine nasumičnog kretanja, moguće baš kao donja linija na slici 13.

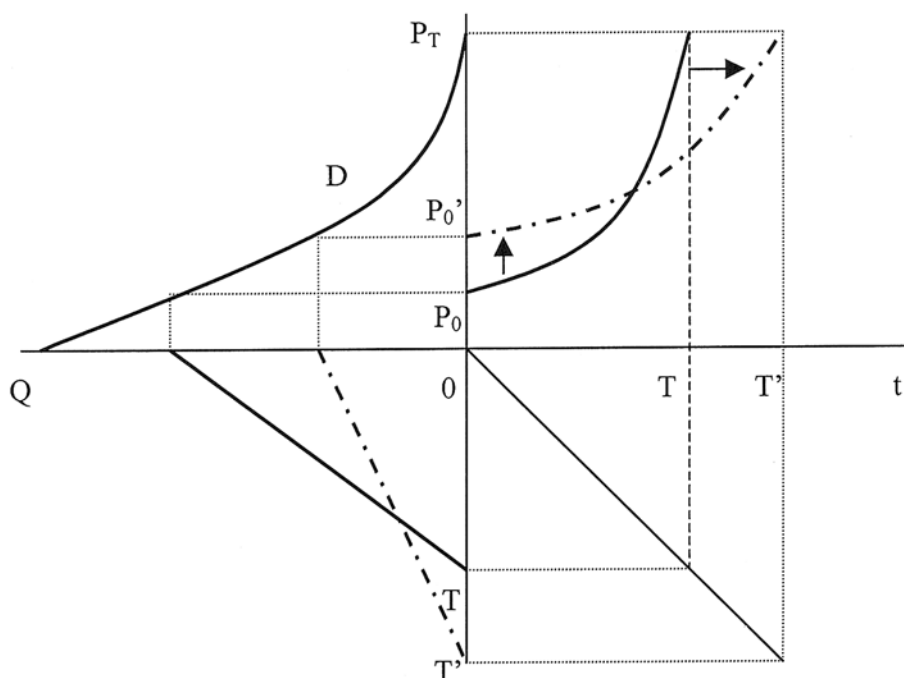


Slika 13 • Kretanje cene resursa

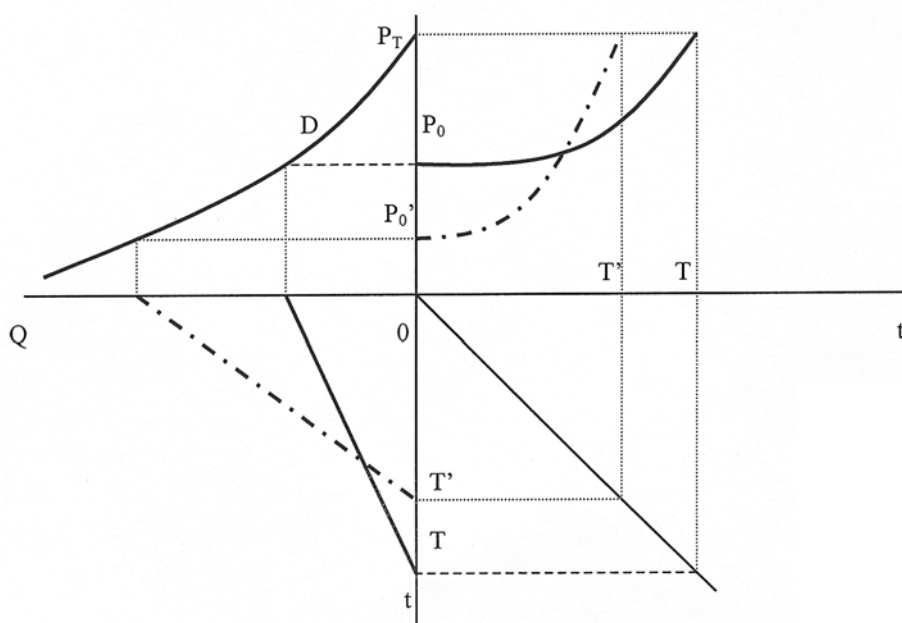
Ne treba gubiti iz vida da su mnogi neobnovljivi resursi, uključujući i sirovu naftu, zapravo izuzetno važni strateški artikli, te se na njihove cene odražava, iznad svega, kompleksnost međunarodnih političkih odnosa.

Kako promene troškova ekstrahovanja utiču na dinamiku optimalne eksploatacije resursa? Na primeru porasta troškova može se sagledati promena u dinamici eksploatacije prikazana na slici 14. Rast troškova će dovesti do porasta inicijalne cene, P_0 , pri kojoj počinje ekstrahovanje resursa, ali će smanjiti tempo porasta cene, te će se produžiti vreme trajanja zalihe, T . Zašto? Zato što pri porastu troškova dolazi do inicijalnog smanjenja rente tj. razlike između bruto cene i troškova. Iako će renta rasti po istoj stopi kao i pre promene troškova, njen početni nivo je niži. Porast inicijalne bruto cene, pri nepromenjenoj tražnji, dovešće do sporije eksploatacije resursa, pa će i trenutak iscrpljivanja zalihe nastupiti kasnije.

U slučaju kada je inicijalni skok troškova ekstrakovanja toliko visok da početna bruto cena prevaziđe nivo P_T , tj. nivo cene pri kom nema tražnje (cene koja guši tražnju), tada do eksploatacije resursa uopšte neće ni doći. Zapravo, tada dolazi do ekonomskog uništenja resursa, čak i kada fizički on postoji u neizmenjenoj količini. Primer za to predstavljaju napušteni rudnici, kod kojih je usled pojave vode, metana, ili nekog drugog razloga, došlo do porasta troškova eksploatacije, te su napušteni. U slučaju da tražnja za resursom dovoljno poraste, te bruto cena poraste, ili da troškovi ekstrakcije resursa opadnu, može ponovo doći do aktiviranja pomenutog rudnika.



Slika 14 • Uticaj porasta troškova eksploatacije



Slika 15 • Uticaj promena diskontne stope na optimalnu eksploataciju resursa

Uticaj promena diskontne stope na optimalnu eksploataciju resursa se može sagledati na slici 15. Pretpostavimo da je došlo do povećanja diskontne stope od nivoa r , na nivo r' , pri čemu $r' > r$. Pošto, shodno Hotellingovom pravilu, cena mora rasti istim tempom kao i diskontna stopa, doći će do bržeg rasta cene. U slučaju da se inicijalni nivo P_0 ne menja, brži rast cene bi doveo do toga da deo fonda ostane neiskorišćen. Da se to ne bi dogodilo, a celokupni fond resursa utrošio, inicijalna se cena mora smanjiti do nivoa P_0' , tj. $P_0 > P_0'$. Međutim, to dovodi do skraćivanja vremena trajanja zalihe resursa T .

Prethodni stav govori da porast diskontne stope vodi ka bržem iscrpljivanju nereproduktivnih resursa. Porastom diskontne stope izazvan pad cene u inicijalnom periodu, podstiče tražnju,

dok će više cene u kasnijem periodu, prouzrokovati manju tražnju. Zato će vlasnici resursa težiti da što pre dođu do koristi od eksploatacije, pa će tempo ekstrahovanja biti brži. Ne iznenađuje otuda zalaganje konzervacionista za što niže diskontne stope. Ipak, u praksi nije sve tako jednostavno. Porast diskontne stope neminovno dovodi do pada investicionih aktivnosti, što sa svoje strane prouzrokuje pad tražnje za prirodnim resursima. Iz svega se može zaključiti da promene diskontne stope nemaju uvek jednoznačne posledice na dinamiku eksploatacije resursa.

Sve do sada rečeno, odnosi se na eksploataciju resursa u uslovima potpune, ili savršene konkurencije. U literaturi se može naći stav da ukoliko na svim tržištima vlada potpuna konkurencija, a tržišna kamatna stopa odgovara opštoj diskontnoj stopi (tj. da nema razlike između individualnih i opšte diskontne stope), te ako nema eksternih efekata pri upotrebi resursa, eksploatacija resursa se spontano odvija po optimalnoj dinamici (Perman, Ma, McGilvray 1996). Drugim rečima, u uslovima potpune konkurencije, nema potrebe za intervencijom države, pod uslovom da se individualne diskontne stope poklapaju sa opštom, tj. da nema eksternih efekata (Pearce i Turner 1990).

Međutim, to najčešće nije slučaj, jer potpuna konkurencija teško da se može uspostaviti na tržištu prirodnih resursa. Po pravilu izvori ovih resursa su kvantitetom ograničeni, a kvalitetom različiti, tako da sama struktura ponude negira potpunu, ili savršenu konkurenciju.

Kad je reč o Hotellingovom pravilu, ono pre predstavlja apstraktno analitičko oruđe, no instrument namenjen ekonomskoj stvarnosti. Razloge tome treba tražiti u činjenici da Hotellingovo pravilo podrazumeva postojanje niza institucionalnih pretpostavki koje nisu ispunjene u realnom životu. Na prvom mestu, to su pretpostavke vezane za funkcionisanje tržišta potpune, ili savršene

konkurencije¹²: pretpostavke o disperziji ponude, homogenosti resursa, savršenoj informisanosti svih učesnika na tržištu, nepostojanju transakcionih troškova itd. Takođe, razlika između individualnih diskontnih stopa i opšte, je neminovna, zbog postojanja eksternih efekata koji prate ekstrakciju i upotrebu resursa. Najčešće su to negativni eksterni efekti, na primer zagađenja vazduha otrovnim gasovima, degradacija i zagađivanje zemljišta i voda, te trajno ugrožavanje biocenoza. Ovi efekti dovode do toga da troškovi eksploatacije i upotrebe resursa budu, kud i kamo, veći za društvo, tj. za širu zajednicu, od troškova koje neposredno snose sami korisnici, ili vlasnici resursa, što uslovljava razlike između individualnih i opšte društvene diskontne stope. Na kraju, neizvesnost koja se javlja u procesu odlučivanja o korišćenju nereproduktivnih resursa, na pr. neizvesnost u proceni veličine zaliha, ima isti efekat na vlasnike resursa kao povećanje diskontne stope¹³.

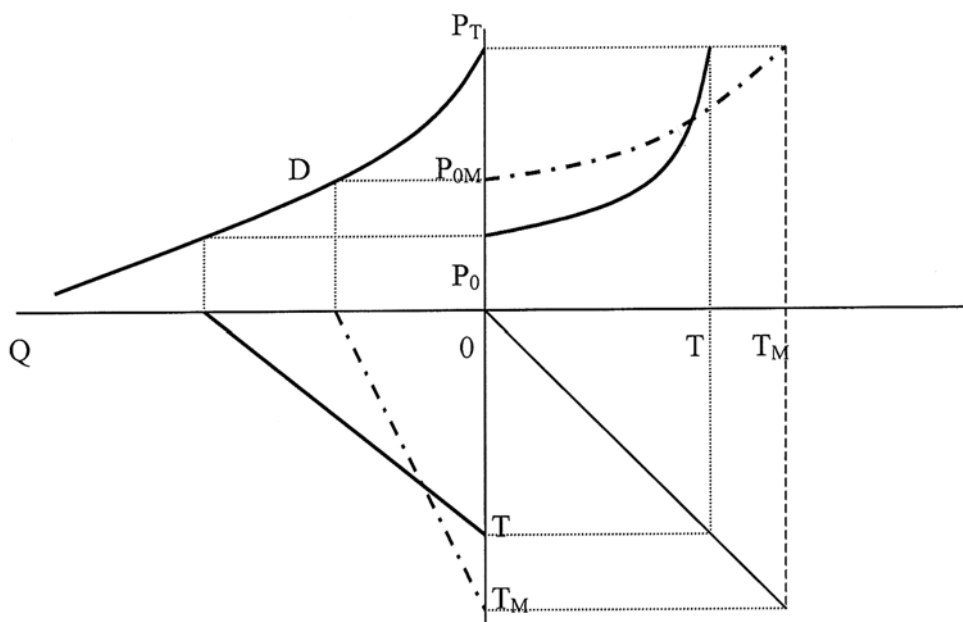
Postojanje monopola dovodi do nešto drugačije situacije. Monopolisti nameću više cene, a nude manje robe, nego što bi bilo optimalno u uslovima potpune konkurencije¹⁴. To ukazuje da će i inicijalna cena, P_0 , biti veća u uslovima monopola, no što bi bila u uslovima potpune konkurencije. Imajući u vidu da je količina zalihe resursa data, viša inicijalna cena dovodi do sporijeg tempa eksploatacije, što ima za posledicu duže trajanje zalihe resursa u uslovima monopola, nego pri potpunoj konkurenciji. Da se zaključiti da monopol na tržištu prirodnih resursa pogoduje njihovom očuvanju, tj. ide u prilog stavovima konzervacionista (slika 16).

¹² Detaljnije v. (Pešić 2000).

¹³ Dokaz za ovo se može naći u knjizi Permana i dr. (1996) na str. 160-61.

¹⁴ Opšrnije u knjizi Pešić (2000).

Međutim, ovo je samo delimično tačno, jer na dinamiku iskorišćavanja veliki uticaj ima vrednost elastičnosti tražnje za određenim resursom. Ipak, uz značajnu ogradu, može se prihvatiti činjenica da monopol ispoljava tendenciju očuvanja resursa.



Slika 16 • Uticaj monopola na eksploataciju prirodnih resursa

Bez obzira na režim korišćenja i moguća stanja na tržištu nereproduktivnih resursa, jasno je da je njihova količina na Zemlji, u osnovi, ograničena, što znači da je čovečanstvo na putu da definitivno utroši sve resurse. Stav o prirodnoj retkosti, iscrpljivosti, neobnovljivih resursa je najeksplicitnije iskazan u studiji pod naslovom "Granice rasta" (Meadows i dr. 1972), kao i u literaturi koja je usledila posle I i II naftnog šoka. Stavovi Meadowsa i

saradnika nisu novi, već imaju direktnog preteču u gledištima Thomas Robert Malthusa. Doduše, način argumentacije se značajno razlikuje, no mračna predviđanja o budućnosti čovečanstva su prisutna, kako kod Malthusa, tako i kod savremenih ekonomista, skoro dva veka kasnije. Ne ulazeći u interpretaciju, argumentovanje, ili opovrgavanje pojedinih stavova neo-maltezijanaca, pokušaćemo da preciznije sagledamo mogućnost teorijske procene stanja resursa u svetu.

Pre svega, postavlja se pitanje o kakvoj je retkosti zapravo reč? Sama činjenica da neobnovljivih resursa ima u ograničenoj količini na planeti, a da potrebe za njima neograničeno mogu rasti, govori o apsolutnoj retkosti. Apsolutna retkost neobnovljivih resursa jeste činjenica oko koje se slažu mahom svi analitičari globalne privrede. Neslaganja, pak, postoje oko toga kada nastupa trenutak iskorišćenja resursa; pojedini autori nude pesimistička predskazanja, o relativno kratkom periodu preostalom do spoznaje čovečanstva da je dostiglo granicu rasta¹⁵. Zastupnici optimističkih pogleda¹⁶, pak, iznose tvrdnje o veoma dugom periodu u kom će se čovečanstvo gotovo asimptotski približavati granicama rezervi pojedinih resursa, pri tom mogućnosti supstitucije će naglo i skokovito rasti. Danas, skoro svi prirodni resursi imaju supstitute, mada ne uvek lako dostupne i ne supstitute u fizičkom smislu. Mogućnost prelaska na supstitute će, sa svoje strane, zavisiti od cenovnog mehanizma. Kada tržišni signali pruže dovoljno podsticaja, prelazak na supstitute pojedinih resursa postaje realno moguć. Samim tim, ljudska civilizacija neće doživeti slom, bar ne zbog nestašice prirodnih resursa.

¹⁵ Na pr. (Meadows i dr. 1972).

¹⁶ Na pr. Simon, Kahn, Repetto itd.

Ono što zastupnici optimističkih predviđanja ne negiraju je relativna retkost neobnovljivih resursa, u smislu da će se pojedini resursi sve teže dobijati, tj. da će biti potrebno sve više i više drugih resursa da se žrtvuje za dodatnu količinu kritičnog resursa. Drugačije rečeno, relativna retkost znači rast kako individualnih troškova ekstrakcije, tako i rast društvenih troškova, usled degradacije životne sredine.

Koji se pokazatelji retkosti, tj. iscrpljivosti, prirodnih resursa mogu koristiti? Na prvom mestu to su fizički, zatim troškovni i na kraju cenovni pokazatelji. U prvu grupu fizičkih pokazatelja spadaju kvantitativne procene rezervi, koje mogu biti dokazane, verovatne i moguće. Kada se ove procene rezervi stave u odnos sa potrošnjom, bilo sadašnjom, bilo procenjenom, budućom, dobija se čitav spektar mogućih indikatora stanja. Upravo ova vrsta pokazatelja dominira knjigom "Granice rasta", no i predstavlja osnovni razlog slabosti njenih zaključaka. Naime, zalihe resursa iste vrste nisu homogene, ni po kvalitetu, a ni po dostupnosti za eksploataciju, tako da njihovo svrstavanje u kategoriju dokazanih, verovatnih, ili mogućih, zavisi pre svega od cene. O tome kolika će cena biti u budućnosti, ništa se ne može sa sigurnošću reći, te postojeća kategorizacija rezervi ima prvenstveno statički karakter. Isto tako se o budućoj potrošnji ništa ne može sigurno reći. Zato se, kao relativno adekvatan pokazatelj, jedino može izdvojiti odnos dokazanih rezervi prema sadašnjoj potrošnji, mada i on, zapravo, govori o budućnosti koja nije realna. Jer niti je za očekivati da će realne cene resursa ostati iste, niti će sadašnja struktura tražnje za resursima ostati ista. Otuda svako oslanjanje isključivo na fizičke indikatore iscrpljivosti resursa vodi u grešku.

Troškovni pokazatelji retkosti i iscrpljivosti se svode na praćenje realnih graničnih troškova ekstrakcije resursa i graničnih

troškova istraživanja i otkrivanja novih nalazišta. Praćenjem realnih graničnih troškova ekstrakcije resursa dobijamo informaciju i o oportunitetnim troškovima dobijanja dodatne količine određenog resursa u jedinicama drugih resursa, što nedvosmisleno ukazuje na stepen njegove retkosti. Ovaj pristup u literaturi se zasniva na klasičnom radu Barnetta i Morsesea (1963), koji su koristili indeks realnih jediničnih troškova, c ¹⁷. Ovaj indeks je defisan kao:

$$c = \frac{(\alpha L + \beta K)}{Q} \quad (20)$$

pri čemu je:

- L rad,
- K je kapital,
- Q je količina ekstrahovanog resursa;
- α i β su ponderi učešća inputa u stvaranju outputa, tj. tehnički koeficijenti.

Rast indeksa c predstavlja znak rastućih realnih troškova dobijanja jedinice određenog resursa, tj. znak njegove retkosti. Koliko god je ovaj pokazatelj dobar, u smislu obuhvatanja efekata tehničkog progressa, toliko ima i problema u merenju, tj. agregiranju inputa kapitala. Zatim, on odražava dinamiku u prošlosti, a ništa ne govori o budućem kretanju graničnih troškova, tj. o retkosti resursa u budućnosti. Na kraju, može se desiti da ovaj indeks opada, usled velikog tehničko-tehnološkog napretka, a da zapravo resurs postaje sve ređi, čak da bude i sasvim iscrpen uprkos prethodnom dužem periodu pada cene.

¹⁷ Izloženo prema tekstu Premana i dr. (1996).

Na osnovu opisanog modela, autori¹⁸ su utvrdili da u periodu od 1870. do 1970., osim za šumsko drvo, nema dokaza za porast retkosti resursa. Poljoprivredni i rudarski proizvodi su čak postali obilniji na kraju posmatranog perioda, zahvaljujući tehničkom napretku, uvođenju u eksploataciju slabijih nalazišta, te otkrivanju novih ležišta.

Što se tiče praćenja realnih troškova istraživanja i otkrivanja novih nalazišta i ležišta, logično je da što je resurs više iscrpen, ovi troškovi budu veći. No, ni ovaj indikator se ne može koristiti kao presudan pokazatelj iscrpenosti resursa, jer pored već pomenutih problema, značajnu teškoću stvara nedostatak adekvatnih i dovoljno dubokih serija podataka.

Praćenje realne cene resursa je najčešće korišćen pokazatelj retkosti. Razlog za to leži u relativno lako dostupnim i vremenski dugim serijama podataka o cenama metala, nemetala, nafte, gasa itd. na pojedinim tržištima. Međutim, ni on nije oslobođen slabosti. Prva slabost je sadržana u samoj strukturi cena, koje se formiraju pod uticajem državne ekonomske politike. Da bi cene predstavljale realan pokazatelj retkosti, potrebno je osloboditi ih uticaja poreza, subvencija, deviznih kurseva itd., što nije uvek jednostavno.

Druga slabost vezana je za izbor adekvatnog deflatora pri svođenju nominalnih cena na realne. Izbor da se koristi indeks potrošačkih cena, deflator GDP, indeks industrijskih najamnina, ili indeks cena kapitalnih dobara, ima značajnog efekta na odgovor da li neki resursi postaju ređi, ili ne. Najbolji primer pomentih razlika se može naći u knjizi Hartwicka i Olewilerove (1986), u

¹⁸ Pomenuti rad (Barnett i Morse 1963) i kasniji rad (Barnett 1979).

kojoj su navedeni rezultati više istraživanja. Na primer, Brown i Field (1979) su pokazali da je u periodu od 1890. do 1970. došlo do pada cena svih metala, što može biti znak da je retkost ruda u navedenom periodu opala. Jorgensen i Griliches (1967) su koristili indeks industrijskih najamnina, te zaključili da su jedino olovo, cink i ugalj postali ređi. Nordhaus (1973) je koristio kao deflator indeks cena kapitalnih dobara i zaključio da se retkost svih jedanaest ispitivanih ruda smanjila u navedenom periodu.

Treći nedostatak u praćenju realnih cena se ogleda u tome da bi za pravu ocenu retkosti bilo potrebno pratiti kretanje realnih neto cena, tj. renti, koje pojedini resursi donose, a ne bruto cena, u koje su uključeni i troškovi ekstrahovanja. Međutim, neto cene, tj. rente, nisu varijable koje se mogu direktno dobiti iz statističkih serija. Naprotiv, prilično je komplikovano iz empirijskih podataka o bruto cenama doći do neto cena.

Na kraju, šta se može reći o iscrpenosti resursa u globalnim razmerama? Na osnovu više studija, rađenih krajem XX veka¹⁹, može se zaključiti da vrlo malo obnovljivih resursa, gotovo ni jedan, bivaju sve ređi, u smislu relativne retkosti. Nažalost, iz pomenutih studija, se vidi da problem retkosti se mnogo češće javlja kod obnovljivih resursa, naročito onih koji su izloženi otvorenom pristupu u eksploataciji.

¹⁹ Navodimo stavove koje su dali Fisher (1981), Deverajan i Fisher (1982), Slade (1982), Harris (1993) i Dasgupta (1993).

Mere za očuvanje i racionalnu upotrebu neobnovljivih prirodnih resursa

Mada stanje neobnovljivih prirodnih resursa danas nije onakvo kakvo bi se moglo očekivati na osnovu neo-maltezijskih analiza i predviđanja, opovrgavanje potrebe za racionalnim korišćenjem iscrpivih resursa bi predstavljalo još veću, nepopravljivu grešku. Na pitanje kako uticati na čovečanstvo da prirodne resurse koristi racionalnije, danas postoji mnoštvo odgovora, počev od primene klasičnih instrumenata ekonomske politike, do nove filosofije privrednog i društvenog razvoja.

Ne ulazeći u detaljno izlaganje različitih teorijskih pravaca i pristupa nove filosofije razvoja²⁰, u narednom ćemo sagledati efekte kako klasičnih fiskalnih instrumenata, poreza i subvencija, tako i prakse recikliranja i supstituisanja, na racionalnu upotrebu resursa.

Porezi i subvencije se mogu primenjivati kako na neto cenu, tj. rentu, tako i na bruto cenu resursa. U literaturi se smatra da porezi (ili subvencije) na rentu, neće imati efekta na tempo ekstrahovanja resursa, već će se odraziti samo na sadašnju vrednost ekstrahovanog resursa (Preman i dr. 1996). To znači da

²⁰ Pod pojmom "nova filosofija razvoja" podrazumeva se skup aktuelnih stavova o održivom društvenom razvoju, ekološki usklađenom privrednom rastu, te odgovornosti čovečanstva za sopstvenu budućnost i budućnost Zemlje. U tom kontekstu, smatramo radove Amory Lovinsa značajnim doprinosima. Čitava aktivnost Lovinsa i saradnika u Rocky Mountain Institutu zaslužuje pažnju. Više o tome na <http://www.rmi.org> ili <http://www.natcap.org>.

bilo da država ubira (ili pridodaje) deo rente, iskorišćavanje zaliha resursa će se nastaviti istom dinamikom, kao i pre uvođenja fiskalne mere. Do ovog se može doći i interpretacijom Hotellingovog pravila, koje kaže da bi eksploatacija resursa bila efikasna, renta mora rasti po diskontnoj stopi r , tako da se na osnovu jednačine (17) dobija:

$$R_t = R_0 e^{rt} \quad (21)$$

pri čemu je:

- R renta, tj. neto cena resursa,
- r diskontna stopa.

Ako uvedemo porez po stopi α , ($0 < \alpha < 1$), nivo rente posle oporezivanja će biti $(1-\alpha)R$, pa uslov efikasne eksploatacije postaje:

$$(1-\alpha)R_t = (1-\alpha)R_0 e^{rt} \quad (22)$$

Ako, pak, uvedemo subvenciju po stopi β , ($0 < \beta < 1$), nivo rente je $(1+\beta)R$, a uslov efikasne eksploatacije glasi:

$$(1+\beta)R_t = (1+\beta)R_0 e^{rt} \quad (23)$$

Nije teško zaključiti da su jednačine (21), (22) i (23) zapravo istovetne, što potvrđuje da uvođenje poreza (ili subvencija) na rentu ima neutralan efekat na dinamiku optimalne ekstrakcije resursa. Međutim, porez na rentu će obeshrabiliti, a subvencija podstaći, napore na pronalaženju novih zaliha resursa, menjajući očekivani prihod od eksploatacije novih ležišta.

Kada je reč o oporezivanju bruto cene resursa, smatra se da će porez imati isti efekat kao porast troškova eksploatacije, dok će uvođenje subvencija biti ekvivalentno smanjenju troškova eksploatacije (Perman i dr. 1996).

Vratimo se Hotellingovom pravilu. Pošto je renta, tj. neto cena, jednaka razlici bruto cene P i troškova C , dakle $R=P-C$, jednačina (21) postaje:

$$(P_t - C) = (P_0 - C)e^{rt} \quad (24)$$

Ako se uvede porez na cenu resursa po stopi α , ($0 < \alpha < 1$) jednačina (24) postaje:

$$[(1 - \alpha)P_t - C] = [(1 - \alpha)P_0 - C]e^{rt} \quad (25)$$

ili drugačije:

$$\left(P_t - \frac{C}{1 - \alpha} \right) = \left(P_0 - \frac{C}{1 - \alpha} \right) e^{rt} \quad (26)$$

Kako je $C/(1 - \alpha) > C$, jer ($0 < \alpha < 1$), sledi da je uvođenje poreza na cenu jednako povećanju troškova eksploatacije resursa.

Slično važi za subvencije po stopi β , ($0 < \beta < 1$). U tom slučaju jednačina (26) postaje:

$$\left(P_t - \frac{C}{1 + \beta} \right) = \left(P_0 - \frac{C}{1 + \beta} \right) e^{rt} \quad (27)$$

a kako je $C/(1 + \beta) < C$, može se zaključiti da će uvođenje subvencije na cenu resursa imati iste efekte kao smanjivanje troškova eksploatacije.

O posledicama promene troškova eksploatacije bilo je reči u prethodnom poglavlju (slika 7), no valja podsetiti da povećanje troškova, tj. uvođenje poreza na cenu resursa, vodi ka sporijem iskorišćavanju, tj. dužem trajanju zalihe resursa. Naravno, subvencioniranje cene će imati suprotan efekat. Sve ovo govori da oporezivanje cene prirodnih resursa može imati uticaj na očuvanje zaliha i ležišta, te se zahtevi za što većim stopama poreza često mogu čuti iz redova konzervacionista. Međutim, svako ovakvo nametanje poreza vodi usporavanju privrednog rasta i izaziva burno negodovanje poslovnog sveta. Iako bi ovakvi porezi, po svemu sudeći, izdašno punili državni budžet, postoje gledišta prema kojima oni, ne samo da smanjuju tempo privrednog rasta, nego smanjuju i potencijale privrede da vrši supstituciju retkih prirodnih resursa.

Prema ovakvim gledištima, bilo kakvo uvođenje poreza na resurse stvara negativne efekte, jer problem iscrpljivanja resursa je zapravo prenatlažen. Umesto netržišnih pokušaja, veštačkog produžavanja veka zalihama iscrpivih resursa na Zemlji, daleko je mudrije podsticati ekonomski i tehnološki razvoj, koji će, sa svoje strane, pružiti nove mogućnosti supstitucije resursa koji budu nedostajali. Činjenica je, takođe, da na recikliranje i supstituciju presudnog uticaja ima odnos cena i troškova, koji se uvođenjem poreza (ili subvencija) narušava. Nesputavana fiskalnim instrumentima, eksploatacija resursa dovodi do bržeg rasta cena, koji sa svoje strane, podstiče recikliranje i supstituciju inputa. Zato bi daleko veću pažnju trebalo posvetiti razvoju tehnoloških mogućnosti recikliranja, a tržištu prepustiti da reši sve ostalo.

Što se tiče recikliranja, činjenica je da se neki resursi zaista mogu uspešno ponovo upotrebljavati, ukoliko to odnos njihovih cena i troškova reciklaže dozvoljava. Sam pojam recikliranja obuhvata sledeće aktivnosti:

1. Ponovno korišćenje inputa u istom obliku i za istu namenu (na pr. povratna ambalaža).
2. Prerada otpadaka u cilju ponovne upotrebe inputa u istoj proizvodnji, tzv. direktna reciklaža (na pr. korišćenje starog papira, stakla, ili metala, u proizvodnji novog).
3. Prerada otpadaka u cilju dobijanja inputa za neku drugu granu proizvodnje, tzv. indirektna reciklaža (na pr. korišćenje gradskog otpada kao komposta, korišćenje starih auto guma za izgradnju puteva itd.)
4. Korišćenje otpada da bi se apsorbovao preostali energetski potencijal (na pr. insineracija, tj. spaljivanje, otpada u cilju zagrevanja postrojenja u cementarama).

Na ovakav način dobijeni, ili "ušteđeni", resursi imaju karakter sekundarnih sirovina. Troškovi njihovog dobijanja zavise od količine (mase), lokacije (disperzije mase u prostoru), njihovog kvaliteta, ili homogenosti, nivoa zagađenosti, te primenjene tehnologije. Njihova cena, pak, zavisi od stanja na tržištu, cene primarnih sirovina, tj. resursa dobijenih ekstrakcijom, kao i od mera ekonomske politike države, u smislu poreskih olakšica i subvencija.

Ipak, imajući u vidu opšti karakter drugog zakona termodinamike, sasvim je jasno da se pri reciklaži ne može iskoristiti sav potencijal utrošenih resursa.

Na ulogu sekundarnih sirovina u očuvanju prirode utiče više faktora, od kojih treba izdvojiti: prosečnu dužinu života proizvoda (od stvaranja do trenutka pretvaranja u otpad) i stopu rasta

privrede. Da bismo to pokazali poslužimo se jednostavnim modelom privredne ravnoteže (Pierce i Turner 1990). Ovaj model polazi od ravnotežnog stanja, pri kom je ukupna tražnja za određenim inputom u toku perioda vremena t , M_t , jednaka ponudi primarno dobijenog inputa (ekstrakcijom prirodnih resursa), M_t^p i sekundarno dobijenog inputa (recikliranjem), M_t^s .

$$M_t = M_t^p + M_t^s \quad (28)$$

Pošto ukupna tražnja raste po opštoj stopi rasta privrede, obeleženoj sa g , sledi da je:

$$M_t = M_0 e^{gt} \quad (29)$$

pri čemu M_0 je inicijalni nivo ukupne tražnje za odedenim inputom.

Ponuda sekundarnog inputa, M_t^s može se prikazati na sledeći način:

$$M_t^s = \alpha M_0 e^{g(t-d)} \quad (30)$$

pri čemu α predstavlja procenat inputa koji se reciklira (radi jednostavnosti uzima se da je fiksna), a d je prosečan vek proizvoda stvorenog korišćenjem određenog inputa.

Pri stanju ravnoteže, učešće sekundarnim putem dobijenog inputa u zadovoljenju ukupne tražnje za određenim inputom, β , je jednako:

$$\beta = \frac{M_t^s}{M_t} = \alpha \cdot e^{-gd} \quad (31)$$

Iz ovog se može zaključiti da što je viša stopa privrednog rasta, g i što je duži prosečni vek proizvoda, d , manje je učešće sekundarnih (reciklažom dobijenih) inputa u zadovoljenju ukupne tražnje za tim inputom, pa je i značaj recikliranja za očuvanje resursa od kog input potiče manji.

Mada značajno pojednostavljen, apstrahovanjem troškova recikliranja i pretpostavkom o potpunoj, savršenoj, mogućnosti supstitucije primarnog inputa sekundarnim²¹, ovaj model jasno ukazuje da je uloga recikliranja u očuvanju resursa, ipak, vrlo ograničena.

Dakle, koliko god država svojim merama podsticala recikliranje i supstituciju primarnih inputa sekundarnim, problem iscrpljivanja resursa ostaje, kao jedno od sudbinskih pitanja čovečanstva.

Jedan od mogućih odgovora na ovo pitanje dat je u tzv. Hartwickovom pravilu. John Hartwick (1977, 1978), a nešto kasnije i Robert Sollow (1986) su pokušali da analiziraju uslove neophodne za održivi ekonomski razvoj, u smislu kontinuiranog funkcionisanja privrede, bez opadanja potrošnje. Ako se pođe od pretpostavki da je količina neobnovljivih resursa fiksna, kao i da ukupna korisnost za čovečanstvo proističe isključivo iz potrošnje tih resursa, te da mogućnosti za reciklažu nema, biva sasvim jasno da je jedina stopa eksploatacije resursa, koja ne dovodi do smanjenja potrošnje, zapravo jednaka nuli. Međutim, ako se pretpostavi da se

²¹ Ako bi se u model uveli i rastući troškovi recikliranja, kao ekonomski odraz delovanja II zakona termodinamike i ukinula pretpostavka o savršenoj supstituciji primarnih inputa sekundarnim, pokazalo bi se da je uloga recikliranja u očuvanju resursa još manja.

resursi ne troše direktno, već se pri određenim tehnološkim procesima, kombinuju sa fizičkim kapitalom, pa se tako stvara proizvod, koji služi za zadovoljenje potreba čovečanstva, tada, smatra Hartwick, stopa održive eksploatacije resursa više nije nula, već postoji određeni pozitivan nivo potrošnje, koji se može većito održavati. Da bi se ovo ispunilo, po Hartwickovom mišljenju, potrebno je:

1. da postoje savršene mogućnosti za supstituciju neobnovljivog resursa fizičkim kapitalom, što znači da će, kada se iskoristi celokupna zaliha prirodnog kapitala, akumulacija fizičkog kapitala dostići maksimum;
2. da se neobnovljivi prirodni resursi koriste efikasno, u smislu Hotellingovog pravila i
3. da se celokupni iznos rente pretvori isključivo u fizički kapital. Ovaj uslov u literaturi je poznat kao Hartwickovo pravilo.

Iz prethodnog nije teško zaključiti da ovo pravilo počiva na veoma restriktivnim pretpostavkama, kao što je ona o savršenoj mogućnosti supstitucije prirodnog kapitala fizičkim, ili o nemogućnosti recikliranja. Ipak, značaj ovog pravila za praktični život nije zanemarljiv. Naime, sigurno je da će model privrednog razvoja, u kom se ukupna količina rente pretvara u akumulaciju, daleko više ispoljiti svojstva održivosti, no model razvoja koji to ne bude u stanju da učini. Zato se Hartwick zalaže da se celokupni iznos rente, ne samo obuhvati porezom, već direktno investira u fizički kapital. Dakle, prihod od poreza na rente, se nikako ne sme iskoristi za fiskalne ciljeve, već mora imati razvojnu namenu, u

smislu podsticanja kvantiteta i kvaliteta fizičkog kapitala, tj. naučno-tehničkog progressa²².

Literatura

- Barnett, H.J. and Morse, C. (1963) *The Scarcity and Growth: The Economics of Natural Resource Availability*. Baltimore MD, Johns Hopkins University Press.
- Brown, G. and Field, B. (1978) Implications of Alternative Measures of Natural Resource Scarcity. *Journal of Political Economy* 86, 229-244.

²² Zanimljivo je istaći da je više od sedam decenija pre Hartwicka do slične ideje došao Kosta Stojanović (1910a), tvrdeći da ekonomsko bogatstvo nastaje kao posledica smanjivanja prirodnog bogatstva. U Stojanovićevom teorijskom sistemu, na osnovu uspostavljanja analogije između termodinamičkih i ekonomskih pojava, energija odgovara bogatstvu. Stojanović polazi od stava da se opšta energija E_{op} , tj. bogatstvo neke društvene sredine, ispoljava kao zbir ekonomske energije (bogatstva), E i prirodne energije (prirodnog bogatstva), E_n . Zaključak koji sledi jeste da ekonomsko bogatstvo raste, "jača" kako Stojanović kaže, na račun prirodnog, te da postoji komplementarnost tj. zamenljivost, između njih. Ipak, Stojanović u svojoj analizi ne pledira za očuvanjem prirodnog bogatstva, putem pretvaranja renti od eksploatacije neobnovljivih resursa u fizički, ljudskom rukom stvoreni kapital, kako to Hartwick predlaže. Umesto toga, ubeđen da je globalni demografski rast neminovan, Stojanović (1910b) govori o delovanju zakona entropije kao relevantnom ekonomskom principu, koji neizbežno vodi ka propasti civilizacije. Time se on može pre svrstati u prethodnika Georgescu-Roegenovih pogleda, no u začetnika ideja o očuvanju prirodne i životne sredine.

- Brown, G.M. and Field, B. (1979) The Adequacy of Measures for Signalling Nature Resource Scarcity. U zborniku V.K. Smith ed. *Scarcity and Growth Reconsidered*. Baltimore MD, Johns Hopkins University Press.
- Deverajan, S and Fisher, A.C. (1982) *Measures of Resource Scarcity under Uncertainty*. U zborniku V. K. Smit and Krutilla, J.V. ed. *Explorations in Natural Resource Economics*. Baltimore MD, Johns Hopkins Univ. Press.
- Dasgupta, P. (1993) *Natural Resources in an Age of Substitutability*. U zborniku Kneese, A.V. and Sweeney, J.L. eds. Handbook of Natural Resource and Energy Economic. Vol. 3. Amsterdam, Elsevier Science Publishers.
- Fisher, A.C. (1981) *Resource and Environmental Economics*. Cambridge UK. Cambridge Univ. Press.
- Hartwick, J. M. (1977) Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources. *American Economic Review* 67, 972-974.
- Hartwick, J. M. (1978) Substitution Among Exhaustible Resources and Intergenerational Equity. *Review of Economic Studies* 45, 347-354.
- Hartwick, J. M. and Olewiler, N.D. (1986) *The Economics of Natural Resource Use*. New York, Harper and Row.
- Harris, D.P. (1993) *Mineral Resource Stocks and Information*. U zborniku Kneese, A.V. and Sweeney, J.L. eds. Handbook of Natural Resource and Energy Economic. Vol. 3. Amsterdam, Elsevier Science Publishers.
- Heal, G. ed. (1993) *The Economics of Exhaustible Resources*. The International Library of Critical Writings in Economics, 32. Aldershot UK, Brookfield USA, An Elgar Reference Collection.
- Hotelling, H (1931) The Economics of Exhaustible Resources. *The Journal of Political Economy* 39:2 , 137-175.
- Kahn, H., Brown, W. and Martel, L. (1976) *The Next 200 Years*. New York, William Morrow and Co.
- Jorgensen, D. and Griliches, Z. (1967) The Explanation of Productivity Change. *Review of Economics and Statistics* 34, 250-282.

- Meadows, D.H. , Meadows, D.L. , Randers J. and Behrens, W.W. (1972) *The Limits to Growth: A Report for The Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York, Earth Island, Universe Books.
- Nordhaus, W.D. (1973) *World Dynamics: Measurement Without Data*. *The Economic Journal*. December, 1156-1183.
- Pearce D.W. and Turner K.R. (1990) *Economics of Natural Resources and the Environment*. New York. Harvester Wheatsheaf.
- Perman, R., Ma Y. and McGilvray J. (1996) *Natural Resource & Environmental Economic*. London and New York, Longman.
- Pešić, R. (2000) *Osnovi poslovne ekonomije*. Beograd, Vizartis.
- Repetto, R. ed. (1985) *The Global Possible*. New Haven, CT, Yale Univ. Press
- Simon, J.L. and Kahn, H. (1984) *The Resouceful Earth*. Oxford, Basil Blackwell.
- Slade, M.E. (1982) Trends in Natural-Resource Commodity Prices: An Analysis of the Time Domain. *Journal of Environmental Economics and Management* 9 122-137.
- Sollow, R.M. (1986) On the Intergenerational Allocation of Natural Resources. *Scandinavian Journal of Economic*. 88:1 , 141-149.
- Stojanović, K. (1910a) *Osnovi teorije ekonomskih vrednosti*. Beograd, Srpska Kraljevska Akademija.
- Stojanović, K. (1910b) *Tumačenje fizičkih i socijalnih pojava*. Beograd, Dositije Obradović.