

Ekonomija naravnih virov in entropijske zanke rasti*

Ekološki problemi izrabe naravnih virov so postali bolj družbeno pereči kot pa ekonomski problemi zaradi njihove redkosti ali celo pomanjkanja, čeprav razmišljanja o možnem izčrpanju premoga (S. Jevons) segajo tudi že v 19. stoletje. Ta druga zgodba se bo začela v bližnji bodočnosti. Ob novoveškem rudninskem izobilju, ki se je začelo z industrijsko revolucijo, se je stalno precenjevala vloga tehnologije in podcenjevala vloga naravnih virov.

Vso naravno doto človeštva je Georgescu-Roegen (1975: 246) razdelil v tri vire nizke entropije:

1. konstantni tok svobodne sončne energije,
2. svobodna energija in
3. urejene materialne strukture, shranjene v zemeljski skorji.

Med prvim in preostalima viroma je velika asimetrija. Prvi je tok (flow), druga dva pa sta zaloga (stock). Razlika je izredno pomembna. Bodočega sončnega sevanja ne moremo odtegniti prihodnjim generacijam. Njegov pritok je konstanten in ga ni mogoče nadzirati. Ne glede kaj počenja sedanja generacija, ne more spreminjati deleža sončnega sevanja za prihodnje generacije. Ozonski problem, ki pa še ni bil znanstveno dokazan v sedemdesetih letih in še ni mogel vznemirjati Georgescu-Roegna, pa kaže, da se tudi tu zadeve usodno spreminjajo. Pri drugih dveh virih pa je prizadet delež prihodnjih generacij zaradi prednosti sedanosti nad bodočnostjo in zaradi nepreklicnosti entropijske degradacije. Tudi razlika med količino dotoka sončne energije in obsegom zalog zemeljske svobodne energije je velikanska. Zaradi tehnološkega dodatka je človek prav tako odvisen od mineralnih virov, za katere nima konkurentov med drugimi živalskimi vrstami, toda izraba teh virov ogroža mnoge vrste in tudi obstoj človeške vrste. V boju za hrano kot odločilnim virom nizke entropije je po Georgescu-Roegnu edino človeški vrsti uspelo vplivati na učinkovitost preobrazbe sončne energije v hrano.

Sam pojem naravnih virov je širši kot surovine. Glede na lastninska-upravljal-ska razmerja Stiglitz (1979: 37) razlikuje:

- privatne dobrine (premog, nafta, železo)
- javne dobrine (zrak, voda)
- privatne dobrine, ki pa se javno upravljajo (gozdovi).

Količinsko pa je te naravne vire razdelil v:

- izčrpljive, katerih količina ne narašča,
- obnovljive, ki lahko naraščajo (ribe, les),
- neizčrpljive, ki pa ne naraščajo (zemlja),
- reciklažne.

Viri, ki se dajo popolnoma reciklirati, so neizčrpani, toda ne naraščajo. Zaradi entropijskega zakona ni možna popolna reciklaža. Tako kot uporabljen material pa ni možno reciklirati izrabljene energije. Ne zdi se mi posrečeno reči, da energij-

* Tekst predstavlja del uvodne študije, ki jo je avtor napisal za zbornik *Entropija – ekologija – ekonomija*, ki ga bo v kratkem izdala Agencija za razvoj mesta Maribor.

Dr. Andrej Kirn, profesor sociologije znanosti FSPN v Ljubljani

ja, ko jo vložimo v pridobivanje kovin, ni v celoti nepovratno uporabljena, ampak so kovine, če z njimi razumno delamo, neke vrste hranilnik energije. Večkratna uporaba proizvodov in različnih materialov samo pomeni, da smo maksimalno izkoristili energijo, ne pa da jo znova in znova izrabljamo. Razen lesnih in plastičnih izdelkov so ti izdelki brez energijske vrednosti.

Naravni viri kot produkcijski viri so historično-ekonomska kategorija. Stiglitz (1979) loči rezerve od zalog. Zaloge so geološki, rezerve pa ekonomski pojem. Pri tem, kaj je lahko rezerva, je treba vedno upoštevati stroške pridobivanja. Rezerve so torej odvisne od tega, pod katerimi pogoji so izračunani stroški pridobivanja. Večkrat nesporazumi in razhajanja v ocenah izvirajo iz istovetenja geoloških zalog z ekonomskimi rezervami. Geološke ocene zalog so vedno večje od ekonomskih ocen rezerv. Temu ustrezno tudi ekonomska izčrpanost rudnika ni nujno vedno tudi fizično-geološka. Fizična izčrpanost pa seveda vključuje ekonomsko. Pogosto se ekonomska izčrpanost doseže pred fizično-geološko. Obstoječe metode pridobivanja nafte izčrpajo le 30% zalog nafte, ki je v zemlji (Brobst, 1979: 114). Geološka izčrpanost je dokončna, ekonomska pa je lahko prehodna. Nenadni energetski in produkcijski stroški lahko zmanjšajo ekonomske rezerve naravnih virov in jih spremenijo v subekonomske. Precejšen del realnih rezerv ni dostopen. To je odvisno od učinkovitosti v energetskem, fizičnem, ne pa ekonomskem smislu. Ekonomska učinkovitost vključuje energetsko, ne pa nasprotno. Ekonomsko bi si npr. lahko privoščili, da bi porabili 1 tona nafte za pridobitev nove tone iz oljnih skrilavcev, seveda pa to ne bi imelo nobenega fizičnega smisla, ker je energetska učinkovitost nična. Samo majhen del razpoložljive energije je stvarno dostopen, čeprav smo po Boltzmannu v morju energije.

Deset najbolj razširjenih elementov predstavlja 99% vseh rudnin v zemeljski skorji, ostalih 82 elementov pa manj kot 1%. Problematično je, da najbolj koristnih elementov sedanje industrije ni na seznamu 10 najbolj razširjenih elementov v zemeljski skorji. Naraščajoči delež keramičnih materialov in plastov to nevednost delno odpravlja, toda za sedaj ti dve vrsti materialov predstavljata komaj 4% kovin (Paulin 1991). Samo določen razpon koncentracije rudnin v rudi od 0,01-0,1% (Brobst, 1979) predstavlja fizični in ekonomski okvir za pridobivanje rudnin. V koncentraciji pod tem mineraloškim pragom je večina redkih elementov disperzirana v kristalni strukturi drugih rudnin. Ko je dosežen mineraloški prag, je potrebno veliko povečanje porabe energije za pridobivanje redkih elementov, ker se ne morejo več uporabljati tradicionalni metalurški postopki. Če se bodo redke kovine morale iskati v silikatnih rudah, bo porast energije varirala od vrste gostitelja tudi za faktor 100–1000 (Brobst, 1979: 128). Danes so za pridobivanje kovin primerna nahajališča, kjer je kovin nekajkrat več, kot je povprečna koncentracija v rudninski skorji. Brobst povzame, da se brez razpoložljive velike količine cenene energije rudninske surovine geološko in ekonomsko mnogo bolj omejeno dostopne, kot pa si mnogi ljudi misli. Ne moremo pričakovati, da bomo kmalu imeli dovolj poceni energije.

Ekstrapolacije, ki temeljijo na podatkih o preteklem rudninskem izobilju, lahko podprejo sleherno hipotezo o kontinuirani bodoči rasti. Toda, če se izkaže, da je pravilnejša hipoteza o bimodalni kot o modalni distribuciji, so najbogatejše rude že izčrpane in smo že prešli vrh krivulje izčrpanja najbogatejših in najkakovostnejših rudnih nahajališč. Običajne zaloge rud, ki ležijo znotraj dosedanjega mineraloškega in ekonomskega praga, bo vse težje najti in uporabiti. Največ lahko dostopnih zalog fosilnih goriv in rud je že ugotovljenih. Statistična raziskava v Kanadi iz leta 1950 je pokazala, da je samo 1 izmed stotih geoloških raziskav vodila k odprtju

rudnika, leta 1969 pa je to razmerje znašalo 1:1000. (Brobst 1979: 135). Pri tem pa je treba še upoštevati, da so se gotovo v tem času izboljšale geološke in geofizične metode raziskovanja in odkrivanja, pa se je kljub temu razmerje izrazito poslabšalo. Mnoga razmišljanja politikov in zagovornikov ekonomske rasti temeljijo na prepričanju, da je preteklost ključ za bodočnost. To pa je tudi usodna ovira za mehki prehod k drugačni ekološki bodočnosti človeštva. Glede na energetske, pa tudi ekološke dejavnike torej ni tako neproblematična in rožnata prihodnost, da ko bodo izrabljeni razpoložljivi kakovostnejši viri, bo pač treba preiti k obilnejšim toda manj kakovostnim virom. Med geologi je tudi sporna teza, da bi razpoložljivost surovin slabše kakovosti progresivno naraščala. Toda ni samo energija kritični dejavnik pri prekoračenju mineraloškega in ekonomskega praga pri pridobivanju rudnin. Tudi razpoložljivost vode je odločilnega pomena pri pridobivanju in uporabi mineralov ter energetskih virov. Problem vode se ne sme minimizirati.

Da bi bil problem omejenosti naravnih virov smiselno postavljen, mora po Stiglitzu (1979: 40–41) izpolnjevati hkrati naslednje pogoje:

- izraba vira mora biti omejena,
- ne sme biti obnovljiv in reciklažen,
- namenjen mora biti produkciji ali potrošnji,
- ni ga mogoče nadomestiti (npr. kapital v produkciji),
- izboljšanje učinkovitosti njegove izrabe je možno le do določene meje.

Najbolj kritična kategorija so gotovo viri, ki so hkrati izčrpljivi in neobnovljivi. Da tudi ta vrsta virov ni kakšna resna trajnejša ovira za ekonomsko rast, se najpogosteje zavrača z naslednjimi tržno-tehnološkimi argumenti:

– ko so izčrpani viri večje kakovosti, se poiščejo manj kakovostni viri v večjem izobilju,

– ko cene rastejo, se pač iščejo nadomestki,

– naraščanje cen spodbuja odkrivanje novih zalog in reciklažo, ki zmanjšuje pritisk na še nedotaknjene vire,

– tehnične spremembe lahko zmanjšajo stroške pridobivanja virov iz obstoječih zalog ali pa se uvedejo metode, s katerimi se neekonomični viri spremenijo v rezerve po tekočih ali po prihodnjih cenah,

– vsako vrednotenje redkosti razpoložljivih naravnih virov mora upoštevati fizične omejitve virov in produkcijsko tehnologijo, ki je omogočila dostopnost naravnega vira. Tehnični napredek pri racionalni izrabi virov enako učinkuje kot povečanje zalog. Pomembna je narava trga, na katerem se menjavajo produkti, katerih uporabne vrednosti temeljijo na določenih naravnih virih.

Goeller (1979) je rešitev problema najbolj izrabljenih neobnovljivih virov videl v nadomestitvi. Našo dobo je celo imenoval »dobo substituirabilnosti«. Po njegovem mnenju je treba pospešiti uporabo kakih 20 elementov, ki so skoraj neomejeni vir nadomestkov za omejene in redke vire, ki jih bo v bližnji bodočnosti najbolj primanjkovalo. Bruce Hannon (1979: 160) pa je pri taki evforični perspektivi opozoril na bistveno razliko med energetskimi in neenergetskimi viri. Kratkoročno je sicer možna nadomestitev enega teh virov z drugimi ne pa dolgoročno, ker ni nobenega nadomestila za energetski vir. To bi bil razlog za edinstven položaj energetskih virov v ekonomskih produkcijskih funkcijah. Zanimarja se tudi ekološki vpliv kontinuirane ali celo pospešene izrabe virov. Pomanjkanje surovin bo vplivalo na produktivnost dela. Porast vložka kapitala in dela je po Honnonu (1979: 161) pojasnil le 10–20% spremembe produktivnosti. Na spremembo pri vložkih surovin, zlasti energije, je odpadel največji delež. »Tehnološka sprememba« je po njegovem mnenju igrala mnogo manjšo vlogo, kot se je običajno mislilo.

V preteklosti je bila tehnološka sprememba morda dobra strategija, s katero so viri nadomestili kapital in delo, ki je postalo bolj produktivno. Če tehnologija ne bo mogla preprečiti zmanjševanje produktivnosti dela in kapitala zaradi upadanja virov, bodo upadala tudi povračila dela in/ali kapitala. V tem je Hannon videl osnovno slabost koncepcije, da katerikoli drugi produkcijski dejavniki lahko nadomestijo naravne vire. Ni povsem jasno, ali bi tehnologija lahko spremenila svojo dosedanjo glavno usmeritev, s katero so viri nadomestili delo in kapital, in premagala svoje lastne stroške in naraščajoče vložke kapitala, da bi zagotovila bodoče donose. Sedanja tehnološka usmeritev je povrnila vlaganja v tehnologijo. Hannon (1979: 162) se je vprašal, ali pa je to tudi res v ekonomiji pomanjkanja virov. Zanj je bistveno, kakšne so socialne in ekonomske koristi in kakšni so stroški v stopnjah rasti uporabe materiala in ali je takšna rast nujna in dejansko zelena.

Z vidika nadomestitve je zanimivo tudi razmerje med energijo in materijo. Materije ni mogoče pridobiti iz energije, razen laboratorijsko v zanemarljivem obsegu, lahko pa se energija pridobi iz materije pod določenimi pogoji. V strogem pomenu energija ni nadomestek za druge naravne vire. To je samo v prenesenem smislu, ker omogoča prehod k izrabi tistih redkejših virov, katerih pridobivanje zahteva večjo porabo energije. Nadomestil ni in jih tudi ne bo za take naravne vire, kot so hrana, voda in zrak. Kot kaže *moderno-intenzivno kemizirano* in tehnizirano kmetijstvo, je pomanjkanje plodnih površin možno nadomestiti z delom in tehnologijo, toda ne v nedogled, ampak samo do določene mere. Za to nadomeščanje pa je bila plačana tudi visoka ekološka cena. Na potencialno grozeče pomanjkanje naravnih virov smo do sedaj vedno odgovarjali, kot da gre in bo vedno šlo le za relativno pomanjkanje. Za mnoga sedanja absolutna pomanjkanja v »tretjem svetu« in nekdanjih socialističnih državah je kriv seveda politično ekonomski sistem in nima nobene zveze z absolutnim pomanjkanjem naravnih virov. Ekonomskopolitično determinirano absolutno pomanjkanje je običajno kratkotrajno, ekološko determinirano pomanjkanje pa bo dolgotrajno, zaostrovali pa ga bodo lahko še socialno-politični konflikti. Razširjeno je Barnettovo in Morsovo prepričanje (1963), da narava navrže le posebna pomanjkanja (»particular scarcities«), ne pa splošnega pomanjkanja (»general scarcities«). Če nimata prav in osebno mislim, da nimata, nas čakajo neslutene težave in spremembe v bodočnosti.

Vsak materialno-ekonomski produkcijski proces obstaja v preoblikovanju materialov, predmetov dela (flow elements) s pomočjo nekaterih dejavnikov (fund agents). Naravni viri so za Georgescu-Roegna resnični življenjski sok ekonomskega procesa. Podcenitvi naravnih virov v ekonomski teoriji in še zlasti teoriji ekonomskega razvoja je botrovala tudi ta okoliščina, da so in še predstavljajo naravni viri zelo majhen delež vrednosti družbenega produkta (DP). Delež goriv, kovin in nekovin je v DP ZDA za leto 1972 znašal le 2,8% in 1975 4,1%. Uvoz goriv, kovin in nekovin pa je bil udeležen v teh letih z 4,4% in 21,7% (Brobst, 1979: 109). Ekonomisti sodijo, da so viri ustrezno merjeni v ekonomskih in ne v fizičnih enotah. To je za Georgescu-Roegna eden najbolj trdoživih ekonomskih mitov. Na entropijsko ekološki izziv onesnaženja pa so ekonomisti odgovorili z drugim mitom: če so cene ustrezne, ni nobenega onesnaževanja. Georgescu-Roegen, Daly, Bruggink trdijo, da tržni mehanizem izključuje prihodnje generacije, ker se te ne morejo potegovati za naravne vire na sedanjem trgu. Tudi po Stiglitzu (1979) tržna alokacija virov glede na bodočnost ne more biti učinkovita, ne more pa se vedeti, ali so precenjene bodoče zahteve ali podcenjene ponudbe. Če je trg pretirano varovalen, se zmeta mogoče nikdar ne bo izrazila v tržnih cenah. Učinkovita medgeneracijska alokacija virov bi zahtevala informacije o bodočem povpraševa-

nju in ponudbi. Takšne informacije, ki bi zajela desetletja in celo stoletja, pa je nemogoče dobiti. Hotelling (1931) je v svojem pionirskem delu pokazal enkrat za vselej, da ni možno govoriti o optimalni alokaciji virov, če ni znano povpraševanje za celotno bodočnost. Bodoča potencialna pomanjkanja ne vplivajo na sedanje tržne odločitve, ker jih zanje ni. Georgescu-Roegen ugotavlja, da tržni mehanizem ne more zaščititi človeštvo pred ekološko krizo v bodočnosti, celo če bi predpostavili optimalno alokacijo virov med generacijami in s tem dobili ustrezne cene naravnih virov. Seveda lahko ves problem odpravimo z duhovitim Bouldingovim vprašanjem: »Kaj pa so zanamci storili za nas?« To vprašanje zahteva in predpostavlja recipročno solidarnostno simetrijo med generacijami. Te pa ne more biti. Mi, ki že obstajamo, lahko nekaj storimo za prihodnje generacije in opredelimo njihove življenjske razmere s sedanjo izrabo naravnih virov, ne morejo pa tega storiti prihodnje generacije, ker jih še ni. Kontinuiranost medgeneracijskih sorodstvenih vezi teoretsko utemeljuje interes sedanje generacije za vse bodoče človeštvo. Če je sedanja generacija zainteresirana za preživetje svojih otrok in vnukov, bodo verjetno tudi ti otroci in vnuki zainteresirani za preživetje svojih otrok in vnukov itd. V tem smislu bi moral biti v zavesti in v rvanju vsake generacije interes za možni ekološki obstoj vseh prihodnjih generacij.

Daly (1977: 123) opozarja, da bo absolutna redkost naravnih virov postala vse večja, čeprav bi bile relativne cene ob vsakem času odlično merilo relativnega pomanjkanja. To ponazori s čolnom, ki ga lahko z znanstveno natančnostjo uravnoteženo obremenimo, pa se bo kljub temu potopil, če bomo prekoračili njegovo absolutno dopustno fizično obremenitev. Relativne cene samo pomagajo, da laže premagujemo naraščajoče absolutno pomanjkanje. Cene seveda lahko prisilijo potrošnike, da bodo kupovali manj materialno-energetsko intenzivnih dobrin. Če pa se s temi dobrinami zadovoljujejo njihove osnovne življenjske potrebe, se jim ne morejo odreči, ne da bi to povzročilo krizo in spremenilo obstoječe materialno-tehnološke pogoje delovanja celotne družbe. Takšno odrekanje bo vodilo v novi elitizem potrošnje in bodo mnoge potrošne dobrine spet postale statusne dobrine. Zlasti se bo to zgodilo takrat, ko tržni mehanizem ne bo mogel spodbuditi nadomestke za tiste naravne vire, ki so bili dosedaj podlaga množičnim potrošnim dobrinam. Daly se upravičeno sprašuje, ali bo breme pomanjkanja naravnih virov padlo predvsem na prihodnje ali tudi že na sedanjo generacijo. Ali bo prizadelo število ljudi ali predvsem raven njihove blaginje ali pa oboje hkrati? Ali bo padlo breme na bogate ali na revne? Trg zasleduje vzdrževanje svojih ne pa ekoloških ravnovesij, razen če v to ni prisiljen ali če ni neposredno ekonomsko zainteresiran. Ni mogoče pričakovati, da bi kratkoročno tržna ravnovesja, ki obsegajo časovni razpon komaj ene generacije, sovpadla s dolgoročnimi biofizičnimi ravnovesji. Ekonomisti bodo mogoče ugovarjali, češ če bi mogli internalizirati vse mogoče ekološke stroške in tako preventivno odvrniti vse mogoče in daljnosežne ekološke posledice, potem bi tržna ravnovesja sovpadla s dolgoročnim ekološkim. Ta ekonomski »če« je podoben Arhimedovemu, ko je dejal, da bi premaknil Zemljo, če bi imel oporo in dovolj dolg vzvod. Ekonomski »če« v nobenem konkretnem omejenem času ni uresničljiv zaradi spoznavnih, naravoslovno-tehničnih in ekonomsko-stroškovnih razlogov. Tako postavljeni »če« v bistvu razkriva globoko nerazumevanje kompleksne narave ekosistemov, po katerih se širijo učinki človekove dejavnosti in tudi nerazumevanje njene entropijske narave. Po Georgescu-Roegnu tudi še ni nobenemu uspelo definirati, kaj so »ustrezne« cene. Težava je v tem, ker so tržne cene odvisne od mnogih dejavnikov: distribucije dohodka, davčnega sistema, industrijske strukture, okusa idr. Sprašuje se, ali so bile cene

nafte do ustanovitve OPEC-a ustrezne ali neustrezne. So bile cene lesa ustrezne ali neustrezne, ko so se posekali gozdovi na velikih področjih? Kakšen trg bi lahko preprečil razsipanje nafte v zadnjih petdesetih letih? Tržni mehanizem, kot se strinjajo Georgescu-Roegen, Bruggink in Daly, ni primerna raven, na kateri bi obravnavali dolgoročne probleme okolja in izrabe naravnih virov. Še manj pa je bil uspešen centraliziran birokratski mehanizem. Vloge trga ne moremo kratko malo odpraviti, če ga ne moremo nadomestiti s čim boljšim. Sprejemljivo se mi zdi razmerje med trgom in ekologijo, kot ga je opredelil Daly (1979: 88): »Trgu sta zaupani razporeditev virov in porazdelitev dohodkov znotraj postavljenih ekoloških in etičnih meja. Trgu ni dovoljeno, da postavlja svoje lastne meje, vendar pa je svoboden znotraj začrtanih meja . . . Nujno je, da postavimo meje od zunaj«. Hermann Piebe pa v svojem prispevku prav tako za specifično kmetijsko področje ugotavlja, da če se ravna izključno po gospodarskih merilih, se ne morejo zadovoljiti ekološke in družbene zahteve, povezane s posebnostjo tega področja.

Nadomestitev in ekonomska produktivnost naravnih virov

Po Georgescu-Roegnu nas neoklasična produkcijska funkcija vodi k rešitvi, ki ni v skladu s fizikalnimi zakoni. Ker se ni posvečala pozornost materialni naravi vložkov, se tudi ni mogla posvečati odpadkom. Na noben način odpadek ni bil predstavljen v standardni produkcijski funkciji. Ekonomiste je onesnaževanje, ki je že vsakega bodlo v oči, teoretsko presenetilo. Če bi priznali entropijsko naravo produkcijskega procesa, bi bilo jasno, da je odpadek prav tako nujen kot vložek naravnih virov. Konstrukcija produkcijske funkcije je bila vedno pod močnim vplivom dejanskih pogojev časa, v katerem so ekonomisti živeli. V Ricardovem času, ko je kmetijstvo še prevladovalo v ekonomskih aktivnostih, je bila tudi zemlja poleg kapitala in dela uvrščena med glavne produkcijske faktorje. Ker je bila deflacija konec 19. stoletja velika in so bile obrestne mere izredno nizke, so nekateri ekonomisti predlagali produkcijsko funkcijo, ki vključuje samo zemljo in delo, kapital pa so obravnavali kot prosto dobrino, razpoložljivo »skoraj« v neomejenih količinah. Od takrat pa je kapital postal pomembnejši kot zemlja ne samo v industriji, ampak tudi v kmetijstvu in je zemlja izginila iz neoklasične produkcijske funkcije ter bila uvrščena pod kapital (Giarini, Louberg, 1977:50). Izpustil se je tudi vpliv tehnologije na produkcijski sistem. Mnogi so poizkušali vpeljati ta faktor v produkcijsko funkcijo, zlasti kot odgovor na očitni preostali faktor v ekonomski rasti. Kot je znano, je R. M. Solow ugotovil, da 1/3 v ekonomski rasti ZDA v novejšem obdobju pripada kapitalu in 2/3 tehničnemu napredku. Toda tehnologija i bila vključena v produkcijsko funkcijo kot pravi faktor, ampak kot koeficient obstoječih faktorjev. Najbolj kontroverzna točka pri tem je bila, ali tehnični napredek ekonomizira kapital ali delo ali oboje. Glede na to je bil koeficient uporabljen za kapital, za delo ali za celotno funkcijo. Giarini in Louberg (1977:52) sta pojasnila razloge za to. Prvi razlog je bil, da so ekonomisti tehnologijo imeli za pojav zunaj ekonomije, drugi razlog pa je bil, da je klasična analiza pokazala, da zakona padajočih donosov ni možno iz apriornih razlogov uporabiti za tehnologijo. Kaže se nasprotno, da bi tehnologija mogla ovreči ta zakon ali najmanj odmakniti meje, ki jih navrže rasti ekonomskega sistema. Zakon padajočega donosa govori, da če narašča en faktor produkcije in so tudi drugi faktorji na isti ravni, postaja odgovarjajoči porast v produktu manjši. Ta zakon se pojavlja na mnogih področjih in ni specifično ekonomski zakon. V sistemski dinamiki prevze-

ma oblike negativne povratne zanke, ki preprečuje, da bi sistem krenil na pot eksponentialne rasti. Videti je, da deluje tudi v znanosti pri produkciji znanstvenih spoznanj (Rescher, 1985), v ekologiji in v kapitalno-tehnološko intenzivni medicini (Illich, 1976, 1977). Giarini in Louberg (1977) sta odkrila, da ta zakon upadajočih povračil deluje pri mnogih tehnologijah bolj, kot pa si je mogoče misliti. Družba v skladu z ekonomisti in politiki veruje v moč tehnologije, kar pa je hkrati v nasprotju z izkustvom praktikov na različnih področjih tehnologije. Na makro-ekonomski ravni je zakon upadajočih povračil ovira za stalno ekonomsko rast družbenega produkta, kar so priznali klasični ekonomisti in bili zato prepričani, da je nujno dolgoročno stacionarno stanje. Ricardo je mislil, da tehnični napredek lahko odloži njegov nastop. V primerjavi z Ricardom pa John Stuart Mill stacioniranega stanja ni obravnaval kot katastrofo, ampak kot naklonjeno stanje za človekov kulturni, moralni in družbeni napredek. Ekonomisti so bili vse bolj prepričani, da lahko tehnologija ne samo začasno, ampak trajno odpravlja in nevtralizira učinke zakona padajočih povračil. Tehnologija je v modelih rasti prevzela eksponentionalno funkcijo, tako da v končni analizi tehnologija spodbuja tehnologijo v pospešni stopnji. Zakon padajočih povračil je bil na začetku oblikovan predvsem v zvezi z kmetijsko produkcijo, ko se še ni začela eksplozija tehnoloških inovacij. Uveljavljanje zakona je bilo zgodovinsko odloženo z velikimi geografskimi odkritji in z eksponentialnim tehnološkim napredkom. Sedaj pa se kaže, da je dolgoročno tehnološki napredek bolj ranljiv za upadajoča povračila kot pa delo in kapital (Giarini, Louberg, 1977: 59). Upadajoča povračila tehnologije so opaznejša, kjer je upočasnjena tehnološki napredek in njegova produktivnost upada. Možne meje ekonomske rasti se ne pojavljajo samo od zunaj zaradi izčrpanja naravnih virov ali ekološke degradacije v katastrofalnem obsegu, ampak tudi od znotraj v obliki zakona upadajočih povračil. Te notranje meje pa lahko pospešijo in potencirajo zunanje omejitve. Ni pa mogoče trditi, da sta znanost in tehnologija za vedno obsojeni, da sledita zakon upadajočih povračil. Upadanje rudninskega izobilja in entropična narava tehnoloških aktivnosti in še marsikateri drugi dejavniki pa bi po mojem mnenju govorili v prid, da je to trajnejša splošna usmeritev in so odstopanja od tega samo prehodna.

V standardnih ekonomskih modelih rasti je produkcija odvisna predvsem od dveh faktorjev: dela in reproducirajočega kapitala. Edina meja produkcije je zmožnost tehnologije in kapitala, da predela vložke v produkte. Po Georgescu-Roegnu so ekonomisti rutinsko merili predvsem produktivnost faktorjev fonda (kapital, delo) ne pa tekočih faktorjev (flow factors), kar je izražalo neizrečeno domnevo, da ti niso redkost, ampak so prosti in neizčrpani darovi narave. Zemarjanje tekočih faktorjev je imelo svoje opravičilo v tistem prepričanju, da je obnavljajoči kapital odličen nadomestek za zemljo in druge izčrpljive vire. To je tudi eden izmed trdoživih modernih ekonomskih mitov. Običajni razlog za prestrukturiranje produkcijskega kapitala je večja, ne pa manjša predelava surovin, kot bi bilo pričakovati, če bi bil kapital nadomestek za vire. Nova tehnologija lahko omogoča predelavo različnih materialov, toda to je nadomestitev ene vrste surovin z drugimi, ne pa tehnologije s surovinami (Daly 1977: 108). Nekateri ekonomisti so trdili, da je tiha neupravičena domneva ekologistov, da naravnih virov ni mogoče nadomeščati. In dejansko jih tudi ni mogoče. Obstajajo samo nadomestki med naravnimi viri, ne pa nadomestki za naravne vire. Vsak še tako znanstvenotehnološko umetno konstruiran nadomestek temelji na nekem naravnem viru. Če en naravni vir nadomesti drugega zaradi tehnološkega razvoja, ni razloga za trditev, da je tehnologija ali kapital nadomestek za naravne vire. Geor-

gescu-Roegen meni, da je pogled na ekonomski proces kot celoto zelo zmoten, če se ne vidi, da ni nadomestkov za naravne vire. Trditi kot R. Solow (1974: 11), da bi svet mogel shajati brez naravnih virov, je ignorirati razliko med stvarnim svetom in rajem (Georgescu-Roegen, 1975: 173). Tehnologija sama, ne samo njeni produkti, je odvisna od naravnih virov in je njihov potrošnik, čeprav je tehnični napredek marsikje omogočil zmanjšanje porabe materiala za sama tehnična produkcijska sredstva (npr. valjalni stroji, odprava jeklarske kokile idr.). Ni mogoče govoriti o tehnologiji kot nadomestku za naravne vire, kadar se s spremenjeno tehnologijo začne izrabljati nov vir, ko je prvi izrabljen. Zdi se, da bo tehnologija vedno našla nek nov cenen vir. Ta logika vsiljuje predstavo, da je vprašanje virov drugotno, navidezno, resnični problem je izumljanje prave tehnologije, ki odkrije, konstruira, oziroma omogoča izrabo novega naravnega vira. Naš planet naj bi bil torej brezmejno obdarjen z viri, treba je samo z angažiranjem kapitala za raziskovanje in razvoj sukcesivno pravočasno odkrivati »tehnološke ključce«, ki nam odpirajo te vire. Nekateri zato trdijo, da če je morda res, da prihodnjim generacijam zapuščamo manj naravnih virov, jim pa zato zapuščamo več znanja in tehnologije, ki jih bosta pripeljala do novih tehnoloških ključev, novih tehnologij, s katerimi si bodo utrle pot do novih naravnih virov. To bi bila nekakšna »tehnološka odkupnina« sedanje generacije za morebitne težave z naravnimi viri prihodnjih generacij. Za nekatere naravne vire bi bila mogoča takšna dota začasno zadovoljiva, ne pa za vse. Že Marx je v Kapitalu zapisal, da ni mogoče uloviti rib v reki, kjer jih ni. Moderna tehnologija ribolova kot plavajoče ribiške tovarne bo klavrn nadomestek za izropana ribja lovišča. Ribiške ladje in supertankerji niso produktivni kapital, če ni več rib in nafte. Globoko zmotna so prepričanja ekonomistov, da naravni viri niso različni od drugih produkcijskih faktorjev in da obstajajo ekstenzivne možnosti za nadomeščanje med viri in drugimi produkcijskimi faktorji. Evangelij ekonomistov o vsemogočnosti nadomestitve in tehnologije je skoncentriran v geslu: »come what may, we will find a way, provided prices are right« (naj se zgodi kar hoče, vedno bomo našli rešitev, če so cene ustrezne). Prepričanje o neomejeni možnosti za zamenljivost naravnih virov z drugimi produkcijskimi faktorji je po Georgescu-Roegnu izhajalo tudi iz ekskluzivnega ukvarjanja z modeli na papirju, pri čemer se niso upoštevala njihova razmerja do dejstev. Iz čisto matematičnih kvantitativnih razmerij v teh modelih izhaja, da so viri lahko tako majhni, kot želimo, pod pogojem, da je kapital dovolj velik. Toda, kar je možno v logičnih operacijah s simboli, še ni dejansko možno. Sam porast kapitala vključuje dodatno porabo virov in če gre kapital k neskončnosti, bo vir hitro izčrpan. Spremembe v tehnologiji in delu lahko samo zmanjšajo količino odpadkov v produkciji blaga, ne moreta pa ta dva dejavnika ustvariti materiala, ki ga obdelujeta.

Solow je za ZDA pokazal, da se je bistveno zmanjšala potrošnja vrste mineralov na enoto družbenega produkta v obdobju 1950–1970. Toda to še ne pomeni, da je tehnološki napredek vodil k večji ekonomiji virov. V enakem obdobju 1947–1967 pa je v ZDA narasla potrošnja osnovnih mineralov na prebivalca. R. Solow je branil ekonomsko rast z neposrednim sklicevanjem na naraščajočo produktivnost virov. Ko je meril produktivnost virov z družbenim produktom na produkcijo posamičnih virov, je odkril, da je narasla produktivnost nekaterih virov (bakra, cinka, bitumna, premoga, železa, medtem ko je pri drugih ostala nespremenjena (nikla, nafte) in pri nekaterih padla (aluminij, plin, elektrika). Podatki niso dopuščali posplošitve. Če se količina vseh porabljenih virov poveča, potem upada agregirana produktivnost virov. Produktivnost mnogih virov bo še naraščala, če bo naraščal družbeni produkt (DP) hitreje kot količine teh porabljenih virov.

Porast DP je delno možen s hitrejšim porastom kokličine tistih virov, čigar produktivnost je padla v danem obdobju. Solow je to možnost dopustil, ko je navedel, da je eden izmed možnih razlogov, da je produktivnost bakra porasla, v tem, ker je aluminija padla. Aluminij je nadomestil baker v mnogih primerih (Daly, 1977: 116). Sam izaz »produktivnost naravnih virov«, merjena v razmerju do DP, je nejasen in pri ekstrapolaciji vodi do naslednjega nesmisla: produktivnost določene vira postaja neskončna, ker se njegova potrošnja približuje ničli, medtem ko ne upada realni DP. Iz tega gotovo ni mogoče sklepati, da naraščajoča produktivnost vira nadomesti upadanje ponudbe vira, ker bi v tem primeru najbolje shajali z ničelno produkcijo nafte, aluminija itd. (Daly, 1977: 116). V zvezi s takšnim razumevanjem in merjenjem produktivnosti naravnih virov je razumljiva Solowa trditev, da bi svet lahko »dejansko shajal brez naravnih virov« oziroma da ob določenih končnih stroških produkcija ne bi bila odvisna od izčrpljivih virov. Pretok virov bi lahko ostal konstanten, DP bi lahko naraščal eksponentialno, ker bi hkrati z njim tudi eksponentialno naraščala tako razumljena produktivnost virov. Z ekološkega vidika ni bistveno ekonomskovrednostno razmerje med različnimi naravnimi viri na enoto DP, ampak stopnja realne fizične rasti ali upadanja njihove porabe.

Zanimiva je Georgescu-Roegnova interpretacija ugotovitev sedaj že klasičnega Brenettovega in Morsovega dela (1963) o ekonomiji naravnih virov z zgodovinskega vidika. V povezavi s problematiko knjige je Kerry Smith (1979) izdal poseben zbornik, ki naj bi po tolikem času ponovno pretresel osnovne probleme in stališča knjige z vidika novih spoznanj o ekonomiji naravnih virov. Na primeru ZDA za obdobje 1870–1957 sta Barnett in Morse skušala preveriti klasično ekonomsko tezo, da so naravni viri ekonomska redkost, ki narašča v času. Empirično sta dokazala, da v tem časovnem razponu niso naraščale cene surovin v poljedelstvu, rudnin in celotni ekstraktivni industriji. Izjema je bila gozdarstvo. Razlogi bi bili naslednji (Barnett, 1979: 164):

- ekonomsko obilni viri so nadomestili manj obilne,
- naraščajoča odkritja in razpoložljivost domačih rudninskih virov,
- naraščajoči uvoz izbranih rudnin,
- znatno povečanje znanja in socio-tehničnih izboljšav, pomembnih za ekonomijo, odkritje virov, njihovega razvoja, pretvorbe, transporta in proizvodnje. To je omogočilo, da je ekonomija producirala vedno večje količine ekstraktivnih dobrin ob upadanju realnih marginalnih stroškov. Družba je bila tako po Barnettu več kot uspešna pri izogibanju naraščanja ekonomske redkosti naravnih virov v okviru stroškov ekstraktivnih dobrin, toda pojavili so se drugi ekološki problemi v zvezi z izkoriščanjem naravnih virov: onesnaževanje, oskrba z vodo, odpadki, raba zemlje. Samo, če bi stroški ekstraktivnih dobrin naraščali absolutno, bi se lahko ohranil ali ustavil ekonomski napredek. V najslabšem primeru bi lahko prišlo do upočasnjene ekonomske rasti, nikakor pa se ne bi mogla ustaviti. Barnett/Morse nista bila prav nič zaskrbljena zaradi bodoče razpoložljivosti naravnih virov. Navedla sta podoben argument kot kasneje nekateri sovjetski znanstveniki za kritiko *The Limits to Growth* (1972), češ da je ključ za morebitno pomanjkanje virov v porasti človekovih znanstveno-tehničnih sposobnosti, da dobiva kar koli iz česar koli. Barnett/Morse sta bila prepričana, da bo napredek v temeljni znanosti omogočil izkoriščati enotnost materije in energije, s čimer se bomo izognili količinskim omejitvam, ki izhajajo iz specifične geološke strukture zemeljske skorje. Znanost bo skratka pripomogla, da bodo naravni viri vse bolj homogeni, in s tem količinske zaloge konkretnih virov ne bi bile več pomembne. Zadovoljitev člove-

kovih potreb ne bo odvisna od konkretnih virov, ampak predvsem od tega, koliko bosta znanost in njena tehnična realizacija sposobni zmanjšati heterogenost virov in jih vsesplošno izrabiti na višji ravni homogenosti. S tem bi kajpak bil uresničen tudi ideal popolne nadomestitve. Toda nedvomno so na poti k njej, če je dosegljiva, veliki praktični ekološki, ekonomski in tehnološki problemi. Tu pa se srečamo s celo vrsto konkretnih omejitev in pogojev, ki jih abstrahirajo načelne teoretične možnosti oziroma jih še ne morejo predvideti. Velike spremembe so že in še bodo pri izrabi naravnih virov za pridobivanje materialov, za konstruiranje novih kompozitnih materialov z novimi lastnostmi, uporabi sekundarnih surovinskih materialov, omejitvi porabe energije pri njihovem pridobivanju idr. (Paulin, 1990, 1991). Pri novih ogljikovih, keramičnih, kompozitnih materialih ne smemo imeti pred očmi samo njihovih čudovitih mehanskih in drugih lastnosti, ampak tudi njihovo energetsko »ceno«, njihovo celotno ekonomsko »ceno« in kar je še posebno pomembno, celotne ekološke učinke v vseh fazah njihovega pridobivanja in uporabljanja. Šele ko je celotna veriga razvidna v svojih temeljnih razsežnostih, lahko pretehtamo, za kakšen »napredek« gre in če si niso ta merila napredka med seboj v nasprotju. Materiali na osnovi ogljika (Vuga, 1990), ki bi ga pridobivali iz lesa iz rastlin in ki bi lahko zadovoljil različne potrebe civilizacije po dosedanjih neobnovljivih materialih, bi izredno radikalno obrnili trend industrijske epohe od naraščanja odvisnosti od neobnovljivih materialov k odvisnosti od obnovljivih virov. To bi bil revolucionaren korak v pravo smer, kar pa bi potegnilo za seboj druge omejitve: uporaba zelenih površin za pridobivanje biomase in s tem ogljika bi zožila številne druge želje in zahteve glede uporabe prostora. Takšna uporaba bi bila resnično v prid neentropijske evolucije, ne pa entropijske antievolucije, ki bi jo sprožila industrializacija.

Georgescu-Roegen (1975) v svoji kritiki Barnett/Morsa ni zanikal, da so njegovi podatki točni, toda interpretacija se mu ni zdela pravilna. Treba je ločiti tri oblike, v katerih je potekal tehnološki napredek:

a) inovacije, ki ekonomizirajo nizko entropijo, na primer s popolnejšim izgorevanjem, zmanjšanjem trenja, nadomeščanjem materialov, ki zahtevajo več energije s tistimi, ki jo zahtevajo manj, ipd.

b) substitucijske inovacije, ki enostavno nadomeščajo človekovo energijo s fizikalno, kemično,

c) inovacije, ki predstavljajo nove potrošne dobrine, npr. najlonske nogavice, videorekorderji.

Nekatere inovacije ne spadajo samo v eno skupino. V splošni zgodovini tehnike so zlasti sovjetski avtorji poudarjali produkcijska delovna sredstva in v zvezi z njimi funkcijsko merilo kot odločilno za tehnične revolucije. Sedaj zlasti nekateri zahodni raziskovalci poudarjajo energijo kot tisto osnovo, na kateri se potem strukturirajo glavne smeri tehničnega napredka. Tehnične spremembe ob novih energetskih virih pa so potegnile za seboj ekstenzivno porast izrabe energije. Ekonomska zgodovina po Georgescu-Roegnu potrjuje elementarno dejstvo, da so bili sproženi veliki koraki v tehnološkem napredku z odkritjem, kako uporabiti nove vrste energije. Po drugi strani pa veliki koraki v tehnološkem napredku ne morejo biti materializirani, če inovacijam ne sledi velika rudninska ekspanzija. Celo tehnološki dosežki v učinkovitosti uporabe bencina kot pogostega goriva zbledijo v primerjavi z večkratnim porastom števila naftnih nahajališč. Do te vrste rudninske ekspanzije pa je prišlo ravno v zadnjem stoletju. Vsa odkritja so v glavnem predstavljala lahko dostopne surovine. To obilje je po Georgescu-Roegnu omogočilo znižati realne stroške prinašanja mineralov iz njihovih nahajališč na

površino. Energija fosilnih goriv je tako postala cenejša, substitucijske inovacije pa so povzročile, da je upadlo razmerje dela do čistega iznosa. Kapital pa se je tudi moral razviti v oblike, ki stanejo manj, toda potrošijo več energije, da bi dosegel enak rezultat. Če se raziskujejo samo relativni dejavniki fonda v obdobju izjemnega mineraloškega izobilja, se ne more dokazati, da bo celotni strošek vedno sledil upadajočemu trendu ali da bo kontinuirani napredek v tehnologiji omogočil, da bodo dostopni skoraj neizčrpani viri.

Ostaja pa tudi problem mere za redkost kot sta jo razvila Barnett in Morse in ki naj bi se izražala v stroških na enoto ekstraktivne produkcije. Brown in Field (1979: 219) sta predlagala še dve meri redkosti: realne cene surovin intenzivnih produktov in rentno stopnjo. Bruggink (1975) pa je v vključenem prispevku tudi pokazal na razloge, zakaj se je predpostavljalo, da so opazovane cene virov temeljnejše merilo za pomanjkanje kot pa katero koli razpoložljivo fizikalno merilo. Iz tega, da cene surovin ne naraščajo dramatično, je po njegovem mnenju neutemeljeno sklepati, da je še za dolgo dovolj razpoložljivih virov. Da cene niso bolj naraščale dokazuje, da so bile podcenjene, ne pa da niso redkost z vidika dolgoročnega časovnega razpona. Podcenitev naravnih virov je Daly (1977: 109) povzel z relativno močjo družbenih razredov, ki vplivajo na delovanje trga. Delo in kapital sta dva močna družbena razreda, medtem ko to niso več lastniki naravnih virov. Rast produktivnosti dela in kapitala sta bila odkupljena tudi za ceno podcenitve naravnih virov. Prednost so imele inovacije, ki so vspodbujale produktivnost dela in kapitala (tehnologije), pred tistimi, ki so povečevale produktivnost virov. Konflikt med kapitalom in delom se je ublažil z ekonomsko rastjo, to je s premikom izkoriščanja k naravnim virom. Če bo določena institucija prevzela vlogo zemljiškega razreda in dvignila cene surovin, se bo zaostрил konflikt med delom in kapitalom (Daly, 1977).

Ekonomija se je do sedaj razumela kot upravljanje redkih virov, ki pa ni presegalo potreb in interesov ene generacije. Ekonomija bo morala spremeniti svoj način razmišljanja in svoje samoumevne vrednostne predpostavke, ko bo prisiljena presoјati interese in potrebe sedanje generacije tudi z vidika »sub specie aeternitatis« trajnega obstoja človeške vrste v biosferi. Ta preobrazba ne bo odvisna samo od ekonomske znanosti, ampak tudi od oblikovanja nove ekološke civilizacijske paradigme in od nove ekološke kulture sploh.

Entropijska zanka modernega kmetijstva

Hermann Piebe v svojem prispevku razgrne zadrege razvojne usmeritve kmetijstva v Zvezni republiki Nemčiji v širšem kontekstu Evropske gospodarske skupnosti. Svoje ekološke in socialne posledice sta pokazala oba zgodovinska tipa industrializacije kmetijstva: sovjetski in zahodnoevropski. Sodobne razprave o kmetijski politiki v Zvezni republiki Nemčiji se zapletajo v naraščajoča protislovja; na eni strani se zahtevajo nesmiselne visoke subvencije za zaščito okolja in ohranitev kmeta, na drugi strani pa kmetijski ekonomski odnosi zahtevajo razkroj zaščitnega sistema, vključitev kmetijstva v tržno gospodarstvo in močnejšo industrializacijo proizvodnih metod. Izključna tržno-gospodarska merila pa ne ustrezajo ekološkim zahtevam in kulturni funkciji kmetijske strukture podeželja. Okolje najbolj ogrožajo veliki kmetijski obrati in množična reja živine. Zavzema se za podporo polkmetov, manjših kmetijskih obratov, kombinacije kmetijske dejavnosti z drugimi viri pridobivanja dohodka in alternativnemu kmetijstvu. Sprašuje se,

zakaj se alternativno kmetijstvo bolj ne podpira, ker primerjalni ekonomski rezultati niso tako neugodni. Prava mera intenzivnega kmetijskega gospodarjenja je že presežena. Program ekstenziviranja je po njegovem mnenju korak v pravo smer. Poudari, da je treba preveriti staro temeljno predstavo o naravnih pogojnosti kmetijstva. Tudi Georgescu-Roegen izrecno opozarja na ekonomsko in ekološko posebnost kmetijstva. Celo glavno Marxovo teoretično-metodološko napako vidi v tem, da je zakone industrijske ekonomije raztegnil na kmetijstvo. Neizmer na prednost tovarne pred kmetijo je v možnosti izločitve vseh nekoristnih dejavnikov. Kmetijska proizvodnja poteka v serijah ne pa kot po tekočem traku in kmetijskih proizvodnih sredstvih ni mogoče uporabljati vse leto kot tovarniška sredstva, ampak samo v določenem času. Po tovarnah je možno premosorazmerno povečati proizvodnjo, če povečamo delovni čas, število zaposlenih ali zboljšamo tehnologijo. Te možnosti v kmetijstvu ni, kar je za Georgescu-Roegna ena od nepremostljivih ovir v človekovem boju za hrano. Moderno kmetijstvo je izredno energetskega razpisno. Ta proces se je sprožil, ko je traktor zamenjal vprežno živino, mineralna gnojila organska, intenzivna biokemična zaščita rastlin samoniklo ekosistemsko. Hermann Priebe navaja podatke, ki ponazarjajo te zgodovinske trende. Rast industrijskega sektorja in z njim povezane drugačne socialne strukture ne bi bila mogoča brez spremembe produkcijskih metod v kmetijstvu. Rastoči pritisk za produktivnost je prisilil kmete, da so povsod opustili tovarno živino in uporabili vso zemljo za pridelovanje hrane. Če se odmisli za človeka pomembna razlika v vrsti energije, potem je s čisto količinskega energetskega vidika kmetijstvo zelo potratna dejavnost. Porabi se nesorazmerno izredno velika količina energije, za pridobitev neprimerno manjše količine energije v obliki hrane. Ta zamenjava je nesmiselna in neproduktivna z vidika čiste količinske ekvivalentnosti energije. Smiselnost opravičuje samo različnost v vrsti energije. Z industrializacijo kmetijstva se stalno zmanjšuje energetska produktivnost kot razmerje med količino energije, vsebovane v hrani in energijo, porabljeno za njeno pridelavo, transport in distribucijo (Ramade, 1981: 503). To razmerje je bilo za koruzo leta 1969 12:1 (Iowa, ZDA) in za krompir leta 1969 17:1 (Maine, ZDA). Družbena delitev dela, obstoječa socialna struktura globalne družbe in tehnični pogoji njenega načina bivanja so prispevale k temu, da so postajale vse bolj neugodna razmerja med količino energije na mizi končnega potrošnika hrane in porabljeno energijo v vseh vmesnih fazah, ki so bile potrebne, da je hrana prispela do porabnika. Gotovo bi bilo neracionalno, če bi npr. potrošiti tri tone nafte, da bi pridobili eno tono nafte iz oljnih skrilarcev. Količinsko neproduktivna, a kvalitativno smiselna zamenjava ene energije za drugo je možna, dokler imamo na razpolago dovolj fizično in ekonomsko dostopne energije (nafte, elektrike, mineralnih gnojil) za pridelovanje, transport, predelavo in distribucijo hrane. Dolgoročno ta usmeritev deluje proti biološkemu interesu trajnega obstoja človeške vrste, ker je obnovljiv eksistenčni vir (hrana) usodno odvisen od neobnovljivih rudninskih in energetskih virov. S tem se je človeštvo samo zvrnilo v past in sedaj še ni nobenih možnosti, da bi se iz nje izmotalo. S tega vidika ni mogoče trditi, da je moderna tehnologija osvobodila človeka od narave. Nasprotno, dolgoročno ga je potisnila v še usodnejše oblike odvisnosti, ki pa se iluzorno kratkoročno kažejo kot »osvobajanje« od narave. K prividu tega osvobajanja je veliko prispeval tudi svetovni trg, ki je odvisnost produkcije in potrošnje od lokalnih naravnih pogojev premaknil na globalno, planetarno raven, kjer pa so pritiski in obremenitve vse večje. Izvor prevare »osvobajanja od narave« je tudi v družbeni delitvi dela, ki je končnemu potrošniku dobrin zabilasala izvorno naravno odvis-

nost in jo spremenila v družbeno posredovano odvisnost. Ta se ob vse večjih človekovih potrebah kaže kot rastoča neodvisnost od narave.

Nekateri npr. trdijo naj nas Slovence ne skrbi, da nimamo veliko rudninskih in energetskih virov, ker se ob podobni naravni doti prav dobro živi v Švici in na Japonskem. To je že res, toda to ni argument, da se da živeti brez naravnih virov. Vprašanje je samo, ali od domačih ali od uvoženih in če jih bo za vse konkurente vedno dovolj na razpolago.

Daly se sprašuje, vendar ne daje zadovoljivega odgovora, zakaj se je človeštvo v zadnjih 150 letih preusmerilo od vsesplošne odvisnosti od obilnega konstantno obnovljivega vira v obliki sončnega sevanja k neobnovljivim zemeljskim virom. Za to so tako ekonomski kot tehnološki razlogi. Sončna energija nima samo prednosti, kot so ekološka čistost, obnovljivost, konstantnost, izredna količina, ampak ima z vidika človekovega dela, človekove uporabnosti tudi slabosti. Razpršenost, znanstveno-tehnični problemi njene množične neposredne pretvorbe v električno energijo ali preko toplotne v mehansko energijo. Zemeljski neobnovljivi energetski viri so bili v taki koncentrirani obliki, da so lahko ob ustrezni tehnologiji opravili veliko dela. To tehnologijo je bilo lažje izumiti kot tehnologijo za izrabo sončne energije, čeprav so o njeni tehnološki izrabi razmišljali že v 18. in 19. stoletju. Stvarna neobnovljivost fosilnih goriv se na začetku sploh ni upoštevala in ni bila pomembna pri kakšni civilizacijski racionalni presoji, da bi se bilo bolje preusmeriti k obilnemu viru sončne energije, ne pa k premogu. Energetska kriza 18. stoletja je bila tu, ni pa bilo ne znanstvenih in tehničnih možnosti, da bi se lahko izrabila sončna energija. Kapital si je prizadeval, da bi vsako naravno silo in naravni vir čim hitreje in s čim manj stroškov spremenil v produktivno silo. To je lažje dosegal s tehničnim izkoriščanjem že razpoložljivih koncentriranih energetskih virov, kot pa da bi tehnično rešil problem koncentriranja energije razpršenega sončnega sevanja. Daly premalo poudari zgodovinsko zvezo med rastjo, nenehno razširjeno reprodukcijo in naravo kapitala kot novega, dinamičnega družbenoekonomskega odnosa, ki je bil hkrati tudi nov odnos do narave.

Absolutne ali relativne meje ekonomske rasti?

Teorija ekonomske rasti v njeni sedanji obliki je povojni in neoklasični pojav. Ricardo, Malthus, Jevons, Mill so dvomili o možnosti trajne ekonomske rasti. Marx je to nemožnost omejil na kapitalistično družbo. Kjerkoli sta Platon in Aristotel omenjala rast, sta poudarjala nevarnost in nikdar dobrobit. Za idealni polis je število državljanov določeno in njihove dejavnosti predpisane. Zavrgli so idejo rasti na temelju svojega razumevanja življenja, sreče in morale. Na omejenem planetu, omejenem v prostorskem smislu, razpoložljivosti neobnovljivih naravnih virov in zmogljivostjo biosfere, da sprejme in nevtralizira onesnaževanje je dolgoročno problematična vsaka trajna rast, eksponencialna pa še posebno. Rastoča ekonomija je za Brugginka (1985) disipativni sistem, ki je daleč od ravnovesja in vsrkava ogromne količine nizke entropije, da bi vzdrževal in širil lastne strukture, toda za ceno povečanja entropije v svojem širšem okolju, ki je v tem primeru planet Zemlja. Z vidika etične analize razmerja ciljev in sredstev je za Dalyja (1977: 71) ekonomska rast posrednik sredstev, »da bi tako zadovoljili vedno več posrednih ciljev. Neomejena sredstva plus neomejeni cilji je enako večna rast«. Vendar pa ni nujno, kot izhaja iz Dalyjeve skice, da končni cilji izhajajo iz religije. Postavljajo jih lahko tudi filozofija, etika, antropologija, politi-

ka itd. Mnogo je kandidatov, ki hočejo biti tvorci »končnih ciljev«. Vsi neskončni cilji so z vidika različnih civilizacijskih paradig lahko zelo končni, prehodni. Daly skuša v svojem prispevku povezati argumente biofizične in moralne kritike rasti, ki ju primerja s kladivom in nakovalom. Ne samo nekateri ekonomisti, ampak tudi naravoslovci, fiziki in inženirji so začeli dvomiti o možnosti trajne ekonomske rasti. V sedemdesetih letih so se razmahnila tovrstna nezaupanja, potem pa so bila potisnjena ob stran. Zaradi prevladujočih drugih družbenoekonomskih in političnih problemov, kot so kriza države blaginje, brezposelnost, inflacija, kriza in razpad socialističnega sistema, pa tudi zaradi lokalnih in regionalnih uspehov nekaterih držav pri obvladovanju problemov okolja. Zdelo se je, da je možen kompromis med ekonomijo in tehnologijo na eni in ekologijo na drugi strani. Pokazalo se je, da vsaj začasno rast družbenega produkta ni nujno premosorazmerno povezana z rastjo onesnaževanja. Energetska revolucija v tehnološko razvitem zahodnem svetu je konec sedemdesetih in v začetku osemdesetih let razkrila drugo pomembno zvezo, da rast družbenega produkta ni nujno premosorazmerno povezana z rastjo porabe primarne energije, ampak je vsaj za določen čas mogoča ob ničelni ali celo ob zmanjšani rasti primarne energije. Nekateri uspehi v preventivi in sanaciji onesnaževanja (npr. pri termoelektrarnah), ki so zmanjšali onesnaževanje tudi do 90 ali več odstotkov, so vzbudili ekotehnoški optimizem in zameglili trajna in sistemska konfliktna razmerja med ekosistemi in rastočimi tehn-ekonomskimi sistemi. Te okoliščine so bile izvor za novo kompromisno globalno socioekološko koncepcijo »samovzdržujočega razvoja«, »sustainable development« (Brown, 1981, Brutland 1987). Ta koncepcija sicer ne zanika, da ni tudi ekoloških fizičnih mej ekonomske rasti, so pa zelo oddaljene, zlasti če se bo praktično sledilo paradigmi »samovzdržujočega razvoja«.

Trenutno tudi ni novih teoretičnih družbeno-tehnoloških razvojnih koncepcij. Vsa nova razmišljanja je možno razvrstiti med obstoječe (Kirn, 1986). Kopičita in izboljšujeta pa se logična in empirična argumentacija znotraj pluralizma razvitih paradig. Koncepcija »samovzdržujočega razvoja« je politično, praktično upravno-tehnično mobilizatorska in psihološko-intelektualno pomirjujoča in populistična, ker ljudem obljublja, kar sami tudi želijo in hočejo verjeti, da je možno trajno ohraniti oboje: zdravo okolje z vso raznovrstnostjo biosfere in kvalitativen, ekoloiziran gospodarski razvoj, ki zagotavlja in razvija obstoječo raven zadovoljevanja potreb. Skratka, ničemur se ni treba odreči. Ali ni to idealna praktična, politična koncepcija. Žal je ideološko utopična. Tovrstne trditve so politično razumljive in upravičene, ne pa teoretsko, dolgoročno in z vidika ekološke ogroženosti in ekoloških bremen celotnega človeštva. S tega vidika pa so zavajajoče, zlasti še, če razvoj dejansko tudi vključuje rast, razširjeno reprodukcijo, kjer gre za količinsko produkcijo novih in novih kvalitativnih, inovacij, ki izhajajo iz uresničitev znanstvenotehničnih možnosti. Lahkotne fraze o združljivosti razvoja in varstva okolja ter o spodbudnosti razvoja za varstvo okolja so polovične resnice. Do druge polovice takšno govorenje ne more prodreti, ker mu manjkata globok uvid v ontološki status tehnologije v biosferi in v nujno entropijsko naravo tehnologije ter razumevanje razmerja med biosfero in sociotehnosfero. To ne pomeni, da se ta »globlji uvid« odreja pomenu ekoloizacije tehnologije, gospodarstva in celotne družbe. Nasprotno! To bo trajna naloga in trajen boj človeštva. V tem smislu ima ta naloga Sifov značaj, ni pa Sifovo delo, ker vodi k rezultatom. Konflikt med razvojem, še zlasti, če ta vključuje rast, in med ekologijo je trajen, neizkorenljiv. Znotraj tega se lahko delno, ne pa sistemsko in dolgoročno uskladijo ekonomski interesi in ekološke zahteve. V tem omejenem smislu je razvoj v funkciji izboljšanja okolja,

kar pa seveda ne pomeni, da ne obremenjuje okolja. Pogosto pa so si ekonomski in ekološki interesi konfliktni in izključujoči.

Vzroki ekonomske rasti gotovo ne temeljijo v obči človekovi naravi, v občem bistvu življenja po moči. Da rast eksponencialno »eksplodira«, se morajo povezati specifični nastavki družbenoekonomskega sistema s potencialnimi ontološkimi značilnostmi človeške oblike življenja. Napačno pa je zgodovinsko proizvedeno rast družbenega življenja pozneje projicirati v ontološko bistvo življenja po moči in rasti. To se je zgodilo v Nietzschejevi koncepciji življenja kot rasti volje do moči (Nietzsche, 1939). Vse predindustrijske, predkapitalistične družbe so bile družbe stacionarne ekonomije, enostavne ekonomske reprodukcije. To seveda ne pomeni, da ni bilo občasno živahnega ekonomskega in tehničnega napredka, kar nesporno potrjujeta ekonomska zgodovina in zgodovina tehnike. Dosežen je bil tudi ekonomski napredek, če se primerja eno stacionarno stanje z drugim. Za zgodovino do novega veka je možno reči, da pomeni prehod iz enega stacionarnega stanja nižje ravni v drugo stacionarno stanje višje ravni. Zgodovina novoveške civilizacije pa je eksponencialna v mnogih razsežnostih.

Meadowsov (1972) svetovni model mej rasti je bil nedvomno šok in izziv za vse protagoniste rasti, ne samo na ekonomskem področju. Ko se bodo izčrpale možnosti za tehnološko-ekološke racionalizacije, povezane s strategijo »sustainable development«, se bodo vprašanja rasti ponovno zaostila. Usodno se zato motijo tisti, ki mislijo, da so »meje rasti« enkrat za vselej praktično in strokovno presežena tema. Trajno bomo morali živeti z zavestjo o mejah rasti. Tudi ta novost je značilnost postmoderne. Končuje se obdobje moderne, razsvetljenstva, ki je bilo prepričano o brezmejnem napredku in neomejeni rasti. Mislim, da imata prav Giarini in Louberg (1977: 7), da je 80% kritik knjige *Meje rasti* temeljilo na trditvah, ki jih avtorji Rimskega kluba niti J. Forrester nikdar niso izrekli. V vrsti kritik in obramb Meadowsove knjige je še posebno zanimiva Georgescu-Roegenova obramba, ker je kot ekonomist brezobzirno razkrival intelektualno dvoličnost in nedoslednost kritik svojih kolegov. Ekonomisti so kritizirali *Meje rasti* zaradi enakega greha, ki so ga tudi sami delali, to je, da so matematični modeli namenjeni najvišjim ciljem znanosti. Kot vsi ekonomski teoretiki razvoja so tudi avtorji knjige *Meje rasti* izhajali iz podmene o nadaljevanju eksponencialne rasti. Sedaj pa je ves zbor ekonomistov zakričal: neumnost! Standardni ekonomisti so trdili, da se ni treba zatekati k termodinamičnim zakonom, da bi dojali, da mora eksponencialna rast trčiti ob fizične meje. Če je to naenkrat postalo tako jasno, se sprašuje Georgescu-Roegen (1979: 96), zakaj pa so si potem leta in leta prizadevali za uveljavitev teorij ekonomskega razvoja, utemeljenih na podmenah eksponencialne rasti? Očitali so, da v študiji *Meje rasti* ni cen, toda tudi v njihovih modelih ekonomske rasti jih ni bilo. Prav zabavno je Georgescu-Roegenovo razkritje, kako so ekonomisti kritizirali podmene in postopke, ki so jih sami na veliko uporabljali. Ravnali so se po pravilu, kar je dovoljeno Jupitru, ni dovoljeno volom. Spodbijali so zakonitost postopkov, ker se je pokazalo, da vodijo k šokantnim sklepom, ki v temelju izzivajo paradigmo rasti. Ne bodo si mogli opomoči zaradi slabosti, ki so se razkrile ravno z njihovo lastno kritiko. Teoretski pomen razprav je bil tudi v tem, da je opozoril na zamolčevano samoumevnost eksponencialne rasti. Po drugi strani pa so zagovorniki rasti teoretsko poskušali utemeljiti okoliščine, v katerih bi se rast lahko nadaljevala, kadar gre za omejene vire. To so našli v zamenjavi med različnimi produkcijskimi faktorji, zlasti med naravnimi viri in kapitalom ter naravo tehnološkega procesa. Z ekološkega vidika in zaradi zakona entropije tehnologija ni nikdar samo dejavnik reševanja problemov, ampak je tudi

izvor novih težkih problemov, kot je razkril sistematični inženir Eugen Schwartz (1971) v svojem pionirskem delu. Glede tehnologije se po Dalyju (1977: 11) lahko motimo na dva načina:

1. sprejemamo hipotezo o vsemogočnosti tehnologije, potem pa odkrijemo, da je napačna,
2. zavračamo hipotezo o vsemogočnosti tehnologije, potem pa odkrijemo, da je točna.

Če sprejmemo hipotezo, ki se je kasneje izkazala za napačno, je rezultat lahko katastrofalen. Če pa zavračamo hipotezo, ki se kasneje izkaže za pravilno, pa je še vedno mogoče nadaljevati z rastjo. Sodim pa, da resničnost hipoteze z nobenimi konkretnimi rešitvami nikdar ne more biti potrjena za vso bodočnost, napačnost hipoteze pa se stalno potrjuje v konkretnem času in prostoru, vendar pa tudi ne za vso bodočnost, ker se vedno lahko reče: kar sedaj ni možno, bo mogoče možno kdaj v prihodnje. Vsemogočnost tehnologije v bistvu že sedaj spodbijajo mnogi naravni zakoni, ki izražajo nemožnost nečesa. Realno možno je v danem času in prostoru vedno ožje od teoretično možnega. Ker je znotraj teoretično postavljenih nemožnosti veliko prostora za praktično tehnično ispolnjevanje in spreminjanje, zato načelne nemožnosti niso sprejete kot resne omejitve za vsemogočnost tehnologije.

Precej je tudi nerazumevanja ekoloških implikacij in posledic strukturnih civilizacijskih premikov v smeri terciarnega in kvartarnega sektorja. Veliko vprašanje je, koliko je z ekološkega vidika možno in dopustno tovrstno prestrukturiranje na globalni ravni človeštva, ko obstajajo resni argumenti, da za celoten svet iz ekoloških omejitev ni dosegljiv sedanji standard srednjega razreda ZDA in Zahodne Evrope. Terciarni in kvartarni sektor sta praviloma res surovinsko in energetsko manj obremenjena, pa tudi manj onesnažena, toda samo za ceno povečanja tovrstne obremenitve v primarnem in sekundarnem sektorju. Relativno zmanjšanje porabe kovinskih in drugih materialov na prebivalca je spremljalo absolutno povečanje celotne porabe materialov. Na en US dolar vrednosti DP ZDA leta 1969 je res odpadla polovica manj porabljenih materialov kot na en US dolar vrednosti DP v letu 1900 ob predpostavljani konstantni vrednosti dolarja. Vendar pa je v tem obdobju celotna poraba materialov narasla za 400% in se ni zmanjšala za 50%, kot bi bilo pričakovati iz zmanjšane razmerja med količino materialov na en US dolar vrednosti DP. Pomembnejše kot ta relativni upad je štirikratno povečanje materialov na celotni DP. Ne sme nas zapeljati razpolovitev materialne vsebine enega dolara DP. To skušnjava Daly ponazori z drastičnim primerom: človek, ki je z novo pečjo zmanjšal stroške kurjave za polovico, kupi še eno peč, da bi jih znižal na nič. S povečanjem DP se tako zmanjšuje delež materiala na enoto njegove vrednosti, kar lahko povzroči ekstrapolirano teoretsko iluzijo na papirju, da produkcija DP dejansko lahko vse bolj shaja brez naravnih virov. V resnici pa gre za absolutni porast njihove porabe.

Rastoča tehnizacija terciarnega in kvartarnega sektorja je sama neposreden dodatni vir obremenitve naravnih virov. Zaradi tega so iluzorne trditve, da »družba storitev« lahko raste brezmejno, ker njene aktivnosti ne onesnažujejo in ne izčrpajo naravnih virov. Že zdavnaj ni več točna teza francoskega sociologa Fourastieja, da v terciarnem sektorju skoraj ni tehničnega napredka. Storitve, povezana s hrano, porabijo skoraj toliko energije kot pridobivanje in predelava hrane (Daly, 1977: 118). Ne smemo tudi pozabiti, da ljudje svojih dohodkov iz storitvenih dejavnosti ne potrošijo samo za storitve, ampak za dobrine, katerih produkcija je vezana na naravne vire, tehnologijo in na onesnaževanje okolja.

Kolikor bolj se bo razraščal sektor storitev, tembolj se bo moral intenzivirati pretok materije in energije v primarnem in sekundarnem sektorju. Hkrati pa poteka »terciarizacija« teh sektorjev samih. Svojevrsne ekološke zmote in zavajanja se pletejo tudi okoli konceptov in viziji informacijske družbe in informacijskega načina produkcije, kjer so informacije in znanje nekakšen nadomestek za naravne vire, kot čista proizvodnja brez onesnaževanja. Resnica pa je, da s pomočjo novega znanja samo drugače, lahko tudi bolj racionalno preoblikujemo materijo in energijo, samo drugače zadovoljujemo svoje potrebe. Kar na ta način ekološko pridobimo, pa izgubimo z ekonomsko rastjo, ker informacijska tehnologija (robotizacija, avtomatizacija) še pospešuje razširjeno reprodukcijo. Tudi »informacijska družba« je zaradi tega visoko entropijska družba. Poleg tega pa obstajajo še entropijske posledice materialnih pogojev, produkcije, distribucije in hranjenja informacij. Ne samo industrijska, ampak tudi postindustrijska, informacijska, učeča se, terciarna družba živi od naravnih virov in jih izrablja še neprimerno več kot industrijska družba, čeprav bolj učinkovito, bolj varčno, bolj produktivno na enoto DP. Glede ekoloških in fizičnih omejitev rasti obstajajo trije odgovori: fanatični progresisti trdijo, da jih ni, radikalni ekologisti trdijo nasprotno, da so, zmerni ekologisti in ekonomisti pa priznavajo le relativne, prehodne, ne pa absolutno fizičnih omejitev ekonomske rasti. Za Barnetta in Morsa (1963) je nevzdržen pojem absolutnih meja za razpoložljivost naravnih virov, ker se definicija vira drastično in nepredvideno spreminja. Narava lahko vsili le relativno, ne pa absolutnega pomanjkanja. Dopusbila pa sta celo, da meje mogoče obstajajo, toda ni jih mogoče ekonomsko definirati in specificirati. Standardni ekonomisti z marksisti vred trdijo, da bo tehnologija že našla nadomestilo za izčrpan vir. Pravijo, da si bomo vedno lahko izmislili kaj novega, kot to že počenjamo od Periklejevih časov dalje. Težko si je zamisliti bolj trdno vero v zanesljivost linearnega mišljenja, ki je prepričano, da se radikalno ne morejo spremeniti pogoji, ki bi preprečevali dosežani ustvarjalni vzorec reševanja kritičnih razmerij med naravo in družbo. Nekateri mislijo, da se tehnologija izboljšuje eksponencialno glede izrabe virov. Če bi bilo to res, bi po Georgescu-Roegnu (1975: 172) input (i) na enoto outputa sledil v času zakonu $i = i_0(i+r) - t$ in bi se konstantno približeval ničli. Produkcija bi končno postala nematerialna, angelska. Bolj pereče kot meje izčrpljivih virov so trenutno meje onesnaževanja okolja. Zaradi entropijskega zakona in neobnovljivosti virov ekološki problem ni rešljiv ampak se lahko samo bolje ali slabše rešuje. Ta trditev ni pesimistična, ampak realistična. Zelo napak bi jo razumeli, da iz nje izhajata nesmiselnost in nepotrebnost reševanja ekoloških problemov, češ saj je tako vse zaman. Trda, neprijazna resničnost trditve zahteva od nas večjo odgovornost, večjo kakovost in intenziteto reševanj ekoloških problemov na individualni, podjetniški in državopolitični, upravni ravni. Zahteva še bolj resen razmislek o vsaki obremenitvi okolja. Skrajno moramo biti previdni in pozorni pri razglašanju, da smo nek konkreten ekološki problem »dokončno« rešili. Raziskovalno moramo odkriti in pokazati na njegove drugačne, količinsko še neopazne entropijske učinke. Vedno se moramo vprašati po celotni entropijski »verigi« učinkov od začetnih do končnih pogojev ter delovnih procesov vsake tehnične tvorbe, vsake konkretne nadomestitve materiala, vsakega tehničnega produkta in sredstva, povezanega z neko našo potrebo ali užitek, vsake ... Eksponencialna rast, človekova pohlepnost, potratnost, rast prebivalstva, vojaško industrijski kompleks ter konflikti samo še potencirajo in otežujejo reševanje ekoloških problemov. Kako eksponencialna rast po določenem času izniči ekološka prizadevanja, je Ophuls (1977: 73) ponazoril z naslednjim primerom: če produkcija narašča 5%

letno, kar je približno podvojitve v 14 letih in če je uspelo za 90% znižati onesnaževanje in to raven tudi vzdrževati, kar bi bil izredno zavidljiv uspeh, bi se po 45 letih onesnaževanje spet vrnilo na izhodiščno točko. Ko se povečuje odstotek omejitve onesnaževanja stroški naraščajo bolj strmo kot za recikliranje (Georgescu-Roegen, 1975: 171). Energetski in denarni stroški naraščajo eksponentialno za zmanjšanje vsakega odstotka onesnaževanja, ko se prekorači prag omejitve onesnaževanja 50 do 60%. Ob 50-odstotnem zmanjšanju emisije pri avtomobilu bi se stroški praktično povečali za 25 US dolarjev na avtomobil. Če pa bi jih hoteli zmanjšati za 95%, pa bi bili stroški 400 US dolarjev na avtomobil. Ponekod pa se stroški podvojijo ali celo potrojijo, ko se omeji onesnaževanje od 45 do 55% (Ophuls, 1977: 75). Kajpak ima ta logika lahko zelo omejeno časovno vrednost. Znanstvena dognanja o omejevanju onesnaževanja lahko ta razmerja v bodoče zelo izboljšajo. Treba je tudi upoštevati Barnettov ugovor (1977: 189), da eksponentialna rast stroškov za omejitev onesnaževanja z več kot 50 do 60% velja samo ob pretpostavki, da se s tehnološkimi spremembami in inovacijami ne nadomestijo stari produkti in postopki z novimi in s tem tudi ne z novimi oblikami onesnaževanja. To pa se pogosto dogaja in s tem se zanika podmeno, da so celotne emisije konstantne kvalitete. S tem pa tudi krivulja stroškov ne narašča več eksponentialno. Toda na ta način uvajamo neko drugo substitucijo: naraščanju stroškov na enoto zmanjšane onesnaževanja se izognemo z novim onesnaževanjem. Če se lahko izognemo neskončnemu naraščanju stroškov za omejitev onesnaževanja, ko se bližamo 100% očiščenju, pa je še vedno zelo verjetno, da ta zakonitost velja za celotno onesnaževanje, ki ga pa povzroča človeštvo. Nobena država ne daje tolikšnega odstotka za varstvo okolja, kot znašajo ocenjene poškodbe zaradi onesnaževanja. Že to razhajanje enostavno pomeni, da onesnaževanje mora naraščati. V razvitih evropskih državah so izdatki za varstvo okolja med 1 do 1,5% DP, vrednost poškodb pa presega to vsoto in znaša okoli 5 do 6% DP. V strategiji menjavanja oblik entropije se zaključuje in izčrpava velik del prizadevanj za čistejše okolje. Ko je neka oblika entropije postala družbeno nesprejemljiva, se njena produkcija zmanjša tako, da se nadomesti z drugo, za katero se meni, da ima manj nezaželenih posledic in ki je tudi količinsko manj obremenilna. Ko doseže nasičenost s to obliko entropije kritično mejo ali se odkrijejo nevšečnosti, ki se niso pokazale na začetku, se razmišlja o zamenjavi te oblike entropije itd. Rast stare oblike entropije s prehodom na novo ne izgine 100%, razen, če gre za popolno opustitev dejavnosti. Pogosto zmanjšujemo entropijo snovi tako, da povečujemo entropijo energije ali pa obratno. Splošni trend pa je, da entropijo premikamo s kritično nasičenih področij in oblik k področjem in oblikam, kjer se lahko začneja količinska rast. Seveda pa bi bilo iluzorno misliti, da je neskončno prostora za takšno strategijo selitve entropije. Ekološki problem človeštva v bistvu ni rešljiv, še posebno pa ne ob eksponentialni ekonomski rasti, pa čeprav bi imela obliko kvalitativnega »sustainable development«, ker ta za sedaj še vključuje razširjeno reprodukcijo. »Izhod« iz entropijske zanke človeštva, ki jo rastoča ekonomija še pospešeno zateguje, Georgescu-Roegen vidi v ustavitvi sedanje rasti, radikalni deurbanizaciji, organskem poljedelstvu, toda ne v smislu modernega gibanja pridelovanja biohrane. Svetovna raven prebivalstva se bo morala spustiti na raven, ki ga lahko prehrani organsko poljedelstvo. Moderni industrijski – tehnološki razvoj in z njim povezani ekološki problemi je bil mogoč s temeljito spremembo kmetijstva. Zato je eden izmed ključnih dejavnikov reševanja ekološke krize sedanje civilizacije temeljita preobrazba kmetijstva. Preživetje človeštva je po Georgescu-Roegnu specifičen problem, ni niti samo biološki, niti samo ekonomski, ampak je

bioekonomski. Težava je v tem, da ne razpolagamo s primerjalno ekološko zgodovino drugih planetarnih civilizacij. Samo približno poznamo različne ekološke krize človeštva v preteklosti. Toda to je nekaj drugega. Nikdar nismo opazovali in najbrž tudi ne bomo, kako se drugi ljudje iz ekoloških razlogov borijo za preživetje na planetu kot je naš. Nimamo nobenega tovrstnega medplanetarnega ekološkega izkustva. Georgescu-Roegen se odreka oblikovanju kakšnega trajnega konkretne- ga kompleksnega operativnega oblikovanja programa ekološke odreditve človeštva, ker meni, da takšno prizadevanje samo izraža nerazumevanje narave evolucijskega in še bolj zgodovinskega procesa, ki je stalen boj v novih oblikah za vire nizke entropije in njihove produkte. Tudi če bi kdo verjel, da bo v bodočnosti ovržen zakon entropije, ne bi smeli po Georgescu-Roegnu že sedaj delovati na temelju tega prepričanja. Ni nobenega determinističnega urnika hitrosti potekanja entropijskih procesov, ki jih sproži človek. V tem pogledu ima človeštvo veliko svobodo tako glede oblik kot glede hitrosti potekanja entropijskih procesov. Čeprav po Georgescu-Roegnu ni mogoč dokončen program ekološkega preživetja, je vendarle ponudil nekaj smernic za svoj tako imenovani minimalni bioekonomski program, ki vključuje naslednje elemente:

- prepovedati ne samo vojne, ampak tudi vsa vojaška sredstva, da bi lahko viri nizke entropije čim dlje zadovoljevali prave človekove potrebe,

- postopno zmanjšati prebivalstvo na raven, ki ga lahko prehrani organsko poljedelstvo

- skrbno se izogibati in, če je potrebno, tudi strogo zmanjševati energetske izgube zaradi pregrevanja, podhlajevanja, presvetljevanja, prevelike hitrosti idr., dokler se ne začne splošno izrabljati sončna energija,

- odrekati se ekstravagantnim potrebam,

- osvoboditi se mode, te bolezni človeškega duha, kot jo je označil Galliani v svojem delu o denarju iz 18. stoletja,

- kolikor je mogoče povečati življenjsko dobo dobrin.

Vsa »moralna« (boljša bi bila oznaka nemoralna), predčasna amortizacija tehnologije, če je zares ne nadomesti ekološko ustrežnejša in ne samo produktivnejša ali v kakem drugem smislu ekstravagantna tehnologija, ni v bistvu nič drugega kot nesmoterno zapravljanje naravne dote človeštva. Sončni energiji pripiše Georgescu-Roegen ključno perspektivno vlogo, toda samo, če bo z nadaljnjim razvojem izgubila dosedanjo parazitsko naravo in bo postala življenjsko sposobna v tem smislu, da bodo tudi materiali za solarno tehnologijo pridobljeni s pomočjo sončne energije, ne pa z energijo iz neobnovljivih virov.

Neprestano govorjenje o »izboljšanju okolja« v veliki meri izraža napačno razumevanje entropijske narave vsega dogajanja, ko da človek lahko obrne tok entropije. Edino, kar lahko po Georgescu-Roegnu storimo je, da preprečimo sleherno nepotrebno porabo virov in nepotrebno onesnaževanje okolja glede na znane ekotehnološke rešitve, ki pa še niso vsesplošno razširjene. Seveda pa bo pot k preobrazbi dosedanjega družbenega soglasja o tem, kaj je nujno in potrebno, dolga in boleča. Veliko bo lahko k temu prispevala celotna ekološka znanost z ekološko etiko. Vendar pa gotovo ne bo šlo brez prisile negativnih izkušenj o tem, kako visoka ekološka cena se plačuje za tisto, kar imamo sedaj za nujno in potrebno.

Herman Daly v svojem prispevku zagovarja model stacionarne ravnovesne ekonomije kot trajne rešitve pred rastočo izrabo virov in rastočim onesnaževanjem. Ekonomsko ravnovesno stanje (steady state economy, ERS) je fizični pojem. Kar ni fizično, lahko po Dalyju stalno raste. V bodočnosti bo stabilnost

ostala norma in rast odklon. Ravnovesno ekonomsko stanje je možno le na planetarni ravni. Zanj bi si morale prizadevati najbolj razvite države, ker vsiljujejo in diktirajo ekonomsko-tehnološke pogoje rasti vsemu preostalemu svetu, ki jim mora slediti ali pa propasti. Za Dalyja sta možni dve različni poti: ali bo ERS vsiljeno zaradi nemožnosti rasti ali pa zaradi izogiba posledicam rasti. Daly prizna, da razviti nimajo interesa za omejitve rasti produkcije in potrošnje, ker z njo odkupujejo socialni mir. Ne več kot samo 18% svetovnega prebivalstva ima možnosti, da doseže materialni standard zahodnoevropskega in ameriškega srednjega razreda. Daly povezuje biofizične in etične argumente za kritiko ekonomske rasti. Socialna pravičnost je pogoj za vzpostavitev ekološkega ravnovesja. Dosedanja socialna neenakost se je reševala z rastjo. Ko ekološke omejitve takega načina reševanja ne dopuščajo več, se zaostri problem razdelitve, ki ne bo vsiljen ideološko kot v preteklosti, ampak ekološko. Med seboj so najgloblje povezani problemi razorožitve, socialne pravičnosti, rasti in ekološkega ravnovesja. Daly je prepričan, da bi uspevale njegove predlagane institucije za vzdrževanje ERS, toda ni še politične volje in vrednostnega prepričanja, da bi se ti cilji sprejeli. Strinjal bi se z Dalyjem (1977: 126), da bo »postajal vse bolj privlačen stacionaren nazor v svoji temeljni enostavnosti, ko rastoča teža anomalij otežuje razmišljanje znotraj paradigme rasti do nesprejemljive stopnje«. Georgescu-Roegen pa ravnovesnega ekonomskega stanja ne sprejema kot ekološke odrešitve človeštva. Po njegovem mnenju ne samo ničelna, ampak celo upadajoča ekonomska rast ne more trajati za vedno, vendar pa lahko dlje kot rastoča ekonomija. V taki koncepciji se ERS izenačuje z odprtim termodinamičnim sistemom, ki vzdržuje svoje entropične strukture s konstantnim izmenjavanjem materije s svojim okoljem. Človeštvo bi bilo tudi v stacionarnem stanju po Georgescu-Roegnu prisiljeno spreminjati tehnologijo kot odgovor na neizprosno pojevanje in zmanjševanje dostopnosti do virov. Čeprav bi rešili problem, kako se kapital spreminja kvalitativno in hkrati ostaja konstanten, bi še vedno morali predpostavljati, da bo upadanje virov nadomeščeno s pravimi inovacijami ob pravem času. Če bo treba prehajati k manj kakovostnim virom bo vsaka generacija za isto količino morala opraviti več dela (Georgescu-Roegen 1979: 104). Očita Dalyjevemu modelu, da je skrajno nemogoče predpostaviti, da tehnološki napredek lahko prenese ali ohrani krivuljo stroškov na prejšnji ravni, ko se prehaja k virom, ki so slabše kakovosti ali vse teže dostopni. To bi pomenilo dejansko priključiti se privržencem eksponentalnega napredka, to je tistim, ki jih Daly sam kritizira. Tudi ni nujno, da je entropija ERS manjša od rastočega sistema. Če bi se npr. družbeni sistem ustalil na neekoloških tehnoloških temeljih 60-ih in 70-ih let, bi gotovo proizvedel več entropije kot ekološko bolj racionaliziran in varčen, toda rastoč sistem 70-tih in 80-tih let. Toda ekološko racionaliziran, ustaljen sistem proizvaja manj entropije kot ekološko racionaliziran rastoč, razširjajoč sistem. Georgescu-Roegen tudi svari pred logično pastjo Prigoginovega načela o minimumu produkcije entropije, ki bi se lahko izkoristil za podporo stacionarnemu stanju. Teorem govori o tem, da je najmanj entropije proizvedeno pri Osangerjevem tipu odprtega termodinamskega sistema, ko sistem postaja stabilen, ravnovesen (steady). Toda za takšen sistem so postavljeni zelo strogi pogoji, ki jih ni mogoče prenesti z mikro fizikalno-tehnične na makro družbeno raven, ko imamo opravka s tehnološkimi pogoji izmenjavanja materije in energije z okoljem. Prigoginov teorem minimalne produkcije entropije pri skoraj uravnoteženih sistemih velja morda še za proces dozorevanja organizmov in ekosistemov, gotovo pa ne velja za sodobne gospodarsko-tehnološke sisteme. Sistemi z minimalno produkcijo entropije so sicer stabilni, toda hkrati se

tudi nagibajo k minimalnemu delu in minimalnemu pretoku. Cena za minimalno produkcijo entropije je tudi minimalna razvojnost, spremenljivost sistema. Sistemi, ki so daleč od termodinamičnega ravnotežja, pa so izredno elastični pri svojem obnavljanju in so njihove različne razvojne možnosti odvisne od robnih pogojev produkcije entropije. Kakšno družbo in kulturo bi dobili z minimalno produkcijo entropije in hkrati tudi z »minimalnim delom«? Pogojno rečeno, morda je bila to družba v fazi nabiralništva in lova in delno še na predindustrijski poljedelski stopnji. Nikakor pa takšen sistem z minimalno produkcijo entropije in minimalnim delom ni možen v sodobni znanstvenotehnološki energetski in surovinsko intenzivni družbi. Ko je industrijska revolucija človekove potrebe celo pri hrani spravila v odvisnost od neobnovljivih virov, so bile verjetno za vselej zapravljene možnosti, da bi človeštvo doseglo vrhunec zrelosti, stabilnosti, za katerega bi morda veljal Prigoginov teorem minimalne produkcijske entropije. Mogoče bi se temu lahko človeštvo v bodočnosti delno približalo s tem, ko bi bila maksimalna zadovoljitev njegovih potreb spet odvisna od neposredne in posredne izrabe sončne energije. Materiali na temelju obnovljivega ogljika pa bi v največjem možnem obsegu zamenjali dosedanje neobnovljive in izčrpeljive vire, katerih izraba je ekološko zelo kritična. Seveda pa tudi sončna energija ne more nadomestiti cele vrste neobnovljivih rudninskih virov, ki so podlaga za zadovoljitev potreb in užitkov sodobnega človeštva. Ni pomembna samo energija, ampak tudi materija, kot vedno znova in znova poudarja Georgescu-Roegen. Človeštvo je prešlo iz predindustrijske faze, kjer sta prevladovali tradicija in stabilnost nad razvojnostjo, v industrijsko fazo, kjer sta prevladovali razvojnost in inovativnost z eksponentialno rastjo nad stabilnostjo. Sedaj pa smo v prehodnem obdobju, ko se skuša ohraniti eksponentialna rast ob konstantni ali celo znižani stopnji entropije. Ko bodo možnosti te strategije izčrpane, bo še bolj postala očitna fundamentalna nerešljivost konflikta med ekologijo in rastjo. Sledil bo prehod v stacionarno stanje, kjer bo spet stabilnost z minimalno nujno produkcijo entropije prevladovala nad rastjo. Tehnološke inovacije bodo sicer nujne, ne bodo pa v funkciji rasti, ampak v funkciji boja za zniževanje entropije, v funkciji premagovanja posledic zakona upadajočega donosa in boja z naraščanjem redkosti naravnih virov.

LITERATURA:

- Barnett, H. J., Morse, C. (1963): *Scarcity and Growth*, John Hopkins Press, Baltimore
- Barnett, H. J. (1979): *Scarcity and Growth Revisited* v: Smith V. Kerry (1979): *Scarcity and Growth Reconsidered*, The John Hopkins University Press, Baltimore and London (nadalje označen s kratico Kerry Smith, 1979).
- Brown, M. G. Jr., Field, B. (1979): *The Adequacy of resources for Signalnik the Scarcity of Natural Resources* v: Kerry Smith, 1979.
- Brobst, D. A. (1979): *Fundamental Concepts for the Analysis of Resources Availability* v: Kerry Smith, 1979
- Bruggink, J. J. C. (1985): *The Theory of Economic Growth and Thermodynamical Laws* v: Goll, W. van, Bruggink, J. J. C. ur. (1985): *Energy and Time in Economic and Physical Sciences*, Elsevier Science Publishers B. V. (North-Holland) – nadalje označeno s kratico EAT 1985.
- Daly, E. H. (1977): *Steady-State Economics. The Economics of Biophysical Equilibrium and Moral Growth*, W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- Georgescu-Roegen, N. (1971): *The Entropy Law and the Economic Process*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, London
- Georgescu-Roegen, N. (1979): *Comments on the Papers by Daly and Stiglitz* v: Kerry Smith, 1979.
- Giarini, O., Louberg, H. (1978): *The Diminishing Returns of Technology*, Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt
- Goeller, H. E. (1979): *The Age of Substitutability: A Scientific Appraisal of Natural Resource Adequacy* v: Kerry Smith, 1979
- Hannon B. M. (1979): *Comments on the Papers by Brobst and Goeller* v: Kerry Smith, 1979

- Hotelling, H. (1931): The Economics of Exhaustible Resources, *The Journal of Political Economy*, vol. 39, no.2
- Illitch, J. (1976): *Medicinska nemeris*, Vuk Karadžić, Beograd
- Illitch, J. (1977): *Limits to Medicine*, Penguin Books, New York
- Meadows, H. D., Meadows, L. D., Randers, J., Behrens III, W. W. (1972): *The Limits To Growth*, A Potomac Associates Book, London
- Ophuls, W. (1977): *Ecology and the Politics of Scarcity. Prologue to a Political Theory of the Steady State*, W. H. Freeman and Company, San Francisco
- Paulin, A. (1990, 1991): *Energijo lahko varčujemo predvsem z reciklažo*, Delo – Znamenje za razvoj, 12. decembra 1990, *Kot sekundarne surovine le standardni materiali*, Delo – Znanje za razvoj, 6. februarja 1991, *Kovine bodo našle nova področja uporabe*, Delo – Znanje za razvoj, 13. februarja 1991
- Priebe, H. (1990): *Die Subventionierte Naturzerstörung*, Wilhelm Goldmann Verlag, München
- Rescher, N. (1985): *Die Grenzen der Wissenschaft* Reclam
- Schwartz, E. (1971): *Overskill: The Decline of Technology in Modern Civilization*, Quadrangle, Chicago
- Smith Kerry, V. (ed). (1979): *Scarcity and Growth Reconsidered*, The John Hopkin University Press, Baltimore and London
- Solow, R. M. (1974): *The Economics of Resources or the Resources of Economics*, *The American Economic Review*, Vol. 64, no.2
- Stiglitz, J. E. (1979): *Neoclassical Analysis of the Economics of Natural Resources v: Smith Kerry*, 1979
- Vuga, L. (1990): *Meje rasti – dvajset let pozneje*, *Revija za razvoj*, letnik VI, št. 7