

MULTIDIMENZIONALNI KRITERIJI ZA VREDNOVANJE NOVIH TEHNOLOGIJA

Đorđe Burić

»Naftagas«, Novi Sad

SAŽETAK

Vanjske manifestacije koje su pratile pojavu koja je označena kao »energetska kriza« sakrile su stvarni uzrok njenog nastanka, a to je zaostajanje u tehnološkom razvoju u odnosu na razvoj potrošnje u suvremenom industrijskom društvu. Sve tehnologije koje su danas u najširoj komercijalnoj primjeni, (transport, kemija, metalurgija, energetika, poljoprivreda), razvijene su u doba »jeftine« energije i odlikuju se niskom energetsom efikasnošću.

Jedini kriterij koji je primjenjivan pri razvoju, selekciji, vrednovanju i komercijalnoj aplikaciji novih tehnologija bila je profitna stopa. Pokazalo se da je to nepouzdan kriterij i da vodi do krivih zaključaka, ako se ne primjenjuje u sklopu širih — kompleksnih kriterija, kao što su energetska efikasnost jednog tehnološkog postupka, ekološke posljedice primjene, društvena prihvatljivost itd.

Potreban je, dakle, radikalna zaokret u razvoju tehnologije u glavnim sektorima ljudske aktivnosti, a to će se ostvariti samo u slučaju da se prihvate kompleksni kriteriji za selekciju i vrednovanje novih tehnologija.

»Energetska kriza« je termin koji nam je stigao iz političkog i novinarskog žargona i već je postigao široku primjenu. Na žalost, taj su termin prihvatili i znanstveni krugovi i često ga se čuje i na znanstvenim skupovima. Termin predstavlja, međutim, lošu definiciju fenomena koji se naj snažnije manifestirao u listopadu 1973. godine, a otad se nekoliko puta ponovno javljao. Štoviše, termin »energetska kriza« štetan je budući da upućuje na privremenu i prolaznu prirodu tog fenomena. Dugo su se, sve do danas, mnogi ponašali u skladu s takvim stajalištem. Mislilo se da je u pitanju jedino distorzija političke ravnoteže koju treba rješavati političkim sredstvima ili u najgorem slučaju »okusom rata«. Mnogi su se opredijelili za to da čekaju ne poduzimajući nikakve značajne korake, ne shvaćajući da se ne radi o političkoj krizi, već o ozbiljnom, korjenitom poremećaju i neravnoteži u razvoju civilizacije. U našem se slučaju radi o disproporciji iz-

među razvoja temeljnih tehnologija i načina života, odnosno potreba potrošačkog društva. Da bismo bolje razumjeli taj fenomen, pogledajmo nekoliko jednostavnih primjera iz prošlosti.

Efez, grad u vrijeme procvata Male Azije, imao je neku vrsta centralnog grijanja (space heating) i parne kupelji. Naravno, za to se upotrebljavalo drvo iz obližnjih šuma. Kako je tehnologija transportiranja bila nerazvijena i nesrazmjerna golemim potrebama naprednog društva eksploatirale su se jedino šume s obližnjih brežuljaka, koji su vrlo brzo ogoljeli i počela je erozija zemlje. Usprkos tome što je nekoliko puta pomican, grad Efez, doživio je kraj pod naslagama mulja. Valja priznati, dobra je strana toga što je Efez jedan od najbolje očuvanih gradova antike.

Ili, uzmimo primjer koji je jasno vidljiv prilikom ulaska u Dubrovnik ili gole vapnenačke bregove uz Jadransko more, posebno oni u regiji Velebita, nekad su bili pokriveni šumama. Cvatuća Venecija i drugi napredni gradovi uz obalu, čije su energetske potrebe bile relativno velike, spremno su iskorištavali uski pojas šuma uz obalu, sve do granice koju je postavljala raspoloživa tehnologija transporta. Rezultat je vidljiv još uvijek.

Takvi su fenomeni bili lokalnog značaja pa su i posljedice imale samo lokalne manifestacije. Danas, međutim, po prvi put u povijesti, tehnološka neravnoteža postoji u općim globalnim razmjerima te posljedice mogu biti jedino sveobuhvatne, bez obzira na to gdje se najprije počinju manifestirati. Znanje o tome vrlo je važno za naše buduće ponašanje i za odabir adekvatnih odgovora i rješenja za postojeće poremećaje. Prikažimo ukratko status tehnološkog napretka i činjenice koje su dovele do disproporcije u razvoju. Kao rezultat otkrića golemih, koncentriranih energetskih rezervi u obliku nafte i plina, razvile su se mnoge temeljne tehnologije zasnovane na vrlo velikoj potrošnji energije, »jeftine« prema današnjim mjerilima. Pod takvim uvjetima mogle su se kao dominantni pokretači razviti motori s unutrašnjim sagorijevanjem koji imaju indeks iskorištenja energije ispod 30%; mediteranska se arhitektura mogla proširiti na sjever, sve do sjevernog pola; industrija umjetnih gnojiva s intenzivnom poljoprivredom koja se na nju oslanja mogla se razviti na osnovi sinteze amonijaka na 400 stupnjeva Celzijusa i pod 250 ata (ovdje se moramo sjetiti da se mikroorganizmi vežu s nitrogenom na sobnoj temperaturi i pod atmosferskim pritiskom), itd.

Detaljnija bi analiza pokazala sličnu situaciju u vezi s drugim tehnologijama koje služe kao glavni oslonci naše civilizacije (metalurgija, petrokemija i slične). Lako je dokazati zajedničku liniju najvećeg broja tehnoloških procesa koji se danas primjenjuju, a ona se sastoji u korištenju vrlo visokog nivoa potrošnje energije. Stoga pravi izlaz iz onog što se naziva »energetskom krizom« nije u novim političkim i ekonomskim odnosima, čak ni u inteziviranju primarne proizvodnje energije (premda ona privremeno rješava problem), već u razvoju novih tehnologija koje će trošiti energiju daleko racionalnije.

Jednostavno rečeno, *moramo sniziti nivo potrošnje energije na kojem se odvijaju vitalne funkcije suvremene tehnološke civilizacije.* I zbog dru-

gih limitirajućih faktora, primarno ekoloških, taj bi se zahtjev postavio i kad bismo raspolagali beskonačnim fosilnim i nuklearnim rezervama.

Usprkos postojanju brojnih društveno-ekonomskih poredaka, u svojoj suštini ljudsko društvo je biološki sistem na kojeg veoma utječu biološki zakoni razvoja, a iz povijesti evolucije se zna da je glavni kriterij za odabir vrsta ekonomija energije pojedinačnih bioloških sistema. Mnoge biljne i životinjske vrste nestale su upravo zbog neodgovarajuće ekonomije energije.

Da bi se razumjele takve fundamentalne istine i da bi se razvojni trend naše civilizacije okrenuo prema povećavanju energentske efikasnosti cijelog sistema potrebno je izraditi i primijeniti u praksi nove kriterije za odabir i vrednovanje tehnologije. Profitna stopa, koja je dosad bila prihvaćena kao jedina i univerzalna mjera efikasnosti tehnoloških procesa, pogrešan je kriterij koji je odveo na krivi put mnoga današnja potrošačka društva. Zato treba prihvatiti i primjenjivati druge kriterije za razvoj i odabir novih tehnologija, prije svega one koji se odnose na energetske efikasnost, ekološku prihvatljivost, socijalnu prihvatljivost, itd. Ovim bi se tekstom taj problem raspravio nešto detaljnije.

Primjena spomenutih kriterija na nove projekte trebala bi dovesti do promjena u strategiji alokacije kapitala na nacionalnom i međunarodnom nivou, primarno što se tiče znanstvenih i istraživačkih projekata. Danas postoji širom svijeta zapanjujući nesrazmjer između ukupnih sredstava koja se ulažu u otkrivanje i proizvodnju novih primarnih izvora energije s jedne strane i *racionalizaciju* potrošnje energije razvojem i korištenjem novih, sa stajališta potrošnje energije racionalnih tehnologija s druge strane. Prema gruboj procjeni, odnos za Jugoslaviju je otprilike 98:2. Sasvim sigurno, to nije u skladu s filozofijom koja se ovdje zastupa.

Čak i bez detaljnije analize mogu se istaknuti ona područja tehnološkog razvoja koja su veoma značajna za povećanje ukupne energetske efikasnosti:

- razvoj industrijske mikrobiologije u vezi s razvojem genetike;
- razvoj suvremenijih procesa katalize, posebice unutar procesa organske sinteze;
- razvoj i iskorištavanje obnovljivih izvora energije (naročito solarne energije) u malenim disperziranim cjelinama;
- razvoj sistema automatske kontrole i regulacije.

Koliko mi je poznato, nigdje u svijetu ta područja nemaju apsolutni prioritet, govoreći u terminima financijskih ulaganja, čak ni na nivou znanstvenih istraživanja.

Kako se ljudsko društvo nejednako razvijalo, zbog različitih povijesnih uvjeta i okolnosti, danas postoje goleme razlike s obzirom na etape u razvoju između regija, zemalja i pojedinih dijelova unutar države. Problemi o kojima se ovdje raspravlja različiti su u svojem pojavnom obliku, ali moglo bi se pokazati zanimljivim postavljanje slijedećeg pitanja: mogu li zemlje na samom početku industrijskog razvoja izbjeći pogreške i zablude s kojima su se već suočile razvijene zemlje, koristeći se njihovim iskustvima

i osiguravajući si racionalniji način razvoja zasnovan prvenstveno na racionalnijoj potrošnji energije? Odgovor na to pitanje vrlo je kompleksan i zavisi o nizu činjenica i okolnosti, ali mnogi elementi upućuju na to da je odgovor negativan. Naime, kako je energetska efikasnost određenog društva determinirana tehnološkim konceptima i načinom života, a nerazvijene zemlje u pravilu nemaju vlastite tehnologije slijedi obrazac razvoja potrošačkog društva najrazvijenijih zemalja, ne postoje značajniji izgledi za to da nerazvijene zemlje postignu veću energetska efikasnost na početku svojeg industrijskog razvoja. Također, to potvrđuje i statistika, prema podacima za mnoge zemlje u razvoju s relativne niskom potrošnjom energije per capita (ispod 0,5 TOE) odnos između potrošnje energije i bruto nacionalnog proizvoda nepovoljniji je od onoga kod visokorazvijenih zemalja, bez obzira na njihovu vrlo visoku i ukupnu i specifičnu potrošnju energije.

Položaj zemalja u razvoju dodatno je pogoršan zbog »zadržke u transferu tehnologije«, zbog kojeg one koriste preživjelu, dvadesetak godina staru tehnologiju, razvijenu u vrijeme jeftine energije, a još su na samom početku izgradnje temeljne infrastrukture.

Za takve je zemlje selektivan pristup novim tehnologijama i kriterij energetske efikasnosti primaran i najznačajniji.

Prihvatimo li energetska efikasnost kao temeljni kriterij za odabir novih tehnologija moramo ponuditi njegovo precizno definiranje. Obično se energetska efikasnost nekog sistema (primjerice, neke zemlje) definira kao odnos između GNP i TOE per capita. Tako dobiveni koeficijent je opći indikator koji se sastoji od različitih parametara, njegovo je korištenje opravdano jedino kao utvrđivanje *relativne energetske efikasnosti* jednog sistema u usporedbi s drugima. Usprkos tome, poučno je voditi računa o takvim stvarnim odnosima. Uzmemo li za primjer potrošnju energije per capita za Sjedinjene Američke Države (oko 9,5 TOE), najveću na svijetu i označimo li je sa 100 i stavimo u odnos s GNP-om, dobivamo koeficijent ekonomske efikasnosti $E_f = 100$. Isto je koeficijent za Sovjetski Savez $E_f = 70$, za Japan 250, za Indiju 127, a za Jugoslaviju 125.

Kad se u grafički prikaz odnosa između potrošnje energije i nacionalnog dohotka per capita umetnu odgovarajuće vrijednosti za pojedinačne zemlje, otkriva se zanimljivo grupiranje koeficijenata. Prva grupa zemalja, s koeficijentom energetske efikasnosti oko $E_f = 100$, sastoji se od visokorazvijenih zemalja s velikom ukupnom i specifičnom potrošnjom energije, kakve su primjerice Sjedinjene Američke Države i Kanada. Međutim, ta grupa uključuje mnoge nerazvijene zemlje i zemlje u razvoju koje imaju izrazito nisku specifičnu potrošnju energije, kakve su na primjer, Pakistan, Kina i Jugoslavija (vidi Grafikon 1).

Jasno je da je relativno niska energetska efikasnost u dvije podgrupe uzrokovana bitno različitim faktorima. U razvijenim zemljama taj je faktor visoka stopa potrošnje energije od strane stanovništva (grijanje, transport, usluge), dok u nerazvijenim zemljama djeluje faktor visoke participacije eksploatacije sirovina i bazične industrije unutar cjelokupne ekonomske strukture.

Za drugu grupu koeficijent energetske efikasnosti iznosi oko $E_f = 200$. Ta se grupa pretežno sastoji od razvijenih zapadnoevropskih zemalja i Japana. Njihova specifična potrošnja energije je približno polovicu potrošnje Sjedinjenih Američkih Država, ili manje od toga, a njihov se nacionalni proizvod po stanovniku približava onom Sjedinjenih Američkih Država.

Lako je uočiti grupu zemalja, s koeficijentom energetske efikasnosti otprilike $E_f = 70$. Ta se grupa sastoji uglavnom od članica SEV-a. Tako niska energetska efikasnost može čuditi, ali nije ju teško objasniti: najprije, ona nastaje zbog ukupnog inzistiranja na razvoju teške industrije i zanemarivanju proizvodnje potrošne robe u svim petogodišnjim planovima tijekom nekoliko desetljeća. Međutim, znatan se utjecaj može pripisati potpunom nedostatku tržišnih i ekonomskih kriterija u ekonomiji.

Međutim, postoje i primjeri koji se ne mogu svrstati ni u koju grupu. S jedne se strane nalazi Švicarska, koja s koeficijentom $E_f = 385$ predstavlja zaseban slučaj, ali lako objašnjiv strukturom njezinih prihoda (bankarstvo, turizam, usluge, precizno inženjerstvo, farmaceutika, itd), a s druge strane nalazimo grupu nerazvijenih zemalja s tako niskom potrošnjom energije (pretežno dobivenom od drva i lokalnih materijala), da se njihovi koeficijenti uopće ne mogu definirati.

Koeficijent energetske efikasnosti na taj način definiran predstavlja rezultantu određenog broja vrlo različitih faktora i komponenti, što čini opasnim izvlačenje ma kakvih općih zaključaka. Međutim, kako pokazuju citirani primjeri, on može biti koristan indikator za potpunije razumijevanje razvoja neke zemlje ili društveno-ekonomske zajednice. Mnogo važniji od apsolutnih vrijednosti koeficijenta je njegov trend u određenim vremenskim periodima. Grifakon 2 daje »orijentacionu krivulju« koja ilustrira moguće kretanje koeficijenata energetske efikasnosti, kao i značenje takvih pomaka. Na žalost, ne raspoložemo svim podacima o kretanju energetske efikasnosti po zemljama. Situacija u Jugoslaviji ne pokazuje znatnije poboljšavanje tijekom proteklih pet godina, što je razlog za zabrinutost. Nepostojanje poboljšanja rezultat je činjenice da je većina poduzetih mjera, posebice od strane vlade, restriktivne prirode (restrikcije korištenja automobila prema parnom/neparnom registarskom broju, restrikcije izgradnje postrojenja na naftu (residual oil burning facilities), restrikcije uvoza nafte, itd.) dok je vrlo malo učinjeno u pogledu *racionalizacije potrošnje*, to jest povećavanja energetske efikasnosti. Lako se može izračunati da bi postizavanjem barem energetske efikasnosti od otprilike $E_f = 170$, poput efikasnosti Španjolske, Italije i Grčke, Jugoslavija podvostručila svoj bruto nacionalni proizvod, dok bi se potrošnja energije povećala za samo 30%. To bi morao biti realni razvojni cilj za slijedeće desetljeće, ukoliko se ispravno postave razvojni prioritati.

Primjena kriterija energetske efikasnosti na pojedinačne projekte i tehnološke procese izgleda nešto drugačije. Takav pokušaj zahtijeva usporedbu ukupno potrebne energije za cijelo vrijeme deprecijacije tvornice, uključujući energiju potrebnu za izgradnju tvornice i proizvodnju strojeva i opreme. U praksi se svi troškovi i ulaganja u tvornicu i rada tvornice, izra-

žavaju u dolarima umjesto u kilokalorijama. Usporedne analize izrađene na takav način bile bi moguće duži vremenski period, bez obzira na fluktuaciju cijena energije i stope inflacije.

Zaključci do kojih se stiže na taj način često su suprotni onima na koje upućuju tradicionalne analize profitabilnosti projekta. Spomenimo nekoliko primjera:

— Prema tradicionalnom računanju profitabilnosti projekta u jugoslavenskim uvjetima i uz današnje cijene goriva, a uz uvjet djelomičnog oslobađanja od fiskalnih obveza, pretvaranje alkohola u pogonsko gorivo je profitabilno (proizvodnja »gasohola« s 12% alkohola). Međutim, analiza potrošnje energije upućuje na to da intenziviranje poljoprivrede zahtijeva više energije za uzgoj usjeva (primjerice, šećerne trske), transport, preradu, itd. nego što je ona koja bi se dobila korištenjem mješavine alkohola i benzina kao pogonskog goriva.

— Drugi se primjer odnosi na benzin — godinama smo bili žrtve zablude (koju su nam nametnuli proizvođači automobila), da se iskorištavanje motora povećava povećanjem stope kompresije i broja okretaja. Međutim, takvi motori zahtijevaju benzin velikog broja oktana (oko 98 — 100 RON), čija proizvodnja predstavlja utrošak goleme energije. Energetska analiza ciklusa od rafinerije do motora pokazuje da se maksimalna energetska efikasnost ne dobiva za 98 — 100 RON-a i stupnja kompresije 9 — 10, već za 90 — 92 RON-a i stupnja kompresije 7 — 7,5.

Postoji cijeli niz takvih primjera i na drugim područjima. Oni su ilustracija za to da primjena različitih kriterija vrednovanja prilikom odabira projekata i tehnoloških procesa dovodi do različitih zaključaka, koji mogu imati velikog udjela na donošenje konkretnih odluka, a te odluke opet mogu jako utjecati na energetske efikasnost cjelokupnog sistema. Stoga je osim tradicionalnih metoda izračunavanja profitabilnosti i energetske efikasnosti određenog tehnološkog rješenja neophodno koristiti i dodatne, multi-dimenzionalne kriterije.

Slijedeći, vrlo važan kriterij vrednovanja tehnologije je ekološka prihvatljivost njezine komercijalne primjene. Zasiurno, nitko neće osporiti potrebu korištenja tog kriterija. Danas svatko zagovara »čiste tehnologije«, ali je pitanje kako to provoditi u konkretnim slučajevima. Najčešće se kriteriji zaštite okoline zadovoljavaju poštivanjem određenih standarda (dopustive količine zagađivača u vodi, zraku ili proizvodima). Ali, oni koji postavljaju takve standarde (obično vlada ili lokalni organi uprave), često postavljaju ekonomske kriterije, a u pravilu i kriterij energetske efikasnosti.

Već smo dugo svjedoci stvaranja profita eksploatacijom neobnovljivih izvora energije i time poremećaja prirodne ravnoteže. To se može ilustrirati takvim obiljem primjera, da ne postoji potreba da se spomene ma koji od njih.

»Zaobilaženje« troškova zaštite okoline omogućava iskorištavanje neke druge regije, neke druge zemlje, i čak slijedeće, još nerođene generacije koja će morati platiti za ono što smo mi upropastili nepametnim iskorištavanjem prirodnih izvora. Tijekom posljednjih 40 godina to je bio vjerojat-

no najrasprostranjeniji način iskorištavanja nerazvijenih zemalja od strane razvijenih (posebice tijekom razdoblja kolonijalizma). A taj je način eksploatacije nanio više štete nerazvijenim zemljama nego iskorištavanje od strane financijskog kapitala, monopola na tržištu ili tehnološkog monopola.

Ipak, zahvaljujući svjetskoj ekološkoj situaciji došlo je vrijeme kad se zagađivanje okoline proučava do najmanjih detalja za svaki projekt. Kad god se kod nekog projekta, posebice na području proizvodnje energetskih sirovina, pokazuje natprosječna profitabilnost, moramo biti oprezni i zapitati se nije li to rezultat zanemarenih ekoloških kriterija.

Međutim, postoje i suprotni slučajevi, kad se uspostavljaju ekološki kriteriji a da se ne vodi računa o ekonomskim kriterijima i kriteriju energetske efikasnosti. I opet, posegnimo, za jednim primjerom: nije teško dokazati da smanjivanje sadržajnog udjela sumpora u lož-ulju za postrojenja za zagrijavanje gradova s 3,5% na 1% znači veliko poboljšanje s obzirom na zagađivanje okoline. A njegovu cijenu znamo. Ali, mnogi su ljudi skloni zaboraviti da desumporizacija lož-ulja podvostručuje količinu energije potrebnu da bi se proizveo takav derivat. Proizvodnja dodatne energije (obično iz neobnovljivog energetskog izvora) povećava zagađivanje u nekom drugom dijelu Zemlje, i ne možemo biti sigurni da se cjelokupna situacija stvarno popravila primjenom strožijeg standarda. Ispravan se zaključak može polučiti samo ako se primijeni više od jednog kriterija.

Veliki projekti, koji imaju važne i dugoročne učinke na razvoj određene regije, zahtijevaju korištenje dodatnih kriterija pored već spomenutih.

Tako mnoge zemlje potenciraju proučavanje mogućnosti dislociranja velikih industrijskih kompleksa i njihove ravnomjernije regionalne distribucije, jer su negativni socijalni učinci koncentracije industrijskih postrojenja na jednom mjestu (goleme migracije, problemi stanovanja, transporta, obrazovnih i zdravstvenih službi, razaranja tradicionalnih vrednota, itd.) nadmašili njihove pozitivne efekte.

Govoreći o proizvodnji energije, isti razlozi ponovno ukazuju na atraktivnost malenih, autonomnih izvora energije namijenjenih zadovoljavanju lokalnih potreba, posebice što se tiče energije iz obnovljivih izvora i čak kad analize profitabilnosti govore u prilog velikim kompleksima.

Međutim, spoznaja potrebe korištenja multi-dimenzionalnih kriterija za vrednovanje projekata i odabir tehnologije je jedna stvar, dok je mogućnost njihove primjene nešto sasvim drugo. U različitim društveno-ekonomskim grupama te su mogućnosti povezane s prethodnim rješavanjem različitih problema i svladavanjem mnogobrojnih otpora.

U klasičnoj *kapitalističkoj* ekonomiji najveći problem predstavlja ono što se može nazvati »inercijom kapitala«. Kapital već uložen u određeno područje djelatnosti i određenu tehnologiju s već uspostavljenim monopolom pruža otpor inovacijama. To se najbolje može ilustrirati primjerom industrije automobila. Ta industrija naprosto guta energiju: ona je najveći zagađivač okoline (izravni i neizravni); najveći ubojica (smrtnost u saobraćajnim nesrećama); posljednjih četrdeset godina njezin je razvoj mnogo više diktiran modom (poput ženske mode — malo duže ili malo kraće suk-

nje), nego znanstvenim ili tehnološkim otkrićima; automobil ima manje složen sistem upravljanja nego dobra kuhinjska pećnica, a energetska efikasnost automobila je naprosto užasna. Svake godine automobili emitiraju u atmosferu oko 30 milijuna tona sumpora u obliku nadasve opasnih komponenti, 0,5 MTG olova, velike količine dušičnog oksida, ugljičnog monoksida, itd. Svemu usprkos, nema nikakvih većih poboljšanja jer se automobil udobno »ugniježdio« unutar trokuta povezanih interesa kapitala (proizvodnja automobila, benzina, gume, boje i laka), moći (glavni dio prihoda svake vlade dolazi od goriva i maziva) i rada (sindikati štite industriju automobila kao glavni izvor zapošljavanja). Inertnost sistema je golema te joj se može pripisati polaganost promjena na tom sektoru. Postoji velik broj primjera za »inerciju kapitala«, ali ovaj spomenuti je tipičan.

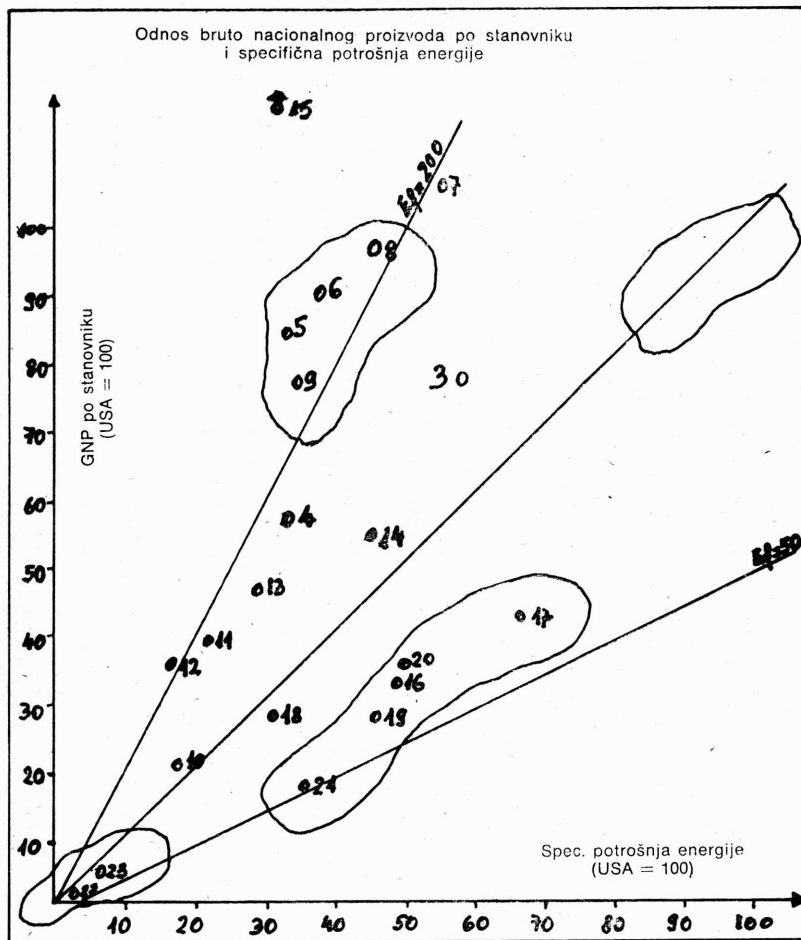
U *centralno-planskoj ekonomiji* uvođenje multi-dimenzionalnih kriterija (energetske efikasnosti, zaštite okoline, životnog standarda) trebalo bi biti lakše, međutim, nije tako. Tome nasuprot, već je spomenuto da zemlje SEV-a imaju vrlo nizak koeficijent energetske efikasnosti. Ni ekološki dimenzije nisu naročito blistave. Bilo bi teško i pokušati da se objasne takvi fenomeni u ovako kratkom tekstu. Moguće je da se kao glavni razlog izdvoji *tehnologija*, odnosno velika zavisnost tih zemalja od transfera (ili kopiranja) zapadne tehnologije.

Na kraju nekoliko riječi o mogućnostima korištenja multi-dimenzionalnih kriterija vrednovanja u Jugoslaviji. Naše samoupravno društvo i tržišna privreda imaju neke specifične značajke, koje omogućavaju širu primjenu multi-dimenzionalnih kriterija vrednovanja, posebno kad se odluke donose na nivou općine ili radne organizacije. Međutim, i ovdje je glavna zapreka gotovo potpuna ovisnost o uveznoj tehnologiji. Proces transfera tehnologije nije uvijek uspješan, a posljedice su očigledne. Usprkos tome, činjenica je da se veliki broj novih inicijativa odnosi upravo na supstituiranje nafte i plina vlastitim izvorima energije, te da se velik broj tekućih projekata odnosi na racionalniju potrošnju energije. Istina, nema značajnijih komercijalnih rezultata, ali inicijative su prerasle u pokret.

Razumljivo, veliki broj poteškoća postoji u vezi s povezivanjem i koordiniranjem takvih lokalnih inicijativa na nacionalnom nivou, jer sistem samoupravnog pregovaranja i sporazumijevanja između ekonomskih organizacija i društvenog dogovaranja i konzultacija između društveno-političkih zajednica ne djeluje sasvim efikasno. Međutim, nikakvi pokušaji da se taj mehanizam zamijeni administrativnim reguliranjem nije dao rezultata, što upućuje na to da unutar energetske sektora treba inzistirati na poboljšavanju sistema samoupravnog planiranja i na povezivanju individualnih djelatnosti na nivou njihovih nosilaca. Što se tiče goleme tehnološke zavisnosti, nju bi trebalo postepeno umanjivati razvijanjem vlastitih tehnologija i osuvremenjivanjem postojećih. S tim je u vezi vrlo značajan prvi korak, uvođenje strožijih multi-dimenzionalnih kriterija vrednovanja prilikom odabira i transfera tehnologije, koji uzimaju mnogo više u obzir specifične lokalne karakteristike.

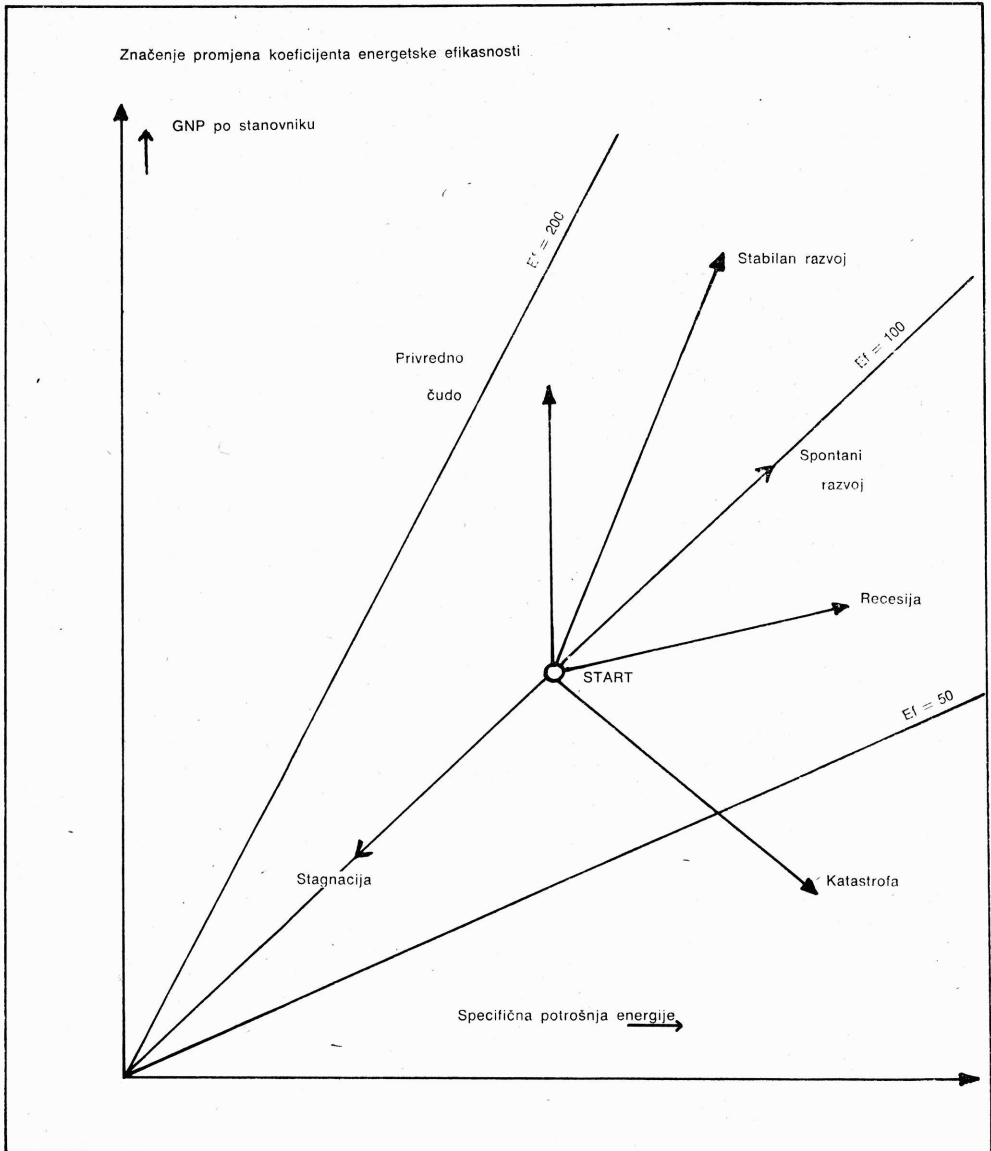
Konačno, mora se naglasiti da takve fundamentalne promjene ključnih tehnologija, koje vode prema poboljšanju energetske efikasnosti i odgova-

Grafikon 1



1. SAD
2. Kanada
3. Australija
4. Novi Zeland
5. Japan
6. Francuska
7. Zapadna Njemačka
8. Nizozemska
9. Austrija
10. Jugoslavija
11. Španjolska
12. Grčka
13. Italija
14. V. Britanija
15. Švicarska
16. SSSR
17. Čehoslovačka
18. Mađarska
19. Bugarska
20. Poljska
21. Rumunjska
22. Indija
23. Kina

Grafikon 2



rajućem, dugoročnom rješenju energetske problema, ne mogu biti ni brze, niti bezbolne, jer se ne radi samo o problemu razvoja novih tehnologija, nego prvenstveno o njihovoj komercijalnoj promjeni i svladavanju brojnih prepreka (i suprotnih tendencija) na tom putu. Međunarodna znanstvena zajednica trebala bi preuzeti ulogu aktera koji će probiti led na tom području. Stoga je najznačajnije da se barem u tim krugovima priroda fenomena o kojem se radi pravilno shvaća, da bi se izbjegao velik broj pogrešaka i stranputica, najviše u domeni planiranja i ustanovljavanja prioriteta unutar znanstvenih istraživanja koja prethode razvoju komercijalnih tehnologija. Primjena multi-dimenzionalnih kriterija vrednovanja novih tehnologija mora se uključiti u vrlo rane faze razvoja jer se pogreške »ugrađene« u neko tehnološko rješenje mogu jedino multiplicirati u daljnjim komercijalnim fazama.

Energetska neravnoteža industrijskog društva izazvana je tehnološkim razvojem, ali jedino daljnjim i uspješnijim tehnološkim razvojem može se ponovno uspostaviti ravnoteža. Sve druge alternative nemaju nikakve budućnosti.

Burić, Đorđe

**Multi-Dimensional Criteria for the
Evaluation of New Technologies**

SUMMARY

External manifestations which accompanied the phenomenon termed »energy crisis« hid real causes of its emergence, which is a lag in technological development as compared with the development of consumption in the contemporary industrial society. All the technologies currently being in widest commercial application (transportation, chemistry, metallurgy, energetics, agriculture) were developed in the period of »cheap« energy and they are characterized by low energy efficiency.

The only criterion which was applied in the development, selection, evaluation and commercial application of new technologies was the rate of profit. It came to be evident that the criterion was unreliable and that it was leading toward wrong conclusions, if not applied within a set of wider, more complex criteria, as the energy efficiency of a technological process, ecological consequences of the application, societal acceptability, etc.

A radical shift is therefore needed in the technological development with respect to the principal sectors of human activity. It will be accomplished only in the case of adoption of complex criteria for the selection and evaluation of new technologies.

Translated by
K. Tomaševski