

Alfredo Višković

Uvod u povijest i politike energetskih tranzicija

Sažetak: Prijelaz iz trenutačnog globalnog energetskog sustava od najveće je važnosti. Potreba za sljedećom ‘energetskom tranzicijom’ široko je očita jer su trenutačni energetski sustavi neodrživi po svim društvenim, ekonomskim i ekološkim kriterijima. Budućnost energetskih sustava jedan je od glavnih izazova s kojima se suočava politika industrijskih zemalja. Nažalost, ni privatna tržišta ni državne institucije ne mogu potaknuti prijelaz na novije, čišće energetske sustave, kao što su obnovljivi izvori energije i električna vozila, koji često zahtijevaju znatne promjene ne samo u tehnologiji nego i u državnoj regulativi, poticajima i režimima cijena i ponašanja korisnika odnosno usvojitelja. Dakle, brzina pri kojoj se može izvršiti prijelaz – njegovo vrijeme ili vremenska dinamika – kritični je element razmatranja. Drugim riječima, ako se prijelaz ne dogodi brzo ili uskoro, to može biti prekasno. Pojam ‘energetskog prijelaza’ u središtu je ovog rada.

Ključne riječi: disperzirani pristup energetike, energetska tranzicija / prijelaz, energetski sustav, klimatske promjene, održivost, razvijene zemlje, zemlje u razvoju

Uvod

Klimatske promjene često se spominju kao jedan od glavnih izazova XXI. stoljeća. Slažemo se. U širokom smislu, klimatski izazov relativno je jednostavan. Globalne prosječne temperature rastu kao posljedica antropogenih emisija stakleničkih plinova (engl. *greenhouse gas* – GHG). U nedostatku promišljenog

i globalnog djelovanja, kako bi prvo znatno smanjili, a potom uklonili (ili čak okrenuli neto negativne) emisije stakleničkih plinova, globalni porast temperature u ovom stoljeću vrlo vjerojatno će nadmašiti dva Celzijeva stupnja (Međuvladin panel o klimatskim promjenama; Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC; 2014.), što je (pomalo proizvoljno), prag koji je međunarodna zajednica postavila kao podnošljivu razinu zagrijavanja¹. Nastavak postojećih razina emisija ili (još gore) nastavak rasta emisija tijekom XXI. stoljeća mogao bi rezultirati zagrijavanjem daleko iznad praga od dva stupnja s vrlo lošim posljedicama za okoliš planeta i za ljudska društva, osobito siromašna.

Ta su opažanja osnovni argumenti za poduzimanje ozbiljnih napora za smanjenje emisija na globalnoj razini, tj. za provođenje tzv. ‘politike ublažavanja’ (Višković, A., De Paoli, L., 2007.). Glavni element politike ublažavanja odnosi se na korištenje energije. Konkretno: korištenje energije mora prijeći iz tehnologija koje emitiraju znatne količine stakleničkih plinova u tehnologije s ograničenim ili nultim emisijama.

‘Prijelaz na čistu energiju’ općenito se odnosi na zamjenu tehnologija i s njima povezanih ulaznih goriva u čitav skup energetske podsektora i potrošača energije, i na razini međuprodukata i na razini konačnih proizvoda. Dobro su shvaćene široke konture klimatskih izazova, no specifičnosti gotovo svih aspekata klimatskih izazova iznimno su složene.

Golemi su naponi posvećeni znanosti o globalnim promjenama (IPCC; 2014., 2013.). Dok još puno toga treba naučiti, klimatska znanost pruža čvrste temelje osnovnim argumentima za ozbiljne napore za smanjenje emisija. Tehnički izazov izuma tehnologije koja koristi energiju s niskim emisijama stakleničkih plinova desetljećima privlači pažnju nekih od najboljih svjetskih znanstvenika i inženjera te je postala sve komercijalnija tijekom proteklog desetljeća. Dalje, formira se novi val obećavajućih tehnologija.

No, na kraju, solidna podloga za djelovanje izvedena iz klimatske znanosti u kombinaciji s nizom obećavajućih tehnologija za smanjenje emisija vjerojatno neće biti dovoljna za kataliziranje prijelaza na čistu energiju. Ključna postavka ovog rada jest ‘promišljeno i globalno djelovanje’. Malo je vjerojatno da će se prijelaz na čistu energiju spontano pojaviti. Moraju se uspostaviti politike koje će ga potaknuti i usto moraju biti učinkovite na globalnoj razini (za razliku od samo pomicanja emisija iz jedne regije u drugu). Izazov je, možda i najveći od svih, provođenje politike i programa koji zapravo ostvaruju potrebna smanjenja globalnih emisija. Ovdje okolnosti političkog gospodarstva uzimaju vodeću ulogu. Te perspektive potiču naš fokus na političko gospodarstvo prijelaza na čistu energiju.

¹U nedavnim je pregovorima postavljen ambiciozan cilj od 1,5 stupnja, uz tvrdnju da je to “daleko sigurnija linija obrane od najgorih utjecaja klimatskih promjena” (UNFCCC, 2015.).

1. Fosilni izvori na kojima smo izgradili svoje carstvo

Knjiga *Fosilni kapital – Uspon parnog pogona i korijeni globalnog zatopljenja* Andreasa Malma donosi iscrpan povijesni pregled i složenu analizu uspostavljanja industrijskog pogona na fosilna goriva i industrijalizirane kapitalističke ekonomije, najprije u Velikoj Britaniji, a konačno u cijelom svijetu. (A. Malm, 2016.). Malmov je narativ kompleksan i ne osporava visoku ‘gustoću energije’ u fosilnim gorivima u odnosu na druge moguće izvore energije industrijskih pogona, a niti danas prisutnu ustoličenost fosilnog goriva za otvorenu globalnu razinu industrijalizacije. Ona osporava navedenu povijesnu nužnost upravo takve razvojne putanje i njezinih današnjih posljedica – sve izvjesnijeg naglog izumiranja složenog višestaničnog života na Zemlji, uključujući i ljude.

Kako smo se našli u takvom škripcu? Dominantna predodžba kaže da je to jednostavno ljudska priroda. U svakom čovjeku, u njegovim zajednicama, čučao je pritajeni ložac fosilnih goriva koji je samo čekao tehnološku priliku ne bi li se pojavio na pozornici povijesti. Jer blagodat civilizacije – poput pravnog poretka ili standarda javnog zdravstva – ljudi su, eto, mogli postići i još uvijek postižu samo zahvaljujući sustavnom izgaranju koncentriranog ugljika taloženog u Zemljinoj kori kroz geološke ere. Sad smo u škripcu, ali drukčije nije moglo biti i očajnički tražimo bijeg iz tog škripca oslanjajući se na jednake “misaone nužnosti” koje su nas nehotice u njega i dovele.

A. Malm pokazuje da su specifični društveni odnosi, odnosi među tvorničarima, radnicima, seljacima, političarima jednog poluperifernog društva u odnosu na azijske velesile tadašnjeg svjetskog poretka, uveli fosilnu ekonomiju rasta kao paradigmu reprodukcije društva. Paradigmu kojoj se danas bojimo potražiti alternativu jer ne vidimo kako prehraniti i emancipirati sedam milijardi ljudi umreženih u globalnu sadašnjicu.

Spoznavajama o tome kako su se opisani odnosi uspostavili, proširili i gdje su sve danas prisutni možemo utrti put nalaženju i uspostavljanju i onih odnosa koji su primjereniji manjoj, stabilnijoj, pravednijoj, obnovljivoj ekonomiji su-trašnjice koja se odupire “shizofrenim” nejednakostima u radu, moći i bogatstvu te klimatskoj katastrofi.

2. Nova era ublažavanja klimatskih promjena

U svrhu izbjegavanja potencijalno pogubnih posljedica povezanih s klimatskim promjenama, pod pokroviteljstvom Ujedinjenih naroda donesen je niz globalnih sporazuma. Prva konferencija stranaka (Conference of Parties – COP) okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o klimatskim promjenama (NREL/PR-6A20-62558, National Renewable Energy Laboratory), održana je

1995. u Berlinu. Na dvadesetom sastanku COP20, održanom 2014. u Limi, relativno je malo postignuto u smislu realne promjene putanje globalnih emisija stakleničkih plinova koje potiču klimatske promjene. COP21 u Parizu krajem 2015. označava potencijalni proboj koji uvodi novu eru ublažavanja klimatskih promjena.

Uspješan završetak COP21 odražava tri značajke trenutačne situacije koje se dosta razlikuju od prethodnih velikih pokušaja postavljanja planeta na poželjniju putanju emisije stakleničkih plinova. Najnoviji veliki pokušaj, prije COP21, dogodio se na konferenciji COP15 održanoj 2009. u Kopenhagenu.

Prvo, COP15 vrhunac je pomaka u okviru pregovora. Na COP15 pregovori su nadišli *top-down* pristup², u osnovi određena je trajektorija globalnih emisija i pregovarači su tražili analizu odgovornosti na razini zemlje za postizanje tog puta.³ Nasuprot tomu, COP21 u Parizu koristio je *bottom-up* pristup⁴, pri čemu su pojedine zemlje predlagale ono što smatraju da su ostvarive fer trajektorije emisija za njihove konkretne okolnosti. Ti prijedlozi formalno se nazivaju Predviđeni i na nacionalnoj razini određeni doprinosi (Intended nationally determined contributions – INDC). U tom novom pregovaračkom okviru projicirana trajektorija globalnih emisija zbroj je pojedinačnih INDC-a zemalja.

Drugo, brz tempo tehnološkog napretka u tehnologijama i sustavima obnovljivih izvora energije, čak i ako se promatra samo zadnjih osam godina, utječe na političko gospodarstvo prijelaza na čistu energiju (United States Department of Energy – USDOE; 2015.). Povijesno gledano, vlade koje su namjeravale poduzeti promišljene akcije za ispravljanje golemog tržišnog neuspjeha emisija stakleničkih plinova patile su od problema “kokoš ili jaje”. Konkretno: mnoge tehnologije koje su imale dugoročan potencijal da podrže prijelaz na čistu energiju bile su na niskoj razini, nezrele i relativno skupe. Kao rezultat toga, bile su uglavnom neprivlačne za privatne investitore. Iako ti čimbenici pružaju čvrste gospodarske razloge za vladinu podršku, politika podrške nezrelim i relativno skupim tehnologijama na niskoj razini ipak je teška. Teška politika neizbježno ograničava ambiciju politika koje su ključne za razvoj tehnologije.

Ukratko, postoji krug u kojem politika pokreće politike, politike pokreću tehnologiju, a stanje tehnologije utječe na politiku. Danas, iz perspektive napredovanja tehnologija čiste energije, dokazuje se da taj krug postaje pozitivan, a

²Pristup odozgo prema dolje.

³Na COP15 također se raspravljalo o pristupu preuzetom u Parizu na COP21 kroz rasprave o Odgovarajućim nacionalnim mjerama za ublažavanje (Nationally Appropriate Mitigation Actions – NAMA).

⁴Pristup odozdo prema gore.

ne negativan. (A. Višković, 2002.). Od 2008., godine prije no što COP15 nije uspio zakoračiti prema djelotvornom globalnom ublažavanju, globalni indeks cijena sunčanih modula smanjio se za čimbenik od gotovo četiri, a brzina tehničkog napredovanja bila je znatno brža od gotovo svih predviđanja (Feldman et al., 2014.). Smanjenje troškova vjetroelektrane, iako ne toliko dramatično, bilo je brzo prema bilo kojim uobičajenim standardima (Mone et al., 2015.). Takav napredak potiče privatna ulaganja i općenito olakšava politiku podrške prijelaza na čistu energiju. Ulaganja u proizvodnju energije odrazila su se na te pomake. U 2014., prvi put u povijesti, količina novih kapaciteta obnovljivih izvora nadmašila je nove sustave na fosilna goriva na globalnoj razini (Sawin et al., 2015.). Taj se trend nastavio u 2015., s novim kapacitetom obnovljivih izvora energije koji opet nadmašuje fosilna goriva (Frankfurt School – UNEP Centar / BNEP 2016).

Treće, zemlje u razvoju suočavaju se s problemima klimatskih promjena s daleko dubljom i sofisticiranijom bazom znanja nego u 2009. godini (Arndt i Tarp, 2015.). U Kopenhagenu na COP15 postalo je jasno, kao pitanje aritmetike, koju ključnu ulogu zemlje u razvoju moraju igrati u bilo kojem učinkovitom globalnom režimu ublažavanja klimatskih promjena. Ipak, složene implikacije efekata klimatskih promjena, politike prilagodbe i politike ublažavanja zapravo su tek počele prodirati u glavne aparate odlučivanja zemalja u razvoju. Na primjer, studija Svjetske banke o ekonomičnosti prilagodbe na klimatske promjene, koja je trebala poslužiti kao kritičan doprinos zemljama u razvoju za COP15 u 2009., objavljena je tek 2010., nakon završetka sastanka COP u Kopenhagenu (Piani, G., Višković, A., Saftić, B.; 2011.). Prema našem iskustvu, u vrijeme oko COP15, rad na pitanjima klimatskih promjena, posebno kad se govorilo osoblju iz kritičnih središnjih jedinica za financiranje i planiranje u zemljama u razvoju, često je rezultirao osnovnim smjernicama o klimatskim promjenama i s osnovama politike energetske prijelaza. Proces internalizacije informacija i procjena odgovarajućih odgovora politike tek je počeo.

Danas bi bilo pretjerano reći da su informacije o klimatskim promjenama u potpunosti internalizirane i odgovarajuće politike procijenjene u zemljama u razvoju. Ipak, taj proces je puno napredniji nego 2009. godine. U mnogim zemljama angažirane su središnje jedinice za odlučivanje. To je ključno. Duboke gospodarske transformacije svojstvene za prijelaz na čistu energiju morat će se potpuno integrirati u gospodarsko odlučivanje. Doprinosi iz zemalja u razvoju dokazuju taj sve sofisticiraniji i nijansiraniji pogled na klimatski izazov. Više od 160 INDC-a na *web*-stranici UNFCCC-a (United Nations Framework Convention on Climate Change), možda su najznačajniji dokaz.

Indija i Kina konkretni su slučajevi. U 2009. godini, fer je reći da je indijska pregovaračka strategija usmjerena na pozicioniranje klimatskih promjena kao problem razvijenih zemalja. Nasuprot tomu, indijski INDC nudi ozbiljne pokušaje smanjenja intenziteta ugljika svojeg BDP-a. Kina je otišla dalje, nudeći najviše emisija do 2030. godine, nakon čega će se smanjiti. U cjelini, INDC-ovi prikazani na COP21 odlučujući su prekid prošlih trendova emisija. Nedavna analiza INDC-a od strane Međunarodne agencije za energetiku (2015.), ukazuje da će gotovo svaka zemlja staviti snažan fokus na smanjenje emisija, čime će čista energija narasti do više od 50 posto svjetske energije do 2040. godine. Opseg i ambicija tih ponuda proizlaze od dugih i često teških procesa internacionalizacije i ocjenjivanja opcija politike koji su se dogodili u razvijenim zemljama i zemljama u razvoju.

Ta tri pomaka sad se kombiniraju kako bi stavili politike donošenja odluka i politike zemalja u središte pozornosti. Svidjelo se to ili ne, u ovom trenutku ne postoje izgledi za jedinstvenu globalnu politiku, kao što je globalni porez na ugljik ili trgovina emisijskim jedinicama plinova ili *cap and trade* na koje su se svi narodi složili da se pridržavaju. Umjesto toga, gotovo će sve zemlje na svijetu odlučiti postići svoje doprinose na svoje vlastite načine, a njihova sredstva za postizanje tih ciljeva bit će različita. Na primjer: SAD, vodeći zagovornik međunarodnih foruma za oslanjanje na tržišta, izgleda da će slijediti domaću politiku regulatornog zakona. Kina, model zemlje u razvoju, objavila je u rujnu 2015. namjeru za nacionalni sustav trgovine emisijskim jedinicama plinova. Sve u svemu, raspon politika koje se provode, a time i stupanj eksperimentiranja s politikama, izgleda gotovo sigurno vrlo velik.⁵ Prije nastavka, pokretači tehnologije navedeni u potonjem tekstu zaslužuju bliži pregled.

3. Tehnološki inovatori

Stopa tehnološkog napretka u prostoru obnovljivih izvora energije bila je posebno brza. Uspostavljene institucije, koje su nekoć bile izolirane od brzih promjena, sad su predstavljene dinamiziranim aktivnostima za istodobno postizanje ciljeva dekarbonizacije i ciljeva održivog razvoja; s pristupačnom energijom s niskom razinom ugljika i lako dostupnom. Javlja se tzv. institucionalna inovacija – kroz javnu politiku, financije, poslovne modele, tržišta, planiranje i druge dimenzije radi promicanja implementacije. Te inovacije – i tehničke i političke značajke koje posjeduju – u interakciji su s nizom prisutnih aktera i

⁵ Usporavanje politika za postizanje prijelaza na čistu energiju također je jasna mogućnost u mnogim zemljama.

interesa te utječu na političko gospodarstvo prijelaza na čistu energiju. Stoga je vrijedna kratka procjena inovatora tehnologije.

Rastuća konkurentnost cijena i napredne mogućnosti tehnologija obnovljivih izvora energije, pretežno vjetra i Sunčeve energije, ključni su stup inovacije čiste energije i tehnološkog napretka. Promatrano u mnogim kontekstima, cijena novoizgrađene vjetroelektrane ili postrojenja na Sunčevu energiju sad je ispod cijene konkurentnih alternativa za fosilna goriva, čak i bez razmatranja varijabilnosti cijene goriva ili utjecaja na okoliš ili zdravlje (Stark et al., 2015.). Svojom zemljopisno raznolikom i promjenjivom prirodom ti se resursi preoblikuju, posebno kako se elektroenergetski sustavi planiraju, upravljaju, rukovode, pa čak i konceptualiziraju (Miller i sur., 2015.). Nadalje, modularnost Sunčevih panela omogućava održivu alternativu tradicionalnom odnosu između dobavljača i kupaca, što doslovno osnažuje potrošače putem tehnologije, regulacije i inovacija poslovnog modela, kako bi stvorili vlastitu energiju.

Kvalitete tehnologija čiste energije također imaju implikacije za energetske sigurnost u kontekstu razvijenih zemalja i zemalja u razvoju. Tehnologija proizvodnje iz obnovljivih izvora energije nudi mogućnost smanjenja ovisnosti o uvozu goriva. Ipak, trgovina energijom između zemalja može ili ne mora opasti. Postoje dobici od učinka portfelja od proizvodnje iz obnovljivih izvora energije do širokih područja potaknuti jednostavnim promatranjem da će negdje vjerojatno biti vjetrovito i/ili sunčano (Keane et al., 2011.). Osim toga, hidroenergetski resursi često su koncentrirani na nekoliko lokacija. Oba čimbenika upućuju na povećanu regionalnu trgovinu energijom kao potencijalnom posljedicom povećane ovisnosti o obnovljivim izvorima energije. Kao rezultat toga, energetska sigurnost u budućnosti obnovljive energije može imati puno više regionalnih nijansi.

Istodobno, inherentna disperzija vjetra i Sunčevih resursa, u kombinaciji s novim tehnologijama i poslovnim modelima, predstavlja sve atraktivnije putove za širenje pristupa energiji odozdo prema gore, što potencijalno preskače potrebu za nekim od nezgrapnih infrastrukturnih ulaganja koja se teško financiraju, a povezana su s tradicionalnim energetske sustavima. Ta raspršena priroda obnovljive energije može biti posebno relevantna za ruralne zone i manje koncentracije potražnje smještene na određenoj udaljenosti od funkcionalnih mreža. Napredak u podatkovnim sustavima, komunikacijskim tehnologijama i troškovima skladištenja energije ubrzava decentralizaciju i heterogenost energetskog sektora (Zinaman et al., 2015.).

Dok je tehnologija temeljni pokretač, sve je jasnije da dostupnost tehnologije sama po sebi nije dovoljna za ubrzavanje prijelaza na čistu energiju; inovativne i nacionalno prilagođene strategije implementacije – koje se temelje na javnoj politici i regulaciji, tržišnim reformama, angažmanu privatnog sektora i snažnim analitičkim alatima i podacima – ostaju važni čimbenici.

Često regulacija i upravljanje zaostaju za tehnološkom inovacijom, pri čemu se javlja potreba za institucionalnom inovacijom kako bi se održao korak. Tekuće inovacije u energetskim sustavima često zahtijevaju ili prilagodbu uspostavljenih regulatornih konstrukata kako bi se prilagodile novim tehnologijama (oblik inkrementalne promjene) ili široke reforme samih regulatornih konstrukata (možda i putem rekonstruktivnih ili evolucijskih pristupa) (vidi, na primjer, Zinaman et al., 2015.). U svim kontekstima, rješavanje tehnoinstitucionalnih kompleksnih perpetuirajućih sustava s većom emisijom ugljika – koje neki nazivaju *carbon lock-in* (vidi, na primjer, Unruh 2000.) – zajednička je tema.

Vrlo je vjerojatno da će tehnologija ostati jedan od ključnih čimbenika koji utječu na obveze povezane s klimom i razvojnim ciljevima povezanim s energijom, u pogledu postavljanja ciljeva i implementacije. Ono što je danas tehnički moguće i gospodarski privlačno u odnosu na dekarbonizaciju i održivi razvoj puno je veće nego što je bilo tijekom (primjerice) važenja Protokola iz Kyota. Očekuje se neprekidan i brz tempo tehničkog napretka. Da bi se iskoristile mogućnosti koje nudi tehnički napredak, vjerojatno će biti potrebni istodobni inovativni pristupi i regulaciji i politici. To ukazuje na inherentne političke gospodarske čimbenike koje treba uzeti u obzir.

4. Izazovi u zemljama u razvoju nasuprot razvijenim

Političko gospodarstvo energetskih prijelaza od interesa je i za razvijene zemlje i za zemlje u razvoju. Kao što je istaknuto, razvijene zemlje ne mogu same riješiti izazov ublažavanja. Obim postojećih emisija iz zemalja u razvoju u kombinaciji s njihovim trajektorijama brzog rasta naglašava važnost zemalja u razvoju u bilo kojem učinkovitom režimu globalnog ublažavanja.

Zemlje u razvoju istodobno se suočavaju s golemim izazovima. Uklanjanje apsolutnog siromaštva također je glavni izazov XXI. stoljeća, kako je navedeno u ciljevima održivog razvoja. Malo je vjerojatno da će se zemlje u razvoju odreći svoje razvojne težnje u korist ciljeva ublažavanja. Dakle, političko gospodarstvo prijelaza na čistu energiju u zemljama u razvoju jedan je od najtežih i najvažnijih izazova.

U odnosu na razvijeni svijet, dotadašnje emisije, relativno prihvatljive materijalne okolnosti, institucionalne sposobnosti i tehničko znanje, dovode do očekivanja da će on voditi energetski prijelaz. To znači smanjenje apsolutnih emisija u bliskoj budućnosti i postizanje velikog smanjenja do sredine stoljeća. Tu promjenu moraju poduzeti energetski sustavi koji su karakterizirani slabim ili čak negativnim rastom potražnje energije, kao i duboko ukorijenjenim akterima i interesima.

Ukratko, izazovi s kojima se suočavaju i zemlje u razvoju i razvijene zemlje ne smiju se uzimati olako. Iako se očekuje da će razvijene zemlje voditi – primjerice, u pogledu vladinih obveza prema aktivnosti istraživanja, razvoja, demonstracije i implementacije novih tehnologija – ključna uloga regulatornih okvira, politika i institucija već je naglašena. To zahtijeva lokalna rješenja u kontekstu zemalja u razvoju i razvijenih zemalja. Podjela tih dviju širokih skupina zemalja nije ni jasna ni brza ni u drugim aspektima. Građani razvijenih zemalja očekuju gospodarski napredak kroz vrijeme zajedno s upravljanjem okolišem, a zemlje u razvoju zasigurno imaju svoj udio u utvrđenim interesima.

Međutim, široko definirani izazovi s kojima se suočavaju razvijene zemlje i zemlje u razvoju prilično se razlikuju. Konkretno, potaknuta rastom broja stanovnika / radne snage, tehnološkom nadoknadom, relativno visokom graničnom proizvodnosti kapitala⁶ i značajnim težnjama za rast, može se očekivati da će gospodarstva zemalja u razvoju rasti brže od onih razvijenih zemalja. Prema tome, potražnja za novom opskrbom energije vjerojatno će biti znatno veća u zemljama u razvoju nego u razvijenim.

Taj izazov ima više aspekata. S jedne strane, INDC-ovi koje su postavile zemlje u razvoju ukazuju na preusmjeravanje od dobro poznatog puta korištenja masivne fosilne energije do razvoja goriva. To trasiranje novog puta ili novih putova gotovo je sigurno manje jasno od slijeđenja prethodnih recepata. Budući da su institucionalne i ljudske sposobnosti u zemljama u razvoju karakteristično slabe u odnosu na razvijene zemlje, potreba za trasiranjem novih putova i suočavanja s novim izazovima izaziva opravdanu zabrinutost. S druge strane, sustavi temeljeni na fosilnim gorivima imaju niz poznatih nedostataka.

Prvo, zemlje u razvoju često imaju teškoća s primjenom sustava temeljenog na fosilnim gorivima, posebno za proizvodnju električne energije. Te poteškoće proizlaze iz brojnih čimbenika. Poanta je da je nepouzdana opskrba energijom dugo bila obilježje mnogih gradova u zemljama u razvoju i često se na nju ukazuje kao značajnu kočnicu gospodarskog razvoja (vidi: Foster, 2008.). Dok je intermitentnost u proizvodnji karakteristična za mnoge elektrane na obnovljivu energiju, ta se varijabilnost znatno smanjuje na razini sustava; no, postignuta ili poboljšana razina pouzdanosti u mnogim zemljama u razvoju često je prilično niska. Relativno modularna priroda i kratko vrijeme za realizaciju ulaganja u sustave za proizvodnju električne energije od vjetra i Sunca daju prednost zemljama u razvoju, kod kojih je rast potražnje promjenjiv i puno manje predvidljiv nego u razvijenim zemljama.

Drugo, sustavi temeljeni na fosilnim gorivima slabo su pogodni za ruralna područja. To se posebno odnosi na proizvodnju električne energije. Oko 1,2

⁶engl. *marginal productivity of capital*

milijarde ljudi (oko 17 posto svjetske populacije) nema pristup struji, a velika većina živi u ruralnim područjima zemalja u razvoju (Međunarodna agencija za energiju, International Energy Agency – IEA; 2015.). Ruralni stanovnici u zonama koje nemaju pristup električnoj energiji često su apsolutno siromašni. Ukratko, postojeći elektroenergetski sustavi temeljeni na fosilnim gorivima slabo služe najsiromašnijima. Dokazano je da različite tehnologije proizvodnje energije iz obnovljivih izvora učinkovito funkcioniraju na tim područjima. Bioelektrane trenutačno opskrbljuju desetke sela u južnoj Aziji (Bhattacharyya 2014), a sljedeće generacije bioelektrana također nude dodatna obećanja za ruralne zone. S brzim napretkom u području Sunčeve i baterijske tehnologije, distribuirani sustavi za Sunčevu energiju pružaju potencijalnu priliku bez preseđana za povećanje dostupnosti električne energije nekim od najsiromašnijih građana svijeta.

Treće, lokalizirani utjecaji onečišćenja sustava temeljeni na fosilnim gorivima mogu biti intenzivni. Loša kakvoća zraka prouzročuje ozbiljne zdravstvene probleme. New Delhi i Peking samo su najnoviji primjeri mjesta gdje ona ozbiljno utječe na uvjete života. Sustavi za čistu energiju imaju potencijal umanjavanja ili čak učinkovitog uklanjanja tih stvarnih troškova.

Četvrto, sustavi na fosilna goriva i potiču i ometaju razvoj. Iskustvo u zemljama koje ih koriste ukazuje na to da oni nisu nositelj njihova gospodarstva općenito i posebice blagostanja njihovih građana. Cijena fosilnih goriva, kao i popratna makroekonomska nestabilnost, u kombinaciji s tendencijom koncentracije prihoda od prodaje fosilnih resursa u nekoliko ruku nisu pomogle razvojnim obrascima u mnogim zemljama, što je navelo neke autore da proglase “prokletstvo resursa” (Frankel, 2010.). Za većinu uvoznika fosilnih goriva varijacije u cijenama imaju velik utjecaj, često s implikacijama na političku stabilnost (npr. Arndt et al., 2012.).

Konačno, zemlje u razvoju mogu posjedovati inherentne prednosti u pogledu čiste energije. Mnoge od njih relativno su bogate Sunčevom energijom, vjetrom i neiskorištenim hidroenergetskim potencijalima. U svijetu u kojem dominiraju sustavi čiste energije, mnoge zemlje u razvoju mogu imati inherentnu komparativnu prednost u energetski intenzivnim aktivnostima.⁷

Prijelaz na čistu energiju stoga nije nužno zapreka težnjama rasta u zemljama u razvoju. Postoji niz razloga za razvijene zemlje da pomažu zemljama u razvoju u ostvarivanju prijelaza na čistu energiju. Ne manje važno je da neu-

⁷Pitanje je jesu li zemlje u razvoju sposobne iskoristiti te prednosti (ako doista postoje). To je važno područje za buduća istraživanja.

spjeh zemalja u razvoju za prijelaz na izvore čišće energije podrazumijeva neuspjeh stabilizacije globalne klime, s negativnim implikacijama za sve.

Razvijene zemlje također su odgovorne za nerazmjerni udio stakleničkih plinova u atmosferi. To bi mogao postati velik problem ako nedostatak prostora za još veće zalihe atmosferskih stakleničkih plinova nametne usku povezanost između razvojnih težnji građana zemalja u razvoju tijekom idućih nekoliko desetljeća i stalne promjene globalne klime. Činjenica da razvijene zemlje učinkovito traže prava na globalnim atmosferskim dobrima postaje manje problematična ako se otvore novi putevi za poticanje razvoja kako se budu zatvarali putevi fosilnih goriva.

Praktični i etički argumenti za pomaganje zemljama u razvoju pri preuzimanju tih novih puteva su jaki. Istodobno, nije riječ o implementaciji sustava čiste energije, bez obzira na cijenu. Kao što je naglašeno, promjene koje su svojstvene za prijelaz na čistu energiju duboke su, uključujući puni gospodarski sustav s implikacijama na konkurentnost i gospodarski rast. Ako se učini nepravilno, ti troškovi mogu lako postati vrlo visoki i vjerojatno će smanjiti volju za poduzimanje tog prijelaza.

Stoga su ključni gospodarska učinkovitost i razumni kapital. Učinkovite i relativno jeftine prijelaze na stabilnu globalnu klimu u velikoj se mjeri gleda kao neposredno moguće.⁸ Procjene troškova IPCC-a u Petom izvješću pokazuju približno godinu ili dvije usporenja globalnog rasta do sredine stoljeća. Drugim riječima, globalni BDP po glavi stanovnika s ublažavanjem bi 2055. dostigao razinu jednaku onoj koju bi dostigao oko 2053. bez ublažavanja. Ti izračuni obično zanemaruju prednosti ublažavanja u smislu izbjegavanja utjecaja klimatskih promjena, kao i zdravstvene koristi od smanjenja onečišćenja. Isto tako, postoje stvarne mogućnosti za povećanje ravnoteže energetske prijelaza kroz, primjerice, bržu elektrifikaciju ruralnih područja i bolju kvalitetu zraka u urbanim dijelovima zemalja u razvoju.

Zaključak – optimističan ton usprkos izazovima

Prijelaz na čistu energiju nije lak, što je dobro ilustrirano u studijama slučaja. Čak i ako je tehnički put čist i potpuno jasan, prijelaz na čistu energiju uključivat će pomak resursa između konkurentnih gospodarskih sektora i političkih entiteta uz promjene u institucionalnim i političkim okvirima. Dionici u tom procesu imaju različite stupnjeve političke i ekonomske moći. Bez obzira na društvo ili politički sustav, razumijevanje načina na koji politički čimbenici

⁸Danska daje primjer kako se globalni ciljevi ublažavanja mogu postići rastom stope rasta BDP-a.

utječu na prijelaze na čistu energiju od presudne je važnosti za učinkovitu formulaciju politike i olakšavanje prijelaza na održive energetske sustave.

Čini se da je to prikladno. COP21 predstavlja značajan prekid s prošlošću. Tehnološka promjena u sektoru čiste energije vrlo je brza. U mnogim su zemljama vidljive institucionalne i političke promjene. I alokacije resursa se mijenjaju, kao što pokazuju velika ulaganja u sustave čiste energije koji se pojavljuju širom svijeta. U praksi, skup INDC-a koji proizlaze iz COP21 obećava bitan globalni prijelaz prema sustavima čiste energije. Drugim riječima, globalni napor za ublažavanje uvelike su počeli.

Za prve korake bilo je potrebno puno više napora. Tijekom sljedećih nekoliko godina zemlje trebaju pratiti svoje INDC-ove. Gledano dalje, dobro je poznato da zbroj obveza INDC-a ne rezultira energetske sustavom koji je dovoljno dobar za okoliš i, istodobno, stabilnom globalnom klimom. U budućnosti će biti potrebno još više ambicioznih obveza/transformacija.

Iako se čini da je slobodan pristup odozdo prema gore primjeren početak, vjerojatno je da će ograničenja visokodisperziranog pristupa usvojenog u Parizu na COP21 postati jasna. Na primjer, traženje INDC-a nije pristup koji je posebno prikladan za rješavanje problematičnih i povezanih pitanja međunarodne trgovine, trgovine ugljikom i *footloose* industrija⁹ / istjecanja ugljika.

Literatura

- [1] Arndt C., M. A. Hussain, E. S. Jones, V. Nhate, F. Tarp and J. Thurlow: Explaining the evolution of poverty: The case of Mozambique, *American Journal of Agricultural Economics*, 2012., 94(4): 854-72.
- [2] Arndt C. and F. Tarp: Climate change impacts and adaptations: Lessons learned from the greater Zambeze River Valley and beyond, *Climatic Change*, 2015., 130(1): 1-8.
- [3] Bhattacharyya S. C.: Viability of off-grid electricity supply using rice husk: A case study from South Asia, *Biomass and Bioenergy*, 2014., 68: 44-54.
- [4] Feldman D., G. Barbose, R. Margolis, T. James, S. Weaver, N. Darghouth and R. Wiser: Photovoltaic system pricing trends: historical, recent and near-term projections (2014.). Edition: Presentation by SunShot, US Department of Energy, NREL/PR-6A20-62558. National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, 2014.

⁹industrija slobodne proizvodnje; industrija koja nije vezana za lokaciju ili zemlju, tj. može se preseliti preko nacionalnih granica ovisno o promjeni ekonomskih uvjeta

- [5] Foster, V.: Overhauling the engine of growth: Infrastructure in Africa, African Infrastructure Country Diagnostic, The World Bank, Washington, DC, 2008.
- [6] Frankel J. A.: The Natural Resource Curse: A Survey (No. 15836), National Bureau of Economic Research, 2010.
- [7] Frankfurt School-UNEP (United Nations Environment Programme), Centre/BNEF (Bloomberg New Energy Finance): Global trends in renewable energy investment, Frankfurt School of Finance and Management, Frankfurt, 2016.
- [8] International Energy Agency: World energy outlook special report 2015: Energy and Climate Change, International Energy Agency, Paris, 2015.
- [9] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): Climate Change 2013: The physical science basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment, 2013.
- [10] Piani G., A. Višković, B. Saftić: *Protokol iz Kyota – Ostvarenje i budući razvoj, zakonodavstvo, strategije, tehnologije*, Graphis, Zagreb, 2011.
- [11] Malm A.: *Fossil capital – The rise of steam power and the roots of global warming*, Verso Books, UK, 2016.
- [12] Višković A.: *Energija i međunarodni transfer tehnologije*, EGE Marketing, Zagreb, 2002.
- [13] Višković A., L. De Paoli: *Ekonomija i politika proizvodnje električne energije – Razlozi i kriteriji javne potpore obnovljivim izvorima energije i Protokol iz Kyota*, Kigen, Zagreb 2007.

Dodatak: Popis pokrata institucija

IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IEA	International Energy Agency
UNEP	United International Energy Agency Programme
BNEF	Bloomberg New Energy Finance
NREL	National Renewable Energy Laboratory
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
COP	Conference of Parties to UNFCCC
INDC	Intended Nationally Determined Contributions
USDOE	United States Department of Energy
NAMA	Nationally Appropriate Mitigation Actions

Introduction to the History and Policies of Energy Transitions

Alfredo Višković

Abstract: The transition from our current global energy system is very important. The ‘need’ for the next ‘energy transition’ is widespread because current energy systems are simply untenable by all social, economic and ecological criteria. The future of the energy system is one of the major challenges facing the policy of industrial countries. Unfortunately, neither the private markets nor the state institutions can move the transition to new, cleaner energy systems such as renewable energy and electrical mobility, which often require significant changes in technology alone, but also in state regulation, incentives and pricing and behaviour patterns adoptive parents. So the speed at which a transition can take place – its time, or time dynamics – is a critical consideration. In other words, if the transition does not happen quickly or soon, it may be too late. The term ‘energy transition’ sits at the centre of this slit.

Keywords: climate change, developed countries, developing countries, dispersed energy access, energy system, energy transition, sustainability