

avtor: Zoran Kus, geograf, sociolog, strokovnjak za podnebno krizo

Poceni sanje, draga resničnost

Zakaj je jedrska industrija v zatonu in kakšni bi bili realni stroški postavitve NEK2

V krču svetovnega zatona izgradnje novih jedrskih elektrarn poskuša jedrski lobi s svojimi političnimi in medijskimi zavezniki na vse načine predstaviti to tehnologijo kot edino primerno in nepogrešljivo rešitev za spopad s podnebno krizo in za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov. To sliko je ob obisku Slovenije pred meseci predstavil tudi ameriški minister za energetiko Rick Perry z izjavo: »Vsi se zavzemamo za izboljšanje podnebja, pri tem bodo ključno vlogo odigrale jedrske elektrarne. Westinghouse izdeluje najboljše reaktorje na svetu. Slovenija je odličen trg za takšen tip tehnologije...«. Ta izjava ne temelji na strokovnih analizah in realnih podatkih.

Približno 75% vseh toplogrednih plinov na svetu namreč nastane v sektorjih, ki nimajo nobene povezave s proizvodnjo elektrike. Zato bi bil morebitni prispevek energije iz jedrskih elektrarn k reševanju svetovne podnebne krize absolutno premajhen in časovno bistveno prepozen. Največje korake za reševanje podnebne krize ter radikalne spremembe glede trajnostne, obnovljive in učinkovite rabe energije ter zmanjšanja končne rabe energije je namreč potrebno narediti najkasneje v naslednjih desetih do dvajsetih letih.

Bitka s podnebno krizo je tekma proti času. Emisije toplogrednih plinov na svetu žal še vedno naraščajo in bodo ob nadaljevanju sedanje zelo slabe prakse (*business as usual*) še nekaj let, preden bomo uspeli trend obrniti navzdol. Študija Mednarodne agencije za energijo (EIA) navaja, da tudi v primeru, če bi v naslednjih 15 letih na energetske omrežje priključili po eden jedrski reaktor na teden, bi to zadostovalo samo za 9% svetovnih ukrepov za nujno zmanjšanje količine toplogrednih plinov za pravočasno doseg podnebne cilja 2 °C (v okviru še preostalega ogljičnega proračuna), za podnebni cilj 1,5 °C Pariškega sporazuma pa še mnogo manj. Svetovne finančne in industrijske kapacitete pa bi bile za takšen scenarij v celoti nezadostne. Obenem pa tudi jedrska industrija proizvaja toplogredne pline na vsakem koraku svoje življenjske poti, od pridobivanja in bogatenja urana, proizvodnje, transporta, do procesiranja jedrskega goriva ter od gradnje do popolne razgradnje reaktorjev.

Jedrska energija zagotavlja samo 2% skupne porabe energije na svetu. To predstavlja le 10% svetovne proizvodnje elektrike, kar je močan padec v primerjavi z letom 1996, ko je jedrska energija dosegala rekorden 18 odstotni delež. Celo Kitajska, ki trenutno gradi največ jedrskih elektrarn, proizvaja več energije z vetrnimi elektrarnami kot z jedrskimi. V letu 2018 je Kitajska za izgradnjo obnovljivih virov energije namenila 83 milijard EUR, za jedrske elektrarne pa samo 6 milijard EUR. Jedrska energija predstavlja manj kot 3% porabe energije na Kitajskem.

Po podatkih Mednarodne agencije za energijo je bila od leta 2000 dalje večina vseh novih investicij usmerjena v obnovljive vire energije (OVE) in samo majhen delež v jedrske elektrarne. V nasprotju s ceno energije iz jedrskih reaktorjev cena energije iz obnovljivih virov močno pada, tako da je napovedana cena elektrike na primer iz novih vetrnih elektrarn že za 3-4 krat nižja kot je cena elektrike iz na novo predvidenih jedrskih reaktorjev. Od leta 2010-2019 je cena megavatne ure (MWh) iz sončnih elektrarn padla že za 88%, iz vetrnih elektrarn za 69%, iz jedrskih elektrarn pa je porasla za 23%. Cena energije iz sončnih elektrarn naj bi po podatkih Mednarodne agencije za energijo do leta 2040 še dodatno padla za najmanj 40%, cena elektrike iz jedrskih elektrarn pa močno porasla.

Prav tako je veliko število jedrskih reaktorjev že zelo starih, zato je danes v zapiranju mnogo več reaktorjev kot v gradnji. Žal se na desetine milijard evrov vlaga tudi v podaljševanje življenjske dobe starih reaktorjev, kar je relativno drago (strošek je približno ena milijarda evrov za podaljšanje delovanja enega reaktorja za dobo 20 let tipa nuklearne elektrarne Krško - NEK1) in stroškovno neučinkovito, saj bi ta sredstva lahko mnogo bolj koristno vložili v nove kapacitete obnovljivih virov energije. Ti sicer »obnovljeni« stari reaktorji pa bistveno povečajo statistično nevarnost jedrske nesreče in druge vzporedne probleme, cena proizvedene elektrike iz teh reaktorjev pa je mnogo višja. Zaradi novih zahtev je še zlasti potrebno nadgraditi varnostni sistem reaktorja, ki skupaj z ostalo nadgraditvijo predstavlja največji del zelo velikega stroška za podaljšanje dobe delovanja starega reaktorja, saj so bili reaktorji grajeni samo za dobo varnega delovanja največ za 30-40 let.

Za podaljšanje življenjske dobe obratovanja jedrske elektrarne je v skladu z zakonodajo EU (direktiva 2011/92 o presoji vplivov nekaterih javnih in zasebnih projektov na okolje, tako imenovana direktiva PVO) za vse jedrske reaktorje v EU obvezno in brez izjeme potrebno izdelati presajo vplivov na okolje. To dokazuje tudi nova sodna praksa Sodišča Evropske unije (sodba v primeru C-411/17 z dne 29.7.2019) glede podaljšanja dobe obratovanja jedrskih reaktorjev Doel 1 in Doel 2 v Belgiji. Sodišče Evropske unije je v tej sodbi razveljavilo belgijsko zakonodajo, ki je podaljšala obratovanje navedenih jedrskih reaktorjev brez predhodne presoje vplivov na okolje in brez obvezne vključitve javnosti v postopek presoje vplivov. Sodišče meni, da je za takšne projekte obvezna predhodna presoja vplivov na okolje, kot jo določa direktiva o PVO, vključno s čezmejno presajo, če je objekt nameščen blizu meje. To presajo je obvezno potrebno pripraviti pred sprejetjem upravne odločitve (ali predpisa) o podaljšanju življenjske dobe predmetne jedrske elektrarne. Sodišče je razsodilo, da je Belgija kršila določbe direktive o PVO, kljub temu pa je zaradi izjemnih razmer (kot je nujno potrebna elektrika v Belgiji) in dejstva, da je bilo za podaljšanje delovanja reaktorjev vloženo ogromno sredstev, dovolilo podaljšanje delovanja za 10 let ob takojšnji obvezni pripravi presoje vplivov na okolje. Upravljevec NEK1 Gen energija mora navedeno presajo vplivov na okolje za podaljšanje obratovanja NEK1 obvezno pripraviti in pridobiti pozitivno odločbo upravnih organov še pred koncem 2022 (ko poteče sedanje uporabno dovoljenje za NEK1) in v postopek presoje obvezno vključiti tudi javnost.

Celotno floto jedrskih reaktorjev na svetu bi zaradi starosti bilo potrebno zapreti že v obdobju 10-20 let, saj je od 417 jedrskih reaktorjev na svetu več kot polovica starih nad 30 let, 80 reaktorjev pa že več kot 40 let. Od trenutno 126 reaktorjev v EU bi po preteku uporabnega dovoljenja morali ustaviti in razgraditi 89 reaktorjev do leta 2030, do leta 2040 pa dodatnih 15. Študije (*na primer Max Planck Society iz Nemčije*) navajajo, da se zaradi starosti jedrskih reaktorjev in zaradi umetnega podaljševanja njihove življenjske dobe katastrofalna jedrska nesreča lahko zgodi povprečno na dvajset let, kar je bistveno večja verjetnost kot so navajale dosedanje študije.

Nevarnost jedrskih nesreč predstavlja zelo veliko grožnjo, saj je bilo do danes na svetu zaprtih že 12 reaktorjev zaradi zelo resnih napak ter delnega ali popolnega taljenja jedrske sredice, med temi pa so bile na veliko srečo »le« 3 jedrske katastrofe (Otok Treh milj v ZDA, Černobil v Ukrajini, in Fukušima-Daiči na Japonskem), dodatno pa še mnogo potencialnih, a v zadnjem trenutku preprečenih nesreč. Poslanska skupina Zelenih v Evropskem parlamentu je v svoji strokovni analizi navedla, da je bilo po jedrski nesreči v Černobilu od 30.000-60.000 smrtnih žrtev zaradi raka in drugih bolezni (uradno je bilo objavljeno 4000 mrtvih). To območje bo kontaminirano še za nadaljnjih najmanj 20.000 let. Za odpravo posledic jedrske katastrofe v Fukušimi-Daiči je bilo od nesreče v letu 2011 do danes porabljenih že približno 300 milijard ameriških dolarjev, ta strošek pa bo v naslednjih desetletjih še bistveno večji (po oceni približno 730 milijard ameriških dolarjev). Francoski inštitut za radioaktivno zaščito in jedrsko varnost (*IRSN*) je v svoji študiji objavil, »da morajo biti voditelji pripravljeni na jedrsko nesrečo« in da bi bila večja jedrska nesreča »nepredstavljiva evropska katastrofa, ki bi stala tudi do 760 milijard EUR«. Pri tem se visoke številke potencialnih smrtnih žrtev in drugih življenjskih tragedij v študiji niti ne omenjajo.

Dodatno je potrebno poudariti, da niti ena jedrska elektrarna na svetu ni zavarovana pred potencialno jedrsko nesrečo in da ne obstaja nobena zavarovalnica, ki bi takšne pogodbe sklepala, saj bi po novi študiji Nemškega inštituta za ekonomske raziskave (*Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung - DIW Berlin, 2019*) bila letna zavarovalna premija po nekaterih simulacijah med 4 in 67 EUR na

kilovatno uro, kar je med 10-200 krat več kot je današnja cena elektrike na kilovatno uro iz jedrskih elektrarn. V ZDA poseben zakon (*Price Anderson Law*) omejuje odgovornost celotne jedrske industrije ZDA samo do zneska 9,1 milijarde ameriških dolarjev, kar je praktično zelo mali del kritja škode, ki bi zagotovo presegala več 100 milijard ameriških dolarjev. Večino škode bi torej morali plačati davkoplačevalci sami. Tudi upravljavec NEK1 - podjetje Gen energija ni odgovorno ali zavarovano za morebitno jedrsko nesrečo v Sloveniji, zato bi celotno škodo morali plačati davkoplačevalci sami in trpeti življenjske tragedije.

Visoki stroški izgradnje jedrskega reaktorja in realna ocena stroškov za NEK2

Jedrski reaktorji so bistveno predragi. V zatonu jedrske industrije so bila pričakovanja in napovedi jedrskega lobija glede ponovne in povečane uporabe te tehnologije predvsem v zagotovilih po konkurenčnih in nižjih celotnih stroških izgradnje jedrskih reaktorjev in nizke cene elektrike v primerjavi z drugimi tehnologijami proizvodnje elektrike (poleg že navedene, a zmotne napovedi, da naj bi jedrska tehnologija občutno zmanjšala količino toplogrednih plinov v ozračju in rešila podnebno krizo). Žal so stroški izgradnje jedrskih reaktorjev in njihovega celotnega življenjskega cikla postali ena največjih slabosti, ki zagotovo močno prispeva k zatonu te tehnologije. Kot nas učijo izkušnje zadnjih 50 let na tem področju, so namreč celotni stroški enormno porasli, in postali bistveno previsoki, da bi sploh še lahko sanjali o tej dragi tehnologiji, ki postaja draga realnost in svetovna jedrska utopija. Strokovnjaki napovedujejo močno naraščanje teh stroškov tudi v prihodnjem obdobju.

Že gradnja prve generacije jedrskih elektrarn pred desetletji je bila tako draga, da so investitorji opustili veliko objektov že med samo gradnjo. Tisti, ki so bili zgrajeni, so beležili ogromne prekoračitve prvotno predvidenih stroškov (in predvidenih rokov izgradnje), ki so bili v celoti preneseni na ramena potrošnikov energije oziroma na davkoplačevalce. Zato je tudi revija Forbes že pred leti označila investicije v jedrske elektrarne v Ameriki kot »največjo katastrofo poslovanja v zgodovini«. Med leti 2002-2008 je bila cena enega reaktorja še med 2-4 milijarde EUR, leta 2009 pa že 9 milijard.

Analiza priznane svetovalne hiše Lazard (*Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis, 2018*) navaja, da so napovedane povprečne svetovne cene za gradnjo novih jedrskih elektrarn (stroški kapitala – »*capital costs*« v obliki tako imenovanih stroškov preko noči - »*overnight costs*«) v rangu med 5.900-11.000 EUR/kW. Za 1200 MW reaktor (model AP1000, Westinghouse, ZDA, katerega podjetje Gen energija pogosto navaja kot preferenco za NEK2) bi bili stroški kapitala (kar je približno 60% celotnih stroškov) med 7-13 milijard EUR, celotni stroški (skupaj z obratovalnimi in vzdrževalnimi stroški, kar predstavlja približno 40%), pa v rangu med 11,5-21,5 milijard EUR. Za 1600 MW reaktor (model EPR, Francija, katerega podjetje Gen energija tudi omenja kot možnost za NEK2) pa bi znašali stroški kapitala med 9,5-17,5 milijard EUR, celotni stroški pa bi dosegli že enormnih 16-29 milijard EUR. Predvidena modela za NEK2 (oba sta tip PWR) bi proizvedla približno 9 oziroma 12 TWh elektrike na leto (NEK1 proizvede približno 6 TWh letno, od teh polovica pripada Hrvaški).

Srednja ocena celotnih stroškov za projekt NEK2 bi torej bila v rangu najmanj 15 milijard EUR (cena za okrog 10 TEŠ6), kar predstavlja za okrog 3-5 krat višje celotne stroške, kot jih za projekt NEK2 trenutno ocenjuje podjetje Gen energija (trenutna ocena je 3,5-5 milijard EUR, ki pa je bila narejena pred več kot 10 leti, zato je močno zastarela). Nova ocena stroškov bi predstavljala približno eno tretjino slovenskega BDP v letu 2018 (46 milijard EUR), ki pa bi bila zaradi predvidene rasti stroškov za izgradnjo jedrskih reaktorjev v prihodnjih letih še mnogo višja, še zlasti leta 2037, ko naj bi po časovnici podjetja Gen energija začeli graditi NEK2.

V prvi oceni stroškov za takšne mega-projekte v večini primerov ni upoštevan podatek glede zelo običajnih prekoračitev teh stroškov tekom procesa od predloga do realizacije, predvsem zaradi podražitev financiranja oziroma kapitala ter zamud zaradi podaljšanja dobe izgradnje (prekoračeni stroški - »*overrun costs*«), ki je po statistiki za več kot 80% vseh reaktorjev na svetu v rangu od 100-300%, v poprečju pa več kot 200%. Doba izgradnje (brez projektiranja in pridobitve dovoljenj) pa se od predvidenih 6 let za večino projektov v gradnji podaljša nad 10, pa tudi nad 20 let.

Statistika kaže, da po jedrski nesreči v Černobilu niti ena jedrska elektrarna na svetu ni bila zgrajena v predvidenem roku in v okviru prve ocene stroškov, ki je bila podana pred začetkom izgradnje. Največje povečanje stroškov za 500% beleži reaktor Vogtle v zvezni državi Georgia v ZDA (ocena 2009 približno 5,5 milijarde EUR, ocena 2018 približno 26 milijard EUR); nova reaktorja v izgradnji v Franciji in na Finskem za 300%, novi reaktor Hinkley point C v Veliki Britaniji pa za približno 200% več glede na začetno oceno stroška (ki je po zadnji podražitvi letos ocenjen že na 25,4 milijarde EUR). Cena gradnje teh reaktorjev se povečuje iz leto v leto. Gradnjo reaktorja v Južni Karolini v ZDA pa so zaradi enormnega povečanja prvotnih stroškov v letu 2017 ustavili, čeprav je bilo porabljenih že 9 milijard ameriških dolarjev, kar je povzročilo stečaj podjetja Westinghouse. Hkrati se je čas gradnje vseh navedenih reaktorjev že do danes podaljšal za več kot 5-10 let glede na predvideno časovnico, in kot kaže se bo podaljšal še za nekaj let (reaktor Flamanville-3 v Franciji so začeli graditi 2007, reaktor Olkiluoto-3 na Finskem pa v letu 2005). Poleg navedenih 3 reaktorjev sta v Evropi trenutno v gradnji samo še dva manjša reaktorja na Slovaškem (Mochovce 3 in 4), ki sta v izgradnji s prekinitvijo že od leta 1984. Gradnja predvidenega reaktorja na Madžarskem pa se še ni začela tudi zaradi zapletov glede povečevanja cene stroškov izgradnje. Analiza Mednarodne agencije za energijo (IEA, 2019) navaja, da vsi ti reaktorji nikoli ne bodo generirali povračila vloženih sredstev in dodaja, da so zelo slabe izkušnje pri izgradnji teh reaktorjev, ki naj bi na nek način popravili zelo slab renome izgradnje in financiranja reaktorjev v preteklih letih, interes za nova vlaganja kapitala v naslednjih letih samo še dodatno in močno zmanjšali.

Razlika med prvotno ocenjenimi stroški za izgradnjo jedrskega reaktorja s strani predlagatelja in realnimi končnimi stroški nastane iz zelo različnih razlogov, največji pa je namerno in zelo močno podcenjeni strošek s strani predlagatelja projekta, ki želi prikazati najnižjo možno oceno, saj bi v nasprotnem primeru bil predlog najverjetneje zavržen že takoj na začetku. Prekoračitev začetne ocene stroška je tudi rezultat dejstva, da gre za izredno velik projekt, zato je v končne stroške možno »skriti vse stranpoti« in manipulacije, tudi nelegalne poti in dejansko korupcijo. Dodaten razlog je tudi dejstvo, da se takšen projekt prodaja vladi v neki državi, ki te podražitve mnogo lažje prevale na ljudi oziroma potrošnike te energije. Tako velikega projekta, ko je že na pol poti do realizacije, pa skoraj ni mogoče več ustaviti (primer TEŠ6), saj bi bili stroški ustavitve projekta preveliki. Zato tudi vlada mnogo lažje pristane na nove in nove predloge ter zahteve za povečanje stroškov tekom izgradnje jedrskega reaktorja. Razlika so tudi povečani dodatni stroški, ker se iz realnih in številnih izmišljenih razlogov pogosto močno podaljšuje rok za izgradnjo reaktorja, kar seveda avtomatično in enormno poveča stroške celotnega financiranja.

Zaradi zelo visoke realne ocene celotnih stroškov za izvedbo predvidenega projekta NEK2 (najmanj 15 milijard EUR) bi tudi povprečna prodajna cena električne energije iz NEK2 bila mnogo višja kot jo napoveduje Gen energija (42 EUR/MWh). Ta cena bi zagotovo bila v rangu 100-170 EUR/MWh, kar je najmanj 2-3 krat več kot je danes primerljiva cena MWh energije na EU trgu.

V svoji že navedeni analizi Lazard navaja, da je tako imenovana diskontirana lastna cena energije (*LCOE - Levelized Cost Of Electricity*) za jedrsko energijo iz novih reaktorjev približno 100-170 EUR/MWh. Za reaktor Flamanville v Franciji v gradnji je zaradi že danes visokih prekoračenih stroškov in rokov narejena ocena za ceno električne energije na 110 EUR/MWh, za Hinkley Point C v Veliki Britaniji pa na 111 EUR/MWh, ki naj bi zaradi inflacije zagotovo poskočila na najmanj 144 EUR/MWh po priključitvi reaktorja na omrežje.

Zaradi navedenih izredno visokih stroškov jedrske elektrarne v celotnem življenjskem ciklu poslujejo z veliko finančno izgubo, še zlasti če prikažejo tudi realne stroške razgradnje reaktorja, varnega odlaganja demontiranega objekta ter varnega dokončnega skladiščenja jedrskih odpadkov v več sto metrov globokih zemeljskih slojih. Po ugotovitvah že navedene študije Nemškega inštituta za ekonomske raziskave niti ena jedrska elektrarna na svetu še ni poslovala pozitivno, kar napovedujejo tudi za naslednja desetletja. Za nove jedrske elektrarne, ki so v izgradnji ta študija navaja, da so pričakovane izgube v življenjskem ciklu enega reaktorja (velikosti 1000 MW) med 1,5-8,9 milijarde EUR. Tudi »nove« tehnologije (ki niso nove, saj koncepti izhajajo že izpred več desetletij), ki jih jedrska industrija najavlja (kot je četrta generacija reaktorjev, ali tako imenovani mali modularni

reaktorji – *SMR*) ugotovitve glede velikih izgub ne spremenijo. Celo nasprotno, celotni stroški za male modularne reaktorje so namreč glede na megavat moči vsaj dvakrat večji kot za velike reaktorje.

Glede na vse gornje navedbe seveda ni nobeno presenečenje, da vlaganje v izgradnjo jedrskih reaktorjev energetske industrije, finančnega ali bančnega sektorja ne zanima, in da predlagatelji teh investicij predvsem iščejo finančno in drugo sodelovanje vlad, vladne subvencije, državno poročstvo za najete kredite, številne druge davčne ter ostale ugodnosti in oblike državne pomoči, kakor tudi sklenitev več desetletnih pogodb z vladami držav za zagotovljen in obvezen odkup elektrike po izredno visokih cenah. Za reaktor Hinkley Point C v Veliki Britaniji je konzorcij investorjev pod vodstvom EDF (*Électricité de France*) z vlado Velike Britanije sklenil tako imenovano pogodbo za fiksno ceno oziroma »pogodbo za razliko« (*Contract for Difference*), ki praktično celotno odgovornost za končne celotne stroške izgradnje in obratovanja reaktorja prenese na vlado oziroma na davkoplačevalce.

Strokovne ocene navajajo, da pomoč države oziroma davkoplačevalcev za izgradnjo jedrskih elektrarn pogosto presega celo tržno vrednost energije, ki jo država pomaga generirati. Ko so se jedrske elektrarne pred 65 leti pojavile kot nova industrija in tehnologija, je bila neka oblika »državne pomoči« še pričakovana in smiselna za zagon. Danes pa bi bilo seveda edino logično, da se tudi jedrska industrija, tako kot vse druge, postavi na svoje noge in da deluje na osnovi konkurenčnih pravil ter da enakopravno tekmuje na trgu z vsemi drugimi industrijami ter oblikami proizvodnje in prodaje energije. Toda žal temu še zdaleč ni tako, in jedrska industrija brez popolnih »državnih jasli« noče živeti in ne zmore preživeti. Če tržne tekme ne prenese, bi po logiki morala biti izločena iz konkurence, saj ni dorasla tržnim razmeram. Gradnja jedrskih elektrarn, kjer kot solastnik ali kupec sodeluje vlada neke države, pa je žal po statistiki tudi bistveno dražja kot za tiste, ki jih gradi ali kjer je večinski lastnik zasebni korporativni sektor.

Zaradi vseh navedenih razlogov, problemov in prikaza realnih stroškov, država oziroma vlada Slovenije ne bi smela sodelovati pri projektu predvidene izgradnje NEK2 kot potencialni so-lastnik, ali so-financer ali kot dajalec jamstva za najem kreditov, in ne bi smela dati nobenih drugih zahtevanih državnih ugodnosti za NEK2 v primerjavi z ustaljeno prakso za druge industrije. Predlagatelji NEK2 naj sami in s svojimi poslovnimi partnerji zagotovijo finance in finančno konstrukcijo iz zasebnih virov, finančnih institucij ali bank, če so prepričani, da je projekt strokovno, stroškovno-finančno, varnostno in okoljsko vzdržen, kot je to praksa v vrsti drugih držav in kot to velja za vse druge industrije.

Jedrski odpadki so poleg visoke cene najbolj spregledan problem predlogov za jedrske reaktorje

Radioaktivni (jedrski) odpadki so stranski produkt iz jedrskih reaktorjev, nastajajo pa tudi v času zapiranja in razstavitve jedrskega reaktorja. Ti visoko radioaktivni odpadki (*VRAO*) – oziroma izrabljeno jedrsko gorivo mora biti dokončno skladiščeno v nekaj sto metrov globokih neprepustnih zemeljskih slojih ob upoštevanju najvišjih varnostnih in okoljskih standardov. Jedrski odpadki so namreč visoko radioaktivni še dolga tisočletja (razpolovna doba plutonija v jedrskih odpadkih je 24.000 let). Zaradi tega je kot na dlani, da jedrske tehnologije ne moremo in ne smemo imenovati »čista« energija, saj bo z radioaktivnimi emisijami ogrožala ljudi in naravo še več sto tisoč let v prihodnosti. Pri oceni stroškov za izgradnjo mega-projektov jedrskih reaktorjev žal realni stroški in podatek o dolgoročni rešitvi in skladiščenju radioaktivnih niso jasno prikazani, ali pa so kar v celoti izpuščeni. Ta podatek je tudi zelo težko oceniti, saj na svetu še ni zgrajeno niti eno končno skladišče za visoko radioaktivne odpadke. Danes se vsi ti odpadki (na svetu jih je že preko 300.000 ton) samo začasno skladiščijo na sami lokaciji reaktorjev (tudi v Sloveniji, ki bo po podatkih Gen energija polno že do leta 2023). Prvo končno skladišče za visoko radioaktivne odpadke na svetu v globokih zemeljskih slojih bo predvidoma zgrajeno šele naslednje leto v kraju Olkiluoto na Finskem, medtem ko so v ZDA pred leti ustavili izgradnjo končnega jedrskega skladišča v zvezni državi Nevada zaradi problemov nedoseganja varnostnih in okoljskih standardov. Za delno izgradnjo skladišča so že porabili 15 milijard ameriških dolarjev, celoten strošek pa je ocenjen na 96 milijard ameriških dolarjev. Projekt skladišča v bivšem rudniku soli Asse v Nemčiji pa se je prevesilo v polomijo zaradi onesnaževanja okolja, čeprav naj bi se skladiščili samo manj radioaktivni odpadki.

Ob popolnoma odprtem problemu odlaganja in varnega dolgoročnega skladiščenja visoko radioaktivnih odpadkov so dodatna nerešena težava tudi same zgradbe (posode) reaktorjev, ki prav tako z več desetletnim delovanjem postanejo radioaktivne, zato jih je potrebno po ustavitvi delovanja reaktorja tudi razstaviti in ustrezno (visoko varnostno) odložiti za več stoletno obdobje. Če jih samo razstavimo in zakopljemo, obstaja velika nevarnost pobeglega radioaktivnega sevanja v okolico, v vode in zrak. Po podatkih Poročila o stanju svetovne jedrske industrije (*WNISR, 2019*) je danes od vseh 181 ustavljenih – zaprtih jedrskih reaktorjev na svetu še 162 reaktorjev v različnih fazah tako imenovane razgradnje in samo 19 ustavljenih reaktorjev (ali 10%) je že popolnoma razstavljenih, od tega je samo 10 vrnjenih v »zeleno« površino. Vsi ostali nedelujoči oziroma ustavljeni jedrski reaktorji na svetu, ki so še vedno delno radioaktivni, pa ostajajo na lokaciji izgradnje, tudi tisti, ki so že pred več desetletji prenehali delovati. Stroški razgradnje, dolgoročnega skladiščenja visoko radioaktivnih odpadkov in vrnitve lokacije jedrske elektrarne v »zeleno« površino so namreč izjemno visoki (ocena za Italijo 7,1 milijarde EUR, ocena za Litvo 6 milijard EUR, podoben strošek v višini približno 5-7 milijard EUR čaka tudi Slovenijo za popolno razgradnjo in skladiščenje visoko radioaktivnih odpadkov NEK1).

Učinkovitost izrabe jedrske energije iz uranove pogače je izredno nizka, in sicer samo 3%, saj po uporabi goriva v jedrskih odpadkih še vedno ostane kar 97% celotne energije oziroma jedrskega goriva. Nove tehnologije sicer napovedujejo delno recikliranje jedrskih odpadkov ponovno v gorivo, kar bi zmanjšalo količino radioaktivnih odpadkov za skladiščenje. Žal pa takšen postopek ni primeren zaradi potencialne nevarnosti jedrske proliferacije, saj se ob tem recikliranju proizvede relativno zelo veliko radioaktivnega plutonija. Le-ta pa bi lahko potencialno prišel tudi v neprave roke za proizvodnjo jedrske bombe.

Prva prioriteta dolgoročne energetske politike mora biti učinkovita raba, zmanjšanje rabe energije in povečanje rabe obnovljivih virov energije

V spoprijemu s podnebno-okoljsko-razvojno krizo sveta, ki vključuje tudi EU in Slovenijo, mora biti na področju dolgoročne energetske politike v ospredju predvsem mnogo bolj učinkovita raba energije (URE) kot danes, pro-aktivno zmanjšanje rabe energije v absolutnem smislu, hitro in popolno opuščanje rabe energije iz fosilnih goriv ter njihova zamenjava s pospešeno in povečano proizvodnjo ter rabo obnovljivih virov energije (OVE). Za rešitev podnebno-okoljsko-razvoje krize je zmanjšanje rabe energije nujno. Za ta namen že obstajajo številne študije kot na primer nova teorija »nizkega povpraševanja po energiji« (*LED – Low Energy Demand*), ki bi lahko na svetovni ravni zmanjšala porabo energije do leta 2050 tudi za 40% v primerjavi z letom 2020. Tudi v Sloveniji moramo končno rabo energije do leta 2050 zmanjšati za najmanj eno tretjino, kar je nujen ukrep za reševanje podnebne krize v Sloveniji, in naš pošten prispevek za reševanje svetovne in evropske podnebne krize.

Podnebna in okoljska kriza, ki se žal še vedno pogloblja, je predvsem posledica naraščajočih emisij toplogrednih plinov, v največji meri zaradi uporabe fosilnih virov energije. Dodatno pa se ta kriza pogloblja tudi zaradi prevelike svetovne porabe vseh materialov, surovin in energije za gospodarstvo in široko rabo v absolutnem smislu, ki na svetu že skoraj dvakrat presega nosilno sposobnost planeta. V letu 2018 smo na svetu porabili približno 93 milijard ton materiala in surovin (vključno s fosilnimi gorivi). Enormno se svetovna poraba materiala in surovin povečala v zadnjih 10 letih - za približno 40% (tudi v EU in Sloveniji). Napovedi in trendi do leta 2050, ob nadaljevanju sedanje slabe prakse (*business as usual*) so še bolj skrb vzbujajoči, saj naj bi svetovna poraba materiala in surovin zrasla že na približno 180-190 milijard ton na leto. Nosilna sposobnost planeta glede porabe materialov in surovin je po konvergenčnih študijah samo približno 50 milijard ton na leto, torej bi z napovedano rastjo skoraj štirikrat prekoračili to kritično mejo.

Za rešitev svetovne podnebne in okoljske krize moramo teorijo tako imenovane »zelene rasti« nujno in takoj iz teorije prenesti tudi v prakso. V zadnjih desetih letih, odkar je bila teorija zelene rasti vgrajena v številne dokumente OECD, ZN, EU in držav sveta, še ni bilo empirično dokazano v nobeni državi na svetu, da je zelena rast sploh mogoča. Zelena rast namreč v praksi imperativno zahteva izpolnitev vsaj dveh glavnih meril. Prvo merilo je absolutna ločitev rasti BDP od porabe materiala in surovin (oziroma materialnega odtisa). Drugo merilo pa je absolutna in pravočasna ločitev svetovne rasti BDP

od svetovne rasti izpustov toplogrednih plinov in to dovolj hitro, da na svetovni ravni ostanemo v okviru še preostalega ogljičnega proračuna za doseg podnebne cilja +2 °C, oziroma +1,5 °C iz Pariškega sporazuma. Žal danes na svetu in tudi v EU ne dosegamo niti relativne ločitve za navedena kriterija (da ne govorimo o nujni absolutni ločitvi), kar nas močno oddaljuje od realnih možnosti za uspešno reševanje globokih problemov svetovne in tudi evropske podnebne krize.

V primeru, da bi uspeli dovolj hitro doseči cilje za manjšo in bolj učinkovito svetovno in evropsko rabo materialov ter surovin v mejah zmogljivosti planeta, bi se v naslednjih letih in desetletjih občutno zmanjšala tudi potreba po rabi energije in količina končne rabe energije. Hkrati pa moramo uporabiti vse prednosti, ki jih prinašajo hitro se razvijajoče nove tehnologije proizvodnje obnovljivih virov energije. Javne finance in različne oblike pomoči vlade oziroma države bi morale biti usmerjene predvsem k novim, bolj zanesljivim tehnologijam proizvodnje trajnostne energije, podpirati bi morale raziskave in razvoj za tiste obnovljive vire energije, ki imajo največji potencial glede zmanjšanja emisij toplogrednih plinov na vloženi evro, ki so v izobilju, ki niso nevarne in ki so v soglasju s temeljnimi načeli mednarodnih pogodb, torej ki med ostalimi problemi bremena in ogromne stroške (kot je na primer več tisočletno breme z jedrskimi odpadki) ne prenašajo nepošteno in praktično v celoti na naslednje generacije, čeprav le-te ne bodo deležne niti ene same kilovatne ure elektrike iz jedrskih reaktorjev.

Samo del denarja, ki bi ga sicer naj namenili za projekte jedrskih elektrarn na svetu (ali za predvideno izgradnjo NEK2 v Slovenji) bi mnogo bolj koristno in stroškovno-učinkovito lahko uporabili za investicije v nove tehnologije in proizvodne naprave obnovljivih virov energije, predvsem novih in prihajajočih tehnologij vetrnih in sočnih elektrarn, z vzporedno nadgradnjo omrežja za distribucijo te energije, prav tako pa tudi za bolj učinkovito rabo in zmanjšanje rabe energije. Samo tako bi tudi pravočasno in učinkovito prispevali k reševanju podnebne krize za izpolnitev ciljev Pariškega sporazuma. Stroški kapitala za izgradnjo nove vetrne elektrarne so po podatkih svetovalne hiše Lazard namreč že danes za okrog 10 krat nižji od jedrskih reaktorjev, za različne nove tehnologije sončnih elektrarn pa 5-10 krat. Operativni stroški so bistveno manjši kot za jedrske reaktorje, predvsem glede goriva, ki pri jedrskih reaktorjih predstavlja približno 30% operativnih stroškov, pri vetrni in sončni tehnologiji pa je gorivo brezplačno - veter in sonce. Hkrati pa vetrne in sončne elektrarne generirajo tudi 5 krat več novih delovnih mest kot jedrski reaktorji. Tudi cene električne energije iz novih vetrnih in sončnih elektrarn je že danes nižja kot iz novih jedrskih reaktorjev. Prav tako lahko to energijo začnemo uporabljati že takoj, ko je objekt zgrajen in ne šele čez 10 ali več let, ko moramo čakati na dokončno izgradnjo jedrskega reaktorja, da dobimo prvo kilovatno uro elektrike.

Državljeni (ter vasi in mesta ali celotne lokalne skupnosti) lahko postanejo lastniki ali solastniki vetrnih in sončnih elektrarn, kar bi jih ne samo okoljsko-družbeno temveč tudi finančno motiviralo, da bi v javnem mnenju podprli izgradnjo le-teh in od vlade zahtevali ustrezno nadgrajene predpise ter finančno spodbudo, da tudi sami postanejo investitorji. Kot lastniki ali solastniki bi državljeni lahko imeli tudi mnogo nižje račune za energijo kot jo plačujejo danes iz fosilnih goriv, oziroma bistveno nižjo ceno kot bi jo morali plačevati iz predvidene NEK2, odvečno proizvedeno energijo vetrnih in sončnih elektrarn pa bi lahko tudi prodajali v omrežje.

Sončne elektrarne bi lahko vlada in lokalne skupnosti takoj postavile na vse primerne državne in javne zgradbe in s tem bi naredili velik in nadvse spodbuden korak k tako imenovani ogljični nevtralnosti državne in javne uprave že do leta 2030, kar bi bil zelo dober vzor in spodbuda za podjetja in privatne lastnike zgradb in zemljišč, za vasi in mesta, da bi pospešeno tudi sami postavili sončne elektrarne ali pa gradili vetrne elektrarne.

Svetovna jedrska utopija

Kot navedeno so problemi in limiti za ponovno obuditev jedrske industrije tako ogromni, da morebitni povratek jedrske tehnologije lahko upravičeno poimenujemo svetovna jedrska utopija. Kot v svoji novi študiji navaja Nemški inštitut za gospodarske raziskave bi moral biti cilj energetske, podnebne in razvojne politike držav sveta čimprejšnji umik iz jedrske energije. Zelo visoke subvencije, in druge posebne ugodnosti držav za podaljšanje življenjske dobe ali za gradnjo novih

reaktorjev so popolnoma neupravičene, saj s tem podpirajo visoko rizično in neekonomično jedrsko industrijo, hkrati pa ovirajo hitrejši razvoj in rabo obnovljivih virov energije. Sredstva za raziskave in razvoj novih tipov jedrskih reaktorjev ter za načrtovanje projektov za gradnjo novih jedrskih reaktorjev pa bi morala biti v celoti preusmerjena v raziskave in razvoj novih, obetajočih tehnologij obnovljivih virov energije.

Zato ideje, da bi lahko jedrska industrija prispevala k reševanju podnebne krize v svetovnem merilu in k zanesljivi, cenovno-učinkoviti ter varni rabi energije, niso realne. Za reševanje podnebne krize moramo namreč uporabiti tiste tehnologije, ki bodo največ prispevale k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov za najnižjo ceno (oziroma na vloženi evro) in v najkrajšem možnem času za pravočasno reševanje podnebne krize. Zato moramo pri odločitvah glede rešitev podnebno krize na področju dolgoročne energetske politike upoštevati: »ogljik, ceno in čas«. Jedrska tehnologija je bistveno predraga, nevarna in neučinkovita, zato ne sme biti del energetske mešanice v prihodnje, zaključuje svojo študijo Nemški inštitut za ekonomske raziskave. Poleg številnih stroškovno limitirajočih faktorjev izgradnje jedrskih reaktorjev je velik problem potencialna nevarnost nesreč (še posebej starih reaktorjev), popolnoma nerešen problem celovite razgradnje reaktorjev ter problem varnega skladiščenja jedrskih odpadkov še za dolga tisočletja, ki ga jedrska industrija v celoti ignorira. Preložitev celotnega bremena in stroškov glede končnega skladiščenja jedrskih odpadkov na prihodnje generacije še za dolga tisočletja pa je popolnoma nemoralna in je v nasprotju s temeljnimi načeli mednarodnih pogodb.