

Bruxelles, 10. ožujka 2026.
(OR. en)

7174/26

ATO 7
ENER 116
SAN 138

POP RATNA BILJEŠKA

Od: Glavna tajnica Europske komisije, potpisala direktorica Martine
DEPREZ

Datum primitka: 10. ožujka 2026.

Za: Thérèse BLANCHET, glavna tajnica Vijeća Europske unije

Br. dok. Kom.: COM(2026) 120 final

Predmet: KOMUNIKACIJA KOMISIJE
Ogledni nuklearni program u skladu s člankom 40. Ugovora o Euratomu
– završna verzija (nakon mišljenja EGSO-a)

Za delegacije se u prilogu nalazi dokument COM(2026) 120 final.

Priloženo: COM(2026) 120 final



Bruxelles, 10.3.2026.
COM(2026) 120 final

KOMUNIKACIJA KOMISIJE

Ogledni nuklearni program u skladu s člankom 40. Ugovora o Euratomu – završna verzija (nakon mišljenja EGSO-a)

{SWD(2026) 84 final}

1. Uvod

Dostupnost **priuštive i čiste energije proizvedene u EU-u** bitna je za dekarbonizaciju, konkurentnost i otpornost, kako je navedeno u planu za čistu industriju ⁽¹⁾ i u Akcijskom planu za cjenovno pristupačnu energiju ⁽²⁾.

U nekim državama članicama EU-a **nuklearna energija je važan je element strategija dekarbonizacije, industrijske konkurentnosti i sigurnosti opskrbe**. U ažuriranim nacionalnim energetske i klimatskim planovima očekuje se povećanje instaliranog nuklearnog kapaciteta. Nuklearne elektrane su bazni proizvođači niskougljične, čiste energije, korisni za integraciju sustava i fleksibilni za lakše uvođenje drugih čistih tehnologija. Te se koristi prenose na cijeli energetske sustav EU-a.

Kako je Komisija navela u svojoj procjeni učinka klimatskog cilja za 2040. ⁽³⁾, za dekarbonizaciju energetske sustava potrebno je iskoristiti sva energetske rješenja s nultim i niskim emisijama ugljika. Predviđa se da će izvori s nultom i niskom razinom emisija 2040. proizvoditi više od 90 % električne energije u EU-u, prvenstveno iz obnovljivih izvora, i da će ih podupirati nuklearna energija. Za provedbu planova država članica u području nuklearne energije bit će potrebna **znatna ulaganja do 2050.**, i za produljenje radnog vijeka postojećih reaktora i za izgradnju novih velikih reaktora. Potrebna su i ulaganja u male modularne i napredne modularne reaktore, a dugoročno i u tehnologiju fuzije.

Odabir izvora u strukturi izvora energije, uključujući odluku o tome hoće li koristiti nuklearnu energiju, ostaje u nadležnosti svake države članice u skladu s Ugovorima EU-a ⁽⁴⁾. Neke države članice EU-a uvode nuklearne programe koji se sastoje od produljenja radnog vijeka postojećih reaktora i planiranja gradnje novih reaktora. Među tim državama su i one koje prvi puta razmatraju uključivanje nuklearne energije u svoju strukturu izvora energije. **Budućnost udjela nuklearne energije u proizvodnji električne energije u EU-u ovisi o dugoročnom radu postojećih reaktora.**

Vodeći položaj industrije EU-a u nuklearnoj energiji energije čvrsto je ukorijenjen u temeljnim obvezama: pouzdanom ovladavanju cijelim ciklusom goriva, poticanju ekosustava inovativnih *start-up* poduzeća i vođenju najnaprednijih istraživanja uz istodobno osiguravanje najviših standarda **nuklearne sigurnosti, zaštite i zaštitnih mjera, sigurnog i odgovornog zbrinjavanja radioaktivnog otpada, visokokvalitetnog obrazovanja i osposobljavanja** te promicanja **transparentnosti i sudjelovanja javnosti**. Stoga su najvažnije sastavnice svih nuklearnih programa nastavak izgradnje ključne infrastrukture za gospodarenje istrošenim gorivom i radioaktivnim otpadom, kao što su duboka geološka odlagališta, te uvažavanje načela kružnog gospodarstva. Dugoročno planiranje za industriju i ulaganja u nuklearne kapacitete i istraživačku infrastrukturu moraju ići u korak s napretkom u tim područjima.

Diversifikacija na razini EU-a je ključna; scenariji s različitim razinama uvođenja nuklearne energije na temelju odluka država članica mogu pomoći u preobrazbi našeg energetske sustava kako bi se postigla dekarbonizacija našeg gospodarstva i strateška energetske neovisnost našeg kontinenta. Komisija je u cilju povećanja gospodarske sigurnosti EU-a

⁽¹⁾ COM(2025) 85 final.

⁽²⁾ COM(2025) 79 final.

⁽³⁾ COM(2024) 63 final.

⁽⁴⁾ Članak 194. Ugovora o funkcioniranju Europske unije (UFEU).

predstavila Plan za okončanje ovisnosti o uvozu ruske energije u kojem se navode mjere za diversifikaciju opskrbe energijom i smanjenje ovisnosti o vanjskim izvorima ⁽⁵⁾.

Komisija u ovom oglednom nuklearnom programu ⁽⁶⁾ daje kvantitativne i kvalitativne informacije o potrebama za ulaganjima tijekom cijelog životnog ciklusa nuklearne energije i utvrđuje područja u kojima bi mjere država članica trebale biti prioritet. Kako će biti objašnjeno dalje u tekstu, za postizanje ciljeva koje su utvrdile neke države članice bit će potrebna **znatna ulaganja koja će biti kombinacija javnog i privatnog financiranja**. Za aktivaciju potrebnih resursa bit će potrebno donijeti jasne političke okvire kako bi se smanjili rizici projekata.

U skladu s Ugovorom o Euratomu **Europski gospodarski i socijalni odbor (EGSO)** dao je 4. prosinca 2025.⁽⁷⁾ mišljenje o tom oglednom nuklearnom programu⁽⁸⁾. U mišljenju usvojenom velikom većinom potvrđuje se kontinuirana važnost nuklearne energije za dekarbonizaciju europskog kontinenta, posebno s obzirom na to da EU treba konsolidirati stratešku autonomiju u području energije i tehnologije.

U mišljenju EGSO-a Komisiju se poziva da donese regulatorne i financijske mjere kojima će poduprijeti planirana ulaganja u državama članicama. EGSO je preporučio (prvo) tehnološki neutralan pristup u svim instrumentima kojima se podupiru ulaganja u čiste tehnologije i (drugo) ubrzavanje ulaganja namjenskim mjerama, npr. pojednostavnjenim postupkom dodjele državnih potpora, fiskalnim mjerama, efikasnijim postupcima izdavanja dozvola i bržim donošenjem odluka na razini EU-a i na nacionalnoj razini (uključujući obvezu otvaranja pristupa kohezijskim fondovima EU-a ako države članice tako odluče i dugoročno financiranje). EGSO je iznio i preporuke koje se odnose na vodik, ulogu nuklearne energije u integraciji sustava i male modularne reaktore.

Komisija je zadovoljna mišljenjem i preporukama, koji su u skladu s njezinim recentnim i predstojećim političkim inicijativama. Komisija je 2025. donijela **novi okvir za državne potpore priložen Planu za čistu industriju (CISAF)**, u kojem su pojednostavnjene državne potpore kojima se podupiru proizvodni kapaciteti u području čistih tehnologija, uključujući nuklearne tehnologije. Komisija je uz to državama članicama **dala smjernice za sastavljanje učinkovitih ugovora za kompenzaciju razlike i ugovora o kupnji energije**, koje se temelje na tehnološki neutralnom pristupu. Komisija je donijela i delegirani akt s **metodologijom za obračunavanje emisija stakleničkih plinova iz niskougljičnih goriva**, što isto utire put proizvodnji vodika pomoću nuklearne energije.

Komisija će pripremiti **procjenu potreba energetskeg sustava za čistu tranziciju**, na temelju koje će se ažurirati potrebe za ulaganjima u energetske sektor u razdoblju 2031. – 2040., uzimajući u obzir energetske sustav na cjelovit i tehnološki neutralan način. U okviru Energetskog paketa iz ožujka 2026., uključujući ovaj ogledni nuklearni program i Strategiju za male modularne reaktore, Komisija predstavlja i **Strategiju ulaganja u čistu energiju**, čiji je cilj mobilizirati privatna ulaganja u širim razmjerima za sve tehnologije čiste energije, uključujući nuklearnu energiju. Nadovezujući se na rad Europskog industrijskog saveza za male modularne reaktore, Komisijina **Strategija za male modularne reaktore** podupire ubrzan razvoj i uvođenje takvih reaktora u EU-u početkom sljedećeg desetljeća u interesu industrijske konkurentnosti EU-a. U predstojećoj **Strategiji EU-a za fuziju** utvrdit će se sveobuhvatan skup strateških mjera za usmjeravanje aktivnosti europskog javnog i privatnog

⁽⁵⁾ COM(2025) 440 final/2, EUR-Lex – 52025DC0440R(01) – EN – EUR-Lex.

⁽⁶⁾ Izrada oglednog nuklearnog programa Komisije (*Programme Illustrative Nucléaire Communautaire* (PINC)) obveza je Komisije na temelju članka 40. Ugovora o Euratomu.

⁽⁷⁾ TEN/856-EESC-2025

⁽⁸⁾ COM(2025) 315 final.

sektora tijekom sljedećih nekoliko godina te će se potvrditi da je međunarodni termonuklearni eksperimentalni reaktor (ITER) temelj EU-ovih nastojanja da ubrza komercijalizaciju energije fuzije.

2. Nuklearna energija u trenutačnom kontekstu

Krajem 2024. u 12 država članica bio je operativan 101 nuklearni reaktor ⁽⁹⁾. Njihov instalirani neto kapacitet bio je oko 98 gigavata električne energije (GWe). U 2023. udio proizvodnje električne energije iz nuklearnih postrojenja bio je 23 % ukupne proizvodnje u EU-u ⁽¹⁰⁾. Među reaktore u EU-u ubrojena su i tri nova koja su nedavno priključena na opskrbnu mrežu i još tri u izgradnji ⁽¹¹⁾.

Za usporedbu, u svijetu je 2023. u više od 30 zemalja radilo 410 reaktora. U izgradnji su bila još 63 reaktora, od kojih su tri četvrtine u gospodarstvima u usponu, a polovina u Kini ⁽¹²⁾.

Otporan lanac opskrbe i konkurentna europska nuklearna industrija ključni su za održavanje vodećeg položaja EU-a u ovom sektoru. Tijekom cijelog životnog ciklusa nuklearnog goriva i nuklearnih postrojenja prisutne su ranjivosti i ovisnosti koje zahtijevaju koordiniranu intervenciju država članica i Komisije. Plan za okončanje ovisnosti o uvozu ruske energije ⁽¹³⁾ pridonijet će da se postupno potpuno riješimo te ovisnosti. Za održavanje strateškog vodećeg položaja EU-a bit će presudno **angažiranje novih talenata i podupiranje start-up poduzeća, prekvalifikacija postojeće radne snage te održavanje i jačanje vještina u području nuklearnih tehnologija.**

Danas se razvijaju i razrađuju inovativne nuklearne tehnologije. Angažiranost nekoliko država članica i europske industrije u razvoju **malih modularnih reaktora i naprednih modularnih reaktora**, uključujući projektna rješenja koja se temelje na tehnologijama četvrte generacije, dovela je do osnivanja Europskog industrijskog saveza ⁽¹⁴⁾. U budućnosti će za razvoj i komercijalizaciju **tehnologija nuklearne fuzije biti nužan strateški pristup EU-a** kako bi se znatno doprinijelo postizanju i održavanju ambicioznih klimatskih, energetskih i industrijskih ciljeva EU-a u drugoj polovici ovog stoljeća.

Energetski sektor nije jedini u kojem su razvoj i primjena nuklearnih tehnologija važni. **Moderna zdravstva skrb je zbog nabave radioizotopa za medicinsku dijagnostiku i liječenje povezana s nuklearnim vrijednosnim lancem.** Održavanje sektorske konkurentnosti EU-a ključno je za osiguravanje pristupa pacijenata važnim medicinskim postupcima i terapijama ⁽¹⁵⁾.

3. EU-ov rad na uspostavljanju najviših sigurnosnih standarda

Temeljne obveze osiguravanja najviših mogućih standarda nuklearne sigurnosti u tri stupa su temelj strateškog predvodništva EU-a u tom sektoru.

⁽⁹⁾ Belgija, Bugarska, Češka, Španjolska, Francuska, Mađarska, Nizozemska, Rumunjska, Slovenija (Hrvatska), Slovačka, Finska i Švedska.

⁽¹⁰⁾ [Blago povećanje proizvodnje energije iz nuklearnih elektrana u 2023. – novinski članci – Eurostat.](#)

⁽¹¹⁾ Reaktor Mochovce 3 u Slovačkoj priključen je na mrežu u siječnju 2023., Olkiluoto 3 u Finskoj počeo je s komercijalnim radom u svibnju 2023. i Flamanville 3 u Francuskoj priključen je na mrežu u prosincu 2024. U tijeku je izgradnja jednog reaktora u Slovačkoj (Mochovce 4) i dva u Mađarskoj (Paks II).

⁽¹²⁾ IEA (2025.), The Path to a New Era for Nuclear Energy (Put u novo doba za nuklearnu energiju), IEA, Pariz <https://www.iea.org/reports/the-path-to-a-new-era-for-nuclear-energy>, Licenca: CC BY 4.0.

⁽¹³⁾ COM(2025) 440 final/2, EUR-Lex – 52025DC0440R(01) – EN – EUR-Lex.

⁽¹⁴⁾ [Europski industrijski savez za male modularne reaktore – Europska komisija \(europa.eu\).](#)

⁽¹⁵⁾ COM(2025) 440 final/2, EUR-Lex – 52025DC0440R(01) – EN – EUR-Lex – vodeća mjera 7

3.1. Snažan i neovisan regulatorni okvir

Snažna i neovisna nacionalna regulatorna tijela bitna su za visoku razinu nuklearne sigurnosti. Dodjeljivanje dostatnih ljudskih i financijskih resursa nacionalnim regulatornim tijelima za obavljanje njihovih zadaća reguliranja, praćenja i provedbe pravila za nuklearnu sigurnost je bitan dio regulatorne neovisnosti. Primjerenost financijskih resursa i ljudskih kapaciteta regulatora uređena je u zakonodavstvu Euratoma, prvenstveno u Direktivi o nuklearnoj sigurnosti ⁽¹⁶⁾ i Direktivi o radioaktivnom otpadu ⁽¹⁷⁾.

Istodobno je nužno primjenjivati pravnu stečevinu u području očuvanja okoliša, što se radi procjenama koje proizlaze iz relevantnih direktiva ⁽¹⁸⁾.

Različite okolnosti u pojedinim državama, kao što su veličina nuklearnog programa, obilježja nacionalnog pravnog i regulatornog okvira i struktura tijela nadležnog za sigurnost, dovode do različitih nacionalnih i sustavnih pristupa procjeni potreba za regulatornim resursima.

Skupina europskih regulatora za nuklearnu sigurnost pridonijela je razmjeni informacija o planovima zapošljavanja na nacionalnoj razini kako bi se održali i ojačali regulatorni kapaciteti s obzirom na planove država članica. U usporedbi s početnim podacima, onima iz 2024., planira se povećati broj radnih mjesta, od 10 % – 50 % do udvostručenja broja zaposlenih, ovisno o nacionalnim okolnostima. Regulatorna tijela moraju biti popunjena odgovarajućim osobljem da bi se mogla pobrinuti za sigurnu i djelotvornu provedbu nacionalnih planova.

Prekogranična suradnja nacionalnih regulatornih tijela može olakšati i ubrzati izdavanje dozvola za nova postrojenja, čime se nekim regulatorima možda smanji administrativno opterećenje. Komisija preporučuje državama članicama koje planiraju koristiti nuklearnu energiju da razmotre osnivanje „dobrovoljne regulatorne koalicije” radi usklađivanja propisa ili uzajamnog priznavanja odluka o licenciranju.

3.2. Transparentan i otvoren postupak sudjelovanja javnosti

Uključivanje civilnog društva i šire javnosti u transparentan i otvoren dijalog tijekom svih faza razvoja nuklearnih projekata (strateške i političke odluke, određivanje lokacije, izgradnja, rad, razgradnja, zbrinjavanje istrošenog goriva i radioaktivnog otpada) ključno je za njihov uspjeh.

Države članice trebale bi razmotriti potrebe za ulaganjima i u tom kontekstu, radi potpore predstavnicima civilnog društva i boljeg obrazovanja ili komunikacije.

3.3. Djelotvorna razgradnja, odgovorno zbrinjavanje otpada i načela kružnog gospodarstva

Djelotvorna razgradnja nuklearnih postrojenja i odgovorno zbrinjavanje radioaktivnog otpada i istrošenoga goriva vrlo su važni za očuvanje sigurnosti i kontinuiranu javnu potporu upotrebi nuklearne energije.

Države članice potiču se da uz planove za povećavanje nuklearnih kapaciteta definiraju i politike kojima će poticati napretke u području razgradnje i rad na izgradnji potrebne infrastrukture za zbrinjavanje radioaktivnog otpada, uključujući postrojenja za duboko

⁽¹⁶⁾ Direktiva Vijeća 2009/71/Euratom kako je izmijenjena Direktivom Vijeća 2014/87/Euratom.

⁽¹⁷⁾ Direktiva Vijeća 2011/70/Euratom.

⁽¹⁸⁾ Prije svega Direktiva 2011/92/EU o procjeni učinaka određenih javnih i privatnih projekata na okoliš, Direktiva 2001/42/EZ o procjeni učinaka određenih planova i programa na okoliš, Direktiva 92/43/EEZ o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore te Direktiva 2000/60/EZ o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike.

geološko odlaganje. To podrazumijeva predanost državnih tijela i izdvajanja financijskih sredstva proizvođača otpada u skladu sa sekundarnim zakonodavstvom Euratoma ⁽¹⁴⁾. U Uredbi o taksonomiji utvrđeni su kriteriji tehničke provjere za kategorizaciju određenih nuklearnih djelatnosti kao održivih ⁽¹⁹⁾.

Svake godine u EU-u nastane otprilike 40 000 m³ radioaktivnog otpada i oko 1 000 tona teških metala ⁽²⁰⁾ istrošenog nuklearnog goriva iz kojih se dobiva 620 TWh električne energije, prema podacima iz 2023. ⁽²¹⁾.

Nuklearna industrija EU-a može kvalitetno gospodariti radioaktivnim otpadom (i za rad i za stavljanje izvan pogona) i razgradnju nuklearnih postrojenja, pri čemu primjenjuje načela kružnog gospodarstva, maksimalno povećavajući recikliranje i ponovnu uporabu materijala/opreme. Na primjer, više od 95 % materijala nastalih razgradnjom reaktora Bohunice V1 u Slovačkoj je reciklirano. Jedinični trošak za ukupnu razgradnju tog postrojenja može se procijeniti na 8,33 EUR po isporučenom MWh ⁽²²⁾, uključujući sve aktivnosti gospodarenja otpadom osim geološkog odlaganja visoko radioaktivnog otpada.

Iako zahvaljujući iskustvu procjene troškova postaju sve točnije, trebalo bi ih i dalje poboljšavati kako bi se povećala transparentnost i sigurnost financiranja. Za dovršetak izgradnje infrastrukture za gospodarenje radioaktivnim otpadom, uključujući geološka odlagališta, potrebna su znatna financijska sredstva. U najnovijem izvješću koje je objavila Komisija ⁽²³⁾ ukupna procjena troškova EU-a za gospodarenje svim radioaktivnim otpadom, uključujući otpad nastao ranijim aktivnostima i procijenjenu količinu sveg otpada od tekućih i budućih aktivnosti te razgradnju operativnih pogona, iznosila je oko **300 milijardi EUR** ⁽²⁴⁾.

U skladu s načelima kružnog gospodarstva potrebno je dodatno istražiti mogućnost višestrukog recikliranja rabljenog goriva proizvodnjom novog goriva (MOX) za nuklearne reaktore.

4. Predviđanja za ulogu nuklearne energije u elektroenergetskom sustavu EU-a

U prethodno objavljenom PINC-u iz 2017. ⁽²⁵⁾ ⁽²⁶⁾, scenarij za nuklearnu energiju u 27 država članica EU-a predviđao je otprilike 80 GWe u 2025. Trenutačni kapacitet je neznatno manji od 100 GWe, uglavnom zbog većeg broja postojećih postrojenja koja nastavljaju s dugoročnim radom nego što je predviđeno u vrijeme prethodnog PINC-a.

U analizi iz priloženog radnog dokumenta službi Komisije dan je scenarij uvođenja za velike nuklearne reaktore, uključujući analize osjetljivosti, izgleda za uvođenje malih modularnih

⁽¹⁹⁾ Uredba (EU) 2020/852, SL L 198, 22.6.2020., str. 13.; Delegirana uredba Komisije (EU) 2022/1214, SL L 188, 15.7.2022., str. 1.

⁽²⁰⁾ Jedinica mase za izražavanje količine uranija, plutonija, torija i mješavina tih elemenata je tona teških metala (tHM).

⁽²¹⁾ Shedding light on energy in Europe (Energija u Europi) – izdanje za 2025., ESTAT, ISBN 978-92-68-22424-3.

⁽²²⁾ 8,33 EUR po MWh je omjer (razlomak), pri čemu je brojnik zbroj nastalih izdataka za razgradnju i sve aktivnosti gospodarenja otpadom osim geološkog odlaganja, a nazivnik električna energija proizvedena tijekom radnog vijeka postrojenja.

⁽²³⁾ COM(2024) 197 final, Izvješće Komisije Vijeću i Europskom parlamentu o napretku u provedbi Direktive Vijeća 2011/70/EURATOM te popis radioaktivnog otpada i istrošenog goriva na području Zajednice i očekivanja za budućnost – Treće izvješće.

⁽²⁴⁾ Taj je broj zbroj pojedinačnih procjena država članica. No procjene država članica uvelike se razlikuju kad je riječ o metodologiji, pretpostavkama, potpunosti podataka, opsegu i vremenskom okviru. Podaci za pojedinačne države članica mogu, ali ne moraju predstavljati aktualnu vrijednost.

⁽²⁵⁾ COM(2017) 237 final.

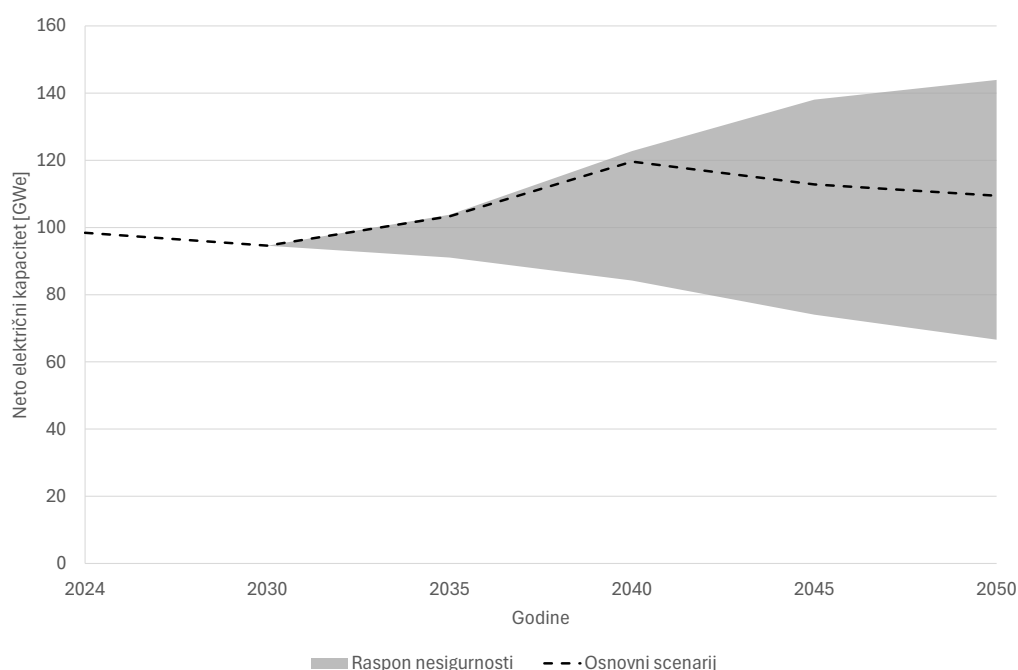
⁽²⁶⁾ Prilagođeno i za Brexit.

reaktora i analize nedostataka koje obuhvaćaju tržište i postrojenja nuklearnog ciklusa goriva te industrijski lanac opskrbe.

4.1. Kapacitet za proizvodnju energije iz nuklearnih izvora do 2050.

Ažurirani nacionalni energetske i klimatski planovi ⁽²⁷⁾ i podaci o ulagačkim projektima dostavljeni Komisiji u skladu s člankom 41. Ugovora o Euratomu poslužili su kao polazište za „osnovni scenarij” neto proizvodnog kapaciteta velikih nuklearnih reaktora od 109 GWe u 2050. dobiven na temelju sljedećih pretpostavki: (i) radni vijek barem nekih od postojećih reaktora produljen je na više od 60 godina i (ii) planirani projekti gradnje reaktora bit će dovršeni u predviđenim rokovima. Budući da produljenje radnog vijeka ovisi o provjeri da su standardi za nuklearnu sigurnost, zaštitne mjere i osiguranje ispunjeni, nije sigurno da će svi ti reaktori biti dostupni u 2050. Isto vrijedi i kad je riječ o izgradnji novih postrojenja u skladu s planovima (unutar rokova i planiranih proračuna). Rezultat procjene tih nesigurnosti je niz ishoda čije su vrijednosti bile približne onima iz osnovnog scenarija (slika 1.).

Slika 1 – Razvoj kapaciteta i raspon nesigurnosti u osnovnom scenariju.

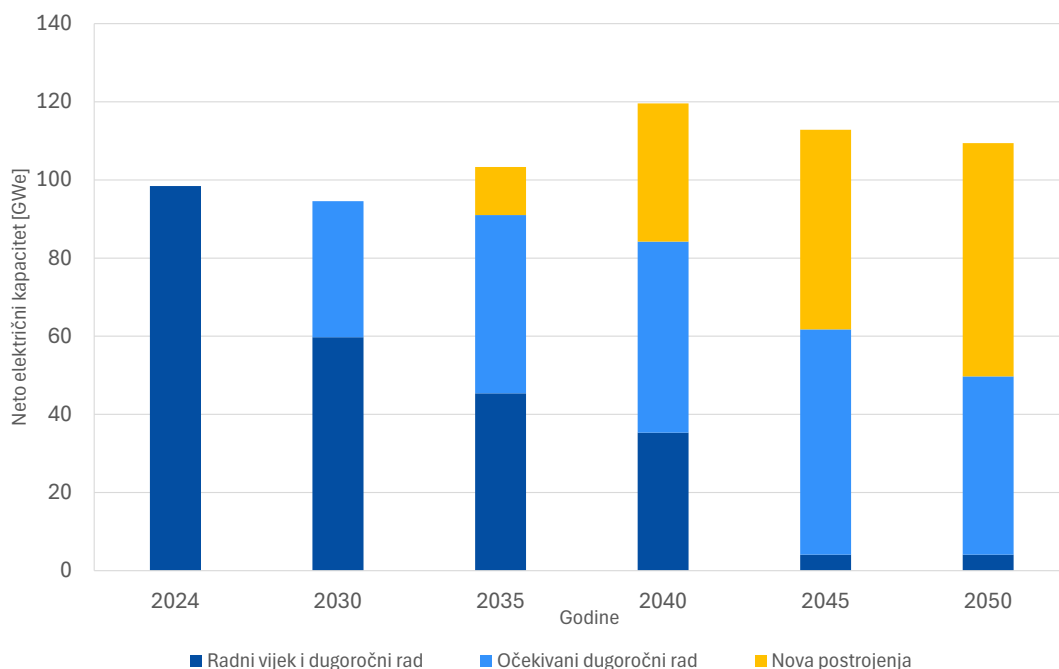


Očekuje se da će elektrane za koje je predviđeno produljenje radnog vijeka činiti znatan udio u nuklearnom instaliranom kapacitetu u 2050. (svijetlo-plavi stupci na slici 2.). U jednom scenariju instalirani kapacitet mogao bi se smanjiti na manje od 70 GWe do 2050. S druge strane, ako se radni vijek postojećih reaktora produlji na 70 ili čak 80 godina, a sve planirane novogradnje budu dovršene na vrijeme, instalirani kapacitet mogao bi dosegnuti 144 GWe do 2050. ⁽²⁸⁾ Stopa uspješnosti produljenja radnog vijeka je glavni faktor zbog kojeg postoji toliki raspon mogućih ishoda.

⁽²⁷⁾ COM(2025) 274 final.

⁽²⁸⁾ Finska vlada odobrila je 2023. nuklearnoj elektrani Loviisa novu dozvolu za rad do kraja 2050., kad će ta elektrana biti u pogonu više od 70 godina. Ti predstavljeni scenariji odražavaju samo potencijalne dugoročne operacije u nuklearnim elektranama koje su trenutno u pogonu. U njima se ne uzima u obzir moguće ponovno pokretanje postrojenja koja su već ugašena, što bi, ako se ostvari, moglo povećati kapacitet.

Slika 2 – Osnovni scenarij za kapacitet velikih reaktora za proizvodnju električne energije u EU-u, 2024.–2050.; dugoročan rad znači produljenje radnog vijeka



Tradicionalni veliki reaktori nisu jedina mogućnost. Scenarij može obuhvatiti i male modularne reaktore. Europski industrijski savez za male modularne reaktore radi na strateškom planu za puštanje prvih malih modularnih reaktora u komercijalni rad u prvim godinama sljedećeg desetljeća. U pripremnj fazi Europskog industrijskog saveza za male modularne reaktore sektorske organizacije napravile su 2023. preliminarnu procjenu prema kojoj je predviđeni kapacitet malih modularnih reaktora od 17 GWe do 53 GWe do 2050. ⁽²⁹⁾ Takva su predviđanja navedena i u novijim izvješćima ⁽³⁰⁾ ⁽³¹⁾.

Nadovezujući se na rad Europskog industrijskog saveza za male modularne reaktore, Komisija će predstaviti Strategiju za male modularne reaktore⁽³²⁾ radi potpore ubrzanom razvoju i uvođenju takvih reaktora u EU-u početkom sljedećeg desetljeća.

Osnovni scenarij podrazumijeva ulaganja od oko **241 milijarde EUR u sadašnjoj vrijednosti** ⁽³³⁾, pri čemu na izgradnju novih velikih reaktora otpada 205 milijardi EUR, a na produljenje

⁽²⁹⁾ [Predpartnerstvo Europskog industrijskog saveza za male modularne reaktore – Nucleareurope](#), s napomenom da snaga u tom scenariju uključuje proizvodnju električne energije i opskrbu toplinskom energijom.

⁽³⁰⁾ [The Path to a New Era for Nuclear Energy](#). (Put u novo doba nuklearne energije), IEA, 2025. Međunarodna agencija za energiju je na temelju ukupnog kapaciteta velikih reaktora i malih modularnih reaktora predvidjela tri scenarija za 2050. prema kojima će se do te godine postojeći globalni instalirani kapacitet za proizvodnju energije u nuklearnim elektranama povećati s 416 GWe u 2023. na 650 GWe, 870 GWe ili više od 1 000 GWe.

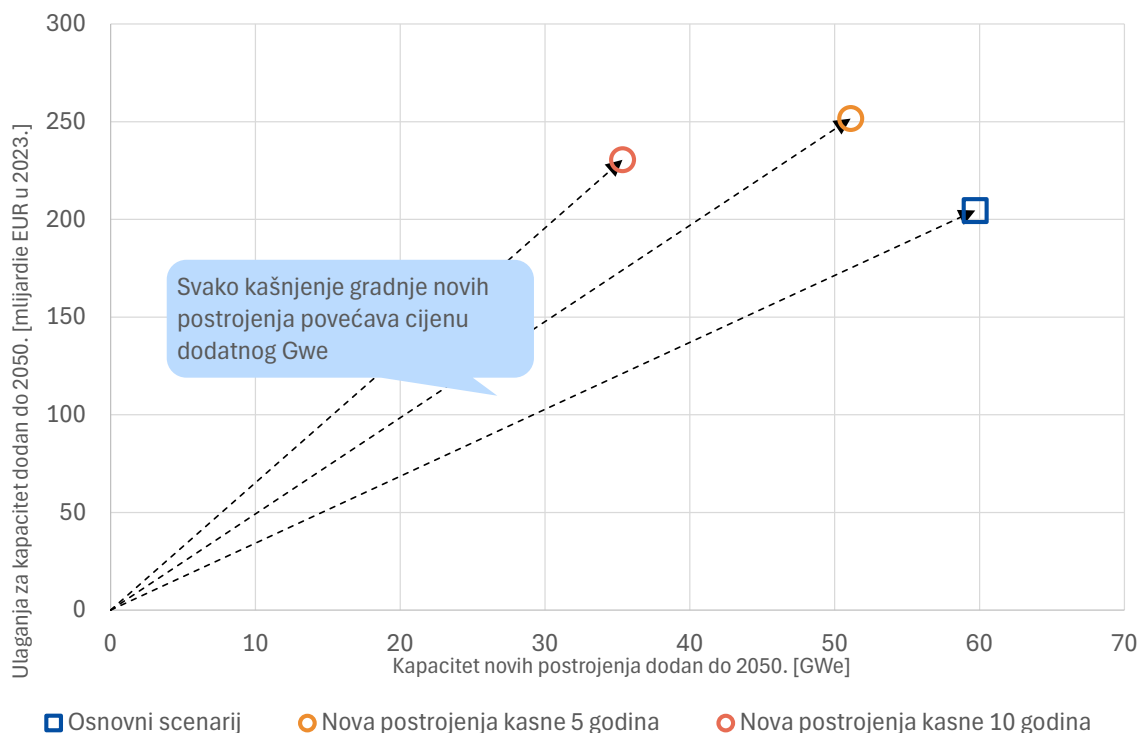
⁽³¹⁾ Pathways to 2050: the role of nuclear in a low-carbon Europe (Scenariji do 2050.: Uloga nuklearne energije u Europi s niskom razinom emisija ugljika), Compass Lexecon, 2024., [Pathways to 2050 – nucleareurope](#).

⁽³²⁾ COM(2026) 117.

⁽³³⁾ Komisija je sadašnju vrijednost izračunala s diskontnom stopom od 7,5 %. Navedene potrebe za ulaganjima uključuju izgradnju novih i produljenje radnog vijeka postojećih reaktora. U odjeljku 3.3. zasebno su navedene potrebe za ulaganjima u razgradnju i zbrinjavanje radioaktivnog otpada i istrošenoga goriva.

radnog vijeka 36 milijardi EUR. Iako će stvarna produljenja radnog vijeka utjecati na instalirani kapacitet do 2050., ona čine samo manji udio u ukupnim potrebama za ulaganjima. S druge strane, izgradnja novih velikih reaktora unutar rokova i u skladu s planiranim proračunom važan je faktor za ta predviđena ulaganja. Sljedeći primjer pokazuje da bi se u slučaju petogodišnjeg kašnjenja realizacije projekata novogradnje instalirani kapacitet do 2050. smanjio za gotovo 9 GWe, ali bi se potrebna ulaganja povećala za više od 45 milijardi EUR⁽³⁴⁾, tj. trošilo bi se više za manje kapaciteta (slika 3.). Budući da kašnjenja dovode do dodatnih troškova, potrebe za ulaganjima do 2050. i dalje bi bile znatno veće od 200 milijardi EUR, iako bi raspoloživi kapacitet bio manji.

Slika 3 – Potrebe za ulaganjima u izgradnju novih kapaciteta do 2050. u slučaju kašnjenja u izgradnji novih postrojenja.



4.2. Učinci na energetske sustav

Nuklearna energija je čist i pouzdan bazni proizvođač električne energije koji je ujedno fleksibilan. To znači da ona može davanjem fleksibilnosti i inercije potrebne za stabilnost mreže pomagati integriranosti elektroenergetskog sustava. Veliki početni kapitalni troškovi nuklearne energije mogu se ublažiti sustavnim uštedama jer su potrebe za ulaganjima u infrastrukturu za prijenos, distribuciju i skladištenje manje.

U svim vremenskim okvirima (dnevno, tjedno i sezonsko) bit će potrebna veća fleksibilnost. Nuklearna energija može pomoći prvenstveno s tjednim i dugoročnim mjesečnim potrebama za fleksibilnošću (slika 4.).

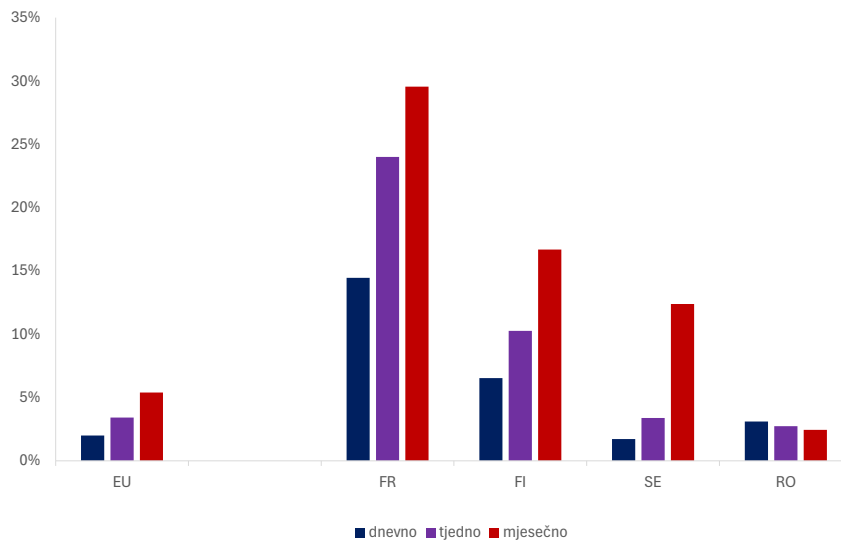
Nuklearna energija može pridonijeti potpunoj integraciji sustava na nacionalnoj razini i prekogranično. Podaci o trgovini električnom energijom pokazuju da su države članice s

⁽³⁴⁾ Pretpostavka tih brojeva je da se troškovi izgradnje povećavaju razmjerno trajanju izgradnje.

nuklearnom energijom u pravilu neto izvoznici (9 od 10 neto izvoznika 2023. imalo je nuklearne kapacitete) ⁽³⁵⁾.

Uzimajući u obzir njezine troškove, nuklearna energija može zajedno s drugim troškovno učinkovitim rješenjima (uključujući fleksibilnost, skladištenje, mreže i interkonekcije) pridonijeti kako bi se smanjili ukupni troškovi sustava dopunjavanjem proizvodnje iz obnovljivih izvora energije (kao što su energija vjetra i solarna energija) pouzdanim i niskouglijčnim kapacitetom kojim se podupiru potrebe za stabilnošću mreže, integracijom i skladištenjem ⁽³⁶⁾. To bi trebalo uskladiti kako bi se troškovi dekarbonizacije sveli na najmanju moguću mjeru u skladu s klimatskim ciljevima EU-a.

Slika 4 – Doprinos nuklearne energije dnevnim, tjednim i mjesečnim potrebama za fleksibilnošću u količini energije u EU-u i odabranim državama članicama u 2030.



4.3. Nove inovativne tehnologije

U cijelom svijetu raste interes za razvoj industrije malih modularnih reaktora, naprednih modularnih reaktora i mikroreaktora. Iako na energetske tržištu nisu dorasli velikim reaktorima, projektirani su za brže i učinkovitije puštanje u rad od velikih reaktora jer tvornički izgrađeni moduli imaju konkurentsku prednost zbog serijske proizvodnje. Mali modularni reaktori i napredni modularni reaktori ne natječu se s velikim reaktorima jer služe za ispunjavanje drukčijih energetske potreba.

U EU-u se trenutačno radi na brojnim takvim start-up projektima, no potrebno je tu tehnologiju demonstrirati izgradnjom i puštanjem u rad prvog takvog postrojenja. U EU-u veličina tržišta pojedinačnih zemalja nije dovoljna da bi se opravdala serijska proizvodnja. Stoga je potreban koordinirani pristup među državama članicama, na primjer pojačanom suradnjom nacionalnih nadležnih tijela u pogledu regulatornih zahtjeva. Komisija je u tom kontekstu najavila pokretanje faze projektiranja potencijalnog novog važnog projekta od zajedničkog europskog interesa za inovativne nuklearne tehnologije. Zainteresirane države članice rdefinirat će njegov

⁽³⁵⁾ Prateći radni dokument službi, odjeljci 2.2.2. i 2.2.3.

⁽³⁶⁾ IEA (2025.), The Path to a New Era for Nuclear Energy (Put u novo doba za nuklearnu energiju), IEA, Pariz <https://www.iea.org/reports/the-path-to-a-new-era-for-nuclear-energy>, Licenca: CC BY 4.0.

opseg i strukturu uz potporu novog Centra za potporu osmišljavanju važnih projekata od zajedničkog europskog interesa.

Relativno mala površina potrebnog zemljišta, manja potrošnja vode za hlađenje, kombinirano iskorištavanje topline i, što je najvažnije, očekivani manji troškovi gradnje mogu učiniti takve reaktore privlačnijima za privatne ulagače. U prilog takvom stajalištu su znatne količine kapitala koje visokotehnoška poduzeća ulažu u pouzdanu i niskougličnu opskrbu energijom za podatkovne centre te sve raširenije korištenje umjetne inteligencije (potrošnja energije podatkovnih centara u 2020. bila je više od 10 % potrošnje električne energije u EU-u).

Mali modularni i napredni modularni reaktori mogu se i integrirati u buduće hibridne energetske sustave i služiti kao pouzdan izvor topline za gradske četvrti i industrije u kojima je teško smanjiti emisije, uključujući proizvodnju niskougličnog vodika. Mali modularni reaktori ujedno mogu efikasno sudjelovati u uravnoteženju opterećenja mreže zbog svoje operativne fleksibilnosti koja je obično veća od one velikih nuklearnih reaktora. Budući da su manji, može ih se postaviti na raznovrsnije lokacije. S jedne strane to može pomoći u optimizaciji korištenja postojećih infrastruktura i olakšati integraciju različitih i komplementarnih izvora energije unutar određene regije, a s druge strane to otvara nova pitanja u pogledu sigurnosti, zaštite i zaštitnih mjera. Države članice bi u načelu pri odabiru lokacija trebale uz opću procjenu rizika za planiranu infrastrukturu provesti provjeru klimatskih rizika i uzeti u obzir na kojim je područjima lakše smanjiti otkrivene rizike na prihvatljive razine.

Mikroreaktori su projektirani kao mobilne jedinice koje su pogodne čak i za zračni prijevoz. Stoga su, unatoč visokim normaliziranim troškovima proizvodnje električne energije (procijenjeno na oko 140 USD/MWh), sve zanimljiviji za obrambene primjene, za teško dostupna tržišta, kao što su udaljeni rudnici, gdje su troškovi energije visoki, za naftnu i plinsku industriju na kopnu i na moru i za pomorski promet.

4.4. Modeli financiranja

Kako bi se nacionalni planovi ostvarili, države članice koje su se odlučile na uvođenje nuklearne energije trebale bi razmotriti rano ulaganje i donošenje politika za održiv industrijski ekosustav za nuklearnu energiju.

Komisija je utvrdila slučajeve u kojima nedostaju tržišni instrumenti kojim bi privatni subjekti mogli postići željenu raspodjelu rizika te probleme povezane s „rizikom zadržavanja”⁽³⁷⁾, tj. percipiranim rizikom od promjene primjenjivih zakona i propisa nakon što privatne strane ulože kapital u projekt.

Primjeren odgovor mogao bi biti kombinacija različitih izvora financiranja dopunjenih instrumentima za smanjenje rizika, pri čemu je javna intervencija odgovor na prethodno navedena pitanja u kojem se uzimaju u obzir i koristi, npr. potencijal za povećanje integracije sustava i osiguravanje fleksibilnosti.

Instrumenti utvrđeni u revidiranom modelu tržišta električne energije omogućuju državama članicama da podrže nositelje projekata preraspodjelom rizika na tržištu električne energije i u izgradnji. Financiranje projekata može se temeljiti i na ugovorima o kupnji energije; u tim slučajevima države članice mogu osmisлити instrumente potpore usmjerene na proizvođača u predmetnom ugovoru o kupnji energije. Druge jurisdikcije, npr. SAD i Ujedinjena Kraljevina,

⁽³⁷⁾ Odluka Komisije (EU) 2015/658 od 8. listopada 2014. o mjeri potpore SA.34947 (2013/C) (ex 2013/N) koju Ujedinjena Kraljevina planira primijeniti radi potpore jedinici C nuklearne elektrane Hinkley Point.

ispituju druge inovativne instrumente za ublažavanja rizika u fazi izgradnje, npr. prilagodbom modela regulirane imovine, što su nedavno razmotrile i neke države članice.

Komisija je državama članicama dala smjernice za pripremu ugovora za kompenzaciju razlika za projekte povezane s energijom⁽³⁸⁾, uključujući njihovo moguće kombiniranje s ugovorima o kupnji energije u skladu s pravilima o državnim potporama, kako je navedeno u Draghijevu izvješću i najavljeno u Planu za čistu industriju. U skladu s pristupom primijenjenim u modelu tržišta električne energije Komisija surađuje s EIB-om kako bi se ugovori o kupnji energije, uključujući i prekogranične, promicali na tehnološki neutralan način.

Države članice bi pri oblikovanju javnih potpora trebale zadržati poticaje za učinkovito ponašanje korisnika, npr. za izgradnju postrojenja unutar rokova i proračuna te distribuciju kapaciteta na temelju tržišnih signala.

5. Potencijali koji se ne odnose na proizvodnju električne energije

Postojeći nuklearni reaktori i nova predviđena ulaganja na razini EU-a i na globalnoj razini uglavnom se odnose na opskrbu električnom energijom. No nuklearna tehnologija može biti izvor niskougljične topline za kućanstva i različite industrijske primjene te je nezamjenjiva u proizvodnji medicinskih radioizotopa.

5.1. Opskrba toplinskom energijom

U mnogim industrijskim procesima nužne su visoke temperature koje se obično dobivaju trošenjem fosilnih goriva. Trenutačno je potreba za toplinom u industriji otprilike 1 900 TWh, od čega 960 TWh otpada na temperature od 500 °C do 1 000 °C. S obzirom na predviđenu elektrifikaciju sektora potrošnje, u studijama⁽³⁹⁾ se navode procjene pada potražnje za takvom toplinom za 40 % na otprilike 620 TWh u 2050.

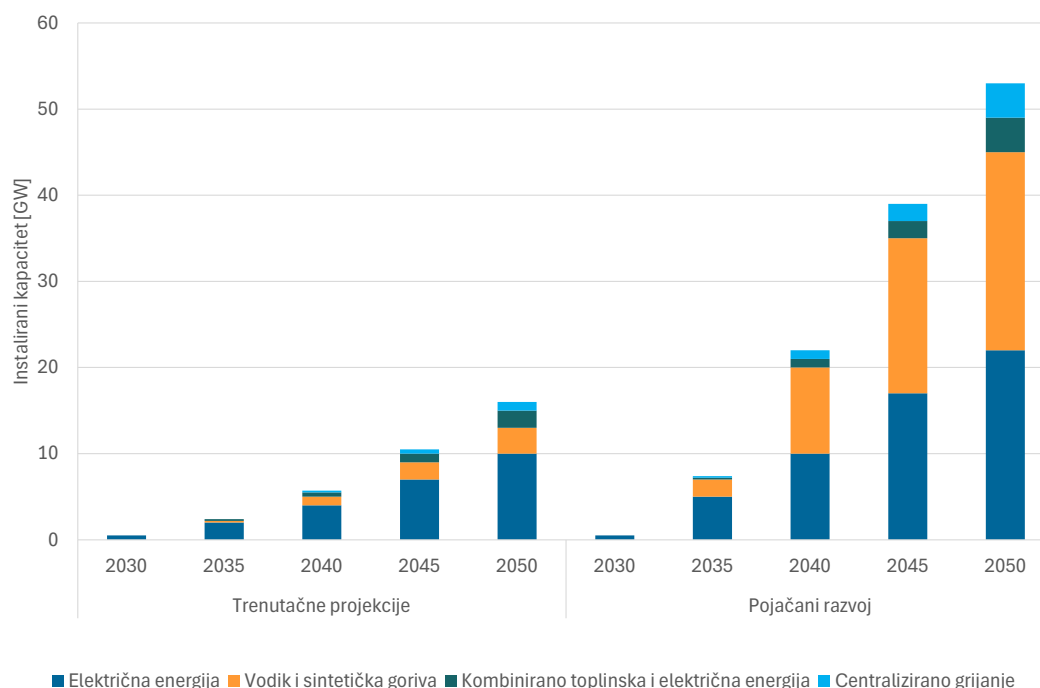
Toplina iz nuklearnih elektrana već se koristi, ili se njezino korištenje razmatra, za centralizirano grijanje, kemijsku industriju ili desalinizaciju vode. Uz to, subjekti uključeni u razvoj malih modularnih reaktora vide prostor za takve tehnologije na tržištu topline visoke temperature jer mogu opskrbljivati toplinskom energijom procese u kojima je teško smanjiti emisije ili izravno ili posredno, proizvodnjom vodika (slika 5.).

Toplina za centralizirano grijanje jedna je od mogućih primjena malih modularnih reaktora. Primjer takve probne primjene je CityHeat, projekt koji je odabrao Europski industrijski savez za male modularne reaktore.

⁽³⁸⁾ C(2025) 8479 final.

⁽³⁹⁾ Prateći radni dokument službi, odjeljak 3.1.2.

Slika 5 – Scenariji uvođenja malih modularnih reaktora s udjelima opskrbe toplinom/vodikom.



5.2. Medicinski radioizotopi

Nuklearni istraživački reaktori nezamjenjivi su u proizvodnji radioizotopa, koji su važni i za zdravstvenu skrb i za različite industrijske primjene.

U medicinskom sektoru radioizotopi su neophodni za dijagnozu bolesti kao što su karcinomi i srčane i neurološke bolesti te za liječenje karcinoma. Predviđanja pokazuju da će se broj pacijenata kojima je preporučena radiofarmaceutska i radioligandna terapija u EU-u utrostručiti do 2035. ⁽⁴⁰⁾ Stoga je sigurna i dugoročna opskrba medicinskim radioizotopima u EU-u bitna za sve građane.

EU je globalni predvodnik na ovom tržištu, sa stalnim udjelom od više od 65 % globalnih usluga ozračivanja i snažnom izvoznom pozicijom. Međutim, EU tu ima slabe točke koje mora na vrijeme pokriti, kao što su određene ovisnosti o stranim izvorima (npr. opskrba nisko obogaćenim uranijem s višom koncentracijom – HALEU) i starost istraživačkih reaktora EU-a. Iako je u tijeku izgradnja dva istraživačka reaktora za proizvodnju radioizotopa u medicinske svrhe, čiji je početak rada planiran početkom sljedećeg desetljeća, potrebno je raditi i na inovacijama kako bi se diversificirala proizvodna sredstva i povećala otpornost sustava.

Druge zapadne zemlje, konkretno SAD i Ujedinjena Kraljevina, već su u domaću opskrbu HALEU-om uložile znatne iznose, 1,2 milijarde USD i 300 milijuna GBP ⁽⁴¹⁾. Države članice trebale bi izdvojiti sredstva za slična ulaganja u osiguravanje sirovina i razvoj novih industrijskih kapaciteta.

⁽⁴⁰⁾ Prateći radni dokument službi, odjeljak 3.2.1.

⁽⁴¹⁾ Prateći radni dokument službi Komisije, „Opskrba nisko obogaćenim uranijem visoke koncentracije (HALEU)”.

Komisija je u okviru Strateškog programa za primjene ionizirajućeg zračenja u medicini (SAMIRA) ⁽⁴²⁾ pokrenula proces uspostave „Europske inicijative za dolinu radioizotopa” (ERVI) kako bi osigurala opskrbu medicinskim radioizotopima u EU-u ⁽⁴³⁾.

6. Strateška neovisnost i diversifikacija

Strateška neovisnost EU-a ovisi o prednostima i slabostima lanca opskrbe. Imajući u vidu nacionalne planove koji uključuju nuklearnu energiju za dekarbonizaciju energetske sustava i održavanje energetske sigurnosti, **potrebno je poticati konkurentan ekosustav nuklearne industrije EU-a.**

6.1. Kontrola opskrbnog lanca ciklusa goriva

Osiguravanje opskrbe od rude do nuklearnog goriva trebalo bi i dalje biti strateški cilj država članica koje koriste nuklearnu energiju, što uključuje oslobađanje od postojećih ovisnosti i izbjegavanje budućih. Sve države članice trebale bi razmotriti i stratešku važnost sigurnosti opskrbe radioizotopima.

Neopravdana vojna agresija Rusije na Ukrajinu poremetila je globalni sustav opskrbe svim izvorima energije. Utjecala je na tržište EU-a u cijelom lancu opskrbe nuklearnih goriva: posebno je važno strateški postupati s konverzijom, obogaćivanjem i proizvodnjom goriva, a u manjoj mjeri potrebno je posvetiti pozornost i rudarenju uranija.

Strateška neovisnost EU-a je osjetljiva jer konverzija i obogaćivanje (u matičnoj državi i u partnerskim državama) nisu dovoljni za osiguravanje odgovarajuće opskrbe s obzirom na predviđene scenarije širenja nuklearne tehnologije. U osnovnom scenariju kapacitet EU-a za konverziju jedva zadovoljava očekivanu potražnju do 2050., dok će kapacitet EU-a za obogaćivanje biti rubno dovoljan, ali ne i kad se uzme u obzir HALEU, koji je posebno potreban za određene male modularne reaktore.

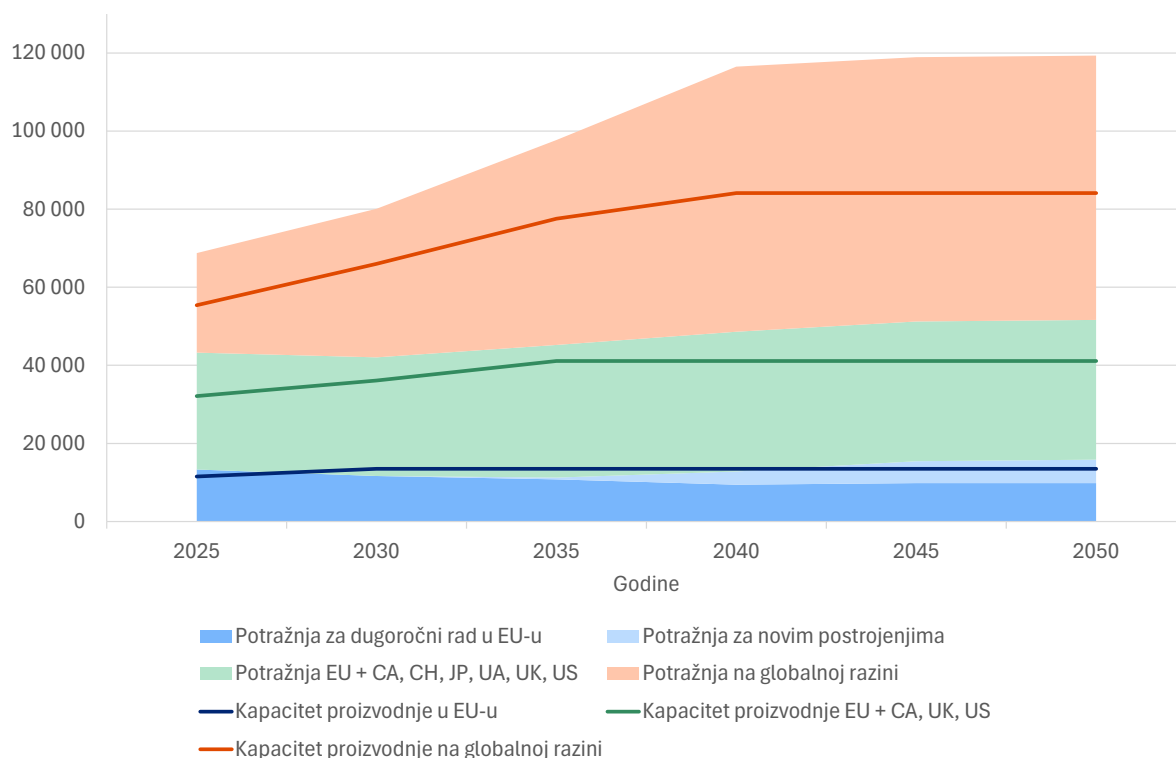
Cijene konverzije i obogaćivanja uranija gotovo su se utrostručile od veljače 2022. do prosinca 2023. Nužno je povećati kapacitete za konverziju i obogaćivanje u EU-u radi zadovoljavanja potražnje i izbjegavanja ovisnosti o bilo kojem pojedinačnom ili nepouzdanom dobavljaču. Iako su najavljena ulaganja u nove kapacitete za obogaćivanje ⁽⁴⁴⁾, ulaganja u kapacitete za konverziju nisu dostatna, vidjeti sliku 6. Pružatelji usluga konverzije i obogaćivanja moraju znati da su prihvaćene dugoročne obveze kako bi si mogli opravdati ta ulaganja.

⁽⁴²⁾ [Akcijski plan SAMIRA – Europska komisija.](#)

⁽⁴³⁾ COM(2025) 440 final/2, EUR-Lex – 52025DC0440R(01) – EN – EUR-Lex – vodeća mjera 7

⁽⁴⁴⁾ [Francuska: EIB i Orano potpisali ugovor o zajmu 400 milijuna EUR za proširenje postrojenja za obogaćivanje uranija Georges Besse 2](#), Europska investicijska banka, 10. ožujka 2025.

Slika 6 – Globalna potražnja za uslugama konverzije u odnosu na predviđanja kapaciteta opskrbe. (tU as UF₆ godišnje).



Većina kupaca u EU-u može nabaviti nuklearno gorivo od najmanje dva alternativna dobavljača. Međutim, postoji iznimka: nuklearni reaktori ruskog dizajna u EU-u (VVER) ovisni su o jednom konceptu i jednom dobavljaču goriva, što je postalo slaba točka za sigurnost opskrbe⁽⁴⁵⁾. Gotovo svi europski operatori takvih reaktora poduzeli su mjere za diversifikaciju opskrbe nuklearnim gorivom, pa se očekuje se da će alternativna opskrba gorivom za VVER postati u potpunosti dostupna do 2027., nakon regulatornog odobrenja.

Rudarenje uranija u EU-u znatno se smanjilo tijekom proteklih desetljeća. Posljedica je da je Unija vrlo ovisna o uvozu iz pet zemalja da bi zadovoljila potrebe svojeg sektora nuklearne energije. Globalno tržište uranija izloženo je pritiscima zbog neopravdane vojne agresije Rusije na Ukrajinu, državnog udara u Nigeru, problema s proizvodnjom, poteškoća u prijevozu i povećane potražnje, što je utjecalo na predviđanja ponude i potražnje i dovelo do povećanja cijena uranija.

Da se osigura gospodarska sigurnost EU-a, nužno je postupno prestati s opskrbljivanjem od nepouzdanih partnera. Preduvjet za to je osigurati da sigurna i otvorena tržišta budu u stanju biti zamjena za opskrbu iz Rusije. U tom je kontekstu važno intenzivirati suradnju EU-a i pouzdanih međunarodnih partnera. EU i nekoliko drugih zemalja trebali bi se koordinirati kako bi se osigurao otporan lanac opskrbe nuklearnom energijom radi postizanja ciljeva koje je Komisija predstavila u Planu za okončanje ovisnosti o uvozu ruske energije⁽⁴⁶⁾.

⁽⁴⁵⁾ Gorivo za te reaktore izvorno je isporučivalo društvo TVEL (Rusija), društvo kći Rosatoma, u okviru paketa ugovora za uranij i sve povezane usluge, uključujući proizvodnju gorivnih elemenata.

⁽⁴⁶⁾ COM(2025) 440 final/2, EUR-Lex – 52025DC0440R(01) – EN – EUR-Lex.

6.2. Kapacitet industrijskog lanca opskrbe tijekom životnog ciklusa

Lanac opskrbe nuklearne energije u EU-u ima izražen domaći karakter i trebao bi moći prevladati moguće poremećaje uzrokovane geopolitičkim pitanjima, dostupnošću sirovina ili klimatskim promjenama. Održavanje čvrstog, pouzdanog i međusobno povezanog lanca opskrbe ključno je za zadovoljavanje predviđene potražnje za nuklearnim kapacitetom u EU-u. Posljednjih desetljeća u lancu opskrbe nuklearne energije u EU-u trendovi su bili smanjivanje i prelazak na održavanje i modernizaciju, ne izgradnja novih kapaciteta.

Trenutačni planovi za izgradnju novih kapaciteta u EU-u podrazumijevaju to da se lanac opskrbe mora povećati na veće kapacitete kako bi se proizveli svi potrebni sastavni dijelovi za nuklearnu elektranu. Kako bi se do 2050. postigao kapacitet novih velikih nuklearnih reaktora od 60 GWe, države članice i industrija morale bi istodobno izvoditi više građevinskih projekata. Budući da izgradnja velikih nuklearnih elektrana dugo traje, da bi se tijekom sljedećih 25 godina sagradio kapacitet od 20 GWe odnosno oko 15 velikih nuklearnih reaktora, trebalo bi te elektrane graditi istovremeno. U analizi Komisije utvrđeni su najvažniji proizvodni procesi, kao što je teško kovanje, za koje je potrebno odmah početi s poduzimanjem mjera ⁽⁴⁷⁾. Povećanje otpornosti lanca opskrbe nuklearne energije u EU-u omogućilo bi i dodatnu diversifikaciju nuklearnih tehnologija i s njima povezanog ciklusa goriva.

Dostupnost radne snage i vještina

Velika potražnja za kvalificiranim radnicima prisutna je u svim dijelovima nuklearnog ekosustava, uključujući za nuklearnim inženjerima i znanstvenicima, operatorima elektrana, tehničarima i regulatornim osobljem. Predstojeći manjak novog osoblja, pogoršan starenjem radne snage i nedovoljnim interesom mlađih stručnjaka zbog niske privlačnosti sektora i manjka obrazovanja u području znanosti, tehnologije, inženjerstva i matematike (STEM) postavlja brojne poteškoće pred nuklearna tijela i industriju EU-a.

U studiji ⁽⁴⁸⁾ su navedene procjene potreba nuklearnog sektora EU-a, iskazane u radnim mjestima. Do 2050. bit će potrebno zaposliti od 180 000 do 250 000 novih stručnjaka. U taj broj nisu uračunani stručnjaci koji trebaju zamijeniti radnike koji će se u tom razdoblju umiroviti. Za izgradnju planiranih novih nuklearnih elektrana možda će biti potrebno od 100 do 150 tisuća stručnjaka. Za rad i održavanje planiranih nuklearnih elektrana dodatno je potrebno od 40 do gotovo 65 tisuća stručnjaka. Najzad, u sektoru razgradnje možda će biti potrebno dodatnih 40 tisuća stručnjaka. Čak i u slučaju scenarija bez rasta (što odgovara osnovnom scenariju) trebalo bi pronaći oko 100 000 osoba samo da se zamijene radnici koji odlaze u mirovinu. Posebna pozornost potrebna je u sektoru fuzije, kako bi se zadržala vodeća uloga EU-a.

Taj bi se problem mogao riješiti pristupom na više razina koji se sastoji od utvrđivanja potreba za radnom snagom, poboljšanja obrazovanja i osposobljavanja, poboljšanja informiranja, osiguravanja boljih radnih uvjeta i podupiranja mobilnosti radnika (iz srodnih industrija ili iz trećih zemalja) i pristupa infrastrukturi za nuklearna istraživanja.

Ako se ništa ne poduzme, Europa će se suočiti s nedostatkom vještina i radne snage u nuklearnom sektoru, što će među ostalim biti problem i u nekim regulatornim tijelima. Taj nedostatak može biti još izraženiji u području najsuvremenijih tehnologija kao što su mali modularni reaktori. Treba privući nove ljude u ovaj sektor. Njegove ljudske kadrove potrebno je i pomladiti te osigurati prijenos vještina i iskustava na sljedeću generaciju. Iako nuklearni

⁽⁴⁷⁾ Prateći radni dokument službi, odjeljak 4.3.2.

⁽⁴⁸⁾ Izvješće o europskom nuklearnom ekosustavu, koje je Deloitte pripremio za GU ENER, trenutačno u pripremi za objavu.

sektor mora sam preuzeti inicijativu za privlačenje novih talenata, Komisija i države članice mogu u tome pomoći, na primjer uspostavljanjem akademija za industriju s nultom neto stopom emisija i proširivanjem mjera financiranih u okviru programa Euratoma za istraživanje i osposobljavanje kako bi se pomoglo vrednovanju, održavanju i razvoju potrebnih strateških kompetencija na razini EU-a.

Jedan od takvih projekata je i SKILLS4NUCLEAR⁽⁴⁹⁾, pokrenut 2025. sredstvima Euratoma u iznosu od 1,5 milijuna EUR, čiji je cilj ojačati izgradnju kapaciteta u području nuklearne sigurnosti, razgradnje, gospodarenja otpadom, zaštite od zračenja i medicinskih primjena uz poticanje razvoja radne snage prema signalima iz industrije. U okviru projekta ujedno će se uspostaviti europski forum za nuklearnu radnu snagu i vještine radi osuvremenjivanja programa osposobljavanja na temelju novih kretanja i razvoja inicijativa za prekvalifikaciju i usavršavanje radnika.

Snažna europska infrastruktura za nuklearna istraživanja nužna je za potporu najnaprednijih istraživanja, poticanje inovacija i jačanje suradnje među državama članicama. To podrazumijeva razvoj i održavanje eksperimentalnih postrojenja, platformi za razmjenu podataka i integriranih istraživačkih mreža koje znanstvenicima i inženjerima omogućuju izvođenje sveobuhvatnih studija o nuklearnoj sigurnosti, zaštitnim mjerama, gospodarenju otpadom, energiji fuzije i razvoju tehnologija reaktora sljedeće generacije. Takva infrastruktura osigurava da Europa zadrži vodeću poziciju u nuklearnoj znanosti i tehnologiji te konkurentsku prednost u globalnom istraživačkom okruženju i suočavanju s energetske i okolišnim izazovima.

6.3. Strateška međunarodna suradnja

Okvir za vanjske odnose Euratoma važan je za promicanje najviših standarda nuklearne sigurnosti, olakšavanje razmjene znanja i tehnologije te podupiranje konkurentnog lanca opskrbe nuklearne energije EU-a kroz partnerstva usmjerena na dugoročne aspekte te trgovinske i trgovinske suradnje⁽⁵⁰⁾.

Kako bi se ojačala strateška autonomija EU-a, ključno je preispitati postojeće sporazume o suradnji i dogovoriti nove. Na temelju tih sporazuma moguće je povećati poštovanje međunarodnih nuklearnih standarda i olakšati da se u njih uključe nove i inovativne tehnologije, kao što su mali modularni reaktori i energija fuzije.

Što je najvažnije, pojačanom suradnjom EU-a i pouzdanih partnera poboljšat će se sigurnost opskrbe uranija i nuklearnog ciklusa goriva te će se olakšati pristup tržištima za lanac opskrbe EU-a kako bi očuvao svoje industrijske kapacitete.

Suradnju EU-a i pouzdanih partnera potrebno je poboljšati obnavljanjem sporazuma (npr. s Kanadom ili Kazahstanom) ili pregovorima o novim sporazumima o nuklearnoj suradnji i memorandumima o razumijevanju.

6.4. Vodeći položaj u istraživanju i osposobljavanju

Javna i privatna istraživanja na nacionalnoj razini u velikoj mjeri doprinose vodećoj ulozi EU-a u području nuklearnih tehnologija. Zahvaljujući njima postižu se najviši standardi nuklearne sigurnosti i zaštitnih mjera u izgradnji novih nuklearnih elektrana ili produljenju životnog vijeka postojećih. Zadaća je Euratoma dopuniti rad država članica putem programa Euratoma

⁽⁴⁹⁾ <https://cordis.europa.eu/project/id/101213280>.

⁽⁵⁰⁾ Europski instrument za međunarodnu suradnju u području nuklearne sigurnosti (INSC) je važan način za poticanje donošenja najviših međunarodnih standarda nuklearne sigurnosti na globalnoj razini.

za istraživanje i osposobljavanje. Program za razdoblje 2021.– 2025. podupirao je razvoj ključnog znanja ⁽⁵¹⁾ u državama članicama koje planiraju upotrebljavati nuklearnu energiju i onima kojima je potrebno jamstvo da nuklearne elektrane u susjednim zemljama ispunjavaju najviše sigurnosne standarde. Javnost će imati koristi i od istraživanja koja financira Euratom o drugim primjenama ionizirajućeg zračenja, posebno u medicini. Cilj je Komisijina prijedloga programa Euratoma za razdoblje 2028. – 2032.⁽⁵²⁾ povećati financiranje istraživanja sigurnih i inovativnih nuklearnih tehnologija za prosperitetan, otporan i održiv EU.

7. **Budućnost s energijom nuklearne fuzije**

ITER, strateški projekt EU-a sa sjedištem u Francuskoj, najveći je svjetski eksperiment u području fuzije čiji je cilj demonstrirati znanstvenu i tehnološku izvedivost fuzije. ITER je veliki pokretač inovacija koji pogoduje razvoju znanja i industrijske baze koja je ključna za razvoj prve fuzijske elektrane u EU-u.

Iznimno je važno da se daljnja ulaganja u ITER i općenito u fuziju ugrade u šire europske aktivnosti za ovladavanje fuzijom ne samo kao tema istraživanja nego i kao alat za dugoročnu energetska neovisnost, dekarbonizaciju i europsku industrijsku konkurentnost u predstojećem razdoblju. Javno-privatna partnerstva mogu ubrzati komercijalizaciju energije fuzije iskorištavanjem prednosti oba sektora. Uz stalno izdvajanje sredstava za razvoj ciklusa goriva za fuzijske tehnologije i rješavanje tehnoloških problema, možda će biti potrebno definirati i uvesti specifičan i proporcionalan regulatorni okvir za fuzijska postrojenja.

Komisija u skladu s Draghijevim izvješćem i kako je najavljeno u Akcijskom planu za priuštivu energiju priprema sveobuhvatnu strategiju EU-a za fuziju u kojoj će ITER biti potvrđen kao temelj za ubrzavanje dugoročnog razvoja energije fuzije.

U prilog tome ide i rad na razvoju istraživanja i tehnologije koji obavlja Europsko partnerstvo EUROfusion⁽⁵³⁾ i Fuzija za energiju (F4E) koje sufinancira Euroatom. Komercijalno uvođenje energije fuzije trebalo bi ubrzati jačanjem velike fuzijske zajednice okupljene u Stručnoj skupini za fuziju, Europskoj platformi dionika u području fuzije, pokretanjem javno-privatnog partnerstva s industrijom i potporom start-up poduzećima u području fuzije.

8. **Zaključci**

Budući da se nekoliko država članica EU-a odlučilo osloniti na nuklearnu energiju, ona će i dalje biti važna u diversificiranom energetska sustavu EU-a. Stoga je bitno osigurati njezinu sigurnu, učinkovitu i održivu integraciju te iskoristiti sve prednosti nuklearne energije, uključujući integraciju sustava.

Svi ulagački projekti u nuklearnoj industriji EU-a moraju biti u skladu s najvišim standardima nuklearne sigurnosti, zaštite od zračenja, zbrinjavanja radioaktivnog otpada i zaštitnih mjera koje se primjenjuju u EU-u. Novi nuklearni projekti moraju biti u skladu s najvišim sigurnosnim ciljevima, čime se osigurava da inovativni projekti reaktora ispunjavaju te stroge zahtjeve. Države članice trebale bi ubrzati rad na pronalaženju dugoročnih rješenja za gospodarenje visokoradioaktivnim otpadom i istrošenim gorivom.

Za 2050. je predviđen širok raspon mogućih vrijednosti stvarnog instaliranog kapaciteta. Produljenje radnog vijeka pod strogim sigurnosnim uvjetima i izgradnja novih postrojenja bit će vrlo važni, kao i sposobnost industrije da ostvari rezultate unutar predviđenih rokova i proračuna.

⁽⁵¹⁾ Vidjeti međuevaluaciju, COM(2025) 61.

⁽⁵²⁾ COM(2025) 594 final.

⁽⁵³⁾ <https://cordis.europa.eu/project/id/101052200>.

Tijekom cijelog ciklusa nuklearne energije do 2050. podrazumijevaju se znatna ulaganja. U usporedbi s prethodno objavljenim PINC-om Komisija nije zabilježila znatnu promjenu predviđenih iznosa ulaganja, no planovi su bolje razrađeni i diversificirani te se u njima razmatraju inovativne tehnologije i cijeli industrijski ekosustav. Posebnu pozornost potrebno je posvetiti razvoju i uvođenju malih modularnih reaktora, jačanju otpornosti lanca opskrbe, jamčenju dostatnih, raznolikih i suverenih kapaciteta EU-a za konverziju i obogaćivanje, regulatornih kapaciteta, istraživanja, radne snage i očuvanju sigurne opskrbe medicinskim radioizotopima.

Unapređivanje lanca opskrbe nuklearne energije u EU-u podrazumijeva stabilne dugoročne obveze, veću razinu standardizacije i pojačanu suradnju. Za to su nužna ulaganja u konkurentnost nuklearne industrije EU-a i jačanje njezina lanca opskrbe te želja za djelovanjem u cijelom svijetu.