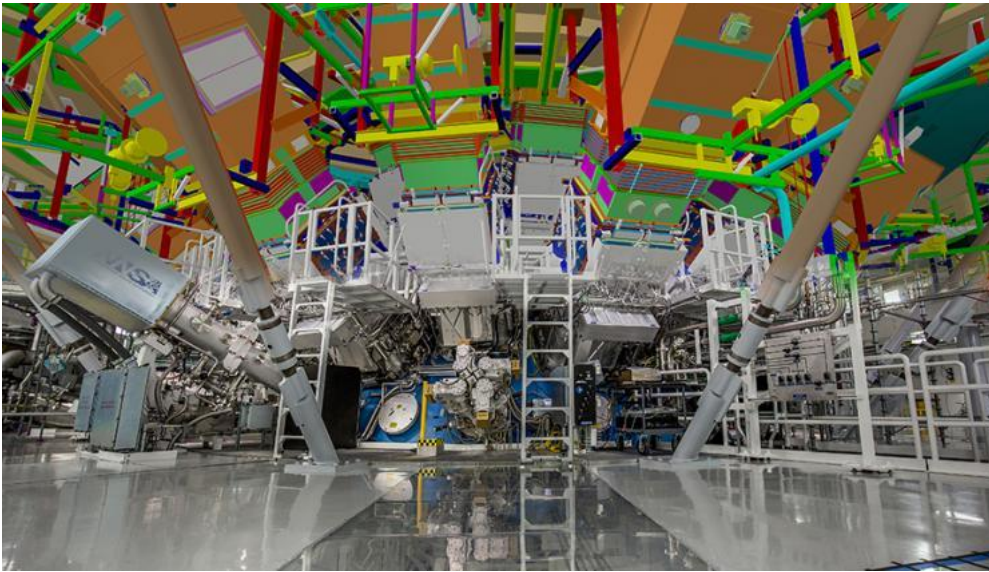




## Hoće li fuzija u budućnosti dodatno potaknuti nuklearnu energetiku?

[Zagreb Vijesti - Gradske Obrazovanje](#)

mojzagreb.info News Portal 31.12.2022.



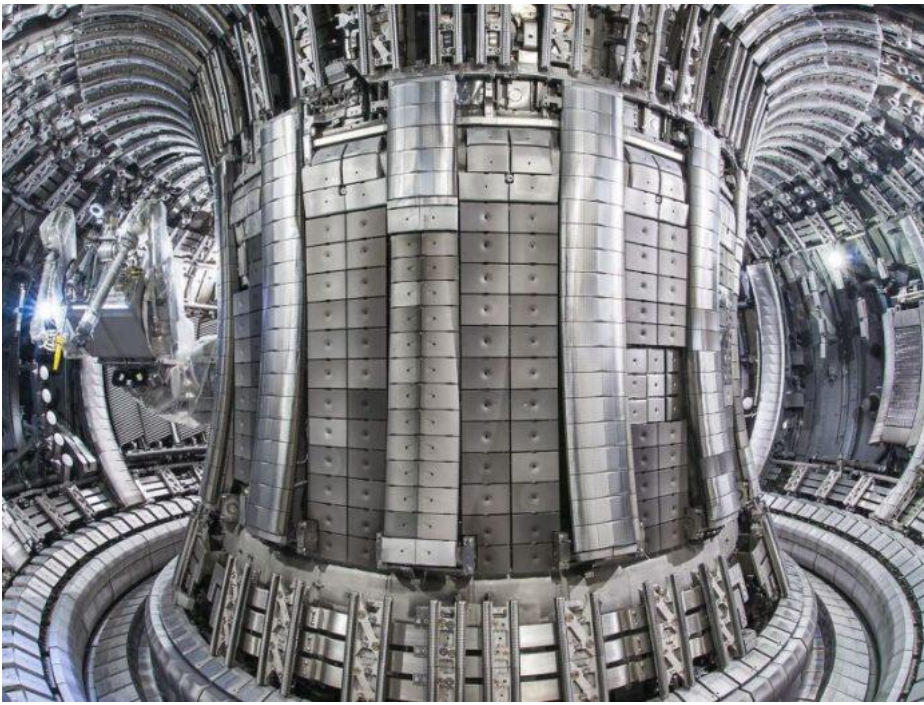
Kod fuzijskih reaktora nema opasnosti od nekontrolirane reakcije, ne nastaje dugoživi radioaktivni otpad, a nema ni emisije ugljičnog dioksida pa bi, ako se razviju komercijalno isplative tehnologije, mogle riješiti sve veću potrebu za čistom energijom, ističu stručnjaci

Je li nuklearna fuzija ipak na putu da u budućnosti postane alternativni izvor energije (obnovljive energije) koji bi trajno riješio sve veću potrebu čovječanstva za čistom energijom? Naime, fuzijski reaktori funkcioniraju na principu da se energija oslobađa spajanjem atomskih jezgri vodikovih izotopa deuterija i tricija, a ne njihovim cijepanjem, kao u slučaju fisije koja pokreće postojeće nuklearne elektrane pa su takvi reaktori za okoliš puno bolji od postojećih fisionuklearnih, jer kod njih, prema riječima stručnjaka, nema opasnosti od nekontrolirane reakcije kakva se npr. dogodila u nuklearci u Černobilu. Osim toga, kod energije stvorene fuzijom ne nastaje dugoživi radioaktivni otpad, a nema ni emisije ugljičnog dioksida pa je riječ o sigurnom i čistom izvoru energije.

Ali još nesvladane poteškoće kako bi se ostvario kontrolirani proces spajanja jezgri lakih atomskih elemenata, pri čemu se oslobađa goleme količina energije (pri fuziji svega pet grama materijala dobije se energije koliko i izgaranjem 60 tona vrlo kvalitetnog ugljena), odgađaju komercijalnu primjenu takvih reaktora.

Iako su brojni stručnjaci godinama isticali da će proći još jako puno vremena dok kontrolirana nuklearna fuzija eventualno postane dovoljno razvijena i komercijalno isplativa tehnologija, da bi se to ipak moglo ubrzati ukazuje vijest koja je krajem 2022. godine stigla iz SAD. Američki znanstvenici predstavili su važan napredak u korištenju energije nuklearne fuzije, koji bi mogao pomoći u borbi protiv globalnog zatopljavanja i sve izraženijih klimatskih promjena ako se u narednim desetljećima uspije primijeniti na komercijalnu proizvodnju električne energije.

Kako je objavilo američko ministarstvo energetike, znanstvenici u laboratoriju Lawrence Livermore u Kaliforniji početkom prosinca 2022. po prvi put u povijesti uspješno su u eksperimentu koristeći lasere izazvali reakciju nuklearne fuzije i nakratko ostvarili višak energije. Laser su usmjerili prema gorivu kako bi sjedinili po dva laka atoma u jedan teži, pri čemu se oslobodila energija.



### ***Eurofusion JET***

Upraviteljica laboratorija Kimberly Budil novinarima je na predstavljanju otkrića rekla da bi komercijalizacija mogla biti moguća i za manje od pet desetljeća. S usmjerenim naporima i ulaganjem, nekoliko desetljeća istraživanja osnovnih tehnologija bi nas mogle dovesti u poziciju da izgradimo fuzijsku elektranu, rekla je Budil.

A upraviteljica ureda Bijele kuće za znanost i tehnologiju Arati Prabhakar, istaknula je da taj uspješno proveden eksperiment predstavlja ogroman primjer napretka postignutog ustrajnošću.

Znanstvenici već otprilike sto godina znaju da se energija nuklearne fuzije oslobađa na Suncu i ostalim zvijezdama, a na Zemlji je stručnjaci pokušavaju razviti desetljećima ali zasad bez puno uspjeha. Nuklearni znanstvenici izvan tog kalifornijskog laboratorija rekli su da će to postignuće biti veliki korak naprijed, no da će trebati još puno istraživanja prije nego što nuklearna fuzija postane komercijalno održiva tehnologija.

Tako je npr. Tony Roulstone, stručnjak za nuklearnu energiju sa Sveučilišta Cambridge, procijenio da je energetski dobitak ovog eksperimenta bio samo 0,5 posto energije potrebne da se uopće upale korišteni laseri. Stoga možemo reći da je ovaj rezultat uspjeh znanosti, no i dalje je daleko od pružanja korisne, obilne, čiste energije, kazao je Roulstone. Međutim, "Financial Times" je objavio kako je uređaj koji koristi lasere za stvaranje plazme potrebne za fuziju, tijekom eksperimenta proizveo 2,5 megadžula, odnosno 20 posto više od utrošenih 2,1 megadžula energije.

I poznati hrvatski nuklearni fizičar dr. sc. Tonči Tadić sa zagrebačkog Instituta Ruđer Bošković, koji je voditelj hrvatskih fuzijskih aktivnosti u sklopu konzorcija EUROfusion te koordinator Savjeta europskog projekta DONES-PreP, izjavio je da je to sjajna vijest jer je dobiveno više energije iz fuzije od energije lasera korištenih na grijanje kuglice s fuzijskim gorivom. Međutim upozorio je da nije službeno objavljen ključni podatak: koliko je energije utrošeno na tzv. 'pumpanje' tih lasera, a koja je sigurno prilično veća od dobivene energije fuzije. Tek kada bi to znali bila bi jasna slika balansa energije za ovaj eksperiment dok ovako nije jasno što smo dobili, komentirao je taj eksperiment američkih znanstvenika.



### ***Poznati nuklearni fizičar Tonči Tadić***

Industrija električne energije također je pozdravila to otkriće, no naglasili su da nuklearna fuzija ne bi smjela kočiti razvoj drugih alternativnih izvora poput solarne energije, energije vjetra i nuklearne fisije, kako bi se uspješno obavila započeta energetska tranzicija sa fosilnih na za okoliš bolje energente.

Da velika ulaganja u istraživanje fuzije daju određene rezultate ukazuje i vijest iz veljače 2022. kada su europski znanstvenici okupljeni u znanstvenom konzorciju Eurofusion objavili da su napravili veliki korak u potrazi za nuklearnom fuzijom primjenjivom u praksi. Veliki tim istraživača iz cijele Europe tada je na najmoćnijem operativnom fuzijskom uređaju na svijetu, postavljenom u laboratoriju JET (The Joint European Torus) u Velikoj Britaniji, tijekom pet sekundi stvorio rekordnu fuzijsku energiju od 59 megadžula što je bilo dvostruko više u odnosu na neka ranija istraživanja. “Veliki je to korak u realizaciji fuzije kao sigurnog, učinkovitog i niskougljičnog rješenja globalne energetske krize”, priopćio je tada Institut Ruđer Bošković, čiji su fizičari dio tima koji sudjeluje u tom projektu.

To nije bila velika količina energije. No, značaj ovog eksperimenta je u tome što potvrđuje izbor modela za ITER, još veći fuzijski reaktor koji se gradi u Francuskoj, jer je JET konfiguriran tako da replicira očekivane ITER-ove postavke, objavio je BBC.

“Ovi eksperimenti doveli su nas korak bliže primjeni snage fuzije. Pokazali smo da možemo stvoriti mini zvijezdu unutar našeg stroja i držati je tamo pet sekundi, uz visoke performanse, što nas doista uvodi u novo doba”, rekao je nakon objave tog uspjeha dr. sc. Joe Milnes, voditelj operacija u reaktorskom laboratoriju JET.

“Ti eksperimenti su morali uspjeti. Da nisu, onda bismo se stavno zabrinuli oko toga može li ITER ispuniti svoje ciljeve. Ulog je bio visok, a uspjeh koji smo postigli rezultat je briljantnosti ljudi i njihovom povjerenju u znanstvena nastojanja”, dodao je tada izvršni direktor JET-a, prof. Ian Chapman.

ITER je čak 22 milijarde eura vrijedan Međunarodni termonuklearni eksperimentalni reaktor i najveći međunarodni znanstveni projekt današnjice na kojem već godinama suraduju EU, SAD, Rusija, Kina, Japan, Indija i brojne druge države sa ciljem da na Zemlji stvore “mini Sunce”, odnosno da proizvodnjom energije pomoću fuzije riješe energetske probleme našeg planeta. Gradnja ITER-a počela je 2006. u francuskom nuklearnom centru Cadarache u južnoj Francuskoj, a završetak i početak rada očekuje se oko 2025. Stručnjaci smatraju da će to biti posljednji korak u dokazivanju da nuklearna fuzija može postati pouzdan izvor energije u drugoj polovici ovog stoljeća. Osim toga, rad elektrana budućnosti temeljenih na fuziji ne bi proizveo stakleničke plinove, a nastajale bi samo vrlo male količine kratkotrajnog radioaktivnog otpada.

Laboratorij JET spada među najdugovječnije istraživače fuzije pa će i zbog tehničkih problema vjerojatno prestati s radom nakon 2023., a ITER će početi 2025. ili ubrzo nakon toga. Kako će njegovi bitni dijelovi biti 10 puta veća od onih koje u svojem laboratoriju koristi JET očekuje se da će francuski laboratorij postići rentabilnost procesa, a nakon toga bi, ako se dokaže komercijalna isplativost, došlo vrijeme za daljnje pripreme za gradnju komercijalnih fuzijskih elektrana.

# DEMO DEMONSTRATION POWER PLANT



## *Ilustracija fuzijske elektrane*

U istraživanju i razvoju fuzijske tehnologije uključene su i hrvatske tvrtke i stručnjaci. Nedavno je tijekom posjeta španjolskog kralja Filipa VI. Zagrebu na Hrvatsko-španjolskom IFMIF-DONES Forumu (The International Fusion Materials Irradiation Facility – Demo Oriented Neutron Source) potpisan Memorandum o razumijevanju između hrvatskog i španjolskog ministarstava znanosti o suradnji na programu DONES (DEMO Oriented Neutron Source). Potpisali su ga ministar znanosti i obrazovanja RH Radovan Fuchs te ministrica znanosti i inovacija Španjolske Diana Morant.

Riječ je o inicijativi dviju zemalja koja je ujedno strateški važna za EU, a predviđa partnerstvo Hrvatske i Španjolske u istraživanju fuzije, uz partnerstvo u razvoju i gradnji akceleratora DONES, uključuje suradnju fizičara i kompanija dviju zemalja, te daje šanse hrvatskim visokotehnološkim tvrtkama. Program su na skupu predstavili koordinatore hrvatske fuzijske istraživačke jedinice Tonči Tadić i Ángel Ibarra, direktor španjolskog konzorcija IFMIF-DONES.

DONES je dio fuzijske strategije EU, tzv. Plana razvoja fuzije. A 2018. je kao dio Plana razvoja europske znanstvene infrastrukture uvršten među projekte ESFRI-a (European Strategy Forum on Research Infrastructures) kao istraživačka infrastruktura za testiranje materijala potrebnih za gradnju prve demonstracijske elektrane u EU u kojoj bi se struja proizvodila pomoću fuzije, za razliku od klasičnih nuklearnih elektrana koje rade na principu fisije. Fuzija ima potencijal za stvaranje održivog izvora energije za budućnost kako bi mogla zamijeniti fosilna goriva i nadopuniti druga rješenja za čistu energiju.

Godine 2035. u Granadi na jugu Španjolske trebala bi početi gradnja fuzijske demonstracijske elektrane DEMO, a projekt DONES trebao bi dati materijal za nju. Elektrana bi trebala biti stavljena u funkciju oko 2050. Oko 690 milijuna eura vrijedan projekt DONES, u čijoj je realizaciji Hrvatska uz Španjolsku vodeća zemlja, drugi je po veličini i značenju uređaj u nuklearnom programu EU, odmah iza ITER-a, svjetskog megaprojekta na polju nuklearne fuzije u kojem sudjeluju sve najveće gospodarske sile.

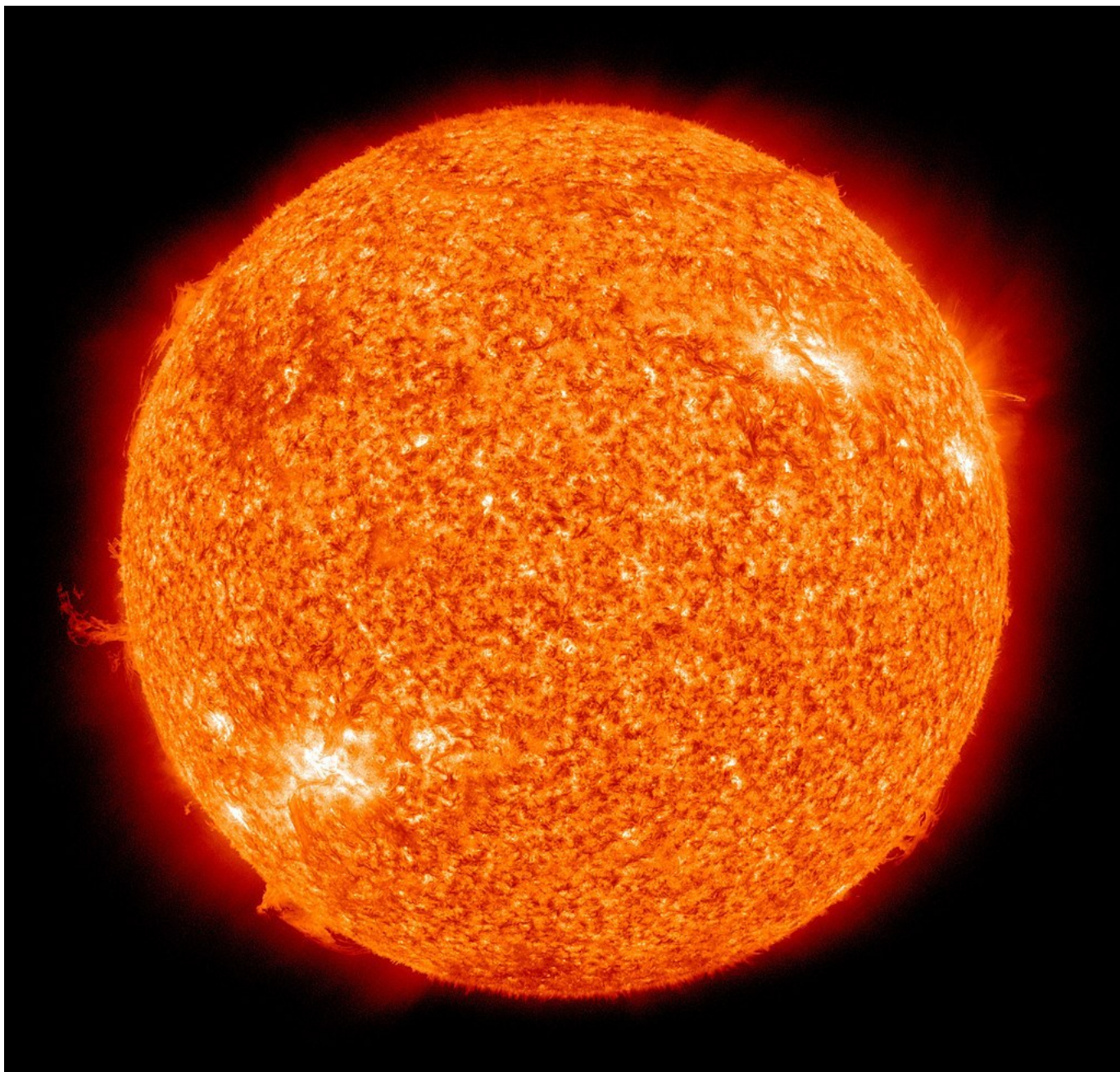
Ovo je najveći međunarodni znanstveni projekt u kome je Hrvatska ravnopravni sudionik, a kad su fuzijska istraživanja u pitanju pozicionirali smo se uz rame naprednih zemalja, rekao je Tonči Tadić, koordinatore projektnog tima Konzorcija Dones.hr te istaknuo da će posla za hrvatske tvrtke u fuziji sigurno biti. Konzorcij DONES.hr čine Institut Ruđer Bošković i još pet znanstvenih ustanova te Ministarstvo znanosti i obrazovanja i Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja.

“Nedavna događanja u Europi i svijetu pokazuju koliko je važna posvećenost energetske strategijama, obnovljivim izvorima energije i čistoj energiji. To je jedini realni izbor ako želimo zaštititi nacionalne interese. Snažno podupiremo sudjelovanje znanosti u osiguravanju energije budućnosti u ovom projektu, kao i naše tehnološke tvrtke”, rekao je ministar gospodarstva i održivog razvoja Davor Filipović.

Predsjednik RH Zoran Milanović je istaknuo da je taj projekt iznimno važan za Hrvatsku. “Pogled na europsku kartu fuzije pokazuje da se Hrvatska, bez obzira na svoju veličinu, ističe kako po aktivnostima naših znanstvenika tako i po sudjelovanju naših tvrtki koje su izravno ili kao kooperanti uključene u rad na ITER-u i DONES-u. Znanstvenici okupljeni u Hrvatsku fuzijsku istraživačku jedinicu koju koordinira Institut Ruđer Bošković već su nekoliko puta pokazali koja je njihova uloga u globalnim istraživanjima fuzije. Primjerice, njihova analiza čestica prašine u fuzijskom reaktoru bila je ključna za postizanje rekorda fuzijske energije na Zajedničkom europskom torusu (JET). Osim toga, hrvatski istraživači uključeni su u modeliranje plazme za fuzijske reaktore i u razvoj materijala za fuzijsku elektranu, budući da je na Institutu Ruđer Bošković smješten jedan od četiri sustava u Europi za ozračivanje fuzijskih materijala s dva snopa iona. To hrvatske znanstvenike stavlja na prvu crtu fuzijskih istraživanja, zajedno s Njemačkom, Francuskom i Ujedinjenom Kraljevinom, u području ionskog ozračivanja materijala za buduću fuzijsku elektranu DEMO. No, sudjelovanje hrvatskih tvrtki može i mora biti još intenzivnije. Republika Hrvatska podupire i nastavit će podupirati aktivnosti u fuzijskim istraživanjima sudjelovanjem u projektu EUROfusion, kao i snažnom prisutnošću hrvatskih istraživača i tvrtki u razvoju ključnih međunarodnih fuzijskih projekata poput ITER-a i DONES-a”, rekao je Milanović.

A španjolski kralj Filip VI. je naglasio da je EU prepoznala važnost i žurnost ulaganja u istraživanje nuklearne fuzije te je bila na samom čelu projekta ITER – u kojem sudjeluje 35 zemalja – s ciljem dokazivanja izvedivosti održivih fuzijskih reakcija i proizvodnje energije. Nadalje, osnivanje zajedničkog programa „Fuzija za energiju“ (agencija EU s najvećim proračunom), potpora konzorciju EUROfusion i uključivanje projekta IFMIF-DONES u plan i program „Europskog strateškog foruma za istraživačke infrastrukture“ dodatni su dokaz europske predanosti ovome cilju. Španjolska i Hrvatska su 2017. godine objedinile svoje kandidature za domaćinstvo postrojenja IFMIF-DONES, složivši se da je Granada idealna lokacija. Ovo će postrojenje biti komplementaran projekt ITER-u, a usredotočit će se na prepoznavanje, testiranje i potvrđivanje materijala koji mogu izdržati ekstremne temperature i koji se mogu koristiti u budućoj izgradnji fuzijske elektrane za proizvodnju električne energije”, rekao je španjolski kralj.

Istodobno je HGK sa španjolskim udruženjem tvrtki u znanstvenoj industriji Ineustar i Gospodarskom komorom Granade potpisala sporazume o suradnji sa španjolskim partnerima kako bi se hrvatskim tvrtkama olakšao pristup poslovima s fuzijom. Procjenjuje se da je tržište javne nabave za znanost u Europi vrijedno osam milijardi eura, od toga je čak jedna četvrtina namijenjena fuziji. S ciljem prelaska na što održivije oblike energije, Europska unija želi izgraditi prvu demonstracijsku elektranu u kojoj će se struja proizvoditi uz pomoć fuzije, što otvara značajne mogućnosti za tvrtke usmjerene na istraživanje, razvoj i visoke tehnologije. Tako je u europskom strateškom projektu Dones od ukupno 707 milijuna eura hrvatskim tvrtkama na raspolaganju 35 milijuna eura.



*Nuklearna fuzija je proces koji se stalno zbiva na Suncu*

“Tvrtkama su na raspolaganju tri aspekta uključivanja u ovaj projekt: kroz sredstva za fuzijske tehnologije, kroz druge popratne nabave poput logistike, kao i kroz partnerstva sa španjolskim tvrtkama. Ovi sporazumi temelj su za zajednički nastup sa španjolskim tvrtkama, s tim da ćemo u sklopu HGK osnovati i Zajednicu znanstvene industrije koja će surađivati sa španjolskom organizacijom znanstvene industrije Ineustar”, rekao je potpredsjednik HGK za industriju i održivi razvoj HGK Tomislav Radoš.

U fuzijskim poslovima referencu već imaju neke domaće tvrtke, poput Monting Power Systems. Ukupno je na listi dobavljača za fuzijske poslove, za koju postoje stroge kontrole, upisano dvadesetak domaćih tvrtki, čime pariramo brojkama Austrije i Finske.

“U Hrvatskoj postoje tvrtke koje imaju visoka tehnološka znanja i priznatu kvalitetu, iskazanu na svjetskom slobodnom tržištu, sudjelujući na izgradnji najzahtjevnijih projekata nuklearne tehnologije tj. na nuklearnim elektranama i fuzijskom reaktoru. Mi moramo biti svjesni svojih kvaliteta i svojom samosviješću iskoristiti sve mogućnosti za sudjelovanje, kao pouzdani partner, na projektima visokih tehnoloških zahtjeva. Sadašnji razvoj i izgradnja projekata nuklearne tehnologije velika je prilika za mnoge hrvatske tvrtke. Htjenje, znanje i stjecanje dodatnih znanja, pouzdani je način partnerskog uključivanja na slobodnom tržištu visokih tehnologija. Naravno, ističemo nužnost i nasušnu potrebu adekvatnog obrazovanja svih kadrova tehničke struke u ovom području, a naročito proizvodnog kadra kao uvjet za sudjelovanje na ovakvim projektima”, rekao je direktor tvrtke Monting Power Systems Ivan Križanović.

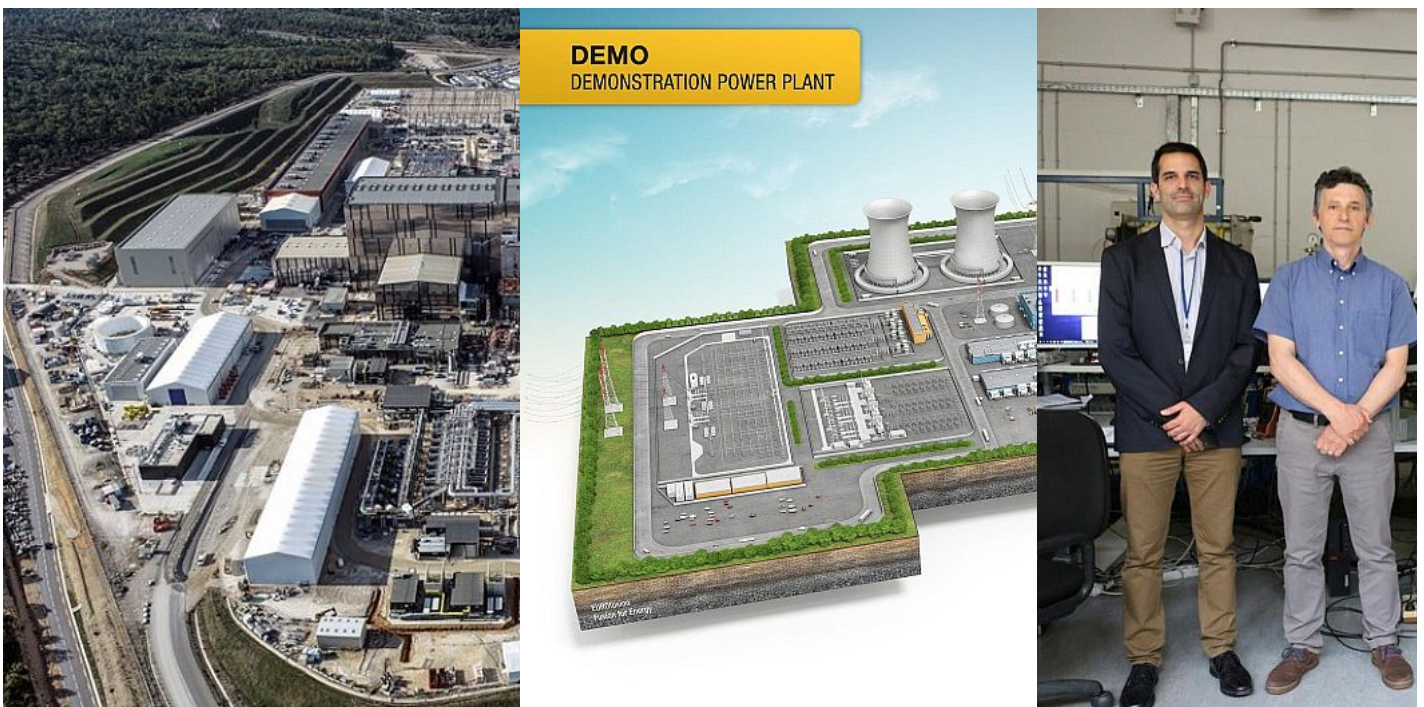
Ta tvrtka sudjeluje sa svojim partnerima na cijevnim sustavima u dijelu izrade tehničke dokumentacije, proizvodnjom, izgradnjom, osiguranjem i kontrolom kvalitete, u svim fazama zaključno do predaje i garantnog perioda. Njihovo iskustvo uključuje rad na nuklearnim postrojenjima O13 u Finskoj, FI 3, ITER-u i Oranu u Francuskoj.

*napisao: Željko Bukša*

*foto: Ured predsjednika RH, HGK, Institut Ruđer Bošković, Wikipedija, Eurofusion*

*\* Tekst je objavljen u sklopu programa poticanja novinarske izvrsnosti Agencije za elektroničke medije (AEM)*

mojzagreb.info



- 
- 
- POVEZNICE:
- [AEM](#)
- [agencija za elektroničke medije](#)
- [alternativni izvor energije](#)
- [američko ministarstvo energetike](#)
- [čista energija](#)
- [energije stvorene fuzijom](#)
- [Eurofusion JET](#)
- [europska unija](#)
- [Europski strateški forum za istraživačke infrastrukture](#)
- [fuzija](#)
- [fuzijske tehnologije](#)
- [fuzijski reaktor](#)
- [hgk](#)
- [Hoće li fuzija u budućnosti dodatno potaknuti nuklearnu energetiku?](#)
- [IFMIF-DONES](#)
- [institut ruđer bošković](#)
- [ITER](#)
- [Ivan Križanović](#)
- [međunarodni znanstveni projekt](#)
- [Monting Power Systems](#)
- [nuklearna energetika](#)
- [nuklearna energija](#)
- [nuklearna fuzija](#)
- [Nuklearna fuzija je proces koji se stalno zbiva na Suncu](#)
- [nuklearne elektrane](#)
- [nuklearne elektrane u europski](#)