

O NUKLEARNOJ ENERGIJI

OSNOVNO – REAKTORI – GORIVA - PERSPEKTIVE

Nuklearna energija u najširem smislu potiče iz transmutacija atomskih jezgara nekog hemijskog elementa u jezgra drugih elemenata, bilo kroz procese **radioaktivnih raspada** ili **nuklearnih reakcija**.

KLJUČNI NUKLEARNI IZVORI ENERGIJE

su dve nuklearne reakcije

- FUZIJA
- FISIJA

U užem smislu, nuklearna energija je energija koja potiče iz **fisije** atomskih jezgara i koja nam omogućuje da proizvodimo energiju na industrijskoj skali.



Ogroman energetska potencijal ima i **fuzija**, ali ona do sada nije dovedena do komercijalne eksploatacije, uprkos veoma velikim istraživačkim i tehničkim naporima.

Cilj ovog pregleda je da se ukaže na mogućnosti nuklearne energije, na njene prednosti i mane i s tim u vezi perspektive, s posebnim osvrtom na goriva kao apsolutni uslov.

FUZIJA

To je nuklearna reakcija u kojoj se spajaju dva (lakša) atomska jezgra, dajući novo (teže) jezgro, tj. atom novog elementa.

Fuzija teških izotopa vodonika
deuterijum-tritijum (D-T) - najperspektivnija:



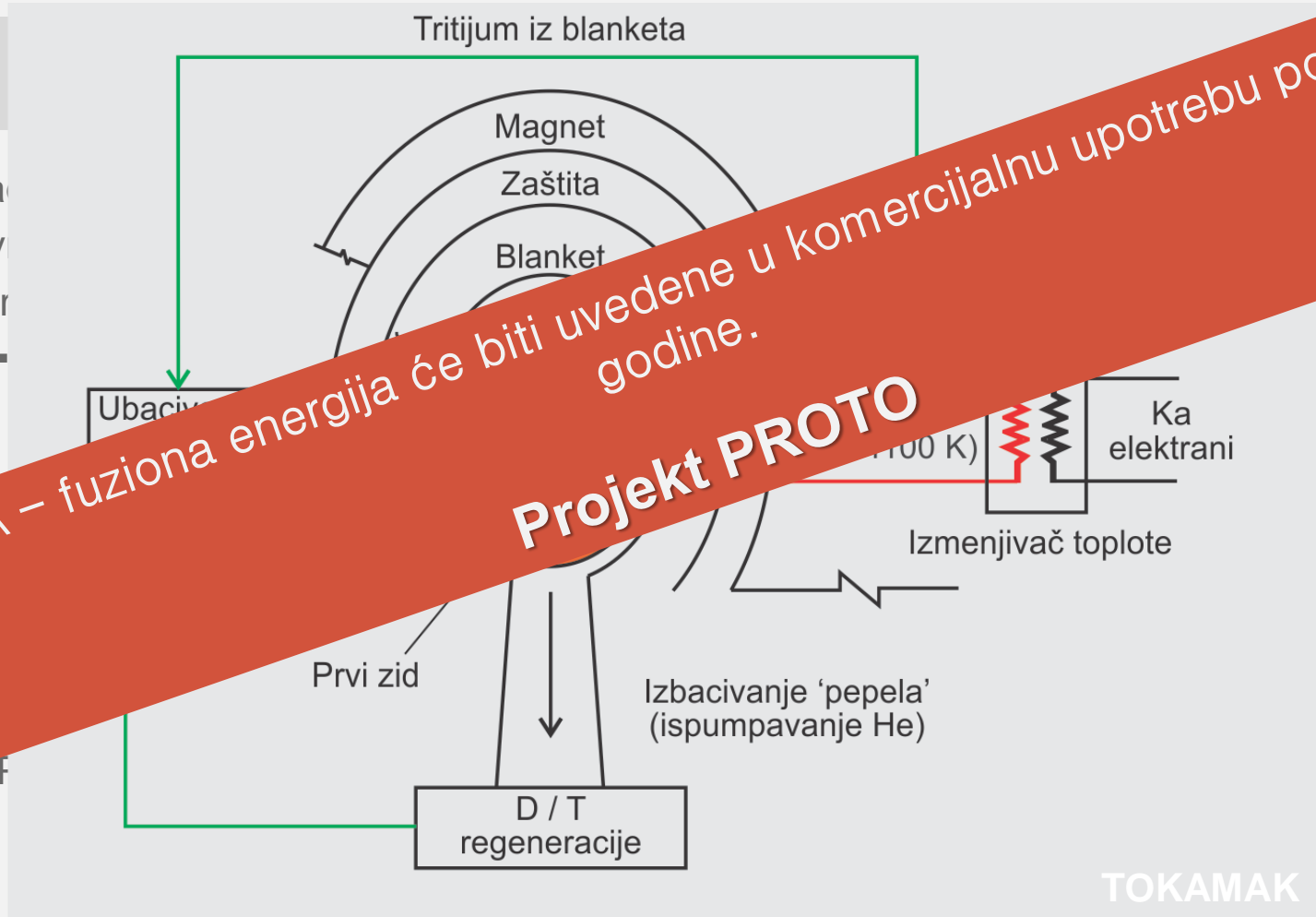
n - neutron

OGROMNA gustina energije: $ED_{\text{FUZ}} \approx 679\,000\,000 \text{ MJ/kg D-T}$

* VEOMA NIZAK RADIJACIONI RIZIK!

Fuzioni (termonuklearni) reaktor - PERSPEKTIVE

- Građevina
- Završna
- Starost

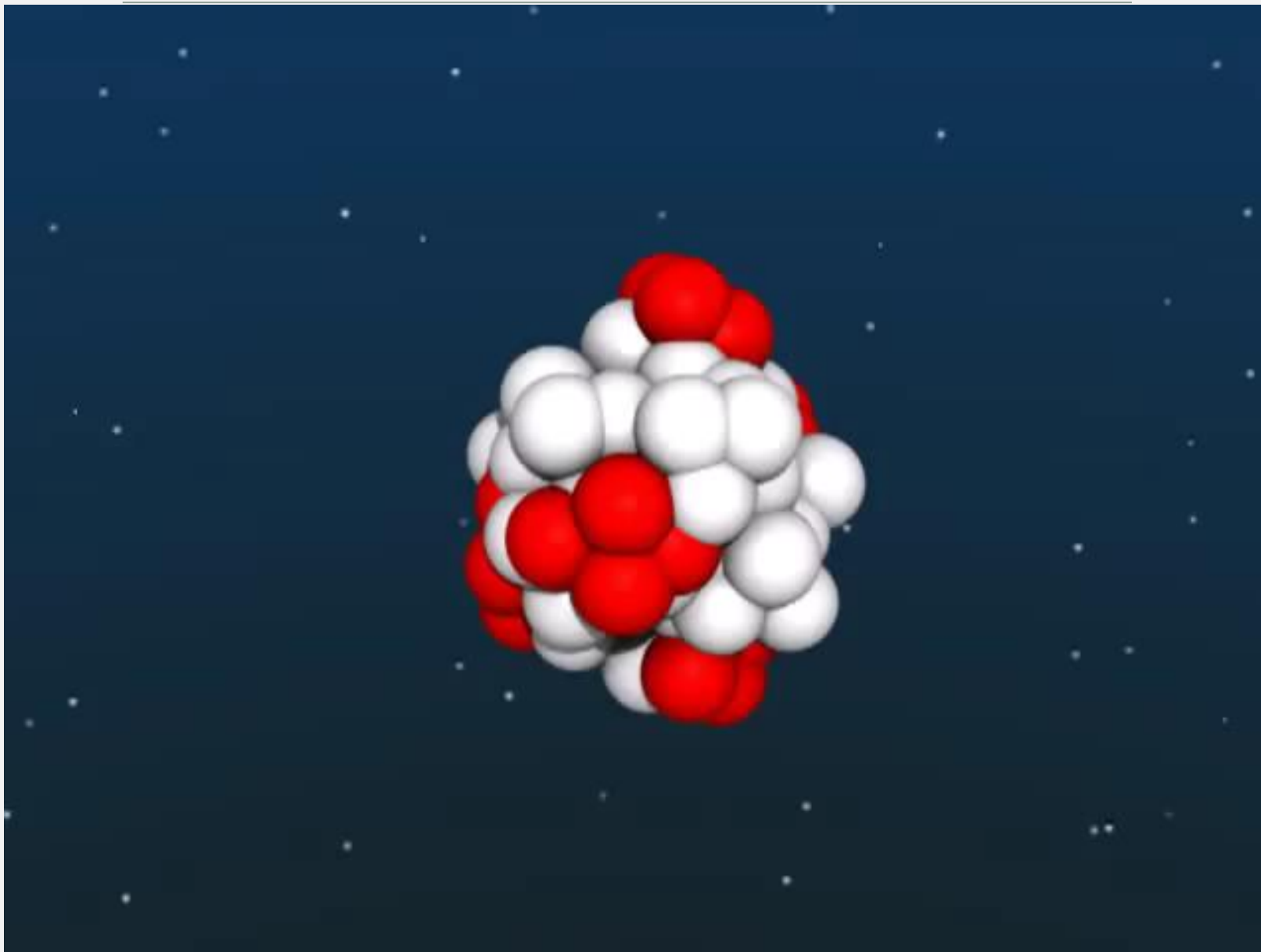


PROCENA – fuziona energija će biti uvedene u komercijalnu upotrebu posle 2050. godine.

Projekt PROTO

TOKAMAK

FISIJA



Fisija (deoba) atomskih jezgara



Oslobodena energija – 193,4 MeV/fisija

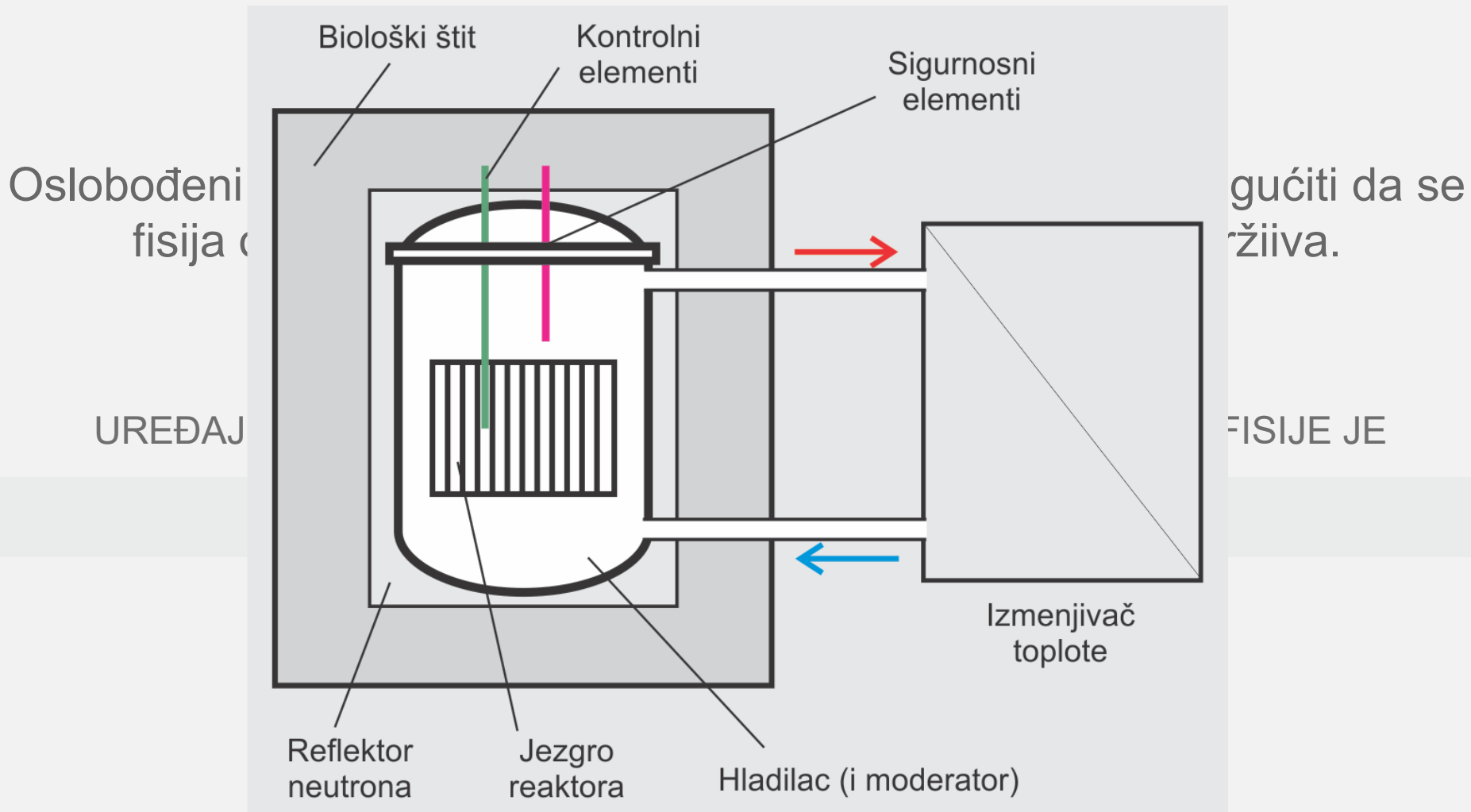
POREĐENJE SA DRUGIM OBLICIMA ENERGIJE

GUSTINA ENERGIJE:

- $ED_{\text{FUZ}} \approx 679\,000\,000 \text{ MJ/kg D-T}$
- $ED_{\text{FIS}} \approx 79\,400\,000 \text{ MJ/kg U}$
- $ED_{(\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2)} \approx 33 \text{ MJ/kg C}$

ODNOSI GUSTINA ENERGIJE:

- $ED_{\text{FUZ}} / ED_{\text{FIS}} \approx 8,55$
- $ED_{\text{FUZ}} / ED_{(\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2)} \approx 20\,500\,000$
- $ED_{\text{FIS}} / ED_{(\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2)} \approx 2\,500\,000$





na link

NUKLEARNI ENERGETSKI RESURSI - GORIVA

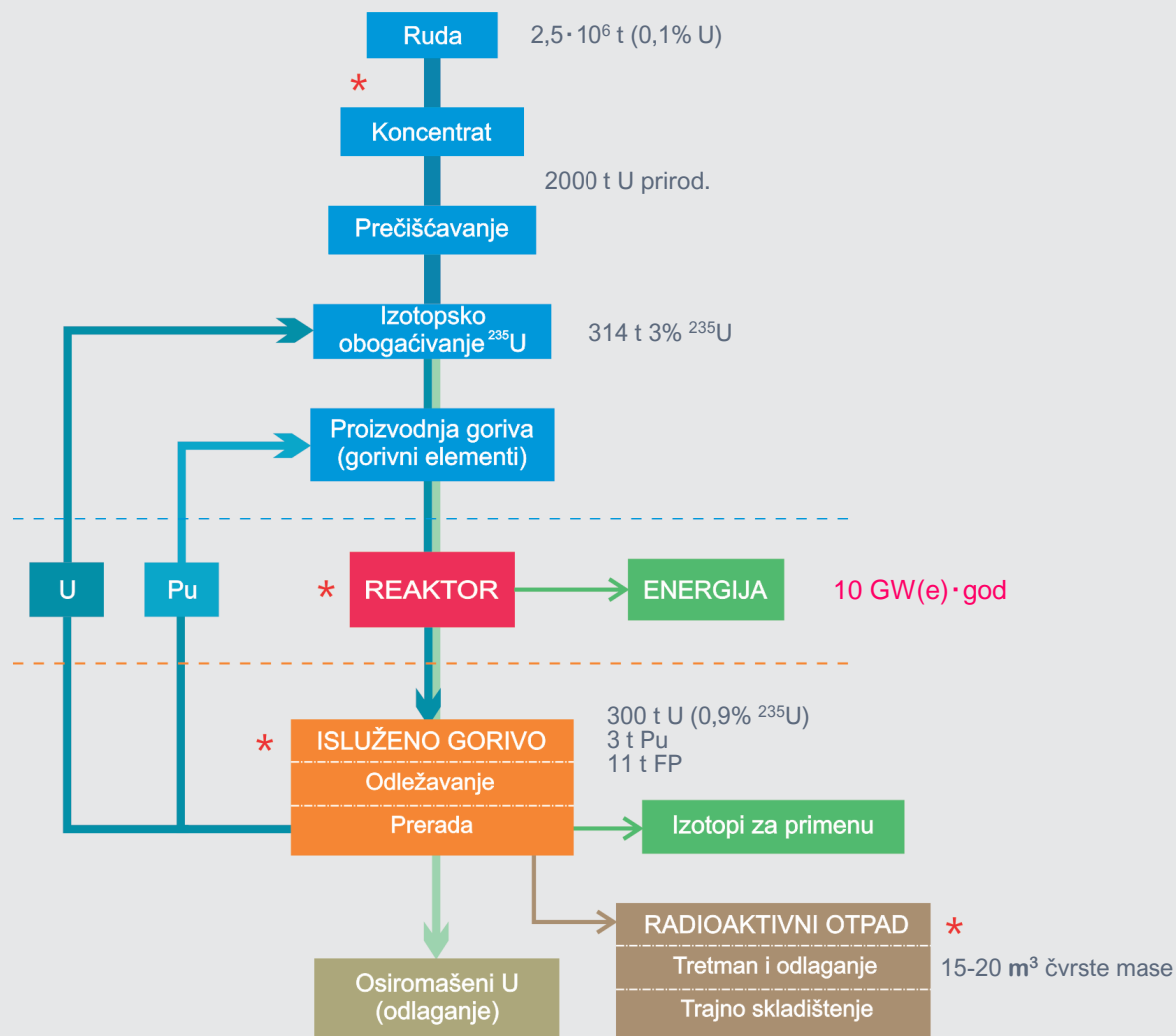
NUKLEARNI GORIVNI CIKLUS (NGC)

OD RUDNIKA DO RADIOAKTIVNOG OTPADA



NGC

složen industrijski proces putem kojeg se kroz niz tehnologija omogućuje proizvodnja energije iz uranijuma u nuklearnim reaktorima, prvenstveno kroz obezbeđivanje neophodnih nuklearnih materijala.



* Ekološki najkritičnije tačke

DAKLE,

ZA PROIZVODNJU 10 GW·god. električne energije (oko 20 elektrana kapaciteta Krško):

- Potrebno je iskopati 2,5 miliona tona rude sa 0,1% U.
- Odatle će se izdvojiti 2000 t uranijuma.
- Obogaćivanjem ^{235}U dobiće se 314 tona goriva obogaćenog na 3%.
- Po oslobađanju energije i posle izdvajanja preostalog uranijuma (300 t) i 3 t plutonijuma, preostaće oko 11 t fisionih proizvoda u oko **120 m³** rastvora.
- Po uparavanju i vitrifikaciji ostaće svega **15-20 m³** staklene mase.
- Nema gasova staklene bašte niti onih koji oštećuju ozonski sloj.

OSIROMAŠENI URANIJUM NIJE UZIMAN U OBZIR.

POREĐENJE – Termoelektrane na ugalj

- Četiri miliona tona pepela bi preostalo za istu proizvodnju struje.
- Sagorevši preko 30 miliona tona uglja, u vazduh bi otišlo:
 - 75 miliona tona ugljendioksida i ugljenmonoksida,
 - 56 hiljada tona azotnih oksida i najmanje
 - 11 hiljada tona sumpordioksida.

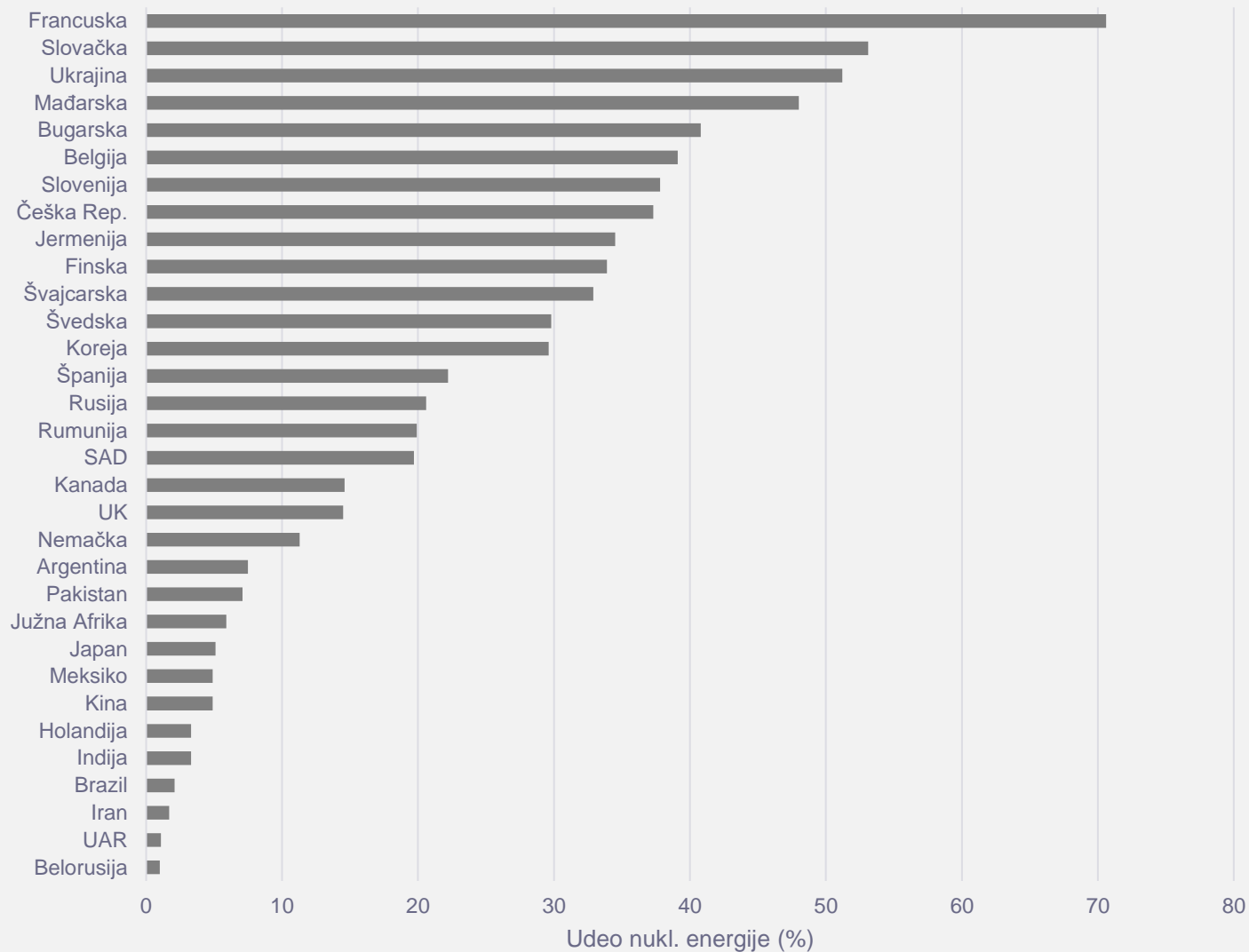
UDEO NUKLEARNE ENERGIJE U PROIZVODNJI ENERGIJE (po zemljama, 2020)

PROIZVO
(TWh)

2 47

ULOŽENO

351



NAČINI UNAPREĐIVANJA KONCEPTA NE radi njenog održivog rasta

Ovi ciljevi će biti ostvareni kroz integraciju
tri ključne globalne inicijative:

IV generacija nuklearnih sistema
GENERATION IV (Generation IV Nucl. Energy Systems)

Nuklearno-vodonična inicijativa
NHI (Nuclear Hydrogen Initiative)

Unapređeni gorivni ciklus
AFCI (Advanced Fuel Cycle Initiative)
otporan na proliferaciju nuklearnih oružja, sa minimizovanim RO.

GENERACIJA IV

To je zaokružen sistem komplementarnih postrojenja, a ne pojedinačni reaktor ili uređaj.
Kombinovano korišćenje 6 tipova nuklearnih reaktora, koji zadovoljavaju zahteve inicijative.

Ti sistemi će obezbeđivati primarni izvor energije za proizvodnju
struje, toplote i vodonika koji će biti:

- obilan,
- globalno dostupan,
- pouzdan,
- čist i
- siguran.

KAO ZAKLJUČAK

SVE ENERGETSKE TEHNOLOGIJE IMAJU SVOJE PREDNOSTI I NEDOSTATKE.

- **FOSILNA GORIVA**
 - Emituju se ogromne količine gasova “staklene baste”, što dovodi do dramatičnih promena klime.
 - Azotni oksidi oštećuju ozonski sloj u stratosferi, što povećava količinu ultraljubičastog zračenja koje dospeva na Zemlju.
 - Oslobođeni sumpordioksid dovodi do stvaranja „kiselih kiša”, što ostavlja katastrofalne posledice na vegetaciju.
- **Nefosilna energetika će preovladati u narednih stotinak godina, a zasnivaće se na kombinovanoj upotrebi OBNOVLJIVIH izvora energije i NUKLEARNIH energija.**
- **OBNOVLJIVI IZVORI**
 - Imaju značajan potencijal, ali je energija iz njih još uvek skupa.
 - Ne nude stabilno snabdevanje energijom i ne mogu biti pouzdan oslonac velikih sistema.
 - Mogu negativno uticati na rad stabilnih izvora u slučajevima neadekvatnih odnosâ snagâ.
- **Ipak, izrazito će dobiti na značaju u odnosu na postojeće stanje.**
- **NUKLEARNI IZVORI**
 - **S obzirom na mogućnosti konverzije goriva oplodnjom, što će biti u fokusu novih nuklearnih sistema, kao i unapređivanja bezbednosti, NUKLEARNA OPCIJA može ponuditi energetska stabilnost čovečanstvu u sledećih desetak milenijuma.**

PAMETNO UPRAVLJANJE ENERGIJOM MOŽE OMOGUĆITI „KOEKZISTENCIJU“ RAZLIČITIH ENERGETSKIH OPCIJA.