

A decorative graphic consisting of a thin yellow circle on the left and a horizontal bar with a yellow-to-white gradient on the right, framing the main title.

# **IZVORI ENERGIJE**

## Osnovi elektroenergetike

Dr Ivana Vlajić-Naumovska



# [ Sadržaj

- Energetika
- Izvori energije
- Transformacije oblika energije
- Korisni oblici energije
- Električna energija

# Energetika

- Energetika predstavlja značajnu delatnost i privrednu granu svake zemlje.
- Danas su energija, ekologija i računarske tehnologije veoma povezane oblasti.
- U narednom periodu se očekuju značajna ulaganja u sanaciju, remonte i razvoj elektroenergetskog sistema, saobraćaja i industrije naše zemlje, kao i restruktuiranje elektroprivrede.
- U ove poslove biće pored inženjera elektroenergetike uključeni i inženjeri elektronike, automatike, računarske tehnike, ekonomisti, mašinski i rudarski inženjeri, menadžeri i drugi.
- Poznavanje osnova elektroenergetike je veoma značajno jer je Srbija energetska siromašna zemlja i energijom se mora racionalno gazdovati.

# [ Energetika ]

- Energija je neophodna za industrijski razvoj savremenog društva, a energetska sistem obično predstavlja najskuplji sistem u razvijenim zemljama.
- Posebno mesto u energetska sistemu zauzima elektroenergetski sistem.
- Postoje razne definicije energetike, od kojih su neke date u sledećem pregledu:
- Naučno-stručna:
  - *Energetika je nauka o energiji i o tehničkom korišćenju izvora energije.*

# [ Energetika ]

- Ekonomska:
  - *Energetika je skup privrednih aktivnosti pomoću kojih se istražuju i proizvode primarni izvori energije, zatim transformišu, prenose i distribuiraju do potrošača i, kao primarna ili sekundarna energija, racionalno koriste.*
- Filozofska:
  - *Energetika je pogled na svet koji sve što postoji i što se zbiva svodi na energiju, čak i materiju i duh, koji ustvari nisu ništa drugo do oblici ispoljavanja energije.*
- U širem smislu:
  - *Energetika je grana privrede koja omogućava snabdevanje potrošača neophodnom energijom.*

# [ Izvori energije ]

- U osnovi energija je *spособnost vršenja rada* dok se pod pojmom *izvori energije* podrazumevaju pojave ili materijali koji se mogu koristiti za proizvodnju energije.
- Često se pored *izvora energije* koriste izrazi *oblici energije* ili *nosioci energije*, mada se u suštini odnose na istu stvar.
- Energija se pojavljuje u različitim oblicima, ali se u osnovi može svrstati u *akumulisane* (nagomilane) i *prelazne* oblike.
- Akumulisani oblici energije (potencijalna, kinetička i unutrašnja) se u svom obliku mogu održati po želji dugo, dok je za prelazne oblike karakteristična kratkotrajnost pojave.
- Prelazna energija (mehanička, električna i toplotna) se pojavljuje kada akumulisana energija menja svoj oblik i kada prelazi sa jednog tela na druga.

# [ Izvori energije ]

- Prema pojavnom obliku, odnosno mogućnosti korišćenja, izvore energije svrstavamo u *primarne* (prirodne), *sekundarne* (transformisane) i *korisne* oblike energije.
- *Primarni* oblici energije su oni oblici koji se nalaze u prirodi, ili se u njoj pojavljuju.
- Veliki deo primarnih oblika energije se ne može neposredno koristiti, već prethodno mora da se pretvori (transformiše) u pogodniji oblik za korišćenje, u tzv. *sekundarni* (transformisani) oblik energije.
- Oblik energije koji neposredno možemo da koristimo nazivamo *korisnim* oblikom energije.

# [ Izvori energije ]

- Primarni oblici energije se mogu podeliti na:
  - a) konvencionalne i nekonvencionalne izvore energije (s obzirom na nivo korišćenja);*
  - b) neobnovljive i obnovljive izvore energije (s obzirom na prirodnu obnovljivost).*
- U *konvencionalne* izvore energije (koji se danas najčešće koriste) se ubrajaju:
  - drvo, ugalj, sirova nafta, prirodni gas (jednom rečju *goriva*);
  - *vodne snage* (hidropotencijal);
  - *nuklearna goriva* (uran i torijum).



# [ Izvori energije ]

- U *nekonvencionalne* primarne izvore energije spadaju:
  - energija zračenja Sunca;
  - geotermalna energija;
  - energija vetra;
  - energija mora i morskih talasa, plime i oseke;
  - energija fuzije lakih atoma.
- Kao nekonvencionalni energetske izvori često se navode uljni škriljci i bitumenozni peskovi, mada se ponekad svrstavaju i u alternativne konvencionalne izvore.

# [ Izvori energije ]

- Obnovljivi izvori energije su:
  - zračenje Sunca;
  - vodne snage;
  - energija vetra;
  - energija plime i oseke;
  - energija talasa mora;
- Neobnovljivi izvori energije su:
  - sva fosilna goriva (ugalj, nafta, uljni škriljci, bitumenozni peskovi);
  - nuklearna goriva;
  - geotermalna energija.



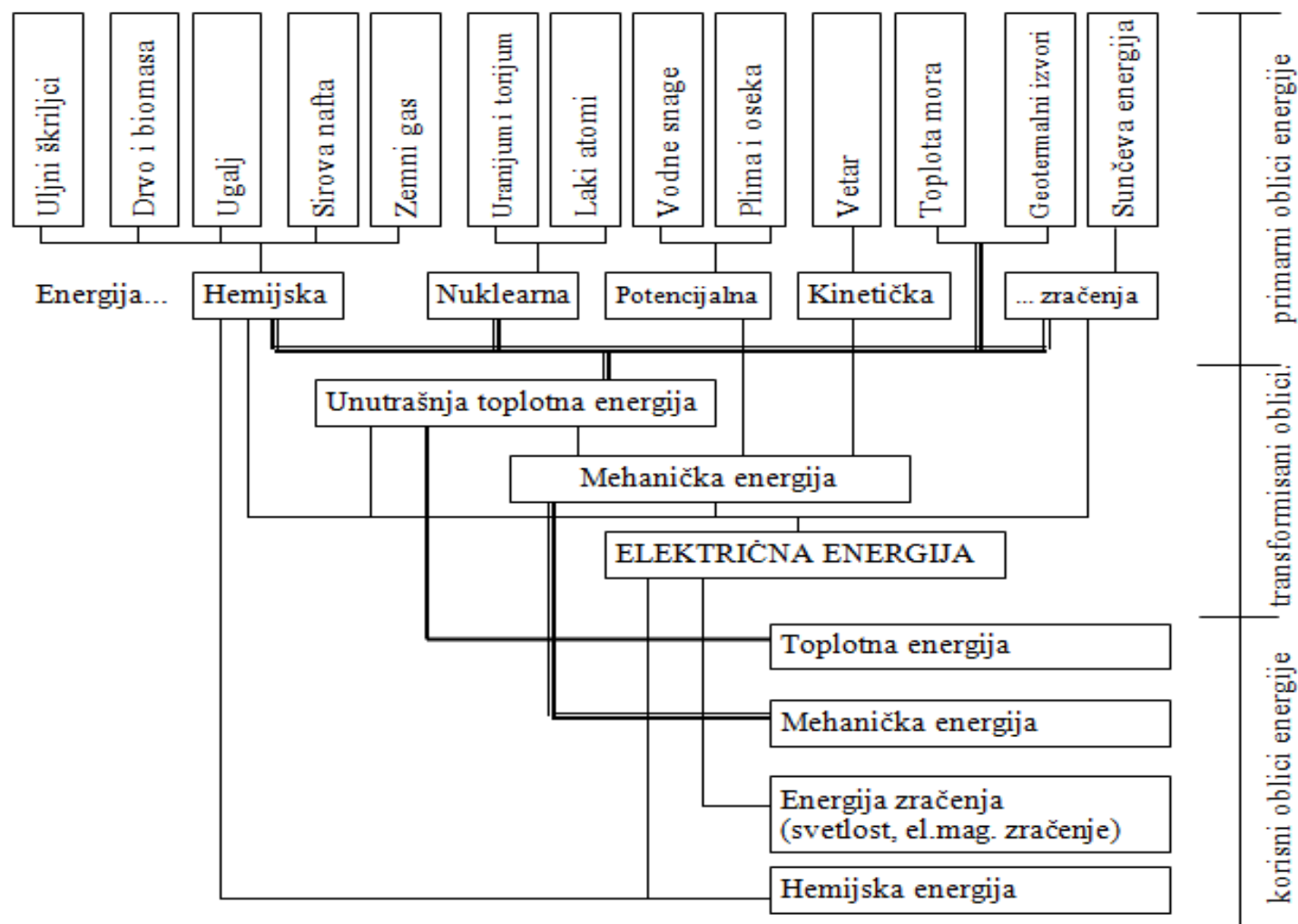
# [ Izvori energije

- Obnovljivi izvori se ne mogu utrošiti, jer se Sunčevim zračenjem stalno obnavljaju (fotosinteza izaziva rast biomase, promena atmosferskih prilika izaziva vetar, isparavanje vode dovodi do stvaranja oblaka, a zatim padavina koje obnavljaju vodne snage, itd).

# [ Izvori energije

- Primarni oblici energije mogu se podeliti na sledeći način:
  - *nosioci hemijske energije* (drvo, treset, ugalj, sirova nafta, prirodni gas, uljni škriljci, bitumenozni peskovi, biomasa);
  - *nosioci potencijalne energije* (vodne snage, plima i oseka);
  - *nosioci nuklearne energije* (nuklearna goriva);
  - *kinetička energija* (vetar, morski talasi);
  - *toplotna energija* (geotermalna energija, toplota mora);
  - *energija zračenja* (Sunčevo zračenje).
- Vidi se da postoje znatne razlike između pojedinih primarnih goriva kako u pogledu njihovog korišćenja, obnovljivosti, raspoloživosti, tako i u pogledu tehnološke opravdanosti korišćenja.

# Izvori energije



# Transformacije oblika energije

- Transformacije primarnih izvora energije u oblike pogodnije za korišćenje, vrše se kako iz tehničkih tako i iz ekonomskih razloga, jer je uglavnom ekonomski opravdanije koristiti transformisane (sekundarne) izvore energije (npr. jeftiniji transport usled manjih zapremina i masa transformisanog goriva).
- Najčešći oblici transformacija primarnih u transformisane oblike energije su:
  - ✓ *Sagorevanje*
  - proces transformacije hemijske energije goriva u unutrašnju toplotnu energiju. Ona se kao toplotna energija može direktno koristiti za grejanje, pripremu tople vode, tehnološke procese i sl. Postrojenja i uređaji za neposrednu transformaciju hemijske u unutrašnju energiju su ložišta.

# Transformacije oblika energije

- ✓ *Pretvaranje unutrašnje toplotne energije u mehaničku energiju*
  - unutrašnja toplotna energija dobijena sagorevanjem dalje se može transformisati u mehaničku energiju (produkti sagorevanja u motorima SUS i gasnim turbinama, energija pare u parnim turbinama i mašinama).
- ✓ *Destilacija*
  - sirova nafta se ne koristi u prirodnom obliku, već u obliku svojih derivata dobijenih u postupku destilacije u rafinerijama. Transformacija sirove nafte omogućava višestruku i raznovrsnu upotrebu derivata za proizvodnju toplotne, mehaničke i hemijske energije.
- ✓ *Degazolinaža*
  - transformacija u kojoj se vrši odvajanje lakih od teških ugljovodonika kod prirodnog gasa.

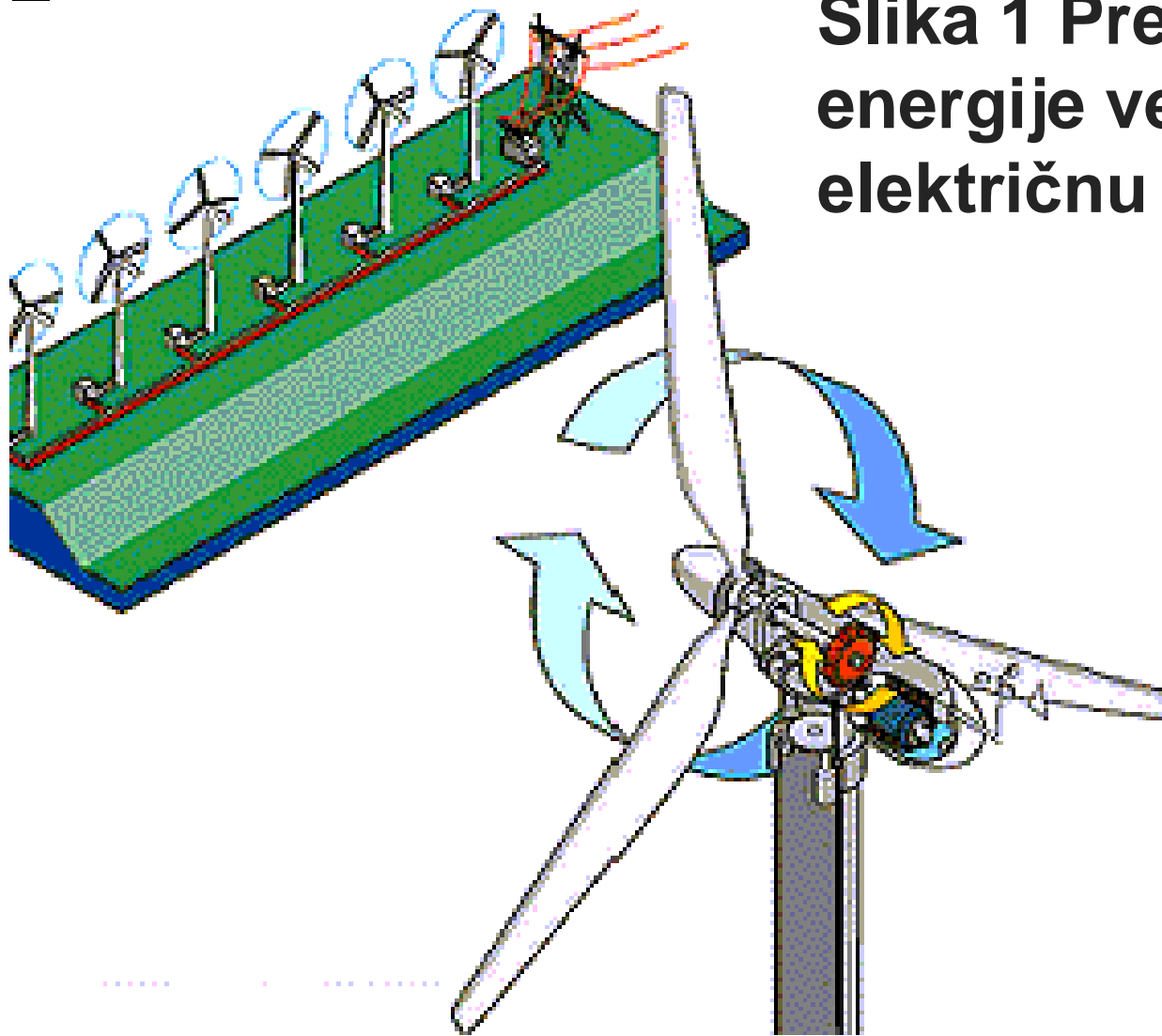
# [Transformacije oblika energije



- ✓ *Nuklearne reakcije*
- transformacija primarne nuklearne energije u unutrašnju energiju nosilaca energije (voda, vodena para), a zatim u mehaničku energiju pomoću parnih turbina.
- ✓ *Turbinske transformacije*
- transformacije potencijalne energije (vodnih snaga, plime i oseke), kinetičke energije (vetar i morski talasi), geotermalne energije i toplotne energije mora u mehaničku energiju pomoću vodnih turbina, vetrenjača i toplotnih turbina.



# Transformacije oblika energije



**Slika 1 Pretvaranje energije vetra u električnu energiju**

# Transformacije oblika energije

- ✓ *Energija zračenja*
- može se transformisati u unutrašnju toplotnu energiju nosilaca energije (voda, para), a zatim u mehaničku, odnosno u električnu energiju direktno putem solarnih fotonaponskih ćelija.



# Korisni oblici energije

- Kao rezultat navedenih transformacija, koje mogu imati i svoje modifikacije, dobijaju se korisni oblici energije za potrošače.
- Potrošači koriste energiju u jednom od sledećih oblika: *toplotna, mehanička, hemijska i svetlosna energija*, pri čemu se korisnim oblicima energije može dodati i *električna energija*.
- *Toplotna energija* se najčešće prenosi putem nosilaca toplotne energije (voda, para, produkti sagorevanja) ili električne energije.
- Ukoliko se kao nosilac toplote koristi fluid, potreban je razmenjivač toplote da bi se izvršila razmena toplote u prostoriji ili uređaju.
- Električna energija se u otpornim i indukcionim pećima i uređajima direktno pretvara u toplotnu energiju.

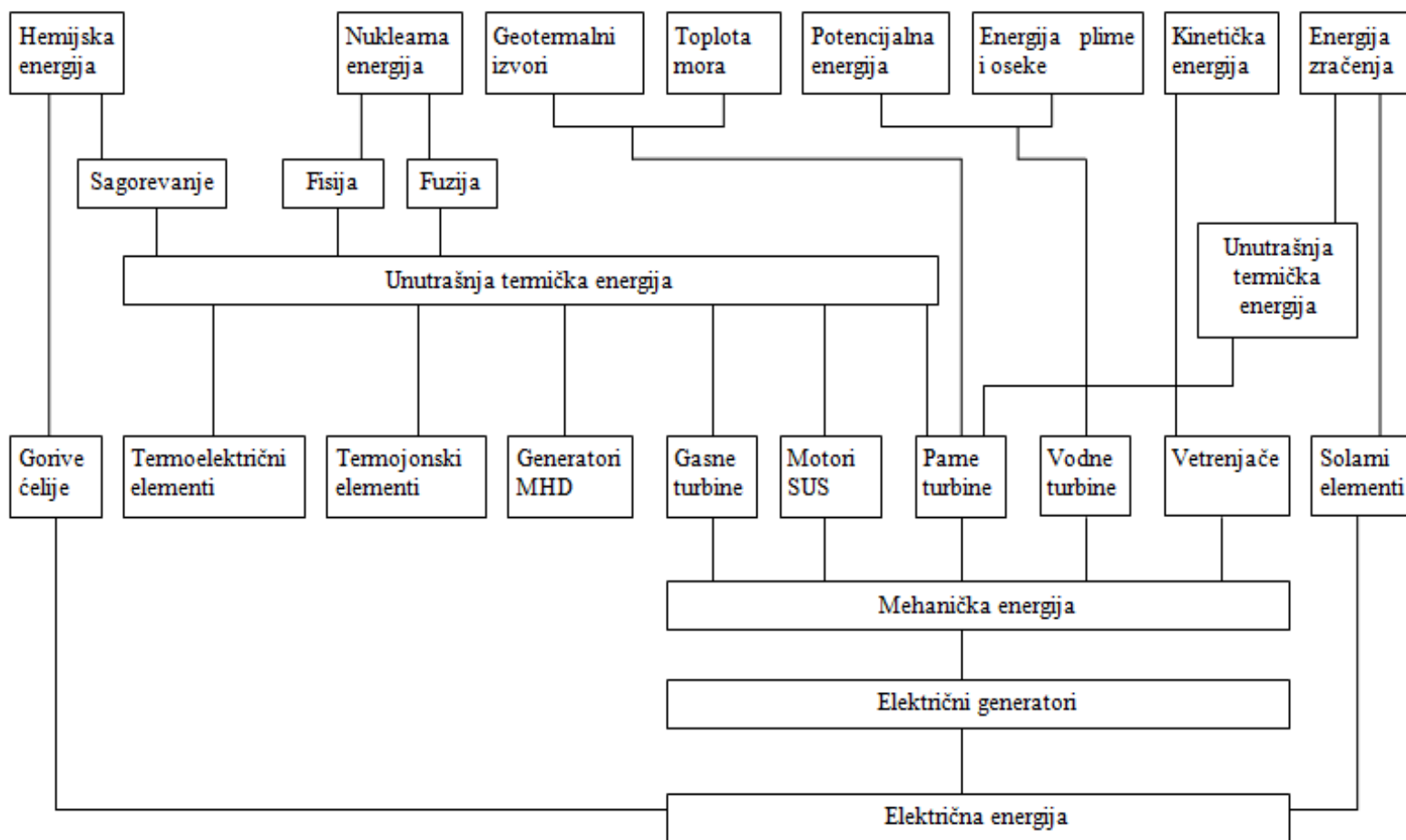
# [ Korisni oblici energije ]

- *Mehaničku energiju* ostvarujemo ili putem korišćenja električne energije (električni motori) ili sagorevanjem goriva u motorima sa unutrašnjim sagorevanjem, gasnim turbinama i motorima sa spoljnim sagorevanjem.
- Za dobijanje *hemijske energije* služi koks, električna energija ili oboje zajedno, a koristi se u redukcionim pećima koje se baziraju na hemijskim procesima. U poslednje vreme za te potrebe se umesto koksa koriste prirodni gas i ulje za loženje.
- Za snabdevanje potrošača *svetlosnom energijom* danas se koristi samo električna energija, mada su istorijski gledano značaj imali i petrolej i gradski gas.

# [ Električna energija ]

- *Električna energija* predstavlja najkvalitetniji oblik energije.
- Vrlo retko se neposredno koristi, već se obično transformiše u toplotnu, mehaničku, hemijsku ili svetlosnu energiju.
- Prednosti električne energije su sigurnost u snabdevanju, lako transformisanje, ekonomičan prenos na velike razdaljine i distribucija do krajnjih potrošača, brza raspoloživost, ekološki čisto korišćenje, jednostavno merenje potrošnje, omogućavanje razvoja automatizacije, mehanizacije i kompjuterizacije itd.
- Osnovni nedostatak električne energije je što se ona ne može akumulirati u energetske značajnim količinama, pa se u svakom trenutku mora obezbediti jednakost ukupne proizvodnje i ukupne potrošnje.
- Značajni problem predstavlja i nepovoljni uticaj proizvodnje električne energije u elektranama na životnu sredinu.

# Električna energija



**Slika 2** Moguće transformacije različitih oblika energije u električnu energiju

# [ Gorive ćelije ]

- *Gorive (gorivne) ćelije* pretvaraju hemijsku u električnu energiju, a kao gorivo koriste vodonik. U njima se na elektrodama molekuli vodonika i kiseonika pretvaraju u vodu, a kroz kolo počinje da teče električna struja. Za razliku od, na primer, motora sa unutrašnjim sagorevanjem kakvi postoje u automobilima, ovde se dobija čista i jeftina energija, a ne postoje nusprodukti kao što su izduvni gasovi. Oslobađa se samo vodena para.
- Goriva ćelija se u najprostijem obliku sastoji od dve elektrode, koje su odvojene membranom ili elektrolitom. Na anodu se dovodi gorivo, vodonik, koji oksiduje. Na katodu se dovodi oksidaciono sredstvo, kiseonik, koje se tu redukuje.

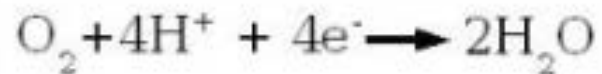
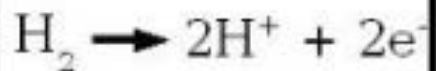
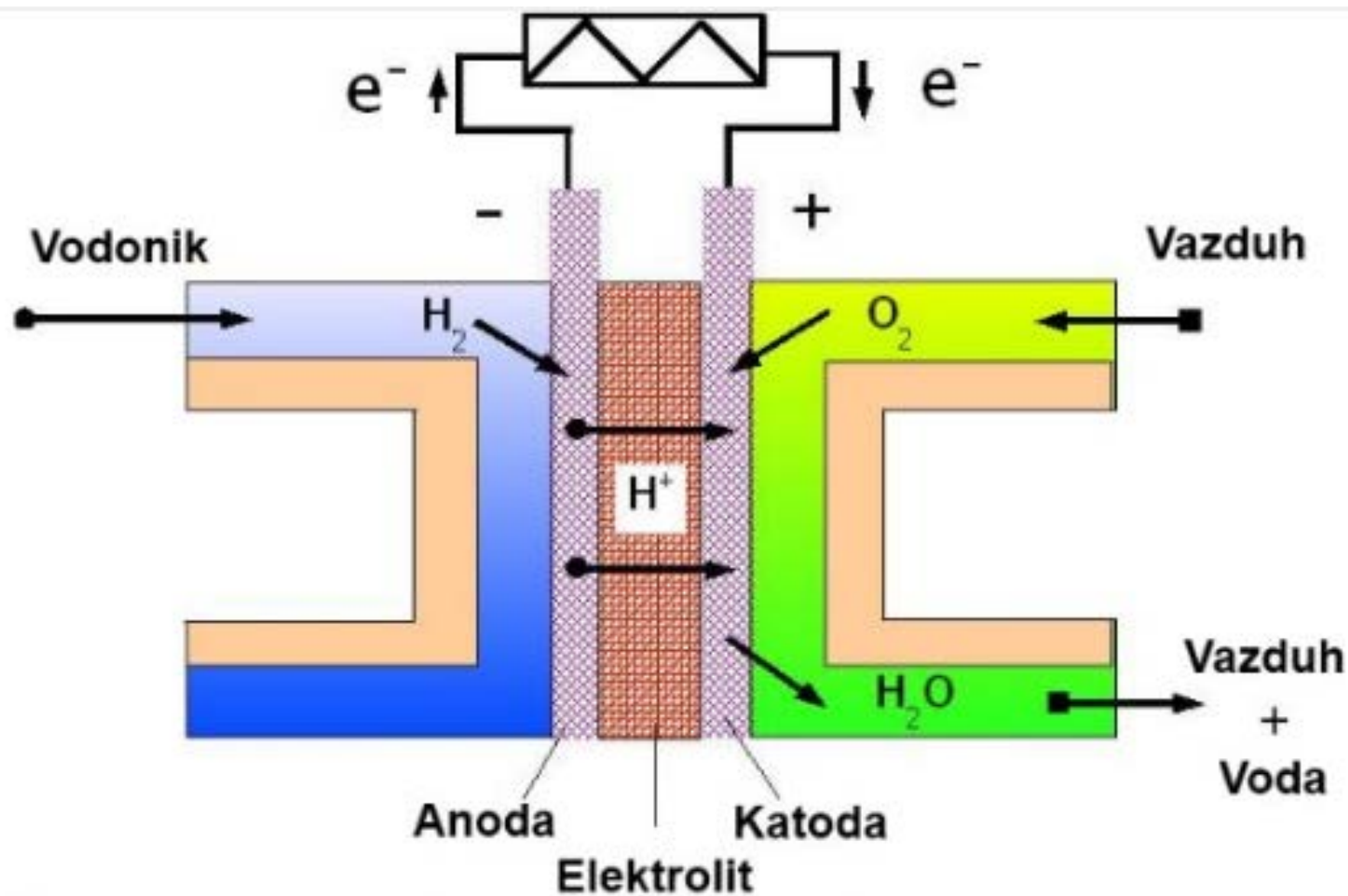


# [ Gorive ćelije ]

- Elektrode su najčešće presvučene katalizatorom kao što je, na primer, platina, koja omogućava veću efikasnost. Međutim, i ona ima svoja ograničenja jer je nestabilna i vremenom se rastvara i gomila na membrani pa ćelija gubi na efikasnosti i snazi. Najveći izazov naučnika danas je da pronađu upravo materijal koji bi poslužio kao katalizator i učinio gorivnu ćeliju drastično efikasnijom.
- Princip rada gorivnih ćelija je poznat još od 1838. godine, kad ga je otkrio nemački hemičar Kristian Fridrih Šonbajn, da bi samo nekoliko godina kasnije prvu primitivnu gorivnu ćeliju razvio velški naučnik Vilijam Robert Grouv.



# Gorive ćelije



# [ Gorive ćelije ]

- Tek u pedesetim godinama 20. veka dolazi do većeg interesovanja za ovu tehnologiju i njenog napretka.
- Prva komercijalna upotreba bila je upravo u NASA, u Projektu „Džemini“.
- Gorive ćelije danas često služe kao podrška generatorima.
- Veoma su korisne jer se mogu postaviti na udaljenim lokacijama. Smatraju se i vrlo pouzdanim.

# Magnetohidrodinamički (MHD) generator

- Za *MHD generator* ne možemo reći da je nekonvencionalan izvor energije, već pomoću njega imamo nekonvencionalno dobijanje energije, kao i kod gorivih ćelija. MHD generator toplotnu energiju izgaranja goriva ili toplotnu energiju oslobođenu u nuklearnom reaktoru direktno pretvara u električnu energiju. Prednost je što nemamo pretvaranje u unutrašnju energiju vodene pare i mehaničku energiju turbine, koji neizbežno uključuju nove gubitke i smanjuju ukupan stepen iskorišćenja procesa.
- Princip rada MHD generatora temelji se na Faradejevom zakonu elektromagnetne indukcije koji kaže da se u provodniku indukuje ems, ako se kreće u magnetnom polju bez obzira na njegovo agregatno stanje. Umesto provodnika ovde imamo jonizovane gasove-plazmu. Da bi oni bili provodni potrebne su temperature veće od 3000K. To je i osnovni problem realizacije, jer su potrebni materijali koji moraju izdržati te temperature, a uz to moraju biti i komercijalno prihvatljivi.

# [ Literatura ]

- M. Milanković, D. Perić, I. Vlajić-Naumovska, “*Osnovi elektroenergetike*”, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, Beograd, 2016.