



tradicija. znanje. odgovornost.

tradition. knowledge. responsibility.

Prof.dr.sc. Stjepan Car

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE
Tehnologije i razvoj gospodarstva

Hrvatski IEEE Odjel za elektrotehniku

FER Zagreb, 27. listopada 2009.

KONČAR
INSTITUT
za elektrotehniku



Sadržaj

- O električnoj energiji i obnovljivim izvorima
- O tehnologijama korištenja obnovljivih izvora:
 - fotonaponske elektrane
 - vjetroelektrane
 - male hidroelektrane
- O primjeni vodikove tehnologije i skladištenju energije
- O utjecaju nanotehnologije na daljnji razvoj



tradicija. znanje. odgovornost.

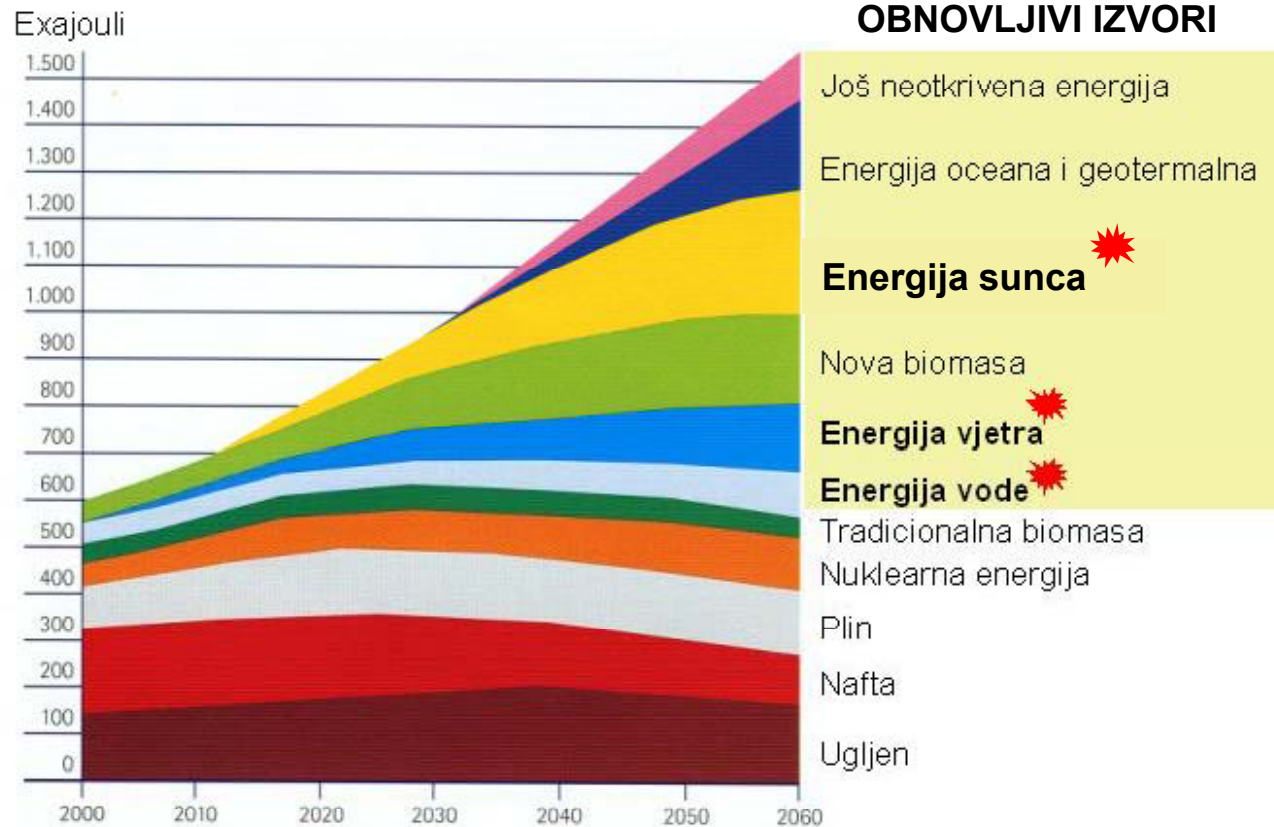
tradition. knowledge. responsibility.

O električnoj energiji i obnovljivim izvorima

KONČAR
INSTITUT
za elektrotehniku



Prognoza potrošnje energije i njeni izvori



1 Exajoul (EJ) = 10 mlrd. Gigajoula (GJ) = 2,8 mlrd. megawatsati (MWh)

Izvor: Globale Markpotenziale für Erneuerbare Energien, Shell 1999.



Edison o energiji...

“Treba znati iskoristiti prirodne sile i na taj način dobiti svu potrebnu energiju. Sunčeve zrake su oblik energije, vjetar i morske struje su također energija.

Koristimo li ih? O, ne! Palimo šume i ugljen, kao da podstanari pale ulazna vrata naše kuće za grijanje.

Živimo kao divlji doseljenici koji ne shvaćaju da ova bogatstva pripadaju svima nama.”

Thomas A. Edison, 1916.



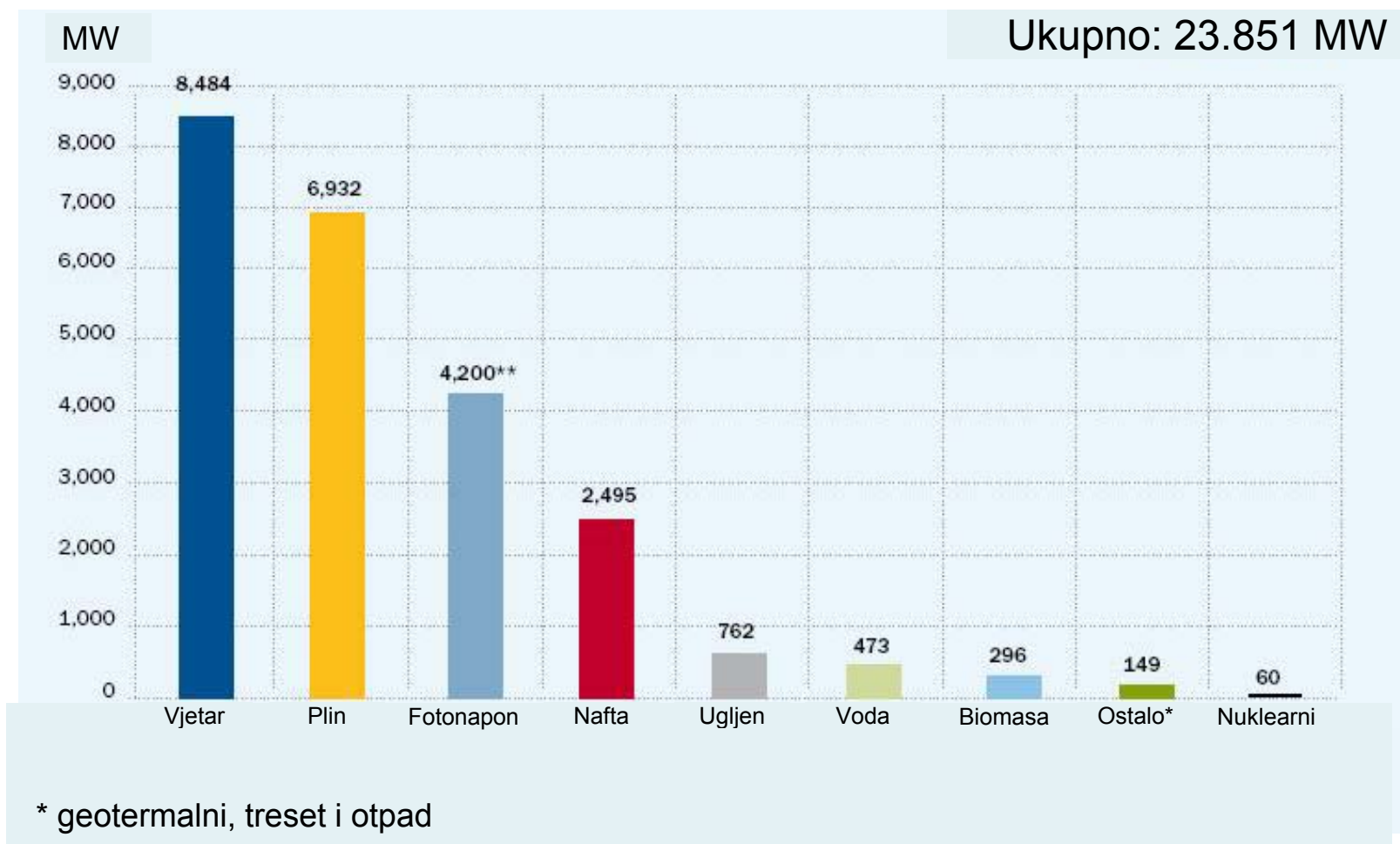
O energiji u svijetu

- Izazovi
 - veliki rast potreba za energijom
 - sigurnost opskrbe energijom
 - utjecaj na okoliš i klimatske promjene

- Prilika za industriju
 - za dva puta veću svjetsku potrošnju energije koja se očekuje 2030. potrebno je investirati oko **10.000 mlrd. €**
 - samo u korištenje energije vjetra očekuju se do 2020. investicije od **80 mlrd. €/godišnje**



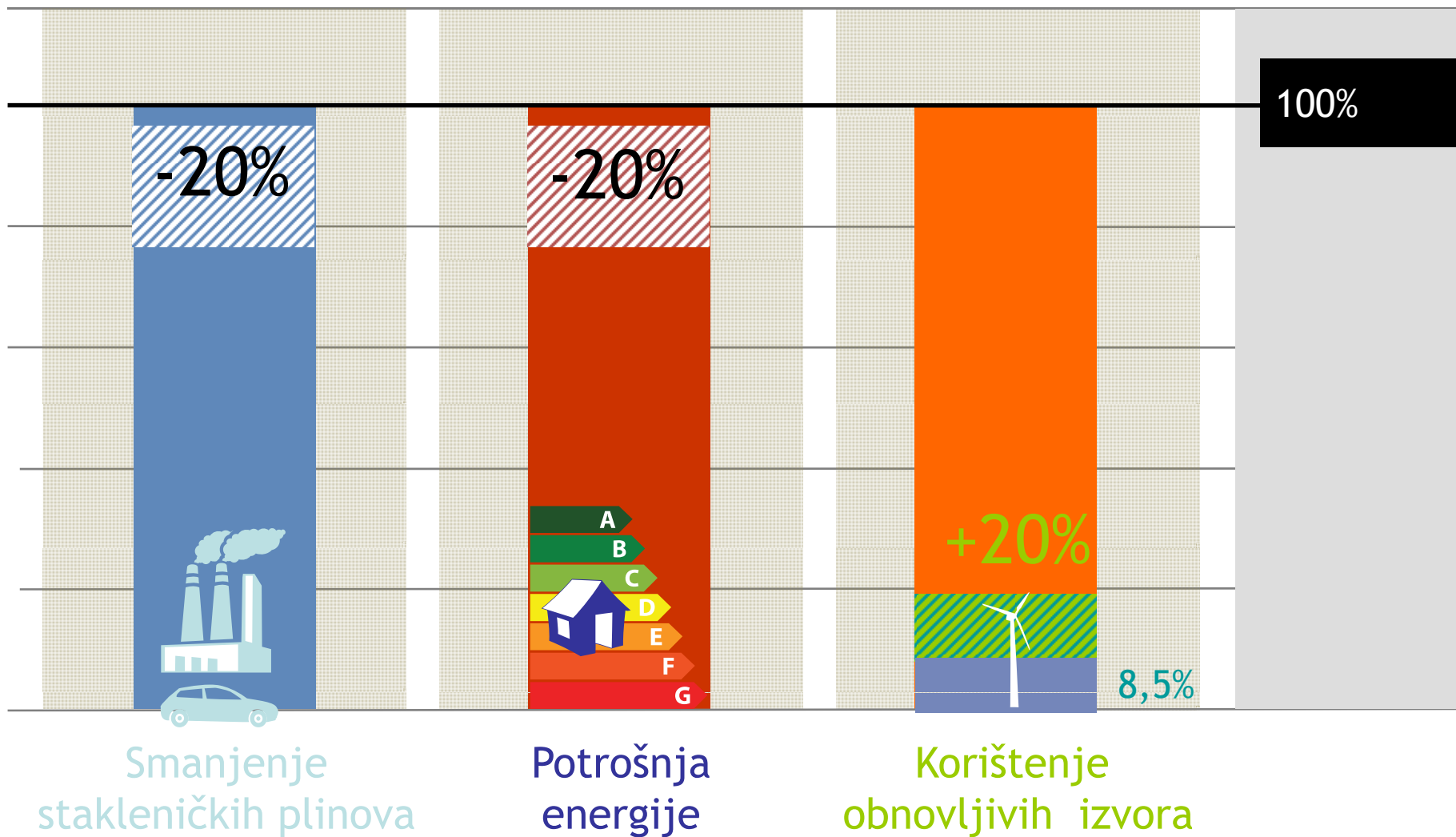
Instalirana snaga novih izvora u MW u 2008.



Izvor: EWEA, 2009.



Energetska politika EU: 20-20-20 do 2020.



Izvor: EWEC, 2009.



O obnovljivim izvorima: vjetar, sunce, biomasa,..

- Očekivanja
 - doprinos povećanju proizvodnje energije
 - doprinos povećanju sigurnosti opskrbe i
 - doprinos stabilizaciji klime ali i
 - **inovacije i na njima zasnovani gospodarski rast**
 - **nova radna mjesta**

- Obnovljivi izvori i energetska učinkovitost
 - 2007. zapošljavali su **9 mil. ljudi**
 - 2008. investirano **110 mlrd. €**
 - 2030. očekuje se **37 mil. ljudi**

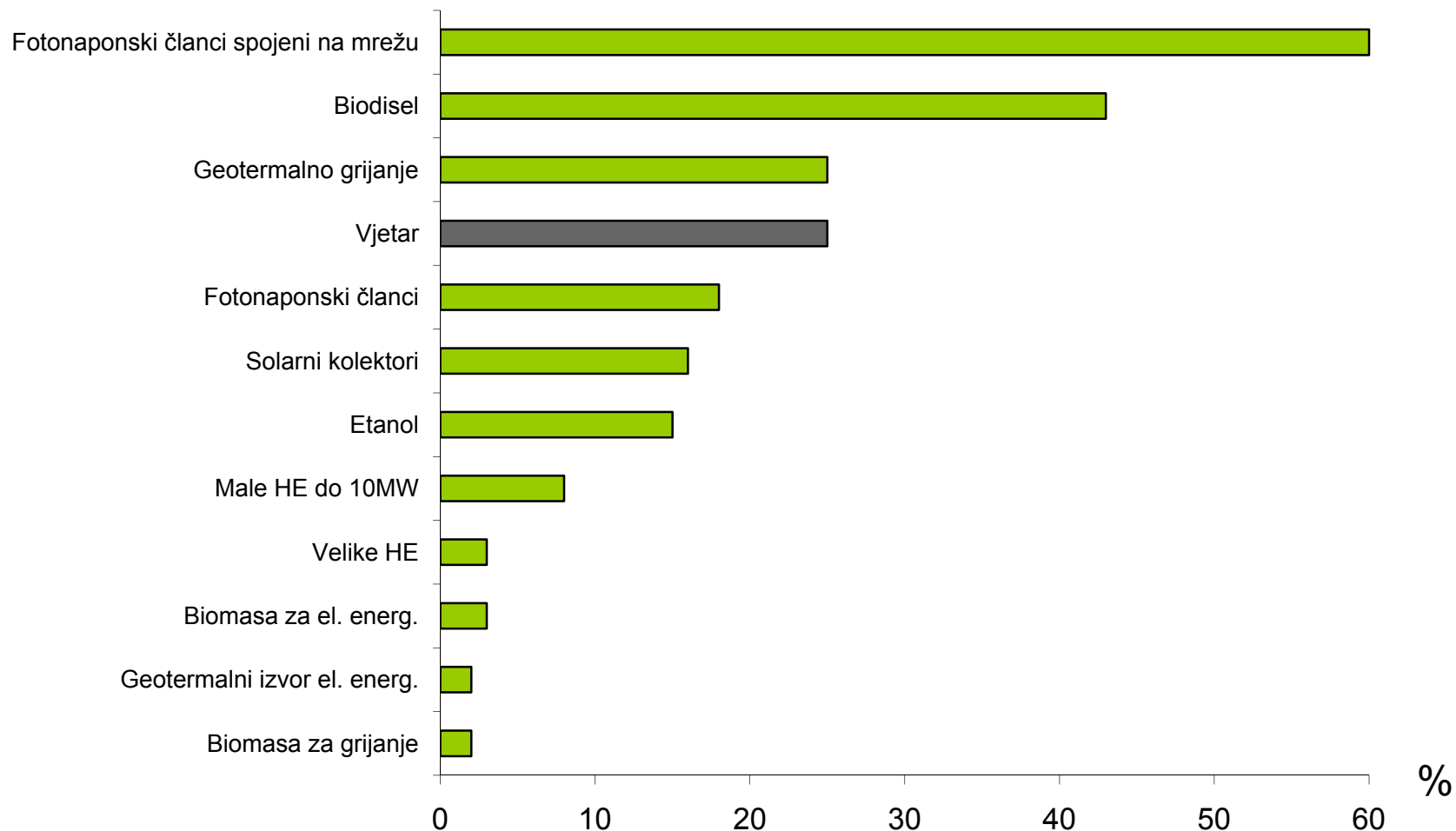
EU Direktiva 2001/77/EC



U prvoj točki preambule o promociji proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora na internom EU tržištu piše:

- Zajednica (Community) mora **razumjeti** korištenje obnovljivih izvora
- Zajednica treba promovirati obnovljive izvore kao prioritetnu mjeru **doprinosa zaštite okoliša i održivog razvoja**
- Obnovljivi izvori mogu lokalnoj zajednici donijeti **NOVA RADNA MJESTA** pozitivno djeluju na koheziju, doprinose sigurnosti opskrbe energijom i ostvarivanju Kyoto ciljeva

Prosječni godišnji porast korištenja obnovljivih izvora: 2002.-2006.



Izvor: New Energy, 2008.

Udio obnovljivih izvora u opskrbi električne energije Europske unije do 2020.

Vrsta izvora	2005. Eurostat TWh	2006. Eurostat TWh	2010. Planirano TWh	2020. Cilj TWh
Vjetar	70,5	82	176	477 (34,8%)
Voda	346,9	357,2	360	384 (28%)
Fotonapon	1,5	2,5	20	180 (13,1%)
Biomasa	80	89,9	135	250 (18,3%)
Geotermalni izvor	5,4	5,6	10	31 (2,3%)
Toplina sunca	-	-	22	43 (3,1%)
Oceani	-	-	1	5 (0,4%)
Ukupno obnovljivi	504,3	537,2	704	1.370
Ukupna proizvodnja el.energ. U EU-27	3.320,4	3.361,5	-	-
Očekivanja ukupne proizvodnje	-	-	3.568	4.078
Udio obnovljivih	15,20%	16,00%	19,70%	33,6-40,4%

Izvor: EWEA, Wd, 3/2009; European Renewable Technology Roadmap, 2008.

O planovima izgradnje elektrana s obnovljivim izvorima u Hrvatskoj do 2020. (2030.)

UKUPNO DO 2020. (ODNOSNO 2030.):

1545 MW (odnosno 2500 MW)

- **1200 MW u vjetroelektranama** (2900 MW do 2030.)
- 140 MW u elektranama na biomasu (420 MW do 2030.)
- 20 MW u geotermalnim elektranama (30 MW do 2020.)
- **45 MW u fotonaponskim elektranama** (250 MW do 2030.)
- **100 MW u malim hidroelektranama** (140 MW do 2030.)

PROCJENA UKUPNIH INVESTICIJA DO 2020. **iznosi oko 3 mlrd. € ili oko 6000 radnih mjesta. ALI GDJE?**

Izvor: Obnovljivi izvori u javnom sektoru, Zagreb, 2009.



tradicija. znanje. odgovornost.

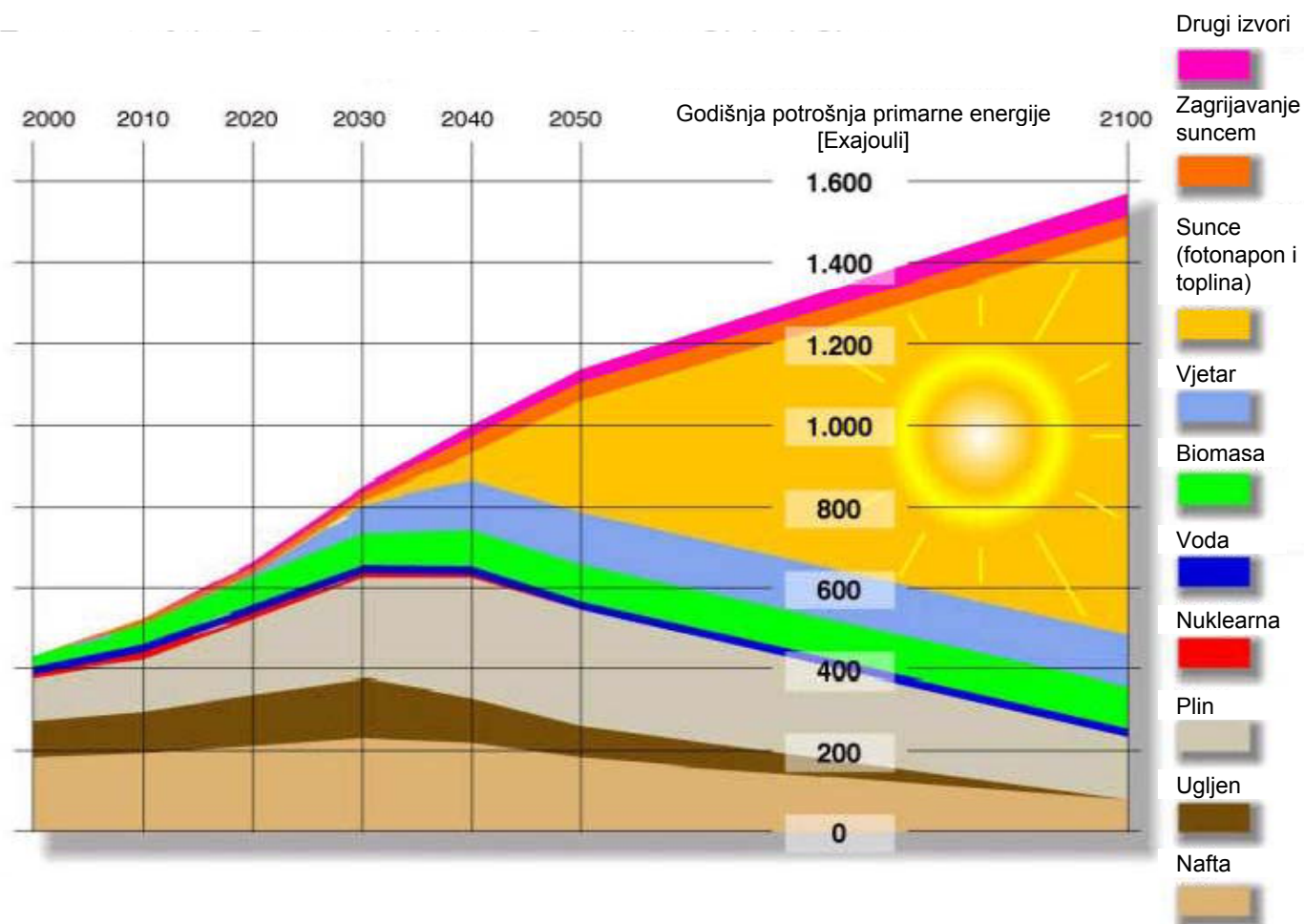
tradition. knowledge. responsibility.

O fotonaponskim elektranama

KONČAR
INSTITUT
za elektrotehniku

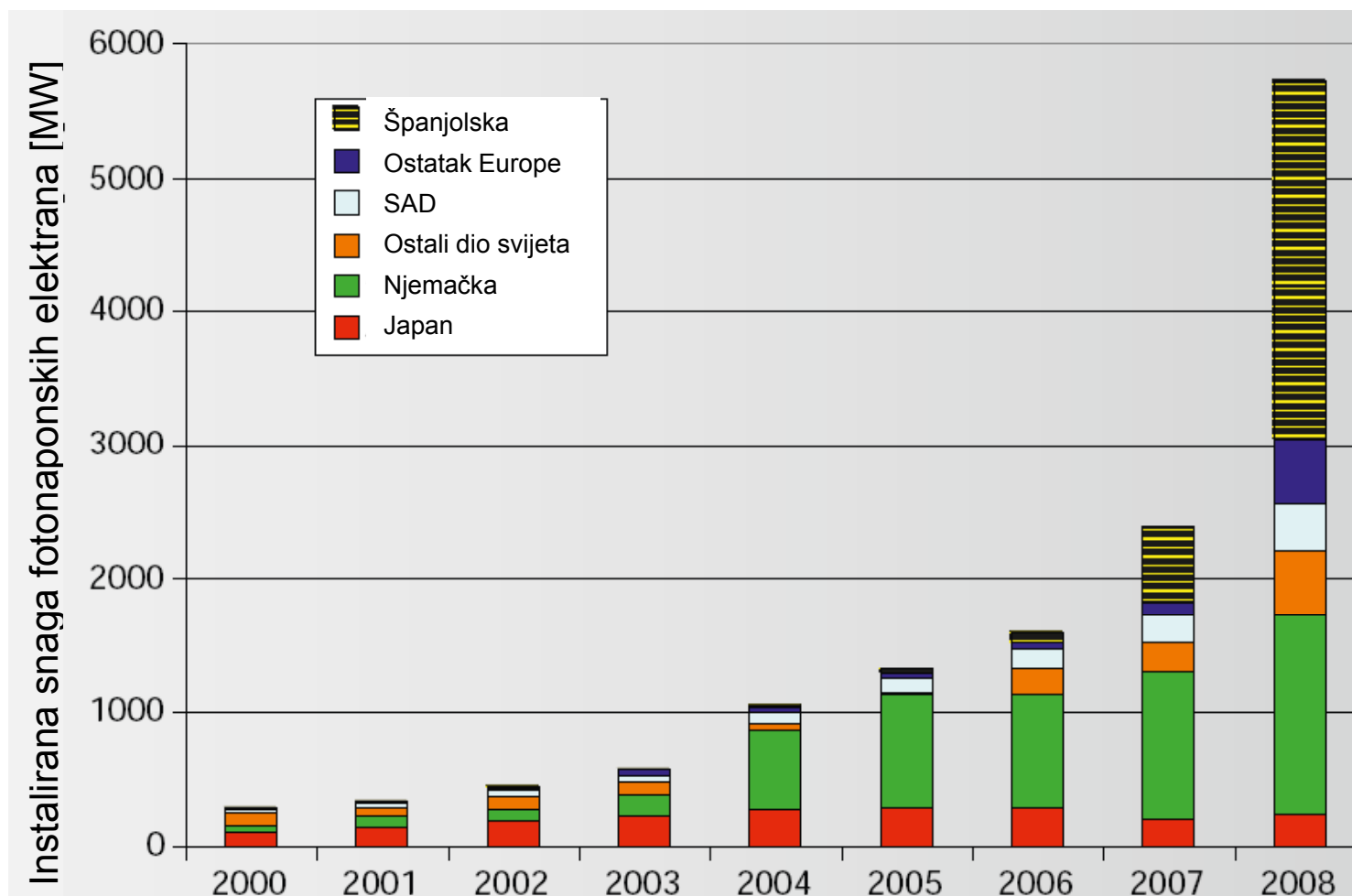


Prognoza korištenja energije i izvori do 2100.



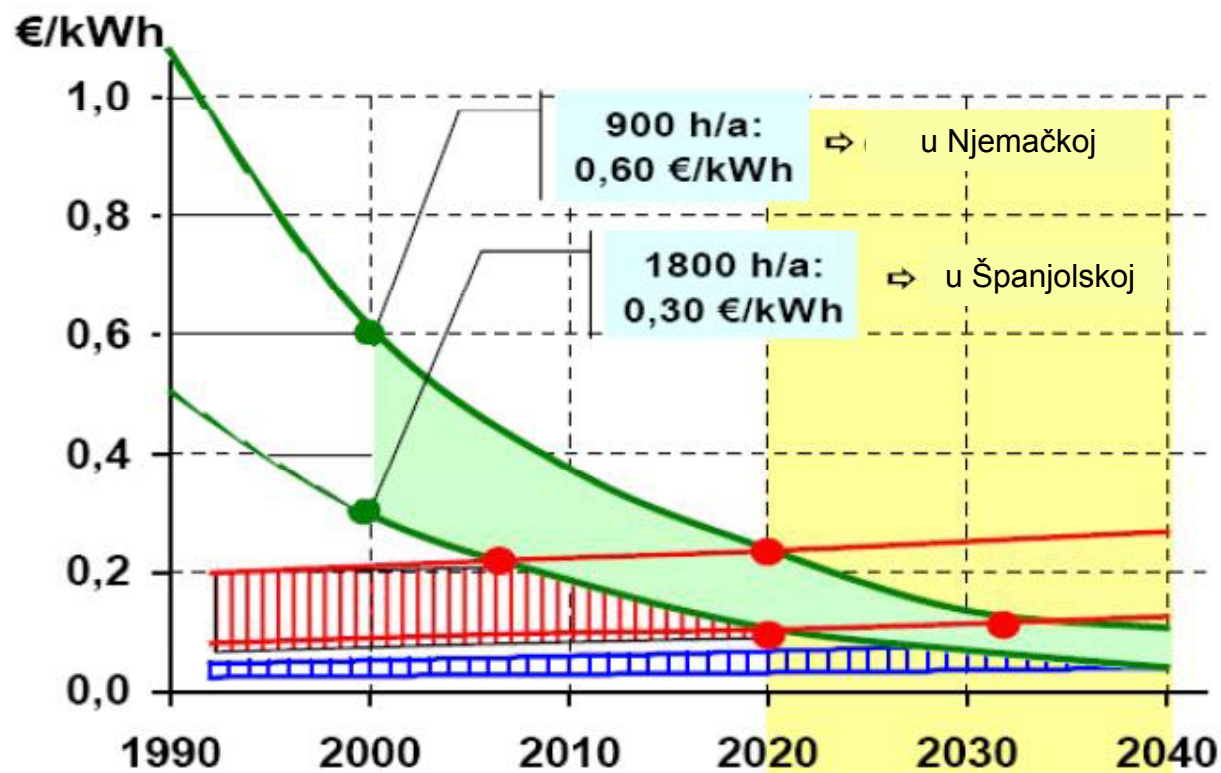
Izvor: Dr. Jochen Ackermann - Project House Functional Films & Surfaces, 2009.


Dosadašnja gradnja fotonaponskih elektrana po godinama i tržištima





Izvor: EC-JRC-PV Status Report 2009

Prognoza i usporedbe cijena energije iz fotonaponskih elektrana s cijenama vršne energije i prosječne cijene energije iz električne mreže



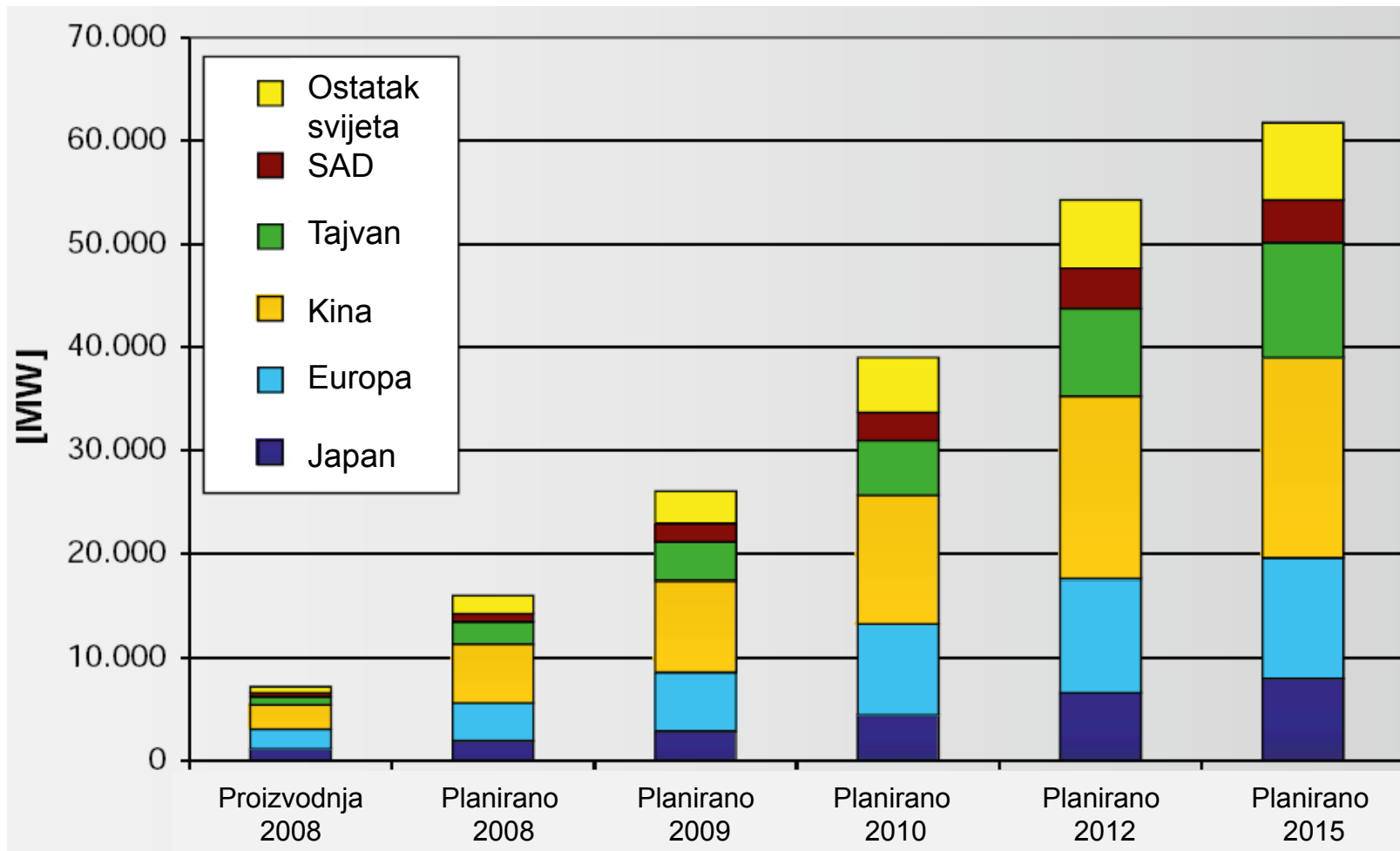
 Cijena energije iz fotonaponskih elektrana

 Cijena vršne energije iz mreže

 Prosječna cijena energije iz mreže

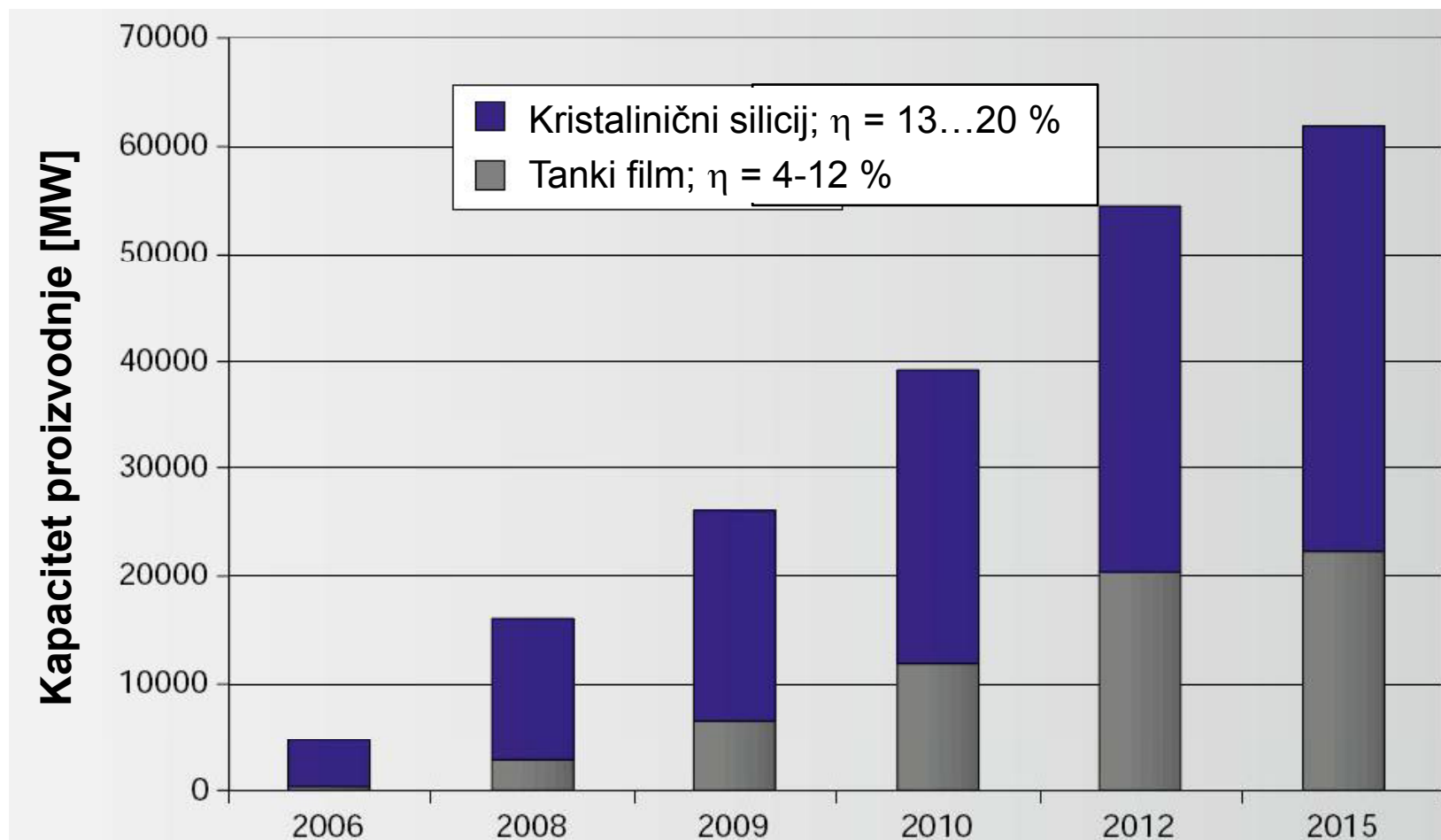
Izvor: Dr. Jochen Ackermann - Project House Functional Films & Surfaces, 2009.

Izgrađeni i planirani kapaciteti proizvodnje fotonaponskih članaka



Izvor: EC-JRC-PV Status Report 2009

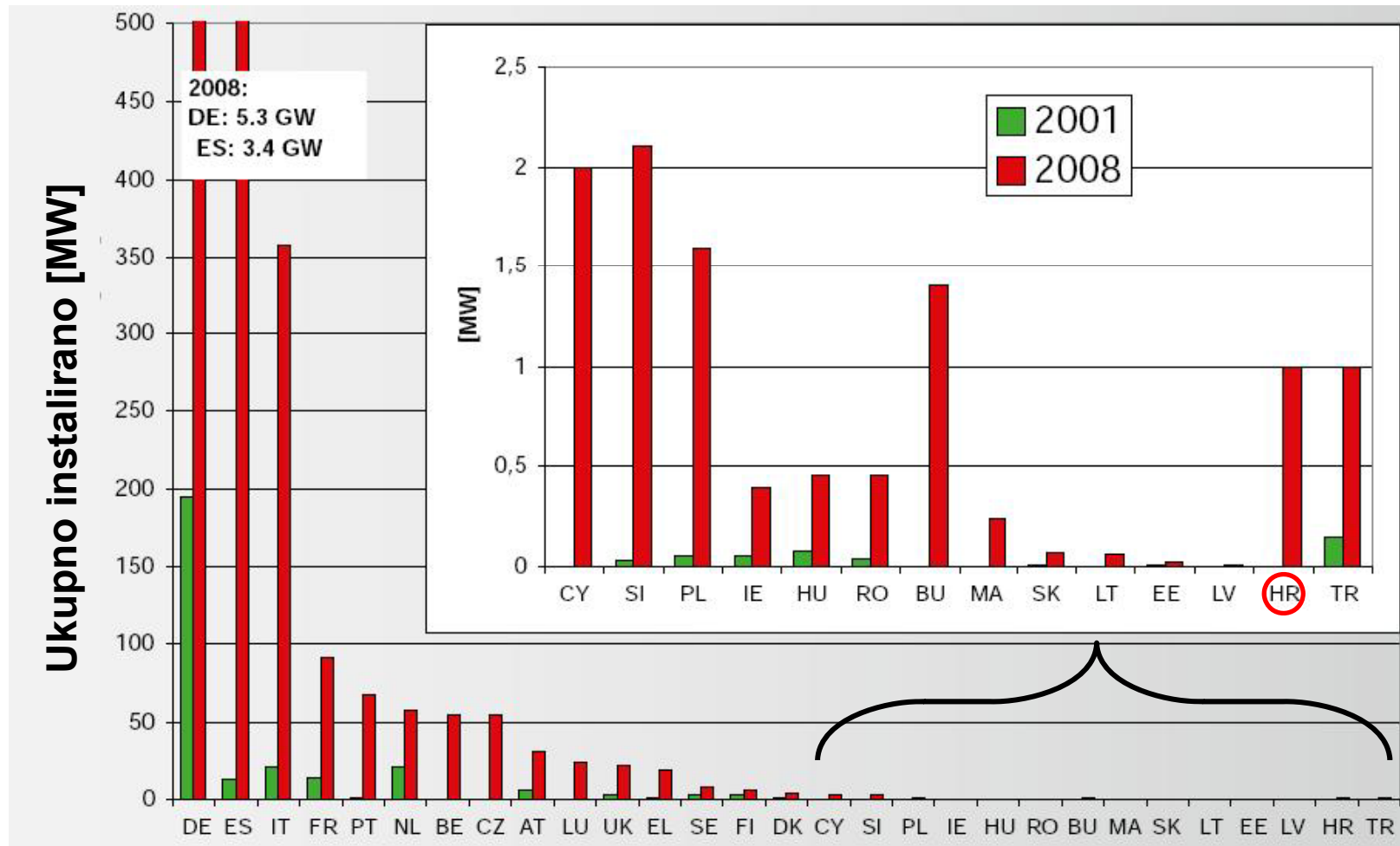
Izgrađeni i planirani kapaciteti proizvodnje foto-naponskih članaka prema osnovnim vrstama tehnologija



Izvor: EC-JRC-PV Status Report 2009



Stanje u Europi i Hrvatskoj



Izvor: EC-JRC-PV Status Report 2009



O industriji fotonaponskih članaka

- 2008. proizvedeno je 7-8 GWp
- Prosječni godišnji rast tržišta iznosi **40%**
- 2010. vrijednost poslova iznositi će preko **40 mlrd. €** i biti će zaposleno oko **1 milijun ljudi**
- 2009. u Hrvatskoj zaposleno je oko **220 ljudi** (Solaris, Novigrad; Solvis, Varaždin; Solarne ćelije, Split)



Istraživanja i razvoj tehnologija u EU

- Europska unija u razdoblju 1994.-2006. uložila je u istraživanje i razvoj fotonaponskih članaka **312 mil. €**
- Ciljevi daljnjih istraživanja:
 - **povećanje efikasnosti** pretvorbe primjenom novih tehnologija (nanotehnologija, koncentratori, termoelektrična pretvorba, ...)
 - **smanjenje cijene** koštanja
 - **uklanjanje barijera** širenju primjene
 - **bolja integracija** fotonaponskih elektrana u EE sustav
 - **skladištenje energije**

Eksperimentalna fotonaponska elektrana u KONČAR – Institut za elektrotehniku d.d.

Fotonaponski moduli
(nepokretni, pokretni u 1 osi, pokretni u 2 osi)



Pretvarači i upravljanje
postrojenjem





tradicija. znanje. odgovornost.

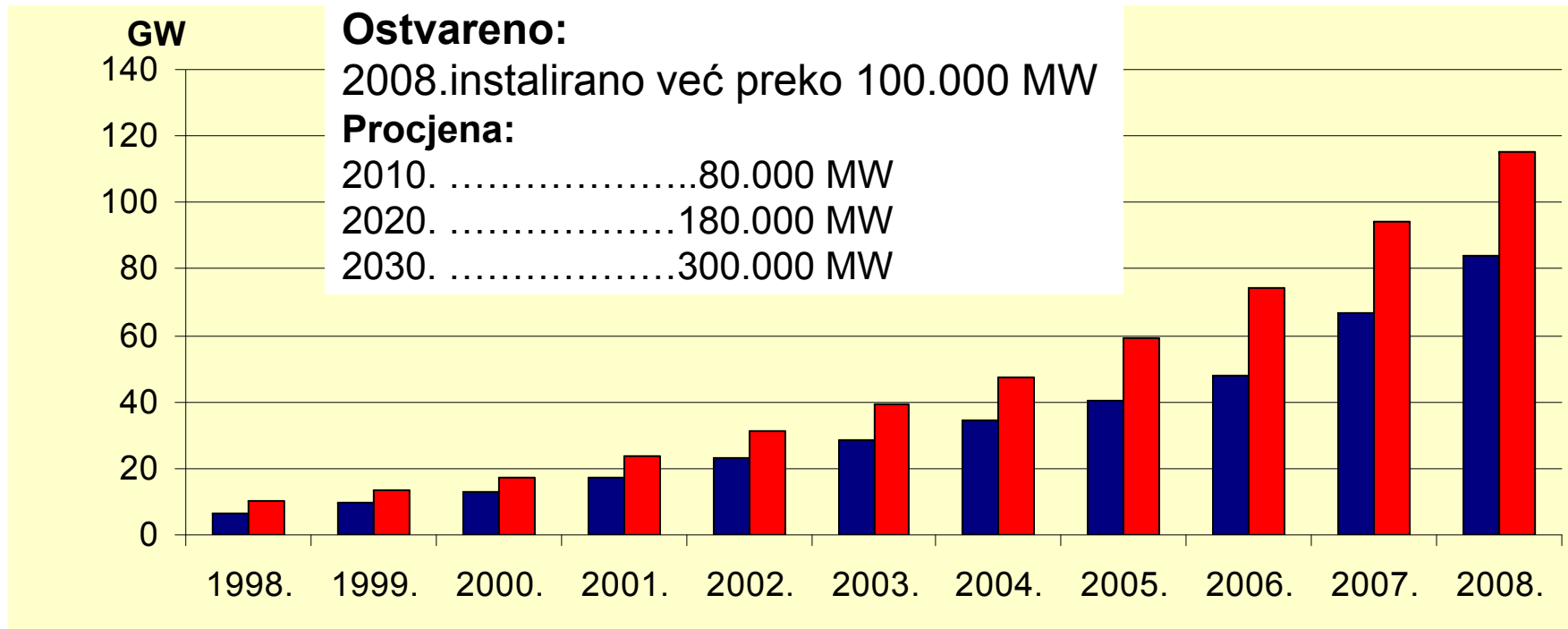
tradition. knowledge. responsibility.

O vjetroelektranama

KONČAR
INSTITUT
za elektrotehniku



Instalirana snaga vjetroagregata



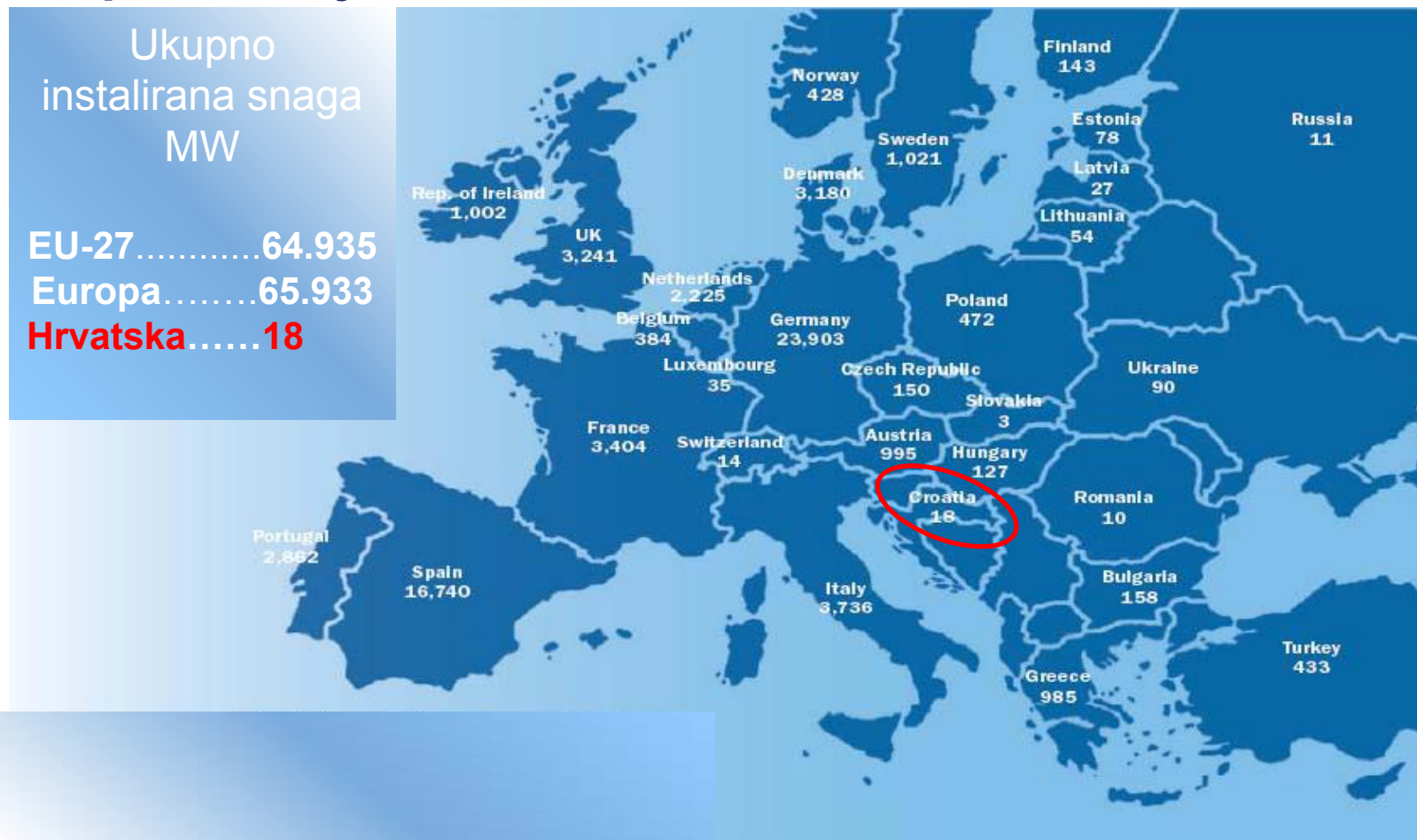
Izvor: EWEA, GWEC

Prosječna godišnja
stopa rasta

■ Europa
1996.-2001. 37,6%
2001.-2006. 22,6%

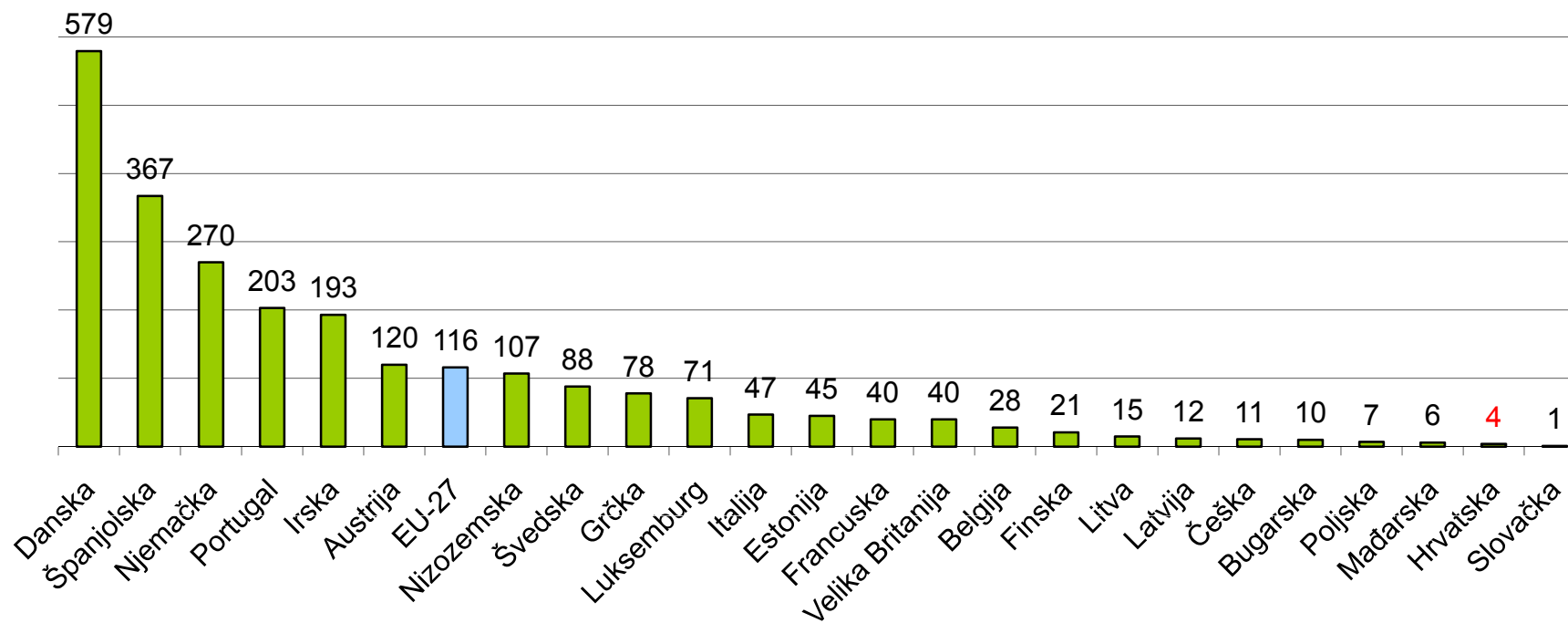
■ Svijet
1996.-2001. 31,4%
2001.-2006. 25,4%

Instalirana snaga vjetroagregata u pojedinim zemljama Europe na kraju 2008.



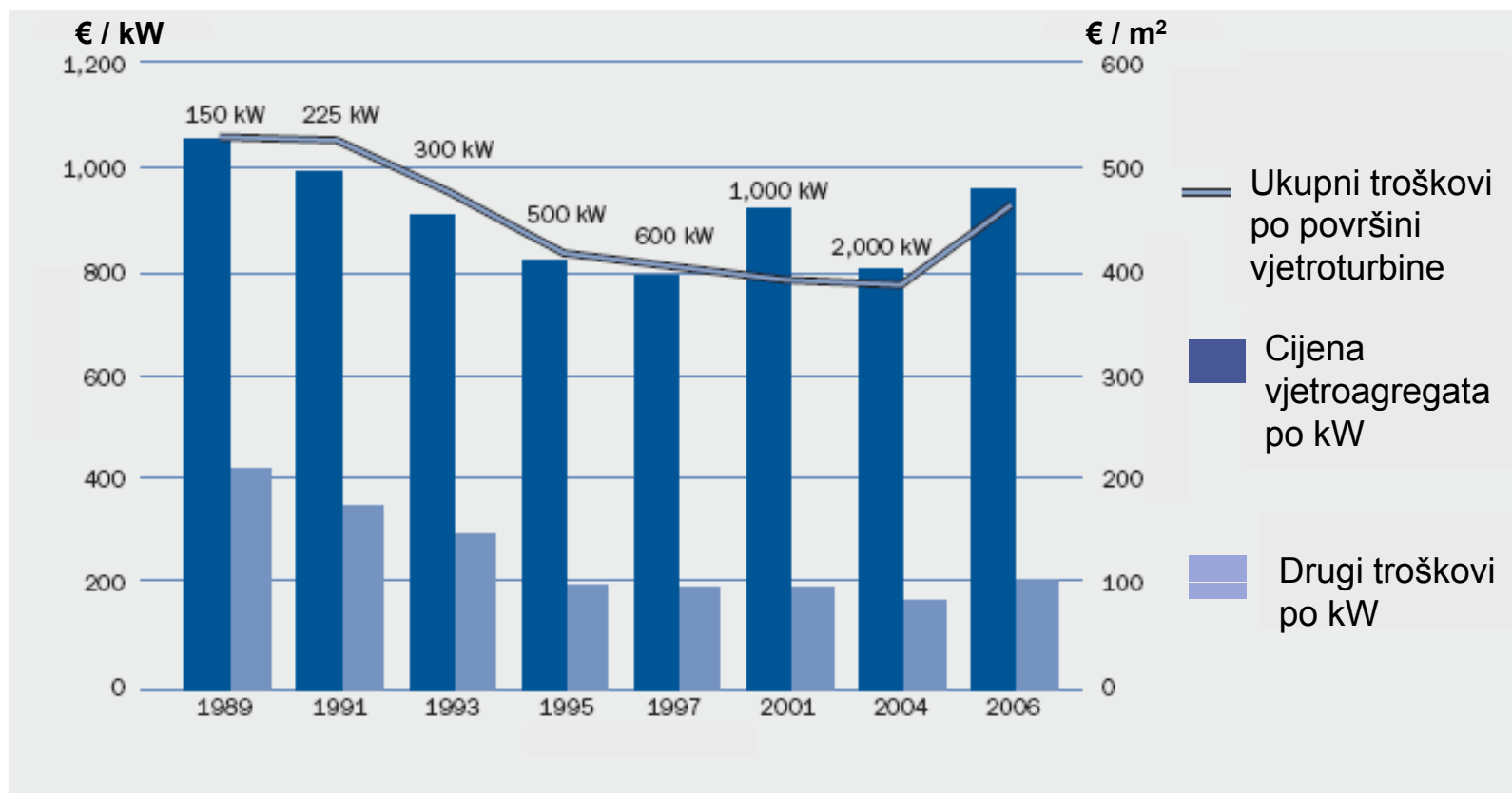
Izvor: EWEA, Wd, 3/2009

Instalirana snaga vjetroelektrana – kW / 1.000 ljudi na kraju 2007.



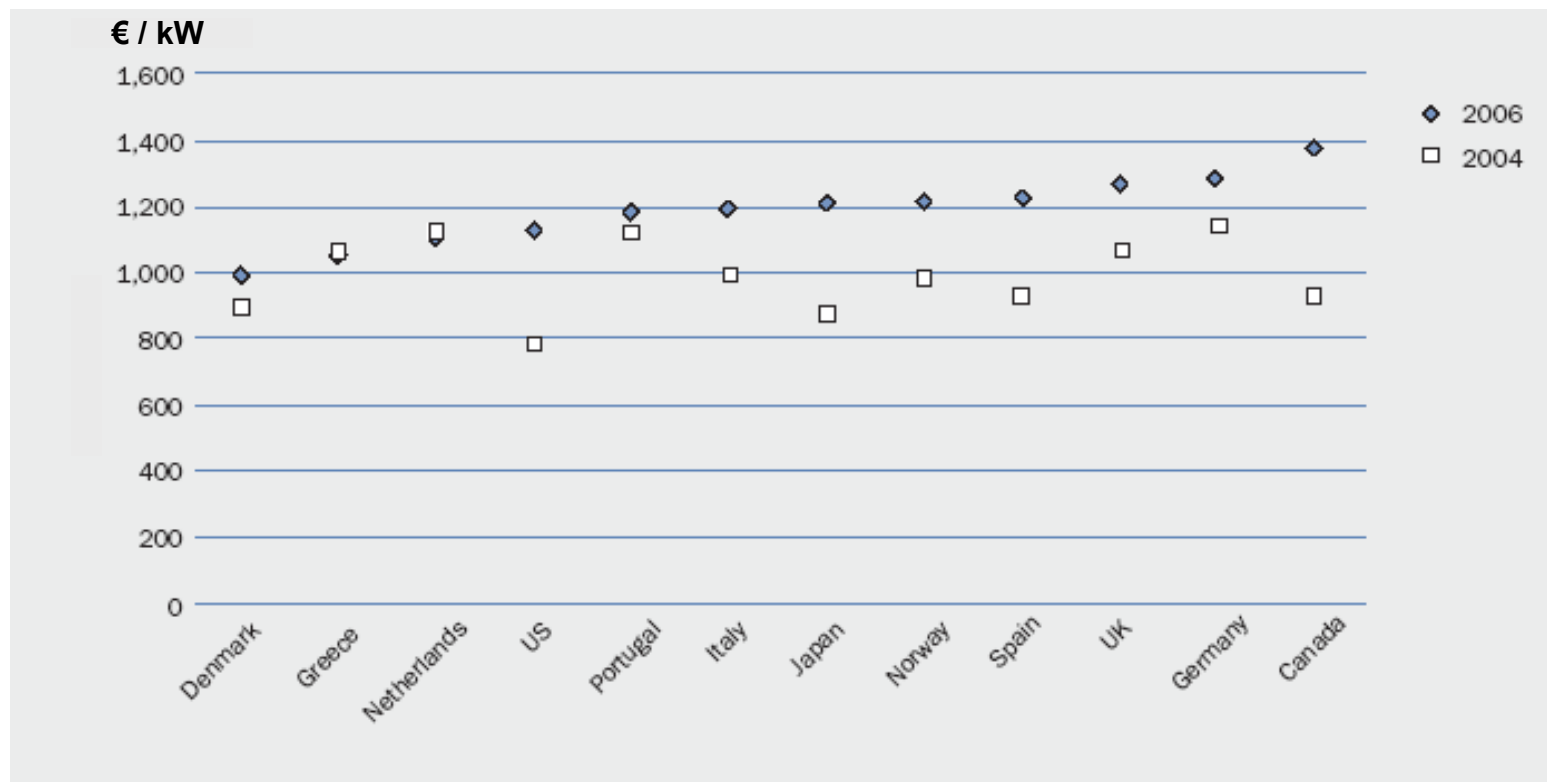
Izvor: Wind Energy Scenarios up to 2030, EWEA, 2008.

Kretanje specifičnih troškova izgradnje vjetroagregata 1999.-2005.



Izvor: The Economics of Wind Energy, EWEA, 2008.

Kretanje cijena vjetroagregata 2004.-2006. ovisno o zemlji



Izvor: The Economics of Wind Energy, EWEA, 2008.

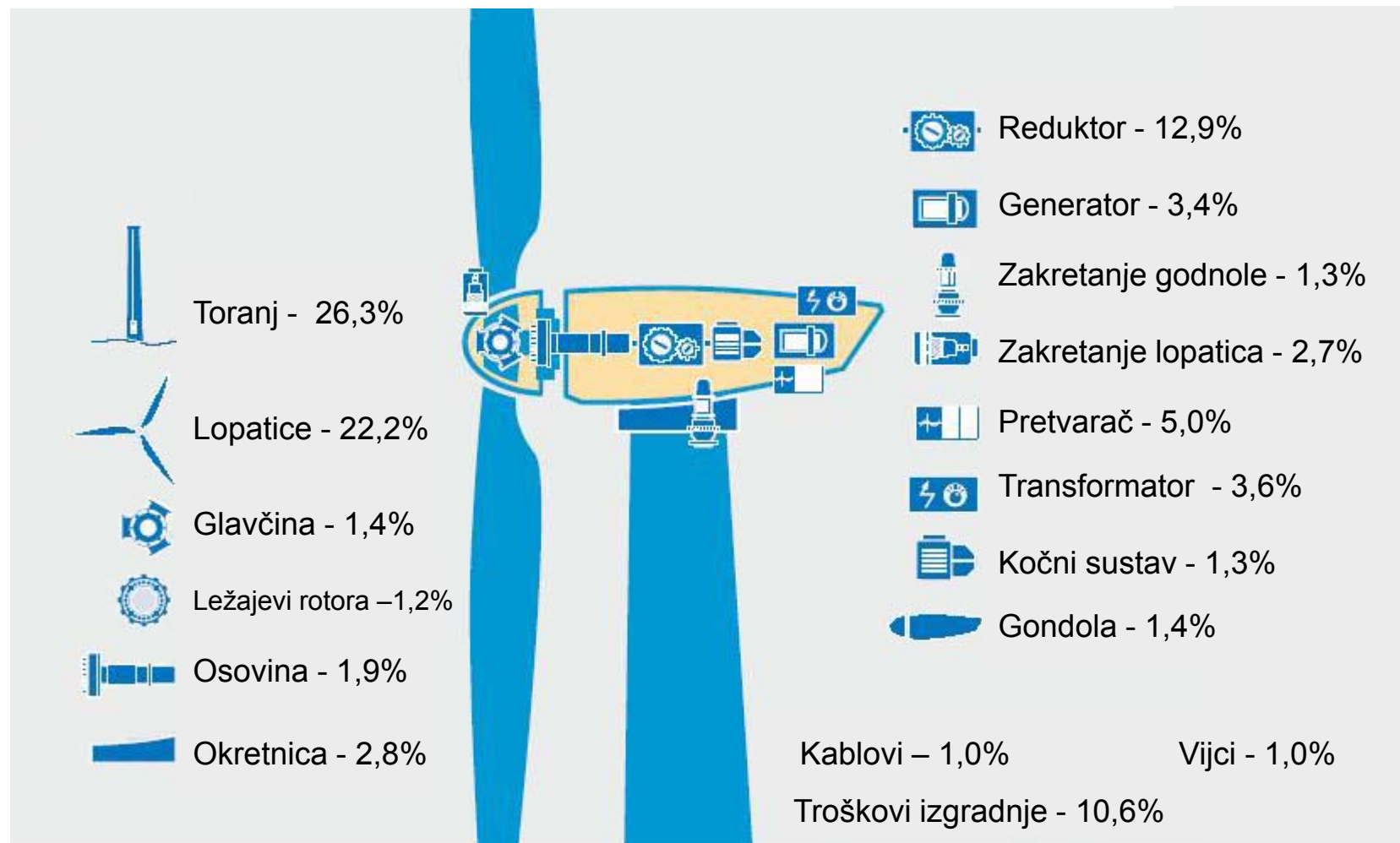
Struktura troškova izgradnje tipičnog vjetroagregata snage 2 MW u EU 2006.

	Investicije (1.000 € / MW)	Udio u ukupnim troškovima (%)
Vjetroagregat (ex tvornica)	928	75,6
Spoj na mrežu	109	8,9
Osnivanje	80	6,5
Najam zemljišta	48	3,9
Električne instalacije	18	1,5
Konzalting	15	1,2
Troškovi financiranja	15	1,2
Izgradnja prilaznog puta	11	0,9
Sustavi upravljanja	4	0,3
UKUPNO:	1.227	100

Napomena: Učešće troškova manjih vjetroagregata iznosi 68-84%, većih 76-90%

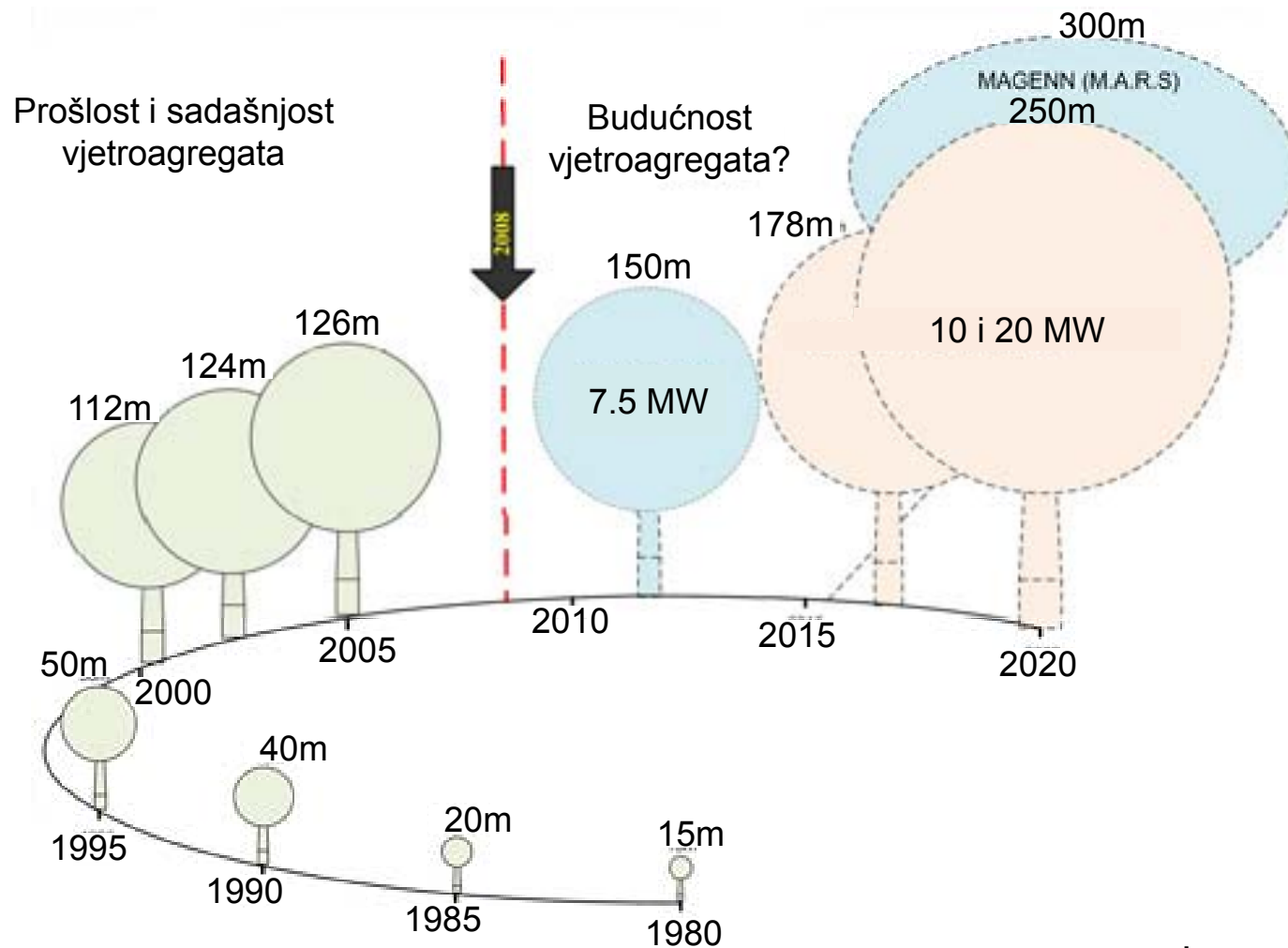
Izvor: The Economics of Wind Energy, EWEA, 2008.

Struktura troškova izgradnje vjetroagregata snage 5MW 2006. u EU



Izvor: The economics of wind energy, EWEA, 2008.

Povijesni razvoj veličine vjetroagregata i predviđanja daljnjeg razvoja



Izvor: EWEA, 2008.



Prvi hrvatski vjetroagregat



- Početak primijenjenog istraživanja i razvoja: 2002.
- Pušten u rad na Pometenom brdu: 2008.
- Više od 75% domaći proizvod
- U izgradnju uključeno je:
 - 19 tvrtki, od toga
 - 10 tvrtki izvan Grupe KONČAR

Vjetroagregat KO-VA 57/1 (2/4)



- Sinkroni generator vjetroagregata u konstrukciji, izvedbi i montaži

Osnovni tehnički podaci:

Nazivna snaga: 1000 kW

Nazivna brzina: 29 min⁻¹

Nazivni napon: 3~690V pri 14,5Hz

Masa: 27 t





Vjetroagregat KO-VA 57/1 (3/4)

- Montaža i ispitivanje vjetroagregata u proizvodnoj hali



Broj direktnih radnih mjesta vezanih uz korištenje energije vjetra 2007. u EU



Austrija	700	Irska	1.500
Belgija	2.000	Italija	2.500
Bugarska	100	Nizozemska	2.000
Češka	100	Poljska	800
Danska	23.500	Portugal	800
Finska	800	Španjolska	20.500
Francuska	7.000	Švedska	2.000
Njemačka	38.000	Velika Britanija	4.000
Grčka	1.800	Ostatak Europe	400
Mađarska	100	UKUPNO	108.600

Hrvatska ~50

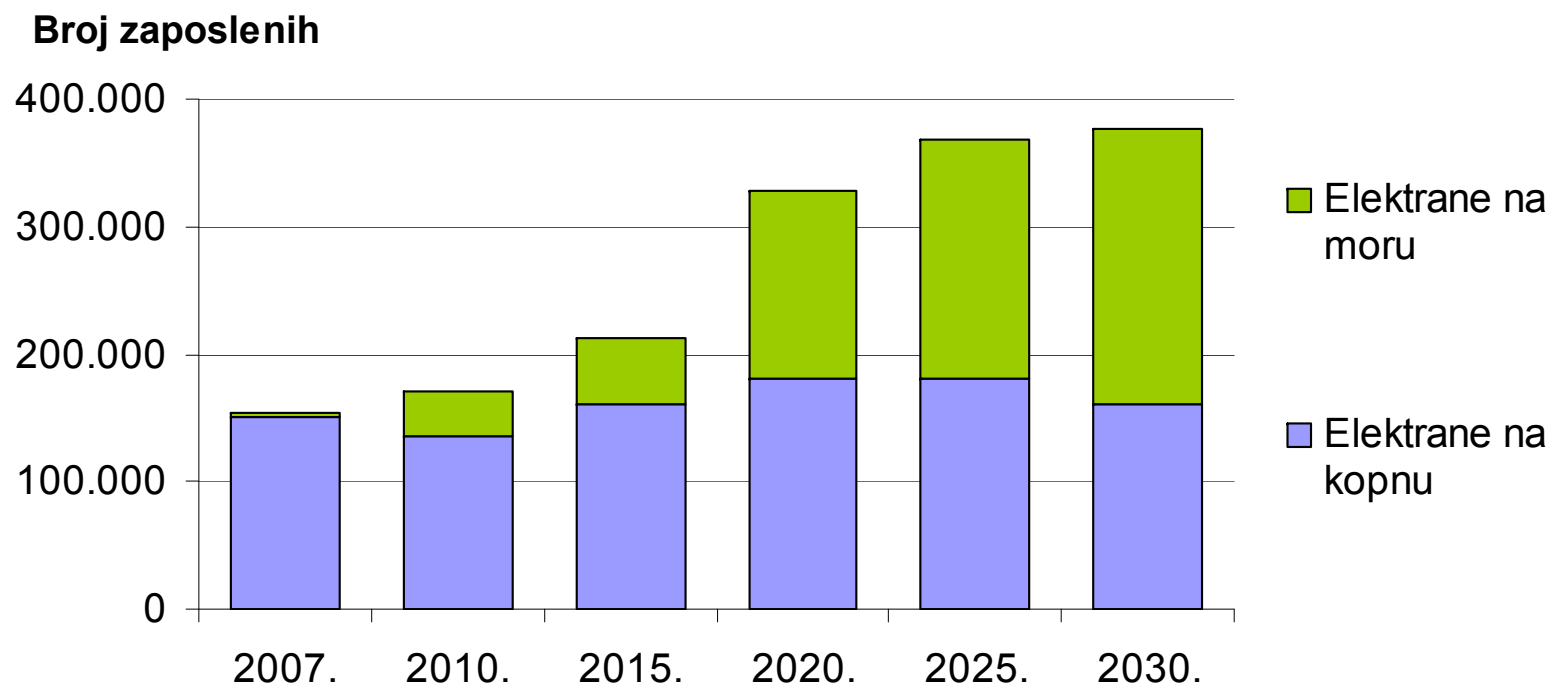
Izvor: Wind at work, EWEA, 2008.

Stanje zaposlenosti 2007. u EU na području korištenja energije vjetra prema vrsti proizvoda ili usluge

	Udio u zapošljavanju	Direktna radna mjesta	Indirektna radna mjesta	UKUPNO
Izrada vjetroagregata	37 %	40.182,0	42.716,0	
Izrada komponenata	22 %	23.892,0		
Mjerenje, priprema i projektiranje vjetroelektrana	16 %	17.376,0		
Montaža, rad i održavanje	11 %	11.946,0		
Elektroenergetski sustav	9 %	9.774,0		
Konzalting	3%	3.258,0		
Istraživanje i razvoj	1 %	1.086,0		
Financije	0,3 %	325,8		
Ostalo	0,7 %	760,2		
UKUPNO	100 %	108.600,0	42.716,0	151.316,0

Izvor: Wind at work, EWEA, 2008.

Procjena zaposlenosti u EU u periodu 2007.– 2030. na području korištenja energije vjetra



Izvor: Wind at work, EWEA, 2008.



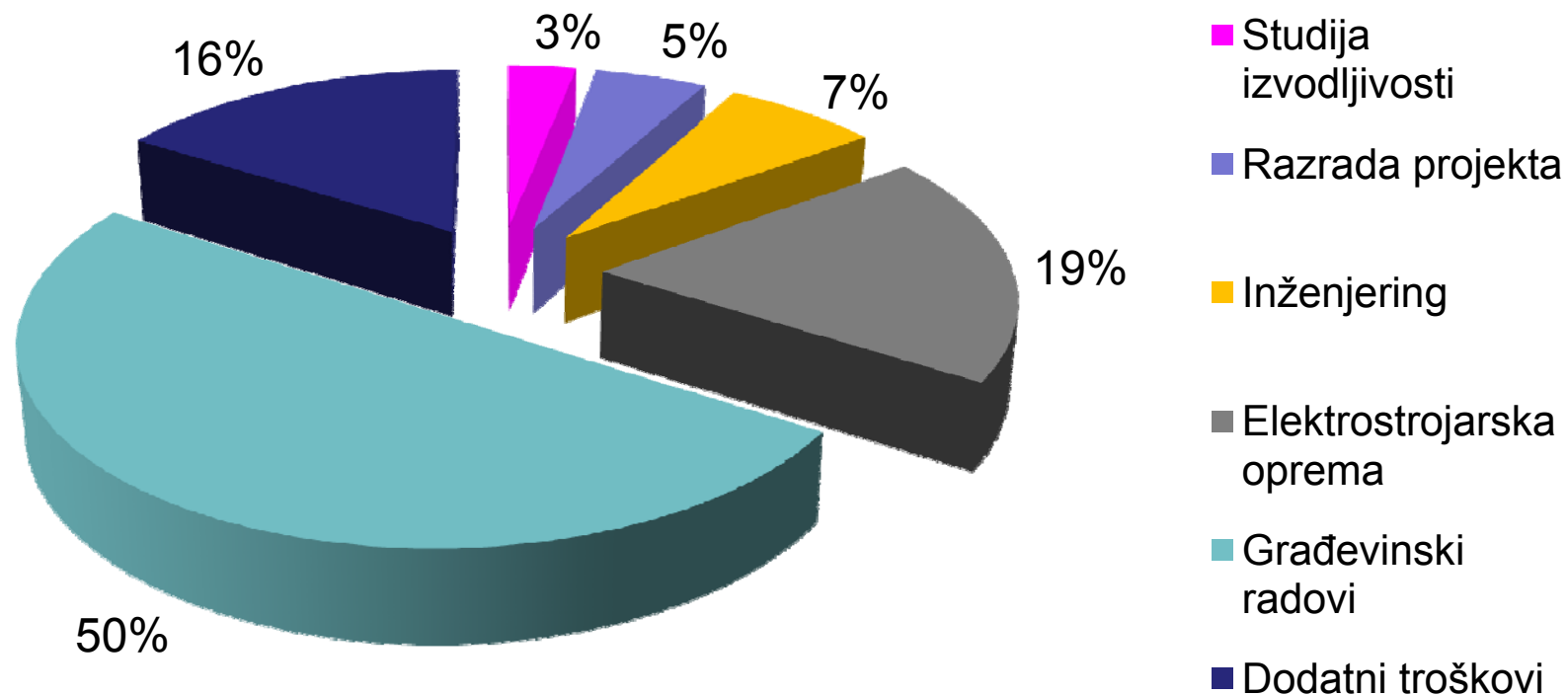
tradicija. znanje. odgovornost.

tradition. knowledge. responsibility.

O malim hidroelektranama

KONČAR
INSTITUT
za elektrotehniku

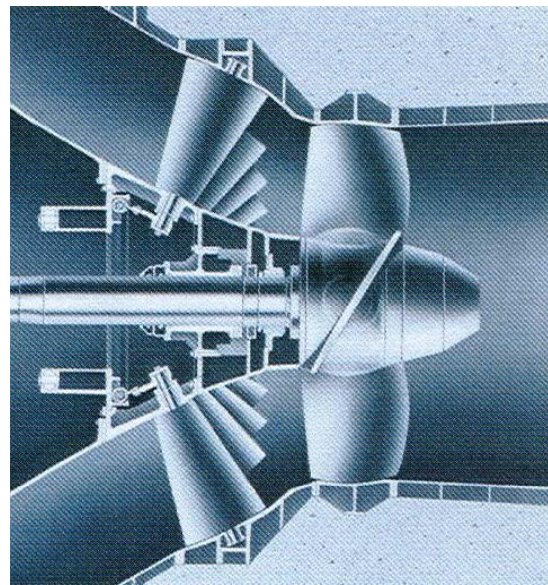
Prosječni troškovi izgradnje malih hidroelektrana (snage ≤ 10 MW)



Vrste turbina

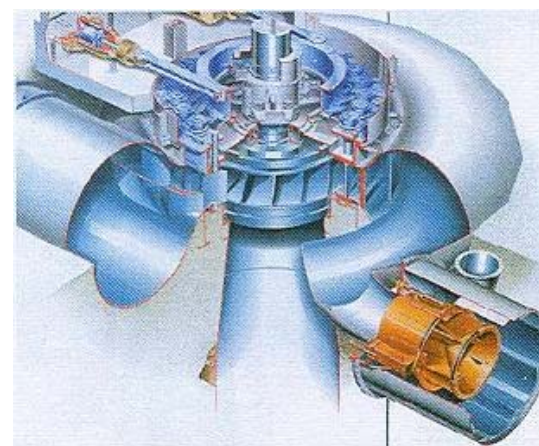
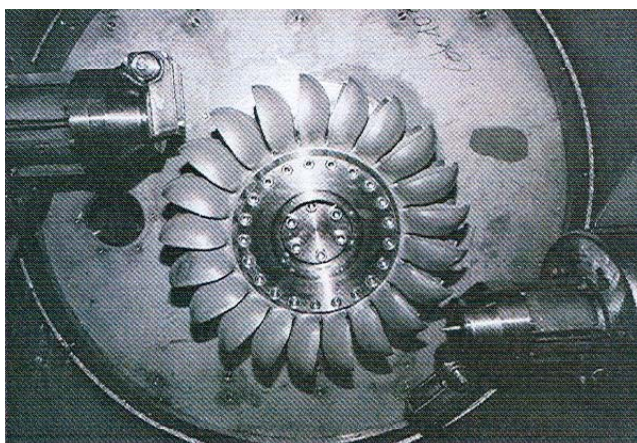


Kaplan
turbina



Potopna ili
cijevna
turbina
(podvrsta
Kaplan
turbine)

Pelton
turbina

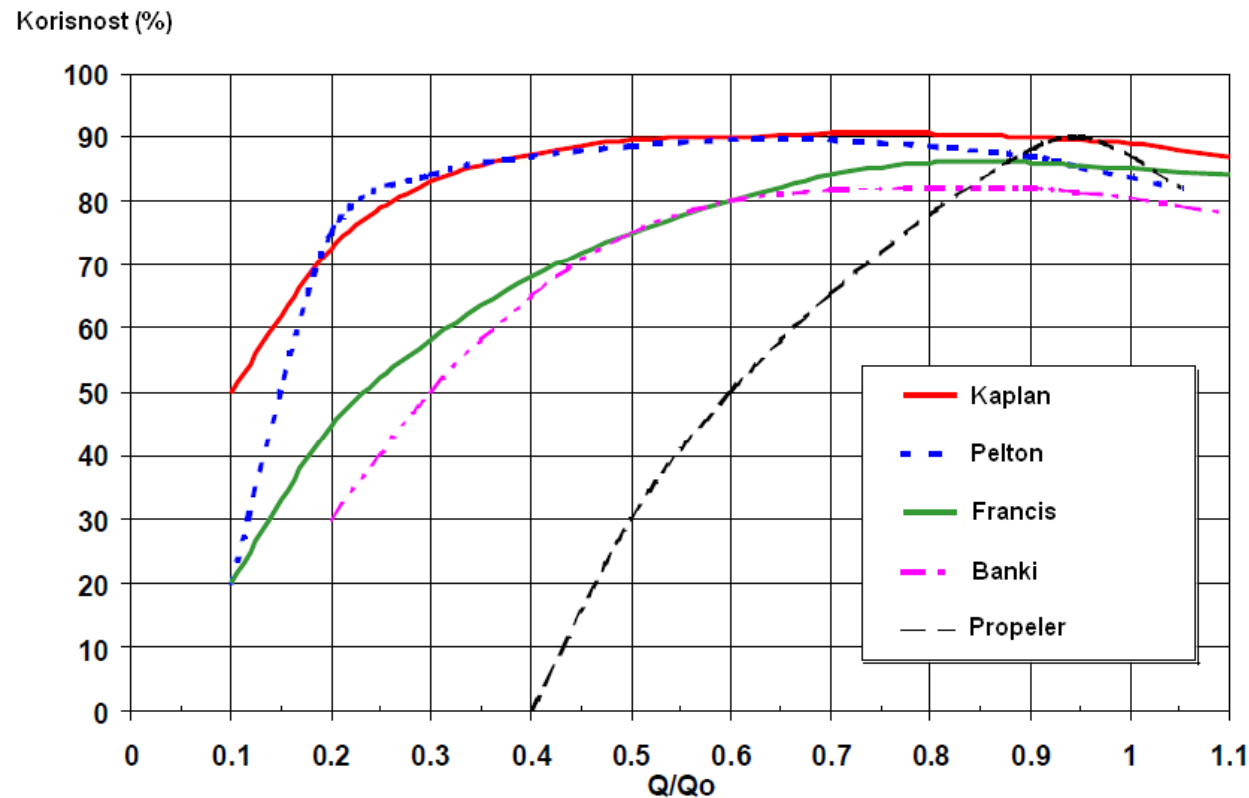


Francis
turbina

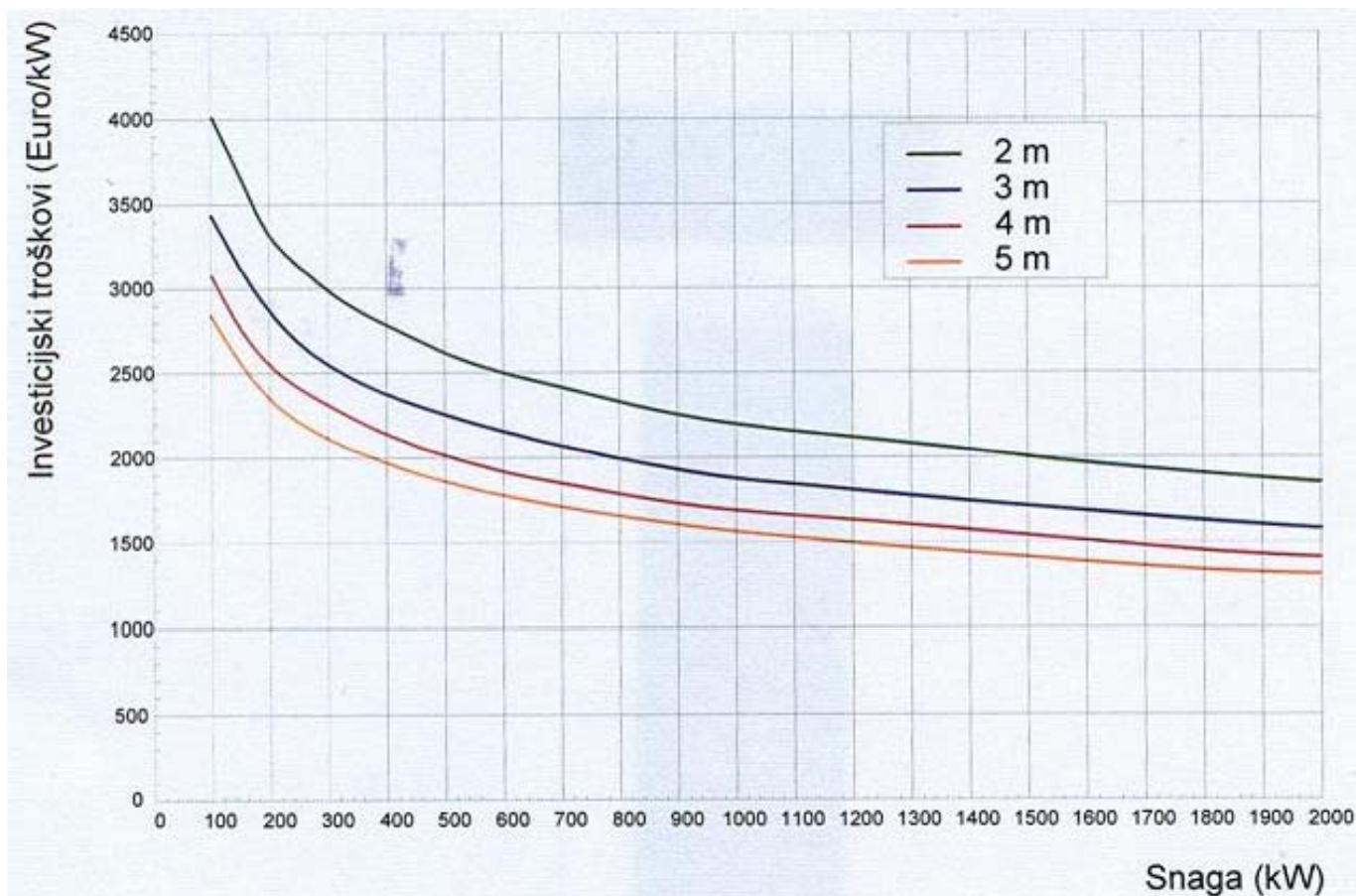


Izbor tipa turbine

Važno je odabrati turbinu jednostavne izvedbe i regulacije, s visokim stupnjem djelovanja u širokom rasponu protoka te brzine vrtnje koja odgovara standardnoj brzini vrtnje generatora



Specifični investicijski troškovi ovisno o snazi elektrane i pada vode



Analiza utjecaja na okoliš



- Povoljan utjecaj na okoliš
 - Doprinose smanjenju emisiju stakleničkih plinova u atmosferu
 - Regulacija vodenog toka i prevencija od poplava
 - Čišćenje vodotoka
 - Turistička i rekreacijska namjena



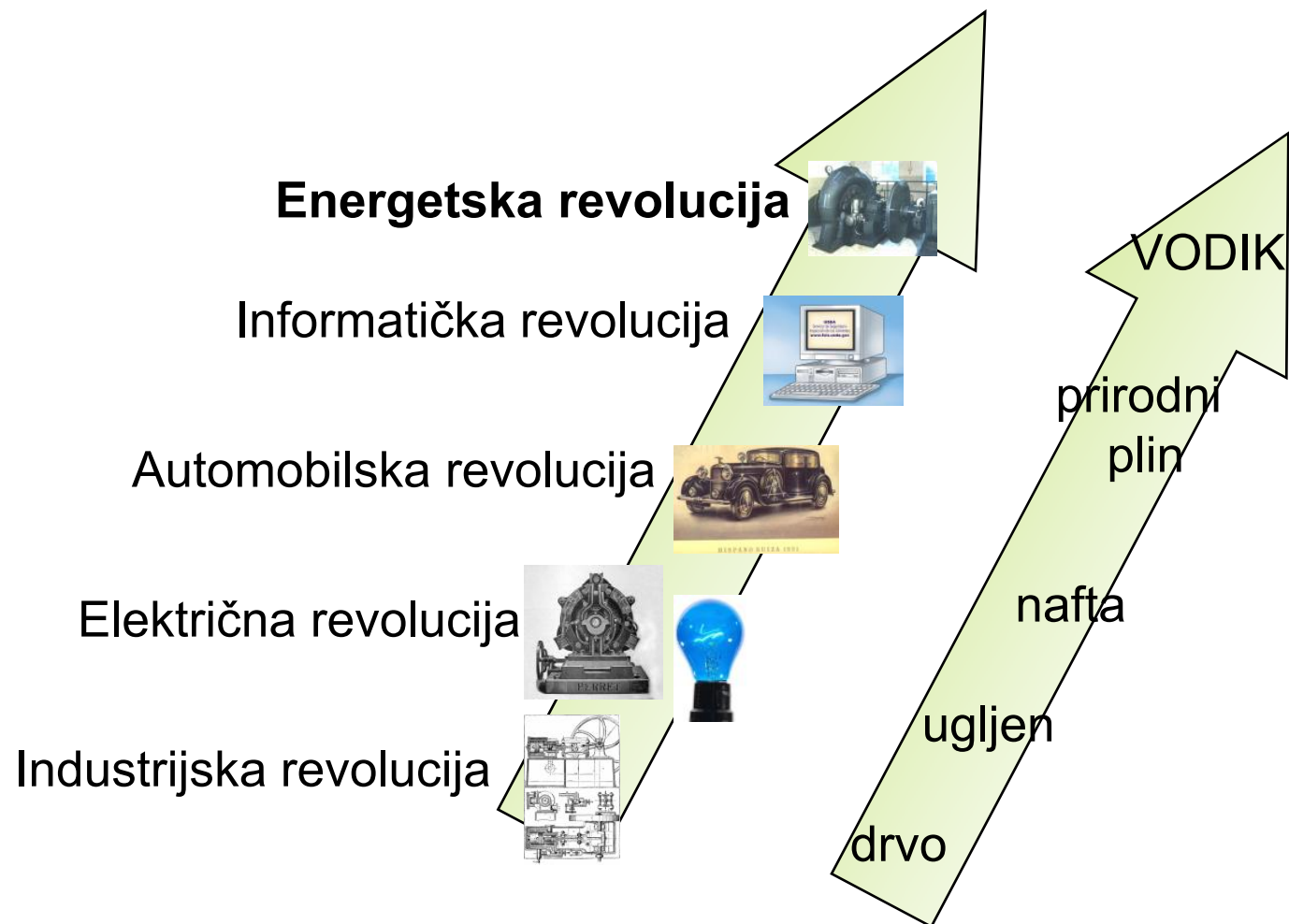
tradicija. znanje. odgovornost.

tradition. knowledge. responsibility.

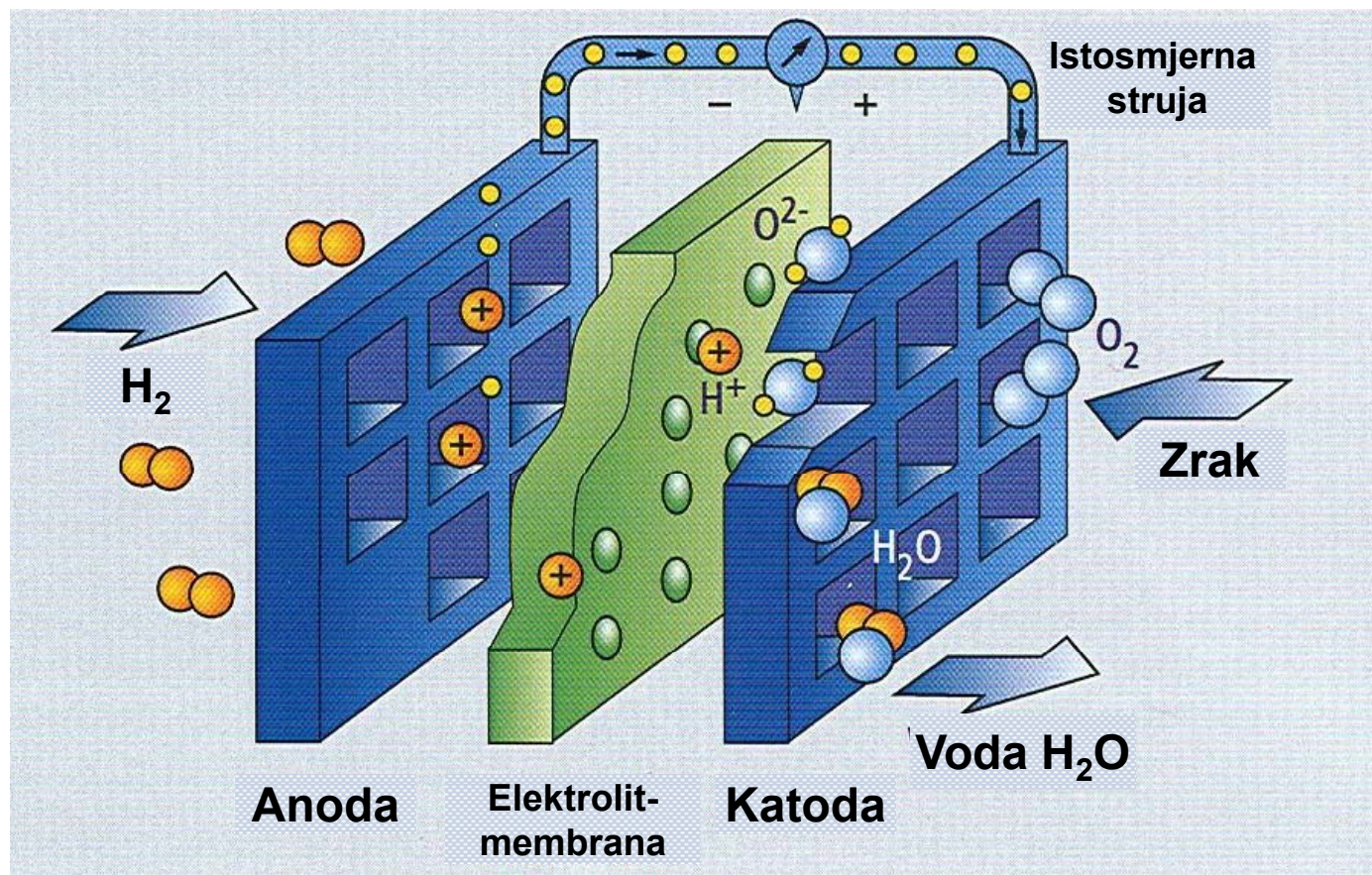
O primjeni vodikove tehnologije i skladištenju energije

KONČAR
INSTITUT
za elektrotehniku

Tehnološke revolucije



Princip rada PEM gorivnog članka

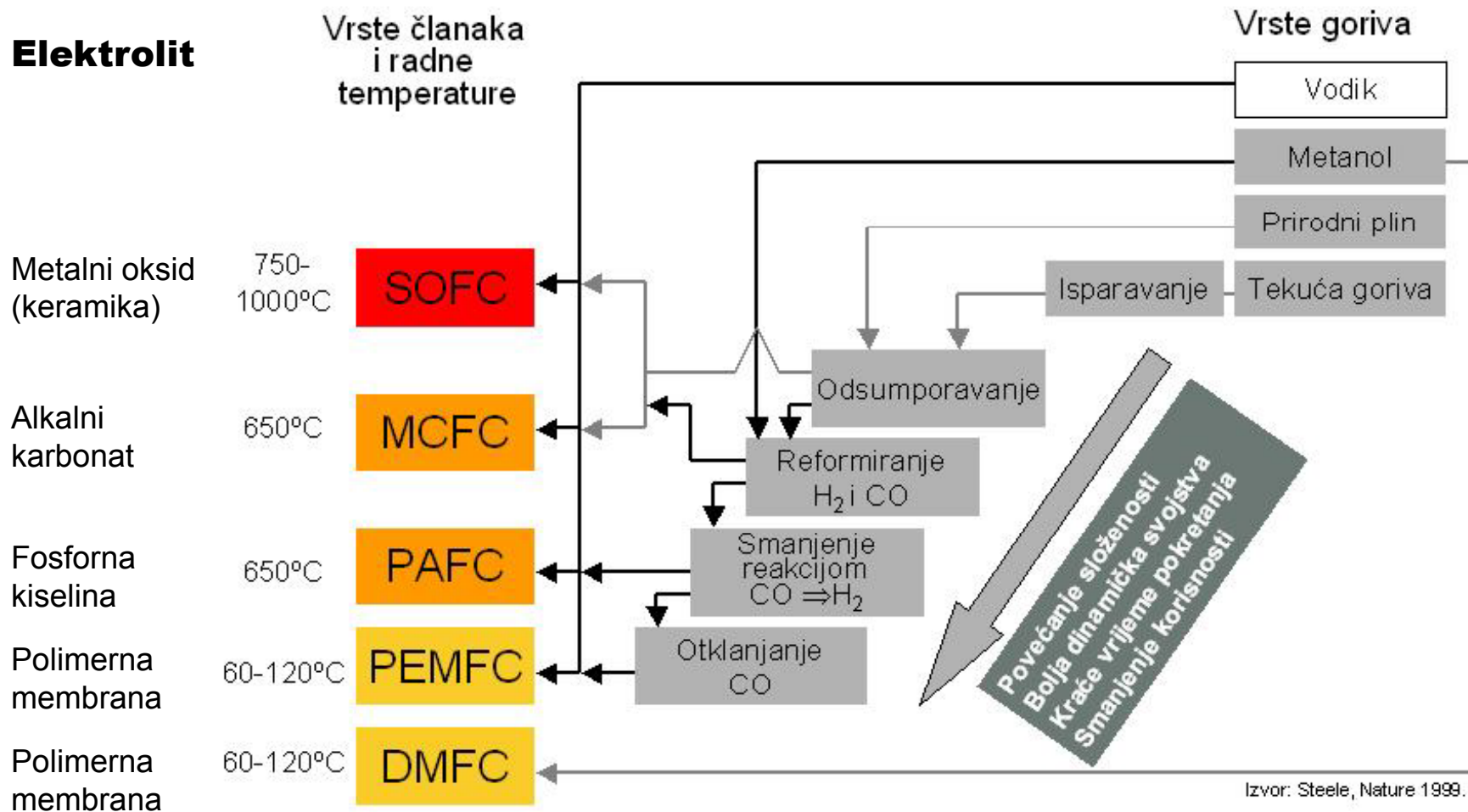


Otkrio engleski fizičar William Grove 1839.

Prva primjena u programu Apollo i Space Shuttle 1960-tih



Vrste gorivnih članaka, radne temperature i goriva



O vodiku i vodikovoj tehnologiji



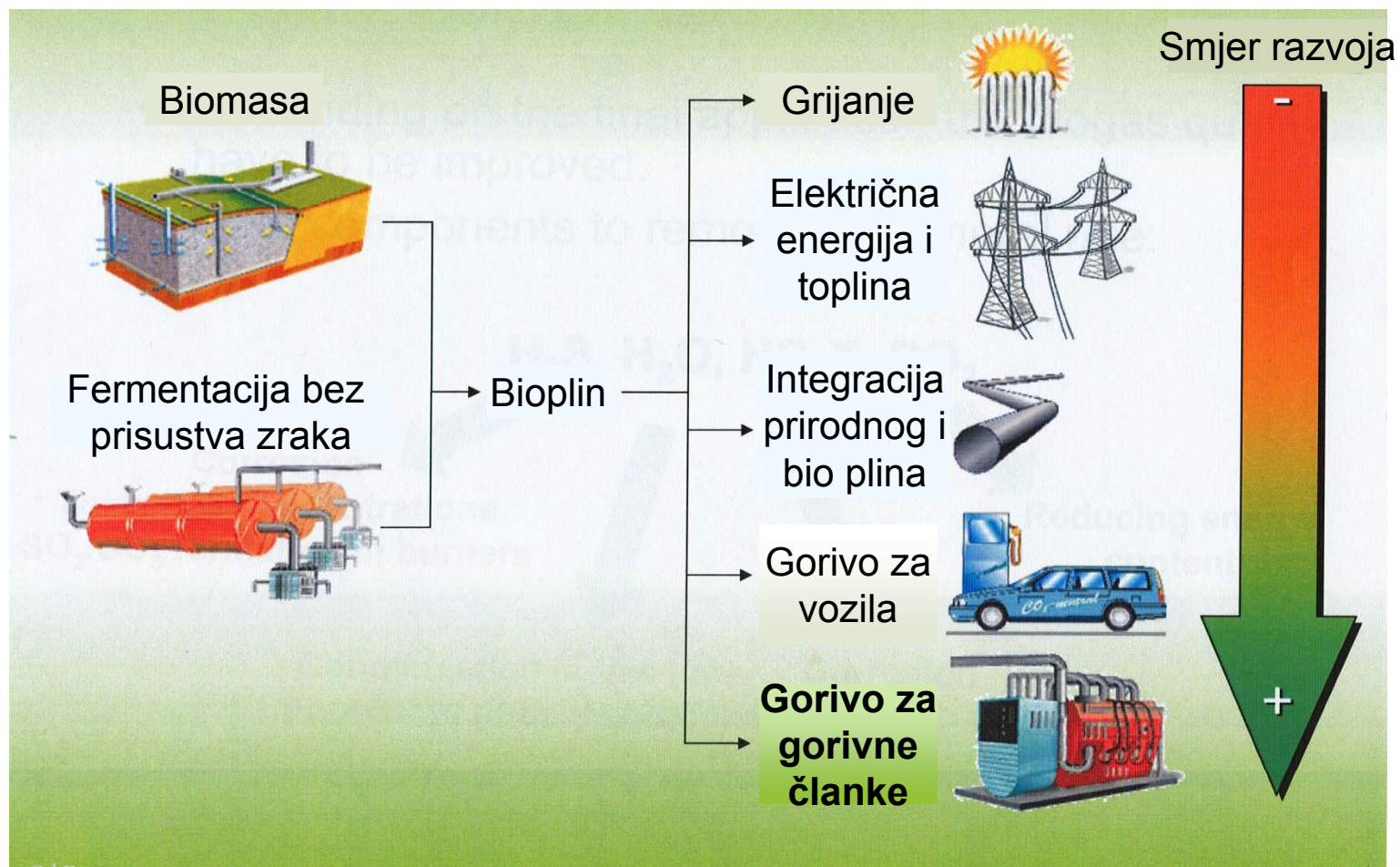
- Vodik se u prirodi uvijek javlja u spoju s drugim elementima
- Može se skladištiti:
 - u tekućem stanju (visoki pritisci)
 - vezivati u hidridne spojeve (teški spremnici)
 - novi tek istraživani načini (nanomaterijali)
- Načini dobivanja:
 - iz ugljikovodika (povećavanje CO₂)
 - iz biomase (neutralno s obzirom na CO₂)
 - iz vode (čisti postupak ali mala učinkovitost)
 - iz bakterija (tek u istraživanju)

Od vodika do energije



- Pri spajanju vodika s drugim elementima oslobađa se **toplinska energija**
- Pri procesu spajanja oslobađaju se elektroni koji se zatim ponovno vežu ali drugačije: **električna struja**
- Procesom se može upravljati u tzv. **gorivnim člancima**
- **Vodik nije obnovljivi izvor** već obnovljivim izvorima osigurava svojstvo skladištenja

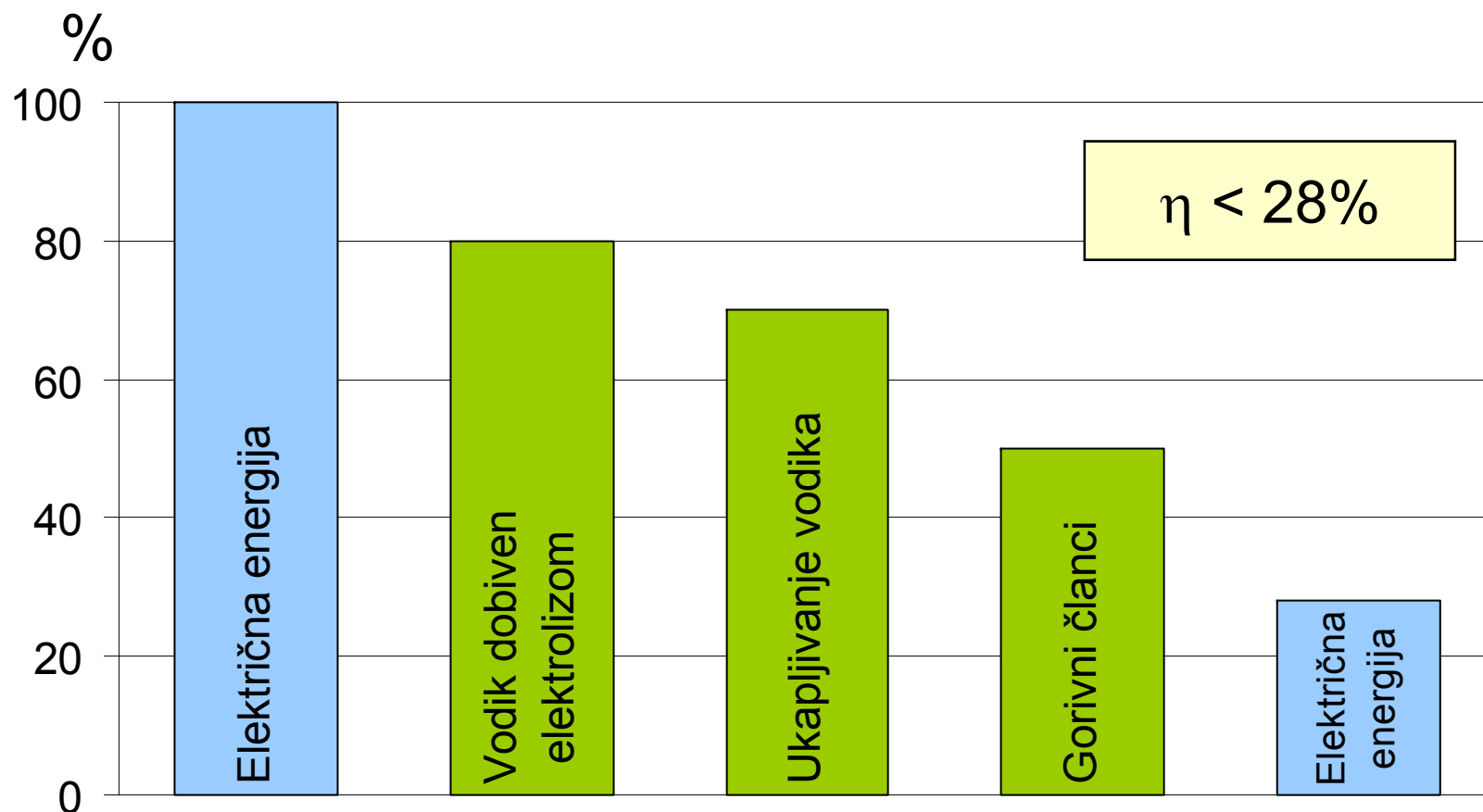
Različite mogućnosti korištenja bioplina



Izvor: European Fuel Cell Forum, 2005

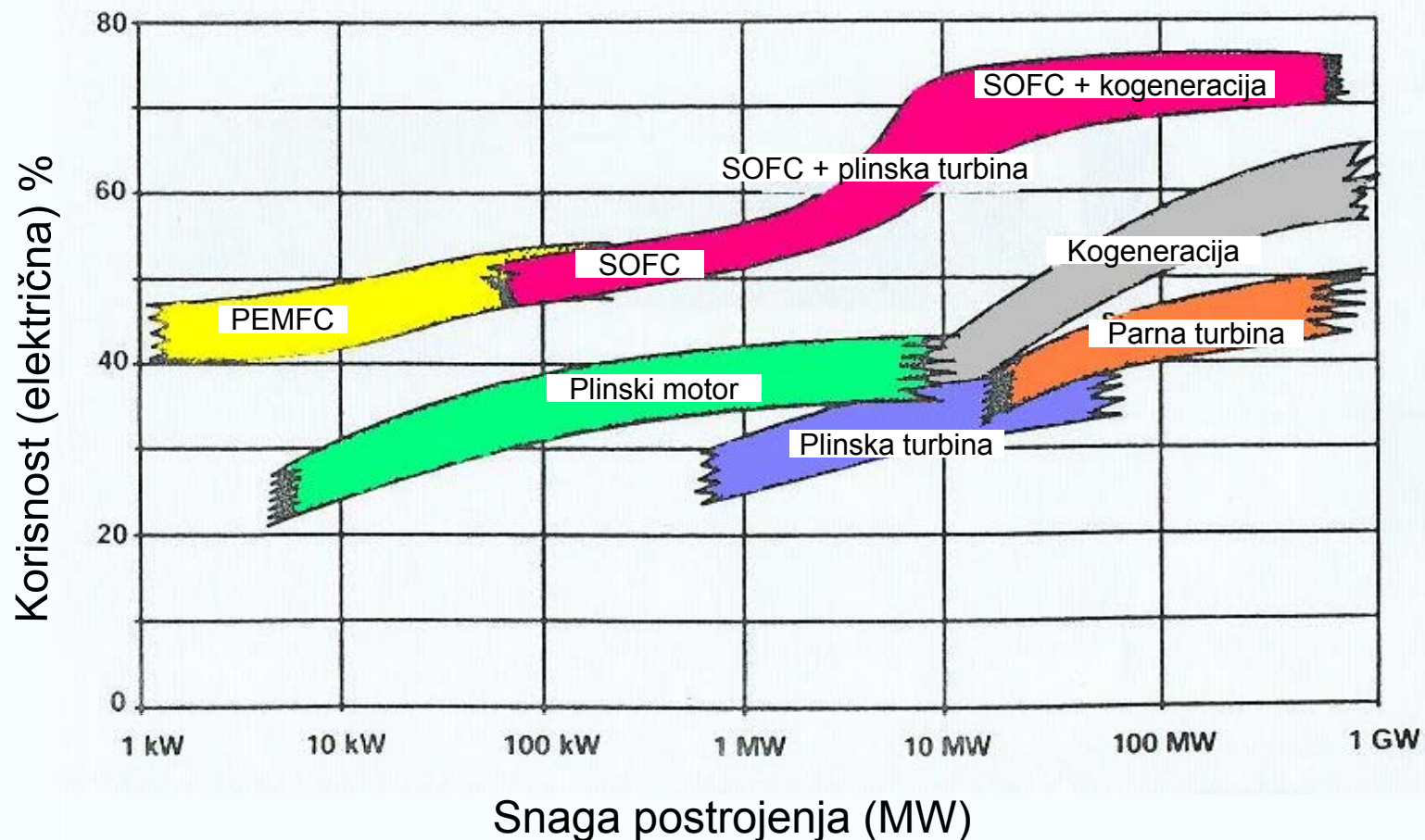


Korisnost pretvorbe električne energije u vodik



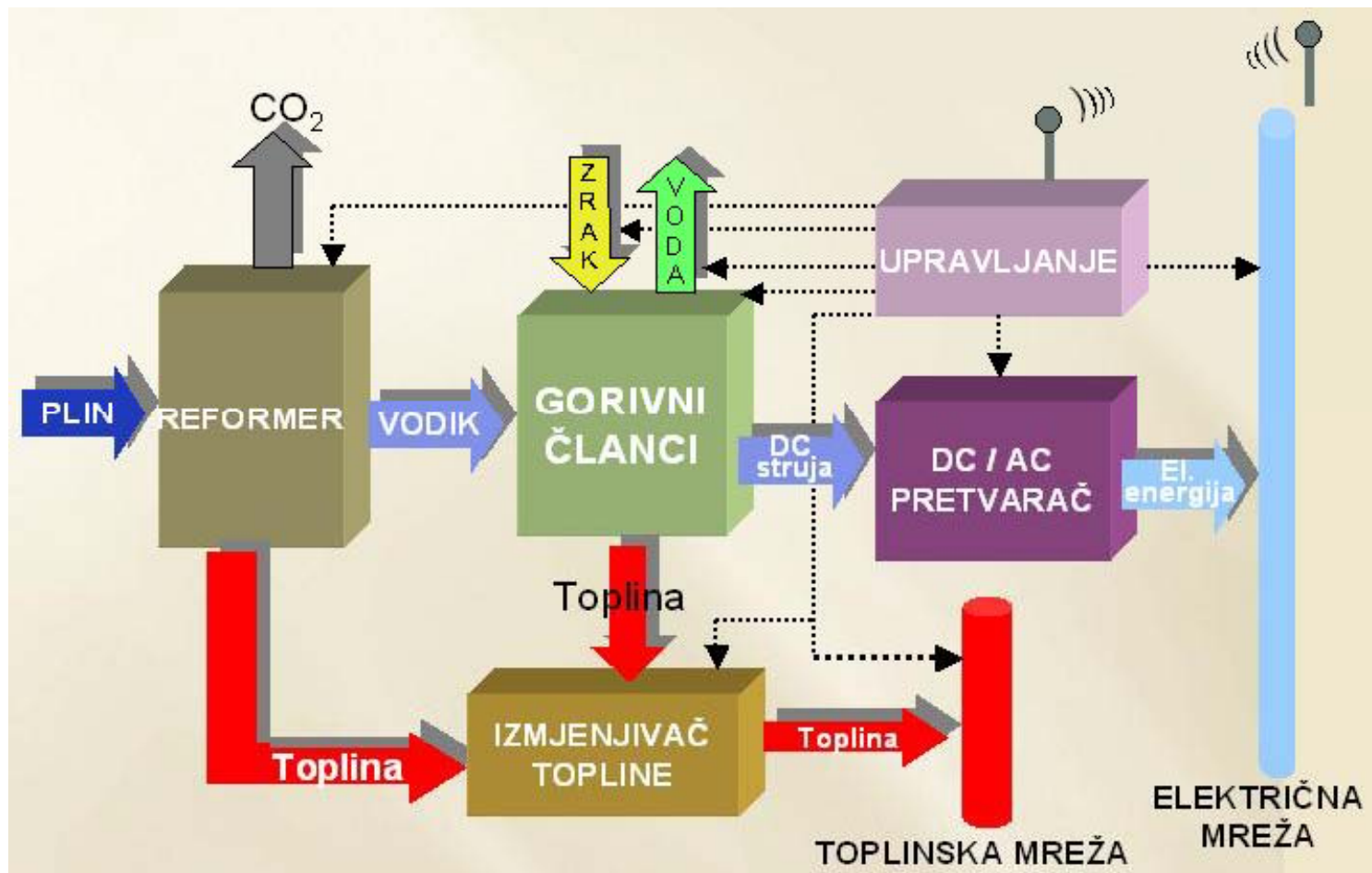
Izvor: European Fuel Cell Forum, 2005

Korisnost različitih izvora električne energije



Izvor: Forschungszentrum Jülich

Shema elektroagregata instaliranog u KONČAR – Institutu za elektrotehniku d.d.



Elektroagregat snage 10 kWe + 10 kWt (kogeneracija) instaliran u laboratoriju KONČAR – Instituta za elektrotehniku d.d.



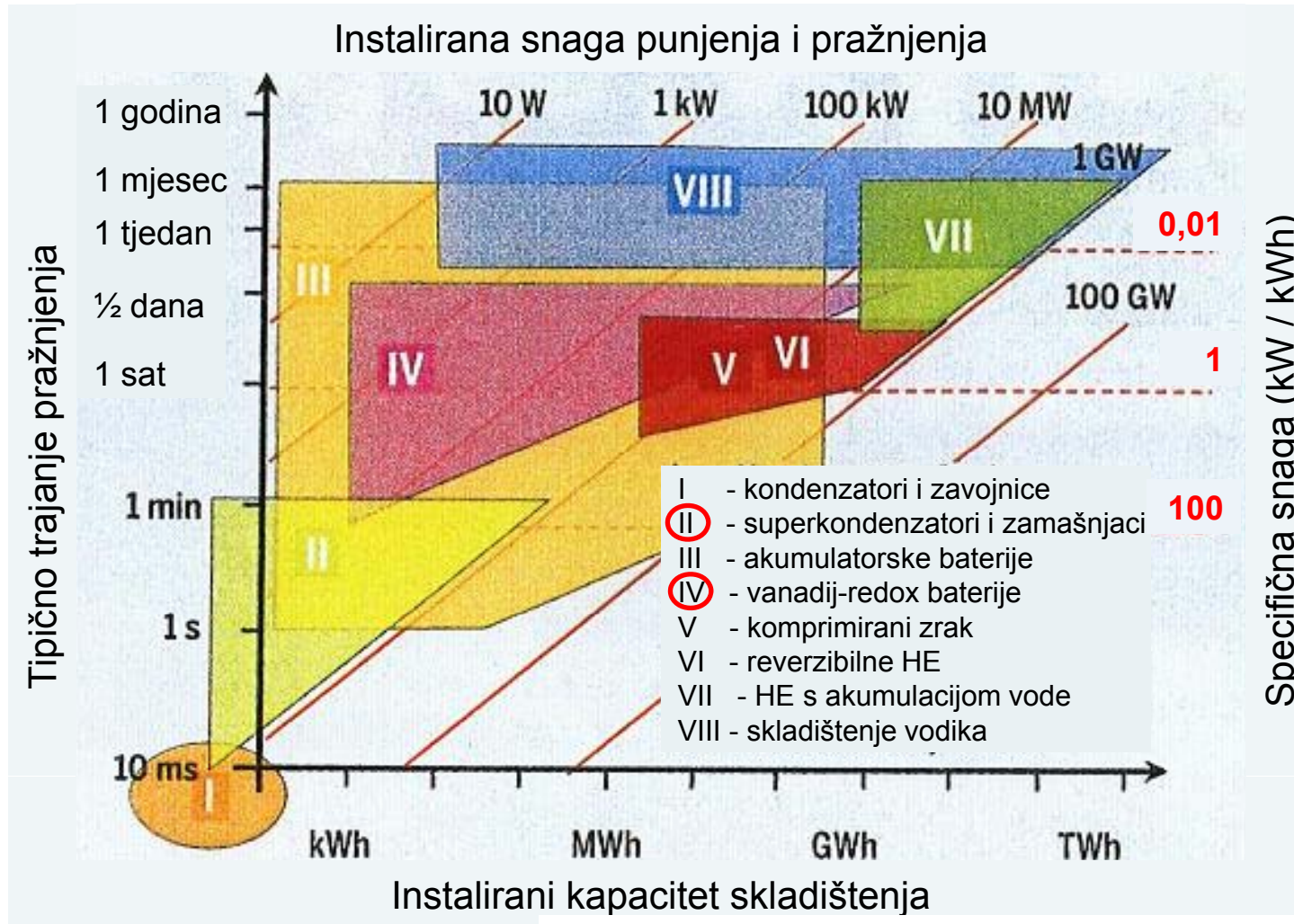
Elektroagregat na prirodni plin s gorivnim člancima i kogeneracijom

- DC/AC pretvarač i upravljanje
- Izmjenjivač topline i toplovodni priključak





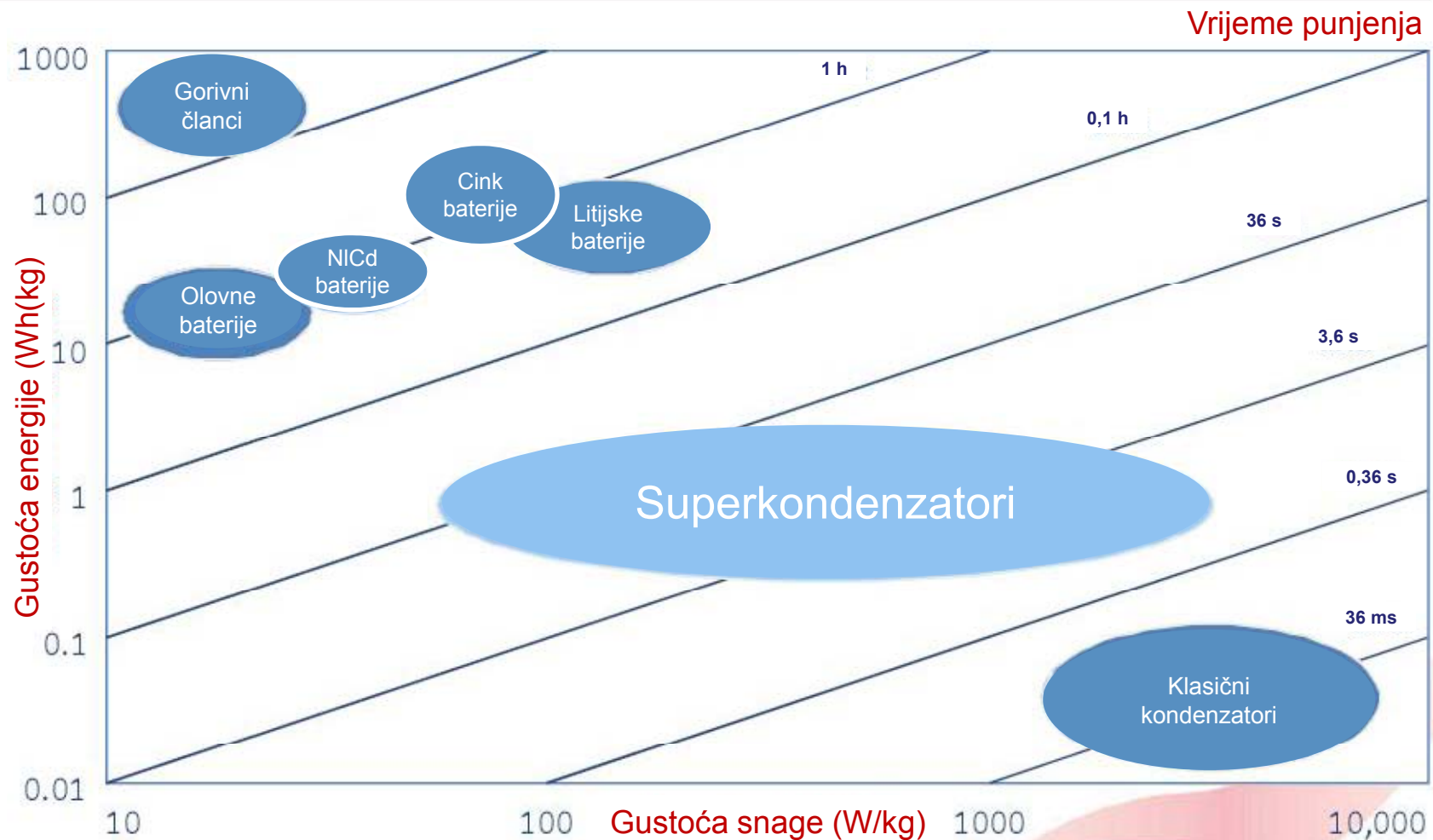
Mogućnosti skladištenja energije



Izvor: Sonne Wind & Wärme, 2008



Različite tehnologije skladištenja električne energije

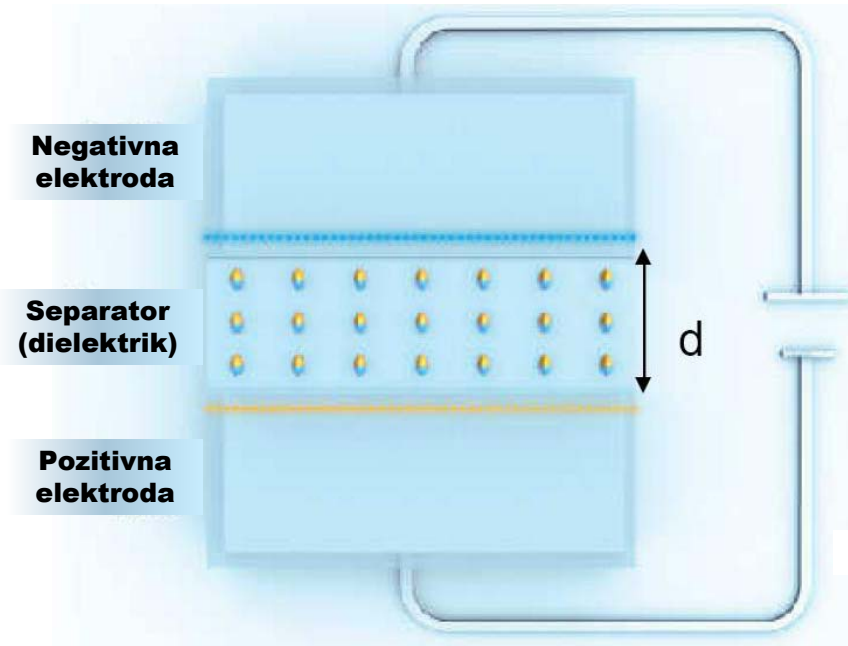


Izvor: Grace Wee, Nanotech Europe 2009

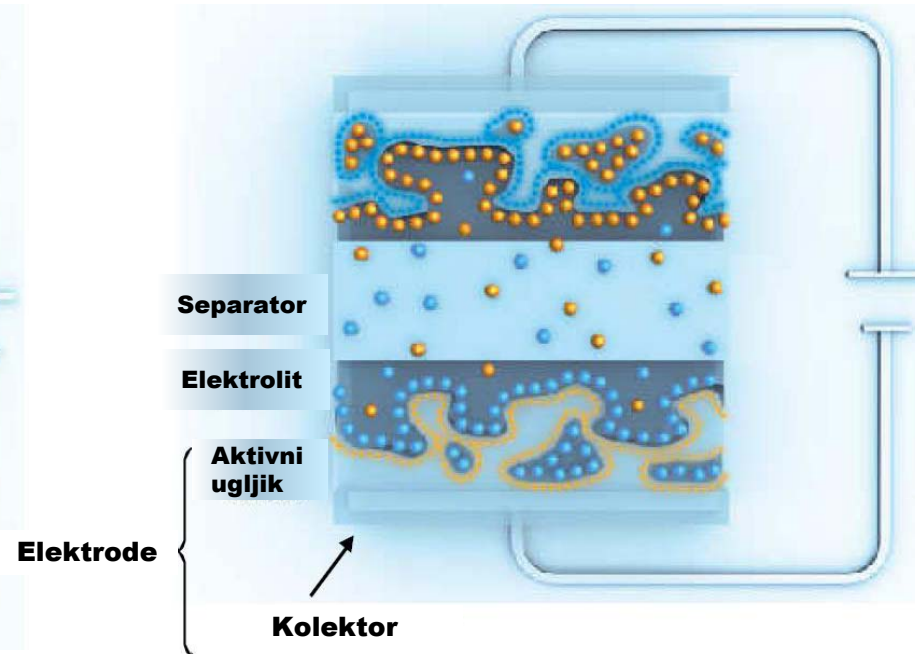


Princip rada superkondenzatora

Klasični kondenzator



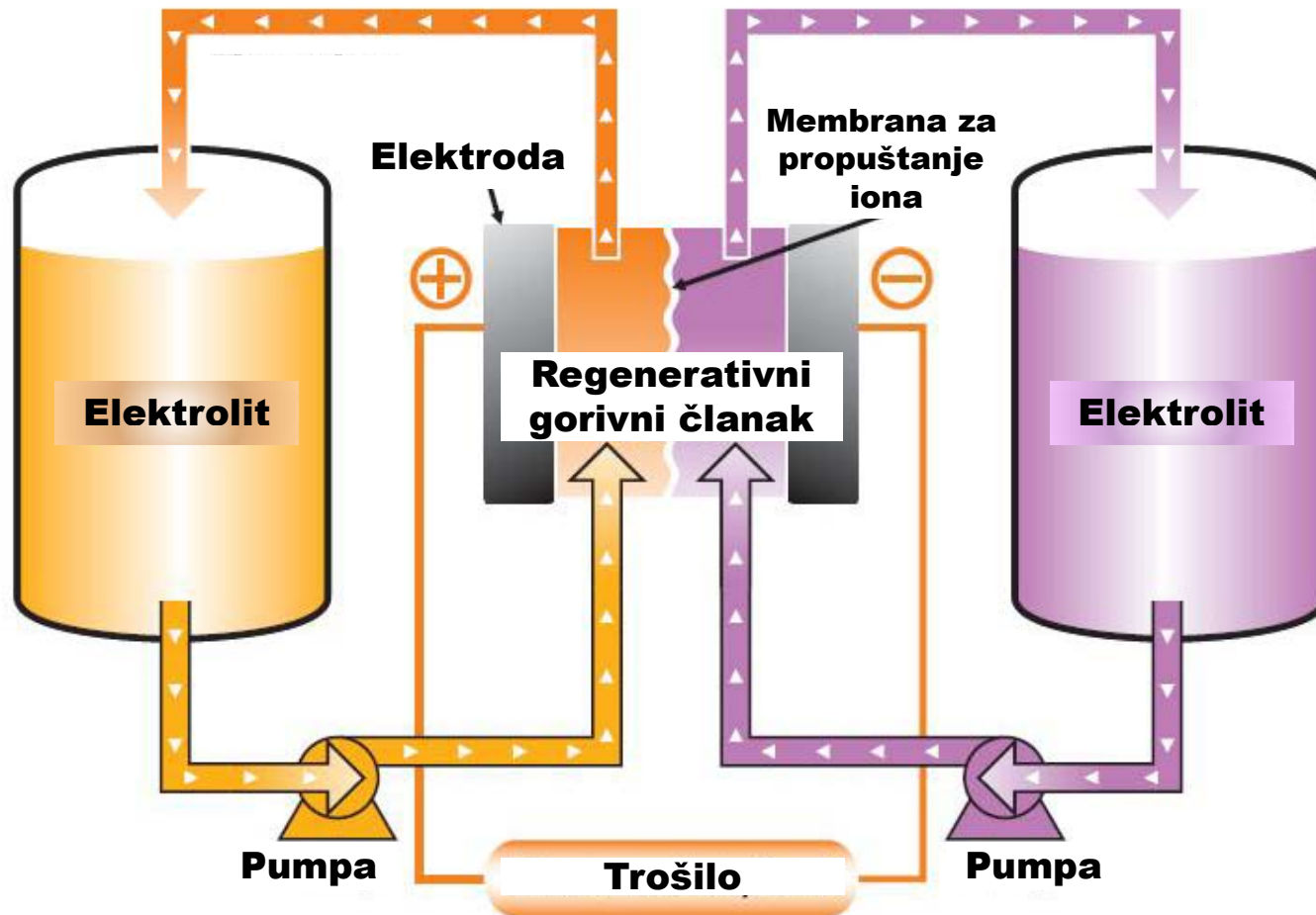
Superkondenzator



Izvor: Grace Wee, Nanotech Europe 2009



Princip rada vanadij redox baterije

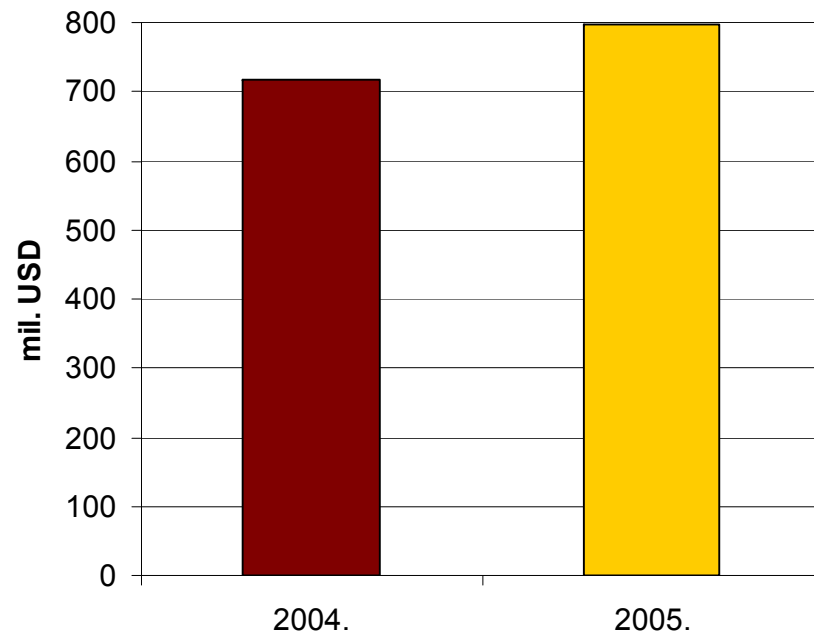


Izvor: VRB Power Systems, 2009

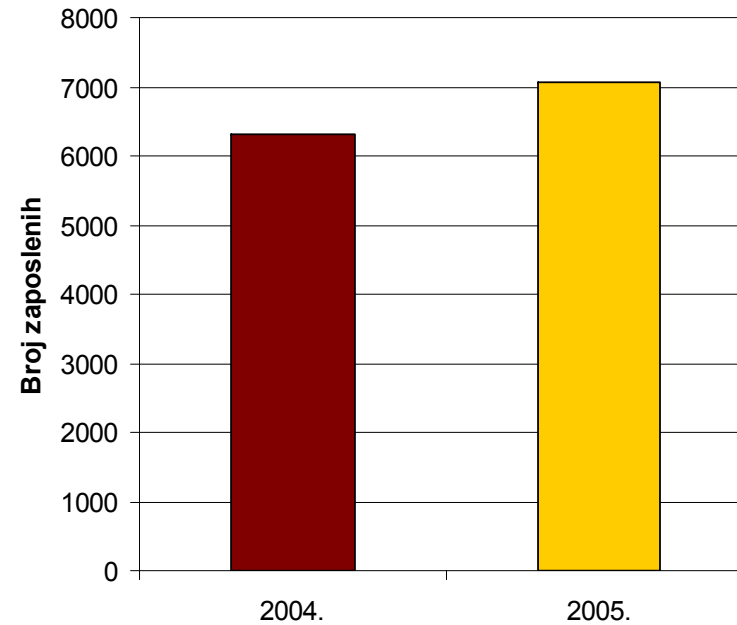


Investiranje u vodikovu tehnologiju u svijetu

Investicije u R & D

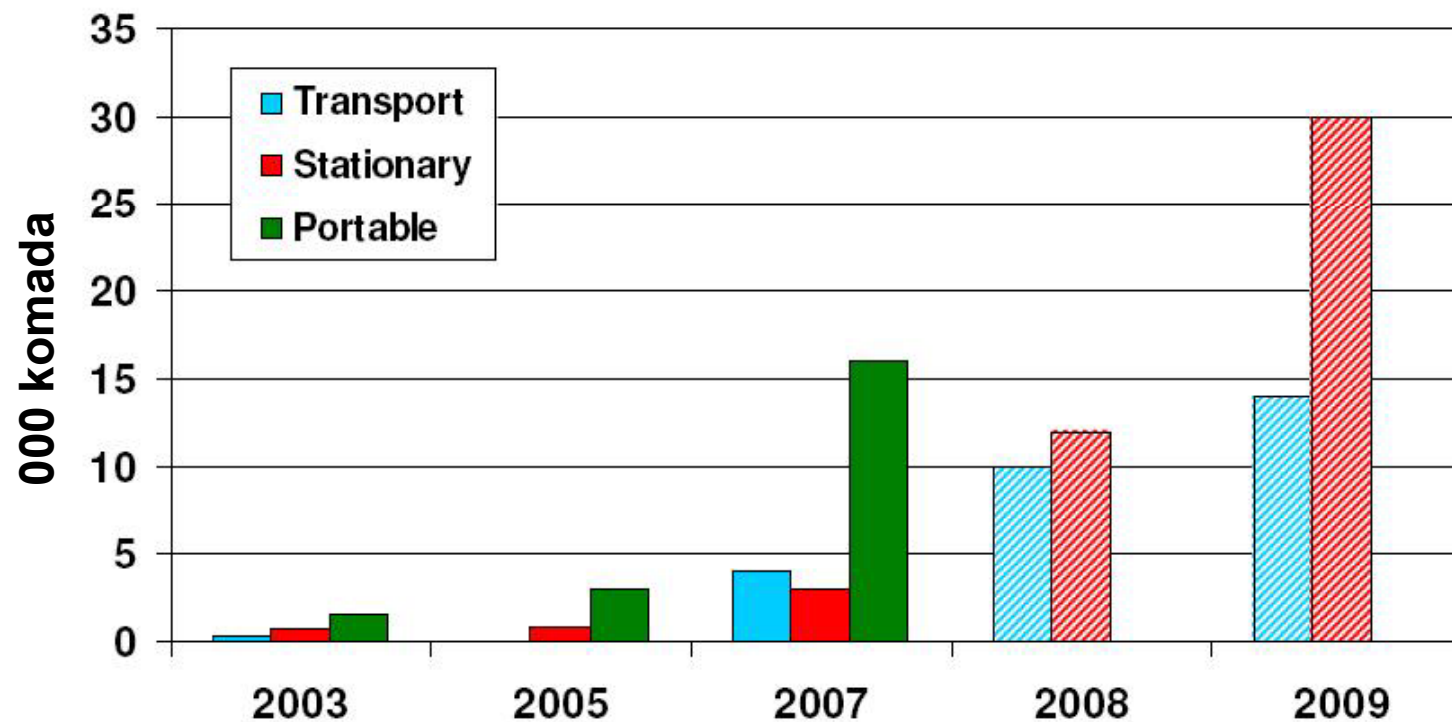


Zaposlenost



Izvor: fcFOCUS April 2007

Prodaja gorivnih članaka u svijetu i prognoze

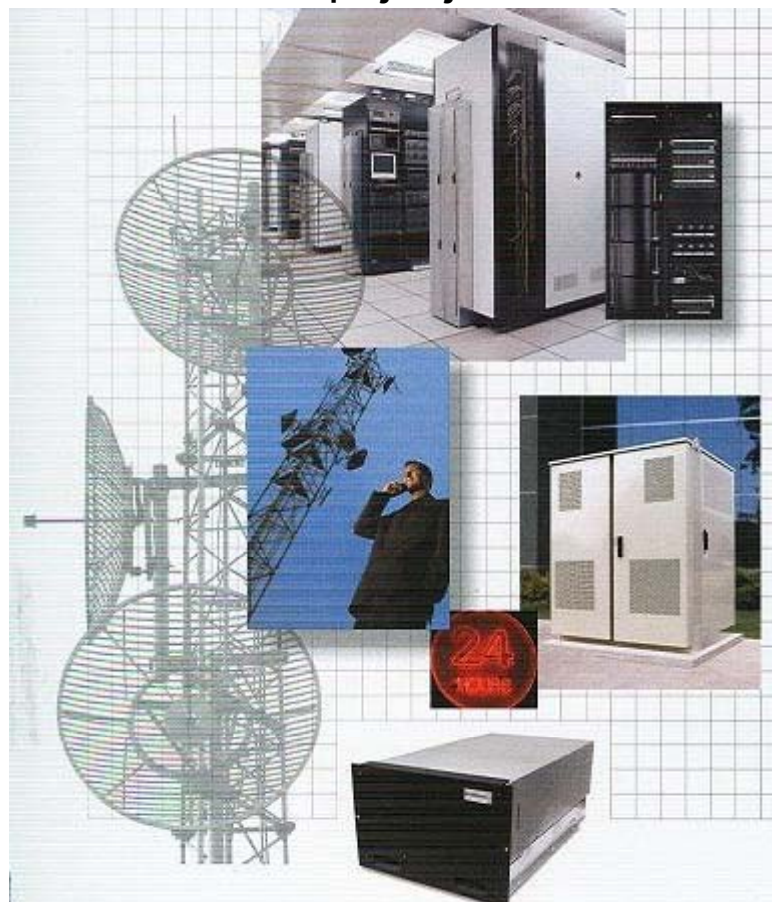


Izvor: FCT Industry Review 2008

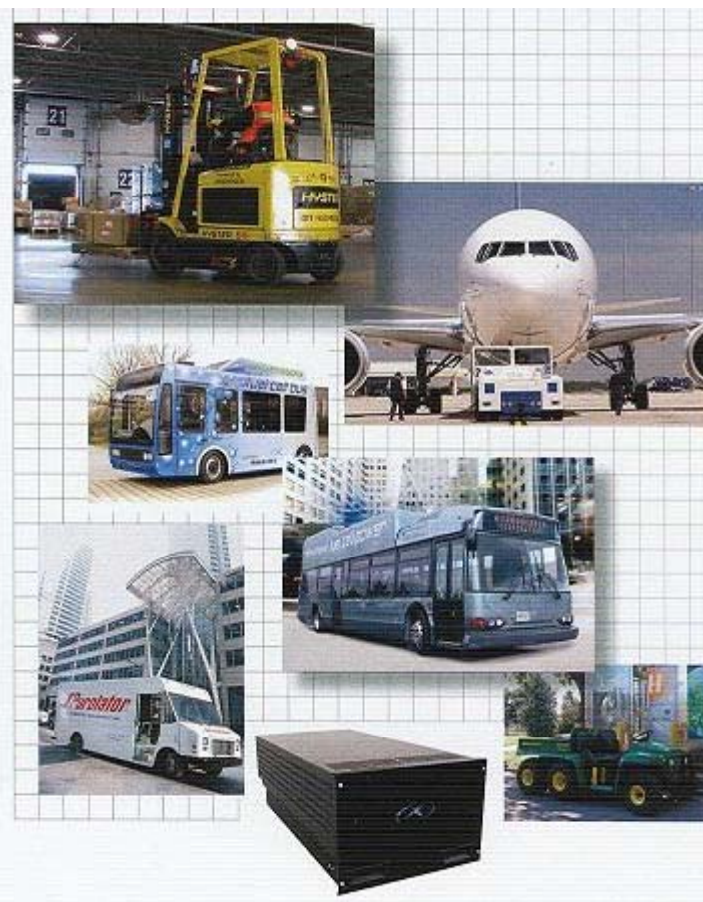
Primjene



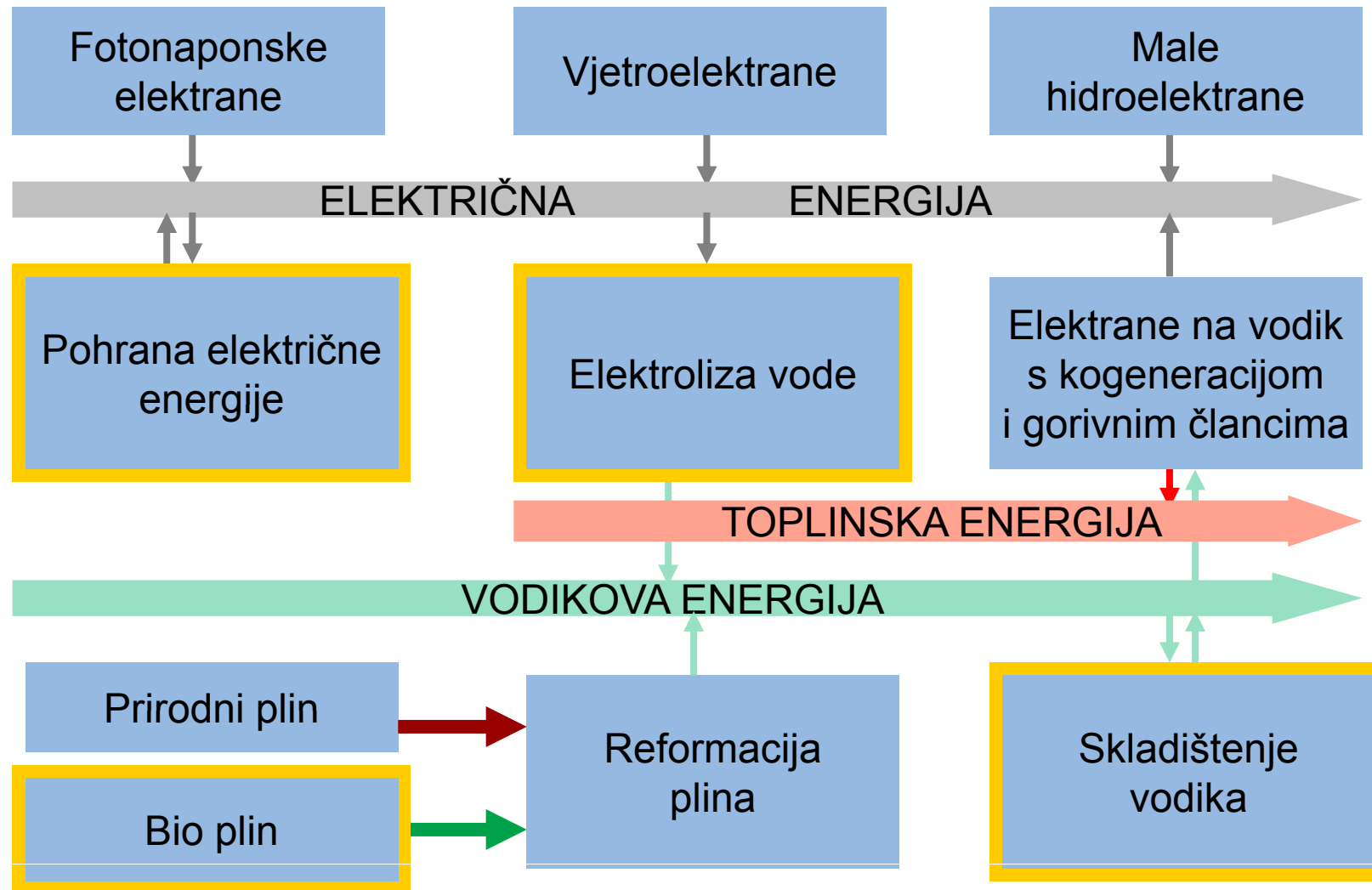
Stacionarna / besprekidna napajanja



Transport



O distribuiranim izvorima – u razvoju u KONČAR - Institutu za elektrotehniku





tradicija. znanje. odgovornost.

tradition. knowledge. responsibility.

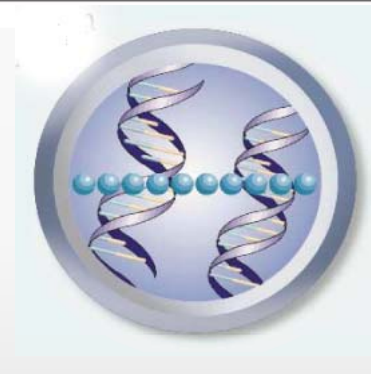
O utjecaju nanotehnologije na daljnji razvoj

KONČAR
INSTITUT
za elektrotehniku

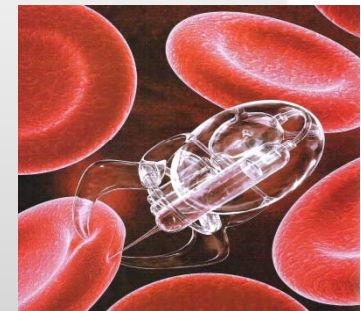


Nanotehnologija

Znanost i tehnologija na nanometarskoj skali – nanometar = milijarditi dio metra
(1 nm = 10^{-9} m; 1 mm = 1 000 000 nm).



Rukovanje na razini pojedinih atoma i molekula, što čini mogućim izradu materijala, struktura i uređaja novih svojstava veličine ljudske stanice, pristupom “od dna” (e. from the bottom up).



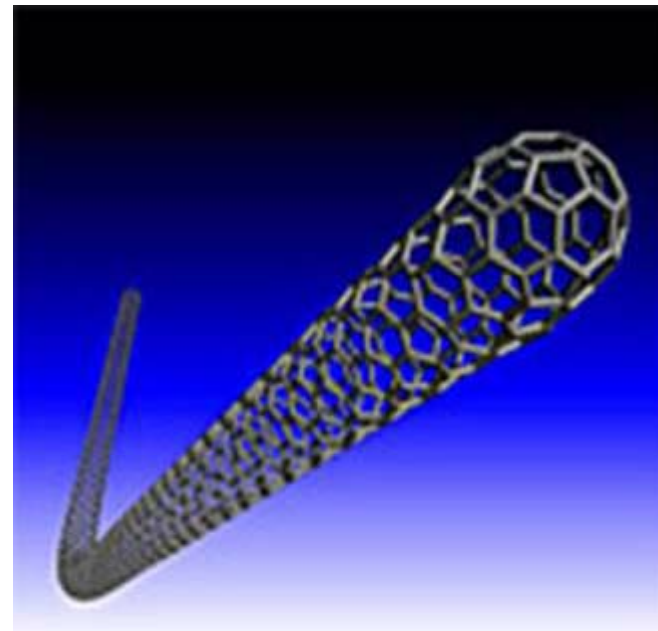
**Mogućnost utjecanja na gotovo svaki proizvod:
od računala do odjeće;
od sportske opreme do svemirskih letjelica i satelita;
od automobila do liječenja raka;
od mostova do bojila i prevlaka;
i svih drugih danas teško zamislivih primjena.**





Ugljikove nanocijevi

- 1991. g. Sumio Iijima, NEC
- sačinjene od ugljika (C)
- "list" grafita savinut u cilindar vrlo malog promjera (planarna mreža heksagonalnih prstenova ugljikovih atoma)

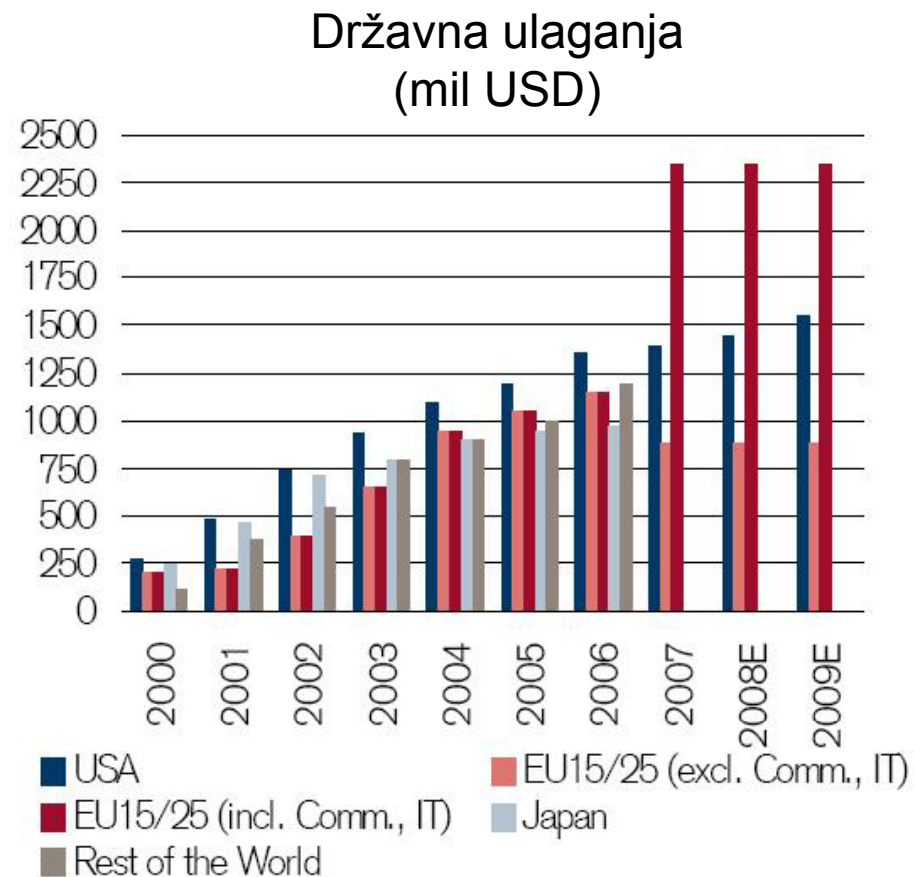




Poticaji za primjenu nanotehnologije

Glavni pokretači razvitka nanotehnologije:

- rast stanovništva
- želja za boljom kvalitetom života
- porast potrošnje energije i vode
- potreba za većom sigurnošću



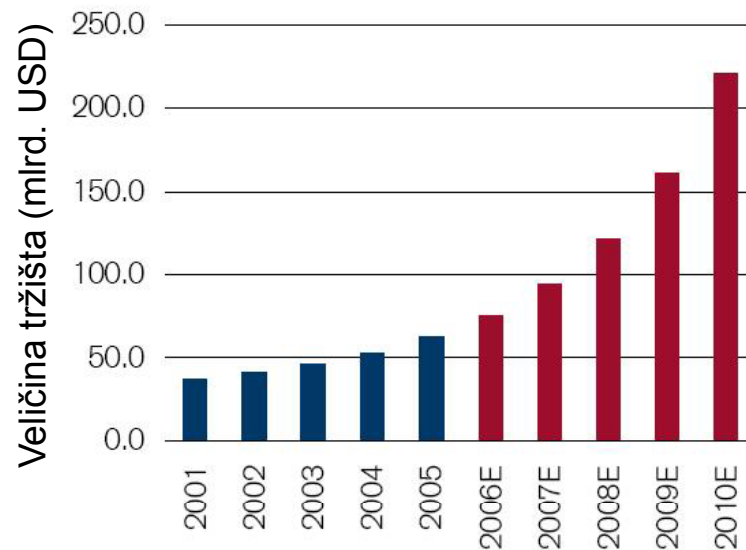
Izvor: NNI, AIST, EU, Credit Suisse



Tržište nanotehnologije

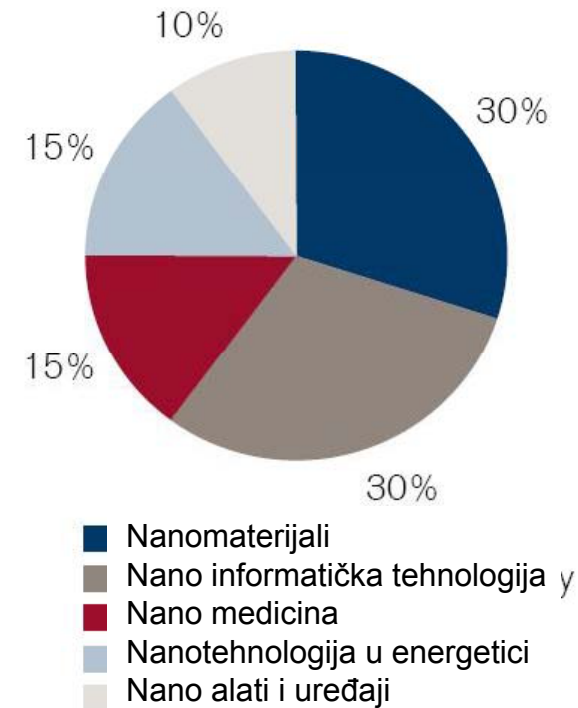
- Rast tržišta nanotehnologije

Godišnji rast od preko 25 %



Izvor: GIA, Credit Suisse

Očekivano učešće nanotehnologije u pojedinim područjima 2010.





Očekivanja od nanotehnologije

- Vrijednosti proizvoda s primjenom nanotehnologije:
~ 1000 USD mlrd. u 2015.

Materijali:	340 mlrd. USD/god
Elektronika:	> 300 mlrd. USD/god
Farmaceutika:	180 mlrd. USD/god
Kemikalije (katalizatori):	100 mlrd. USD/god
Aeroindustrija:	~ 70 mlrd. USD/god
Alati i uređaji:	~ 22 mlrd. USD/god

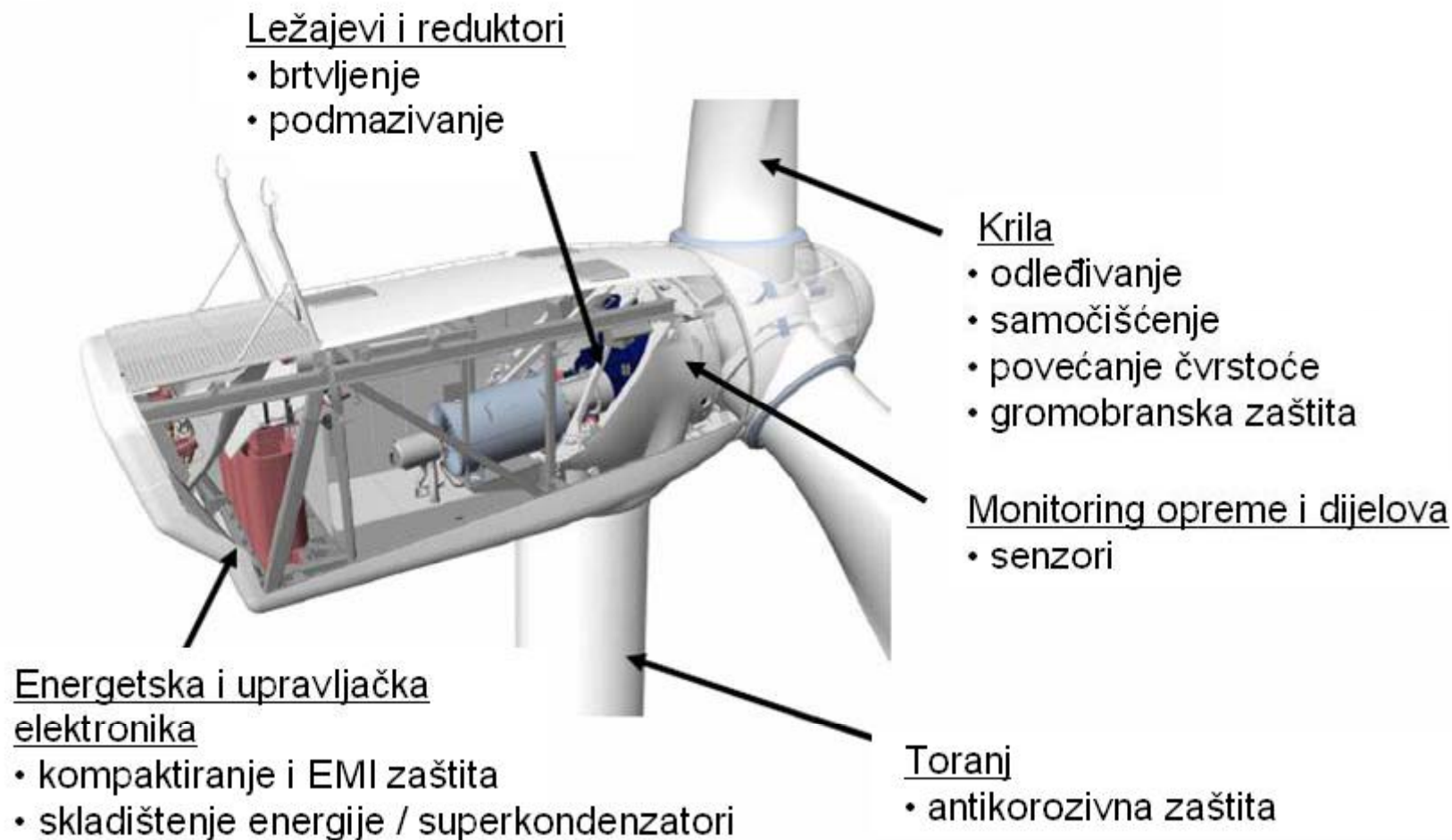
- **Nova radna mjesta: ~2 mil. u 2015.**
- Globalni trendovi – strateški prioriteti:
 - energija
 - zdravlje
 - informatika i komunikacije

Nova primijenjena istraživanja - nanotehnologija u energetici



Izvor: Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung

Moguća područja primjene nanotehnologije na vjetroagregatima



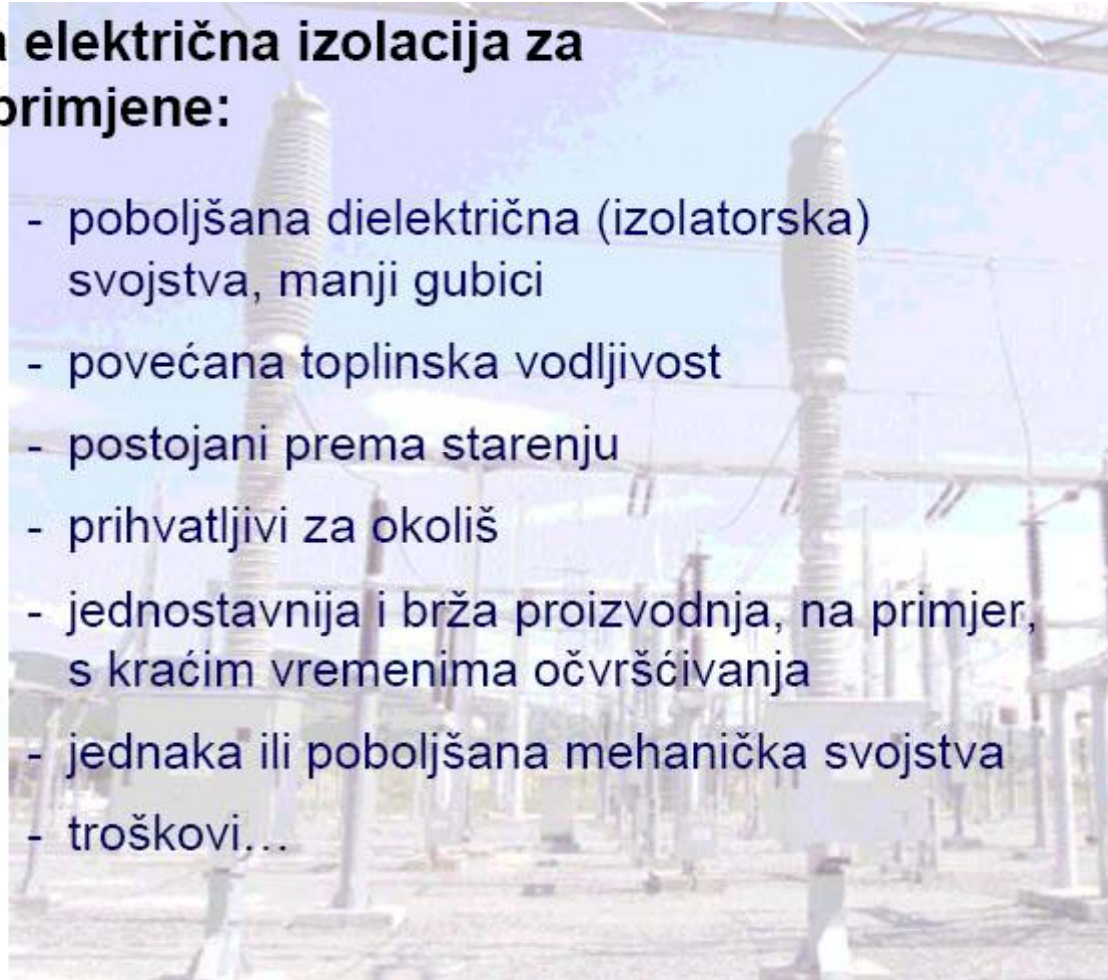
Moguća područja primjene nanotehnologije na visokonaponskoj opremi



Nova i poboljšana električna izolacija za visokonaponske primjene:



- poboljšana dielektrična (izolatorska) svojstva, manji gubici
- povećana toplinska vodljivost
- postojani prema starenju
- prihvatljivi za okoliš
- jednostavnija i brža proizvodnja, na primjer, s kraćim vremenima očvršćivanja
- jednaka ili poboljšana mehanička svojstva
- troškovi,...





Mogućnost primjene polimera s dodatkom ugljikovih nanocijevi kao premaza za smanjenje buke kod električnih uređaja u KONČAR-u



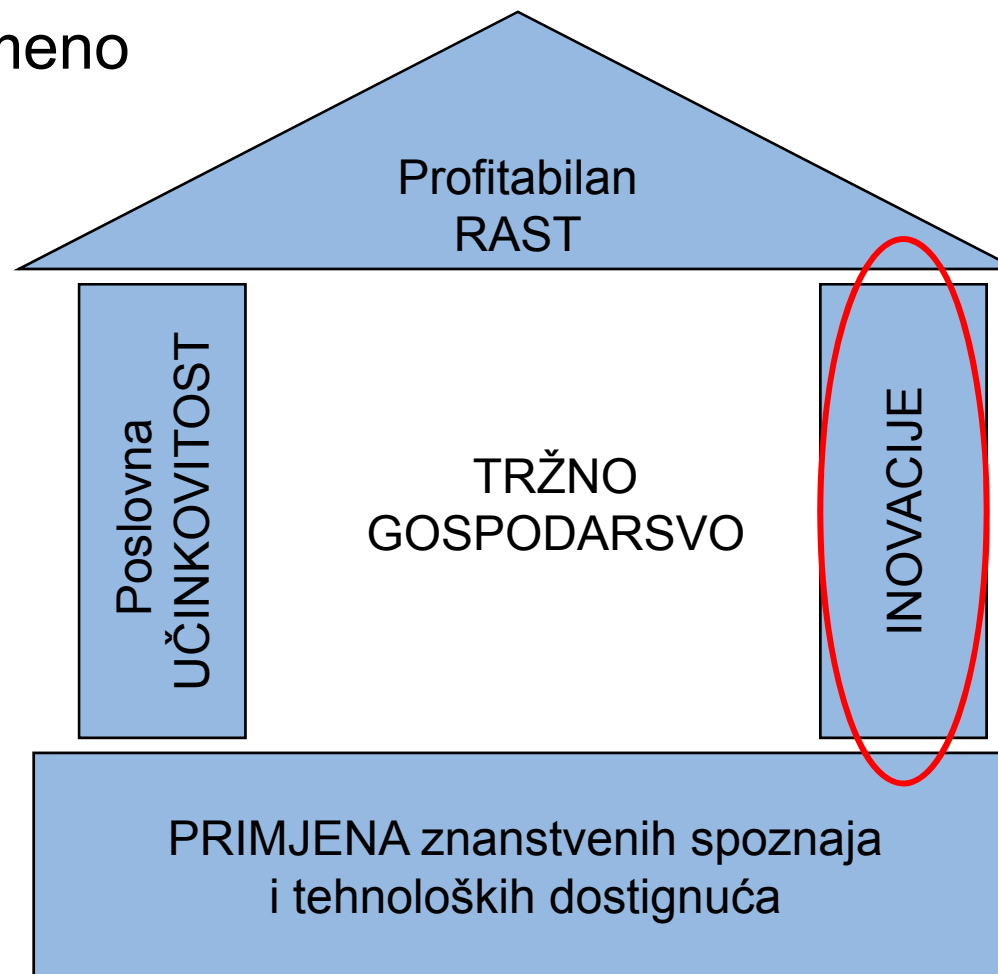
tradicija. znanje. odgovornost.
tradition. knowledge. responsibility.

KONČAR
INSTITUT
za elektrotehniku

Stvaranje nove gospodarske strukture

- Što zahtijeva suvremeno gospodarstvo:

- koje nove vrijednosti ponuditi kupcu
- kako stvoriti **novi ili inovirani proizvod ili uslugu**





Mjere za oporavak američkog gospodarstva

- Od osam mjera američkog kongresa iz siječnja 2009., nakon izbora Baracka Obame za predsjednika, donešene su mjere od kojih su prve dvije su:
 - **Clean, Efficient, AMERICAN Energy**
 - **Transforming our Economy with SCIENCE AND TECHNOLOGY**
- SAD očekuju **4,2 milijuna novih radnih mjesta** u narednih 30 godina



I na kraju...

Jesmo li svjesni što se događa u
svjetskom gospodarstvu na području
energije (i zaštite okoliša) ?