



# KURS ZA ENERGETSKI AUDIT 1.1

22.02.-18.03.2011.



# Efikasna potrošnja električne energije

Mr Zoran Miljanić



# SADRŽAJ

- Potrošnja električne energije u CG
- Osvjetljenje i energetska efikasnost
- Smart grids
- Zaključak



# POTROŠNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE



# EE i potrošnja el. energije

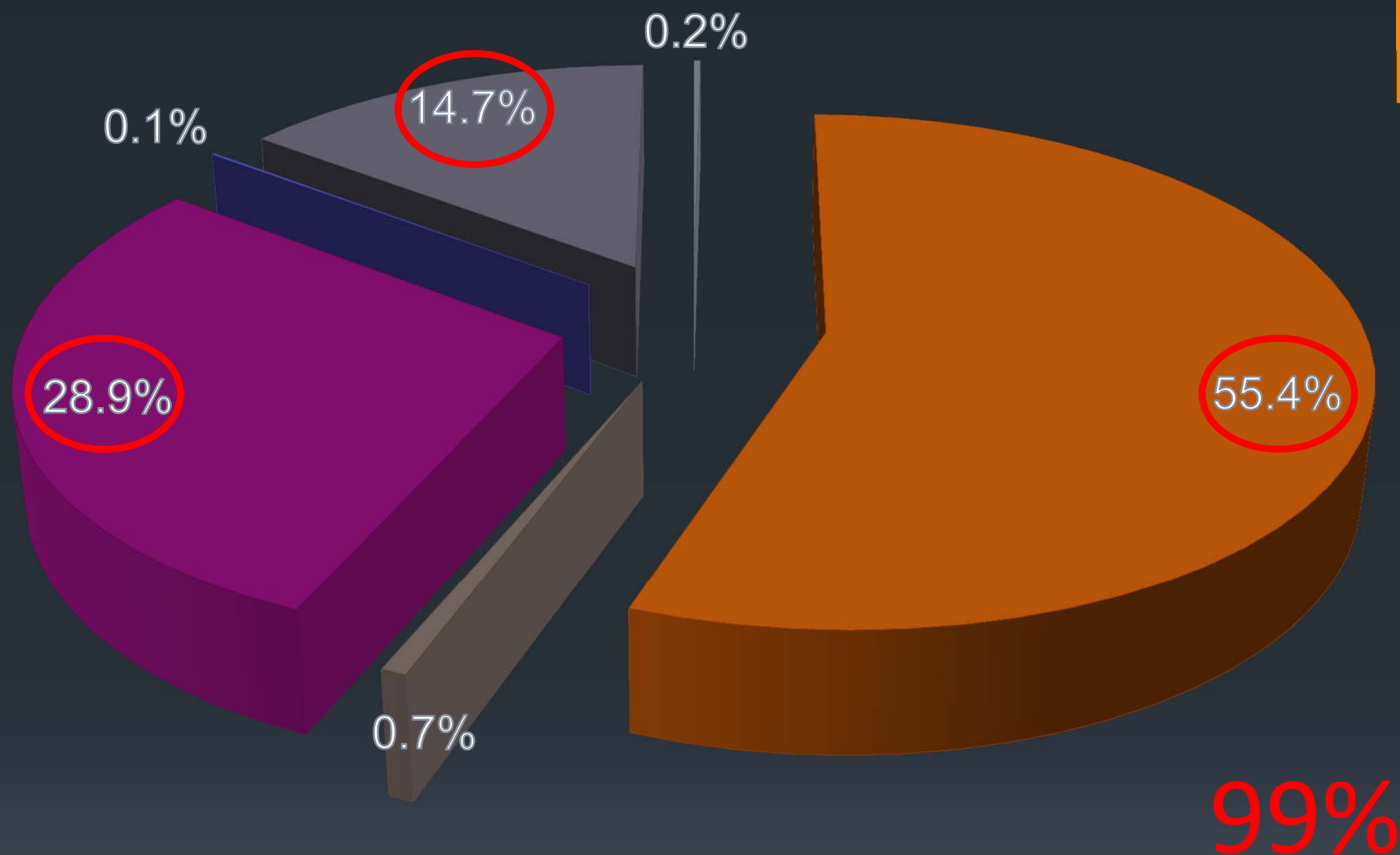
- Štednja električne energije – Bilo kakvo ponašanje potrošača koje rezultira smanjenom potrošnjom
- Efikasna potrošnja električne energije – Zadržavanje nivoa komfora potrošača uz smanjenje potrošnje
- EU politika – energetska održivost prioritet, globalno zagrijavanje problem:
  - Energetska efikasnost
  - Distribuirana proizvodnja (obnovljivi izvori energije)
- Subvencije za unaprijeđivanje i primjenu EE i OIE
- EE predstavlja novi energetski izvor na koji se računa



# Struktura potrošnje el. energije

- Detaljan i kvalitetan monitoring je važan preduslov za planiranje EE mjera
- U Crnoj Gori još nije formirano tijelo koje bi bilo zaduženo za detaljno praćenje pokazatelja energetske potrošnje
- Strategija razvoja energetike CG je posljednji dokument koji se temeljno bavi analizom potrošnje energije (2003. god)
- Projekat razvoja detaljne baze podataka o potrošnji energije u CG
- Sektori potrošnje u CG: industrija, domaćinstva, javni sektor, saobraćaj, poljoprivreda i građevinarstvo

# Struktura potrošnje električne energije u Crnoj Gori (Strategija razvoja energetike CG)



■ Poljoprivreda

■ Industrija

■ Saobraćaj

■ Domaćinstva

■ Građevinarstvo

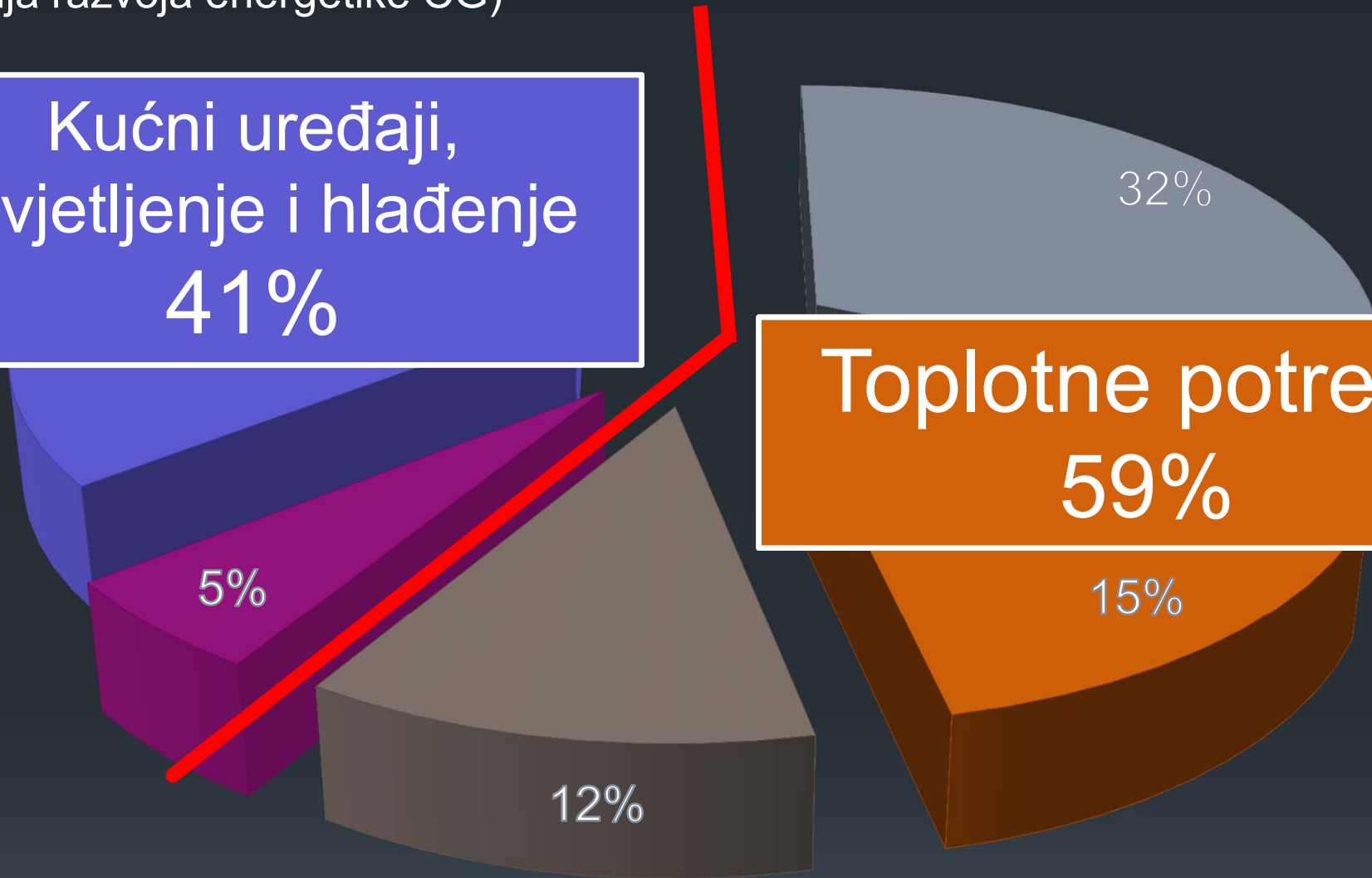
■ Javni sektor

# Struktura potrošnje električne energije u domaćinstvima u Crnoj Gori (Strategija razvoja energetike CG)

Kućni uređaji,  
osvjetljenje i hlađenje  
41%

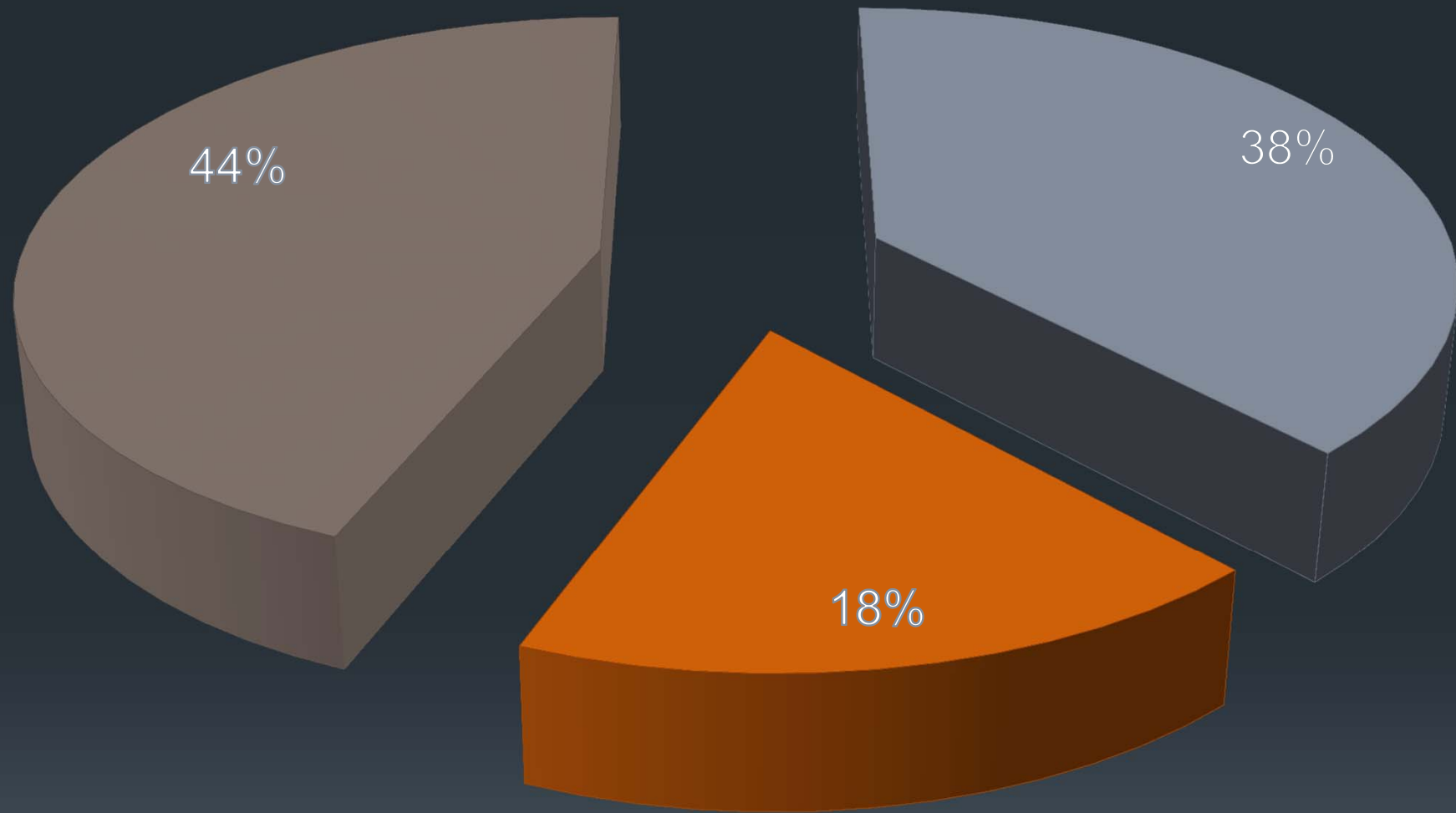
Toplotne potrebe  
59%

- grijanje prostora
- priprema tople vode
- kuvanje
- hlađenje prostora
- specijalne potrebe





# Struktura potrošnje električne energije u javnom sektoru u Crnoj Gori (Strategija razvoja energetike CG)

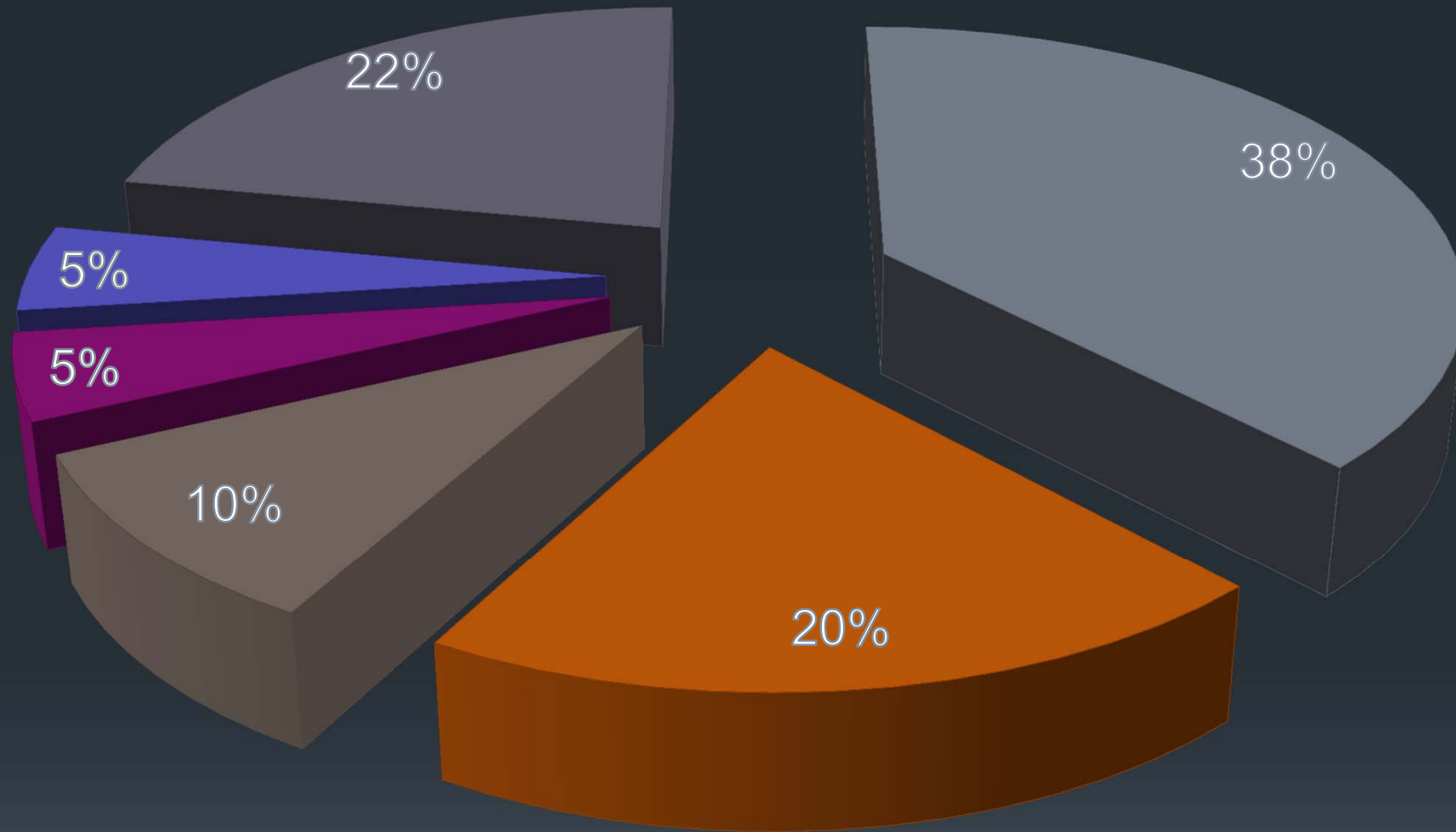


■ toplotne potrebe

■ hlađenje prostora

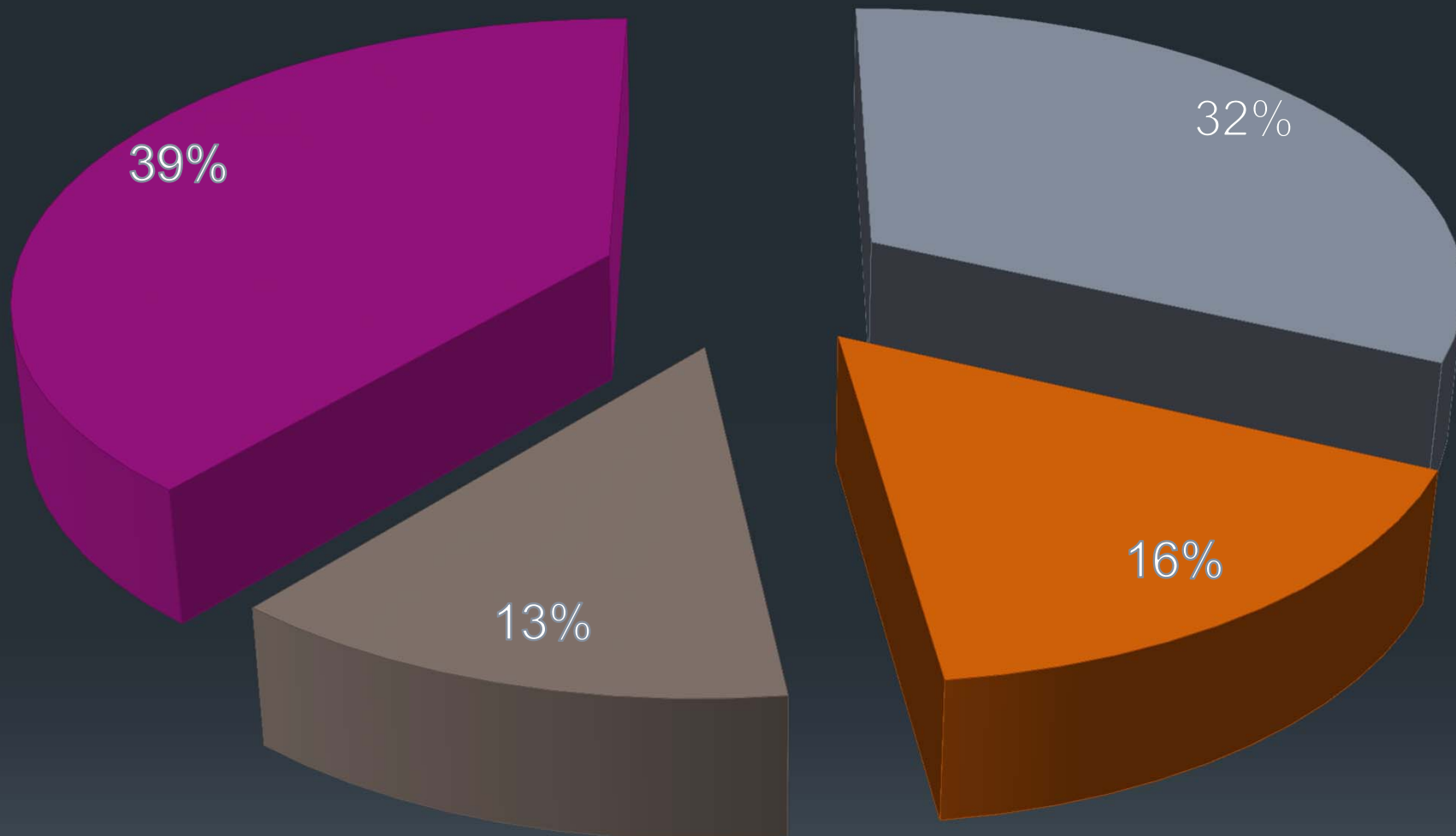
■ specijalne potrebe

# Potencijal ušteda u domaćinstvima do 2050. godine prema IEA

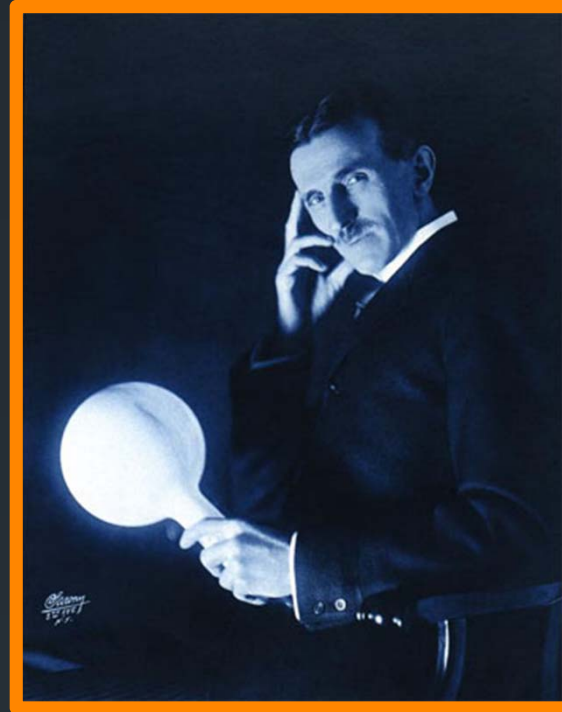


- Grijanje prostora
- Priprema tople vode
- Kuhanje
- Hlađenje
- Osvjetljenje
- Uređaji

# Potencijal ušteda u domaćinstvima do 2050. godine prema IEA



■ Grijanje prostora ■ Priprema tople vode ■ Hlađenje ■ Osvjetljenje i ostalo



OSVJETLJENJE I EE

# Vrste svjetiljki

- Inkandescentne sv.
  - Klasične
  - Halogene
  - Reflektorske ink. sv.
- Natrijumske sv.
- HID sv.
- Fluorescentne sv.
  - CPF
  - CCPF
  - Indukcione
- LED sv.





# Parametri svjetiljki

- Intenzitet svjetlosnog fluksa (Lumen)
- Svjetlosni fluks po jedinici površine - Lux
- Efikasnost (LPW) – Lumen/W
- Stepen održavanja nazivnih karakteristika
- Radni vijek
- Kvalitet reprodukcije boja i detalja (CRI)
- Efikasnost armature (nosača svjetiljke)
- Temperatura boje (CCT)
- Fotometrijski proračun - softver

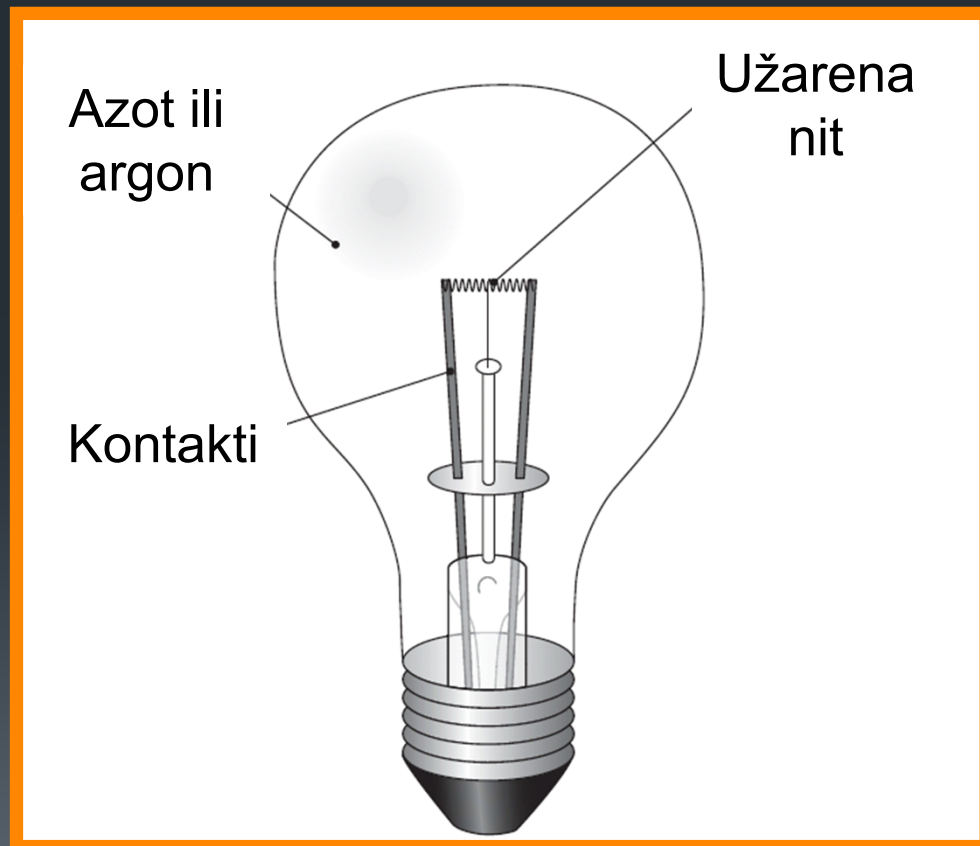


# Inkandescentne svjetiljke

- Princip inkandescencije – emitovanje svjetlosti pri zagrijavanju na visoke temperature
- Najveći dio energije se troši na zagrijavanje
- Vrste:
  - Klasične inkandescentne svjetiljke
  - Halogene svjetiljke

# Klasične inkandescenentne svjetiljke

- Najrasprostranjeniji tip svjetiljke
- 90-98% energije je suvišna toplota
- 750-2500 sati rada
- 10-15 lm/W
- 98-100 CRI
- 2700-2800 K – toplo svjetlo
- Veća snaga=veća efikasnost







# Halogene svjetiljke

- Žarna nit je obmotana providnim slojem koji je ispunjen inertnim gasom sa dodatkom halogenida (brom, hlor, flor, jod)
- Konstantan fluks tokom vijeka trajanja (jako bijelo svjetlo)
- Produženi vijek trajanja (4000 sati)
- Veća efikasnost – 10-30 lm/W
- Veća radna temperatura (temp. niti je 3000°K, stakla 250 °C)
- Male dimenzije za isti intenzitet osvjetljaja
- Veća cijena
- Rizik od požara
- Osjetljivost na promjenu napona



# Natrijumske svjetiljke

- Rade pod niskim pritiskom
- Borosilicijumska cijev koja je ispunjena natrijumom i malom količinom neona i argona – svjetlost nastaje zagrijavanjem i isparavanjem natrijuma
- 10 minuta potrebno za startovanje
- Visoka efikasnost (do 200 lm/W)
- Žuto svjetlo
- Loša reprodukcija boja
- Dug vijek trajanja (18000 sati)
- Ulična rasvjeta

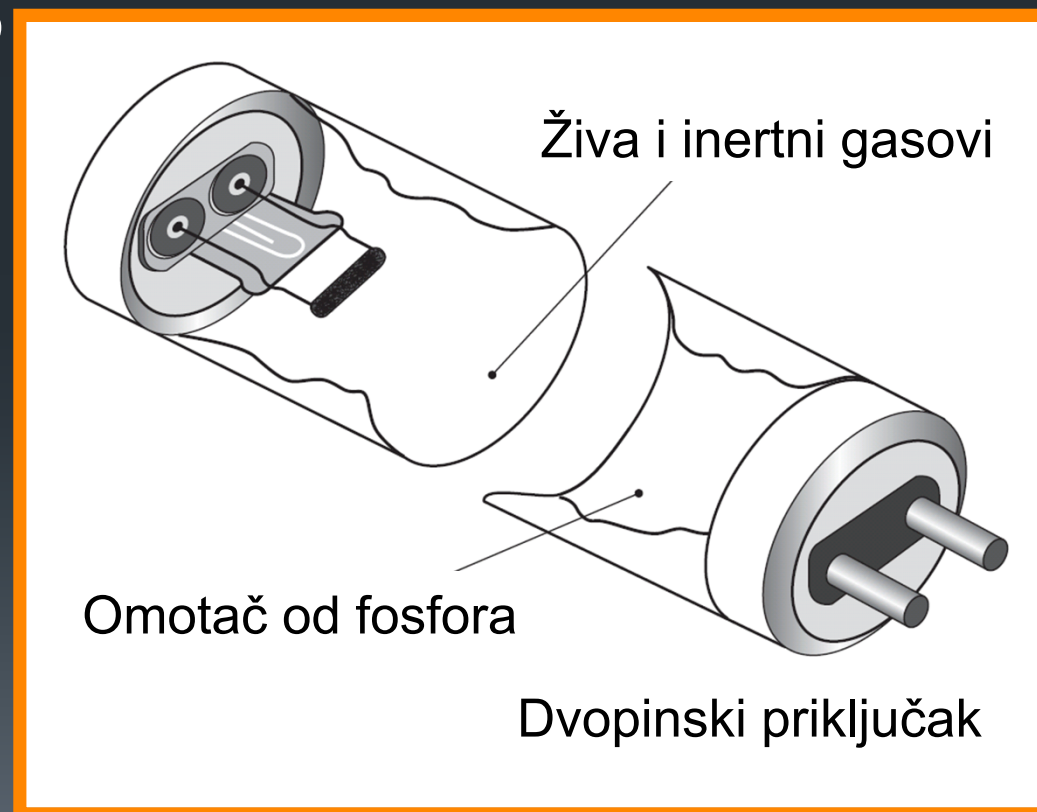
# HID svjetiljke

- High Intensity Discharge svjetiljke
- Princip rada – uspostavljanje električnog luka u cijevi ispunjenoj živom, natrijumom ili metal halogenim gasom
- Dug vijek trajanja
- Efikasnost 65-150 lm/W
- Potreban balast (starter)
- Primjena za vanjsko osvjetljenje ili velikih prostora (sportske dvorane, tereni)



# Fluorescentne svjetiljke

- Princip rada im je sličan kao kod HID svjetiljki ali uz dodatak fosfnog omotača
- Nakon uspostavljanja el. luka dolazi do jonizacije živinih isparenja u cijevi koja emituju UV zračenje. Tada dolazi do fluorescencije i time stvaranja svjetlosti
- Potreban starter (balast)





# Fluorescentne svjetiljke

- Linearne fluorescentne svjetiljke (LFL) – fluo cijevi I i U oblika
  - T5, T6, T8, T10 i T12 – podjela prema prečniku
  - T5, T6, T8 rade sa elektroničkim starterom (novije generacije), T5 i T6 imaju mini dvopinski priključak
  - T10 su rijetke, a T12 su najčešće (stari magnetni starter) i najmanje efikasne u odnosu na ostale T cijevi
  - Ima razlika prema intenzitetu svjetlosti (standard i high output (HO))
  - Najčešće snage: 40W (1.2m), 75W(2.4m)
- Cirkularne (kružne) fluorescentne svjetiljke
  - Elektronički strater



# Fluorescentne svjetiljke

- Označavanje

**F 40 T12 / ES / RE-735**

**F** – tip cijevi (FB ili FU – U cijev, FT – klasična cijev)

**40** – snaga cijevi u W (za slimline, HO, VHO, HOO je to dužina cijevi)

**T12** – prečnik cijevi u inčima ( $12/8 = 0.75\text{in.}$ )

**ES** – posebne oznake (ES-energy saving, HO-high output, VHO-very high output...)

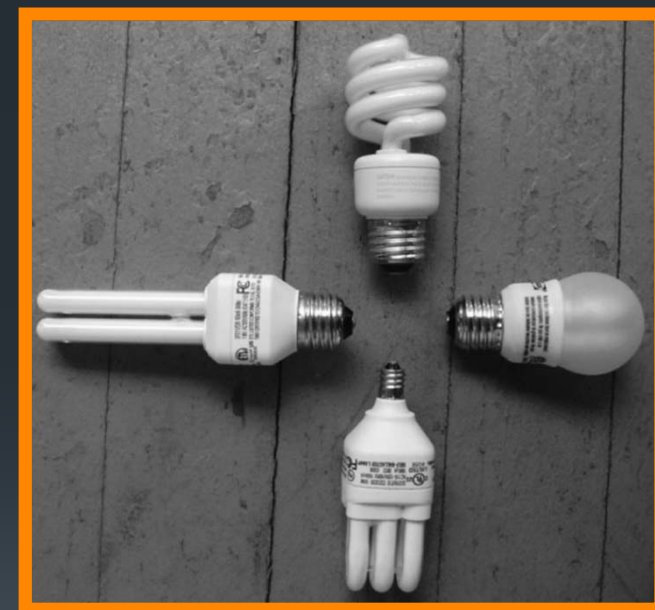
**RE** – materijal omotača cijevi (rijetki fosfor)

**7** – CRI je 70%

**35** – temperatura svijetla 3500K (opciona oznaka)

# Fluorescentne svjetiljke

- Kompaktne fluorescentne svjetiljke (CFL)
  - Standardni sijalični priključci
  - Tehnološke inovacije (savijanje cijevi, kvalitetniji omotač)
  - Starter je dio sijalice (najčešće elektronički)
  - Priključci za CFL sijalice (veća efikasnost, duži radni vijek, veća cijena)
  - Mogućnost rada na DC naponu (posebni prekidači za inverziju polariteta ili posebna vrsta CFL sijalica za DC napon)
  - 13-25W zamjena za klasične sijalice
  - 75% uštede, 8-15 puta duži radni vijek





# Fluorescentne svjetiljke

- Starter (ballast)
  - Magnetni (25% snage svjetiljke, flikeri, buka, sporiji start)
  - Elektronički (10% snage svjetiljke, nema flikera i buke, brži start)
  - BF – faktor balasta (mali BF=ušteda veća+osvjetljaj manji)
  - Rapid start – startuje uz treperenje svijetla
  - Instant start – trenutno uspostavljanje max osvjetljaja
  - Program start – postepeno uspostavljanje pune snage pri približno punom osvjetljaju (česta on/off funkcija)
- Radna temperatura – zavisno od vremenskih uslova treba da bude naglašena (posebne vrste za rad na niskim temperaturama)





# Fluorescentne svjetiljke

- Nedostaci:
  - Hladna bijela boja svjetla (temp. boje iznad 4100K)
  - CRI indeks oko 60%
  - Radni vijek osjetljiv na uslove rada (radni napon, on/off učestalost, vibracije ...)
  - Vrijeme startovanja (propisano standardima npr. Energy Star)
  - Slabljenje intenziteta osvjetljenja sa godinama rada
  - Zvuk uključenja (stariji tipovi)
  - Problemi u radu sa kontrolom osvjetljenja (dimeri, senzori)
  - Osjetljivost na temperaturu ambijenta
  - Faktor snage – smanjuju  $\cos\phi$  (u nekim slučajevima ispod 0.6)
  - Harmonijska distorzija – kvalitet električne energije

# Fluorescentne svjetiljke

- Rizik od štetnog djelovanja žive kao sastavnog elementa
  - Živa ima veoma štetan uticaj na nervni sistem
  - Tretira se kao otrovni otpad
  - Današnje CFL svjetiljke imaju oko 1mg žive (25mg je u bateriji za sat, 500mg u kućnom termometru)
  - CFL sijalice sa posebnim sigurnosnim silikonskim slojem
  - Paketi za recikliranje



# Fluorescentne svjetiljke



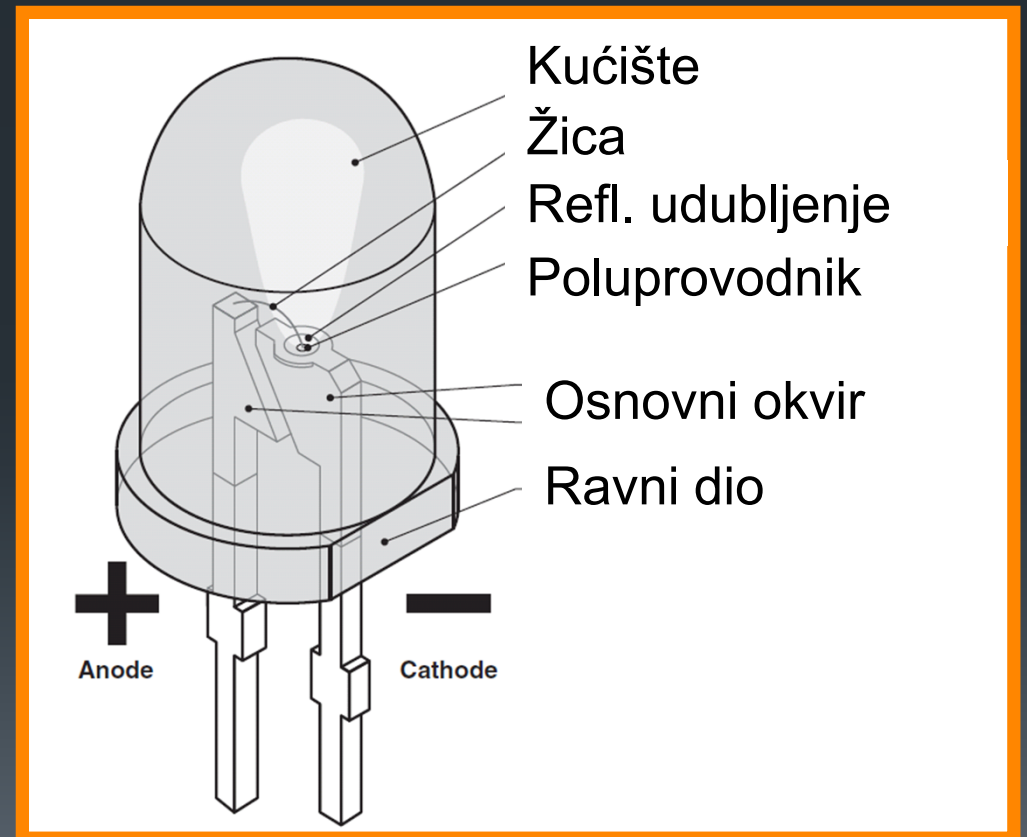
- CCFL svjetiljke
  - CFL svjetiljke sa hladnom katodom – manja temp. rada nego kod CFL (elektrone oslobađa potencijalna razlika a ne visoka temp. kao kod CFL)
  - Princip osvjetljavanja kod LCD monitora
  - Manji LPW nego kod CFL – manja efikasnost
  - Manja radna struja, manje otrovne žive, dugo traju, kontrolabilne su, visok CRI, konstantan osvjetljaj, otporne na vremenske uslove
- Fluorescentne indukzione svjetiljke
  - Tesla – formulisao princip rada
  - Nemaju elektrode – dug vijek trajanja (100000 sati, tj. 25 god. bez održ.)
  - Visok LPW, CRI, faktor snage i cijena
  - Pomoću magnetnih namotaja indukuje se struja unutar cijevi ispunjene gasom

# Fluorescentne svjetiljke

Tip sijalice	Cijena [€]	Snaga [W]	Sv. fluks [lm]	LPW [lm/W]	Rad. vijek [h]
Klasična	0.5	75	900	12	1000
CFL	10	15	900	60	10000
Posmatra se period rada od 10000h. Usvojena cijena kWh je 0.1 €.				Klasična sijalica	CFL sijalica
Ukupna potrošnja električne energije [kWh]				750	150
Cijena potrošnje električne energije [€]				75	15
Cijena potrošenih sijalica [€]				5	10
Ukupni trošak €				80	25
Ušteda [€]				-	55

# LED svjetiljke

- Princip rada – SSL elektroluminescencija
- LED (Light Emitting Diode)
- Poluprovodnički materijali





# LED svjetiljke

- Prednosti:
  - 90-95% manje energije od inkandescentnih sijalica
  - 40000-100000h rada – do 20 godina bez održavanja
  - Efikasnost LPW do 130 (najčešće od 32-50)
  - Manji rizik od požara
  - Otporne na vibracije
  - Pogodne za učestali on/off režim i rad sa kontrolom osvjetljenja
  - Brzo startovanje
  - Širok spektar upotrebe (mogu biti veoma malih dimenzija)
  - Ne sadrže otrovnu živu
  - OLED svjetiljke - budućnost



# LED svjetiljke

- Nedostaci:
  - Efikasnost je uslovljena veličinom struje tj. snagom – kod sijalica većih snaga je manji LPW
  - Problem grijanja kod većih snaga (potreban hladnjak)
  - Najveći broj radi najbolje na DC naponu
  - CRI niži nego kod inkandescentnih sijalica (do 80%)
  - CIJENA – 5 puta skuplja od CFL (klasični modeli) – brzo opada
  - Način osvjetljavanja (hladna boja svijetla)
  - Usmjerenost osvjetljaja – mjera je ugao osvjetljenja
  - Kompatibilnost sa postojećim sistemima (priključcima, kontrolerima nivoa osvjetljenja)
  - Sijalice većih snaga zahtjevaju posebne svjetiljke (ventilacija)

# Pregled karakteristika svih tipova sijalica

Tip sijalice	LPW [lm/W]	Vijek [h]	CRI [%]	CCT [K]	Primjena
Klasične inkand.	10-17	750-2000	98-100	2700-2800	unutra/spolja
Halogene	12-22	2000-4000	98-100	2900-3200	unutra/spolja
Reflektori	12-19	2000-3000	98-100	2800	unutra/spolja
HID-živa	25-60	16000-24000	50	3200-7000	spolja
Metal-halog.	70-115	5000-20000	70	3700	unutra/spolja
Natrijumske	50-140	16000-24000	25	2100	spolja
LFL	60-100	7000-20000	80-95	2700-7500	unutra/spolja





# Pregled karakteristika svih tipova sijalica

Tip sijalice	LPW [lm/W]	Vijek [h]	CRI [%]	CCT [K]	Primjena
CFL	35-80	5000-25000	82-90	2700-7500	unutra/spolja
Indukcione	55-90	30000-100000	80-95	2700-6400	unutra/spolja
LED	32-130	30000-50000	75-80	> 3500	unutra/spolja



# Priključivanje svjetiljki

- Efikasnost svjetiljke – odnos svjetlosnog fluksa koju emituje svjetiljka u odnosu na svjetlosni fluks same sijalice (Lumen Output Ratio – LOR (0.3-0.96))
  - Reflektujuća površina u okviru svjetiljke povećava LOR (dodavanje reflektujuće površi umanjuje potrebu za sijalicama)
- CU koeficijent (Coefficient of Utilisation)
  - Klasična sijalica 0.5
- Kompatibilnost sa sijalicama
- Uslovi rada (dry, damp, wet rating)
- Energy star rating
- Održavanje

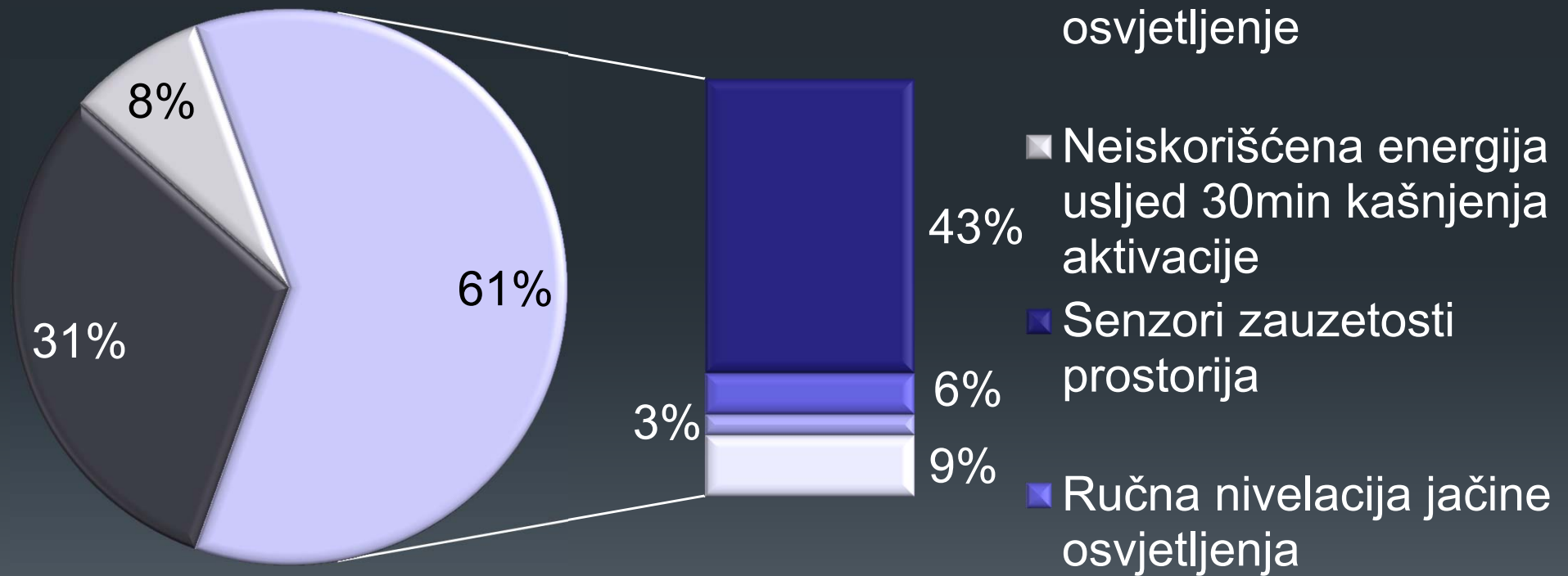


# Regulacija osvjetljenja

- Dimeri – nivelacija stepena osvjetljenosti – ušteda energije
  - Kompatibilnost sa LFL, CFL i LED
- Senzori pokreta i zauzetosti prostorija
  - Eliminacija nepotrebne osvjetljenosti prostorija
  - Infracrveni (detekcija toplote), ultrazvučni i mikrotalasni senzori
- Fotosenzori – detektuju stepen osvjetljenosti
  - Spoljnja upotreba (javna rasvjeta)
- Tajmeri – upravljanje uključivanjem i isključivanjem osvjetljenja
- Bežična kontrola osvjetljenja
- Integracija sa nosačima svjetiljki



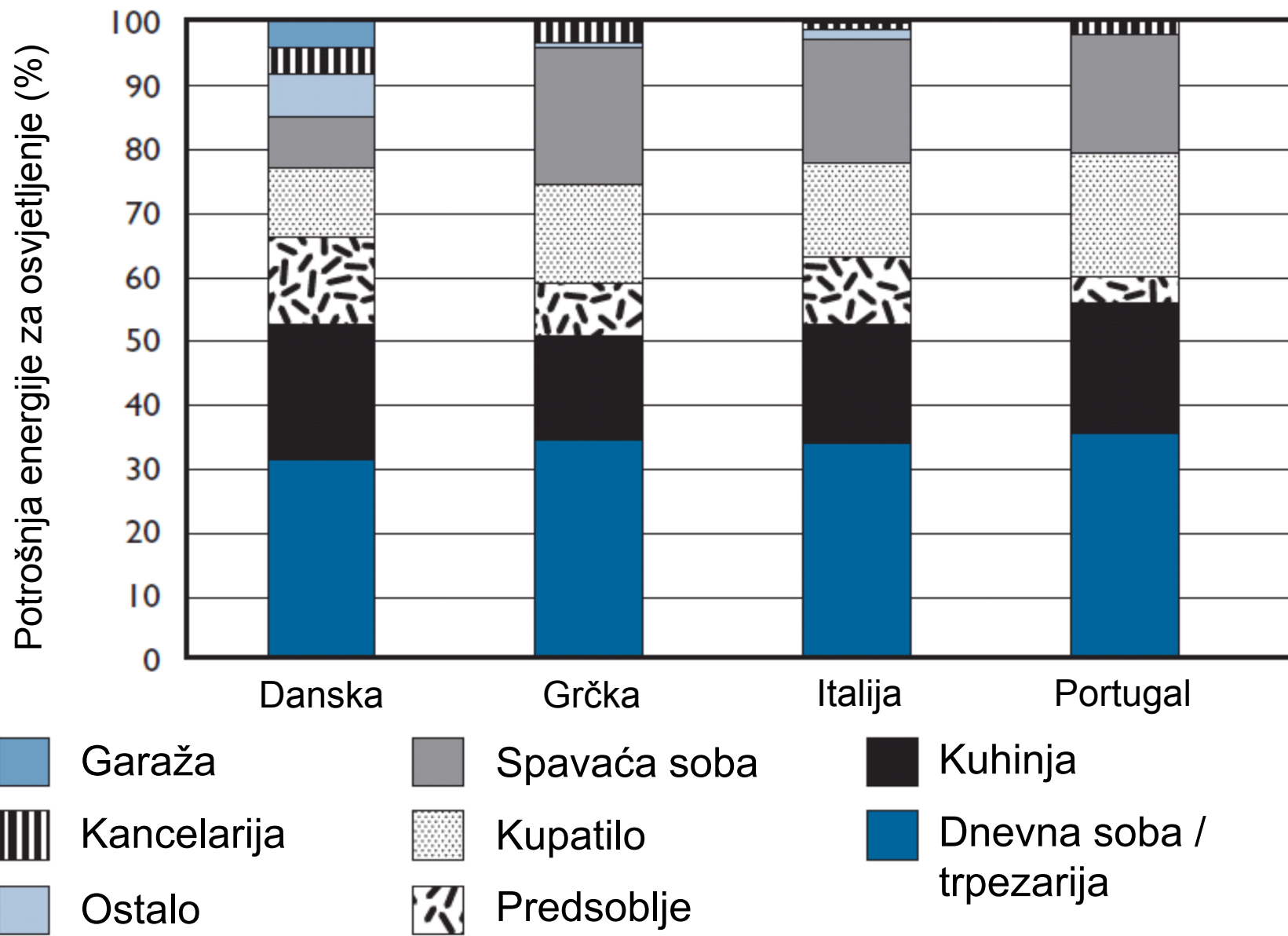
## Procjena ušteda usljed korišćenja regulacije osvjetljenja (SAD, ALG 2003)

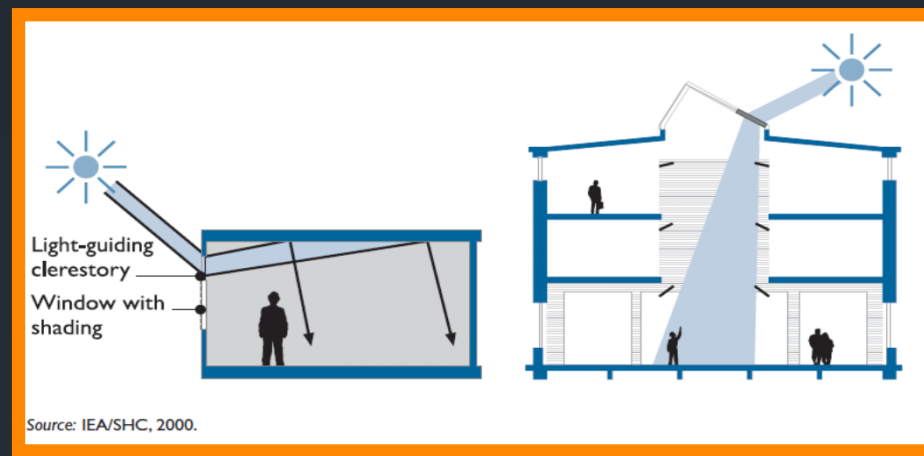




# Preporučeni EU nivoi osvijetljenosti

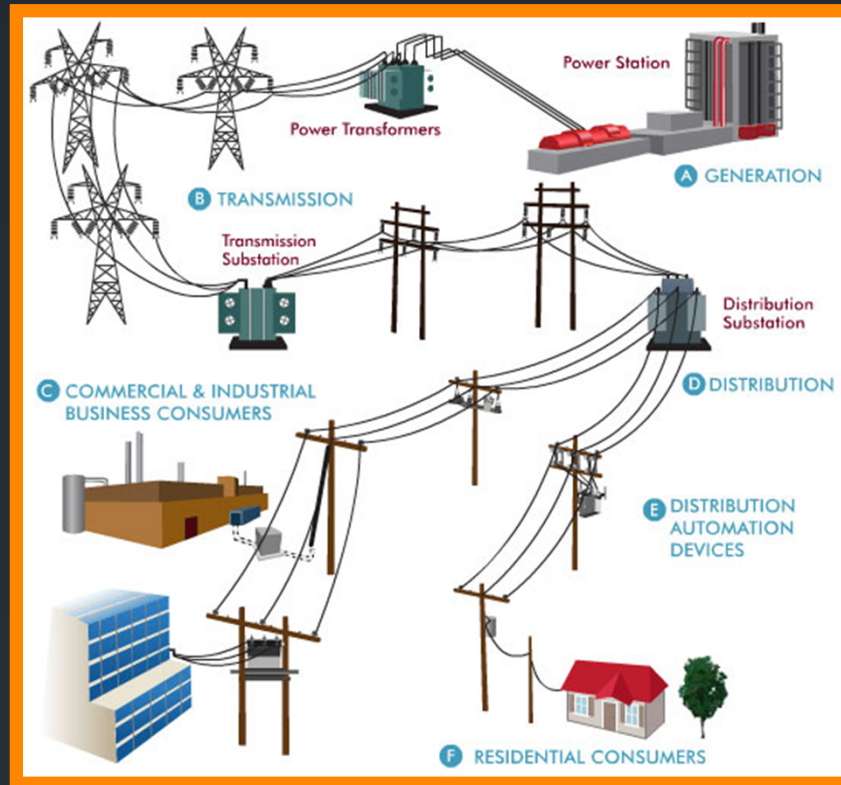
- Kancelarije – 500lx (750lx za projektne biroe)
- Učionice – 300-500lx (500lx table)
- Prodajni objekti – 300-500lx
- Bolnice
  - Hodnici – 200lx
  - Sobe – 100lx
  - Operacione sale – 1000lx
  - Operacioni sto – 10000-100000lx





# Pozitivna praksa EE osvjetljavanja

- Smanjiti upotrebu generalnog osvjetljavanja - Koristiti namjenska svjetla
- Koristiti najmanju prihvatljivu snagu sijalice
- Gasiti svjetla kada se ne koriste (optimizacija upotrebe)
- Svjetle prostorije umanjuju potrebu za snagom sijalica
- Veće korišćenje dnevne svjetlosti (daylighting)
  - Indirektna sunčeva svjetlost
- Odabrati odgovarajuće osvjetljenje
- Poseban pristup za osvjetljenje prostorija različitih namjena



# SMART GRID





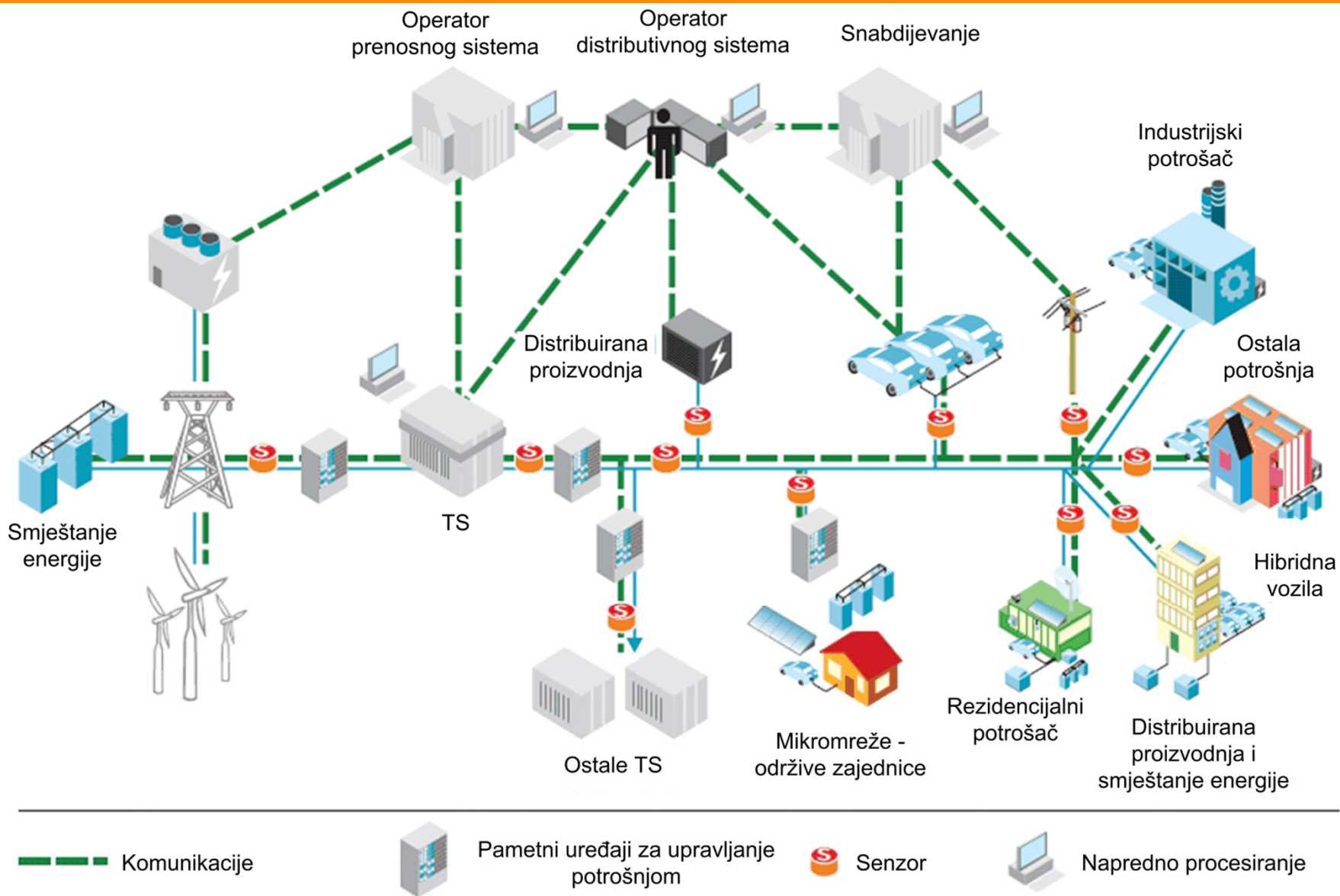
# Postojeća el. en. mreža

- Veliki izvori za proizvodnju električne energije (centralizovana proizvodnja),
- Mreže su optimizovane na lokalnom nivou (nivo nacionalnih sistema),
- Razlike u regulatornom i komercijalnom okviru,
- Nedovoljan nivo tehnoloških inovacija,
- Centralizovano upravljanje,
- Nizak nivo međusobne povezanosti nacionalnih mreža
- Potrošač je pasivan element sistema



# Buduća el. en. mreža

- Koordinisanost sa lokalnim upravljanjem i puna integracija DIE i OIE sa centralnom proizvodnjom,
- Raznovrsni DIE priključeni na naponskom nivou potrošača,
- Harmonizovana legislativa koja olakšava prekograničnu trgovinu električnom energijom i odgovarajućim uslugama,
- Fleksibilno upravljanje potrošnjom i širi spektar usluga za potrošača,
- Fleksibilna, optimalna i strateška mogućnost ekspanzije, održavanja i rada mreža,
- Kvalitet, sigurnost i pouzdanost zahtjevana od strane potrošača u skladu sa savremenim potrebama

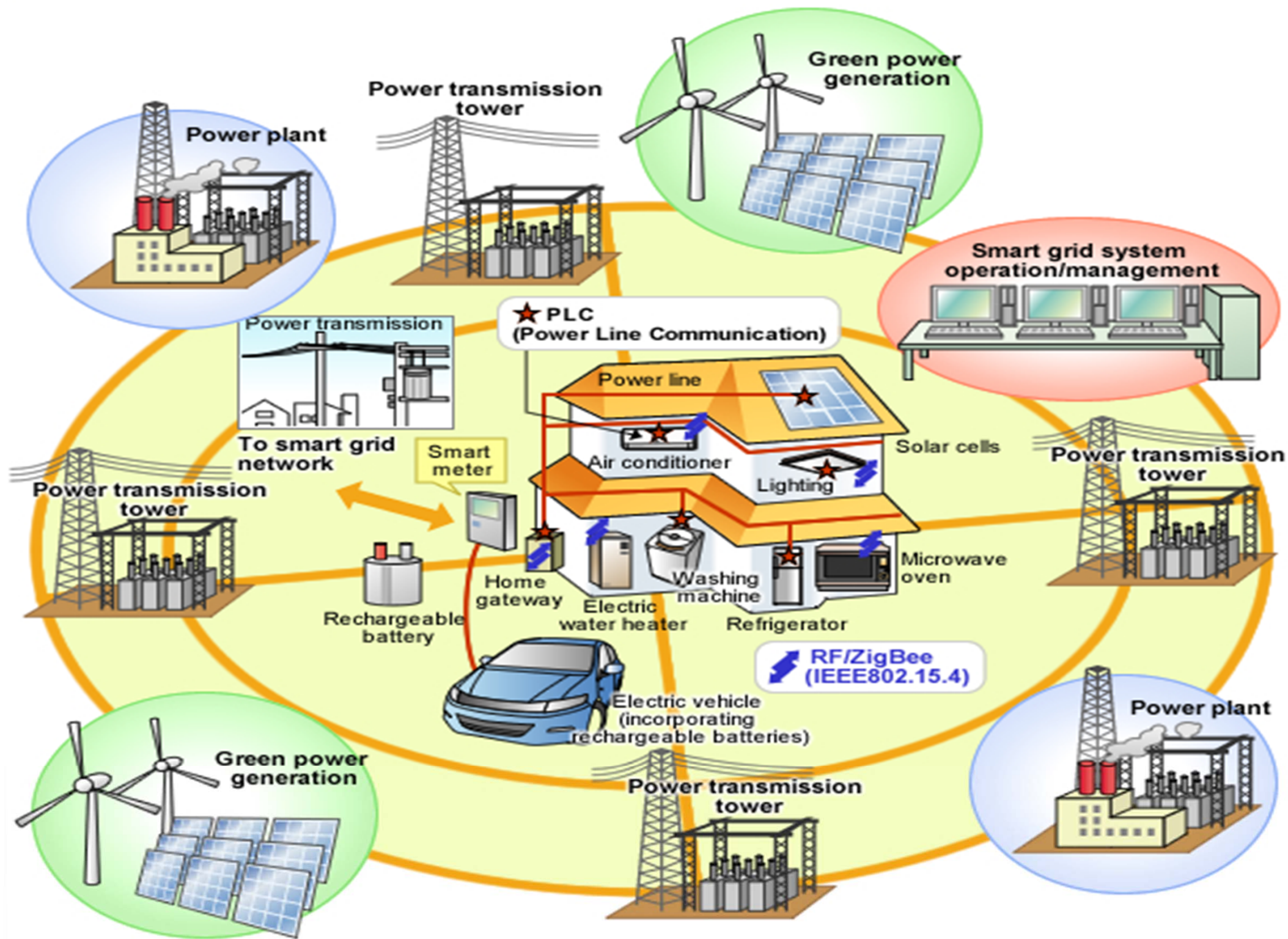




# Mikro-mreža

- Kvalitetan monitoring potrošnje – snimanje profila opterećenja
- Praćenje vremenskih prilika
- Upravljanje tarifama u realnom vremenu (operator distributivnog sistema)
- Signali cijena se šalju prema potrošaču
- Pametno brojilo – pametni mjerni sistem
- Potrošač – aktivan element sistema
- Implementacija savremenih komunikacionih tehnologija
- Fleksibilnost – prilagođavanje novim trendovima razvoja







ZAKLJUČAK



# Efikasna potrošnja električne energije?

- Monitoring potrošnje električne energije je preduslov za efikasnu potrošnju
- Upravljanje potrošnjom el. energije – veći nivo kontrole donosi veću mogućnost uštede
- Ulaganje u nove tehnologije – isplativo
- Objekti sa ugrađenim EE tehnologijama – porast vrijednosti i interesovanja
- Pametne tehnologije – porast komfora uz uštedu energije
- Motivacija za primjenu EE – svijest o mogućim uštedama i doprinosu zdravijoj okolini