



Obuka: Upravljanje energijom u javnom sektoru
Modul 3: Energetska efikasnost u lokalnoj infrastrukturi
(sistemi vodovoda i kanalizacije, javna rasvjeta i transport)

Električna energija i javna rasvjeta

Optimizacija potrošnje...

Prof. dr Milovan Radulović

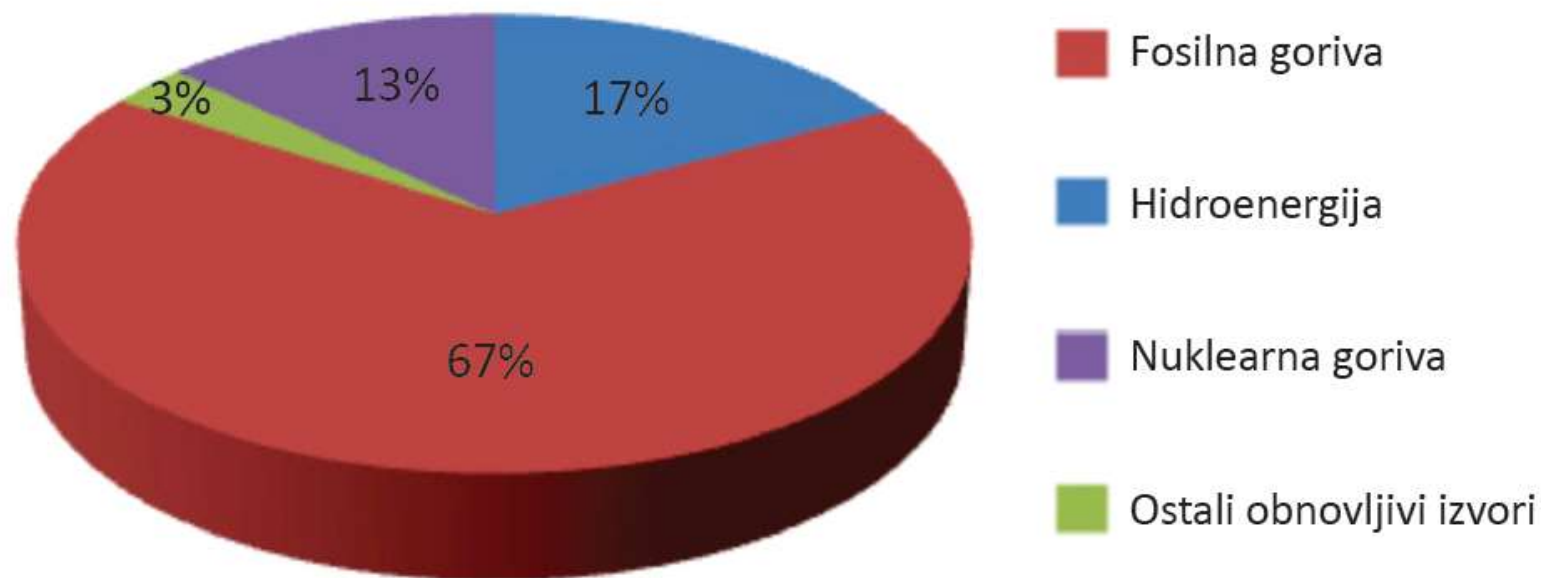
milovanr@ucg.ac.me

Univerzitet Crne Gore
Mašinski fakultet Podgorica
10. novembar 2020.

Teme

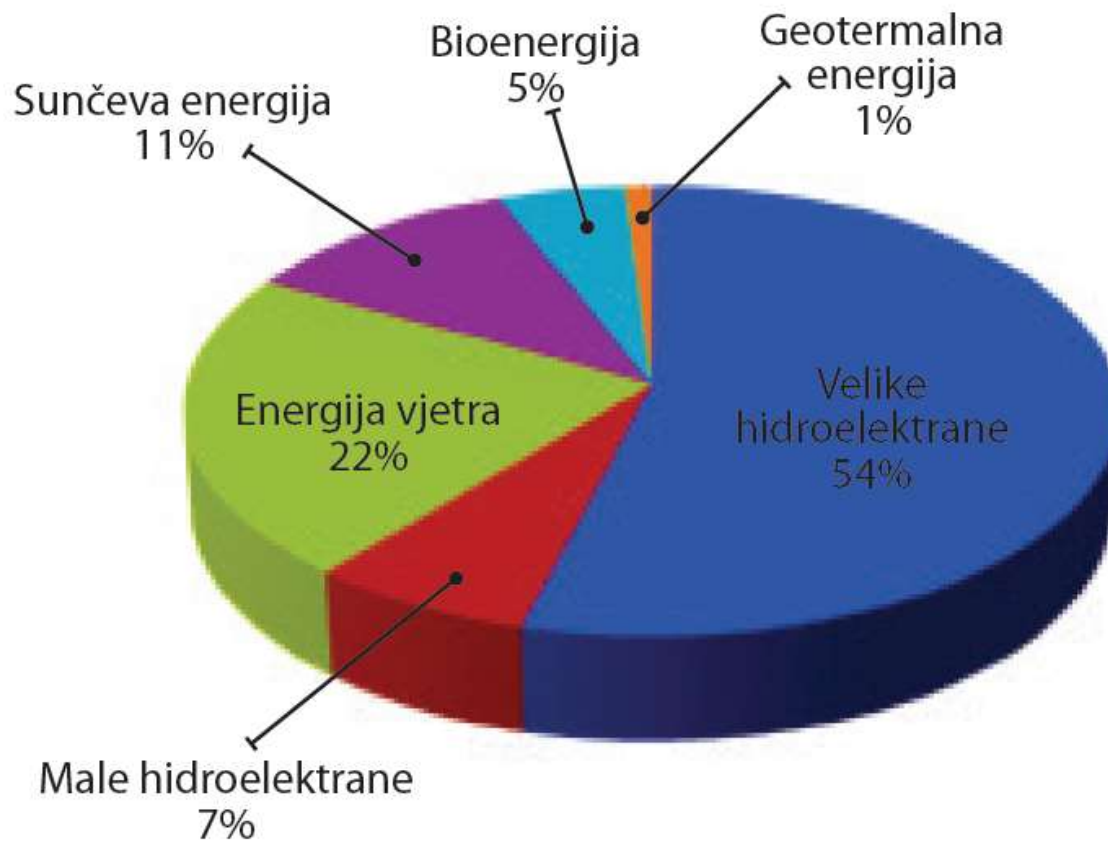
- Sistemi za proizvodnju, transformaciju i distribuciju električne energije;
- Krajnji potrošači, vrste potrošača, tarifni sistemi;
- Reaktivna energija, faktor snage, načini za povećanje faktora snage;
- Kompenzacija reaktivne energije
- Način funkcionisanja Sistema javne rasvjete;
- Nadležnosti opština i lokalnih elektrodistribucija u vezi sa komunalnom uslugom javne rasvjete;
- Prikupljanje i obrada podataka, izrada energetskeg bilansa sistema javne rasvjete;
- Indikatori energetske efikasnosti, mjere za poboljšanje energetske efikasnosti;

Sistemi za proizvodnju i transformaciju električne energije



Udio pojedinih izvora energije u proizvodnji električne energije

Sistemi za proizvodnju i transformaciju električne energije

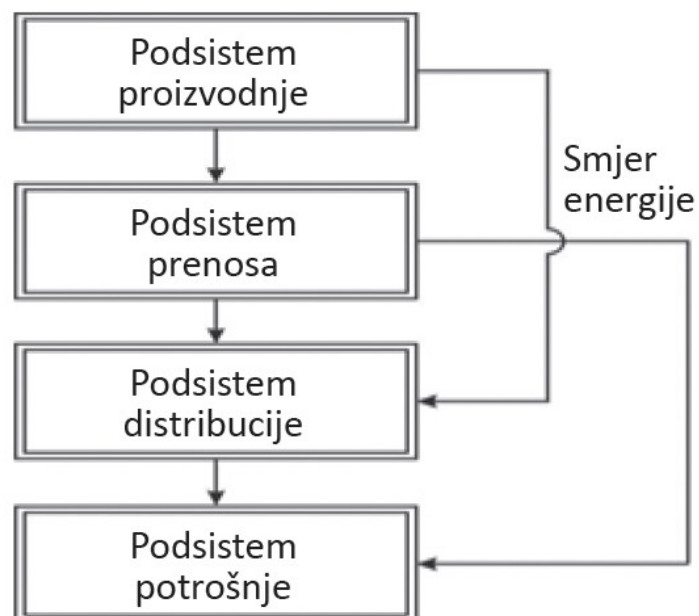


Učešće pojedinih obnovljivih izvora električne energije u ukupnom instalisanom kapacitetu

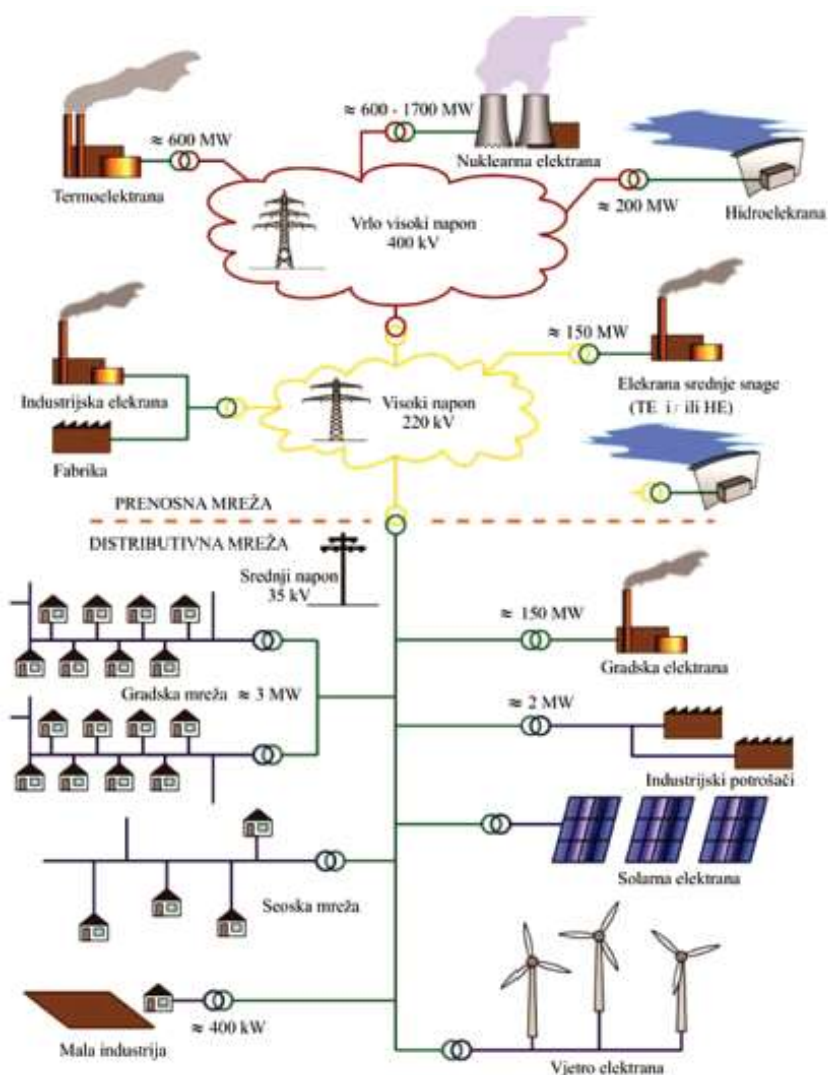
Sistemi za proizvodnju i transformaciju električne energije

- Kao složeni (ili veliki) dinamički sistem, elektroenergetski sistem se može razdvojiti na četiri funkcionalno nezavisna, ali međusobno spregnuta podsistema (Slika 1.10), gdje je povezanost tih podsistema određena smjerom toka električne energije.

- Ti funkcionalno odvojeni podsistemi su:
- podsistem **proizvodnje**,
- podsistem **prenosa**,
- podsistem **distribucije**,
- podsistem **potrošnje**.



Sistemi za proizvodnju i transformaciju električne energije



U elektroenergetskom sistemu Crne Gore propisan je sljedeći niz nazivnih/naznačenih napona: 0,4 kV; 10 kV; 20 kV; 35 kV; 110 kV; 220 kV i 400 kV.

Prema Pravilima Crnogorskog elektroprenosnog sistema (CGES), dijelu EES-a koji se bavi prenosom električne energije (prenosni sistem) pripadaju visokonaponski vodovi nazivnog napona 400 kV i 220 kV, odgovarajuće transformatorske stanice između njih, kao i drugi energetske objekti, telekomunikacioni sistemi, informacioni sistem i druga infrastruktura neophodna za funkcionisanje prenosnog sistema, kao i djelovi objekata i mreža 110 kV koji su u vlasništvu, odnosno na kojima pravo korišćenja imaju korisnici prenosnog sistema.

Sistemi za proizvodnju i transformaciju električne energije

Prema Pravilima Crnogorskog elektrodistributivnog sistema (CEDIS), dio EES-a koji se bavi distribucijom električne energije čine postrojenja 35 kV, transformatori 35/X kV i vodovi 35 kV, kao i postrojenja, transformatori i vodovi nižeg naponskog nivoa, do mjesta priključka korisnika sistema, kao i objekti, telekomunikaciona i informaciona oprema i druga infrastruktura neophodna za funkcionisanje distributivnog sistema.

[http://cedis.me/wp-content/uploads/2018/02/Pravila za funkcionisanje distributivnog sistema elektri%C4%8Dne energije.pdf](http://cedis.me/wp-content/uploads/2018/02/Pravila_za_funkcionisanje_distributivnog_sistema_elektri%C4%8Dne_energije.pdf)

<http://cedis.me/wp-content/uploads/2018/02/Zakon-o-energetici-precisceni-tekst.pdf>

http://cedis.me/wp-content/uploads/2017/06/pravila_mjerenja_u_distributivnom_sistemu_elektricne_energije.pdf

Znači trofazna NN mreža je četvorožična sa tri linijska i tri fazna napona:

$$U_{L1L2} = 400V$$

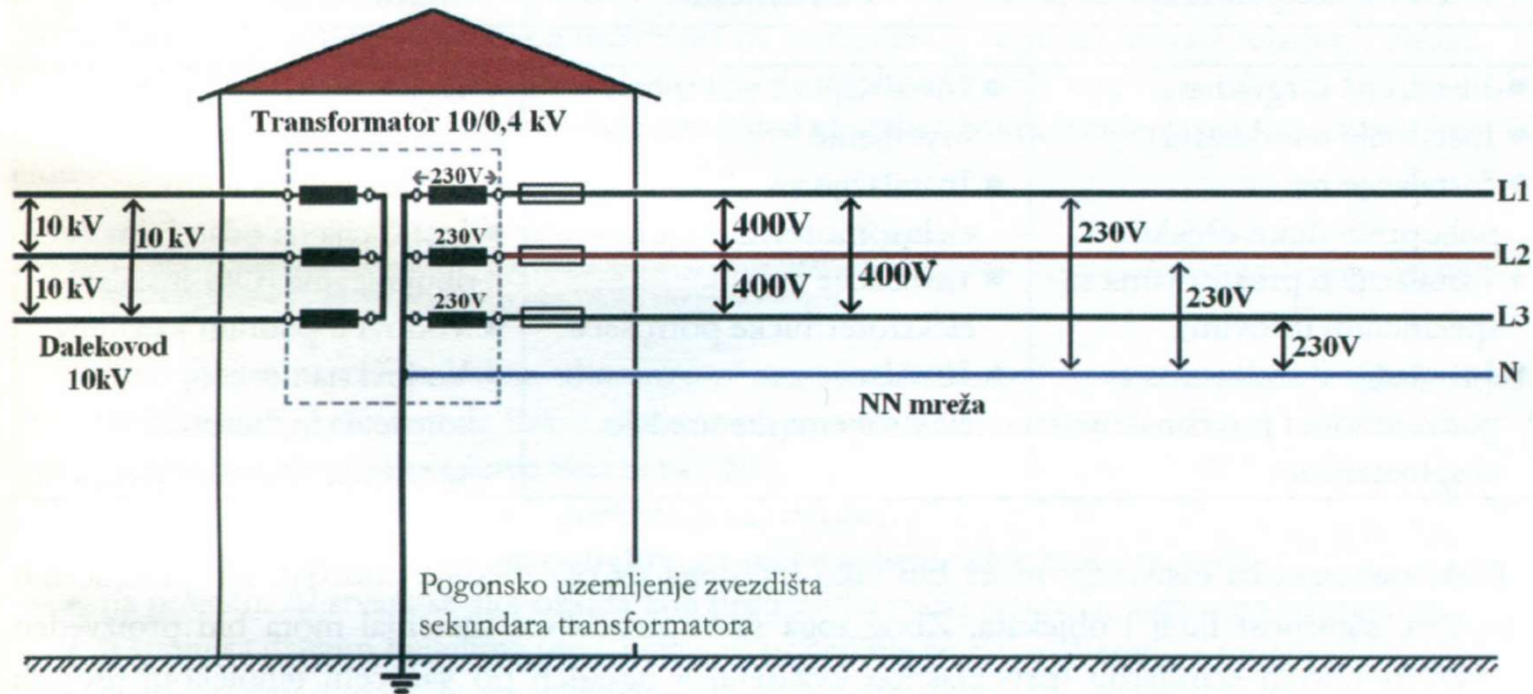
$$U_{L1N} = 230V$$

$$U_{L2L3} = 400V \quad \text{Linijski naponi}$$

$$U_{L2N} = 230V \quad \text{Fazni naponi}$$

$$U_{L3L1} = 400V$$

$$U_{L3N} = 230V$$



Sl. 1 Standardna trofazna niskonaponska elektroenergetska mreža

*Promena standardnog niskog napona s 220/380V na 230/400V je uvedena od 1987. godine u Nemačkoj. Tehničkim propisima je dozvoljena tolerancija +6/-10% od standardnog napona 230/400V u NN mreži. Tako na primer fazni napon može da iznosi od 207V do 244V (od 2003. godine u Nemačkoj je dozvoljeno odstupanje +10/-10% od standardnog napona a to znači da fazni napon u NN mreži može biti min. 207V i max. 253V).

pravila mjerenja u distributivnom sistemu elektricne energije.

Član 10

- (1) Za korisnike sistema čiji je objekat priključen na mrežu niskog napona I koji pripadaju kategoriji “domaćinstva” najmanje se mjeri aktivna električna energija.
- (2) Korisnicima sistema čiji je objekat priključen na mrežu niskog napona I koji pripadaju kategoriji “kupci priključeni na 0,4 kV naponski nivo kod kojih se snaga ne mjeri” sa odobrenom snagom do 34,5 kW najmanje se mjeri aktivna energija.
- (3) Za korisnike sistema čiji je objekat priključen na mrežu niskog napona I koji pripadaju kategoriji “kupci priključeni na 0,4 kV naponski nivo kod kojih se snaga mjeri” sa odobrenom snagom preko 34,5 kW najmanje se mjeri aktivna energija, reaktivna energija i vršno opterećenje multifunkcionalnim brojilom.
- (4) Korisnicima sistema čiji je objekat priključen na mrežu srednjeg **napona** najmanje se mjeri se aktivna energija, reaktivna energija i vršno opterećenje multifunkcionalnim brojilom.
- (5) Na obračunskim i kontrolnim primopredajnim mjernim mjestima između prenosne i distributivne mreže na kojima se mjeri razmijena energije između prenosnog i distributivnog sistema, najmanje se mjeri aktivna energija, reaktivna energija i vršno opterećenje multifunkcionalnim brojilom.

Električni prijemnici su uređaji i aparati koji koriste električnu energiju za svoj rad. Električne prijemnike dijelimo na:

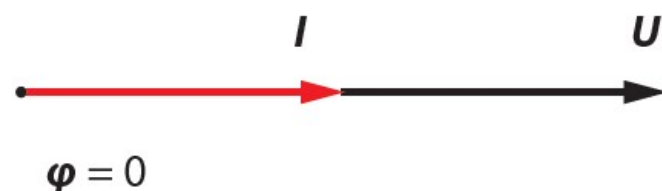
- prijemnike za jednosmjerni sistem napajanja (DC*)
- prijemnike za naizmjenični sistem napajanja (AC*)

Razlikujemo dvije vrste prijemnika za naizmjenični sistem napajanja i to:

- omski (termički) i
- mješoviti (omsko-induktivni)

Strogo uzevši, postoji i slučaj mješovitog omsko kapacitivnog opterećenja, ali on se rijetko srijeće u električnim instalacijama pa ga nećemo posebno analizirati.

Omski (termički) prijemnici svu električnu energiju pretvaraju u toplotu. U ovu grupu prijemnika spadaju: sijalice sa užarenim vlaknom, grijači, termički aparati u domaćinstvu itd. Karakteristika omskih prijemnika je da su napon i struja jednovremeni, što u fazorskom dijagramu znači da su fazori napona i struje u fazi kao što je prikazano na slici 2.1.



Slika 2.1: Fazorski dijagram napona i struje kod omskih prijemnika

Ugao između fazora napona i fazora struje je $\varphi = 0^\circ$. Kosinus ugla ($\cos \varphi$) između napona i struje naziva se sačinilac snage ili faktor snage. Za omske prijemnike sačinilac snage je jednak jedinici $\cos \varphi = 1$ ($\cos 0^\circ = 1$).

Mješoviti (omsko-induktivni) prijemnici su prijemnici koji imaju namotaje na feromagnetnim jezgrima, takođe i običan prav provodnik posjeduje induktivnost koja pri većim poprečnim presjecima nije zanemarljiva. U ovu grupu prijemnika spadaju: elektromotori, prigušnice, transformatori i sl. Ovi prijemnici pored induktivnog otpora sadrže i termogeni otpor. Karakteristika mješovitih prjemnika jeste kašnjenje promjene struje I za promjenom napona U za vrijednost ugla φ . Fazorski dijagram prikazan je na slici 2.2.

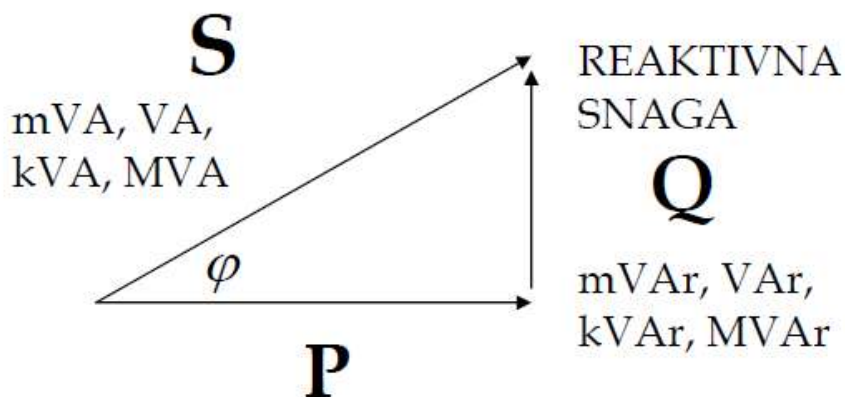
Kašnjenje fazora struje za fazorom napona kreće se od $\varphi = 0^\circ$ (kod čisto omskih prijemnika) do $\varphi = 90^\circ$ (kod čisto induktivnih prijemnika).



Slika 2.2: Fazorski dijagram napona i struje kod mješovitih (omsko-induktivnih) prijemnika.

TROUGAO SNAGA

PRIVIDNA SNAGA



$$P = S \cos \varphi$$

$$Q = S \sin \varphi$$

AKTIVNA SNAGA
mW, W, kW, MW

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

CILJ je OSTVARITI

$$Q=0 \longrightarrow \begin{cases} P=S \\ \cos \varphi = 1 \end{cases}$$

Faktor snage ispod 1.0 zahtijeva od proizvođača električne energije da napravi više od minimalno dovoljnih volt-ampera kako bi napravio realnu snagu ([Vat](#)). Ovo povećava cenu proizvodnje i prenosa električne energije. Na primer, ako bi faktor snage potrošača bio 0.7, prividna snaga bi bila 1.4 puta veća od realne snage koju koristi potrošač. Struja u linijama bi bila takođe 1.4 puta veća nego struja potrebna pri faktoru snage 1, tako da se gubici u kolu dupliraju (pošto su proporcionalni kvadratu struje). Alternativno sve komponente sistema kao što su generatori, provodnici, transformatori, i oprema za prekidanje bi se udvostručili u veličini i cijeni kako bi prenijeli dodatnu struju.

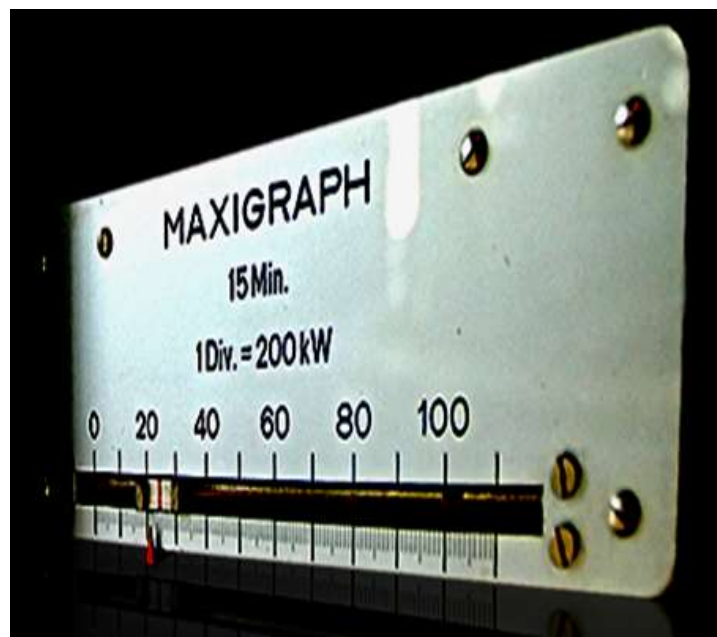
Kompanije za distribuciju električne energije uglavnom naplaćuju dodatne troškove komercijalnim korisnicima koji imaju faktor snage ispod nekog ograničenja, koje je uglavnom oko 0.9-0.95. Inženjeri su zainteresovani u faktor snage potrošača kao jedan od faktora koji utiče na efikasnost prenosa električne energije.

Izgled elektronskog brojila električne energije koje se ugrađuje od strane Elektroprivrede u Crnoj Gori

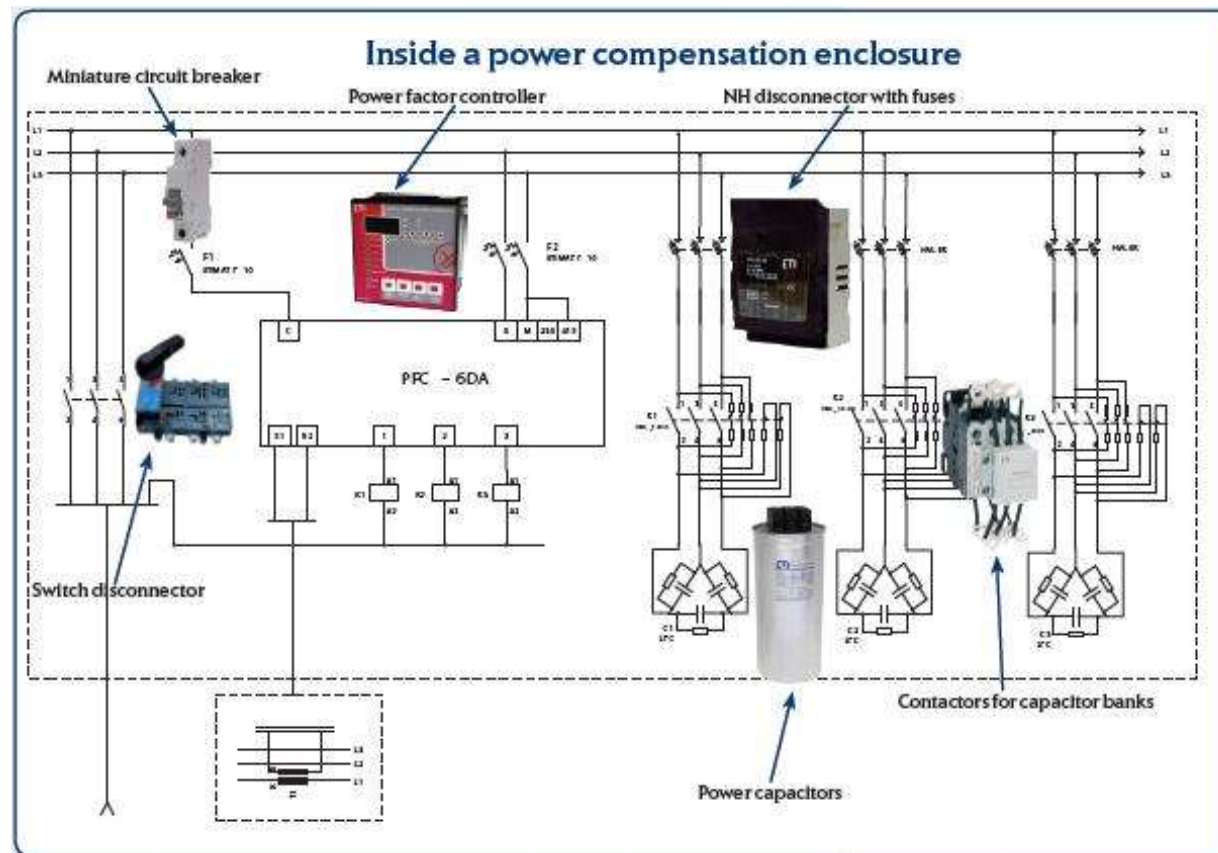


- 1- Ekran (displej) omogućava prikaz dostupnih informacija**
- 2- Taster za očitavanje, pritiskom na taster na ekranu se prikazuje nova informacija**
- 3- Pokazatelj potrošnje, treperenje lampice ukazuje da postoji potrošnja električne energije**
- 4- Prekidač, omogućava prekid i ponovno napajanje električnom energijom (Upozorenje: ovaj prekidač ne zamjenjuje sigurnosne uređaje)**
- 5- Optički interfejs (samo za eventualne intervencije ovlašćenog tehničkog osoblja)**

Brojilo električne energije sa pokazivačem maksimalnog opterećenja ima na sebi kazaljku koja pokazuje koliko je bilo maksimalno opterećenje između dva čitanja podataka na brojilu. Maksimetar (maksigraf) počinje svakih 15 minuta novo mjerenje prosječne snage. Na kraju mjeseca maksimetar zapamti najveću prosječnu snagu u proteklom mjesecu. Ta snaga se obračunava i naplaćuje. Vraćanje kazaljke na nulu vrši ovlaštteni čitalac brojila. Ova brojila služe da se stekne uvid u to kako potrošač opterećuje električnu mrežu u pogledu snage. Izgled brojila električne energije sa pokazivanjem maksimalnog opterećenja prikazan je na slici



Brojilo reaktivne električne energije registruje utrošenu reaktivnu električnu energiju sa svrhom da se naplatom reaktivne električne energije stimuliše potrošač da popravi svoj sačinilac snage. Ova brojila reaguju samo na reaktivnu snagu. Izrađuju se isključivo kao trafazna. Konstruktivno se skoro ne razlikuju od trofaznih brojila aktivne energije, osim u načinu povezivanja.





Faktor snage

Faktor snage je mjerilo koje pokazuje koliko je efikasno iskorištena električna energija.

Kompenzacija reaktivne energije oblikuje ulaznu struju u cilju maksimiziranja stvarne snage dostupne preko napojih faza. U idealnom slučaju, električni uređaj bi se trebao ponašati približno kao čisti otpornik, jer bi u tom slučaju reaktivna energija koju uređaj troši bila jednaka nuli. Povezano sa ovim scenarijom je i odsustvo viših harmonika u ulaznoj struji - struja je savršena kopija ulaznog napona (obično sinusni talas) i međusobno su u fazi. U ovom slučaju je struja koju uređaj vuče iz mreže minimalna u odnosu na stvarnu snagu potrebnu za vršenje zadatog rada, što minimizira gubitke i troškove koji su povezani kako sa distribucijom električne energije, tako i sa njenom proizvodnjom i opremom korištenom u tom postupku.

KOMPENZACIJA REAKTIVNE ENERGIJE

- Pod kompenzacijom reaktivne energije podrazumeva se instalacija opreme koja generiše reaktivnu energiju na mestu montaže i time *kompenzuje* potrošnju reaktivne energije u pogonu.
- Ovim se drastično smanjuje količina preuzete reaktivne energije iz mreže, a time i računi za utrošenu reaktivnu energiju.
- Troškovi za reaktivnu energiju tipično čine oko 15 % ukupnog računa za električnu energiju.
- Kompenzacijom reaktivne snage ova kompletna stavka bi trebalo da bude skoro potpuno eliminisana.
- Cene opreme za kompenzaciju su takve da se ova investicija isplati u roku od 6 meseci do 2 godine.

REAKTIVNA ELEKTRIČNA ENERGIJA

- Reaktivna energija (ili u zapadnoj varijanti: jalova, što plastičnije opisuje njen karakter), sa stanovišta fizike je onaj deo ukupne isporučene električne energije koji se troši na uspostavljanje i održavanje magnetnog polja u električnim mašinama.
- Odavde je jasno da su najveći potrošači reaktivne energije elektromotori i transformatori.
- Svoje ime reaktivna energija je dobila zbog činjenice da njena potrošnja ne doprinosi aktivnoj odnosno korisnoj snazi, ali bez potrošnje reaktivne energije električna mašina **ne bi ni mogla da radi**.
- Strogo govoreći reaktivna energija je mnogo širi pojam i javlja se i kod potrošača kao što su: frekventni regulatori, soft starteri, jednosmerni pogoni, ispravljači, itd.

REAKTIVNA ENERGIJA-problemi

- I) PRIMER: TIPIČAN $\cos\varphi=0.8$ za ASINHRONE MOTORE, MOTOR SNAGE npr.10kW, svakog sata utroši 10kWh aktivne energije i 7.5kVArh reaktivne energije 10kW se pretvori u rad, dok se 7.5kVAh se utroši da bi se izvršila magnetizacija polova motora (krajnji potrošač nema nikakvu direktnu korist od ove energije a mora de je plati!!!!!!)
- II) REAKTIVNA ENERGIJA MORA DA SE TRANSPORTUJE OD MESTA PROIZVODNJE (GENERATOR-TRANSFORMATOR-VOD-POTROŠAČ) I ZAUZIMA KAPACITET KABLA (Za pomenuti motor od 10kW struja koja potiče od aktivne energije iznosi oko 25A, a od reaktivne energije oko 19A, tako da ukupno kroz napojni vod protiče oko 45A i doprinosi povećanju otpornih gubitaka u vodu i njegovo grejanje). Posledice zagrevanja voda (kabla) su veći pad napona koji raste sa njegovom dužinom.



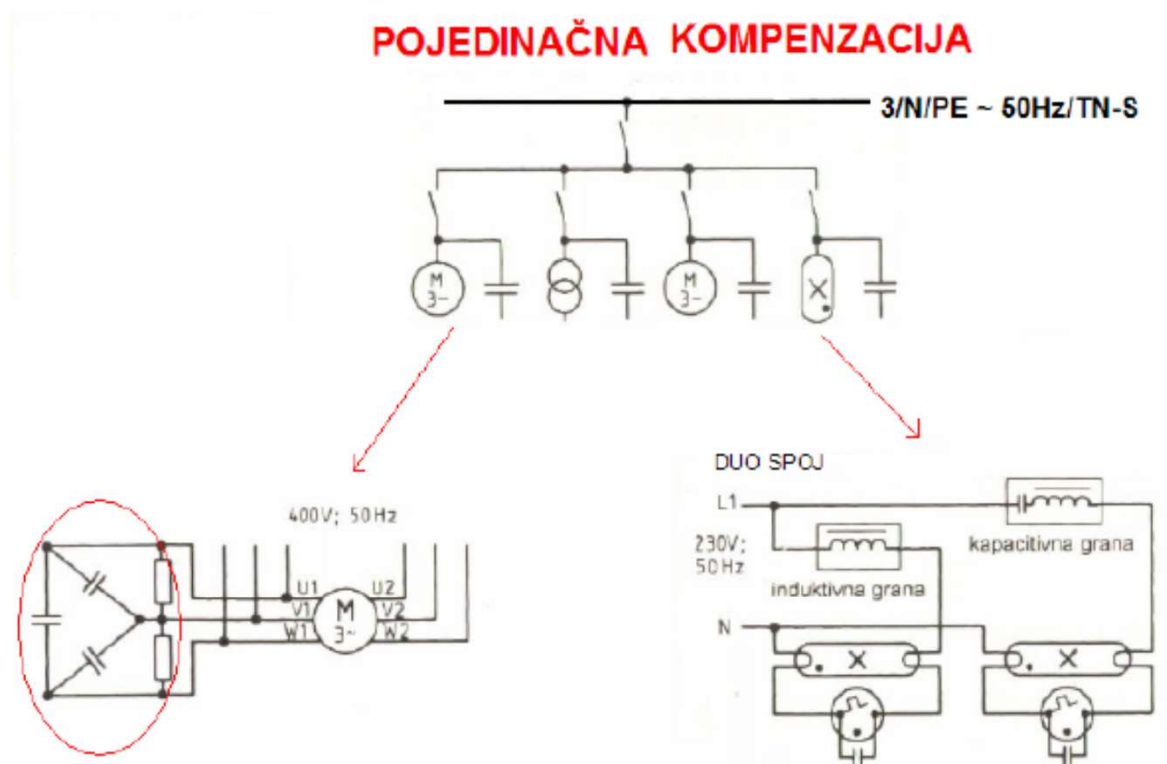
Prisustvo reaktivne komponente (crvena boja) je zauzela oko 40% potrebnog kapaciteta- $\cos\varphi=0.8$



Potreban presek provodnika ako je potrošač u potpunosti kompenzovan- $\cos\varphi=1$

TIPOVI KOMPENZACIJE REAKTIVNE ENERGIJE

POJEDINAČNA KOMPENZACIJA

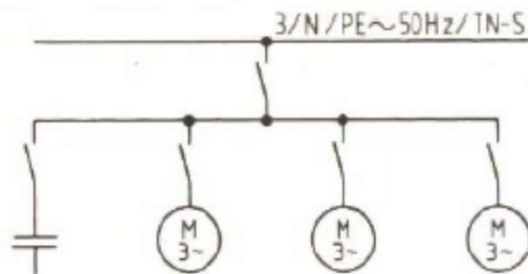


Potrošači reaktivne snage sa paralelno spojenim kondenzatorima
Kod trofaznih potrošača kondenzatorske baterije vezane u spoju
"trougao"

PRIMENA: motori, fluorescentne svetiljke (duo spoj), transformatori

TIPOVI KOMPENZACIJE REAKTIVNE ENERGIJE

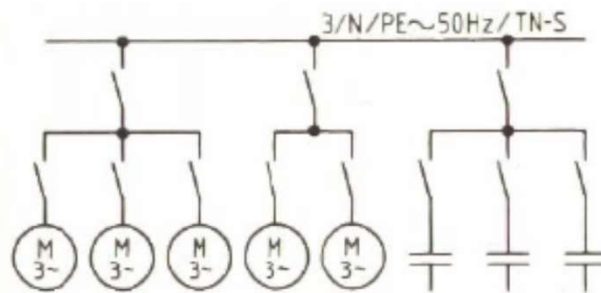
GRUPNA KOMPENZACIJA



POTROŠAČI REAKTIVNE SNAGE SA JEDNOM
PARALELNO SPOJENOM
KONDENZATORSKOM JEDINICOM

PRIMENA: manja postrojenja sa
motorima i fluo svetiljkama

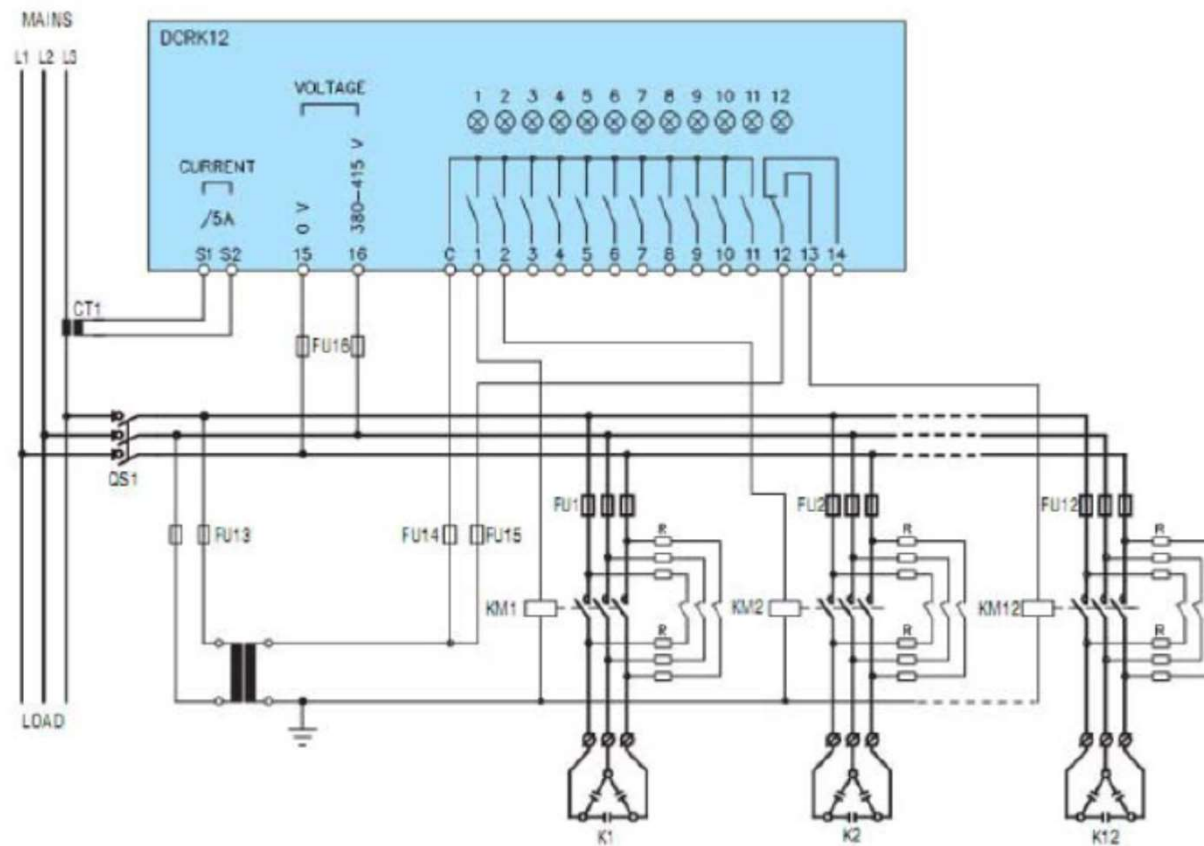
CENTRALNA KOMPENZACIJA



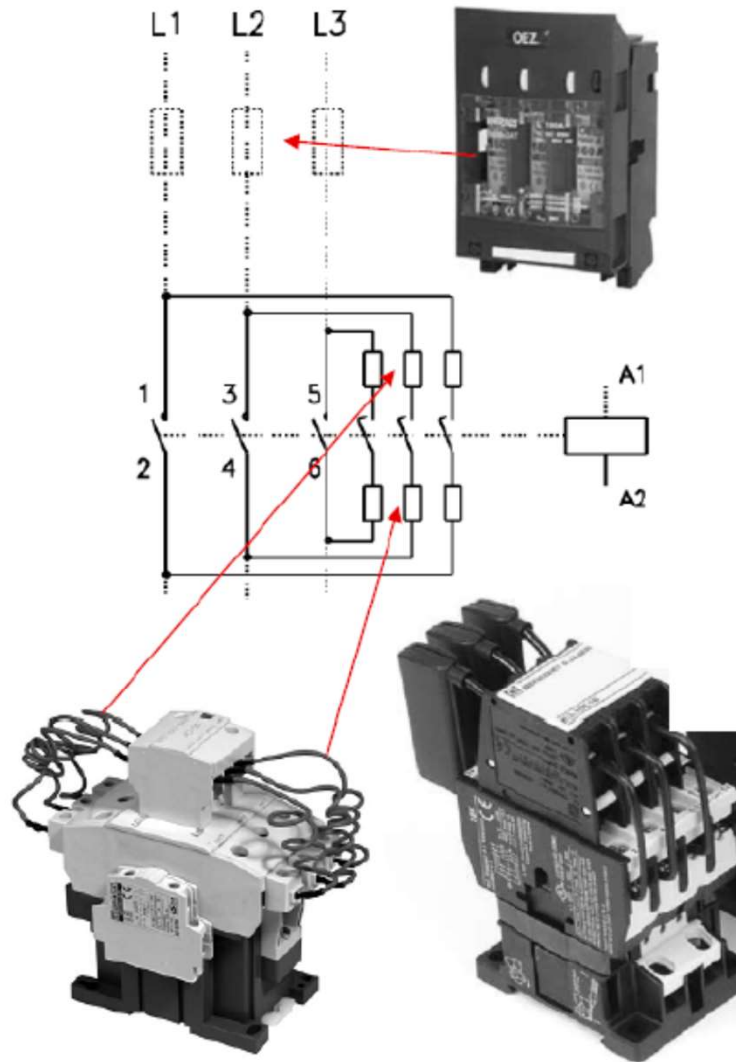
CENTRALNA KOMPENZACIJA UKUPNE
REAKTIVNE SNAGE POTROŠAČKOG
POSTROJENJA POMOĆU REGULACIONE
KONDENZATORSKE JEDINICE

PRIMENA: zanatski i proizvodni pogoni,
administrativne zgrade, radionice

STEPENASTI REGULATORI REAKTIVNE ENERGIJE



KONDENZATORSKI KONTAKTORI

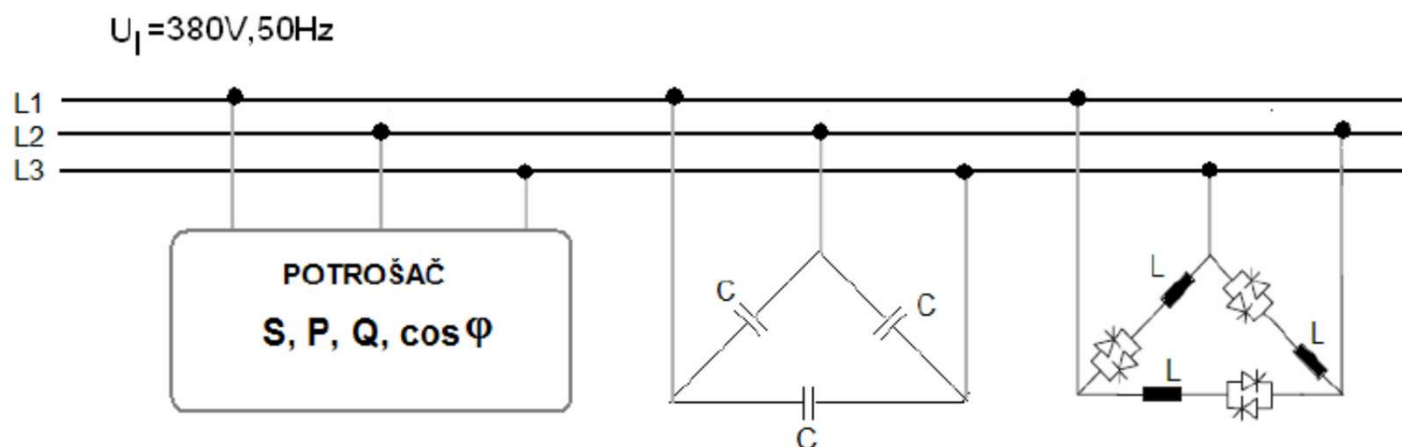


- Kondenzatorski kontaktori uključuju i isključuju kondenzatorske baterije koje imaju male induktivnosti i male gubitke

- PRIGUŠNI OTPORI se uključuju neposredno pre uključanja kondenzatorskih baterija, da bi se smanjile prevelike struje uključanja $7I_n$

- OSIGURAČI za kondenzatorske baterije su vrednosti $1.6I_n \dots 2.5I_n$

TIRISTORSKI REGULATORI REAKTIVNE ENERGIJE



- U slučaju da su dnevne promene induktivne komponente struje velike, paralelno opterećenju se može priključiti fiksna baterija kondenzatora dovoljno velike kapacitivnosti, tako da se potrošač zajedno sa baterijom kondenzatora prema mreži ponaša kao otporno-kapacitivno opterećenje.

- Zatim se paralelno sa baterijom kondenzatora vezuje induktivno opterećen tiristorski fazni regulator pomoću koga se faktor snage podešava na maksimalnu vrednost.

Ovo je prva cjelina koju danas razmatramo.

Da li ima nekih pitanja?

Energetski efikasna javna rasvjeta

„Postoje samo dva kvaliteta na svijetu: efikasnost i neefikasnost i samo dvije vrste ljudi: efikasni i neefikasni.“

George Bernard Shaw



Povećavanje energetske efikasnosti je svakako jedan od najhitnijih zadataka sadašnjice.

Ono ublažava skokove cijena energije, smanjuje zavisnost od uvoza iste, snižava emisiju ugljendioksida (CO₂) koji ima štetan uticaj na klimu, povećava sigurnost snabdijevanja i ublažava sukobe u raspodjeli energije.

Dakle, svaka odgovorna energetska politika mora da odgovori na pitanje kako se energetska efikasnost može povećati.

JAVNA RASVJETA



Javna rasvjeta je dio komunalne infrastrukture svakog naseljenog područja čiju izgradnju i održavanje reguliše “Zakon o komunalnim djelatnostima”, a u nadležnosti je gradova i opština.

U okviru komunalnog poslovanja pod pojmom »javna rasvjeta « podrazumijeva se upravljanje, održavanje objekata i uređaja javne rasvjete, uključujući i podmirivanje troškova električne energije, za osvjetljavanje javnih površina, saobraćajnica koje prolaze kroz naselje i nekategorisanih puteva.

Osnovna komunalna opremljenost građevinskog područja podrazumijeva pravo građana na vodosnabdijevanje, odvođenje otpadnih voda, zbrinjavanje otpada, na javnu rasvjetu itd.

ZAŠTO JE POTREBNA JAVNA RASVJETA

Javna rasvjeta je integralni dio komunalnog uređenja koje se sprovodi da bi zadovoljilo potrebu za:

- povećanjem sigurnosti kretanja pješaka i vozila
- stvaranjem ambijentalnog ugođaja na javnim površinama trgova, ulica i parkova
- akcentiranjem arhitektonskih zdanja i istorijskih objekata



NEŽELJENE POSLEDICE JAVNE RASVJETE

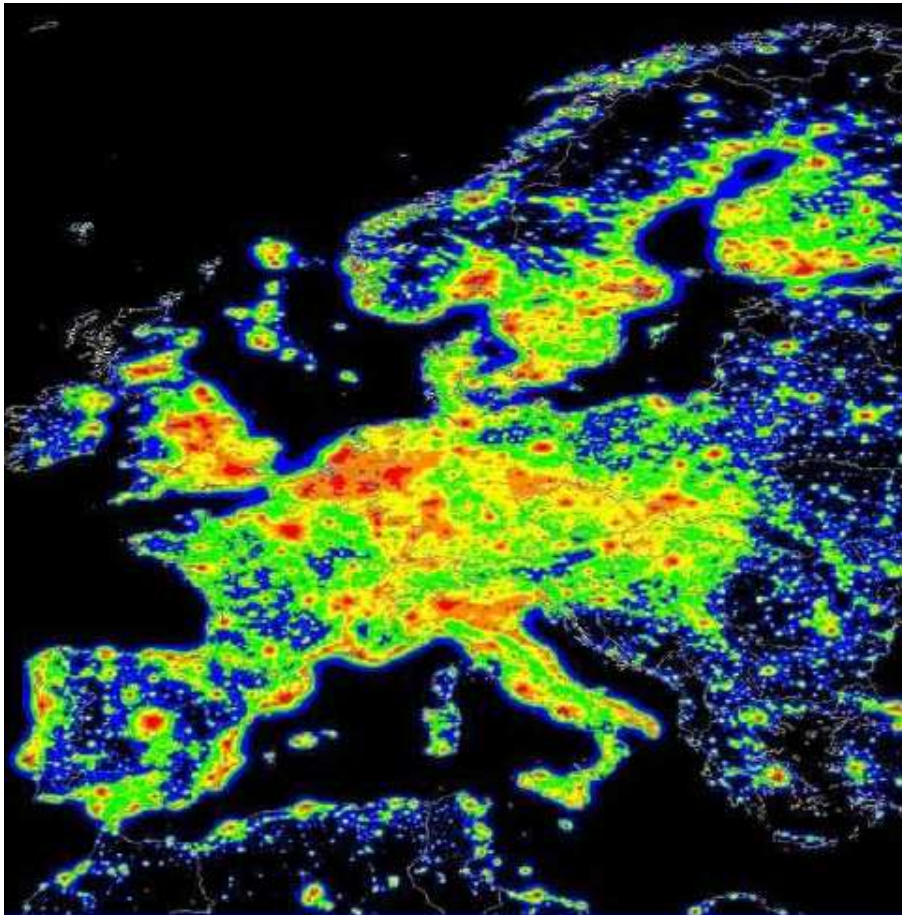


Prateći efekat javne rasvjete su :

- Prekomjerna potrošnja električne energije i
- Svjetlosno zagađenje okoline u vidu:
 - neželjenog osvjetljavanja neba,
 - ometajućeg svijetla i blještanja.

SVJETLOSNO ZAGAĐENJE

- **Svjetlosno zagađenje** je promjena nivoa prirodne osvjetljenosti u noćnim uslovima izazvano unošenjem svjetlosti proizvedene ljudskim djelovanjem.



Na slici je satelitska fotografija Evrope, snimljena tokom 24 satne revolucije satelita oko zemlje, čime je postignuto kretanje satelita u isključivo noćnom dijelu iznad našeg kontinenta.

Izrazito su vidljive zone veće gustine naseljenosti stanovništva, jer su ta područja više osvjetljena.

Neka istraživanja ukazuju na to da neprilagođena ulična rasvjeta može biti uzrokom do 50 % svjetlosnog zagađenja

KAKO SUZBITI NEGATIVNE UČINKE JAVNE RASVJETE?

Negativan učinak javne rasvjete može se kontrolisati i smanjiti na način da se tokom projektovanja, izgradnje i održavanja javne rasvjete slijede preporuke stručnjaka o tome:

- Šta je stvarno potrebno osvijetliti?
- U koje vrijeme osvijetliti?
- Kojom jačinom svjetlosti osvijetliti?
- Koje tehnologije primijeniti?



I kako sada znati kojim putem ići kada govorimo o energetskej efikasnosti u javnoj rasvjeti?

Osnovne preporuke za efikasnu javnu rasvjetu i uštede su:

- korišćenje en. efikasnih izvora svijetla (napredne tehnologije)**
- korišćenje en. efikasnih svjetiljki (svjetlosno zagađenje)**
- projektovanje javne rasvjete u skladu s normama**
- efikasno upravljanje javnom rasvjetom**
- praćenje troškova i potrošnje javne rasvjete (katastar svjetiljki, odabir tarifnog modela)**
- redovno održavanje**

P R E P O R U K E
ZA PROJEKTOVANJE, IZVOĐENJE I ODRŽAVANJE JAVNE RASVJETE NA PODRUČJU
GLAVNOG GRADA

Podgorica, mart 2016.god.

Link za preuzimanje dokumenta:

<http://komunalneusluge.me/wp-content/uploads/2016/07/Preporuke-Finalno.pdf>

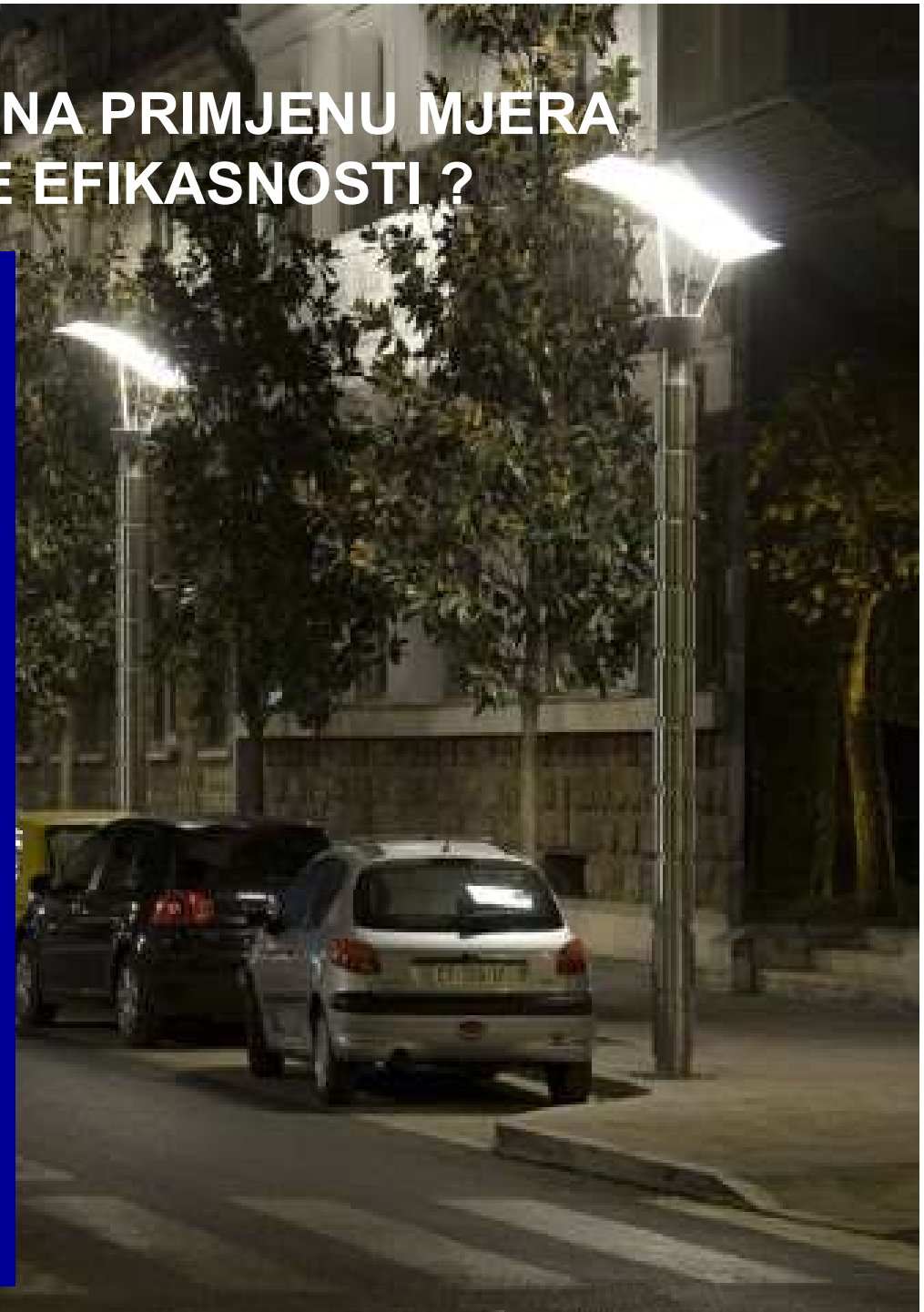
KO MOŽE PRIMIJENITI MJERE ENERGETSKE I EKOLOŠKE EFIKASNOSTI NA JAVNOJ RASVJETI ?

- Mjere energetske i ekološke efikasnosti mogu primijeniti ekološki osviješćeni graditelji javne rasvjete.
- Javnu rasvjetu grade gradovi i opštine na naseljenom području, odnosno investitori izgradnje putne infrastrukture, odnosno vlasnici proizvodnih pogona izvan naseljenih dijelova područja.



KO MOŽE UTICATI NA PRIMJENU MJERA ENERGETSKE EFIKASNOSTI ?

- Izgradnja javne rasvjete na području grada ili opštine se finansira iz namjenskih sredstava budžeta «komunalnog doprinosa», a održavanje javne rasvjete se finansira iz namjenskih sredstava komunalne naknade.
- Građani mogu preko predstavničkog tijela pratiti način trošenja namjenskih sredstava za izgradnju javne rasvjete ako su na pravi način informisani o ekološkim aspektima javne rasvjete
- Intenzivna izgradnja na novim gradskim područjima i dotrajalost javne rasvjete na većem dijelu gradskog područja zahtijeva značajnija ulaganja u njenu rekonstrukciju i izgradnju pa je gradska uprava već senzibilizirana za taj problem.

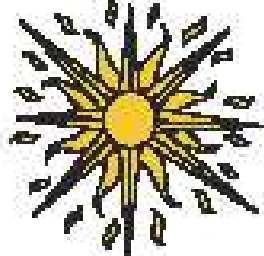






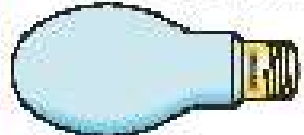



KRATKE NAPOMENE O FOTOMETRIJI

Svijetlo: Elektromagnetni talasi

Svetlo se emituje:

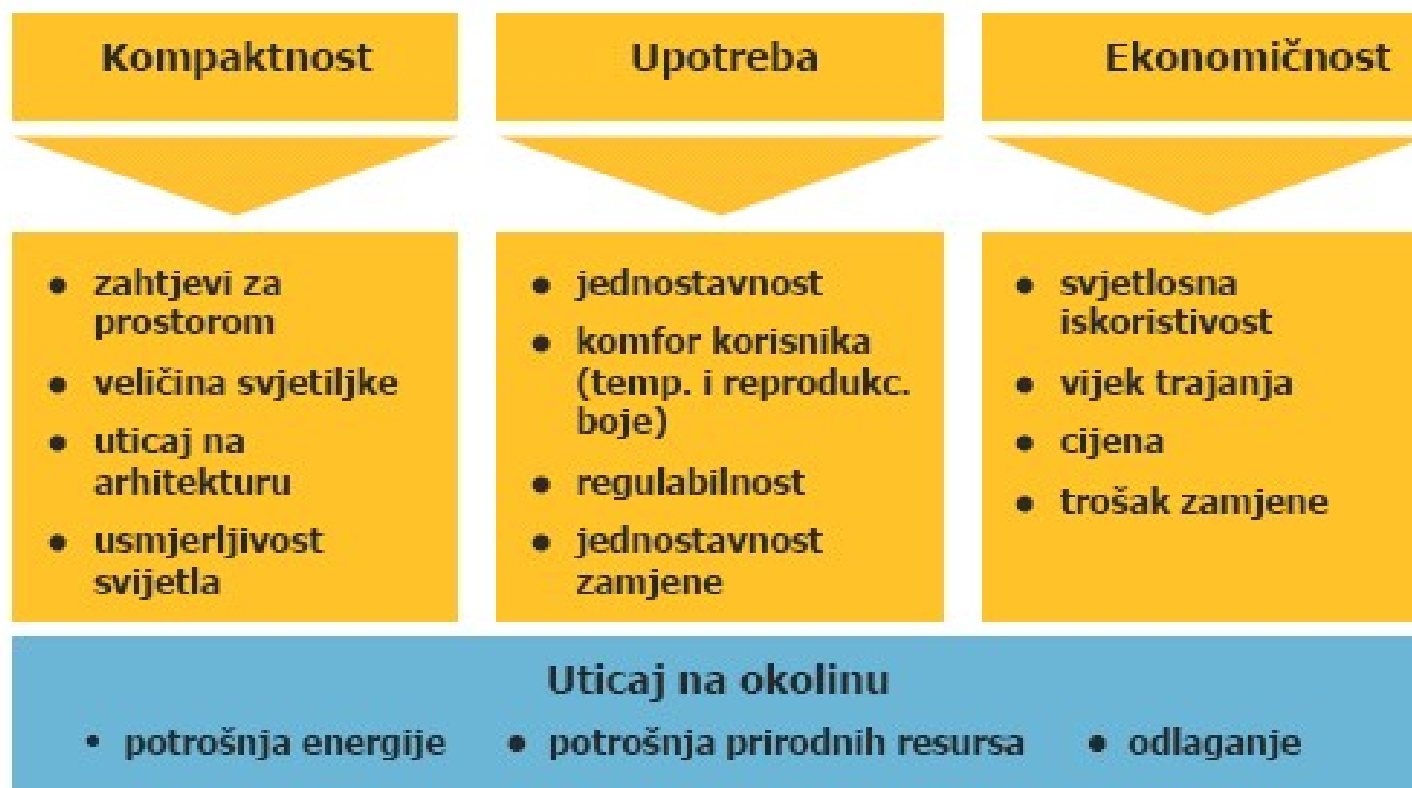
- Usijanosti – termičko zračenje;
- Električnog pražnjenja;
- Elektroluminescencija;
- Fotoluminescencija;

	Termičko zračenje	Električno zračenje	Luminiscencija
Prirodni izvori svjetla	<p>sunce</p> 	 <p>grom</p>	<p>svitac</p> 
Vjestački izvori svjetla	<p>standardna sijalica</p>  <p>halogena žarulja</p> 	<p>živina sijalica metalhalogena sijalica natrijumova sijalica</p> 	<p>dioda</p> 
	<p>sijalica s mješanim svjetlom</p> 	 <p>fluorescentne cijevi</p>	

Izvori svjetlosti su okarakterisani osnovnim veličinama:

- svjetlosni fluks
- intenzitet svjetlosti
- reprodukcija boje
- temperature boja
- svjetlosna iskoristivost

Takođe se posmatraju i sljedeća svojstva:



Svjetlost se može vrednovati na dva načina :

- pomoću fizičkih veličina
- pomoću svjetlotehničkih veličina

Svjetlotehničke (fotometrijske) veličine vrednuju svjetlost na osnovu osobina čovječijeg organa vida.

Zasnivaju se na:

- relativnoj osjetljivosti kod fototopskog(dnevnog) viđenja,
- ograničenju područja fizičkog zračenja od 380 do 780 nm (vidljivo zračenje)



OSNOVNE VELIČINE U TEHNICI OSVJETLJENJA

Osnovne svjetlotehničke (fotometrijske) veličine su:

1. Sveltlosni fluks
2. Svetlosni intenzitet
3. Osvetljenost i
4. Sjajnost

Svjetlosni fluks

(Φ)

Predstavlja ukupnu snagu svetlosnog zračenja izvora, tj. svetlosni fluks predstavlja ukupnu količinu svetlosti koju emituje svetlosni izvor u jedinici vremena. Jedinica za fluks je lumen (lm).

6

Svjetlosni Intenzitet

(I)

Zračenje svetlosnih izvora je uvijek određeno količinom lumena koje emituju u datom uglu u određenom pravcu. Ova količina se zove **Svjetlosna jačina – Svjetlosni Intenzitet (I)** i meri se u lumenima po steradianu.

Jedinica za svetlosni intenzitet je **kandela [cd]**.

Osvetljenost

(E)

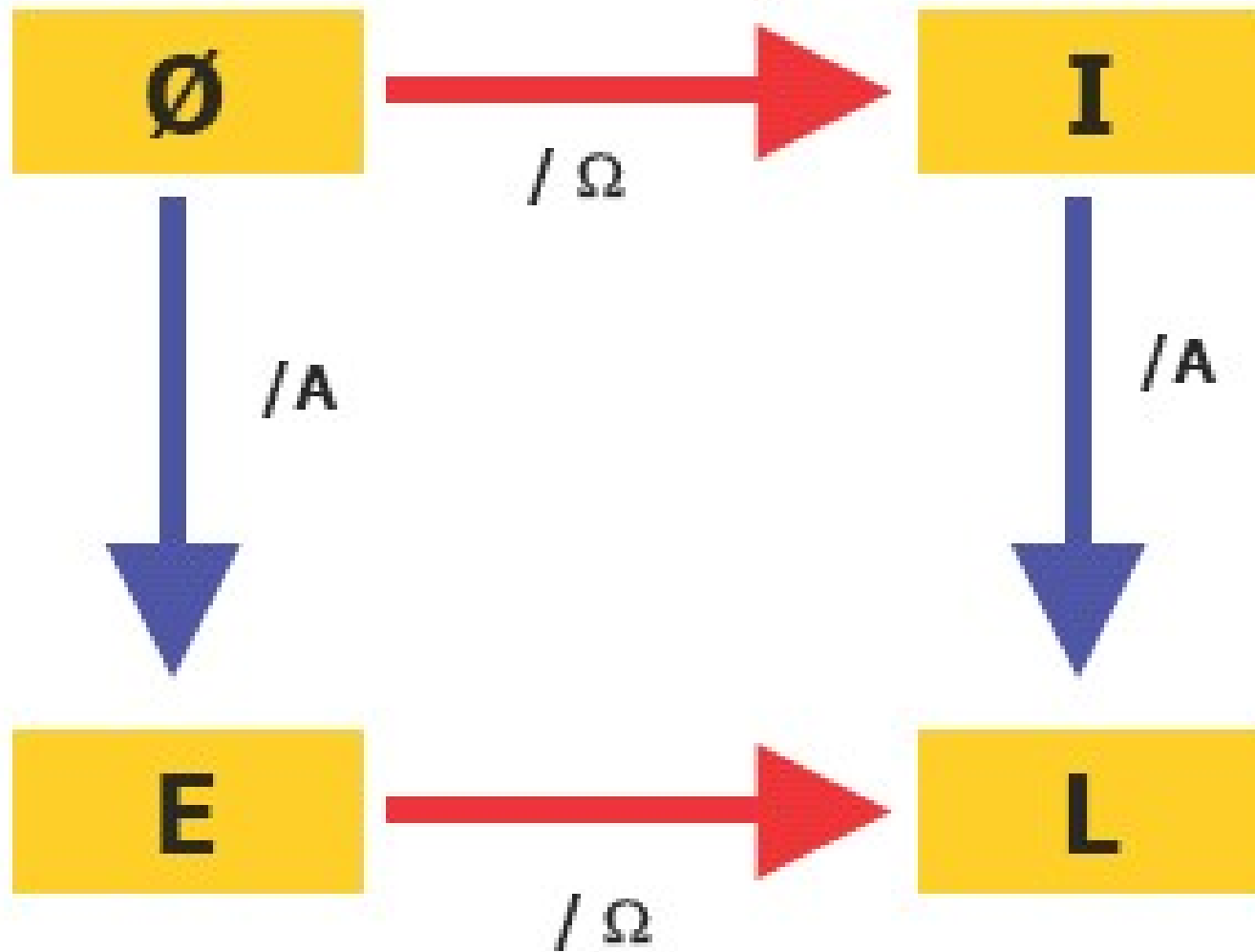
Intenzitet ne govori o količini svetlosti koja pada na neku površinu. Veličina koja govori o količini svetlosti koja padne na neku površinu zove **Osvetljenost (E)** i meri se u lx (**luks**). To je vrednost koja se navodi u planovima i projektima za osvetljenje. Izražava se u cd/m^2

Osvetljenost kazuje koja količina svetlosti pada na površinu.

Sjajnost

(L)

je jedina fotometrijska veličina koju oko neposredno osjeća, pa predstavlja mjerilo svetlosnog utiska.



ϕ - [lm] lumen

I - [cd] kandela

E - [lx] luks

L - [cd/m^2]

$$I = \phi / \Omega$$

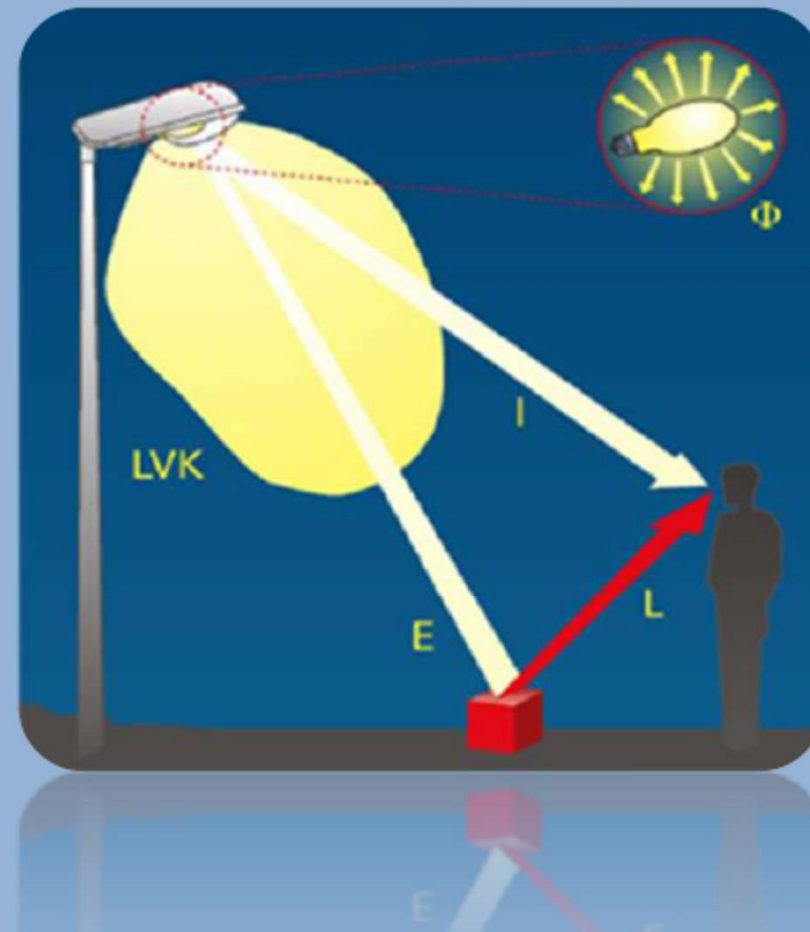
$$L = I / S = E / \Omega$$

$$E = \phi / S$$

S - [m^2]

Ω - [sr] steradian

Vrednost osvetljenosti meri se
luksmetrom, a vrednost sjajnosti
luminansmetrom.

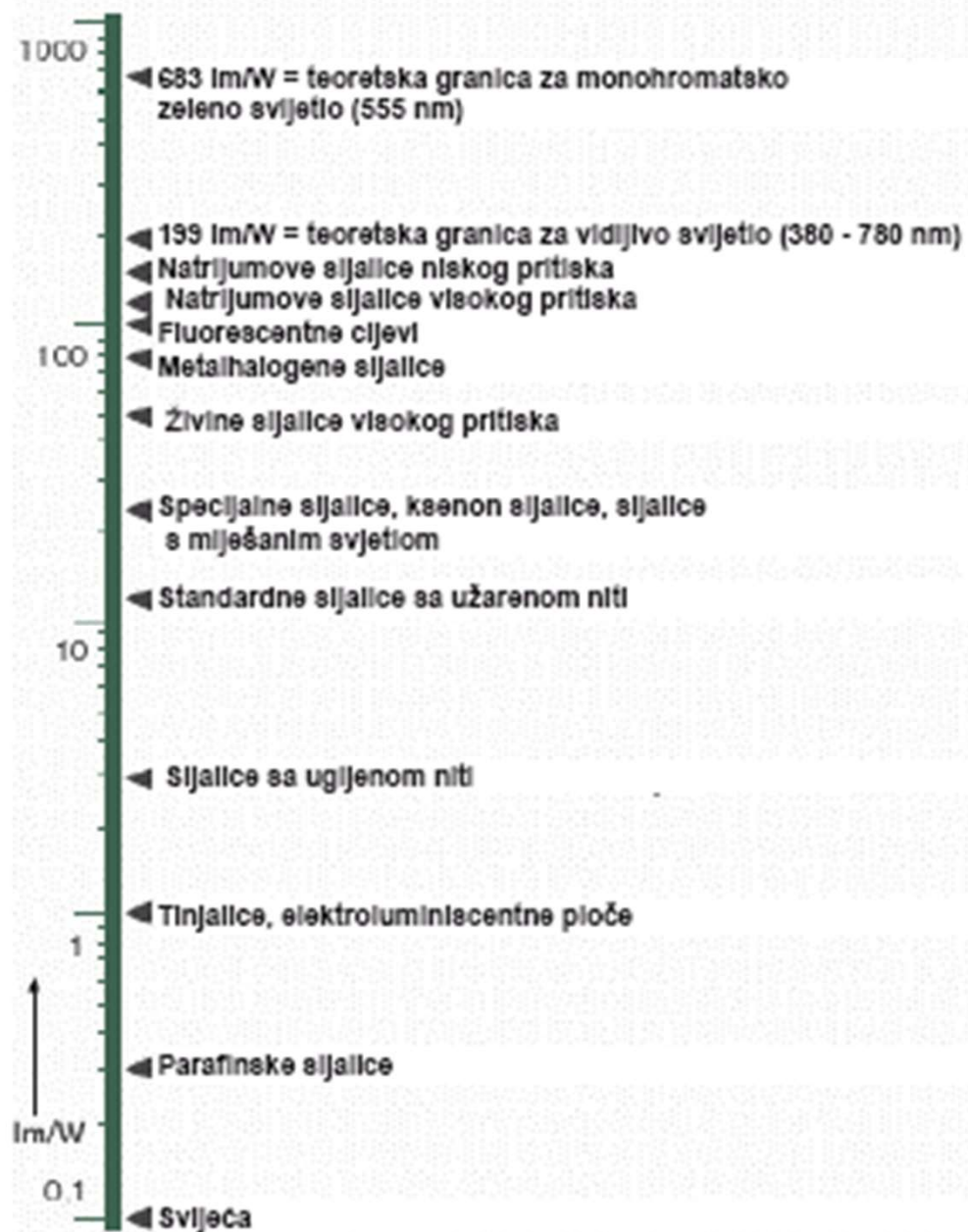


Svjetlosna iskoristivost izvora svjetlosti definiše se kao odnos dobijenog svjetlosnog fluksa izvora svjetlosti i uložene snage:

$$\eta = \Phi / P \text{ [lm/W]}$$

Svjetlosna iskoristivost pokazuje iskoristivost kojom se uložena električna energija pretvara u svjetlost.

Teoretski maksimum iskoristivosti, pri kojem se sva energija pretvara u vidljivo svjetlo iznosi 683 lm/W. U stvarnosti vrijednosti su puno manje i iznose između 10 i 150 lm/W. Svjetlosna iskoristivost predstavlja jedan od osnovnih parametara za ocjenu ekonomičnosti rasvjetnog sistema.



Boja svjetlosti

Ljubičasta (400-435 nm)

Plava (435-500 nm)

Zelena (500-565 nm)

Žuta (565-600 nm)

Narandžasta (600 – 630 nm)

Crvena (630-760 nm)

– Temperatura boje izvora svjetlosti

- označava boju izvora svjetlosti upoređenu sa bojom svjetlosti koju zrači idealno crno tijelo Temperatura idealnog crnog tijela u Kelvinima, pri kojoj ono emituje svjetlost kao mjereni izvor, naziva se temperatura boje tog izvora svjetlosti.

800-900 K crvena

3000 K žućkasto bijela

5000 K bijela

10.000 K plavičasta

tope boje (ispod 3300K)

bijela boja (3300 do 5300K)

boja dnevne svjetlosti(iznad 5300K)

Nivo	Indeks
1A	100
1B	90
2A	80
2B	70
3	60
4	40
	20

2. Reprodukcija boja

Opšti indeks reprodukcije boja R_a izveden je iz seta od 8 ispitnih boja, izabranih iz normalnog okruženja. Koristi se za određivanje reprodukcije boja sijalice. Teoretska vrednost mu je maksimalno 100. Niža vrednost indeksa reprodukcije boja pogoršava karakteristike izvora svetlosti. Za praktične primene, indeksi reprodukcije boja podeljeni su u više nivoa. DIN EN 12464-1 definiše šest ovakvih nivoa. Sijalice nivoa 1A koriste se tamo gde je najbitniji zahtev za što većom prirodnošću, npr. štampa, muzeji, prodavnice tekstila i predmeta od kože

Sijalice nivoa 1B su npr. trokomponentne fluorescentne sijalice i prvenstveno se ugrađuju u upravne zgrade, škole, industrijske i sportske objekte. Sijalice nivoa 2A još uvek imaju dobre karakteristike reprodukcije boja. Sijalice nivoa 3 se koriste u teškoj industriji gde reprodukcija boja nije bitna. Sijalice nivoa 4 nisu namenjene unutrašnjem osvetljenju, sa izuzetkom natrijumskih sijalica visokog pritiska ($R_a = 20$) u posebnim slučajevima. Karakteristike reprodukcije boja koje se zahtevaju za sijalice za razne prostore i namene, moraju biti u skladu sa nivoima definisanim u DIN EN 12464-1.



Ulica osvjetljena NVP sijalicom (SON-T PIA Plus 70W)



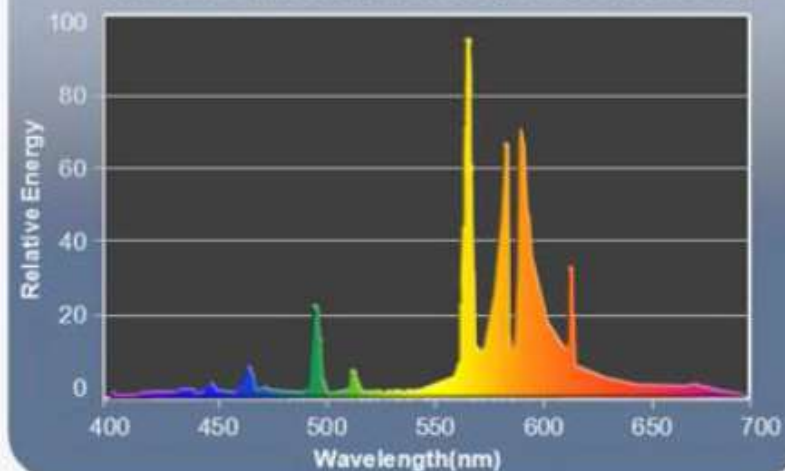
Ulica osvjetljena MH sijalicom (CDO-TT 70W)

Razlike u primjeni NVP i LED rasvjete parking prostora

NVP



Spectral Power Distribution: High Pressure Sodium

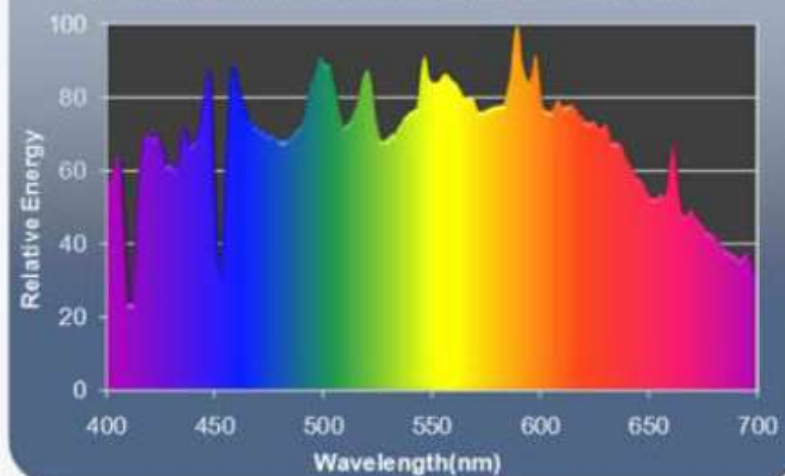


LED

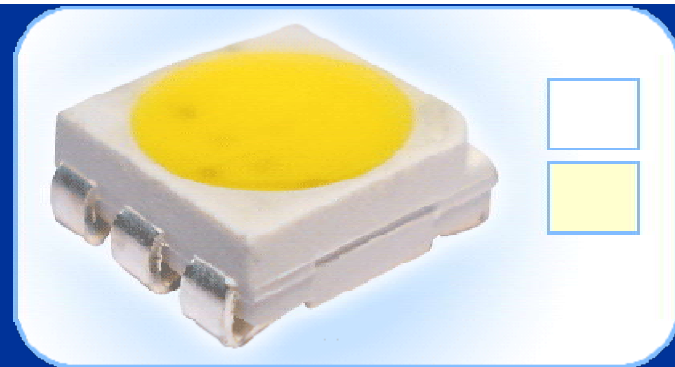
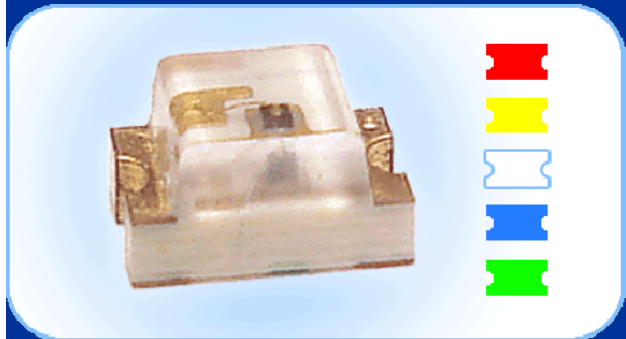


- ✓ Poboljšana vidljivost
- ✓ Poboljšana uniformnost
- ✓ Poboljšani izgled

Spectral Power Distribution: Light Emitting Plasma



LED RASVJETA



Original	LED Zamjena	Ušteda
100W Obična sijalica	7W LED sijalica	93% el. energije
18W Fluo cijev	6W LED Cijev(nije potreban starter ni prigušnica)	66% el. energije
50W Halogena sijalica	7W LED sijalica	70% el. energije

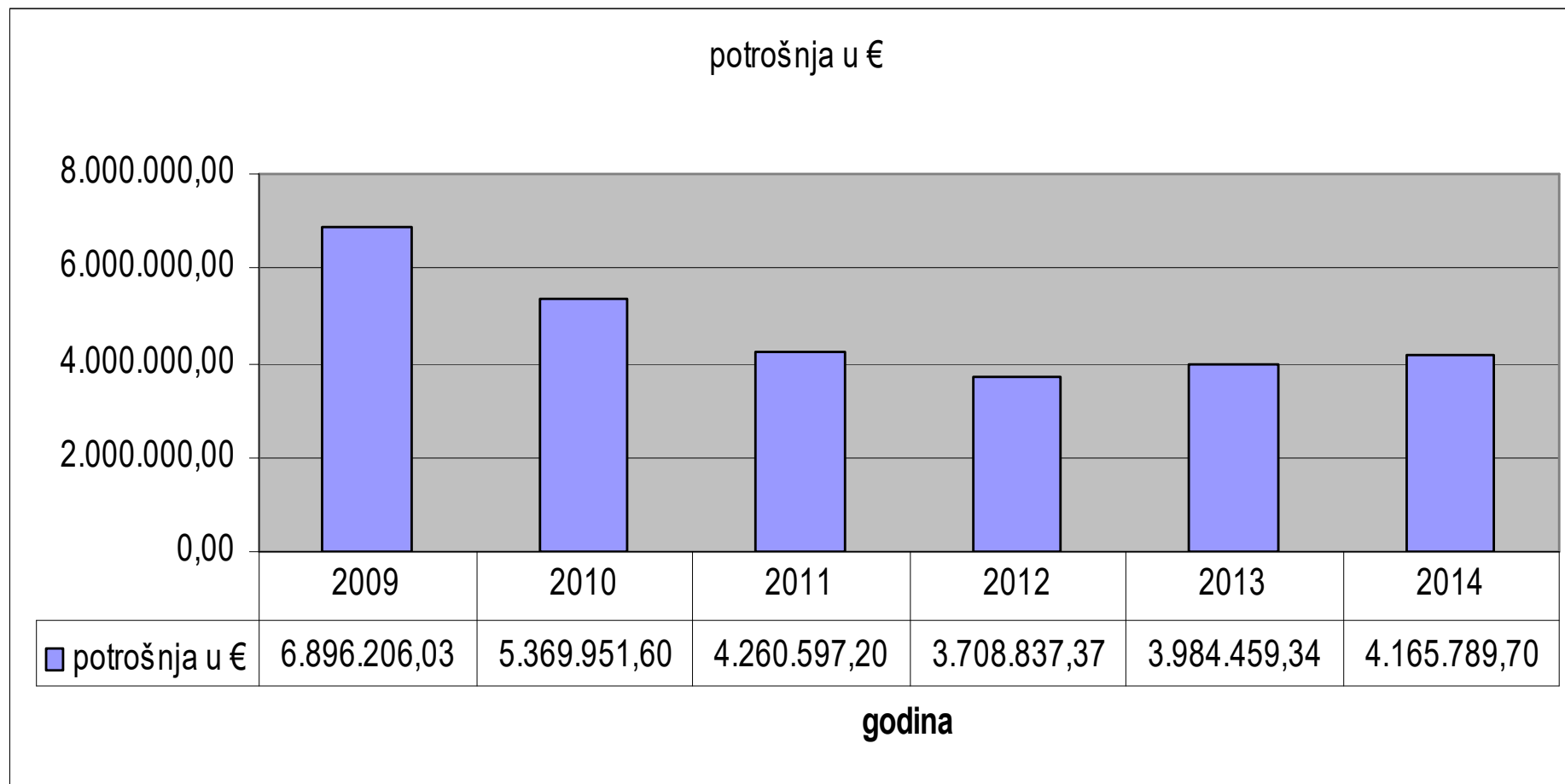
LED Rasvjeta ja najnoviji tip super štedne rasvjete koja se sasvim razlikuje od današnjih štednih (CFL), običnih Wolfram sijalica, sijalica visokog pritiska i sl. Sastoji se od svjetlećih dioda (LED eng. Light Emitting Diode) potpomognutih CREE čipom koji im daje super performanse od 90-100 lumena po jednom wattu.

LED rasvjetni proizvodi za zamjenu svih današnjih tipova rasvjetnih proizvoda omogućavaju uštedu el. energije do 80% te dugi vijek trajanja od preko 50.000 sati uz garanciju do 3 godine.

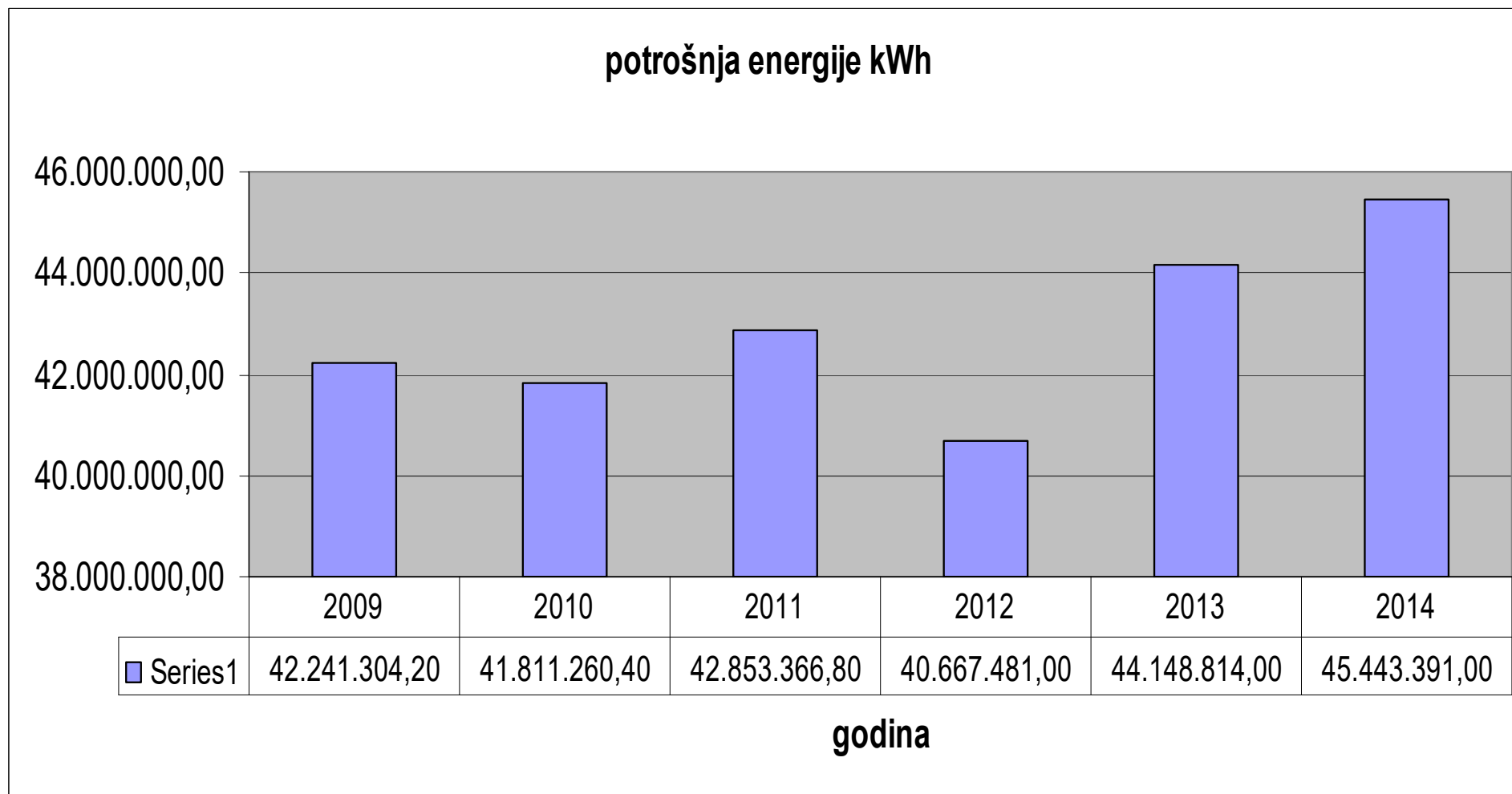
Potrošnja JAVNE RASVJETE u CRNOJ GORI period 2009/2010godina

	GRAD	potrošnja 2009 godina KW	potrošnja 2010 godina KW	%	iznos fakture za 2009 godinu €	iznos fakture za 2010 godinu €	%
1	BAR	4.177.594,00	3.974.011,00	95%	687.029,29	536.020,81	78%
2	BIJELO POLJE	885.249,00	993.439,00	112%	143.805,56	129.112,72	90%
3	BUDVA	3.922.811,00	3.716.825,00	95%	643.008,39	509.950,13	79%
4	ŽABLJAK	131.247,00	113.007,00	86%	21.331,43	14.156,34	66%
5	BERANE	1.513.178,00	1.528.461,00	101%	249.241,01	200.683,69	81%
6	KOLAŠIN	598.070,90	456.901,00	76%	98.676,86	61.336,64	62%
7	KOTOR	2.568.566,00	2.780.250,70	108%	417.160,84	351.142,81	84%
8	MOJKOVAC	423.753,00	409.074,60	97%	68.422,73	51.775,38	76%
9	NIKŠIĆ	5.471.919,00	4.767.135,00	87%	889.673,48	598.847,34	67%
10	PLJEVLJA	992.361,90	1.013.827,10	102%	162.733,80	129.578,48	80%
11	ROŽAJE	669.891,00	750.671,00	112%	108.644,91	93.489,73	86%
12	TIVAT	1.385.571,00	1.595.638,00	115%	225.653,29	200.134,46	89%
13	PODGORICA	13.180.917,00	13.101.593,50	99%	2.152.714,49	1.653.138,01	77%
14	ULCINJ	1.934.142,20	2.276.820,70	118%	314.962,63	285.632,19	91%
15	HERCEG NOVI	3.314.700,00	3.167.432,00	96%	538.084,43	396.789,35	74%
16	CETINJE	1.071.333,20	1.166.173,80	109%	175.062,89	158.163,52	90%
	UKUPNO	42.241.304,20	41.811.260,40	99%	6.896.206,03	5.369.951,60	78%

Potrošnja JAVNE RASVJETE u CRNOJ GORI period 2009/2014 godina



Potrošnja JAVNE RASVJETE u CRNOJ GORI period 2009/2014 godina



IZVODI IZ AKTIVNOSTI U CRNOJ GORI

The results of the Questionnaire received from all 14 municipalities shown in the table below:

Municipality	Andrijevica	Berane	Bijelo Polje	Cetinje	Danilovgrad	Kolasin	Mojkovac	Niksic	Plav	Pljevlja	Pluzine	Rozaje	Savnik	Zabljak	
Electricity Bill (in Euros)	2004	14,736.76	63,659.56	54,976.71	80,799.00		16,780.00	588,308.00	27,145.00	51,704.00		12,963.00		4,167.22	
	2005	15,572.46	76,132.76	83,318.83	119,600.00		43,497.00	27,160.35	298,846.20	33,120.00	54,494.00	35,000.00	22,349.00	6,636.56	
	2006	21,609.15	124,744.43	120,038.00	118,660.00	115,173.00	55,588.00	34,250.00	377,415.60	39,151.00	79,792.00	59,876.00	22,508.00	10,012.33	
	2007	26,962.92	172,206.95	182,592.65	133,870.00	108,885.00	33,206.00	60,699.40	588,239.00	58,564.00	100,089.00		59,919.00	32,820.00	17,704.06
	2008	30,968.15	166,939.22	141,615.82	170,761.00	134,829.00	38,919.00	61,999.25	1,020,000.00	57,473.00	113,267.00	8,400.00	65,519.00	26,507.00	18,993.63
	2009	23,762.42	107,744.62	86,133.58	124,401.00	92,887.00	49,960.00	41,579.17	749,573.70	44,001.00	90,000.00	9,600.00	113,450.00	23,357.00	17,402.63
Bulbs (Per power (W))	30						30								
	50						30	600							
	70		300		23	114	55	80	200	263			44		
	100				131	44	19		400				9		
	125			1000	1435				200		689			307	
	150	32	150	16	128	279	92	100	300	33		30	940	40	
	250	93	850	513	434	216	172	210	300	192	580	38	50	4	
	400				20	67		14	400		120	82	10	8	
500				8											
Total Bulbs	125	1300	1529	2179	720	781	464	2400	488	1389	150	1000	105	307	
Total Power (kW)	28.05	256.00	255.65	333.79	135.03	117.93	81.10	364.00	71.36	279.13	46.80	157.50	14.16	36.38	
Working time (hours per year)	3600	3650	3600	4015	3645	3650	3650	3650	3320	3300	3600	3650	3600	3650	
Switch Boards	Renewed		20	40	30	15			40	6			25	2	
	New	4	10	16	15	2			60	4	1	2	5	5	
	Total	4	40	56	58	17	15	13	220	10	37	6	30	6	
Cables (material)	Copper	100%	60%	60%	57%	60%		40%	50%	94.30%	100.00%	100.00%	70.00%	100.00%	20.00%
	Aluminium	0%	40%	40%	43%	40%		60%	50%	5.70%	0.00%	0.00%	30.00%	0.00%	80.00%
Cables (position)	Air	25%	50%	40%	45%	40%		20%	60%	26.20%	45.00%	0.00%	30.00%	0.00%	0.00%
	Ground	75%	50%	60%	55%	60%		80%	40%	73.80%	55.00%	100.00%	70.00%	100.00%	100.00%



KONFERENCIJA

energetski efikasno osvjetljenje

Podgorica, Hotel Crna Gora, 28. april 2011.



Crna Gora
Ministarstvo ekonomije



ENERGETSKA
EFIKASNOST
U CRNOJ GORI



giz

<http://efficient-lighting-conference-mne.yolasite.com/prezentacije.php>

IZVOD IZ STUDIJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI JAVNE RASVJETE ZA GRAD PLJEVLJA





Funkcije sistema omogućavaju:

- Cjelonoćno i/ili polunoćno uključenje i isključenje javne rasvjete (predviđeno studijom PV)
- Smanjenje i povećanje intenziteta svjetlosnog fluksa objekata javne rasvjete (predviđeno studijom PV)
- Daljinsko konfigurisanje algoritma uključenosti i intenziteta prema potrebama korisnika
- Rezolutno upravljanje svakim dijelom javne rasvjete posebno (predviđeno studijom PV)
- Geometrijsku podjelu objekata rasvjete prema lokaciji (centar, prsteni oko centra, predgrađa i prigradska naselja...)
- Podjelu stepena rasvjete prema funkciji (raskrsice, saobraćajnice, škole, šetališta, kulturni objekti i spomenici...) (djelimično predviđeno studijom PV)
- Deklarisanu uštedu u potrošnji električne energije do 50% (predviđena garancija)
- Povratnu informaciju o stanju objekta (ispravnost sijalice i osigurača, indikacija potrebne zamjene, čime se ostvaruje dodatna ušteda jer nije potrebno slati kontrolne ekipe na teren i uključivati rasvjetu po danu) (predviđeno studijom PV)
- Upravljanje sekundarnim objektima u interesu korisnika (izlozi, reklame i dr.)

Okvirna specifikacija postupaka uštede – Studija Pljevlja

• Skup postupaka uštede 1

- U skupu postupaka uštede su uračunati sledeći poslovi:
- Montaža novih svetiljki sa HPS lampama velikog učinka i fasetovim reflektorima s kompenzovanim upravljačima (primjenjeni su važeći evropski standardi)
- Montaža novih svetiljki s HPS lampama visokog učinka i refraktorima sa elektronskim upravljačima (primjenjeni su važeći evropski standardi)
- Zamjena postojećih Hg lampi novim HPS Plug-in lampama visokog učinka
- Regulisanjem vremena uključivanja na osnovu instalacije sistema upravljanja i nadgledanja
- Ugrađivanje sistema upravljanja razvodom javnog osvetljenja (RJO), koje sadrži oživljavanje i SW (ne sadrži montažu)
- Otkrivanje „netehničkih“ gubitaka analizom mreže na osnovu dokumenta javnog osvetljenja (JO)

Skup postupaka uštede 2

- U skupu postupaka uštede je kalkulirano sa sledećim poslovima i uštedama:
 - Zamjena postojećih vazdušnih trasa javnog osvetljenja (JO)
zamjena kablova
 - Postavljanje robustnih, centralnih – frekventnih regulatora napona

Potencijal energetske uštede studija Pljevlja

- Zbir postupaka 1
 - Ukupna ušteda zbira postupaka, 1/godina 59 886,04€
Trošak realizacije bez upravljanja RJO-om 241.171,70 €
4,03 godine, povraćaj sistema
- Zbir postupaka 2
 - Ukupna ušteda zbira postupaka, 1/godina 8 580,37€
Trošak realizacije 41.976,00€
4,89 godina, povraćaj regulacije
- Rezultat za 1. Godinu pri zajedničkom sprovođenju postupaka 1 i 2
 - Ukupna ušteda zbira postupaka, 1/godina 68 466,41€
Trošak realizacije bez upravljanja RJO-em 283.147,70€
4,14 godina, ukupni povraćaj

KAKO RIJEŠITI PROBLEM?

PRVI KORAK

Izrada metodologije za izradu studije izvodljivosti koja treba odgovori na sledeća pitanja:

- Da li se planskom rekonstrukcijom postojeće opreme i ugradnjom nove opreme u javnoj rasvjeti može ostvariti ušteda u potrošnji električne energije i ušteda u održavanju javne rasvjete?
- Da li se navedenim uštedama može izvršiti povrat uložениh investicionih ulaganja, pa nakon povrata raspolagati sa javnom rasvjetom koja je modernizovana, efikasnija i štedljivija od postojeće javne rasvjete?
- Da li se i u kojoj mjeri primjenom novih tehnologija može smanjiti svjetlosno zagađenje okoline?

KAKO RIJEŠITI PROBLEM?

DRUGI KORAK

- Izrada investicionih studija za svaku opštinu prema prihvaćenoj metodologiji uključujući sve trafo reone u komunalnoj zajednici u cilju rekonstrukcije postojeće javne rasvjete.
- Obezbijediti formalne uslove da se projektovanje i izgradnja novih objekata mora izvoditi prema usvojenoj metodologiji.

KAKO RIJEŠITI PROBLEM?

TREĆI KORAK

- Obezbijediti subvencije od strane države za provođenje navedenih aktivnosti direktnim učešćem u finansiranju aktivnosti neophodnih za realizaciju prva dva koraka.
- Obezbijediti subvenciju od strane države u procesu realizacije projekata, tj. tokom izgradnje ili rekonstrukcije javne rasvjete, ako zadovoljava ekološke standarde.

Primjer iz okruženja

Studija rekonstrukcije javne rasvjete Grada Zaprešića

Philips Rep Office Zagreb
Remetinečka cesta 139
10000 Zagreb

R.Br. Trafostanica

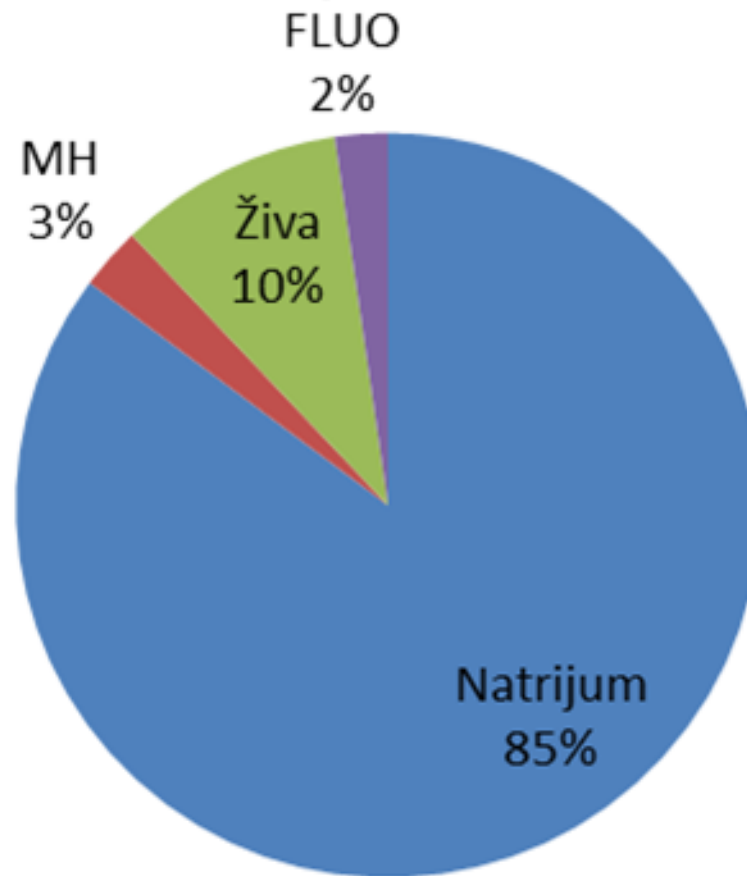
96 Zaprešić - Marles

			Mjerenja struje
Prividna snaga	33,12	kW	I1= 51 A
Djelatna snaga	25,96	kW	I2= 33 A
Faktor snage	0,78		I3= 60 A

Tip 1	Postojeća rasvjeta		Predložena rasvjeta	
	TEP Tivoli		Philips Malaga	
Snaga 1	400	W	70,00	W
Snaga sustava 1	440	W	77,00	W
Količina 1	59	kom	59,00	kom
Broj radnih sati	4380	sati	4380,00	sati
Godišnja potrošnja energije	113704,80	kWh	19898,34	kWh
Godišnja ušteda energije	93806,46	kWh		
Cijena energije	0,58	kn/kWh		
Godišnja ušteda energije u %	82,50	%		
Godišnja ušteda energije u kn	54407,75	kn		
Cijena nove svjetiljke 1	950,00	kn		
Ukupna cijena novih svjetiljki	56050,00	kn		
Cijena dodatne opreme	5605,00	kn		
Cijena instalacijskih radova	5900,00	kn		
Vrijeme povrata investicije	1,24	god		

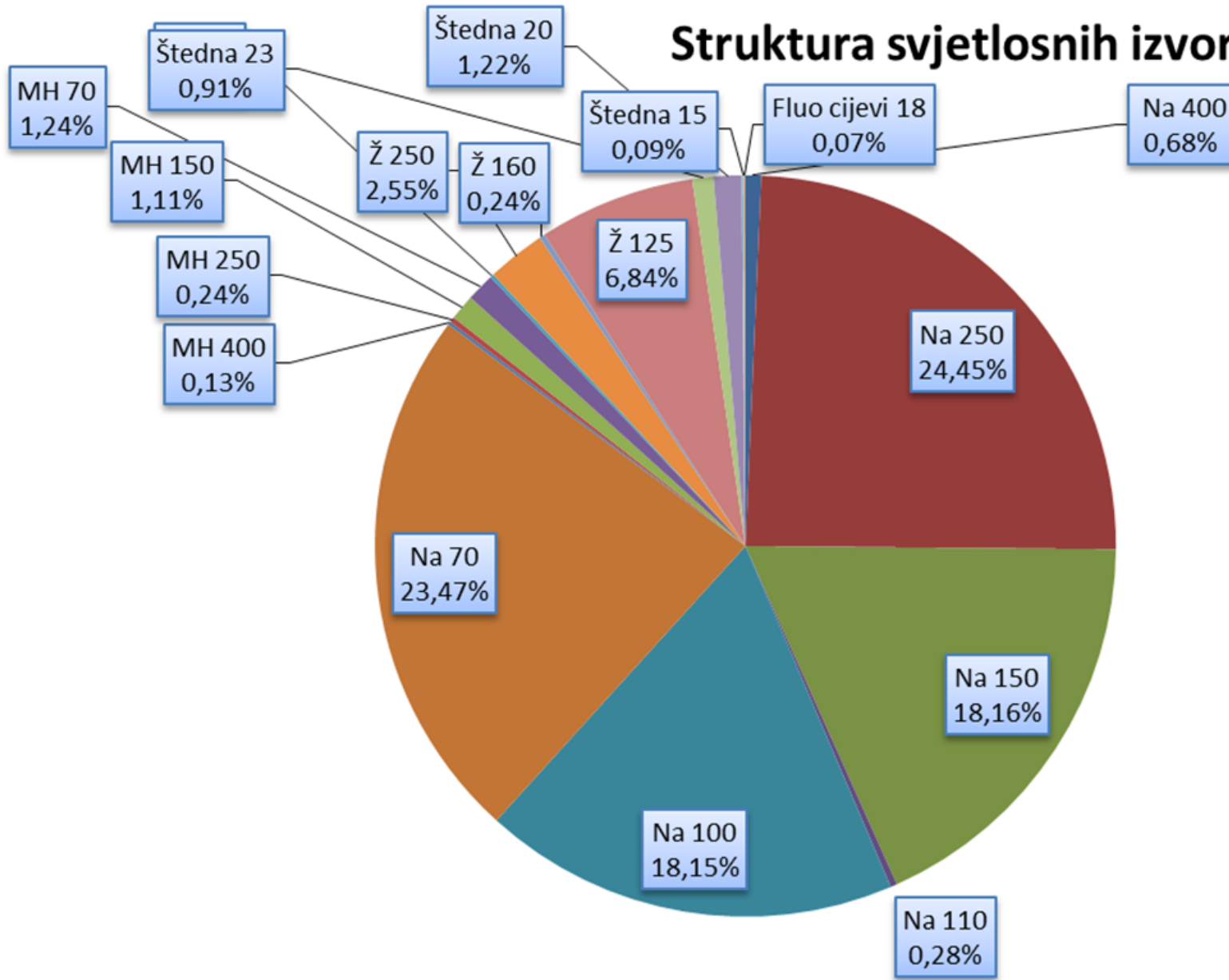
Podgorica

Struktura svjetlosnih izvora



Podgorica

Struktura svjetlosnih izvora



Vrsta	Kom.	Snaga prije zamjene	Snaga poslije zamjene
Na 400	113	45200	9040
Na 250	4038	1009500	409500
Na 150	2998	449700	89940
Na 110	47	5170	5170
Na 100	2997	299700	59940
Na 70	3875	271250	271250
MH 400	22	8800	8800
MH 250	40	10000	10000
MH 150	184	27600	27600
MH 70	204	14280	14280
Ž 400	26	10400	10400
Ž 250	421	105250	21050
Ž 160	39	6240	6240
Ž 125	1129	141125	28225
Štedna 23	151	3473	3473
Štedna 20	201	4020	4020
Štedna 15	15	225	225
Fluo cijevi 18	12	216	216
		2412149	979369
Razlika		1432780	
Ušteda		59,40%	

Podgorica

	2011	2012	2013	2014
Ukupno €	1.135.976,71 €	1.036.477,24 €	1.082.692,31 €	1.119.346,05 €
Ukupno kWh	12.642.691	12.568.453	12.926.670	13.056.621
Prosječno	0,0899 €	0,0825 €	0,0838 €	0,0857 €

2009 - 2.152.714,49

2010 - 1.653.138,01

Umjesto zaključka

- Finansijski stabilna naselja i jedinice lokalne samouprave u mogućnosti su optimizirati troškove rasvjete.
- Siromašni redovno plaćaju skuplje jer se najjeftinija nabavka rasvjetnih rješenja najčešće otplaćuje skupim troškovima takve rasvjete.
- Nasuprot tradicionalnom fokusu na cijenu nabavke, ukoliko se finansijski resursi naselja posmatraju na godišnjem nivou, godišnja podjela osnovnih elemenata troška rasvjete je sljedeća: Investicija 35%, energija 55%, održavanje 10%.

Umjesto zaključka

- Uprkos odnosu investicije preko 4:1, ukupni godišnji trošak rasvjete može biti za četvrtinu manji sa vrhunskim svjetilkama. U slučaju jeftine svjetiljke, čak 50% godišnjeg troška odnosi se na suvišan trošak energije i održavanja. Upravo taj prostor moguće je iskoristiti za investicije
- Pristup fondovima EU planiranim za predviđenim za projekte energetske efikasnosti.

Hvala na pažnji!

Pitanja?