

ELEKTROENERGETSKI SISTEMI

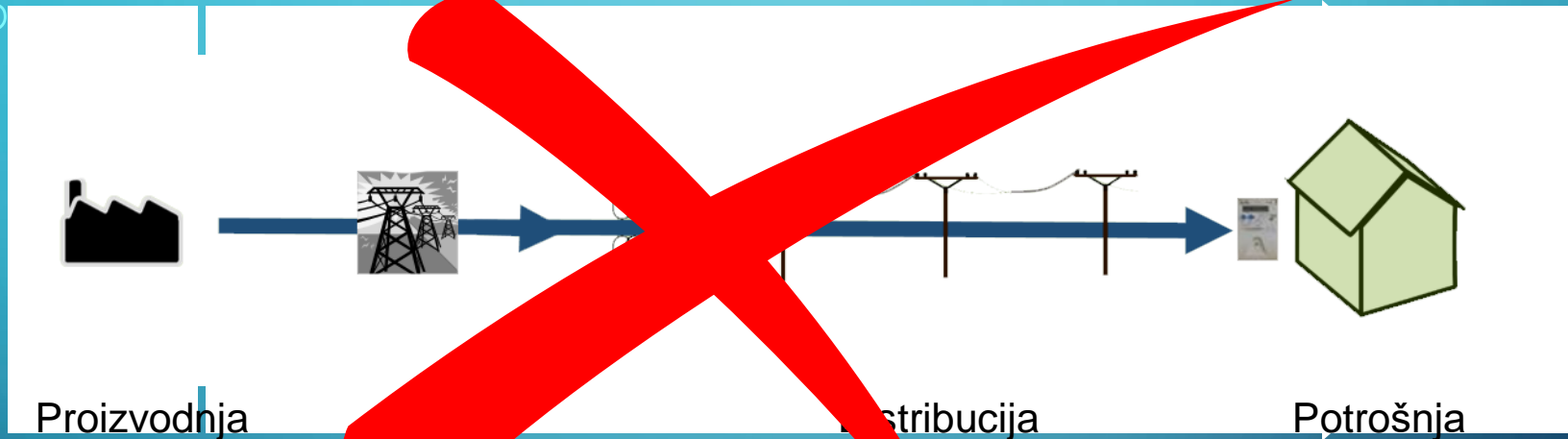
Prezentacija smera



KONCEPT SAVREMENOG EES-A

TRADICIONALNI ELEKTROENERGETSKI SISTEM – OSMISLIO NIKOLA TESLA

Prestaje da postoji, tok energije isključivo od izvora ka potrošaču je prošlost!



Tradicionalna proizvodnja bazirana na fosilnim gorivima

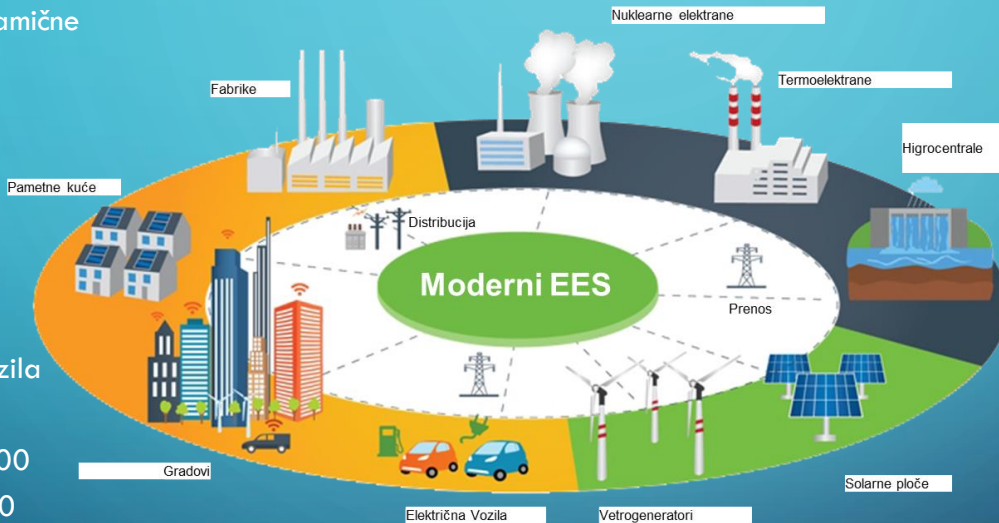
Vodovi i transformatorske stanice visokog napona

Pasivna i predvidiva mreža, upravljanje radovima, plaćanje za isporučenu energiju

Pasivni potrošači
Predvidljiva (očekivana) potrošnja

MODERNI ELEKTROENERGETSKI SISTEM – SVE VIŠE DISTRIBUIRANE PROIZVODNJE

- Pametne kuće, pametne zgrade, energetska efikasnost, dinamične promene



- Mikromreže – npr Univerzitetski kampus nezavisan od Elektrovojvodine
- Fleksibilni ugovori sa potrošačima lako promenjivi, učestvuju na tržištu energije – nepredvidljiva potrošnja

- Sve više električnih vozila
- Baterije (Storages) – smanjena cena od 1000 \$/kWh (2010) do 300 \$/kWh (2017) i i dalje se smanjuje

- Sve više zelenih (obnovljivih) izvora energije i aktivnih potrošača
- Solarni paneli, vetrogeneratori – Pravila u Kaliforniji i Australiji
- 100% obnovljivih izvora energije u 2050.

Rad na modernom EES-u zahteva sveobuhvatno znanje elektroenergetike!

MODERAN EES JE DOVEO DO TRANSFORMACIJE SAME MREŽE U PAMETNU MREŽU

Prema definiciji Evropske unije , pametna elektroenergetska mreža mora da bude:

Fleksibilna – ispuni očekivanja potrošača ali i ukloni sve operativne izazove

Dostupna svima – potrošačima, vlasnicima obnovljivih izvora, elektromobilima...

Pouzdana u svakom trenutku – bez kvarova, sa visokim kvalitetom el. energije

Ekonomična – efikasna, inovativna, fer prema svim učesnicima

Tradicionalna mreža EES-a

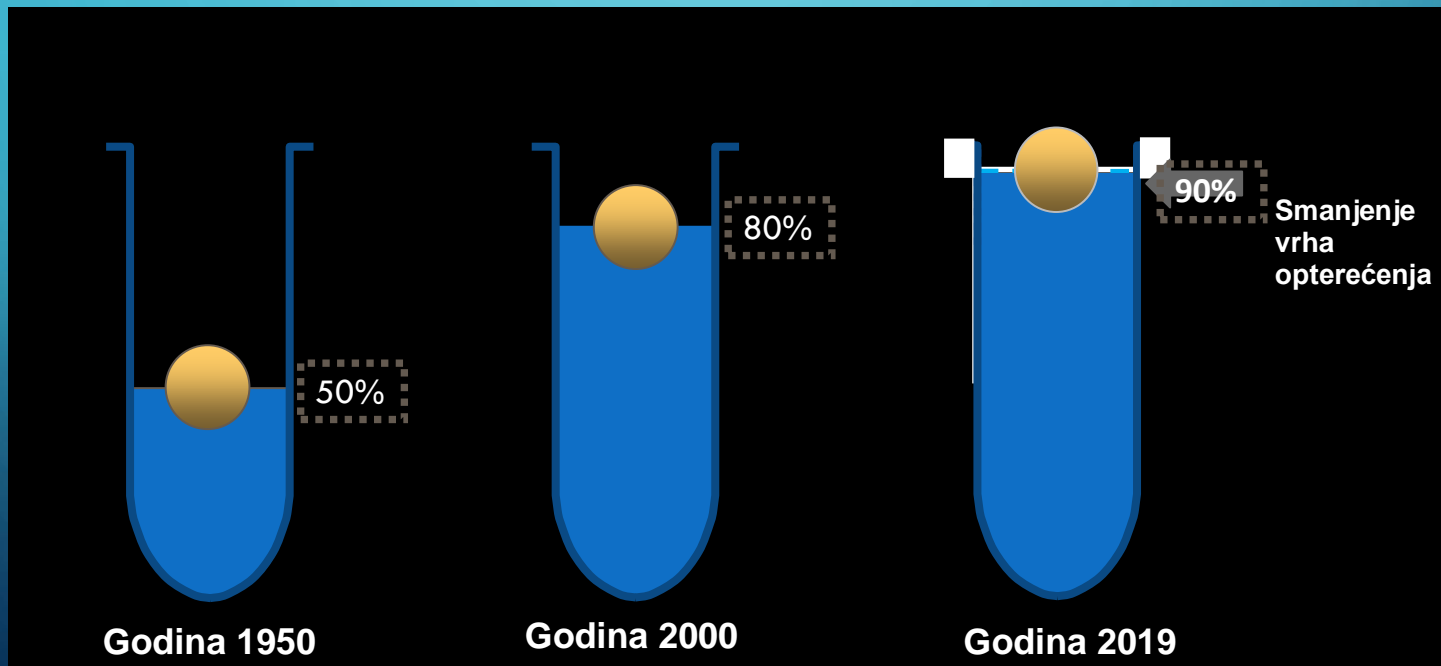


Pametna mreža EES-a



SAVREMEN EES ZAHTEVA KONTINUIRANO UPRAVLJANJE OPTEREĆENJEM

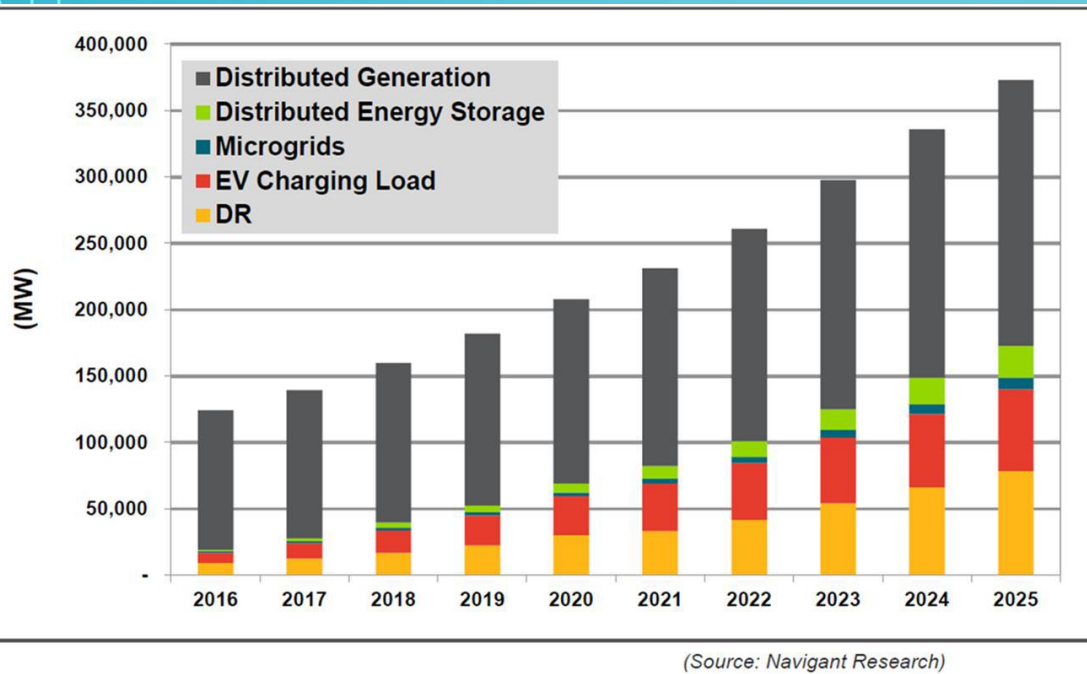
1. Elektroenergetska efikasnost na svim nivoima
2. Upravljanje pogonom mreže
3. Distribuiranje proizvodnje električne energije, i to zelene električne energije



DISTRIBUIRANI IZVORI ENERGIJE SU JEDNA OD NAJVEĆIH I NAJVAŽNIJIH PROMENA U EES-U

- Stvoreni, osmišljeni sa ciljem da se proizvodnja delimično približi mestu neposredne potrošnje
- **Distribuirane izvore energije (*DER-Distributed Energy Resources*)** možemo podeliti na sledeće grupe
 - **Onbovljivi izvori:** Vetrogeneratori, Solarni paneli na kućama i solarne elektrane, Biomasa, Biogas, Voda
 - **Baterije** (Energy storages) – obično su kombinovane sa obnovljivim izvorima ali postoje i kućne izvedbe
 - **Elektromobili**(*EV-Electric vehicles*) raznih tehnologija i izvedbi, uključuje stanice za punjenje i povezivanje sa mogućnost delovanja kao izvor energije, ne samo potrošač
 - Mikromreže – mali izolovani sistemi, na primer kampus univerziteta
- Već na 20-30% udela DER-ova u režimu je dovoljno da režim postane nestandardan, a **upravljanje režimom zahtevno odnosno drugačije od tradicionalnih praksi i pravila upravljanja.**
- Moderni inženjeri EES-a su ti koji rešavaju ove probleme i stvaraju nove inovacije!

UDEO DISTRIBUIRANIH IZVORA U SVETU RASTE IZ GODINE U GODINU, A EES POSTAJE SVE KOMPLEKSNIJI



(Source: Navigant Research)

- Ceo svet je fokusiran na obnovljive izvore, CO2 redukciju, spas planete.
- Visok udeo obnovljivih izvora i elektromobila je suštinski okрак za spas planete.
- Moderan EES mora da obezbedi mogućnost priključka tolikog broja obnovljivih izvora i elektromobila

IZAZOVI UPRAVLJANJA ELEKTROENERGETSKIM SISTEMIMA

- **Tesla nije predvideo** aktuelne promene u elektroenergetskim sistemima
- Jedan od najvećih izazova je **projektovanje** opreme, **optimizacija** sistema, smanjenje **CO2 i troškova**, **priključak ogromnog broja obnovljivih i distribuiranih izvora i elektromobila**
- Primer nerešenih problema savremene elektroenergetike:
 - Održiv model modernog elektroenergetskih sistema
 - Održiv model upravljanja EES-om
 - Optimalan oporavak elektroenergetskog sistema nakon velikih oluja
 - Dizajn odgovarajuće opreme i uputstava za upravljanje kako bi se emisija CO2 održala na globalnom minimumu

Promene u EES su najveće promene još od vremena Nikole Tesle!!!

Širom sveta nedostaju odgovarajući inženjeri da odgovore na ove promene!!!

Katedra za EES školuje moderne inženjere elektroenergetike!!!

UPRAVLJANJE EES-OM

ŠTA JE TO UPRAVLJANJE EES-OM?

- **Zamislimo FTN budućnosti koji ima sledeće elemente:**

- Pametne i energetske efikasne zgrade učionice, amfiteatri, čitaonice ...
 - Daljinski sa telefona ili računara uključiti/isključiti klima uređaje, projektore, osvetljenje itd.
- Pametni IT sistem gde studenti/profesori imaju Smart phone aplikaciju za sve aktivnosti:
 - **Proveri učionicu**– raspoloživost, raspored, opremu, status predavanja
 - **Zakazi/Potvrdi prisustvo predavanju**
 - **Podeli materijal** sa predavanja ili obezbedi materijal unapred
 - **Rezerviši mesto** u čitaonici ili na Mašincu
 - **Ažuriraj** (profesor) ili **proveri** (student) online raspoloživost za konsultacije – nema više fiksnih termina
 - **Instant poruke** – Pričaj sa kolegama, razmenjuj materijal i informacije
 - **Oceniti studentsku/professorsku disciplinu** i nagraditi ih (kao što radi UBER, Lyft, Amazon...)
 - Npr bolje ocenjeni studenti imaju prioritet u čitaonici, na Mašincu, i dobiju nešto besplatno

ŠTA JE TO UPRAVLJANJE EES-OM? POSLUŽIMO SE ANALOGIJOM...

FTN



Elektroenergetski sistem

Učionice, Čitaonice, Amfiteatri



Elementi EES odnosno vodovi,
transformatori, distribuirani
generatori

Studenti/profesori



Električni potrošači

Problem upravljanja FTN -
kada i kako
uključiti/isključiti/podesiti učionicu
ili amfiteatar, tako da su troškovi
FTN minimalni, CO2 emisija
minimalna, a studenti i profesori
zadovoljni?



Problem upravljanja EES - kada i
kako uključiti/isključiti/podesiti
elemente EES, tako da su
troškovi/gubici EES minimalni, CO2
emisija minimalna, a krajnji potrošači
zadovoljni sa kvalitetnim naponom i
pouzdanim napajanjem?

Primer Kontrolne sobe za upravljanje EES-om (Prenos i Distribucija)



Primer Kontrolne sobe za upravljanje EES-om (Distribucija)



Još jedan problem savremene elektroenergetike

– vremenske nepogode

- Uvećana frekvencija, intenzitet i štete usled vremenskih nepogoda

- Nekoliko uragana godišnje, desetine tropskih oluja i tajfuna
- Godišnja šteta na EES u SAD - **200 milijardi dolara**

- Ključno je rešiti sledeće inženjerske probleme:

- Efikasna prognoza štete usled oluje
- Optimalno proaktivno isključivanje napajanja
- Optimalna lokacija ekipa na terenu
- Optimalan redosled popravke i restauracije napajanja



The slide features a blue gradient background with white circuit-like lines in the corners. These lines consist of straight segments and small circles, resembling a printed circuit board or a network diagram. The lines are positioned in the top-left, top-right, bottom-left, and bottom-right corners, framing the central text.

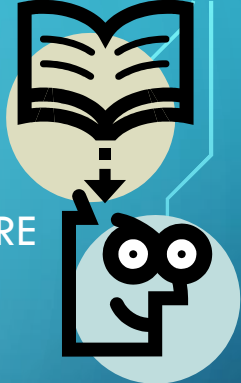
ŠTA NUDIMO NA KATEDRI ZA EES

POTREBNA ZNANJA I VEŠTINE MODERNOG INŽENJERA



- Savremen inženjer elektroenergetike, potrebne discipline za rad u bilo kom domenu pametnih mreža, bilo kojoj industriji, bilo kom tipu posla, bilo kom delu sveta

PLANA I PROGRAM KATEDRE ZA EES - RELEVANTNOST



- FOKUSIRANI SMO NA ONO STO JE MODERNO I SAVREMENO. ŠKOLUJEMO INŽENJERE BUDUĆNOSTI

- Fokus na realne probleme savremene elektroenergetike
- Učenje najmodernijih tehnologija koje se koriste u EES-u
- Poseban akcenat stavljamo na distribuirane i obnovljive izvore i njihov uticaj na EES
- Učenje širokog spektra tipova mreža, spremamo inženjere za rad sa bilo kojom mrežom u **bilo kom delu sveta**:
- **Evropski** tip mreže (Evropa), **Američki** tip mreže (Severna i Južna Amerika, Filipini), **Britanski** tip mreže (Britanija, Bliski istok, Indija, Australija)
- Najmoderniji softverski alati za projektovanje, planiranje i upravljanje EES-om
- Labartorijski rad sa modernim tehnologijama
- **Moderan i mlad nastavni kadar, relevantan u svetskim naučnim i industrijskim zajednicama (IEEE, National Renewable Energy Laboratory USA, Distributech, IEC....)**

**Ne postoji slična škola elektroenergetike nigde u svetu!!!
Apsolutno deficitaran i apsolutno potreban kadar!**

PLAN I PROGRAM KATEDRE ZA EES – TEORIJSKA OSNOVA

- PREDMETI SU KONCIPIRANI DA PRUŽE RELEVANTNU TEORIJSKU OSNOVU PRIMENJIVU N SAVREMENE EES:

- Duboko znanje fizike elemenata EES-a(generatori, transformatori, vodovi, distribuirani izvori, pametne kuće i zgrade)
- Analiza tokova snaga i kratkih spojeva reosnih i distributivnih sistema simetričnih i nesimetričnih režima
- Upravljanje sistemima u uslovima obnovljivih i distribuiranih izvora energije
- Projektovanje i planiranje elemenata EES-a, razvodnih postrojenja i EES-a celini u prisustvu obnovljivih izvora
- Njamodernije metode relejne zaštite modernih EES-ova
- Upravljanje prenosnim i distributivnim sistemima u normalnim i ekstremnim uslovima
- Numerika rada sa velikim nelinearnim sistemima
- Ekonomija i menadžment EES-a
- Koncepti pametnih mreža EES-a
- ...

**Ne postoji slična škola elektroenergetike nigde u svetu!!!
Apsolutno deficitaran i apsolutno potreban kadar!**

RADIMO TEORIJSKI I LABARATORIJSKI SA NAJNOVIJIM TEHNOLOGIJAMA PAMETNIH EES MREŽA

ATS/ATO



Recloser



Recloser



IED



Automatizacija fidera



Pametno brojilo



Stanica za punjenje elektromobila



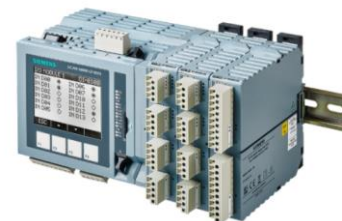
Baterija (Energy storage)



Fazorsko merenje



RTU



SAVREMEN INŽENJER ELEKTROENERGETIKE NA KATEDRI ZA EES

- Posедуje sintezu znanja iz oblasti: **elektroenergetskog inženjeringa, opreme EES-a, elektronike, energetske elektronike, telekomunikacija, IT-a...**
- Sposoban da kreira algoritam i osmisli rešenje najmodernijih problema
- Sposoban da kreira, prihvata i koristi kontinuirane inovacije u elektroenergetskim sistemima
 - Vi ste generacija koja ce promeniti elektroenergetske sisteme, principe upravljanja i rešiti postojeće probleme!
- Sposoban za širok spektar poslova u svim oblastima
 - Projektovanje električnih instalacija, elemenata, modernih postrojenja...
 - Projektovanje aktivnih distributivnih i prenosnih sistema
 - Upravljanje elektroenergetskim sistemima (distributivnom i prenosnom mrežom)
 - Inženjer elektroenergetike u distributivnim preduzećima kod nas i bilo gde u svetu
 - Vodi i učestvuje u modernizaciji mreže i EES-a kao i rešavanju problema priključka i ponašanja distribuiranih i obnovljivih izvora energije
 - Ekspertize iz oblasti dizajna EES, analize, upravljanja
 - Učešće u razvoju pametnih rešenja za upravljanje EES-om
 -

Inženjeri elektroenergetike su traženi i ekstremno dobro plaćeni u celom svetu!

ŠTA JOŠ NUDIMO...

- Najnoviji nastavni plan i mentorski rad
- Vežu sa industrijom, predavanja industrijskih eksperata
- Modernu laboratoriju
- Stipendiranje i zapošljavanje talentovanih inženjera u domaćim i stranim kompanijama
- Saradnja sa univerzitetima u inostranstvu (USA, Australija, EU)
- Međunarodni istraživački projekti
- Rad sa najsavremenijim inženjerskim metodama i alatima

PRIMERI MOGUĆNOSTI KOJE SE PRUŽAJU

Veliki proizvođači
opreme i rešenja

Schneider
Electric

ABB



SIEMENS

OSI
powering the future

Konsultantske kuće,
Tehnološki inovatori

accenture



IBM

Microsoft

Google



Distribucije, Prenosne
kompanije, Projektantski biroji...



Stromnetz
Berlin

TREFOR

DONG
energy

electricity
northwest

Xcel Energy

hydro
one

aps

SOUTHERN CALIFORNIA
EDISON
An EDISON INTERNATIONAL Company

SA
Power
Networks

CPFL
ENERGIA