

# SISTEM ZA ELIMINACIJU NETEHNIČKIH GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE VLADIMIR KULPINSKI, TEHNIČKI CENTAR NOVI SAD, SRBIJA

Vladimir Kulpinski, JP Elektroprivreda Srbije, Tehnički centar Novi Sad

## KRATAK SADRŽAJ

Rad predstavlja kratak osvrt na osnovne funkcije SISTEMA ZA ELIMINACIJU NETEHNIČKIH GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE (SISTEM), koji je tokom 2017 godine koncipiran i proveren u realnom okruženju. Isti je nastavak aktivnosti SISTEMA pokrenutog i realizovanog tokom perioda 2013.-2015. Godina. Rezultat ovih aktivnosti predstavlja realizacija Multifunkcionalnih Kontrolnih Mernih Uređaja (MKMU) i njima pripadajućih uređaja, opreme i pribora.

Sve zajedno, odnosno umrežen sistem mernih uređaja, predstavlja novi, potpuno inovativni koncept u metrologiji električne energije (EE), počev od proizvodnih pogona svih vrsta do poslednjeg potrošača (kupca) EE u elektroenergetskom sistemu, bez obzira na veličinu i složenost istog.

Primenom ovih uređaja omogućuje se potpuni nadzor nad tokovima EE, što podrazumeva stvaranje ambijenta u kojima netehnički gubici, sem neizbežnih tehničkih gubitaka, NISU MOGUĆI. Istovremeno se obezbeđuje maksimalno moguća jedinstvena optimizacija tokova EE u kojoj je nivo tehničkih gubitaka sveden na najmanje moguću meru.

Koncept je nastao u tesnoj saradnji Tehničkog centra Novi Sad i nekoliko privatnih firmi, od kojih se posebno izdvajaju „Nigal“, d.o.o, iz Petrovaradina i „Satel“ iz Beograda.

U prvoj fazi primene SISTEMA omogućuje se identifikacija svih potrošača (kupaca) EE kod kojih evidentno postoji preuzimanje EE bez njenog registrovanja. U drugoj fazi realizuju se procesi u kojima se precizno i pouzdano određuju pojedini kupci kod kojih postoji odliv EE bez njenog registrovanja.

Korist upotrebe ove koncepcije, odnosno potpuno inovativnog SISTEMA utvrđuje se na bazi veličine izgubljene EE u Tehničkom centru „Novi Sad“ na nivou jedne godine. **Tokom 2016. godine količina izgubljena je EE, koja po ceni za 1 kWh u Srbiji, na godišnjem nivou, ima vrednost od preko 250 miliona Eura. Prema prosečnoj ceni za 1 kWh u EU ovako izgubljena EE ima vrednost od preko 700 miliona Eura. Vrednost izgubljenosti EE na nivou celokupne Elektroprivrede Srbije značajno prevazilazi iznos od jedne milijarde Eura.**

*Ključne reči: gubici EE, izgubljena dobit, sistematičnost, efikasnost, racionalnost*

## CILJ PROJEKTA

**Osnovni cilj** realizacije predloga projekta „SISTEM ZA ELIMINACIJU NETEHNIČKIH GUBITAKA ELEKTRIČNE ENERGIJE“ NA IZABRANOM DELU SN MREŽE PRIMENOM Multifunkcionalnih Kontrolno Mernih Uređaja (MKMU) NA KONTROLNO MERNOM MESTU jeste **precizno određivanje LOKACIJA i TAČAKA u kojima nastaju i evidentno su prisutni NETEHNIČKI GUBICI EE kao posledica „njenog“ neovlašćenog preuzimanja i potrošnje, kao i različitih tehničkih neispravnosti mernih uređaja.**

Osnovu ideje za realizaciju projekta čini novi, potpuno inovativni metrološki koncept, zasnovan na primeni MKMU-a.

## OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

Na osnovu mogućnosti da se merenjem određenih veličina (parametara) EE posebnim uređajima u projektovanim tačkama NN (SN) mreže **OBEZBEĐUJE SE POTPUNI NADZOR, KONTROLA i PRECIZNO MERENJE TOKOVA EE KA SVIM POTROŠAČIMA (KUPCIMA).**

Korišćenjem namenski i svrshodno projektovanih MKMU-a i opreme na novopozicioniranom KONTROLNO - MERNOM MESTU (KMM) omogućeno je da budu **registrovani i izmereni svi parametri EE za svakog pojedinačnog potrošača (kupca).**

Osim navedenog, uz neophodnu tehnološku optimizaciju MKMU, moguće je prema projektovanom cilju, adekvatno pozicionirati (instalirati) u distributivni elektroenergetski sistem (DEES), kao što su na primer,

distributivne stanice (DTS), na početku SN vodova iz reonskih TS 35/20 ili 10 kV, u samim TS 35/20 ili 10 kV, na početku SN vodova iz TS 110/35 ili 20 kV i naravno u samim TS 110/35 ili 20 kV.

Tako bi se na veoma jednostavan, a nadasve funkcionalan i pouzdan način, obezbedila moćna i efikasna tehničko-tehnološka podrška **prikupljanju** i **obradi** izmerenih **podataka**, odnosno višedimenzionalnih parametara-veličina čijom se vizuelizacijom u adekvatnom dizajnu uz odgovarajuću fleksibilnu komponentu, obezbeđuje **kompletan nadzor** i **upravljanje** distributivnim elektro energetskim sistemom (DEES) EPS.

## NAČIN IMPLEMENTACIJE

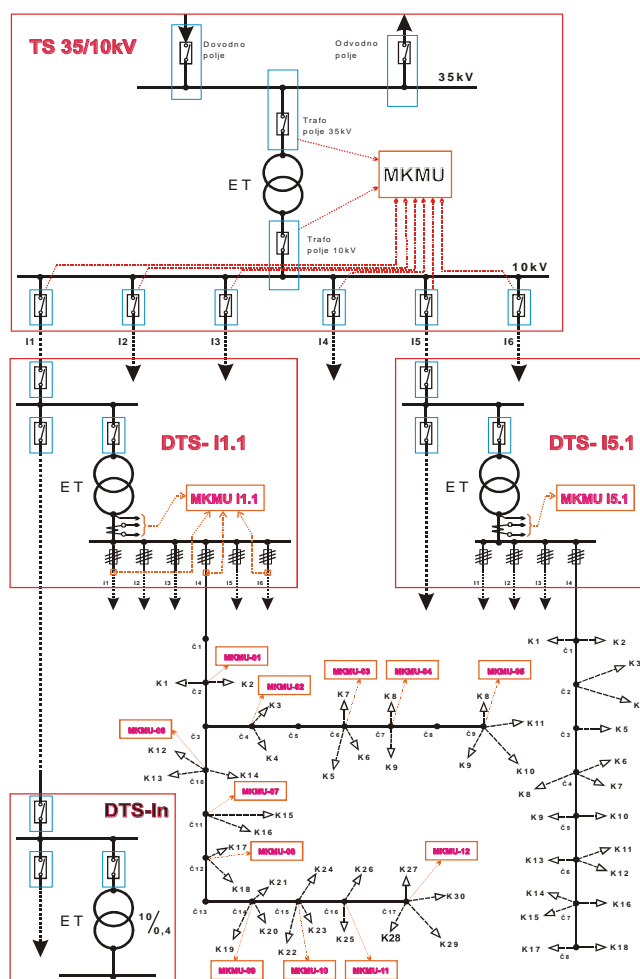
Zahvaljujući primeni elektronskih sklopova poslednjih generacija visoke tehnologije, čija je osnovna funkcija da na fleksibilan način, registruju i mere sve nužne parametre EE koja se predaje/preuzima na relaciji isporučilac/potrošač (kupac), omogućuje da se nadzor, kontrola i višefunkcionalna merenje nad tokovima EE ka pojedinim potrošcima (kupcima) budu potpuno uspostavljeni.

**Sve koristi** (benefiti) **ovakvog načina kontrole, merenja i nadzora nad tokovima EE** prema pojedinim potrošačima (kupcima) su, u **svakom segmentu, daleko ispred do sada primenjivanih i poznatih sistema u svetu.**

U elektroenergetskim objektima (EEO), koji čine osnovnu infrastrukturu DEES-a, napona iznad 1kV, odnosno 10, 20, 35 ili 110kV, projektovanje, neophodna tehnološka optimizacija i postavljanje MKMU sa celokupno pripadajućim priborom, tehnički je veoma pojednostavljeno. U tekstu koji sledi, predstavljena je jednopolna šema sa raspletom SN i NN mreže za dostavu i distribuciju EE ka pojedinačnim potrošačima (kupcima).

Pored navedenog, sam MKMU, dizajniran je tako da predstavlja tehnološki veoma složen ali za instalaciju održavanje i eksploataciju krajnje jednostavan **obračunski kontrolno merni uređaj**, čijom instalacijom se distributivna elektro mreža, u tehnološkom smislu po automatizmu „podiže“ na nivo tzv. „Smart Grid“, (pametne mreže) koje se, i u čak mnogo razvijenijim zemljama od Srbije, još uvek „vrte“ kao virtuelna mogućnost.

## JEDNOPOLNA ŠEMA:



## KRATKA OBJAŠNENJA

Na šemi se raspoznaje jedna reonska **TS 35/10 kV**, izvodi srednjeg napona (**SN - 10kV**), odnosno iz ove **TS**, pojedine distributivne trafo stanice (**DTS - 10/0,4kV**), njima pripadajući niskonaponski (**NN - 0,4kV**) izvodi i rasplet – šema **NN** mreže. Na pojedinim deonicama ovog raspleta naznačena su čvorišta (sa oznakom **Č**, počev od **Č1** do **Čn**) i njima „pripadajući“ kupci **EE**, sa oznakom **K**, počev od **K1** do **Kn**.

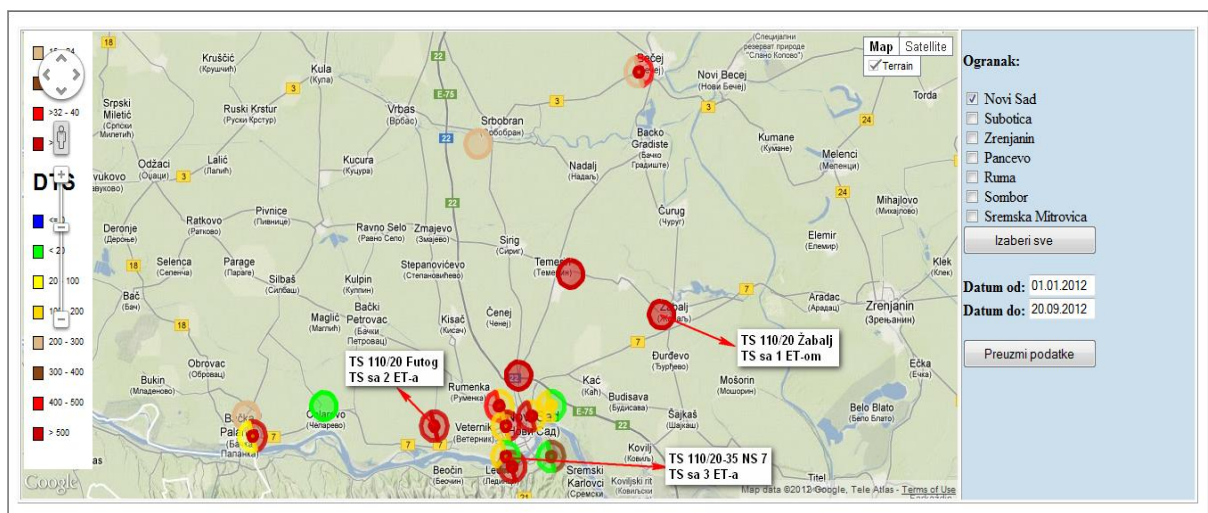
Osим navedene standardne opreme i uređaja na šemi se raspoznaju i načelno pozicionirani uređaji **MKMU**, koji se u praksi, **nakon neophodne tehnološke optimizacije u skladu sa projektovanim ciljem** instaliraju u **NN (SN)** mreži, sa namerom da se uz **adekvatno projektovan informatičko poslovni sistem za prenos i obradu podataka** uspostavi maksimalno mogući nadzor, potpuna i pouzdana kontrola i precizna višefunkcionalna merenja nad tokovima **EE**, počev od tačaka njenog preuzimanja u distributivni sistem (**DDS**) bilo kog dela **EP Srbije (EPS)**, kao i celokupnog **EPS-a**, pa sve do krajnjih potrošača (kupaca) **EE**.

## GLAVNI DELOVI SISTEMA

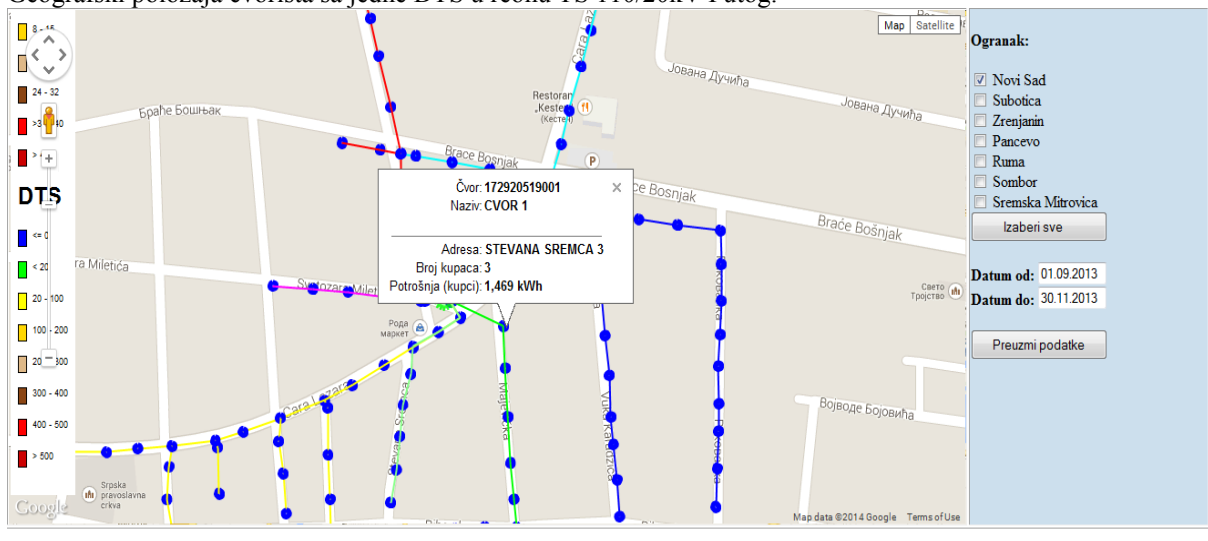
### Baza podataka BILANSI TOKOVA EE

**Bilansi Tokova EE (BTE)** je PODSISTEM nastao integracijom tehničkih baza podataka iz pojedinih distributivnih sistema i poslovne baze podataka. Tehnička baza podataka, za posmatrani period, daje sve informacije o tokovima EE, počev od **TS 110/x kV** do poslednjeg kupca EE u reonima svih **DTS - X/0,4kV**, a koje se EE napajaju iz posmatrane **TS 110/x kV**.

Geografski položaj TS 110/x kV u ED Novi Sad:

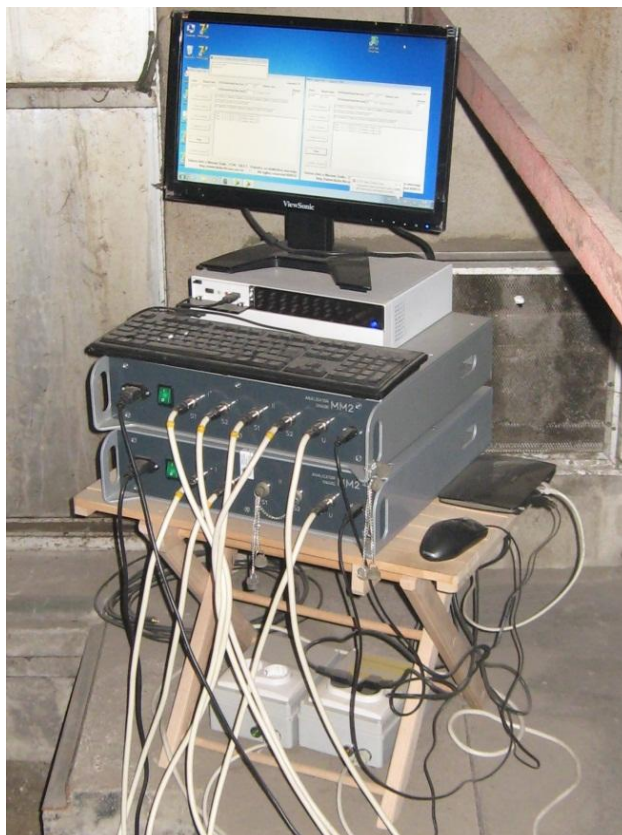


Geografski položaja čvorišta sa jedne DTS u reonu TS 110/20kV Futog:

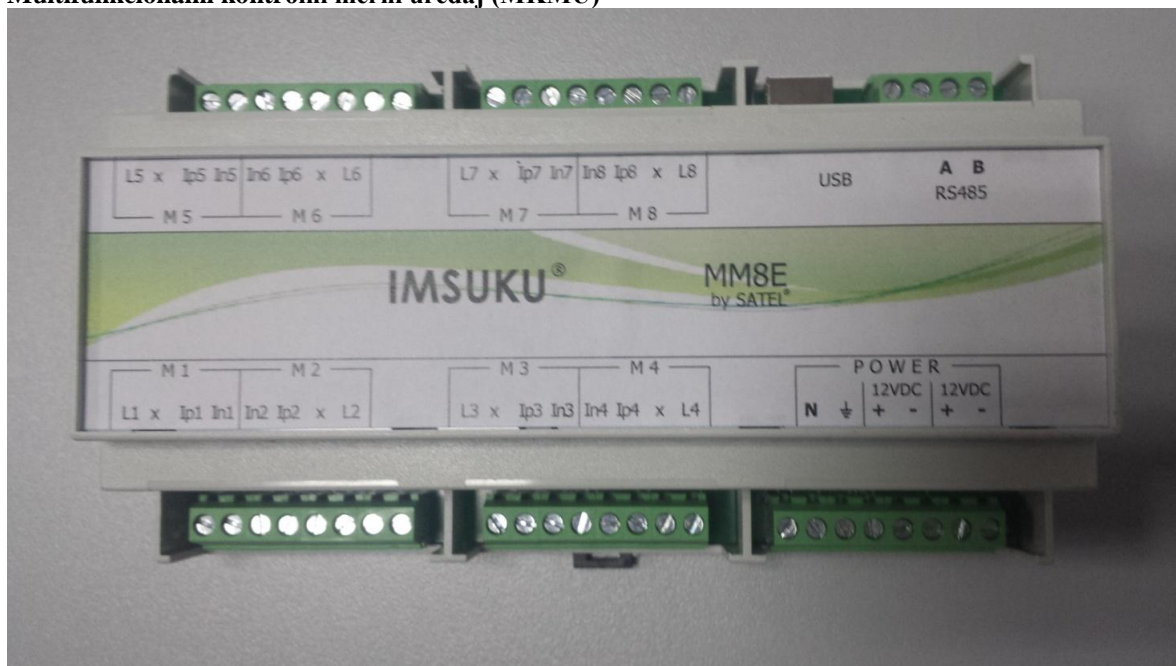


## Merni moduli

Merni moduli (MM) u namenski konstruisani i izvedeni merni uređaji za merenje tokova EE, a na način da određuju sve one potrošače EE snaga većih od 2kW, kao i mesto (položaj-lokaciju) njihovog uključivanja, odnosno isključivanja. Tačnost određivanja se nalazi u granicama  $\pm 3m$ .



Multifunkcionalni kontrolni merni uređaj (MKMU)



## PREDNOSTI PREDLOŽENE METODOLOGIJE

Pored stvaranja svih potrebnih preduslova za **eliminaciju netehničkih gubitaka** EE, primenom inovativnog metrološkog koncepta realizuju se i sledeće prednosti:

## TEHNIČKO TEHNOLOŠKE PREDNOSTI

Prema danas važećim zakonima i podzakonskim aktima, nadležna ED je obavezana da održava napred navedeni deo elektonergetske infrastrukture. Primenom inovativnog metrološkog koncepta **navedena obaveza a tako i ogromni troškovi prestaju da postoje**. Elektroenergetska infrastruktura na nivou **10.000 kupaca** ima sledeći **procenjeni obim**, odnosno sadržaj:

- Najmanje 35.000 komada priključnih stezaljki (klemni) za povezivanje priključnih vodova i NN mreže,
- Najmanje 40.000 komada nosećih izolatora za povezivanje i nošenje priključnih vodova na NN mrežu,
- Ne manje od 100km priključnih vodova,

Malo manje od 10.000 komada MRO-a (Merno Razvodnih Ormana) „u“ ili „na“ objektima potrošača (kupaca) sa sledećim priborom i opremom:

- Više od 25.000 topljivih ili automatskih osigurača,
- Deset hiljada (10.000) trofaznih ili monofaznih brojila,
- Ne manje od 2.500 preklopnih naprava,
- Ne manje od 50.000m provodnika za povezivanje uređaja u MRO-ima, kao i
- Značajno vredna grupa sitne opreme.

**Vrednost svih prethodno navedenih dobara, na nivou samo navedenih 10.000 kupaca, prevazilazi 1.000.000€ (jedan milion €). A na nivu EPS-a vrednost ovih dobara iznosi oko 300.000.000€.**

U kontekstu navedenog, od najveće važnosti je razumeti, da nije samo u pitanju puka vrednost navedenih dobara, već se radi i ogromnom balastu svih obaveza koje nadležni isporučilac EE ima prema bilo kom potrošaču (kupcu), a kome je iz bilo kog razloga došlo do prekida u isporuci EE.

**Dinamika, neupravljivost i stres, neophodni resursi, ujupni troškovi i sve drugo što bi omogućavalo efikasan odziv naspram potpuno neupravljivih događaja (tehnološki akcedenti) predstavljaju daleko veće iznose od vrednosti navedenih dobara.**

## FUNKCIONALNE PREDNOSTI

Jedna od izuzetno važnih funkcija predloženog fleksibilnog SISTEM-a zasnovanog na MKMU uređajima je bazirana na njihovoj „sposobnosti“ da komuniciraju sa „svojim“ **master centrom**. Kako je komunikacija realizovana na način da funkcioniše u oba smera, moguće funkcije SISTEM-a postaju brojne i **nadprosečno velike**, posebno u poređenju sa konvencionalnim sistemima.

Realizovani SISTEM omogućuje da distributer ili ovlašćeni isporučilac EE dobija sve neophodne informacije o električnoj energiji, njenim tokovima, kvalitetu i potrošnji a takođe i njenim fundamentalnim parametrima, kao na primer:

- Trenutne vrednosti energije (aktivna, reaktivna ili prividna);
- Sumarna energija (aktivna, reaktivna ili prividna) koja se mogu dobijati po punom automatizmu, za unapred određene periode (sat, dan, nedelja itd.) ili po posebnom pozivu;
- Maksimalna snaga registrovana po pojedinim fazama;
- Najviše i najniže zabeležene visine napona u pojedinim faznim provodnicima;
- Najviše zabeležene jačine struje u pojedinim faznim provodnicima;
- Profili opterećenja po pojedinim napojnim provodnicima;
- Faktori snage (prosečni, najviši i najniži).
- Prisustvo i intezitet pojedinih harmonika itd.

Osim navedenog, dvosmerna komunikacija na relaciji distributer električne energije ili ovlašćeni isporučilac – potrošači (kupci), ovom koncepcijom se omogućuje:

- Potpuno inovativna rešenja **fleksibilnog tarifnog sistema**,
- Distributer električne energije ili ovlašćeni isporučilac može da dobija sve neophodne informacije o načinu trošenja električne energije, kao što su profili opterećenja, maksimalne snage po faznim provodnicima, najviši i najniže visine napona na **mestu isporuke** itd;



- Kupci dobijaju mogućnost da prime sve neophodne informacije o dugovanjima, opomenama, o prekoračenjima ugovorenih limita, o mogućim benefitima, o planiranim prekidima u napajanju, **preporuke za energetski efikasniju potrošnju**, itd;
- Prema posebno sklopljenim ugovorima kupcima se mogu uručivati elektronski računi za utrošenu energiju, na primer na nedeljnom nivou, čime bi se značajno promenili tokovi kapitala;
- Mediji za prenos, odnosno uređaj/ji na koje kupci mogu da prime ovakav oblik informacija i računa mogu biti mobilni telefoni, tablet računari, lični kompjuteri, televizori itd.

## POSLOVNE I KORISNIČKE PREDNOSTI

Optimalno organizovana informatička podrška, koja u osnovi podrazumeva dovoljno „snažno“ **hardversko okruženje** (PC po konfiguraciji, mogućoj virtuelizaciji, kapacitetu, brzinama i pouzdanosti), te „prijateljski“ koncipiranim softverima omogućuje potencijalnim korisnicima SISTEM-a direktan pristup svim struktuiranim bazama prikupljenih i obrađenih podataka radi preuzimanja **ciljano vizueliziranih informacija za:**

- **Finansijski sektor** su to informacije o kumulativno utrošenim količinama EE (aktivna i reaktivna), maksimalnoj 15-to minutnoj snazi, prekoračenoj reaktivnoj energiji, prekoračenoj ugovorenoj snazi itd, a sve za planirane obračunske periode;
- **Sektor planiranja**, odnosno planerima razvoja i širenja DDS-a omogućuju uvide u ukupno utrošenu energiju, na primer, po pojedinim DTS-ima ili NN izvodima, najmanje i najviše napona na početku, odnosno na krajevima pojedinih NN vodova, profile opterećenja itd. Sve navedeno je i od izuzetnog značaja za operativne rukovodioce svih nivoa sve do tehničkih direktora pojedinih DDS celina;
- **Sektor eksploatacije** (održavanje DDES-a), pravovremene i veoma precizne informacije o tehničkom stanju DEES-a, potencijalno „slabim“ tačkama i delovima infrastrukture sa pouzdanim predviđanjem predstojećih otkaza i kvarova.

Pristup svim podacima je osmišljen da bude kroz funkcionisanje po principu **server/kljient**, pri čemu je isti, po zahtevanoj hijerarhiji omogućen samo za to ovlašćenim licima.

## POSEBNE PREDNOSTI SISTEM-a SA IZMEŠTENIM KMM

- **TAČNOST ANALIZE** - Obezbeđuje se značajno niže vrednosti klasa tačnosti (veća tačnost) u odnosu na sve do sada poznate konvencionalne sisteme.
- **MESTO RAZGRANIČENJA** - Značajno se udaljava od privatnog poseda (objekata) kupaca.
- **UTICAJ NA postojeća MERILA** - Eliminise se bilo koji potencijalni oblik elektromagnetnih (EM) smetnji.
- **Sigurnosni ALARMI** - U destruktivnim sredinama sa poznatim vandalskim odnosom prema javnim dobrima, svako izmešteno kontrolno merno mesto može da se opremi odgovarajućim alarmnim sistemom za prostornu zaštitu.
- **NEOVLAŠĆENA POTROŠNJA** - Neovlašćena potrošnja EE, u bilo kojoj danas poznatoj formi, praktično NIJE MOGUĆA.
- **ODRŽAVANJE EE SISTEMA** - Smanjuju se tehnički gubici i prestaje potreba, a tako i ogroman trošak, da PD-a za ED-u održavaju priključne vodove i ostalu tehničku opremu od čvorišta NN mreže do MRO potrošača (kupca), zajedno sa celokupnim priborom do zaključno sa samim brojilom i preklopnom napravom (RTK, MTK ili US).
- **TROŠKOVI - TRENUTNA, POTPUNA i POUZDANA (u realnom vremenu) detekcija KVAROVA** što će drastično smanjiti troškove održavanja EE sistema, upravljanje troškovima, ljudskim resursima, kvalitetom itd.
- **PLANIRANJE SISTEMA - MOGUĆNOST REALNOG PROJEKTOVANJA (modelovanja)** distributivne mreže,
- **KVALITET - UPRAVLJANJE KVALITETOM** isporučene EE u skladu sa Direktivama EU o kvalitetu,
- **OBAVEZE BAŽDARENJA BROJILA** - Potpuno prestaje potreba, pa tako NESTAJU i troškovi periodičnog baždarenja postojećih električnih brojila.

- **INFORMISANJE KUPACA** - Informacije o količinama utrošene energije, visini računa, veliki broj raznovolikih korisnih preporuka, upozorenja i obavještenja, dostavljaju se po dogovoru sa pojedinim kupcima putem interneta, mobilne telefonije<sup>1</sup>, kablovske televizije itd.
- **ALARMI** - Svi alarmi, kao na primer oni koji se odnose na preuzimanje energije prekomernom jačinom struje u provodnicima svih ili pojedinih faza kao posledica neravnomernog opterećenje ili uključenje nedozvoljenih uređaja, kao i oni koji su posledica prljanja „struje“ i napona, (pre mali napon kod udaljenih kupaca itd.), su ogromni benefiti za isporučioce EE.
- **SOCIJALNA POLITIKA** - Jednostavno i praktično sprovodljivo višestepeno tarifiranje, a vezano za odnos raspoložive i nužno potrebne energije, odnosno finansijske potencijale svih učesnika u „saobraćaju“ sa energijom.
- **PRAVNI ASPEKTI - Opomene** potrošačima (kupcima) zbog ne izmirivanja nastalih dugovanja postaju neuporedivo brži, efikasniji i jednostavniji proces. Zaduživanja kupca zbog ne plaćanja preuzete EE, implementacijom SISTEM-a više nije moguće.
- **OGRANIČENJA ISPORUKE EE** - Ograničnije isporuke EE, zbog bilo kog razloga, postaje veoma jednostavno, izuzetno efikasno i sa neuporedivo manje angažovanje MT-ih i ljudskih resursa, kao i mnogo drugih korisnih mogućnosti, koje će onima nerazvijenima, poput nas pomoći da „UTEGNU“ EE SISTEM a onima koji su to već bar delimično uradili, da ostvare enormno velike uštede i zarade. Implementacijom SISTEM-a, se stvaraju uslovi za tzv. „**aktivno upravljanje**“ održavanjem EE sistema čime se produžava eksploatacioni vek istog za najmanje 10 godina. Poznato je da se taj benefit meri milijardama EUR-a čak i za ovako skroman EE sistem kakav je u Srbiji. Imajući u vidu da je problem „**netehničkih gubitaka**“ veoma izražen i u zemljama u našem neposrednom okruženju, kao i mnogim drugim zemljama Sveta, prihvati Srbije od izvoza SISTEM-a i od nazaobilazno pratećih usluga, merili bi se stotinama miliona EUR-a.