

**Elektrotehnički fakultet
Univerziteta u Sarajevu
Institut za telekomunikacije**

Upotreba PLC tehnologije u pristupnim telekomunikacionim mrežama JP EP BiH



Sarajevo, 17.04.2007.

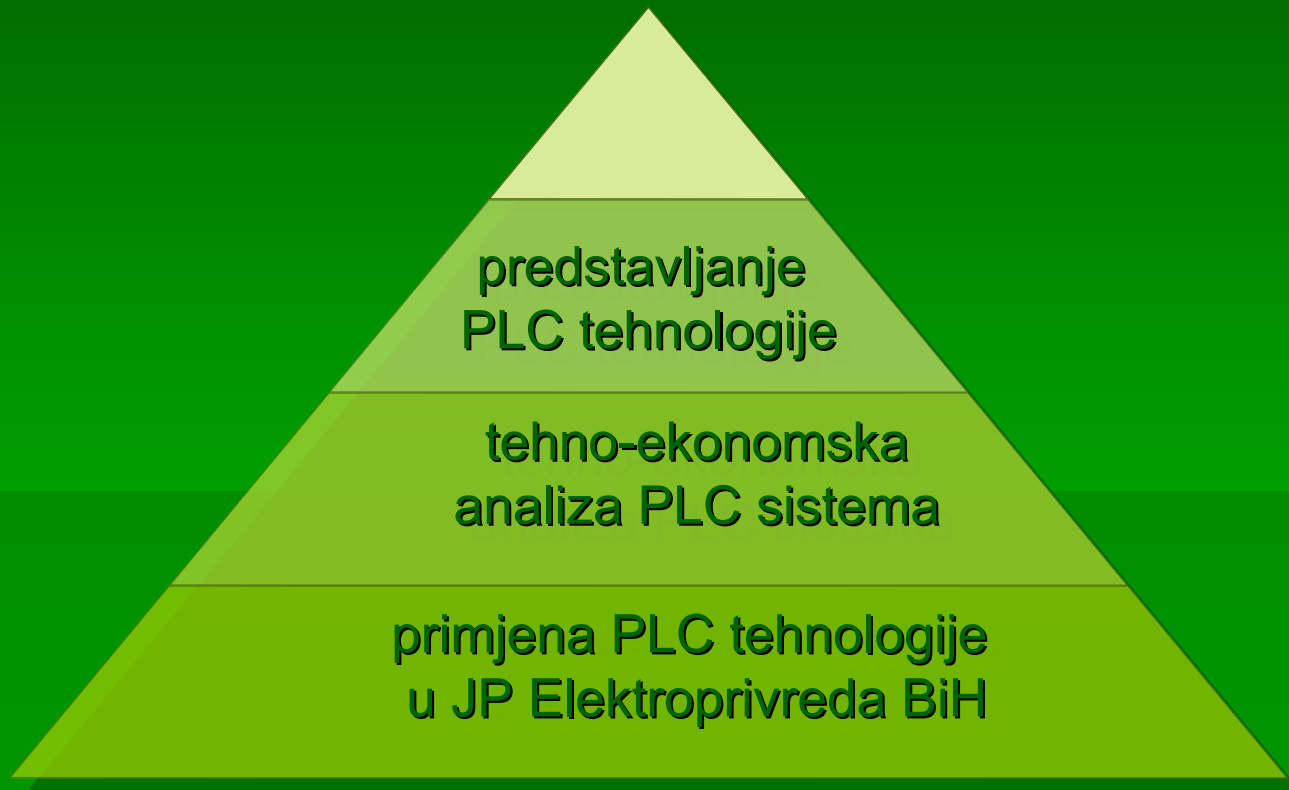
Uvod

- **Ciljevi Studije:**
 - da opiše i analizira PLC tehnologije i arhitekture PLC mreža
 - da analizira izvodljivost ove vrste pristupnih telekomunikacionih mreža kao strateškog rješenja pristupnih mreža u telekomunikacionom sistemu JP EP BiH



Uvod

- Ciljevi će se realizovati kroz sljedeće cjeline:



PLC tehnologije



PLC tehnologije

METODOLOGIJA:



PLC tehnologije

- Predstavljanje PLC tehnologije
 - širokopojasne tehnologije u pristupnim mrežama

PLC tehnologije

- Tehnologije za realizaciju pristupnih mreža:
 - pristupne mreže su mreže koje povezuju jezgro mrežu i samog korisnika
 - problem pristupnih mreže → mali kapacitet
 - sa razvojem zahtjevnih aplikacija, pristupne mreže postaju usko grlo pri komunikaciji
 - ideja uvođenja širokopojasnosti u pristupnim mrežama

širokopojasne
pristupne
mreže

xDSL
(prenos preko
PSTN mreže)

optičke mreže

kablove
pristupne
mreže

bežične mreže
(WiFi, WiMAX,
UMTS/HSPA)

PLC

PLC tehnologije

- Predstavljanje PLC tehnologije
 - koncept PLC tehnologije - klasifikacija i modulacije

PLC tehnologije

- **PLC tehnologija:**
 - rješenje širokopojasne pristupne mreže, koju mogu realizovati elektrodistributivna preduzeća, koristeći vlastitu naponsku infrastrukturu, odnosno elektroenergetske vodove
- **Historijat upotrebe PLC tehnologije:**
 - SN i NN mreža već odavno se koristila za prenos podatka, ali samo za upravljanje radom u cilju optimalne distribucije energije
 - prenos na nižim frekvencijama
 - koristile su se za upravljanje uličnom rasvjetom, za promjenu tarife itd.
 - u novije vrijeme mreže se koriste za automatsko očitavanje brojila (AMR), na frekvencijama do 140 kHz

PLC tehnologije

■ Klasifikacija PLC-a:

Kriterij	Klasifikacija PLC-a
Naponski nivo EE voda na kojem se primjenjuje	Niskonaponski (NN) PLC - (PLC primijenjen na vodovima napona do 400 V)
	Srednjenaponski (SN) PLC - (PLC primijenjen na vodovima do 50 kV)
	Visokonaponski (VN) PLC - (PLC primijenjen na vodovima od 50 kV do 400 kV)
	PLC na električnim instalacijama zgrade
Područje primjene	Za energetske PLC usluge - (TK usluge za potrebe elektroprivredne djelatnosti)
	Za pristupne PLC usluge - (TK usluge u pristupnim mrežama)
	Za kućne PLC usluge
Brzina komunikacije	Uskopojasni PLC - (brzina prenosa informacija reda veličine do stotinjak kbit/s)
	Širokopojasni PLC - (brzina prenosa informacija reda veličine do Mbit/s)

PLC tehnologije

■ Uskopojasni PLC:

- radi u frekventnom opsegu do 140 kHz
 - opsezi od 9-95 kHz, 95-125 kHz i 125-140 kHz su dodijeljeni za uskopojasni PLC od strane CENELEC-a (standard koji specificira komunikaciju preko elektroenergetskih mreža)
- omogućava prenos brzinama reda stotinu kbps
- danas je široko korišten i standardiziran
- koristi se za:

daljinsko očitavanje brojila (AMR)

kontrola udaljenih uređaja

automatizacija domova i poslovnih zgrada

nadzor i kontrola proizvodnje i potrošnje električne energije

dinamičko tarifiranje

PLC tehnologije

- **Širokopojasni PLC:**
 - radi u frekventnom opsegu od 1,6-30 MHz
 - omogućava prenos brzinama reda stotinu Mbps
 - danas se mnogo radi na testiranju
 - nije potpuno standardizovan
 - treba da omogući:

Internet pristup
(prenos podataka
velikim brzinama)

video na zahtjev
(VoD) i IPTV

kućne PLC usluge

govornu komunikaciju
(VoIP)

PLC tehnologije

- **Širokopojasni PLC:**

- omogućava brzine do 200 Mbps
- predstavlja dijeljeni medij - smanjuje brzinu po korisniku
- prednosti:

koristi postojeću rasprostranjenu naponsku infrastrukturu,

može da obezbijedi Internet i telefoniju na teško dostupnim destinacijama, gdje nije isplativa izgradnja nove infrastrukture (za DSL ili optiku)

- mane:

mora se voditi računa o EM kompatibilnosti

mora se spriječiti ometanje drugih komunikacionih sistema koji rade na istim frekvencijama → ograničenje snage PLC sistema → pogoršane performanse!

PLC tehnologije

- Širokopolasni PLC - PLC kanal:
 - izbor modulacije:
 - cilj da se eliminiše negativan uticaj PLC kanala (selektivnost kanala i multipath fading) na signal koji se njime prenosi, kao i da se smanji uticaj vanjskih smetnji, u vidu različitih šumova
 - najpogodnije modulacije su OFDM i DSSS

visoke bitske brzine
visoka otpornost na kanalna izobličenja
fleksibilnost prilikom
izbjegavanja jako izobličenih kanala

veliko zračenje

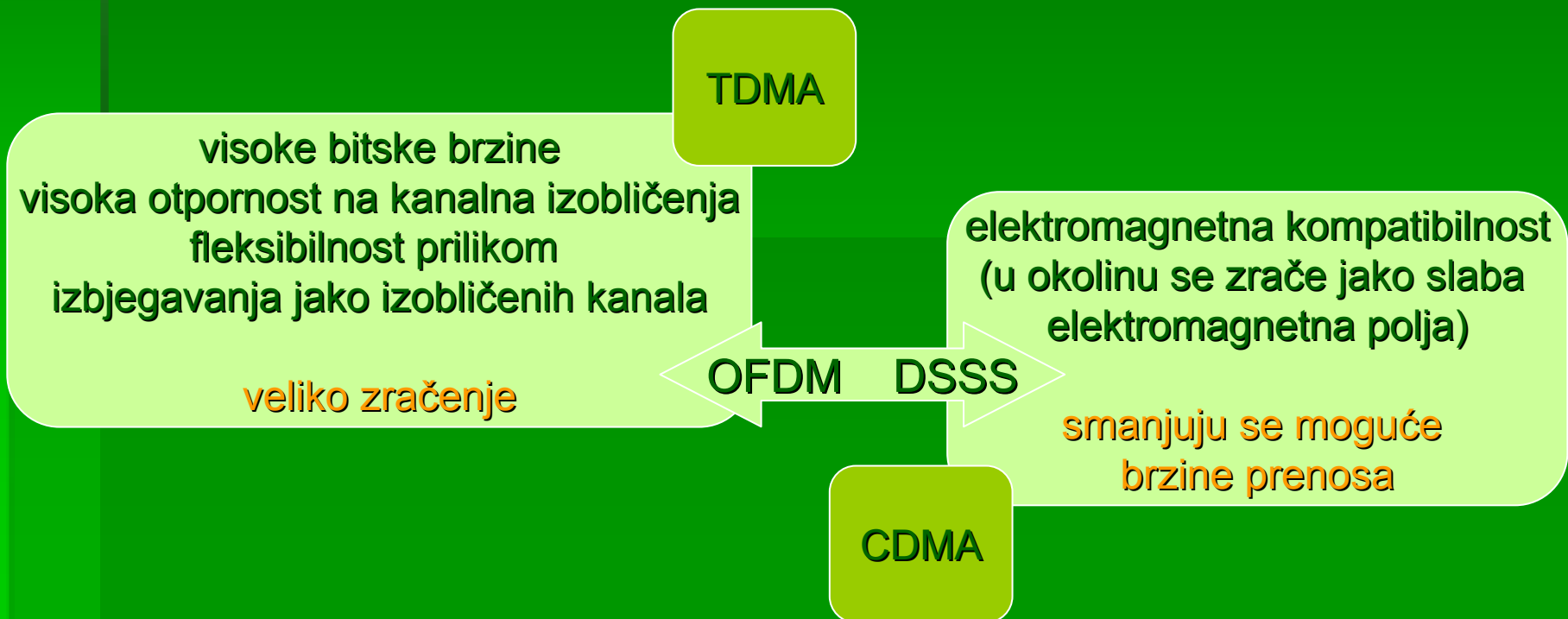
OFDM DSSS

elektromagnetna kompatibilnost
(u okolinu se zrače jako slaba
elektromagnetna polja)

smanjuju se moguće
brzine prenosa

PLC tehnologije

- Širokopolasni PLC - PLC kanal:
 - izbor metode višestrukog pristupa:
 - izbor modulacije i višestrukog pristupa zavisi od konkretne primjene i potreba u sistemu!!!



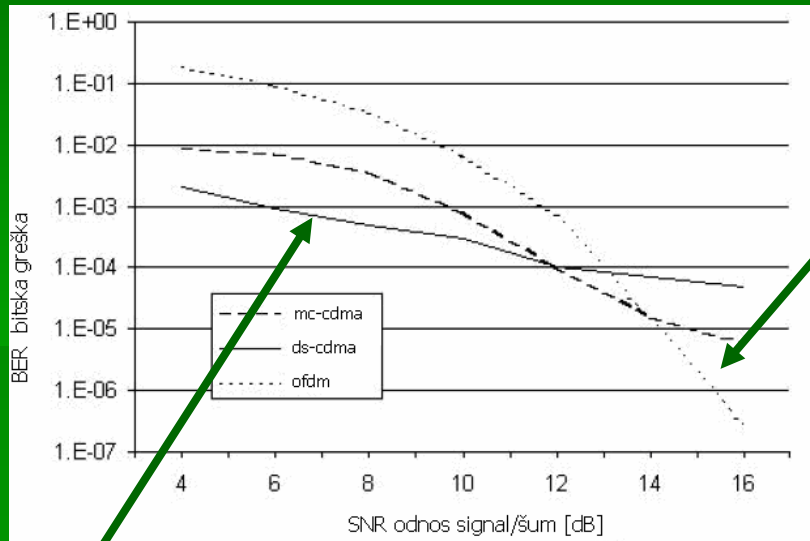
PLC tehnologije

- Širokopojasni PLC - PLC kanal:

- kriteriji za izbor modulacije i metode višestrukog pristupa:

- minimalni BER:

ako je šum manji, bolje je koristiti
OFDM - urbana područja



kod sistema sa malim odnosom signal/šum **DSSS/CDMA** daje najbolje rješenje - **ruralna područja** (manji kapacitet, a duži vodovi)

PLC tehnologije

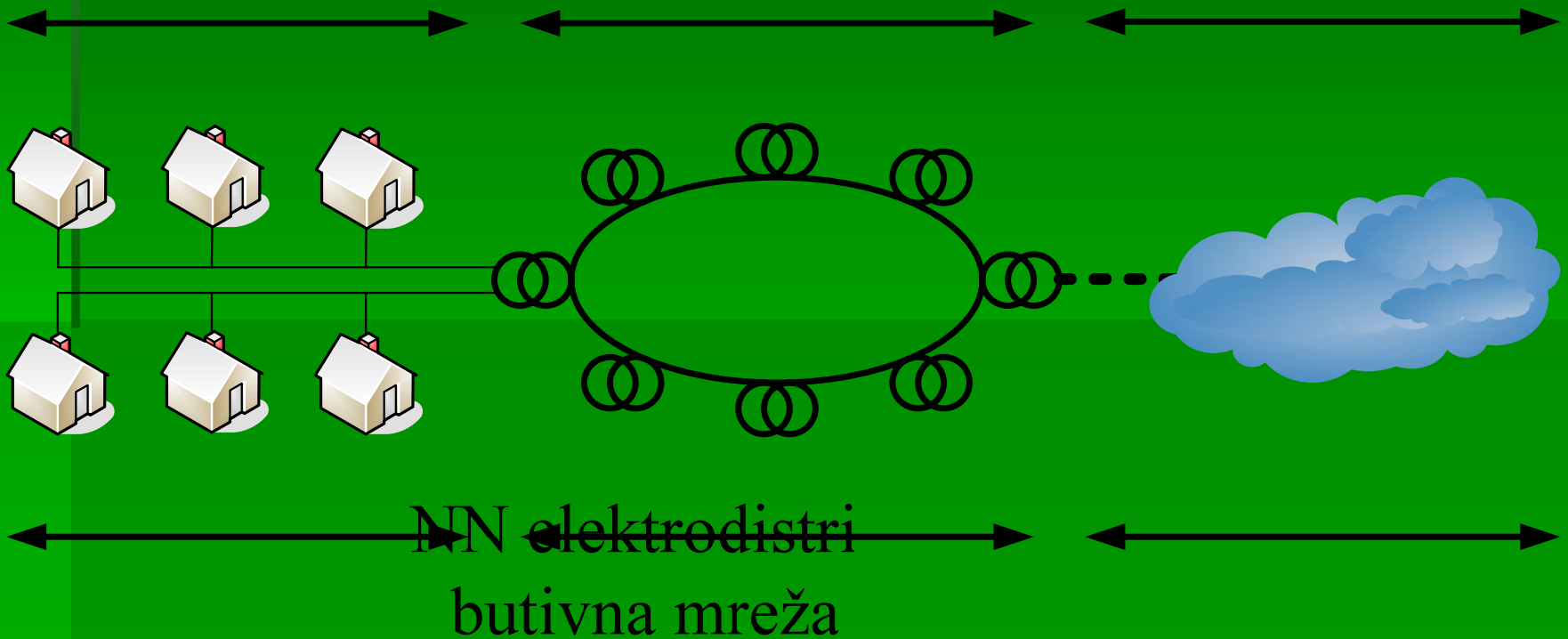
- Osnovni elementi sadržaja studije su:
 - predstavljanje PLC tehnologije
 - infrastruktura PLC mreža
 - NN i SN naponske mreže
 - elementi PLC mreža

PLC tehnologije

- Infrastrukturu PLC pristupnih mreža predstavlja elektrodistributivna mreža, koja se sastoji od:
 - elektroenergetskih srednjenaponskih i niskonaponskih vodova
 - električnih podstanica
 - osnovni elementi koji se nalaze u električnoj podstanici su transformatori
 - električnih brojila
 - razvodni ormari
 - spojnice
 - naponske ćelije
 - osigurači

PLC tehnologije

- PLC mreža se sastoji od:



PLC tehnologije

- **Elementi pristupne PLC mreže:**
 - korisnički PLC modemi - u prostorijama krajnjeg korisnika
 - regeneratori - za proširenje dimenzija PLC mreže
 - NN Head End (NN PLC Node) - povezuje NN i SN PLC mrežu
 - gateway - služi kao lokalna bazna stanica, koja kontroliše kućnu PLC mrežu, koordinirajući komunikaciju između PLC modema u kući i PLC pristupne mreže
- **Topologija pristupnih PLC mreža:**
 - podudara se sa topologijom NN elektrodistributivne mreže
 - najčešće se koriste topologije stabla i zvijezde

PLC tehnologije

- **PLC modem**
 - predstavlja korisnički uređaj (CPE) i instalira se kod korisnika
 - s jedne strane je priključen na strujnu utičnicu, a sa druge može imati Ethernet, USB interface...
 - razlikuju se PLC modemi koji:
 - omogućavaju samo pristup Internetu
 - omogućavaju pristup Internetu i telefoniji
 - omogućavaju samo telefoniju
 - obavlja funkcije prvog (modulacija i kodiranje) i drugog OSI nivoa
 - predajnik PLC modema u sebi ima integrisan kapacitivni kapler koji ima zadatak da izvrši elektromagnetno sprezanje telekomunikacionog signala na energetski vod

PLC tehnologije

- PLC modem



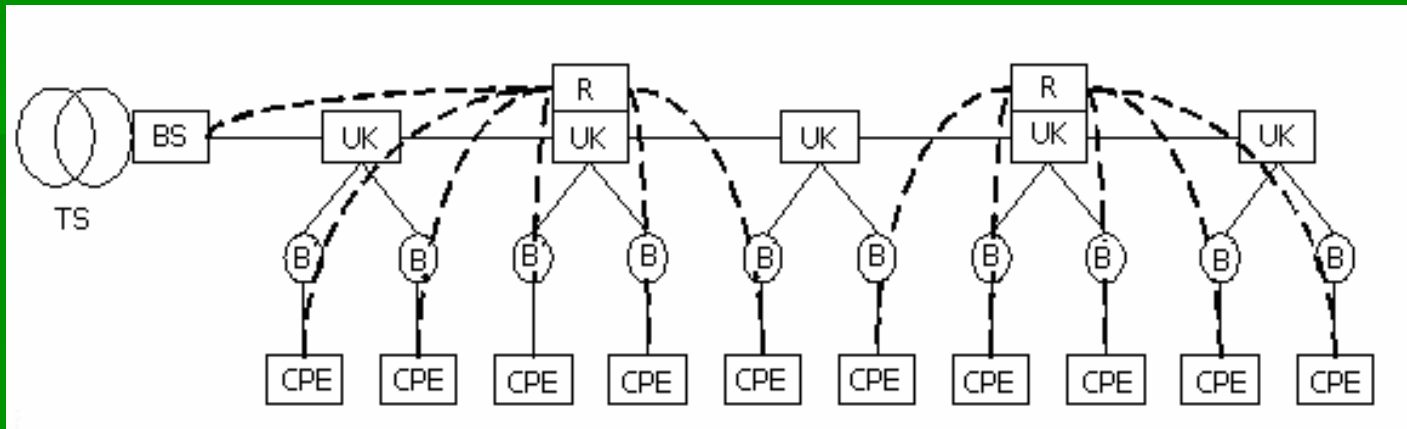
- pri izboru modema, za korisnika je najbitnije:
 - koje eksterne interfejse posjeduje
 - koji je priključni napon
 - koja je radna temperatura
 - kolika je maksimalno ostvariva brzina na uplinku i downlinku
 - koji je način instalacije
 - koji se algoritmi zaštite koriste, protokoli i standardi

PLC tehnologije

- **NN PLC Head End (NN PLC Node)**
 - povezuje NN PLC mrežu sa distributivnom SN PLC mrežom ili direktno sa okosnicom
 - ima interface za priključak na NN mrežu i Ethernet interface
 - za korisnika su najbitnije tehničke karakteristike:
 - koje eksterne interfejsne posjeduje
 - koji tip modulacije koristi
 - kolika je maksimalno ostvariva brzina na uplinku i downlinku
 - koje protokole podržava i kojim standardima se podvrgava

PLC tehnologije

- Topologije pristupnih PLC mreža - fizičke topologije:
 - topologija1:
 - ova topologija odgovara rezidencijalnom području sa malom gustom korisnika, koji su uglavnom smješteni u pojedinačnim kućama
 - BS mora biti instalirana u TS

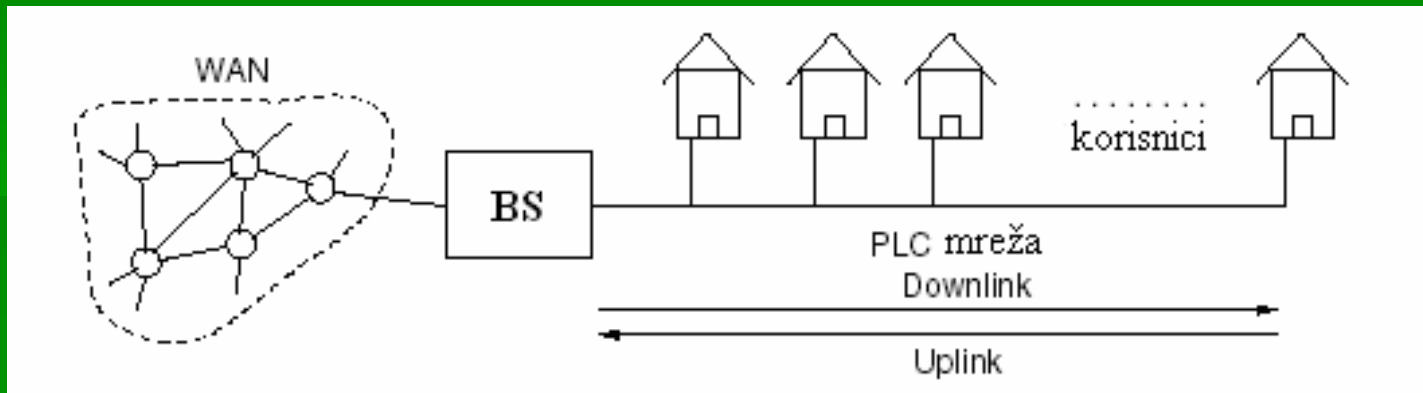


PLC tehnologije

- Topologije pristupnih PLC mreža - fizičke topologije:
 - topologija2:
 - ova topologija odgovara područjima sa velikom gustom korisnika u zgradama, gdje su brojila grupisana u mjerno-razvodnim ormarima
 - može biti tipa zvijezda i stablo
 - topologija3:
 - ova topologija odgovara područjima visoke gustine korisnika u zgradama, gdje su brojila raspoređena po spratovima
 - regenerator bi trebao biti u centralnoj tački zgrade u cilju pokrivanja cijele zgrade

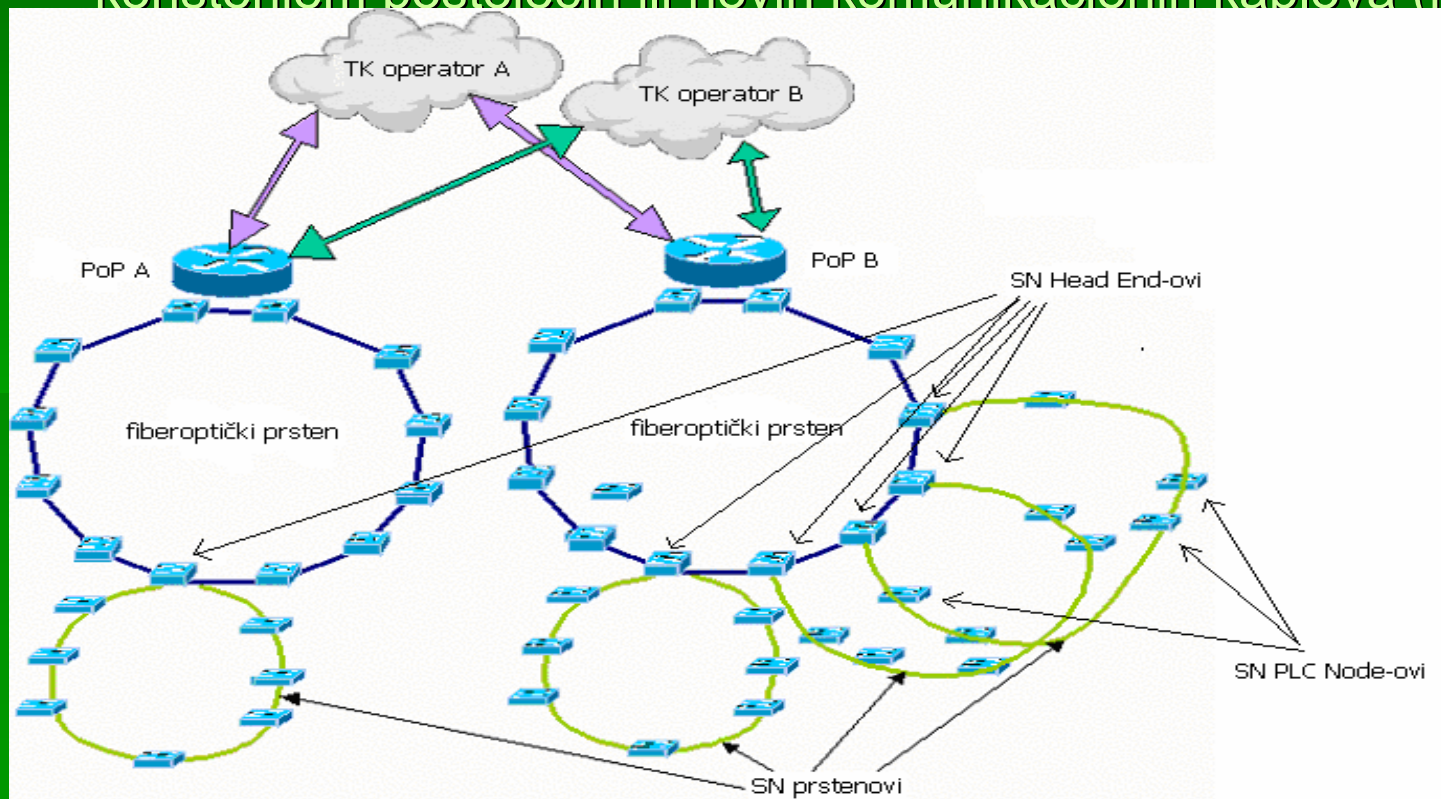
PLC tehnologije

- Topologije pristupnih PLC mreža - logička topologija:
 - logička komunikacija kod pristupnih PLC mreža se realizuje kao bus mreža, koja povezuje brojne mrežne uređaje na okosnicu preko bazne stanice, pri čemu svi korisnici dijele medij



PLC tehnologije

- Distributivna mreža - povezivanje PLC mreža na prenosnu infrastrukturu (okosnicu):
 - korištenjem postojećih ili novih komunikacionih kablova (medij .)



PLC tehnologije

- **Elementi distributivne PLC mreže:**
 - SN kapler (induktivni i kapacitivni)
 - SN PLC Node
 - distributivna PLC mreža povezuje PLC opremu instaliranu u SN/NN TS sa prenosnom telekomunikacionom (jezgro) mrežom
- **Topologija (fizička) distributivne PLC mreža:**
 - podudara se sa topologijom SN elektrodistributivne mreže
 - najčešće se koriste topologije sabirnice, zvijezde ili prstena

PLC tehnologije

- **SN PLC Head End (SN PLC Node)**
 - moduliše ulazni signal, pripremajući ga za prenos elektroenergetskim srednjenaponskim vodom
 - SN PLC Node treba imati dva interfejsa, ulazni za prihvatanje signala iz NN PLC pristupne mreže i izlazni za predaju modulisanog signala SN kapleru koji utiskuje signal u SN elektroenergetsku mrežu

PLC tehnologije

- **Kapler:**

- kapler energetski spreže telekomunikacioni signal (na visokim frekvencijama) na energetski vod, vršeći pri tome funkciju galvanskog razdvajanja
- induktivni kapler se najčešće koristi u postrojenjima tipa SF6 tipa
- kapacitivni kapler se najčešće koristi u zračnim i vakuumskim postrojenjima



PLC tehnologije

- **Sistem nadzora i upravljanja u PLC mreži:**
 - NMS omogućava nadzor, upravljanje, menadžment i dijagnosticiranje svih elemenata PLC sistema sa jedne lokacije
 - da bi se mogle realizovati navedene funkcije, potrebno je da na računaru imati:
 - FTP server (vrši konfiguraciju i ažuriranje podataka o PLC stanicama)
 - LDAP server (sadrži sve informacije o instaliranoj PLC opremi)
 - RADIUS server (koristi se za autentifikaciju, autorizaciju i tarifiranje)
 - za upravljanje PLC mrežom razvijeni su namjenski serveri, koji se kupuju kao gotovi paketi, sa funkcijama:
 - registracije, brisanja i setovanja informacija o SN čvorovima, regulatorima i CPE uređajima

PLC tehnologije

- Osnovni elementi sadržaja studije su:
 - specifičnost realizacije PLC mreža
 - osobine PLC kanala i EM kompatibilnost
 - pitanje standardizacije i regulative

PLC tehnologije

pozadinski na nižim frekvencijama

uskopojasni (na višim frekvencijama, od broadcast stanica),

šum na frekvenciji napona mreže

šumovi

šum od elektroničkih uređaja

vremenski je promijenljivo

zavisi od opterećenja mreže

zavisi od frekvencije signala (raste sa frekvencijom)

slabljenje

raste sa udaljenošću

multipath fading

promijenljivost opterećenja ee sistema

→
neprilagođenje impedanse

←
promijenljiv faktor refleksije

PLC tehnologije

- **Karakteristike pojedinih vodova za prenos PLC signala:**
 - SN podzemni kablovi (u gusto naseljenim sredinama)
 - malo slabljenje
 - mali broj grana - manje tačaka impedansnog diskontinuiteta
 - SN nadzemni vodovi (u rijetko naseljenim sredinama)
 - manje prikladni za prenos PLC signala od podzemnih, velike dužine
 - vodovi u zgradama
 - brojna grananja - refleksija i multipath fading
 - visok nivo šumova

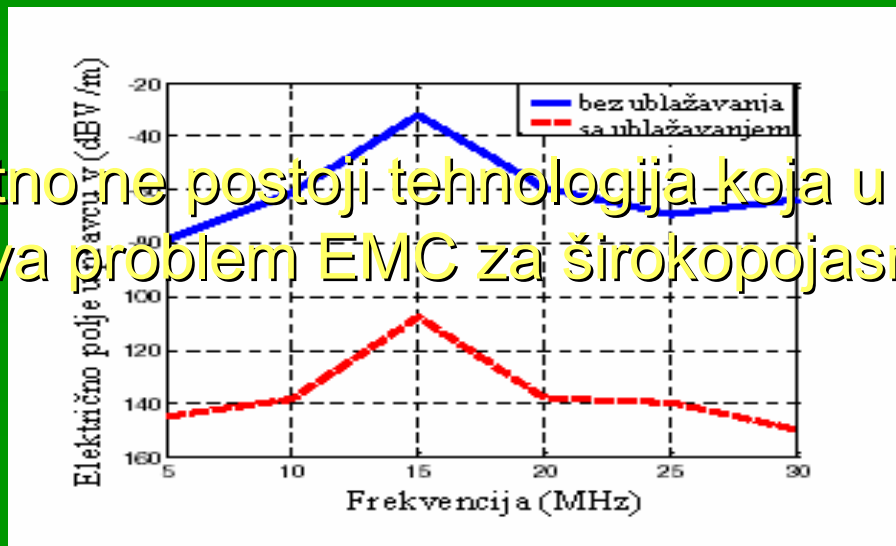
PLC tehnologije

Pri prenosu signala na visokim frekvencijama elektrodistribuciona mreža može da se ponaša kao velika antena i da emituje značajnu energiju zbog nesimetričnosti i tako postaju izvor interferencije za bežične servise →
javlja se problem elektromagnetne kompatibilnosti, koji se ispoljava u vidu interferencije

Da bi se spriječila interferencija sa elektronskim kolima i ostalim bežičnim servisima na istoj frekvenciji, postoji ograničenje po pitanju propusnog opsega i spektralne gustine snage signala

PLC tehnologije

- Opseg u kojem radi širokopojasni PLC namjenjen je za radio difuziju, vojsku, radioamatere itd.
 - prostiranje PLC signala posebno šteti radioamaterima, koji koriste male snage signala
 - rješenje:
 - ideja: da se u krug masa-nula ubaci isti PLC signal, sa faznim pomakom od 180° - poništavanje



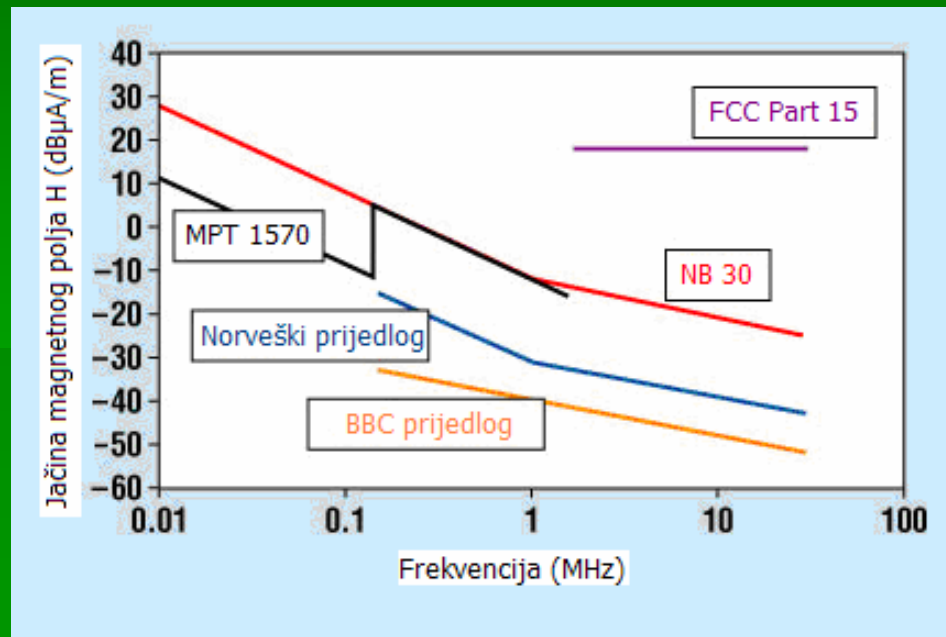
- trenutno ne postoji tehnologija koja u potpunosti rješava problem EMC za širokopojasni PLC

PLC tehnologije

- U cilju regulisanja nivoa zračenja - regulativa koja ograničava snagu zračenja i spektar:
 - standardizacijska tijela: ITU, FCC, CENELEC, ETSI
 - organizacije : OPERA
- Uskopojasni PLC je dobro standardizovan
- Zbog ometanja radio signala koji rade u frekventnom opsegu do 30 MHz, širokopojasni PLC nije standardizovan i danas se mnogo radi na standardizaciji i rješenjima da se smanji interferencija
 - potrebno je ograničiti ukupnu emisiju cjelokupne mreže
 - potrebno se uskladiti sa zakonom o elektromagnetskoj kompatibilnosti

PLC tehnologije

- Prijedlozi graničnih vrijednosti:
 - CEPT-ove preporuke o ograničavanju zračenja kablovskih prenosnih mreža:



Problem: ne postoje jedinstveni standardi na svjetskom nivou!!!

PLC tehnologije

- **Regulatorno okruženje u BiH:**
 - Zakon o komunikacijama iz 2003. godine, kojim se regulira oblast komunikacija u BiH, te uspostavlja i regulira rad Regulatorne agencije za komunikacije (RAK)
 - radio-frekvencijskim spektrom u BiH upravlja RAK
 - Zakon o komunikacijama BiH regulisao je pod kojim uslovima se radio i telekomunikaciona terminalna oprema može slobodno nuditi na tržištu, slobodno prenositi i koristiti:
 - zahtjev o zaštiti zdravlja i sigurnosti korisnika
 - zahtjev koji se tiče elektromagnetne kompatibilnosti
 - zahtjev za efikasnim korištenjem radio-frekvencijskog spektra
 - zahtjev o usklađenosti radio-opreme

PLC tehnologije

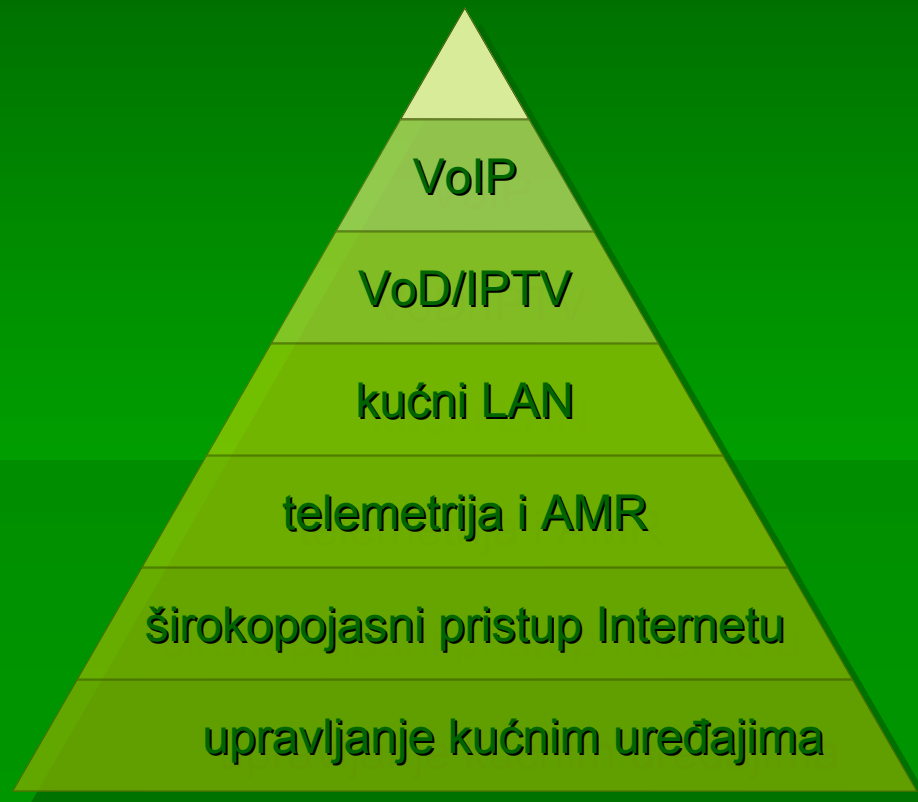
- **Regulatorno okruženje u BiH:**
 - u BiH do danas nije donesen pravilnik koji govori o najvećim izračenim snagama antena
 - sličan pravilnik postoji u Hrvatskoj, u kojem su date maksimalne dozvoljene vrijednosti izračenih snaga po frekventnim opsezima
 - u slučaju da se JP EP BiH odluči za komercijalizaciju PLC tehnologije, također mora potaknuti i izradu ovog pravilnika
 - slična situacija je i sa pravilnikom o uticaju zračenja na zdravlje
- još jedan bitan aspekt koji JP EP BiH u tom slučaju mora uzeti u obzir, jesu brojna testiranja zračenja i opreme, koja je potrebno vršiti na probnoj PLC mreži, a u skladu sa preporukama

PLC tehnologije

- Osnovni elementi sadržaja studije su:
 - predstavljanje PLC tehnologije
 - primjena (aplikacije) PLC-a

PLC tehnologije

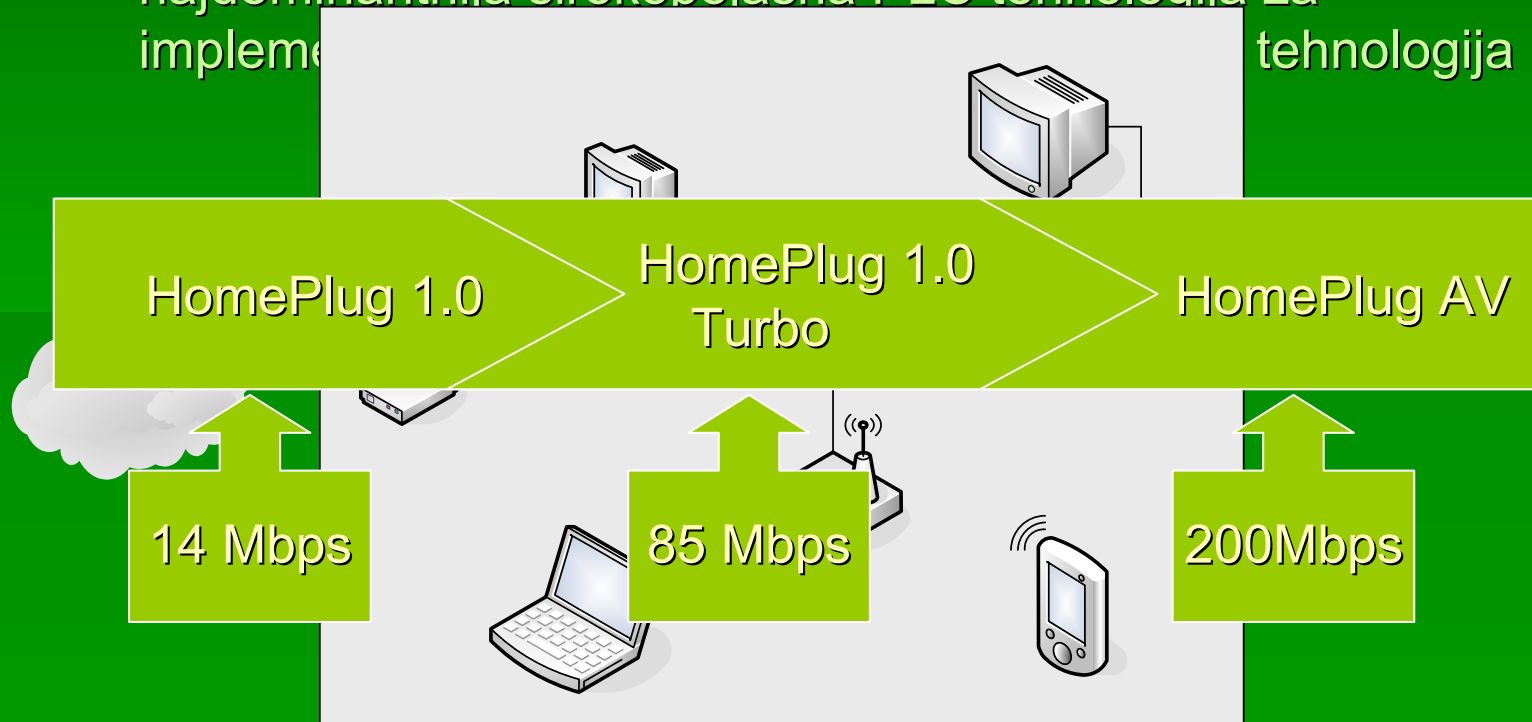
- Usluge i servisi u PLC mrežama:



PLC tehnologije

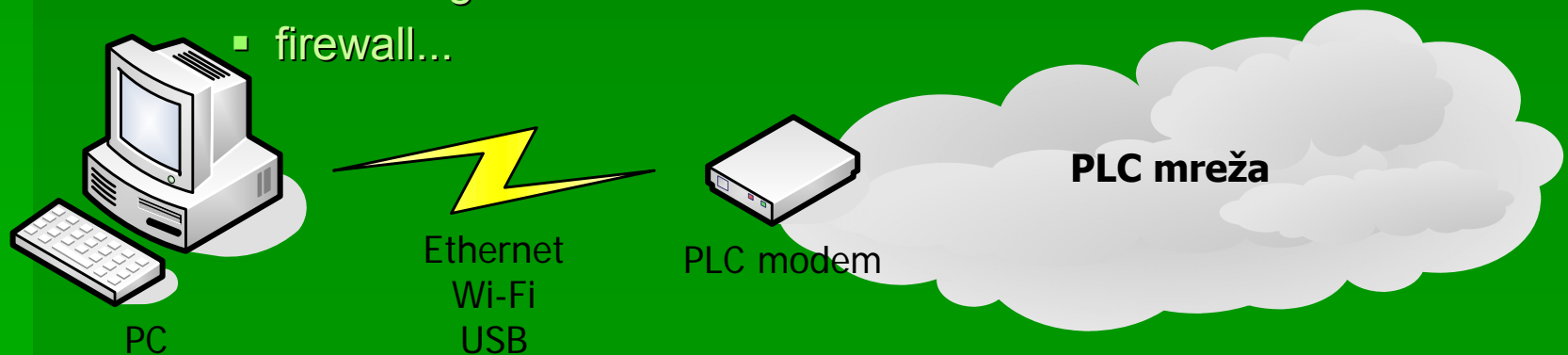
- **Kućni LAN:**

- uređaji se direktno uključuju u strujne utičnice
 - nema potrebe za instalacijom novih kablova unutar kuće
 - najdominantnija širokopoiasna PLC tehnologija za impleme
- tehnologija



PLC tehnologije

- Širokopojasni pristup Internetu:
 - danas sve veći broj Internet korisnika koji koriste širokopojasni pristup - značajna penetracija korisnika
 - Internet servisi
 - webmail
 - web hosting
 - mrežne igre
 - e-commerce
 - e-banking
 - firewall...

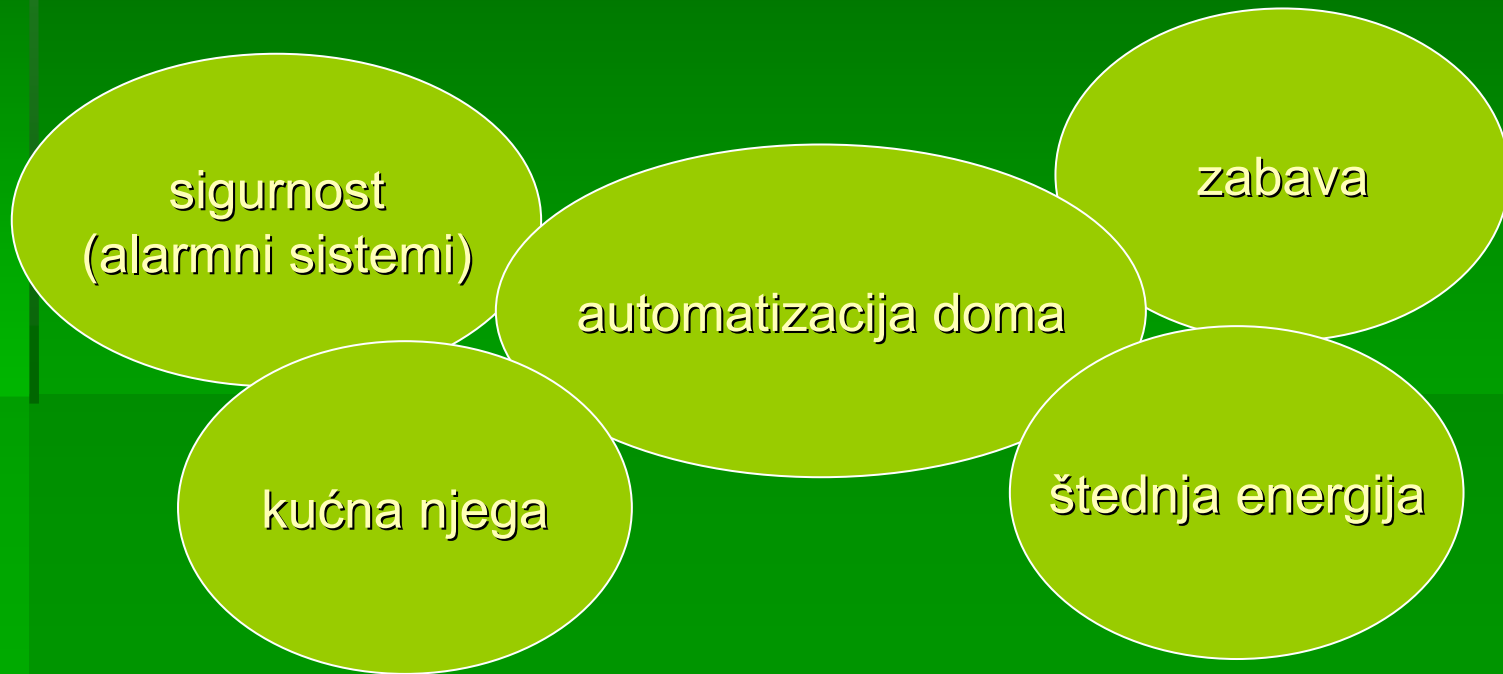


PLC tehnologije

- **VoD/IPTV:**
 - IPTV predstavlja distribuciju TV programa u realnom vremenu korištenjem širokopojasnih IP mreža (multicast servis)
 - VoD predstavlja distribuciju video sadržaja preko širokopojasnih IP mreža na zahtjev korisnika i u vrijeme koje korisnik odredi (unicast servise)
 - tarifiranje VoD/IPTV
 - model baziran na pretplati (IPTV)
 - model baziran na količini prenesenih podataka (VoD)
 - tarifiranje paketa - **Triple-Play paketi** - dominantni servis u VoD/IPTV
 - nema podataka o komercijalnoj ponudi VoD/IPTV preko PLC-a
 - španska kompanija Endesa ponudila je Triple-Play servise u sklopu pilot projekta i servis je prošao testove bez poteškoća

PLC tehnologije

- Upravljanje kućnim uređajima:



PLC tehnologije

- **Telefonija (VoIP):**
 - VoIP predstavlja integraciju konvencionalnih telefonskih servisa sa brojnim IP-baziranim aplikacijama
 - prenos govora u IP mrežama viđen je od strane telekom operatera kao jedna od najvažnijih tehnologija, jer se na ovaj način mogu značajno smanjiti troškovi komunikacije

PLC tehnologije

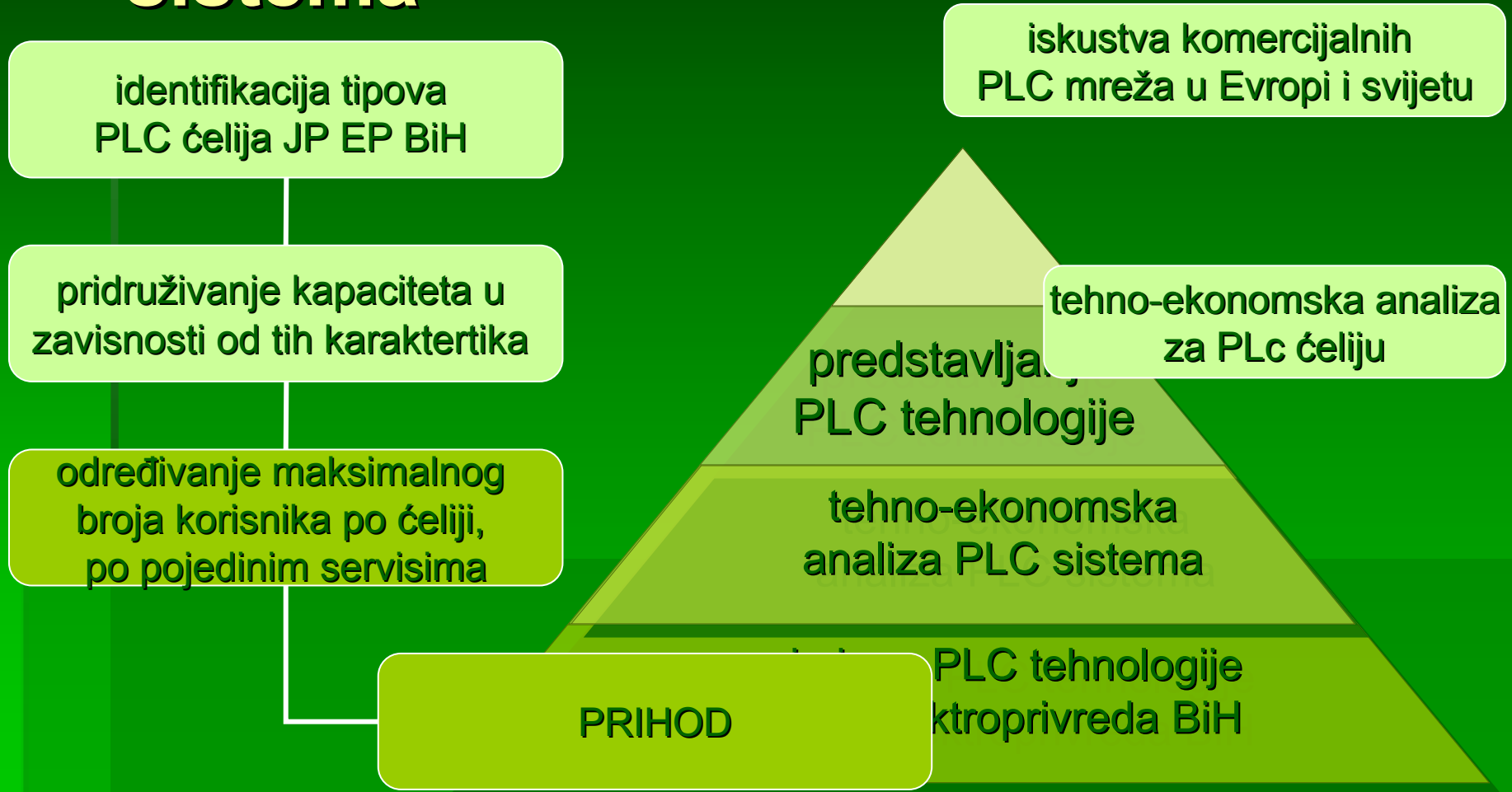
▪ Telemetrija i AMR

- daljinsko očitavanje brojila (AMR) podrazumijeva daljinsko prikupljanje podataka o potrošnji, tj. očitavanje brojila bez fizičkog ili vizuelnog pristupa brojilu
- osim u elektroprivrednoj djelatnosti, AMR se može primijeniti i u snadbijevanju vodom i plinom
- zahtijeva mali prenosni kapacitet
- koristi AMR-a:
 - smanjenje troškova očitavanja
 - mogućnost očitavanja teško dostupnih brojila
 - smanjenje vremena od očitavanja do obračuna
 - promjena cijena u stvarnom vremenu
 - poboljšano uočavanje prevara

PLC tehnologije

- **Mjerenje i testiranje kvaliteta servisa:**
 - mreža koja podržava prenos glasa, videa i podataka je daleko komplikovanija od mreže koja podržava samo prenos podataka
 - Triple Play servisi zahtijevaju implementaciju QoS-a, da bi se osigurao pouzdan prenos saobraćaja do korisnika i njegova ispravna prioritetizacija na osnovu predefinisanih pravila
 - QoS je sa jedne strane korisnički orijentisan (usmjeren na zadovoljavanje potreba korisnika), a sa druge strane iskazuje određenu obavezu mreže da zadovolji te potrebe
 - svaka aplikacija ima preporučene zahtjeve za QoS, prema nekim specifikacijama, u vidu:
 - vjerovatnoće gubitka paketa
 - kašnjenja
 - džitera
- OPERA - zahtjevi za VoIP QoS

Tehno-ekonomska analiza PLC sistema



Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Osnovni elementi sadržaja studije su:
 - tehno-ekonomska analiza PLC sistema
 - identifikacija tipova PLC ćelija
JP EP BiH

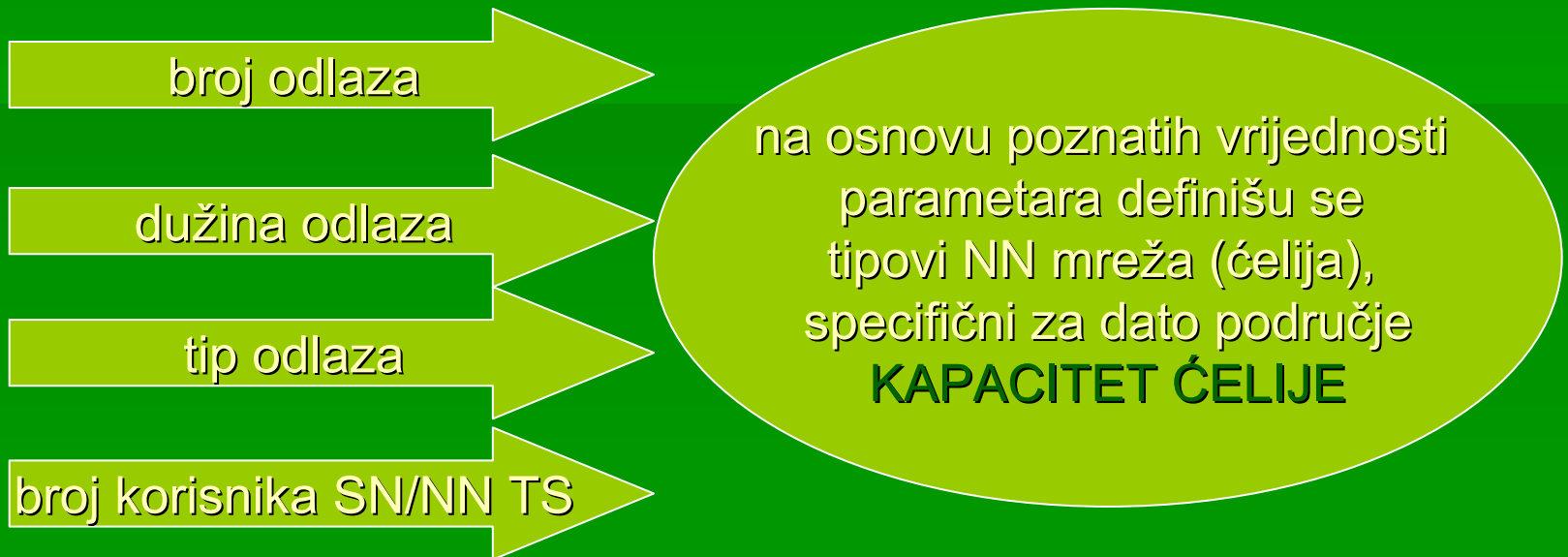
Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

METODOLOGIJA:

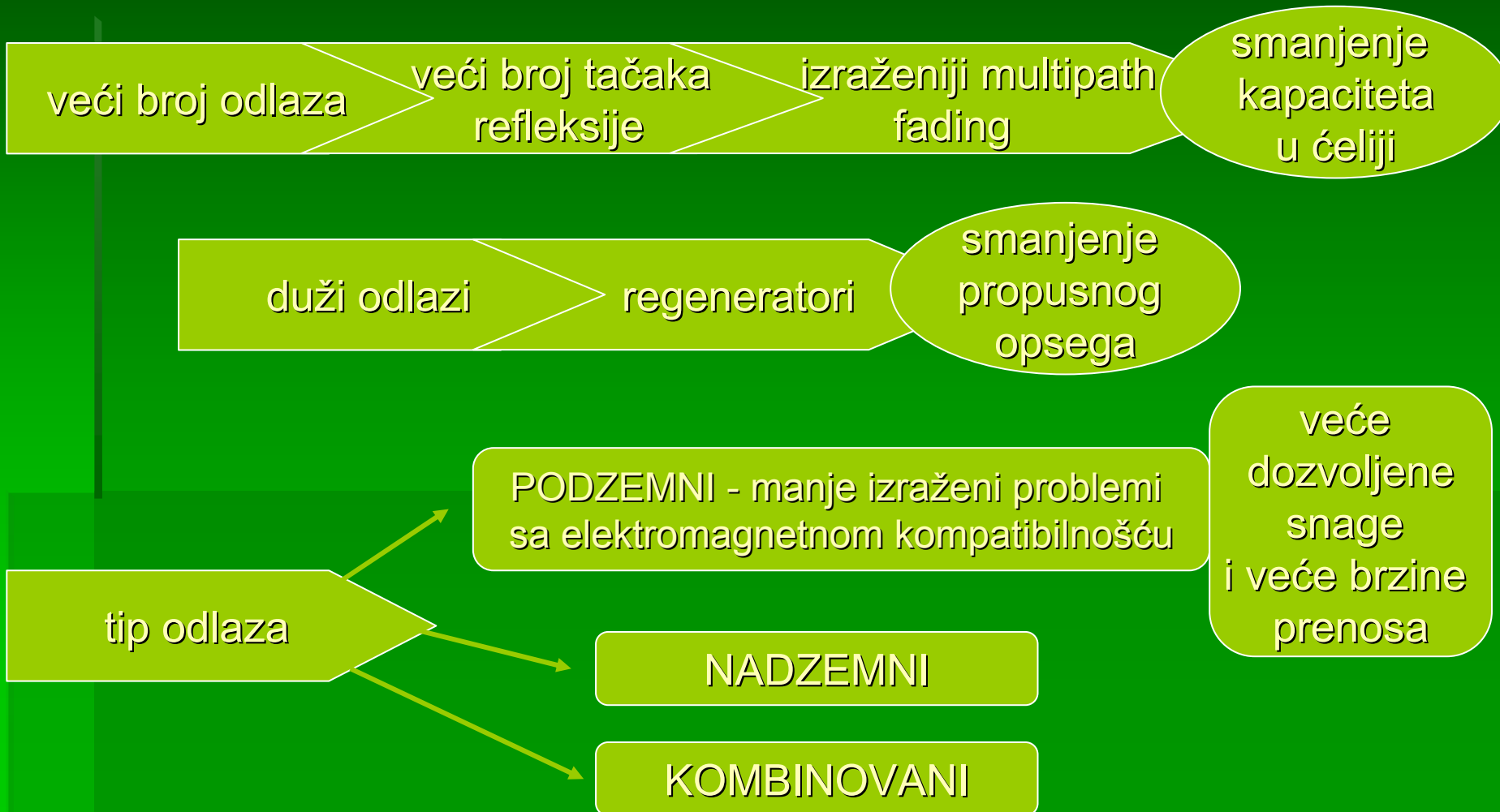


Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- **Pojam PLC ćelije**
 - dio PLC mreže od korisnika, preko NN odlaza do SN/NN TS
- **Pojam klastera**
 - obuhvata sve PLC ćelije povezane na istu VN/SN TS, prostire se SN vodovima i podrazumijeva PLC opremu u TS
- **Parametri relevantni za projektovanje ćelije su:**



Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

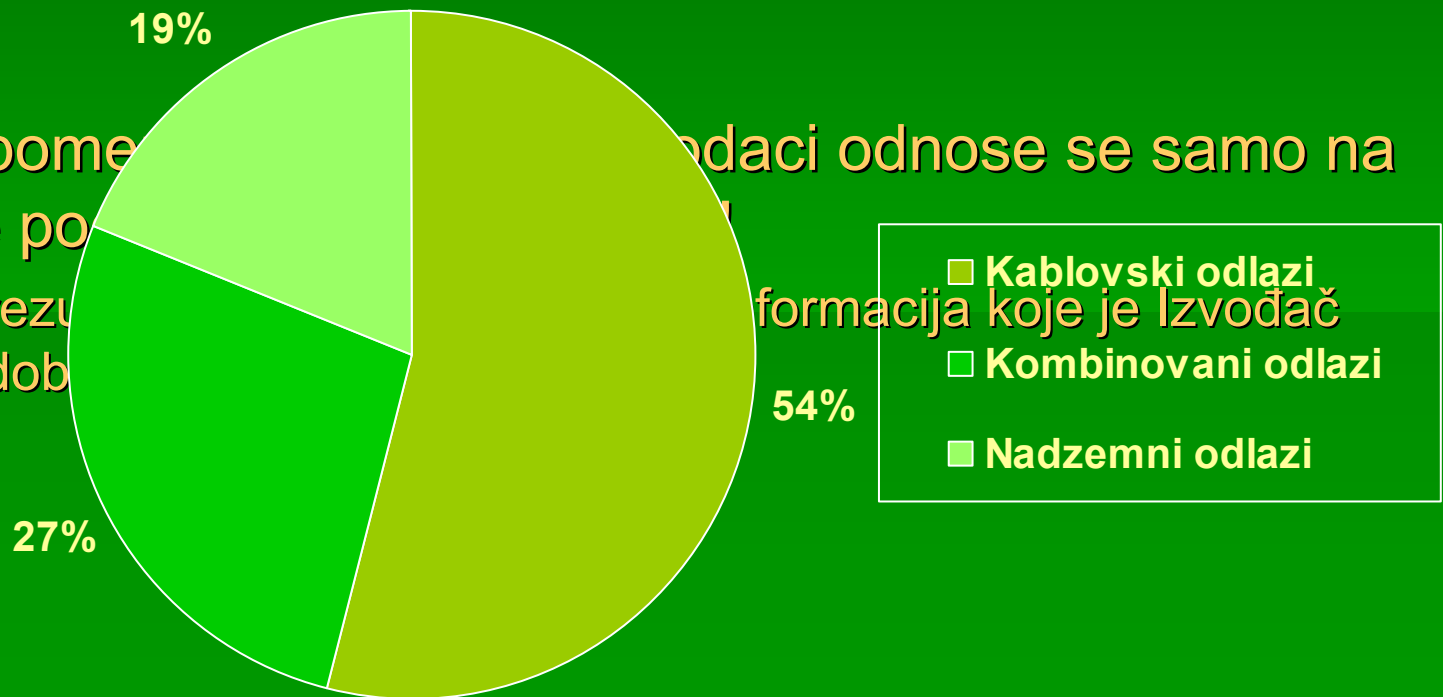


Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Tipovi NN mreža (PLC ćelija)
 - za uže područje grada Sarajeva (ED Sarajevo)
 - na osnovu realnih vrijednosti pobrojanih parametara

- Napomena: Podaci odnose se samo na uže područje Sarajeva

- rezultati dobiveni



Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Na osnovu izvršene analize 2 785 NN odlaza, ustanovljeno je da elektrodistributivna NN mreža ED Sarajevo ima sljedeće tipične parametre:
 - broj mrežnih odlaza po TS 10/0,4 kV je šest
 - dominantna je niskonaponska elektrodistributivna kablovska mreža, a omjer kablovskih : kombinovanih : nadzemnih tipova NN odlaza je 3:2:1
 - kablovska mreža ima prosječnu dužinu 110 metara, sa 95% odlaza dužine do 250 metara
 - kombinovana mreža ima prosječnu dužinu 1100 metara, sa 8% odlaza dužine do 250 metara
 - nadzemna mreža ima prosječnu dužinu 380 metara, sa 71% odlaza dužine do 250 metara
 - broj korisnika po TS-ci 10/0,4 kV je 110

Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Metodologija za određivanje tipa ćelije:
 - svako područje je specifično i za njega treba primijeniti istu metodologiju da se dođe do rezultata!
 - klasifikacija tipova NN mreža na užem području grada

Sarajeva:

- urbana
- suburbana
- ruralna
- industrijska

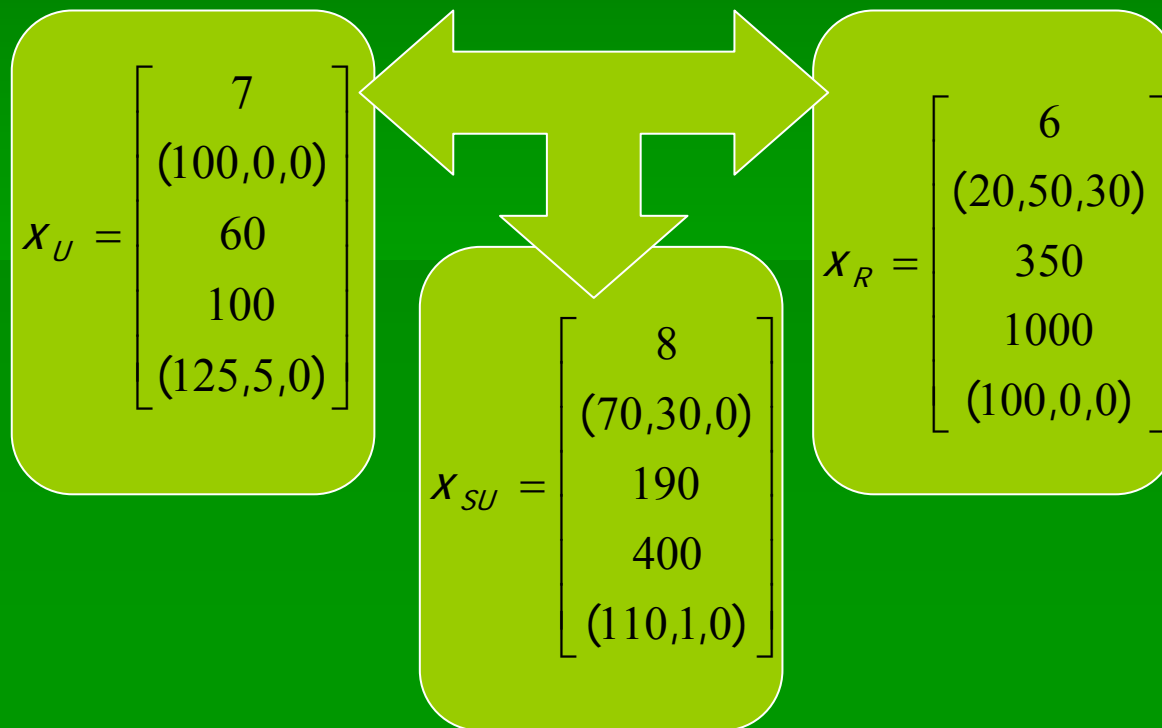
- svaka NN mreža se može opisati matricom:
 - n - broj odlaza
 - v - tip odlaza
 - l - dužina voda
 - b - srednji broj korisnika (po tipu korisnika)

najinteresantnije za implementaciju PLC servisa

$$x_i = \begin{bmatrix} n_i \\ v_i \\ l_i \\ l_{i\max} \\ b_i \end{bmatrix}$$

Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Na osnovu vrijednosti parametara matrice za TS 10/04 kV Radnik, Paromlinska 11, Adema Buće 1 i 2, te poznavanja izgleda područja ovih TS, došlo se do tipičnih parametara za pojedine tipove ćelija:



Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Eksperimentalni izraz za određivanje tipa ćelije:

$$Bodovi = 1 * ka_i + 2 * ko_i + 2.5 * na_i + l_i + 100 * \ln\left(\frac{1000}{2 * do_i + 10 * po_i + 100 * in_i}\right)$$

- manje od 200 bodova - industrijska ćelija
 - između 200 i 400 bodova - urbana ćelija > 50 Mbps
 - između 400 i 600 bodova - suburbana ćelija > 40 Mbps
 - više od 600 bodova - ruralna ćelija > 10 Mbps
-
- Sada se svakoj ćeliji na užem području Sarajeva, može pridružiti odgovarajući tip ćelije i pretpostaviti minimalni kapacitet!

Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Osnovni elementi sadržaja studije su:
 - tehno-ekonomska analiza PLC sistema
 - tehno-ekonomska analiza

Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Investicija u izgradnju mreže za pristup, predstavlja i do 60% troškova telekomunikacione infrastrukture → najznačajniji dio telekomunikacione mreže
- Cilj tehno-ekonomske analize je identifikacija mogućih prednosti novih tehnologija u sistemima za prenos, u smislu ekonomske isplativosti
 - definisanje potrebnih finansijskih sredstava za realizaciju sistema
 - definisanje paketa i cijena usluga
 - početni broj korisnika definisanih servisa
 - očekivana evolucija korisnika
- Pitanje tehno-ekonomske analize za konkretnu NN mrežu

Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Jedinični CAPEX troškovi: troškovi izgradnje PLC ćelije
 - potrebna oprema:

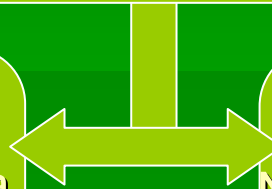
korisnička oprema
(kod svakog korisnika):
PLC modem
kabovi za povezivanje
dokumentacija

PLC oprema u SN/NN TS
NN PLC Head End
(1 komad po ćeliji)

Regeneratori
(po potrebi)

NN PLC sistem koji izlazi na
TK mrežu preko SN PLC sistema
(oprema za vezivanje
ćelije u klaster)

NN PLC sistem koji samostalno
Izlazi na TK mrežu



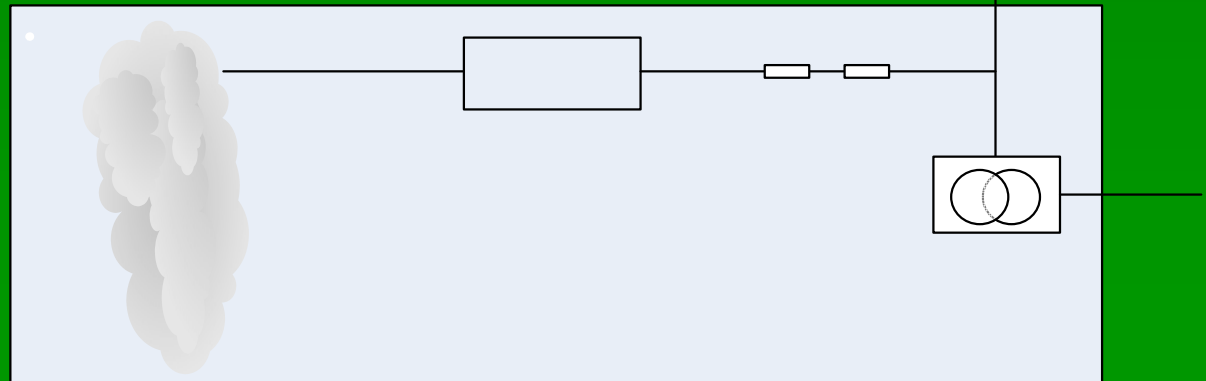
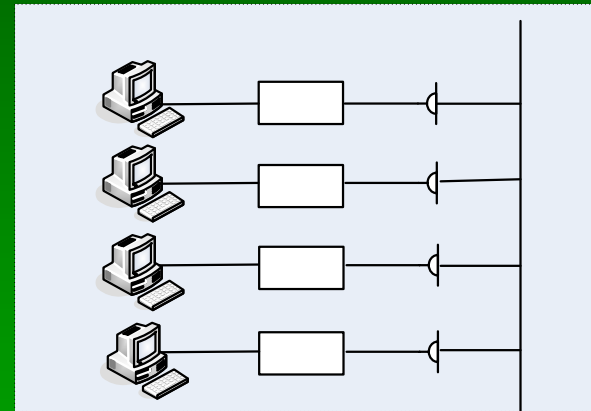
Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Jedinični CAPEX troškovi: troškovi izgradnje PLC ćelije
 - potrebni radovi:

montaža i konfiguracija NN HE
priklučenje na SN PLC Node

instalacija CPE kod korisnika

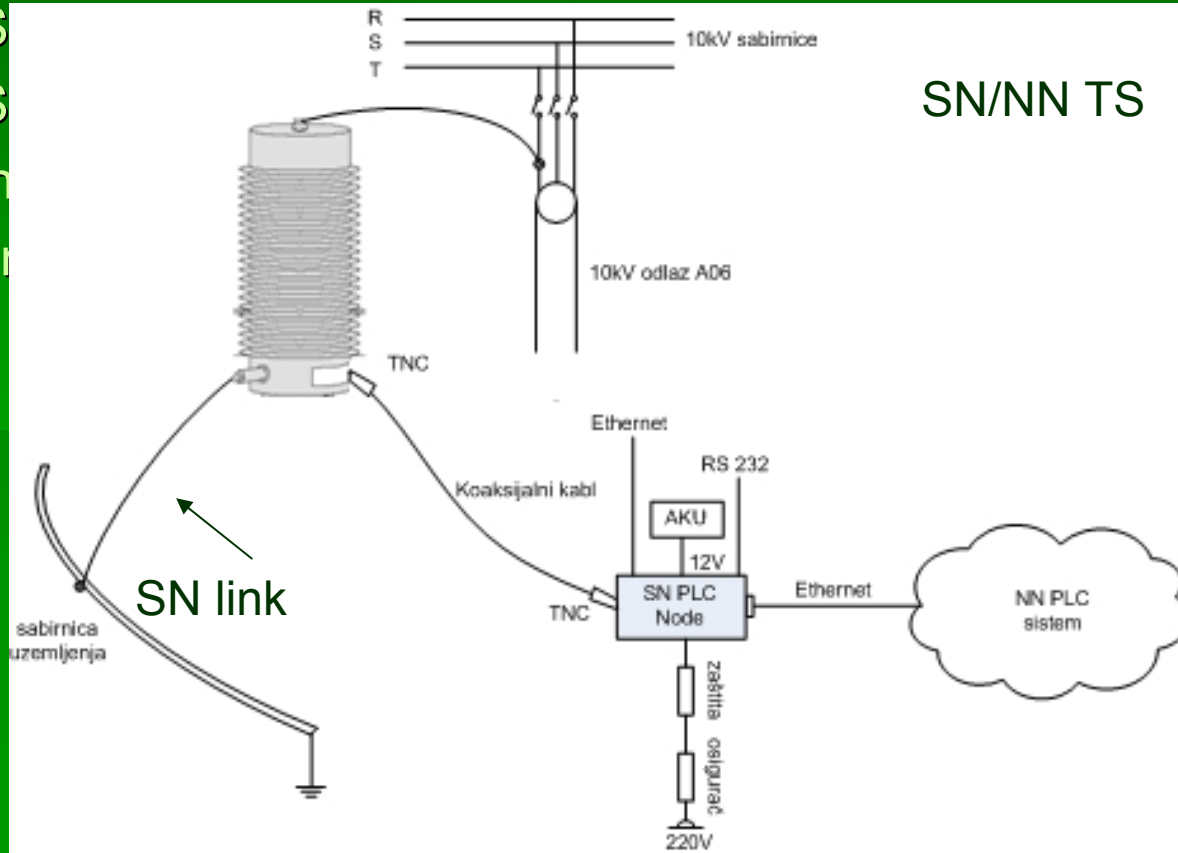
montaža regeneratora



Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Jedinični CAPEX troškovi: troškovi izgradnje PLC klastera - oprema za povezivanje ćelija u klaster:

- S
- S
- in
- in



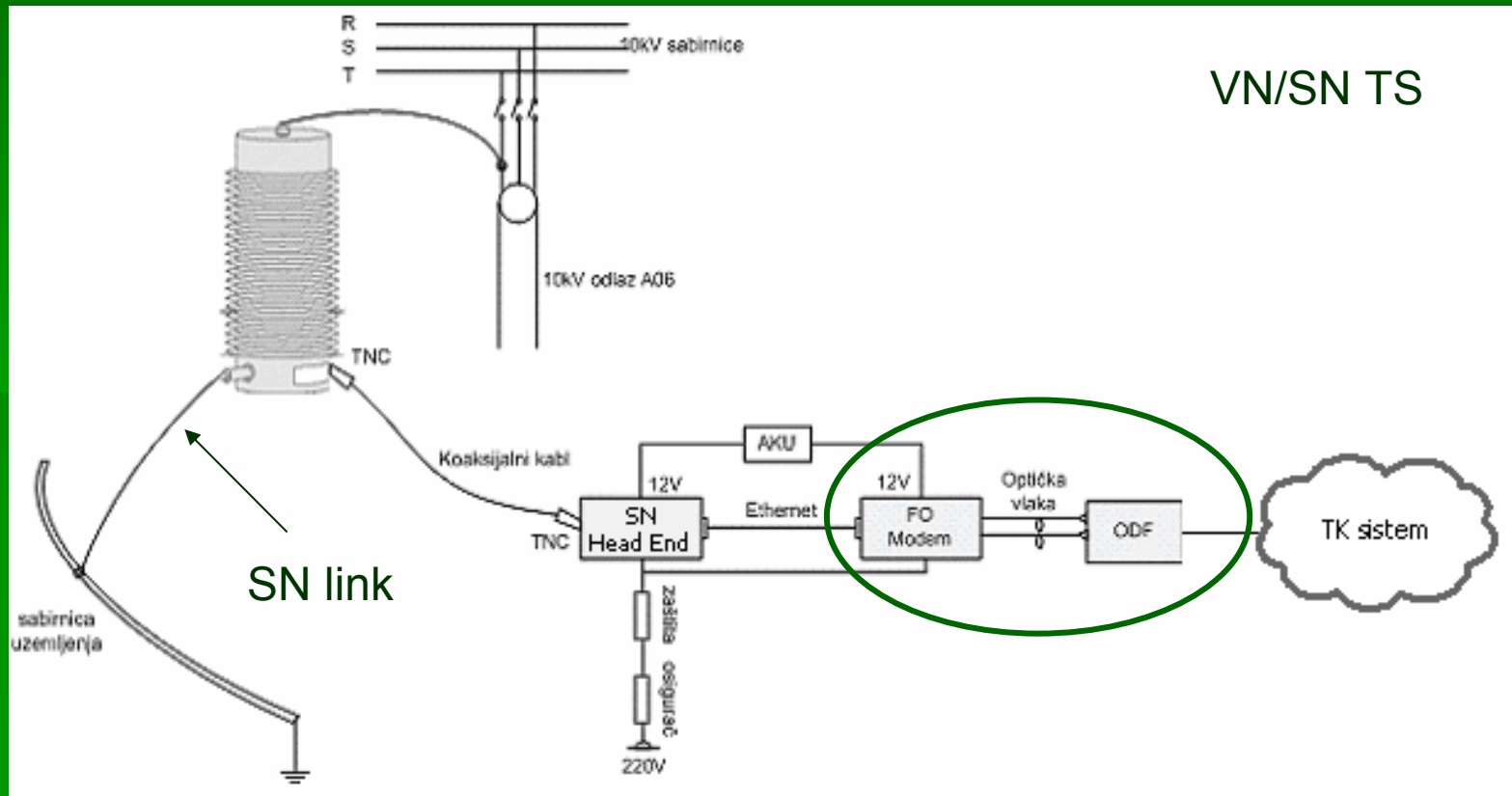
(N/SN TS)

SN/NN TS

macija

Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Jedinični CAPEX troškovi: troškovi povezivanja SN PLC sistema na prenosni TK sistem:



Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Jedinični CAPEX troškovi: centar PLC sistema:
 - switch
 - FO modem
 - sistemski NMS server
 - aplikativni NMS server
 - kablovi

Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- **Jedinični OPEX troškovi:**
 - troškovi operativnog rada, administracije i održavanja (OA&M)
 - troškovi licence za ISP-a i VoIP provajdera - RAK
 - plaćanje ISP "nadprovajderu", koji treba da obezbijedi servise korisnicima PLC sistema
 - troškovi marketinga
 - troškovi obuke
 - rješenja za smanjenje troška:
 - iznajmljivanje linka većeg kapaciteta
 - iznajmljivanje linka od drugih "nadprovajdera" (ne direktno od BH Telecoma), jer JP EP BiH ima infrastrukturu po cijeloj BH
-

Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- **Specifikacija svih jediničnih troškova:**
 - cilj analize nije da se odgovori na pitanje isplativosti uvođenja PLC sistema (zbog nedostatka relevantnih podataka), nego na pitanje uvođena PLC u konkretnu ćeliju!!!
 - ova aktivnost je pitanje biznis plana kompanije, koji nije bio predmet analize Studije

- **NAPOMENA:** stvarni troškovi se mogu dobiti tek nakon procjene broja korisnika, množenjem tih podataka sa odgovarajućim jediničnim troškovima

Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Jedinični prihodi - izbor paketa usluga i cijena paketa:
 - u sklopu tehno-ekonomske analize pretpostavljena su četiri različita paketa servisa:

VoIP

Internet

VoIP+Internet

VoIP+Internet+VoD

- cijene su odabrane u skladu sa cijenama konkurencije u BiH i cijenama sličnih servisa u zemljama u okruženju:
 - cijene priključka
 - cijene pretplate

model1:
sa ograničenjima na saobraćaj

dva modela naplate

model2:
flat rate

Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Jedinični prihodi - izbor paketa usluga i cijena paketa:

Tip servisa	Cijena priključka (KM)	Cijena pretplate (KM)
VoIP	30	30 (neograničeno)
Internet (1024/128 kbit/s)	30	35 (3 GB downstream)
Internet i VoIP	40	50 (3 GB downstream)
Internet, VoIP i VoD	50	100 (15 GB downstream)

Tip servisa	Cijena priključka (KM)	Cijena pretplate (KM)
VoIP	0	30
Internet (256/128 kbit/s)	0	100
Internet i VoIP	0	110
Internet, VoIP i VoD	0	120

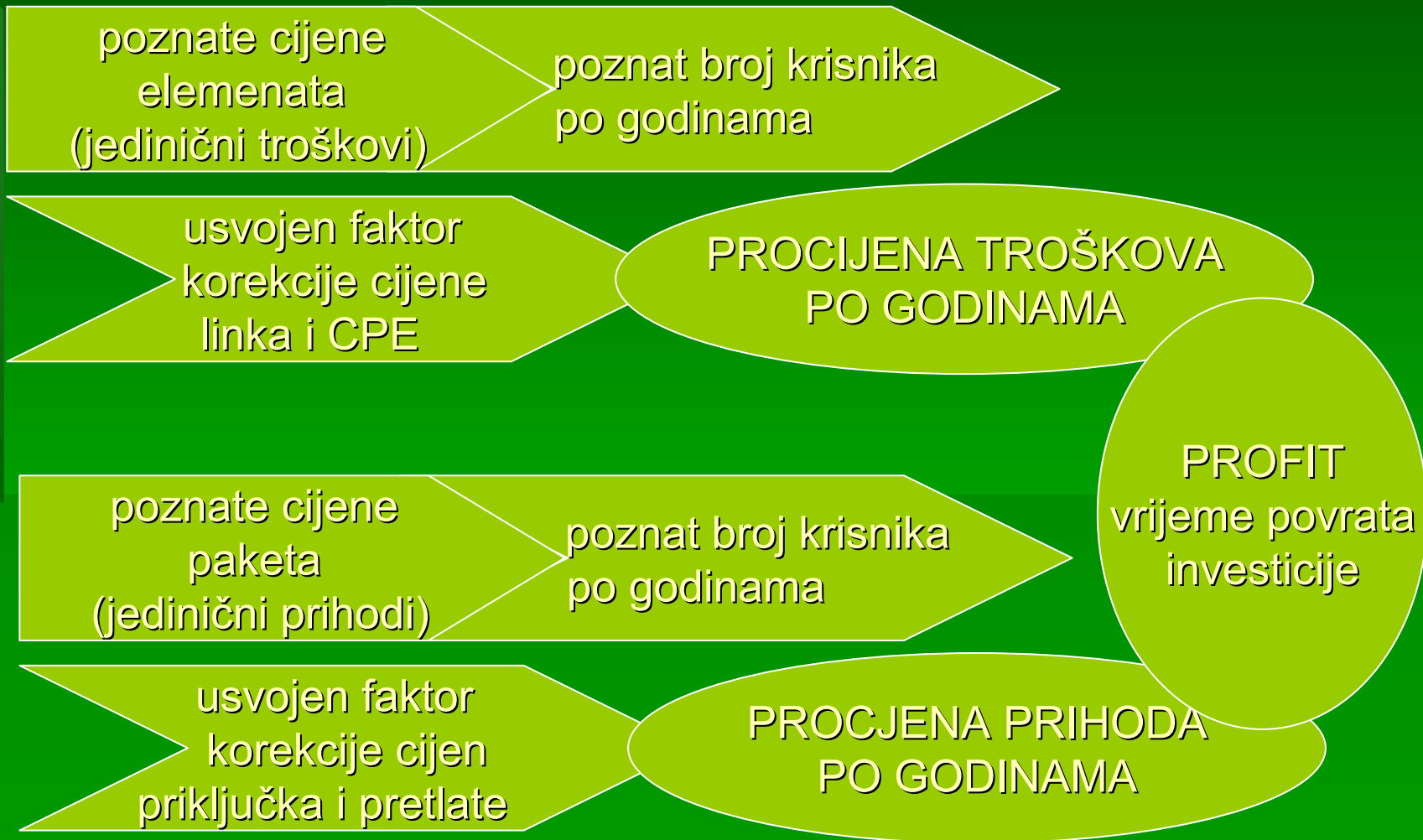
Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Procjena broja korisnika:
 - jedino relevantne procijene dobile bi se anketiranjem - u sklopu analize nisu bili dostupni rezultati ankete!!! → intuitivne pretpostavke broja i penetracije korisnika
 - ALGORITAM:
 - ukupan broj korisnika u NN mreži je poznat
 - usvajaju se procenti potencijalnih PLC korisnika (različiti za različite tipove mreža) u početnoj godini uvođenja PLC-a
 - usvaja se raspodijela korisnika po paketima (različite za različite tipove mreža)
- ↓
- procijena broja korisnika po paketima u početnoj godini korištenja PLC-a

Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Procjena broja korisnika:
 - ALGORITAM:
 - usvaja se faktor penetracije korisnika po godinama (pretpostavljeno je da je ovaj faktor isti za sve pakete i u svim godinama za koje se radi analiza)
- ↓
- PROCJENA BROJA KORISNIKA PO PRETPOSTAVLJENIM PAKETIMA, PO GODINAMA
 - usvojeni parametri bi se trebali dobiti anketom!!!

Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

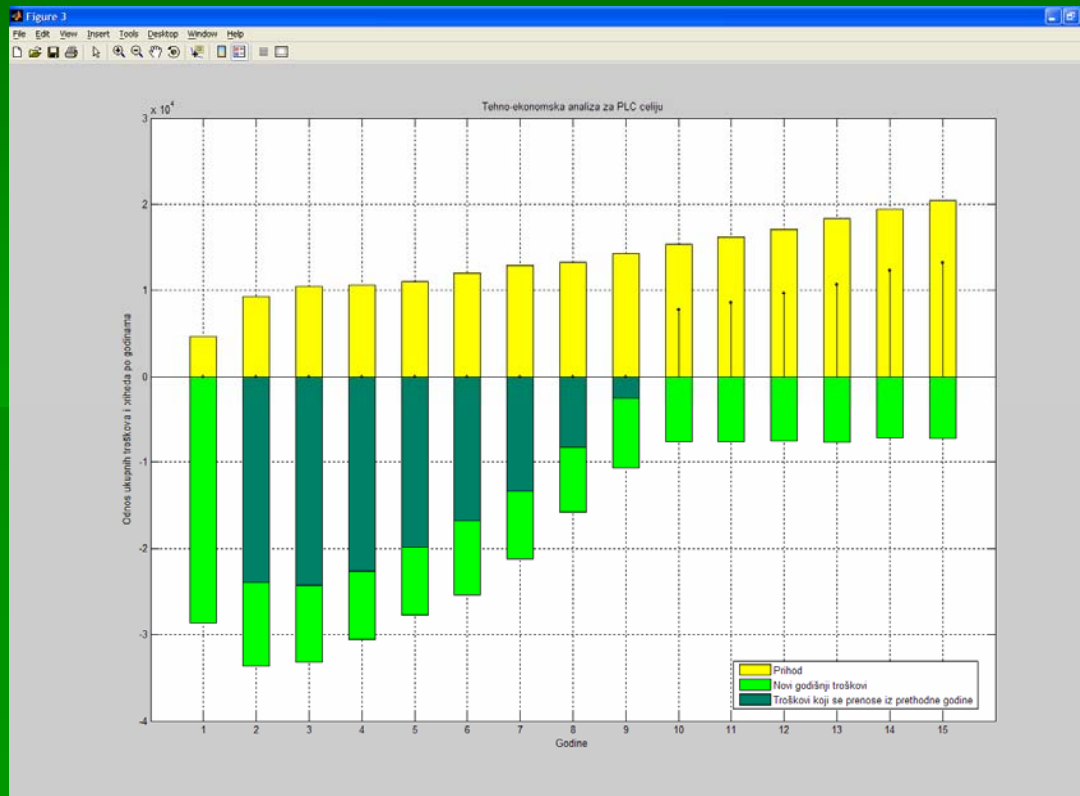


Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- **Analiza algoritma:**
 - u sklopu Studije dat algoritam u MATLAB-u, koji prikazuje troškove i prihode za PLC ćeliju po godinama, te proračunava vrijeme povrata investicije u izgradnju i eksploataciju PLC sistema
 - parametri za procijenu broja korisnika su intuitivno usvojeni u programu, i cijeli proračun baziran je na tim podacima → poželjno bi bilo napraviti anketu i modifikovati usvojene parametre
 - vrijednosti ostalih parametara su varijabilne i analizira se njihov uticaj na profit →
 - izbor modela naplate
 - izbor tipa ćelije
 - cijene pojedinih elmenata i faktor promijene cijena

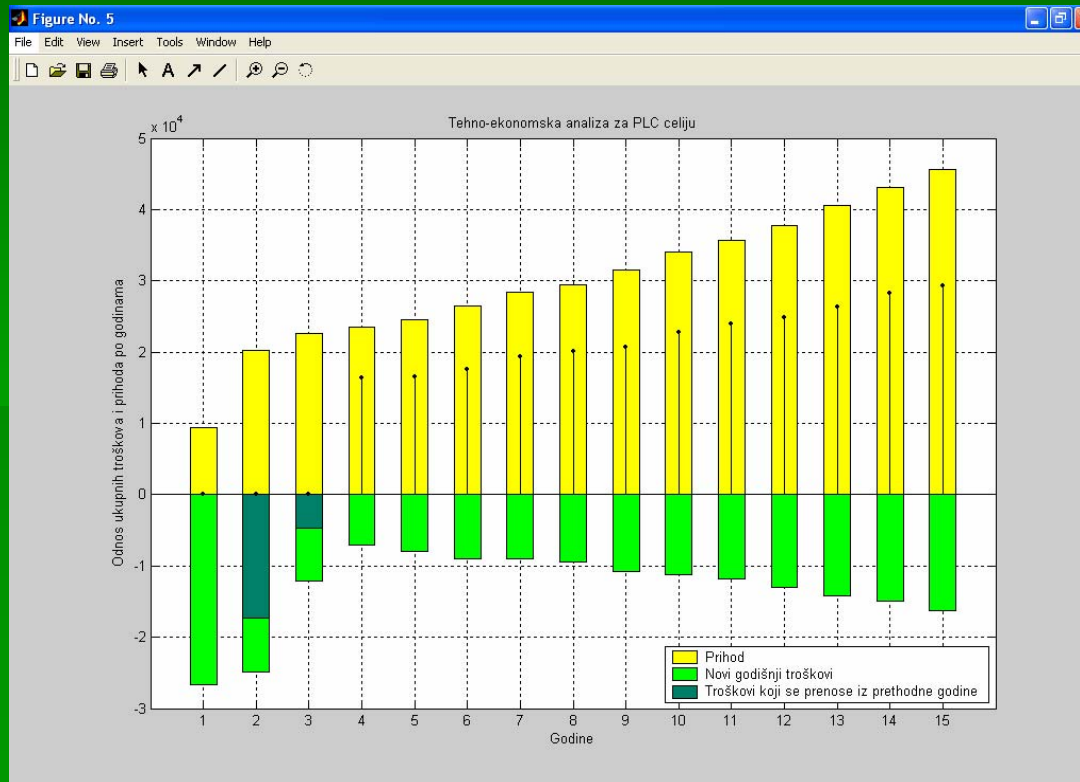
Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Rezultati tehno ekonomske analize:
 - urbana mreža (model1 naplate sa ograničenjem na saobraćaj)



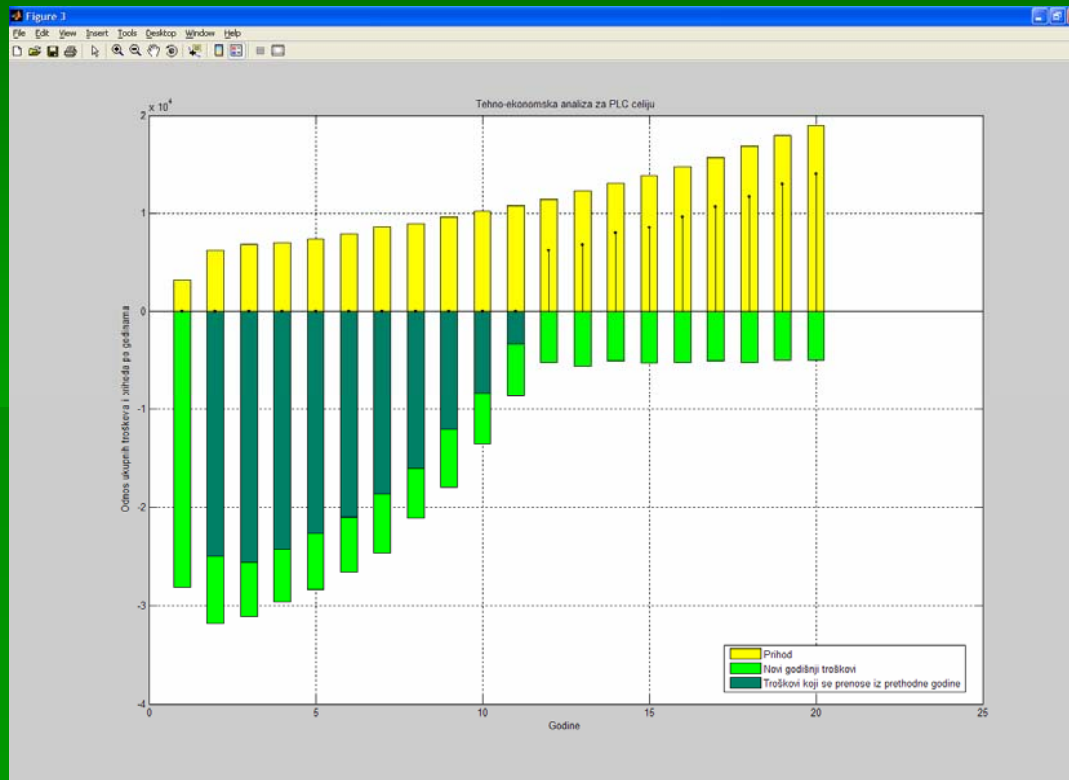
Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Rezultati tehno ekonomske analize:
 - urbana mreža (model2 naplate flat rate)



Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Rezultati tehno ekonomske analize:
 - suburbana mreža (model1 naplate sa ograničenjem na saobraćaj)



Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- **Rezultati tehno ekonomske analize:**
 - period povrata investicije se kreće od minimalno 3 godine do 9, za urbanu ćeliju, u zavisnosti od modela naplate
 - pretpostavlja se kombinovani model naplate te prosječan period povrata investicije od oko 5-6 godina
 - situacija je lošija za suburbanu ćeliju gdje se period povrata investicije kreće oko 7-8 godina
 - u ruralnim ćelijama se pod ovim uslovima (cijene opreme, linka od ISP-a) ne isplati ići u investiciju u PLC ćeliju
- u analizi nisu uračunati troškovi izgradnje viših nivoa PLC sistema (klastera i PLC centra), koji dodatno povećavaju investiciju!!!

Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- Osnovni elementi sadržaja studije su:
 - tehno-ekonomska analiza PLC sistema
 - iskustva komercijalnih PLC mreža u Evropi i svijetu

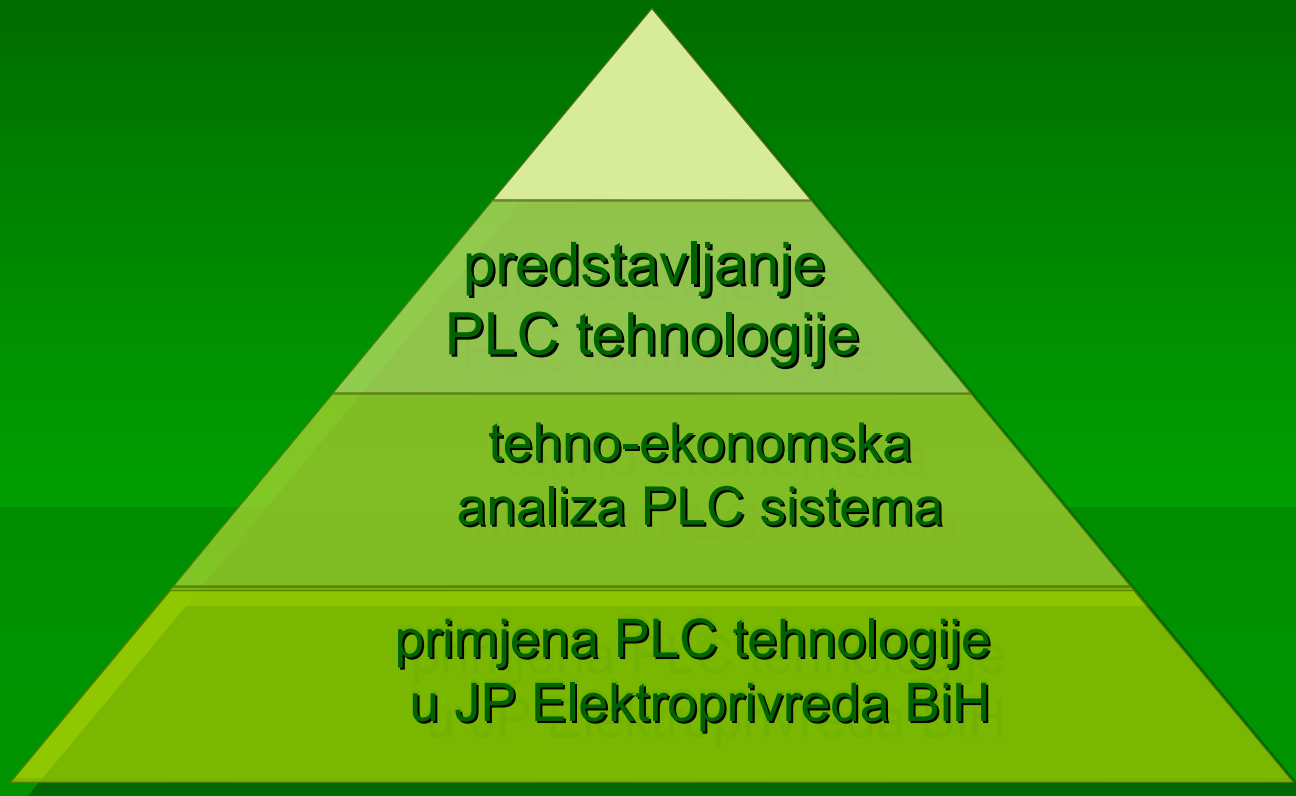
Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- U velikom broju zemalja u svijetu danas je implementirana PLC tehnologija, u komercijalne svrhe ili u vidu pilot projekta (SAD, V.Britanija, Austrija, Španija, Švedska, Brazil, Francuska, Njemačka...)
 - danas oko 24 000 PLC korisnika
 - u ponudi su širokopojasni pristup Internetu i VoIP
 - nema podataka o komercijalnoj upotrebi PLC za VoD/IPTV
 - pilot projekat španske kompanije Endese
- različiti paketi i cijene paketa
- paketi sa ograničenom količinom saobraćaja i flat rate paketi
- različite brzine prenosa
- posebno se plaća instalacija i pretplata

Tehno-ekonomska analiza PLC sistema

- U velikom broju zemalja u svijetu danas je implementirana PLC tehnologija, u komercijalne svrhe ili u vidu pilot projekta (SAD, V.Britanija, Austrija, Španija, Švedska, Brazil, Francuska, Njemačka...)
 - problemi: Linz AG Austrija - PLC utiče na radio komunikaciju u kratkotalasnom opsegu

Pilot projekat



Pilot projekat

- Ciljevi pilot projekta bi trebali da budu:

testiranje mogućnosti upotrebe PLC-a
na elektrodistributivnoj mreži JP EP BiH

sticanje slike o parametrima
relevantnim za elektromagnetsku
kompatibilnost

testiranje QoS
servisa koji bi se nudili posredstvom
PLC infrastrukture

procjena realnih mogućnosti
PLC tehnologija (OFDM i DSSS)

integracija PLC-a u
jedinственu telekomunikacionu
mrežu JP EP BiH

Pilot projekat

- Uslovi za realizaciju pilot projekta su:

neusklađenost regulative za širokopojasni PLC na svjetskom nivou, i skromna iskustva implementacije

nepostojanje regulative u BiH

za uskopojasni PLC

zakona koji definiše najveće izražene snage

zakona o uticaju elektromagnetnog zračenja na okolinu

Pilot projekat

- U slučaju da se JP EP BiH odluči na pilot projekat, pod postojećim uslovima, potrebno je obezbijediti privremene dozvole od RAK-a, kao i potaknuti regulatornu agenciju na što brže donošenje sporne regulative
- **Dodatni problemi pri uvođenju PLC-a:**
 - nepostojanje mjerne opreme JP EP BiH, za mjerenje relevantnih parametara:
 - izračene snage PLC sistema
 - parametara elektromagnetne kompatibilnosti
 - kapaciteta mreže
 - BER

Pilot projekat

- Prilikom implementacije pilot projekta potrebno je odabrati lokacije i tehnologiju
 - potrebno je izvršiti testiranje za različite modulativne postupke (OFDM i DSSS)
 - potrebno je izvršiti testiranja na različitim tipovima NN mreža, sa različitim:
 - dužinama odlaza
 - tipovima odlaza
 - brojem odlaza
 - brojem korisnika
 - potrebno je mjeriti performanse mreže (realni kapacitet mreže i BER) i performanse servisa (QoS)

Pilot projekat

- Prijedlog za izbor lokacija za implementaciju pilot projekta:
 - cilj je da se dođe do realnih vrijednosti kapaciteta za različite tipove NN mreža, odnosno da se na osnovu rezultat pilot projekta, svakom od identificiranih tipova PLC ćelija, pridruži odgovarajući kapacitet
 - potrebno je implementirati pilot projekat na što više različitih tipova NN mreža → u tom kontekstu, dat je i prijedlog lokacija za pilot projekat
 - za područje implementacije pilot projekta odabrano je uže područje grada Sarajeva → parametri elektrodistributivne mreže podudaraju se više-manje sa parametrima iste, u evropskim zemljama

Pilot projekat

- U užem području Sarajeva odabrane su potencijalne lokacije za pilot projekat:
 - **TS Sarajevo 8 Azići** → NN mreža kombinovanog tipa
 - **TS Sarajevo 7 Buća potok**
 - **PTZ Sarajevo** → Centar PLC sistema
 - **TS Sarajevo 13 Skenderija** → nadzemni i kombinovi vodovi
 - **PJD Centar**
 - **TS Vijećnica**
 - **PJD Stari Grad**
 - **TS Sarajevo 5 Koševo**

Pilot projekat

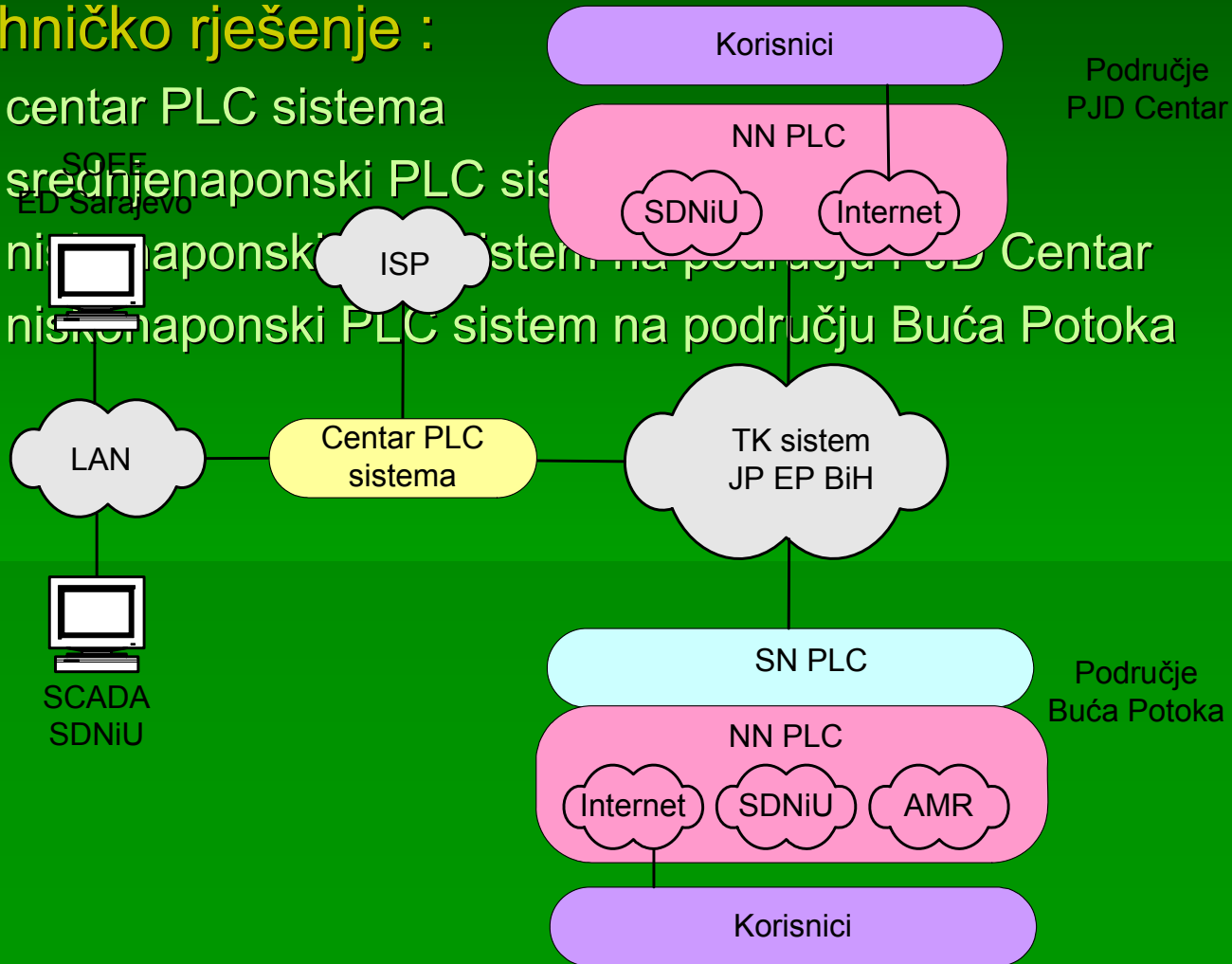
- U užem području Sarajeva odabrane su potencijalne lokacije za pilot projekat:

Područje Buća Potoka - srednjenaponski i niskonaponski širokopojasni PLC sistem,
integracija uskopojasnog i širokopojasnog PLC-a
usluge koje će se testirati na ovom području su:
Internet, daljinski nadzor više TS 10/0,4 kV
(Paromlinska 11, Paromlinska 6, Paromlinska 7,
Adema Buće 1 i Adema Buće 2),
daljinsko očitavanje brojila (AMR) i integracija
uskopojasnog i širokopojasnog PLC sistema u
jedan telekomunikacioni sistem

Pilot projekat

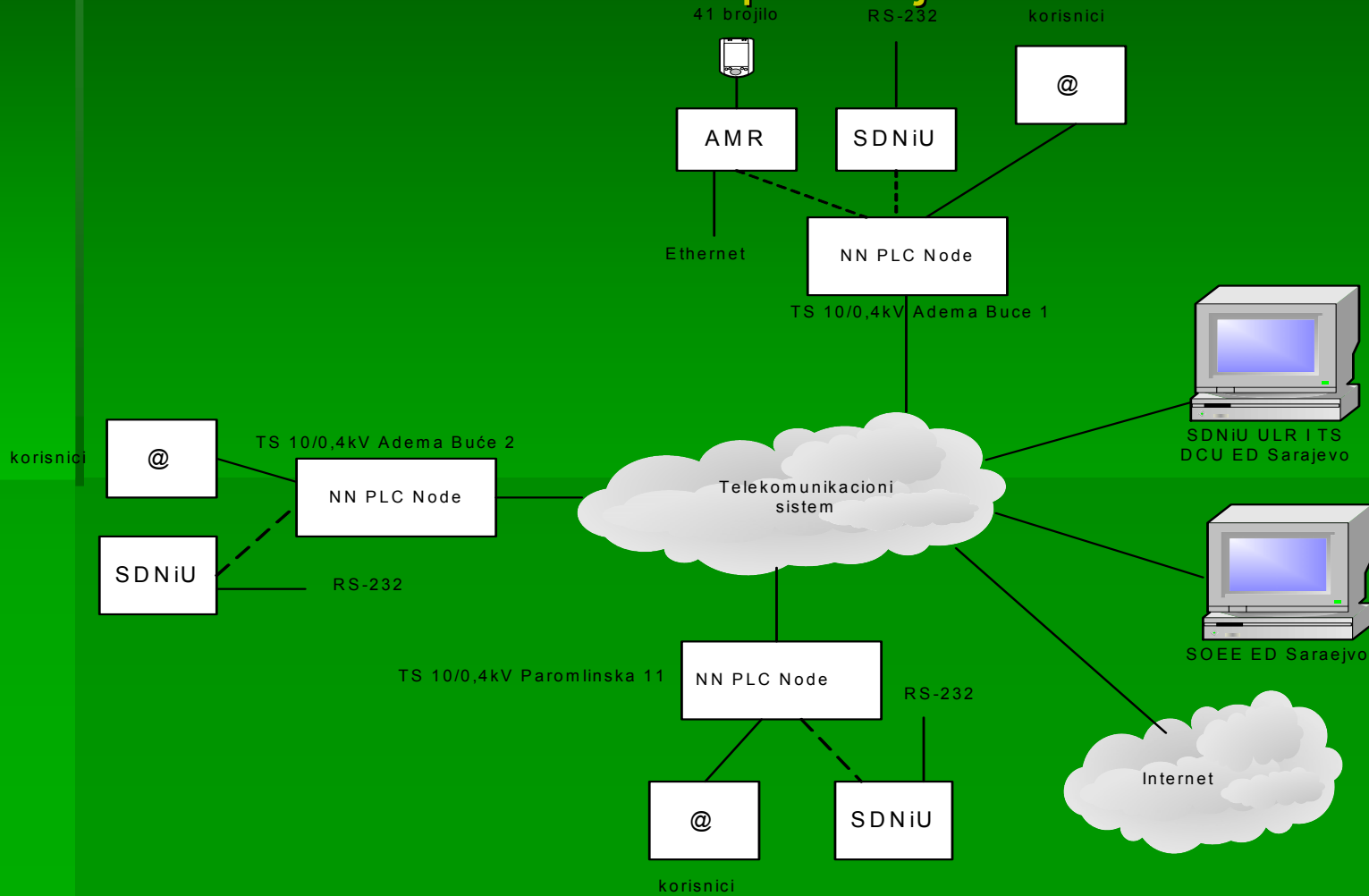
Tehničko rješenje :

- centar PLC sistema
- srednjenaponski PLC sistem na području PJD Centar
- niženaponski PLC sistem na području PJD Centar
- niženaponski PLC sistem na području Buća Potoka



Pilot projekat

Šema PLC sistema na području Buća Potoka



Pilot projekat

- Ukupni troškovu pilot projekta:

Opis troškova	cijena (KM)
Oprema	110.000
Radovi na instalaciji opreme, potrebnom konfigurisanju postojeće i nove opreme, testiranju i mjerenju	37.000
Opšti troškovi	40.000
UKUPNO:	187.000

- Na osnovu sprovedene cjelokupne analize, JP EP BiH se predlaže da pokrene procedure za realizaciju Pilot projekta u skladu sa rezultatima i preporukama Studije

Pilot projekat

Vremenski plan implementacije:

ID	NAZIV ZADATKA	Početak	Završetak	Trajanje	GODINA											
					mjes 1	mjes 2	mjes 3	mjes 4	mjes 5	mjes 6	mjes 7	mjes 8	mjes 9	mjes 10	mjes 11	mjes 12
1	IZRADA TENDERSKE DOKUMENTACIJE	POČETAK PILOT PROJEKTA PLC	<i>Kraj I zadatka</i>	30d												
2	OBJAVA I VRIJEME OBRADJE TENDERA	<i>Poč. II zadatka</i>	<i>Kraj II zadatka</i>	30d												
3	ODABIR NAJPOVOLJNIJEG PONUĐAČA - MOGUĆNOST PONAVLJANJA TENDERA - AKTIVNOSTI U SLUČAJU ŽALBI NA IZBOR	<i>Poč. III zadatka</i>	<i>Kraj III zadatka</i>	60d												
4	UGOVARANJE PILOT PROJEKTA	<i>Poč. IV zadatka</i>	<i>Kraj IV zadatka</i>	10d												
5	REALIZACIJA PILOT PROJEKTA	<i>Poč. V zadatka</i>	<i>Kraj V zadatka</i>	30d												
6	TESTIRANJA I MJERENJA NA MREŽI	<i>Poč. VI zadatka</i>	<i>Kraj VI zadatka</i>	120d												
7	OBRADA REZULTATA TESTOVA	<i>Poč. VII zadatka</i>	<i>Kraj VII zadatka</i>	10d												
8	IZNALAŽENJE MOGUĆNOSTI IMPLEMENTACIJE U KOMERCIJALNOJ MREŽI	<i>Poč. VIII zadatka</i>	KRAJ PILOT PROJEKTA PLC	30d												
9																

Zaključci i preporuke

1. Krenuti sa pilot projektom

- implementirati multiservisne aplikacije
- vršiti sistemske testove parametara QoS mreže i servisa (kašnjenja, džitera, BER, kapaciteta...)
- potaknuti razvoj regulative u BiH, neophodne za komercijalizaciju PLC-a

2. Formirati bazu podataka o karakteristikama NN mreže, na osnovu koje će biti moguće izvesti statistiku za sva područja od interesa, te svakoj ćeliji pridružiti realni kapacitet

3. Izvršiti pripremu ankete i sprovesti anektiranje, u cilju dobijanja realnih pokazatelja broja i raspodjele korisnika po paketima, po godinama

Zaključci i preporuke

- Komercijalizacija PLC-a ima puno argumenata za i protiv

- JP EP BiH posjeduje jezgro mrežu → jedinstven TK sistem

- nepostojanje zakonske regulative za PLC tehnologiju

- deregulacija TK tržišta

ZA

PROTIV

- nedostatak iskustava JP EP BiH u komercijalnom sektoru TK

- relativno ekonomski isplativo rješenje (JP EP BiH posjeduje elektrodistributivnu mrežu na teritoriji BiH)

- otežani uslovi za ulazak novog operatora

-organizaciona složenost kompanije

- Veliki udio u odluci imat će rezultati mjerenja pilot projekta, kao i regulativa koja se usvoji o pitanjima vezanim za zračenje, kompatibilnost uređaja...

Hvala na pažnji!

Pitanja?

RJEŠENJE O IMENOVANJU PROJEKTOG TIMA IZVOĐAČA SA NAZNAČENIM FUNKCIJAMA UNUTAR TIMA

Redni broj.	Ime i prezime	Naučno zvanje	Stručno zvanje	Objavljeni radovi u zadnjih 5 godina	Preduzeće
1.	Dr. Narcis Behlilović (vođa istraživanja)	Vanredni profesor	Dipl. el. ing	12	ETF Sarajevo
2.	Dr. Ivo Kostić (istraživač)	Redovni profesor	Dipl. el. ing	12	ETF Podgorica
3.	Dr. Mesud Hadžialić (istraživač)	Docent	Dipl. el. ing	10	ETF Sarajevo
4.	Dr. Kenan Suruliz (istraživanja)	Redovni profesor	Dipl. el. ing	10	ETF Sarajevo
5.	Jasenko Dizdarević (saradnik)		Dipl. el. ing	2	ETF Sarajevo
6.	Dr. Halid Hrasnica		Dipl. el. ing	5	Dresden Un. of Technology
7.	Pamela Begović	Asistent	Dipl. el. ing	4	ETF Sarajevo
8.	Irma Sokolović	Asistent	Dipl. el. ing	4	ETF Sarajevo
9.	Anida Sarajlić	Asistent	Dipl. el. ing	4	ETF Sarajevo
10.	Aldin Vučinić	Asistent	Dipl. el. ing	2	ETF Sarajevo
11.	Darija Nović		Dipl. el. ing	2	ETF Sarajevo

Prezentaciju pripremila ass. Begović Pamela, dipl. ineg. el