

PRIKAZ STANJA NORMIZACIJE I REGULATIVE VEZANE UZ KOMUNICIRANJE ELEKTROENERGETSKIM VODOVIMA, PLC

I. dio: Normizacija PLC-a

Mr. sc. Suzana Javornik Vončina, Zagreb

UDK 658.516:621.391.31
PREGLEDNI ČLANAK

Članak daje pregled normizacije sustava za komuniciranje elektroenergetskim vodovima, od prvobitnih uskopojasnih PLC sustava kod nas poznatih pod nazivom VF veze po VN vodovima, do danas aktualnih širokopojasnih pristupnih PLC sustava kojima se ostvaruju pristupne PLC usluge i energetske PLC usluge, te širokopojasnih PLC sustava kojima se ostvaruje komunikacija informatičkih i ostalih električnih i elektroničkih uređaja unutar zgrade.

Ključne riječi: normizacija, komuniciranje elektroenergetskim vodovima, PLC, PLT, elektromagnetska usklađenost, referentni model mrežne arhitekture, kakvoća usluga.

Uvod

Uporaba elektroenergetske mreže u komunikacijske svrhe, PLC, poznata je od početka 20. stoljeća. Osnovna ideja PLC-a je prenositi električnu energiju na 50 Hz, a istodobno na višim frekvencijama telekomunikacijske informacije.

Prvi PLC sustavi upotrebljavani su na visokonaponskim vodovima elektroprivreda za interno komuniciranje, daljinsko mjerenje i nadzorne funkcije. Kod nas je uobičajen termin za ove sustave visokofrekvencijske veze po visokonaponskim vodovima, VF veze po VN vodovima.

Međutim, mogućnosti PLC-a su daleko šire: osim na visokonaponskim vodovima, PLC se može primijeniti i na srednjonaponskim i niskonaponskim elektroenergetskim vodovima, kao i na električnim instalacijama unutar zgrada. Na taj način, osim što omogućava telekomunikacijske usluge za potrebe elektroprivrednih poduzeća, PLC može biti osnova za pružanje telekomunikacijskih usluga u pristupnim telekomunikacijskim mrežama (pristupni PLC), kao i telekomunikacijskih usluga u kućanstvima (kućni PLC).

U Europi je u području telekomunikacija osobito velika potreba za povećanjem kapaciteta pristupnih telekomunikacijskih mreža, što je preduvjet za brz pristup Internetu i razvoj elektroničkog poslovanja. Dva su načina povećanja kapaciteta telekomunikacijske pristupne mreže: izgradnja novih mreža, što je skupo i dugotrajno, te uporaba novih tehnologija na postojećim mrežama (xDSL, CATV), što uglavnom podrazumijeva uporabu infrastrukture tradicionalnih telekomunikacijskih monopolista.

U tom svjetlu vrlo je zanimljiva kombinacija uporaba elektroenergetskih distribucijskih mreža kao infrastrukture za pristupne telekomunikacijske mreže, budući da se radi o postojećoj infrastrukturi koja nije u vlasništvu tradicionalnih telekomunikacijskih monopolista. Zbog toga se na razvoju PLC-a angažirao veći broj proizvođača, normizacijskih tijela, novonastalih udruženja i telekomunikacijskih stručnjaka sa sveučilišta diljem svijeta.

U SAD-u, gdje je broj telefonskih priključaka po kućanstvu u prosjeku veći nego u Europi, još veći interes pobudila je mogućnost komuniciranja električnom instalacijom unutar zgrada, koja omogućava automatizaciju kućanstva. Na normizaciji istog angažirao se veći broj proizvođača informatičke tehnologije, kao i proizvođača kućanskih aparata i elektronike.

Osnovna pitanja koja treba riješiti da bi PLC zaživio mogu se podijeliti u tri glavna područja: tehnologija, normizacija i regulativa, te promidžba.

Na razvoju tehnologije pristupnog PLC-a aktivan je niz proizvođača, među kojima su danas najistaknutiji Ascom Powerline i Main.net Communications čija su rješenja već u komercijalnoj uporabi. Brojne probne instalacije pokazale su da PLC može ostvariti prijenosne brzine reda veličine 2 Mbit/s (propusnost dijele sva kućanstva spojena na istu transformatorsku stanicu) uz domet prijenosa do 400 m. Na razvoju tehnologije za kućni PLC najaktivniji su proizvođači okupljeni u organizaciji HomePlug Powerline Alliance, koja je 2001. godine donijela industrijsku normu za kućni PLC brzine 14 Mbit/s.

Za razliku od VF veza po VN vodovima, za koje je zadovoljavajuća mala brzina prijenosa, kod pristupnog i kućnog PLC-a tržišno su zanimljive brzine od par Mbit/s, što zahtijeva uporabu frekvencijskog pojasa čija je širina reda veličine desetak MHz. U takvoj situaciji do izražaja dolaze karakteristike elektroenergetske mreže (topologija, fizička svojstva, te prijenosna svojstva) koja se značajno razlikuje od uobičajenih telekomunikacijskih mreža. Kako niti niskonaponska elektroenergetska mreža niti električne instalacije u zgradama nisu osmišljene za prijenos podataka, postići zadovoljavajući prijenosni kapacitet PLC-a nije jednostavan zadatak. Osnovni ograničavajući faktori za zadovoljavajući prijenosni kapacitet i zadovoljavajući domet PLC-a su elektromagnetska emisija i otpornost na smetnje. PLC sustav proizvodi elektromagnetsku emisiju i može uzrokovati smetnje drugim komunikacijskim sustavima koji rade na istim frekvencijama, posebice različitim radijskim službama s obzirom da radi u megahercnom području. Zbog toga je preduvjet razvoja, prihvaćanja i šire uporabe PLC-a donošenje odgovarajuće normizacije i regulative, prvenstveno definiranje frekvencijskog područja za njegov rad i određivanje takvih pravila njegove uporabe koja će ograničiti emisiju PLC sustava u mjeri dovoljnoj za zaštitu korisnika radijskih službi koje rade na istim frekvencijama. Na definiranju frekvencijskih područja, graničnih vrijednosti polja smetnji i pripadnih postupaka mjerenja, kao i na ostalim normizacijskim i regulatornim pitanjima vezanim uz kućni i pristupni PLC, rade različite regulatorne i normizacijske organizacije, kao i s tom svrhom osnovana udruženja.

Radi promidžbe PLC-a osnovana su razna udruženja, među kojima najistaknutiju ulogu na promoviranju pristupnog PLC-a ima udruženje PLCforum, a na promoviranju kućnog PLC-a savez HomePlug Powerline Alliance. Ova su udruženja ujedno aktivna i na normizaciji PLC-a.

Ovaj članak prvi je dio serije Prikaz stanja normizacije i regulative vezane uz komuniciranje elektroenergetskim vodovima. U njemu je opisano normizacijsko područje razvoja PLC-a, dok će u drugom dijelu serije biti opisano područje međunarodne i europske regulative vezane uz PLC.

U 1. poglavlju dan je pregled normizacijskih i regulatornih tijela uključenih u razvoj PLC-a. U 2. poglavlju dana je klasifikacija PLC-a i istaknuta su područja PLC-a čija je normizacija u tijeku. U 3. poglavlju opisana je normizacija vezana uz PLC na međunarodnoj razini, a u 4. poglavlju na europskoj razini. U 5. poglavlju opisane su najznačajnije organizacije osnovane radi razvoja i promidžbe PLC-a. U 6. poglavlju objašnjene su sve kratice upotrijebljene u članku, a u 7. poglavlju dan je hrvatski prijevod i engleski naziv za osnovne pojmove korištene u članku. Slijede zaključak, te literatura navedena redoslijedom spominjanja u članku.

1. PREGLED NORMIZACIJSKIH I REGULATORNIH TIJELA UKLJUČENIH U RAZVOJ PLC-a

Na slici 1 dan je prikaz regulatornih i normizacijskih tijela uključenih u izradu normi i regulative vezanih uz PLC i nove kabelske tehnologije koje osiguravaju širokopojasnu komunikaciju općenito. U nastavku su dani puni nazivi tih tijela zajedno s adresom njihove početne stranice na Internetu, te kratkim opisom njihove uloge.

• ITU (*International Telecommunication Union*), **Međunarodna telekomunikacijska udruga**, www.itu.int

ITU je međunarodna organizacija sa sjedištem u Ženevi koja djeluje od 1865. godine (od 1956. do 1992. pod imenom CCITT). Unutar ITU-a vlade 189 zemalja članica i više od 660 privatnih članova (telekomunikacijske uprave, regulatori, te međunarodne, međuvladine, regionalne, znanstvene i industrijske organizacije,...) koordiniraju globalne telekomunikacijske mreže i usluge. Prava i obveze članica ITU-a definirana su u *Ustavu* (Constitution) i *Konvenciji* (Convention) ITU-a. Republika Hrvatska članica je ITU-a od 3.6.1992. godine.

• IEC (*International Electrotechnical Commission*), **Međunarodna elektrotehnička komisija**, www.iec.ch

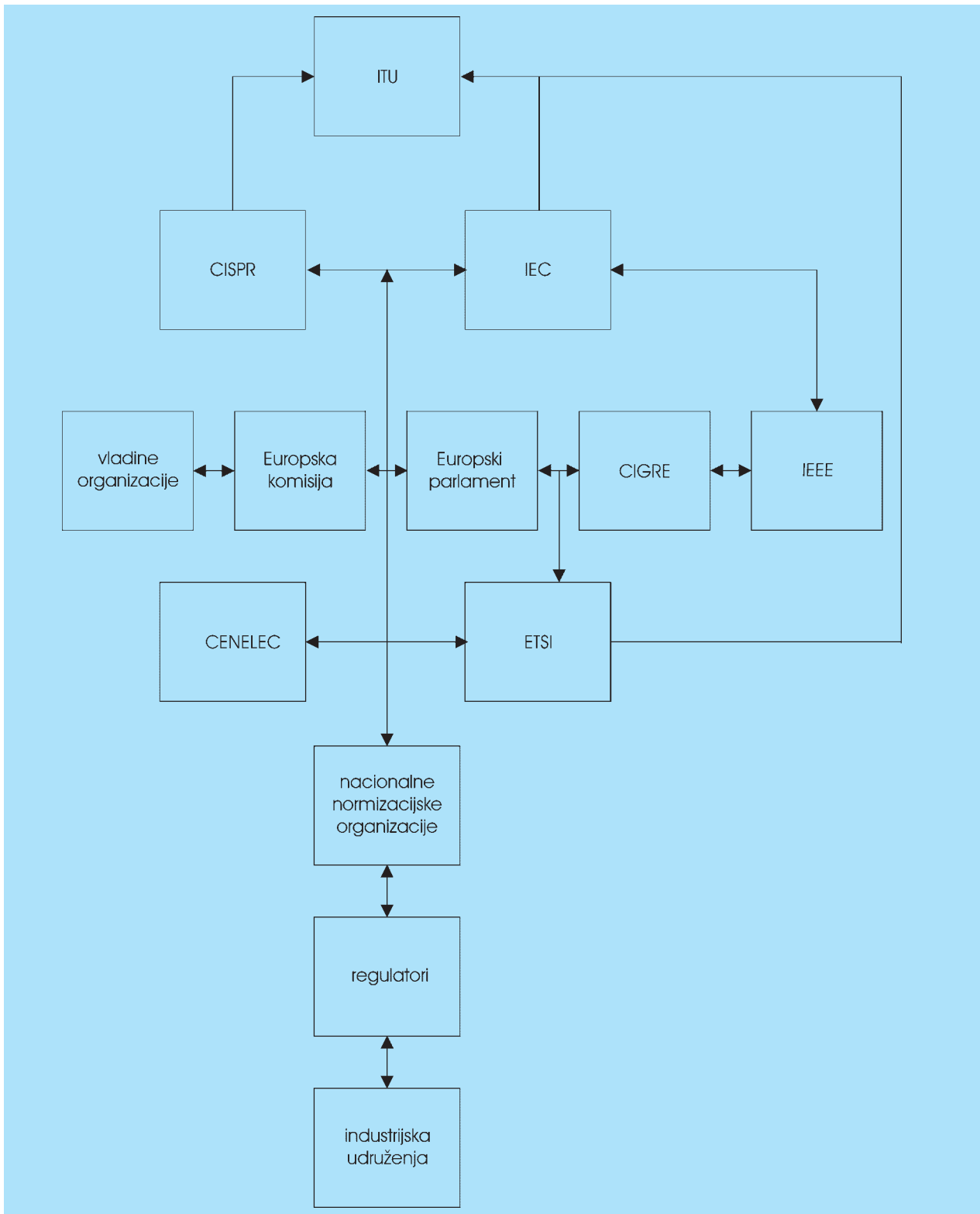
IEC je međunarodna organizacija osnovana 1906. godine, čije su članice nacionalni odbori više od 60-tak zemalja. IEC izrađuje i izdaje međunarodne norme za električne, elektroničke i srodne tehnologije radi uklanjanja tehničkih ograničenja svjetskoj trgovini. Prema ugovoru sklopljenom u Dresdenu (Dresden Agreement), na planiranju aktivnosti i usvajanju normi IEC surađuje s CENELEC-om. Hrvatski član IEC-a je Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo.

• CISPR (*Comité international spécial des perturbations radioélectriques* ili *International Special Committee on Radio Interference*), **Međunarodni odbor za radijsku interferenciju**

CISPR je IEC-ov odbor koji se bavi međunarodnim sporazumijevanjem glede različitih vidova radijske interferencije radi omogućavanja međunarodne trgovine. Osnovni mu je zadatak izraditi norme koje će osigurati zaštitu radijskog prijama od izvora smetnji, kao što su sve vrste električnih uređaja, sustavi za opskrbu električnom energijom, radijski i televizijski prijamnici, a posebice informatički uređaji. Zbog toga rad CISPR-a uključuje definiranje uređaja za mjerenje smetnji, načina mjerenja smetnji, ograničenja emisije, zahtjeva za otpornost na smetnje, kao i načina mjerenja otpornosti na smetnje. CISPR se bavi tzv. visokim frekvencijama, a to su prema IEC-ovoj terminologiji frekvencije iznad 9 kHz.

• EC (*European Commission*), **Europska komisija**

Europska komisija je izvršno tijelo Europske unije s pravom iniciranja donošenja zakona koje podupire interese



Slika 1. Normizacijske i regulatorne organizacije značajne za razvoj PLC-a

Unije kao cjeline. Europska komisija izrađuje prijedloge novog zakonodavstva za Europski Parlament i Vijeće, nadzire primjenu ugovora Europske unije u zemljama članicama te predstavlja izvršno tijelo Unije odgovorno za političku implementaciju i upravljanje.

- **Europski parlament** (*European Parliament*)

Europski parlament ima zakonodavnu vlast (suodlučuje s Vijećem), usvaja proračun Unije i nadzire sve djelatnosti Zajednice.

- **CIGRE**, (*Conseil internationale des Grands Réseaux Electriques* ili *International Council on Large High Voltage Electric Systems*), **Međunarodno vijeće za velike električne sustave**, www.cigre.org

CIGRE je neprofitna međunarodna udruga sa sjedištem u Francuskoj, osnovana 1921. godine. Vodeća je svjetska organizacija za elektroenergetske sustave koja pokriva njihove tehničke, ekonomske, organizacijske i regulatorne vidove (planiranje i rad elektroenergetskih sustava, zaštita elektroenergetskih sustava, daljinski nadzor i pripadni telekomunikacijski uređaji, te dizajn, konstrukcija, održavanje i raspolaganje visokonaponskim uređajima i postrojenjima). Preko nacionalnih komiteta CIGRE je prisutna u 52 zemlje, među kojima je i Republika Hrvatska.

- **IEEE** (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), **Institut inženjera elektrotehnike i elektronike**, www.ieee.org

IEEE je najveće svjetsko udruženje tehničkih profesionalaca s preko 377.000 pojedinačnih članova iz 150-tak zemalja. Vodeći je autoritet u širokom rasponu tehničkih područja, te u njegovom sklopu djeluje 37 IEEE-društava (IEEE Society). IEEE promovira inženjerski pristup stvaranju, razvijanju, integriranju i primjeni znanja o električnim i informatičkim tehnologijama i znanosti.

- **CENELEC** (*European Committee for Electrotechnical Standardization*), **Europski odbor za normizaciju elektrotehnike**, www.cenelec.org

CENELEC je neprofitna tehnička organizacija osnovana 1973. prema belgijskim zakonima s više od 35.000 tehničkih stručnjaka u nacionalnim odborima 19 europskih zemalja članica. Smjernicom 83/189/EEC CENELEC je određen za europsku normizacijsku organizaciju za područje elektrotehnike, čije se norme obvezno preuzimaju kao nacionalne norme u zemljama članicama EU. Republiku Hrvatsku u CENELEC-u zastupa Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo, ali ne kao punopravni član, već u svojstvu pridruženog člana (*affiliates*).

- **ETSI** (*European Telecommunications Standards Institut*), **Europski institut za telekomunikacijske norme**, www.etsi.org

ETSI je neprofitna organizacija s 873 članova iz 54 zemlje s 5 kontinenata iz redova proizvođača, mrežnih operatora, administratora, davatelja usluga, istraživačkih tijela i korisnika okupljenih na izradi telekomunikacijskih normi koje se koriste i u svjetskim razmjerima. Neke ETSI-jeve norme Europska komisija usvaja kao tehničku osnovu smjernica i regulative. ETSI je određen za europsku normizacijsku organizaciju za područje telekomunikacija. Hrvatski članovi ETSI-a su administrator Ministarstvo pomorstva, prometa i veza, te mrežni operator VIP-NET GSM d.o.o.

2. KLASIFIKACIJA PLC-a I AKTUALNA NORMIZACIJSKA PITANJA

PLC dijelimo s obzirom na naponsku razinu elektroenergetskog voda na kojem se primjenjuje, s obzirom na područje primjene, te s obzirom na brzinu komuniciranja koja određuje potrebnu širinu frekvencijskog područja. Klasifikacija PLC-a dana je u tablici 1.

Tablica 1. Pregled klasificiranja PLC-a

Kriterij	Klasifikacija PLC-a
naponska razina elektroenergetskog voda na kojem se primjenjuje	niskonaponski PLC (PLC primijenjen na vodovima napona do 400 V) ili DLC (Distribution Line Carrier)
	srednjenaponski PLC (PLC primijenjen na vodovima napona od 1 kV do 50 kV)
	visokonaponski PLC ili VF veze po VN vodovima (PLC primijenjen na vodovima napona od 50 kV do 400 kV)
područje primjene	PLC na električnim instalacijama zgrade
	za energetske PLC usluge (telekomunikacijske usluge za potrebe elektroprivredne djelatnosti)
	za pristupne PLC usluge (telekomunikacijske usluge u pristupnim telekomunikacijskim mrežama)
brzina komuniciranja, tj. širina frekvencijskog područja	za kućne PLC usluge (telekomunikacijske usluge u kućanstvima)
	uskopojasni PLC (brzina prijenosa informacija reda veličine do stotinjak kbit/s)
	širokopojasni PLC (brzina prijenosa informacija reda veličine nekoliko Mbit/s)

Za energetske PLC usluge zadovoljavajuća je mala brzina prijenosa informacija reda veličine do stotinjak kbit/s, dok su za pristupne i kućne PLC usluge zanimljive brzine reda veličine nekoliko Mbit/s (širokopojasni PLC).

Uskopojasni PLC je široko poznat i korišten, normiran i dobro reguliran.

Najveću pozornost danas pobuđuju mogućnosti širokopojasnog PLC-a na niskonaponskim vodovima za potrebe pristupnih telekomunikacijskih usluga, kao što su pristup Internetu i govorna komunikacija, te mogućnosti širokopojasnog PLC-a na električnim instalacijama unutar kućanstava za potrebe kućnih PLC usluga, kao što su automatizacija kućanstva i umrežavanje kućanstva. Ta su područja razvoja PLC-a novijeg datuma i danas su predmet značajnije normizacijske i regulatorne aktivnosti.

Najvažniji zadatak normizacije širokopojasnog PLC-a je osigurati mogućnost istodobnog rada pristupnog i kućnog PLC-a, kao i mogućnost istodobnog rada kućnih PLC-ova različitih proizvođača spojenih na istu transformatorsku stanicu.

Osnovne postavke na kojima se temelji razvoj normi za širokopojasni PLC su:

- uzeti u obzir ograničenja potrebna radi zaštite drugih službi, prvenstveno radijskih,
- definirati parametre sustava nužne za status normiranog proizvoda i
- zadovoljiti zahtjeve odgovarajućih europskih smjernica.

Širokopojasni PLC ostvaruje veće brzine uporabom šireg frekvencijskog pojasa iz frekvencijskog spektra od 1,6 MHz do 30 MHz, budući da je iznad 30 MHz prigušenje u elektroenergetskim vodovima preveliko. Taj je dio spektra namijenjen različitim radijskim službama. Ukoliko prijenosni medij za komunikacijske sustave nije zadovoljavajuće oklopljen niti simetričan, kao što je slučaj s elektroenergetskim vodovima, dolazi do neželjene elektromagnetske emisije i ometanja sustava koji rade na istim frekvencijama. Prema tome, kod širokopojasnog PLC-a se očiglednoj prednosti uporabe postojeće širokorasprostranjene elektroenergetske infrastrukture suprotstavlja problem njene neprilagođenosti komunikacijskoj namjeni.

Jedna od metoda zaštite radijskih službi je osiguravanje elektromagnetske usklađenosti, EMC-a, tj. sposobnosti uređaja ili sustava da zadovoljavajuće radi u svom elektromagnetskom okruženju bez da unosi neprihvatljive

elektromagnetske smetnje ičemu u svom okruženju. Da bi se ometanje radijskih službi koje rade na istim frekvencijama svelo na prihvatljivu razinu, potrebno je ograničiti zračenje PLC sustava, tj. jakost polja smetnji. U tablici 2 definirani su osnovni pojmovi vezani uz EMC. Na međunarodnoj razini norme vezane uz EMC izrađuje IEC. Na europskoj razini EMC regulira Smjernica o EMC-u [1] i pripadne ETSI-jeve i CENELEC-ove harmonizirane norme za EMC.

Norme vezane uz EMC dijele se na osnovne norme, općenite norme i norme specifične za određenu vrstu proizvoda, što je pobliže objašnjeno u tablici 3. Ukoliko postoji norma specifična za određenu vrstu proizvoda, primjenjuje se ta norma. Ukoliko ne postoji, primjenjuje se norma za obitelj proizvoda. Kad ne postoji norma specifična za određenu vrstu proizvoda niti za obitelj proizvoda, primjenjuje se općenita norma. Općenite norme razvijaju se za dva razreda okruženja: uređsko (Domestic, Commercial and Light Industrial Environment) i industrijsko (Industrial Environment), koja se razlikuju u načinu napajanja uređaja.

Napredak tehnologije prati stalna potreba razvoja normi za EMC kako bi ove savladale novonastale izazove u zaštiti radijskih službi. Radijske službe danas koriste sve više frekvencije, a sve je zastupljenije i korištenje digitalne modulacije. Današnje norme za EMC napravljene su vezano uz analogne radijske

Tablica 2. Definicije vezane uz elektromagnetsku usklađenost

Naziv pojma		Definicija pojma prema CENELEC Guide no 24: EMC Standardization for Product Committees
engleski	hrvatski	
electromagnetic environment	elektromagnetsko okruženje	sveukupnost elektromagnetskih fenomena koji postoje na danoj lokaciji
electromagnetic disturbance	elektromagnetska smetnja	elektromagnetski fenomen koji može pogoršati performanse sprave, uređaja ili sustava
electromagnetic interference, EMI	elektromagnetska interferencija	pogoršanje performansi uređaja, prijenosnog kanala ili sustava uzrokovano elektromagnetskom smetnjom
electromagnetic compatibility, EMC	elektromagnetska usklađenost	sposobnost uređaja ili sustava da zadovoljavajuće radi u svom elektromagnetskom okruženju bez da unosi neprihvatljive elektromagnetske smetnje ičemu u tom okruženju
(electromagnetic) emission	(elektromagnetska) emisija	fenomen izlaska elektromagnetske energije iz izvora
immunity (to a disturbance)	otpornost (na smetnje)	sposobnost sprave, uređaja ili sustava da radi bez pogoršanja u prisutnosti elektromagnetske smetnje
port:	ulaz:	određeno sučelje uređaja koje uređaj spaja s vanjskim elektromagnetskim okruženjem ili na koje utječe vanjsko elektromagnetsko okruženje:
AC power port	ulaz za napajanje izmjeničnom strujom	ulaz značajan za EMC zbog mogućnosti vodene emisije
DC power port	ulaz za napajanje istosmjernom strujom	ulaz značajan za EMC zbog mogućnosti vodene emisije
Enclosure port	ulaz kućišta	fizičke granice uređaja na kojima može doći do zračene emisije ili elektrostatskog pražnjenja
Signal/control port	signalno-nadzorni ulaz	ulaz značajan za EMC zbog mogućnosti vodene emisije
Functional earth port	ulaz za uzemljenje	ulaz značajan za EMC zbog mogućnosti vodene emisije

Tablica 3. Sadržaj i svrha različitih vrsta normi vezanih uz elektromagnetsku usklađenost

Vrsta	Sadržaj	Uloga
osnovne norme (basic norms)	<ul style="list-style-type: none"> – pokrivaju opće vidove problema – definiraju načine ispitivanja i mjerenja – definiraju instrumente – daju osnovne postavke ispitivanja – definiraju raspone razina ispitivanja za otpornost – ne sadrže ograničenja niti kriterije performansi – izrađuju ih tehnički odbori s horizontalnom funkcijom: TC 77 i CISPR 	<ul style="list-style-type: none"> – nisu harmonizirane norme, tj. nisu norme za potvrđivanje sukladnosti proizvoda sa zahtjevima europske smjernice – služe kao alati za normizaciju na čiji se sadržaj referenciraju općenite norme i norme za proizvode i obitelj proizvoda
općenite norme (generic norms)	<ul style="list-style-type: none"> – precizni zahtjevi za proizvode namijenjene uporabi u određenom okruženju, npr. stambenom (residential), trgovačkom (commercial), industrijskom (commercial), ... – referenciraju se na osnovne norme glede načina ispitivanja i mjerenja – daju opće kriterije za performanse – izrađuju ih tehnički odbori s horizontalnom funkcijom: TC 77 i CISPR 	<ul style="list-style-type: none"> – harmonizirane norme, tj. služe za potvrđivanje sukladnosti proizvoda sa zahtjevima smjernice kad ne postoji odgovarajuća norma za proizvod ili obitelj proizvoda – definiraju nužnu razinu zaštite za dano okruženje uzimajući u obzir i zbirni utjecaj svog zračenja prisutnog u danom okruženju – definiraju isto ograničenje za svu opremu sličnih radnih svojstava namijenjenu za isto okruženje – omogućuju usklađivanje normi za proizvod ili obitelj proizvoda
norme za obitelj proizvoda (product-family norms)	<ul style="list-style-type: none"> – daju EMC zahtjeve za obitelj proizvoda – daju detaljnije kriterije za performanse – definiraju specifične postavke za ispitivanje – referenciraju se na osnovne norme glede načina ispitivanja i mjerenja – izrađuju ih tehnički odbori koji se bave tom određenom obitelji proizvoda, a u rjeđim slučajevima i odbori s horizontalnom funkcijom 	<ul style="list-style-type: none"> – harmonizirane norme, tj. služe za potvrđivanje sukladnosti proizvoda sa zahtjevima smjernice kad ne postoji odgovarajuća norma za proizvod – ispitivanja i ograničenja definirana u ovim normama trebaju biti usklađena s onima u općenitim normama – prioritetna norma u odnosu na općenitu, ali mora biti usklađena s općenitim normama
norme za određeni proizvod (dedicated product norms)	<ul style="list-style-type: none"> – kao i norma za obitelj proizvoda osim što su specifičnije – izrađuju ih tehnički odbori koji se bave tim određenim proizvodom 	<ul style="list-style-type: none"> – harmonizirane norme, tj. služe za potvrđivanje sukladnosti proizvoda sa zahtjevima smjernice – ostalo vrijedi kao i za norme za obitelj proizvoda

službe koje rade na frekvencijama nižim od 1 GHz, a njihovo revidiranje ne prati tempo razvoja novih digitalnih tehnologija. Tako i razvoj kablskih tehnologija za širokopolasne komunikacije, među kojima posebice razvoj PLC-a, zahtijeva razmatranje dodatnih pitanja u normama za EMC.

Uvođenjem širokopolasnih komunikacija putem kablskih mreža elektromagnetska usklađenost mreže postaje značajno područje EMC-a. Postojeće norme za EMC usredotočene su na uređaje. Međutim, kad se pojedini uređaji međusobno povezuju, performanse kabela i načina na koji su instalirani značajnije utječu na karakteristiku EMC-a cjelokupne mreže. Utjecaj razlike između norme za EMC proizvoda i rezultirajuće karakteristike EMC-a u okruženju komunikacijskog sustava kod širokopolasnih kablskih sustava postaje sve značajniji. Ovo je posebice slučaj kod PLC-a, gdje se koriste ranije instalirani elektroenergetski vodovi koji nisu ni zamišljeni ni instalirani u komunikacijske svrhe. Uređaj sa zadovoljavajućom EMC-karakteristikom uz lošu izvedbu instalacije ili slabu kvalitetu kabela daje slabe performanse EMC-a.

Zbog ovih razloga, a radi daljnjeg osiguravanja odgovarajuće zaštite radijskih službi, potrebno je definirati ograničenje emisije cjelokupne mreže korištene za širokopolasnu komunikaciju, s tim da je osnovno područje interesa frekvencijsko područje do 30 MHz. Smisleno je definirati samo takva ograničenja uz koja širokopolasni kablski sustavi u praksi mogu raditi s tim da ne dolazi do neprihvatljivog ometanja radijskih službi, tj. ograničenja trebaju zadovoljiti i PLC-industriju i korisnike radijskog spektra.

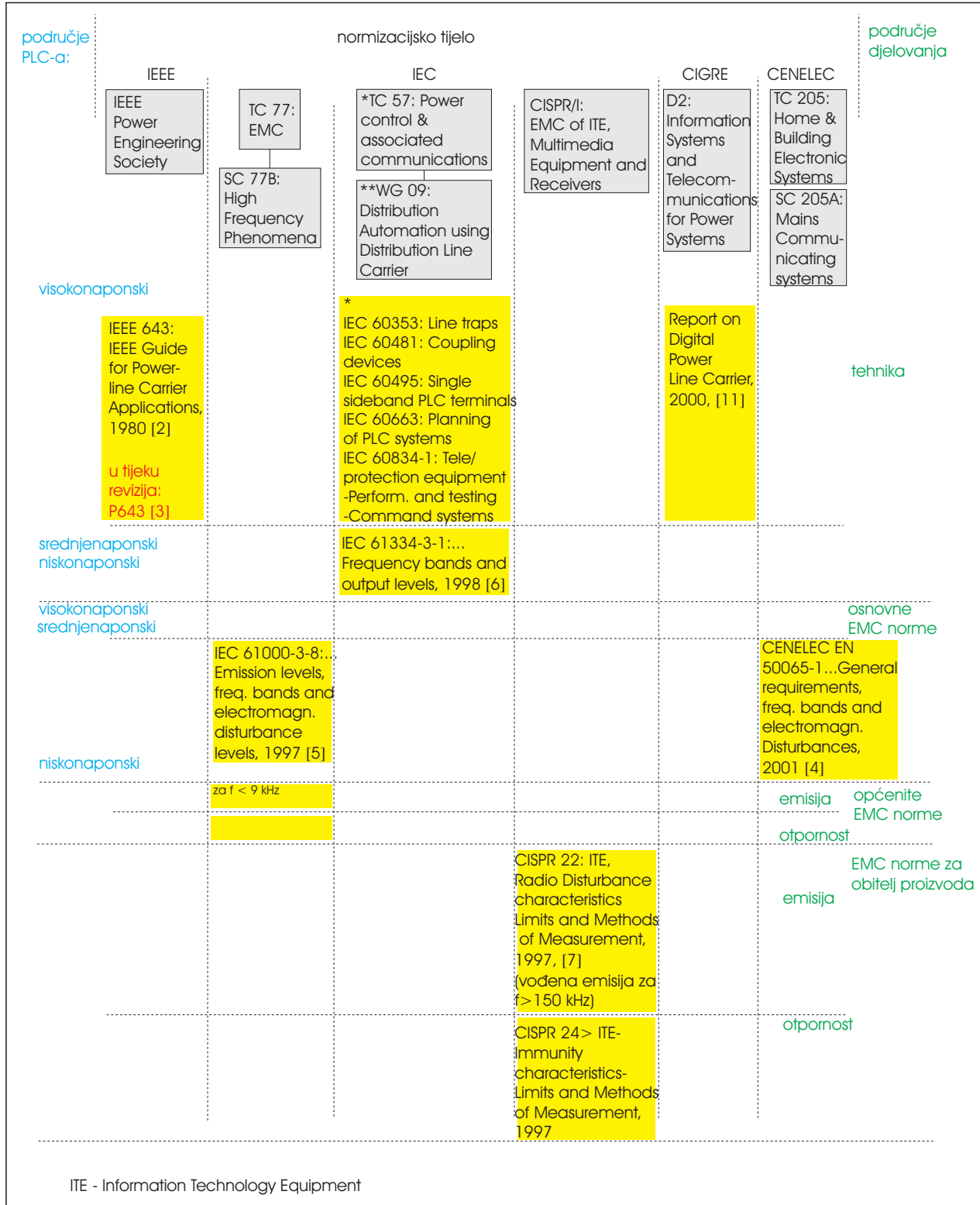
3. MEĐUNARODNA NORMIZACIJA PLC-a

Na polju normizacije PLC-a na međunarodnoj razini aktivne su međunarodne organizacije IEEE, IEC i CIGRE. IEC razvija međunarodne norme vezane uz EMC, a IEEE se bavi normizacijom uskopojasnog PLC-a na visokonaponskim elektroenergetskim vodovima. Organizacija CIGRE bavi se svim pitanjima važnim za elektroprivredna poduzeća, a u području PLC-a njeno dosadašnje djelovanje bilo je usmjereno na uskopojasni PLC.

Na slici 2 razvidno je prikazano stanje normizacije uskopojasnog PLC-a, koje uglavnom pokriva međunarodna normizacija, a u sljedećim točkama je u kratkim crtama opisana sveukupna aktivnost IEEE-a, IEC-a i CIGRE-a vezana uz PLC

3.1. IEEE

Pod okriljem društva IEEE Power Engineering Society djeluje Odbor za komuniciranje elektroenergetskim sustavom, Power System Communications Committee (adresa na Internetu: www.ewh.ieee.org/soc/pes/pscc).



Slika 2. Normizacija uskopojasnog PLC-a

Djelovanje ovog odbora obuhvaća normizaciju uskopojasnog PLC-a na visokonaponskim elektroenergetskim vodovima, za koji upotrebljavaju termin elektroenergetski nositelj (Power Line Carrier). Elektroenergetski nositelj definiran je kao komunikacijski medij na prijenosnim vodovima elektroprivrednih organizacija (ne razmatraju distribucijske niti druge vodove) koji upotrebljava frekvencije u rasponu do uključivo 490 kHz. U područje rada Odbora spada, između ostalog, procjena i izvješćivanje o svojstvima i performansama sustava komuniciranja putem elektroenergetskih vodova elektroprivrednih organizacija, preporuke glede dizajna i načina rada, te definiranje ispitnih postupaka, kao i istraživanje mehanizama smetnji od i prema Power Line Carrier sustavima (pododbor SC-3, Power Line Carrier Subcommittee).

Kao rezultat rada Odbora za komuniciranje elektroenergetskim sustavom, IEEE je 1980. godine izdao normu za uskopojasni PLC [2], namijenjenu prvenstveno inženjerima iz elektroprivreda kao i proizvođačima opreme za elektroprivrede.

1995. godine IEEE je pokrenuo revizijski projekt [3] s ciljem revizije te norme koji uključuje izradu materijala o obilježjima PLC kanala, definiranje postupaka izračunavanja performansi kanala, davanje naputaka o odabiru frekvencija, te diskusiju budućih trendova. Planirano vrijeme završetka projekta produljeno je do prosinca 2003. godine. Do studenog 2002. godine na stranicama društva na Internetu nema podataka o rezultatima rada na reviziji.

3.2. IEC

Normizacija vezana uz PLC odvija se unutar tri IEC-ova odbora:

- tehnički odbor TC 77 (EMC),
- tehnički odbor TC 57 (Power control & associated communications) i
- Međunarodni odbor za radijske smetnje, CISPR.

Većinu IEC-ovih normi za EMC CENELEC usvaja kao europske harmonizirane norme za Smjernicu o EMC-u.

3.2.1. Rad IEC-ovog tehničkog odbora TC 77 vezan uz PLC

Tehnički odbor TC 77 je odbor s horizontalnom funkcijom koji izrađuje norme vezane uz EMC, i to osnovne norme (serija 61000), općenite norme o emisiji za frekvencije do 9 kHz, te općenite norme o otpornosti na smetnje. U određenim okolnostima izdaje i norme za proizvod ili obitelj proizvoda. Taj je odbor izdao općenite norme za EMC za uredsko okruženje: za emisiju normu IEC 61000-6-3 (ekvivalentna joj je CENELEC-ova norma EN 50081-1), a za otpornost na smetnje normu IEC 61000-6-1 (ekvivalentna joj je CENELEC-ova norma EN 50082-1).

Unutar odbora TC 77 djeluje studijski odbor za fenomene na visokim frekvencijama, SC 77B. 1997. godine, šest godina nakon izdavanja europske norme [4] kojom CENELEC definira uporabu PLC-a na niskonaponskim elektroenergetskim vodovima u frekvencijskom pojasu od 3 kHz do 148,5 kHz, odbor SC 77B izdao je ekvivalentnu međunarodnu normu [5] kojom je frekvencijsko područje prošireno do 525 kHz. Razlog ovom proširenju je ITU-ovo određivanje namjene frekvencijskih područja prema kojem u Regiji 2 (Amerika) i Regiji 3 (Australija, južni dio Azije, Japan) radijsko emitiranje počinje na frekvenciji 525 kHz, za razliku od Regije 1 (Europa, Afrika, sjeverni dio Azije) gdje počinje na 148,5 kHz.

3.2.2. Rad IEC-ovog tehničkog odbora TC 57 vezan uz PLC

Tehnički odbor TC 57 donio je niz normi vezanih uz VF veze po VN vodovima, tj. uskopojasni PLC na visokonaponskim elektroenergetskim vodovima:

- IEC 60353: Line traps for a.c. power systems (definira prigušnice za PLC),
- IEC 60481: Coupling devices for power line carrier systems (definira spojne jedinice za PLC),
- IEC 60495: Single sideband power-line carrier terminals (definira terminal za PLC),
- IEC 60663: Planning of (single sidebands) power line carrier systems (definira planiranje PLC-sustava) i
- IEC 60834-1: Teleprotection equipment of power systems – Performance and testing – Part 1: Command systems (definira evaluaciju performansi i ispitivanje sustava daljinske zaštite realiziranih PLC-om).

Unutar odbora TC 57 djeluje i radna grupa WG 09 (Distribution Automation using Distribution Line Carrier) koja se bavi uskopojasnim PLC-om na niskonaponskim i sredjonaponskim elektroenergetskim vodovima. Ta je grupa 1998. godine definirala normu [6] koja opisuje kriterije i zahtjeve za automatizaciju distribucije za niskonaponske i sredjenaponske elektroenergetske mreže u frekvencijskom području od 3 kHz do 525 kHz.

3.2.3. Rad CISPR-a vezan uz PLC

IEC-ov Međunarodni odbor za radijsku interferenciju, CISPR, je odbor koji izrađuje osnovne norme koje specificiraju uređaje za mjerenje smetnji i otpornosti na smetnje, kao i načine mjerenja i to za frekvencije iznad 9 kHz (serija 16), te norme o emisiji za frekvencije iznad 9 kHz. Uz to, područje rada često proširuje i na izradu normi za proizvode, posebice višemedijske proizvode i određene kućanske aparate. U suradnji s ITU-R-om definira ograničenja vezana uz interferencije s radijskim službama, te propisuje dozvoljene granične vrijednosti emisije električnih i elektroničkih uređaja čijim se poštivanjem osigurava rad radijskih

komunikacija. Odbor CISPR je 1985. godine normom CISPR 22 definirao granične vrijednosti emisije za uređaje iz područja informatičke tehnologije, kao što su računala, uredski uređaji ili telekomunikacijski uređaji spojeni na niskonaponsku elektroenergetsku mrežu, te metode ispitivanja emisije tih uređaja. Ta je norma za EMC obitelji proizvoda iz područja informatičke tehnologije već dekadu i pol dominantna međunarodna norma za ispitivanje zračene i vođene emisije. Međutim, CISPR 22 definira granične vrijednosti zračene emisije samo za frekvencije iznad 30 MHz (vidi tablicu 4), dok za frekvencije ispod 30 MHz definira ograničenje vođene emisije (vidi tablicu 5). Trenutno je na snazi treće izdanje te norme [7]. Ekvivalentna joj je europska norma EN55022 [8]. Otpornost na smetnje za uređaje informatičke tehnologije CISPR definira normom CISPR 24. S obzirom da PLC uređaji spadaju u uređaje iz područja informatičke tehnologije, trebali bi biti obuhvaćeni odredbama normi CISPR 22 i CISPR 24.

Tablica 4. Granične vrijednosti zračene emisije prema normi CISPR 22

a) za uređaje razreda A (uređaji namijenjeni komercijalnom, industrijskom ili poslovnom okruženju)

frekvencijsko područje (MHz)	zračena emisija na udaljenosti 30 m * <i>Quasi-Peak</i> (dB μ V/m)
30 – 230	30
230 – 1000	37

b) za uređaje razreda B (uređaji namijenjeni stambenom okruženju)

frekvencijsko područje (MHz)	zračena emisija na udaljenosti 10 m * <i>Quasi-Peak</i> (dB μ V/m)
30 – 230	30
230 – 1000	37

* *Quasi-peak* - amplituda rangirana u odnosu na frekvenciju pojavljivanja

Tablica 5. Ograničenje vođene emisije prema normi CISPR 22

a) za uređaje razreda A (uređaji namijenjeni komercijalnom, industrijskom ili poslovnom okruženju)

frekvencijsko područje (MHz)	vođena emisija (dB V)	
	** <i>Quasi-Peak</i>	<i>Average</i>
0,15 – 0,5	79	66
0,5 – 30	73	60

b) za uređaje razreda B (uređaji namijenjeni stambenom okruženju)

frekvencijsko područje (MHz)	vođena emisija (dB V)	
	** <i>Quasi-Peak</i>	<i>Average</i>
0,15 – 0,5	66 - 56 *	56 - 46 *
0,5 – 5	56	46
5 – 30	60	50

* vrijednost opada linearno

** *Quasi-Peak* - amplituda rangirana u odnosu na frekvenciju pojavljivanja

Za PLC je od važnosti rad CISPR-ovog pododbora za zaštitu radijskih službi, CISPR/H (Limits for the Protection of Radio Services), koji razvija općenite norme za EMC, i pododbora za smetnje vezane uz višemedijske uređaje i uređaje informatičke tehnologije, CISPR/I (Electromagnetic Compatibility of Information Technology Equipment, Multimedia Equipment and Receivers), u čije područje rada spada i norma CISPR 22. CISPR/I je noviji pododbor CISPR-a, nastao u ljeto 2001. godine objedinjavanjem prijašnjih pododbora CISPR/E i CISPR/G zaduženih za informatičku, odnosno televizijsku opremu. Ovakvo objedinjavanje rezultat je činjenice da je kod nekih uređaja novije tehnologije koji mogu obavljati funkcije obiju vrsta uređaja ponekad teško odrediti spadaju li u televizijske ili računalne uređaje. Samim time nije uvijek jasno ni koju normu primijeniti, a vidljivo je kako ni nema smisla definirati različita ograničenja za informatičke od ograničenja za televizijske uređaje ukoliko isti uređaj može služiti za obje funkcije. Zadatak pododbora CISPR/I je donijeti novu EMC normu zajedničku za višemedijske proizvode i uređaje informatičke tehnologije. U međuvremenu se održavaju postojeće norme za EMC proizvoda: CISPR 13, 20, 22 i 24.

Između ostalog, CISPR/I radi na doradi norme CISPR 22 vezano uz PLC i to na definiranju ograničenja vođene emisije na ulazima PLC uređaja te na definiranju načina njenog mjerenja [9]. Prema verziji norme na snazi, smetnje zbog vođene emisije uređaja informatičke tehnologije mjere se na ulazu za napajanje i na telekomunikacijskom uređaju. Međutim, PLC-uređaji za obje funkcije koriste isti ulaz. Dosadašnji rezultat dorade norme CISPR 22 je dokument CISPR/I/44/CD u nacrtom obliku iz srpnja 2002. godine. U njemu CISPR zbog specifičnosti PLC-a predlaže uvođenje koncepcije dvonamjenskog ulaza [10]. Dvonamjenski ulaz spaja uređaj na niskonaponsku elektroenergetsku mrežu osiguravajući ujedno i prijenos informacija. Kako isti ulaz funkcionira kao korisnik napajanja te kao telekomunikacijski uređaj, na njega se odnose dvoja ograničenja te interferenciju treba mjeriti dva puta. Specifična ograničenja i načine mjerenja definirat će amandman norme CISPR 22. Zanimljivo je da

materijal definira vrijednost parametra *uzdužni vođeni gubici* (Longitudinal Conducted Losses) na $36 \text{ dB} \pm 3 \text{ dB}$. Ovakvo ograničenje temelji se na statističkoj analizi rezultata mjerenja parametra LCL u nizu zemalja provedenom kako bi se ustanovio LCL stvarnih električnih mreža. Frekvencije na kojima se mjerilo određivane su metodom slučajnog odabira. Granična vrijednost parametra LCL postavljena je na način da 80% vrijednosti dobivenih u provedenim mjerenjima zadovolja. Predložena granična vrijednost parametra LCL odgovara prijedlogu predstavnika PLC industrije [10]. Rezultat ovog rada pododbora CISPR/I bit će amandman norme CISPR 22.

3.3. CIGRE

Tehnički rad CIGRE provodi 15 studijskih komiteta, čija je zadaća iniciranje i koordinacija studija vezanih uz elektroprivrednu djelatnost koje doprinose tehničkom napretku odgovarajućeg područja. Studijski komiteti sudjeluju u organizaciji plenarnih sjednica i odabiru preferencijalnih tema za diskusije tijekom tih sjednica. Studijski komitet 35 bavi se telekomunikacijama i daljinskim upravljanjem elektroenergetskog sustava.

Na sastanku CIGRE-inog Studijskog komiteta 35 u Madridu 1995. godine formirana je radna skupina 35.02 (Task Force 35.02) čiji je zadatak bio procijeniti raširenost uporabe sustava komuniciranja putem visokonaponskih elektroenergetskih vodova, sustava VF veza po VN vodovima (Power Line Carrier system) i potrebu formiranja radne grupe za istraživanje digitalnih VF veza po VN vodovima [24]. Radna skupina napravila je upitnik i razaslala ga većem broju elektroprivrednih organizacija. Na temelju dobivenih 36 odgovora, zaključak radne skupine bio je kako slijedi [11]:

- elektroprivredne organizacije namjeravaju u buduću upotrebljavati VF veze po VN vodovima,
- sve anketirane elektroprivredne organizacije odgovorile su da namjeravaju implementirati ili evaluirati digitalne VF veze po VN vodovima,
- namjera anketiranih elektroprivrednih organizacija je održavati svoje osnovne aplikacije VF veza po VN vodovima, kao i implementirati mrežne aplikacije uporabom digitalnih VF veza po VN vodovima, te
- potrebno je formirati radnu grupu za istraživanje digitalnih VF veza po VN vodovima.

Temeljem ovakvih rezultata istraživanja radne skupine 35.02, 1996. godine formirana je radna grupa WG.09 sa zadatkom pripreme izvješća o digitalnim VF vezama po VN vodovima. Radna grupa WG.09 završila je rad 2000. godine objavljivanjem izvješća [11] o tehnologiji digitalnih VF veza po VN vodovima, koegzistenciji digitalnih i analognih VF veza po VN vodovima, uslugama, parametrima planiranja i postupcima ispitivanja.

U tijeku je reorganizacija rada CIGRE. Prema novoj organizaciji telekomunikacijama se bavi studijski komitet D2: Informatički sustavi i telekomunikacije za elektroenergetske sustave (Information Systems and Telecommunication for Power Systems). Jedna od preferencijalnih tema za kolokvij hrvatskog komiteta D2 u 2003. godini je iskustva s PLC-om.

4. EUROPSKA NORMIZACIJA PLC-a

Europska normizacijska organizacija za telekomunikacije, ETSI, pokrenula je projekt normizacije PLC-a.

Na europskoj razini normizacija PLC-a potpada pod odredbe Smjernice o EMC-u [1], te Smjernice o radijskim i telekomunikacijskim krajnjim uređajima [12], a na izradi pripadnih harmoniziranih normi aktivne su europske normizacijske organizacije ETSI i CENELEC.

U Europskoj uniji je u tijeku proces harmonizacije, koji podrazumijeva onemogućavanje ili uklanjanje razlika u tehničkom sadržaju normi istog opsega, posebice razlika koje mogu uzrokovati ometanje trgovine. Suštinski zahtjevi koje proizvodi moraju zadovoljavati definiraju se smjernicama.

Harmonizirane europske norme su europske norme čijim se poštivanjem osigurava usklađenost s odgovarajućom europskom smjernicom. Europske norme su norme čija je implementacija obvezna na nacionalnoj razini u zemljama članicama Europske unije: one dobivaju status nacionalne norme, a sve se nacionalne norme koje nisu u skladu s europskom normom odbacuju.

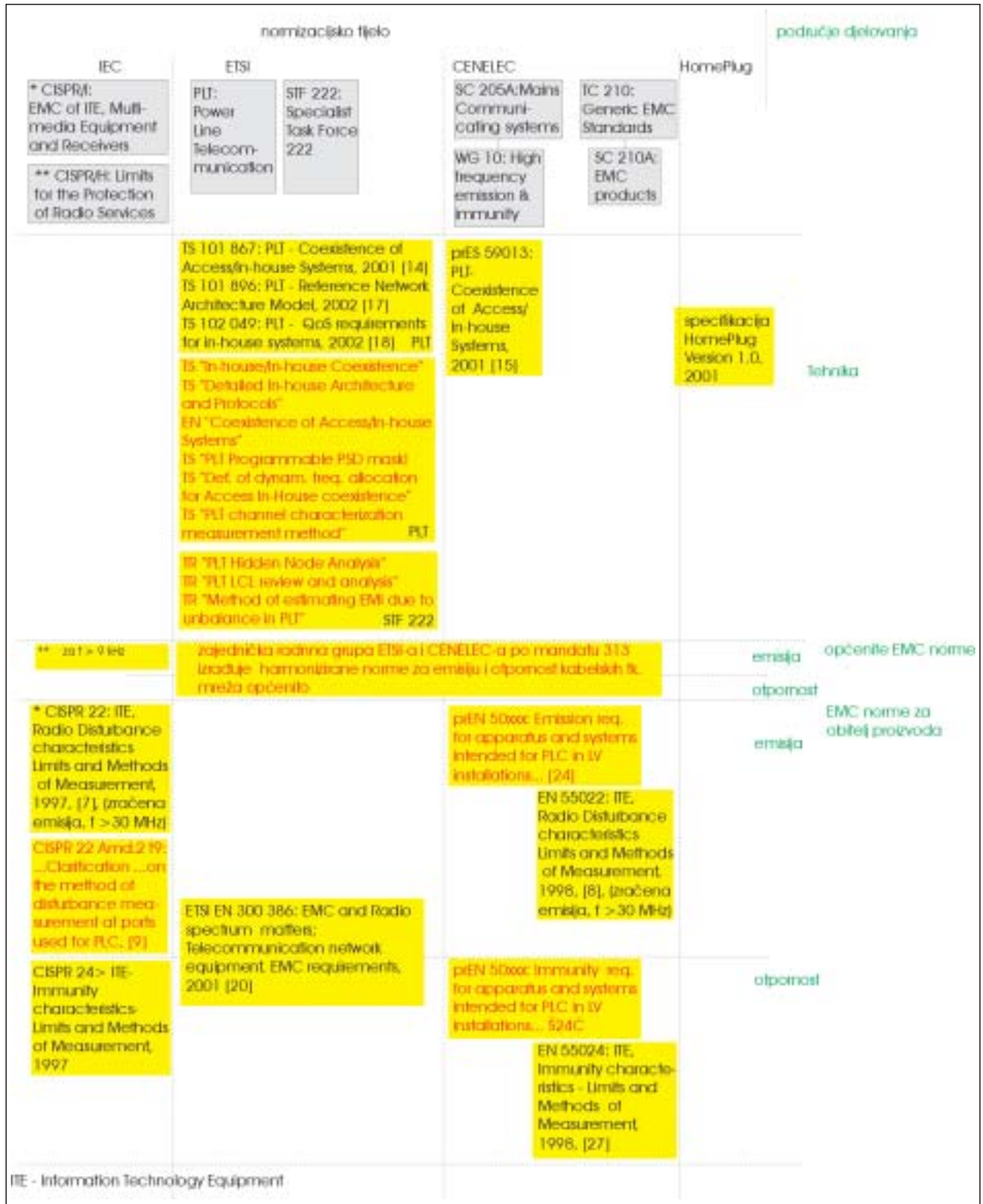
Na slici 3 razvidno je prikazano stanje normizacije širokopolasnog PLC-a, koje se velikim dijelom odvija unutar europskih normizacijskih organizacija ETSI i CENELEC. Sveukupna aktivnost ETSI-a i CENELEC-a vezana uz PLC je u kratkim crtama opisana u narednim točkama.

4.1. ETSI

Područja od interesa za PLC u kojima je ETSI aktivan su projekt o PLC-u, te izrada harmoniziranih normi pod Smjernicom o EMC-u vezanih uz telekomunikacijske mrežne uređaje, što je opisano u naredne dvije točke.

4.1.1. ETSI-jev rad na projektu Telekomunikacije putem elektroenergetskih mreža, PLT

U rujnu 2000. godine ETSI je započeo PLC projekt pod nazivom Telekomunikacije putem elektroenergetskih vodova, PLT. Jedan od početnih problema rada na projektu bila je podjela zadataka između nadležnih normizacijskih organizacija. U siječnju 2001. godine postignut je sporazum CENELEC-a, ETSI-a i CEPT-a o strukturiranju rada u području PLC-a. Temeljem do-



Slika 3. Normizacija širokopolasnog PLC-a

govora [13], ETSI-jev projekt PLT usko suraduje s drugim normizacijskim tijelima po sljedećim pitanjima:

- upravljanje spektrom - suradnja s CEPT ECC/ERC-om, preko ETSI ERM-a, "horizontalnog" tehničkog odbora ETSI-a odgovornog za normizaciju pod Smjer-

nicom o EMC-u i pitanja vezana uz radijski spektar za potrebe svih ostalih tehničkih tijela ETSI-a,

- EMC - zajednički rad ETSI-a i CENELEC-a, uključujući stručnjake iz odbora ETSI TC ERM, te CENELEC-ovih odbora SC 205A, TC 209, TC 210 i TC 215,

- niži slojevi sustava, fizički sloj - rješava CENELEC SC 205A, te
- pitanja vezana uz tržište - u domeni organizacije PLCforum.

Zadaća projekta PLT [13] je razvoj normi i specifikacija vezanih uz pružanje telekomunikacijskih usluga preko postojećih javnih i privatnih elektroenergetskih mreža. Norme trebaju obuhvatiti pružanje govornih i podatkovnih usluga preko prijenosnih i distribucijskih elektroenergetskih mreža i/ili električnih instalacija unutar zgrada, te omogućiti međusobni rad opreme različitih proizvođača kao i istodobnu zastupljenost različitih PLT sustava u istom okruženju. Također, u okviru projekta treba razviti i harmonizirane norme radi usklađivanja s odgovarajućim europskim smjernicama.

U okviru projekta potrebno je definirati profil sustava glede EMC emisije, te isti usuglasiti s odgovarajućim grupacijama (CEPT ERC i CENELEC) radi osiguravanja implementacije sustava bez neprihvatljivih interferencija s korisnicima radijskog spektra (posebice u HF pojasu) [13].

Kao rezultat projekta očekuju se sljedeće norme [13]:

- harmonizirane norme (EN) koje pokrivaju ograničenije emisije i otpornost PLC sustava na smetnje (podugovoreno s TC ERM) i
- harmonizirane norme (EN) koje pokrivaju dodatne bitne zahtjeve R&TTE smjernice (ukoliko bude potrebno).

Ostatak rada na projektu treba pokriti sljedeće vidove PLT-a [13]:

- referentni model mrežne arhitekture,
- aplikacijski model za usluge, te
- norme/specifikacije za osiguravanje međusobnog rada i međusobnog povezivanja PLT sustava na temelju referentnih modela.

Do prosinca 2002. godine rezultati rada na projektu su:

1. Tehnička specifikacija "Coexistence of Access and In-House Powerline Systems" [14].

Ova tehnička specifikacija definira postupke za osiguravanje istodobnog rada pristupnih i kućnih PLC sustava koji dijele spektr od 1,6 MHz do 30 MHz. Cilj specifikacije je tehničkim metodama izbjeći smetnje između dvije grupe zakonitih vlasnika energetske mreže: elektroprivrede i vlasnika kućanstava, ukoliko nije postignut odgovarajući zajednički sporazum glede smetnji. Koordinirati planiranje frekvencija za kućne PLC sustave bilo bi teško, budući da se različiti vlasnici kućanstava opredjeljuju za kućne PLC sustave različitih proizvođača. Zbog toga je potrebno definirati mehanizam onemogućavanja interferencije između kućnih i pristupnih PLC sustava.

Mogućnost istodobnog rada temelji se na uvođenju blokirajućih filtera ili na frekvencijskoj podjeli. Ukoliko se blokirajućim filtrima može postići da je maksimalna smetnja koju jedan PLC sustav uzrokuje

drugom – 120 dBm/Hz (odgovara prosječnoj razini praga smetnji) u cijelom frekvencijskom području, smatra se da ta dva sustava mogu istodobno raditi. U suprotnom je za prvu generaciju PLC sustava definirana obvezna frekvencijska podjela: frekvencijski raspon od 1,6 MHz (uključivo) do 10 MHz je za pristupne PLC sustave (*access*), a frekvencijski raspon od 10 MHz do 30 MHz za kućne PLC sustave (*in-house*). Time je pristupnom PLC-u dodijeljen atraktivniji dio spektra, ali i manja širina spektra. Kasnije je CENELEC, kao organizacija zadužena za normizaciju nižih slojeva PLC-a, u nacrtu specifikacije ES 59013 [15] definirao drugačiju podjelu frekvencija između pristupnih i kućnih PLC sustava. Tijekom 32. sastanka ETSI-jeve Uprave razmatran je problem dviju verzija iste specifikacije, ETSI-jeve i CENELEC-ove, te je predloženo da raspodjelu frekvencija za prvu generaciju PLC uređaja izradi CENELEC koji je nadležan za niže slojeve sustava, te da se rezultirajuća specifikacija ES 59013 koristi kao polazište za ETSI-jev daljnji rad na normizaciji PLC-a [16].

Za drugu generaciju PLC sustava specifikacija najavljuje fleksibilno upravljanje frekvencijama: u slučaju da se kućni PLC sustav ne koristi, bilo vremenski bilo geografski, pristupni PLC sustav može upotrebljavati veći dio spektra i obrnuto. Preduvjet za fleksibilno upravljanje uporabom spektra je zajednički signalizacijski kanal.

Kako nije dogovoren zajednički fizički sloj za PLC sustave, potreban je mehanizam za istovremenu prisutnost različitih fizičkih slojeva (OFDM, GMSK, QPSK, CDMA, ...). Radi toga predloženo je da se za svaki frekvencijski kanal uvede signalni frekvencijski raspon koji bi se upotrebljavao kao zajednički signalizacijski kanal. Taj bi se signalizacijski kanal smjestio u spektru neposredno iznad podatkovnog kanala kojem je namijenjen, a sadržavao bi malu količinu informacija (npr. kanal u uporabi/kanal slobodan, koji se fizički sloj upotrebljava : OFDM, GMSK, QPSK, CDMA ili nešto treće). Kako bi signalni frekvencijski raspon služio za više PLC sustava, potreban je mehanizam uočavanja sudara.

Specifikacija ne definira EMC ograničenja.

2. Tehnička specifikacija "Reference Network Architecture Model; PLT Phase I" [17].

Ova tehnička specifikacija definira model mrežne arhitekture PLC sustava i PLC vanjska sučelja, te predstavlja osnovu za daljnji normizacijski rad. Definiran je niz različitih sučelja kako na korisničkoj strani tako i na strani mreže (vidi sliku 2), te pokazan način njihovog međusobnog povezivanja za potrebe prijenosa korisničkih i signalizacijskih podataka putem PLC mreže. Razlikuju se dva područja gdje je potrebno osigurati mogućnost međusobnog rada PLC sustava i drugih sustava:

- međusobni rad PLC mreža i telekomunikacijskih mreža za telekomunikacijske usluge
- međusobni rad PLC mreža i elektroenergetskih mreža.

Zbog toga model referentne mrežne arhitekture PLC-a definira dvije grupe sučelja: I_T sučelja i I_P sučelja.

Sučelja I_{T-Cx} su točke spajanja PLC sustava na uređaje drugih komunikacijskih mreža. Sučelja I_{T-Rx} su sučelja

krajnjih korisnika mreže. Mogu imati različite funkcije za različite aplikacije: sučelje za osobno računalo (tj. krajnji telekomunikacijski uređaj), terminal za uslugu dodane vrijednosti (npr. za očitavanje električnog brojila) i druge.

Osim za povezivanje na komunikacijsku mrežu prikazano slikom 4, sučelje I_{T-Cx} može biti i točka spajanja na sučelje I_{T-Rx} drugog PLC-sustava, bilo u lančanoj, bilo u hijerarhijskoj PLC-infrastrukturi (npr. sučelje I_{T-CP} na sučelje I_{T-RL}).

Osim za spajanje korisnikovih krajnjih uređaja prikazano slikom 4, sučelje I_{T-Rx} može biti i točka spajanja na sučelje I_{T-Cx} drugog PLC-sustava, bilo u lančanoj, bilo u hijerarhijskoj infrastrukturi PLC-a.

Sučelja I_{P-Cx} su točke spajanja središnjih PLC-uređaja na elektroenergetsku mrežu, a sučelja I_{P-Rx} točke spajanja krajnjih PLC-uređaja na elektroenergetsku mrežu.

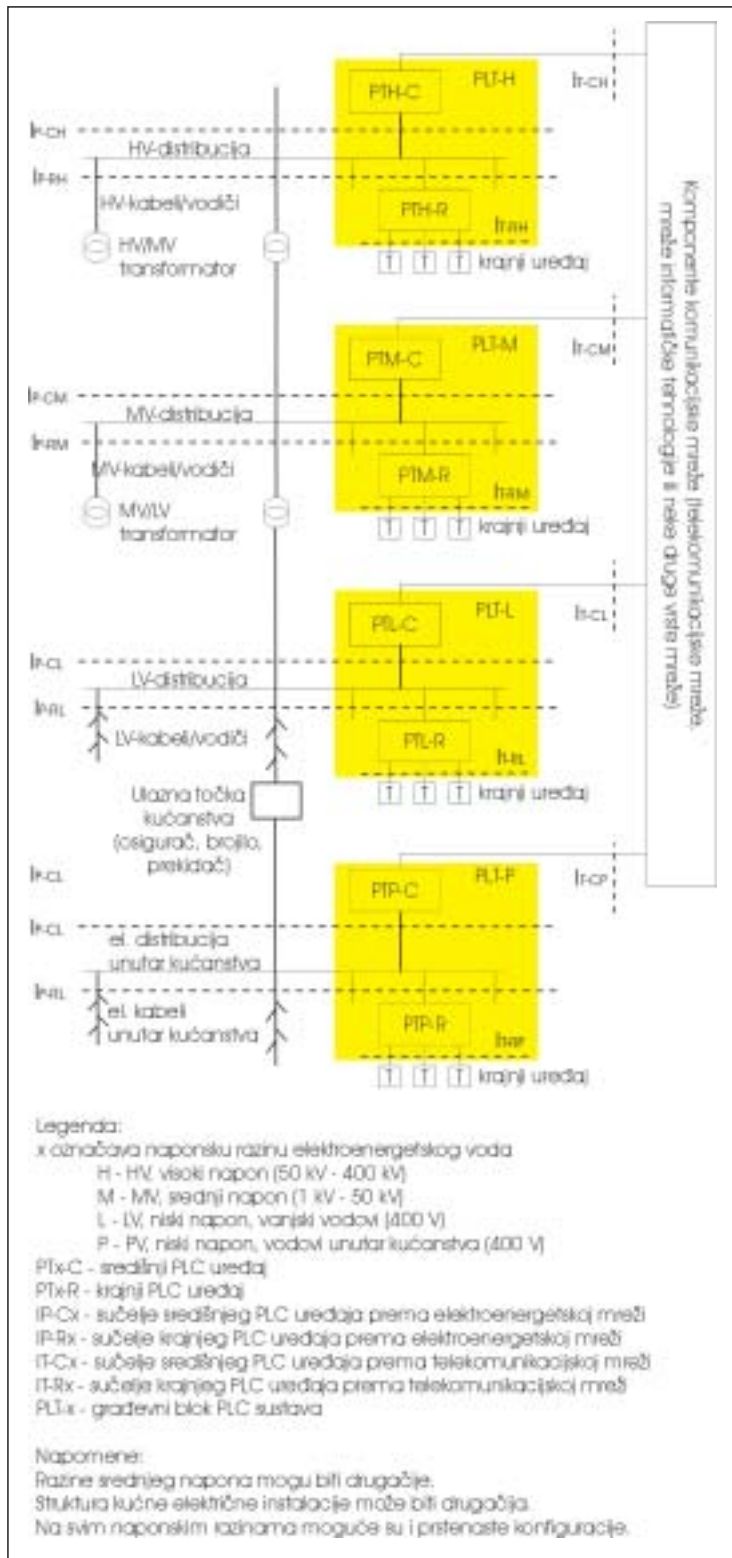
Građevni blok PLC-sustava sastoji se od jednog središnjeg PLC-uređaja na koji se spaja jedan ili više odgovarajućih krajnjih PLC-uređaja.

Središnji PLC-uređaji, $PTx-C$, su modemske jedinice koje moduliraju informacije primljene iz komunikacijske mreže u radio-frekvencijske signale radi slanja na elektroenergetske vodove putem odgovarajućeg sučelja I_{P-Cx} . U suprotnom smjeru demoduliraju radiofrekvencijske signale primljene putem sučelja I_{P-Cx} s elektroenergetskih vodova i dobivene informacije šalju u komunikacijsku mrežu putem odgovarajućeg sučelja I_{T-Cx} . Sličnu modemsku ulogu imaju krajnji PLC-uređaji, $PTx-R$.

3. Tehničko izvješće "Quality of Service (QoS) requirements for in-house systems" [18].

Ovo tehničko izvješće definira parametre kakvoće usluga, kao i zahtjeve na kakvoću usluga PLC sustava za pružanje kućnih PLC usluga, za koje uvodi termin kućna PLC-mreža. Izvješće predstavlja referentni dokument za daljnju normizacijsku aktivnost. Kako bi kućne PLC-mreže zadovoljile zahtjeve korisnika kućnih PLC-usluga i tržišta njihove performanse trebaju biti predvidive, tj. kućne PLC-mreže trebaju ispuniti zahtjeve vezane uz kakvoću usluge za svaku primjenu koju omogućuju.

U tablici 6 kategorizirani su uređaji za kućne PLC-mreže. Spajanjem tih uređaja u kućnu PLC-mrežu bilo PLC-sučeljem za uređaj ili priključivanjem na PLC-modem, unutar kućanstva se putem električne instalacije omogućavaju aplikacije i usluge iz područja



Slika 4. Sučelja PLC-a prema ETSI TS 101 806 V.1.1.1

zabave (audio, video, igre), prijenosa informacija (Internet, elektronički pregled programa, prijenos datoteka, elektroničko poslovanje, *tele-services*), komunikacija (govorna telefonija, videofon, elektronička pošta), automatizacije kućanstava i nadzora uređaja (grijanje, ventilacija, klimatizacija, nadzor kućanskih aparata), te sigurnosti i nadzornih sustava (nadzorne kamere, vatrodojava, detektori pokreta).

Tablica 6. Kategorizacija uređaja za kućne PLC-mreže

klijentski uređaji (ne uspostavljaju komunikaciju samostalno)	– ulazni (izvor komunikacijskog toka)	kamera
		mikrofon
		tipkovnica
		skener
	– izlazni (ponor komunikacijskog toka)	televizor
		zaslon osobnog računala (PC monitor)
		zvučnik
	– uređaji za pohranu (storage devices)	videorekorder
		DVD-RW
		tvrdi disk
	– nadzirani uređaj	optički disk
		kućanski aparat
	poslužiteljski uređaji (uspostavljaju komunikaciju i nadležni su za prioritizaciju i parametrizaciju usluge)	pristupnik
modem		
osobno računalo		

Korisnikove zahtjeve na određenu aplikaciju ili uslugu treba opisati skupom parametara za kakvoću usluge ili razredom usluge koji određuje prioritet usluge. Na taj način dobiva se profil kakvoće usluge za dotičnu aplikaciju ili uslugu. Parametri kakvoće usluge koriste se za inženjering prometa, rezervaciju resursa i nadmetanje za medij.

Uređaji koji zahtijevaju parametriziranu kakvoću usluge moraju moći pratiti ponašanje mreže. Prije nadmetanja za pristup mediju, takvi uređaji trebaju provjeriti raspoloživost potrebnih resursa mreže. Krajnji uređaji ne mogu uspostaviti novu vezu za promet određenog razreda ukoliko nisu raspoloživi resursi potrebni za taj razred prometa.

Instalacija kućne PLC-mreže treba biti automatizirana. Funkcionalnosti upravljanja mrežom koje trebaju biti podržane su početak i prekid aplikacija, održavanje resursa, kao i isključivanje i konfiguriranje uređaja.

Izvješće definira općenite vidove kakvoće usluge za različite vrste aplikacija i njihove granične vrijednosti, kao i granične vrijednosti kašnjenja. U tablici 7 dani su parametri kakvoće usluga i njihove zahtijevane vrijednosti za različite vrste aplikacija određeni ovim tehničkim izvješćem.

Prema podacima o projektu PLT na ETSI-jevoj stranici na Internetu, portal.etsi.org, u izradi su sljedeći dokumenti:

- tehnička specifikacija “*In-house/In-house Coexistence*” (specifikacija treba definirati metodologiju

Tablica 7. Parametri kakvoće usluge i zahtijevane vrijednosti tih parametara za različite vrste aplikacija prema tehničkom izvješću ETSI TR 102 049 Ver.1.1.1

Vrsta aplikacije	Parametri kakvoće usluge					
	brzina prijenosa podataka	kašnjenje s kraja na kraj u jednom smjeru	kolebanje kašnjenja	osjetljivost na smetnje	privatnost	cjelovitost podataka
govor	< 64 kbit/s	< 150 ms (po mogućnosti) < 400 ms granica	1 ms	mala, za pakete < 0,001	potrebna enkripcija	nema FEC nema retransmisije
igre	još nedefiniran broj Mbit/s	< 200 ms	nije specificirano	srednja	ne	FEC
audio i video streaming (osim DVD)	još nedefiniran broj Mbit/s	< 10 s	<< 1 ms	mala, < 1%	autentikacija	FEC, praćenje pogrešaka, retransmisija na sloju podatkovnog linka
DVD	još nedefiniran broj Mb/s	< 20 ms	< 2 ms	mala, < 1%	autentikacija	FEC, praćenje pogrešaka, retransmisija na sloju podatkovnog linka
pošta	niska	po mogućnosti < 2 s prihvatljivo < 4 s	nije specificirano	velika	potrebna enkripcija	FEC, retransmisija na mrežnom sloju
Internet	niska	po mogućnosti < 2 s/stranici prihvatljivo < 4 s/stranici	nije specificirano	velika		retransmisija
elektroničko poslovanje	niska	po mogućnosti < 2 s prihvatljivo < 4 s	nije specificirano	velika	autentikacija autorizacija enkripcija	retransmisija na mrežnom sloju
tele-services	visoka	< 400 ms	< 600 ms	velika	autentikacija	retransmisija
automatizacija kućanstva	niska	< 400 ms	< 600 ms	velika	autentikacija	retransmisija na mrežnom sloju

koja će osigurati mogućnost istodobnog rada različitih kućnih PLC sustava),

- tehnička specifikacija “*Detailed In-house Architecture and Protocols*” (obuhvaća referentnu arhitekturu, vidove fizičkog sloja i sloja podatkovne veze, mehanizme za osiguravanje kvalitete usluge, rad s pristupnim mrežama, povezivanje s kućnim kabelskim i bežičnim mrežama),
- europska norma “*Coexistence of Access and In-house Powerline Systems*” (obuhvaća upravljanje resursima, sloj pristupa mediju, mogućnost međusobnog rada kućnih PLC sustava različitih proizvođača, i sl., a rad na ovoj normi je revizija istoimene specifikacije),
- tehnička specifikacija “*PLT Programmable PSD mask*” (specifikacija treba definirati zahtjeve koje trebaju zadovoljiti mehanizmi za programiranje maske za spektralnu gustoću snage, Power Spectral Density Mask),
- tehnička specifikacija “*Definition of a Dynamical Frequency Allocation for Access/In-House Coexistence*” (sobzirom da može doći do situacije da se istodobno ne koriste i pristupne i kućne PLC usluge, potrebno je omogućiti da se cijeli frekvencijski spektar upotrebljava za pristupne PLC usluge, kad se ne upotrebljavaju kućne PLC usluge, kao i obrnuto), te
- tehničko izvješće “*PLT Channel Characterization Measurement Method*”, koji će se koristiti za zapisivanje postavki mjerenja i pitanja vezanih uz mjerenje za potrebe specijalističkog zadatka 222 opisanog u točki 4.1.1.1.

Svrha projekta PLT je omogućiti elektroprivrednim organizacijama pružanje telekomunikacijskih usluga preko elektroenergetske mreže.

4.1.1.1. ETSI-jev specijalistički zadatak broj 222

ETSI-jev mehanizam za ubrzavanje donošenja hitno potrebne tehničke normizacije je definiranje grupe za specijalistički zadatak kao podrške odgovarajućoj ETSI-jevoj tehničkoj organizaciji.

Tako je u rujnu 2002. godine osnovana grupa (3 člana i voditelj) za specijalistički zadatak broj 222 (STF 222, Specialist Task Force 222) za podršku rada na ETSI-jevom projektu PLT [19].

S obzirom da ne postoji autoritativan izvor informacija o PLC-u dolazi do tehničke neusklađenosti unutar različitih normizacijskih tijela vezano uz PLC. Također, uočena je prijetnja podjele tržišta između proizvođača međusobno nekompatibilnih PLC-rješenja.

Grupa za specijalistički zadatak broj 222 treba izraditi izvješća koja će osigurati vjerodostojni prikaz situacije vezane uz PLC i mogućnost međusobnog rada PLC-sustava za niskonaponske elektroenergetske vodove različitih proizvođača. Pretpostavka za razumijevanje situacije i izradu izvješća je provedba masovnih mje-

renja, te analiza i prezentacija dobivenih rezultata. Rad grupe uključuje planiranje i provođenje mjerenja, te analizu, prikaz i prezentaciju rezultata u izvješćima. Grupa treba dati preporuke za poboljšanje rada tehničkih tijela koja se bave PLC-om kako bi se olakšao i ubrzao rad na normizaciji PLC-a. Osnovni cilj rada grupe je podrška projektu ETSI PLT u definiranju strategije, racionalizaciji, analizi, postizanju konsenzusa i izradi normi.

Grupa za specijalistički posao broj 222 radi na sljedećim izvješćima:

- tehničko izvješće “*PLT Hidden Node Analysis*”,
- tehničko izvješće “*PLT LCL Review and Analysis*”, izvještaj o vrijednosti parametra *uzdužni vođeni gubici*,
- tehničko izvješće “*Method for Estimating EMI due to Unbalance in PLT*”, izvještaj o načinu procjenjivanja elektromagnetske interferencije zbog nebalansiranosti PLC-a.

Prva tri izvješća treba izraditi uzevši u obzir pitanja kao što su razlike u uzemljenju, razlike među državama i operatorima, topologija distribucija i faza, lokalno opterećenje mreže i slično.

Završetak aktivnosti grupe planiran je za kraj ožujka 2003. godine.

4.1.2. ETSI-jev rad na harmoniziranim normama za Smjernicu o EMC-u

ETSI je europska normizacijska organizacija koja, između ostalog, u skladu s mandatom Europske komisije izrađuje harmonizirane norme za Smjernicu o EMC-u, i to norme o EMC-u telekomunikacijskih mrežnih uređaja i norme o EMC-u radijskih uređaja i sustava. Ovi su zadaci u nadležnosti radne grupe za EMC unutar ETSI-jevog odbora ERM, koja usko surađuje sa CENELEC-ovim tehničkim odborom TC 210. Dosađajni rezultat rada ETSI-jeve radne grupe ERM EMC u tom području je harmonizirana norma za telekomunikacijske mrežne uređaje, EN 300 386. Radi se o normi za obitelj proizvoda koja specificira elektromagnetsku usklađenost uređaja instaliranih u telekomunikacijskim centrima, kao i uređaja korištenih u telekomunikacijskim mrežama. Sadrži specifikaciju instalacijskog okruženja, ispitne metode za otpornost na smetnje i emisiju, ispitne razine i ograničenja, općenite uvjete za ispitivanje kao i posebne zahtjeve za pojedine grupe opreme. U tablici 8 navedene su ispitne metode za otpornost i emisiju telekomunikacijskih mrežnih uređaja prema ovoj normi. Ograničenje emisije zračenog elektromagnetskog polja na ulazu kućišta, vođene emisije na ulazu za napajanje izmjeničnom strujom i ulazu za napajanje istosmjernom strujom, kao i na telekomunikacijskom ulazu treba biti u skladu s normom EN 55022 [8]. Trenutno je na snazi verzija 1.3.1 norme 300 386 [20], kojom je područje norme prošireno na uređaje kabelske televizije i višemedijske uređaje, kao i xDSL uređaje.

Tablica 8. Ispitne metode za otpornost i emisiju telekomunikacijskih mrežnih uređaja prema normi EN 300 386

1. Ispitne metode za otpornost na smetnje		
1.1. Elektrostatsko pražnjenje		prema EN 61000-4-2 ¹⁾
1.2. Brzi električni tranzijenti		prema EN 61000-4-4 ²⁾
1.3. Otpornost na vođene kontinuirane signale		
za frekvencije do 150 kHz		nema zahtjeva
za frekvencije iznad 150 kHz	na ulazu za izmj. napajanje	prema EN 61000-4-6 ³⁾
	na ulazu za istosmj. napajanje	prema EN 61000-4-6 ³⁾
	na signalnom ulazu	prema EN 61000-4-6 ³⁾
1.4. Otpornost na zračena elektromagnetska polja		prema EN 61000-4-3 ⁴⁾
1.5. Otpornost na smetnje na ulazima za napajanje		
za frekvencije do 150 kHz	za uređaje u tk centrima	nema zahtjeva
	za uređaje izvan tk centara	prema EN 61000-4-11 ⁵⁾
2. Ispitne metode za emisiju		
2.1. Ulaz za izmjenično napajanje		
za vođenu emisiju u frekv. podr. od 0,15 MHz do 30 MHz		prema EN 55022 [8]
za emisiju strujnih harmonika		prema EN 61000-3-2 ⁶⁾
za fluktuaciju napona		prema EN 61000-3-3 ⁷⁾
2.2. Ulaz za istosmjerno napajanje		
		prema EN 55022 [8]
2.3. Telekomunikacijski ulaz		
za vođenu emisiju u frekv. podr. od 0,15 MHz do 30 MHz		prema EN 55022 [8]
2.4. Zračena emisija		
za zračenu emisiju u frekv. podr. od 30 MHz do 1000 MHz		prema EN 55022 [8]

¹⁾ EN 61000-4-2: "Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test"

²⁾ EN 61000-4-4: "Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-6: Testing and measurement techniques - Electrical fast transient/burst immunity test "

³⁾ EN 61000-4-6: "Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-6: Testing and measurement techniques - Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields"

⁴⁾ EN 61000-4-3: "Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-3: Testing and measurement techniques - Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test"

⁵⁾ EN 61000-4-11: "Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-11: Testing and measurement techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests"

⁶⁾ EN 61000-3-2 (2000): "Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current up to and including 16 A per phase"

⁷⁾ EN 61000-3-3 (1995): "Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current 16 A per phase and not subject to conditional changes"

Nadovezano na rad na projektu PLT i rad na harmoniziranim normama o EMC-u telekomunikacijskih mrežnih uređaja, ETSI je u prosincu 2001. godine prihvatio mandat 313 za izradu harmonizirane norme za emisiju i otpornost na smetnje kablinskih telekomunikacijskih mreža općenito zajedno s njihovim kućnim proširenjima [21]. Prema zahtjevima mandata [21], potrebno je obuhvatiti telekomunikacijske mreže ostvarene energetskim kabelima, koaksijalnim kabelima i telefonskim paricama, što ne isključuje i neke druge medije. Ove se harmonizirane norme trebaju odnositi samo na mreže, a ne i na proizvode, a pri njihovoj izradi treba uvažavati postojeće tehničke specifikacije, uključivo i međunarodne, gdje god bude moguće, kao i postojeće harmonizirane norme za proizvode ukoliko će se ti proizvodi spajati na mrežu. Uz to, naglašena je potreba zaštite frekvencija koje koriste službe sigurnosti i žurne službe.

U veljači 2002. godine dogovoreno je da se prvo izradi općenita norma koja će definirati ograničenja emisije i načine ispitivanja zajedničke za sve vrste telekomunikacijskih mreža kako bi se osigurao jednak tretman svih tehnologija [22]. Zajednička radna grupa CENELEC-a i ETSI-a osnovana u siječnju 2000. godine za rad na ETSI-jevom projektu o PLC-u (vidi poglavlje 4.2.2.) već se bavila ovom problematikom, te je imenovana kao zajednička radna grupa za EMC vodljivih prijenosnih mreža (JWG on EMC of Conducted Transmission Networks) i određena za izradu jedinstvene norme o EMC-u u skladu sa zahtjevima iz Mandata 313 [22]. Pri izradi te norme potrebno je primjera radi razmotriti postojeća različita gledišta u smislu ograničenja emisije, npr. stajalište engleskog i njemačkog regulatora. Prvenstvena svrha ove harmonizirane norme u prvom koraku je uporaba u slučaju prigovora (*enforcement standards*), uz definiranje mjernih metoda i ograničenja zračene emisije

u frekvencijskom području od 9 kHz do 3 GHz [22]. Nakon izrade i prihvaćanja ove norme, zemlje članice EU-a trebat će u roku od šest mjeseci odbaciti i ukinuti sve nacionalne norme koje će biti u suprotnosti s tom normom.

Uz rad na europskoj razini, ETSI je članica CISPR-a i posebice aktivno sudjeluje u radu pododbora CISPR/I (bivšeg CISPR/G) vezano uz globalne norme za EMC za informatičke i telekomunikacijske krajnje uređaje. Ograničenja emisije na radijskim frekvencijama koja CISPR/I definira, ETSI ugrađuje u norme za EMC za proizvode ili grupe proizvoda.

4.2. CENELEC

Problematiku PLC-a dotiče rad četiri tehnička odbora CENELEC-a: TC 205 (Home&Building Electronic Systems), TC 210 (Generic EMC Standards), TC 209 (CATV), te TC 215 (Building Cabling). Uz to, CENELEC djeluje u zajedničkoj radnoj grupi s ETSI-jem o pitanju EMC-a kabljskih mreža korištenih za širokopolasne komunikacije. U narednim točkama u kratkim je crtama opisan rad CENELEC-ovih odbora vezan uz PLC.

4.2.1. Rad CENELEC-ovog tehničkog pododbora SC 205A vezan uz PLC

Od početka 90-tih godina CENELEC-ov pododbor SC 205A, dio odbora TC 205, zadužen za komunikacijske sustave koji upotrebljavaju niskonaponske elektroenergetske vodove (Mains Communicating Systems), radi na normizaciji prijenosa podataka niskonaponskim mrežama u okviru javnih distribucijskih mreža ili u okviru korisničkih sustava unutar zgrade u frekvencijskom pojasu od 3 kHz do 148,5 kHz.

Rezultat je normizacija uskopojasne primjene PLC tehnologije na niskonaponskim mrežama, norma EN 50065-1 [4], čiji su kasniji amandmani:

- EN 50065-1:1991/A1:1992 "Amendment to clause 4,6 & 7 and annex C of EN"
- EN 50065-1:1991/A2:1995 "Amendment to clause 7 and addition of annex E"
- EN 50065-1:1991/A3:1996 "Amendment to clause 6 & 9 and subclause 8.1 and addition of annex E"

Na snazi je drugo izdanje te norme [23] iz 2001. godine. Norma definira dodjelu frekvencijskog područja različitim aplikacijama, ograničenja izlaznog napona krajnjih uređaja (vidi tablicu 9) i ograničenja smetnji, te daje metodu mjerenja. Metoda modulacije signala, metoda kodiranja, funkcijska svojstva (izuzev onih za sprječavanje zajedničkih smetnji), zahtjevi na okruženje, kao ni ispitivanje nisu definirani ovom normom. Ova norma spada u osnovne norme za EMC.

Cilj norme je ograničiti međusobno djelovanje PLC uređaja za predaju/slanje signala, kao i njihov utjecaj na osjetljive elektroničke uređaje.

Tablica 9. Ograničenja izlaznog napona prema normi EN 50065-1

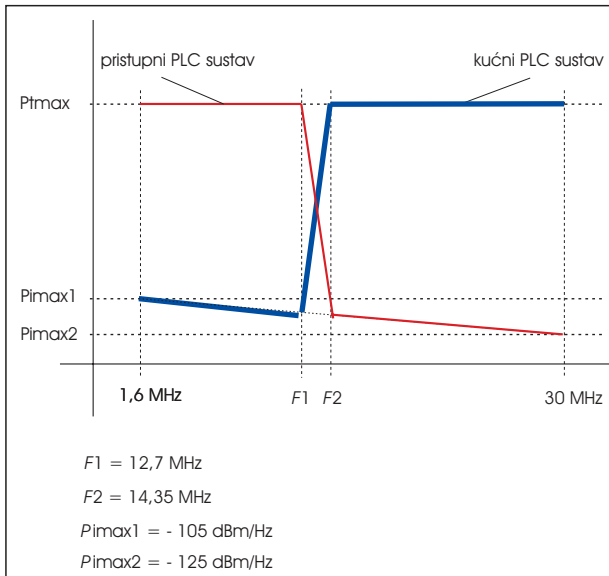
Pojas	Frekvencijsko područje (kHz)	Maksimalna razina predaje		Pristupni protokol CSMA	Korisnik
		(V)	(dB μ V)		
A	9-95	10	134-122	-	elektroprivreda
B	95-125	1,2	122	-	privatni
C	125-140	1,2	122	nositelj 132 kHz	privatni
D	140-148,5	1,2	122	-	privatni

Frekvencije koje je CENELEC ovom normom dodijelio PLC-u idealne su za primjene kojima je PLC prvobitno namijenjen, tj. daljinska mjerenja i ostale telekomunikacijske usluge za potrebe elektroprivrednih poduzeća za koje je zadovoljavajuća brzina od nekoliko desetaka kbit/s. Uporaba tih frekvencija u komercijalnim pristupnim telekomunikacijskim mrežama nije praktična, jer se zbog ograničene propusnosti ne mogu postići brzine reda veličine Mbit/s.

U lipnju 1999. godine CENELEC je unutar pododbora SC205A oformio i radnu grupu za širokopolasni PLC, WG10 (High frequency emission & immunity), sa zadatkom definiranja rada na frekvencijama od 148,5 kHz do 30 MHz. U okviru te radne grupe u tijeku je izrada specifikacije za istodobni rad pristupnog i kućnog PLC-a u frekvencijskom području od 1,6 MHz do 30 MHz. Preciznije, specifikacija treba osigurati istodobni rad sučelja I_{P-CL} i I_{P-RL} sa sučeljima I_{P-CP} i I_{P-RP}. Nacrt specifikacije [15] predan je na postupak usvajanja. Istodobni rad pristupnih i kućnih PLC sustava osigurava se definiranjem najviše razine smetnji koje pristupni PLC sustav smije uzrokovati kućnom PLC sustavu i obrnuto prema krivulji P_{imax} prikazanoj na slici 5. Zadovoljavajuće gušenje između pristupnog i kućnog PLC sustava može se postići blokirajućim filtrima (u jednom ili u oba sustava) ili na neki drugi način. Ukoliko se zadovoljavajuće gušenje postiže filtrimima, ne treba se pridržavati definirane maske za gustoću snage spektra, niti definirane raspodjele frekvencijskog spektra. Ukoliko se ne može postići zadovoljavajuće gušenje prema krivulji P_{imax} prikazanoj na Slici 5, obvezno je primijeniti sljedeću raspodjelu frekvencija definiranu za PLC uređaje prve generacije:

- pristupni PLC sustav koristi frekvencije od 1,6 MHz (uključivo i 1,6 MHz) do 12,7 MHz, a
- kućni PLC sustav koristi frekvencije od 14,35 MHz do 30 MHz.

Specifikacija najavljuje fleksibilno upravljanje frekvencijama u sljedećim generacijama PLC uređaja, te definira potrebu za zajedničkim signalizacijskim kanalom. Postoji mogućnost da se na temelju ovog materijala u konačnici izradi europska norma, a ne europska specifikacija.



Slika 5. Odjeljivanje pristupnog i kućnog PLC sustava: prema CENELEC prES 59013

Područje ove specifikacije preklapa se sa ETSI-jevom specifikacijom TS 101 867 [14], kao što je već rečeno u točki 4.1.1.

Osim ove specifikacije, u okviru radne grupe WG10 u tijeku je i izrada norme za ograničenje emisije [24] i definiranje otpornosti na smetnje u HF frekvencijskom području [25] (prvobitno zamišljeno kao jedna norma). Također, ova radna grupa priprema vodič za norme o PLC-u [26] koji će sadržavati opopis svih normi za PLC, bilo CENELEC-ovih bio norme drugih normizacijskih organizacija.

4.2.2. Rad ostalih CENELEC-ovih tehničkih odbora SC 210A koji utječe na normizaciju PLC-a

CENELEC-ov pododbor SC 210A, dio odbora TC 210 zaduženog za izradu općenitih normi za EMC, razmatra harmonizaciju CISPR-ovih dokumenata, priprema norme o otpornosti na smetnje i emisiji informatičke i telekomunikacijske opreme, a po potrebi izrađuje norme za EMC za određeni proizvod. U svom radu surađuje s organizacijama IEC, ETSI i ITU. Ovaj je pododbor izradio normu koja definira granične vrijednosti emisije za uređaje iz područja informatičke tehnologije, kao što su računala, uredski uređaji ili telekomunikacijski uređaji spojeni na niskonaponsku mrežu, te metode ispitavanja emisije tih uređaja, EN 55022 [8], a ekvivalentna je CISPR-ovoj normi CISPR 22. Premda ova norma ima osobine osnovne norme za EMC, prvenstveno se smatra normom za obitelj proizvoda, budući da joj je glavna namjena osiguravanje usklađenosti proizvoda prema Smjernici o EMC-u. Pododbor SC 210A izradio je i normu koja definira otpornost uređaja informatičke tehnologije na smetnje, EN 55024 [27], ekvivalentnu CISPR-ovoj normi CISPR 24.

Tehnički odbor TC209 radi na seriji normi EN 50083 koje pokrivaju uređaje i mreže kabela televizije. U kolovozu 2000. godine TC 209 je izdao normu EN 50083-8 koja sadrži općeniti skup ograničenja zračenja za sustave kabela televizije, te dva nacionalna odstupanja (englesko i finsko), s time da se ne radi o harmoniziranoj normi pod Smjernicom o EMC-u. Na snazi je drugo izdanje te norme [28].

Tehnički odbor TC215 radi na planiranju instaliranja energetskih i telekomunikacijskih mreža unutar i izvan zgrada, pa je rad te grupe također značajan za PLC.

Nakon pokretanja projekta PLT u okviru ETSI-a, formirana je zajednička radna grupa ETSI ERM-a i CENELEC-a sa zadatkom definiranja zahtjeva vezanih uz EMC pri prijenosu komunikacijskih signala kabelskim prijenosnim mrežama (*Joint Working Group on EMC of Conducted Transmission Networks*). Cilj grupe bio je odrediti zajednički pristup definiranju zahtjeva vezanih uz otpornost na smetnje i emisiju različitih kabela mreža. Na prvom sastanku grupe u lipnju 2000. godine utvrđene su osnovne smjernice rada zajedničke grupe: definirati europsku normu (a ne različite nacionalne norme), odrediti zajedničke granične vrijednosti emisije primjenjive na sve kabela sustave, te spriječiti ometanje radijskih službi u skladu s bitnim zahtjevima europskih smjernica. Istaknuto je da dodjeljivanje frekvencija nije u domeni rada grupe, već spada pod okrilje CEPT-a. Dogovoreno je da će ETSI i CENELEC prihvatiti rezultate rada zajedničke radne grupe. Kako PLC nije jedina tehnologija kod koje se elektromagnetski signali prenose metalnim kablama frekvencijama reda veličine 10-tak MHz, ova grupa osim sa SC 205A WG 10 tijesno surađuje s odborima koji normiraju rad u tom smislu srodnih tehnologija, kabela televizije (TC 209) i kabliranja zgrada (TC 215), te s tehničkim odborom CENELEC-a općenito zaduženim za pitanja EMC-a, TC 210.

U prosincu 2001. godine ova je radna grupa preuzela prvi zadatak po Mandatu 313 Europske komisije [22], kao što je opisano u poglavlju 4.1.2.

5. ORGANIZACIJE OSNOVANE ZA RAZVOJ I PROMIDŽBU PLC-a

Osim normizacijskih organizacija čiji je rad opisan u poglavljima 3 i 4, PLC-om se bave i međunarodne organizacije osnovane radi razvoja i promidžbe PLC-a, među kojima su najznačajnije PLCforum i The Home-Plug Powerline Alliance.

U narednim točkama u kratkim je crtama opisana njihova aktivnost na normizaciji PLC-a.

5.1. Udruženje PLCforum

U ožujku 2000. godine prema švicarskim zakonima u Interlakenu, Švicarska, osnovano je PLC udruženje PLCforum, radi razmjene informacija o PLC-u između elektroprivreda, proizvođača, razvojnih organizacija,

prodavača, potencijalnih korisnika, kao i odgovarajućih regulatornih tijela. Premda su članovi Udruženja predstavnici svih sudionika PLC tržišta, samo Udruženje je u potpunosti nezavisna organizacija. Osnivanje PLCforuma rezultat je šestomjesečnog razmatranja spajanja prijašnjih PLC organizacija PTF i IPCF, budući da su njihovi članovi smatrali najučinkovitijim djelovati unutar jedinstvene PLC organizacije. Dok je u ožujku 2000. PLCforum osnovalo 42 članova osnivača, čiji su podaci navedeni u privitku osnivačkog dokumenta [29], prema podacima na stranici udruženja na Internetu (www.plcforum.org – About us) u prosincu 2002. godine PLCforum ima 77 članova i stalnih gostiju iz 23 zemlje s 3 kontinenta, navedenih u tablici 10.

Tablica 10. Članovi PLCforuma u prosincu 2002. godine

1	Instituto Balseiro-Universidad Nacional de Cuyo-CNEA	Argentina
2	InovaTech Limited	Australija
3	Datasoft ISDN Systems GmbH	Austrija
4	EVN AG	Austrija
5	TIWAG	Austrija
6	Finnish Electricity Association Sener	Finska
7	Jyväskylä Energia Oy	Finska
8	Alcatel	Francuska
9	EasyPlug	Francuska
10	EDF (Electricité de France)	Francuska
11	Kurtosis Ingénierie S.A.	Francuska
12	Aristotle University of Thessaloniki	Grčka
13	ENEL Distribuzione SpA	Italija
14	Università Degli Studi di Firenze	Italija
15	Itran Communications Ltd.	Izrael
16	Main.net Communications Ltd.	Izrael
17	NAMS	Izrael
18	Mitsubishi Electric Corporation	Japan
19	Tokyo Electric Power Company (Tepco)	Japan
20	Seoul National University	Južna Koreja
21	Xeline Co. Ltd	Južna Koreja
22	EPRI (China Electric Power Research Institute)	Kina
23	International Turnkey Systems	Kuvajt
24	Nuon	Nizozemska
25	Viken Energinett AS	Norveška
26	ABB New Ventures GmbH	Njemačka
27	Actima AG	Njemačka
28	ATANVO AG	Njemačka
29	Cetecom ICT Services GmbH	Njemačka
30	Dresden University of Technology	Njemačka
31	Eichhoff GmbH	Njemačka
32	ELCON Systemtechnik GmbH	Njemačka

33	EnBW Telekommunikation GmbH	Njemačka
34	EWE TEL GmbH	Njemačka
35	Felten & Guillaume (NKT Cables)	Njemačka
36	iAD GmbH	Njemačka
37	Intellon Corporation	Njemačka
38	NEC Electronics (Europe) GmbH	Njemačka
39	Polytrax IT AG	Njemačka
40	Power PLUS Communications AG	Njemačka
41	Rheinisch-Westfälische Hochschule Aachen (RWTH)	Njemačka
42	Royal Philips Electronics	Njemačka
43	RWE Powerline GmbH	Njemačka
44	Universität Karlsruhe	Njemačka
45	Universität Paderborn	Njemačka
46	University of Dortmund	Njemačka
47	ONI Telecom	Portugal
48	Open Joint Stock Company Mosenergo	Rusija
49	Ambient Corp.	SAD
50	Amperion	SAD
51	Cinergy Corp.	SAD
52	Enikia Inc.	SAD
53	Inari Inc.	SAD
54	SP Telecommunications Pte Ltd	Singapur
55	Dimat S.A	Španjolska
56	DS2	Španjolska
57	Endesa Servicios	Španjolska
58	ENDITEL	Španjolska
59	Iberdrola	Španjolska
60	Promax Electronica SA	Španjolska
61	Sainco	Španjolska
62	Union Fenosa Redes Telecommunicacion	Španjolska
63	Vayris	Španjolska
64	Ilevo AB	Švedska
65	Sydskraft Bredband AB	Švedska
66	Ascom PowerLine Communications AG	Švicarska
67	dHolding	Švicarska
68	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)	Švicarska
69	Schaffner EMV AG	Švicarska
70	e-amra.com	Velika Britanija
71	LANergy Limited	Velika Britanija
72	Motorola	Velika Britanija
73	nSine Ltd.	Velika Britanija
74	Open University - Power Systems Comm. Research	Velika Britanija
75	Phonex Broadband Europe	Velika Britanija
76	SSE Telecom Scottish and Southern Energy plc	Velika Britanija
77	Xansa	Velika Britanija

Zadaci udruženja PLCforum su sudjelovanje u uređenju PLC okruženja razvojem međunarodnih i nacionalnih normi za PLC proizvode i usluge i njihovim prosljeđivanjem odgovarajućim međunarodnim i nacionalnim normizacijskim tijelima, ubrzanje razvoja PLC tehnologije, istraživanje i analiza tržišta, te podrška PLC-industriji. U sklopu istraživanja i analize tržišta, Udruženje posebice treba usporediti PLC i konkurentne pristupne tehnologije. Udruženje se redovito sastaje s Europskom komisijom i europskim normizacijskim i regulatornim organizacijama radi utjecaja na tijek normizacije i regulative vezane uz PLC. Udruženje sadrži dvije radne grupe: grupu za tehnologiju i regulativu, te grupu za promidžbu.

Adresa Udruženja na Internetu je www.plcforum.org.

5.2. Savez The HomePlug Powerline Alliance (HomePlug)

Savez HomePlug je neprofitna tvrtka koja predstavlja forum za izradu otvorenih specifikacija za proizvode i usluge kućnog PLC-a brzine par Mbit/s. Namjera je Saveza potaknuti zahtjeve za takvim proizvodima i uslugama sponzoriranjem tržišta i programima educiranja korisnika. Savez je osnovan u ožujku 2000. godine. Osnivači Saveza su bile tvrtke 3Com, AMD, Cisco Systems, Compaq, Conexant, Enikia, Intel, Intellon, Motorola, Panasonic, RadioShack, SONICblue i Texas Instruments. Prema podacima na stranicama Saveza na Internetu (www.homeplug.org – Alliance Memebers), u prosincu 2002. godine Savez čine sponzori (Cogency, NETGEAR, SHARP, Conexant, Enikia, Intellon, RadioShack i Texas Instruments), 24 člana (*participants*), te 33 tvrtke zainteresirane za usvajanje HomePlug tehnologije (*adopters*).

Savez je osnovan kako bi ubrzao i promovirao raspoloživost, usvajanje i implementaciju troškovno prihvatljivih kućnih PLC mreža i proizvoda temeljenih na definiranim specifikacijama, što osigurava mogućnost njihova međusobnog rada. Po osnivanju Saveza izrađen je dokument u kojem su utvrđeni zahtjevi tržišta i dane smjernice za razvoj specifikacije i načina ispitivanja tehnologije HomePlug (Marketing Requirements Document). Kao kriteriji za odabir tehnologije definirani su, između ostalog, brzina reda veličine brzine Ethernet/10Base-T-a, kompatibilnost, jednostavnost implementacije i pouzdanost.

U lipnju 2000. godine Savez je objavio podatak da je za osnovicu prve generacije HomePlug specifikacije kućnog PLC-a brzine 10 Mbit/s, specifikacije HomePlug v1.0, odabrana mrežna tehnologija tvrtke Intellon.

U prosincu 2000. završen je nacrt specifikacije i objavljena probna instalacija u 500 kućanstava radi provjere pouzdanosti i brzine tehnologije, te mogućnosti međusobnog rada, kao i namjera da se po završetku ispitivanja završi specifikacija HomePlug tehnologije i utemelji laboratorij za ispitivanje usklađenosti proizvoda.

U ožujku 2001. godine završena je probna instalacija u 350 od planiranih 500 kućanstava. Pri ispitivanju propusnosti, kašnjenja, rukovanja pogriješcima i prikladnosti za uobičajene aplikacije dobiveni su pozitivni rezultati, čime je potvrđena spremnost tehnologije za tržište. Isti mjesec radi širenja tehnologije HomePlug, Savez osniva radne grupe za Europu i Japan. U svibnju 2001. godine HomePlug je objavio završetak probne instalacije, čiji je rezultat utvrđivanje spremnosti tehnologije HomePlug za izlazak na tržište. U lipnju 2001. godine objavljen je završetak specifikacije HomePlug v1.0 [30]. Kao prijenosnu tehniku HomePlug koristi multipleksiranje s podjelom na ortogonalne frekvencije, OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Na sloju podatkovne veze koristi inačicu višestrukog pristupa mediju s osjetom nositelja i izbjegavanjem sudara, CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance). Podržava razrede prioriteta i nadzor kašnjenja, a radi na frekvencijama od 4 MHz do 22 MHz [31]. U studenom 2001. godine ustanovljen je postupak potvrđivanja proizvoda sukladnih sa specifikacijom HomePlug 1.0. U svibnju 2002. godine Savez je izložio HomePlug-potvrđene proizvode 9 tvrtki članica Saveza na CONNECTIONS 2002 u Dallasu, država Texas [32]. Izloženi proizvodi navedeni su u tablici 11. U listopadu 2002. godine Savez je najavio planove za sljedeću verziju specifikacije HomePlug pod imenom HomePlug AV, koje naglašava pomak ka umrežavanju potrošačkih elektroničkih uređaja [33]. Nova specifikacija će podržavati distribuciju podataka i zabavnih sadržaja kroz kućanstvo, uključujući televiziju visoke razlučivosti (High Definition Television). Brzina komuniciranja još nije utvrđena, ali mora biti barem 20 Mbit/s obzirom na najavljenju podršku za televiziju visoke razlučivosti. Radi postizanja prednosti pred konkurentnim tehnologijama, Savez će pri razvoju specifikacije staviti naglasak na osiguravanje parametrizirane kakvoće usluge, tj. sposobnosti jamčenja propusnosti aplikacijama koje o tome zavise. Specifikacija se očekuje za 18 do 24 mjeseca.

Adresa Saveza na Internetu je www.homeplug.org.

6. ZAKLJUČAK

Uskopojasni PLC je zadovoljavajuće normiziran (vidi sliku 2). Niz IEC-ovih normi navedenih u točki 3.2.2 definiraju elemente uskopojasnog PLC-a na visokonaponskim elektroenergetskim vodovima, kao što su prigušnice, spojne jedinice i terminal za PLC, te principe planiranja i ispitivanja PLC-sustava. CENELEC-ova harmonizirana norma EN 50065-1 definira uporabu frekvencijskog područja od 3 kHz do 148,5 kHz za uskopojasni PLC, daje ograničenja izlaznog napona i smetnji, te metodu mjerenja. Njoj ekvivalentna IEC-ova norma, IEC 61000-3-8, za PLC određuje širi frekvencijski opseg sukladan ITU-ovom određivanju namjene frekvencijskih područja za Regiju 2.

Tablica 11: HomePlug-ovlašteni proizvodi izloženi na CONNECTIONS 2002

Proizvodi za krajnje potrošače (consumer products)		
Proizvođač	Vrsta proizvoda	Proizvod
Asoka USA Corporation www.asokausa.com	premosnik	Asoka™ PlugLink™ Ethernet Bridge (PL9610-ETH)
	premosnik	Asoka™ PlugLink™ USB Bridge (PL9710-USB)
Gigafast Ethernet www.gigafast.com	prilagodnik	PowerLine USB Adapter (PE901-UI)
	premosnik	PowerLine Ethernet Bridge (PE902-EB)
Linksys Group Inc. www.linksys.com	prilagodnik	Instant PowerLine™ EtherFast 10/100 Bridge (PLEBR10)
	prilagodnik	Instant PowerLine™ USB Adapter (PLUSB10)
NETGEAR, Inc. www.netgear.com	prilagodnik	NETGEAR Powerline Ethernet Adapter
	prilagodnik	NETGEAR Powerline USB Adapter
Phonex Broadband Corporation www.phonex.com	premosnik	
Samsung Electro-Mechanics Co. Ltd. www.sem.samsung.com	premosnik	
ST&T Instrument Corporation www.stt.com.tw	premosnik	PowerLine Ethernet Bridge (M51)
	premosnik	PowerLine USB Bridge (M51)
Referentni dizajni (reference designs)		
Proizvođač	Proizvod	
Cogency Semiconductor www.cogency.com	CS1100 HomePlug-Ethernet/USB/PCI/MII Evaluation Platform (EV1100)	
Intellon Corporation www.intellon.com	Powerline to Ethernet Bridge Reference Design (RD5130-ETH)	
	Powerline to USB Bridge Reference Design (RD5130-USB)	
	Powerline to PCI evaluation kit (EK5130-PCI)	

S druge strane, normizacija danas interesantnijeg širokopojasnog PLC-a nije zadovoljavajuća.

Tijekom zadnjih pet godina, vođen je čitav niz probnih instalacija širokopojasnog PLC-a, a od 2001. započele su i komercijalne. Različite tvrtke nevezano su rješavale pitanja modulacije, kodiranja, sažimanja, dijeljenja medija i ostala tehnička pitanja nastojeći prevladati ograničenja elektroenergetskih vodova koji nisu osmišljeni za komuniciranje, te postići što veću brzinu prijenosa informacija i što veći domet prijenosa, na čemu rade i dalje. Međutim, preduvjet daljeg razvoja, prihvaćanja i šire uporabe širokopojasnog PLC-a je donošenje odgovarajuće normizacije.

Uočivši potencijal širokopojasnog PLC-a, ETSI je u rujnu 2000. godine pokrenuo projekt njegove normizacije. Kako je niz tvrtki već razvilo vlastita rješenja pristupnog PLC-a, te kako nema smisla graditi pristupni PLC sustav opremom različitih proizvođača, normizacija ne zadiru u temeljitu razradu rješenja rada samog pristupnog PLC-a, već se usredotočuju na osiguravanje mogućnosti istodobnog rada pristupnog i kućnog PLC-a, osiguravanje mogućnosti međusobnog rada PLC sustava različitih proizvođača, kao i zaštitu korisnika radijskih frekvencija koji u okruženju širokopojasnih PLC sustava rade na istim frekvencijama. Definiran je referentni model mrežne arhitekture za PLC, a CENELEC je u završnoj fazi izrade specifikacije koja definira istodobnu uporabu frekvencijskog područja od 1,6 MHz do 30 MHz za kućni i za pristupni PLC.

Normizacija kućnog PLC-a zahtijeva temeljitiju normizaciju tehnike rada kućnog PLC sustava, budući da ti sustavi predviđaju priključivanje različitih uređaja informatičke tehnologije, te ostalih električnih i elektroničkih uređaja u kućnu PLC mrežu. Uz to, posebice je izražena potreba osiguravanja mogućnosti istodobnog rada kućnih PLC sustava različitih proizvođača, budući da se susjedna kućanstva mogu opredijeliti za rješenja različitih proizvođača i da nema načina za planiranje izgradnje kućnih PLC mreža na nekom području jer se radi o mrežama različitih privatnih korisnika. Na normizaciji tehnike rada kućnog PLC-a značajni su rezultati saveza HomePlug Powerline Alliance, s tim da nije jasno odgovara li uporaba frekvencijskog područja od 4 MHz do 30 MHz predviđena specifikacijom HomePlug zahtjevima nacrtana CENELEC-ove specifikacije za osiguravanja istodobnog rada pristupnog i kućnog PLC-a, prES 59013.

Zaštita radijskih službi koje rade na istim frekvencijama kao i PLC sustav, tj. normizacija vezana uz EMC PLC-a, pokazala se vrlo opsežnim zadatkom, koji uz to i nadilazi pitanje samog PLC-a. Problemi vezani uz EMC do kojih dolazi pri implementaciji PLC-a srodni su problemima do kojih dolazi i kod implementacije ostalih širokopojasnih kablskih komunikacijskih sustava, npr. xDSL-a ili kablске televizije, čiji se rad temelji na prijenosu radijskih frekvencija metalnim medijem.

Dosadašnje norme za EMC usredotočene su na EMC uređaje, a ne uzimaju u obzir način povezivanja

uređaja i performanse kabela kojima su uređaji povezani, što značajno utječe na cjelokupnu zračenu emisiju u danom okruženju. Prijašnjih godina u suštini nije bilo narušavanja EMC-a između kabelskih sustava i bežičnih aplikacija. Nažalost, to se stanje promijenilo uvođenjem širokopojsnih kabelskih komunikacijskih sustava, među kojima PLC proizvodi najvišu zračenu emisiju i na najjačem je udaru, jer podrazumijeva uvođenje novih subjekata u područje telekomunikacija, što nije u interesu tradicionalnih davatelja telekomunikacijskih usluga. Tako je pitanje PLC-a, kao kabelske tehnologije za širokopojsnu komunikaciju koja je izazvala najviše protesta korisnika radijskih frekvencija, otvorilo pitanje emisije kabelskih sustava korištenih za širokopojsnu komunikaciju općenito. Uočeno je da norme za EMC što hitnije trebaju obuhvatiti dodatna područja proizašla iz nedavnog razvoja kabelskih tehnologija za širokopojsnu komunikaciju da bi ostale učinkovite i zadovoljavajuće i u budućnosti. Europska komisija je polovinom 2002. godine izdala Mandat 313 i inicirala izradu harmoniziranih normi za emisiju i otpornost kabelskih telekomunikacijskih mreža općenito. Kao prvi korak rada po tom mandatu, zajednička radna grupa ETSI-a i CENELEC-a započela je rad na izradi općenite norme za emisiju kabelskih telekomunikacijskih mreža i općenite norme za otpornost na smetnje. Zahtjevi iz harmoniziranih normi koje će biti izrađene po Mandatu 313 trebaju biti usklađeni sa zahtjevima postojećih normi za EMC proizvoda, tj. ne smije se doći u situaciju da se uređajima koji zadovoljavaju harmonizirane norme za EMC proizvode ne može ostvariti mreža koja bi zadovoljila zahtjeve iz harmonizirane norme za EMC mreže. Svrha Mandata 313 je osigurati jedinstveni europski pristup reguliranju EMC-a za kabelske mreže korištene za širokopojsnu komunikaciju.

Uz nedostatak normizacije EMC-a cjelokupnog PLC-sustava, za normizaciju širokopojsnog PLC-a je problem i to što postojeće norme za EMC uređaje nisu u potpunosti primjenjive na PLC-uređaje. Međunarodna norma za emisiju uređaja informatičke tehnologije u koje spadaju i uređaji za PLC, CISPR 22, , doručuje se vezano uz mjerenje vođene emisije u frekvencijskom području koje upotrebljava širokopojsni PLC. Na europskoj razini je u tijeku izrada normi za emisiju i otpornost na smetnje PLC-uređaja i PLC-sustava niskonaponskog PLC-a.

Ukupno gledano, u ETSI-jevom i CENELEC-ovom radu na normizaciji PLC-a od 2000. godine do polovine 2002. godine nije postignut značajniji rezultat i može se reći da se nije odvijao prema planu. Međutim, od polovice 2002. godine Europska komisija poduzela je mjere da se rad ubrza. ETSI-u i CENELEC-u dodijeljen je mandat za izradu harmonizirane norme za kabelske mreže korištene za širokopojsnu komunikaciju. Uz to, ETSI je formirao i dodatnu Grupu za specijalistički zadatak broj 222 kako bi se, zbog hitnosti, olakšao i ubrzao rad na normizaciji PLC-a.

Razvoj normi u suštini nastoji postići konsenzus svih zainteresiranih strana. Svaka strana usredotočuje se na određeni vid problema i nastoji utjecati na razvoj norme u određenom smjeru. Kod normizacije PLC-a važno je da se problem PLC-a pažljivo razmotri i što šire sagleda, da normizacija rezultira praktičnim i upotrebljivim normama, te da se pri izradi normizacije za PLC postigne konsenzus svih zainteresiranih strana. ETSI i CENELEC već su odredili razdvajanje frekvencijskog spektra na dio za pristupni PLC i dio za kućni PLC. Definiran je referentni model i sva sučelja i osnovni vidovi osiguravanja kakvoće usluga u kućnim PLC mrežama, što predstavlja podlogu za daljnji rad. S obzirom na preuzet mandat, kao i rad Grupe za specijalistički zadatak broj 222, za očekivati je da će u 2003. godini rezultati rada na normizaciji PLC-a biti daleko značajniji.

Namjera ovog članka bila je dati pregled različitih normizacijskih organizacija koje pridonose izradi međunarodnog normativnog okruženja za PLC i dosadašnjih dostignuća u njihovom radu. Međutim, prikazani rad normizacijskih organizacija ne odnosi se samo na PLC, već i na sve ostale kabelske sustave koji će se upotrebljavati za širokopojsne komunikacije. Potreba za takvim sustavima nije ni danas upitna, a u budućnosti predstavlja imperativ razvoja elektroničkog poslovanja i gospodarstva, kao i zabave za široke mase. U tom svjetlu prikazani rad normizacijskih organizacija predstavlja značajan doprinos dobrobiti našeg društva.

7. KRATICE

CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations	Europska konferencija poštanskih i telekomunikacijskih administracija
DVD-RW	Digital Video Disc – ReWritable	digitalni video disk s mogućnošću ponovnog upisivanja
EBU	European Broadcasting Union	Europska udruga radiotelevizijskog emitiranja
ECC	Electronic Communications Committee	Odbor za elektroničke komunikacije
EMC	Electromagnetic Compatibility	elektromagnetska usklađenost
EMI	Electromagnetic Interference	elektromagnetska interferencija
EN	European Standard	europska norma
EP	ETSI Project	ETSI-ev projekt
ERM	EMC and Radio Spectrum Matters	Elektromagnetska kompatibilnost i pitanja radijskog spektra
ES	ETSI Standard	ETSI-eva norma
ETC	European Telecommunications Committee	Europski telekomunikacijski odbor

HF	High Frequency	dio frekvencijskog spektra od 3 MHz do 30 MHz
IARU	International Amateur Radio Union	Međunarodna udruga radioamatera
IPCF	International Powerline Communications Forum	Međunarodni forum za PLC
LCL	Longitudinal Conducted Losses	uzdužni vođeni gubici
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing	vrsta modulacije
PLC	PowerLine Communications	komuniciranje elektroenergetskim vodima
PLCforum	PowerLine Communications Forum	Forum za PLC
PLT	Powerline telecommunications	telekomunikacije putem elektroenergetskih vodova
PTF	Powerline Telecommunications Forum	Forum za telekomunikacije putem elektroenergetskih vodova
PSD	Power Spectrum Density	maska za spektralnu gustoću snage
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying	vrsta modulacije
R&TTE Directive	Radio Equipment and Telecommunications Terminal Equipment Directive	Smjernica o radijskim uređajima i krajnjim telekomunikacijskim uređajima
SRD	System Reference Document	Referentni dokument o sustavu
TC	Technical Committee	tehnički odbor
TR	Technical Report	tehničko izvješće
TS	Technical Specification	tehnička specifikacija
VF		visokofrekvencijske
VN		visokonaponski
TS	Technical Specification	tehnička specifikacija

8. POJMOVI

access network – telekomunikacijska pristupna mreža
 access PLC – pristupni PLC
 Administration – administracija, uprava
 basic norms – osnovne norme
 broadcasting – radiotelevizijsko odašiljanje
 coexistence – mogućnost istodobnog rada
 conducted emission – vođena emisija
 directive – smjernica

e-commerce – elektroničko poslovanje
 Electromagnetic Compatibility – elektromagnetska usklađenost
 emergency services – žurne službe
 emission – emisija
 essential requirement – suštinski zahtjevi
 frequency band – frekvencijsko područje
 generic norms – općenite norme
 harmonized standards – harmonizirane norme
 High Definition television – televizija visoke kvalitete
 home automation – automatizacija kućanstva
 immunity – otpornost na smetnje
 in-house PLC – kućni PLC
 interference – interferencija
 interoperability – mogućnost međusobnog rada
 Longitudinal Conducted Losses – uzdužni vođeni gubici
 power utility – elektroprivredna organizacije
 powerline – elektroenergetski vod
 radiated emission – zračena emisija
 radio service – radijska služba
 safety services – službe sigurnosti

LITERATURA

- [1] "Council Directive 89/336/EEC of 3 May 1989 on the approximation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility, Official Journal L 139, 23/05/1989
- [2] IEEE 643:1980 "IEEE Guide for Power-Line Carrier Applications"
- [3] IEEE P643 "Guide for Power Line Carrier Applications"
- [4] CENELEC EN 50065-1:1991 "Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz – Part 1: General requirements, frequency bands and electromagnetic disturbances"
- [5] IEC 61000-3-8 "Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 8: Signalling on low-voltage electrical installations – Emission levels, frequency bands and electromagnetic disturbance levels", 1997
- [6] IEC 61334-3-1 "Distribution automation using distribution line carrier systems – Part 3: Mains signalling requirements – Section 1: Frequency bands and output levels", 1998
- [7] CISPR 22:1997, 3rd ed., "Information Technology Equipment – Radio Disturbance Characteristics – Limits and Methods of Measurement", IEC, CISPR, Geneva, November 1997
- [8] CENELEC EN55022: 1998, "Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement"
- [9] CISPR 22 Amd.2 f9, Amendment to CISPR 22: Clarification of its application to telecommunication system on the method of disturbance measurement at ports used for PLC (Power Line Communication)
- [10] REPORT OF ADVISORY GROUP 2 on "Co-ordination of standardisation activities", CIGRE Study Committee 36, Paris, August 2002
- [11] "Report on Digital Power Line Carrier", Working Group 35.09, Cigré Reference number 164, Paris, 2000

- [12] "Directive 1999/5/EC of the European Parliament and of the Council of 9 March 1999 on radio equipment and telecommunications terminal equipment and the mutual recognition of their conformity", Official Journal L 091, 07/04/1999 p.p. 0010 – 0028
- [13] Terms of Reference for ETSI Project Powerline Telecommunications (PLT)
http://portal.etsi.org/plt/PLT_tor.asp
- [14] ETSI TS 101 867 Ver.1.1.1, "Powerline Telecommunications (PLT); Coexistence of Access and In-House Powerline Systems", November 2000
- [15] CENELEC prES 59013: Powerline Telecommunications (PLT) – Coexistence of Access/In-house Systems - PLT Phase 1, April 2001
- [16] Draft summary minutes, decisions and actions from 32nd ETSI Board Meeting, Sophia Antipolis, 25-26 April 2001
- [17] ETSI TS 101 896 Ver.1.1.1, "Powerline Telecommunications (PLT); Reference Network Architecture Model; PLT Phase 1", February 2001
- [18] ETSI TR 102 049 Ver.1.1.1, "PowerLine Telecommunications (PLT); Quality of Service (QoS) requirements for in-house systems", May 2002
- [19] ETSI PLT: "Terms of Reference for Specialist Task Force 222 V1.5 (MB), EP PLT to undertake a European-wide measurement and analysis review to ensure correct representation of the situation in member states with respect to PLT standards and to ensure coexistence between PLT systems from different vendors", September 2002,
portal.etsi.org/stfs/ToR/ToR222v15:PLT.doc
- [20] ETSI EN 300 386 "Electromagnetic compatibility and Radio spectrum matters (ERM); Telecommunication network equipment; ElectroMagnetic Compatibility (EMC) requirements 2001-09-11
- [21] Mandate 313 EN: "Standardisation Mandate addressed to CEN, CENELEC and ETSI concerning Electromagnetic Compatibility (EMC) – Telecommunications Networks", European Commission, Brussels, 7 August 2001, www.etsi.org/public-interest/mandate/M313.pdf
- [22] Status report on the follow-up of EC mandate M/313 of telecom networks, CENELEC, June 2002
- [23] CENELEC EN 50065-1:2001 "Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz – Part 1: General requirements, frequency bands and electromagnetic disturbances"
- [24] CENELEC prEN50XXX: "Emission requirements for apparatus and systems, intended for power line communication in low voltage installations, in the frequency range 1,6 MHz to 30 MHz"
- [25] CENELEC prEN50XXX: "Immunity requirements for apparatus and systems, intended for power line communication in low voltage installations, in the frequency range 1,6 MHz to 30 MHz"
- [26] CENELEC prCLC/TR 50XXX: "Guide to standards intended for power line communication in low voltage installations, in the frequency range 1,6 MHz to 30 MHz – Introductory document"
- [27] CENELEC EN 55024: 1998, "Information technology equipment – Immunity characteristics – Limits and methods of measurement"
- [28] CENELEC EN 50083-8, "Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 8: electromagnetic compatibility for networks", 2002-05-24
- [29] "Articles of Association of the PLCforum Association" (<http://palas.regiocom.net/public/upload/Sharf/D5.pdf>)
- [30] HomePlug Introduces the Industry's First High-speed Powerline Home Networking Specification, San Ramon, California, June 26, 2001, www.homeplug.org/news/press062601.html
- [31] S. Gardner, B. Markwalker, and L. Youge, "HomePlug Standard Brings Networking to the Home", Comms-design, January, 2001
- [32] HomePlug Powerline Alliance demonstrates HomePlug-certified products at CONNECTIONS 2002, San Ramon, California, May 14, 2002, www.homeplug.org/news/press051402.html
- [33] HomePlug Powerline Alliance Unveils Plans For Next Generation Specification, San Ramon, California, October 24, 2002, www.homeplug.org/news/press102402.html

REVIEW ON NORMISATION AND REGULATION CONCERNING COMMUNICATION THROUGH ELECTRIC POWER LINES, PLC PART I: PLC NORMISATION

The paper gives a review on normisation system for communication through electric power lines, from the first short-range PLC systems known under the name VF connections by VN lines, to today's current wide-range access PLC systems that enable access PLC services and energy PLC services, as well as wide-range PLC systems for communication among information and other electric and electronic appliances in a building.

DARSTELLUNG DES ZUSTANDES VON NORMATIVE UND REGULATIVE BETREFFEND DIE VERSTÄNDIGUNG MITTELS STARKSTROMLEITUNGEN; PLC (LEISTUNGSLEITENDE-FERNMELDETRÄGER) 1. TEIL: DIE NORMIERUNG

Eine Normierungsübersicht des Verständigungssystems mittels energietragender Leitungen wird dargestellt: angefangen mit den seinerzeitigen Schmalbandträgern, bei uns bekannt als Hochfrequenzverbindungen auf Hochspannungsleitungen, bis auf die heutigen dem allgemeinen Zutritt und der Energieübertragung, sowie der Hausverbindung informatischer und anderer elektrischer und elektronischer Einrichtungen dienenden Breitbandsysteme.

Naslov pisca:

Mr. sc. Suzana Javornik Vončina, dipl. ing. Hrvatska elektroprivreda Sektor za poslovnu informatiku Ulica grada Vukovara 37 10000 Zagreb, Hrvatska

Uredništvo primilo rukopis: 2003 – 01 – 13.