

NOVE TEHNOLOGIJE I NORMIZACIJA U TELEKOMUNIKACIJAMA

mr.sc. Branko Burazer, dipl.ing.
Hrvatski zavod za norme
Ulica grada Vukovara 78, 10000 Zagreb

***Sažetak:** Za uspjeh proizvoda na globalnom tržištu važnu ulogu ima što raniji početak procesa normizacije. Već u ranoj fazi razvoja novih tehnologija istraživači mogu pokrenuti proces normizacije i time osigurati da norme skladno prate pojavu novih proizvoda. Ekspertne skupine za kreiranje industrijskih specifikacija (ISG – Industry Specification Groups) učinkoviti je mehanizam za povezivanje ključnih dionika te početak normizacijskog procesa novih tehnologija.*

Na putu do strateškog cilja inovativne Europe 2020 značajan element predstavlja realizacija projekata u sklopu najvećega europskog razvojnog i inovativnog programa Obzor2020 (Horizon H2020). Europska komisija potiče razvoj globalnih industrijskih normizacijskih dokumenata posebno u područjima tehnologije pete generacije komunikacijskih sustava, mreže radijskog pristupa kao i fiksnog pristupa te mrežne arhitekture.

ETSI (European Telecommunications Standards Institute) svojim aktivnim djelovanjem kroz 26 tehničkih odbora, 5 posebnih odbora, jedan ETSI projekt, dva partnerska projekta te 14 grupa za izradu industrijskih specifikacija, ima vodeću globalnu ulogu u području telekomunikacija i informacijsko komunikacijskih tehnologija. Izradom brojnih tehničkih specifikacija članovi Partnerskog projekta treće generacije (3GPP - Third Generation Partnership Project) značajno ubrzavaju primjenu naprednih tehnologija u pokretnim komunikacijskim sustavima.

Moderni komunikacijski sustavi sve više postaju inteligentni razvijajući svoju softversku komponentu. To se manifestira kroz softverski definirane mreže, virtualizaciju mrežnih funkcija, računarstvo u oblaku, inteligentne transportne sustave, kvantno sigurnosno kodiranje kao i sve veću primjenu umjetne inteligencije. Time se postiže veća fleksibilnost i učinkovitost u isporuci usluga i različitih aplikacija.

***Ključne riječi :** komunikacijski sustavi, 3GPP, virtualizacija mrežnih funkcija, inteligentni transportni sustavi, umjetna inteligencija, sigurnost, normizacija, tehničke specifikacije, ekspertne skupine za industrijske specifikacije*

1. UVOD

Živimo u vremenu ubrzanoga tehnološkog razvoja u kojem primjena radijskih tehnologija zauzima sve značajnije mjesto u našim životima. Sustavi bežičnih komunikacija se eksponencijalno šire prema budućem potpuno povezanom i inteligentnom bežičnom svijetu. Značajniji primjeri su uporaba pametnih telefona, distribucija radijskog i televizijskog programa u lokalnim bežičnim mrežama (WLAN Wireless Local Area Network), globalni navigacijski satelitski sustavi (GNSS - Global Navigation Satellite Systems), uređaji za radijsku identifikaciju (RFID – RF Identification) ili radijski uređaji kratkoga dometa. (SRD – Short Range Devices). Današnji korisnici očekuju na svakome mjestu siguran, brz i kvalitetan pristup komunikacijskim servisima. Komunikacijski sustavi moraju osigurati pristup s različitim uređajima i na različitim platformama uz dinamičku uporabu potrebnoga radijskog spektra.

Budući je frekvencijski spektar ograničen resurs, razvijaju se nove tehnologije za njegovu učinkovitu uporabu. Primjena ovako složenih zahtjeva vodi procesu međusobnog povezivanja različitih mreža i sustava. Pri tome **pravovremena i kvalitetna normizacija** predstavlja značajan uvjet za postizanje uspjeha na globalnom telekomunikacijskom tržištu. **Norme** su ključne za interoperabilnost, poboljšanje pouzdanosti i sigurnosti proizvoda i usluga te pomažu razvoj novih tržišta,

2. EUROPSKA PODRŠKA RAZVOJU I NORMIZACIJI NOVIH TEHNOLOGIJA

Na europskoj je istraživačkoj razini u tijeku realizacija druge faze projekta kojim se nastoji ubrzati proces normizacije.

1. faza 2014 – 2015 Istraživačke aktivnosti
 2. faza 2016 - 2017 Optimizacija sustava
 3. faza 2018 – 2020 Ispitivanje na velikoj skali
- Nakon uspješnih ispitivanja slijedi normizacija i stavljanje proizvoda na tržište

Specijalizirane radionice okupljaju vodeće predstavnike određenog područja, gdje mogu razmijeniti iskustva i definirati smjer i dinamiku budućeg razvoja normizacije. To je i mjesto gdje istraživači mogu postići suglasnost oko novih normizacijskih aktivnosti i time ubrzati proces stavljanja novih proizvoda na globalno tržište. Na prošlogodišnjoj ETSI-jevoj radionici „*Od istraživanja do normizacije*“, glavni je fokus bio na razvoju pokretnih sustava 5. generacije (5G), buduće mrežne arhitekture i tehnika virtualizacije za 5G.

Europska komisija je 2011. godine uspostavila europsku platformu za više dionika (MSP - Multi Stakeholder Platform) kao savjetodavno tijelo u sljedećim područjima:

- europska normizacija u informacijsko komunikacijskom sektoru kojom se podržava europsko zakonodavstvo, politike i javna nabava
- razvoj tehničkih specifikacija za javne nabave
- suradnje između normizacijskih organizacija.

MSP čine predstavnici zemalja članica Europske unije, Europskog udruženja slobodne trgovine (EFTA - European Free Trade Association), europskih i međunarodnih normizacijskih tijela, različitih dionika iz industrije, malih i srednjih poduzeća te predstavnika potrošača.

Komisija u svojem planu normizacijskih prioriteta u području informacijsko komunikacijskih tehnologija navodi: 5G, računanje u oblaku, internetska sigurnost, optimizacija velikih sustava podataka te internet stvari (IoT – Internet of Things). Promovira se otvoreni sustav identifikacije i autentifikacije stvari, razvoj norma za jačanje povjerenja, privatnosti i sigurnosti u čitavom komunikacijskom kanalu kao i razvoj norma koje će olakšati i učiniti učinkovitijom javnu nabavu.

Europska je komisija pokrenula, u suradnji s europskom ICT industrijom kroz javno privatno partnerstvo 5. generacije (5G PPP), inicijativu vrijednu 1,4 milijarda eura. Cilj je izgraditi novu generaciju komunikacijskih mreža i servisa. te omogućiti neprekidnu super brzu povezanost kao i isporuku kvalitetnih servisa u svim okolnostima.

Tehničke specifikacije trebaju biti sukladne zahtjevima navedenim u Dodatku 2 *Uredbe o*

europskoj normizaciji broj 1025/2012. To uključuje da su prihvatljive za tržište i da su koherentne s europskom normizacijom. Normizacijski proces kreiranja specifikacija treba biti otvoren, transparentan i utemeljen na konsenzusu.

U okviru europskoga razvojno-istraživačkog okvirnog programa Obzor2020, Europska komisija je objavila javni poziv u vrijednosti od 1 milijardu eura. Tijekom deset godina financirati će se projekti kojima će se rezultati vodećih europskih istraživanja **kvantne komunikacije** pretočiti u inovativne proizvode i servise. **Norme** su prepoznate kao bitan faktor za industrijski i društveni uspjeh primjene ove tehnologije.

Razvoj kooperativnih inteligentnih transportnih sustava (C-ITS), Europska komisija potiče kroz svoju *i-Mobilnu inicijativu* (iMobility initiative) te kroz *Platformu za primjenu C-ITS* (C-ITS Deployment Platform). Komisija je ubrzala normizacijske aktivnosti na europskoj razini kroz objavu dvaju normizacijskih mandata: **M/453** u području ICT-a za podršku kooperativnih inteligentnih transportnih sustava te **M/546** za ITS u urbanim područjima.

3. 3GPP - PARTNERSKI PROJEKT TREĆE GENERACIJE

3GPP (3rd Generation Partnership Project) je globalna organizacija koja kreira tehničke specifikacije za pokretne komunikacijske sustave. Sastoji se od tri funkcionalna dijela:

- **Radijska pristupna mreža** (RAN - Radio Access Network), obuhvaća radijske aspekte, funkcije, zahtjeve i sučelja (GERAN, UTRAN i E-UTRAN) te tehnologije budućega radijskog pristupa (novi radio)
- **Fiksna mreža i terminali** (CT - Core Network and Terminals), definira tehničke aspekte fiksne mreže i terminalne opreme
- **Servisi i aspekti sustava** (SA - Services and Systems Aspects), obuhvaća ukupnu arhitekturu i funkcionalnost servisa baziranih na 3GPP specifikacijama.

3GPP tehničke specifikacije obuhvaćaju cijelo područje digitalnih mobilnih tehnologija:

- **Druga generacija** (2G) - GSM (Global system for mobile communications) i njegovo poboljšanje EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution)

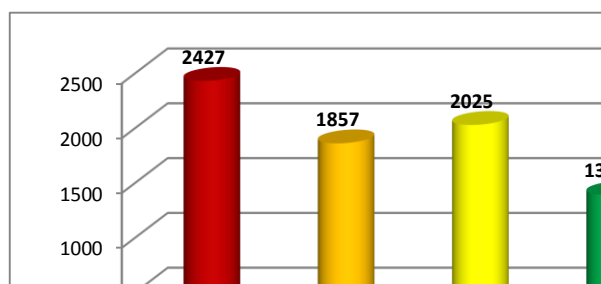
- **Treća generacija (3G)** – UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), uključujući HSPA (High Speed Packet Access) i njegovu poboljšanu varijantu HSPA+
- **Pred-četvrta generacija (3,5G)** - LTE (Long Term Evolution), revizije 8 i 9
- **Prava četvrta generacija (4G)** – LTE-A, revizije 10, 11 i 12
- **Pred-peta generacija (4,5G)** – LTE-A/Pro, revizije 13 (2016), 14(2017)
- **Prava peta generacija (5G)** - (IMT-2020) tehnologije radijskog pristupa i fiksne mreže, LTE revizija 15 (2018), revizija 16 (2020).

LTE-A/Pro tehnologija značajno povećava brzinu prijenosa podataka i pojasnu širinu kanala za pokretne komunikacije. Omogućava povezivanje puno šireg spektra uređaja i platformi. Poboljšava optimizaciju kapaciteta LTE-A sustava, njegova svojstva, funkcionalnost i učinkovitost, dodatno smanjujući kašnjenje i time poboljšava iskustvo korisnika. Također unaprjeđuje LTE platformu za kreiranje novih servisa.

Usporedba najznačajnijih svojstava LTE-A i LTE-A/Pro tehnologija dana je u sljedećoj tablici.

Svojstvo	Maximalna brzina prijenosa podataka	Frekvencijska širina kanala nositelja	Kašnjenje
LTE-A	1 Gbps	100 MHz	10 ms
LTE-A/Pro	3 Gbps	640 MHz	2 ms

Pregled objavljenih ETSI-jevih 3GPP tehničkih specifikacija tijekom zadnjih 5 godina prikazan je na slici 1.



Slika 1: Objavljene 3GPP specifikacije

Zbog povećanog zanimanja za komunikaciju između uređaja razvijaju se različite tehnologije bežičnog interneta stvari. Za pojedine primjene

zahtijeva se samostalan rad s vrlo malom količinom prenesenih podataka, malom brzinom prijenosa te velikim vremenskim razmakom (sati ili dani) između dva uzastopna prijenosa podataka, trajanje baterije i do 10 godina. Na drugom kraju su one primjene npr. u sustavima automatskog izbjegavanja sudara vozila, u kojima se traže puno veće brzina prijenosa podataka te znatno brži odziv uređaja na odgovarajuću pobudu. U cilju zadovoljenja navedenih zahtjeva, provode se različite studije za tzv „*novi radio*“ odnosno tehnologije sljedeće generacije. Posebno se istražuju nelicencirani frekvencijski pojasi oko 60 GHz kao i video i podatkovna komunikacija koje su posebno važne za moderni nadzor, sigurnost te službe spašavanja.

4. PETA GENERACIJA KOMUNIKACIJSKIH SUSTAVA

Osnovne značajke 5. generacije pokretnih komunikacijskih sustava su:

- više spektra (milimetarski valovi)
- uporaba spektra (licencirane, nelicencirani, podijeljeni)
- vrlo malo kašnjenje
- računanje u oblaku
- sigurnost internetske mreže
- M2M komunikacija za IoT

Komunikacijske tehnologije u **milimetarskom valnom području** zauzimaju frekvencijsko područje između 30 GHz i 300 GHz. To je veliki izvor do sada nedovoljno iskorištenog frekvencijskog područja koji pruža mogućnost veće širine radio kanala i veći kapacitet prijenosa podataka. Zato uređaji i sustavi u milimetarskom valnom području postaju važan element u izgradnji budućih pokretnih komunikacijskih sustava 5. generacije.

Tehnologije 5. generacije zahtijevaju znatno veću **energetsku učinkovitost** svih elemenata u sustavu. Ograničenost raspoloživoga **radiofrekvencijskog spektra** rješava se licenciranim dijeljenjem pristupa spektru (LSA – Licensed Shared Access) kao i sve širom primjenom tehnologija softverske rekonfiguracije.

Softverski definirano umrežavanje i **virtualizacija mrežnih funkcija** su ključne tehnologije koje omogućavaju automatski odgovor na prometne zahtjeve i servise koji se odvijaju na tim mrežama. Nove servisne aplikacije su podržane dinamički konfigurabilnim i potpuno automatiziranim okruženjem u oblaku te

virtualiziranim mrežnim funkcijama. Najznačajnije primjene normizacije povezane sa **sigurnosti** su: zakonito prisluškivanje, kvantna kriptografija, sigurnosni algoritmi, privatnost korisnika, sigurnost interneta kao i sigurnost procesa u virtualiziranom području.

U području **transporta** u pripremi je drugo izdanje norma za tzv. **ko-operativne inteligentne transportne sustave** (C-ITS) kao i za automatsko upravljanje vozilom. Normizacija u području **satelitskih komunikacija** omogućuje brzi pristup internetu s fiksnih ili pokretnih terminala u zrakoplovu, na brodu ili u vozilu.

Rezultat normizacije u području **digitalne radiodifuzije i isporuke sadržaja** je primjena televizije ultra visoke definicije (UHD TV - Ultra High Definition TV) kao i interaktivni radio i TV. Razvijaju se generičke i posebne norme za uređaje kratkoga dometa (SRD – Short Range Devices) primjenom **širokopojasnoga** zračnoga sučelja. Značajnije senzorske aplikacije su: praćenje lokacije, senzorske mreže na vozilima i u javnom transportu, identifikacija i nadzor objekata. Definiiraju se spektralni zahtjevi u cilju osiguranje spektralne učinkovitosti i kompatibilnosti s drugim radijskim servisima.

Kreirane su generičke norme, upute i izvješća u vezi **elektroničkog potpisa** i odgovarajuće infrastrukture utemeljenih na povjerenju, zaštiti elektroničkih transakcija te osiguranju povjerenja i pouzdanosti s poslovnim partnerima. Normizacijski dokumenti su izrađeni sukladno zahtjevima iz Mandata M/460 *Elektronički potpis*.

Okruženje **računanja u oblaku** sadrži široki raspon uređaja, od sasvim malih do superkompjutora, koji međusobno komuniciraju razmjenjujući podatke, informacije i znanje. Normizacija je bitan element koji omogućava da tako puno različitih uređaja, softvera, operativnih sustava, baza podataka međusobno komuniciraju prostorno raspoređeni po svim krajevima svijeta.

4.1. Rekonfigurabilni radijski sustavi

Rekonfigurabilni radijski sustavi (RRS - Reconfigurable Radio Systems) sadrže inteligentne radijske uređaje koje karakterizira aktivna reakcija na pobudu iz okoline. Omogućuju dijeljenje neiskorištenog spektra između različitih servisa i

radijskih mreža. Predstavljaju važan element u stvaranju rekonfigurabilne, fleksibilne i efikasne arhitekture bežičnih uređaja. LSA (Licensed Shared Access) je tehnologija koja omogućava koegzistenciju izvornog operatora s novim mrežnim operatorom u istom frekvencijskom pojasu.

Kao odgovor na EC Mandat M/512 u vezi RRS-a, ETSI-jev tehnički odbor TC RRS – *Reconfigurable Radio Systems* je kreirao tehničke specifikacije o informacijskim elementima i protokolima za LSA1 sučelje. Njegova aktivnost obuhvaća i sustavna rješenja koja se odnose na softverski definiran radio (SDR – *Software Defined Radio*) i kognitivni radio (CR – *Cognitive radio*). Definirani su i zahtjevi za uvođenje postupaka dinamičke instalacije nove softverske aplikacija kao i recertifikacije radijskih uređaja. Na taj način se podržava njihova rekonfiguracija nakon inicijalne certifikacije i stavljanja u primjenu. To je posebno važno u kontekstu nove RE direktive (Radio Equipment Directive) prema kojoj se radijski uređaj može staviti na tržište samo ako je certificiran **zajedno** s odgovarajućim softverom.

4.2. Računanje na rubu mreže

Tehnologija računanja na rubu mreže (MEC - Mobile-Edge Computing) omogućava IT servise i sposobnost računanja u oblaku (Cloud Computing) na rubu pokretne mreže. U takvim uvjetima postiže se jako malo kašnjenje gdje je moguće razmijenjivati sadržaj i informacije između korisnika u realnom vremenu.

Računanje na rubu mreže se pokazuje kao ključan element u internetu stvari (IoT). Pomaže unaprjeđenju transformacije pokretne širokopojasne mreže u programabilno okruženje. Ispunjava stroge zahtjeve 5G mreže u pogledu propusnosti, kašnjenja, skalabilnosti i automatizacije te dodatne privatnosti i sigurnosti. Velika količina prometa koju stvaraju „IoT uređaji“ dovodi do ograničenja u pogledu procesorskog i memorijskog kapaciteta. Postoji potreba integracije poruka različitih „IoT uređaja“ povezanih kroz pokretnu mrežu u blizini samih uređaja.

4.3 Sigurnost ICT sustava

Rješenja za sigurnost ICT sustava uključuju pouzdanu i sigurnu mrežnu infrastrukturu kao i zaštitu privatnosti pojedinaca i organizacija. Normizacija sigurnosti može imati značajnu ulogu u zakonskoj zaštiti interneta odnosno komunikacije i poslovnih aktivnosti koje se preko njega odvijaju.

ETSI-jev tehnički odbor *CYBER* je odgovoran za pravovremeno kreiranje odgovarajućih normizacijskih dokumenata iz područja sigurnosti ICT-a.

Normizacijske aktivnosti se povode, sukladno zahtjevima iz europske Direktive za mrežnu i informacijsku sigurnost (*Network and Information Security Directive*), s ciljem povećanja povjerenja potrošača te održavanja stabilnog funkcioniranja europskoga unutarnjeg tržišta.

Normizacijsko područje sigurnosnog djelovanja obuhvaća:

- **Horizontalna internetska sigurnost** - privatnost pomoću dizajna, sigurnosne kontrole, mrežna i informacijska sigurnost, kritične infrastrukture, pokazatelji informacijske sigurnosti
- **Sigurnosne tehnologije i sustavi** - pokretni/bežični sustavi (4G, TETRA, DECT, RRS, RFD, IoT i M2M), virtualizacija mrežnih funkcija, inteligentni transportni sustavi, radiodifuzija
- **Sigurnosni alati i tehnike** - zakonito prisluškivanje i zadržavanje podataka, digitalni potpis i isporučitelji povjerljivih servisa, sigurni elementi, kriptografija.

Posebna se pažnja posvećuje normizacijskim aktivnostima povezanim s normizacijskim mandatom Europske komisije M/539 *Privatnost pomoću dizajna* (Privacy by Design). Objavljeno je tehničko izvješće koje određuje visoko strukturirani eko sustav zahtjeva za sigurnosnim dizajnom komunikacijskih i IT mreža.

Pojava kvantnih kompjutora predstavlja značajan izazov za sadašnje tehnike zaštitnog kodiranja. Kreirana je i ETSI-jeva uputa o utjecaju kvantnog računanja na ICT sigurnost.

Nove norme su potrebne za integraciju kvantne komunikacije u mreže i za poticanje njegove komercijalizacije.

4.4 M2M komunikacija za IoT

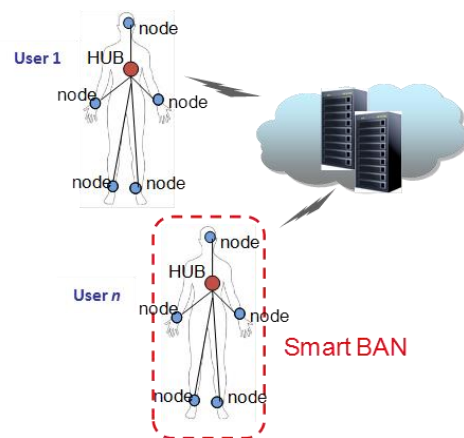
Zadatak je tehničkog odbora *PametniM2M* (SmartM2M) kreiranje specifikacija za M2M usluge i aplikacije kao i podrška europskoj regulativi kroz realizaciju normizacijskih zahtjeva u području pametnih gradova, interneta stvari i pametnih kućanskih uređaja. Tehnički odbor *Platforma za pametne kartice* (SCP – Smart Card Platform) razvija i održava specifikacije za: sigurne elemente/terminalnu opremu, komunikaciju između uređaja, financijske

transakcije preko telekomunikacijskih mreža te za razvoj i održavanje sučelja,

Sve više kućanskih i industrijskih naprava postaju inteligentne. Da bi mogle biti učinkovito umrežene i komunicirati u realnom vremenu između sebe kao i sa servisnim platformama različitih proizvođača potrebno je razviti odgovarajuća otvorena sučelja. Tehnički odbor *Smart M2M* je objavio specifikaciju za *SAREF* (the Smart Appliances REference ontology) koja djeluje zajedno s M2M kompatibilnim komunikacijskim platformama. Kućanski uređaji će moći razmjenjivati podatke s bilo kojim sustavom za upravljanje energijom smještenim u kući ili negdje u oblaku.

4.5 Komunikacijska mreža na ljudskome tijelu

Tehnologija izgradnje komunikacijske mreže na ljudskome tijelu (BAN – Body Area Network) koristi se malim uređajima niske potrošnje snage za nadzor zdravstvenog stanja, sportske treninge, individualnu medicinu ili za osobnu sigurnost. Zadatak posebnog ETSI-jevog tehničkog odbora *PametnanBAN* (*SmartBAN*) je razvijanje i održavanje ETSI-jevih norma, specifikacija, izvješća, uputa kojima se podržava razvoj i primjena BAN tehnologija (slika 2). Služi kao koordinator ETSI-jevih aktivnosti u području ICT-a u zdravstvu (e-zdravstvo, m-zdravstvo, p-zdravstvo, telemedicina).



Slika 2: Područje rada tehničkog odbora PametniBAN

Krajem 2016. godine je objavljena ETSI-jeva tehnička specifikacija **ETSI TR 103 395 V1.1.1** (2016-12). U dokumentu je prikazano trenutno stanje tehnike kao i očekivana buduća istraživanja kojima će se omogućiti funkcioniranje i međusobna suradnja BAN uređaja

unutar ISM (Industrial, Scientific and Medical) frekvencijskog pojasa (902 – 928) MHz / (2.4 – 2.4835) GHz / (5.728 – 5.750) GHz. Glavni je izazov koji će trebati riješiti pojava interferencije odnosno međusobnog ometanja s drugim sustavima koji rade u istom frekvencijskom pojasu.

5. INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI

Inteligentni transportni sustavi (ITS) uključuju telematiku i sve vrste komunikacija u vozilu, između vozila (vozilo-vozilo) te između vozila i fiksnih lokacija (vozilo-infrastruktura). Primjenjuju različite aplikacije za povećanje sigurnosti prometa, smanjenje utjecaja na okoliš te optimizaciju uporabe prometa. Sljedeći su najvažniji prioriteti u normizaciji automobilskih inteligentnih transportnih sustava:

- **Namjenska komunikacija kratkoga dometa** (DSRC-Dedicated Short-Range Communications), omogućava komunikaciju između vozila i infrastrukture uz cestu na pojedinim lokacijama, npr. elektroničko sakupljanje pristojbi
- **Kooperativni ITS (C-ITS)**, podržava punu autonomiju upravljanja vozilom uključujući bežičnu komunikaciju kratkoga dometa
- **Sigurnost automobilskog ITS-a**, uključuje upravljanje privatnošću i odgovarajućim formatima certifikata

Zadnjih se godina sve više istraživanja usmjeravaju prema tzv **kooperativnim inteligentnim transportnim sustavima** (C-ITS - Cooperative ITS) kod kojih vozila osim s pretećom infrastrukturom uz ceste, komuniciraju i između sebe. Time se znatno povećava kvaliteta i pouzdanost dostupnih informacija koje vozila razmjenjuju o vlastitoj lokaciji, ispravnosti vozila, kao i o stanju te uvjetima u njihovom okolišu. C-ITS i sigurnost prometnih aplikacija ovise o pouzdanim i ispravnim podacima koje odašilju vozila kao i uređaji cestovne infrastrukture. U takvim uvjetima posebnu važnost imaju normirana rješenja za sigurnost i zaštitu privatnosti.

ETSI-jev tehnički odbor ITS *Inteligentni transportni sustavi* je vodeći pokretač i aktivni sudionik u pripremi i izradi globalnih normi za inteligentne transportne sustave. Među značajnije aplikacije spadaju cestovna sigurnost, kontrola

prometa, rukovođenje voznim parkom, lokacijski utemeljeni servisi, pomaganje vozaču tijekom vožnje, upozorenje na opasnost te potpora sustavima hitne pomoći. Za komercijalnu primjenu navedenih tehnologija, izrađuje i ispitne specifikacije za sukladnost uređaja, čime omogućava njihovo brzo uvođenje na tržište.

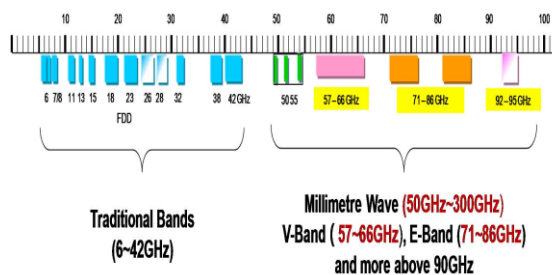
Mnoge ITS aplikacije trebaju brzu raspodjelu informacija između lokalno smještenih čvorova bez potrebe za koordinacijom za centralnom mrežnom infrastrukturom. U takvim se situacijama primjenjuje **mrežni protokol za lokalno umrežavanje** (GN - GeoNetworking protocol). Njime pojedini mrežni čvorovi usmjeravaju podatke prema sljedećem čvoru i time proširuju područje komunikacija.

6. EKSPERTNE SKUPINE ZA KREIRANJE INDUSTRIJSKIH SPECIFIKACIJA

ETSI-jeve ekspertne skupine za kreiranje industrijskih specifikacija (ISG – Industry Specification Groups) predstavljaju učinkoviti mehanizam kojim se povezuju vodeći stručnjaci iz najznačajnijih tehnoloških kompanija i sveučilišta. Zadatak im je kreiranje grupnih specifikacija i izvješća, koja postaju temelj za daljnji proces normizacije novih tehnologija.

- **Virtualizacija mrežnih funkcija** (ISG NFV - Network Functions Virtualisation) - Kreira specifikacije koje omogućuju dinamičku primjenu mrežnih funkcija. Time pružatelji servisa postaju prilagodljivi u ispunjavanju zahtjeva korisnika. Krajem 2016. godine objavljena je druga revizija NFV specifikacija u kojima se definiraju sučelja i informacijski modeli koji će omogućiti interoperabilnost rješenja. Također se analiziraju funkcionalni zahtjevi u odnosu na upravljanje: virtualnim resursima, životnim ciklusom mrežnih servisa i virtualiziranih mrežnih funkcija, kao i kapacitetom mrežnih funkcija. ETSI-jev NFV strukturni okvir (Architectural Framework) će biti temelj na kojem će se graditi virtualizacije mrežnih funkcija. Omogućit će optimalno dodjeljivanje raspoloživih resursa, brzo dodavanje novih servisa uz istovremeno osiguranje najvišeg stupnja sigurnosti i pouzdanosti te konačno jednostavnu i brzu integraciju s postojećom infrastrukturom.

- **Prijenos u milimetarskom valnom području** (ISG mWT - milimetre Wave Transmission) - Ima zadatak osigurati platformu za kompanije, organizacije i druge dionike uključene u mikrovalnu i milimetarsku industriju, za razmjenu tehničkih informacija kao što su rezultati ispitivanja modela širenja radijskih valova te simulacije interferencije. Normizacijske aktivnosti su usmjerene na inovativnu i cjelovitu uporabu spektra, normizaciju novih frekvencijskih pojasa iznad 90 GHz (W-pojas i D-pojas) te na istovremenu prisutnost različitih servisa u V-području (57-66) GHz (slika 3).



Slika 3: Frekvencijski spektar u milimetarskom valnom području

- **Raspodjela kvantnog ključa** (ISG QKD Quantum Key Distribution) - Glavni je zadatak izrada grupnih specifikacija (GS) i grupnih izvješća (GR) u kojima opisuju kvantnu kriptografiju za ICT mreže. Raspodjela kvantnog ključa je bitan element na putu šire primjene kvantne kriptografije. Kroz djelovanje skupine za industrijske specifikacije za distribuciju kvantnog ključa ESTI je predvodnik u razvijanju industrijskih norma za kvantnu komunikaciju. Objavio je nekoliko dokumenata na temu distribucije kvantnog ključa. Norme za komponente u QKD sustavima će definirati tržište specijalnih uređaja kao što su fotonski generatori i detektori. Osigurat će se pouzdana primjena kvantne kriptografije. Definiranjem zajedničkih sučelja potaknut će se tržište komponenti, sustava i aplikacija.
- **Internetski protokol v6** (ISG IPv6 - Internet Protocol v6) - Dovodi dionike iz cijeloga svijeta da zajedno rade na prednormizacijskim aktivnostima u neutralnom okruženju, definirajući zahtjeve i posebne slučajeve, navodeći najbolju praksu, dajući podršku i

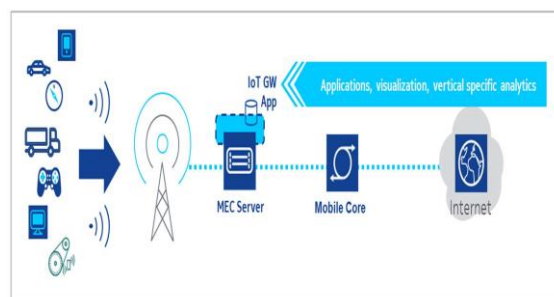
razvijajući svijest o značenju IPv6. S novom verzijom internetskog protokola će se riješiti problem nedostatka IP adresa, osigurati nove funkcionalnosti kao i nove internetske servise.

- **Sljedeća generacija protokola** (ISG NGP - Next Generation Protocols) - Radi na definiranju budućih zahtjeva za internetske protokole. Kreirali su niz grupnih specifikacija o protokolima sljedeće generacije, koje sadrže pregled odgovarajućih tehnologija, arhitektura i protokola koji su u fazi istraživanja. Očekuje se njihova puna primjena početkom 2020. godine. Primarni predmet istraživanja su: adresiranje, sigurnost, lokacija, autorizacija, mobilnost, zahtjevi interneta stvari, raspodjela audio i video sadržaja, zahtjevi za što manjim kašnjenjem, e-trgovine te energetske učinkovitosti unutar ICT sektora. U dokumentu GS NGP 001: *Protokoli sljedeće generacije; Definiranje scenarija* definiraju se ključne varijante za razvoj strukture postojećeg internetskog protokola (IP – Internet Protocol) kao i uključivanje novih tehnologija koje će se ugraditi u buduće mreže.
- **Iskustvena mrežna inteligencija** (ISG ENI - Experiential Network Intelligence) - Osnovana je s namjerom da poboljša iskustva operatora primjenom umjetne inteligencije. Definirat će se arhitektura za inteligentno upravljanje mrežom. Temelji se na kontrolnom modelu „promotri-orijentiraj-odluči-djeluj“. Za usklađivanje servisa, baziranih na promijenama korisničkih potreba i uvjetima u okolišu primjenjuje se tehnika umjetne inteligencije te pravila povezana sa svijesti o sadržaju. Sustav se bazira na učenju iz vlastitog iskustva kao i iz odluka dobivenih od operatora u cilju donošenja optimalnih budućih odluka. Time se pomaže operatoru automatizirati određene mrežne konfiguracije te nadzirati procese. Na taj se način smanjuju operativni troškovi te poboljšava iskoristivost i održavanje njihovih mreža.
- **Primijenjeno zajedničko sučelje za izmjenjiva CA/DRM rješenja** (ISG ECI - Common Interface for Exchangeable CA/DRM Solutions) - Razvija grupne specifikacije i izvješća za softverski ugrađeno zajedničko sučelje za rješenja gdje se primjenjuje uvjetovan pristup (CA-Conditional Access) i upravljanje digitalnim pravima (DRM - Digital Rights Management). Normizacijski dokumenti će definirati

arhitekturu i značajna sučelja za CA/DRM sustave u opremi na korisničkim lokacijama koja omogućuju mijenjanje primijenjenih CA/DRM osnovnih elemenata s novim pomoću softverskog programa bez potrebe za mijenjanjem hardvera. To je primjenjivo za servise koji se isporučuju preko radiodifuznih te širokopojsnih sustava.

- **Pokazatelji informacijske sigurnosti (ISG ISI - Information Security Indicators)** - Razvija cjeloviti set pokazatelja informacijske sigurnosti kroz izradu grupne specifikacije. Odabrat će pokazatelje prvoga prioriteta uz detaljan opis sukladno normi ISO 27004. Kreirati će poseban model raspodjele sigurnosnih događaja sukladno navedenim kriterijima.
- **Konvergencija pokretne i radio difuzne mreže (ISG MBC-Mobile and Broadcast Convergence)** - U velikom je porastu promet u pokretnim komunikacijskim mrežama, koji današnji korisnici kreiraju skidajući ili stavljajući na internet različite multimedijalne sadržaje, upotrebljavajući svoje pametne telefone. Zato se traže nova rješenja koja će umnožiti klasično načelo „jedan prema mnogima“ distribucije radio i TV programa na nižim razinama mreže i tako osigurati dovoljan kapacitet i kvalitetu prenesenog sadržaja. Postoji potreba da se razviju norme koje će sve više integrirati elemente sustava pokretnih komunikacija te radio i TV difuznih sustava. Kreirat će detaljno izvješće o primjeni poslovnog modela konvergiranih mreža uzimajući u obzir interese što šireg kruga zainteresiranih strana (radio i TV difuznih operatora, satelitskih radiodifuznih mrežnih operatora, pokretnih mrežnih operatora, vlasnika i operatora različitog sadržaja, isporučitelja infrastrukturnih mreža, proizvođača potrošačkih uređaja kao i samih potrošača).
- **Računanje na rubu mreže s višestrukim pristupom (ISG MEC - Multi-access Edge Computing)** - Kreirati će grupne specifikacije koje će omogućiti djelovanje aplikacija treće strane u okruženju od više isporučitelja usluga i računanju na rubu mreže s mogućnošću višestrukog pristupa. Podržavati će se tehnologije različite od 3GPP pristupnih

tehnologija, novi modeli naplate kao i integracija MEC-a u NFV okruženje. U svojoj prvoj reviziji kreira grupne specifikacije koje se odnose na uvođenje koncepta računanja na rubu pokretne mreže, opis pojedinih slučajeva, određivanje MEC zajednice te osiguravanje osnovnih specifikacija. MEC serveri (slika 4) povećavaju kapacitet računanja ali i dodatnu memoriju što će se upotrebljavati za: objedinjavanje i distribuciju servisa, analitičko procesiranje poruka s različitih uređaja, donošenje odluka koje se temelje na rezultatu analize podataka te daljinskog nadzora pristupa krajnjim uređajima.



Slika 4: MEC server u IoT sustavu

- **Energetska učinkovitost operacija za korisnike (ISG OEU - Operation Energy Efficiency for Users)** - Zadatak je razvoj grupne specifikacije za okolišno učinkovitu infrastrukturu, mrežnu opremu i softver, uzimajući u obzir minimalnu potrošnju energije i minimalnu emisiju stakleničkih plinova.
- **Tehnika površinske montaže (ISG SMT - Surface Mount Technique)** - Cilj je normirati faktor oblika za ugrađene module utemeljene na SMT-u. Trebaju se zadovoljiti zahtjevi sve prisutnijih netradicionalnih mobilnih uređaja u podršci pokretnim servisima.
- **Upravljanje informacijskim sadržajem (ISG CIM - Context Information Management)** - Podaci bez informacija o kontekstu u kojima su nastali, nemaju veliku uporabnu vrijednost. Zato se razvijaju posebni softverski programi koji analiziraju podatke i dodatne informacije koje opisuju kontekst u kojem su nastali. Sustav koji upotrebljava kontekstualne informacije u pametnim aplikacijama predstavlja inteligentni filter za objavu, otkrivanje, nadzor i održavanje

podataka sukladno odgovarajućem kontekstu. Ubrzano raste potreba za interoperabilnim kontekstualnim informacijama povezanim s podacima. ISG ICM će razviti protokole koji će djelovati na vrhu IoT platformi, a omogućiti će razmjenu podataka zajedno s pripadajućim kontekstom (što se opisuje podacima, što, gdje i kada se nešto mjeri, trajanje valjanosti podataka, tko je vlasnik podataka i drugo). Na taj način će se značajno povećati interoperabilnost aplikacija, pomoći će se pametnim gradovima da integriraju postojeće servise kao i omogućiti trećim stranama uvođenje novih servisa.

- **Inteligentno upravljanje složenim sadržajem** (ISG CCM - Intelligent Compound Content Management) - Zadatak je definirati dodatne funkcionalnosti korisničkih uređaja kako bi mogli primati uz današnje TV signale i HDR/WCG signale iz sadržaja. Nedavno su uvedene nove tehnologije i norme koje se odnose na *Visoko dinamičko područje* (HDR-New High Dynamic Range) i *Širu paletu boja* (WCG -Wider Colour Gamut). Uklanjaju postojeća ograničenja omogućavajući veću kreativnost i još realističnije slike. Time je otvoren put prema masovnom tržištu nove generacije pokazivača ultra visoke rezolucije. Prijenosni sustav za složeni sadržaj će omogućiti istovremeno slanje sadržaja s dva ili više različitih stupnjeva kvalitete kao i inteligentnu rekonstrukciju u prijammiku bez međusobnog negativnog utjecaja.

7. ZAKLJUČAK

Europska je komisija prepoznala važnost istraživanja i razvoja kao i pravovremenu normizaciju proizvoda i usluga. Kako bi osigurali europsko tehnološko vodstvo u digitalnim tehnologijama i telekomunikacijama, Komisija financira brojne razvojno istraživačke projekte u sklopu programa *Obzor2020*. U zadnje vrijeme proces prednormizacijskih aktivnosti počinje sve ranije, već u završnoj fazi razvojno istraživačkih projekata. Svojom *Uredbom o europskoj normizaciji* broj 1025/2012, definirana su načela, struktura i djelovanje europske normizacije kao i dio njezina financiranja.

3GPP je vodeće globalno javno privatno partnerstvo koje je već kreiralo tehničke specifikacije za brojne komunikacijske tehnologije

od naprednog GSM-a (2G) do LTE-A/pro (4,5G). U idućoj fazi je izrada tehničkih specifikacija za 5. generaciju komunikacijskih sustava.

ETSI je europski ali i značajan globalni lider u normizaciji informacijsko komunikacijskih tehnologija. Osim kroz tehničke odbore, specijalne odbore, ETSI projekte i partnerske projekte djeluje trenutno i kroz 14 ekspertnih skupina. Prednormizacijska aktivnost ovih skupina pokriva širok raspon novih tehnoloških područja od virtualizacije mrežnih funkcija do umjetne inteligencije i kvantne kriptografije. Kreiraju grupna izvješća i grupne specifikacije, koje postaju temelj za slijedeću fazu normizacijskih aktivnosti, tj izradu tehničkih specifikacija, ETSI normi i europskih harmoniziranih normi.

Sinergija procesa razvoja novih tehnologija i njihova pravovremena normizacija, predstavljaju temelj buduće europske vodeće uloge u brojnim područjima na globalnom tržištu digitalnih proizvoda i usluga.

8. LITERATURA

- (1) <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020>
- (2) GROW/F3 - Rolling Plan for ICT Standardisation 2017
- (3) <https://portal.etsi.org/home.aspx>
- (4) <https://ec.europa.eu/digital-single-market>
- (5) www.3gpp.org
- (6) Regulation 1025/2012 on European Standardisation
- (7) Quantum Manifesto.pdf
- (8) NFV priorities for 5G; ETSI White Paper
- (9) Tackling the Challenges of Cyber Security; ETSI White Paper
- (10) ETSI Annual Report 2016