

Slaven Galić, mag.ing.comp.
HEP – ODS SEKTOR ZA VOĐENJE SUSTAVA
Služba za procesne sustave i telekomunikacije
Odjel za procesne sustave i telekomunikacije Istok
slaven.galic@hep.hr

IKT U FUNKCIJI DIGITALIZACIJE DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA(IOT, MOBILE COMPUTING, BIG DATA,...)

SAŽETAK

U referatu je cilj prikazati kako iskoristiti mogućnosti koje nove tehnologije pružaju u digitalizaciji distribucijske mreže radi poboljšanja energetske učinkovitosti. U uvodnom dijelu opisane su tehnologije koje danas skupa predstavljaju jedan veliki skup alata zvan „Internet of Things“. Kratko je opisana svaka tehnologija sa primjerom mogućnosti korištenja u digitalizaciji distribucijske mreže. Prikazani su primjeri korištenja IKT tehnologija između različitih izvora energije.

Ključne riječi: IKT, digitalizacija, Internet stvari, Mobilno računarstvo, Big Data, IoE, Pametne mreže

ICT IN FUNCTION OF DIGITAL TRANSFORMATION OF DISTRIBUTION SYSTEMS(IOT, MOBILE COMPUTING, BIG DATA,...)

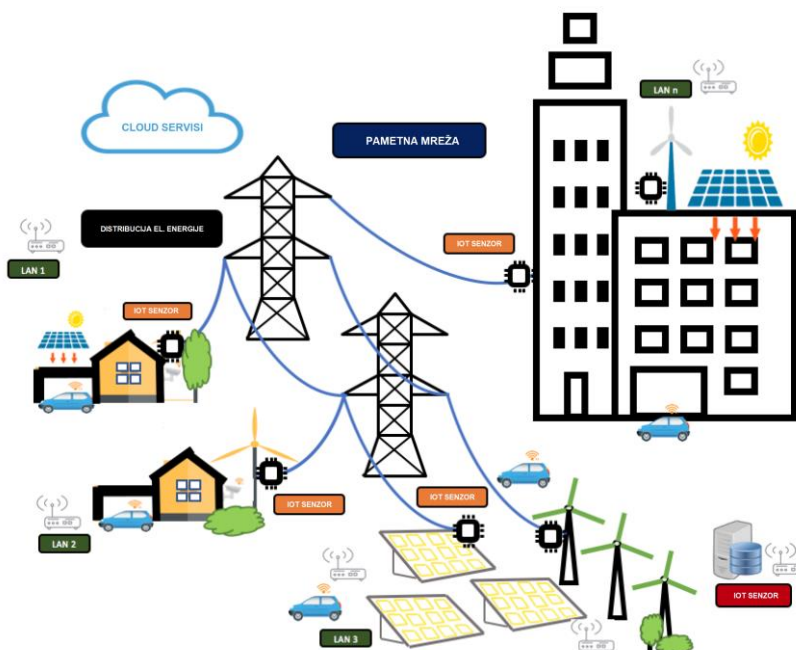
SUMMARY

The paper aims to show how to take advantage of the opportunities that new technologies provide in digitizing the distribution network to improve energy efficiency. The introductory section describes the technologies that today together represent one large set of tools called the Internet of Things. Each technology is briefly described, with an example of how it can be used in digitalisation of the distribution network. Examples of the use of ICT technologies between different energy sources are presented.

Key words: ICT, digital transformation, IoT, Mobile Computing, Big Data, IoE, Smart Grid

1. UVOD

Elektroenergetski sustavi drastično napreduju u primjeni informacijsko-komunikacijskih tehnologija. Centralno nadzirane tradicionalne elektroenergetske mreže se pretvaraju u pametne mreže eng. *Smart Grid* kako bi se zadovoljila sve veća potražnja za energijom te dobila pouzdanost i stabilnost. Ugradnjom suvremenih mjernih uređaja i raznih sustava za nadzor raspodjeljenih energetske resursa prikupljaju se ogromne količine podataka. Pametne mreže koriste razne uređaje za nadgledanje, analizu i kontrolu mreže, raspoređene u elektranama, distribucijskim centrima i domovima potrošača. Uz naprednu mjernu infrastrukturu, pametna brojila, toleranciju grešaka, otkrivanje neovlaštene uporabe i uravnoteženje opterećenja na mreži do sprječavanja prekomjernog korištenja energije, tj. rasipanja energijom. Jedna od glavnih briga je povezanost, automatizacija i praćenje tako velikog broja uređaja koji zahtjevaju točno raspodjeljeni nadzor, analizu i kontrolu dvosmjernom komunikacijom velike brzine. Za takvu mrežu je potrebna automatizacija putem koncepta Internet stvari, eng. *Internet of Things* što se može vidjeti na Slici 1. IoT je definiran kao mreža fizičkih objekata ili stvari povezanih s internetom. Za korištenje IoT koncepta temeljna je informacijsko komunikacijska tehnologija kako bi se postigla krajnja koordinacija i komunikacija u oba smjera između IoT slojeva. Prema području pokrivanja prijenosa podataka, IKT se može svrstati u dvije kategorije: komunikacija kratkog dometa i komunikacija širokog dometa. Komunikacija kratkog dometa podrazumijeva Bluetooth komunikaciju te ZigBee bežičnu komunikaciju temeljenu na IEEE 802.15.4 standardu koja se može koristiti za nadgledanje dalekovoda. Komunikacija širokog dometa uključuje GPRS komunikacijsku mrežu, TETRA radijsku mrežu, privatnu IP mrežu uz optičku infrastrukturu, 2G/3G/4G komunikacijsku mrežu te satelitsku komunikaciju. Kako se broj uređaja i količina informacija priključena iz mreže povećava temeljno je pitanje kako i u kojem vremenu obraditi i analizirati veliku količinu podataka, gdje do izražaja dolazi koncept Velikih podataka eng. *Big Data*.

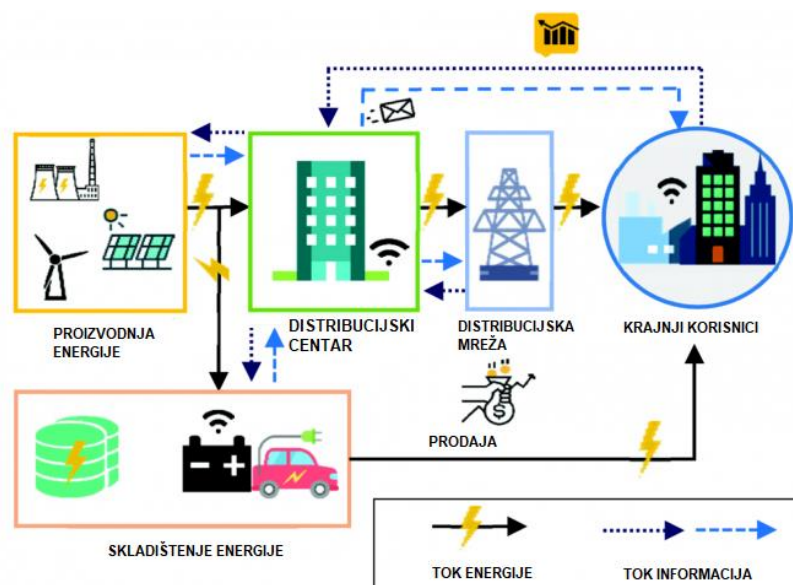


Slika 1. Pametna mreža

2. IKT Tehnologije

2.1. Internet stvari

„Internet of Things“ (skraćeno IoT) slobodno prevedeno kao Internet stvari te njegov napredni oblik vezan za energetske sustave „Internet of Energy“ (skraćeno IoE) predstavljaju mrežu elemenata opremljenih za prikupljanje, obradu i razmjenu podataka. IoE čine četiri ravnopravna ključna elementa: ljudi(njihovo međusobno povezivanje), procesi (isporuka pravih podataka pravoj osobi – stvari u pravo vrijeme), podaci vezani za energetiku (pretvaranje podataka u vrijednije informacije radi donošenja efikasnijih i efektivnijih odluka) i stvari (fizički uređaji i objekti povezani internetom i između sebe radi donošenja kvalitetnijih odluka)[1]. SCADA sustavi prikupljaju podatke sa IoT uređaja koji se nalaze na mreži i prikupljaju podatke u stvarnom vremenu potrebne za nadgledanje i kontrolu. Ovdje je riječ o različitim vrstama uređaja koji su opremljeni sensorima i spojeni preko interneta(Slika 2.). IoT je bitan pokretač za inovacije usmjerene prema kupcima, takav sustav podiže optimizaciju i automatizaciju podataka, digitalnu preobrazbu i omogućava potpuno nove aplikacije, modele poslovanja i prihode u različitim sektorima. Važna djelatnost energetskog sektora predstavlja uravnoteženje proizvodnje energije s potražnjom na ekonomičan način. Za većinu svijeta energija je vrlo pouzdana i relativno jeftina, ali to nije uvijek postignuto na najučinkovitiji način. Područje energetike je područje gdje ovaj koncept može imati veliki utjecaj, utječući na način generiranja, distribucije, potrošnje i pohrane energije. Uvid koji proizlazi iz podataka prikupljenih s internetom povezanih uređaja može se koristiti za razvoj novih usluga, povećanje produktivnosti i učinkovitosti, poboljšanje donošenja odluka u stvarnom vremenu, rješavanje ključnih problema i stvaranje novih i inovativnih poslovnih odluka.

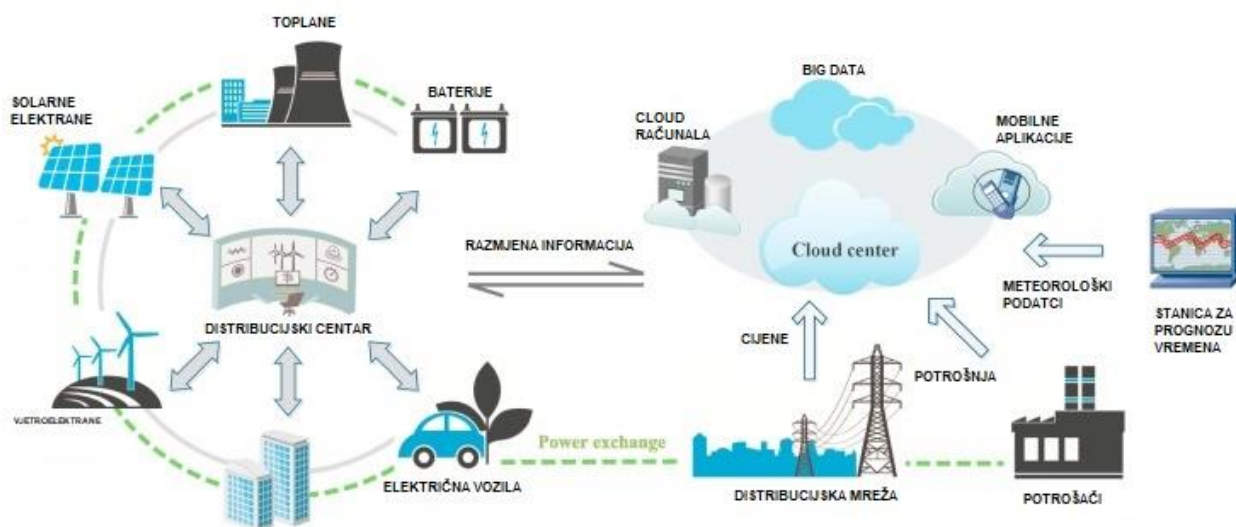


Slika 2. Prikaz toka el. energije i komunikacije unutar distribucijske mreže

Internet of Energy je koncept korištenja elektroenergetske infrastrukture proizvodnjom energije iz obnovljivih izvora energije, čineći proizvodnju i potrošnju čistijom i učinkovitijom. Koncept je utemeljen na dinamičnoj mreži koja povezuje energetska mreža sa internetom u cilju poboljšanja energetske učinkovitosti i ekološke prihvatljivosti. Pametni senzori mogu se smatrati jednim od najvažnijih IoT uređaja u pametnim mrežama. Pametni senzor je uređaj koji daje informacije upravljačkom sustavu o određenim parametrima i onom što se zapravo događa u fizičkom objektu koji se nadgleda.

Uređaj pruža sirove podatke koji se obrađuju, analiziraju i daju povratnu informaciju. Glavni ciljevi su osigurati tehničko rješenje, postići visoku razinu preciznosti, poboljšati kvalitetu i pouzdanost sustava. U prijenosnim i distribucijskim sustavima mjerenje vremenskih stanja poput smjera i brzine vjeta, temperature, vlage i kiše. Ovi senzori su odgovorni za ublažavanje i sprječavanje katastrofa s podacima koji nisu dostupni sustavu.

2.2. Mobile/Cloud Computing



Slika 3. Razmjena informacija između distribucijskog centra i Cloud servisa

„Mobile Computing“ ili mobilno računarstvo pomoću pametnih telefona i tablet uređaja ima brojne potencijalne mogućnosti u elektroenergetskim sustavima. Jedan od primjera korištenja mobilnog računarstva je da omogućuje dvosmjernu komunikaciju između radnika na terenu i osoblja u centru upravljanja. U vremenski kritičnim situacijama u kojima su uvjeti rada nepovoljni, brza komunikacija putem pametnih telefona omogućila bi reakciju koja bi spriječila nezgode i zaštitila radnika na terenu u slučaju nesreće. Drugi oblik računarstva koji je usko povezan sa mobilnom je računarstvo u oblaku. To je model koji je baziran na zajedničkom pristupu velikoj količini resursa koji se nalaze u istom oblaku (npr. mreža, server, prostor na disku, aplikacije i usluge). Resursi tako daju mogućnost brzog predviđanja uz minimalne napore upravljanja ili interakcije pružatelja neke od usluga. Postoji više definicija računarstva u oblaku, jedna od njih je i definicija koju je definirao NIST - Nacionalni institut za standarde i tehnologiju[2e].

NIST definira sljedeće karakteristike računarstva u oblaku:

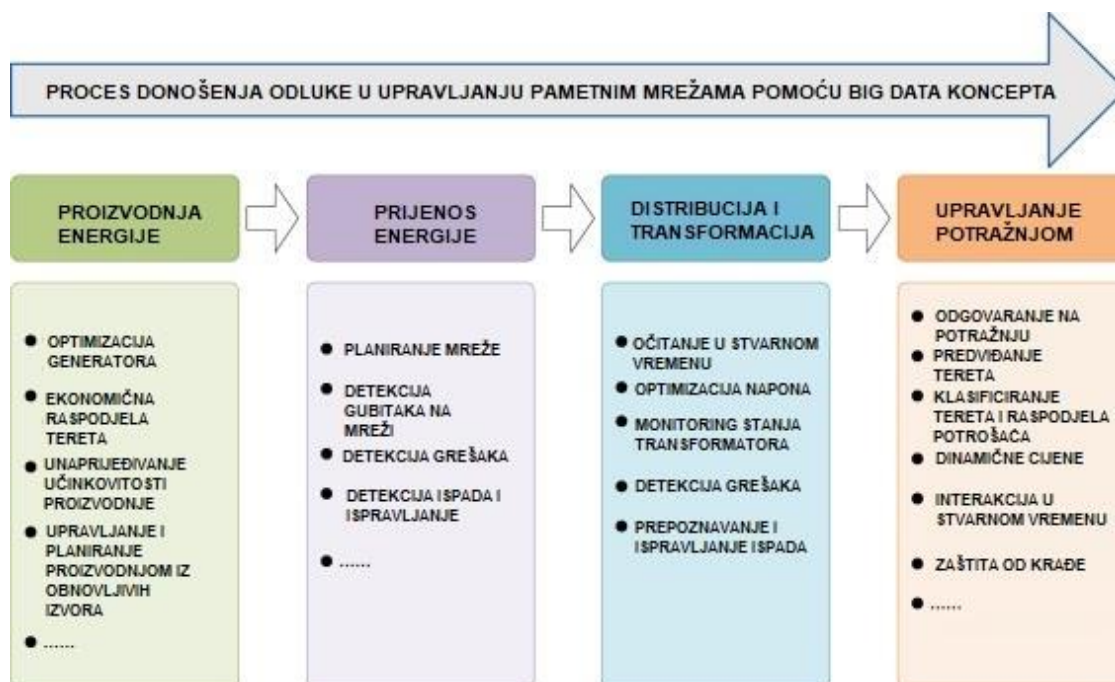
- Samoposluživanje na zahtjev – potrošač može samostalno pristupiti resursima, kao što je vrijeme na mreži i mrežna pohrana, bez potrebe za interakcijom sa davateljem usluge
- Široki pristup mreži – Mogućnosti su dostupne preko mreže i pristupa im se putem standardnih mehanizama koji promoviraju upotrebu na raznolikim platformama klijenta (npr. mobilni telefoni, radne stanice)
- Objedinjavanje resursa – resursi davatelja su objedinjeni za služenje više potrošača, dinamički dodjeljujući fizičke i virtualne resurse u skladu sa potražnjom potrošača
- Brza elastičnost – kapaciteti se mogu elastično odrediti i osloboditi u skladu sa potražnjom.

- Kvalitetna usluga – upotreba resursa se nadgleda, kontrolira i izvještava, pružajući transparentnost i za kupca i za davatelja usluge.

U oblaku su dostupni različiti modeli usluga, ovisno o potrebama. Aplikacije koje rade na oblak infrastrukturi poznati su pod nazivom „Software as Service“ ili SaaS u prijevodu programi kao usluga. Korisnici te usluge mogu pokretati putem svoga internet preglednika ili nekog drugog posrednog klijenta. Primjeri su desktop aplikacije za računovodstvo i sustavi za korisnike. Drugi model je „Platform as Service“ ili PaaS, odnosno platforma kao usluga potrebna za stvaranje i raspoređivanje digitalnih servisa. Platforma može biti baza podataka ili programsko okruženje. Treći najčešći model je „Infrastructure as Service“ ili IaaS je infrastruktura koja pruža se resurse podataka koje kupci obično trebaju u vlastitom podatkovnom centru, pohranu, mrežne usluge itd.

2.3. Big Data

Integracija pametnih mreža nosi troškove upravljanja velikim količinama podataka, njihovom čestom obradom i pohranom. Raspodjela i upravljanje energetskim resursima izvor su velike količine podataka u strukturiranom ili nestrukturiranom obliku[3]. Ti se podaci prikupljaju ciljano ili nasumično u svrhu učinkovite distribucije i upravljanja u potrebnom vremenskom okviru. Urbani i industrijski kompleksi su tipična okruženja u kojima se generiraju ovi podatci (Slika 4.). Takvi podatci uključuju potrošnju energije, opterećenje, stanje mrežnih komponenti, kvarove na dalekovodima, napredne mjerne zapise iz postrojenja, zapise o ispadima, prognozu vremena itd. Učestalost prikupljanja tih podataka povećava i samu količinu podataka. Big Data koncept je definiran kao skup podataka koji ima tri specifične osobine, količinu, raznolikost i brzinu. Količina je definirana učestalim prikupljanjem, raznolikost je predstavljena različitim sensorima koji proizvode podatke, dok brzina predstavlja omjer količine i vremena potrebnog za prikupljanje i obradu podataka. Brzina varira od primjene do primjene, npr. neke aplikacije obavljaju svoje zadatke tijekom određenom doba dana, kao što su vremenske prognoze. Drugi tip aplikacija izvršava svoje zadatke u stvarnom vremenu, kao što su nadzor dalekovoda ili sustavi daljinskog vođenja.



Slika 4. Proces donošenja odluke pomoću Big Data koncepta

2.4. Blockchain

„Blockchain“ (lanac blokova) tehnologija predstavlja distribuiranu strukturu podataka odnosno listu digitalnih informacija podijeljenu između svih čvorova koji sudjeluju u sustavu. Svaki blok je struktura podataka u kojoj su zapisane digitalne informacije koje se dijele putem lanca (Tablica 1.). Blokovi sadrže zaglavlja u kojem su upisani metapodaci te liste digitalnih informacija različite dužine. Svaki blok održava kopiju svake relevantne informacije i nema potrebe za središnjim autoritetom koji kontrolira informacije [3]. Blockchain tehnologija može biti alat za upravljanje sve složenijim elektroenergetskim sustavima uz to da se sve više obnovljivih izvora energije uključuje u mrežu i kupci povezuju novu opremu za proizvodnju, pohranu i potrošnju energije. Prava iskorištenost ove tehnologije ne leži u visokim, korporativnim razinama, nego na lokalnoj mikro razini. Najintuitivnija i najpopularnija primjena blockchain tehnologije u elektroenergetskom sektoru bi bila dozvoliti da pametna mreža postane mreža u kojoj bi kupci mogli međusobno trgovati električnom energijom npr. kupovinom i prodajom viška solarne energije prikupljene putem solarnih ploča na svojim kućama. Na ovaj način optimizirala bi se distribucija energije i ona bi postala dostupnija, a svi uključeni imali bi poticaj da se okrenu obnovljivim izvorima energije, čije viškove mogu ponuditi na tržištu. U suvremenom informacijskom društvu ovaj primjer mora sadržavati vrlo visoku razinu sigurnosti jer informacije koje se razmjenjuju imaju veliku važnost. (Sivaram & Freeman, 2018) navode 5 najbitnijih područja energetskega sektora u kojima su mogućnosti implementacije i razvoja blockchain tehnologija najveće, a one su [4]:

- Peer-to peer transakcije
- Transakcije na mreži
- Financiranje energetskih projekata
- Podupiranje održivosti
- Punjenje električnih automobila

Veličina	Naziv	Opis
4 bajta	Veličina bloka	Veličina bloka u bajtovima
80 bajtova	Zaglavlje bloka	Meta-podaci u bloku
1 – 9 bajtova	Brojač zapisa	Koliko zapisa sadrži blok
Varijabilno	Zapisi	Zapisi pohranjeni u bloku

Tablica 1. Struktura bloka „Blockchain“

Blockchain tehnologija se zasad uglavnom gleda kao alat za smanjenje troškova. Energetska industrija može vidjeti smanjenje troškova upravljanja složenim financijskim sporazumima, kao što su oni koji upravljaju koncesijama i plaćanjima, poboljšanje transparentnosti kroz opskrbni lanac, smanjenje troškova trgovinskih financija i u konačnici veći odaziv prema promjenjivim tržišnim uvjetima.

3. ZAKLJUČAK

Trendovi decentralizacije, digitalizacije i elektrifikacije golemi su potencijal za revoluciju energetskeg sustava. Sve veći udio obnovljivih izvora u proizvodnji električne energije i ujedno njihov utjecaj na elektroenergetski sustav postavljaju sve veće zahtjeve na ubrzani razvoj samog sustava. Istodobno, zbog sve veće decentralizirane proizvodnje električne energije u neposrednoj blizini potrošača ili kod samih potrošača elektroenergetskim tvrtkama postaje teško zadovoljavati sve promjenjiviju ponudu i potražnju. Predstavljene tehnologije prikazuju vrlo vjerovatnu budućnost IKT u području distribucijskih sustava. Takvi će sustavi definitivno imati podršku različitih oblika umjetne inteligencije i mogućnost samo-programiranja. Sustavi svake sljedeće generacije postaju sve bliže tom cilju iako razvojem ovakvih sustava dolazimo do novih sigurnosnih izazova. Područje IKT sigurnosti se eksponencijalno širi na nove uređaje, što samim time nameće potrebu za preventivnim aktivnostima. Energetika predstavlja područje od visokog sigurnosnog rizika, a sustavi njihove zaštite moraju zadovoljavati visoke standarde.

4. LITERATURA

- [1] Sanja Šijanović Pavlović, Antonijo Bolanča, "Internet of Things i Blockchain kao alati razvoja fleksigurnog energetskeg sektora", Nafta i Plin, veljača 2018.
- [2] Adin Ibšević, "Cloud computing", Završni dan, Fakultet informacionih tehnologija Travnik, 2019.
- [3] Petra Lončar, Pohrana velikih količina podataka na novim računalnim paradigmatama, Poslidiplomski doktorski studij elektrotehnike i informacijske tehnologije, ožujak 2019.
- [4] Sivaram, V., & Freeman, M. wCouncil on Foreign Relations, Blockchain and Energy: We Sifted Hype from Reality So You Don't Have To: <https://www.cfr.org/blog/blockchain-and-energy-we-sifted-hype-reality-so-you-donthave>