

# Analiza utjecaja elektroničkih komunikacija na okoliš

---

Krizmanić, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2015

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:993526>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-04-16**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Marko Krizmanić**

**ANALIZA UTJECAJA ELEKTRONIČKIH**  
**KOMUNIKACIJA NA OKOLIŠ**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2015.**

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**ANALIZA UTJECAJA ELEKTRONIČKIH KOMUNIKACIJA  
NA OKOLIŠ**

**ELECTRONIC COMMUNICATIONS IMPACT ON THE  
ENVIRONMENT**

Mentor: prof. dr. sc. Zvonko Kavran

Student: Marko Krizmanić, 0152196299

Zagreb, rujan 2015.

## SAŽETAK

Jedan od glavnih izazova za budućnost elektroničkih komunikacija je smanjenje negativnih utjecaja na okoliš. Elektroničke komunikacije utječu na okoliš kroz sve faze životnog ciklusa, a zbog sve većeg broja korisnika utjecaj u fazi primjene je od imperativnog značaja. U fazi primjene utjecaj elektroničkih komunikacija očituje se kroz potrošnju energije koja indirektno uzrokuje emisiju stakleničkih plinova. Trenutno stanje elektroničkih komunikacija u RH, koje nije zadovoljavajuće, dovodi do zaključka da prostora za razvoj ima, a strategije i inicijative EU za razvoj nalažu da je razvoj i implementacija širokopojasnog pristupa od ključne važnosti za elektroničke komunikacije. Prema trenutnom stanju, strategijama i inicijativama razvoja elektroničkih komunikacija u RH mogu se pretpostaviti scenariji budućeg razvoja. Kako bi se odredio mogući utjecaj elektroničkih komunikacija izračunata je potrošnja energije u fazi primjene, a dobiveni rezultati su primjenom faktora pretvorbe pretvoreni u emisiju stakleničkih plinova. Komparativnom analizom emisije stakleničkih plinova utvrđen je utjecaj na okoliš za scenarije budućeg razvoja.

**KLJUČNE RIJEČI:** elektronička komunikacija; utjecaj na okoliš; faza primjene; potrošnja energije; emisija stakleničkih plinova

## SUMMARY

One of the main challenges for the future of the electronic communications is the reduction of negative environmental impact. Electronic communications impact the environment through all phases of life cycle, and because of the increasing number of users impact in use phase is of imperative importance. Impact in the use phase of electronic communications is manifested through energy consumption that indirectly causes greenhouse gas emissions. The current state of electronic communications in Republic of Croatia, which is not satisfying, leads to conclusion that there is room for development, and the EU development strategies and initiatives direct that the development and implementation of broadband access is essential for electronic communications. According to the current state of electronic communications and development strategies and initiatives for electronic communications in Republic of Croatia scenarios for future development may be assumed. To determine the potential impact of electronic communications on environment, energy consumption in use phase is calculated, and the results obtained are converted to greenhouse gas emissions by applying the conversion factor. The environmental impact for scenarios for future development is determined by comparative analysis of greenhouse gas emissions.

**KEYWORDS:** electronic communication; impact on the environment; use phase; energy consumption; greenhouse gas emission

# SADRŽAJ

|                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. UVOD .....                                                                                                                                   | 1  |
| 2. ANALIZA RAZVOJA I PRIMJENE USLUGA ELEKTRONIČKIH KOMUNIKACIJA U RH ....                                                                       | 3  |
| 2.1. Telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži .....                                                                         | 4  |
| 2.1.1. Razvoj telefonskih usluga u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži .....                                                               | 5  |
| 2.1.2. Analiza trenutnog stanja telefonskih usluga u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži ..                                                | 7  |
| 2.2. Telefonske usluge u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži .....                                                                           | 10 |
| 2.2.1. Razvoj telefonskih usluga u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži .....                                                                 | 11 |
| 2.2.2. Analiza trenutnog stanja telefonskih usluga u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži ....                                                | 13 |
| 2.3. Usluga širokopojasnog pristupa internetu .....                                                                                             | 15 |
| 2.3.1. Razvoj usluge širokopojasnog pristupa internetu .....                                                                                    | 16 |
| 2.3.2. Analiza trenutnog stanja usluge širokopojasnog pristupa internetu .....                                                                  | 18 |
| 2.4. Usluga televizije .....                                                                                                                    | 20 |
| 2.4.1. Analiza razvoja usluga televizije .....                                                                                                  | 21 |
| 2.4.2. Analiza trenutnog stanja usluga televizije .....                                                                                         | 22 |
| 3. SCENARIJI RAZVOJA I PRIMJENE ELEKTRONIČKIH KOMUNIKACIJA U RH .....                                                                           | 25 |
| 4. UTJECAJ ELEKTRONIČKIH KOMUNIKACIJA NA OKOLIŠ .....                                                                                           | 34 |
| 4.1. Direktni utjecaji elektroničkih komunikacija na okoliš .....                                                                               | 35 |
| 4.2. Indirektni utjecaji elektroničkih komunikacija na okoliš .....                                                                             | 36 |
| 4.3. Sustavni utjecaji elektroničkih komunikacija na okoliš .....                                                                               | 37 |
| 4.4. Utjecaj tehnologija elektroničkih komunikacija na okoliš u fazi primjene .....                                                             | 38 |
| 5. NAKNADE ZA ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA U RH .....                                                                                                    | 43 |
| 5.1. Naknade Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost .....                                                                           | 44 |
| 5.2. Načini izračuna naknada za utjecaj na okoliš .....                                                                                         | 46 |
| 6. KOMPARATIVNA ANALIZA MOGUĆIH SCENARIJA PRIMJENE TEHNOLOGIJA<br>ELEKTRONIČKIH KOMUNIKACIJA ODREĐIVANJEM EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA<br>..... | 48 |
| 7. ZAKLJUČAK .....                                                                                                                              | 61 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| LITERATURA.....      | 62 |
| POPIS KRATICA .....  | 65 |
| POPIS SLIKA .....    | 68 |
| POPIS TABLICA.....   | 69 |
| POPIS GRAFIKONA..... | 70 |

# 1. UVOD

Razvoj informacijsko komunikacijskih tehnologija u proteklom razdoblju imao je većinom pozitivan utjecaj na gospodarstvo i društvo u cjelini. Analiza utjecaja elektroničkih komunikacija na okoliš često je izostala zbog ekološke neosviještenosti društva, odnosno saznanja u kojoj mjeri zapravo elektroničke komunikacije utječu na okoliš. Zbog ubrzanog razvoja informacijsko komunikacijske tehnologije, samim time rastom broja mrežnih uređaja, infrastrukturne opreme i na poslijetku krajnjih korisnika koji su najveći potrošači, raste i utjecaj na okoliš. Informacijsko komunikacijske tehnologije utječu na okoliš od samog početka dizajniranja i proizvodnje usluga i proizvoda, do kraja životnog ciklusa, pa čak i nakon njega. Zato je vrlo teško procijeniti kompletan utjecaj jer se vrijednosni lanac sektora elektroničkih komunikacija sastoji od velikog broja subjekata, proizvoda, usluga, tehnologija i infrastrukturnih objekata od kojih svaki dio na drugačiji način utječe na okoliš kroz faze životnog ciklusa. Jedna od tih faza je i faza primjene tehnologija elektroničkih komunikacija. Iako u fazi primjene nema direktnog vidljivog utjecaj na okoliš primjena proizvoda i usluga uzrokuje potrošnju energije, što se smatra jednom vrstom utjecanja na okoliš. Tehnologije elektroničkih komunikacija svakim danom se razvijaju kako bi omogućile adekvatno posluživanje sve većeg broja korisnika i kako bi se ispunili zahtjevi za kvalitetnijom uslugom, a dio koji se često zanemaruje u njihovom razvoju je mogući utjecaj na okoliš. Kako su klimatske promjene na koje utječe čovjek nikad veće, veliku pozornost pri razvoju tehnologija treba pridodati i mogućem utjecaju primjene tehnologija elektroničkih komunikacija na okoliš. Svrha diplomskog rada je određivanjem potrošnje energije i emisije stakleničkih plinova u fazi korištenja ispitati u kojoj mjeri pojedine tehnologije utječu na okoliš u Republici Hrvatskoj. Cilj diplomskog rada je komparativnom analizom mogućih scenarija primjene tehnologija elektroničkih komunikacija u Republici Hrvatskoj kroz izračun potrošnje energije i emisije stakleničkih plinova utvrditi u kojoj bi mjeri pojedina tehnologija bila ekološki prihvatljivija. Naslov diplomskog rada je: **Analiza utjecaja elektroničkih komunikacija na okoliš**. Rad je podjeljen u sedam cjelina:

1. Uvod
2. Analiza razvoja i primjene usluga elektroničkih komunikacija
3. Scenariji razvoja i primjene elektroničkih komunikacija u RH
4. Utjecaj elektroničkih komunikacija na okoliš
5. Naknade na onečišćenje okoliša u RH

6. Komparativna analiza mogućih scenarija primjene tehnologija elektroničkih komunikacija određivanjem emisije stakleničkih plinova

7. Zaključak

Kako bi se dobila jasnija slika u kojoj mjeri i koje tehnologije bi se u budućnosti u Republici Hrvatskoj mogle koristiti u drugom poglavlju rada opisan je dosadašnji razvoj i stanje za telefonske usluge u nepokretnoj i pokretnoj komunikacijskoj mreži, usluge širokopojasnog pristupa i usluge televizije koristeći podatke Hrvatske regulatorne agencije za mrežne djelatnosti o stanju elektroničkih komunikacija sa početka 2000.-ih do 2015. godine.

U trećem poglavlju pretpostavljaju se četiri scenarija razvoja i primjene elektroničkih komunikacija u Republici Hrvatskoj za 2020. godinu na osnovu podataka dosadašnjeg razvoja i stanja elektroničkih komunikacija te Strategije za razvoj širokopojasnog pristupa u RH od 2016. do 2020. godine.

U četvrtom poglavlju opisani su direktni, indirektni i sustavni utjecaji elektroničkih komunikacija, subjekti, objekti i načini onečišćivanja. Detaljnije je obrađeno područje utjecaja tehnologija elektroničkih komunikacija u fazi korištenja, odnosno potrošnja energije određenih dijelova mreže koje koriste.

U petom poglavlju navode se zakonski i ekonomski instrumenti regulacije onečišćenja okoliša u Republici Hrvatskoj, odnosno zakonski određene naknade na onečišćenje okoliša i pojašnjen je način na koji se računaju naknade na onečišćenje vezane uz elektroničke komunikacije.

U šestom poglavlju prikazana je analiza rezultata izračuna potrošnje energije pojedinih tehnologija elektroničkih komunikacija i njihovih dijelova mreže za četiri moguća scenarija razvoja i primjene tehnologija elektroničkih komunikacija, te analiza emisije stakleničkih plinova koje bi uzrokovala potrošnja energije.

## **2. ANALIZA RAZVOJA I PRIMJENE USLUGA ELEKTRONIČKIH KOMUNIKACIJA U RH**

„Elektroničke komunikacije definiraju kao davanje na korištenje elektroničke komunikacijske mreže i/ili pružanje elektroničke komunikacijske usluge, [1].“ Pod elektroničkom komunikacijskom mrežom podrazumijevaju se prijenosni sustavi i, prema potrebi, oprema za prospajanje ili usmjeravanje i druga sredstva, uključujući i dijelove mreže koji nisu aktivni, koji omogućuju prijenos signala žičnim, radijskim, svjetlosnim ili drugim elektromagnetskim sustavom, što uključuje satelitske mreže, nepokretne zemaljske mreže (s prospajanjem kanala i prospajanjem paketa, uključujući i internet), zemaljske mreže pokretnih komunikacija, elektroenergetske kabelske sustave, radiodifuzijske mreže i mreže kabelske televizije, bez obzira na vrstu podataka koji se prenose. „Elektroničke komunikacijske usluge su usluge koje se, u pravilu, pružaju uz naknadu, a sastoje se u cijelosti ili većim dijelom od prijenosa signala u elektroničkim komunikacijskim mrežama, uključujući telekomunikacijske usluge i usluge prijenosa u radiodifuzijskim mrežama, što ne obuhvaća usluge pružanja sadržaja i obavljanja uredničkog nadzora nad sadržajem koji se prenosi, [1].“

Hrvatska regulatorna agencija za mrežne djelatnosti (HAKOM) prema definiranim pojmovima elektroničkih komunikacija, elektroničke komunikacijske mreže i elektroničkih komunikacijskih usluga tržište elektroničkih komunikacija dijeli na telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži, telefonske usluge u javnoj pokretnoj mreži, usluge širokopojasnog pristupa internetu i usluge televizije. Po takvoj podjeli HAKOM prikuplja relevantne podatke i kreira baze podataka sa usporednim podacima tržišta elektroničkih komunikacija u RH od 2004. godine, te objavljuje godišnja izvješća o radu od 2008. godine u kojima se navode pokazatelji o stanju tržišta elektroničkih komunikacija u RH, [2].

Prema godišnjim usporednim podacima tržišta elektroničkih komunikacija i godišnjim izvješćima o radu HAKOM-a u slijedećim podpoglavljima analiziraju se dosadašnji razvoj elektroničkih komunikacija i trenutno stanje elektroničkih komunikacija u RH u svrhu jasnije slike budućnosti, odnosno jasnije vizije u kojem se smjeru elektroničke komunikacije u RH razvijaju i primjena kojih usluga i tehnologija je u opadanju, odnosno porastu.

## 2.1. Telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži

Pod telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži podrazumijevaju se usluge koje su dostupne javnosti za uspostavu nacionalnih ili međunarodnih poziva sa fiksne lokacije koji završavaju u nepokretnoj ili pokretnoj komunikacijskoj mreži u svrhu govorne komunikacije, ili za primanje nacionalnih ili međunarodnih poziva na fiksnoj lokaciji koji su inicirani u nepokretnoj ili pokretnoj komunikacijskoj mreži u svrhu govorne komunikacije, [1].

Javna nepokretna komunikacijska mreža obuhvaća prijenosne sustave, opremu za prospajanje ili usmjeravanje i druga sredstva koja omogućuju prijenos žičnim, svjetlosnim ili drugim elektromagnetskim sustavom bez obzira na vrstu podataka koji se prenose te omogućavaju uspostavljanje elektroničke komunikacijske veze na određenoj lokaciji. U slučaju telefonskih usluga javna nepokretna komunikacijska mreža odnosi se na:

- javnu komutiranu telefonsku mrežu (**PSTN** – *Public Switched Telephone Network*) u kojoj se koristi vremensko multipleksiranje (**TDM** – *Time Division Multiplexing*)
- komunikacijsku mrežu baziranu na internet protokulu (**IP** – *Internet Protocol*) koja koristi IP višemedijski podsustav (**IMS** – *Internet Protocol Multimedia Subsystem*) i tehnologiju prosljeđivanja paketa zamjenom oznaka (**MPLS** – *Multiprotocol Label Switching*) te omogućava nove konvergirane glasovne i podatkovne usluge te njihovu interoperabilnost.

Trenutno su obje komunikacijske mreže aktivne i interoperabilne s time da postoji tendencija da se u skorije vrijeme u potpunosti prijeđe na IP/IMS komunikacijsku mrežu i s time ugasi postojeća PSTN mreža.

Također uz različite nepokretne komunikacijske mreže treba razlikovati i različite tehnologije pristupa tim mrežama. U RH usluge pristupa javnoj komunikacijskoj mreži na fiksnoj lokaciji za privatne i poslovne korisnike pružaju se putem:

- Analognog priključka
- (**POTS** – *Plain Old Telephone Service*);
- Internetskog protokola;

- Kabelskih mreža;
- Bežičnih tehnologija u nepokretnoj mreži;
- Digitalne mreže integriranih usluga sa osnovnim pristupom (**ISDN BRA** – *Integrated Services Digital Network Basic Rate Access*) I digitalne mreže integriranih usluga sa snopnim pristupom (**ISDN PRA** – *Integrated Services digital network Primary Rate Access*), [3].

### 2.1.1. Razvoj telefonskih usluga u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži

Hrvatski Telekom je do 2003. godine imao monopol na tržištu elektroničkih komunikacija, sve do početka liberalizacije. Iako je proces liberalizacije tržišta počeo 2003. godine, zakonski on počinje od 2005. godine. U to vrijeme HAKOM počinje sa sustavnim praćenjem tržišta elektroničkih komunikacija, odnosno praćenjem pokazatelja stanja, primjene, raznolikosti i razvoja na tržištu. U ovome poglavlju opisuje se razvoj telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži u RH od 2004. godine do 2013. godine, kroz nekoliko relevantnih pokazatelja.

Broj linija nepokretne komunikacijske mreže prati se od 2004. do 2009. godine kao broj analognih priključaka, nakon čega se od 2010. zbog digitalizacije broje i analogni i digitalni priključci, te se od 2011. godine broje korisnici u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži jer jedan korisnik može imati više priključaka. Od 2004. godine do 2010. godine broj linija nepokretne komunikacijske mreže, odnosno broj korisnika telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži, kretao se od 1.887.637 korisnika do 1.865.729 korisnika po čemu se vidi da se broj korisnika u šest godina praktički nije mijenjao. U 2011. godini broj korisnika drastično pada sa 1.865.729 na 1.606.090 korisnika, što je smanjenje za 13,92%. Pad broja korisnika se nastavlja i u 2012. godini, kada je na kraju godine broj korisnika bio 1.454.133. što je značilo pad za 9,46%. U 2013. godini dolazi do stagnacije pada kada je zabilježen pad od 1,62%, što znači da je tada broj korisnika bio 1.430.644, što je neznatan pad u odnosu na 2011. i 2012. godinu. Iz ovih brojki vidljivo je da je kroz zadnjih desetak godina broj korisnika telefonske usluge u javnoj nepokretnoj

komunikacijskoj mreži pao za 24,2%. Uz broj korisnika telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži, gustoća korisnika telefonskih usluga u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži je također pokazatelj u kojoj se mjeri primjenjuje ova vrsta elektroničkih komunikacija. Pošto je gustoća korisnika odnos broja korisnika i broja stanovništva, tako i ona prati navedene promjene broja korisnika. 2003. godine, kada je prvi put HAKOM pratio gustoću korisnika, gustoća korisnika iznosila je 42,13% i sve do 2010. godine nema većih oscilacija kada je gustoća korisnika iznosila 42,07%, što je pad od malih 0,06%. 2011. godine gustoća korisnika iznosila je 37,43% što je pad od 11,03%, a zatim u 2012. godini, kada je zadnji put bilježena gustoća korisnika. pada za još 9,32%, odnosno gustoća korisnika iznosila je 33,94%.

Uz broj korisnika i gustoću korisnika telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži važni pokazatelji na tržištu elektroničkih komunikacija su i udjeli operatora na tržištu s obzirom na broj korisnika, te prelazak korisnika sa mreže starog operatora, Hrvatskog Telekoma, ili korištenje usluga drugih operatora, što je vidljivo iz kretanja broja korisnika novih operatora i broja korisnika usluge predodabira operatora. Što se tiče udjela novih operatora na tržištu javne nepokretne mreže prema broju korisnika, on je prema HAKOM-u 2007. iznosio 17,86%, i godinama se postupno povećavao. 2008. godine HAKOM bilježi rast udjela novih operatora na 22,35%, zatim u 2009. godini rast na 26,73%, zatim 2010. godine rast na 31,23%, te se 2011. godine događa veliki skok na 42,35% zahvaljući novom načinu regulacije veleprodajne usluge najma korisničke linije (**WLR** – *Wholesale Line Rental*). Međutim zbog poteškoća u realizaciji novog načina regulacije 2012. dolazi do smanjenja udjela novih operatera na 35,43%, te se u 2013. nije puno promijenilo gdje novi operateri imaju udio od 30,87%, te uz starog operatera (HT) i nove operatere dodaje i Iskon koji ima udio od 6,54%. Što se tiče broja korisnika novih operatora, HAKOM ovaj podatak prati od 2005. godine kada na tržište dolaze konkurenti HT-u, te je krajem 2005. godine broj korisnika novih operatora iznosio 41.300 korisnika, te do 2010. godine bilježi konstantan rast na 587.522 korisnika, kada HAKOM prestaje objavljivati podatak. Uz broj korisnika novih operatora prati se i broj prenesenih brojeva u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži koji od 2005. kada je iznosio 16.610 konstantno raste do 934.114 prenesenih brojeva 2013. godine, iz čega je vidljivo da krajnji korisnik ima volju iskoristiti liberalizirano tržište.

Što se tiče pristupnih tehnologija za javnu nepokretnu komunikacijsku mrežu, HAKOM je 2010. analizom tržišta pristupa javnoj komunikacijskoj mreži prikupio podatke,

prema kojima je najzastupljeniji načini pristupa krajnjeg korisnika javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži na fiksnoj lokaciji bili putem analognog priključka (88,47%), pristup putem osnovnog ISDN-a (5,64%), putem jedinstvenog priključka (2,74%), putem kabelskih mreža (1,70%), *Homebox* usluge (1,29%), putem primarnog ISDN-a (0,15%) i najmanje zastupljen je bio pristup putem mreže za bežični pristup u mikrovalnom području (**WiMAX** – *Worldwide interoperability for Microwave Access*) (0,01%), [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14].

Iz ovh brojki vidljivo je da se prije desetak godina, početkom liberalizacije tržišta broj korisnika nije povećavao već je stagnirao, ali su korisnici uvidjeli prednosti liberalnog tržišta elektroničkih komunikacija pa se broj korisnika novih operatora i broj prenesenih brojeva povećavao. Ali se krajem prošlog desetljeća i početkom ovog događa prijelomno razdoblje, kada se ukupan broj korisnika drastično smanjuje, a prihodi su se u par godina smanjili za 50%.

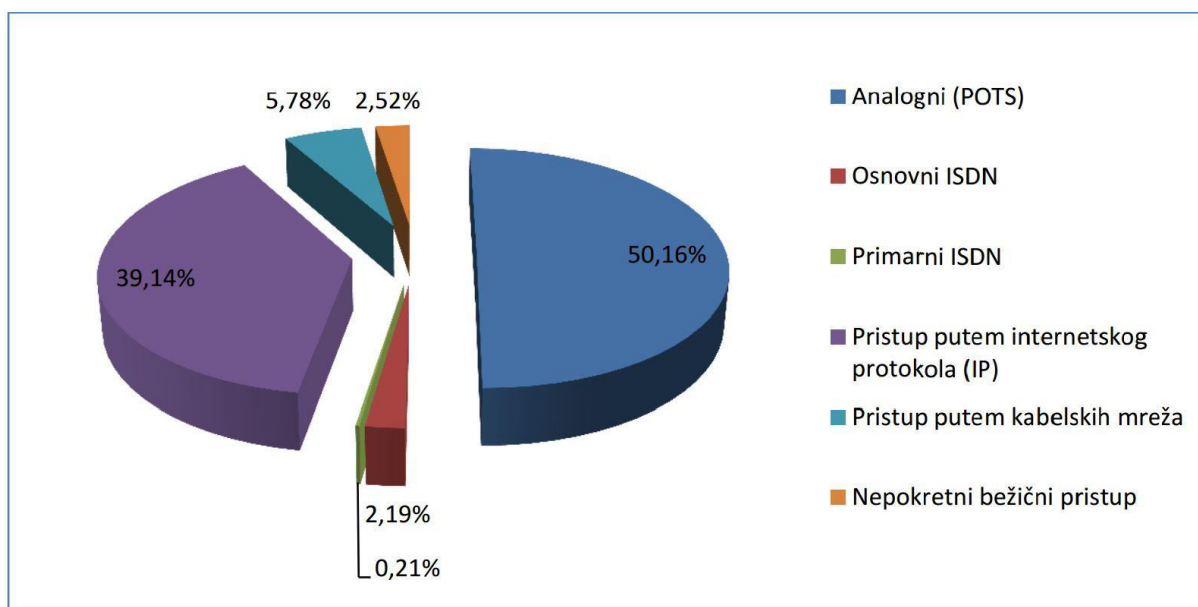
### **2.1.2. Analiza trenutnog stanja telefonskih usluga u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži**

Kao što je vidljivo iz analize razvoja telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži kroz zadnjih desetak godina dogodile su se uglavnom negativne promjene, ponajviše iz razloga smanjenja broja korisnika što je uzrokovalo i smanjenu ukupnu dobit. Pozitivna stvar koja je vidljiva iz analize je ta da korisnici prelaze kod novih operatora, mjenjaju usluge i tehnologije. U ovom djelu rada analizirati će stanje telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži u 2014. godini i na početku 2015. godine.

Broj korisnika telefonskih usluga u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži i dalje pada. U prvom tromjesečju 2014. godine broj korisnika je iznosio 1.397.615 korisnika što je 2,29% manje nego krajem 2013. godine. Pad se nastavlja u drugom tromjesečju 2014. godine kada je broj korisnika iznosio 1.374.415 korisnika što je pad od 1,66%. U trećem tromjesečju dolazi do lagane stagnacije kada broj korisnika pada za 0,56%, odnosno iznosio je 1.366.778 korisnika, te u četvrtom tromjesečju broj korisnika je 1.355.107 korisnika, što znači pad od 0,85%. U zadnja dva tromjesečja ne bilježi se znatan pad, ali s obzirom na kraj 2013. godine broj korisnika na kraju 2014. godine pao je za 5,26%. U prvom tromjesečju 2015. godine zabilježen je pad od 1,10%, što znači da je po zadnjim podacima HAKOM-a broj korisnika telefonskih usluga u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži 1.340.176.

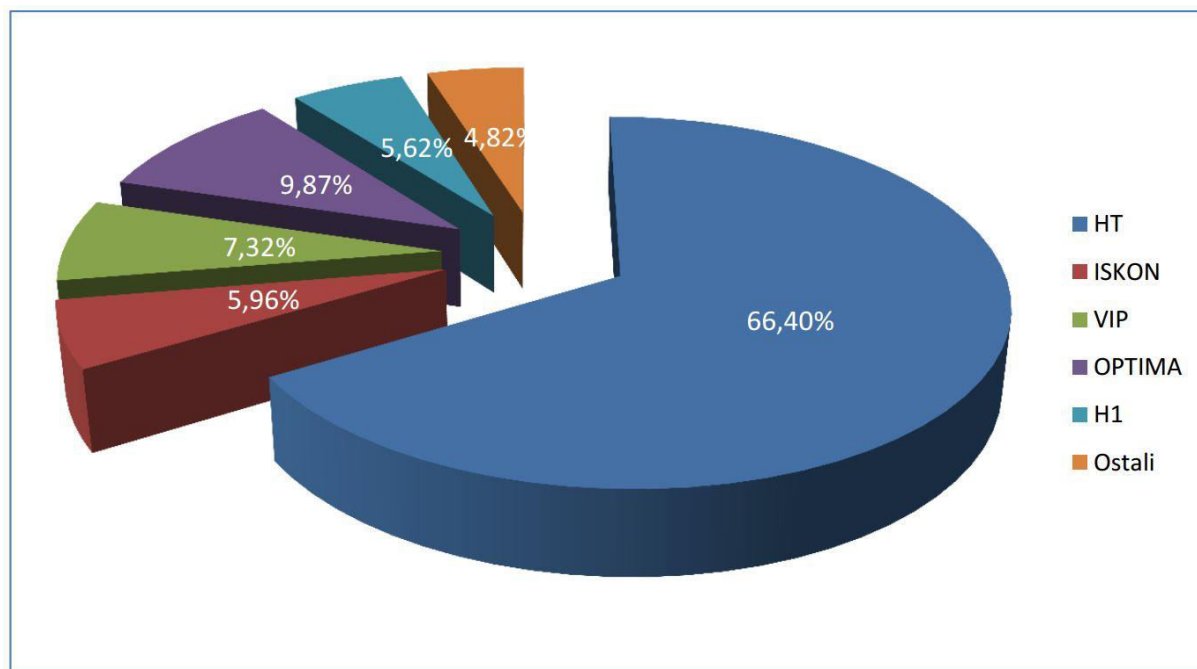
Što se tiče udjela operatora na tržištu s obzirom na broj korisnika, stanje se s obzirom na prijašnje godine nije drastično promijenilo. Hrvatski Telekom i dalje ima većinski udio sa 60,67% što znači pad za 1,92%, dok se ostalim operaterima povećao udio na 39,33%.

Veća promjena se dogodila u načinu pristupa javnoj komunikacijskoj mreži od zadnje HAKOM-ove analize 2010. godine. Kao što je već navedeno HT je najveći operator sa vlastitom starom PSTN mrežom na koju je nadograđivao druge vrste elektroničkih komunikacijskih usluga kao što su podatkovne komunikacije i bežični pristup internetu, pa je tako i analogni priključak bio najzastupljeniji pristup javnoj komunikacijskoj mreži u RH. Iako ostali operatori imaju elektroničku komunikacijsku mrežu baziranu na IP-u, to ne znači da njihove mreže nisu interoperabilne. HT je 2010. započeo modernizaciju, odnosno počeo je migraciju sa TDM/PSTN mreže na IP/IMS mrežu, te je iz tog razloga došlo do promjene u načinu pristupa javnoj komunikacijskoj mreži. Kao što je vidljivo na Slici 1. analogni priključak je i dalje najzastupljeniji način pristupa, ali je sa 88,47% pao na 50,16%, a pristup putem internet protokola je drugi najzastupljeniji sa 39,14%. Nakon dva najzastupljenija načina slijede kablenska mreža sa 5,78%, nepokretni bežični pristup sa 2,52%, zatim osnovni ISDN sa 2,19% te primarni ISDN sa 0,21%. Vidljivo je dakle da se kompletni način pristupa pokušava prebaciti na pristup putem internet protokola, odnosno da se ostali pristupi postepeno smanjuju ili gase, kao što je ISDN koji više nije dostupan za ugovaranje novim korisnicima, ili su u potpunosti nestali kao WiMAX i *Homebox*.



**Slika 1.** Usluga pristupa javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži prema vrstama priključaka [3]

Što se tiče udjela operatora na tržištu pristupa javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži, na Slici 2. vidljivo je da je i ovom pokazatelju vodeći HT. Prema zadnjim podacima sa kraja 2013. godine HT ima udio od 66,40%, prati ga Optima sa 9,87%, zatim slijedi VIP sa 7,32%, pa Iskon sa 5,96%, zatim H1 sa 5,62% i ostali operateri sa 4,82%, [15], [16], [2].



**Slika 2.** Udjeli operatora na tržištu pristupa javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži [3]

Iz trenutnog stanja telefonske usluge u javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži vidljivo je da se prati prijašnji trend smanjivanja broja korisnika. Na to ne utječe ni modernizacija ni liberalizacija tržišta fiksne telefonske usluge, a za očekivati je da se pad nastavi.

## 2.2. Telefonske usluge u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži

Pokretna elektronička komunikacijska mreža prema [2] obuhvaća prijenosne sustave, i prema potrebi, opremu za prospajanje ili usmjeravanje i druga sredstva koja omogućuju prijenos signala radijskim ili drugim elektromagnetskim sustavom bez obzira na vrstu podataka koji se prenose te omogućavaju uspostavljanje elektroničke komunikacijske veze i u uvjetima fizičkog kretanja korisnika te mreže. Pokretna elektronička komunikacijska mreža u RH zasniva se na:

- sustavima pokretnih komunikacija druge generacije (**2G** – *Second Generation of mobile communication systems*) od kojih je najvažniji, i najviše se koristi, globalni sustav pokretnih komunikacija (**GSM** – *Global System for Mobile Communications*) koji koristi jednokanalni pristup/prijenos podataka više korisnika (**TDMA** – *Time Division Multiple Access*);
- sustavima pokretnih komunikacija treće generacije (**3G** – *Third Generation of mobile communication systems*) od kojih je najvažniji univerzalni sustav pokretnih telekomunikacija (**UMTS** – *Universal Mobile Telecommunications System*) koji koristi višestruki pristup u kodnoj podjeli (**CDMA** – *Code Division Multiple Access*);
- sustavima pokretnih komunikacija četvrte generacije (**4G** – *Fourth Generation of mobile communication systems*) čiji je predstavnik *LTE* (eng. *Long Term Evolution*) koji koristi modulacijski postupak višefrekvencijskog prijenosa (**OFDM** – *Orthogonal Frequency Division Multiplex*);

Iako pokretna elektronička komunikacijska mreža ima mogućnost pružanja usluge mobilnog pristupa internetu, u ovome djelu rada analizirati će se samo aspekti telefonske usluge u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži. Prema HAKOM-u te usluge su:

- Pristup u pokretnoj mreži preko infrastrukturnog operatora ili operatora koji ne posjeduje vlastitu infrastrukturu;
- Upućivanje/primanje pozivasa zemljopisnih brojeva;

- Upućivanje poziva na nezemljopisne brojeve (usluge s dodanom vrijednosti);
- Upućivanje/primanje poziva sa brojeva u pokretnim elektroničkim komunikacijskim mrežama;
- Upućivanje pozivnih brojeva posebnih službi I usluga (kratki kodovi);
- Upućivanje/primanje poziva sa međunarodnih brojeva;
- Upućivanje poziva iz inozemstva
- Slanje/primanje svih vrsta SMS poruka, [17];

### **2.2.1. Razvoj telefonskih usluga u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži**

Kao što je HT držao monopol na tržištu telefonskih usluga u nepokretnoj mreži, tako je i do 1999. godine bio jedini operator pokretne mreže dok na tržište nije došao prvi privatni operator VIPnet. Drugi privatni operator pokretne mreže Tele2 na tržište dolazi 2005. godine, što dovodi do liberalizacije tržišta i postpunog gašenja monopola HT-a. Početkom te godine počele su se nuditi i usluge putem 3G mreže, a krajem godine ugašena je NMT 450 mreža putem koje su se počele nuditi prve usluge pokretnih mreža u RH 1990. godine. U ovome dijelu rada analizira se razvoj telefonske usluge u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži RH od 2004. do 2014. godine.

Broj korisnika pokretnih mreža, koji se od 2011. godine registrira kao broj korisnika u pokretnoj javnoj komunikacijskoj mreži, zapravo se odnosi na broj priključaka, odnosno SIM kartica, u pokretnoj javnoj komunikacijskoj mreži. Uz broj korisnika gustoća korisnika u pokretnoj javnoj komunikacijskoj mreži najvažniji je pokazatelj razmjera primjene ove vrste elektroničkih komunikacija. 2004. godine broj korisnika iznosio je 2.835.508 korisnika, te bilježi rast na 6.035.070 korisnika krajem 2009. godine. Krajem 2010. godine broj korisnika iznosio je 6.362.106 korisnika, što je rast od 5,42%. Najvažniji razlozi tog porasta bili su snižavanje cijena korištenja pokretnih komunikacijskih mreža, pojačano tržišno natjecanje, prelazak korisnika na pokretne komunikacijske mreže i opća tendencija većeg korištenja usluga pokretnih komunikacijskih mreža. Krajem 2011. godine bilježi se pad broja korisnika za 19,60%, što znači da je broj korisnika iznosio 5.115.140 korisnika. Taj se pad pripisuje promjeni načina prikupljanja podataka, odnosno od tada su se korisnici bez pretplatničkog odnosa registrirali kao aktivni ukoliko su u zadnjih 90 dana barem jednom koristili uslugu u mreži pokretnih komunikacija ili su nadopunili račun putem bona. Krajem 2012. godine broj

korisnika je ponovo u padu, odnosno iznosio je 4.971.351 što je pad u odnosu na 2011. godinu od 2,81%. Pad se nastavlja i u 2013. godini, kada je broj korisnika iznosio 4.912.134 korisnika što je pad od 1,19%. Pad broja korisnika u 2012. i 2013. godini rezultat je uvođenja novih tarifnih paketa koji su nudili niže cijene usluga, u prvom planu poziva prema drugim nacionalnim pokretnim i nepokretnim mrežama, što je značilo da korisnici nisu morali koristiti više SIM kartica kako bi uštedjeli na pozivima izvan vlastite pokretne mreže. Gustoća korisnika pratila je kretanje broja korisnika, pa je tako 2004. godine iznosila 63,83%, a 2007. godine došla je do 113,39% što je značilo da je broj korisnika tada prešao broj stanovnika. Gustoća korisnika je konstantno rasla do 2010. godine, kada je dosegla vrhunac od 143,45%. Te kao i broj korisnika 2011. bilježi veliki pad na 119,22%, a zatim kroz 2012. i 2013. lagano pada na 114,64%. Uz broj i gustoću korisnika važan pokazatelj korisnikovog kretanja na tržištu telefonskih usluga u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži je i broj prenesenih brojeva. Korisnici u RH imaju tu mogućnost od 2006. godine kada je broj prenesenih brojeva iznosio 10.720 prijenosa, te godinama konstantno raste. Tako se do 2010. godine povećao na 194.892 prenesena broja što je povećanje za skoro dvadeset puta. Takav rast se nastavlja i do 2012. godine kada je zabilježeno 476.281 prenesenih brojeva.

Što se tiče tržišnog udjela operatora s obzirom na broj korisnika HT od početka ne gubi vodstvo. 2005. godine kada Tele2 dolazi na tržište, HT je imao udjel od 52,13%, VIPNet 44,19%, a Tele2 udjel od 3,68%. Krajem 2006. godine udjel Tele 2 raste na 8,06%, VIPNet bilježi pad na 43,19%, i HT bilježi pad na 48,74%. Nakon prvotnog vala promjene udjela, brojke su počele stagnirati. Tako je HT krajem 2007. imao udjel od 47,37%, VIPNet 43,29% a Tele2 9,34%. 2010. godine tržišni udjel HT-a s obzirom na broj korisnika iznosio je 45,60%, VIPNet-a 42,80% a Tele2 je držao udjel od 11,60%. HT je zatim nakon nekoliko godina pada udjela, u 2011. godini zabilježio porast na 47,28%, VIPNet pada na 39,45%, a Tele2 i dalje lagano raste na 13,27%. Slijedeću 2012. godinu i HT i VIPnet bilježe pad na 46,78%, odnosno 38,64%, dok Tele2 jedini raste na 14,58%. Krajem 2013. godine HT je i dalje vodeći sa 46,88%, VIPNet drugi sa 37,54%, a Tele2 ima najmanji udio od 15,59%, (%), [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14].

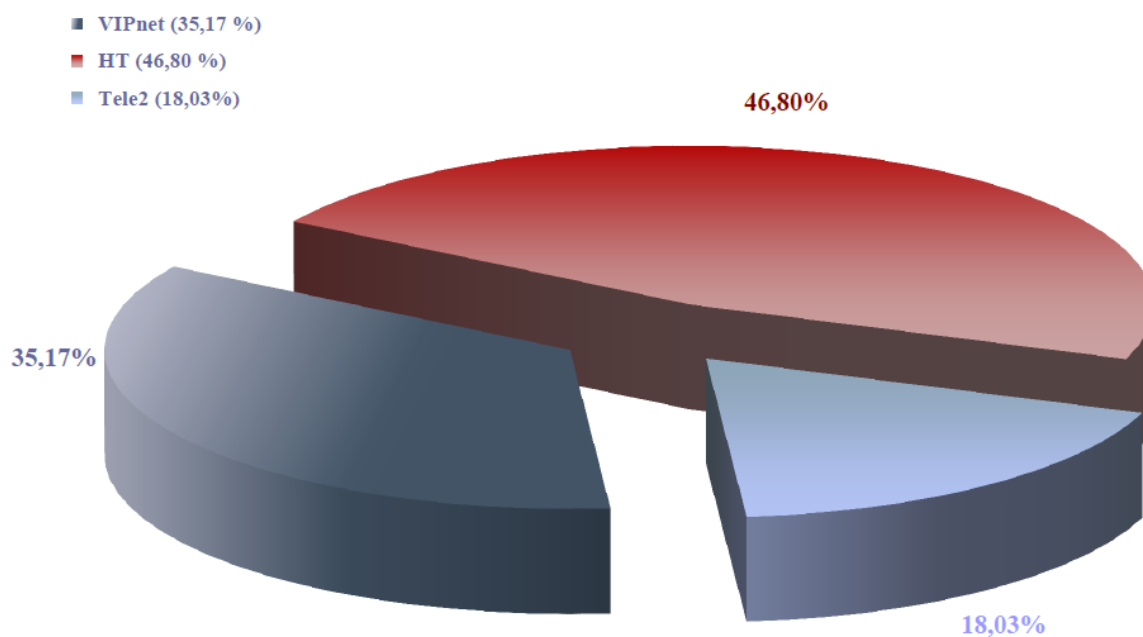
Pojavom trećeg operatora 2005. godine, odnosno liberalizacijom tržišta, samim time i smanjenjem cijena usluga, broj korisnika se povećavao. Nakon nekoliko godina povećavanja broj korisnika počeo je opadati uslijed pojave novih, jeftinijih, tarifnih paketa zbog kojih više nije bilo potrebe koristiti više od je SIM kartice. Uslijed toga zabilježen je i pad ukupnog prihoda od telefonskih usluga u pokretnoj javnoj komunikacijskoj mreži, između ostalog zbog

novih zakonskih regulatornih mjera, novih cijena usluga u roamingu te pojave novih tehnologija komunikacije i nove vrste mobilnih terminalnih uređaja koji nude usluge širokopojasnog pristupa internetu u pokretnim mrežama, a samim time i uslugama koje su zamijenile određene telefonske usluge.

### **2.2.2. Analiza trenutnog stanja telefonskih usluga u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži**

Broj korisnika telefonskih usluga u pokretnoj javnoj komunikacijskoj mreži kroz 2014. godinu nastavio je negativan slijed iz prošlih godina. U prvom tromjesečju 2014. godine broj korisnika iznosio je 4.852.583 korisnika, što znači pad od 1,21% s obzirom na kraj 2013. godine. Veći pad broja korisnika u iznosu od 5,28% dogodio se u drugom tromjesečju 2014. godine kada je broj korisnika iznosio 4.596.271 korisnika. U trećem tromjesečju dolazi do malo porasta broja korisnika za 1,35%, što znači da se broj korisnika popeo na 4.658.355 korisnika. Na kraju 2014. opet dolazi do pada za 4,23%, odnosno broj korisnika je iznosio 4.461.352 korisnika. Po zadnjim brojkama iz prvog tromjesečja 2015. godine broj korisnika se opet smanjio za 1,47%, odnosno broj korisnika je iznosio 4.395.557 korisnika. Gustoća korisnika prati oscilacije broja korisnika, pa je tako u prvom tromjesečju 2014. godine gustoća iznosila 113,25%, da bi u prvom tromjesečju 2015. pala na 102,58%, što je blizu brojki iz 2006. godine. Što se tiče broja prenesenih brojeva u pokretnoj javnoj komunikacijskoj mreži, on i dalje bilježi rast, najviše zahvaljujući mogućnosti zadržavanja broja i pojednostavljenju postupka prijenosa. Tako je u prvom tromjesečju 2014. godine broj prenesenih brojeva iznosio 692.135 prijenosa, a u prvom tromjesečju 2015. godine iznosio je 891.994 prijenosa što je porast od 43,26% u odnosu na prvo tromjesečje 2014. godine. Također treba nadodati da je kroz godine rastao broj korisnika s pretplatničkim odnosom, te je na kraju iznosio 44,53%, a broj korisnika bez pretplatničkog odnosa iznosio je 55,47%, te se očekuje nastavak povećanja broja korisnika sa pretplatničkim odnosom.

U udjelu operatora pokretnih komunikacijskih mreža se prema zadnjem mjerenju HAKOM-a iz prosinca 2014. stanje na vrhu nije promijenilo. Odnosno HT je i dalje vodeći, prati ga VIPNet pa zatim Tele2. Na Slici 3. prikazan je udio operatora pokretnih komunikacijskih mreža obzirom na broj korisnika, pa tako HT drži udio od 46,80%, VIPNet 35,17%, a Tele2 ima udio od 18,03%, [15], [16], [17].



**Slika 3.** Udio operatora pokretnih komunikacijskih mreža obzirom na broj korisnika [2]

Prema ovim brojkama vidljivo je da se nastavlja negativan trend koji je započeo prijašnjih godina. Broj korisnika i gustoća korisnika je u konstantom opadanju, dok broj korisnika koji migriraju među operaterima i broj korisnika sa pretplatničkim odnosnom konstantno raste. U udjelu operatora pokretnih komunikacijskih mreža obzirom na broj korisnika događaju se oscilacije ali vodeći je i dalje HT, drugi po udjelu je VIPNet i treći je Tele2. Vidljivo je dakle da opada primjena klasičnih telefonskih usluga u javnoj pokretnoj komunikacijskoj mreži, a zamjenjuju ih nove vrste elektroničkih komunikacija putem interneta.

## 2.3. Usluga širokopojasnog pristupa internetu

Pristup internetu u Republici Hrvatskoj moguć je od početka devedesetih godina. Tada je sa radom počela Hrvatska akademska i istraživačka mreža, odnosno CARnet. CARnet je djelovao kao prvi pružatelj internet usluge sve do 1996. kada HT počinje nuditi usluge pristupa internetu. Tada se nudio *dial-up* pristup, odnosno uskupojasni pristup putem PSTN mreže, te ISDN pristup. Usprkos visokim cijenama usluga, malim brzinama prijenosa i ograničenim paketima prometa postojao je znatan broj korisnika. Međutim početkom 2000.-ih na tržištu su se počele nuditi usluge širokopojasnog pristupa internetu koje su omogućile krajnjim korisnicima brži, bolji i jednostavniji pristup internetu, što dovodi do postupnog „izumiranja“ *dial-up*-a i ISDN pristupa internetu. Iz tog se razloga ovome dijelu rada neće analizirati „stare“ usluge pristupa internetu, već razvoj usluge širokopojasnog pristupa internetu u RH kroz zadnjih desetak godina, te u kojem je trenutno stanju, [2].

Širokopojasni pristup karakteriziraju velike brzine prijenosa podataka, stalna prosipojenost, dvosmjerna veza te mogućnost na raznim medijima. U RH su se do 1. siječnja 2015. godine širokopojasnim pristupnim brzinama smatrale brzine prijenosa podataka veće od 144 kbit/s, dok se od 1. siječnja 2015. godine u skladu s Pravilnikom o univerzalnim uslugama u elektroničkim komunikacijama smatraju brzine prijenosa veće od 1 Mbit/s. Pošto se u radu koriste podaci prikupljeni do 1. siječnja 2015. godine, pod širokopojasnim pristupnim brzinama smatraju se brzine veće od 144 kbit/s. Prema [18] krajnji korisnici u Republici Hrvatskoj koriste slijedeće načine pristupa internetu:

- Pristup putem digitalne pretplatničke linije (**xDSL** – *Digital Subscriber Line*) koristeći bakrenu paricu kao medij;
- Pristup putem pokretnih mreža, odnosno tehnologijom za veću brzinu podataka u GSM-u (**EDGE** – *Enhanced Data rates for GSM Evolution*), UMTS, brzi paketni pristup (**HSPA** – *High Speed Packet Access*) i LTE;
- Pristup putem kabelskih mreža;
- Nepokretni bežični pristup koristeći *Homebox* uslugu, *WiMAX* i *Wi-Fi Hot-Spots*;
- Pristup putem iznajmljenih vodova;
- Pristup putem svjetlovodnih niti (**FTTx** – *Fiber To The Home/Area/Building/Curb*);
- Pristup putem satelitskih veza,

### **2.3.1. Razvoj usluge širokopojasnog pristupa internetu**

Kao što je navedeno usluge širokopojasnog pristupa internetu u RH pojavile su se početkom 2000.-ih godina, tako krajem 2003. godine samo 2.000 korisnika koristi usluge širokopojasnog pristupa internetu. Kroz narednih par godina broj priključaka raste, tako je na kraju 2008. godine broj priključaka iznosio 683.230 korisnika, što predstavlja gustoću od 15,4% obzirom na broj stanovnika. Od 2008. godine broje se i priključci putem pokretnih mreža, te je broj priključaka na kraju godine iznosio 158.530, što predstavlja gustoću od 3,57%. Na kraju 2009. godine broj priključaka se povećava na 937.198, što predstavlja gustoću od 21,13%, od čega se 252.238 priključaka odnosi na pristup putem pokretnih komunikacijskih mreža, što predstavlja gustoću od 5,69%. Rast broja priključaka nastavlja se i u 2010. godine zahvaljujući povećanoj dostupnosti, stalnoj rastućoj svijesti korisnika o mogućnostima interneta, omjeru cijena i usluge te porastu korištenja interneta u općem smislu. Tako je broj priključaka do kraja 2010. godine porastao za 20,81%, odnosno iznosio je 1.132.212 priključaka, što daje prosječnu gustoću od 25,52%. Broj priključaka putem pokretnih mreža iznosio je 328.389 priključaka, odnosno gustoća je iznosila 7,40%. Broja priključaka širokopojasnog pristupa internetu raste i u 2011. godini i to za 1,5%, pa je tako na kraju godine iznosio 1.149.229 priključaka, od čega 287.953 priključaka putem pokretnih mreža što je manje nego 2010. godine. U 2012. godini raste i broj priključaka putem nepokretne i pokretne mreže, pa tako ukupan broj priključaka širokopojasnog pristupa internetu iznosi 1.216.659 priključaka što je povećanje od 5,87% u odnosu na 2011., te je prema tome gustoća širokopojasnih priključaka iznosila 28,40%. Tako se nakon malog pada u 2011. godini broj priključaka putem pokretnih mreža opet povećao na 326.333 priključaka, odnosno dosegao je gustoću od 7,62%. Broj priključaka se u 2013. godini drastično povećao s obzirom na relativno mali rast kroz 2010., 2011. i 2012. godinu. Na kraju 2013. godine broj priključaka širokopojasnog pristupa internetu iznosio je 1.347.159 priključaka, što daje gustoću od 31,44%. Od toga 423.272 priključka otpada na priključke putem pokretnih mreža, čija je gustoća iznosila 9,88%.

Što se tiče udjela operatora po broju priključaka, HAKOM taj podatak prati od 2011. Krajem 2011. godine po udjelu u broju širokopojasnih priključaka u nepokretnoj javnoj komunikacijskoj mreži prednjačio je HT sa 67,94%, slijedila ga je Optima sa 8,50%, pa zatim Iskon sa 8,19%, B.net sa 7,87%, VIPNet sa 3,02%, Amis sa 1,72%, Metronet sa 0,88%, H1 Telekom sa 0,81% i ostali sa 1,07%. U raspodjeli broja širokopojasnih priključaka u pokretnoj

javnoj komunikacijskoj mreži po operatorima prednjačio je VIPNet sa udjelom od 50,40%, zatim ga je slijedio HT sa udjelom od 38,80% i najmanji udio od 10,80% imao je Tele2. U 2012. godini položaj operatora na tržištu s obzirom na njihovu tržišnu snagu nije se značajnije promjenio, tako su HT i njegova tvrtka kćer Iskon imali 71,73%, Optima 10,00%, B.net 9,20%, VIPNet 3,53%, H1 Telekom 2,15%, AMIS 2,0%, Metronet 0,75% i ostali operatori 0,63% udjela u broju priključaka širokopojasnog pristupa internetu putem nepokretne mreže. U udjelu u broju priključaka širokopojasnog pristupa internetu putem pokretne mreže na kraju 2012. vodio je VIPNet sa 56%, slijedio ga je HT sa 35% i najmanje udjela i dalje je imao Tele2 sa udjelom od 9%. U 2013. godini položaj i snaga operatora s obzirom na udio u broju priključaka su se počeli mjenjati. Udio HT-a u broju priključaka širokopojasnog pristupa putem interneta iznosio je 57,38%, slijedio ga je VIPNet sa 14,84%, zatim Iskon sa 10,83%, pa Optima Telekom sa 10,56%, zatim H1 Telekom sa 3,06%, pa Amis sa 2,19%, zatim Metronet sa 0,37% i ostali operatori sa 0,77%. Po udjelu u broju priključaka širokopojasnog pristupa internetu putem pokretne mreže na kraju 2013. godine prvo mjesto je preuzeo HT sa 48,4

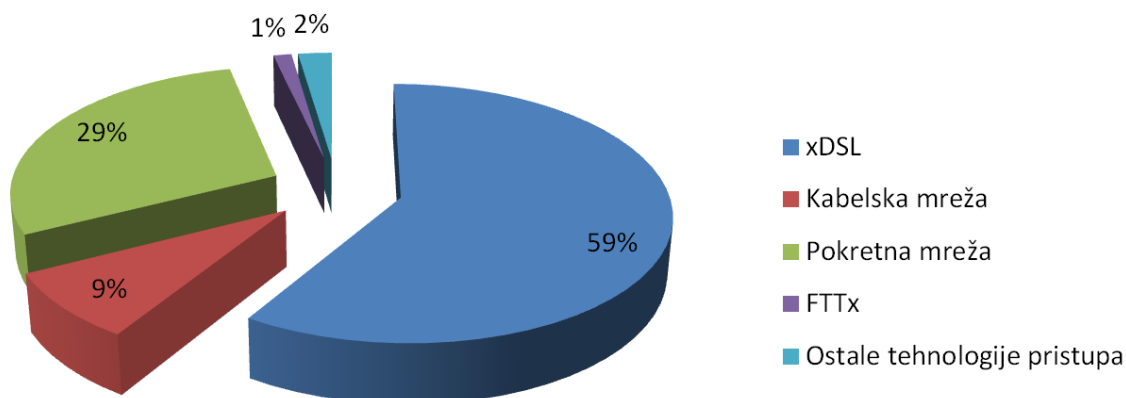
HAKOM također prati i udio širokopojasnih priključaka u nepokretnoj mreži prema tehnologiji pa je tako po mjerenju krajem 2008. 94,56% priključaka širokopojasnog pristupa internetu putem nepokretne mreže bilo korišteno putem xDSL-a , odnosno u to vrijeme putem asimetrične digitalne pretplatničke linije (**ADSL – Asymetric Digital Subscriber Line**) ili digitalne pretplatničke linije vrlo velike brzine (**VDSL – Very high bitrate Digital Subscriber Line**). Udio priključaka putem kableske distribucije iznosio je 3,89%, udio priključaka putem iznajmljenih vodova iznosio je 0,91% i putem priključaka bežičnih tehnologija iznosio je 0,64%. U 2010. godini udio priključaka putem xDSL-a smanjio se na 89,56%, putem kableske distribucije povećao se na 6,92%, putem priključaka bežičnih tehnologija također se povećao i to na 2,93%, na tržištu se te godine počeo nuditi i pristup putem svjetlovodnih niti pa je tada on imao udio od 0,43%, i najmanji udio imao je pristup putem iznajmljenih vodova od 0,15%. U 2011. godini xDSL je i dalje bio najzastupljenija tehnologija sa 87,43%, slijedio ga je pristup putem kabelskih mreža sa 8,31%, zatim bežični pristup sa 3,52%, FTTx se povećao na 0,59% i udio pristupa putem iznajmljenih vodova je ostao isti sa 0,15%. Velikih promjena nije bilo ni 2012. godine kada je po udjelu vodeći bio pristup putem xDSL-a sa 85,55%, zatim ga je slijedio pristup putem kableske mreže sa 9,55%, pa pristup putem bežičnih tehnologija sa 3,24%, pristup putem FTTx sa 1,51% i dalje na dnu pristup putem iznajmljenih vodova sa 0,15% udjela [13], [14], [10], [11], [12], [4], [5], [6], [7], [8], [9].

Iz ovih brojki dakle je vidljivo da se broj priključaka, samim time i gustoća priključaka usluge širokopojasnog pristupa internetu kroz zadnjih desetak godina konstantno povećavao, kroz neka razdoblja većim a kroz neka razdoblja manjim intenzitetom, pa je tako i primjena usluga širokopojasnog pristupa internetu rastao. Razlozi početnom razvoju i povećanju broja korisnika bili su liberalizacija tržišta, odnosno velik broj operatora, što je značilo veću ponudu i manje cijene, nacionalni planovi i strategije razvoja širokopojasnog pristupa i tendencija krajnjih korisnika za pristupanje internetu. Također pozitivno je utjecalo što je xDSL tehnologija pristupa koristila bakrenu paricu, odnosno postojeću PSTN mrežu, kao svoj medij. Zadnjih godina velik utjecaj imala je i pojava bržeg paketskog pristupa pokretnoj mreži odnosno 3G tehnologije, jeftinije cijene usluga, novi terminalni uređaji i pojava novih internet usluga. Na osnovu tih pokazatelja za očekivati je da će rasti broj priključaka, gustoća priključaka i primjena s obzirom da je sve veća dostupnost FTTx i 4G tehnologija.

### **2.3.2. Analiza trenutnog stanja usluge širokopojasnog pristupa internetu**

Iako je iz analize razvoja usluga širokopojasnog pristupa internetu bilo za očekivati da će ukupan broj priključaka i gustoća priključaka širokopojasnog pristupa internetu nastaviti pozitivan trend i u 2014. godini, ispostavilo se da su oba pokazatelja s obzirom na 2013. godinu u padu. Tako se krajem 2014. godine broj priključaka s obzirom na kraj 2013. godine smanjio za 0,46%, odnosno iznosio je 1.340.967 priključaka. Od toga je 952.998 priključaka putem nepokretne komunikacijske mreže, a 387.998 putem pokretne komunikacijske mreže. Što se tiče gustoće ona je na kraju 2014. godine iznosila 31,30%, od čega 22,22% otpada na priključke putem nepokretne komunikacijske mreže, a 9,06% otpada na priključke putem pokretne komunikacijske mreže.

Po HAKOM-ovom izvještaju o godišnjim usporednim podacima tržišta elektroničkih komunikacija u RH za 2014. godinu udio priključaka sa xDSL pristupom u ukupnom broju priključaka širokopojasnog pristupa internetu iznosio je 58,94%, udio priključaka putem kabelskih mreža 8,53%, udio priključaka putem pokretnih mreža (podatkovnih kartica) 28,93%, putem FTTx-a 1,26% i putem ostalih tehnologija pristupa 2,34% što je prikazano na Grafikonu 1., [18], [15].



**Grafikon 1.** Postotni udio širokopoasnih priključaka po tehnologiji u 2014. godinu Izvor: [15]

Treba nadodati da je HAKOM u svojem izvještaju usporednih podataka tržišta elektroničkih komunikacija u RH za prvo tromjesečje u 2015. godini priključke putem mobilnih telefona svrstavata u priključke širokopoasnog pristupa internetu. Pa je tako u prvom tromjesečju 2015. godine ukupni broj priključaka širokopoasnog pristupa internetu iznosio 3.956.636 priključaka. Od ukupnog broja priključaka 75,87%, odnosno 3.001.671, priključaka otpada na priključke putem pokretne mreže. Od toga je 87,42% priključaka putem mobilnih telefona, 9,66% putem podatkovnih kartica i 2,92% korisnika koji koriste *M2M* tarife, [16].

Prema ovim brojkama može se zaključiti da usprkos stagnaciji broja priključaka, odnosno gustoće, primjena usluga širokopoasnog pristupa internetu raste. To je vidljivo po rastu podatkovnog prometa u nepokretnim a pogotovo u pokretnim mrežama. Što se tiče pristupnih tehnologija u nepokretnoj mreži xDSL je i dalje najzastupljeniji, i tako će ostati čini se još neko vrijeme dok FTTx pristup ne bude dostupan svim krajnjim korisnicima, a uz tu promjenu pristupne tehnologije trebao bi se povećati i podatkovni promet. Primjena usluga širokopoasnog pristupa internetu u pokretnim mrežama bi trebala porasti iz razloga što sve više korisnika koristi mobilne uređaje koji podržavaju 4G, a pokrivenost 4G signalom je sve veća.

## 2.4. Usluga televizije

Prema Zakonu o elektroničkim medijima (ZEM) medijska usluga televizije ili televizijsko emitiranje (linearna audiovizualna medijska usluga) je audiovizualna medijska usluga koju osigurava pružatelj medijskih usluga za istodobno gledanje programa na osnovi rasporeda programa. Također definira audiovizualnu medijsku uslugu na zahtjev (nelinearna audiovizualna medijska usluga) je audiovizualna medijska usluga koju osigurava pružatelj medijskih usluga za gledanje programa u trenutku koji odabere korisnik na svoj individualni zahtjev, na osnovi kataloga programa koji odabire pružatelj medijskih usluga. Treća usluga televizije koju definira ZEM je audiovizualna medijska usluga približnog videa na zahtjev je audiolinearna medijska usluga koju osigurava pružatelj medijskih usluga za gledanje programa koji odabire korisnik na svoj individualni zahtjev, a na osnovi rasporeda programa, [19]. Ove tri vrste usluga televizije se u RH nude putem:

- priključaka kabelaške televizije (**KTV**)
- priključaka za pružanje usluga televizije putem IP-a (**IPTV** – *Internet Protocol Television*)
- priključaka satelitske televizije (**SAT TV**)
- zemaljskih priključaka – do 2010. godine analogni zemaljski priključci (**ATV**), od 2010. digitalne zemaljski priključci (**DTV**)

Pomoću tržišnih pokazatelja koje je kroz godine pratio HAKOM u sljedećem dijelu rada analizirati će se razvoj usluga televizije i tehnologija putem kojih se nude, a nakon toga analizirati će se trenutno stanje usluga televizije i u kojoj mjeri se koriste određene tehnologije za pružanje tih usluga u RH.

### **2.4.1. Analiza razvoja usluga televizije**

U razvoju usluga televizije u RH bitna stavka je proces digitalizacije koji je započeo 2007. godine. Kompletan proces trajao je oko tri godine, te je RH u potpunosti prešla na DTV u studenom 2010. godine. Sama faza gašenja analognog signala trajala je godinu dana, od čega su se šest mjeseci simultano emitirali i analogni i digitalni signal. Hrvatska je prema tome bila četrnaesta zemlja u Europi koja je uspješno provela postupak prelaska sa analogne na digitalnu televiziju. Digitalizacija audiovizualnog sadržaja omogućila je veću kvalitetu, veći broj linearnih usluga audiovizualnih sadržaja te nove usluge personalizacije i interaktivnosti. Digitalizacija je dovela do značajnog rasta tržišta usluga televizije, te je sve više krajnjih korisnika počelo koristiti uslugu IPTV-a, pa je tako HAKOM tek od 2011. godine počeo sustavno pratiti i bilježiti podatke sa tržišta vezane uz uslugu televizije.

Do 2011. godine HAKOM je pratio samo podatke vezane uz KTV. Tako je ukupan broj pretplatnika KTV 2003. godine iznosio 93.000 pretplatnika, a 2004. godine već 129.000 pretplatnika. Iako se očekivao veliki porast broja pretplatnika KTV-a on je u narednih šest godina porastao tek za 14,75%, odnosno 2010. godine bilo je 151.315 pretplatnika. 2011. godine broj priključaka KTV-a pao je za 5,03% na 143.705 priključaka, po čemu je 9,61% kućanstava koristilo KTV. Broj priključaka IPTV-a iznosio je 344.206, pa je prema tome 23,01% kućanstava koristilo IPTV. Nadalje SAT TV 2011. broji 94.858 priključaka, odnosno 6,48% kućanstava koristilo je SAT TV. Ostatak kućanstava odnosno 60,90% koristilo je digitalne zemaljske priključke, što je brojka od 910.939 priključaka. 2012. godine broj priključaka KTV-a raste za 3,03% na 148.062 priključaka, IPTV-a za 6,61% na 366.974 priključaka a SAT TV-a za 11,96% na 108.447 priključaka. Broj korisnika digitalnog zemaljskog televizijskog signala je pao za 4,25% na 872.225 korisnika. To znači da je 2012. godine po tehnologijama prijama TV sadržaja 58,31% kućanstava koristilo digitalni zemaljski signal, 24,54% kućanstava koristilo IPTV, 9,90% kućanstava koristilo KTV i 7,25% kućanstava koristilo SAT TV. 2013. godine broj priključaka KTV-a smanjio se za jedan priključak, odnosno iznosio je 148.061 priključaka. Broj priključaka IPTV-a raste za 6,52% na 390.918 priključaka a SAT TV za 21,29% na 131.537 priključaka. Broj korisnika digitalnog zemaljskog televizijskog signala smanjio se za 8,99% na 793.781 korisnika. Uz ova četiri „stara“ načina pružanja usluga televizije, 2013. godine pojavljuju se i zemaljska naplatna televizija, kao što je Evo TV, te je na kraju 2013. godine ukupan broj priključaka zemaljske naplatne TV iznosio 31.411 priključaka. Prema tome i u 2013. godini najviše

kućanstava, 53,07% televiziju prate putem digitalnog zemaljskog televizijskog signala. Ostalih 26,14% kućanstava koristi IPTV, 9,90% KTV, 8,79% SAT TV i 2,10% zemaljsku naplatnu TV, [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13].

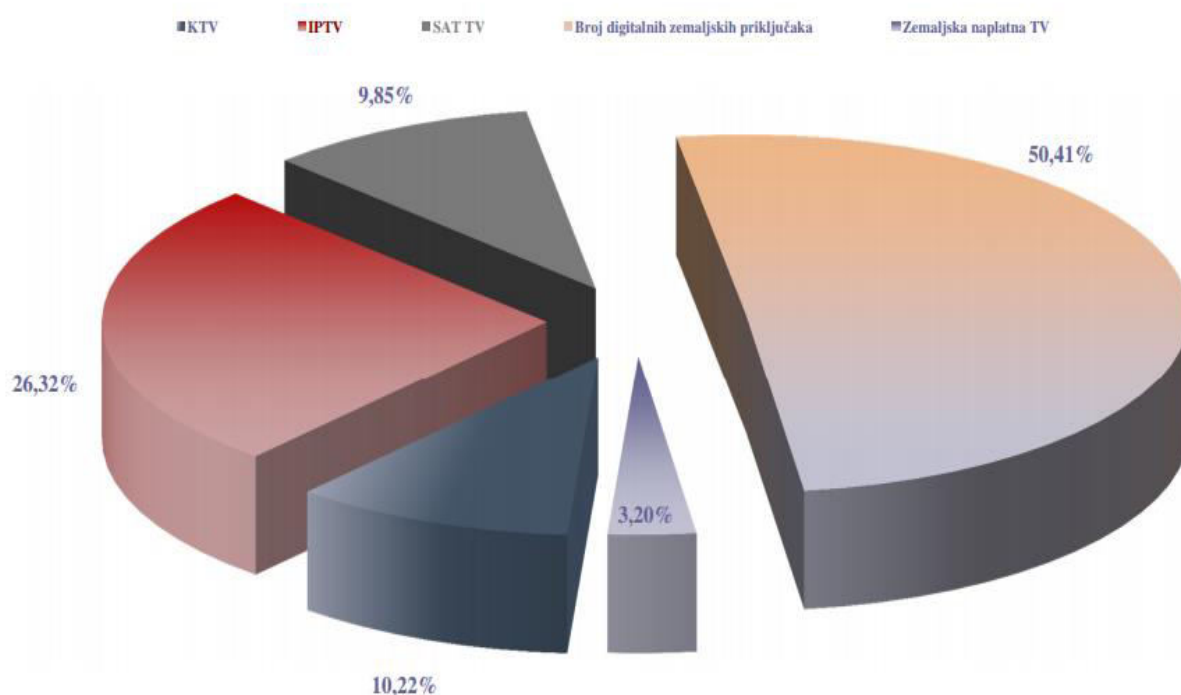
Vidljivo je dakle da se završetkom digitalizacije, razvojem širokopojasnog pristupa internetu i pojavom novih televizijskih usluga sve više korisnika počelo interesirati za nove tehnologije prijenosa TV sadržaja. Iako se očekivalo da će se usluga KTV-a širiti i da će broj njenih korisnika rasti, to se zbog pojave IPTV-a i SAT TV-a nije dogodilo, što se vidi iz rasta broja priključaka za ove dvije usluge. Pojavom zemaljske naplatne televizije krajnji korisnik dobio je još jedan način korištenja usluga televizije, a s obzirom na to da je krajem 2013. više od 53% kućanstava koristilo digitalni zemaljski televizijski signal, mjesta za napredak i razvoj još ima.

#### **2.4.2. Analiza trenutnog stanja usluga televizije**

Po zadnjim godišnjim usporednim podacima tržišta elektroničkih komunikacija u RH usluge televizije se nude putem priključaka KTV-a, priključaka IPTV-a, priključaka SAT TV-a, priključaka zemaljske naplatne televizije i putem digitalnog zemaljskog televizijskog signala. Kroz trend iz prijašnjih godina vidljivo je da je broj priključaka KTV-a bio u stagnaciji, kroz 2014. to se nije promijenilo. Tako je u prvom tromjesečju 2014. broj priključaka KTV-a iznosio 148.705 priključaka što je rast s obzirom na zadnje tromjesečje u 2013. godini za 0,44% . U drugom tromjesečju 2014. godine pada za 0,40% na 148.112 priključka, u trećem tromjesečju raste za 3,48% na 153.261 priključak i na kraju godine godine po zadnjim podacima broj priključaka pada na 152.829 priključka, ali svakako usporedno sa 2013. godinom raste za 3,22%. Broj priključaka IPTV-a kroz prvo tromjesečje 2014. godine s obzirom na kraj 2013. godine raste za 0,02% na 390.997 priključaka, u drugom tromjesečju raste na 393.983 priključka, zatim se u trećem tromjesečju bilježi mali pad na 393.104 priključka, te po zadnjim godišnjim podacima ukupan broj priključaka IPTV-a u 2014. iznosio 393.724 priključka. To znači da s obzirom na 2013. godinu broj priključaka IPTV-a bilježi rast od 0,72%. Broj priključaka SAT TV-a kroz prvo tromjesečje 2014. s obzirom na kraj 2013. godine raste za 4,36% na 137.268 priključaka, u drugom tromjesečju, u odnosu na prvo, raste za 4,22% na 143.066 priključaka, u trećem tromjesečju, u odnosu na drugo, raste za 0,68% na 144.034 priključaka. Prema zadnjim godišnjim podacima broj

priključaka SAT TV-a u RH iznosio 147.382 priključka što je s obzirom na 2013. godinu rast za 12,05%. Broj priključaka zemaljske naplatne televizije u prvom tromjesečju 2014. godine, s obzirom na kraj 2013., bilježi rast od 15,38% na 36.241 priključak. U drugom tromjesečju, u odnosu na prvo, broj priključaka zemaljske naplatne televizije raste za 7.12% na 38.823 priključka, a u trećem tromjesečju, u odnosu na drugo, pada za 2,20% na 37.968 priključaka. Na kraju 2014. godine ukupan broj priključaka zemaljske naplatne televizije iznosio je 47.899 priključaka, što u odnosu na 2013. godinu rast od 52,49%. Broj korisnika digitalnog zemaljskog televizijskog signala nastavio je negativan trend iz prijašnjih godina, pa tako u prvom tromjesečju 2014. godine, u odnosu na kraj 2013. godine, bilježi pad od 1,18% na 782.497 korisnika. Pad se nastavlja i u drugom tromjesečju, pa tako s obzirom na prvo bilježi smanjenje broja korisnika za 1,38% na 771.724 korisnika, a u trećem tromjesečju, u odnosu na drugo, broj korisnika pada za 0,57% na 767.341 korisnika. Tako se prema zadnjim godišnjim podacima broj korisnika digitalnog zemaljskog televizijskog signala s obzirom na 2013. godinu smanjio za 5,03% na 753.874 korisnika.

Na Slici 4. vidljivi su udjeli priključaka prema tehnologijama s obzirom na ukupan broj priključaka, odnosno udio priključaka po kućanstvima. Pa tako, kao i prijašnjih godina, najveći udio, od 50,41%, imaju digitalni zemaljski priključci. Drugi po udjelu su priključci putem IPTV-a sa 26,32%, zatim slijede priključci putem KTV-a sa 10,22%, četvrti po udjelu su priključci putem SAT TV-a sa 9,85% udjela i 3,20% priključaka spada na zemaljsku naplatnu TV, [15],.



**Slika 4.** Udio priključaka za usluge televizije prema tehnologijama s obzirom na ukupan broj priključaka [2]

Smanjenje broja korisnika digitalnog zemaljskog televizijskog signala nije negativan znak, jer ti korisnici počinju koristiti ostale priključke koji se naplaćuju, što je vidljivo iz rasta broja priključaka KTV-a, SAT TV-a, IPTV-a i zemaljske naplatne televizije. Dakako iznenađuje činjenica da broj priključaka putem IPTV-a nije značajnije porastao s obzirom razvoj širokopojasnog pristupa u RH.

### **3. SCENARIJI RAZVOJA I PRIMJENE ELEKTRONIČKIH KOMUNIKACIJA U RH**

Koristeći analizirane podatke dosadašnjeg razvoja, trenutnog stanja i primjene usluga elektroničkih komunikacija i strateške ciljeve razvoja širokopojasnog pristupa u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2016. do 2020. godine može se pretpostaviti nekoliko smjerova u kojima bi se mogao kretati razvoj elektroničkih komunikacija te u kojoj mjeri bi se koristile određene tehnologije u RH u 2020. godini. Strategija razvoja širokopojasnog pristupa u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2016. do 2020. godine dio je Digitalne agende za Europu. Digitalna agenda za Europu jedna je od sedam inicijativa koje je donijela Europska unija na osnovu Strategije za pametan, održiv i uključiv rast – Europa 2020., koja je donešena svrhu općeg razvoja europskog gospodarstva. Strategija Europa 2020. predlaže tri prioriteta razvoja:

- Pametan rast – razvijanje gospodarstva utemeljenog na znanju i inovacijama;
- Održiv rast – promicanje gospodarstva koje učinkovitije iskorištava resurse, koje je „zelenije“ i konkurentnije;
- Uključiv rast – održavanje gospodarstva s visokom stopom zaposlenosti koje donosi društvenu i teritorijalnu povezanost;

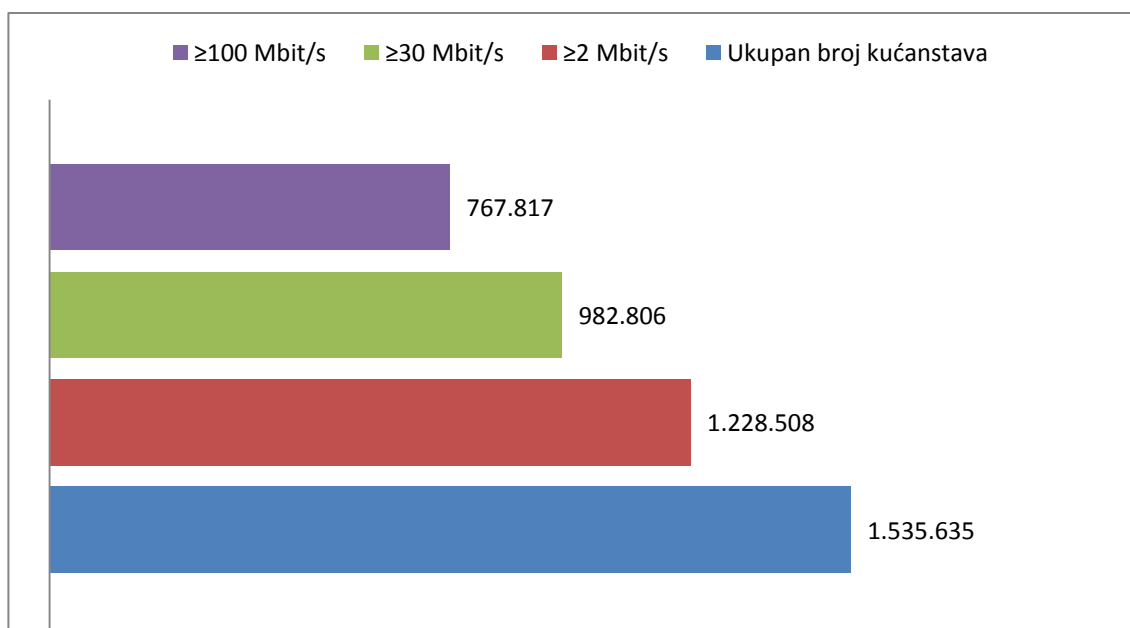
Digitalna agenda za Europu donešena je u svrhu širenja brzog i ultra-brzog interneta te korištenja prednosti jedinstvenog digitalnog tržišta za kućanstva i poslovni sektor. Europska unija potiče zemlje članice da donesu nacionalne strategije na osnovu konkretnih mjera i ciljeva te preporučenih rokova za ispunjavanje tih ciljeva Digitalne agende za Europu. Stupovi Digitalne agende za Europu su sljedeći:

1. Jedinstveno digitalno tržište;
2. Unaprijeđenje interoperabilnosti i standarda;
3. Jačanje povjerenja u on-line i sigurnosti;
4. Promicanje brzog i ultra-brzog pristupa internetu za sve –
  - a) osnovni pristup (2Mbit/s ili više) pokrivenosti: 100% stanovništva EU do 2013. godine,
  - b) brzi pristup (30Mbit/s ili više) pokrivenost: 100% stanovništva EU do 2020. godine,

- c) ultra-brzi pristup (100Mbit/s ili više) korištenje: 50% kućanstva EU do 2020. godine;
- 5. Investicije u istraživanje i razvoj;
- 6. Promicanje digitalne pismenosti, vještina i digitalne uključenosti;
- 7. Koristi za europsko društvo koje donosi ICT.

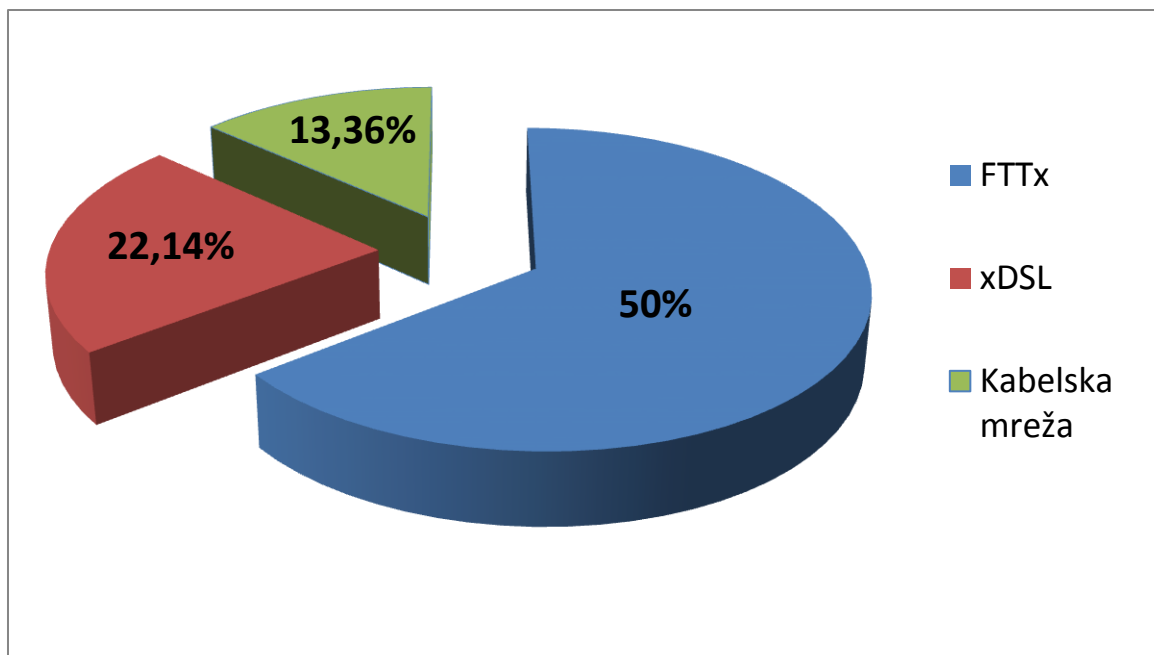
„Vlada Republike Hrvatske utvrđuje da je razvoj infrastrukture i usluga širokopojasnog pristupa internetu, brzinama većim od 30 Mbit/s, od interesa za Republiku Hrvatsku i jedan od preduvjeta razvoja suvremenog gospodarstva, te stoga ovom Strategijom daje snažan politički i djelatni poticaj stvaranju uvjeta za ubrzavanje razvoja brzog širokopojasnog pristupa internetu u Republici Hrvatskoj i dostizanju razine njegove dostupnosti i korištenja jednakih barem prosjeku Europske unije, do kraja 2020. godine. Istovremeno, Strategija stavlja naglasak i na potrebu osiguranja dostupnosti širokopojasnog pristupa s brzinama većim od 100 Mbit/s, kako bi razvoj infrastrukture širokopojasnog pristupa pratio i razvoj usluga i aplikacija kojima su, za nesmetani rad, potrebne brzine širokopojasnog pristupa veće od 100 Mbit/s, što uključuje i simetričnost pristupnih brzina.“ [20] Prema strateškim ciljevima strategije i trenutnom stanju razvijenosti širokopojasnog pristupa u RH očigledno je da trenutne elektroničke komunikacijske mreže nisu dostatne da se dostignu ciljane dostupnost i pristupne brzine pa su implementacija mreža nove generacije (**NGN** – *New Generation Network*) i pristupnih dijelova mreža nove generacije (**NGA** – *New Generation Access*), odnosno FTTx-a i LTE-a, od ključnog značaja, [20].

Jedan od mogućih scenarija razvoja i primjene tehnologija elektroničkih komunikacija u RH je scenarij u kojem bi se dostigli postavljeni strateški ciljevi razvoja širokopojasnog pristupa do 2020. godine. U tom slučaju bi postotak kućanstava u području dostupnosti NGA infrastrukture iznosio 100%, udio kućanstava koji koriste nepokretni širokopojasni pristup bi iznosio 80%, udio priključaka širokopojasnog pristupa internetu putem nepokretne mreže velikih brzina u ukupnom broju nepokretnih širokopojasnih priključaka iznosio bi 80% te bi udio kućanstava koji koriste ultra-brzi nepokretni širokopojasni pristup bio 50%. Prema popisu stanovništva 2011. godine broj kućanstava iznosio je 1.535.635, a u svrhu istraživanja pretpostavlja se da se on neće do 2020. promijeniti. U tom slučaju bi broj priključaka širokopojasnog pristupa u nepokretnoj mreži sa minimalnom brzinom od 2Mbit/s iznosio 1.228.508 priključaka, od čega bi 982.806 priključaka imalo brzinu veću od 30 Mbit/s a broj priključaka sa brzinom većom od 100 Mbit/s bio bi 767.817 priključaka, što je prikazano na Grafikonu 2.



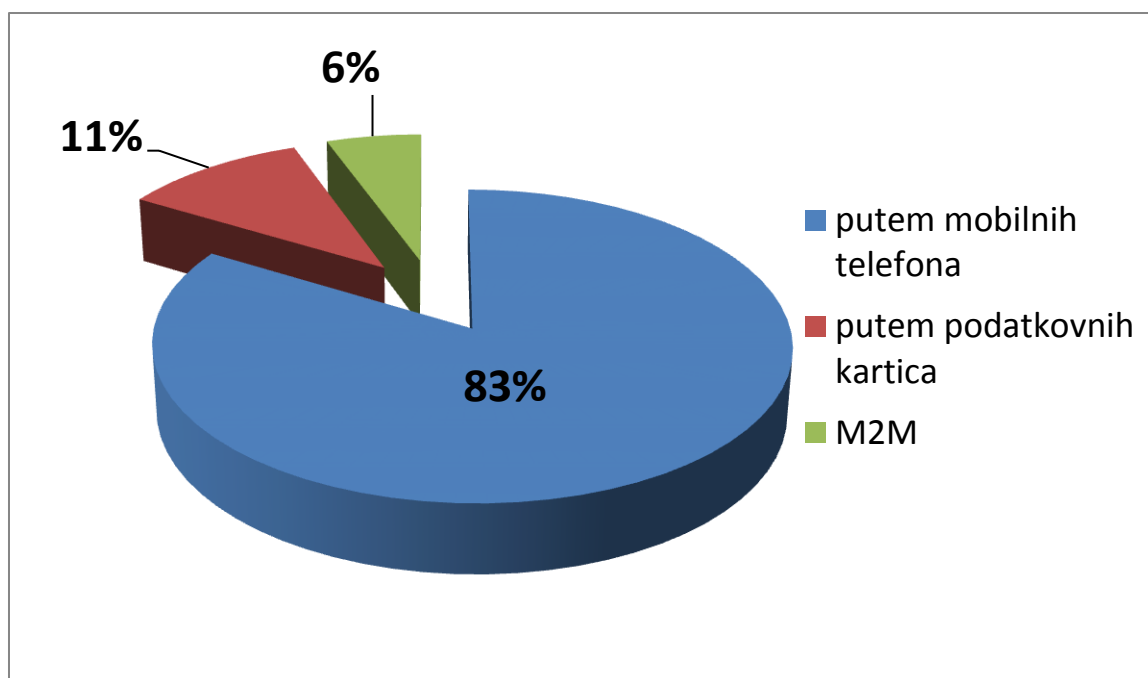
**Grafikon 2.** Broj širokopojasnih priključaka u nepokretnoj mreži s obzirom na minimalnu brzinu za prvi scenarij

Kako bi navedeni broj priključaka sa ultra-brzim nepokretnim širokopojasnim pristupom bio ostvaren, pretpostavka je da FTTx preuzme primat kao najkorištenija pristupna tehnologija, te da će svi priključci sa brzinama većim od 100 Mbit/s biti putem FTTx a ostale putem xDSL-a i kabelskih mreža. Pretpostavka je također da se broj priključaka sa pristupom putem kabelske pristupne mreže poveća za 10% svake godine kako je bilo kroz veći dio 2014. i početkom 2015., broj priključaka koji pristupaju putem xDSL-a padne a priključaka koji pristupaju ostalim tehnologijama nema. U tom slučaju broj priključaka putem FTTx-a iznosio bi 767.817 priključaka, putem xDSL-a iznosio bi 271.966 priključaka a putem kabelske mreže pristupalo bi 188.725 priključaka. Na Grafikonu 3. prikazani su udjeli pristupnih tehnologija u ukupnom broju priključaka širokopojasnog pristupa u nepokretnoj mreži za prvi scenarij.



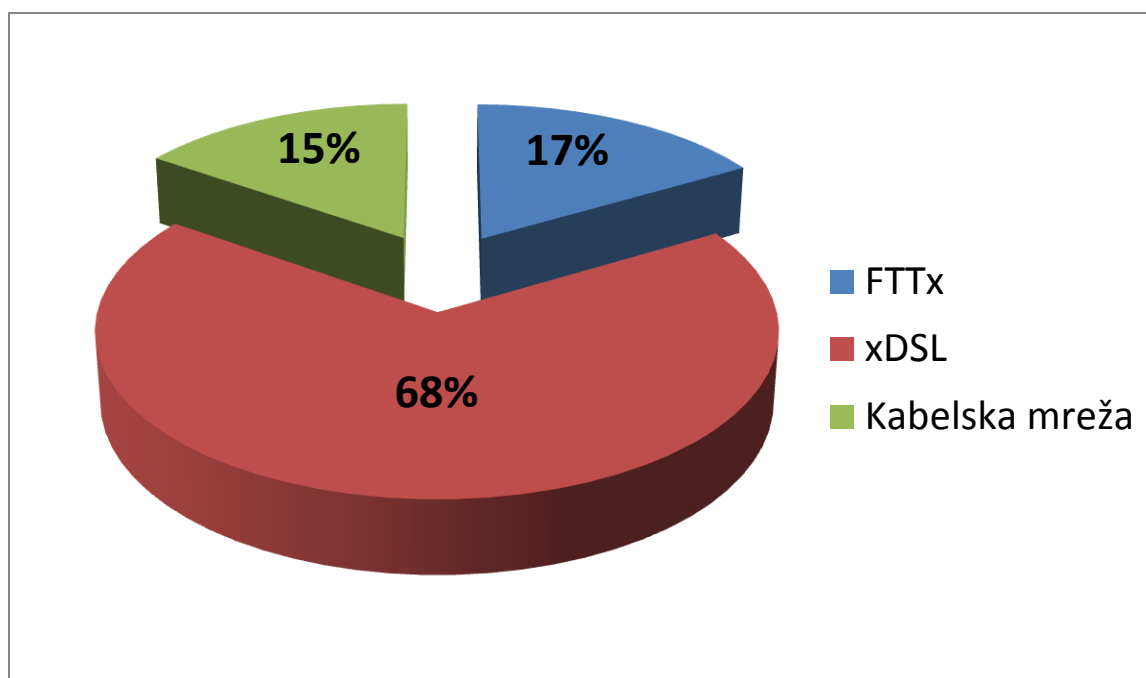
**Grafikon 3.** Postotni udio širokopojsnih priključaka u nepokretnoj mreži po tehnologiji za prvi scenarij

Što se tiče priključaka putem pokretne mreže pretpostavka za prvi scenarij je da se nastave trendovi iz 2014. i sa početka 2015. godine, odnosno da se ukupan broj priključaka putem pokretne mreže svake godine poveća za 3%. U 2020. godini on bi iznosio 3.590.022 priključka, a na Grafikonu 4. prikazani su udjeli u ukupnom broju priključaka širokopojsnog pristupa putem pokretnih mreža po načinu pristupa. Broj priključaka putem podatkovnih kartica se nebi drastično povećao iz razloga što se u prvom scenariju pretpostavlja da bi 80% kućanstava koristilo širokopojsni pristup putem nepokretnih komunikacijskih mreža, a ostatak od 20% putem podatkovnih kartica, što bi značilo brojku od 307.127 priključaka što je približno brojkama iz 2014. i 2015. godine. Pretpostavlja se i da će se povećati broj priključaka putem mobilnih telefona te broj korisnika usluge komunikacije između uređaja (**M2M** - *Machine-to-Machine*).



**Grafikon 4.** Postotni udio širokopojasnog pristupa u pokretnoj mreži s obzirom na način pristupa za prvi scenarij

Pretpostavka za drugi mogući scenarij je da će se od zacrtanih ciljeva strategije ostvariti ciljevi da je dostupnost širokopojasnog pristupa 100% i da 80% kućanstava koristi nepokretni širokopojasni pristup, ali da se nastavi trend korištenja tehnologija pristupa iz 2014. i sa početka 2015. godine. Pretpostavka je također da bi se, kao i u prvom scenariju, krajnji korisnici odlučili na nepokretni širokopojasni pristup radije nego na pokretni širokopojasni pristup ako im je to omogućeno. Sa ovom pretpostavkom najrasprostranjenija mreža i dalje bi ostala mreža bakrenih parica, odnosno da najviše priključaka širokopojasnog pristupa bude putem xDSL-a, ali bi on u odnosu na 2015. narastao minimalno. Razvoj NGA mreža bio bi sporij nego je to određeno u strategiji razvoja širokopojasnog pristupa, odnosno broj priključaka putem FTTx-a povećao bi se za 65% svake godine. Kabelska mreža nastavila bi rast od 10% svake godine, te bi kao i u prvom scenariju bila treća tehnologija po broju pristupa s obzirom na ukupan broj priključaka, a pristupi putem ostalih tehnologija nebi bili zastupljeni.

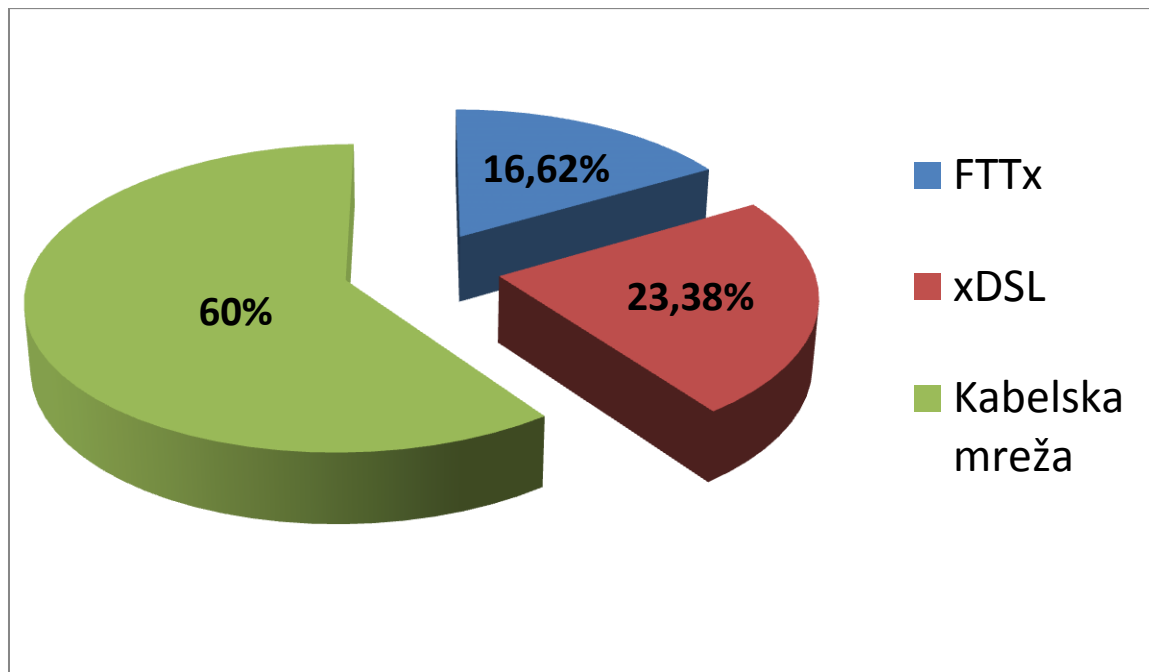


**Grafikon 5.** Postotni udio širokopojsnih priključaka u nepokretnoj mreži po tehnologiju za drugi scenarij

Ukoliko bi se navedene pretpostavke ostvarile broj priključaka koji pristupaju koristeći xDSL tehnologiju bio bi 835.583 priključaka, broj priključaka putem FTTx-a iznosio bi 204.200 priključaka a broj priključaka koji pristupaju putem kableske mreže iznosio bi 188.725 priključaka, a na Grafikonu 5. prikazan je broj priključaka u postotku s obzirom koju pristupnu tehnologiju koristi u odnosu na ukupan broj priključaka koji bi iznosio 1.228.508 priključaka. Što se tiče priključaka putem pokretnih mreža oni bi nastavili rast iz 2014. i 2015. te bi njihov broj i raspodjela po načinu pristupa bila ista kao i u prvom scenariju.

Pretpostavke za treći mogući scenarij razvoja i primjene tehnologija elektroničkih komunikacija su da se ostvare dostupnost širokopojsnog pristupa u nepokretnim mrežama od 100%, da 80% kućanstava koristi nepokretni širokopojsni pristup, ali da za razliku od prva dva scenarija primarna tehnologija pristupa bude putem kableske mreže. Pretpostavka je dakle razvoj naprednih kabelskih mreža, odnosno hibridnih svjetlovodno-kabelskih mreža (**HFC – Hybrid Fiber-Coaxial**) koje koriste specifikacije sučelja za prijenos podataka preko kabelskih mreža treće generacije (**DOCSIS 3.x – Data Over Cable Service Interface Specification**) za veće pristupne brzine. Prema tome pristup putem kableske mreže preuzeo bi primat na uštrb pristupa putem xDSL-a, koji bi zabilježio pad broja priključaka koji ga koriste. Razvoj FTTx mreže bi se nastavio kao u 2014. i 2015. godini, a pristupi putem ostalih tehnologija se ne bi koristili.. Pretpostavka za širokopojsni pristup putem pokretne mreže je kao i za prva dva

scenarija da nastavlja sa minimalnim rastom, jer bi korisnici radije koristili širokopojasni pristup nepokretnom mrežom ako im je to omogućeno.

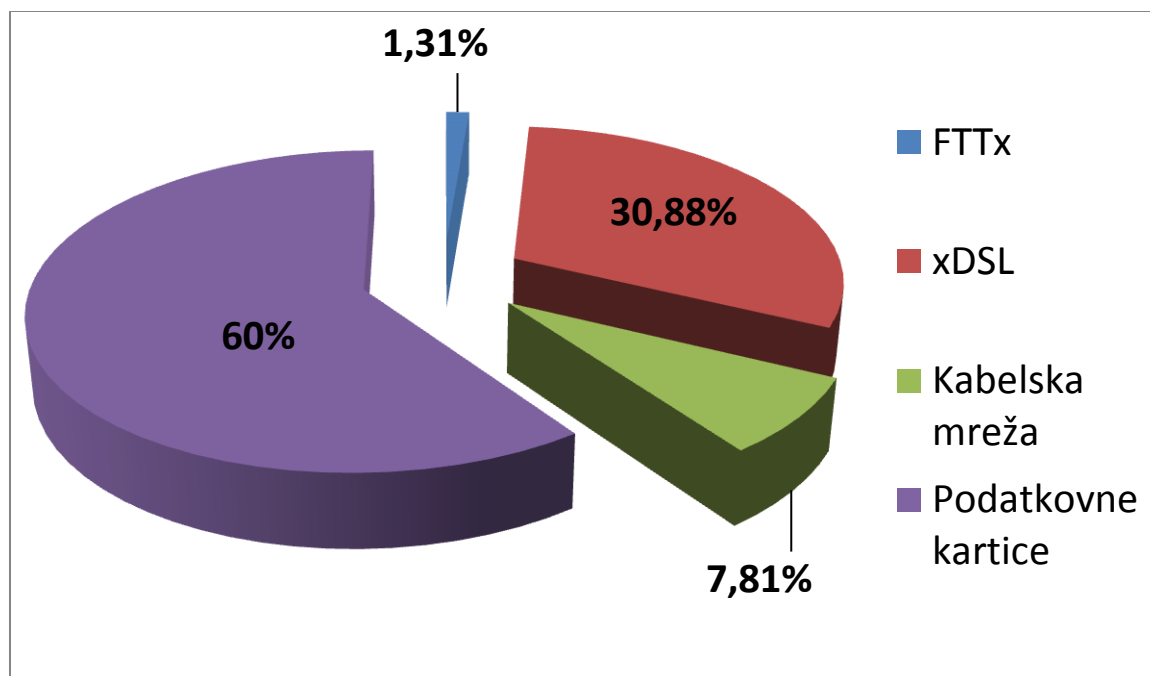


**Grafikon 6.** Postotni udio širokopojasnih priključaka u nepokretnoj mreži po tehnologiju za treći scenarij

Ukoliko bi se navedene pretpostavke ostvarile, te kao što je na Grafikonu 6. označeno da udio od 60% priključaka bude putem kabelskih mreža, broj priključaka koji pristupa putem kabelskim mreža bio bi 737.105 priključaka, putem xDSL-a 287.225 priključaka te putem FTTx-a 204.200 priključaka.

Za četvrti scenarij pretpostavka je da se kao i u prijašnja tri scenarija do 2020. ostvari dostupnost širokopojasnog pristupa od 100%, ali bi razvoj nepokretnih mreža za ultra-brzi širokopojasni pristup stagnirao, a napredovao bi pristup putem pokretnih mreža. Razvoj LTE mreže i do 2020. moguće 5G mreže, dovelo bi do toga da bi svi korisnici koji koriste mobilne telefone koristili i širokopojasni pristup, da bi se broj priključaka putem podatkovnih kartica također povećao i da bi se broj M2M korisnika povećao. Pretpostavka je da se većina priključaka sa xDSL-a prebaci na pristup putem podatkovnih kartica, a broj priključaka putem FTTx-a i kabelskih mreža ostanu na brojkama sa početka 2015. godine. Udio kućanstava širokopojasnog pristupa putem pokretnih mreža, odnosno podatkovnih kartica, iznosio bi 60%, što bi značilo brojku od 921.381 priključaka, broj priključaka putem FTTx-a bio bi 20.000 priključaka, putem kableske mreže 120.000 priključaka, a ostatak od 474.254

priključka odnosio bi se na pristup putem xDSL-a, a na Grafikonu 7. navedene brojke prikazane su u postotnom udjelu.



**Grafikon 7.** Postotni udio kućanstava sa širokopojasnim pristupom po tehnologiji za četvrti scenarij

Ukoliko bi se pretpostavilo da se broj korisnika telefonskih usluga u pokretnoj javnoj komunikacijskoj mreži sa početka 2015. godine drastično ne promjeni, što pokazuju i trendovi iz 2014. i 2015. godine, to bi značilo da bi u četvrtom scenariju broj priključaka širokopojasnog pristupa putem mobilnih telefona iznosio 4.454.917 priključaka. M2M usluga bi u ovakvom scenariju mogla ostvariti svoj potencijal te se početi koristiti ne samo u poslovnom svijetu, gdje se do sada najviše koristila, nego i u privatne svrhe, pa bi tako broj korisnika mogao narasti na 400.000.

**Tablica 1.** Mogući scenariji razvoja i primjene tehnologija elektroničkih komunikacija u RH za 2020. godinu

|                                                    |                    | 1.SCENARIJ | 2.SCENARIJ | 3.SCENARIJ | 4.SCENARIJ |
|----------------------------------------------------|--------------------|------------|------------|------------|------------|
| Ukupan broj priključaka širokopojasnog pristupa    |                    | 4.818.530  | 4.818.530  | 4.818.530  | 6.390.552  |
| Broj priključaka putem nepokretnih mreža           |                    | 1.228.508  | 1.228.508  | 1.228.508  | 614.254    |
| Broj priključaka s obzirom na tehnologiju pristupa | xDSL               | 271.966    | 835.583    | 287.225    | 474.254    |
|                                                    | FTTx               | 767.817    | 204.200    | 204.200    | 20.000     |
|                                                    | Kabelska mreža     | 188.725    | 188.725    | 737.105    | 120.000    |
| Broj priključaka putem pokretnih mreža             |                    | 3.590.022  | 3.590.022  | 3.590.022  | 5.776.298  |
| Broj priključaka s obzirom na način pristupa       | Mobilni telefon    | 3.082.895  | 3.082.895  | 3.082.895  | 4.454.917  |
|                                                    | Podatkovne kartice | 307.127    | 307.127    | 307.127    | 921.381    |
|                                                    | M2M                | 200.000    | 200.000    | 200.000    | 400.000    |

## 4. UTJECAJ ELEKTRONIČKIH KOMUNIKACIJA NA OKOLIŠ

Elektroničke komunikacije svrstavaju se u informacijsko komunikacijske tehnologije (**ICT** – *Information and Communication Technologies*) pa se tako i njihov utjecaj na okoliš prati kroz utjecaj ICT industrije na okoliš. Sveukupni utjecaj ICT-a na okoliš može se klasificirati na direktne utjecaje, indirektne utjecaje i sustavne utjecaje. Direktni utjecaji odnose se na potrošnju energije, korištenje resursa, emisiju stakleničkih plinova i zagađenje zraka uzrokovano dizajniranjem, proizvodnjom, distribucijom, održavanjem i zbrinjavanjem dobara. Indirektni utjecaji na okoliš odnose se na promjene u ekonomskoj strukturi, promjene proizvodnih procesa, distribucije i transportu primjenjujući ICT. Sustavni utjecaj odnosi se na srednjoročne i dugoročne promjene navika čovjeka i društvenih vrijednosti zbog primjene usluga ICT-a. Za ICT industriju najbitniji su direktni utjecaji jer su oni ključni pokazatelji ekoloških performansi za telekom operatore, proizvođače ICT opreme i tvrtke za razvoj *softwarea*, te se mogu kvantificirati. Općenito ključni pokazatelj performansi (**KPI** – *Key Performance Indicator*) prema ITU-u je mjera kojom se kvantificiraju i ocjenjuju organizacijski učinci u odnosu na postavljene ciljeve. KPI također služi za postavljanje mjerljivih ciljeva, ocjenu napretka, praćenje trendova, unaprijeđenje usluga i pomoć pri donošenju odluka. Ključni pokazatelj ekoloških performansi potrebni su, ne samo ICT kompanijama, nego svim organizacijama kojima je potrebno jasno i objektivno mjerenje o ključnim utjecajima njihovog poslovanja na okoliš. Ekološki KPI se razlikuju s obzirom na područje kojim se određena tvrtka ili organizacija bavi, odnosno s obzirom na podatke koji se žele dobiti. Tako postoje smjernice i preporuke raznih globalnih inicijativa za zaštitu okoliša i organizacija direktno vezanih za ICT koje definiraju ekološke KPI. Između ostalih globalne inicijative i organizacije koje preporučuju ekološke KPI su: Projekt objavljivanja ugljika (**CDP** - *Carbon Disclosure Project*), Dow Jones indeks održivosti (**DJSI** - *Dow Jones Sustainability Index*) i Globalna inicijativa za izvješćivanje (**GRI** - *Global Reporting Initiative*). Od organizacija i inicijativa koje su direktno povezane sa ICT-om koje preporučuju ekološke IKP izdvajaju se: Udruženje europskih operatora telekomunikacijskih mreža (**ETNO** - *European Telecommunications Network Operators Association*), Europski institut za telekomunikacijske norme (**ETSI** - *European Telecommunications Standards Institute*), Međunarodno elektrotehničko povjerenstvo (**IEC** - *International Electrotechnical Commission*) i Međunarodna telekomunikacijska unija (**ITU** – *International Telecommunication Union*), [21], [22], [23].

Upravo je ITU sažeo najvažnije i najkorištenije ekološke KPI za ICT sektor, a to su:

- potrošnja energije (korištenje goriva, električne energije ili obnovljivih izvora energije);
- emisija stakleničkih plinova (**GHG** – *Green House Gas*);
- potrošnja vode;
- proizvedeni otpad;
- reciklirani otpad;
- korištenje i zbrinjavanje opasnih tvari;

#### **4.1. Direktni utjecaji elektroničkih komunikacija na okoliš**

Direktni utjecaji ICT-a na okoliš odnosi se na pozitivne i negativne utjecaje zbog fizičke prisutnosti ICT proizvoda, odnosno dobara i usluga, i vezanih procesa. Izvori direktnih utjecaja ICT-a na okoliš su tvrtke za proizvodnju i održavanje ICT proizvoda, opreme i usluga, uključujući i posrednike, te krajnji potrošači i korisnici tih proizvoda i usluga.

ICT proizvođači utječu na okoliš tijekom proizvodnje opreme, komponenti, ostalog *hardware*-a, tijekom pružanja usluga, ali i tijekom održavanja infrastrukture, održavanja poslovnih prostora i tijekom korištenja i održavanja voznog parka. ICT proizvođači utječu na okoliš i tako što pri dizajniranju proizvoda odlučuju na koji će način i u kojoj mjeri taj proizvod pri korištenju utjecati na okoliš. ICT proizvođači tako kroz svoj djelovanje mogu utjecati na globalno zatopljenje i oštećenje ozonskog omotača a uzroci su: ugljični dioksid ( $\text{CO}_2$ ), dušikov dioksid ( $\text{NO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ), klorofluorouglijici (CFCs), klorofluorouglikovodici (HCFCs), metilbromid ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ) i halon. Također utječu na iscrpljivanje energetske resursa, odnosno fosilnih goriva, ne ergetskih resursa kao što su olovo, kositar, bakar te iscrpljivanje vode. Upotrebom zemljišta ICT proizvođači utječu na bioraznolikost, mijenjaju sam izgled okoliša te se uništava prirodno stanište za životinje. Korištenjem opasnih tvari povećavaju toksičnost, uzrokuju kisele kiše, smog, onečišćenje zraka, zakiseljavanje vode, smanjenje bioraznolikosti, onečišćenje tla i biljaka. Neke od opasnih tvari koje uzrokuju toksičnosti su: nemetanski ugljikovodik (NMHC), sumporovi oksidi ( $\text{S}_x$ ), dušikovi oksidi ( $\text{N}_x$ ), solna kiselina (HCL), fluorovodična kiselina (HF), amonijak ( $\text{NH}_4$ ), živa (Hg), fosfat ( $\text{PO}_4$ ), dušikov oksid (NO) i nitrati.

Krajnji potrošači, odnosno korisnici usluga, proizvoda ICT industrije drugi su izvori direktnih utjecaja. Oni kroz svoju kupovinu, korištenje, potrošnju i postupanje sa električnim otpadom direktno utječu na okoliš. Prve tri stavke odnose se ponajviše na potrošnju električne energije. Krajnji potrošači mogli bi pri kupovini birati energetske efikasnije proizvode te tako „pozitivno“ utjecati na okoliš. Bitnija stavka je električni otpad s kojim krajnji korisnici u većini slučajeva ne postupaju ispravno. Tako je poznato da u električnom otpadu (osobna računala, mobilni terminalni uređaji i sl.) ima kloriranih, bromiranih tvari, olovo (Pb), živa (Hg), arsen (As), kadmij (Cd) i selen (Se) koji su otrovni, ali i zlata (Au), bakra (Cu), aluminija (Al), željezo (Fe) i čelika koji su vrijedni metali. Recikliranjem električnog otpada ili njegovom prenamjenom ne samo da se očuva okoliš od toksičnih tvari, nego se iskoriste i vrijedni metali, te se smanjuje njihovo crpljenje iz prirode. Na žalost u većini slučajeva električni otpada završava na odlagalištu komunalnog otpada gdje radi najveću štetu. [22], [21].

## **4.2. Indirektni utjecaji elektroničkih komunikacija na okoliš**

Indirektni utjecaji ICT-a na okoliš očituje se kroz primjene ICT tehnologije u gospodarskim i društvenim aktivnostima, te kroz utjecaj ICT-a na dizajniranje, proizvodnju, korištenje, potrošnju i odlaganje proizvoda koji nije ICT proizvod. U većini slučajeva indirektni utjecaji su pozitivni, kao na primjer plaćanje računa putem interneta zbog čega je smanjena potrošnja papira, ali postoji i negativna strana, kao na primjer potrošnja električne energije kompletnog ICT sustava koji omogućuje plaćanje računa putem interneta. Postoje četiri vrste indirektnih utjecaja ICT-a: optimizacija, dematerijalizacija i zamjena, poticanje i degradacija. Optimizacija se odnosi na smanjenje utjecaja na okoliš nekog proizvoda korištenjem ICT tehnologije, kao na primjer pametna kuća koja može kontrolirati potrošnju električne i toplinske energije te računalni sustav u vozilima koji kontrolira potrošnju goriva. Dematerijalizacija i zamjena se odnosi na utjecaj ICT-a u digitalizaciji sadržaja i medija, na primjer audio i audiovizualni sadržaj se sve rjeđe pohranjuje na fizičke medije, a sve više na računala, te za čitanje knjiga koriste prijenosni digitalni čitači. Ukoliko neka ICT usluga ili proizvod potakne potrebu za nekim drugim proizvodom ili uslugom, koja na neki način utječe na okoliš, tada je to poticajan indirektan utjecaj, a primjer takvog utjecaja je da se korištenjem printera potiče potrošnja papira. Degradacijski utjecaj se odnosi na nemogućnost ili poteškoće u procesu zbrinjavanja proizvoda koji u sebi ima ugrađen ICT uređaj, ukoliko proizvod ima ugrađeni čip taj se proizvod tretira kao električni otpad i mora se posebno zbrinuti [22], [21].

### 4.3. Sustavni utjecaji elektroničkih komunikacija na okoliš

Sustavni utjecaji uključuju namjerne i nenamjerne utjecaje primjenom ICT-a na način života, kolektivno društveno ponašanje, čovjekovu svijest i sve druge ne tehničke faktore društva. Pozitivni rezultati sustavnih utjecaja uvelike ovise o mjeri u kojoj će krajnji korisnik prihvatiti korištenje određene ICT usluge ili proizvoda. Sustavni utjecaji ICT-a te njihove posljedice na okoliš su relativno ne istražene, uglavnom zbog složenosti procjene tehnoloških promjena, proizvodnje i potrošnje kroz srednji i duži period vremenski period. Sustavni utjecaji primjenom ICT-a mogu se odviti:

- Pružanjem i objavljivanjem informacija: ICT i internet su olakšali i ubrzali praćenje, mjerenje, prikupljanje, kategoriziranje, prikaz i pristup podacima i informacijama na osnovu kojih čovjek može promijeniti svijest o okolišu;
- Omogućavanjem dinamične cijene i povećanjem osjetljivosti cijene u realnom vremenu;
- Promjenom tehnologije: promjena tehnologije utječe na potrošača i na njegovo ponašanje, pa su tako elektronička pošta, društvene mreže, telekonferencijske tehnologije zamijenile klasičnu poštansku uslugu, društvena okupljanja te poslovna putovanja;
- Pokretanjem odbijajućeg efekta: ukoliko se na tržištu pojavi usluga ili proizvod, koji je energetske efektivniji i ekološki prihvatljiviji proizvoda koji se trenutno koristi u istu svrhu, i počne se prodavati, korisnici bi mogli zbog navedenih prednosti proizvod koristiti u većoj mjeri te bi njegova energetska efektivnost i ekološka prihvatljivost pala, [22], [21];

#### 4.4. Utjecaj tehnologija elektroničkih komunikacija na okoliš u fazi primjene

Kao što je navedeno ranije u radu ICT industrija utječe na okoliš od početka proizvodnje i dizajniranja proizvoda i usluga, do druge strane vrijednosnog lanca na kojem se nalazi korisnik koji svojim korištenjem usluga i proizvoda i odlaganjem uređaja utječe na okoliš. Jedan od glavnih utjecaja u tom cijelom spektru je emisija stakleničkih plinova, gdje je ICT odgovoran za 2-4% ukupne emisije u svijetu, a za 40-60% emisije stakleničkih plinova odgovorna je potrošnja energije u fazi primjene. Veliki dio te emisije, jednu šestinu, uzrokuju elektroničke komunikacijske mreže. Telekomunikacijske mreže i širokopojasni pristup pokazali su se kao konzumenti velike količine energije, a općenito telekomunikacijski sektor odgovoran je za potrošnju 4% svjetske električne energije. S tim na umu utjecaj tehnologija elektroničkih komunikacija u fazi primjene gleda se kroz potrošnju energije pojedinog dijela mreže, te se zatim ukupna količina potrošene energije, pomoću određenog faktora pretvorbe, preračunava u emisiju stakleničkih plinova, koja se označava kao kilogram ekvivalenta ugljičnog dioksida ( $\text{kgCO}_2\text{e}$ ). Pod emisiju stakleničkih plinova korištenjem energije odnose se, u najvećem dijelu emisija  $\text{CO}_2$ , te u manjim količinama emisije  $\text{CH}_4$  i  $\text{N}_2\text{O}$ , koje se za potrebe preračunavanja pretvaraju u odgovarajuću količinu  $\text{CO}_2$  koja bi imala isti efekt staklenika koristeći staklenički potencijal. Većina potrošnje energije u fazi primjene tehnologija elektroničkih komunikacija odvija se u jezgrenoj mreži, pristupnoj mreži, korisničkoj mrežnoj opremi (*modem/router*) i korisničkoj terminalnoj opremi, [24], [25].

Korisnička ICT terminalna oprema je u 2011. godini bila odgovorna za 0,55  $\text{GtCO}_2\text{e}$  odnosno 59% ukupne emisije ICT-a. Od toga najveći dio, oko 60%, otpada na osobna računala iz razloga što su emisije u fazi primjene i emisije nastale proizvodnjom i distribucijom bitno veće nego kod ostale terminalne opreme. Iako je broj mobilnih telefona, *smartphone* uređaja i *tableta* svake godine sve veći, njihov ugljični otisak zbog male emisije u fazi primjene zauzima oko 10% emisije ICT korisničke terminalne opreme, dok se ostatak odnosi na računalnu perifernu opremu i pisače. Procjenjuje se da će ugljični otisak korisničke terminalne opreme rasti za 2,3% svake godine do 2020. te će iznositi 0,67%  $\text{GtCO}_2\text{e}$ . Zbog manjeg rasta nego prijašnjih godina u 2020. godini će udio emisije korisničke terminalne opreme u ukupnoj emisiji ICT-a biti 50%. Tri važne stavke doprinjet će manjoj emisiji korisničke terminalne opreme a to su: povećano korištenje laptopa koji imaju manji ugljični otisak nego stolno računalo, povećano korištenje tablet uređaja koji također imaju manji

ugljični otisak i povećanje energetske učinkovitosti svih terminalnih uređaja, pogotovo stolnih računala. U Tablici 2. navedena je pretpostavljena potrošnja električne energije za korisničku terminalnu uređaje koji se koriste u elektroničkim komunikacija za 2020. godinu, [26].

**Tablica 2.** Godišnja potrošnja električne energije za korisničku terminalnu opremu

| TERMINALNA<br>OPREMA                                          | Osobno<br>računalo | <i>Tablet</i> | <i>Smartphone</i> | Mobilni<br>telefon |
|---------------------------------------------------------------|--------------------|---------------|-------------------|--------------------|
| Godišnja potrošnja<br>energije po jednom<br>uređaju (kWh/god) | 101,66             | 15,60         | 5,45              | 2,50               |

Izvor: [26]

Uz korisničku terminalnu opremu kod krajnjeg korisnika se još nalazi i korisnička mrežna oprema, koja je potrebna svakom korisniku kako bi pristupio mreži. U nepokretnim komunikacijskim mrežama za širokopojasni pristup u većini slučajeva se koristi jedan mrežni uređaj koji funkcionira kao modem i kao WiFi router, a u pokretnim komunikacijskim mrežama kao mrežni uređaji za pristup koriste se USB mrežni adapteri, u kojima se nalaze podatkovne kartice. Mrežni uređaji se razlikuju s obzirom na pristupnu tehnologiju, pa su tako i u Tablici 3. raspoređeni, te je navedena prosječna potrošnja energije u jednoj godini uzimajući u obzir da su oni uključeni 0-24h, [27].

**Tablica 3.** Godišnja potrošnja električne energije mrežnih korisničkih uređaja

| KORISNIČKA<br>MREŽNA<br>OPREMA                                | VDSL2<br>modem | ONU  | HFC<br>modem | 3G/4G<br>USB MA |
|---------------------------------------------------------------|----------------|------|--------------|-----------------|
| Godišnja potrošnja<br>energije po jednom<br>uređaju (kWh/god) | 87,60          | 43,8 | 91,98        | 1,75            |

Izvor: [27], [28]

Pristupne mreže osiguravaju spajanje korisnika, odnosno pretplatničkih linija, s jezgrenom mrežom putem koje pristupaju uslugama. Svi korisnici se povezuju na lokalnu centralu u kojoj se skuplja sav promet te se šalje u jezgrenu mrežu. Postoje dvije vrste pristupnih mreža: fiksne pristupne mreže i bežične pristupne mreže. U fiksnim pristupnim

mrežama korisnici se spajaju fizičkim medijem na mrežu ovisno o kojoj tehnologiji pristupa se radi. Trenutno se koristi nekoliko vrsta fiksnih pristupnih tehnologija, arhitektura pristupne mreže, standarda i verzija koje imaju specifične potrošnje energije, pa se za potrebe ovog rada izdvajaju tri vrste pristupnih mreža koje su najzastupljenije i koje će se najvjerojatnije i dalje koristiti u 2020. godini. Prva pristupna mreža je kombinacija xDSL i FTTx tehnologije, gdje se koristi tehnologija svjetlovodne niti do čvora (**FTTN** – *Fiber To The Node*) između jezgrene mreže i lokalne centrale, u ovom slučaju VDSL2 pristupnog multipleksora digitalne pretplatničke linije (**DSLAM** – *Digital Subscriber Line Access Multiplexer*), a korisnici se na lokalnu centralu spajaju putem bakrenih parica. VDSL2 omogućuje veće brzine nego starije xDSL tehnologije, ali zbog kombiniranja medija svjetlovodnih kabela i bakrene parice potrebni su dodatni mrežni uređaji u lokalnoj centrali i u jezgrenoj mreži pa je i potrošnja energije veća. HFC je druga vrsta pristupne mreže koja se razvila iz kabelske mreže za prijenos usluga televizije, a danas služi i za širokopojasan pristup internetu i za telefonske usluge. HFC funkcionira tako da se putem svjetlovodnih kabela radiofrekvencijskom modulacijom prenosi signal u lokalni čvor gdje se optički signal konvertira u električni signal, a zatim se putem mreže koaksijalnih kabela šalje korisnicima, a pomoću električnih pojačala održava se kvalitete signala. Dakle u HFC pristupnoj mreži potrošnja energije se odvija u *head-end* opremi, u kojoj se prijenosnici RF video signala kombiniraju u širokopojasnu mrežnu platformu (**BNP** – *Broadband Network Platform*) koja omogućuje daljnji podatkovni prijenos putem svjetlovodnih kabela, zatim u lokalnom čvoru u kojem se optički signal pretvara u električni signal te mreža električnih pojačala i razdjelnika tako da svaki čvor može poslužiti veći broj korisnika. Treća tehnologija pristupa u fiksnim pristupnim mrežama je tehnologija pasivne optičke mreže (**PON** – *Passive Optical Network*) koja se koristi u tehnologiji svjetlovodne niti do prostorija (**FTTP** – *Fiber To The Premises*). U lokalnoj centrali smješten je terminal svjetlovodne linije (**OLT** – *Optical Line Terminal*) iz kojeg jedan svjetlovodni kabel, koristeći pasivni razdjelnik, poslužuje grupu korisnika. Jedna grupa korisnika se dakle putem svojih ONU-a svjetlovodnim kabelima spajaju na razdjelnik koji je na OLT povezan jednim svjetlovodnim kabelom. Što se tiče bežičnih pristupnih mreža izdvajaju se HSPA i LTE pristupne tehnologije kao najzastupljenije. Logično kao i u ostalim pristupnim mrežama najveći potrošač je udaljeni mrežni čvor, a u ovom slučaju to je bazna stanica. Potrošnja energije bazne stanice je konstantna, ali potrošnja energije po priključku uvelike ovisi o broju priključaka na baznoj stanici, odnosno o veličini područja koje bazna stanica poslužuje. I HSPA i LTE bazne stanice troše 3,7 kW energije, ali LTE bazna stanica poslužuje područje od 470 metara a HSPA bazna stanica 270 metara. Kako bi se izračunala

prosječna potrošnja energije u pristupnoj mreži po jednom priključku potrebno je dakle uračunati potrošnju svih mrežnih elemenata, potrošnju energije lokalnog čvora, odnosno bazne stanice podijeliti po broju priključaka koje poslužuje, te uračunati faktor efektivnosti potrošnje energije (**PUE** – *Power Usage Effectiveness*). PUE se uzima u obzir iz razloga što se mrežni uređaji u pristupnoj mreži moraju hladiti, te mora postojati pomoćni sustav ukoliko dođe do nestanka energije, što dodatno troši energiju. PUE je u većini slučajeva dva, što znači da je realna potrošnja energije u pristupnoj mreži duplo veća od potrošnje samih mrežnih uređaja. U Tablici 4. prikazane su vrijednosti potrošnje energije u pristupnim mrežama po jednom korisniku uzimajući u obzir i PUE faktor, te pretpostavku da će na svakom udaljenom čvoru, baznoj stanici, biti maksimalan broj priključaka, te da će biti priključeni 0-24h, [24], [27].

**Tablica 4.** Godišnja potrošnja energije po priključku za pristupne tehnologije

| PRISTUPNA<br>TEHNOLOGIJA                                        | VDSL2 | HFC   | PON  | HSPA   | LTE    |
|-----------------------------------------------------------------|-------|-------|------|--------|--------|
| Godišnja<br>potrošnja<br>energije po<br>priključku<br>(kWh/god) | 61,32 | 70,08 | 8,76 | 595,68 | 157,68 |

Izvor: [24], [27]

Pristupne mreže „skupljaju“ priključke na određenom području, a za povezivanje tih područja služi jezgrena mreža. Jezgrena mreža se sastoji od jezgrenih čvorova koji su međusobno povezuju svjetlovodnim kabelima koristeći valno multipleksiranje (**WDM** – *Wavelength Division Multiplexing*), u većini slučajeva u prstenastoj ili isprepletenoj topologiji. Jezgreni mrežni čvorovi zapravo služe za pretvorbu optičkog signala u električni, koji se zatim obrađuje, te po potrebi opet pretvara u optički signal. Čvor se u globalu sastoji od WDM kartica za prijenos i primanje, odnosno primopredajnika, koje su povezane na IP usmjerivač koji dalje može biti povezan sa pristupnim usmjerivačima. 90% potrošnje energije u jezgrenoj mreži odvija se u čvorovima jezgrene mreže, a u njima najveći dio otpada na IP usmjerivač koji omogućuje ulazno/izlazno sučelje te primjenjuju logiku usmjeravanja paketa. Pošto je uloga jezgrene mreže prijenos prometnih tokova pristupnih mreža potrošnja energije se obično izražava u vatima po prenesenom bitu odnosno brzini prijenosa. Usmjerivači koji se

trenutno koriste u jezgrenim mrežama imaju potrošnju između 0,1 W/Mbps i 0,01 W/Mbps, ovisno o kvaliteti usmjerivača, te se općenito za potrošnju uzima srednja vrijednost od 0,05 W/Mbps u koju je uračunat PUE. Kako bi se dobila potrošnja energije jezgrene mreže po priključku potrebno je uračunati pristupnu brzinu tog priključka. S time u vidu pristupne tehnologije koje imaju veće pristupne brzine imati će i veću potrošnju energije u jezgrenoj mreži, [24].

Utjecaj tehnologija elektroničkih komunikacija na okoliš u fazi primjene trenutno je najveći u pristupnim mrežama gdje se koriste mrežni uređaji koji troše energiju bez obzira na količinu priključaka, a povećanjem broja priključaka potrošnja energije po priključku se smanjuje. Veliki utjecaj na okoliš u smislu potrošnje energije imaju i osobna računala koja koriste enormne količine energije s obzirom na drugu korisničku terminalnu opremu. Trenutno najmanje energije se troši u jezgrenim mrežama, ali povećanjem pristupnih brzina povećati će se i količina prenesenih podataka u jezgrenim mrežama povećati će se potrošnja energije, pa se očekuje da će se u budućnosti većina energije trošiti u jezgrenoj mreži.

## 5. NAKNADE ZA ONEČIŠĆENJE OKOLIŠA U RH

Elektroničke komunikacije, kao što je rečeno u prethodnom djelu rada, ne utječu na društvo samo u pozitivnom smislu, već njihova primjena ima negativne posljedice, posebice na okoliš. Onečišćenje okoliša uglavnom se iskazuje u obliku eksternih troškova, poput troškova onečišćenja i drugih oblika uništenja okoliša u proizvodnji i potrošnji, odnosno u širem smislu eksterni trošak nastaje kada posljedica određene aktivnosti nameće trošak društvu. Do danas u RH ekološki eksterni troškovi nisu internalizirani već država nastoji raznim mjerama i instrumentima, zapovjednom i kontrolnom politikom i tržišnim poticajnim mjerama ublažiti i ispraviti utjecaj na okoliš. Država zapovjednu i kontrolnu politiku provodi utvrđivanjem ciljeva i strategije zaštite okoliša, utvrđivanjem standarda ambijenta, ograničenjima u emisijama ili odlaganju otpada, standardima u procesu proizvodnje i standardima proizvoda te uspostavom monitoringa, a tržišno poticajnu politiku provodi ekonomskim instrumenatima kao što su ekološke pristojbe, ekološke pologe, ekološke dozvole, subvencije i ekološko osiguranje. Naplata putem ekonomskih instrumenata se u RH provodi se po principu „onečišćivač plaća“ sukladno važećim zakonima i propisima, odnosno kroz plaćanje naknada Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Financiranje fonda putem naknada za cilj ima spriječavanje daljnjeg onečišćenja okoliša, saniranje postojećih onečišćenja te održivo korištenje prirodnih resursa, kao i organiziranje sustava gospodarenja posebnih vrsta otpada, [29], [30], [23].

Djelovanja ICT industrije, koja su okarakterizirana kao ekološki KPI, a u RH se političkim i ekonomskim mjerama i instrumentima reguliraju su: potrošnja energije, GHG, potrošnja vode, proizvodnja i recikliranje otpada, korištenje i zbrinjavanje opasnog otpada.

## 5.1. Naknade Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost

„Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (FZOEU) središnje je mjesto prikupljanja i ulaganja izvanproračunskih sredstava u programe i projekte zaštite okoliša i prirode, energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije.“ [29] Naknade fondu se plaćaju po principu „onečišćivač plaća“ sukladno Zakonu o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, Zakonu o zaštiti zraka, Zakonu o zaštiti okoliša, Zakonu o održivom gospodarenju otpadom i ostalim propisima o naknadama iz područja zaštite okoliša i prirode te energetske učinkovitosti i obnovljivih izvora energije (uredbe, pravilnici, tehnički propisi, programi i planovi). U Tablici 5. prikazane su sve naknade Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost s obzirom na zakone na kojima su temeljene, [29]. Naknade u RH koje su vezane uz ICT i elektroničke komunikacije i koje se odnose na ranije navedene ekološke KPI su:

- Naknade na emisiju u okoliš – njih su obvezni plaćati pravne ili fizičke osobe koje u okviru svoje djelatnosti imaju u vlasništvu ili koriste pojedinačni izvor emisije CO<sub>2</sub>, oksida sumpora i oksida dušika;
- Naknade na opterećivanje okoliša otpadom – njih su obvezni plaćati pravne ili fizičke osobe koje komunalni i/ili neopasni tehnološki otpad odlažu na odlagališta, te pravna ili fizičke osobe koje svojom djelatnošću proizvode opasan otpad;
- Naknada gospodarenja EE (električnim i elektroničkim) otpadom – njih su obvezni plaćati proizvođači, uvoznici i unosnici, odnosno obrtnici koji EE opremu stavljaju na tržište;
- Naknada za uništavanje kontroliranih tvari i/ili fluoriranih stakleničkih plinova – nju je obvezno plaćati poduzeće ili poduzetnik koji uvozi/unosi kontrolirane tvari i/ili fluorirane stakleničke plinove u svrhu stavljanja na tržište ili za vlastite potrebe;

**Tablica 5. Podjela naknada FZOEU na temelju zakona**

|                                                                              |                                                                                   |                                                            |                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Naknade temeljem Zakona o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost | Naknade onečišćivača okoliša                                                      | Naknade na emisije u okoliš                                | Naknada na emisiju u okoliš ugljikovog dioksida |
|                                                                              |                                                                                   |                                                            | Naknada na emisiju u okoliš oksida sumpora      |
|                                                                              |                                                                                   |                                                            | Naknada na emisiju Okoliš oskida dušika         |
|                                                                              | Naknada korisnika okoliša                                                         | Posebna godišnja naknada na emisije stakleničkih plinova   |                                                 |
|                                                                              |                                                                                   |                                                            |                                                 |
|                                                                              | Naknade na opterećivanje okoliša otpadom                                          | Naknada na komunalni otpad i/ili neopasni tehnološki otpad |                                                 |
|                                                                              | Posebna naknada za okoliš na vozila na motorni pogon                              |                                                            | Naknada na opasni otpad                         |
| Naknade temeljem Zakona o zaštiti zraka                                      | Naknada za uništavanje kontroliranih tvari i/ili fluoriranih stakleničkih plinova |                                                            |                                                 |
| Naknade temeljem Zakona o zaštiti okoliša                                    | Naknade za znak zaštite okoliša Europske unije (EU ECOLABEL)                      |                                                            |                                                 |
| Naknade temeljem Zakona o održivom gospodarenju otpadom                      | Naknada za ambalažu i ambalažni otpad                                             |                                                            |                                                 |
|                                                                              | Naknada zagospodarenje s otpadnim gumama                                          |                                                            |                                                 |
|                                                                              | Naknada zbrinjavanja otpadnih mazivih ulja                                        |                                                            |                                                 |
|                                                                              | Naknada gospodarenja otpadnim baterijama i akumulatorima                          |                                                            |                                                 |
|                                                                              | Naknada za gospodarenje otpadnim vozilima                                         |                                                            |                                                 |
|                                                                              | Naknada gospodarenja EE otpadom                                                   |                                                            |                                                 |
|                                                                              | Naknada za odlaganje komunalnog otpada                                            |                                                            |                                                 |
|                                                                              | Poticajna naknada za smanjenje količine miješanog komunalnog otpada               |                                                            |                                                 |
|                                                                              | Naknada za odlaganje građevnog otpada                                             |                                                            |                                                 |
|                                                                              | Naknada za rad sustava gospodarenja posebnim kategorijama otpada                  |                                                            |                                                 |

Izvor: [29]

## 5.2. Načini izračuna naknada za utjecaj na okoliš

Načini izračuna naknada Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost određeni su uredbama Vlade RH na temelju Zakona o FZOEU ovisno o utjecajima na okoliš. U ovome djelu rada pregledavaju se načini izračuna za izdvojene naknade vezane uz elektroničke komunikacije i ICT.

Uredbom o jediničnim naknadama, korektivnim koeficijentima i pobližim kriterijima i mjerilima za utvrđivanje naknade na emisiju u okoliš ugljikovog dioksida definiran je način izračuna iznosa naknade na emisiju CO<sub>2</sub>. On se izračunava prema izrazu

$$N = N_1 \times E \times k_k$$

u kojem je:  $N$  je iznos naknade na emisiju CO<sub>2</sub> u kunama,  $N_1$  je naknada za jednu tonu emisije CO<sub>2</sub> odnosno jedinična naknada,  $E$  je količina emisija CO<sub>2</sub> u tonama u kalendarskoj godini i  $k_k$  je korektivni poticajni koeficijent ovisan o količini i podrijetlu emisije. Jedinična naknada za jednu tonu emisije CO<sub>2</sub> od 1. siječnja 2009. godine iznosi 18 kuna, a Vlada Republike Hrvatske može za svako naredno obračunsko razdoblje odrediti visinu emisije jedinične naknade. Korektivni poticajni koeficijent  $k_k$  izračunava se prema izrazu

$$k_k = k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4$$

u kojem je:  $k_1$  je korektivni koeficijent ovisan o godišnjoj količini emisije,  $k_2$  je korektivni koeficijent ovisan o podrijetlu emisije,  $k_3$  je korektivni poticajni koeficijent ovisan o ulaganju u projekte i programe energetske učinkovitosti i obnovljive izvore energije i  $k_4$  je korektivni poticajni koeficijent ovisan o izradi i provedbi programa smanjenja emisije CO<sub>2</sub> korištenjem najboljih raspoloživih tehnika, odnosno tehničke dokumentacije za provedbu projekta smanjenja emisije CO<sub>2</sub>. Korektivni poticajni koeficijent  $k_3$  izračunava se prema izrazu

$$k_3 = \frac{D - U}{D}$$

u kojem je:  $D$  iznos dobiti prije oporezivanja, a  $U$  iznos ulaganja u energetske učinkovitost, obnovljive izvore energije i ostale mjere za smanjivanje emisije CO<sub>2</sub> i drugih stakleničkih plinova. Korektivni poticajni koeficijent  $k_4$  izračunava se prema izrazu

$$k_4 = \frac{N_{1,2007}}{N_{1,n}}$$

u kojem je:  $N_{1,2007}$  jedinična naknada za jednu tonu CO<sub>2</sub> u 2007. godini, a  $N_{1,n}$  jedinična naknada za jednu tonu CO<sub>2</sub> u tekućoj godini.

Uredbom o jediničnim naknadama, korektivnim koeficijentima i pobližim kriterijima i mjerilima za utvrđivanje naknade na emisiju u okoliš oksida sumpora izraženih kao sumporov

dioksid i oksida dušika izraženih kao dušikov dioksid definiran je izračun naknade za emisiju SO<sub>2</sub> i NO<sub>2</sub> u okoliš. Izraz za izračun naknade jednak je izračunu naknade za emisiju CO<sub>2</sub>, ali se oznake odnose na SO<sub>2</sub> i NO<sub>2</sub>. Korektivni poticajni koeficijent  $k_k$  se za SO<sub>2</sub> i NO<sub>2</sub> računa po drugačijem principu, pa je izraz za njegovo izračunavanje

$$k_k = k_1 \times k_2 \times k_3$$

u kojem je:  $k_1$  je korektivni koeficijent ovisan o godišnjoj količini emisije,  $k_2$  je korektivni koeficijent ovisan o podrijetlu emisije a  $k_3$  korektivni poticajni koeficijent ovisan o graničnoj vrijednosti emisije (GVE) propisanoj Uredbom o graničnim vrijednostima emisije onečišćujućih tvari iz stacionarnih izvora, a dobiveni umnožak množi se s jediničnom naknadom za jednu tonu emisije. Jedinična naknada za jednu tonu emisije SO<sub>2</sub> ili NO<sub>2</sub> od 1. siječnja 2006. godine iznosi 310 kuna.

Uredbom o jediničnim nakandama, korektivnim koeficijentima i pobližim kriterijima i mjerilima za utvrđivanje naknada na opterećivanje okoliša otpadom definirani su izračuni naknada na neopasni industrijski otpad i na opasni industrijski otpad. Naknada na neopasni industrijski otpad izračunava se prema izrazu

$$N = N_1 \times O$$

u kojem je:  $N$  iznos naknade na neopasni industrijski otpad u kunama,  $N_1$  naknada za jednu tonu odloženoga neopasnog industrijskog otpada, odnosno jedinična naknada koja iznosi 12 kuna,  $O$  količina odloženog neopasnog industrijskog otpada u kalendarskoj godini. Naknada na opasni otpad izračunava se prema izrazu

$$N = N_1 \times P \times K_k$$

u kojem je:  $N$  iznos naknade na opasni industrijski otpad u kunama, naknada za jednu tonu proizvedenog a neobrađenog ili neizvezenoga opasnog otpada, odnosno jedinična naknada koja trenutno iznosi 100 kuna,  $P$  količina proizvedenog a neobrađenog ili neizvezenoga opasnog otpada u kalendarskoj godini i  $K_k$  korektivni koeficijent ovisan o karakteristikama opasnog otpada.

Uredbom o tvarima koje oštećuju ozonski sloj i fluoriranim stakleničkim plinovima da poduzetnik koji uvozi/unosi kontrolirane tvari i/ili fluorirane stakleničke plinove u svrhu stavljanja na tržište Republike Hrvatske ili za svoje potrebe, dužan je uplatiti naknadu od 3,00 kune po kilogramu uvezene/unesene nerabljene kontrolirane tvari i/ili fluoriranog stakleničkog plina za pokriće troškova prikupljanja, obnavljanja, oporabe i uništavanja tih tvari u Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, [31], [32], [33], [34].

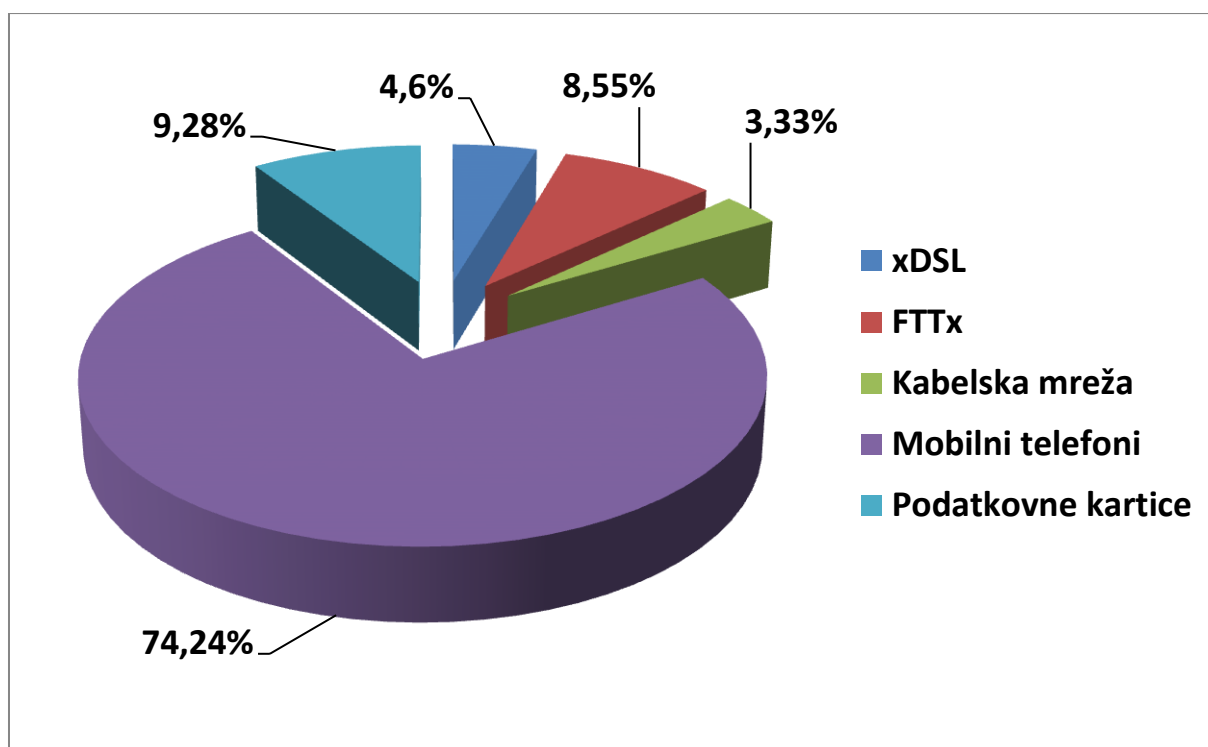
## **6. KOMPARATIVNA ANALIZA MOGUĆIH SCENARIJA PRIMJENE TEHNOLOGIJA ELEKTRONIČKIH KOMUNIKACIJA ODREĐIVANJEM EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA**

Kao što je navedeno ranije u radu utjecaj primjena elektroničkih komunikacija na okoliš očituje se u potrošnji energije jer se potrošena energija pomoću faktora pretvorbe može preračunati u emisiju stakleničkih plinova, odnosno CO<sub>2</sub> ekvivalent. Za potrebe ovog rada koristi se faktor pretvorbe od 0,356 kgCO<sub>2</sub>e po potrošenom kWh-u prema [35]. Koristeći podatke o potrošnji energije korisničke terminalne opreme, korisničke mrežne opreme, pristupne mreže i jezgrene mreže mogu se izračunati potrošnje energije u fazi primjene elektroničkih komunikacija za scenarije razvoja i primjene elektroničkih komunikacija navedene u radu, a sukladno tomu onda tu potrošnju pretvoriti u emisiju stakleničkih plinova. Na osnovu dobivenih podataka može se procijeniti koji scenarij primjene bi bio manje ili više štetan za okoliš. U proračunima potrošnje energije za buduće scenarije kao pristupna tehnologija putem bakrene parice uzima se VDSL2, a putem svjetlovodnih kabela PON a putem koaksijalnog kabela HFC. Treba navesti da su pretpostavke za sva četiri scenarija da u 2020. godini da se na jedan priključak putem nepokretne komunikacijske mreže korisnik spaja putem jednog osobnog računala i jednog tableta, da će svi mobilni telefoni biti *smartphone* uređaji i da će svi korisnici koji se spajaju putem podatkovnih kartica koristiti USB mrežni adapter. Pošto ne postoje podaci specifični za potrošnju energije u fazi primjene M2M usluga i proizvoda, oni nisu dio ove analize. Također pretpostavka je da se u prva tri scenarija u pristupima putem pokretnih mreža koriste LTE i HSPA, odnosno njihove napredne verzije, u jednakoj mjeri tj. 50%-50%, a u četvrtom scenariju da se svi priključci budu putem LTE-a. Pošto je za potrošnju jezgrene mreže bitna stavka pristupna brzina, treba navesti da se pretpostavlja da će prosječne pristupne brzine biti: za xDSL 60 Mbit/s, za HFC 30 Mbit/s, za FTTx 150 Mbit/s, za HSPA 20Mbit/s i za LTE 40 Mbit/s, s obzirom na mogućnosti tehnologija pristupa i buduće zahtjeve korisnika, [36].

**Tablica 6.** Potrošnja energije i ekvivalentna emisija CO<sub>2</sub>e po tehnologijama i dijelovima mreže za prvi scenarij

| 1. SCENARIJ                                                        | Broj priključaka | Potrošnja energije KTU (kWh/god) | Potrošnja energije KMO (kWh/god) | Potrošnja energije u pristupnoj mreži (kWh/god) | Potrošnja energije u jezgrenoj mreži (kWh/god) | Ukupna potrošnja energije (kWh/god) | Emisija stakleničkih plinova (kgCO <sub>2</sub> e) |
|--------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|
| xDSL                                                               | 271966           | 31890733,16                      | 23824221,6                       | 16676955,12                                     | 815898                                         | 73207807,88                         | 26061979,61                                        |
| FTTx                                                               | 767817           | 90034221,42                      | 33630384,6                       | 6726076,92                                      | 5758627,5                                      | 136149310,4                         | 48469154,52                                        |
| Kabelska mreža                                                     | 188725           | 22129893,5                       | 17358925,5                       | 13225848                                        | 283087,5                                       | 52997754,5                          | 18867200,6                                         |
| Mobilni telefon                                                    | 3082895          | 16801777,75                      | ×                                | 1161264889                                      | 4624342,5                                      | 1182691009                          | 421037999,2                                        |
| Podatkovne kartice                                                 | 307127           | 31222530,82                      | 537472,25                        | 115688598,4                                     | 460690,5                                       | 147909291,9                         | 52655707,93                                        |
| Potrošnja energije po dijelu mreže (kWh/god)                       | ×                | 192079156,7                      | 75351004                         | 1313582367                                      | 11942646                                       | ×                                   | Σ<br>↓                                             |
| Emisija stakleničkih plinova po dijelu mreže (kgCO <sub>2</sub> e) | ×                | 68380179,77                      | 26824957,4                       | 467635322,7                                     | 4251581,98                                     | Σ→                                  | 567092041,8                                        |

U Tablici 6. prikazani su dobiveni rezultati potrošnje energije pojedinih dijelova mreže za pojedine tehnologije u kilovatsatima kroz godinu dana te je, pomoću faktora pretvorbe, potrošnja energije pretvorena u emisiju stakleničkih plinova u kilogram ekvivalentne emisije ugljikovog dioksida za prvi mogući scenarij korištenja tehnologija širokopojasnog pristupa u 2020. godini. U prvom scenariju pretpostavka je da je najviše nepokretnih priključaka putem FTTx pristupa, pa je sukladno tomu, količina emisije od korištenja FTTx-a najveća što se tiče nepokretnih pristupnih tehnologija. Kada se gleda ukupna emisija stakleničkih plinova daleko najveću emisiju uzrokuje primjena mobilnih telefona kao načina pristupa. Najveći uzrok tomu je potrošnja energije HSPA bazne stanice. Po Grafikonu 8. vidljivo je da korištenje pokretnih mreža ima najveći udio emisije stakleničkih plinova, a FTTx tek 8,55%, iako je većina nepokretnih priključaka putem svjetlovodnog kabela, od ukupnih 0,56709 MtCO<sub>2</sub>e.



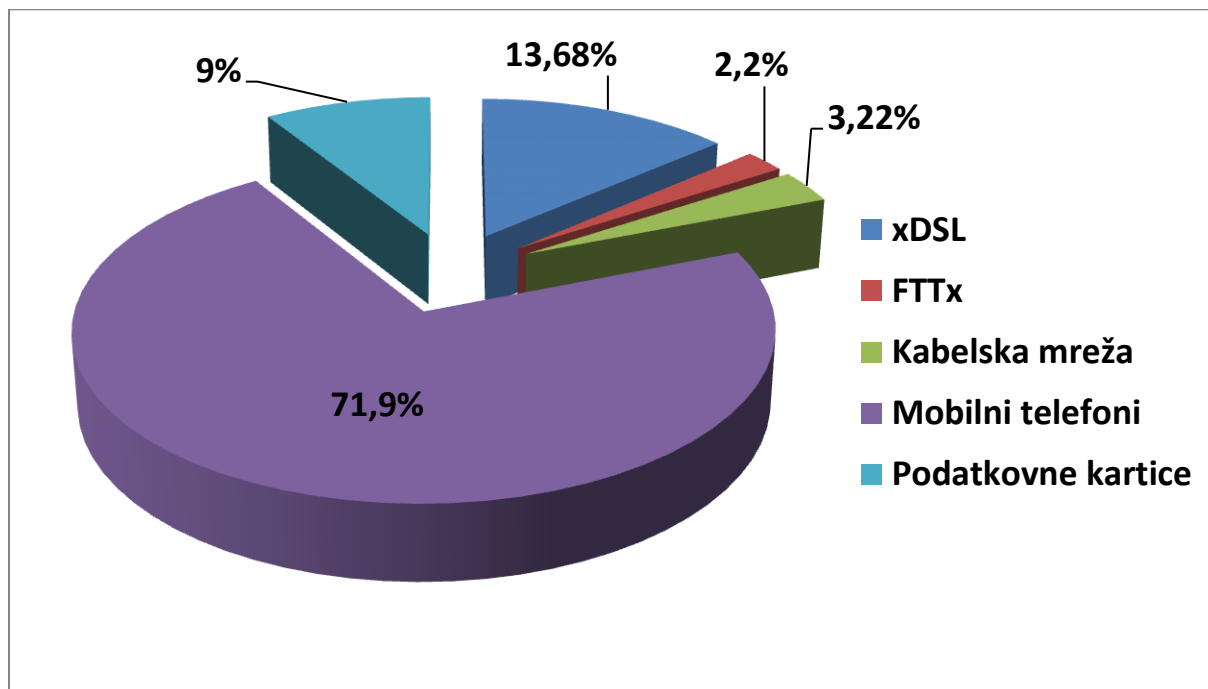
**Grafikon 8.** Postotni udio emisije stakleničkih plinova po načinu pristupa za prvi scenarij

U Tablici 7. prikazani su izračuni potrošnje pojedinih dijelova mreže za drugi mogući scenarij korištenja tehnologija elektroničkih komunikacija, te je potrošnja energije preračunata u emisiju stakleničkih plinova. Pretpostavka za drugi scenarij je da većina priključaka u nepokretnoj komunikacijskoj mreži bude putem xDSL tehnologije. Sukladno tomu ti priključci troše najviše energije od svih nepokretnih priključaka, a prema tome uzrokuju i najveću emisiju. Od toga najviše otpada na potrošnju u pristupnoj mreži, a najmanje u jezgrenoj mreži.

**Tablica 7.** Potrošnja energije i ekvivalentna emisija CO<sub>2</sub>e po tehnologijama i dijelovima mreže za drugi scenarij

| 2. SCENARIJ                                                      | Broj priključaka | Potrošnja energije KTO (kWh/god) | Potrošnja energije KMO (kWh/god) | Potrošnja energije u pristupnoj mreži (kWh/god) | Potrošnja energije u jezgrenoj mreži (kWh/god) | Ukupna potrošnja energije (kWh/god) | Emisija stakleničkih plinova (kgCO <sub>2</sub> ) |
|------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------|
| xDSL                                                             | 835583           | 97980462,58                      | 73197070,8                       | 51237949,56                                     | 2506749                                        | 224922231,9                         | 80072314,57                                       |
| FTTx                                                             | 204200           | 23944492                         | 8943960                          | 1788792                                         | 1531500                                        | 36208744                            | 12890312,86                                       |
| Kabelska mreža                                                   | 188725           | 22129893,5                       | 17358925,5                       | 13225848                                        | 283087,5                                       | 52997754,5                          | 18867200,6                                        |
| Mobilni telefon                                                  | 3082895          | 16801777,75                      | ×                                | 1161264889                                      | 4624342,5                                      | 1182691009                          | 421037999,2                                       |
| Podatkovne kartice                                               | 307127           | 31222530,82                      | 537472,25                        | 115688598,4                                     | 460690,5                                       | 147909291,9                         | 52655707,93                                       |
| Potrošnja energije po dijelu mreže (kWh/god)                     | ×                | 192079156,7                      | 100037429                        | 1343206077                                      | 9406369,5                                      | ×                                   | Σ<br>↓                                            |
| Emisija stakleničkih plinova po djelu mreže (kgCO <sub>2</sub> ) | ×                | 68380179,77                      | 35613324,6                       | 478181363,2                                     | 3348667,54                                     | Σ→                                  | 585523535,1                                       |

Ako se gleda ukupna emisija stakleničkih plinova, odnosno potrošnja energije, situacija je ista kao i u prvom scenariju, najveću emisiju stakleničkih plinova uzrokuje korištenje mobilnih telefona. Najveći dio te emisije uzrok je velike potrošnje energije HSPA baznih stanica. Na Grafikonu 9. vidljivo je da i većinu emisije stakleničkih plinova u drugom scenariju uzrokuje korištenje pokretne mreže, a od tehnologija u nepokretnoj pristupnoj mreži najveći udio, od 13,68%, u emisiji stakleničkih plinova uzrokuje korištenje xDSL načina pristupa od ukupnih 0,58552 MtCO<sub>2</sub>e.

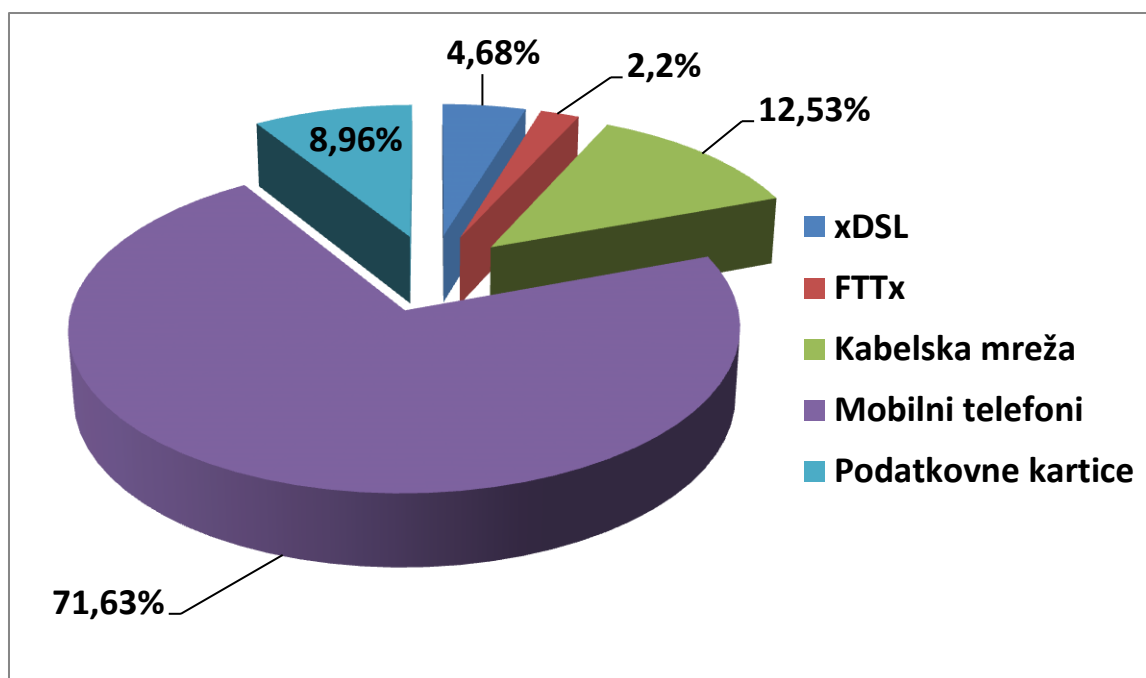


**Grafikon 9.** Postotni udio emisije stakleničkih plinova po načinu pristupa za drugi scenarij

Glavna pretpostavka za treći mogući scenarij razvoja i primjene tehnologija elektroničkih komunikacija je da će većina priključaka širokopojasnog pristupa u nepokretnoj mreži biti putem kableske mreže. U Tablici 8. prikazano je kolika bi potrošnja energije bila u pojedinim djelovima mreže u fazi primjene određene tehnologije elektroničkih komunikacija ukoliko bi se ostvarile pretpostavke za treći scenarij. Kao i u prijašnjim scenarijima najviše energije se troši u pristupnoj mreži, a najmanje u jezgrenoj mreži, pa tako kableska mreža, koja bi u trećem scenariju bila najkorištenija nepokretna pristupna mreža troši 51,65 Gwh, a jezgrena mreža potroši 1,1 Gwh u godinu dana. Kada se potrošnja pretvori u emisiju stakleničkih plinova dobije se vrijednost da kableska mreža uzrokuje 0,07369 MtCO<sub>2</sub>e, od ukupnih 0,58779 MtCO<sub>2</sub>e, što je u postocima 12,83%. Na Grafikonu 10. su uz postotak udjela emisije kableske mreže prikazani su i udjeli emisije ostalih načina širokopojasnog pristupa u ukupnoj emisiji stakleničkih plinova u fazi primjene.

**Tablica 8.** Potrošnja energije i ekvivalentna emisija CO<sub>2</sub>e po tehnologijama i dijelovima mreže za treći scenarij

| 3. SCENARIJ                                                       | Broj priključaka | Potrošnja energije KTO (kWh/god) | Potrošnja energije KMO (kWh/god) | Potrošnja energije u pristupnoj mreži (kWh/god) | Potrošnja energije u jezgrenoj mreži (kWh/god) | Ukupna potrošnja energije (kWh/god) | Emisija stakleničkih plinova (kgCO <sub>2</sub> e) |
|-------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|
| xDSL                                                              | 287225           | 33680003,5                       | 25160910                         | 17612637                                        | 861675                                         | 77315225,5                          | 27524220,28                                        |
| FTTx                                                              | 204200           | 23944492                         | 8943960                          | 1788792                                         | 1531500                                        | 36208744                            | 12890312,86                                        |
| Kabelska mreža                                                    | 737105           | 86432932,3                       | 67798917,9                       | 51656318,4                                      | 1105657,5                                      | 206993826,1                         | 73689802,09                                        |
| Mobilni telefon                                                   | 3082895          | 16801777,75                      | ×                                | 1161264889                                      | 4624342,5                                      | 1182691009                          | 421037999,2                                        |
| Podatkovne kartice                                                | 307127           | 31222530,82                      | 537472,25                        | 115688598,4                                     | 460690,5                                       | 147909291,9                         | 52655707,93                                        |
| Potrošnja energije po dijelu mreže                                | ×                | 192081736,4                      | 102441260                        | 1348011234                                      | 8583865,5                                      | ×                                   | Σ<br>↓                                             |
| Emisija stakleničkih plinova po djelu mreže (kgCO <sub>2</sub> e) | ×                | 68381098,15                      | 36469088,6                       | 479891999,4                                     | 3055856,12                                     | Σ→                                  | 587798042,3                                        |



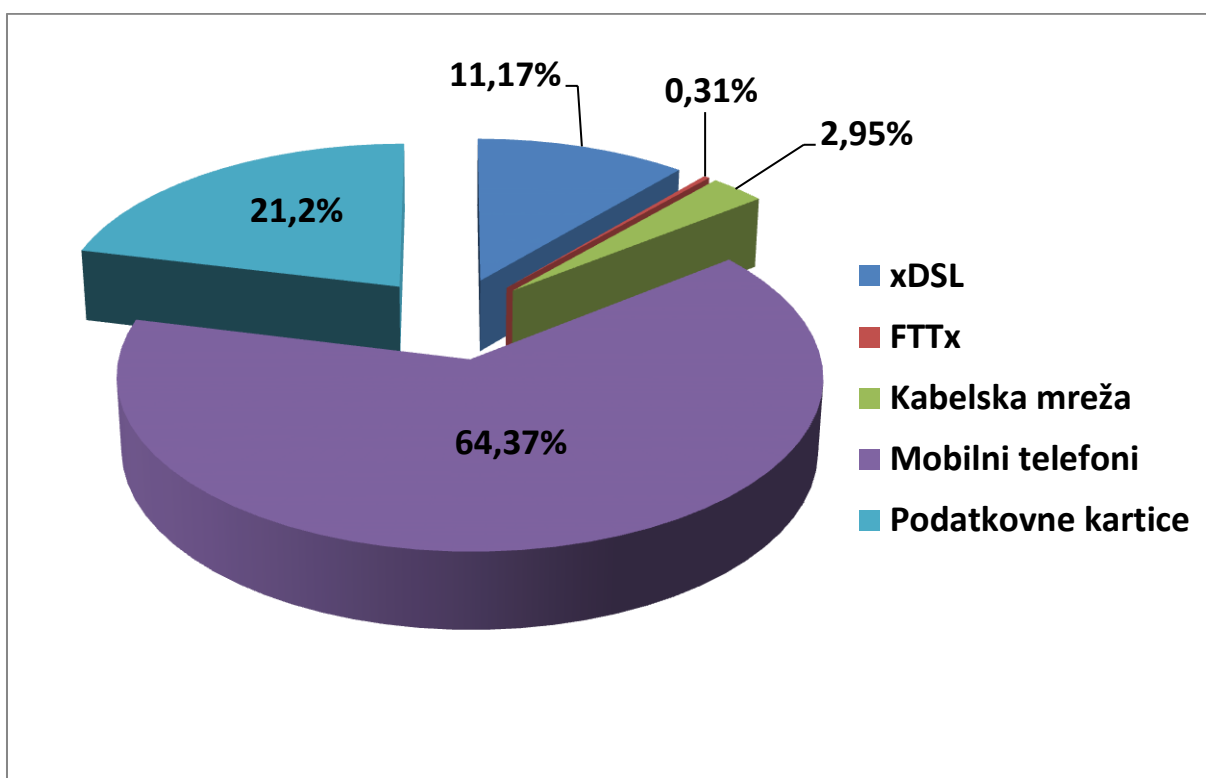
**Grafikon 10.** Postotni udio emisije stakleničkih plinova po načinu pristupa za treći scenarij

Za četvrti scenarij glavne pretpostavke su da većina kućanstava u 2020. godini koristi podatkovne kartice za širokopojasni pristup uslijed razvoja LTE mreže, da svi korisnici mobilnih telefona koriste širokopojasni pristup te da razvoj pristupa putem nepokretnih mreža stagnira. Prema ovim pretpostavkama u Tablici 9. vidljivo je da bi u četvrtom scenariju, ako bi se izostavio pristup putem mobilnih telefona, najviše energije se potrošilo u pristupnoj mreži tj. baznim stanicama putem kojih se spajaju podatkovne kartice, i to 145,28 Gwh. Pristupna mreža bi dakle i dalje bila najveći potrošač energije kod primarne tehnologije pristupa, ali bi najmanje energije potrošila korisnička mrežna oprema odnosno USB mrežni adapteri, za razliku od prva tri scenarija u kojima je jezgrena mreža bila najmanji potrošač.

**Tablica 9.** Potrošnja energije i ekvivalentna emisija CO<sub>2</sub>e po tehnologijama i dijelovima mreže za četvrti scenarij

| 4. SCENARIJ                                                       | Broj priključaka | Potrošnja energije KTO (kWh/god) | Potrošnja energije KMO (kWh/god) | Potrošnja energije u pristupnoj mreži (kWh/god) | Potrošnja energije u jezgrenoj mreži (kWh/god) | Ukupna potrošnja energije (kWh/god) | Emisija stakleničkih plinova (kgCO <sub>2</sub> e) |
|-------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|
| xDSL                                                              | 474254           | 55611024,04                      | 41544650,4                       | 29081255,28                                     | 1422762                                        | 127659691,7                         | 45446850,25                                        |
| FTTx                                                              | 20000            | 2345200                          | 876000                           | 175200                                          | 150000                                         | 3546400                             | 1262518,4                                          |
| Kabelska mreža                                                    | 120000           | 14071200                         | 11037600                         | 8409600                                         | 180000                                         | 33698400                            | 11996630,4                                         |
| Mobilni telefon                                                   | 4454917          | 24279297,65                      | ×                                | 702451312,6                                     | 8909834                                        | 735640444,2                         | 261887998,1                                        |
| Podatkovne kartice                                                | 921381           | 93667592,46                      | 1612416,75                       | 145283356,1                                     | 1842762                                        | 242406127,3                         | 86296581,32                                        |
| Potrošnja energije po dijelu mreže                                | ×                | 189974314,2                      | 55070667,2                       | 885400723,9                                     | 12505358                                       | ×                                   | Σ<br>↓                                             |
| Emisija stakleničkih plinova po djelu mreže (kgCO <sub>2</sub> e) | ×                | 67630855,84                      | 19605157,5                       | 315202657,7                                     | 4451907,45                                     | Σ→                                  | 406890578,5                                        |

Ukupna potrošena energija primjenom podatkovnih kartica kao tehnologije pristupa u četvrtom scenariju dovela bi do emisije od 0,08629 MtCO<sub>2</sub>e, što bi bilo 21,2% od ukupne emisije stakleničkih plinova nastalih primjenom tehnologija elektroničkih komunikacija koja bi za četvrti scenarij iznosila 0,40689 MtCO<sub>2</sub>e, a udjeli ostalih načina pristupa prikazani su na Grafikonu 11. Razlog velike razlike u emisijama stakleničkih plinova četvrtog scenarija u odnosu na prva tri je u tome što je pretpostavka za četvrti scenarij da se uslijed velikog razvoja LTE mreže sve HSPA bazne stanice zamjene LTE baznim stanicama. Po izračunima za prijašnje scenarije vidljivo je da su HSPA bazne stanice daleko najveći potrošači energije, pa bi se tako njihovom zamjenom smanjila potrošnja energije, odnosno emisija stakleničkih plinova.



**Grafikon 11.** Postotni udio emisije stakleničkih plinova po načinu pristupa za četvrti scenarij

Analizom emisija stakleničkih plinova uzrokovanih potrošnjom pojedinih dijelova mreže za sve četiri scenarija, koje su navedene u Tablici 10., vidljivo je da je daleko najveći uzročnik emisije potrošnja energije u pristupnim mrežama. U prva tri scenarija iznos emisije je približno jednak, ali u prvom scenariju je najmanja što da naslutiti da je FTTx mreža najefikasnija. U četvrtom scenariju najmanja je emisija stakleničkih plinova u pristupnoj mreži, kao što je već i ranije navedeno, iz razloga što je pretpostavka za četvrti scenarij da se sve HSPA bazne stanice, koje bi se u prva tri scenarija koristile, zamijenile sa LTE baznim

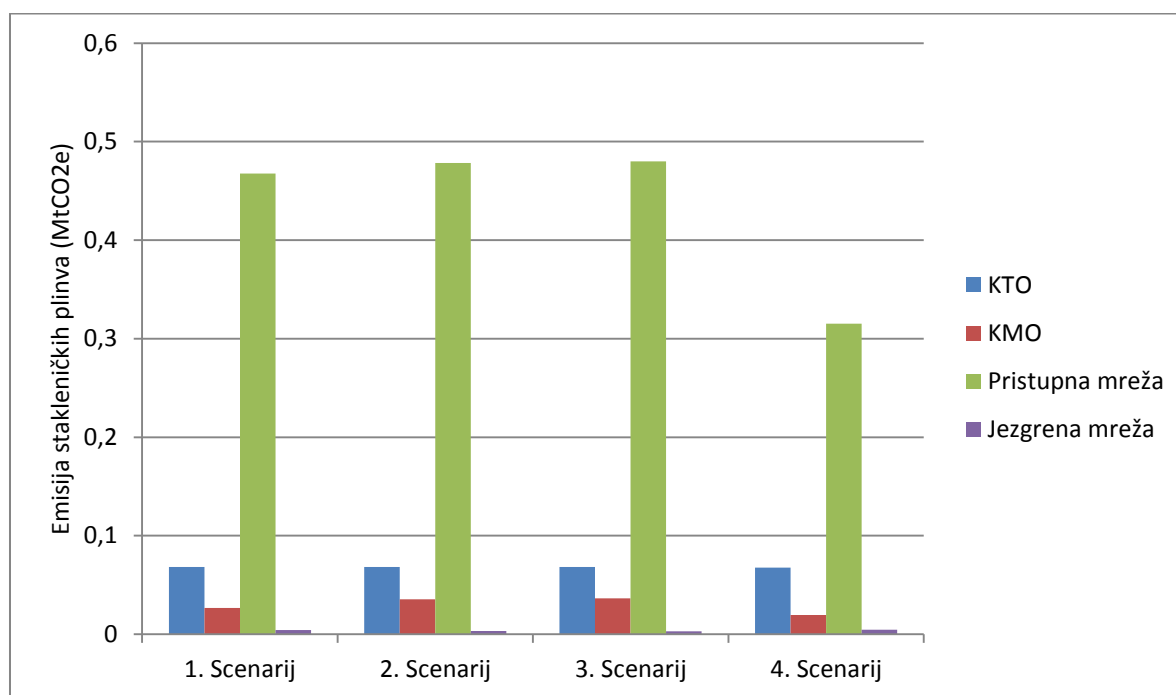
stanicama koje troše puno manje energije. Dio mreže čija potrošnja energije uzrokuje drugu najveću količinu emisije stakleničkih plinova je korisnički terminalna oprema. Najviše se to odnosi na osobna računala i tablete, koji bi se koristili u jednakoj mjeri u prva tri scenarija jer je pretpostavka da svako kućanstvo u 2020. godini koje koristi širokopojasni pristup putem nepokretne komunikacijske mreže ima po jedan, a broj kućanstava se kroz scenarije ne bi mijenjao. U četvrtom scenariju emisija stakleničkih plinova uzrokovana korištenjem korisničkih terminalnih uređaja nešto je manja iz razloga što je pretpostavka da bi kućanstva koja se koriste podatkovnim karticama za širokopojasni pristup koristila jedno računalo, a broj pristupa putem nepokretne mreže bio bi manji nego u prva tri scenarija što bi značilo i manji broj korisničke terminalne opreme, ali bi se također povećao broj korisnika *smartphone*-a.

**Tablica 10.** Emisija stakleničkih plinova po dijelovima mreže za četiri scenarija

|                                                                    | 1. SCENARIJ | 2. SCENARIJ | 3. SCENARIJ | 4. SCENARIJ |
|--------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Emisija stakleničkih plinova KTO (MtCO <sub>2</sub> e)             | 0,06838     | 0,06838     | 0,06838     | 0,06763     |
| Emisija stakleničkih plinova KMO (MtCO <sub>2</sub> e)             | 0,02682     | 0,03561     | 0,03647     | 0,01961     |
| Emisija stakleničkih plinova pristupne mreže (MtCO <sub>2</sub> e) | 0,46763     | 0,47818     | 0,47989     | 0,31520     |
| Emisija stakleničkih plinova jezgrene mreže (MtCO <sub>2</sub> e)  | 0,00425     | 0,00335     | 0,00305     | 0,00445     |
| Ukupna emisija stakleničkih plinova (MtCO <sub>2</sub> e)          | 0,56709     | 0,58552     | 0,58779     | 0,40689     |

Po emisijama stakleničkih plinova uzrokovanih primjenom korisničke mrežne opreme vidljivo je da je najmanja emisija u četvrtom scenariju a razlog tomu bila bi mala potrošnja energije USB mrežnog adaptere, te što se korisnici mobilnih telefona direktno spajaju na baznu stanicu, odnosno pristupnu mrežu. Od ostala tri scenarija najmanje emisije primjenom korisničke mrežne opreme bilo bi u prvom scenariju iz razloga što ONU troši puno manje energije nego *modemi* i *routeri* za xDSL i kabelsku mrežu od kojih malu prednosti ima xDSL korisnička mrežna oprema. Najmanje emisije uzrokuje rad jezgrene mreže u svim scenarijima

i to iz razloga što najviše ovisi o količini prometa koji prolazi kroz nju. Najveća emisija u tom dijelu mreže bila bi uzrokovana u četvrtom scenariju zbog većeg broja korisnika nego u prva tri scenarija, a i pristupna brzina bi se povećala za dva puta zbog korištenja samo LTE tehnologije a ne HSPA i LTE. Drugu najveću emisiju stakleničkih plinova uzrokovao bi rad jezgrene mreže u prvom scenariju, jer bi u tom scenariju najviše korisnika koristilo ultra-brze pristupne brzine koje nudi FTTx, pa bi sukladno tome i jezgrena mreža koristila puno više energije. Kako je količina podataka, odnosno brzina prijenosa, glavni faktor potrošnje energije, a samim time i uzrokovane emisije stakleničkih plinova, emisija stakleničkih plinova uzrokovana radom jezgrene mreže u drugom scenariju bila bi veća nego u trećem iz razloga što je pretpostavka da xDSL tehnologija koja je primarna u drugom scenariju ima veću pristupnu brzinu nego HFC tehnologija koja je primarna tehnologija pristupa u drugom scenariju. Grafički prikaz emisije stakleničkih plinova pojedinih dijelova mreže prikazan je na Grafikonu 12.



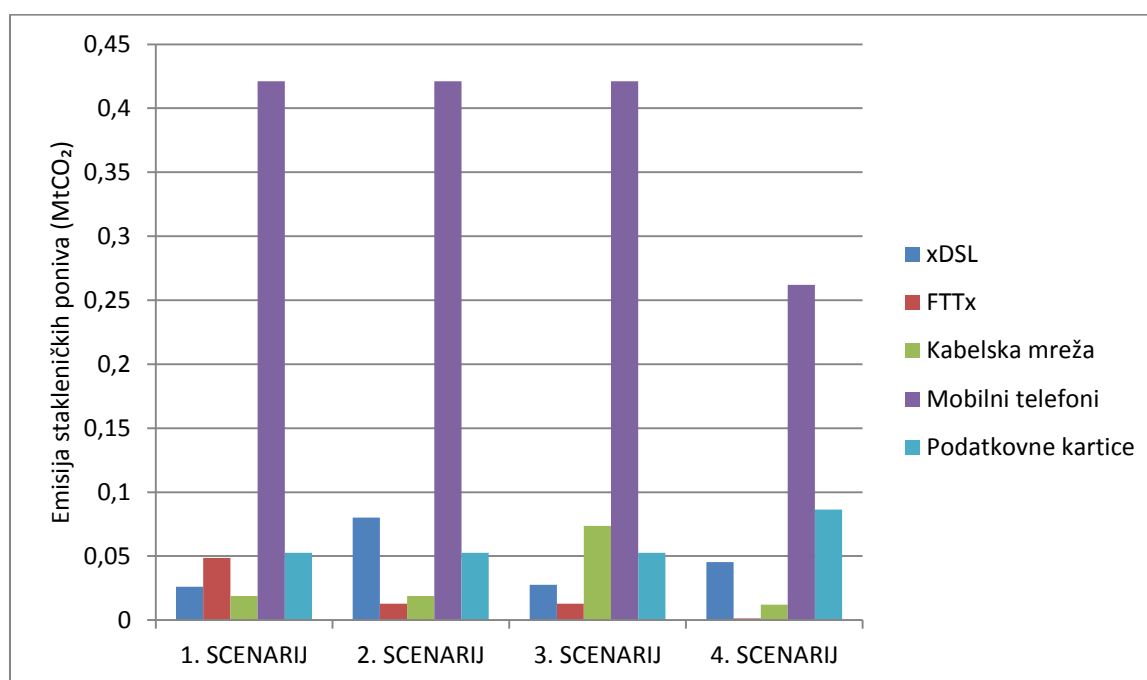
**Grafikon 12.** Emisija stakleničkih plinova dijelova mreže za četiri scenarija

Analizom emisija stakleničkih plinova uzrokovanih potrošnjom energije u fazi korištenja određene tehnologije za sva četiri scenarija, koje su prikazane u Tablici 11., može se izvesti zaključak da bi daleko najveće emisije uzrokovalo korištenje mobilnih telefona za širokopojasni pristup, bez obzira koji scenarij se gledao. Na to najviše utječe broj priključaka, odnosno mobilnih telefona i potrošnja energije u baznoj stanici bez obzira bila ona HSPA ili

LTE bazna stanica, jer iako LTE bazna stanica troši puno manje energije od HSPA bazne stanice i dalje troši puno više energije nego fiksne pristupne mreže, što je vidljivo na Grafikonu 13.

**Tablica 11.** Emisija stakleničkih plinova po načinima pristupa mreži za četiri scenarija

|                                                                | 1. SCENARIJ    | 2. SCENARIJ    | 3. SCENARIJ    | 4. SCENARIJ    |
|----------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| xDSL (MtCO <sub>2</sub> e)                                     | 0,02606        | 0,08007        | 0,02752        | 0,04544        |
| FTTx (MtCO <sub>2</sub> e)                                     | 0,04847        | 0,01289        | 0,01289        | 0,00126        |
| Kabelska mreža (MtCO <sub>2</sub> e)                           | 0,01887        | 0,01887        | 0,07369        | 0,01199        |
| Mobilni telefoni (MtCO <sub>2</sub> e)                         | 0,42104        | 0,42104        | 0,42104        | 0,26188        |
| Podatkovne kartice (MtCO <sub>2</sub> e)                       | 0,05265        | 0,05265        | 0,05265        | 0,08629        |
| <b>Ukupna emisija stakleničkih plinova (MtCO<sub>2</sub>e)</b> | <b>0,56709</b> | <b>0,58552</b> | <b>0,58779</b> | <b>0,40689</b> |



**Grafikon 13.** Emisija stakleničkih plinova po načinima pristupa mreži za četiri scenarija

Ako bi se gledale ostale tehnologije putem kojih bi mreži pristupala pojedina kućanstva najveću emisiju stakleničkih plinova uzrokovalo bi korištenje podatkovnih kartica. Iako bi četvrti scenarij imao najmanju emisiju stakleničkih plinova, korištenje podatkovnih kartica kao primarne tehnologije pristupa uzrokovalo bi najveće emisije s obzirom na emisije koje bi

uzrokovalo korištenje primarnih tehnologija u ostala tri scenarija. Također korištenje podatkovne kartice u ostalim scenarijima uzrokuje velik dio ukupne emisije stakleničkih plinova, oko 10%, a u prvom scenariju ima veću emisiju čak i od primarne tehnologije koja bi se koristila, odnosno FTTx-a. Kao što je slučaj i kod mobilnih telefona najveći razlog tolikoj emisiji stakleničkih plinova bila bi potrošnja energije baznih stanica. Dva načina pristupa čijom primjenom bi emisija stakleničkih plinova bila približno ista su pristup putem xDSL-a i pristup putem kabelskih mreža. U scenarijima u kojima se vode kao primarne tehnologije primjena xDSL-a uzrokuje veću emisiju nego korištenje kabelske mreže. Iako korisnička mrežna oprema i pristupna mreža u kabelskoj mreži troše više energije nego mrežna oprema i pristupna mreža xDSL-a, primjena xDSL-a bi uzrokovala veću emisiju iz razloga što je pretpostavka da bi pristupne brzine bile dva puta veće nego kod kabelskih mreža, i broj priključaka bi bio veći. U suštini su ova dva načina pristupa mreži poprilično jednaka što se tiče uzrokovanja emisije stakleničkih plinova. Primjena FTTx tehnologije za pristup od svih tehnologija uzrokuje najmanje emisije stakleničkih plinova. Prema izračunatim vrijednostima primjena FTTx-a u prvom scenariju, u kojem se smatra primarnom tehnologijom i najviše kućanstava ju koristi, uzrokuje manje emisije nego ostale tehnologije u scenarijima u kojima se smatraju najkorištenijima, a od korištenja podatkovnih kartica uzrokuje gotovo dva puta manju emisiju stakleničkih plinova. U ostalim scenarijima u kojima bi druge tehnologije bile najkorištenije također bi primjena FTTx-a uzrokovala najmanju emisiju stakleničkih plinova.

## 7. ZAKLJUČAK

Razvoj tehnologija elektroničkih komunikacija u Republici Hrvatskoj do jedne mjere prati razvoj razvijenih zemalja, u tome što su se određene tehnologije poput FTTx-a i LTE-a uvele na tržište, ali određeni pokazatelji razvijenosti tržišta, kao što su dostupnost i gustoća širokopojasnog pristupa, još nisu na razini Europske Unije, te su pokrenute razvojne strategije kako bi se određeni ciljevi dostigli. Razvoj tehnologija dakako donosi više prednosti za gospodarstvo i opće društveno stanje, ali nezanemariv je i moguć utjecaj na okoliš. Uz određene direktne utjecaje koji se mogu smanjiti redizajniranjem proizvoda i usluga, zbrinjavanjem proizvoda na kraju njihovog životnog ciklusa i intervencijom države moguće je smanjiti utjecaj elektroničkih komunikacija na okoliš odabirom tehnologija koje bi se u budućnosti primjenjivale.

Analizom procjenjene potrošnje energije, a sukladno tomu i emisije stakleničkih plinova, određenih tehnologija širokopojasnog pristupa u fazi primjene za četiri moguća scenarija razvoja tehnologija elektroničkih komunikacija u Republici Hrvatskoj za 2020. godinu vidljivo je da su određene tehnologije ekološki prihvatljivije od drugih. Prema dobivenim rezultatima najveći utjecaj na okoliš uzrokovala bi primjena tehnologije širokopojasnog pristupa u pokretnim mrežama, najviše zbog velikog broja korisnika koji se moraju poslužiti i potrošnje baznih postaja. Broj korisnika širokopojasnog pristupa putem pokretnih mreža godinama će samo rasti, a na proizvođačima opreme i operaterima je da dizajniraju i postave mrežu koja bi bila energetske efektivnija i ekološki prihvatljivija, što je moguće putem intervencije zakonodavnih vlasti. Prema tome tehnologije širokopojasnog pristupa u nepokretnoj komunikacijskoj mreži čine se kao jasan smjer u kojem bi se razvoj trebao kretati. Po dobivenim rezultatima od tri tehnologije koje su analizirane, tehnologija svjetlovodnog pristupa nameće se kao energetske najefektivnija i ekološki najprihvatljivija tehnologija širokopojasnog pristupa koja bi se u budućnosti mogla koristiti.

## LITERATURA

- [1] Narodne novine, *Zakon o elektroničkim komunikacijama (73/08, 90/11, 133/12, 80/13 i 71/14)*, Narodne novine, 2008.
- [2] HAKOM, »HAKOM Hrvatska regulatorna agencija za mrežne djelatnosti,« 2009. [Mrežno]. Available: <http://www.hakom.hr>. [Pokušaj pristupa rujan 2015].
- [3] HAKOM, »Analiza tržišta pristupa javnoj komunikacijskoj mreži na fiksnoj lokaciji za privatne i poslovne korisnike 2014.,« HAKOM, Zagreb, 2014.
- [4] HAKOM, »Godišnje izvješće o radu HAKOM-a za 2008. godinu,« HAKOM, Zagreb, 2009.
- [5] HAKOM, »Godišnje izvješće o radu HAKOM-a za 2009. godinu,« HAKOM, Zagreb, 2010.
- [6] HAKOM, »Godišnje izvješće o radu HAKOM-a za 2010. godinu,« HAKOM, Zagreb, 2011.
- [7] HAKOM, »Godišnje izvješće o radu HAKOM-a za 2011. godinu,« HAKOM, Zagreb, 2012.
- [8] HAKOM, »Godišnje izvješće o radu HAKOM-a za 2012. godinu,« HAKOM, Zagreb, 2013.
- [9] HAKOM, »Godišnje izvješće o radu HAKOM-a za 2013. godinu,« HAKOM, Zagreb, 2014.
- [10] HAKOM, »Godišnji usporedni podaci tržišta elektroničkih komunikacija u Republici Hrvatskoj 2011.,« HAKOM, Zagreb, 2011.
- [11] HAKOM, »Godišnji usporedni podaci tržišta elektroničkih komunikacija u Republici Hrvatskoj 2012.,« HAKOM, Zagreb, 2012.
- [12] HAKOM, »Godišnji usporedni podaci tržišta elektroničkih komunikacija u Republici Hrvatskoj 2013.,« HAKOM, Zagreb, 2013.
- [13] HAKOM, »Prikaz podataka tržišta elektroničkih komunikacija Republike Hrvatske za razdoblje od 2004. godine do 2009. godine,« HAKOM, Zagreb, 2009.
- [14] HAKOM, »Usporedni prikaz godišnjih podataka tržišta elektroničkih komunikacija Republike Hrvatske 2010./2009.,« HAKOM, Zagreb, 2010.
- [15] HAKOM, »Godišnji usporedni podaci tržišta elektroničkih komunikacija u Republici Hrvatskoj 2014.,« HAKOM, Zagreb, 2014.
- [16] HAKOM, »Tromjesečni usporedni podaci tržišta elektroničkih komunikacija u Republici Hrvatskoj prvo tromjesečje 2015. godine,« HAKOM, Zagreb, 2015.
- [17] HAKOM, »Tržište veleprodajnog završavanja glasovnih poziva u vlastitoj mobilnoj mreži,«

HAKOM, Zagreb, 2015.

- [18] HAKOM, »Tržište maloprodaje širokopojasnog pristupa internetu,« HAKOM, Zagreb, 2015.
- [19] Narodne novine, *Zakon o elektroničkim medijima (NN 153/09, 84/11, 94/13 i 136/13)*, Narodne novine, 2009.
- [20] Povjerenstvo za izradu prijedloga Strategije širokopojasnog pristupa u Republici Hrvatskoj, »Strategija razvoja širokopojasnog pristupa u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2016. do 2020. godine,« Zagreb, 2015.
- [21] L. Hilty i B. Aebischer, »ICT for Sustainability: An Emerging Research Field,« u *ICT Innovations for Sustainability. Advances in Intelligent Systems and Computing 310*, Springer International Publishing, 2015.
- [22] OECD, »OECD Information Technology Outlook 2010,« OECD Publishing, 2010.
- [23] ITU, »General Specifications and Key Performance Indicators,« ITU Publication, 2012.
- [24] W. Vereecken, W. Van Heddeghem, M. Deruyck, B. Puype, B. Lannoo, J. Wout, D. Colle, L. Martens i M. Pickave, »Power Consumption in Telecommunication Networks: Overview and Reduction Strategies,« *IEEE Communications Magazine*, svez. 49, br. 6, 2011.
- [25] Carbon Trust, »Carbon Trust,« 2015. [Mrežno]. Available: <http://www.carbontrust.com>. [Pokušaj pristupa Rujan 2015].
- [26] Global e-Sustainability Initiative , »GeSI SMARTer 2020: The Role of ICT in Driving a Sustainable Future,« GeSI aisbl and The Boston Consulting Group, Inc., 2012.
- [27] J. Baliga, R. Ayre, K. Hinton i R. Tucker, »Energy Consumption in Wired and Wireless Access Network,« *IEEE Communications Magazine*, svez. 49, br. 6, pp. 70-77, 2011.
- [28] Institute for Energy and Transport, Renewable Energy Unit, »Code of Conduct on Energy Consumption of Broadband Equipment Version 4.1,« European Commission, Joint Research Center, 2013.
- [29] FZOEU, »FZOEU Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost,« FZOEU, 2015. [Mrežno]. Available: <http://www.fzoeu.hr>. [Pokušaj pristupa rujan 2015].
- [30] M. Šverko, M. Črnjar i Z. Šverko Grdić, »Ekonomski instrumenti u zaštiti mora od onečišćenja s kopna,« *Ekonomski pregled*, svez. 57, br. 7-8, pp. 490-517, 2006.
- [31] Narodne novine, *Uredba o jediničnim naknadama, korektivnim koeficijentima i pobližim kriterijima i mjerilima za utvrđivanje naknade na emisiju u okoliš CO<sub>2</sub> (NN73/07, 48/09)*, Zagreb: Narodne novine, 2007.

- [32] Narodne novine, *Uredba o jediničnim naknadama, korektivnim koeficijentima i pobližim kriterijima i mjerilima za utvrđivanje naknade na emisiju u okoliš oksida sumpora izraženih kao sumporov dioksid i oksida dušika izraženih kao dušikov dioksid (NN 71/04)*, Zagreb: Narodne novine, 2004.
- [33] Narodne novine, *Uredba o jediničnim naknadama, korektivnim koeficijentima i pobližim kriterijima i mjerilima za utvrđivanje naknada na opterećivanje okoliša otpadom (NN 71/04)*, Zagreb: Narodne novine, 2004.
- [34] Narodne novine, *Uredba o tvarima koje oštećuju ozonski sloj i fluoriranim stakleničkim plinovima (NN 90/14)*, Zagreb: Narodne novine, 2014.
- [35] S. Aleksić i A. Lovrić, »Energy Consumption and Environmental Implications of Wired Access Network,« *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, svez. IV, pp. 531-539, 2014.
- [36] The Broadband Commission, »The State of Broadband 2014: Broadband for All,« UNESCO; ITU, Geneva, 2014.

## POPIS KRATICA

|            |                                                                                                                                     |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2G         | (Second Generation of mobile communication systems) sustavi pokretnih komunikacija druge generacije                                 |
| 3G         | (Third Generation of mobile communication systems) sustavi pokretnih komunikacija treće generacije                                  |
| 4G         | (Fourth Generation of mobile communication systems) sustavi pokretnih komunikacija četvrte generacije                               |
| ADSL       | (Asymmetric Digital Subscriber Line) asimetrična digitalna pretplatnička linija                                                     |
| BNP        | (Broadband Network Platform) širokopojasna mrežna platforma                                                                         |
| CDMA       | (Code Division Multiple Access) višestruki pristup u kodnoj podjeli                                                                 |
| CDP        | (Carbon Disclosure Project) Projekt objavljivanja ugljika                                                                           |
| DJSI       | (Dow Jones Sustainability Index) Dow Jones indeks održivosti                                                                        |
| DOCSIS 3.x | (Data Over Cable Service Interface Specification) specifikacija sučelja za prijenos podataka preko kabelskih mreža treće generacije |
| DSLAM      | (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) pristupni multipleksor digitalne pretplatničke linije                                  |
| EDGE       | (Enhanced Data rates for GSM Evolution) tehnologija za veću brzinu podataka u GSM-u                                                 |
| ETNO       | (European Telecommunications Network Operators Association) Udruženje europskih operatora telekomunikacijskih mreža                 |
| ETSI       | (European Telecommunications Standards Institute) Europski institut za telekomunikacijske norme                                     |
| FTTN       | (Fiber To The Node) tehnologija svjetlovodne niti do čvora                                                                          |
| FTTP       | (Fiber To The Premises) tehnologija svjetlovodne niti do prostorija                                                                 |
| FTTx       | (Fiber To The Home/Area/Building/Curb) pristup putem svjetlovodnih niti                                                             |

|          |                                                                                                                    |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FZOEU    | Fond za zaštitu okoliši i energetske učinkovitost                                                                  |
| GHG      | (Green House Gas) emisija stakleničkih plinova                                                                     |
| GRI      | (Global Reporting Initiative) Globalna inicijativa za izvješćivanje                                                |
| GSM      | (Global System for Mobile Communications) globalni sustav pokretnih komunikacija                                   |
| HAKOM    | Hrvatska regulatorna agencija za mrežne djelatnosti                                                                |
| HFC      | (Hxbrid Fiber-Coaxial) svjetlovodno koaksijalni hibrid                                                             |
| HSPA     | (High Speed Packet Access) brzi paketni pristup                                                                    |
| ICT      | (Information and Communication Technologies) informacijsko komunikacijske tehnologije                              |
| IEC      | (International Electrotechnical Commission) Međunarodno elektrotehničko povjerenstvo                               |
| IMS      | (Internet Protocol Multimedia Subsystem) IP višemedijski podsustav                                                 |
| IP       | (Internet Protocol) internet protokol                                                                              |
| IPTV     | (Internet Protocol Television) usluga televizije putem internet protokola                                          |
| ISDN BRA | (Integrated Services Digital Network Basic Rate Access) digitalne mreže integriranih usluga sa osnovnim pristupom  |
| ISDN PRA | (Integrated Services digital network Primary Rate Access) digitalne mreže integriranih usluga sa snopnim pristupom |
| ITU      | (Interational Telecommunication Union) Međunarodna telekomunikacijska unija                                        |
| KMO      | Korisnička mrežna oprema                                                                                           |
| KPI      | (Key Performance Indicator) ključni pokazatelj performansi                                                         |
| KTO      | Korisnička terminalna oprema                                                                                       |

|       |                                                                                                                                           |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LTE   | (Long Term Evolution) Tehnologija koja omogućuje vrlo velike brzine prijenosa podataka putem sustava pokretnih komunikacija 4. generacije |
| MPLS  | (Multiprotocol Label Switching) prosljeđivanja paketa zamjenom oznaka                                                                     |
| NGA   | (New Generation Access) pristupna mreža nove generacije                                                                                   |
| NGN   | (New Generation Network) mreža nove generacije                                                                                            |
| OFDM  | (Orthogonal Frequency Division Multiplex) modulacijski postupak višefrekvencijskog prijenosa                                              |
| OLT   | (Optical Line Terminal) terminal svjetlovodne linije                                                                                      |
| PON   | (Passive Optical Network) pasivna optička mreža                                                                                           |
| POTS  | (Plain Old Telephone Service) analogni telefonski priključak                                                                              |
| PSTN  | (Public Switched Telephone Network) javna komutirana telefonska mreža                                                                     |
| PUE   | (Power Usage Effectiveness) faktor efektivnosti potrošnje energije                                                                        |
| TDM   | (Time Division Multiplexing) valno multipleksiranje                                                                                       |
| UMTS  | (Universal Mobile Telecommunications System) univerzalni sustav pokretnih telekomunikacija                                                |
| VDSL  | (Very high bitrate Digital Subscriber Line) digitalna pretplatnička linija vrlo velike brzine                                             |
| WDM   | (Wavelength Division Multiplexing) valno multipleksiranje                                                                                 |
| WiMAX | (Worldwide interoperability for Microwave Access) bežični pristup u mikrovalnom području                                                  |
| WLR   | (Wholesale Line Rental) veleprodajna usluga najma korisničke linije                                                                       |
| xDSL  | (Digital Subscriber Line) digitalna pretplatnička linija                                                                                  |

## **POPIS SLIKA**

Slika 1. Usluga pristupa javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži prema vrstama priključaka [3]

Slika 2. Udjeli operatora na tržištu pristupa javnoj nepokretnoj komunikacijskoj mreži [3]

Slika 3. Udio operatora pokretnih komunikacijskih mreža obzirom na broj korisnika [2]

Slika 4. Udio priključaka za usluge televizije prema tehnologijama s obzirom na ukupan broj priključaka [2]

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Mogući scenariji razvoja i primjene tehnologija elektroničkih komunikacija u RH za 2020. godinu

Tablica 2. Godišnja potrošnja električne energije za korisničku terminalnu opremu

Tablica 3. Godišnja potrošnja električne energije mrežnih korisničkih uređaja

Tablica 4. Godišnja potrošnja energije po priključku za pristupne tehnologije

Tablica 5. Podjela naknada FZOEU na temelju zakona

Tablica 6. Potrošnja energije i ekvivalentna emisija CO<sub>2</sub>e po tehnologijama i dijelovima mreže za prvi scenarij

Tablica 7. Potrošnja energije i ekvivalentna emisija CO<sub>2</sub>e po tehnologijama i dijelovima mreže za drugi scenarij

Tablica 8. Potrošnja energije i ekvivalentna emisija CO<sub>2</sub>e po tehnologijama i dijelovima mreže za treći scenarij

Tablica 9. Potrošnja energije i ekvivalentna emisija CO<sub>2</sub>e po tehnologijama i dijelovima mreže za četvrti scenarij

Tablica 10. Emisija stakleničkih plinova po dijelovima mreže za četiri scenarija

Tablica 11. Emisija stakleničkih plinova po načinima pristupa mreži za četiri scenarija

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Postotni udio širokopojasnih priključaka po tehnologiji u 2014. godinu Izvor: [15]

Grafikon 2. Broj širokopojasnih priključaka u nepokretnoj mreži s obzirom na minimalnu brzinu za prvi scenarij

Grafikon 3. Postotni udio širokopojasnih priključaka u nepokretnoj mreži po tehnologiji za prvi scenarij

Grafikon 4. Postotni udio širokopojasnog pristupa u pokretnoj mreži s obzirom na način pristupa za prvi scenarij

Grafikon 5. Postotni udio širokopojasnih priključaka u nepokretnoj mreži po tehnologiju za drugi scenarij

Grafikon 6. Postotni udio širokopojasnih priključaka u nepokretnoj mreži po tehnologiju za treći scenarij

Grafikon 7. Postotni udio kućanstava sa širokopojasnim pristupom po tehnologiji za četvrti scenarij

Grafikon 8. Postotni udio emisije stakleničkih plinova po načinu pristupa za prvi scenarij

Grafikon 9. Postotni udio emisije stakleničkih plinova po načinu pristupa za drugi scenarij

Grafikon 10. Postotni udio emisije stakleničkih plinova po načinu pristupa za treći scenarij

Grafikon 11. Postotni udio emisije stakleničkih plinova po načinu pristupa za četvrti scenarij

Grafikon 12. Emisija stakleničkih plinova dijelova mreže za četiri scenarija

Grafikon 13. Emisija stakleničkih plinova po načinima pristupa mreži za četiri scenarija