

УНИВЕРЗИТЕТ „СИНГИДУНУМ“  
БЕОГРАД  
ДЕПАРТМАН ЗА ПОСЛЕДИПЛОМСКЕ СТУДИЈЕ  
И МЕЂУНАРОДНУ САРАДЊУ

Јавни комуникациони системи:  
стање у свету и Србији и правци даљег развоја  
-магистарски рад-

Ментор:

Prof. dr Младен Веиновић, дипл. инж.

Кандидат:

Небојша Јокић, дипл. инж.

Београд, 2014.

## **Апстракт:**

Никада у историји људског рода није се десило да се у толикој мери промени начин живота практично свих људи на свету као што се то десило у последњих тридесетак година. Наравно, за ове промене заслужне су многе нове технологије које су се појавиле у овом периоду, али нити једна није имала толики утицај као што су то имале нове комуникационе технологије. Захваљујући Интернету и мобилној телефонији и приступачним ценама за набавку опреме и коришћење ових система, људима су омогућене комуникације са другим корисницима и добијање свих расположивих података у било које време са подручја покривених сигналом мобилне телефоније. Уз коришћење сателитских телефона услуге комуникације гласом и приступа Интернету доступне су са било којег места на Земљи.

Како би се схватио настанак модерних комуникационих технологија, потребно је сагледати почетке и развој традиционалних телекомуникационих технологија у последња два века. Кроз приказ најзначајнијих проналазака, компанија и личности које су обележиле овај развој могу се видети фасцинантне идеје које су допринеле да свет добије данашњи изглед, а људи могућности које се нису могле ни наслутити у релативно блиској прошлости. Јавни комуникациони системи какве имамо данас јесу веома моћни, али се и даље развијају, унапређују и успостављају нове сервисе. Да би нове идеје о напредним комуникацијама могле да се остваре, потребно је смислити и имплементирати нове технологије, на којима се могу опет остварити нови сервиси и тако овај циклус нема краја. Такође, посебну пажњу треба обратити на безбедност корисника и система, што ће у блиској будућности бити веома актуелна тема. Сав овај развој треба да прати и законска регулатива како би се створила правила једнака за све и корисницима обезбедили адекватни, безбедни и финансијски повољни сервиси.

## **Abstract:**

Never in the history of mankind has happened so huge changes of lifestyle of almost all people in the world as it happened in the last thirty years. Of course, these changes are merit of many new technologies that have emerged in this period, but none of them has had as much influence as a new communication technologies. Thanks to the Internet and mobile telephony and affordable prices for the purchase of equipment and the use of these systems, people are able to communicate with other users and obtain all available data at any time from the area covered by the mobile phone signal. With the use of satellite phone service, voice communication and Internet access are available from anywhere on Earth.

In order to understand the origin of modern communication technologies, it is necessary to examine the beginnings and development of traditional telecommunications technology in the last two centuries. Through the most important inventions, companies and personalities that marked this development can be seen fascinating ideas that have contributed to the world we have today and

capabilities which could not be predict in the recent past. Public communication systems that we have today are very powerful, but still develop, promote and establish new services. In order to new ideas on advanced communication could be achieved, it is necessary to devise and implement new technology, where they can again achieve new services and so the cycle never ends. Also, special attention should be paid to the safety of the user and the systems, which will be a hot topic in the near future. All this development should be accompanied by legislation to create the rules the same for all users and provide adequate, safe and affordable services.

## САДРЖАЈ

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Увод.....                                                           | 6  |
| Ранији системи комуникације .....                                   | 6  |
| Развој електричних телекомуникација у XIX веку .....                | 7  |
| Телеграфија .....                                                   | 8  |
| Телефонија.....                                                     | 9  |
| Радио комуникације .....                                            | 9  |
| Телекомуникациони системи у XX веку .....                           | 10 |
| Развој компјутера.....                                              | 11 |
| Интернет .....                                                      | 14 |
| Мобилна телефонија.....                                             | 16 |
| Кабловска телевизија.....                                           | 20 |
| Кључни јавни комуникациони системи данас .....                      | 20 |
| Технологије за дистрибуцију широкопојасног приступа .....           | 21 |
| Обезбеђење широкопојасног приступа .....                            | 25 |
| Јавни комуникациони системи .....                                   | 27 |
| Интернет .....                                                      | 27 |
| Мобилне комуникације .....                                          | 30 |
| Фиксна телефонија .....                                             | 34 |
| Кабловска телевизија.....                                           | 37 |
| Регулаторни оквир у Европској унији .....                           | 41 |
| Стање јавних комуникационих система у Србији.....                   | 43 |
| Регулисање тржишта комуникационих (телекомуникационих) услуга ..... | 46 |
| Регулаторни оквир у Републици Србији .....                          | 51 |
| Оператори са значајном тржишном снагом у Србији .....               | 56 |
| Телеком Србија .....                                                | 56 |
| Telenor.....                                                        | 57 |
| Vip mobile .....                                                    | 58 |
| Orion telekom .....                                                 | 58 |
| SBB.....                                                            | 59 |
| Јавни комуникациони сервиси у Србији .....                          | 59 |
| Интернет .....                                                      | 59 |
| Интернет мрежа Телекома Србија .....                                | 60 |
| Интернет мрежа Верат Нет .....                                      | 61 |
| Интернет мрежа SBB.....                                             | 61 |
| Мобилна телефонија.....                                             | 61 |
| Мобилна мрежа МТС .....                                             | 62 |
| Мобилна мрежа Теленор.....                                          | 63 |
| Мобилна мрежа ВИП .....                                             | 63 |
| Фиксна телефонија .....                                             | 64 |
| Мрежа фиксне телефоније Телеком Србија.....                         | 66 |
| Мрежа фиксне телефоније Орион .....                                 | 67 |
| Мрежа фиксне телефоније Telenor.....                                | 68 |
| Мрежа фиксне телефоније SBB .....                                   | 68 |
| Мрежа фиксне телефоније I.KOM .....                                 | 69 |
| Кабловска телевизија.....                                           | 69 |
| Провајдер SBB .....                                                 | 70 |

---

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| Провајдер ПТТ КДС .....                                                   | 70  |
| Анализа безбедносних ризика и примењене мере заштите.....                 | 70  |
| Интернет .....                                                            | 72  |
| Мобилна телефонија.....                                                   | 74  |
| Фиксна телефонија .....                                                   | 74  |
| Кабловска телевизија.....                                                 | 76  |
| Конвергенција као правац даљег развоја јавних комуникационих система..... | 77  |
| Језгро сервиса.....                                                       | 79  |
| Транспортна мрежа.....                                                    | 79  |
| Пристапна мрежа.....                                                      | 81  |
| Жичне и бежичне пристапне мреже .....                                     | 82  |
| Предлог другачије организације .....                                      | 84  |
| Безбедносни сервиси .....                                                 | 86  |
| Конкретан сервис.....                                                     | 90  |
| Регулатива .....                                                          | 91  |
| Кратак осврт на неколико актуелних технологија .....                      | 93  |
| Рачунарство у облаку (Cloud computing).....                               | 93  |
| SDN .....                                                                 | 95  |
| ЕРС .....                                                                 | 96  |
| SIP.....                                                                  | 99  |
| Закључак.....                                                             | 102 |
| Литература.....                                                           | 103 |

## Увод

Могућност поимања информација је од виталне важности за целокупан живи свет. Сазнање о извору хране, надлазећој опасности или прилици за размножавање може бити круцијални фактор који ће одредити опстанак или уништење неке јединке, групе или чак врсте. Ова сазнања јединке добијају помоћу својих чула, првенствено чулима вида, слуха и мириса. Али како да јединка своја сазнања пренесе осталим припадницима своје групе?

Током еволуције, различите врсте су развиле различите методе комуникације којима могу да пренесу различите информације. Пчела која је пронашла нови пашњак у стању је да по повратку у кошницу својим понашањем и покретима остале пчеле обавести о свом открићу и објасни им локацију тог пашњака. Мајмуни у џунглама продорним крицима обавештавају остале припаднике заједнице о присуству неке велике мачке која тражи свој плен. Многе врсте посебним мирисом указују на спремност за парење.

Као и друге врсте, и људски род користи своја чула за стицање информација. Али оно што одваја људски род од осталих врста су бројни начини на које ове информације могу бити пренете другим припадницима врсте. Човек се, за разлику од других врста, није ограничио само на могућност комуникације својим гласом, покретима или понашањем. Човек је желео да информацију пренесе на велика растојања и на више локација истовремено. Да би остварио своје тежње, човек се увек служио технологијама које су му биле доступне. Током векова, људски род је смишљао, усавршавао и прилагођавао различите начине комуникације, како би пренос информација био што бржи, тачнији и поузданији.

## ***Ранији системи комуникације***

Постоје многи примери који илуструју људску инвентивност и маштовитост у техникама комуникације. При томе, људи су се прилагођавали условима окружења у којем су живели. Тамо где је било могуће, коришћени су оптички сигнали којима се могла пренети информација на велику даљину, на пример димни сигнали у Северној Америци и Кини. Још од давних времена, паљење ватре на одређеним локацијама значило је да се непријатељ приближава. Како би за организацију одбране било довољно времена, прављене су чак и читаве мреже кула на којима се сукцесивно палила ватра и на тај начин информација преносила веома брзо (за тадашње појмове) на веома велико растојање. Овакве мреже постојале су у Велсу, Енглеској, Шкотској и Скандинавији, а чак је и Велики кинески зид представљао једну велику мрежу ове врсте<sup>[1]</sup>. У старој Грчкој су коришћени изуми попут хелиографа и хидрауличних семафора за пренос комплекснијих информација.

Са друге стране, у ситуацијама када није било могуће остварити оптичку видљивост због конфигурације терена или густог растиња, коришћени су звучни сигнали, на пример бубњеви у Африци и Јужној Америци или велики алпски рогови у Швајцарској. И у случају комуникације путем звучних

сигнала постојала је могућност прослеђивања информације на велике даљине понављањем примљене поруке. Тако су европски истраживачи Африке у првој половини XIX века били веома изненађени што су вести о њиховом путу и намерама стизале пре њих до удаљених села. Према неким изворима, информације су на овај начин путовале брзином од 100 миља на сат<sup>[2]</sup>.

У то време, најбржи комуникациони систем у Европи, Шапов<sup>1</sup> телеграф, био је више него дупло спорији и преносио је три знака у минути. Без обзира на ову чињеницу, Шапов телеграф је био веома значајан не само јер је омогућавао поуздану комуникацију између Париза и удаљених градова у Француској, већ пре свега зато што је то био први практични телекомуникациони систем у индустријском добу. Принципи на којима је изграђен овај систем копирани су и у другим европским земљама, чиме је потврђена његова употребна вредност.

### ***Развој електричних телекомуникација у XIX веку***

Међутим, сви коришћени системи имали су велика ограничења у брзини преноса, количини и врсти информација коју је било могуће пренети. У складу са тадашњим начином размишљања и принципима индустријске револуције, за сваку нову технологију тражила се могућност примене у разним људским делатностима, са циљем да се унапреде технолошки процеси и обезбеде већи приходи. Тако су и успешни експерименти са електрицитетом ускоро послужили као основа за пренос сигнала на даљину, па се може рећи да ера модерних телекомуникација започиње применом електричне струје у комуникацијама.

Записи о електрицитету направљени су још у старом Египту и старој Грчкој, али је ова област дуго била запостављена и без било какве практичне примене. Тек у XVII веку феномен електрицитета поново је постао актуелан кроз радове неколико научника, да би се значајан продор у овој области догодио у XVIII веку експериментима Френклина<sup>2</sup>, Галванија<sup>3</sup> и Волте<sup>4</sup>. У XIX веку велики број значајних научника, као што су Ампер<sup>5</sup>, Фарадеј<sup>6</sup>, Ом<sup>7</sup>, Максвел<sup>8</sup> и Тесла<sup>9</sup>, интензивно је радио на проучавању теоријских аспеката и практичној примени електрицитета и магнетизма, чиме су створени услови за Другу индустријску

---

<sup>1</sup> Claude Chappe (1763-1805), француски проналазач, демонстрирао семафорски телекомуникациони систем назван телеграф

<sup>2</sup> Benjamin Franklin (1706-1790), амерички научник, проналазач, политичар и писац, доказао да је муња електричног порекла

<sup>3</sup> Luigi Galvani (1737-1798), италијански физичар, открио животињски електрицитет

<sup>4</sup> Alessandro Volta (1745-1827), италијански физичар, проналазач батерије

<sup>5</sup> André-Marie Ampère (1775-1836), француски физичар и математичар, открио јединство електричног и магнетног феномена

<sup>6</sup> Michael Faraday (1791-1867), енглески научник, проналазач електричног мотора

<sup>7</sup> George Ohm (1789-1854), немачки физичар и математичар, урадио математичку анализу електричног кола

<sup>8</sup> James Clerk Maxwell (1831-1879), шкотски математичар и физичар, дефинитивно повезао електрицитет и магнетизам

<sup>9</sup> Никола Тесла (1856-1943), српско-амерички научник и проналазач, аутор најзначајнијих изума из области наизменичних струја

револуцију. Радови ових научника били су темељ развоја телекомуникација какве данас постоје.

## Телеграфија

Први телекомуникациони систем заснован на примени електричних струја био је телеграфски систем. Експерименте са електрохемијским телеграфом започео је Кампиљо<sup>10</sup> 1804. године, да би Сомеринг<sup>11</sup> 1809. године надоградио првобитни уређај и успео да пренесе поруку на даљину од неколико километара. Апаратура се састојала од 35 жица, од којих је на пријемној страни свака била повезана на посебну чашу са киселином, а свака чаша је била означена одређеним словом. Пуштањем електричне струје кроз жицу започињао би процес електролизе у чаши, што је доводило до појаве мехурића. Посматрач на пријемној страни би редом бележио слова и на тај начин регистровао поруку.

Мада је било више проналазача који су у исто време изводили успешне експерименте, па чак и патентирали свој изум (на пример Кук и Ветстон<sup>12</sup> у Британији), најзаслужнији за развој телеграфије је Семјуел Морзе<sup>13</sup>. Он је 1837. године изумео и патентирао у Америци свој електрични телеграф, а заједно са својим сарадником Алфредом Вејлом<sup>14</sup> осмислио је врсту сигналног алфабета познату под именом Морзеоов код (или Морзеоова азбука). Морзеоов и Вејлов изум је на предајној страни имао прекидач који је затварао електрично коло, а на пријемној писаљку која се спуштала на покретну траку када се струјно коло затвори. За повезивање пријемне и предајне стране била је довољна само једна жица. Користећи Морзеоов код, који је, симболички, сваком слову енглеског алфабета придруживао групу „тачкица“ и „цртица“ у одређеном редоследу, краће и дуже затварање електричног кола на предајној страни доводило је до исписивања „тачкица“ и „цртица“ на пријемној страни, што је оператер могао да прочита као текст. Прва порука овим системом пренета је 1844. године између Вашингтона и Балтимора, да би у следеће две деценије уследио брзи развој и повезивање до пацифичке обале на западу и Европе на истоку.

Већ 1855. године Ђовани Касели<sup>15</sup> је изумео електрични телеграф који је могао да преноси слике и назвао га Пантелеграф. Овај уређај, који је био претеча каснијих телефакс уређаја, користио се на телеграфској линији између Париза и Лиона за верификацију потписа на банкарским трансакцијама.

---

<sup>10</sup> Francisco Salva Campillo (1751-1828), каталонски лекар и физичар

<sup>11</sup> Samuel Thomas von Sömmering (1755-1830), немачки физичар, анатом, антрополог и проналазач

<sup>12</sup> William Fothergill Cooke (1806-1879) и Charles Wheatstone (1802-1875), енглески проналазачи, творци електричног телеграфа патентираних 1837. године и примењеног код британске железнице

<sup>13</sup> Samuel Morse (1791-1872), амерички сликар и проналазач

<sup>14</sup> Alfred Vail (1807-1859), амерички машинац и проналазач

<sup>15</sup> Giovanni Caselli (1815-1891), италијански физичар

---

## Телефонија

Брзо географско ширење телеграфске мреже и масовно коришћење овог сервиса довели су до даљих експеримената усмерених ка побољшању рада постојећег система и проширењу могућности. Како би се смањили трошкови преноса порука, проналазачи су експериментисали са истовременим преносом више модулисаних порука преко исте жице. Ови напори да се направи акустични телеграф довели су стварања говорног телеграфа или телефона.

Као и код многих других проналазака који су утицали на даљи развој друштва, постоје велике дилеме око тога ко је прави проналазач телефона. Чињеница је да су многи проналазачи независно радили на стварању уређаја који може да преноси говор, а неки су чак сарађивали међусобно, али званични носилац патента је Александер Бел<sup>16</sup>.

Као и други проналазачи, и Бел је експериментисао са преносом више истовремених порука преко исте жице. Његово познавање музике и природе звука уграђено је у идеју да се поруке раздвоје по фреквенцијама, али се готово истовремено поставио и други циљ – да се створи уређај помоћу којег је могуће преносити говор. Највећи проблем био је у креирању микрофона и звучника, како би говор који се на предајној страни претвори у електричну струју био разумљив слушаоцу након што се на пријемној страни опет претвори у звук. На овом проблему Бел је, заједно са својим помоћником Вотсоном<sup>17</sup> радио око две године, да би у марту 1876. године патентирао изум под називом телефон.

Међутим, квалитет пренетог говора и даље није био сасвим задовољавајући, посебно у микрофонском делу. Овај проблем је превазиђен када је Едисон<sup>18</sup> 1877. године патентирао карбонски (графитни) микрофон, а две године касније и микрофон са карбонским гранулама. Ова врста микрофона задржала се у телефонским апаратима готово до данашњих дана.

## Радио комуникације

Велика препрека ширењу телекомуникационих система била је неопходност постављања каблова до корисника. Максвелове математичке калкулације показале су да је могућа пропагација електромагнетних таласа кроз слободан простор, што је експериментално доказао Хајнрих Херц<sup>19</sup> у лабораторијским условима. На основама Максвелових једначина и Херцових експеримената, многи научници покушавали су да добијене резултате прилагоде практичној примени.

---

<sup>16</sup> Alexander Graham Bell (1847-1922), шкотско-амерички научник и проналазач

<sup>17</sup> Thomas Watson (1854-1934), у историју је ушао јер је први телефонски позив био упућен њему од стране Александра Бела: „Господине Вотсон, дођите овамо. Желим да Вас видим“ (“Mr. Watson, come here. I want to see You”)

<sup>18</sup> Thomas Alva Edison (1847-1931), амерички проналазач и бизнисмен

<sup>19</sup> Heinrich Hertz (1857-1894), немачки физичар

---

Међу првима, Никола Тесла је 1892. године демонстрирао пренос енергије путем радио-таласа и предложио да се они користе за пренос информација. Тесла је 1897. године патентирао први изум из области радио-система уопште. Након тога, посветио се креирању бежично контролираних уређаја.

У истом периоду, Маркони<sup>20</sup> је 1895. године створио бежични систем који је био у могућности да преноси сигнале на удаљености од пар километара. У годинама које су следиле, Маркони је усавршавао свој систем и 1899. године је послао бежични сигнал преко канала Ламанш, да би 1902. године успео да пренесе слово „S“ од Енглеске до Њуфаундленда, што је била прва успешна радиотелеграфска порука преко Атлантика. За своја достигнућа Маркони је добио Нобелову награду 1909. године.

### ***Телекомуникациони системи у XX веку***

Ако изузмемо телевизију, у првој половини двадесетог века није се појавио ниједан нови јавни телекомуникациони систем од изузетног значаја. Овај период, испуњен ратовима, економским кризама и другим превирањима сваке врсте ипак је донео побољшања постојећих система и знатно веће коришћење телекомуникационих сервиса.

Међутим, друга половина XX века била је изузетно бурна за телекомуникације. У овом периоду појавило се неколико нових технологија које су омогућиле до тада незамисливу доступност информација и разбиле географске баријере, чиме су у потпуности промениле важеће принципе комуникације међу људима, пословне односе, начин функционисања јавне власти и све друге области људског деловања и организовања. На овакав развој телекомуникационих сервиса утицало је неколико битних фактора:

- развој рачунарских технологија, посебно систематичности у писању софтвера,
- минијатуризација електронских компоненти, чиме је омогућено да уређаји добију довољно мале димензије да се могу носити,
- масовна производња корисничких уређаја, која је допринела да цена уређаја постане приступачна просечном кориснику.

У таквим околностима, телекомуникациони сервиси су постали масовно распрострањени и прихваћени од људи као незаобилазан део свакодневног живота. Ипак, неколико технологија се могу издвојити као кључне у развоју телекомуникација у другој половини XX века.

---

<sup>20</sup> Guglielmo Marconi (1874-1937), италијански проналазач и бизнисмен

## Развој компјутера

Теоретска основа за пренос података и теорију информација уопште потиче из радова Хартлија<sup>21</sup>, Никвиста<sup>22</sup> и Шенона<sup>23</sup> са почетка XX века. На основу Хартлијевог закона по којем је укупна количина информација која може бити пренета пропорционална фреквенцијском опсегу и времену преноса и Никвистовог доказа да је број независних импулса који се могу преносити кроз телеграфски канал по јединици времена ограничен двоструком ширином пропусног опсега канала, Шенон је изградио основе теорије информација, због чега се сматра родоначелником ове области. Још као студент на Масачусетском институту технологије, Шенон је доказао и демонстрирао да се применом Булове<sup>24</sup> алгебре и бинарне аритметике могу упростити електрична кола која користе електромеханичке релеје, као и да се конструкцијом електричних кола са електромеханичким релејима може доћи до решења проблема у Буловој алгебри. Ови његови радови представљали су основу за пројектовање дигиталних електричних кола и дигиталних рачунара. Занимљиво је да су и Хартли и Никвист и Шенон добар део своје каријере провели у Бел лабораторијама.

Мада су у прошлости постојале рачунске справе које су радиле на аналогним принципима и које су се, и са данашња тачке гледишта, могле назвати рачунарима, права експанзија рачунарске технологије настаје опредељењем за конструкцију рачунара на принципима бинарне аритметике. Један од зачетника ове технологије био је Алан Тјуринг<sup>25</sup>, који је дефинисао модел универзалног компјутера код којег се на хардверу извршава програм смештен на засебној медији. Оваква конструкција добила је име Тјурингова машина и њом је формулисан концепт алгорита. Због овог доприноса, Тјуринг се сматра оцем компјутерских наука и вештачке интелигенције. Користећи Тјурингову машину као теоретски основ, фон Нојман<sup>26</sup> је дефинисао архитектуру која користи исту меморију за складиштење и програма и података.

На овим принципима, у Америци је 1945. године направљен први рачунар опште намене и назван је ENIAC<sup>27</sup>. За данашње појмове машина је била огромна, тежила је око 30 тона, садржала је преко 18000 вакуумских цеви и трошила 160 kW електричне енергије. Могла је да обради 5000 основних рачунских операција у секунди, што је било хиљаду пута брже од било које друге рачунске машине у то време. Оперативна меморија је била ограничена на свега 80 бајтова.

Сви рачунари који су били произведени у неколико наредних година били су сличних димензија и трошили су велике количине електричне енергије за свој

---

<sup>21</sup> Ralph Hartley (1888-1970), амерички инжењер електронике

<sup>22</sup> Harry Nyquist (1889-1976), шведски инжењер електронике

<sup>23</sup> Claude Shannon (1916-2001), амерички математичар, инжењер електронике и криптограф

<sup>24</sup> George Boole (1815-1864), енглески математичар и филозоф

<sup>25</sup> Alan Turing (1912-1954), британски математичар, криптоаналитичар и компјутерски научник

<sup>26</sup> John von Neumann (1903-1957), мађарско-амерички математичар

<sup>27</sup> Electronic Numerical Integrator And Computer

рад, тако да су били поприлично скупи и у набавци и у експлоатацији. Америчка компанија IBM<sup>28</sup> је 1954. године представила свој модел IBM 650 који је био много мањих димензија, економичнији по питању потрошње енергије и знатно јефтинији, што је ову компанију довело на сам врх произвођача рачунара. Компанија IBM је иначе једна од најзначајнијих компанија у историји рачунарства јер је у употребу увела многе нове технологије, као што су на пример програмски језик Fortran, магнетни дискови и персонални рачунар опште намене.

Од 1955. године, у изградњи компјутера почели су да се користе транзистори уместо вакуумских цеви. Ово је довело до смањења величине компјутера, потрошње енергије, топлотне дисипације и броја кварова, па су знатно смањене цене набавке и, посебно, одржавања, што је опет довело до повећања употребе компјутера. Компјутери рађени у транзисторској технологији називају се компјутери друге генерације. Током овог периода, значајно је порасла употреба удаљених терминала. Ови терминали су повезивани са централним компјутером постојећим телефонским жицама, а тадашња технологија је омогућавала да буду удаљени и преко сто километара.

Међутим, масовнија употреба компјутера почиње тек применом интегрисаних кола у производњи компјутерских компоненти, пре свега процесора и меморије. Прво интегрисано коло израдио је 1958. године и патентирао 1959. године Џек Килби<sup>29</sup>, за шта је добио Нобелову награду за физику (додуше, тек 2000. године). Следећих десетак година интегрисана кола користила су се највише у војној индустрији, да би 1971. године Федерико Фађин<sup>30</sup> и његов пројектни тим у оквиру америчке корпорације Intel произвели први процесор потпуно интегрисан у једном чипу. Овај четворобитни микропроцесор носио је ознаку Intel 4004, налазио се у дворедом 16-пинском кућишту и радио је на такту од 740 kHz. Микропроцесори који су следили, базирани на технологији интегрисаних кола, довели су до даљег смањења димензија компјутера и производње миникомпјутера, који су у поређењу са дотадашњим били знатно јефтинији и погодни за индустријске и пословне намене и за универзитете, а затим и до производње микрокомпјутера, који су били намењени малим предузећима, па чак и појединцима. Могућност да појединац поседује компјутер утицала је на повећање пословних могућности, али су компјутери одмах почели да се користе и за друге намене, на пример забаву. Као што то често бива, предузимљиви људи су одмах уочили могућност за зараду и на тржишту су се појавили јефтини (у поређењу са до тада постојећим) компјутери малих димензија и скромних могућности, али погодни за извршавање забавних програма (игрица), који су одмах прихваћени пре свега од припадника млађе популације. Уређаји као што су Commodore 64, Apple II или Sinclair ZX Spectrum крајем седамдесетих и почетком осамдесетих година продати су у милионима примерака, а Commodore 64 је појединачно најпродаванији модел компјутера свих времена.

---

<sup>28</sup> International Business Machines

<sup>29</sup> Jack Kilby (1923-2005), амерички инжењер електронике

<sup>30</sup> Federico Faggin (1941), италијанско-амерички физичар

---

Оваква популарност микрокомпјутера није прошла незапажено код великих произвођача, па је IBM, у то време највећи произвођач компјутера на свету, покренуо сопствени пројекат израде персоналног рачунара (PC<sup>31</sup>). Како су се ствари у овој области дешавале веома брзо, IBM је одступио од устаљене концепције развоја и од формираног пројектног тима захтевао резултате у кратком року. У таквим околностима, пројектни тим се определио за компоненте које су производили други произвођачи, а не само IBM (што је до тада била пракса у пројектовању њихових компјутера). Између осталог, пројектни тим је одбацио моћнији процесор IBM 801 и изабрао Intel 8088, па је чак одабрао да компјутер покреће оперативни систем PC DOS<sup>32</sup> 1.0 који је по посебном уговору произвела компанија Мајкрософт<sup>33</sup>, иако је постојала могућност инсталирања напреднијег оперативног система. Што је још важније, пројектни тим се определио за отворену архитектуру, тако да су независни произвођачи могли производити и продавати компоненте и софтвер без добијања лиценци од IBM-а. Развој је захваљујући оваквом приступу завршен за око годину дана тако да је IBM PC представљен 1981. године, али су овакве одлуке имале огроман утицај на будући развој компјутерске индустрије, па и на положај компаније IBM на овом тржишту. Отворена архитектура са могућношћу замене постојећих и додавања нових компоненти коју је поставио IBM прихваћена је од великог броја произвођача електронских уређаја широм света, тако да су се већ 1982. године на тржишту појавили уређаји компатибилни са персоналним компјутером, а у годинама које су следиле понуда је бивала све већа. Масовна производња довела је до нижих цена, што је опет утицало на доступност производа и даљи раст потражње, а истовремено је корисницима дала могућност да приликом куповине изаберу конфигурацију свог рачунара.

Посебно занимљива је корист коју је из овог пројекта извукла компанија Мајкрософт коју су основали Бил Гејтс<sup>34</sup> и Пол Ален<sup>35</sup>. Пре уговора са компанијом IBM, Мајкрософт је направио оперативни систем за компјутер Altair 8800 који се на америчком тржишту продавао у киту и оперативни систем Xenix, варијанту Unix-а. Преговори између IBM-а и Мајкрософта нису били брзи нити лаки, али чињеница је да су завршени тако што је Мајкрософт добио уговор за израду оперативног система а да IBM није заштитио своја права својине, као што је урадио за BIOS<sup>36</sup>. Ово је омогућило Мајкрософту да након појављивања IBM PC компјутера преименује свој оперативни систем у MS DOS и да га тако продаје уз компатибилне рачунаре, што је овој компанији донело огроман тржишни успех и довело је до позиције највеће софтверске и једне од највреднијих компанија уопште, вредније и од самог IBM-а. Већ 1984. године Мајкрософт је свом оперативном систему додао графичко окружење и тако се појавио први Windows оперативни систем, који је у измењеним верзијама данас инсталиран на највећем броју персоналних рачунара на свету.

---

<sup>31</sup> Personal Computer

<sup>32</sup> Disk Operating System

<sup>33</sup> Microsoft

<sup>34</sup> Bill Gates (1955), амерички бизнисмен

<sup>35</sup> Paul Allen (1953), амерички бизнисмен и инвеститор

<sup>36</sup> Basic Input-Output System

---

## Интернет

Већ код компјутера друге генерације радило се на могућностима да се приступ подацима оствари са веће удаљености. Терминали који су били удаљени нису имали никакву „памет“, већ је била остварена само могућност да се са периферне стране на централну пренесе информација са тастатуре, а са централне стране на периферну захтевани скуп података. Пренос се одвијао преко телефонских жица. У прво време није постојала повезаност компјутера, тако да системи нису могли да размењују податке између себе путем неке мреже.

Прва мрежа повезаних компјутера функционисала је у оквиру SAGE<sup>37</sup> одбрамбеног система. Овај систем формиран је у време хладног рата и служио је за аутоматизацију противваздушне одбране САД и Канаде. У сваком од 24 центра SAGE система налазио се компјутер IBM AN/FSQ-7 (са 2000 m<sup>2</sup> потребног простора за смештај, 275 t тежине и потрошњом од 3 MW физички највећи компјутер икада направљен) у који су се сливали подаци са радарских система који су покривали одређену област. Подаци су ту били обрађивани, сабирани и презентирани на мониторима у оперативним центрима, а такође и прослеђивани у главни центар у којем се налазио компјутер IBM AN/FSQ-8. За пренос података коришћени су модеми и обичне изнајмљене телефонске линије. Ова компјутерска мрежа функционисала је од 1959. до 1983. године, када је SAGE систем замењен напреднијим.

Како је то било време хладног рата, у Министарству одбране САД разматрали су могућности организовања комуникације након масовног нуклеарног напада на њихову територију. Претпоставка је била да ће телекомуникациони системи које користи Војска САД бити примарне мете и да ће оштећења на овим системима бити таква да ће их бити немогуће оспособити у прихватљивом временском року. У тој ситуацији, логично је било да се комуникација остварује путем телефонског система који је тада био толико разгранат широм Сједињених држава да га чак ни масовни нуклеарни удари не би могли потпуно разорити. Агенција Министарства одбране америчке Владе под именом DARPA<sup>38</sup> крајем шездесетих и током седамдесетих година прошлог века разматрала је могућности да се кроз телефонску мрежу оствари повезивање рачунара и рачунарских мрежа, на такав начин да се подаци преносе телекомуникационим путем који је расположив или најмање оптерећен. Мрежа која је формирана ради тестирања названа је ARPANET<sup>39</sup>, а тестирање је поверено неколицини престижних америчких универзитета. Прва два чвора мреже повезана су 29. октобра 1969. године, а до краја 1971. године на мрежи је функционисало 15 чворова. Пренос података између чворова ишао је преко телефонских жица коришћењем X.25 сета протокола.

Од старта функционисања мреже, истраживачи који су радили на њеном испитивању и усавршавању имали су могућност да осталим истраживачима на

---

<sup>37</sup> Semi-Automatic Ground Environment

<sup>38</sup> Defense Advanced Research Projects Agency

<sup>39</sup> Advanced Research Projects Agency NETwork

другим локацијама упуте Захтев за коментар (RFC<sup>40</sup>), тако да су давали и другима да пробају да нађу одговор на питања која су их мучила. У једном од тих Захтева из децембра 1974. године као скраћеница од *internetworking* употребљен је термин *internet* који су убрзо почели учестало да користе и остали писци Захтева, па је по том термину данашња мрежа добила име.

Следећи велики корак ка глобалном повезивању направљен је 1981. године када је Национална научна фондација (NSF<sup>41</sup>) формирала мрежу CSNET<sup>42</sup>, на истим принципима, уз употребу истих протокола и повезана са мрежом ARPANET. Сврха мреже CSNET била је да повеже научне и истраживачке институције из области компјутерских наука које нису могле бити директно прикључене на ARPANET мрежу. До краја 1984. године на мрежу је повезано 84 сајта (укључујући и један у Израелу), а до краја самосталног рада мрежа је повезивала преко 180 сајтова, од којих су неки били у Аустралији, Канади, Француској, Немачкој, Кореји и Јапану. Мрежа CSNET функционисала је до 1991. године, кад је њено постојање постало сувишно поред мреже NSFNET<sup>43</sup>.

Паралелно са подизањем мреже CSNET, Национална научна фондација покренула је програм укључења суперкомпјутера у мрежу, али и програм помоћи у подизању суперкомпјутерских центара. Циљ ове иницијативе био је подизање нове, много брже мреже, која би повезала постојеће регионалне мреже, али и локалне академске мреже. У том смислу, ова мрежа била би „мрежа мрежа“<sup>44</sup> или *internet* и омогућавала би корисницима да приступају било ком ресурсу у било којој мрежи из сопствене локалне мреже. Мрежа је названа NSFNET и почела је са радом 1986. године повезивањем пет универзитетских суперкомпјутерских центара, али као што је то био случај са мрежом CSNET, сви академски корисници имали су отворену могућност за повезивање. Успех мреже је био запањујући и у првој години коришћења саобраћај је постао толико велики да је надоградња мреже постала неопходна. У Националној научној фондацији тада су проценили да је право време да се почне са уношењем комерцијалног фактора у мрежу на контролисан начин, јер су били свесни да би потенцијално неконтролисана, али неминовна комерцијализација могла потиснути академске институције на маргину.

Посао надоградње мреже добио је конзорцијум Merit Networks, у којем су партиципирале и две комерцијалне компаније - IBM и MCI<sup>45</sup>. IBM је у овом послу обезбедио потребан хардвер и софтвер за пакетску мрежу, а MCI је обезбедио телекомуникационе капацитете за кичму мреже. Мрежа је постала оперативна у јулу 1988. године и повезивала је 13 регионалних мрежа и суперкомпјутерских центара. Пренос података између чворова одвијао се преко T1 линкова капацитета 1.5 Mbps, што је био огроман напредак у односу на дотадашњих 56 kbps. Међутим, захтеви су одмах постали већи и коришћење

---

<sup>40</sup> Request For Comment

<sup>41</sup> National Science Foundation

<sup>42</sup> Computer Science NETwork

<sup>43</sup> National Science Foundation NETwork

<sup>44</sup> network of networks

<sup>45</sup> Microwave Communications, Inc. – америчка телекомуникациона компанија

---

мреже је почело да расте по стопи од 10% месечно, тако да је већ 1989. године почело планирање, а 1991. године извршен је прелазак на Т3 линкове капацитета 45 Mbps, који су повезали 16 сајтова и преко 3500 мрежа.

ARPANET мрежа је угашена 1990. године, а исте и следеће године учињени су први кораци ка комерцијализацији мреже NSFNET. За обезбеђивање рада кичме мреже надлежност је преузела непрофитна организација Advanced Networks and Services, док су за комерцијални развој мреже анимирале профитне организације. Архитектура мрежног рутирања је донекле измењена и децентрализована, како би се спречило да сав саобраћај иде кроз кичму мреже. Коначан прелазак на мрежу која је од тада позната под именом Интернет догодио се 1995. године када су укинута последња ограничења по питању комерцијалног саобраћаја и мреже првог нивоа замениле мрежу NSFNET, која је званично угашена 30. априла исте године.

Процењује се да је од тада до сада саобраћај на мрежи растао по стопи од 100% годишње, док се број корисника повећавао за 20 – 50% годишње. Или, другачије приказано, док је 1993. године преко тадашње мреже преносило 1% од укупног телекомуникационог саобраћаја, 2007. године се преко Интернета преносило 97% од свих информација које су преносиле телекомуникационим системима. Број корисника Интернета је 2011. године премашао две милијарде, што је 30% светске популације. Оволики раст приписује се непостојању административних ограничења за ширење мреже и отвореношћу Интернет протокола, што је произвођачима поједностављивало процесе производње опреме и обезбеђивало интероперабилност њихових са производима других произвођача, а са друге стране спречавало да било која компанија преузме превише контроле над било којим битним сегментом мреже.

## Мобилна телефонија

И пре другог светског рата постојали су двосмерни преносни радиотелефонски системи које су користиле посебне службе. Осим међусобног разговора два корисника оваквих система, у неким случајевима било је омогућено да се преко оператера изврши повезивање са корисницима фиксне телефонске мреже. Примера оваквих мрежа било је и у Европи и у Америци. Али док је након другог светског рата тежиште развоја телекомуникација у Европи било на реконструкцији разрушене фиксне телекомуникационе инфраструктуре, у Америци су се озбиљно бавили развојем нових сервиса. Већ 1946. године регионална телефонска компанија Саут-Вестерн Бел<sup>46</sup> (као и готово све компаније са одредницом Bell у имену, део корпорације АТ&Т<sup>47</sup>) пустила је у употребу мобилни телефонски сервис (MTS<sup>48</sup>) у Сен Луису. Мобилни уређаји,

---

<sup>46</sup> South-Western Bell

<sup>47</sup> American Telephone and Telegraph, компанија која је основана као филијала компаније Bell Telephone System, да би 1899. године преузела матичну компанију и основала сопствене филијале, познате под именом Бел Систем (Bell System), ради држања монопола у телефонском саобраћају

<sup>48</sup> Mobile Telephone Service

које је производила компанија Моторола а уграђивао Бел Систем, инсталирани су у возила и могли су преко једне централне антене и система пријемника постављених у околини града да се повежу са оператором у центру, а прако њега на фиксну телефонску мрежу. Ова мобилна мрежа радила је на фреквенцији од 150 MHz и у почетку је користила шест канала у опсегу од по 60 kHz. Систем је брзо доживео успех и постављен је у 25 градова у Америци.

Крајем 1947. године инжењери у Бел лабораторијама осмислили су концепцију правог хелијског радио система за мобилну телефонију. Концепт је био веома сличан данашњем, али неостварив за тадашњи степен технолошког развоја: систем се састојао од мреже малих географских зона које су назвали хелије, базних станица у свакој хелији повезаних на централни свич, а мобилни уређаји су комуницирали са базним станицама на додељеним фреквенцијама. Те године Бел Систем је од Федералне комисије за комуникације (FCC<sup>49</sup>) тражио додатне фреквенције за своје потребе. Комисија је 1949. године решила да одобри овај захтев и проширила је фреквенцијски опсег намењен овим сервисима, али је половину опсега доделила другим, мањим компанијама које су биле заинтересоване за послове у мобилној телефонији, како би поспешила конкуренцију. Овакав потез се показао као успешан јер су мале компаније примењивале напреднија решења и највише утицале на бржи развој мобилне телефоније, али су и даље примењивале систем са једном централном антенom. Мале компаније нису имале довољно средстава да изграде мобилни телефонски систем већег капацитета.

Не може се рећи да је у следећих двадесетак година било спектакуларног напретка у мобилној телефонији. Ова врста сервиса појавила се у Европи (најпре у Немачкој и земљама Скандинавије) и Јапану, инжењери у Бел лабораторијама осмислили су технологију за преузимање текућег позива без прекидања при преласку из једне хелије у другу који би се могао примењивати у хелијској мобилној телефонији (па и применили ову технологију на систему јавних телефона у возу који је саобраћао између Њујорка и Вашингтона) и то би било оно најзначајније. И даље је постојао проблем са одобреним фреквенцијама за ову врсту сервиса и са трошковима успостављања хелијске мобилне мреже. А онда је 1968. године Федерална комисија за комуникације решила да поново размотри десет година стар захтев који је поднео Бел Систем за новим фреквенцијама. Комисија је 1970. године од АТ&Т тражила додатна објашњења, као одговор на свој захтев 1971. године добила шему хелијског радио-система и на крају 1975. године одобрила да се овакав систем пусти у пробни рад, а 1977. године и у оперативни рад. Разлози за оволико времена потребног за одлучивање нису били само у бирократској спорости, већ и у страху да би Бел Систем могао да обезбеди доминацију на тржишту и да мале компаније не би могле да му конкуришу.

У међувремену, 1973. године, Моторола је патентирала сопствени хелијски радио систем. Пре тога, Моторола и Бел Систем дуго су сарађивали на пројектима и нису били конкуренција, али овим се Моторола појавила на тржишту које је неприкосновено држао Бел Систем. АТ&Т је сматрала да овај

---

<sup>49</sup> Federal Communications Commission

потез није пријатељски и тако је почело ривалство између две компаније. Један од показатеља ривалства је и податак да је након што је Моторола комплетирала свој први прототип ћелијског телефона и базне станице, Мартин Купер<sup>50</sup> из Мотороле преко овог система, на улици пред новинарима, позвао Џоела Енгела<sup>51</sup>, вођу истраживачког тима у Бел Лабораторијама, на његов фиксни телефон у канцеларији да би демонстрирао ко побеђује у овој утакмици.

Крај седамдесетих и почетак осамдесетих година донео је инсталацију нових система ћелијске телефоније широм света. 1978. године Бел Систем је пустио AMPS<sup>52</sup> систем на 800 MHz у Њу Џерсију и Чикагу у САД. У Јапану је 1979. године пуштен ћелијски систем са 88 базних станица који је покривао Токио. Прва NMT<sup>53</sup> мрежа пуштена је у септембру 1981. године у Саудијској Арабији, а већ следећег месеца започета је монтажа скандинавске NMT мреже на 450 MHz у Шведској, Норвешкој, Финској и Данској као први међународни ћелијски систем. Са системом TACS<sup>54</sup> на 900 MHz пуштеним 1985. године у Великој Британији и потоњим системима NMT у земљама Бенелукса, C-Netz у Немачкој, Radiocom 2000 у Француској и RTMI/RTMS<sup>55</sup> у Италији, у Европи је радило девет некомпатибилних аналогних мобилних система. Из тог разлога у Европи се већ у то време размишљало о јединственој дигиталној мобилној мрежи. У Америци овај проблем није постојао, јер су све мреже биле AMPS или AMPS компатибилне.

Развој новог мобилног система у Европи започет је 1982. године под окриљем Европске конференције поштанских и телекомуникационих администрација (CEPT<sup>56</sup>) која је тада окупљала 26 европских земаља. Као резултат добијен је стандард на 900 MHz назван GSM<sup>57</sup> по студијској групи која га је израдила. Европски институт за телекомуникационе стандарде (ETSI<sup>58</sup>) преузео је 1989. године одговорност за даљи развој овог стандарда и већ следеће године издао прве препоруке, а комплетна спецификација је издата 1991. године. Фински конзорцијум приватних регионалних телефонских компанија под именом Radiolinja пустио је у рад прву комерцијалну GSM мрежу 1. јула 1991. године, са напредним сервисима као што су слање кратких порука (SMS<sup>59</sup>), енкрипција говора ради заштите од прислушкивања и аутентификација корисника преко података (јединствени IMSI<sup>60</sup> код за сваког корисника) са SIM<sup>61</sup> картице, чијом употребом је омогућено да корисници једноставно замене мобилни

---

<sup>50</sup> Martin Cooper (1928), амерички проналазач и бивши потпредседник Мотороле

<sup>51</sup> Joel Engel (1936), амерички инжењер

<sup>52</sup> Advanced Mobile Phone Service

<sup>53</sup> Nordisk MobilTelefoni

<sup>54</sup> Total Access Communications System

<sup>55</sup> Radio Telefono Mobile Integrato/Radio Telephone Mobile System

<sup>56</sup> Conférence Européenne des administrations des Postes et des Télécommunications

<sup>57</sup> Groupe Spécial Mobile (у данашње време ова скраћеница се најчешће тумачи као Global System for Mobile communications)

<sup>58</sup> European Telecommunication Standards Institute

<sup>59</sup> Short Message Service

<sup>60</sup> International Mobile Subscriber Identity

<sup>61</sup> Subscriber Identity Module

---

уређај. Захваљујући овим особинама, GSM је прихваћен од стране телекомуникационих оператера широм света и постао је најпопуларнији стандард за мобилну телефонију.

Правац у којем се ствари крећу био је јасан када је 1996. године финска компанија Нокиа избацила на тржиште свој Комуникатор, први од врсте која ће се касније назвати *смартфони* (smartphones), који је обједињавао функције мобилног телефона и преносног рачунара (додуше, малих могућности). Било је јасно да ће даљи развој бити усмерен на комбинацију говорне комуникације и преноса података, али мала брзина преноса података коју је имала GSM мрежа била је ограничавајући фактор. Поред тога, за пренос говора најбоље је користити комутацију кола (као код класичних телефонских централа у фиксној мрежи), док је за пренос података ова технологија недовољно ефикасна. Због тога је даљи развој био усмерен на нови стандард у мобилној телефонији који ће омогућити пакетску комутацију за податке. Као резултат ових напора и поново под патронатом Европског института за телекомуникационе стандарде, 1999. године објављен је стандард UMTS<sup>62</sup> који је донео трећу генерацију система мобилне телефоније и пакетски пренос података на IP протоколу брзином до 2 Mbps, док се пренос говора и даље обавља технологијом комутације кола. Детаљнији опис 3G и њему блиских стандарда биће дат касније у тексту.

Док се у свету и данас врши замена система друге генерације системима треће генерације, 2006. године је у Јужној Кореји почео са радом први систем четврте генерације мобилне телефоније по Mobile WiMax стандарду. Овај стандард је у САД прихватио Sprint, један од највећих тамошњих провајдера и од 2008. године почео да уводи у своје системе. У Европи, скандинавски провајдери определили су се за стандард LTE<sup>63</sup> и почели да га уводе у своје системе 2009. године, прво у Ослу и Стокхолму. LTE стандард је од 2010. године у своје системе почео да уводи и амерички провајдер MetroPCS, а исте године на тржишту су се појавили и први смартфони који су подржавали 4G стандард. Очекује се да ускоро системи четврте генерације по питању брзине преноса података испуне спецификацију коју је 2008. године под називом International Mobile Telecommunications Advanced објавио Сектор за радио комуникације Међународне телекомуникационе уније (ITU<sup>64</sup>) - 100 Mbps за кориснике који се крећу великим брзинама и 1 Gbps за статичне кориснике или оне који се крећу малим брзинама.

Четврта генерација мобилне телефоније, без обзира који стандард користи, све сервисе обавља коришћењем IP протокола, тако да је и по питању комуникације гласом (телефонског сервиса) IP телефонија заменила стару комутацију кола.

---

<sup>62</sup> Universal Mobile Telecommunications System

<sup>63</sup> Long Term Evolution

<sup>64</sup> International Telecommunications Union

---

## Кабловска телевизија

Почеци дистрибуције медијског садржаја кроз каблове датирају из 1924. године, када су у неким европским градовима на тај начин преносени радио програми. Прве кабловске дистрибуције телевизијског сигнала почеле су 1948. године у подручјима у којима је пријем сигнала кроз ваздух био ограничен, најчешће због конфигурације терена. Ту су се подизале велике заједничке антене, од којих се сигнал дистрибуирао кабловима до сваке куће. Оригинално значење скраћенице CATV<sup>65</sup> води порекло од оваквог начина обезбеђивања телевизијског сигнала једној заједници, док је данас синоним за кабловску телевизију (cable television).<sup>[12]</sup>

Док се код класичне телевизије дистрибуција сигнала врши кроз ваздух коришћењем радио-таласа, а пријем се врши преко телевизијске антене прикључене на пријемник, код кабловске телевизије сигнал се преноси кроз коаксијалне каблове или хибридне оптичко-коаксијалне мреже (HFC<sup>66</sup>). Телекомуникациона мрежа која се користи за кабловску телевизију такође се може искористити и за дистрибуцију других сервиса, као што су Интернет, телефонија, видео-надзор итд.

Током осамдесетих година XX века почело је прављење телевизијских програма који су се емитовали искључиво преко канала кабловских оператера, што се одржало до данашњих дана. У ове програме се убрајају бројни телевизијски филмови и телевизијске серије. Такође је дошло и до експанзије прављења програма који су интересантни само локалној заједници и који се емитују само кроз канале локалних провајдера.

Крајем XX и почетком XXI века, тржишна регулатива је измењена јер је пратила развој нових технологија као што је Интернет. Корисницима су понуђени алтернативни сервиси за праћење локалних догађаја и утицај на програме који се емитују.

## Кључни јавни комуникациони системи данас

Развој телекомуникација крајем XX века допринео је да се промени дотадашњи осећај удаљености друге стране коју је појединац имао користећи било који телекомуникациони сервис. Захтеви који су се поставили пред телекомуникационе системе били су да савладају даљину, ма колика она била, и да кориснички сервис, ма који био, пренесу са оригиналним квалитетом. Преласком на дигиталне системе и имплементацијом нових технологија преноса, корисници су у позицији да не могу да препознају да ли се њихов саговорник на фиксном телефону или сервер којем приступају преко Интернета налазе у суседној просторији или на другом континенту. За реализацију ових захтева посебан проблем представљају приступне мреже до крајњих корисника, које и даље у великој мери немају потребан капацитет и намећу коришћење аналогних система, чиме ограничавају корисничке сервисе.

---

<sup>65</sup> Оригинално Community Access Television или Community Antenna Television

<sup>66</sup> Hybrid Fibre Coaxial

Како би се истакла нова филозофија у креирању корисничких сервиса, мора се направити разлика између система који служе за телекомуникациони пренос и самих сервиса, па се термин телекомуникациони системи односи на системе преноса у ужем смислу, док се за цео систем, који обухвата и телекомуникациони систем и кориснички сервис употребљава термин комуникациони систем, који ће се користити у даљем тексту.

У последње време, на тржишту се појавило више комуникационих система који корисницима нуде различите могућности, а пре свега омогућавају приступ мултимедијалним и интерактивним садржајима, односно омогућавају истовремени пренос говора, слике (видео) и података. Да би овакве могућности могле да се остваре неопходно је корисницима обезбедити такозвани широкопојасни приступ. Појам „широкопојасни приступ“ није једнозначно дефинисан као одређени проток у битима по секунди, већ зависи од типа конекције, врсте сервиса и тренутних технолошких могућности и понуде провајдера.

У свом изворном облику, овај термин је означавао перманентни приступ Интернету брзинама већим од традиционалног приступа преко телефонских модема (dial-up), који су дозвољавали проток до максималних 56 kbps (без техника хардверске компресије). У време када је приступ Интернету за кућне кориснике био могућ једино употребом стандардне телефонске инфраструктуре и телефонских модема, није било могуће остваривати напредне сервисе који су захтевали пренос веће количине података (као што су слушање музике, гледање филмова, играње мрежних игрица итд.), а постојао је и проблем што када је корисник на Интернету – телефонска линија је била заузета и нису се могли остваривати ни одлазни ни долазни телефонски позиви.

Из овог, а још више из разлога остваривања могућности за реализацију нових, напреднијих сервиса, повећању брзине комуникације корисника посветиле су се многе институције и компаније. Из тих напора проистекле су многе технологије, од којих су неке користиле постојећу, а друге се определиле за потпуно нову телекомуникациону инфраструктуру. Данас је у комерцијалној употреби више различитих система који превазилазе проблеме које су корисници имали са старом приступном мрежом и омогућавају им комотан и ефикасан рад.

## **Технологије за дистрибуцију широкопојасног приступа**

Технологије које се користе за дистрибуцију комуникационих сервиса могу се поделити на кабловске (сигнали се преносе електрично или оптички) и бежичне (сигнали се преносе у радио спектру). Које технологија ће се применити у одређеној ситуацији зависи од типа сервиса, карактеристике терминалне опреме, локације корисника, цене и исплативости постављања. Технологије се могу и комбиновати како би се сервис обезбедио кориснику.

## Кабловске технологије

Најзаступљеније кабловске технологије за дистрибуцију комуникационих сервиса који захтевају широкопојасни приступ су:

- пренос преко телефонских бакарних парица коришћењем xDSL модема,
- пренос преко коаксијалних каблова коришћењем кабловских модема,
- пренос преко енергетских каблова коришћењем модема за енергетске инсталације,
- пренос преко оптичких влакана.

Дигитална претплатничка линија преко телефонских бакарних парица (xDSL<sup>67</sup>) представља фамилију модемских стандарда развијених да подрже веће брзине преноса до крајњег корисника преко постојећих телефонских линија. Слово x у скраћеници означава варијанту модема, а која ће се варијанта применити зависи од типа сервиса који се жели. Постоји неколико основних варијанти:

- HDSL<sup>68</sup> омогућује кориснику протоке до 2 Mbps у оба смера преко две бакарне парице на даљинама до 5 km,
- SHDSL<sup>69</sup> ради преко једне или две бакарне парице на дистанцама до 4 km и прилагођава брзину протока карактеристикама линије, у границама од 192 kbps до 2,3 Mbps по парици,
- ADSL<sup>70</sup> је тренутно најзаступљенија технологија за широкопојасни приступ, а карактеристична је по томе да је омогућени проток знатно већи приликом преузимања (downstream) него приликом слања података (upstream); за пренос се користи једна парица и омогућен је максимални проток од 9 Mbps, али брзина протока пада што је растојање веће (на удаљености од 5,5 km проток је 2 Mbps),
- ADSL2 и ADSL2+ су побољшане верзије ADSL-а и омогућавају протоке до 13,5 Mbps односно 25 Mbps (респективно) на удаљеностима до 2 km,
- VDSL<sup>71</sup> омогућава протоке до 52 Mbps, али на растојањима до свега 300 m,
- VDSL2 подржава асиметричан и симетричан пренос по упреденим парицама са протоцима до 200 Mbps на кратким релацијама, али проток брзо опада са растојањем (100 Mbps на 500 m, 50 Mbps на 1 km, а на растојањима већим од 1,5 km понаша се као ADSL2+).

Кабловски модеми се користе како би се обезбедио широкопојасни приступ Интернету корисницима кабловске телевизије. Ови уређаји служе да модулишу пакете из корисничког рачунара или LAN мреже у сигнал погодан за пренос инфраструктуром система кабловске телевизије, односно да сигнале из система демодулишу у Етернет пакете. У том смислу, кабловски модеми су

---

<sup>67</sup> Digital Subscribers Line

<sup>68</sup> High data rate DSL

<sup>69</sup> Symmetric High data rate DSL

<sup>70</sup> Assymetric DSL

<sup>71</sup> Very high data rate DSL

---

бриц уређаји јер повезују мреже различитих топологија и раде на првом (Physical) и другом (Data Link) слоју OSI модела, али како су IP адресабилни, подржавају и функције виших нивоа. Да би се обезбедио истовремени пренос података и телевизијског сигнала често се користе кабловско-дистрибутивни системи на бази HFC технологије која комбинује коаксијалне и оптичке каблове као медиј преноса или RFoG<sup>72</sup> технологије код које је коаксијални део HFC мреже замењен пасивном оптичком мрежом. Корисници који користе кабловске модеме имају дељени приступ ресурсима, тако да проток на страни крајњег корисника зависи од броја активних корисника. Максималан проток који корисници могу имати је 20 Mbps.

Дигитална претплатничка линија преко енергетских каблова (PDSL<sup>73</sup>) користи мрежу постојећих електроенергетских дистрибутивних каблова за дистрибуцију широкопојасног приступа до крајњег корисника. С обзиром да је приступ електроенергетском напајању по дефиницији обезбеђен у свим просторијама, овај систем омогућује и једноставно подизање малих локалних мрежа (LAN<sup>74</sup>) код корисника, без потребе за додатним каблирањем. Брзине приступа коришћењем ове технологије су упоредиве са брзинама које се остварују коришћењем xDSL и кабловских модема.

Најбржи проток на највећим растојањима остварује се оптичким кабловима. У овим кабловима је слабљење мало, тако да се могу користити на раздаљинама од неколико стотина километара без потребе за појачавањем сигнала, па се из тог разлога употребљавају за најзахтевније, али и све друге телекомуникационе правце. Брзине преноса се крећу и до више терабита по секунди, а коришћењем технике мултиплексирања по таласним дужинама (WDM<sup>75</sup>) могу бити вишеструко веће. Међутим, услед добрих карактеристика и смањене цене, оптички каблови се у последње време све више постављају и према крајњим корисницима. Према локацији оптичког завршетка разликују се следећи типови веза:

- FTTH<sup>76</sup> - оптички завршетак је код крајњег корисника,
- FTTB<sup>77</sup> - оптички завршетак је у оптичком разводном орману у згради,
- FTTC<sup>78</sup> - оптички завршетак је у уличном изводу кабловске мреже,
- FTTN<sup>79</sup> - оптички завршетак је у оптичком чвору.

### Бежичне технологије

Услуге се корисницима могу дистрибуирати и без каблова, коришћењем неке од бежичних технологија. Која технологија ће се применити зависи од неколико фактора: да ли је корисник на фиксној локацији или је мобилан,

---

<sup>72</sup> Radio Frequency over Glass

<sup>73</sup> Power-line DSL

<sup>74</sup> Local Area Network

<sup>75</sup> Wavelength Division Multiplexing

<sup>76</sup> Fibre To The Home

<sup>77</sup> Fibre To The Building

<sup>78</sup> Fibre To The Curb

<sup>79</sup> Fibre To The Node

---

колика брзина преноса је потребна, који сервиси су одговарајући за географску локацију корисника, који системи су на располагању или доступни за реализацију, колика је цена успостављања и коришћења сервиса. Најзаступљеније бежичне технологије за дистрибуцију комуникационих сервиса су:

- WiMax,
- друга генерација мобилне телефоније (GSM ),
- трећа генерација мобилне телефоније (UMTS),
- четврта генерација мобилне телефоније (LTE),
- системи са фиксним сателитским приступом,
- бежичне локалне мреже (WLAN<sup>80</sup>).

WiMax технологија омогућава теоретске протоке до 70 Mbps на даљинама до 100 km. У реалним условима, ова технологија у руралним подручјима омогућава протоке до 10 Mbps на 10 km, а у урбаним подручјима до 10 Mbps на 2 km.

Друга генерација мобилног бежичног приступа преко GPRS и EDGE технологија омогућава приступ Интернету брзинама до 114 kbps (GPRS) односно до 384 kbps (EDGE).

Трећа генерација мобилне телефоније пројектована је за протоке до 2 Mbps и по томе се уклапа у критеријуме за мреже широкопојасног приступа.

Максималан проток у мрежама четврте генерације мобилне телефоније (LTE) биће до 1 Gbps. LTE технологија се у потпуности ослања на IP транспорт, а посебна пажња при креирању технологије обраћена је на економичност у миграцији са 3G и на подршку мобилности у хетерогеним мрежама.

Системи који подржавају фиксни сателитски приступ користе сателите на ниским (LEO<sup>81</sup>), средњим (MEO<sup>82</sup>) и геостационарним (GEO<sup>83</sup>) орбитама. Протоци се крећу од 144 kbps до 10 Mbps, али зависе и од положаја корисника на земљи у односу на сателит са којим се комуницира, као и од временских прилика (у екстремним временским приликама комуникација је немогућа). Приступ преко ових система је скуп и погодан је само за подручја у којима су друге технологије недоступне или је њихова изградња неекономична.

Бежичне локалне мреже су се раније правиле само као локалне рачунарске мреже како би се избегло постављање каблова у објектима, али се сада користе и за приступ Интернету, замењујући кабловску мрежу у ономе што се зове „последња миља“. Називају се и Wi-Fi (Wireless Fidelity) мреже, омогућавају проток до 54 Mbps на даљинама до 100 m и веома су једноставне и јефтине за

---

<sup>80</sup> Wireless Local Area Network

<sup>81</sup> Low Earth Orbit

<sup>82</sup> Medium Earth Orbit

<sup>83</sup> Geostationary Earth Orbit

постављање ради обезбеђивања приступа Интернету у хотелима, кафићима, конгресним центрима, градским парковима или на аеродромима.

### **Обезбеђење широкопојасног приступа**

Узимајући у обзир доступне технологије и стање на тржишту, у овом тренутку може се усвојити став да ускопојасни приступ Интернету подразумева dial up приступ преко стандардне телефонске линије и аналогног модема, преко ISDN<sup>84</sup> линије, преко xDSL модема брзинама мањим од 4 Mbps или преко мобилног телефона брзинама мањим од 512 kbps (CDMA 1x ver. 0, GPRS, WAP). Фиксни широкопојасни приступ односи се на технологије преноса брзинама од најмање 4 Mbps у једном или оба смера, као што су xDSL модеми, кабловски модеми, директна конекција преко оптичких влакана или електроенергетске мреже, WiMax и разне друге жичне и бежичне конекције. Мобилни широкопојасни приступ односи се на приступ интернету мобилним уређајима (мобилним телефонима, лаптоповима, таблетима или другим уређајима који имају могућност да остваре приступ мобилној мрежи) брзинама од најмање 512 kbps у једном или оба смера, путем технологија као што су широкопојасни CDMA (W-CDMA односно UMTS, HSDPA и HSUPA, CDMA2000 1xEV-DO и CDMA2000 1xEV-DV).

Према брзини протока можемо дефинисати три класе широкопојасног приступа:

- I класа подразумева протоке веће од 512 kbps у случају мобилног широкопојасног приступа, односно од 4 до 100 Mbps у случају приступа у фиксној мрежи,
- II класа подразумева протоке од 100 Mbps до 1 Gbps,
- III класа подразумева протоке преко 1 Gbps.

У Америци, бригу о широкопојасном приступу преузела је Федерална комисија за комуникације (FCC). Између осталог, задатак Комисије је да прати понуду на тржишту, тестира брзине протока које провајдери остварују ка корисницима и упоређује их са рекламираним, анализира свеукупно стање, предлаже мере и дефинише циљеве. На основу обавеза проистеклих из Закона о обнови и реинвестирању из 2009. године, Федерална комисија за комуникације је 2010. године у сарадњи са Националном телекомуникационом и информационом администрацијом (NTIA<sup>85</sup>) израдила Национални широкопојасни план, са циљем да се усмере активности ради обезбеђивања широкопојасног приступа за све грађане САД. Овај План препоручује да се максимизација доступности и коришћења широкопојасног приступа третира као национални приоритет, а један од циљева је да се за најмање 100 милиона домова у Америци обезбеди приступ од 100 Mbps приликом преузимања и 50 Mbps приликом слања података до 2020. године, као и да се за владине објекте, школе, болнице и друге установе од јавног значаја обезбеди проток од минимум 1 Gbps.<sup>[15]</sup>

---

<sup>84</sup> Integrated Service Digital Network

<sup>85</sup> National Telecommunications and Information Administration

---

Распрострањеност широкопојасног приступа представља основ за напредне сервисе као што су приступ органима државне администрације (*e-government*), учење на даљину (*e-learning*), услуге из области медицине (*e-health*), трговина и плаћање са удаљених места (*e-commerce*), побољшавање јавне и националне безбедности итд.

Приступ органима државне управе преко Интернета или електронска управа (*e-government*) обезбеђује грађанима и привреди једноставније и брже обављање послова пред органима државне управе. Доступност и лакоћа приступа неопходним информацијама и обрасцима, испуњавање обавеза према држави без изласка из стана или канцеларије и чекања у редовима, аутоматизација многих процеса и избегавање посредника у виду државног службеника доводе до поједностављења администрације за резиденцијалне кориснике и правна лица, повећање транспарентности и одговорности, а самим тим и смањење корупције у свим сегментима јавне управе.

Образовање на даљину (*e-learning*) има ефекат да образовање и знање постају доступни свима са новим садржајима и методама рада. На овај начин могу се заобићи многа ограничења, пре свих географске и финансијске природе.

Медицина на даљину (*e-health* или *telehealth*) својим апликацијама омогућава пружање основних медицинских услуга без потребе за физичком посетом лекару. Свим корисницима пружа могућност добијања брзих и квалитетних услуга, док становницима руралних подручја омогућава доступност истих медицинских експертиза као и онима у урбаним подручјима.

Електронска трговина (*e-commerce*) се примарно састоји од дистрибуирања, куповине, продаје, маркетинга и сервисирања производа и услуга путем електронских система као што је Интернет. Такође укључује и електронски трансфер новца, управљање ланцем снабдевања, електронски маркетинг, електронску размену података и аутоматске системе за сакупљање података. Овим сервисом се са било ког места на свету може приступити регионалном, националном или светском тржишту.

Широкопојасни приступ омогућује праћење удаљених безбедносних система, као и поједностављен контакт грађана са службама које се баве јавном и националном безбедношћу. Такође, са једног места може се истовремено веома великом броју грађана упутити важна информација, на пример о пожару или некој другој врсти опасности, која на све адресе стиже готово тренутно.

За све ове сервисе, а посебно електронску трговину, природно је да се развијају прихватањем њихових очигледних предности од стране корисника. Али прихватање и употреба у великој мери зависи од поверења у безбедност електронске комуникације, што се пре свега односи на заштиту података и информација које се размењују, заштиту приватности и заштиту интелектуалне својине.

## **Јавни комуникациони системи**

Најзначајнији јавни комуникациони системи данас су Интернет, мобилна телефонија, фиксна телефонија и кабловска телевизија.

### **Интернет**

У данашње време Интернет је саставни и незаменљиви сегмент свих односа у друштву, као и један од важних чинилаца економског раста и напретка. Различите студије спроведене последњих година показале су да повећање броја широкопојасних прикључака директно утиче на повећање бруто друштвеног прихода. Како би се искористиле све могућности које пружају нове дигиталне технологије оличене у коришћењу Интернета, неопходно је да се свим грађанима и привреди омогући једноставан приступ телекомуникационој инфраструктури обезбеди потребна брзина протока по повољној цени.

Интернет се може најкраће описати као глобална мрежа која повезује милијарде уређаја и омогућује комуникацију између њих коришћењем сета протокола под заједничким именом TCP/IP<sup>86</sup>. Првобитни основни захтеви за брзим приступом информацијама без неопходности познавања њихове географске локације и једноставне комуникације између корисника без обзира где се налазе задржани су и данас кроз, сада већ традиционалне, сервисе као што су WWW<sup>87</sup> и електронска пошта. Међутим, временом су се развили многи нови сервиси, а чак и традиционални системи комуникације добили су своје пандане у технологијама које су све више у употреби на Интернету.

### **Управљање сервисима**

Интернет нема централни управљачки орган, већ свака мрежа која чини Интернет или је на њега повезана поставља сопствене стандарде. Међутим, да на мрежи не би долазило до колизија узрокованих истим именима или адресама, успостављена је организација под именом Интернет корпорација за додељена имена и бројеве (ICANN<sup>88</sup>) која управља додељивањем назива домена и IP адреса. ICANN има надлежност да координира додељивање јединствених идентификатора, као што су имена домена, IP адресе, адресе портова који се користе у транспортним протоколима и многи други параметри. Међутим, за саму основу (root) Интернета ICANN нема овлашћења, него је надлежност над управљањем овим делом мреже задржала Влада САД.

Поред ICANN, постоји и Радна група за инжењеринг Интернета (IETF<sup>89</sup>), непрофитна организација која се бави техничком подршком и стандардизацијом најосновнијих протокола. Ради разматрања било којег аспекта архитектуре Интернета, IETF формира и води радне групе које су

---

<sup>86</sup> Transport Control Protocol/Internet Protocol

<sup>87</sup> World Wide Web

<sup>88</sup> Internet Corporation for Assigned Names and Numbers

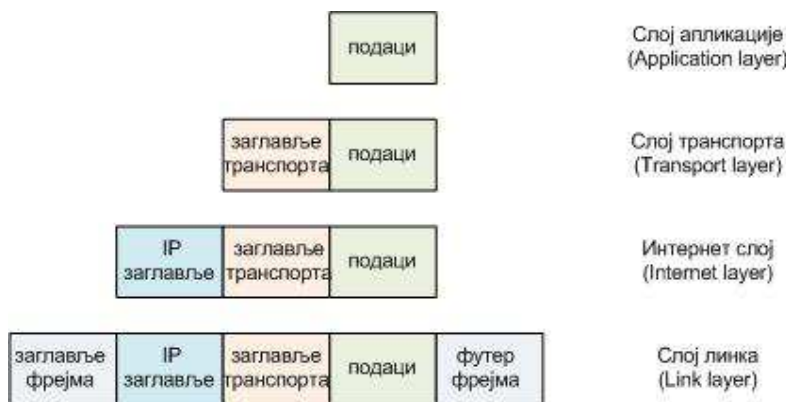
<sup>89</sup> Internet Engineering Task Force

---

отворене за сваког појединца. Дискусије које су се водиле у оквиру радних група и коначни стандарди или закључци који су произашли из рада радних група јавно се објављују под именом Захтеви за коментар (RFC) и доступни су на страници IETF. Већина ових докумената су информативне, експерименталне, историјске или практичне природе, док је део докумената који стандардизују суштинске протоколе и методе посебно издвојен и чини збирку која носи назив Интернет стандарди. Први сет Интернет протокола којим је представљен концепт повезивања TCP/IP мрежа објављен је 1982. године.

## Технологија

Када кориснички податак треба да се пренесе кроз Интернет, сваки слој из сета IP протокола додаје своје заглавље и тако обједињени пакет предаје следећем слоју. На последњем, линк слоју, податак се коначно формира за пренос и предаје хардверском систему који га транспортује према задатој дестинацији. На путу до задате дестинације пакет може пролазити кроз више међустаница, које скидају заглавље линк слоја (које се односило на последњи линк) и постављају ново (које се односи на следећи линк) и, евентуално, проверавају заглавље интернет слоја. На крајњој дестинацији сва заглавља се скидају обрнутим редоследом и на крају остаје само оригинални кориснички податак.



Слика 1: Интернет модел

Интернет стандарди описују оквир познат као сет Интернет протокола. По овом моделу архитектуре, систем је подељен на слојеве који комуницирају између себе по дефинисаним протоколима. На врху се налази слој апликације у којем се формирају специфични подаци из апликација. Испод овог слоја налази се слој транспорта у којем се подаци добијени од слоја апликације обрађују тако да се припреме за пренос, односно на пријемној страни рекомбинују да буду прихватљиви за употребу у одговарајућој апликацији. Следећи је интернет слој који додаје IP адресе помоћу којих уређаји могу да се идентификују и лоцирају. На дну се налази слој линка који омогућује повезивање између уређаја на самом мрежном линку који додаје податке

специфичне за тип конекције. Овај модел је познат и под називом TCP/IP и по својој суштини представља делимично сублимирани OSI<sup>90</sup> модел.

Најистакнутија компонента овог модела свакако је Интернет протокол који прописује систем адресирања на Интернету помоћу IP адреса. Данас је најчешће у употреби верзија 4 овог протокола (IPv4), која се користила од самог почетка рада Интернета. Структура адресе је конципирана тако да дозвољава максимално  $4.3 \cdot 10^9$  адреса, што је у време када је протокол писан очигледно сматрано за недостижан број. Међутим, тренд раста мреже убрзо је показао да ће све адресе бити расподељене (што се догодило 2011. године), па је средином деведесетих година осмишљена верзија 6 протокола (IPv6) која је све више у употреби како се смањивао број расположивих IPv4 адреса. Ове две верзије протокола нису интероперабилне, тако да у овом тренутку на инфраструктури Интернета практично коегзистирају два система (ипак, са могућношћу да се уз помоћ транслятора са једног уређаја приступа свим уређајима на мрежи, без обзира коју верзију адресе користе).



Слика 2: Мрежна хијерархија Интернета

Мрежна хијерархија Интернета састоји се из неколико типова мрежа. На врху хијерархије рутирања налази се петнаестак међусобно повезаних мрежа првог нивоа (Tier 1), које су власништво великих телекомуникационих компанија и између којих се саобраћај размењује без наплаћивања. Скуп ових мрежа може се, у суштини, назвати глобалним Интернетом. Мреже првог нивоа, по правилу, имају мали број конекција према другим мрежама, и то само према другим мрежама првог нивоа и према веома великим мрежама другог нивоа, којима наплаћују саобраћај. Мреже другог нивоа (Tier 2) прикупљају Интернет саобраћај од провајдера Интернета и повезују њихове мреже са глобалним

<sup>90</sup> Open Systems Interconnection

Интернетом, али за саобраћај са глобалним Интернетом плаћају надокнаду, док између себе могу бити међусобно директно повезане (са или без надокнаде, у зависности од договора), или се физичка повезаност може остваривати посредно, преко треће стране (IXP<sup>91</sup>). Мреже трећег нивоа (Tier 3) у сваком случају плаћају саобраћај према другим мрежама.

Компјутери и рутери користе табеле рутирања да би усмеравали IP пакете према уређајима који су на њих повезани. Табеле се могу уносити ручно или се креирају аутоматски коришћењем DHCP<sup>92</sup>, BGP<sup>93</sup> или неког другог протокола.

### **Комуникациони сервиси на Интернету**

Електронска пошта је један од најважнијих комуникационих сервиса на Интернету. Сервис је настао као електронска верзија старог начина комуникације писмима, при чему су додате нове могућности као што је додавање слика и фајлова, истовремено слање на више адреса итд.

Интернет телефонија је сервис који омогућује бесплатно или јефтино телефонирање преко Интернета, што је од посебног значаја за кориснике који имају потребу за честим међународним или међуконтиненталним позивима. За кориснике који имају сталан приступ Интернету, ова врста сервиса може да послужи као замена за традиционалну телефонију, а могуће је помоћу апликације за Интернет телефонију позвати одређени телефонски број из јавне мреже и обрнуто.

Многи емитери радио и телевизијског програма постављају на Интернет могућност да се, коришћењем сервиса под називом Стриминг медија, директно приступа програму. При томе, корисници имају могућности које иначе немају при праћењу програма на традиционалан начин, као што су преглед програма, одложено праћење, поновљено слушање/гледање, избор програма итд. Овакав начин емитовања посебно одговара емитерима који немају лиценце за коришћење радио-фреквенција.

### **Мобилне комуникације**

Најраспрострањенији међународни стандард за дигиталне мобилне комуникације је свакако GSM, који се највише користи за пренос говора и кратких текстуалних порука (SMS). Примењује се у скоро свим земљама света и прилагођен је преносу гласа. Мреже које користе овај стандард припадају мрежама друге генерације (2G).

Унапређење овог стандарда представља стандард GPRS<sup>94</sup> који омогућава пакетски пренос података кроз мобилну мрежу. Коришћењем овог стандарда може се остварити приступ Интернету или другим пакетским мрежама брзинама до 114 kbps, при чему је време приступа знатно краће него кроз GSM

---

<sup>91</sup> Internet eXchange Point

<sup>92</sup> Dynamic Host Configuration Protocol

<sup>93</sup> Border Gateway Protocol

<sup>94</sup> General Packet Radio Service

мрежу. Још веће повећање брзине протока кроз GSM мрежу постиже се коришћењем EDGE<sup>95</sup> стандарда, код којег се примењује други тип модулације сигнала у бежичном делу мреже. Максимална теоретска брзина преноса података износи 384 kbps приликом преузимања (download) и до 88 kbps приликом слања (upload). Ове брзине преноса задовољавају захтеве постављене стандардом ITU IMT-2000, па се из тог разлога овај стандард у неким круговима сматра стандардом треће генерације мобилне телефоније. Међутим, овај стандард се најчешће посматра као прелазак између друге и треће генерације и означава као 2.5G.

У мобилним мрежама треће генерације (3G) подаци се преносе по стандарду UMTS који је, уз GSM, најраспрострањенији систем јавне мобилне телефоније. Осим преноса говора и порука, ова технологија омогућава и успостављање видео-позива и брзи пренос података помоћу WCDMA<sup>96</sup> технике приступа. Стандард је израдила и одржава га група 3GPP<sup>97</sup>. UMTS је компонента у сету стандарда IMT-2000 Међународне телекомуникационе уније (ITU) и упоредив је са одговарајућим стандардом из сета CDMA2000. Стандард UMTS обухвата спецификацију комплетне мреже, што укључује приступну мрежу у радио делу (UTRAN<sup>98</sup>), транспортну мрежу (MAP<sup>99</sup>) и фамилију протокола преузетих из GSM стандарда намењених говорној комуникацији, укључујући аутентификацију корисника коришћењем SIM картица.

Од 2006. године започела је надоградња UMTS мрежа са технологијом HSDPA<sup>100</sup>, која омогућава брзину преноса до 21 Mbps приликом преузимања података, због чега се сматра да је ово једна од технологија које су на преласку између треће и четврте генерације мобилне телефоније (што се често означава као 3.5G). За слање података надоградња је технологија HSUPA<sup>101</sup>. Када се у UMTS мрежу имплементира технологија HSPA<sup>102</sup>, код које се користи исти фреквенцијски спектар као и мрежа за пренос говора, теоријске брзине преноса података су до 42 Mbps приликом преузимања и до 5.76 Mbps приликом слања. У плану је прелазак на четврту генерацију мобилне телефоније са брзинама преноса од 100 Mbps приликом преузимања и 50 Mbps приликом слања, коришћењем нове генерације технологије у ваздушном интерфејсу базиране на ортогоналном мултиплексирању по фреквенцијама (orthogonal frequency-division multiplexing).

---

<sup>95</sup> Enhanced Data-rates for Global Evolution или Enhanced Data for GSM Evolution; обе верзије објашњења скраћенице постоје у документима Европског института за телекомуникационе стандарде (ETSI)

<sup>96</sup> Wideband Code Division Multiple Access

<sup>97</sup> 3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project

<sup>98</sup> UMTS Terrestrial Radio Access Network

<sup>99</sup> Mobile Application Part

<sup>100</sup> High Speed Downlink Packet Access

<sup>101</sup> High Speed Uplink Packet Access

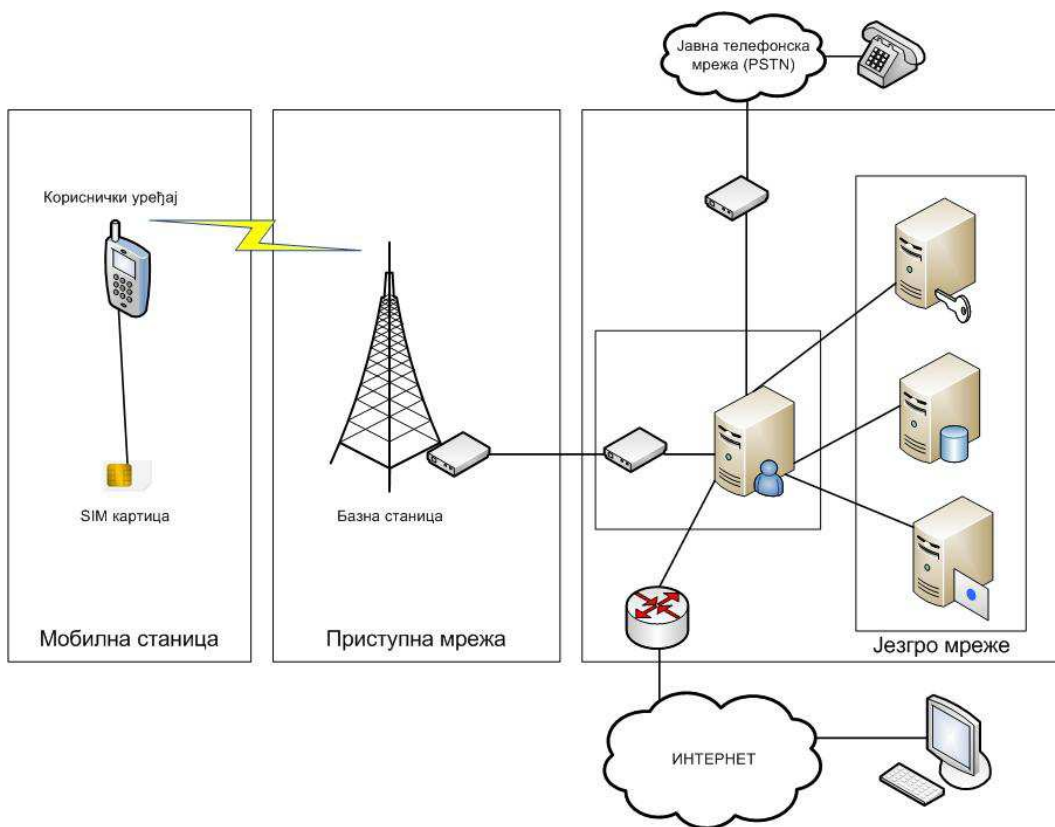
<sup>102</sup> evolved High Speed Packet Access

---

## Технологија

Мобилни телефони размењују сигнале са ћелијским сајтовима који се састоје од базних станица и микроталасних антена. Базне станице преко антена покривају сигналом одређену територију, која се зове зона покривања или ћелија. Да би зона покривања била што већа, антене се постављају на узвишење, зграду или стуб. Све базне станице су неком врстом линкова (који сви заједно чине комуникациону мрежу система мобилне телефоније) повезане са неким од централних свичева (центра) мобилне телефоније.

Када се мобилни уређај (мобилни телефон, таблет, лаптоп са 3G модемом и сл.) укључи, он преко базне станице пошаље своје јединствене податке централном свичу и региструје се као активан корисник. На овај начин централни свич зна у зони које базне станице се налази корисник и у стању је да му проследи долазни телефонски позив. Мобилни уређај све време ослушкује сигнале који долазе од базних станица које га окружују и мери најјачи сигнал. Када се покаже да је сигнал неке друге базне станице одређени временски период доминантан, та базна станица преузме комуникацију са мобилним уређајем без прекидања текућег разговора.



Слика 3: Структура UMTS мреже

Најчешће коришћен ваздушни интерфејс је WCDMA, код којег се користи DS-CDMA метод приступања каналима са паром канала ширине 5 MHz. Оволика

ширина канала је највећа замерка овом интерфејсу, па и препрека да се имплементира у неким државама као што је на пример САД (стандард CDMA2000 који је у употреби у САД користи један или више расположивих канала ширине 1.25 MHz за сваки смер комуникације). Према оригиналној спецификацији, за WCDMA користе се фреквенцијски опсези од 1885 до 2025 MHz за комуникацију од мобилних уређаја ка базним станицама и од 2110 до 2200 MHz за комуникацију од базних станица ка мобилним уређајима.

Друга два ваздушна интерфејса која се користе су TD-CDMA и TD-SCDMA.

Интерфејс корисничког уређаја је састављен од сета RRC<sup>103</sup>, RLC<sup>104</sup> и MAC<sup>105</sup> протокола. RRC протокол је задужен за успостављање и раскидање везе, емитовање системских информација, мерење јачине сигнала, успостављање линка између корисничког уређаја и базне станице, безбедносне мере и одлуке о преузимању. RLC протокол је одговоран за исправљање грешака и контролу протока. MAC протокол води рачуна о планирању слања и преузимања података са ваздушног интерфејса.

Безбедносне мере укључују две компоненте: интегритет и криптовање. Интегритет обезбеђује да у ваздушном интерфејсу не дође до измене података које је послала једна страна, док криптовање обезбеђује да неко ко је пресрео комуникацију не може да је разуме.

Транспортна мрежа је иста и за UMTS и за GSM стандард, што је у одређеној мери провајдерима олакшало миграцију са претходне генерације мобилне телефоније. Језгро мреже могу чинити различите мреже, на пример Интернет.

### Стандардизација мобилне телефоније

У групи 3GPP заједнички ради шест организација које се баве развојем телекомуникационих стандарда: ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TTA и TTC. У оквиру 3GPP групе раде четири групе чији је задатак израда техничких спецификација (TSG<sup>106</sup>): RAN<sup>107</sup>, SA<sup>108</sup>, CT<sup>109</sup> и GERAN<sup>110</sup>. Свака од TSG група састоји се од неколико радних група, које се састају четири до шест пута годишње.

У групи 3GPP први пут је почео да се употребљава термин UMTS који је ова група и развила и који представља заједнички назив за трећу генерацију радио технологија. Спецификација за приступ у радио делу омогућена је за варијанте дуплексне комуникације мултиплексиране по фреквенцији (FDD<sup>111</sup>) и по

---

<sup>103</sup> Radio Resource Control

<sup>104</sup> Radio Link Control

<sup>105</sup> Medium Access Control

<sup>106</sup> Technical Specification Group

<sup>107</sup> Radio Access Networks

<sup>108</sup> Service & Systems Aspects

<sup>109</sup> Core Network & Terminals

<sup>110</sup> GSM EDGE Radio Access Networks

<sup>111</sup> Frequency Division Duplex

---

времену (TDD<sup>112</sup>). UMTS укључује оригиналну W-CDMA шему која користи упарене или неупарене канале ширине 5 MHz у глобално договореном опсегу око 2 GHz.

Многе земље света, а посебно у Европи, имају већи број претплатника мобилне телефоније него што имају становника. Укупан број претплатника мобилне телефоније у свету премашио је 6,8 милијарди (према подацима ИТУ из 2013. године), а покривеност становништва сигналом мобилне телефоније премашила је 90%. По порасту броја корисника међу континентима предњачи Африка, у којој је стопа раста тржишта готово дупло већа него у Азији. Појединачно по земљама, највећи раст тржишта има Индија.

### **Фиксна телефонија**

Комуникациони сервис који се у принципијелно неизмењеном облику најдуже одржао, чак од краја XIX века, је фиксна телефонија (POTS<sup>113</sup>). Овај сервис и даље користе резиденцијални и пословни корисници, али се обим његове употребе све више смањује у корист модернијих система (мобилна телефонија, VoIP и разни облици неговорне комуникације који замењују говорну).

Систем који обезбеђује услугу фиксне телефоније назива се јавна комутирана телефонска мрежа (PSTN<sup>114</sup>). Ова мрежа састављена је од повезаних телефонских мрежа свих провајдера услуга фиксне телефоније на свету, омогућавајући на тај начин да било који претплатник било којег провајдера оствари комуникацију са било којим другим претплатником било којег другог провајдера. Такође, мрежа фиксне телефоније повезана је са мрежама мобилне телефоније, чиме је обезбеђен јединствен сервис говорне комуникације.

### **Стандардизација**

Стандарде за техничко функционисање јавне комутиране телефонске мреже дефинисала је Међународна телекомуникациона унија (ITU-T). Ови стандарди омогућавају да се телефонске мреже у различитим земљама повежу тако да прелазак из једне у другу мрежу буде неприметан за корисника. Такође постоји глобални систем за додељивање телефонских бројева дефинисан стандардима E.163 и E.164. Оваква комбинација повезаних мрежа и јединствени план нумерације омогућавају да се са било ког телефона на свету зове било који други.

Ову мрежу чине четири слоја: телефонске централе, телекомуникациона мрежа која повезује телефонске централе, претплатничка петља и кориснички уређаји.

---

<sup>112</sup> Time Division Duplex

<sup>113</sup> Plain Old Telephone Service

<sup>114</sup> Public Switched Telephone Network

---

Без обзира на ограничене могућности, пре свега мали пропусни опсег и недостатак мобилности, фиксна телефонија је и даље у употреби пре свега због своје најбоље особине - доступности сервиса која износи више од 99.999%

У већини земаља формирано је регулаторно тело које надзире пружање телефонских услуга. Ово тело је за свој рад одговорно Влади, а задатак му је да регулише политику цена оператора према корисницима услуга, опште односе између оператора и слично.

### Технологија

Уређај који омогућује вођење разговора двома или више особа које нису довољно близу да могу међусобно да се чују назива се телефон. Овај уређај конвертује звук (пре свега људски глас) у електричне сигнале погодне за пренос преко каблова или других преносних медија на велике даљине, а такође те сигнале претвара у звук разумљив за слушаоца. Реч *телефон* је кованица састављена од грчких речи *тѣлѣ* што значи далеко и *φωνή* што значи глас. Основни елементи телефона су микрофон (предајник), звучник (пријемник), звоно и тастатура за бирање.

Први телефони нису били повезани у мрежу, већ један са другим. Али убрзо су прихваћени принципи који су примењени у постојећим телеграфским мрежама, тако да је сваки телефон повезан на локалну телефонску централу, док су централе међусобно повезиване транковима. Повезивање мрежа се вршило хијерархијски, тако да су више локалних централа у оквиру једног подручја повезиване на централу преко које се остваривало повезивање са другим градовима, градске централе су повезиване на обласну преко које се остваривало повезивање са другим областима, и тако даље до централа које су служиле за повезивање са другим континентима. Централне су подешене да аутоматски повежу два крајња корисника ако су везани директно на њих, а ако нису онда се позив прослеђује хијерархијски вишој централној.

Фиксни телефонски системи преносе и контролне и звучне сигнале преко исте упредене телефонске парице, која се назива телефонска линија. Највећи трошак у формирању телефонске мреже је управо полагање каблова до крајњег корисника, тако да се и долазни и одлазни позиви обављају преко истог пара жица. Пренос сигнала теоретски се може вршити и преко једне жице (први телефони су радили на овај начин, затварајући струјно коло преко земље) или неупреденог пара, али су тада електромагнетне сметње много веће.

Ради аутоматизације процеса бирања уведено је у прво време пулсно бирање, код којег се цифра броја преносила низом пулсева како између претплатника и локалне телефонске централе, тако и између централа. Овај метод касније је унапређен тонским бирањем код којег се користи мултифреквенцијски сигнал за означавање цифре, а већина данашњих телефонских централа користи дигиталну комутацију и дигиталне транкове за међусобну комуникацију (најчешће по протоколу SS7). У претплатничкој петљи и даље се користи аналогна технологија и двожишно повезивање телефонске централе и корисничког апарата као најстарији део телефонске мреже, али су у великој

експанзији још од краја XX века дигитални сервиси као што су xDSL, ISDN, FTTx или кабловски модеми. Да би се типичан телефонски позив пренео од позивајуће до позване стране, аналогни аудио сигнал се семплије ратом од 8 kHz у 8-битној резолуцији коришћењем посебне врсте нелинеарне пулсне модулације познате под именом G.711. Позив се затим преноси кроз телефонску мрежу каналима капацитета 64 kbps (DS0<sup>115</sup>), осмишљеним у Бел Лабораторијама.

Сваки од ових канала чини један временски слот у комуникационим линковима вишег капацитета, који се формирају агрегацијом DS0 канала и мултиплексирањем по временском домену (TDM<sup>116</sup>). Овако добијен сигнал означава се са DS1<sup>117</sup> и може садржати 24 DS0 канала (T1 линија у Северној Америци и Јапану) или 32 DS0 канала, од којих два служе само за сигнализацију (E1 линија у Европи и већини других земаља). Телекомуникациона инфраструктура и уређаји који служе за пренос овако агрегираних канала до телефонске централе називају се заједничким именом приступна мрежа. У приступној мрежи и за комуникацију између централа користе се синхроне технологије преноса као што су SONET или SDH<sup>118</sup> или старије технологије као што је PDH<sup>119</sup>.

## IP телефонија

IP телефонија је у великом успону у последњих нешто мање од десет година и преузима позиције и тржиште које је до тада држала традиционална телефонска мрежа. Код IP телефоније се, за разлику од класичне телефоније, за пренос користи TCP/IP протокол и Интернет или слична мрежа, а уместо класичних телефонских апарата користе се IP телефони.

Овакав систем нуди многе погодности јер је потпуно дигитализован и са много већим преносним капацитетима, па се њиме практично може преносити било која врста дигиталних података. Ако се овакав систем повеже на Интернет преко неке WiFi приступне тачке (којих има све више, са бесплатним приступом), разговор са другим корисником IP телефоније који је повезан на Интернет је практично бесплатан, чиме IP телефонија може да представља конкуренцију мобилној телефонији.

Међутим, класична телефонија у односу на IP телефонију има велику предност јер су класичне телефонске централе опремљене системима за непрекидно напајање који омогућавају коришћење система и у случајевима дужег нестанка електричне енергије, што код IP телефоније није случај. Преко система за непрекидно напајање и класичних телефонских централа напајају се сви телефони са подигнутом слушалицом прикључени на ту централу, док телефони са спуштеном слушалицом немају потрошњу. Код IP телефоније

---

<sup>115</sup> Digital Signal 0

<sup>116</sup> Time Division Multiplexing

<sup>117</sup> Digital Signal 1

<sup>118</sup> Synchronous Digital Hierarchy

<sup>119</sup> Plesiochronous Digital Hierarchy

потребно је обезбедити резервно напајање за сваки уређај или групу уређаја на истој локацији у мрежи. У случају да је било који уређај у ланцу остао без напајања, укључујући крајњи уређај код корисника, комуникација није могућа. Овај недостатак посебно долази до изражаја у ситуацијама када је потребна помоћ услед временских непогода или природних катастрофа, када је електроенергетски систем ван функције. Други проблем код IP телефоније је непостојање фиксне физичке локације, па хитне службе у случају позива могу бити упућене на погрешну адресу. Такође, квалитет чујности је нешто нижи него код класичне телефоније, а треба узети у обзир и да уређаји за IP телефонију праве трошкове потрошње електричне енергије на рачун корисника, што код обичних жичних телефона није био случај.

Квалитет преноса говора у јавним комутираним телефонским мрежама користи се као еталон квалитета за развој TAI-TSB-116 стандарда за квалитет говора у IP телефонији, у смислу одређивања прихватљивог нивоа кашњења и еха.

## **Кабловска телевизија**

### **Технологија**

Кабловска телевизија данас се до корисника најчешће преноси хибридним оптичко-коаксијалним системима (HFC). Код ових система, сигнали TV канала се прво мултиплексирају и од регионалног центра шаљу оптичким кабловима до локалних чворова у којима се сигнал из оптичког претвара у електрични облик. Од ових чворова дистрибуција сигнала до крајњих корисника врши се преко коаксијалних каблова.

Коаксијални каблови се до објеката могу довести закопавањем у земљу или ваздушним путем. Прве инсталације кабловске телевизије у Србији изведене су 1990. године, а масовнија примена почела је неколико година касније. У то време су стамбене зграде рађене без унутрашње инсталације за ову врсту сервиса, тако да су дистрибутери кабловске телевизије, поред кабловског привода до зграде, морали да раде и унутрашњу инсталацију. У данашње време, готово сви грађевински инвеститори одлучују се да инсталацију за кабловску телевизију ураде у фази изградње стамбене зграде, као што се ради телефонска инсталација.

Осим сигнала аналогне телевизије, кабловским системима може се преносити и сигнал дигиталне телевизије, као на пример DVB-T<sup>120</sup>. Да би се на телевизијским пријемницима пратио сигнал дигиталне телевизије неопходно је да имају уграђен одговарајући тјунер, или да провајдер обезбеди екстерни дигитални ресивер (Set Top Box – STB).

Ако је у питању аналогна кабловска телевизија, корисник је у могућности да завршетак кабла, који улази у његов стан, прикључи директно на антенски улаз TV пријемника. Уколико жели да телевизијски програм прати на два или

---

<sup>120</sup> Digital Video Broadcasting Terrestrial

више TV пријемника, корисник може поставити упеђај (splitter) којим ће сигнал поделити на два или више делова.

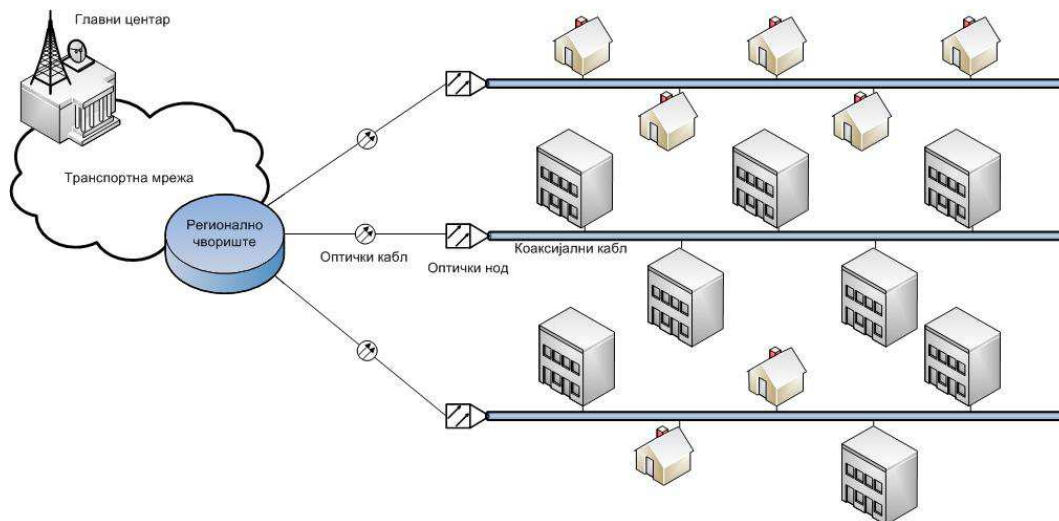
У највећем броју система, одређен број телевизијских канала се до претплатника дистрибуирају коришћењем коаксијалних каблова. Да би сви ови канали могли да се у исто време пренесу кроз један кабл, користи се мултиплексирање по фреквенцијама, тако што се сваки канал транслира у одређену, различиту фреквенцију. Тако сваки канал добија одређен фреквенцијски опсег у којем се преноси, па не постоји преклапање између различитих канала. Избором одговарајућег канала на телевизору или дигиталном ресиверу који смо добили од провајдера ми, у ствари, бирамо фреквенцију са које узимамо сигнал, враћамо га на оригиналну фреквенцију и преносимо га на екран. Док је код старих аналогних система било могуће само дистрибуирати телевизијски сигнал од провајдера према крајњем кориснику, код модерних дигиталних система постоји и комуникација од корисника ка провајдеру. Коаксијални каблови имају капацитет за пренос сигнала у оба смера, а такође и пренос велике количине података. Телевизијски сигнали заузимају само део овог капацитета, а остатак капацитета може се искористити за друге сервисе, чиме су омогућене напредне функције кабловске телевизије, као што су приступ Интернету, кабловска телефонија или наручивање програма. Додатна могућност за провајдере који користе дигиталне системе је и да врше енкрипцију сигнала при преносу до крајњег корисника, чиме спречавају крађу сигнала из приступних каблова која је била технички једноставна и раширена код аналогних система. Сигнали се од провајдера ка кориснику (downstream) обично преносе на фреквенцијама од 50MHz до 1GHz, док се од корисника ка провајдеру (upstream) преносе на фреквенцијама од 5MHz до 42MHz.

За коришћење кабловске телевизије корисници плаћају месечну претплату. Провајдери обично нуде корисницима различите нивое сервиса (односно мање или веће могућности), који су различити по цени.

Провајдери део телевизијских канала примају са комуникационих сателита преко сателитских антена. У чвориштима се овим телевизијским каналима додају сигнали националних телевизијских програма и локалних телевизијских станица, као и одређени комерцијални и информативни канали.

Савремени системи кабловске телевизије покривају велики географски простор, са јединственом организацијом мреже и обично једним центром (чвориштем) из којег се сигнал дистрибуира у цело подручје једног града или чак земље. Највећи број система за дистрибуцију телевизијских сигнала користи хибридную оптичко-коаксијалну мрежу. Ово значи да се сигнал од главног до регионалних центара (чворишта) преноси кроз оптичку транспортну мрежу чиме је обезбеђен довољан преносни капацитет за задовољавање садашњих потреба и за будућа проширења. У главном чворишту се електрични сигнал у којем су сигнали телевизијских канала спаковани по фреквенцијама модулише у светлосни сигнал и шаље кроз оптичка влакна. Светлосни сигнал преко оптичких влакана стиже у регионална чворишта у

којима се демодулише, додају се локални телевизијски канали, поново се модулише у светлосни сигнал, мултиплицира и, опет путем оптичких влакана, шаље до локалних оптичких нодова. У оптичком ноду светлосни сигнал се демодулише назад у електрични сигнал и преко коаксијалних каблова шаље до крајњих корисника.



Слика 4: Дистрибуција кабловске телевизије

Кабловска телевизија је широко распрострањена у Северној Америци, Европи, Аустралији и источној Азији, а нешто мање у Јужној Америци и на Блиском Истоку, док је у Африци овај вид услуге веома мало развијен.

Широкопојасни Интернет се преноси коаксијалним кабловима тако што се подаци из оригиналног формата који постоји на мрежи конвертују (кодирају) помоћу кабловских модема и тако претворе у облик погодан за пренос преко коаксијалних каблова. Код неких старијих система кабловске телевизије постоји проблем са имплементацијом додатних сервиса јер су појачавачи који се налазе дуж трасе коаксијалног кабла унидирекциони, тако да је пренос података у том случају омогућен само у једном смеру (ка корисницима). У овим случајевима, корисници који су желели услугу брзог Интернета преко коаксијалног кабла морали су да користе и телефонске модеме за слање података ка мрежи (upstream). Овај проблем провајдери кабловске телевизије решавају заменом унидирекционих појачавача бидирекционим, за шта не постоје техничка ограничења, већ само финансијски трошак за провајдера.

Довођењем коаксијалног кабла до сваког резиденцијалног корисника превазиђен је проблем са постојањем само једне фиксне комуникационе инфраструктуре за телекомуникационе сервисе – телефонских парица које су оригинално намењене за услуге аналогне телефоније (POTS). Овим је омогућено да многи провајдери кабловске телевизије понуде и услугу кабловске телефоније, која функционише као и постојећи систем фиксне

телефоније. Овај сервис се технички омогућава тако што се на корисниковој локацији инсталира посебан интерфејс који конвертује аналогне сигнале из корисникове кућне инсталације у дигиталне сигнале који се путем коаксијалног кабла шаљу у главни центар провајдера, у којем је систем везан на јавну телефонску мрежу (PSTN). За кабловску телефонију постоје разни стандарди за дигитализацију сигнала и пренос преко коаксијалних каблова, а сматра се да је PacketCable најбољи. Овај стандард настао је по иницијативи фирме CableLabs за стварањем интероперабилног интерфејса, који би омогућио напредне мултимедијале сервисе у реалном времену преко кабловске инфраструктуре. Стандард се базира на IP технологији и омогућава сервисе IP телефоније, мултимедијалне конференције, играње интерактивних игрица итд.

Највећи изазов за кабловску телефонију је обавеза да позиви за хитне службе буду у потпуности реализовани и што ближи квалитету који пружа аналогна телефонија. Највећа предност кабловске телефоније је могућност да, као и код дигиталне кабловске телевизије, подаци буду компресовани и да захтевају мањи пропусни опсег. Друга предност је бољи квалитет гласа и интеграција са VoIP<sup>121</sup> саобраћајем, чиме су омогућени јефтини и неограничени национални и међународни позиви.

Комбинација понуде кабловске телевизије, кабловске телефоније и приступа Интернету у једном пакету зове се заједничким именом triple play, без обзира да ли услугу нуде телекомуникациони или провајдери кабловске телевизије. Ова врста услуге почела је интензивније да се нуди прво у САД 2004. године.

Од недавно, кабловски оператери у САД почели су да нуде и бежичне сервисе својим претплатницима, на пример Optimum WiFi који нуди Cablevision или FiOS<sup>122</sup> који нуди Verizon.

Optimum WiFi мрежа компаније Optimum је скуп од преко 70.000 WiFi конекционих тачака на јавним местима у САД које омогућавају корисницима повезивање на Интернет великим брзинама, упоредивим са повезивањем преко бежичне мреже код куће. Локације конекционих тачака су биране тако да омогуће приступ највећем броју корисника – центри градова, трговински центри, спортска борилишта, железничке станице, ресторани, паркови итд. По подацима провајдера Cablevision, на WiFi мрежу повезано је више од милион њихових претплатника којима је омогућен проток од 15 Mbps при пријему и 5 Mbps при слању података, укључујући телевизијске програме.

Инфраструктура FiOS мреже састоји се од оптичких каблова који су доведени до корисниковог објекта. На овај начин избегнута су уска грла у преносу података и омогућен изузетно велики капацитет преноса. Бежични сервис који нуди провајдер Verizon у ствари су само апликације помоћу којих је омогућен бежични пријем телевизијских програма на специфичне уређаје, као што су iPad, Xbox или Samsung и LG паметни телевизори.

---

<sup>121</sup> Voice Over Internet Protocol

<sup>122</sup> Fiber Optic Service

## **Регулаторни оквир у Европској унији**

Област електронских комуникација је у Европској унији регулисана директивама, одлукама, смерницама и препорукама које доносе Савет Европске уније Европски парламент и Европска комисија.

Регулаторни оквир ЕУ у области широкопојасног приступа чине следећи документи:

- 1) Оквирна Директива - Директива 2002/21/Ес Европског парламента и Савета од 7. марта 2002. на тему заједничког регулаторног оквира за мреже и сервисе електронских комуникација (*Framework Directive - Directive 2002/21/EC Of The European Parliament And Of The Council of 7 March 2002 on a common regulatory framework for electronic communications networks and services*);
- 2) Препорука Европске Комисије о рашчлањивању локалне петље: доношење одредби за пун опсег сервиса електронских комуникација, укључујући широкопојасне мултимедијалне сервисе и интернет високог протока (донешено у документу под бројем C(2000) 1259) (2000/417/EC: *Commission Recommendation of 25 May 2000 on unbundled access to the local loop: enabling the competitive provision of a full range of electronic communications services including broadband multimedia and high-speed Internet (notified under document number C(2000) 1259) (Text with EEA relevance)*);
- 3) Уредба Европске Комисије Европском Савету и Европском Парламенту о рашчлањивању локалне петље (*Regulation (EC) No 2887/2000 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2000 on unbundled access to the local loop*);
- 4) Директива о заштити приватности – Директива 95/46/EC Европског парламента и Савета од 24. октобра 1995. године о заштити појединаца у погледу обраде личних података и слободног кретања истих (*Privacy Directive - Directive 95/46/EC of the European Parliament and of the Council of 24 October 1995 on the protection of individuals with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data*);
- 5) Директива о универзалним услугама – Директива 2002/22/EC Европског парламента и Савета од 7. марта 2002. године о универзалним услугама и правима корисника у погледу мрежа и сервиса електронских комуникација (*Universal Service Directive - Directive 2002/22/EC of the European Parliament and of the Council of 7 March 2002 on universal service and users' rights relating to electronic communications networks and services*);
- 6) Директива о приступу – Директива 2002/19/Ес Европског парламента и Савета од 7. марта 2002. године, о приступу и интерконекцији мрежа електронских комуникација и придружене опреме (*Access Directive –*

*Directive 2002/19/Ec Of The European Parliament And Of The Council of 7 March 2002 on access to, and interconnection of, electronic communications networks and associated facilities);*

- 7) Директива о ауторизацији – Директива 2002/20/Ec Европског парламента и Савета од 7. марта 2002. године, о ауторизацији мрежа и сервиса електронских комуникација (*Authorisation Directive - Directive 2002/20/Ec Of The European Parliament And Of The Council of 7 March 2002 on the authorisation of electronic communications networks and services);*
- 8) Агенда+ за развој информационог друштва у Југоисточној Европи 2007-2012. године Иницијативе Пакта за стабилност Југоисточне Европе и Иницијативе за електронску Југоисточну Европу (eSEE) (*Stability Pact Electronic South Eastern Europe Initiative and Electronic South Eastern Europe Initiative (eSEE) Agenda +, 27 February, 2004);*
- 9) Правилник број 1211/2009 Европског парламента и Европског савета о успостављању Тела европских регулатора за електронске комуникације (BEREC) (*Regulation (EC) No 1211/2009 Of The European Parliament And Of The Council of 25 November 2009 establishing the Body of European Regulators for Electronic Communications (BEREC) and the Office);*
- 10) Директива 2009/136/EC Европског парламента и Европског савета којом се мењају Директива 2002/22/EC о универзалном сервису, Директива 2002/58/EC о коришћењу података о личности и Правилник број 2006/2004 о сарадњи националних органа надлежних за примену прописа о заштити права потрошача (*Directive 2009/136/EC Of The European Parliament And Of The Council of 25 November 2009 amending Directive 2002/22/EC on universal service and users' rights relating to electronic communications networks and services, Directive 2002/58/EC concerning the processing of personal data and the protection of privacy in the electronic communications sector and Regulation (EC) No 2006/2004 on cooperation between national authorities responsible for the enforcement of consumer protection laws);*
- 11) Директива 2009/140/EC Европског парламента и Европског савета којом се мењају Директиве 2002/21/EC о заједничком оквиру, Директиве 2002/19/EC о приступу и међусобном повезивању Директиве 2002/20/EC о издавању одобрења за мреже и услуге (*Directive 2009/140/EC Of The European Parliament And Of The Council of 25 November 2009 amending Directives 2002/21/EC on a common regulatory framework for electronic communications networks and services, 2002/19/EC on access to, and interconnection of, electronic communications networks and associated facilities, and 2002/20/EC on the authorisation of electronic communications networks and services);*
- 12) Препорука Европске комисије 2007/879/EC о релевантним тржиштима на подручју електронских комуникација која су подложна претходној

регулацији (*Commission Recommendation 2007/879/EC of 17 December 2007 on relevant product and service markets within the electronic communications sector susceptible to ex ante regulation in accordance with Directive 2002/21/EC of the European Parliament and of the Council on a common regulatory framework for electronic communications networks and services*);

- 13) Препорука Европске комисије 2010/572/EU о регулисању приступа Приступним мрежама следеће генерације (*Commission Recommendation 2010/572/EU of 20 September 2010 on regulated access to Next Generation Access Networks (NGA)*).

## Стање јавних комуникационих система у Србији

У даљем тексту обрађени су статистички подаци за 2012. годину. У случају да је, по мишљењу аутора, неки статистички податак из ранијих година интересантан ради поређења, истакнут је у тексту.

У Србији је у 2012. години било око 2.990.000 фиксних телефонских линија (око 3.030.000 у 2011. години), око 9.138.000 мобилних корисника (око 10.182.000 у 2011. години), око 5.039.000 фиксних и мобилних претплатника Интернета (око 3.828.000 у 2011. години) и око 1.442.000 претплатника кабловске телевизије (око 1.331.000 у 2011. години).

У 2012. години у Србији је на тржишту електронских комуникација остварен приход од око 1,54 милијарди евра, што је смањење од око 4% у односу на претходну годину (2011. године укупни приходи су били 1,6 милијарди евра, док су 2010. године били око 1,45 милијарди евра). Од овог износа, приходи остварени на тржишту мобилне телефоније износили су око 850 милиона евра, што је 55% од укупних прихода, од пружања Интернет услуга око 148 милиона евра, од пружања фиксних телефонских услуга око 373 милиона евра и од пружања услуга дистрибуције медијских садржаја (дистрибуција кабловске, сателитске и IP телевизије) око 109 милиона евра. Приходи од телекомуникација у укупном бруто друштвеном производу имали су удео од око 5,52% (у 2011. години 5,66%, а у 2010. години 5,59%). Укупне инвестиције у области електронских комуникација у 2012. години износиле су око 232 милиона евра (243 милиона евра у 2011. години), од чега се 112 милиона евра или 49% односи на мобилну телефонију (у 2011. години инвестиције у мобилну телефонију износиле су 138 милиона евра или 57% укупних инвестиција), док су инвестиције у услуге фиксне телефоније износиле око 52 милиона евра, што је смањење од око 6% у односу на 2011. годину и око 33% у односу на 2010. годину.

Према подацима Републичког завода за статистику, у Србији је у 2012. години било 86,9% домаћинстава са фиксним телефонским прикључком, 98,2% домаћинстава поседовало је телевизор, 83,9% домаћинстава имало је бар један мобилни телефон, 55,2% домаћинстава имало је бар један рачунар (било коју врсту - десктоп или лаптоп, али не рачунају се smart мобилни телефони или

PDA уређаји), 44,5% домаћинстава имало је кабловску телевизију, а приступ Интернету (преко фиксне или мобилне мреже) имало је 47,5% домаћинстава (у 2011. години 41,2%). Лаптоп је поседовало 21,4% домаћинстава (у 2011. години 15,5%, а 11,2% у 2010. години). У Србији у 2011. години на 100 становника било је 41,29 фиксних телефонских линија (у 2011. години 42,56) и 126,19 претплатника мобилне телефоније (у 2011. години 142,99). Мобилни телефон користи 85,8% грађана Србије. Чак 38,9% грађана Србије никад није користило рачунар, а 48,4% никад није користило Интернет (у 2011. години 53%).

За приступ Интернету, десктоп рачунар користило је 84,8% домаћинстава, 35,4% домаћинстава користило је лаптоп рачунар, а 37,2% домаћинстава мобилни телефон, док је неком другом врстом уређаја (играчке конзоле, паметни телевизори, ручни рачунари) Интернету приступало нешто преко 3% домаћинстава (анализирајући податке за претходне две године може се приметити да на овом плану долази до одређених промена, јер је 2010. године за приступ Интернету 91,1% домаћинстава користило десктоп рачунар, 19,3% лаптоп, 21,8% мобилни телефон и мање од 2% другим уређајима, док је 2011. године десктоп рачунар за исту намену користило 88,7%, лаптоп 27,8%, мобилни телефон 15,7% и друге уређаје мање од 2% домаћинстава).

Од укупног броја домаћинстава која имају конекцију на Интернет, 51% поседују ADSL прикључак, 31% кабловски модем, 24,4% могу се повезати преко WAP или GPRS конекције, а модемску конекцију има 1,4% домаћинстава (у 2011. години 7,8%, а у 2010. години 17,5%). Укупно гледајући, широкопојасни приступ има 38% домаћинстава у Србији (2011. године 31%).

Рачунар је у Србији бар једном у последња 3 месеца користило 55% (од којих 80% рачунар користи сваког или скоро сваког дана), а Интернету је у истом периоду приступало 48,4% становништва (у 2011. години 42,2%), од којих 77,3% сваког или скоро сваког дана. Највише корисника је у 2012. години Интернет користило за тражење информација о роби или услугама (72,5%), затим за учешће у професионалним мрежама, на пример ради слања порука или креирања профила (71,6%), читање online вести (68,2%), учешће у друштвеним мрежама као што су Twitter или Facebook (66,2%), играње игрица или скидање игрица, музике, филмова или других забавних садржаја (60,7%), слушање радија или гледање ТВ преко Web сервиса (50,0%), обављање телефонских и видео позива (48,6%). У 2011. години, највише корисника је Интернет користило за учешће у друштвеним мрежама као што су Twitter или Facebook (69,8%), затим за учешће у професионалним мрежама (68,6%), коришћење услуга које се односе на путовања и смештај (67,2%), тражење информација које се односе на образовање и курсеве (65,4%), обављање телефонских и видео позива (64%), читање online вести (63,7%), вршење електронских плаћања (63,2%), куповину или продају роба или услуга (59,2%), док није било података који проценат корисника је приступ Интернету користио за играње игрица или скидање музике, филмова, других забавних садржаја и свих других врста података.

Према подацима из 2011. године (у 2012. години ова питања нису била обухваћена анкетом), рачунар се највише користи у кући (92,9%), на послу (22,3%) и у образовној установи (8,9%). Од појединаца који су приступали Интернету, приступ од своје куће имало је 86,4%, на послу 26,2%, из куће пријатеља или рођака 19,6%, у образовној установи 10%, у Интернет кафеима 9,3%. Мобилни корисници су за приступ Интернету најчешће користили мобилни телефон преко WAP или GPRS интерфејса (19,1%), лаптоп преко јавног WiFi или WiMax (6,1%), мобилни телефон преко 3G мреже (6%), лаптоп преко USB модема (4,1%), мобилни телефон преко јавног WiFi или WiMax (4,1%) или неке друге конекције (7,4%), док 57,8% корисника нема приступ Интернету преко мобилних уређаја.

У 2012. години електронске сервисе јавне управе на Интернету је користило преко 840.000 грађана Србије (2011. године било их је око 680.000). Од њих, 92,6% је преузимало информације са web-сајта јавних институција (у 2011. години 78,1%), 57,7% је користило Интернет за преузимање формулара (у 2011. години 46,5%), а 38,8% за слање попуњених формулара (у 2011. години 30,3%).

Услуге куповине или поручивања робе или услуга преко Интернета у 2012. години користило је преко 600.000 корисника, док је овај сервис претходне године користило око 380.000 корисника.

Када се посматрају пословни корисници, 98,7% предузећа користи рачунар у свом пословању, а 97,7% има Интернет прикључак. Од укупног броја предузећа која имају Интернет прикључак, 87,4% користи електронске сервисе јавне управе (у 2011. години 79,8%, а у 2010. години 70,6%), web-сајт поседује 73,8% (у 2011. години 67,6%), производе или услуге преко Интернета наручује 40,1% (у 2011. години 32,5%), а поруџбине преко Интернета прима само 20,7% (исто као и у 2011. години).

Према подацима BMI<sup>123</sup>, Србија се налази на 14. месту BER<sup>124</sup> листе за централну и источну Европу. У свим категоријама Србија се налази испод регионалног просека, осим у категорији Индустријске награде (Industry Rewards). Међутим, према анализи коју је урадио BMI, приметан је брз раст у широкопојасним, како жичним тако и бежичним сервисима. Посебно се истиче мобилног широкопојасног приступа, код којег је у периоду од 2009. до 2011. године пенетрација ових сервиса порасла са 1.4% на 3.5%. BMI процењује да инвестиције у подизање капацитета и покривености жичних и бежичних мрежа отварају могућности за нова тржишта која ће се појавити ускоро, као што су услуге дистрибуције видео и аудио садржаја од компанија које нису

---

<sup>123</sup> Business Monitor International, независна компанија са седиштем у Лондону, једна од водећих светских компанија за анализу и предвиђања пословног ризика и индустријског развоја у државама света

<sup>124</sup> Business Environment Ratings

оператори (сервис ОТТ<sup>125</sup>), видео по захтеву (VOD<sup>126</sup>), аудио и видео по захтеву (AVOD<sup>127</sup>), конвергенција сервиса или паметна инфраструктура.

Стратегијом развоја информационог друштва у Републици Србији до 2020. године предвиђено је да се до истека овог периода свим грађанима омогући да све контакте са органима јавне управе, имаоцима јавних овлашћења, судовима и системом здравствене заштите, осим оних контаката који по својој природи захтевају физичко присуство, обаве електронским путем, без напуштања свог стана, односно радног места.

У Републици Србији највећа препрека остваривању квалитетних услуга и доступности широкопојасног приступа корисницима су лош квалитет приступне мреже и релативно високе цене услуга, што има узроке у непостојању конкуренције у претходном периоду. Према томе, корисник који жели широкопојасни приступ суочава се са трошковима закупа услуга широкопојасног приступа, који значајно расту са порастом квалитета услуга и са трошковима набавке терминалне опреме.

У складу са тренутним стањем, широкопојасним приступом у Републици Србији може се прогласити перманентни приступ ресурсима телекомуникационе мреже са протоцима не мањим од 4 Mbps за фиксни, односно 512 kbps за мобилни приступ.

### ***Регулисање тржишта комуникационих (телекомуникационих) услуга***

До доношења Закона о телекомуникацијама 2003. године, за обезбеђивање јавних телекомуникационих услуга надлежност је имао система веза југословенских пошта, телеграфа и телефона (ЈПТТ), у складу са тада важећим Законом о системима веза из 1988. године. Систем веза ЈПТТ био је организован као јединствен технолошки систем, а чинили су га системи веза ПТТ организација нижег нивоа. Све ПТТ организације нижег нивоа биле су удружене у Заједницу ЈПТТ (ЗЈПТТ), која је утврђивала техничке услове за све телекомуникационе системе и уређаје. Све своје планове развоја и унапређења система веза, ПТТ организације нижег нивоа морале су да доносе у складу са заједничким планом ЗЈПТТ, генералним планом ПТТ мреже и техничким условима које је прописала ЗЈПТТ својим општим актима. У том контексту, ЗЈПТТ био је регулаторни орган који је координирао и усмеравао развој телекомуникација у Југославији.

Закон о телекомуникацијама из 2003. године укинуо је монопол државних организација у пружању телекомуникационих услуга, прописао оснивање агенције за телекомуникације као регулаторног тела за ову област, разграничио овлашћења Владе, министарства надлежног за област телекомуникација и агенције за телекомуникације и утврдио основна права и

---

<sup>125</sup> Over The Top

<sup>126</sup> Video On Demand

<sup>127</sup> Audio and Video On Demand

обавезе телекомуникационих оператора. Агенција за телекомуникације добила је овлашћења да уређује и врши контролу обављања делатности у области телекомуникација, подстиче међусобно повезивање телекомуникационих мрежа, решава спорове између телекомуникационих оператора, уређује коришћење радио фреквенцијског спектра и додељује радио фреквенције, издаје дозволе за рад телекомуникационим операторима и контролише их, регулише тарифну политику оператора са значајном тржишном снагом (SMP<sup>128</sup>), решава спорове корисника и телекомуникационих оператора, доноси техничке прописе у области телекомуникација и прати примену прописа и стандарда итд. Законом о телекомуникацијама дозвољено је сваком физичком или правном лицу, под одређеним условима, да изгради, поседује или експлоатише јавну телекомуникациону мрежу или да пружа јавну телекомуникациону услугу.

Закон о телекомуникацијама, такође, прописује обавезу јавног телекомуникационог оператора да предузме одговарајуће техничке и организационе мере како би обезбедио поверљивост и безбедност својих услуга. У том смислу, јавном телекомуникационом оператору забрањено је да даје јавне информације о садржају, чињеницама и условима преноса порука, осим минимума који је неопходан за нуђење услуга на тржишту или када је то предвиђено законом. Такође, јавни телекомуникациони оператор податке о саобраћају који се односе на појединачног корисника може чувати и обрађивати само у обиму који је неопходан за испостављање рачуна кориснику. Активности којима се угрожава или нарушава приватност и поверљивост порука забрањене су, осим када за то постоји сагласност корисника или када се врше у складу са законом или судским налогом издатим у складу са законом.

Закон о телекомуникацијама прописао је и период ексклузивитета за предузеће Телеком Србија, док се успоставе услови за пуну слободну конкуренцију и област телекомуникација усклади са међународним стандардима, правима и директивама. Телеком Србија је добио обавезу да у том периоду, између осталог, омогући другим јавним телекомуникационим оператерима пружање услуга преко своје мреже (уз одговарајућу надокнаду), прогресивно усклади своје тарифе и утврди програм унапређења квалитета према међународним правилима.

Републичка агенција за телекомуникације (РАТЕЛ) основана је 2005. године, у складу са Законом о телекомуникацијама, као регулаторно тело за област јавних телекомуникација. Доношењем Закона о електронским комуникацијама (Службени гласник РС број 44/10), агенција мења име у Републичка агенција за електронске комуникације, али задржава скраћени назив РАТЕЛ. Агенција делује као самостална организација са својством правног лица, која врши јавна овлашћења у циљу спровођења утврђене политике у области електронских комуникација, подстицања конкуренције електронских комуникационих мрежа и услуга, унапређивања њихових капацитета, односно квалитета, доприноса развоју тржишта електронских комуникација и заштите интереса

---

<sup>128</sup> Significant Market Power

корисника електронских комуникација, у складу са одредбама Закона о електронским комуникацијама и прописа донетих на основу њега. Задаци РАТЕЛ-а су да обезбеди услове за даљи, равномеран развој електронских комуникација на целој територији Републике Србије, створи услове за равноправно пословање свих учесника на тржишту, обезбеди даљи развој тржишта коришћењем механизма за подстицање конкуренције, заштити интересе свих учесника на тржишту а посебно крајњих корисника и обезбеди рационално коришћење државних ресурса (фреквенција и нумерације). У надлежност РАТЕЛ-а спада и израда подзаконских аката и одлучивање о правима и обавезама оператора и корисника а такође и сарадња са органима и организацијама надлежним за послове радиодифузије, заштите конкуренције, заштите потрошача, заштите података о личности и другим органима и организацијама по питањима значајним за област електронских комуникација.

Законом о електронским комуникацијама извршено је даље приближавање европским и међународним прописима и стандардима у овој области. Законом су дефинисани неки термини који се чешће користе у овом раду, па ће из тог разлога бити цитирани:

*„комуникација* означава размену или преношење информација између одређеног броја особа путем јавно доступних електронских комуникационих услуга, изузев информација које се преносе у склопу услуга јавног емитовања програма преко електронских комуникационих мрежа и које се не могу повезати са одређеним претплатником или корисником, односно примаоцем;

*електронска комуникациона мрежа* представља системе преноса и, тамо где је то примењено, уређаје за комутацију и усмеравање и друге ресурсе, укључујући пасивне мрежне елементе, који омогућавају пренос сигнала помоћу жичних, радио, оптичких или других електромагнетских средстава, укључујући сателитске мреже, фиксне (са комутацијом кола и пакета, укључујући Интернет) и мобилне мреже, енергетске кабловске системе, у делу који се користи за пренос сигнала, мреже које се користе за дистрибуцију и емитовање медијских садржаја, без обзира на врсту података који се преносе;

*јавна комуникациона мрежа* јесте електронска комуникациона мрежа која се, у целини или претежно, користи за пружање јавно доступних електронских комуникационих услуга и омогућава пренос података између терминалних тачака мреже;

*оператор* је лице које обавља или је овлашћено да обавља делатност електронских комуникација;

*корисник* је физичко или правно лице које користи или захтева јавно доступну електронску комуникациону услугу;

*крајњи корисник* је корисник који не обавља делатност електронских комуникација;

*претплатник* је физичко или правно лице које је закључило уговор са оператором јавно доступних електронских комуникационих услуга о пружању тих услуга.“

Закон о електронским комуникацијама прописао је право РАТЕЛ-у да одреди, уз примену одговарајућих препорука Европске уније, релевантна тржишта која је потребно претходно регулисати, ако се процени да се на њима не може самостално развити делотворна конкуренција. Европска комисија је 2007. године донела Препоруку 2007/879/ЕС о релевантним тржиштима у области електронских комуникација подложним претходној регулацији, којом је њихов број дефинисан на шест veleпродајних и једно малопродајно.

РАТЕЛ је, на основу својих овлашћења и поменутих препорука, 2011. године одредио девет релевантних тржишта подложних претходној регулацији. Након спроведене анализе, РАТЕЛ је за свако појединачно релевантно тржиште одредио оператора са значајном тржишном снагом и издао одговарајуће Решење, којим је прописао обавезе за операторе. За veleпродајна тржишта оператори са значајном тржишном снагом имају следеће обавезе:

- објављивање одређених података у форми стандардне понуде,
- недискриминаторно понашање,
- рачуноводствено раздвајање,
- омогућавање приступа и коришћења елемената мреже и припадајућих средстава, контрола цена и примена трошковног рачуноводства и
- пружање основног скупа изнајмљених линија.

За малопродајна тржишта операторима са значајном тржишном снагом прописане су следеће обавезе:

- забрана обрачунавања прекомерних цена,
- забрана ометања уласка на тржиште или ограничавања конкуренције превисоким или прениским ценама,
- забрана давања неоправдане предности одређеним крајњим корисницима,
- ограничавање висине малопродајних цена,
- прибављање формалне сагласности од РАТЕЛ-а за начин формирања и промену цена услуга у случају њиховог везивања,
- одређивање мера контроле индивидуалних тарифа и
- заснивање цена на трошковима пружања услуга или на ценама на упоредивим тржиштима.

Релевантна тржишта и оператори са значајном тржишном снагом су:

- малопродајно тржиште приступа јавној телефонској мрежи на фиксној локацији, на коме је оператор са значајном тржишном снагом Телеком Србија,
- veleпродајно тржиште оригинације позива у јавној телефонској мрежи на фиксној локацији, на коме је оператор са значајном тржишном снагом Телеком Србија,
- veleпродајно тржиште терминације позива у јавној телефонској мрежи, на коме су оператори са значајном тржишном снагом Телеком Србија и Orion telekom,
- veleпродајно тржиште (физичког) приступа елементима мреже и припадајућим средствима (укључујући дељени и потпуни рашчлањени приступ локалној петљи), на коме је оператор са значајном тржишном снагом Телеком Србија,
- veleпродајно тржиште широкопојасног приступа, на коме је оператор са значајном тржишном снагом Телеком Србија,
- veleпродајно тржиште изнајмљених линија, на коме је оператор са значајном тржишном снагом Телеком Србија,
- veleпродајно тржиште терминације позива у мобилној мрежи, на коме су оператори са значајном тржишном снагом Телеком Србија, Telenor и Vip mobile,
- малопродајно тржиште дистрибуције медијских садржаја, на коме је оператор са значајном тржишном снагом Serbia broadband – Српске кабловске мреже (SBB) и
- малопродајно тржиште јавно доступне телефонске услуге са фиксне локације, на коме је оператор са значајном тржишном снагом Телеком Србија.

Закон о електронским комуникацијама прописује и одређене мере ради заштите података о личности, уређујући право појединца да не дозволи објављивање својих података у јавно доступном телефонском именику, као и право на брисање објављених података. Такође, Закон прописује обавезу оператора да примени адекватне техничке и организационе мере, примерене постојећим ризицима, „ради обезбеђивања безбедности и интегритета јавних електронских комуникационих мрежа и услуга, тајности података и заштите података о личности“. О свим повредама безбедности и интегритета јавних комуникационих мрежа и услуга, а нарочито о повредама које су за последицу имале нарушавање заштите података о личности или нарушавање приватности претплатника или корисника, оператор је обавезан да обавести РАТЕЛ, а РАТЕЛ јавност (ако процени да је објављивање информације у јавном интересу).

Закон о електронским комуникацијама установио је и оквире за законито пресретање електронских комуникација, за које је неопходан пристап корисника или одлука суда, ради вођења кривичног поступка или заштите безбедности Републике Србије. Законито пресретање електронских

комуникација, код којег се улази у садржај комуникације, могу вршити искључиво државни органи надлежни за спровођење ових послова, на основу одлуке суда у складу са законом, на одређени временски период и уз вођење евиденције о пресретнутим електронским комуникацијама.

На основу Предлога за оцену уставности одредаба Закона о електронским комуникацијама које се односе на права државних органа на приступ задржаним подацима о електронским комуникацијама корисника, који су поднели Заштитник грађана и Повереник за информације од јавног значаја и заштиту података о личности, Уставни суд Републике Србије је на седници која је одржана 13.06.2013. године донео одлуку о неуставности појединих одредаба чланова 128. и 129. Закона о електронским комуникацијама. У складу са овом одлуком Уставног суда, покренут је поступак измене Закона о електронским комуникацијама који је, у тренутку писања овог рада, још увек у току.

### ***Регулаторни оквир у Републици Србији***

Правни оквир који се односи на област телекомуникација у Републици Србији данас чине следећи прописи:

- 1) Закон о електронским комуникацијама („Службени гласник РС” , бр. 44/2010) уређује, у складу са међународним правним стандардима, услове и начин обављања делатности у области електронских комуникација, надлежности државних органа, положај и рад Републичке агенције за електронске комуникације, безбедност и интегритет електронских комуникационих мрежа и услуга, тајност електронских комуникација, законито пресретање и задржавање података,
- 2) Закон о електронском потпису („Службени гласник РС”, број 135/04) који имплементира прописе Европске уније који уређују електронски потпис,
- 3) Закон о електронском документу („Службени гласник РС”, број 51/09) који уређује употребу електронског документа и временски жиг,
- 4) Закон о радиодифузији („Службени гласник РС“, бр. 42/02, 97/04, 76/05, 79/05, 62/06, 85/06, 86/06 и 41/09),
- 5) Закон о заштити података о личности („Службени гласник РС”, број 97/08 и 104/09),
- 6) Закон о електронској трговини („Службени гласник РС”, број 41/09),
- 7) Закон о потврђивању Конвенције о високотехнолошком криминалу и Закон о потврђивању Додатног протокола уз конвенцију о високотехнолошком криминалу који се односи на инкриминацију дела

- расистичке или ксенофобичне природе извршених преко рачунарских система („Службени гласник РС”, број 19/09),
- 8) Закон о заштити од нејонизујућих зрачења („Службени гласник РС”, број 36/09),
  - 9) Закон о потврђивању Завршних аката Регионалне конференције о радио-комуникацијама за планирање дигиталне терестричке радиодифузне службе у деловима Региона 1 и 3, у фреквенцијским опсезима 174 - 230 MHz и 470 - 862 MHz (RRC 06) („Службени гласник РС - Међународни уговори”, број 4/10),
  - 10) Закон о потврђивању Протокола о изменама и допунама одређених делова Регионалног споразума за Европску радиодифузну зону (Штокхолм, 1961.) са Резолуцијама (RRC-06- Rev. ST61) („Службени гласник РС - Међународни уговори”, број 1/10),
  - 11) Закон о потврђивању Завршних аката Светске конференције о радио-комуникацијама (WRC-07) („Службени гласник РС - Међународни уговори”, број 2/11),
  - 12) Стратегија развоја електронских комуникација у Републици Србији од 2010. до 2020. године („Службени гласник РС”, број 68/2010),
  - 13) Стратегија и акциони план развоја информационог друштва у Републици Србији од 2010. до 2020. године („Службени гласник РС”, број 51/2010),
  - 14) Стратегија развоја телекомуникација у Републици Србији од 2006. до 2010. године („Службени гласник РС”, бр. 99/06 и 4/09) обухвата правне, институционалне, економске и техничке аспекте развоја у области телекомуникација у Републици Србији,
  - 15) Стратегија развоја информационог друштва у Републици Србији („Службени гласник РС”, број 87/06) обухвата правне, институционалне, економске и техничке аспекте развоја у области информационо-комуникационих технологија,
  - 16) Стратегија развоја широкопојасног приступа у Републици Србији до 2012. године („Службени гласник РС”, број 84/09),
  - 17) Стратегија развоја електронске управе од 2009. до 2013. године са Акционим планом („Службени гласник РС”, број 83/09 и 5/10),
  - 18) Стратегија научног и технолошког развоја Републике Србије у периоду од 2010. до 2015. године („Службени гласник РС”, број 13/10),
  - 19) Стратегија за прелазак са аналогног на дигитално емитовање радио и телевизијских програма у Републици Србији („Службени гласник РС”, број 52/09, 18/12 и 26/13) дефинише оквир за прелазак на дигитално

- емитовање ових програма, а који се заснива на савременим достигнућима у дигиталној радиодифузији,
- 20) Стратегија развоја широкопојасних телекомуникационих мрежа АП Војводине у периоду од 2007. до 2010. године („Службени лист АПВ”, број 21/07) обухвата правне, институционалне, економске и техничке аспекте развоја у области широкопојасних телекомуникација у Аутономној покрајини Војводини,
  - 21) Стратегија развоја и коришћења широкопојасног приступа у АП Војводини за период од 2012. до 2015. године (АП Војводина, Покрајински секретаријат за привреду, 2012.),
  - 22) Стратегија развоја радиодифузије у Републици Србији до 2013. године („Службени гласник РС”, број 115/05),
  - 23) Стратегија и акциони план за повећање учешћа домаће индустрије у развоју телекомуникација у Републици Србији („Службени гласник РС”, број 3/2010),
  - 24) Национална стратегија одрживог развоја („Службени гласник РС”, 57/08),
  - 25) Акциони план (2013-2014) за спровођење Стратегије развоја електронских комуникација у Републици Србији од 2010. до 2020. године („Службени гласник РС”, број 26/13),
  - 26) Акциони план за спровођење ESSE agende+ за развој информационог друштва у југоисточној Европи 2007-2012,
  - 27) Уредба о утврђивању Плана намене радио-фреквенцијских опсега („Службени гласник РС”, број 99/12),
  - 28) Правилник о преласку са аналогног на дигитално емитовање телевизијског програма и приступа мултиплексу у терестричкој дигиталној радиодифузији („Службени гласник РС”, број 55/12),
  - 29) Правилник о радио опреми и телекомуникационој терминалној опреми („Службени гласник РС”, број 11/12),
  - 30) Правилник о универзалном сервису („Службени гласник РС”, број 24/12),
  - 31) Правилник о условима у погледу кадрова, опреме и простора које мора да испуњава привредно друштво, предузеће или друго правно лице за вршење мерења и испитивања рада електронских комуникационих мрежа и услуга, припадајућих средстава, електронске комуникационе опреме и терминалне опреме („Службени гласник РС”, број 13/12),

- 32) Правилник о утврђивању Плана расподеле фреквенција/локација за терестричке аналогне FM и TV радиодифузне станице за територију Републике Србије („Службени гласник РС“, број 9/12 и 30/12),
- 33) Правилник о утврђивању плана расподеле фреквенција/локација/зона расподеле за терестричке дигиталне ТВ радио-дифузне станице у UHF опсегу за територију Републике Србије („Службени гласник РС“, бр. 73/13),
- 34) Правилник о захтевима за утврђивање заштитног појаса за електронске комуникационе мреже и припадајућих средстава, радио-коридора и заштитне зоне и начину извођења радова приликом изградње објеката („Службени гласник РС“, број 16/12),
- 35) Правилник о техничким и другим захтевима при изградњи пратеће инфраструктуре потребне за постављање електронских комуникационих мрежа, припадајућих средстава и електронске комуникационе опреме приликом изградње пословних и стамбених објеката („Службени гласник РС“, број 123/12).

Такође, правни оквир чине и подзаконска акта из надлежности РАТЕЛ-а:

- 1) Правилник о утврђивању накнада за пружање услуга из надлежности Републичке агенције за електронске комуникације („Службени гласник РС“, број 34/13),
- 2) Правилник о начину коришћења радио-фреквенција по режиму општег овлашћења („Службени гласник РС“, број 28/13),
- 3) Правилник о условима приступа и коришћењу података из јавног телефонског именика („Службени гласник РС“, број 84/11),
- 4) Правилник о обавезама оператора услуга са додатом вредношћу („Службени гласник РС“, број 76/11 и 91/11),
- 5) Правилник о параметрима квалитета јавно доступних електронских комуникационих услуга и спровођењу контроле обављања делатности електронских комуникација („Службени гласник РС“, број 73/11),
- 6) Правилник о минималном садржају, нивоу детаљности и начину објављивања стандардних понуда („Службени гласник РС“, број 70/11),
- 7) Правилник о обиму и садржају основног скупа изнајмљених линија („Службени гласник РС“, број 70/11),
- 8) Правилник о висини годишње накнаде за коришћење нумерације („Службени гласник РС“, број 67/11),

- 9) Правилник о начину коришћења радио станица на домаћим и страним ваздухопловима, локомотивама, бродовима и другим пловилима („Службени гласник РС“, број 60/11 и 68/11),
  - 10) Правилник о начину контроле коришћења радио-фреквенцијског спектра, обављања техничких прегледа и заштите од штетних сметњи („Службени гласник РС“, број 60/11 и 35/13),
  - 11) Правилник о начину коришћења аматерских радио станица („Службени гласник РС“, број 53/11),
  - 12) Правилник о примени трошковног принципа, одвојених рачуна и извештавању од стране оператора са значајном тржишном снагом у области електронских комуникација („Службени гласник РС“, број 52/11),
  - 13) Правилник о преносивости броја у јавним телефонским мрежама на фиксној локацији („Службени гласник РС“, број 52/11),
  - 14) Правилник о општим условима за обављање делатности електронских комуникација по режиму општег овлашћења („Службени гласник РС“, број 38/11 и 44/11),
  - 15) Правилник о обрасцу захтева за издавање дозволе за коришћење нумерације („Службени гласник РС“, број 32/11),
  - 16) Правилник о обрасцима захтева за издавање појединачне дозволе за коришћење радио-фреквенција („Службени гласник РС“, број 8/11),
  - 17) Правилник о висини накнада за обављање делатности електронских комуникација („Службени гласник РС“, број 93/10),
  - 18) Правилник о висини накнаде за коришћење радио-фреквенција („Службени гласник РС“, број 93/10),
  - 19) Правилник о преносивости броја у јавним мобилним телекомуникационим мрежама („Службени гласник РС“, број 5/10),
  - 20) Правилник о условима и поступку издавања одобрења јавном телекомуникационом оператору за повезивање домаће телекомуникационе мреже са телекомуникационом мрежом друге државе („Службени гласник РС“, број 94/08),
  - 21) План нумерације („Службени гласник РС“, број 32/11 и 35/12),
  - 22) Одлука о одређивању оператора који имају обавезу да обезбеђују универзални сервис („Службени гласник РС“, број 15/10),
  - 23) Одлука о одређивању релевантних тржишта подложних претходној регулацији („Службени гласник РС“, број 59/11),
-

- 24) Статут Републичке агенције за електронске комуникације („Службени гласник РС“, број 59/10).

### ***Оператори са значајном тржишном снагом у Србији***

За операторе са значајном тржишном снагом у Србији РАТЕЛ је одредио Телеком Србија а.д. као јединог за малопродајно тржиште приступа јавној телефонској мрежи на фиксној локацији, veleпродајно тржиште оригинације позива у јавној телефонској мрежи на фиксној локацији, veleпродајно тржиште (физичког) приступа елементима мреже и припадајућим средствима (укључујући дељени и потпуни рашчлањени приступ локалној петљи), veleпродајно тржиште изнајмљених линија и малопродајно тржиште јавно доступне телефонске услуге са фиксне локације, SBB као јединог за малопродајно тржиште дистрибуције медијских садржаја, Телеком Србија и SBB за veleпродајно тржиште широкопојасног приступа, Телеком Србија и Orion telekom за veleпродајно тржиште терминације позива у јавној телефонској мрежи и Телеком Србија, Telenor и Vip mobile за veleпродајно тржиште терминације позива у мобилној мрежи.

### **Телеком Србија**

До 1997. године, све телекомуникационе услуге корисницима у Србији пружао је ПТТ систем Србије. Те године прво је дошло до издвајања компаније Телеком Србија а.д. као једночланог акционарског друштва, да би у јуну исте године део Телекома био продат, након чега су власници постали ЈП ПТТ Србије, Telecom Italia и компанија ОТЕ из Грчке. Telecom Italia је 2003. године продао свој део ЈП ПТТ Србија, који је тако повећао сопствено учешће у власништву Телекома Србија на 80%. Регионално ширење Телеком Србија почео је 2007. године, куповином удела у Телекому Српске и куповином 51% компаније за пружање услуга мобилне телефоније m:tel из Црне Горе. Телеком Српске је 2010. године постао власник 49% m:tel из Подгорице, а исте године је удео ЈП ПТТ Србија од 80% у власништву Телекома Србија пренет на Владу Републике Србије. Након тога, Влада Србије је понудила на продају 51% свог удела, али једини потенцијални купац Telekom Austria није пристао на захтевану цену и договор је пропао. После неуспешног покушаја приватизације, Телеком Србија је 2011. године започео преговоре и почетком 2012. године откупио 20% основног капитала од грчке компаније ОТЕ, чиме се ова компанија потпуно вратила у српско власништво. Од 2012. године, Одлуком Владе Републике Србије о преносу акција без накнаде грађанима – носиоцима права, запосленима и бившим запосленима Предузећа за телекомуникације „Телеком Србија“ а.д. (Службени гласник РС број 41/2012) и сагласно Закону о праву на бесплатне акције и новчану накнаду коју грађани остварују у поступку приватизације (Службени гласник РС број 123/2007 и 30/2010), 14,95% акција без номиналне вредности подељено је грађанима Србије, а 6,94% садашњим и бившим радницима Телекома.

У саставу Телекома Србија налазе се и зависна предузећа Телеком Српске а.д. из Бањалуке (удео 65%), m:tel д.о.о. из Подгорице (удео 51%), Телус а.д. из

Београда (удео 100%), FiberNet д.о.о. из Подгорице (удео 100%), TS:NET BV из Амстердама (удео 100%) и HD WIN (4 TV канала Арена Спорт). Основна делатност компаније Телеком Српске је пружање телекомуникационих услуга у области фиксне и мобилне телефоније у домаћем и међународном саобраћају, у области Интернета и пружање мултимедијалних и других телекомуникационих услуга. Основна делатност компаније m:tel је пружање телекомуникационих услуга у области мобилне и фиксне бежичне телефоније и Интернета. Телус је привредно друштво за одржавање и обезбеђивање објеката и имовине. FiberNet се бави изградњом, поседовањем, експлоатацијом и одржавањем транспортне и телекомуникационе мреже и пружањем телекомуникационих сервиса. Делатност TS:NET BV је изнајмљивање телекомуникационе опреме и обављање других пратећих делатности у циљу стварања услова за изградњу и експлоатацију међународне транспортне мреже. HD WIN је привредно друштво које уређује и емитује емисије са спортским садржајем.

## **Telenor**

Компанија Telenor д.о.о. из Београда је у власништву Telenor A/S из Данске и део је Telenor Group из Норвешке, која послује у 11 земаља Европе и Азије и у још 18 земаља преко компаније VimpelCom из Русије у којој има власнички удео. Међу провајдерима мобилне телефоније из земаља у нашем непосредном окружењу, овој групи припадају компаније Telenor из Мађарске (некадашњи Panon) и Telenor из Црне Горе (некадашњи Promonte).

Садашња компанија Telenor д.о.о. из Београда основана је 1994. године под називом Мобтел Србија, као заједничко предузеће компаније ВК Trade LCC из Москве (удео 51%) и ЈП ПТТ саобраћаја Србија (удео 49%). Због откривених малверзација (давања ресурса на Косову и Метохији компанији Mobikos без знања и сагласности државе, извлачења новца на приватне рачуне, неисплаћених прихода држави и других манипулација), Влада Србије крајем 2005. године одузела је фирми Мобтел лиценцу за обављање телекомуникационих активности и избрисала је из регистра, а одмах након одузимања лиценце ЈП ПТТ саобраћаја Србија поднела је тужбу за наплату дивиденди у износу од 52 милиона долара. Аустријски инвестициони конзорцијум (инвеститори Мартин Шлаф, Јозеф Таус и Херберт Корд), који је раније исте године купио компанију ВК Trade LCC и преузео њен удео у компанији Мобтел, жестоко се побунио против ове одлуке и најавио тужбу, па је чак и аустријски вицеканцелар упутио протестно писмо Влади Србије. Уследили су преговори који су завршени у априлу 2006. године договором да се оснује ново заједничко предузеће Mobi 063 у које је унета сва опрема, капитал и претплатничка база коју је користио Мобтел. Држава је постала већински власник компаније са уделом од 70%, а 30% удела припало је конзорцијуму из Аустрије на челу са Мартином Шлафом. Договорено је и да се удео државе Србије у заједничкој компанији понуди на продају на аукцији по минималној цени од 800 милиона евра, а да понуђач стекне право на откуп и преосталих 30%, ако понуда буде већа од милијарду и 100 милиона евра.

На аукцији одржаној 2006. године учествовали су египатски Orascom, норвешки Telenor и аустријски Mobilkom. Након надметања, Telenor и Mobilkom достигли су цену од милијарду и 513 милиона евра, преко које нису желели да иду. Због веће почетне понуде, победу на аукцији однео је Telenor, коме је држава продала свих 70% акција које је поседовала. Према условима аукције, због висине понуде, Telenor је добио право да откупи и преосталих 30% акција од аустријског конзорцијума, чиме је постао једини власник компаније. Након тога компанија мења назив у Telenor. Куповина компаније Моби 063 највећа је директна страна инвестиција у Србији до сада.

Данас Telenor има преко три милиона претплатника, а по приходу је водећи мобилни оператор у Србији. По сопственој процени (март 2012. године), држе 35% тржишта мобилне телефоније (МТС, по тој процени, има удео од 46.6%, а Vip mobile од 18.4%).

### **Vip mobile**

Након одржане аукције на којој нису успели да купе компанију Моби 063, Mobilkom Austria учествовао је на конкурс и крајем 2006. године добио лиценцу за трећег оператора мобилне телефоније у Србији, плативши је 320 милиона и један еврo. Компанија је прво названа Торнет, да би у јуну 2007. године, када је почела продаја SIM картица и мрежа почела да ради, променила име у Vip mobile.

Vip mobile д.о.о. је члан групе Mobilkom (Telekom Austria), која послује у осам земаља Европе, укључујући Хрватску, Бугарску и Македонију у нашем непосредном окружењу. За тржиште Србије Vip mobile је ексклузивни стратешки партнер компаније Vodafone.

Захваљујући инвестицијама које су уследиле након добијања лиценце, Vip mobile је успео да у року од годину дана испуни услов да покрије преко 20% становништва. За ове инвестиције, Vip mobile је од Агенције за страна улагања и промоцију извоза (SIEPA) добио Награду за гринфилд инвеститора у 2007. години.

### **Orion telekom**

Orion telekom група настала је 2009. године спајањем компанија Media Works из Београда, која се бавила провајдингом бежичног Интернета и Neobee.net из Новог Сада, која се бавила провајдингом Интернета на подручју Војводине. У ово спајање компанија Media Works унела је и ексклузивну CDMA<sup>129</sup> лиценцу за бежични фиксни приступ, добијену исте године, која је Orion telekomу омогућила развој сопствене телекомуникационе мреже за пружање услуга Интернета и фиксне телефоније. Почетком 2010. године групи се придружио и Sezampro, најстарији online систем у Србији (настао 1989. године), један од првих BBS<sup>130</sup>-ова у Југославији и, у тренутку спајања са Orion telekom групом,

---

<sup>129</sup> Code Divison Multiple Access

<sup>130</sup> Bulletin Board System

највећи ADSL провајдер у Србији после Телеком Србија. У тренутку спајања ове три компаније имале су заједно око 70.000 корисника Интернета. У ово спајање је група инвеститора, предвођена Европском банком за обнову и развој (EBRD<sup>131</sup>), уложила 24 милиона евра, а Orion telekom је постао власништво Greenhouse Telecommunications Holdings BV из Холандије.

Јавну аукцију за две лиценце за фиксни бежични приступ (FWA) за телекомуникационе мреже и сервисе у фреквенцијском опсегу од 411,875 до 418,125 MHz и од 421,875 до 428,125 MHz РАТЕЛ је спровео у мају 2009. године. На аукцији су учествовали КДС-НС д.о.о. из Новог Сада, Digi Sat д.о.о. из Београда, Телеком Србија а.д. и Media Works д.о.о. из Београда, а лиценце су по цени од 540.000 евра добили Телеком Србија и Media Works. Лиценце су издате на период од 10 година, са обавезом отпочињања комерцијалног сервиса у року од шест месеци коју су испунили.

Orion telekom је у овом тренутку 100% у власништву Orion telekom holdings B.V. из Холандије.

Orion telekom је недавно претплатницима понудио и услугу IPTV, чиме је формирао triple play сервис.

## **SBB**

Serbia Broadband – Српске кабловске мреже (SBB) основан је 2000. године у Крагујевцу под именом КДС д.о.о. као оператор кабловске телевизије. У току 2002. године извршена је докапитализација од стране инвестиционог фонда SEEF (Southeast Europe Equity Fund) и, након тога, спајања са другим кабловским оператерима широм Србије (Телефонија из Београда, Media Plus из Новог Сада, YU VOD из Ниша итд.), чиме је настао SBB. Инвестициони фонд Mid Europa Partners и Европска банка за обнову и развој (EBRD) преузели су већински пакет акција SBB-а од SEEF 2007. године.

SBB је у овом тренутку 100% у власништву Adria Cable B.V. из Холандије.

У понуди SBB-а је и Total TV, DTH<sup>132</sup> платформа за дистрибуцију телевизијских сигнала са сателита, а од недавно и IPTV систем за дистрибуцију медијских садржаја.

## **Јавни комуникациони сервиси у Србији**

### **Интернет**

Као и свуда у свету, и у Србији је Интернет широко прихваћен и адаптиран у све сегменте друштва. И у приватном и у пословном окружењу представља сигуран ослонац у испуњавању свакодневних обавеза и незаменљив извор

---

<sup>131</sup> European Bank for Reconstruction and Development

<sup>132</sup> Direct To Home

информација. У том смислу, Интернет је окосница развоја информационог друштва.

У Србији је Интернету могуће приступити коришћењем dial-up модема, ADSL модема, кабловског модема, затим директним приступом преко оптичког кабла и Етернета, бежичним путем у фреквенцијским опсезима од 2,4 GHz и 5,8 GHz који су у слободном режиму употребе, у мањем обиму коришћењем опсега 3,4-3,6 GHz и на крају путем 3G мреже мобилних оператора. У Србији је 2012. године било регистровано укупно 222 Интернет провајдера (2011. године било их је 232, а 2010. године 192).

Број широкопојасних прикључака премашио је број dial-up прикључака у Србији 2008. године и од тада има непрекинут тренд раста. Укупан број широкопојасних прикључака износио је преко 1.300.000 у 2012. години, без корисника 3G мреже мобилне телефоније, док са корисницима 3G мреже мобилне телефоније тај број премашује 5 милиона, што је 30% више него претходне године. У Србији овај сегмент телекомуникационих сервиса показује највећи раст у последњих неколико година, с обзиром да је број корисника 2009. године био око 1.705.000, 2010. године око 2.407.000, а 2011. године око 3.829.000.

Најзаступљенији начин приступа Интернету у Србији у 2012. години био је приступ коришћењем ADSL модема са 650.000 претплатника, што је чинило 50% од укупног броја широкопојасних прикључака (не рачунајући кориснике на 3G мрежи мобилне телефоније).

Укупни приходи од пружања Интернет услуга у 2012. години износили су око 148 милиона евра, док је претходне године приход износио око 145 милиона евра. У односу на 2008. годину, приходи на овом сегменту тржишта су удвостручени.

Као што се може и претпоставити, због доступности нових технологија које нуде значајно већи пренос података, број претплатника који користе dial up приступ је у сталном опадању (док је 2006. године износио 882.000, што је чинило 88% од укупног броја Интернет претплатника, у 2012. години се смањило на око 20.000 или 1,5% од укупног броја, не рачунајући кориснике 3G мреже мобилне телефоније).

## **Интернет мрежа Телекома Србија**

Телеком Србија учествује на Интернет тржишту у Србији са 76,7%, по чему је лидер на тржишту. За дистрибуцију сервиса приступа Интернету, на територији Србије Телеком је подигао мрежу коју је назвао SMIN<sup>133</sup>. У овој мрежи минимални проток је 100 Mbps, а међународне Интернет везе су дуплиране, укључујући редундантне рутере.

---

<sup>133</sup> Serbian Multiservice Internet Network

Пристап Интернету резиденцијални корисници остварују најчешће коришћењем ADSL модема, а овај начин повезивања корисника Телеком Србија је почео 2006. године. Поред тога, корисницима се нуди могућност директног приступа Интернету, код којег се гарантује брзина приступа међународном Интернету. Такође, и даље се нуди могућност dial-up приступа коришћењем аналогних PSTN или дигиталних ISDN телефонских линија.

### **Интернет мрежа Верат Нет**

Верат Нет (званично име: Друштво за телекомуникације Верат) је провајдер Интернета из Београда. Верат Нет је у власништву фирме Kersyco Trading Limited са Кипра.

Од услуга на Интернету нуде пристап преко ADSL модема, бежичним путем (имају WiFi мреже у Београду, Новом Саду и Панчеву) или (још увек) dial-up, регистрацију домена, хостинг и изнајмљивање наменских сервера. После Телекома, први су остварили независно повезивање са провајдером Интернета у иностранству (преко Deutsche Telekom). Према подацима на њиховом сајту, имају сопствену мрежну инфраструктуру, 12 тачака присуства (PoP<sup>134</sup>) у Србији и преко 100.000 корисника.

### **Интернет мрежа SBB**

За повезивање корисника са Интернетом користи се транспортна мрежа кабловске телевизије. SBB корисницима нуди пристап Интернету преко кабловских модема, а од новембра 2013. године и повезивање оптичким каблом за кориснике неких делова Београда (Бежанијска коса, Нови Београд и Дедиње). Брзине које су у понуди крећу се до 120 Mbps приликом преузимања (download). Такође, SBB је у 28 градова у Србији на неким локацијама поставио приступне тачке за бежично (WiFi) повезивање.

SBB је 2008. године добио дозволу за међународно повезивање, чиме су добили могућност да се се повежу на глобални Интернет без посредника у Србији.

Корисницима је од 2010. године на располагању VoIP телефонија.

### **Мобилна телефонија**

Телекомуникациони оператори мобилне телефоније у Србији своју делатност обављају у складу са својом Лиценцом и стандардима за врсту мреже, као и према Плану намене и Плану расподеле фреквенција. Планом намене дефинисано је да мрежа GSM користи опсеге од 890 MHz до 915 MHz и од 935 MHz до 960 MHz, мрежа GSM1800 користи опсеге од 1710 MHz до 1785 MHz и од 1805 MHz до 1880 MHz, а мрежа UMTS/IMT-2000 користи опсеге од 1885 MHz до 1920 MHz, од 1920 MHz до 1980 MHz и од 2110 MHz до 2170 MHz.

---

<sup>134</sup> Point of Presence

Укупни приходи од услуга мобилне мреже у 2012. години износили су око 850 милиона евра (у 2011. години износили су 846 милиона евра). Укупне инвестиције на овом тржишту у истој години биле су око 112 милиона евра. Број корисника мобилне телефоније у тој години био је око 9.137.000, што је пенетрација од око 126% у односу на број становника (у 2011. години била је око 143%).

На тржишту Србије постоје три оператора мобилне телефоније:

- предузеће за телекомуникације Телеком Србија а.д. - Мобилна телефонија Србије МТС, у власништву Владе Републике Србије (удео 58,11%), Телекома Србија (удео 20%) и грађана Србије и радника Телекома (укупно 21,89%),
- Telenor д.о.о., у власништву Telenor A/S из Данске (удео 100%) и
- Vip mobile д.о.о., у власништву Mobilkom CEE Beteiligungsverwaltungs GmbH из Аустрије (удео 100%).

Сва три оператора имају статус оператора са значајном тржишном снагом.

Према броју корисника, МТС има удео на тржишту од 45,8% (у 2011. години 53,6%), Telenor има 33,9% (у 2011. години 30,8%), а Vip mobile 20,3% (у 2011. години 16,13%). Према укупно оствареном приходу, лидер је Telenor са 42,4%, док МТС има 38,1%, а Vip mobile 19,5% удела на тржишту.

Сва три оператора поседују лиценце за јавну мобилну телекомуникациону мрежу и услуге јавне мобилне телекомуникационе мреже у складу са GSM/GSM1800 и UMTS/IMT-2000 стандардом које је издао РАТЕЛ. Све три лиценце су издате 2006. године на период од 10 година и аутоматским продужењем лиценце на још 10 година, ако су сви услови из лиценце испуњени.

План расподеле фреквенција (FAP<sup>135</sup>), који би требао да обезбеди технолошку неутралност и нове фреквенцијске опсеге за мобилне операторе, у процесу је доношења. Мобилни оператори траже да им се не наплаћују лиценце за нове технологије, како би се убрзала имплементација UMTS 900 и LTE 1800 система.

Портабилност мобилног броја у Србији је уведена 2011. године, а како би административни процеси били што је могуће једноставнији за корисника, РАТЕЛ и мобилни оператори потписали су заједнички протокол. Процес утврђивања правила за портабилност фиксног броја је у току.

## Мобилна мрежа МТС

Мобилна телефонија Србије – МТС послује у оквиру Предузећа за телекомуникације Телеком Србија а.д. које је основано 1997. године, а са

---

<sup>135</sup> Frequency Allocation Plan

продајом услуга мобилне телефоније почиње 1998. године. Крајем 2006. године у комерцијални рад је пуштена 3G мрежа са HSDPA технологијом.

Сигналом GSM мреже покривено је 88,45% територије и 99,7% популације, а сигналом UMTS мреже покривено је 74,94% територије и 90,04% популације. По броју корисника мобилна мрежа МТС је лидер на тржишту са уделом од 45,8%. Инсталирано је укупно 3.414 базних станица.

### **Мобилна мрежа Теленор**

Компанија Мобтел Србија, коју је касније купила компанија Telenor, пустила је у рад 1994. године прву аналогну NMT мрежу која је покривала 12% територије Србије и 60% становништва (веће градове и најважније саобраћајнице). Дигитална GSM мрежа уведена је 1996. године, а 2003. године мрежа је побољшана увођењем стандарда GPRS и EDGE. Корисници могу да користе ову технологију на свим локацијама које су покривене 2G сигналом. Реалан проток износи око 100 kbps приликом преузимања података и око 40 kbps приликом слања.

Аналогна NMT мрежа потпуно је угашена 2006. године.

3G UMTS мрежа је у комерцијалној употреби од 2007. године. Од 2011. године у 3G мрежу Telenor уводи HSPA+ технологију, са реалним брзинама од 10-20 Mbps приликом преузимања и 1-3 Mbps приликом слања. У овом тренутку цела Telenorova 3G мрежа подржава ову технологију, као и технологије WCDMA, HSDPA и HSPA.

Током 2010. године, Telenor је започео пројекат редефинисања и унапређења постојеће мреже, како би се створили предуслови за прелазак на наредну генерацију мобилне телефоније (4G). На овом пројекту ангажоване су компаније Ericsson, Nera и Huawei, а мрежа је у овом тренутку већ спремна за надоградњу на LTE технологију.

Telenor има лиценцу за рад GSM мреже у опсегу 900 MHz и 1800 MHz и за UMTS/IMT<sup>136</sup>-2000 мрежу у опсегу 2100 MHz. Telenor GSM мрежа покрива 90,11% територије и 99,02% популације у Србији а UMTS мрежа покрива 58,22% територије и 80,04% популације. Тржишно учешће са 42,4% по приходима је највеће међу операторима мобиле телефоније у Србији. Укупан број базних станица је 2.686.

### **Мобилна мрежа ВИП**

Vip mobile GSM ради на фреквенцијама од 900 MHz и 1800 MHz и крајем 2011. године својим сигналом покривао је 83,50% територије и 98,42% популације у Србији. Свуда где постоји покривеност GSM сигналом доступна је и GPRS мрежа са брзином приступа до 114 Kbps. EDGE мрежа је такође на располагању свуда где постоји покривеност GSM сигналом и омогућава

---

<sup>136</sup> International Mobile Telecommunications

пренос података до 296 Kbps у режиму преузимања (download) и до 236 Kbps у режиму слања (upload). Сигналом UMTS мреже са сопствених базних станица покривено је 31,70% територије и 71,81% популације. Инсталирано је укупно 2.365 базних станица. Vip mobile је први оператор у Србији који је увео HSPA+ технологију у фебруару 2011. године.

Захваљујући сарадњи са Телекомом Србија и потписаном уговору о националном ромингу, покривеност територије је практично иста као и код МТС-а.

### **Фиксна телефонија**

На основу тада важећег Закона о телекомуникацијама, РАТЕЛ је 2006. године одредио Телеком Србија за оператора са значајним тржишним уделом за услугу јавне фиксне телефонске мреже. Малопродатно тржиште јавне фиксне телефонске мреже односи се на тржиште ускопојасног приступа за пословне и резиденцијалне кориснике на фиксној локацији. Приступ јавној фиксној телефонској мрежи може се остварити путем PSTN, ISDN и CDMA прикључака.

Како би се створили услови за конкуренцију у области фиксне телефоније, а узимајући у обзир да је готово комплетна приступна мрежа (изузимајући операторе кабловске телевизије) у власништву Телекома Србија, РАТЕЛ је 2007. године направио Предлог плана расподеле фреквенција за системе са бежичним фиксним приступом (FWA<sup>137</sup>) у фреквенцијским опсезима од 3400 MHz до 3600 MHz и од 3600 MHz до 3800 MHz.

Као даљи корак у либерализацији тржишта, 2009. године спроведен је поступак јавног надметања за издавање две лиценце за јавну фиксну бежичну мрежу у фреквенцијском опсегу од 411,875 MHz до 418,125 MHz и од 421,875 MHz до 428,125 MHz са говорним сервисом и преносом података. За лиценце су конкурисале фирме КДС-НС д.о.о. из Новог Сада, Digi Sat д.о.о. из Београда, Телеком Србија а.д. и Media Works д.о.о. из Београда. На аукцији су лиценце освојиле фирме Телеком Србија и Media Works д.о.о. по цени од 540.000 евра по лиценци.

Исте године, на основу Правилника о броју и периоду на који се издаје лиценца за јавне фиксне телекомуникационе мреже и услуге, као и минималним условима за издавање лиценце и најмањем износу једнократне накнаде за издавање лиценце (Службени гласник РС број 87/09) који је донело Министарство за телекомуникације и информационо друштво, спроведен је и поступак јавног надметања за издавање једне лиценце за јавне фиксне телекомуникационе мреже и услуге. Конкурсну документацију откупили су фирме Telenor д.о.о., VIP mobile д.о.о., Kerseyco Trading Limited са Кипра и Konsing Group из Београда.

---

<sup>137</sup> Fixed Wireless Access

На основу резултата спроведеног надметања, РАТЕЛ је 2010. године доделио лиценцу Telenor, чиме је укинут монопол Телекома Србија у овој области. Први комерцијални уговор за фиксну телефонију Telenor је потписао у јануару 2011. године, чиме је испунио формални услов да у року од годину дана од добијања лиценце започне пружање услуге. Након овога нису уследиле даље активности на увођењу фиксне телефоније, а компанија Telenor је саопштила да ради на постављању оптичке инфраструктуре на главним правцима у Србији и чека решавање отворених питања везаних за коришћење инфраструктуре Телекома Србија при пружању услуга у области фиксне телефоније. У последње време ова компанија је активнија на овом плану и оријентисана је на пословне кориснике.

Према томе, у овом тренутку лиценцу за јавну фиксну телекомуникациону мрежу и пружање услуга имају следећи оператори:

- Предузеће за телекомуникације Телеком Србија а.д., са лиценцом за изградњу, поседовање и експлоатацију јавне фиксне телекомуникационе мреже и пружање услуга јавне фиксне телекомуникационе мреже, замењеном 2006. године,
- Предузеће за телекомуникације Телеком Србија а.д., са лиценцом за јавну фиксну бежичну телекомуникациону мрежу (FWA) у фреквенцијском опсегу 411,875-418,125 MHz и 421,875-428,125 MHz и говорне услуге, пренос пакета података и истовремен пренос говора и података, издатом 2009. године,
- Orion telekom д.о.о. (раније Media Works д.о.о.), са лиценцом за јавну фиксну бежичну телекомуникациону мрежу (FWA) у фреквенцијском опсегу 411,875-418,125 MHz и 421,875-428,125 MHz и говорне услуге, пренос пакета података и истовремен пренос говора и података, издатом 2009. године и
- Telenor д.о.о., са лиценцом за јавну фиксну телекомуникациону мрежу и услуге, издатом 2010. године.

Без обзира што је тржиште фиксне телефоније формално отворено, Телеком Србија је и даље највећи активни оператор јавне фиксне телекомуникационе мреже у Републици Србији и неприкосновени лидер на тржишту, а његово пословање представља најзначајнији сегмент на тржишту фиксне телефоније и у финансијском и у техничком смислу. Анализом коју је спровео 2011. године РАТЕЛ је утврдио да на тржишту јавне фиксне телефоније не постоји ефикасна конкуренција. Orion telekom својом CDMA мрежом за сада има малу покривеност (подручја Београда, Новог Сада и још неколико градова, као и неке руралне области које је имао обавезу да покрије према добијеној лиценци). Дистрибутери кабловске телевизије који имају изграђену приступну мрежу, а пре свих SBB са преко 700.000 корисника (потенцијално много више, узимајући у обзир све локације на којима је постављена приступна мрежа или се може брзо поставити), могли би бити конкуренција Телекому на тржишту фиксне телефоније, али би претходно морали да испуне законске предуслове за пружање ове услуге (SBB је 2012. године уписан у евиденцију РАТЕЛ-а и почео је са пружањем услуге).

Укупан приход од пружања фиксних телефонских услуга свих ималаца лиценци на територији Србије у 2012. години износио је око 373 милиона евра, док су инвестиције у овај сегмент износиле око 52 милиона евра.

Корисника фиксне телефоније у 2012. години у Србији било је око 2.990.000, што је око 40.000 мање него 2011. године и чак 120.000 мање него што их је било 2010. године. Разлог овог смањења је, пре свега, конкуренција мобилне телефоније и приближавање цена коришћења. Процене ВМI су да ће се овај тренд наставити и да ће број фиксних телефонских прикључака према броју становника са садашњих 41,29% пасти на 40,4% на крају 2016. године.

Без обзира на смањивање броја корисника фиксне телефоније, у 2012. години у регистар РАТЕЛ-а уписана су два нова оператора за пружање јавне телефонске услуге преко фиксне мреже: Serbia Broadband – Српске кабловске мреже (SBB) и Инвест-Инжењеринг д.о.о. из Новог Сада.

Од 2012. године, провајдери кабловске телевизије и Интернета SBB и IKOM почели су да пружају услуге фиксне телефоније, под маркетиншким називима „SBB Јеџи“ и „IKOM Telefon“.

### **Мрежа фиксне телефоније Телеком Србија**

Телеком Србија је највећи провајдер сервиса фиксне телефоније у Србији који у својој мрежи има преко 2.300 телефонских централа, од којих су преко 95% дигиталне. Поред стандардног аналогног телефонског прикључка, у понуди имају и ISDN прикључке (базне и примарне), код којих су у цену основне претплате укључене услуге идентификације долазних позива, преусмеравања позива, позива на чекању, три учесника у вези и конференцијске везе, које се код стандардног аналогног телефонског прикључка посебно наплаћују. Такође, коришћењем ISDN прикључка корисници могу добити и додатне услуге које код стандардног аналогног телефонског прикључка нису доступне из техничких разлога.

За кориснике код којих није могућа реализација телефонског прикључка због непостојања физичке везе или сличног техничког разлога, Телеком Србија нуди могућност повезивања путем фиксног бежичног приступа (CDMA технологија), под условом да се корисник налази у зони покривања. Од укупно 283 постављене станице јавне фиксне бежичне мреже у Србији, Телеком је поставио 184.

Телеком Србија у понуди има и друге услуге за пословне кориснике, као што су услуге из сета позива ка негеографским кодовима:

- Бесплатни позив (FreePhone - FPH) – позиви на телефонске бројеве који почињу на 0800 се не наплаћују позиваоцима (осим код позиваоца који су прикључени на аналогне телефонске централе, којима се наплаћује један телефонски импулс), већ власницима бројева – даваоцима услуга. Ове бројеве закупљују пословни корисници да би омогућили својим клијентима бесплатане услуге као што су приступ информацијама о

одређеним производима, сервисне информације, наручивање услуге или производа, рекламације и слично.

- Универзални приступни број (Universal Access Number – UAN) – за даваоце услуга који желе да својим клијентима телефонске позиве учине финансијски приступачнијим Телеком нуди закуп бројева који почињу на 0700, код којих се разговор тарифира по цени локалног позива, без обзира из које мрежне групе је упућен.
- Телефонска веза са додатном ценом (Premium Rate – PRM) – телефонски бројеви који почињу са 090х се посебно тарифирају позиваоцу. Пословни корисници који закупе ове бројеве обезбеђују позиваоцима приступ различитим информацијама, као што су спортски резултати, музичко-забавни садржаји, добијање тренутне помоћи стручних лица и слично. Трајање позива ка овим бројевима ограничено је на 10 минута, а приликом јавног оглашавања ових бројева мора бити наведен садржај који пружају и цена услуге.
- Телефонско гласање (Televoting – VOT) – бројеви који почињу на 0780 намењени су гласању путем телефона, такмичењу или директном укључењу у телевизијски или радио програм. Даваоци услуга су и у овом случају у обавези да приликом јавног оглашавања наведу садржај који пружају и цену услуге. Позиви на ове бројеве омогућени су само корисницима са дигиталних телефонских централа из фиксне мреже Телекома Србија и корисницима мобилне мреже МТС.

### **Мрежа фиксне телефоније Орион**

Orion Telekom је почео са провајдингом сервиса фиксне телефоније коришћењем CDMA технологије на територији Београда у лето 2010. године. Тренутно, мрежа покрива највећи део Београда и још тридесетак места у Србији. Имају укупно 99 постављених станица јавне фиксне бежичне мреже.

У оквиру пакета корисници добијају бесплатну идентификацију позивајућег претплатника, као и 100 или 600 минута бесплатног саобраћаја у националној фиксној мрежи и ка фиксним мрежама САД, Канаде, Немачке, Аустрије, Велике Британије, Француске, Холандије, Белгије, Италије и Грчке. Преко телефонског прикључка може се остварити и повезивање на Интернет брзином 64 Kbps, уз слободну везу за разговор.

У подручјима где постоји покривеност мрежом, могуће је уз коришћење одговарајућег модема приступити Интернету преко рачунара, брзинама до 150 Kbps. У току је инсталација нове опреме која корисницима треба да омогући приступ брзинама до 1 Mbps.

Опсег бројева које је Orion Telekom добио од РАТЕЛ-а је од 4101000 до 4110999 и од 4130000 до 4139999 за географски код 11 (географско подручје Београд), а такође је добио и опсеге бројева за друга географска подручја у

Србији и опсег бројева од 4100000 до 4100999 са негеографским позивним бројем 076.

### **Мрежа фиксне телефоније Telenor**

Лиценцу за пружање услуга фиксне телефоније Telenor је добио у фебруару 2010. године после јавног конкурса који је расписао РАТЕЛ, са роком од годину дана да започне пружање комерцијалних услуга. Због високих накнада за позиве ка фиксној мрежи Телекома Србија, сматрајући да се спроводи дискриминаторска политика, Telenor је средином 2010. године тужио РАТЕЛ Управном суду. Овај поступак Telenor је обуставио годину дана касније, након што је РАТЕЛ одлучио да снизи накнаде.

Први комерцијални уговор о пружању услуга фиксне телефоније Telenor је потписао у јануару 2011. године, чиме је испунио услов из лиценце за другог оператора фиксне телефоније у Србији. Компанија Telenor саопштила је да ће даљи радови бити усмерени на постављању оптичке инфраструктуре на главним правцима у Србији и замену приступне мреже у мобилној телефонији, док се не реше проблеми везани за коришћење телекомуникационе инфраструктуре у власништву Телекома Србија.

Опсег бројева које је Telenor добио од РАТЕЛ-а је од 4410000 до 4410999, од 4412000 до 4420999, од 4422000 до 4429999 и од 4431000 до 4433999 за географски код 11 (географско подручје Београд), а такође је добио и опсеге бројева за друга географска подручја у Србији.

### **Мрежа фиксне телефоније SBB**

Од 22. октобра 2012. године и компанија SBB почела је да пружа услуге фиксне телефоније. У почетној понуди корисницима, SBB за месечну претплату у износу од 390 динара нуди неограничене бесплатне разговоре у својој мрежи, 100 бесплатних минута према фиксним мрежама у Србији и иностранству и бесплатно коришћење напредних функција (идентификација позива, позив на чекању, говорна пошта, прослеђивање позива, брзо бирање и скривање идентификације позива). Увођењем понуде за фиксну телефонију, SBB корисницима нуди Triple Play услугу (Интернет, кабловска телевизија и фиксна телефонија) под називом Trio mix.

Технологија којом је реализована фиксна телефонија је VoIP.

Опсег бројева које је SBB добио од РАТЕЛ-а је од 4000000 до 4099999 за географски код 11 (Београд) и од 3000000 до 3009999 за географски код 21 (Нови Сад), а такође је добио и опсеге бројева за друга географска подручја у Србији и опсег бројева од 1000000 до 1009999 са негеографским позивним бројем 076.

## **Мрежа фиксне телефоније I.KOM**

Компанија I.KOM такође пружа услуге фиксне телефоније. Технологија је VoIP, као и код SBB-a, а реализована је у сарадњи са компанијом Detel која је у власништву словеначке компаније In.Life која пружа услуге фиксне телефоније на подручју бивше Југославије.

До недавно, преко ове мреже могли су се реализовати само одлазни позиви, јер није постојао опсег додељених бројева па није ни постојала могућност примања позива. У октобру 2013. године РАТЕЛ је I.KOM-у одредио опсег бројева од 4200000 до 4209999 за географски код 11 (Београд). Од средине 2012. године, I.KOM је имао додељен и опсег бројева од 7670000 до 7679999 са негеографским позивним бројем 076.

## **Кабловска телевизија**

У 2012. години за услуге дистрибуције медијских садржаја у Србији било је регистровано 94 оператора (у 2011. години било их је 82), који су услуге пружали коришћењем кабловских дистрибутивних система (KDS), јавне фиксне телефонске мреже (IPTV) и сателитске дистрибутивне мреже (DTH).

Највећи оператор дистрибуције медијских садржаја у Србији са више од 52% удела на тржишту по броју претплатника и више од 57% удела на тржишту по приходима је SBB. Из тог разлога, РАТЕЛ је крајем 2011. године одредио SBB за оператора са значајном тржишном снагом на малопродајном тржишту дистрибуције медијских садржаја, а крајем 2012. године извршио нову анализу тржишта и потврдио претходно донету одлуку. Поред SBB, као значајни оператори могу се издвојити ЈП ПТТ, Телеком Србија, Kopernikus Technology д.о.о., I.KOM, DigiSAT, Радијус вектор и КДС Нови Сад. Сви остали оператори у Србији заузимају заједно око 9% тржишта. Телеком Србија је оператор који на тржишту дистрибуције медијских садржаја последњих година бележи највећи раст.

Укупан број претплатника услуге сервиса дистрибуције медијских садржаја у 2012. години био је око 1.440.000 (повећање од 8,3% у односу на претходну годину), што је око 58% од укупног броја домаћинстава у Србији.

Најзаступљенији начин дистрибуције медијских садржаја био је преко кабловских дистрибутивних система, који су опслуживали више од милион претплатника (72% од укупног броја претплатника). Од овог броја, чак 86% су претплаћени на аналогне KDS системе.

Тржиште дистрибуције медијских садржаја бележи стални раст последњих година, као и сви начини дистрибуције појединачно, али предњачи раст броја претплатника IPTV (50% више претплатника него што је било 2011. године и 105% више него што је било 2010., док је код друга два начина дистрибуције раст броја претплатника у односу на претходну годину био испод 10%).

Укупан приход свих оператора у 2012. години износио је око 109 милиона евра, што је повећање од 9% у односу на претходну годину. Приходи од KDS система у укупним приходима учествују са 64% (у 2011. години учествовали су са 70%), IPTV системи са 26% (повећање у односу на претходну годину када је учешће било 22, а посебно у односу на 2010. годину када је било 4%) и DTH системи са 10% (у 2011. години 8%, али су у 2010. години учествовали са 21%).

### **Провајдер SBB**

Према подацима SBB-а, њихове услуге користи око 700.000 корисника што је око 60% укупног броја претплатника кабловске телевизије. Због свог доминантног положаја на овом тржишту, SBB потпада под регулаторни оквир РАТЕЛ-а.

Од 2004. године SBB нуди услугу PayTV, односно поделио је телевизијске канале на оне који се налазе у основном пакету и на оне за чије гледање је потребно доплатити. Са дигиталном кабловском телевизијом почели су 2007. године (под називом D3), а 2009. године корисницима је омогућено гледање неколико канала у HDTV формату.

Услуге кабловског Интернета SBB нуди од 2003. године. Од 2012. године SBB је у понуду увео Triple Play услугу (кабловска телевизија, Интернет и фиксна телефонија преко јединственог прикључка).

Од скоро, SBB нуди и услугу D3i – приступ телевизијским каналима преко Интернета, при чему коришћење ове услуге није зависно од провајдера приступа Интернету. За коришћење услуге неопходно је поседовање IPTV Set Top Box-а који испоручује SBB, као и да брзина конекције на Интернет није мања од 4 Mbps.

### **Провајдер ПТТ КДС**

Први оператор кабловске телевизије у Југославији, а самим тим и у Србији, основан је 1990. године у Суботици. Повезивање Суботице и Палића оптичким каблом и проширење мреже извршено је 1997. године, чиме је она прерасла у кабловски дистрибутивни систем.

Услуге кабловског Интернета ПТТ КДС нуди од 2003. године.

## **Анализа безбедносних ризика и примењене мере заштите**

Сваки од јавних комуникационих система има своју намену и корисници се опредељују за њихово коришћење у складу са својим потребама и могућностима. Корисници би сервисе које нуде јавни комуникациони системи требало да користе тако да се не ствара било каква штета другим корисницима или нарушава њихова приватност, нити да се умањују могућности

комуникационих система или потпуно онемогућавају за функционисање. Савремени комуникациони системи, због своје отворености, подложни су деловању појединих корисника управо са овим циљевима, при чему сваки комуникациони систем има своје специфичности. Како су комуникациони системи основа за развој информационог друштва, питању безбедности посвећује се посебна пажња.

Стратегијом развоја информационог друштва у Републици Србији до 2020. године предвиђено је да се, између осталих, предузимају активности усмерене ка области информационе безбедности, са следећим приоритетима:

- унапређење правног и институционалног оквира за информациону безбедност,
- заштита критичне инфраструктуре,
- борба против високотехнолошког криминала и
- научно-истраживачки и развојни рад у области информационе безбедности.

Поред већ наведених Закона о електронском потпису и Закона о заштити података о личности, у области информационе безбедности постојећи законски оквир чине и Закон о тајности података („Службени гласник РС“ број 104/09), Закон о организацији и надлежности државних органа за борбу против високотехнолошког криминала („Службени гласник РС“ број 61/05), Закон о Војнобезбедносној агенцији и Војнообавештајној агенцији („Службени гласник РС“ број 88/09), Кривични законик („Службени гласник РС“ број 85/05, 88/05, 107/05, 72/09 и 111/09) и Закон о одбрани („Службени гласник РС“ број 116/07, 88/09 и 104/09).

Стратегијом развоја информационог друштва у Републици Србији до 2020. године планирано је да се формирају институција надлежна за истраживање и развој у области информационе безбедности и за послове верификације и сертификације метода, софтверских апликација, уређаја и система и институција за превенцију и координацију у решавању безбедносних инцидената у рачунарским системима и при коришћењу Интернета у Србији – национални CSIRT<sup>138</sup>.

У складу са Законом о електронском потпису и Законом о електронском документу, као главни начин утврђивања идентитета треба користити квалификоване електронске сертификате. Такође, потребно је успоставити праксу интероперабилности између сертификационих тела која издају електронске сертификате у Србији, као и са сертификационим телима у Европској унији и другим земљама.

Правно упориште борбе против високотехнолошког криминала налази се, поред Кривичног закона Републике Србије, у Закону о организацији и надлежности органа за борбу против високотехнолошког криминала. У складу са овим Законом и његовим изменама и допунама формиран су Посебно

---

<sup>138</sup> Computer Security Incident Response Team

тужилаштво за борбу против високотехнолошког криминала у оквиру Вишег јавног тужилаштва у Београду и Служба за борбу против високотехнолошког криминала у оквиру Министарства унутрашњих послова.

На међународном нивоу, најзначајнији документ у области борбе против високотехнолошког криминала који има утицаја на Србију је Конвенција Савета Европе из 2001. године, коју је Народна Скупштина Републике Србије ратификовала 2009. године. Овим документом, државе потписнице преузеле су обавезу усвајања законодавних и других мера на националном нивоу ради санкционисања дела против поверљивости, целовитости и доступности рачунарских података и система (незаконит приступ, незаконито пресретање, ометање података, ометање система, злоупотреба уређаја), дела у вези са рачунарима (фалсификовање, преваре), дела у вези са садржајем (дечја порнографија, кршење ауторских и сродних права) и друга дела (покушај, помагање, подстрекавање). Такође, преузете су и обавезе усвајања законодавних и других мера ради заштите сачуваних рачунарских података, одговарајућих овлашћења надлежних националних органа, као и обавезе везане за међународну сарадњу и узајамну помоћ држава потписница.

## **Интернет**

Коришћењем Интернета корисници остварују многе погодности, као што су комуникација са другим корисницима, информисање, образовање, новчане трансакције или забава, али сама природа мреже пружа могућности и за разне злоупотребе. Корисници морају бити свесни ових ризика и примењивати мере заштите како не би постали жртве злонамерних појединаца или организованих криминалних група.

Циљеви напада на кориснике Интернета могу се сврстати у неколико категорија:

- крађа идентитета у сврху каснијег лажног представљања,
- крађа лозинки, пин-кодова или других података неопходних за приступ одређеним ресурсима корисника, у сврху касније крађе новца или остваривања других могућности које има корисник,
- крађа фајлова и других података са рачунара ради њихове употребе у сврхе и на начин противан намерама власника, без његове сагласности и знања,
- измена података корисника, у сврху његове дискредитације, остваривања политичких или других циљева или сакривања активности нападача,
- брисање података корисника, ради онемогућавања или успоравања његовог рада и деловања,
- примена различитих метода напада на насумично или по неком критеријуму изабране кориснике ради тестирања нападачких механизма и припреме за напад на одабраног корисника,

- примена различитих метода напада на насумично или по неком критеријуму изабране кориснике ради забаве и доказивања сопствених могућности.

Најчешћи нападачки механизми који се користе за остваривање набројаних циљева су:

- коришћење могућности приступа рачунарима, мрежама (посебно бежичним) или деловима мреже са слабом или никаквом заштитом,
- убацивање вируса, тројанаца, шпијунских програма и другог злонамерног софтвера у рачунаре корисника,
- коришћење безбедносних пропуста у оперативним системима, примењеном заштитном софтверу и сетовању механизма заштите,
- слање електронских порука са садржајем који корисника наводи на активности које ће му нанети штету, чега корисник у том тренутку није свестан,
- постављање лажних сајтова, по изгледу сличних оригиналним и са интуитивно сличним адресама и навођење корисника да их користе и остављају своје податке.

Механизми заштите могу се груписати у неколико група:

- коришћење противвирусног (anti-virus), протившпијунског (anti-spyware) и заштитног мрежног (firewall) софтвера, као и њихово редовно ажурирање,
- редовно ажурирање оперативног система,
- редовно прављење резервних копија важних података (backup) и њихово чување на поузданом месту, одвојено од рачунара на којем се налазе оригинали,
- прихватање само оних електронских порука које долазе из поузданих и очекиваних извора (аутоматско одбацивање осталих) и провера аутентичности неуобичајених порука са пошиљаоцима, али другим средством комуникације,
- примена политике јаким лозинкама кад год је то могуће,
- примена метода аутентификације приликом приступа подацима и другим ресурсима,
- примена метода криптозаштите приликом преноса података и приликом њиховог чувања.

Стратегијом развоја информационе безбедности у Републици Србији до 2020. године дефинисано је да се развојем информационе безбедности жели постићи:

- поверење корисника у безбедно функционисање информационих система и поверење грађана у заштићеност података о личности у информационим системима,
- ширење свести о неопходности спровођења мера информационе безбедности,

- заштита података,
- заштита информационих и телекомуникационих система,
- безбедност електронских трансакција,
- ефикасни механизми заштите и остваривање права у процесима електронског пословања и електронске размене података.

### **Мобилна телефонија**

Начин на који мобилни уређаји комуницирају са ћелијским сајтовима чини систем потенцијално рањивим на клонирање. Сваки пут када се мобилни уређај укључи или када се поново пријављује на мрежу након изласка из зоне покривања, мора се идентификовати тако што шаље сопствене, јединствене податке. Ова комуникација се, са одговарајућом опремом, може пресрести и одредити јединствени подаци корисника. Са тим подацима се, затим, може извршити лажно представљање на мрежи и коришћење услуга, при чему сви трошкови падају на терет оригиналног корисника. Овај проблем је посебно био присутан у првој генерацији мобилне телефоније, али су почевши од друге генерације почеле да се примењују технике енкрипције које су клонирање знатно отежале.

Службе безбедности користе евиденције које се воде у системима мобилне телефоније на различите начине. Помоћу технике која се зове триангулација могуће је приближно одредити физичку локацију корисника у одређеном тренутку. Ове технике су посебно занимљиве службама безбедности у домену борбе против тероризма, с обзиром да се показало да терористи интензивно користе мобилну телефонију за комуникацију, али и друге намене. Овај проблем је разматран на највишим нивоима, па су неке земље, попут Британије, ангажовале најбоље стручњаке како би направили систем који ће омогућити најефикасније коришћење евиденција у системима мобилне телефоније. Како би помогли решавање овог проблема, амерички Национални институт за стандарде и технологије (NIST<sup>139</sup>) је издао публикацију под ознаком SP800-101 са водичем и процедурама за чување, прикупљање, испитивање, анализу и извештавање о подацима са мобилних уређаја.

Као пример, може се узети бомбашки напад на воз у Мадриду 2004. године. У нападу су мобилни телефони коришћени као детонатори за бомбе, али једна од бомби није експлодирала. На основу података са SIM картице која је остала неоштећена у мобилном телефону који је служио као детонатор за ову бомбу, дошло се до података који су помогли да се лоцирају терористи.

### **Фиксна телефонија**

Технологија која се користи у аналогним телефонским системима који су и данас у употреби је таква да корисници немају велике могућности да утичу на друге кориснике или на систем у целини. Код оваквих система одувек је постојала могућност да се, због начина на који су апарати физички везани на

---

<sup>139</sup> National Institute of Standards and Technology

телефонску централу и врсте електричног сигнала којим се преноси глас, неки појединци паралелно прикључе на телефонску линију регуларног претплатника и обављају разговоре на његов рачун. Такође, ако позвани корисник нема идентификацију долазног позива, могуће је заварати га и представити се као неко други.

Код система са тонском сигнализацијом између уређаја откривене су нове могућности за манипулације. Код ове врсте сигнализације одређена информација се преноси тоном одређене фреквенције, па тако тон на фреквенцији од 2600 Hz означава да је телефонски позив завршен, али се при томе веза између саговорника не раскида. Корисници којима је била позната ова особина могли су да успоставе везу са саговорником и да у слушалицу пусте тон на овој фреквенцији (постојале су чак и пиштаљке које су се добијале у кутијама од корн флекса!), па да затим причају колико год хоће без тарифирања. Код телефонских централа које су за сигнализацију користиле сигнале са више фреквенција (*multifrequency*) није било баш толико једноставно преварити систем, али су се по часописима појављивале шеме електронских уређаја који су то омогућавали. Овакве манипулације нису прошле незапажено код оператора, тако да су их они временом сузбили, променом технологије и законским мерама.

У време када је било могуће примењивати овакве преваре, у јавности се формирао заједнички појам фрикинг (*phreaking*), комбинацијом енглеских речи телефон (*phone*) и чудак (*freak*), који је означавао активности усмерене на експериментисање и нестандартну експлоатацију неког телефонског, а у ширем смислу било ког телекомуникационог система.

Безбедносни проблеми код IP телефоније сасвим су другачији него код стандардних PSTN система. С обзиром да се ради о системима који почивају на Интернет протоколима (а често и користе Интернет као транспортну мрежу), сви безбедносни проблеми који се односе на Интернет односе се, у мањој или већој мери, и на IP телефонију. Поред тога, због непосредне и наизменичне комуникације два или више учесника у реалном времену, неопходно је да кашњење буде што је могуће мање, јер би се у супротном то итекако одразило на квалитет сервиса. Како сваки безбедносни механизам додаје извесно кашњење у преносу, јасно је да је потребно прецизно подесити параметре транспортне мреже и направити прави баланс, како би избегли да или систем буде недовољно заштићен, или да сервис буде нефункционалан.

Системи IP телефоније подложни су прислушкивању разговора (уз помоћ програма као што су VOMIT или SipTap), нападима усмереним на обустављање пружања сервиса (DoS<sup>140</sup>), спамовању или другим типовима напада. Како би се део ових проблема сузбио, препорука је да се примењује енкрипција у оваквим системима, посебно у случају када се као транспортна мрежа користи Интернет.

---

<sup>140</sup> Denial of Service

## **Кабловска телевизија**

Аналогна кабловска телевизија је једносмерни сервис, који полази од централе оператора и завршава код крајњег корисника. Овакав начин дистрибуције сервиса чини да за систем не постоји опасност од било ког корисника, јер они физички немају начина да утичу на дистрибуцију сигнала у систему. Старији системи кабловске телевизије користили су чак и једносмерне појачаваче у дистрибутивној мрежи, тако да је систем у целини и на тај начин био заштићен од било каквих дешавања у било ком делу мреже.

Главни проблем оператора кабловске телевизије је како да натерају све своје кориснике да плаћају услуге. Аналогна дистрибуција сигнала крајњем кориснику оставља могућност једноставног прикључења на постојећу инфраструктуру или паралелно на прикључак постојећег корисника, при чему трошак коришћења сервиса од стране нерегуларног корисника, за разлику од случајева поменутих код аналогне телефоније, није падао на терет регуларног корисника. Операторима кабловске телевизије није једноставно да пронађу корисника који се нерегуларно прикључио, посебно у зонама велике концентрације корисника (на пример, у стамбеним зградама). Да би се заштитили од таквих корисника, неки оператори су примењивали методе скрембловања или енкрипције појединих канала или комплетног телевизијског садржаја. Занимљиво је да је доста таквих метода релативно брзо пробијено, без обзира што су их примењивали веома озбиљни оператори (на пример, шема декодера за разбијање скремблованог сервиса RITC Discret који је француски Canal+ пустио 1984. године објављена је свега месец дана након пуштања сервиса). Познатији аналогни системи за заштиту су Leitch Viewguard, VideoCrypt, Telese MAASST и D2-MAC EuroCrypt.

Да би се корисницима омогућило да користе сервисе типа „Плати по виђењу“ (PPV<sup>141</sup>), који им омогућују да гледају филм или други садржај по жељи и у жељено време и да накнадно плате за то, било је неопходно отворити канал од корисника ка неком центру оператора и обезбедити кориснику уређај помоћу којег ће комуницирати са оператором (с обзиром да телевизијски пријемници немају такву могућност). Функцију уређаја који омогућује комуникацију са оператором су преузимали сет топ боксови, док су комуникациони канали отварани на посебним фреквенцијама. Предности које је пружала дигитална технологија уочене су и овде, па су аналогни сет топ боксови убрзо замењени дигиталним, који су имали додатне могућности и у погледу енкрипције. Све више су се примењивали системи дигиталне енкрипције, од којих су најпознатији DigiCipher2, Viaccess, Irdeto, Nagravision и VideoGuard.

---

<sup>141</sup> Pay Per View

## **Конвергенција као правац даљег развоја јавних комуникационих система**

Анализирајући настанак и развој најзначајнијих јавних телекомуникационих (комуникационих) система, уочава се да су сви у почетку имали своју посебну транспортну мрежу, посебне протоколе и посебну регулативу. Разлог за ово је, пре свега, био у чињеници да су комуникационе мреже у ранијем периоду грађене тако да буду прилагођене природи информације коју треба да пренесу. Архитектура система намењених за пренос информација директно поставља оквир за израду протокола комуникације, што је неминовно довело до почетног раслојавања и изградње функционално и технички потпуно различитих мрежа. Сви јавни комуникациони системи имали су различите уређаје, различите начине употребе, различита правила понашања на систему и различите провајдере, што је за последицу имало формирање одвојених тржишта за сваки комуникациони сервис и, неминовно, прављење посебне регулативе.

Међутим, правци развоја у последње две-три деценије, а нарочито последњих десетак година, показују да је такав тренд превазиђен. Приметно је да, у последње време, различити технолошки системи у све већој мери користе исте уређаје у технолошком процесу. На пример, системи као што су телефонија, пренос података и видео надзор, који су некад били потпуно одвојени, сада у великој мери деле одређене ресурсе, па чак пружају и заједничке сервисе корисницима. Ова појава, која је већ постала процес, назива се телекомуникациона конвергенција, мрежна конвергенција или само конвергенција. Циљ овог процеса у почетку је био да се сви комуникациони сервиси преносе истом комуникационом транспортном мрежом.

Простор за конвергенцију отворен је успоном дигиталних комуникација крајем XX века и превладавањем IP протокола над осталим протоколима за комуникацију, чему је у изузетној мери допринела експанзија Интернета. Могућност да се изворна информација било ког облика дигитализује, форматира и претвори у податак, веома брзо и успешно је искоришћена и од тада траје развој ове концепције. Међутим, нови трендови показују да комуникациони системи не конвергирају само у транспортном делу.

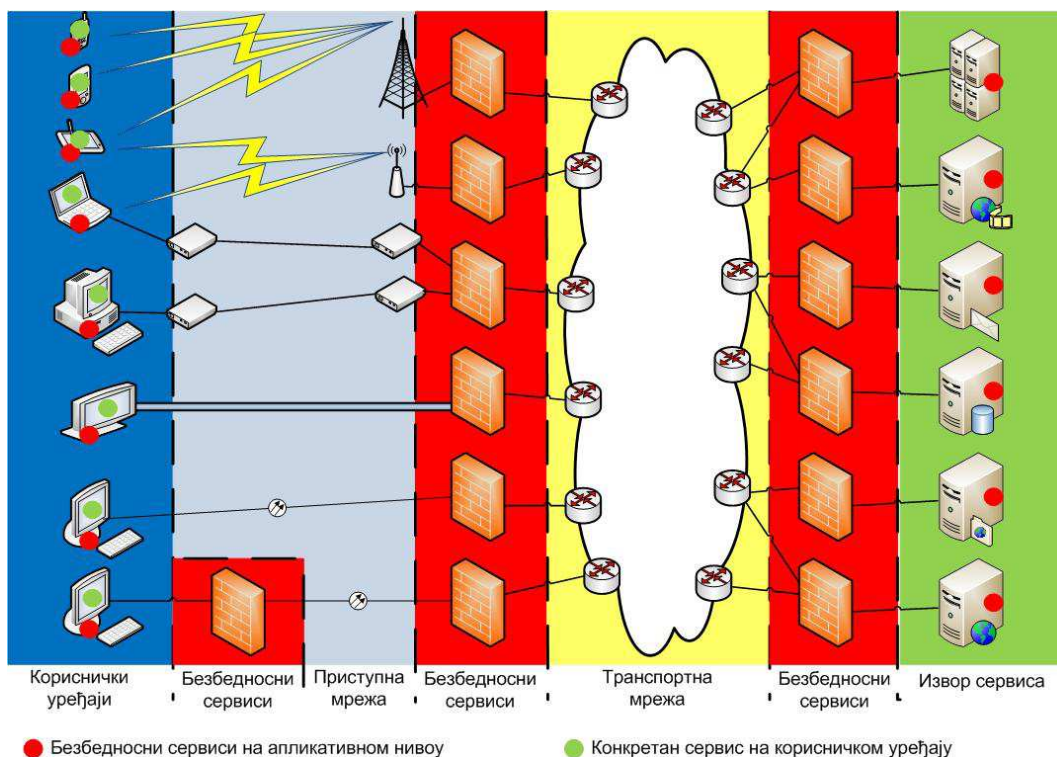
Конвергенција је постала веома изражена и у случајевима повезивања компјутера или других уређаја који користе IP протокол у јединствену мрежу ради дистрибуције медијских садржаја различите природе. Неки од сервиса који су, у ствари, конвергирани сервиси већ су присутни на тржишту извесно време (на пример, VoIP или IPTV), а може се очекивати да их у ближој будућности буде много више.

Анализирајући сегменте из којих су састављени различити јавни комуникациони системи, уочљиво је подударање одређених елемената и јасно се примећује да системи могу да конвергирају и у другим својим деловима. Оваква филозофија има многе предности, а пре свега у повећању доступности сервиса крајњем кориснику, нижој цени имплементације сервиса за провајдера

и нижој цени експлоатације за корисника. Узимајући у обзир архитектуру јавних комуникационих система и сагледавајући дешавања на тржиштима, у сваком комуникационом систему могу се препознати пет слојева:

- језгро (извор) сервиса,
- транспортна телекомуникациона мрежа,
- приступна телекомуникациона мрежа до крајњег корисника,
- безбедносни сервиси за заштиту корисника и комуникације и
- конкретан сервис на уређају крајњег корисника.

На слици је представљен модел изгледа таквих комуникационих система са јасно одвојеним слојевима.



Слика 5: Модел комуникационог система

Очигледно је да, са оваквом архитектуром, није битно где се налази извор сервиса и где се налази корисник, јер он, под одређеним условима, може увек имати доступан сервис. Услови за доступност сервиса су да је локација на којој се корисник тренутно налази покривена неком приступном телекомуникационом мрежом, да корисник има одговарајући уређај којим може остварити сервис и да корисник има право коришћења сервиса.

Према неким ауторима, конвергенцију треба посматрати кроз четири аспекта: технолошки, организациони, тржишни и регулаторни. Технолошки аспект има два кључна чиниоца - интеграцију и дигитализацију, при чему се интеграција може дефинисати као процес трансформације у којем се све информације, без

обзира на своју основну физичку природу, преносе истом комуникационом мрежом, док се дигитализација, у најгрубљем облику, може описати као разбијање било које информације на бајтове састављене од нула и јединица.

### **Језгро сервиса**

Језгро сервиса представља извор пружања конкретног сервиса. То је, на пример, централни свич провајдера услуга мобилне телефоније, регионални центар кабловске телевизије или само web сервер на Интернету. У језгро сервиса спадају и базе података којима корисници приступају, ако су саставни део сервиса (на пример енциклопедије на Интернету, видеотеке код оператора кабловске телевизије итд.). Заједничка карактеристика свих језгара сервиса ће бити, у великој већини случајева, имплементација строгих мера безбедности и коришћење фиксних (оптичких) приступних мрежа за повезивање са транспортним мрежама, а често и успостављање двоструких и вишеструких комуникационих линкова.

Реално је очекивати да ће у будућности расти број расположивих сервиса, а такође и број провајдера сервиса. У условима повећане конкуренције, највећи ризик за провајдере биће да сервис буде недоступан за кориснике, што ће веома често значити њихов прелазак код другог провајдера. Узмимо пример, у данашњим условима, да мрежни сервер за неку игрицу на Интернету буде извесно време ван функције. Играчи који су до тада користили тај сервер и били му лојални, брзо ће се преко форума договорити на који други мрежни сервер да пређу и наставе са играњем игрица. Ако им други мрежни сервер пружа исти комфор као и први, велика је вероватноћа да ће наставити да користе други и када се први врати у функцију.

Због тога, провајдери ће предузети све мере да њихов сервис увек буде доступан. Најважније мере су:

- физичка заштита уређаја и мрежне инфраструктуре у језгру сервиса,
- контрола приступа објектима и просторијама у којима су смештени уређаји и мрежна инфраструктура у језгру сервиса,
- постојање резервног напајања за случај нестанка мрежног напајања,
- постављање мрежних баријера ради заштите од напада споља,
- подизање антивирусних и сличних програма ради заштите од разних малициозних кодова,
- аутентикација корисника и бележење свих њихових активности,
- успостављање заштићене комуникације између корисника и језгра сервиса и
- повезивање на транспортну мрежу са најмање два независна телекомуникациона линка.

### **Транспортна мрежа**

Као што је већ речено, прве конвергенције направљене су управо код транспортних мрежа на начин који је омогућио да се различити сервиси

преносе истом телекомуникационом инфраструктуром. Добри резултати које је овакав принцип донео апсолутно промовишу његово даље коришћење и унапређење. Како је за конвергенцију у телекомуникационом делу кључан био IP протокол, који је у претходном периоду доказао своју функционалност, на њему треба остати и у будућим мрежама, али у верзији 6 (IPv6).

Највећи проблем са претходном верзијом IP протокола (IPv4) је недовољан број расположивих адреса за кориснике (контингент је потпуно потрошен!). Код ове верзије, адреса се формира у облику

a.b.c.d

где су a, b, c и d бројеви између 0 и 255. Оваквим начином адресирања добија се  $2^8 \cdot 2^8 \cdot 2^8 \cdot 2^8 = 4.294.967.296$  различитих адреса, а укупан број уређаја који се могу повезати на систем нешто је мањи од овог броја. Процене су да у овом тренутку на Интернету егзистира између 8 и 10 милијарди уређаја, захваљујући примени верзије 6 IP протокола. Адресни простор у IPv6 од 128 бита омогућава адресирање  $2^{128}$  уређаја (приближно  $3,4 \cdot 10^{38}$ , или око  $8 \cdot 10^{28}$  пута више него што омогућава IPv4), што би вероватно требало да буде довољно за дужи временски период.

Већ је речено да је IP протокол тај који би требао да се примењује у будућим транспортним мрежама, као и да примена верзије 6 IP протокола обезбеђује да у једној мрежи коегзистира веома велики број различитих уређаја. С обзиром на тренутну распрострањеност и даље ширење Интернета, сам по себи намеће се закључак да ће управо он (или његови делови) у будућности бити мрежа која ће служити као транспортна мрежа за све сервисе. Практично, транспортне мреже које сада користе провајдери других телекомуникационих услуга ће конвергирати по технологији и протоколима ка IPv6 мрежама и постати делови Интернета.

Конвергенција омогућава и продоре у област која се већ сада означава као „Интернет објеката“ или „Интернет ствари“. „Интернет објеката“ значи да ће сви електронски уређаји, па чак и они који по својој суштини нису електронски али којима ће бити придодат део за читавање стања и комуникацију, бити повезани на глобалну мрежу и давати информације о свом статусу или добијати преко мреже команде за активности. Концепт „Интернета ствари“ своје корене вуче са Масачусетског института за технологију (MIT<sup>142</sup>).

Како знамо да је Интернет еволуирао у „Интернет ствари“? По Cisco IBSG<sup>143</sup> групи, то је тренутак када број ствари или објеката на Интернету прерасте број људи на планети. Ако посматрамо 2003. годину, помислићемо да је тај тренутак био далеко с обзиром да је људска популација бројала нешто преко шест милијарди јединки, а да је број уређаја на Интернету тада био око 500 милиона. Међутим, након 2007. године и појављивања паметних мобилних телефона (smartphones) на тржишту, у веома кратком периоду десио се

---

<sup>142</sup> Massachusetts Institute of Technology

<sup>143</sup> Internet Business Solutions Group

огроман скок у броју уређаја повезаних на Интернет. Процена је да је број уређаја повезаних на Интернет превазишао број људи на Земљи 2008. или 2009. године, па се може сматрати да почетак „Интернета ствари“, према дефиницији IBSG, пада негде у том периоду. Према подацима из 2010. године, на Интернет је било повезано око 12.5 милијарди уређаја (број становника је процењен на нешто мање од седам милијарди). Процењује се да ће до 2015. године број уређаја на Интернету порасти на 25 милијарди, а до 2020. године на 50 милијарди.

Колико далеко се отишло у овој области може да илуструје и податак да су у Холандији реализовали пројекат уградње сензора у уши крава, тако да фармери могу да прате њихово здравствено стање и кретање. Ови сензори на годишњем нивоу генеришу око 200 MB података по крави.

Највеће препреке за развој „Интернета објеката“ је спор прелазак на IPv6, непостојање одговарајућих сензора и недостатак стандарда. О потрошеним адресама по IPv4 стандарду већ је било речи, али обични корисници не примећују никакве проблеме нити виде велику потребу да што пре пређу на IPv6 стандард. Технологије као што су NAT<sup>144</sup> и CIDR<sup>145</sup> омогућавају да се иза једне IP адресе постави више уређаја, али оне не могу у потпуности заменити ситуацију у којој сваки уређај има своју глобалну адресу. То практично значи да уградња нових сензора, којих је потенцијално на милијарде, захтева нове адресе по IPv6 стандарду, које не могу бити додељене у мрежама које функционишу на IPv4 стандарду.

По питању сензора, највећи проблем је како обезбедити енергију за њихов рад. Просто је немогуће да сви раде на батерије, па се разматрају разне могућности да се самостално напајају, пре свега од потенцијалних извора у најближој околини као што су вибрације, светлост или проток ваздуха. На пример, у развоју је наногенератор који користи покрете тела за стварање електричне струје. На крају, стандарди у овој области морају бити постављени, пре свега у областима безбедности, приватности, архитектуре мреже и комуникација.

## ***Пристапна мрежа***

Принципом да се било који сервис може добити на било којем месту у било које време, конвергенција редефинише појам комуникација као комбинацију телекомуникација и радиодифузије, нудећи мноштво сервиса уз коришћење само једног уређаја и само једне пристапне мреже. С обзиром на надолazeће мноштво нових сервиса, од којих ће велики број захтевати велике протоке, провајдери ће бити у обавези да корисницима обезбеде знатне комуникационе капацитете. Ово се односи како на жичне, тако и на бежичне системе преноса.

Док су у прошлости телекомуникациони системи (укључујући сервисе које су омогућавали) били јасно разграничени, у модерним архитектурама они представљају само начин да се сервис дистрибуира до крајњег корисника. При

---

<sup>144</sup> Network Address Translation

<sup>145</sup> Classless Inter-Domain Routing

томе, тежња је да се телекомуникациони систем којим ће се сервис допремити до корисника не бира према природи сервиса, већ на основу одређених потреба корисника.

### **Жичне и бежичне приступне мреже**

Прво питање које се поставља пред пројектанте неке приступне мреже је да ли одабрати жични или бежични преносни систем. Основна и највећа предност бежичних система је мобилност у сваком смислу. Овакви системи дозвољавају кретање корисника, кретање извора сервиса, па чак и кретање делова система који служе за телекомуникациони пренос. Међутим, свака мобилност негативно утиче на капацитет јер се повећава број грешака у преносу. На капацитет преноса, расположивост и поузданост код бежичних система утичу и многи други фактори, као што су радна фреквенција, снаге предајника и пријемника, удаљеност пријемника од предајника, конфигурација терена, присуство грађених објеката, па чак и материјал од којег су грађени објекти између предајника и пријемника направљени. Такође, мобилни уређаји имају ограничења по питању димензија, тежине и капацитета батерија, па и ти фактори утичу на могућности мобилних комуникација.

Жичне приступне мреже у све већој мери користе оптичка влакна великог капацитета, а у њима су IP базирани протоколи апсолутно доминантни у односу на друге комуникационе протоколе. Капацитет који пружа пренос коришћењем оптичких влакана и универзалност IP протокола омогућују корисницима који се налазе на фиксним локацијама коришћење оваквих приступних мрежа за све сервисе (према подацима из 2009. године, оптичким кабловима било је повезано преко 15 милиона домова у Северној Америци). И бежичне приступне мреже показују тренд ка успостављању IP-базираних протокола као основних протокола у комуникацији. Међутим, ограничења у коришћењу фреквенцијског спектра у радио комуникацији имплицирају и ограничења у капацитету који овакви системи могу да понуде. Поређења ради, у једном оптичком влакну корисни фреквенцијски опсег је преко 1.000 GHz, док је цео данашњи фреквенцијски опсег у радио комуникацијама за све намене спакован испод 300 GHz. Технике кодирања и модулације које се примењују и стално усавршавају могу у одређеној мери повећати капацитет, али та повећања нису неограничена. Због ограниченог спектра у радио комуникацијама и све већих захтева провајдера, регулаторна тела у државама су у обавези да направе и контролишу стриктну примену плана намене и плана расподеле радио фреквенција, како би се расположиви спектар што боље искористио. Колико је ово вредан ресурс показују и високе цене које поједине државе наплаћују од провајдера за коришћење радио фреквенција.

Постављање инфраструктуре жичних комуникационих система скупље је, генерално, него постављање бежичних. Али када је инфраструктура једном постављена, проширења капацитета су скупља код бежичних система. Да би се код жичних система проширио капацитет преноса према кориснику, обично је потребно само заменити постојеће комуникационе уређаје другим уређајима већег капацитета. Да би се мобилним корисницима омогућио већи проток,

обично се мора повећати густина базних станица, што често може значити подизање новог антенског стуба, обезбеђење нових фреквенцијских опсега, препрограмирање параметара мреже, решавање проблема са интерференцијом и слично. Све ово значи да бежични системи имају значајне трошкове да би обезбедили подршку корисницима за нове сервисе.

Поред знатно већег капацитета, жичне телекомуникационе системе одликује и већа поузданост и предвидивост у раду и једноставније подешавање у односу на бежичне системе. Да би подигли ниво поузданости сервиса, бежични системи морају да примењују разне технике које у крајњем исходу могу знатно да утичу на расположиви капацитет за сервис који користи корисник (на пример, за корекцију грешака код преноса гласа у GSM технологији одвојено је чак 43% од укупног капацитета намењеног овом сервису). Други начин уштеде комуникационих ресурса је да се сервиси који не захтевају промтну комуникацију, као што је SMS, ставе у стање чекања док се ресурси не ослободе у довољној мери. Жични комуникациони системи немају потребе да решавају овакве проблеме.

Ради стварања шире слике о заступљености ових система можемо поредити доступност жичних и бежичних приступних мрежа у овом тренутку. Посматрајући жичне приступне мреже можемо приметити да, осим телефонских парица (и широкопојасног приступа преко ADSL модема) и коаксијалних каблова кабловске телевизије (и широкопојасног приступа коришћењем кабловских модема), у великој већини случајева до крајњих резиденцијалних корисника нема трећег провајдера који има постављену жичну телекомуникациону инфраструктуру за приступну мрежу. Провајдера који обезбеђују бежични приступ има знатно више – готово у свакој тачки присутно је више провајдера мобилне телефоније, а на доста локација, посебно у урбаним срединама, приступ се може остварити и преко WiFi, а понекад и других бежичних мрежа.

На основу претходне анализе, може се закључити да су бежични системи незаменљиви ако сервис треба дистрибуирати до корисника који су мобилни, док су жични системи најбољи, али не и обавезни, за кориснике на фиксним локацијама којима је потребно обезбедити велики проток и високу поузданост пружања сервиса. На одлуку да ли ће се кориснику на фиксној локацији сервис допремити жичном или бежичном приступном мрежом утичу и други фактори, као што су техничке могућности и исплативост да се до корисника постави жична инфраструктура. Такође, бежични системи могу да пружају услуге опште дистрибуције медијских садржаја (*broadcast*), посебно интересантних радио и телевизијским кућама, које не могу у таквом обиму да пруже жични телекомуникациони системи.

Узимајући у обзир трендове у развоју телекомуникација, може се претпоставити да ће садашње разлике између жичних и бежичних приступних мрежа наставити да постоје и у будућности, посебно у погледу капацитета. Овакав став иде у прилог већ дефинисаној разлици по питању минималне брзине широкопојасног приступа за жичне и бежичне приступне мреже.

Поред већ изнетих ставова, потребно је додати да је регулатива која се односи на сервисе све више неутрална по питању приступне мреже којом се сервис преноси до крајњег корисника. Ово је посебно значајно јер се у већој мери подстиче конкуренција између различитих провајдера, а такође представља добар приступ јер доприноси да се друга регулатива базира на слојевима, а не на врсти сервиса.

### **Предлог другачије организације**

У претходном разматрању указано је на разлике између жичних и бежичних приступних мрежа и на најзначајније особине обе групе. Међутим, постоји једна заједничка особина за све приступне мреже – њих граде, управљају њима и одржавају их провајдери неког од сервиса. Свака приступна мрежа грађена је са намером да се одређени сервис дистрибуира крајњем кориснику, а могућности које је приступна мрежа имала поврх тога коришћене су за дистрибуцију додатних сервиса до корисника, или за прихватање и дистрибуцију сервиса других провајдера.

Овакав начин изградње обезбеђује одређену комотност за рад провајдерима сервиса који су власници приступне мреже, али им ствара и обавезу држања екипе која је задужена за развој и одржавање мреже. Ако је мрежа распрострањена на ширем географском подручју, то значи да, ако провајдер жели брзу реакцију на евентуалне кварове, мора имати више расположивих екипа на разним локацијама, обучених и спремних да отклоне проблеме у кратком временском року. У таквим околностима, веома је тешко направити добар баланс између броја људи потребних за одржавање система, њихове распоређености по територији коју мрежа покрива и расположивости сервиса, тако да се могу десити ситуације да или екипа нема посла у неком периоду, или су неки корисници без сервиса дуже него што је регуларно јер је екипа заузета отклањањем другог квара.

Ако посматрамо стање у Србији у погледу система мобилне телефоније, а таква ситуација је и у другим земљама, приметимо да сваки провајдер поставља сопствену приступну мрежу. На много локација можемо видети два, или чак три антенска стуба на веома блиском растојању, што значи да су два или сва три провајдера мобилне телефоније поставили своје системе на приближно истом месту. Високе зграде у Београду начичкане су антенама ових провајдера, а још израженија ситуација је у мањим градовима где су високе зграде ређе. Овакав начин покривања територије представља велики трошак за провајдере, јер свако од њих појединачно мора да, за практично исту локацију, купује или изнајмљује земљиште за подизање свог антенског стуба, обезбеђује потребне дозволе, доводи напајање и телекомуникационо повезује са неким комуникационим чвором. Да су оператори свесни колико трошкова и проблема ствара оваква организација показује и уговор о ромингу између МТС и VIP и уговори између оператора о дељењу локација, а такође и реорганизација коју је спровео Telenor по питању пројектовања даљег развоја система и одржавања система (стапање пројектних центара из неколико земаља у један, поверавање одржавања система спољној фирми).

Слична ситуација постоји и код жичних приступних мрежа. Као што је већ речено, телефонска инсталација се већ деценијама уграђује у стамбене зграде приликом изградње, а у новије време и инсталације за кабловску телевизију. По дефиницији, Телеком Србија до сваке зграде доводи своју приступну инфраструктуру и повезује је на телефонску инсталацију у згради, док оператор кабловске телевизије који је у том тренутку најближи и најбржи исто уради са својом инфраструктуром. Ако неки други оператор кабловске телевизије жели да пружи услугу неким корисницима у истом објекту, наићи ће на проблем јер је део инфраструктуре у згради већ заузет, мада теоретски може да постави своју паралелну инфраструктуру, а формално-правно је потпуно равноправан са оператором који је већ присутан у објекту. Дакле, као и код бежичних приступних мрежа, и овде имамо ситуацију да сваки провајдер гради паралелну приступну мрежу за себе.

Ако је оваква организација била неопходна у ранијем периоду, данас дефинитивно више није. За ово је, у највећој мери, заслужна примена IP протокола у комуникацији, која омогућује да пакети од извора сервиса до крајњег корисника и у обрнутом смеру путују кроз мреже различите по технологији, структури или власништву. Захваљујући адреси крајње дестинације која је саставни део сваког пакета, рутери или други слични уређаји усмеравају пакете ка одредишту, без обзира на сервис који је у питању. Илустроваћемо ово малим примером из свакодневног живота: два корисника, од којих један са мобилним уређајем повезаним на 3G мобилну мрежу и други са лаптопом повезаним на Интернет преко кућног бежичног рутера и ADSL конекције, могу остварити аудио-видео комуникацију коришћењем неког од јавно доступних софтвера (на пример Skype). Сметњу не представља ни то што уређаји код крајњих корисника имају различите оперативне системе (Android и Windows), а географска локација корисника је практично неважна. Комуникација коју генерише један корисник, и говорна и видео, дигитализује се и претвара у пакете којима се придодаје адреса саговорника. Ови пакети се од мобилног корисника преносе кроз приступну мрежу провајдера мобилне телефоније, преко транспортне комуникационе мреже истог провајдера доводе до језгра мобилне мреже, рутирају према Интернету, кроз разне транспортне комуникационе мреже преносе до провајдера којем припада други корисник, затим кроз приступну мрежу доводе до крајње фиксне локације и на крају преко кућне бежичне мреже до лаптопа другог корисника. Мада оваква комуникација делује компликована, у свакодневном животу имамо огроман број сервиса који користе различите мреже за пренос пакета и милијарде оваквих конекција сваки дан.

У условима сталног повећања захтева корисника, појављивања нових сервиса и оштре конкуренције између провајдера, смањење трошкова је један од примарних и сталних циљева оператора. Као што је већ наведено, пројектовање, изградња и одржавање приступних мрежа је велико оптерећење за провајдере који траже начин да направе баланс између трошкова и квалитета сервиса. Овај проблем би могао бити решен постојањем независних провајдера приступних мрежа, који би обезбеђивали корисницима сервисе различитих провајдера сервиса. Ради илустрације оваквог приступа, узмимо

пример провајдера приступне мреже мобилне телефоније. Овај провајдер би обезбеђивао локације за антенске стубове, објекте на локацији за смештај опреме, комуникацију од такве локације до неког центра који би био повезан са централним системом провајдера сервиса мобилне телефоније. Провајдер приступне мреже могао би да поставља, чак, и базне станице мобилне телефоније.

Пример се може навести и за жичне приступне мреже. Чињеница је да су у Србији готово све приступне мреже до крајњих корисника бакарне (телефонске парице или коаксијални каблови). Са таквим приступним мрежама може се остварити значајан саобраћај, али не и по стандардима који се постављају у Америци за широкопојасни приступ. Ово значи да ће код нас, пре или касније, почети масовније повезивање резиденцијалних корисника оптичким кабловима, што још увек није случај због већих трошкова и постојеће технологије. Провајдер који постави оптичку инфраструктуру до резиденцијалних корисника биће у могућности да им пружи било који сервис било којег провајдера сервиса.

Ова два примера показују да може да се пронађе интерес за овакву организацију, како код постојећих провајдера сервиса да напусте овај сегмент, тако и код фирми које имају капацитете да изграде, одржавају, надограђују и осавремењавају приступне мреже. Оним провајдерима сервиса који тек улазе у посао и постојећим мањим провајдерима оваква промена би одговарала јер би тржишна утакмица била равноправнија, а трошкови пословања нижи. Корисници би добили бољи сервис и потенцијално ниже цене услуге. Са друге стране, велики провајдери сервиса имају одређени интерес да поседују и контролишу приступну мрежу јер на тај начин обезбеђују себи предност над конкуренцијом која нема на располагању такав ресурс. Да ли ће у будућности велики провајдери сервиса остати и власници приступних мрежа или ће се за ту сврху формирати посебни провајдери тешко је предвидети, али је сигурно да ће и законска регулатива у великој мери утицати на таква дешавања. Уколико се интерес корисника стави на прво место и државним мерама стимулише одвајање сервиса од осталих нивоа, доћи ће до формирања посебних фирми које ће нудити услуге телекомуникационог повезивања крајњих корисника за све врсте сервиса свих провајдера.

### ***Безбедносни сервиси***

Безбедност је област којој се посвећује све више пажње у данашњим пакетским комуникацијама. Мере које се примењују ради очувања безбедности података и информационих система могу бити веома сложене, али и веома једноставне. Али чак ни веома сложени безбедносни системи нису потпуно сигурни од провала, што свакако није разлог да се одустане од примене било каквих безбедносних мера.

Профил нападача у IP мрежама може се генерално сврстати у две категорије: оне који траже слабо заштићене мреже и оне који траже што боље заштићене мреже. У боље заштићеним мрежама обично има нешто што је вредно украсти

па је то разлог за нападе, али постоји и мотив изазова да се провале такви системи. Из угла оних који пројектују заштиту од таквих напада, с обзиром да не постоје непробојни системи, потребно је пронаћи меру приликом прављења заштите како би се избегли претерани трошкови. Такође треба имати у виду да наилазак на добро заштићену мрежу за добар проценат нападача представља одбијајући фактор због страха од превеликог трошења времена без резултата, губљења анонимности, могућности да систем предузме контрамере које би угрозиле нападачев систем или самог нападача и слично, као кад провалници наиђу на физички и технички добро обезбеђену кућу. Провалници траже начин да обаве свој посао уз што мање напора, а тако се понашају и нападачи у IP мрежама, осим кад имају конкретан циљ за свој напад. Треба имати на уму да у доста случајева нападачи нису деца која то раде због забаве, већ изузетно добро образовани и искусни појединци иза којих стоје организоване и финансијски способне криминалне групе.

Као што је приказано на Слици 4, безбедносни сервиси су примењени на више места и у различитим облицима на путу од извора сервиса до крајњег корисника. С обзиром да се за транспортну мрежу користи Интернет, или је транспортна мрежа део Интернета, корисници су, без обзира о каквој врсти сервиса се ради, изложени нападима који су карактеристични за Интернет. Али, нису само корисници ти које потенцијални нападачи могу да угрозе. Отвореност система и протокола доводи до тога да постоји много више тачака из којих могу да делују нападачи, а такође постоји и много више осетљивих делова система које могу да нападну и то на различите начине. Због тога, не само да је потребно да се безбедносне мере примењују у више тачака, него оне морају бити такве да одбране систем од различитих врста напада.

Постоји много безбедносних мера које треба применити ради одбране од нападача са мреже у оваквим системима, а најважније су:

- примена антивирусних и других сличних софтвера у језгру сервиса и на уређајима корисника уз редовно ажурирање база,
- редовно ажурирање оперативних система на свим уређајима,
- примена енкрипције приликом комуникације,
- примена софтвера за детектовање упада у систем (intrusion detection),
- примена мрежних баријера (firewalls) са филтрирањем пакета на различитим лејерима,
- успостављање такозваних „демилитаризованих зона“ (DMZ<sup>146</sup>).

У телекомуникационим системима који су раније били функционално засебни губе се одређени проблеми, али се зато појављују нове, опасније безбедносне претње које раније нису постојале за те врсте сервиса. Може се основано претпоставити да ће на овом пољу у наредном периоду бити значајних дешавања, јер је повезивање комуникационих система са Интернетом и коришћење Интернета као транспортне мреже довело до тога да било који

---

<sup>146</sup> Demilitarized Zone

корисник, теоретски, може са свог уређаја ступити у комуникацију са уређајем било којег другог корисника који је повезан на такав комуникациони систем.

Ради заштите комуникације и корисника, на Интернету и у сличним мрежама примењује се шест основних механизма:

- аутентикација – захтева се коришћење лозинки и размена креденцијала између корисника и система ради регистрације на систем,
- ауторизација - подразумева да систем приступи бази која садржи податке о кориснику и провери права корисника у коришћењу система (овај процес је најчешће део процеса аутентикације),
- поверљивост - служи да заштити корисников идентитет и обезбеђује заштиту од откривања садржаја комуникације од стране неовлашћених особа (најчешће се у ову сврху примењује енкрипција),
- интегритет – мере које обезбеђују да подаци неће бити измењени на свом путу од једне до друге стране у комуникацији,
- приватност – давање само оних личних података који ће обезбедити идентификацију (на жалост, рестриктиван приступ приликом примене ових мера може бити подлога за злоупотребе) и
- непорецивост - спречава кориснике да касније поричу коришћење сервиса.

Сектор безбедности у овом тренутку вероватно има највећи раст међу техничким секторима. При томе, постоји веома много веома различитих приступа и решења, тако да је веома тешко одабрати оно које ће у најбољој мери заштитити одређени систем. Али захваљујући широкој палети напада на информационе системе, заштити ових система почело је да се приступа слојевито. Ово значи да сваки слој у једном добро брањеном информационом систему има посебну врсту заштите, па нападач мора да пробија слој по слој са великом вероватноћом да ће бити откривен пре него што стигне до података који га занимају.

Да се овом проблему посвећује све више пажње показују и учестале препоруке и прописи који усмеравају кориснике, пре свега организације које имају велике системе са осетљивим подацима али и појединце, ка мерама које треба да предузму како би спречили да се њиховим системима и подацима нанесе штета. Израда препорука и прописа из области информационе безбедности, а уопште и друге активности из ове области, има статус приоритета у многим националним законодавствима. У Европској унији постоји више докумената који се односе на информациону безбедност од којих су најзначајнији:

- Одлука на пољу безбедности информационих система од 31. марта 1992. године (*Decision in the field of security of information systems, the Council of the European Communities, 92/242/EEC*),
- Регулација о оснивању Европске агенције за мрежну и информациону безбедност од 10. марта 2004. године (*Regulation on establishing the*

*European Network and Information Security Agency, the European Parliament and the Council of the European Union, 460/2004),*

- Оквирна одлука у вези напада на информационе системе од 24. фебруара 2005. године (*Decision on attacks against information systems, the Council of the European Union, 2005/222/JHA*),
- Стратегија за безбедно информационо друштво – „Дијалог, партнерство и јачање“ од 31. маја 2006. године (*A strategy for a Secure Information Society – “Dialogue, partnership and empowerment”, Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, SEC(2006) 656*),
- Националне стратегије сајбер-безбедности: Практичан водич за развој и извршавање из 2012. године (*National Cyber Security Strategies: Practical Guide on Development and Execution, ENISA*),
- Националне стратегије сајбер-безбедности: Постављање курса за националне напоре на ојачавању безбедности у сајбер-простору из 2012. године (*National Cyber Security Strategies: Setting the course for national efforts to strengthen security in cyberspace, ENISA*),
- Стратегија сајбер-безбедности Европске Уније: отворен, безбедан и заштићен сајбер-простор од 7. фебруара 2013. године (*Cybersecurity Strategy of the European Union: An Open, Safe and Secure Cyberspace, Joint Communication to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, JOIN (2013) 1*),
- Одлука о безбедносним правилима за заштиту класификованих података Европске Уније од 23. септембра 2013. године (*Council Decision on the security rules for protecting EU classified information, The Council of the European Union, 2013/488/EU*).

У Европској Унији је у припреми и Директива Европског Парламента и Савета о мерама за осигурање високог заједничког нивоа мрежне и информационе безбедности широм Уније (Directive of the European Parliament and of the Council concerning measures to ensure a high common level of network and information security across the Union), којом ће се успоставити оквир за међународну сарадњу на нивоу Уније.

Вреди поменути још неколико докумената од значаја у области информационе безбедности:

- Федерални акт о управљању информационом безбедношћу у Сједињеним Америчким Државама из 2002. године (*The Federal Information Security Management Act (FISMA)*),

- Национална стратегија за безбедан сајбер-простор из 2003. године (*The National Strategy to Secure Cyberspace, The President of the United States*),
- Међународна стратегија за сајбер-простор: Просперитет, безбедност и отвореност у умреженом свету из 2011. године (*International Strategy for Cyberspace: Prosperity, Security and Openness in a Networked World, The President of the United States*),
- Оквирно упутство за националну сајбер-безбедност из 2012. године (*National Cyber Security Framework Manual, NATO Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence*),
- Приручник за информациону безбедност: водич за менаџере из 2006. године (*Information Security Handbook: A Guide for Managers, NIST SP 800-100*).

Поред израде регулативе, ради побољшања информационе безбедности, на више нивоа формирају се разне институције са специјализованим пословима, или се ови послови поверавају постојећим институцијама са сличним надлежностима. Ове институције могу бити у оквиру привредних субјеката, у оквиру државних органа, на нивоу држава или чак међународне организације (на пример, ENISA<sup>147</sup> у Европској Унији). Због последица које напади на информационе системе могу изазвати, у неким државама законски се прописује обавеза организацијама да формирају посебне целине које ће се бринути о информационој безбедности. Такође, ради минимизовања последица сајбер-напада, формирају се специјализовани тимови за брзу реакцију (познати под називима CERT<sup>148</sup> или CSIRT) са задатком да прате дешавања на Интернету и обавештавају друге субјекте на мрежи о потенцијалним проблемима и уоченим нападима.

Да овакве активности нису без разлога показује и пример напада на информационе системе у Естонији 2007. године, када су сервери државних институција, банака и новинских агенција били засути *ping* пакетима са разних компјутера на Интернету. Овакви напади припадају класи дистрибуираног обустављања пружања сервиса (DDoS<sup>149</sup>) и у случају Естоније довели су до успоравања рада нападнутих сервера или њиховог потпуног искључивања. Да би се спречили даљи напади и повратиле функционалности информационих система, естонска Влада је наложила да се на неколико дана блокирају сви захтеви са IP адреса ван Естоније. Мотиви и организатори овог напада још увек нису познати, мада је постојала сумња да долазе из Русије.

### **Конкретан сервис**

Без обзира што постоји успешан процес конвергенције у транспортном делу, као и конвергенција у осталим до сада обрађеним сегментима, конвергенција

---

<sup>147</sup> European Network and Information Security Agency

<sup>148</sup> Computer Emergency Response Team

<sup>149</sup> Distributed Denial of Service

сервиса на једном корисничком уређају ипак представља тежи задатак. Неке конвергенције су изводљиве, па тако је сасвим нормално да на мобилном телефону, поред сервиса мобилне телефоније, имамо и приступ Интернету, пријем радио (па и телевизијских) сигнала или GPS сервис, али ипак не може се очекивати да један уређај подмири баш све потребе корисника за сервисима. Корисницима одговара да им један уређај служи као замена за више њих, али у многим случајевима оваква паковања значе и смањену функционалност (на пример, камере на мобилним телефонима, без обзира на силне мегапикселе, не могу бити замена за фотоапарате са вишеструко већим оптичким делом).

Маркетиншки назив за понуду више различитих комуникационих сервиса у пакету назива се multi play. Сервиси које пакет садржи могу се разликовати, а обично их има од два до четири. Пакет dual play може бити, на пример, брзи Интернет и телефонска линија преко ADSL модема у случају телефонске компаније, или брзи Интернет и кабловска телевизија преко кабловског модема у случају провајдера кабловске телевизије. Као што је већ спомињано, пакет triple play често се односи на брзи Интернет, кабловску телевизију и телефонску линију, док quadruple play пакет омогућава и бежични приступ овим сервисима.

Код мобилне телефоније није уобичајено да се користе овакви изрази за различите комуникационе сервисе. Појавом смартфона постало је уобичајено да се ови уређаји употребљавају за приступ Интернету и коришћење свих сервиса које мобилни уређај може да подржи. Да би се подржало што више сервиса, кључни фактори су конвергенција протокола и што већи телекомуникациони капацитет. Подршка овим факторима добрим делом је остварена стандардима које успоставља четврта генерација мобилне телефоније.

Мобилни оператори су почели миграцију на четврту генерацију, базирану на LTE стандарду, укључујући EPC<sup>150</sup> архитектуру коју је дефинисао 3GPP. Да би се напредни глас и видео могли преносити преко стандардне LTE мреже, мора се мигрирати са комутације кола на комутацију пакета. Ово захтева архитектуру која подржава глас и SMS сервис коришћењем постојећих мрежа и обезбеђује пут ка SIP<sup>151</sup> мрежама, а такође треба да обезбеди нове сервисе као што су оптимизовани конверзациони видео и други.

## **Регулатива**

Америчка Федерална комисија за комуникације (FCC) још увек није пронашла начин како да регулише тржиште Интернет телефоније (VoIP), из разлога што се то тржиште још увек развија и мења. Постоје прописи који налажу да се регулишу сва тржишта из области телекомуникација, али у овом случају не може се одредити да ли је у питању телекомуникациони или информациони сервис, баш из разлога конвергенције. Са друге стране, ово тржиште је потребно регулисати како би се развила конкуренција, а постоји могућност и

---

<sup>150</sup> Evolved Packet Core

<sup>151</sup> Session Initiation Protocol

да овај сервис у великој мери замени сервис фиксне или чак и мобилне телефоније, што би имало великог утицаја на постојеће провајдере.

Ово није једини случај да је конвергенција спустила границе између до тада јасно дефинисаних телекомуникационих сервиса, тако да се регулатори сада суочавају са проблематиком њихове класификације. До сада, регулатива у области телекомуникација била је усмерена ка тржиштима која се односе на телекомуникациону инфраструктуру, комуникациону мрежу и приступ тој мрежи, док је садржај саме комуникације сматран приватним. Са друге стране, тржишта традиционалног радија или телевизија била су регулисана према садржају, јер се емитују идентично према сваком појединцу који има техничке могућности за пријем. Могућности да се телевизијски програм дистрибуира усмерено до појединачног корисника и да буде у одређеном смислу јединствен налаже да се и у овој области мења регулатива.

Интернет, који нема административних ограничења за ширење и са отвореним протоколима за комуникацију, у стању је да дистрибуира све видове информација. Непостојање централног управљачког органа и одвојеност од утицаја државних органа било које земље (осим, у одређеној мери, Владе САД) на функционисање мреже, кључни је разлог за досадашњи развој. Овако постављени темељи одговарају индустрији, која и сама промовише саморегулацију тржишта и противи се постављању ограничења од стране државе. Неутралност мреже елиминише ризик од дискриминације, а доприноси праведној конкуренцији између различитих сервиса и апликација. Из свих наведених разлога, намеће се мишљење да је неопходно раздвојити регулацију инфраструктуре од регулације апликација.

Многи аутори решење овог проблема виде у прављењу слојевитог модела. Нису сви сагласни како слојеви треба да изгледају, али генерални модел предвиђа четири слоја:

1. транспортни слој (слој приступа), који се односи на приступну мрежу односно физичку инфраструктуру – радио-фреквенцијски спектар, бакарне каблове и оптичка влакна,
2. сервисни слој, који се односи на провајдера сервиса,
3. апликациони слој, који се односи на интерфејс (апликацију) између података и корисника и
4. слој садржаја, који се односи на информације које су доступне кориснику.

Како би одговорио на растући тренд конвергенције, ETSI је 2003. године спојио своја тела TIPHON<sup>152</sup> и SPAN<sup>153</sup> и формирао стандардизационо тело TISPAN<sup>154</sup>, специјализовано за фиксне мреже и конвергенцију Интернет сервиса, са примарним задатком да дефинише европску визију

---

<sup>152</sup> Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks

<sup>153</sup> Services and Protocols for Advanced Networks

<sup>154</sup> Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networks

---

комуникационих мрежа следеће генерације (NGN<sup>155</sup>). Први документ, који је садржао основне захтеве по питању замене традиционалне јавне телефонске мреже објављен је 2005. године под називом TISPAN NGN Release 1. Архитектура и спецификација исказана у овом документу односи се на транспортни и сервисни слој, који су даље раслојени на подсистеме са специфичним улогама. Кључни подсистем базиран је на 3GPP IMS<sup>156</sup> архитектури, али су настављени радови на проширењу IMS архитектуре на подршку жичном приступу. TISPAN NGN Release 2 објављен је 2008. године и додао је подршку за IPTV сервисе и пословну комуникацију преко IMS, а 2011. године објављена је спецификација функционалне архитектуре за мреже за испоруку садржаја (CDN<sup>157</sup>).

Може се закључити и да постоји потреба за конвергенцијом тела за регулацију тржишта, јер се бришу границе између телекомуникационог и радиодифузног сектора. Ова потреба је препозната у неким државама, па тако, на пример, надлежности у оба сектора имају америчка Федерална комисија за комуникације (FCC), канадска Комисија за радио-телевизију и телекомуникације (CRTC), аустралијска Служба за комуникације и медије (ACMA), индијска Служба за регулацију телекомуникација (TRAI), Биро за комуникације (Ofcom) у Великој Британији или Служба за комуникације (CA) у Хонг Конгу.

## **Кратак осврт на неколико актуелних технологија**

Нова филозофија и нове функционалности у интегрисаном свету информација и комуникација захтевају и нове технологије које ће их подржати. У даљем тексту биће приказан кратак опис неколико технологија које су већ у примени и које, по мишљењу аутора, вреди споменути у овом контексту.

### ***Рачунарство у облаку (Cloud computing)***

Постоје разлике код појединих аутора у дефинисању појма „рачунарство у облаку“, али код свих постоји заједнички став да се ради о великом броју рачунара који су повезани јединственом и квалитетном телекомуникационом мрежом (каква је, на пример, Интернет) која је у стању да увек обезбеди довољно брзу конекцију са било којим другим уређајем који је прикључен на мрежу, у складу са правима приступа. Појам „облак“ се, чак, често поистовећује са Интернетом.

Захваљујући раширености, доступности и брзини Интернета, развило се неколико веома значајних сервиса који се данас широко примењују. Један од најчешће коришћених сервиса је држање података на неком од сервера на Интернету, при чему тим подацима можемо приступати са било ког уређаја на Интернету и имати упоредиву брзину приступа, а мању вероватноћу да ће доћи до губљења података него када их чувамо на нашем локалном хард

---

<sup>155</sup> Next Generation Networking

<sup>156</sup> IP Multimedia Subsystem

<sup>157</sup> Content Delivery Networks

диску. Ова услуга већ неко време постоји у понуди, а постало је уобичајено да се копије телефонских именика са мобилних телефона чувају на посебним локацијама на Интернету и свакодневно ажурирају, како би се у случају губљења или замене мобилног уређаја именици могли лако обновити.

Међутим, постоје много веће могућности које „облак“ нуди. Уопштено гледано, на Интернету не постоје два уређаја са истом адресом, а протоколи за рутирање обезбеђују да сваки пакет буде испоручен на задату адресу, без обзира на њену географску локацију. Корисник размењује пакете са другим корисницима не знајући да ли се они налазе у суседној просторији или на другом континенту, а брзина којом се пакети преносе доприноси да му је немогуће да емпиријски одреди овај податак. У том смислу, утисак који корисник има приликом размене пакета са другим корисницима је практично идентичан било да се сви налазе у истој просторији или да су раширени по целом свету. Преко тога, могуће је дистрибуирати процесе на друге рачунаре, што представља надградњу паралелног процесирања у мрежном окружењу тако да се процеси одвијају на неком специјализованом или на више рачунара који се налазе негде у мрежи. При томе, корисник може имати утисак да се његов процес одвија на једном удаљеном рачунару, а у стварности се обраћа софтверу који процес дели и додељује на извршавање виртуелним машинама.

Овакав начин рада доноси велике уштеде у ресурсима, јер софтвер креира виртуелни систем који извршава процес према сложености и захтевности самог процеса. На пример, ако је процес компликован и захтева велики број рачунских операција, софтвер га дели и сегментирано додељује на извршавање на више физичких рачунара који се налазе на мрежи. Резултат је брзо извршавање процеса, као да је један моћан рачунар био посвећен овом процесу. Већ у следећем тренутку, виртуелни систем који је извршавао процес се раскида и ресурси су спремни за извршавање нових послова за друге кориснике.

Још једна могућност која се пружа оваквим моделом је ефикасније искоришћење ресурса. Познато је да су одређени сервери на Интернету, као што су они задужени за дистрибуцију електронске поште, највише оптерећени у току локалног радног времена, док су ван тог периода њихове могућности искоришћене у много мањој мери. Применом принципа рачунарства у облаку могуће је процес инициран током радног времена у Америци дистрибуирати на рачунаре који се налазе у Европи, у којој је радно време завршено и смањено је оптерећење сервера.

Амерички Национални институт за стандарде и технологије је сервисе који се нуде у склопу „рачунарства у облаку“ груписао у три категорије: Софтвер као сервис (SaaS<sup>158</sup>) која се односи на могућност да корисник на инфраструктури облака извршава апликације које је добио од провајдера, Платформа као сервис (PaaS<sup>159</sup>) која се односи на могућност да корисник на инфраструктури облака смести и обезбеди извршавање апликација које је изградио уз помоћ

---

<sup>158</sup> Software as a Service

<sup>159</sup> Platform as a Service

програмских језика или других алата које му је обезбедио провајдер и Инфраструктура као сервис (IaaS<sup>160</sup>) која се односи на могућност да корисник на инфраструктури облака од провајдера добије процесне, меморијске, мрежне и друге ресурсе на којима може сместити и извршавати било какав софтвер и податке, укључујући оперативне системе и апликације.

Поред ове три категорије, Међународна телекомуникациона унија (ITU) дефинисала је и категорије Комуникације као сервис (SaaS<sup>161</sup>) која се односи на могућност коришћења сервиса за које се захтева комуникација у реалном времену (као што су VoIP или видео-конференције) и Мрежа као сервис (NaaS<sup>162</sup>) која се односи на могућност да корисник транспарентно приступа ресурсима више засебних и међусобно повезаних мрежа.

## **SDN**

Код првобитних IP мрежа, пошиљалац неког пакета је имао на располагању само адресу одредишта. Систем и начин комуникације нису могли да обезбеде неке информације које би допринеле бољем квалитету дистрибуције пакета, као што су квалитет сервиса, брзина преноса или група којој припада одредиште пакета. Такође, ако би се одредишни корисник преместио на другу локацију без измене свог идентитета или без адекватног обавештавања система о насталој промени, пакети послати на његову првобитну адресу не би били испоручени.

Како је расла употреба мобилних система и виртуелних машина, повећавала се потреба да се кориснику омогући да мења локацију без губитака, па чак и без већег кашњења пакета. Динамичко додељивање ресурса се наметнуло као неминовност, а систем је добио задатак да врши додељивање и усклађивање ресурса у реалном времену, неприметно за корисника. Једно од решења овог проблема, које је подразумевало да се раздвоји контролни слој од слоја података, логички централизује мрежна интелигенција и мрежна инфраструктура издвоји од апликација предложено је на универзитетима Беркли и Стенфорд у Сједињеним Америчким Државама. Да би се ово остварило уводи се нови слој, назван софтверски дефинисано умрежавање (SDN<sup>163</sup>). Овај слој омогућава мрежном оператору да одреди мрежне сервисе на начин да их не придружује одређеним мрежним интерфејсима, чиме се дозвољава корисницима да мењају локацију и приступају мрежи преко различитих интерфејса без промене идентитета.

Да би овакав концепт могао да функционише, неопходно је да се утврди граница слоја у којем је умрежавање софтверски дефинисано према стандардном остатку мреже, да се дефинише начин комуникације између слојева и да цео концепт прихвате произвођачи мрежне опреме. Један од модела којим је описан начин комуникације између мрежне инфраструктуре и

---

<sup>160</sup> Infrastructure as a Service

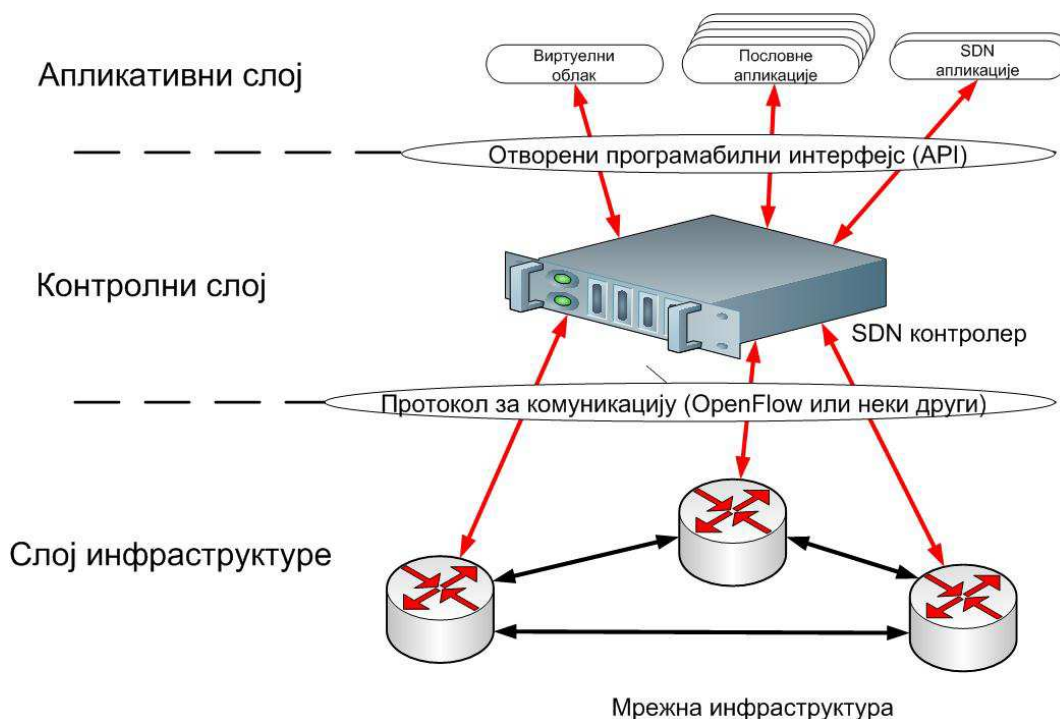
<sup>161</sup> Communications as a Service

<sup>162</sup> Network as a Service

<sup>163</sup> Software-Defined Networking

SDN слоја је протокол OpenFlow. Овај протокол се базира на постојању софтверских контролера, који омогућавају да се корисници у мрежи идентификују на основу свог идентитета, а не на основу интерфејса преко којег приступају мрежи. Контролери имају задатак да прате кретање корисника и да увек могу да повежу његов идентитет са одређеним мрежним интерфејсом. На тај начин се саобраћај може контролисати преко контролера, а не преко мрежне опреме, што доводи до могућности за раздвајање контролног слоја од слоја података. Контролери могу бити централизовани или дистрибуирани широм мреже, а постоје и хибридни модели.

У мрежама са софтверски дефинисаним умрежавањем разликујемо три логичка слоја: апликативни слој, контролни слој и слој инфраструктуре. Слој инфраструктуре и даље је задужен да преноси податке, док контролни слој имплементира мрежну интелигенцију, одређује путању којом ће се подаци кретати и комуницира са слојем инфраструктуре користећи протокол OpenFlow или неки други. Комуникација између апликативног слоја и контролног слоја дефинише се преко отвореног програмабилног интерфејса (API<sup>164</sup>).



Слика 6: Архитектура SDN

## EPC

Код мобилних GSM система, архитектура је базирана на комутацији кола, што значи да се коло затвара између позивајуће и позване стране преко

<sup>164</sup> Application Programming Interface

телекомуникационе мреже, без обзира каква је топологија те мреже. На овај начин се не преноси само говор, већ и подаци и SMS поруке. Пакетска комутација је у мобилне мреже уведена са GPRS стандардом, тако да се подаци деле на пакете који се затим преносе, без успостављања затвореног кола, али се говор и SMS поруке и даље преносе протоколом базираним на комутацији кола. Оваквом организацијом, језгро мреже мора бити способно да подржи и комутацију кола и комутацију пакета. Овај захтев испуњен је и код треће генерације мобилне телефоније.

У даљем развоју мобилних система, 3GPP је одлучио да IP протокол буде кључни транспортни протокол за све сервисе. То практично значи да архитектура будућих мрежа неће подржавати комутацију кола, тако да се досадашње технике преноса говора и SMS порука морају заменити новим, IP базираним.

ЕРС је последња еволуција језгра мрежне архитектуре коју је 3GPP предложио верзијом 8 стандарда. Овом верзијом дефинисано је одвајање корисничких података и сигнализације, како би оператори могли ефикасније да димензионишу мрежу. На тај начин, мрежа је подељена на корисничку и контролну раван.

Посматрајући шему мреже на Слици 5, видимо да је кориснички уређај повезан на ЕРС језгро преко LTE приступне мреже (Evolved UTRAN) и базне станице LTE мреже (Evolved NodeB). ЕРС језгро је састављено од четири елемента: Услужног гејтвеја (Serving Gateway), Гејтвеја пакетске мреже (PDN<sup>165</sup> Gateway), Јединице за управљање мобилношћу (MME<sup>166</sup>) и Кућног претплатничког сервера (HSS<sup>167</sup>). ЕРС језгро је даље повезано на екстерне мреже, на пример језгро IP мултимедија мрежног подсистема (IMS).

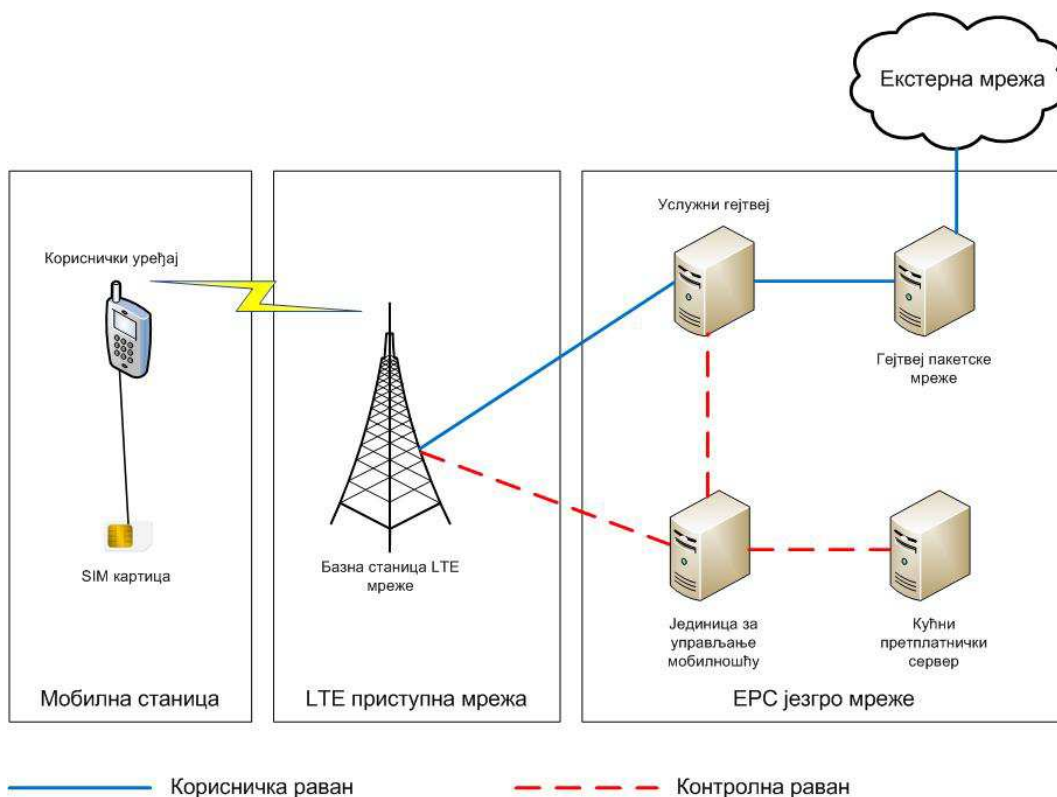
---

<sup>165</sup> Packet Data Network

<sup>166</sup> Mobility Management Entity

<sup>167</sup> Home Subscriber Server

---



Слика 7: Архитектура ЕРС

Кућни претплатнички сервер (HSS) је база података која садржи податке о претплатницима. Осим што се користи за складиштење података за тарифирање, она служи и као подршка за управљање мобилношћу корисника, подешавање позива и сесије, аутентикацију корисника и ауторизацију приступа. У ранијим верзијама, уместо једне постојале су две базе података: Кућни локацијски регистар (HLR<sup>168</sup>) и Аутентикациони центар (AuC<sup>169</sup>).

Услужни гејтвеј (Serving Gateway) и Гејтвеј пакетске мреже (PDN Gateway) раде у корисничкој равни језгра мреже и служе да преносе IP пакете од корисничког уређаја до екстерне мреже. При томе, Услужни гејтвеј је тачка споја радио-дела и ЕРС мреже, а Гејтвеј пакетске мреже је тачка споја ЕРС и екстерне IP мреже. Услужни гејтвеј, осим што рутира IP пакете у одлазном и долазном саобраћају корисничких уређаја (овај гејтвеј је тачка контакта корисничког уређаја са мрежом и опслужује сву његову комуникацију, па је због те опште функције добио име), има и друге функције које омогућавају мобилност, на пример у случају преузимања корисника између базних станица. Гејтвеј пакетске мреже рутира пакете између ЕРС и других пакетских мрежа (одакле је добио име), али има и друге функције као што су алокација IP адреса, контрола права приступа из других мрежа, прикупљање података за тарифирање итд.

<sup>168</sup> Home Location Register

<sup>169</sup> Authentication Centre

Јединица за управљање мобилношћу (ММЕ) ради у контролној равни мреже и обрађује податке везане за мобилност и безбедност приступа у радио-делу мреже (E-UTRAN). Ова јединица одговорна је за праћење и прозивање корисничког уређаја када је у режиму без саобраћаја (idle).

Мада је E-UTRAN предефинисана технологија којом кориснички уређај приступа EPC мрежи, она није једина. 3GPP је, да би се успоставила конвергенција тиме што се за све сервисе користи само једно језгро мреже, предвидела подршку вишеструким технологијама приступа којом се омогућава и употреба разних IP-базираних сервиса. Подршка је предвиђена и дефинисана за међусобно повезивање постојећих приступних мрежа које је дефинисао 3GPP: GERAN, UTRAN и E-UTRAN. Такође, омогућено је повезивање других мрежа, као што су WiMax, CDMA2000, WLAN или фиксне мреже, са EPC мрежом и корисничким уређајима. Оператори, при повезивању, одређују да ли је друга мрежа од поверења (trusted) или не (untrusted), па је на основу те одлуке повезују директно на EPC или преко унапређеног гејтвеја за пакетску мрежу (ePDN Gateway) са додатним безбедносним механизмима, као што је IPsec тунеловање.

## **SIP**

SIP протокол је сигнални комуникациони протокол који се користи за контролу мултимедијалних комуникационих сесија као што су говорни и видео позиви, видео конференције, дистрибуција мултимедијалних стримова, инстант поруке (online chat и слично), информације о присутности (односно информације о тренутном статусу, као што су „расположив“, „заузет“, „ван канцеларије“, „на одмору“ и слично) или играње online игрица преко IP мрежа. Протокол дефинише поруке које се размењују између чворова мреже ради успоставе, терминације и других битних елемената позива. Овај протокол се може користити за креирање, модификацију и терминацију unicast (тачка-тачка) или multicast (тачка-више тачака) сесија састављених од једног или више стримова.

Овај протокол, направљен 1996. године, припада апликативном слоју Интернет модела и стандардизован је под покровитељством IETF Захтевом за коментар RFC 3261 (верзија 2.0, мада постоји и старија верзија 1.0 дефинисана Захтевом за коментар RFC 2543), да би 2000. године био прихваћен од 3GPP као сигнални протокол у IMS архитектури за IP-базиране мултимедијалне сервисе у ћелијским системима. Дизајниран је да буде независан од транспортних протокола који се налазе на следећем слоју, као што су TCP, UDP<sup>170</sup> и SCTP<sup>171</sup>. Овај протокол је текст-базиран и користи многе елементе старијих протокола HTTP<sup>172</sup> и SMTP<sup>173</sup>.

---

<sup>170</sup> User Datagram Protocol

<sup>171</sup> Stream Control Transmission Protocol

<sup>172</sup> HyperText Transfer Protocol

<sup>173</sup> Simple Mail Transfer protocol

Заштита протокола укључује енкрипцију коришћењем TLS<sup>174</sup> криптографског протокола, али она није са краја на крај, већ се успоставља између свака два суседна проксија на комуникационом путу, па служи само за заштиту од нападача који слушају линк. При томе, проксији се сматрају за поуздане тачке у комуникацији.

Кад је реч о IP телефонији, SIP протокол обезбеђује подршку за сет функција које постоје у јавним комутираним телефонским мрежама (PSTN), као што су бирање броја, добијање звука звона или заузећа на другој страни, задржавање позива, прослеђивање позива и слично. Телефонија базирана на SIP протоколу може омогућити и друге напредне функције које постоје у протоколу SS7<sup>175</sup> у класичним телефонским мрежама, без обзира што су SIP и SS7 веома различити. Док је SS7 централизован протокол, са „глупим“ терминалним уређајима и интелигенцијом лоцираном у централној јединици, SIP захтева само једноставно језгро мреже, а готово сва интелигенција је лоцирана у крајњим уређајима.

SIP протокол се не користи само за говорне комуникације као подршка за IP телефонију. Овај протокол може се користити и за, на пример, давање аларма за детекцију покрета код камера за видео-надзор или за омогућавање интероперабилности опреме различитих произвођача код дистрибуције аудио садржаја. SIP може да функционише и на IPv4 и на IPv6 верзијама, а такође може за пренос да користи и TCP и UDP транспортни протокол. Највећи број имплементација користи IPv4 и UDP.

Међутим, SIP протокол још увек није довољно стандардизован и раширен, тако да постоје и одређени проблеми везани за његово коришћење. На пример, VoIP је посебно осетљив на проверу од стране мрежних баријера (firewalls) и транслацију мрежних адреса (NAT) јер веома мали број уређаја, за сада, пописно подржава VoIP протоколе.

Такође, SIP конекције због своје отворености могу послужити и за нападе на интерне мреже, сличне нападима на Web сервисе и електронску пошту. Због растуће забринутости за безбедност, све више су у употреби заштићене SIP конекције које користе TLS протокол.

У SIP мрежама постоје две врсте опасности – екстерне и интерне. Екстерне опасности су напади покренути од некога ко није учесник у ланцу који је неопходно успоставити да би се обавио разговор. Ови напади се обично дешавају када говор и сигнализациони пакети пролазе кроз уређаје који се могу сматрати непоузданим јер су подложни утицајима треће стране у току комуникације. Интерни напади су сложенији јер су обично покренути од стране једног саговорника у комуникацији. Како су саговорници крајње тачке у комуникацији, обично се налазе иза заштитних баријера и у делу мреже који се сматра поузданим, па је и идентификација ових напада тешка.

---

<sup>174</sup> Transport Layer Security

<sup>175</sup> Signaling System 7

Основни безбедносни захтеви који се постављају пред системе који штите SIP мреже су очување тајности и интегритета порука, спречавање разних врста напада који могу компромитовати комуникацију (на пример, напади понављањем снимљених исправних креденцијала ради преузимања туђег идентитета или слање лажних порука), обезбеђење аутентикације и приватности учесника у сесији и спречавање напада који доводе до обустављања пружања сервиса (DoS). SIP нуди различите безбедносне механизме, од којих неки укључују енкрипцију од једног до другог краја у комуникацији (end-to-end), док други подижу енкрипцију између свака два суседна уређаја у комуникационом ланцу (hop-by-hop). Неки од механизма су уграђени у сам протокол, на пример различите варијанте HTTP аутентикације.

Најчешћи типови напада у SIP мрежама:

- обустављање пружања сервиса: спречавање корисника да приступају мрежном сервису тако што се прокси сервер или гејтвеј на Интернету „бомбардује“ огромним бројем неаутентичних пакета,
- прислушкивање: неауторизовано пресретање пакета или транспортног протокола и декодирање сигналних порука,
- лажирање пакета: представљање као легитиман корисник и слање података другом учеснику у комуникацији,
- напади понављањем: поновно слање оригиналних порука тако да их пријемна страна мора поново обрађивати.

## Закључак

У овом раду описан је настанак и еволуција најважнијих комуникационих система, њихов данашњи технолошки оквир, међусобно преплитање и претпостављени правци развоја у блиској будућности. Приказано је стање у области јавних комуникационих система у Србији, укључујући податке о најважнијим операторима, као и статистички подаци о коришћењу комуникационих и информационих система са освртом на претходне године. Део рада посвећен је правној регулативи која, у условима промене концепције дистрибуције сервиса до крајњих корисника и брисања јасно постављених граница између комуникационих система, мора да прати промене и регулише их, што није лако нити се сасвим успешно спроводи.

Питање безбедности такође је обрађено у овом раду, али у мери која је оптимална и по обиму усклађена са другим целинама. Безбедност комуникационих система и података који припадају њиховим корисницима је тема која је већ веома присутна, а у наредном периоду ће ова област, по мишљењу аутора (али и подацима који указују на повећање улагања у овај сектор), доживети велику експанзију. Детаљна разрада принципа и механизма безбедности информационих система померила би фокус рада, тако да су они само поменути.

Осим историјског развоја, прегледа технологија које су се користиле или се сада користе, списка регулативе, статистичких података и података о операторима, што се све може наћи у стручној литератури или на Интернету, у раду је изнет и сопствени предлог повећања ефикасности и смањења трошкова у дистрибуцији комуникационих сервиса до крајњег корисника. По овом предлогу, приступне мреже, које служе да повежу транспортне мреже провајдера и крајњег корисника, а сада су у власништву и под контролом једног провајдера, требало би у будућности издвојити и претворити у независне дистрибутивне мреже. На овај начин би се обезбедила могућност да се услуге различитих провајдера дистрибуирају до крајњих корисника под истим условима, чиме би се подстакла већа конкуренција међу провајдерима услуга.

## Литература

- [1] Закон о електронским комуникацијама, Службени гласник РС број 44/2010
- [2] Закон о телекомуникацијама, Службени гласник РС број 44/03, 36/06 и 50/09
- [3] Закон о системима веза, Службени лист СФРЈ бр. 41/88, 80/89 и 29/90, Службени лист СРЈ бр. 34/92, 24/94 и 28/96
- [4] Закон о потврђивању конвенције о високотехнолошком криминалу, Службени гласник РС број 19/09
- [5] Стратегија развоја широкопојасног приступа у Републици Србији до 2012. године, Влада Републике Србије, Београд 2009.
- [6] Стратегија развоја информационог друштва у Републици Србији до 2020. године, Влада Републике Србије, Београд 2010.
- [7] Одлука Уставног суда Републике Србије Број: IУз – 1245/2010 од 08.07.2013. године
- [8] Преглед тржишта телекомуникација у Републици Србији у 2012. години, РАТЕЛ, Београд 2013.
- [9] Преглед тржишта телекомуникација у Републици Србији у 2011. години, РАТЕЛ, Београд 2012.
- [10] Употреба информационо-комуникационих технологија у Републици Србији, 2012., Републички завод за статистику
- [11] Употреба информационо-комуникационих технологија у Републици Србији, 2011., Републички завод за статистику
- [12] Употреба информационо-комуникационих технологија у Републици Србији, 2010., Републички завод за статистику
- [13] Извештај о анализи малопродајног тржишта приступа јавној телефонској мрежи, РАТЕЛ, Београд 2011.
- [14] Одлука о одређивању релевантних тржишта подложних претходној регулацији, Службени гласник РС број 59/11
- [15] Статут Републичке агенције за електронске комуникације, Београд 2010.
- [16] Годишњи извештај о раду за 2011. годину, РАТЕЛ, Београд 2012.

- [17] Годишњи извештај о раду за 2010. годину, РАТЕЛ, Београд 2011.
- [18] Годишњи извештај о раду за 2009. годину, РАТЕЛ, Београд 2010.
- [19] Годишњи извештај о раду за 2008. годину, РАТЕЛ, Београд 2009.
- [20] Годишњи извештај о раду за 2007. годину, РАТЕЛ, Београд 2008.
- [21] Правилник о параметрима квалитета јавно доступних електронских комуникационих услуга и спровођењу контроле обављања делатности електронских комуникација, РАТЕЛ, Београд 2011.
- [22] Компаративна анализа квалитета сервиса мобилних оператора у Србији, Одељење приступне мреже Vip mobile д.о.о., Београд 2011.
- [23] Commission Recommendation 2010/572/EU on regulated access to Next Generation Access Networks (NGA), The European Commission, Official Journal of the European Union L 251, 2010.
- [24] Directive 2009/136/EC on universal service and users' rights relating to electronic communications networks and services, Directive 2002/58/EC concerning the processing of personal data and the protection of privacy in the electronic communications sector and Regulation (EC) No 2006/2004 on cooperation between national authorities responsible for the enforcement of consumer protection laws, The European Parliament and The Council of the European Union, Official Journal of the European Union L 337, 2009.
- [25] Directive 2009/140/EC amending Directives 2002/21/EC on a common regulatory framework for electronic communications networks and services, 2002/19/EC on access to, and interconnection of, electronic communications networks and associated facilities, and 2002/20/EC on the authorisation of electronic communications networks and services, The European Parliament and The Council of the European Union, Official Journal of the European Union L 337, 2009.
- [26] Directive 2002/21/EC on a common regulatory framework for electronic communications networks and services, The European Parliament and The Council of the European Union, Official Journal of the European Union L 108, 2002.
- [27] The National Broadband Plan, Federal Communications Commission, 2010.
- [28] Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); GSM/EDGE Radio Access Network (GERAN) overall description, ETSI TS 143 051 V11.0.0 document, European Telecommunications Standards Institute (ETSI), 2012.
- [29] Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Medium Access Control (MAC) protocol specification, ETSI TS 125 321 V7.10.0 document, European Telecommunications Standards Institute (ETSI), 2008.

- [30] Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); Content Delivery Network (CDN) Architecture, ETSI TS 182 019 V3.1.2 document, European Telecommunications Standards Institute (ETSI), 2011.
- [31] Dr. Marnix Dekker, Dimitra Liveri, Daniele Catteddu, Lionel Dupré: Technical Guideline for Minimum Security Measures, European Network and Information Security Agency, December 2010.
- [32] The State of Broadband 2013: Universalizing Broadband, A Report by Broadband Commission, 2013.
- [33] Peter Mell, Timothy Glance: The NIST Definition of Cloud Computing, NIST Special Publication 800-145, 2011.
- [34] Focus Group on Cloud Computing: Technical Report, Part 1: Introduction to the cloud ecosystem: definitions, taxonomies, use cases and high-level requirements, International Telecommunication Union (ITU), 2012.
- [35] Dr. William H. Lehr, Dr. John M. Chapin: On the Convergence of Wired and Wireless Access Network Architectures, Information Economics and Policy, Volume 22, Issue 1, March 2010.
- [36] Software-Defined Networking: The New Norm for Networks, Open Network Foundations White Paper, April 2012.
- [37] Audrey Selian: 3G Mobile Licensing Policy: From GSM to IMT-2000 – A Comparative Analysis, GSM Case Study, International Telecommunication Union (ITU)
- [38] Peter J. Denning, Anthony Hearn, C. William Kern: History and Overview of CSNET, ACM SIGCOMM symposium on data communications, March 8-9, 1983.
- [39] Measuring Broadband America – A Report on Consumer Wireline Broadband Performance in the U.S., FCC's Office of Engineering and Technology and Consumer and Governmental Affairs Bureau, јул 2012.
- [40] Barry M. Leiner (Research Institute for Advanced Computer Science), Robert E. Kahn (CNRI), Jon Postel (USC IS), Vinton G. Cerf (Google), Leonard Kleinrock (UCLA), Larry G. Roberts (Anagran), David D. Clark (MIT), Daniel C. Lynch (CyberCash), Stephen Wolff (Cisco): A Brief History of the Internet, ACM SIGCOMM Computer Communication Review 22 Volume 39, Number 5, October 2009
- [41] Dr Lisa Pujji: The world of convergence – services, devices, networks and sectors, Network Strategies, 2013.

- [42] Siddhartha Menon: Policy initiative elemmas on Media Convergence: A Cross National Perspective, Prometheus, 2006.
- [43] Cisco Converged Service Platform
- [44] Bill Rosenblatt: The New Technologies for Pay TV Content Security, GiantSteps, 2011.
- [45] Eric Weiss: Security Concerns with VoIP, SANS Institute, 2001.
- [46] Matthew Ruck: Top Ten Issues with Voice over IP, designDATA, 2010.
- [47] Tom Farley: Mobile Telephone History, Teletronikk 3/4.2005.
- [48] John Scourias: Overview of the Global System for Mobile Communications: GSM, [www.privateline.com/mt\\_gsmhistory/](http://www.privateline.com/mt_gsmhistory/)
- [49] Walter S. Ciciora, Ph.D.: The History of Modern Cable Television Technology, [www.ieeeeghn.org/wiki/images/f/fd/Ciciora.pdf](http://www.ieeeeghn.org/wiki/images/f/fd/Ciciora.pdf)
- [50] Ernest Davis: Information, from drums to Wikipedia, The Times Literary Supplement, 23. август 2011.
- [51] International Standard ISO/IEC 27000: Information technology – Security techniques – Information security management systems – Overview and vocabulary, ISO/IEC 27000:2009