Analiza isplativosti uvođenja FTTH tehnologije na području naselja Lanište

Kurikavčić, Maja

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:737208

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

ANALIZA ISPLATIVOSTI UVOĐENJA FTTH TEHNOLOGIJE NA PODRUČJU NASELJA LANIŠTE

Mentor:Prof.dr.sc. Zvonko Kavran
Student:Maja Kurikavčić, 0135213268

Zagreb, 2015.

Sadržaj:

1. Uvod ... 1
2. Referentna arhitektura svjetlovodnih pristupnih mreža ... 3
2.1. Osnovni dijelovi FTTH mreže ... 3
2.2. Opcije vođenja kabela i smještaj opreme ... 4
2.2.1. Nova DTK s PEHD/PVC cijevima ... 6
2.2.2. Nova DTK s mikrocijevnim strukturama ... 6
2.2.3. Postojeća DTK s PEHD/PVC cijevima ... 7
2.2.4. Nadzemna instalacija stupova za ovješene kabele ... 7
2.2.5. Opcije smještaja opreme u čvorovima ... 7
2.2.6. Izvedba kućne instalacije ... 8
2.3. Topologije i tehnologije FTTH mreža ... 9
2.3.1. Point To Point mreže ... 10
2.3.2. Point To Multi Point mreže ... 11
3. Analiza isplativosti investicija prema poslovnom modelu FTTH mreže ... 13
3.1. FTTH pristupna mreža ... 14
3.2. Geodemografske karakteristike naselja ... 18
3.3. Potražnja za uslugama ... 19
3.4. Prosječni prihodi po korisniku ARPU ... 24
4. Analiza dostupnosti širokopojasnog pristupa ... 28
4.1. Karakteristike tržišta širokopojasnog pristupa ... 28
4.2. Modeliranje tržišta širokopojasnog pristupa ... 32
5. Metodologija proračuna ekonomske održivosti FTTH poslovnog modela ... 36
5.1. Struktura jediničnih troškova u ekonomski održivom FTTH poslovnom modelu ... 38
5.2. Struktura jediničnih troškova FTTH infrastrukturnog i alternativnog operatora ... 39
5.3. Struktura jediničnih troškova u ekonomski ne održivom FTTH poslovnom modelu ... 41
6. Tržišni interesi za izgradnju FTTH mreže i potrebe za poticajima ... 43
6.1. Razvoj mreža nove generacije ... 45
6.2. Tržišni interesi i potreba za poticajima sa stajališta operatora ... 46
6.3. Tržišni interesi i potreba za poticajima sa stajališta korisnika ... 47
7. Zaključak ... 52
Literatura ... 53
Popis kratica ... 55
Popis slika ... 56
Popis grafikona ... 57
Popis tablica ... 58

1. Uvod

Kako bi se zadovoljile današnje potrebe korisnika za sve većim brzinama prijenosa podataka u telekomunikacijskoj infrastrukturi jedno od rješenja je implementacija svjetlovodnih prijenosnih sustava. Isplativost uvođenja FTTH (*eng. Fiber To The Home*) tehnologije prvenstveno se analizira sa geodemografskog aspekta koji uključuje kriterije stupnja urbanosti naselja, prevladavajući oblik stanovanja, broj stanovnika te površinu naselja. Isplativost uvođenja FTTH tehnologije se analizira i s tehničkog i ekonomskog aspekta.

FTTH poslovnim modelom moguće je analizirati investicije s tehničkog i ekonomskog aspekta. Bitan parametar u postupku analize isplativosti FTTH poslovnih modela jest očekivani prosječni prihod po korisniku ARPU (*eng. Average Revenue per User*). Svrha diplomskog rada je provesti analizu postojećeg stanja pristupnih mreža na području naselja Lanište, te preduvjeta za poticanje ulaganja u svjetlovodnu pristupnu infrastrukturu i usluge brzog širokopojasnog pristupa Internetu. Cilj diplomskog rada je utvrditi isplativost uvođenja FTTH tehnologije na promatranom području primjenom FTTH poslovnog modela, te uzimajući u obzir geodemografske karakteristike promatranog područja. Naslov diplomskog rada je Analiza isplativosti uvođenja FTTH tehnologije na području naselja Lanište. U izradi rada korišteni su podaci prikupljeni anketnim upitnikom. Rad je podijeljen u sedam cjelina:

1. Uvod
2. Referentna arhitektura pristupnih svjetlovodnih mreža
3. Analiza isplativosti investicija prema poslovnom modelu FTTH mreže
4. Analiza dostupnosti širokopojasnog pristupa
5. Metodologija proračuna ekonomske održivosti FTTH poslovnog modela
6. Tržišni interesi za izgradnju FTTH mreže i potrebe za poticajima
7. Zaključak

U drugom poglavlju rada opisana je arhitektura svjetlovodnih pristupnih mreža, opcije vođenja svjetlovodnih kabela i smještaj opreme, te topologije u kojima se izvode i tehnologije koje se primjenjuju u pojedinoj topološkoj izvedbi.

Treće poglavlje obuhvaća čimbenike koji utječu na isplativost FTTH poslovnog modela. Prikazana je analiza rezultata ispitivanja isplativosti uvođenja FTTH tehnologije. Ispitivanje je provedeno na 72 ispitanika.

Četvrto poglavlje opisuje karakteristike tržišta širokopojasnog pristupa, modeliranje i dostupnost tržišta širokopojasnog pristupa.

U petom poglavlju dan je opis strukture jediničnih troškova u ekonomski održivom FTTH poslovnom modelu i u ekonomski neodrživom modelu, te je dan opis strukture jediničnih troškova FTTH infrastrukturnog i alternativnog operatora.

Šesto poglavlje obuhvaća tržišne interese za izgradnju FTTH mreže i potrebe za poticajima sa strane operatora i korisnika. Prikazana je i analiza rezultata ispitivanja ispitanika po dobnim skupinama i vrstama usluga koji koriste, te prema kriterijima odabira pojedinog operatora.

2. Referentna arhitektura svjetlovodnih pristupnih mreža

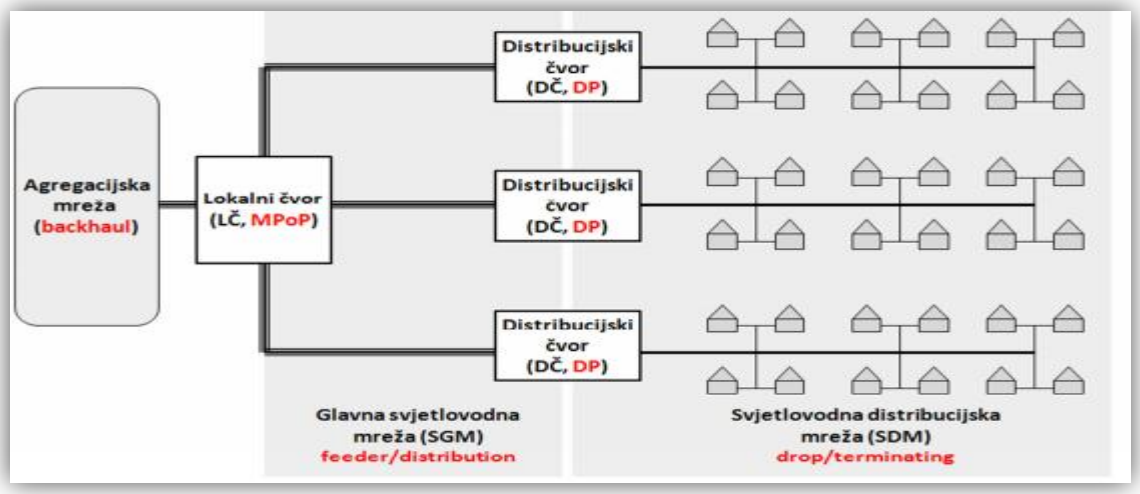
Prema Latorovoj studiji Tehno-ekonomska obilježja izgradnje FTTH mreža [1], FTTH mreža podrazumijeva pristupnu mrežu izvedenu pomoću svjetlovodnih niti između prvog agregacijskog čvora operatora i krajnjih korisnika. Kako bi se uskladile arhitekturalne, topološke i terminološke razlike u prisutnim definicijama, uvodi se pojam referentna arhitektura FTTH mreža.

Prevladavajuća implementirana rješenja širokopojasnih pristupnih mreža temeljena su na digitalnoj pretplatničkoj liniji DSL (eng. Digital Subscriber Line) i kabelskoj TV CAT (eng. Cat TV). Oba spomenuta rješenja nose ograničenja jer su temeljena na infrastrukturi prvobitno predviđenoj za prijenos govora i digitalnog TV signala. Unatoč tomu značajna rasprostranjenost bakrene pristupne infrastrukture i primjena xDSL tehnologije nudi velike mogućnosti za pružanje kvalitetnih širokopojasnih usluga velikom broju krajnjih korisnika uz minimalna ulaganja. Zamjena bakrene pristupne infrastrukture svjetlovodnom pristupnom infrastrukturom zahtijeva značajna ulaganja, zbog čega se još uvijek često isplati ulagati u bakrenu pristupnu infrastrukturu. Prema Strategiji razvoja širokopojasnog pristupa u Republici Hrvatskoj [7] u prilog tomu govori i činjenica kako su xDSL tehnologije prevladavajuće i najpopularnije širokopojasne tehnologije.[6]

Prvenstveno se definirana referentna arhitektura i način izgradnje oslanjaju na relevantne hrvatske podzakonske propise, kojima se propisuju pravila izgradnje FTTH segmenta prema krajnjim korisnicima, te na pravila o izgradnji i zajedničkom korištenju distributivne telekomunikacijske kanalizacije DTK (*eng. Distributive Telecommunication Canalisation*) i pravila za izgradnju elektroničke komunikacijske mreže unutar stambenih i poslovnih objekata.

2.1. Osnovni dijelovi FTTH mreže

Kao točka razgraničenja krajnjeg segmenta mreže prema korisnicima svjetlovodne distribucijske mreže (SDM, *eng. drop* ili *terminating segment*) i preostalog segmenta mreže prema lokalnom čvoru (LČ, *eng. Local Point - LP*) glavne svjetlovodne mreže (SGM, *eng. feeder* ili *distribution segment*), unutar prethodno definirane FTTH mreže, smješten je distribucijski čvor (DČ, *eng. Distribution Point - DP*) što je i prikazano slikom 2-1.



Slika 0-1. Čvorovi i dijelovi FTTH mreže
Izvor:[1]

„Distribucijski čvor je fizička točka agregacije većeg broja trasa vođenja svjetlovodnih niti iz SDM-a, uobičajeno na nekoliko trasa vođenja niti u SGM-u.“ Više distribucijskih čvorova je smješteno na području pokrivanja jednog lokalnog čvora. Agregacijska transportna mreža (*eng. backhaul*) smještena je od lokalnog čvora prema jezgri mreže (*eng. core network*) [1]

2.2. Opcije vođenja kabela i smještaj opreme

Svjetlovodna vlakna imaju značajnu prednost u odnosu na bakrenu žicu ili koaksijalni kabel i to zbog toga što donose daleko veći prijenosni opseg i omogućuju lakše održavanje. Međutim, predviđa se kako će bakreni mediji u uporabi ostati barem još nekoliko desetljeća, te kako će sve do danas imati velik utjecaj na razvoj širokopojasnih pristupnih mreža.[7]

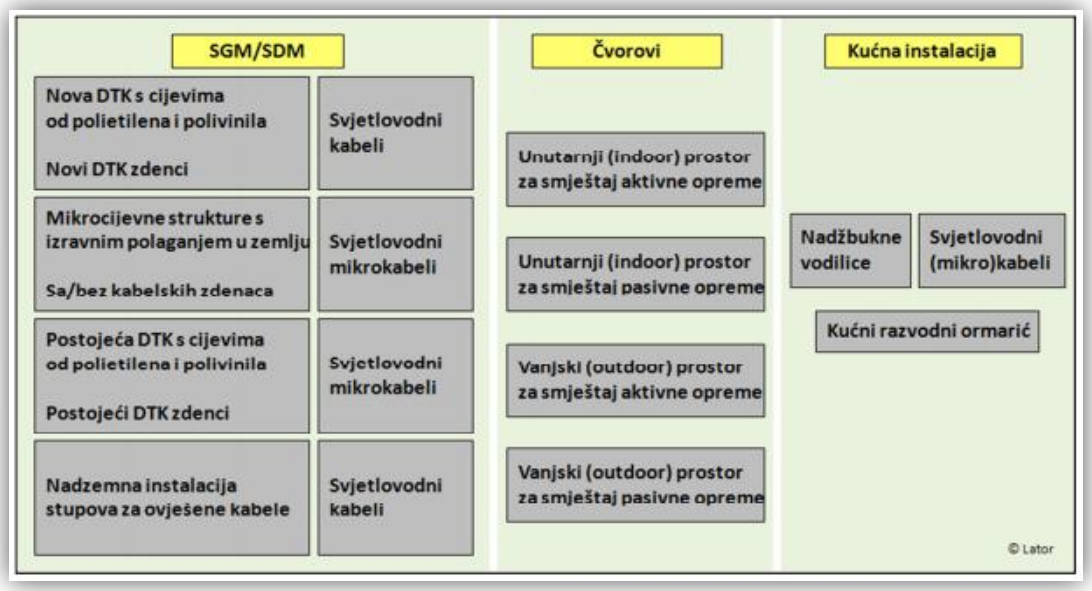
Ključ uspjeha FTTH tehnologije leži u prijenosu impulsa svjetlosti, čije se vrijednosti mijenjaju vrlo velikim brzinama, a istovremeno je omogućen i višestruki prijenos informacija po istom vlaknu uporabom više valnih duljina. Svjetlovodne kabele unutar kojih se nalazi od nekoliko do nekoliko stotina pojedinačnih svjetlovodnih niti, moguće je polagati i voditi duž trasa FTTH mreža na različite načine. Prvi i najzastupljeniji način je polaganje kabela unutar plastičnih cijevi podzemne distributivne telekomunikacijske kanalizacije. Drugi način, uobičajeno korišten u rjeđe naseljenim ruralnim područjima, pretpostavlja nadzemno vođenje svjetlovodnih kabela, ovješenih o stupove. Smještaj neophodne pasivne i aktivne mrežne opreme može biti ostvaren u unutarnjim tehnološki opremljenim prostorima (*engl. indoor*) ili unutar kabineta postavljenih na vanjskim površinama (*engl. outdoor cabinet*). Razlika između

pasivne i aktivne opreme leži u tome što pasivna, za razliku od aktivne opreme ne zahtijeva strujno napajanje.[1,2]

Za razliku od tradicionalnih kućnih instalacija bakrenih parica, koje su većinom položene unutar postojećih zgrada, svjetlovodne instalacije nisu izvedene unutar većine zgrada ili su moguće izvedene samo kod manjeg broja novogradnji. Shodno navedenomu, u troškovnom smislu, završna kućna instalacija svjetlovodnih niti koja se proteže od uvoda u zgradu do prostora krajnjeg korisnika predstavlja vrlo važan segment FTTH mreže, posebice u više stambenim zgradama. U poglavlju 3. završni segment FTTH mreže biti će uključen u proračune, kao trošak infrastrukturnog operatora u SDM segmentu FTTH mreže.

Za razliku od nekih država EU (*eng. Europe Union*), zbog strukture vlasništva nad nekretninama, u Republici Hrvatskoj se ne može očekivati da vlasnici nekretnina sami investiraju u izgradnju svjetlovodne mreže unutar zgrada. U zemljama EU stambeni prostori većinom su u vlasništvu specijaliziranih tvrtki koje takve nekretnine nude u najam te im je u interesu poboljšanje opremljenosti stanova.

Slika 2. pruža uvid u moguće infrastrukturne opcije vođenja svjetlovodnih kabela, izbore vrsta svjetlovodnih kabela, kao i u opcije smještaja opreme unutar čvorova FTTH mreže u dijelu glavne svjetlovodne mreže, svjetlovodne distribucijske mreže i kućne instalacije. U nastavku rada detaljno su objašnjene sve opcije prikazane slikom 2-2.



Slika 0-2. Pregled opcija vođenja kabela i smještaj opreme u FTTH mreži
Izvor:[1]

2.2.1. Nova DTK s PEHD/PVC cijevima

Opcija DTK s PEHD/PVC (*eng. Polyethylene High Density*/*eng. Polyvinyl chloride*) cijevima, predviđa izgradnju nove podzemne DTK mreže, uz polaganje standardnih cijevi od polietilena visoke gustoće (PEHD) promjera 20 do 50 mm ili cijevi većeg promjera od 63 do 110 mm koje mogu biti izrađene također od polietilena ili od polivinil klorida. Na točkama grananja DTK trasa ili unutar samih segmenata trasa, ukoliko su segmenti veće duljine, polaže se određeni broj cijevi adekvatnog promjera uz ugradnju kabelskih zdenaca. Veličina kabelskih zdenaca odgovara broju i kapacitetu svjetlovodnih kabela unutar pojedinog segmenta DTK mreže te se biraju standardizirane veličine kabelskih zdenaca oznaka D0-D4. Opisana DTK mreža prvenstveno je namijenjena za prihvat standardnih svjetlovodnih kabela, najvećeg kapaciteta do 288 niti i najvećeg promjera do 19 mm. Bitno je naglasiti kako se danas kod izgradnje novih DTK mreža u pravilu ne prakticira spomenut način izgradnje, već se koriste mikrocijevne strukture unutar kojih se polažu svjetlovodni mikrokabeli. U tom smislu, opcija s PEHD/PVC cijevima može se koristiti prilikom proračuna za provjeru opravdanosti izbora troškovno povoljnije opcije izgradnje nove DTK mreže s mikrocijevnim strukturama i svjetlovodnim mikrokabelima.

2.2.2. Nova DTK s mikrocijevnim strukturama

Mreža s mikrocijevnim strukturama predviđena je za prihvat svjetlovodnih mikrokabela manjeg promjera u odnosu na svjetlovodne kabele standardnih dimenzija. Najčešće korišteni su svjetlovodni mikrokabeli vanjskog promjera 5 i 10 mm i kapaciteta do 72 niti. Mikrocijevne strukture sastavljene su od nekoliko pojedinačnih mikrocijevi, od kojih je svaka predviđena za uvlačenje pojedinačnog svjetlovodnog mikrokabela. Izravno u zemlju mogu se polagati mikrocijevne strukture obložene plaštom adekvatne debljine, koji osigurava fizičku zaštitu i mehaničku čvrstoću. Kod polaganja mikrocijevnih struktura izravno u zemlju, na točkama račvanja DTK trasa, nije potrebno graditi kabelske zdence za manipulaciju svjetlovodnim kabelima i nitima. U točkama račvanja dovoljno je povezati segmente mikrocijevnih struktura iz više trasa s mikrocijevnom spojnicama, unutar kojih se, prilikom polaganja u zemlju, obavlja prospajanje odgovarajućih mikrocijevi iz segmenta DTK trasa. Naknadnim uvlačenjem svjetlovodnih mikrokabela unutar odgovarajućih mikrocijevi moguće je dosegnuti sve segmente mreže.

2.2.3. Postojeća DTK s PEHD/PVC cijevima

Opcija predviđa polaganje svjetlovodnih mikrokabela unutar postojeće DTK izgrađene sa standardnim PEHD i PVC cijevima. Prvenstvena namjena je troškovna analiza ušteda koje se mogu ostvariti, ako je svjetlovodne kabele u pristupnoj mreži moguće polagati u postojeću DTK mrežu, bez potrebe izgradnje nove mreže. Uz pretpostavku da su dostupni kapaciteti u DTK mreži, odnosno slobodni prostor u PEHD i PVC cijevima za uvlačenje svjetlovodnih mikrokabela, u potpunosti dovoljni i u SGM i u SDM dijelu mreže. Uvlačenje svjetlovodnih mikrokabela, unutar prethodno uvučenih mikrocijevi, isključivo je predviđeno radi potrebe za optimizacijom zauzeća prostora unutar DTK cijevi i fleksibilnosti upravljanja DTK mrežom, unutar koje je moguć smještaj svjetlovodnih kabela više operatora.

2.2.4. Nadzemna instalacija stupova za ovješene kabele

Nadzemnu instalaciju stupova za ovješene kabele moguće je koristiti ukoliko zadovoljava lokalne urbanističke uvjete u pojedinom naselju ili administrativnoj jedinici. U Republici Hrvatskoj, u urbanim i suburbanim geotipovima nadzemno vođenje telekomunikacijskih kabela nije dozvoljeno. Instalacija je moguća tek u ruralnim geotipovima. Prema [1] unatoč većim troškovima održavanja nadzemne mreže i kraćim predviđenim vijekom trajanja infrastrukture stupova, izgradnja nadzemne instalacije stupova za ovješene svjetlovodne kabele u ruralnim naseljima troškovno je povoljnija opcija od izgradnje podzemne DTK mreže. Nadzemnu mrežu karakterizira fizička robusnost i manji kapacitet niti u istom promjeru kabla.

2.2.5. Opcije smještaja opreme u čvorovima

Neovisno o opciji vođenja i vrsti svjetlovodnih kabele, potrebnu opremu u lokalnom i distribucijskom čvoru moguće je smjestiti u unutarnje tehnološki opremljene prostore ili u vanjske kabinete.

Uz pretpostavku dostupnosti unutarnjeg prostora na promatranim lokacijama, smještaj opreme u isti smatra se troškovno povoljnijom opcijom. Naime, dostupnost prostora u praksi podrazumijeva postojanje unutarnjeg prostora koji je ranije služio ili još uvijek služi za smještaj opreme u DSL (*eng. Digital Subscriber Line*) pristupnoj mreži u vlasništvu bivših monopolističkih operatora. Odnosno adekvatan prostor koji je moguće osigurati najmom od vlasnika nekretnine, uz adekvatno opremanje za prihvat telekomunikacijske opreme. U

slučaju nepostojanja dostupnog unutarnjeg prostora oprema se smješta u vanjske kabinete opremljene za prihvat telekomunikacijske opreme, što je uvijek troškovno nepovoljna opcija.

Unutar distribucijskog čvora predviđen je smještaj aktivne ili pasivne opreme što ovisi o izboru tehnologije u FTTH mreži. Aktivna oprema se koristi ako se radi o Ethernet tehnologiji kod P2P (*eng. Point to Point*) mreža dok se pasivna oprema koristi ako se radi o PON tehnologiji kod P2MP (*eng. Point to Multi Point*) mreža. Ranije je spomenuto kako smještaj aktivne opreme zahtjeva dovod napajanja. Kako pasivna oprema ne zahtijeva dovod napajanja tako i klimatski uvjeti ne predstavljaju problem. Bitno je napomenuti kako se u LČ-u predviđa smještaj samo aktivne opreme.

U skladu s planiranim kapacitetima elektroničkih komunikacijskih mreža obavlja se planiranje kapaciteta distributivne kabelske kanalizacije. „Planirani kapaciteti pristupnih elektroničkih komunikacijskih mreža na određenom području moraju zadovoljiti potrebe svih izgrađenih i planiranih objekata na području planiranja i to za razdoblje od najmanje 5 godina. Osim kapaciteta pristupnih elektroničkih komunikacijskih mreža planirani kapacitet kabelske kanalizacije mora zadovoljiti i potrebe za polaganje spojnih kabela.“ Svjetlovodni prospojnici ODF (*eng. Optical Distribution Frame*) smještaju se u za to predviđen prostor u oba čvora LČ i DČ. Svjetlovodni prospojnici predstavljaju točke fleksibilnog prospajanja svjetlovodnih niti između SDM-a i opreme u DČ-u, odnosno opreme u DČ-u i SGM-a, kao i točke prospajanja između SGM-a i LČ-a , odnosno opreme LČ-a i agregacijskog djela mreže.[3, str.3]

2.2.6. Izvedba kućne instalacije

Ranije je spomenuto kako u troškovnom smislu, završna kućna instalacija svjetlovodnih niti koja se proteže od uvoda u zgradu do prostora krajnjeg korisnika predstavlja vrlo važan segment FTTH mreže, posebice u više stambenim zgradama gdje je krajnji segment ukupno značajne duljine. U većini postojećih više stambenih zgrada adekvatni podžbukni kanali, vertikalni i horizontalni razvodi, koji bi mogli služiti za vođenje svjetlovodnih kabela, ne postoje ili su zauzeti s drugim vrstama instalacija, strujni kabeli i bakrene parice.

Na uvodu svake zgrade predviđeno je postavljanje adekvatnog svjetlovodnog prospojnika, razvodnog ormarića, neovisno o veličini stambene zgrade odnosno broju potencijalnih krajnjih korisnika. Razvodni ormarić predstavlja fleksibilnu prospojnu točku između SDM djela pristupne mreže i kućne instalacije.

2.3. Topologije i tehnologije FTTH mreža

Dvije su osnovne skupine tehnologija, povezane s pripadajućim topologijama, koje se pojavljuju u tržišnim implementacijama FTTH mreža. Ethernet tehnologija izvedena u P2P topologiji i PON, u Europi ITU-T G.984 standardizirana GPON (*eng. Gigabit Passive Optical Network*) tehnologija, tehnologija izvedena u P2MP topologiji. Na domaćem i svjetskom tržištu, GPON tehnologija je trenutno jedna od najbrže rastućih tehnologija [6]

Ovisno o najvećoj ciljanoj korisničkoj brzini, duljini niti u SDM segmentu pristupne mreže i predviđenom broju niti po korisniku u P2P mrežama koriste se različite inačice Ethernet protokola. Jedna nit po korisniku predviđena je ako se radi o bidirekcionalnom prometu, no ako se radi o unidirekcionalnom prometu koriste se dvije svjetlovodne niti. U praksi se zbog troškovne učinkovitosti koristi jedna nit po korisniku s najvećom brzinom do 100Mbit/s u oba smjera, Ethernet sučelje 100-BX, s dometom do 10km. Ukoliko je druga nit postavljena koristi se za distribuciju TV programa i sadržaja.

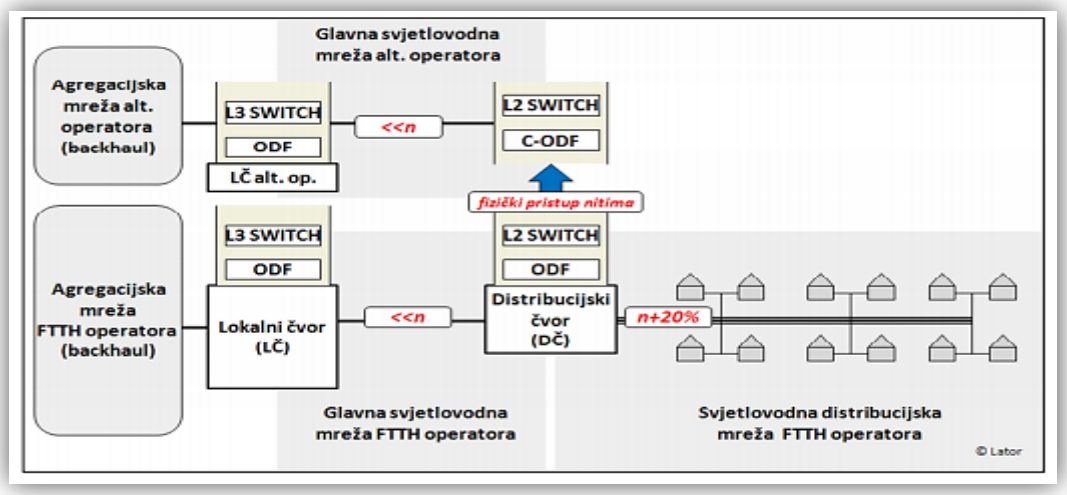
U krajnjem segmentu pristupne P2MP mreže rezervirana je po jedna svjetlovodna nit za svakog korisnika, dok se u segmentu između OLT (*eng. Optical Line Termination*) čvora i razdjelnika (*eng. spliter*) koristi po jedna svjetlovodna nit za grupu od 32 ili 64 korisnik, ovisno o korištenom razdjelnom omjeru. Prosječni kapacitet po korisniku je manji od prosječnog kapaciteta kod P2P mreža te su brzine prijenosa u smjeru od korisnika manje od brzina prijenosa prema korisniku. Trenutna generacija GPON tehnologije podržava do 2,5 Gbit/s u smjeru prema korisnicima, odnosno do 1,25 Gbit/s u smjeru od korisnika, dijeljeno između 32 ili 64 korisnika koji se nalaze u istoj razdjelnoj grupi. Najveća udaljenost između korisnika i OLT čvora je do 20 km te se u pravilu smanjuje s povećanjem broja razdjelnika u pristupnoj mreži.

WDM PON (*eng. Wavelength Division Multiplexing PON*) predstavlja ključnu komponentu u mrežama nove generacije i u pogledu budućeg razvoja FTTH tehnologija. Preko iste fizičke infrastrukture WDM PON dizajn može se koristiti za odvajanje optičkih mrežnih jedinica u nekoliko virtualnih P2P veza. Svakom korisniku bila bi dodijeljena zasebna valna duljina unutar valnog multipleksa u niti P2MP mreže, te bi kapacitet po korisniku bio uvjetovan najvećim kapacitetom pojedinačne valne duljine. Istaknuta prednost WDM PON pristupa jest kombinacija visokog kapaciteta po korisniku (*eng. High capacity per user*), visoke sigurnosti i dužeg optičkog dometa.[1,5]

U nastavku rada slijedi prikaz i pojašnjenje promatranih P2P i P2MP mrežnih arhitektura.

2.3.1. Point To Point mreže

Slikom 2-3. je prikazana P2P topologija bazirana na Ethernet tehnologiji u kojoj je u skladu s pravilnikom [3] u SDM segmentu mreže predviđeno polaganje do 20% više svjetlovodnih niti u odnosu na ukupni potencijalni broj korisnika. Za pojedinog korisnika rezervirana je po jedna svjetlovodna nit. Uporabom jednostavnijih Ethernet preklopnika (*eng. Layer 2 switch*) predviđena je optimizacija odnosno smanjenje broja svjetlovodnih niti u DČ-u. Preklopnicima se promet s korisničkih pojedinačnih svjetlovodnih niti agregira na manji broj niti u SGM-u s većim brzinama prijenosa, primjerice 1Gbit/s ili 10Gbit/s po niti u SGM-u. Kompleksniji Ethernet preklopnik (*eng. Layer 3 switch*) kojim se korisnički promet usmjerava prema agregacijskoj i jezgrenoj mreži postavlja se u LČ-u.



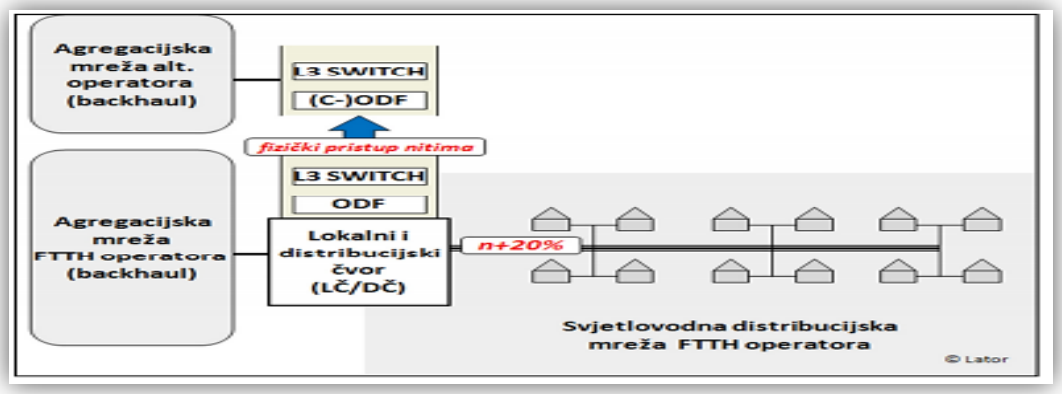
Slika 0-3. Struktura P2P FTTH mreže
Izvor:[1]

Alternativni operatori ostvaruju fizički pristup korisničkim nitima i kolociraju svoju opremu, vlastiti ODF i Ethernet preklopnik, u DČ-u, te dalje samostalno grade ili osiguravaju potrebne kapacitete i opremu u SGM-u, LČ-u i agregacijskoj mreži. Teoretski, alternativni operatori mogu kroz pristup u DČ-u implementirati i vlastitu P2MP mrežu, no spomenut slučaj nije predviđen kod P2P mreža FTTH operatora, odnosno, zbog jednostavnosti i manjeg ukupnog broja scenarija u radu, polazi se od pretpostavke da FTTH i alternativni operatori koriste iste tehnologije.

FTTH mreža s optimizacijom broja niti u DČ-u u praksi se često naziva i engl. Active Ethernet, te se ponekad i ne smatra pravom P2P mrežom. Međutim, iz aspekta lokalnih uvjeta

u Hrvatskoj i pratećih podzakonskih akata DČ se, s obzirom na obuhvat SDM segmenta mreže, može hijerarhijski poistovjetiti s krajnjim pristupnim čvorom operatora, čime je DČ u takvim uvjetima funkcionalno bliži LČ-u, odnosno takva mreža funkcionalno odgovara pravoj P2P mreži. Zbog zahtjeva za pristupom alternativnih operatora korisničkim svjetlovodnim nitima u DČ-u, lokacija DČ-a mora biti odabrana tako da alternativnim operatorima omogući troškovno učinkovit pristup, odnosno da obuhvat pojedinačnog DČ-a bude dovoljno velik da omogući ekonomski održiv pristup za alternativne operatore u DČ-u. Nasuprot opisanom, izgradnja DČ-a s manjim obuhvatom, rezultirala bi nesvrsishodnim ulaganjem kod izgradnje FTTH mreža. U nastavku rada pitanje optimalne veličine DČ-a, odnosno veličine obuhvata korisničke baze, nije detaljnije razmatrano.

Slikom 2-4. prikazana je arhitektura P2P mreža uobičajeno primjenjivih u rjeđe naseljenim, ruralnim područjima gdje se LČ i DČ objedinjuju u jedan zajednički čvor. Zbog relativno malog broja korisnika na ograničenom zemljopisnom području ne postoje tehnički i ekonomski i ekonomski razlozi da se unutar relativno male pristupne mreže uz LČ, gradi i posebni DČ.



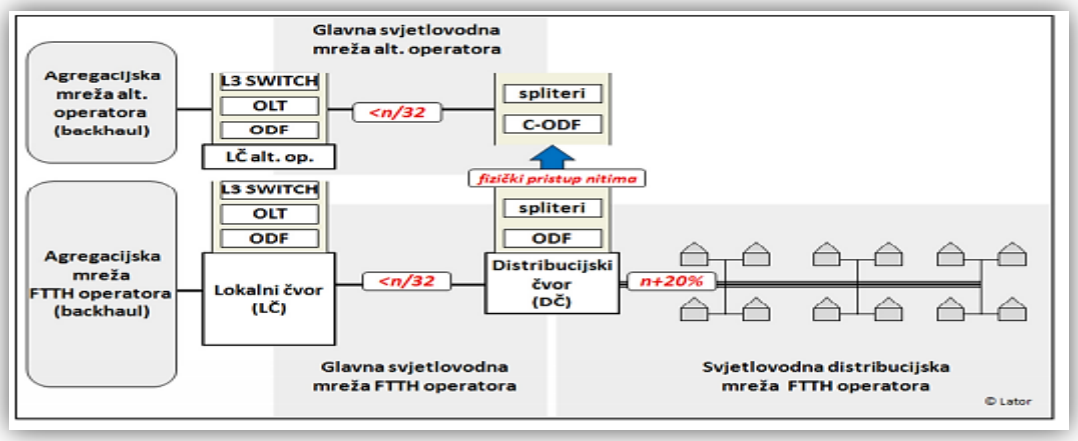
Slika 0-4. Struktura P2P mreža s integriranim čvorovima
Izvor:[1]

U objedinjenom LČ i DČ, alternativnim operatorima je omogućen eventualni pristup fizičkim nitima.

2.3.2. Point To Multi Point mreže

Slikom 2-5 je prikazana P2MP topologija bazirana na GPON tehnologiji. SDM segment pristupne mreže identičan je SDM segmentu kod P2P topologije, dok se razlika očituje u različitoj vrsti opreme koja se postavlja u LČ i DČ te u potrebnom broju svjetlovodnih niti u SGM segmentu pristupne mreže. U DČ se uz ODF preklopnike postavljaju i spliteri, kojima

se, ovisno o PON razdjelnom omjeru smanjuje broj niti u SGM djelu mreže. U distribucijskim čvorovima P2MP mreža smješta se samo pasivna oprema koja ne zahtijeva strujno napajanje, dok se u LČ postavljaju OLT-ovi te adekvatni Ethernet preklopnici koji agregiraju promet prema višim razinama mreže.



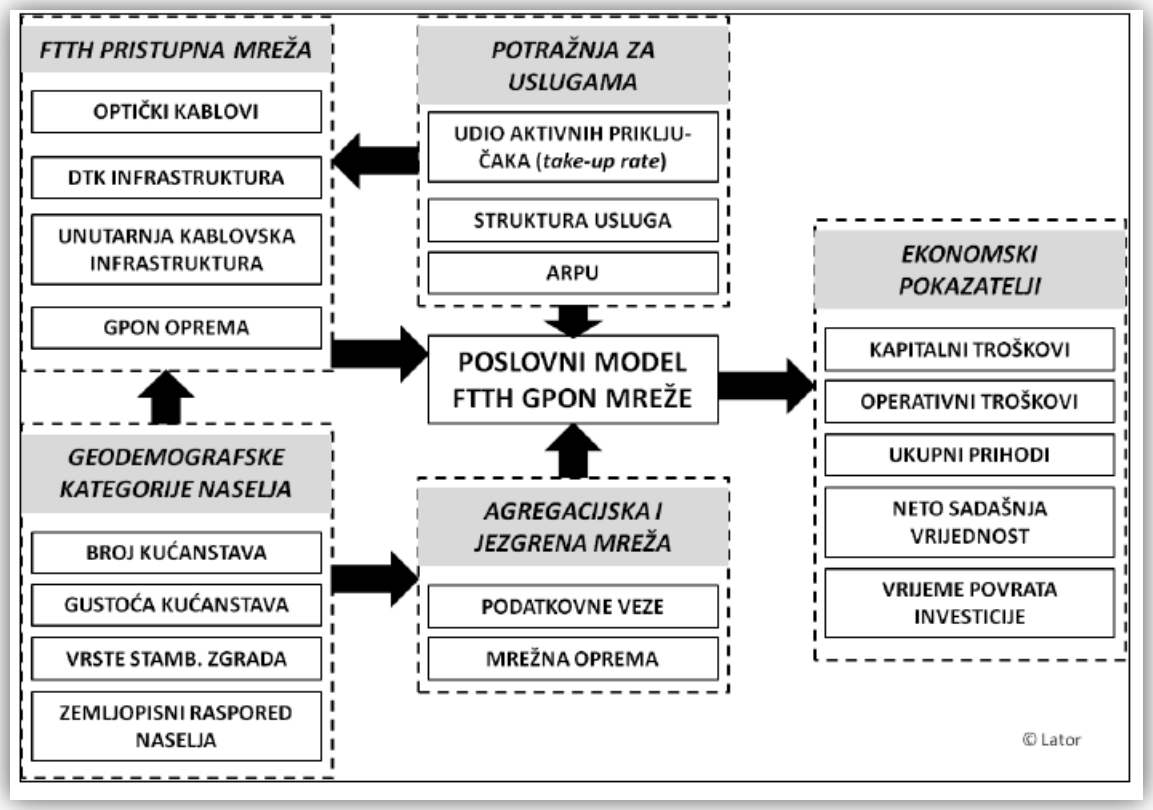
Slika 0-5. P2MP FTTH mreža, pristup alternativnih operatora u DČ-u
Izvor:[1]

Alternativni operatori, u P2MP mrežama, fizički pristup korisničkim nitima u SDM ostvaruju po istom principu koji je ranije opisan kod P2P mreža i to kroz DČ, uz kolokaciju resursa unutar DČ-a i izgradnju ili osiguranje potrebnih kapaciteta i opreme u SGM-u, LČ-u i agregacijskom dijelu mreže što je i prikazano slikom.

Kao što je i ranije spomenuto zbog potrebe ograničenja scenarija u radu polazi se od pretpostavke da će alternativni operator u P2MP mrežama isključivo koristiti PON tehnologiju kao i FTTH infrastrukturni operator.

3. Analiza isplativosti investicija prema poslovnom modelu FTTH mreže

Za potrebe analize veličine investicija u FTTH mrežu, te proračuna pokazatelja isplativosti FTTH poslovnih modela, u višegodišnjem razdoblju, u Latoru je razvijen tehno – ekonomski model u MS Excel programskom alatu čiji je opis dan unutar poglavlja Analiza investicija prema poslovnom modelu FTTH mreže. Uzimajući u obzir realno stanje telekomunikacijskog tržišta u RH, FTTH poslovni model je prilagođen isključivo slučaju izgradnje FTTH mreže u topologiji P2MP, detaljnije razrađenoj u drugom poglavlju rada pod naslovom Referentna arhitektura svjetlovodnih pristupnih mreža. Slika 3-1 prikazuje strukturu FTTH poslovnog modela.[11]



Slika 0-6. Struktura FTTH poslovnog modela
Izvor:[11]

U poglavlju Analiza isplativosti investicija prema poslovnom modelu FTTH mreže dan je uvid u pojedine module poslovnog modela. Za pristupni dio FTTH mreže dan je pregled troškova izgradnje pristupne FTTH infrastrukture po izvedenom priključku uključujući troškove izgradnje DTK i pregled troškova izgradnje pristupne FTTH infrastrukture po

izvedenom priključku bez troškova izgradnje DTK. Za modul geodemografske karakteristike naselja, prema podacima dobivenim od državnog zavoda za statistiku, prikazane su geodemografske karakteristike naselja Lanište dane tablicom 3-1. Modul potražnje za uslugama razrađen je kroz vrste pojedinih paketa usluga, cijena koje ispitanici plaćaju za iste, te kroz brzine pristupa uslugama. U poglavlju isplativosti investicija prema poslovnom modelu FTTH mreže opisan je i najbitniji parametar pri analizi isplativosti FTTH poslovnog modela, prosječni prihodi po korisniku ARPU.

3.1. FTTH pristupna mreža

Putem različitih elektroničkih komunikacijskih pristupnih mreža mogu se pružiti usluge širokopojasnog pristupa. Prvenstveno se elektroničke komunikacijske pristupne mreže mogu podijeliti u dvije osnovne skupine i to u žične i bežične.

Žičnim mrežama se smatraju:

- Postojeće telefonske mreže xDSL bakrene mreže
- Mreže nove generacije FTTX svjetlovodne mreže
- Mreže kabelskih operatora, koaksijalne mreže
- Hibridne svjetlovodno koaksijalne mreže HFC

Bežičnim mrežama smatraju se:

- GSM/GPRS/EDGE – pokretni sustavi druge generacije
- UMTS/HSDPA/HSPA+ - pokretni sustavi treće generacije
- WiFi – bežične lokalne mreže
- WiMax – bežični pristup
- LTE – pokretni sustavi četvrte generacije
- Satelitski širokopojasni pristup[7]

Unutar modula FTTH pristupna mreža vrši se proračun tehničkih parametara za sastavne dijelove pristupne mreže, što uključuje infrastrukturu digitalne telekomunikacijske kanalizacije, optičke kablove, unutarnju infrastrukturu za polaganje optičkih kablova unutar zgrade, te GPON mrežu i korisničku opremu. Ulazni parametri u modulu su karakteristični geodemografski parametri, te parametri potražnje za uslugama. Kapitalne investicije u FTTH mrežu obuhvaćaju jednokratne troškove izgradnje, opremanja i postavljanja sve potrebne

infrastrukture i opreme unutar pristupne mreže, odnosno povezivanje optičkim vlaknom potencijalnog krajnjeg korisnika FTTH mreže sa prvim pristupnim čvorom u mreži operatora. Kapitalni troškovi obuhvaćeni unutar modula FTTH pristupna mreža su redom kako slijedi:

1. Izgradnja i opremanje DTK infrastrukture za smještaj optičkih kablova, iskop i sanacija trase DTK, cijevi unutar kojih se polažu optički kablovi, zdenci kao mjesta za pristup i manipulaciju kablovima i eventualno vanjski kabineti za smještaj pasivne optičke opreme.
2. Nabavka i postavljanje optičkih kablova unutar infrastrukture DTK, uključujući spajanje i testiranje optičkih vlakana.
3. Izgradnja i opremanje infrastrukture za polaganje optičkih kablova unutar stambenih zgrada, uključujući spajanje i testiranje optičkih vlakana.
4. Aktivna GPON mrežna oprema u pristupnim čvorovima i pasivni razdjelnici unutar pristupne mreže[11]

Navedene stavke se odnose na slučaj izvedbe optičkog vlakna do krajnjeg korisnika, uz postavljanje potrebne GPON aktivne opreme na mrežnoj strani. Pri čemu izvedeni priključak ne mora biti nužno i aktivan u početnom trenutku, što znači da korisnik ne mora nužno koristiti usluge putem FTTH mreže. Stoga GPON oprema nije uključena u izračun kapitalnih investicija po izvedenom FTTH priključku, odnosno nabavka i postavljanje GPON opreme predviđaju se tek u kasnijim fazama, prilikom aktiviranja priključka. Na taj je način izbjegnuta ovisnost proračuna inicijalnih kapitalnih investicija po izvedenom FTTH priključku o varijabilnom tržišnom parametru udjela aktivnih FTTH priključaka Take up rate, čiju je vrijednost općenito teže predvidjeti zbog potrebe razmatranja u dužem vremenskom periodu eksploatacije.[11]

Slijedi prikaz rezultata investicija u FTTH mrežu u pogledu obuhvata troškova izgradnje DTK infrastrukture:

- S uključenim troškovima izgradnje DTK infrastrukture.
- Bez uključenih troškova izgradnje DTK infrastrukture.

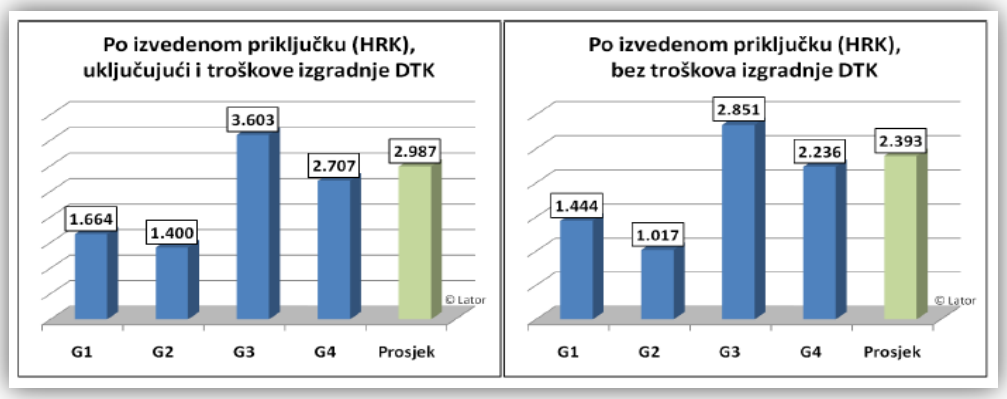
U scenariju gdje nisu uključeni troškovi izgradnje DTK infrastrukture polazi se od pretpostavke da operator FTTH mreže već posjeduje ranije izgrađenu DTK mrežu u pristupnoj mreži, unutar koje postoji dovoljno prostora za smještaj optičkih kablova.

Slika 3-2 prikazuje usporedne grafove kapitalnih troškova izgradnje FTTH mreže po izvedenom priključku, za naselja unutar geodemografskih kategorija G1, G2, G3 i G4, te relativni prosjek za sva naselja u navedenim kategorijama.

Značenja oznaka geodemografskih kategorija su:

- G1 - urbana naselja s izrazito velikom koncentracijom stanovništva na maloj površini.
- G2 - urbana naselja sa značajnom koncentracijom stanovništva.
- G3 – urbana i suburbana naselja srednje koncentracije stanovništva.
- G4 – urbana i suburbana naselja manje koncentracije stanovništva.
- G5 – pretežno ruralna naselja veće koncentracije stanovništva.
- G6 – izrazito ruralna naselja male koncentracije stanovništva.

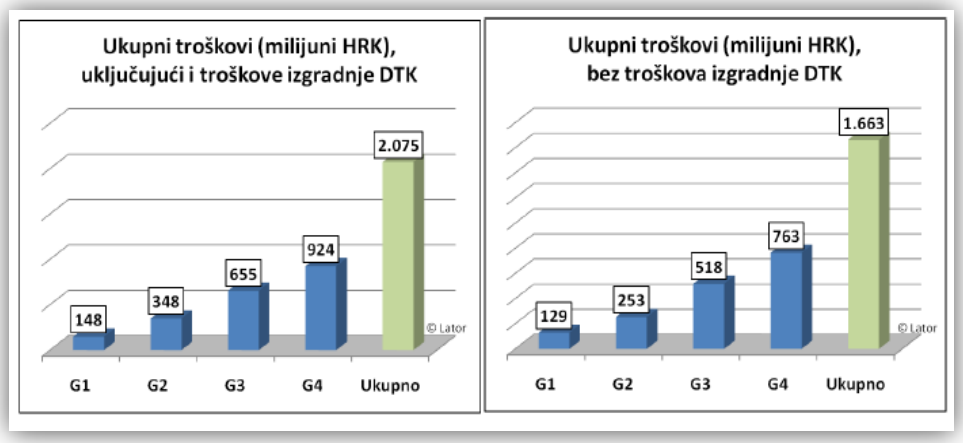
Na lijevom grafu prikazan je slučaj u kojem su u kapitalne troškove uključeni i troškovi izgradnje DTK infrastrukture, dok je na desnom grafu prikazan slučaj koji isključuje troškove izgradnje DTK. Vidljivo je da su, uz uključene troškove DTK, jedinični troškovi izvedbe FTTH priključka veći do 26% u odnosu na scenarij bez DTK troškova. Uočljivo je i kako je vrijednost jediničnog troška izgradnje FTTH priključka veća u naseljima geodemografskih kategorija G3 i G4, što je prvenstveno posljedica manje gustoće korisnika, odnosno veće ukupne dužine FTTH mreže, te posebno veće dužine završnih grana FTTH mreže (*eng. final drop*) između mjesta agregiranja kablova i korisnika.[11]



Slika 0-7. Kapitalni troškovi izgradnje FTTH mreže, po izvedenom priključku
Izvor:[11]

Prosjek jediničnog troška izgradnje FTTH mreže po izvedenom priključku dosta je niži od relevantnih proračuna istovrsnih troškova u nekim zemljama EU. U RH prosjek jediničnog troška izgradnje FTTH mreže po izvedenom priključku iznosi 2,987 HRK uključujući

troškove izgradnje i 2,393 HRK bez troškova izgradnje što je oko 400 eura i 330 eura. Dok je prema proračunima *WIK-Consulta*[1] prosjek jediničnog troška izgradnje FTTH mreže po izvedenom priključku 2.039 EUR za Njemačku, 1.110 EUR za Italiju, 1.238 EUR za Španjolsku ili 1.580 EUR za Francusku. Veliki nesrazmijer je prvenstveno posljedica činjenice da u proračun troškova za RH nisu uključena ruralna područja koja zbog svojih geodemografskih obilježja i težinskog udjela od 54% ukupnog stanovništva RH, izgledno značajno povećavaju navedenih prosjek jediničnih troškova. [11]



Slika 0-8. Ukupni kapitalni troškovi izgradnje FTTH mreže
Izvor:[11]

Slikom 3-3 su prikazani ukupni kapitalni troškovi izgradnje FTTH mreže za naselja u geodemografskim kategorijama G1, G2, G3 i G4, te ukupno za sve navedene kategorije, što odgovara pokrivenosti od 46% ukupnog stanovništva Hrvatske. Također su prikazani slučajevi koji uključuju troškove DTK, te slučajevi koji isključuju troškove DTK. Vidljivo je kako se ukupne investicije u izvedbu FTTH mreže za navedenu populacijsku pokrivenost Hrvatske kreću u rasponu od 1,66 do 2,08 milijarde HRK. Iz činjenice da kapitalni troškovi izgradnje FTTH mreže, uključujući i troškove izgradnje DTK, za naselja geodemografske kategorije G1, iznose 1664 HRK po izvedenom priključku, proizlazi zaključak kako ukupni kapitalni troškovi izgradnje FTTH mreže na području naselja Lanište, uključujući i troškove izgradnje DTK, iznose 5348096 HRK. Kapitalni troškovi izgradnje FTTH mreže koji ne uključuju izgradnju DTK, za naselja geodemografske kategorije G1, iznose 1444 HRK po izvedenom priključku. Na području naselja Lanište, ukupni kapitalni troškovi izgradnje FTTH mreže, ne uključujući troškove izgradnje FTTH iznose 4641016 HRK. Ukoliko bi korisnici

[1] Od 2001. godine WIK-Consult u područjima telekomunikacija, informacijskih tehnologija, medija i politike, privatnim i javnim tvrtkama nudi konzultantske usluge temeljene na čvrstoj znanstvenoj osnovi.

mjesečno izdvajali 300 HRK za usluge izvedene putem FTTH tehnologije, očekivani prihodi u razdoblju od godine dana iznosili bi 11570400 HRK. Iz navedenoga se može zaključiti kako bi se u istom razdoblju pokrili ukupni kapitalni troškovi izgradnje FTTH mreže na području naselja Lanište

3.2. Geodemografske karakteristike naselja

Geodemografski aspekt, kao kriterij isplativosti investicija u FTTH mrežu, podrazumijeva ovisnost investicija o gustoći korisnika, prevladavajućem obliku stanovanja, odnosno radi li se o više stambenim zgradama ili obiteljskim kućama i stupnju urbaniziranosti određenog zemljopisnog područja. U odnosu na ruralna područja i područja nižeg stupnja urbanizacije, isplativijim za ulaganje u širokopojasni pristup smatraju se urbana naselja, sa visokom koncentracijom stanovništva na maloj prostornoj površini.

Oznaka	Opis	Oblici stanovanja				Prosječni broj stanovnika	Prosječna površina (km^2)
		Višestambene zgrade s više od 8 katova	Višestambene zgrade s 4 do 8 katova	Višestambene zgrade do 3 kata	Obiteljske kuće		
G1	Urbana naselja s izrazito velikom koncentracijom stanovništva na maloj površini	60%	40%	0%	0%	11.091	2,0
G2	Urbana naselja sa značajnom koncentracijom stanovništva	5%	85%	10%	0%	9.017	2,6
G3	Urbana i suburbana naselja srednje koncentracije stanovništva	0%	15%	30%	55%	10.577	5,0
G4	Urbana i suburbana naselja manje koncentracije stanovništva	0%	5%	20%	75%	7.486	2,3
G5	Pretežno ruralna naselja veće koncentracije stanovništva	0%	0%	5%	95%	3.340	1,0
G6	Izrazito ruralna naselja male koncentracije stanovništva	0%	0%	0%	100%	287	0,7

Slika 0-9. Pregled geodemografskih karakteristika kategorija naselja
Izvor:[11]

Slika 3-4 daje pregled osnovnih karakteristika kategorija naselja u RH, oznaka G1, G2, G3, G4, G5 i G6, pri čemu je G1 kategorija najgušće naseljenih urbanih naselja, dok je G6 kategorija izrazito ruralnih naselja.[11]

Prema popisu stanovništva iz 2011 Lanište je mjesni odbor u okviru gradske četvrti Novi Zagreb - zapad sa brojem stanovnika od 3214, ukupnom prostornom površinom od 284088m2. Iz tablice je vidljivo kako su više stambene zgrade prevladavajući oblik stanovanja na području naselja Lanište, a gustoća stanovništva iznosi 0,113% stanovnika po m2.[16]

Broj stanovnika	Površina naselja	Gustoća naseljenosti	Obiteljske kuće	Više stambene zgrade do 4 kata	Više stambene zgrade do 5 katova	Više stambene zgrade iznad 5 katova
3214	284088m2	0.113%	0%	3	6	0%

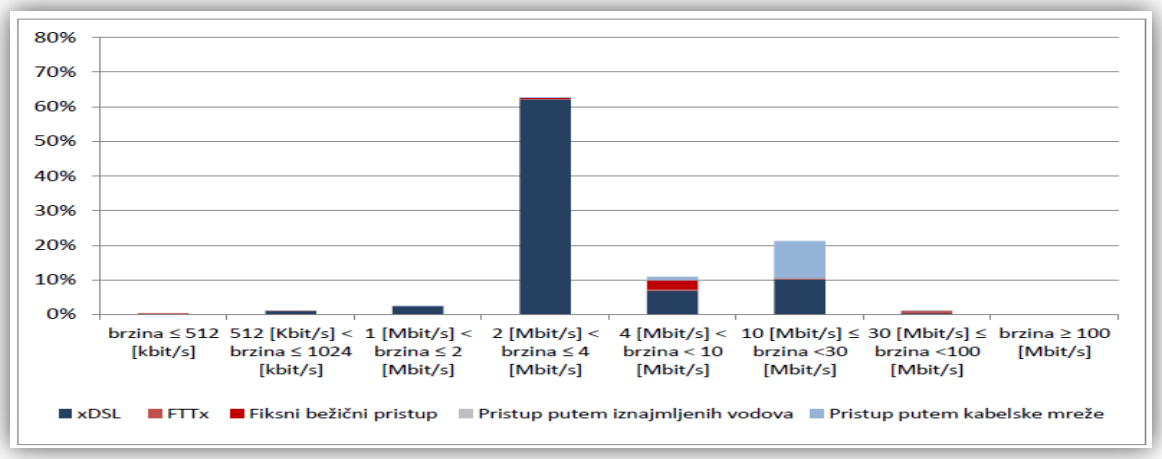
0-1. Pregled geodemografskih karakteristika naselja Lanište

3.3. Potražnja za uslugama

Broj aktiviranih FTTH priključaka u odnosu na ukupan broj izvedenih priključaka po kućanstvu, struktura usluga po vrstama te očekivani prosječni prihodi po korisniku ARPU (*eng. Average Revenue per User*) parametri su koji su bitni u postupku predviđanja potražnje za uslugama. Za analizu isplativosti ulaganja potrebno je predvidjeti i strukturu i količinu usluga koje će se nuditi na FTTH mreži, kako zbog potencijalnih prihoda tako i zbog dimenzioniranja dostatnog kapaciteta u mreži. Predviđa se kako će se korisnicima osim samog širokopojasnog pristupa ponuditi i usluge multicast distribucije IPTV (*eng. Internet Protocol TV*) programa standardne i visoke rezolucije, te uobičajena javna govorna usluga, izvedena putem VoIP (*eng. Voice over IP*) tehnologije.[11,12]

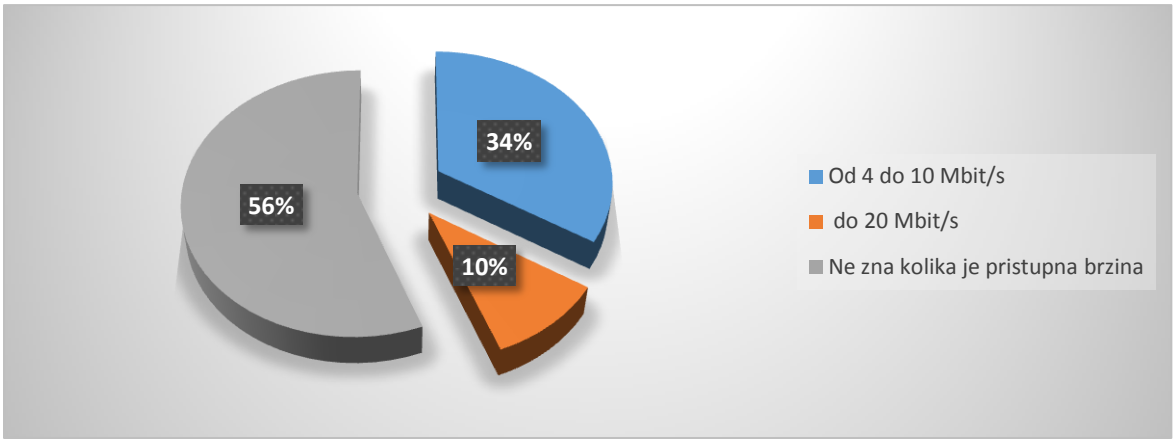
Nužno je da javna govorna usluga bude izvedena putem VoIP protokola, sa stajališta samog korisnika u odnosu na POTS (*eng. Plain Old Telephone Service*) tehnologiju, navedena promjena je neprimjetna. Pretpostavka je kako će svi postojeći korisnici, migrirani s parične na FTTH mrežu, i dalje nastaviti koristiti govorne usluge putem FTTH mreže. No zbog aktualne supstitucije nepokretne telefonije, pokretnom i općenitog pada potražnje za nepokretnom telefonijom i pada volumena prometa u istoj, pretpostavka je kako novi korisnici neće biti zainteresirani za govorne usluge, već za usluge širokopojasnog pristupa Internetu i usluge IPTV. Kako bi se utvrdila isplativost investicije, nakon što je utvrđen paket usluga koji se korisniku nudi, potrebno je korisniku ponuditi i cijenu koju bi mjesečno izdvajao za određeni paket. Na temelju provedenog anketnog upitnika prikupljeni su podaci koji jasno prikazuju kako većina ispitanika nije spremna za usluge izvedene putem FTTH tehnologije izdvojiti veći iznos od onoga koji trenutno plaća za paket usluga koji koristi. Prikupljeni podaci prikazani su u nastavku rada grafikonom 3-4.[11]

Iz slike 3-5 je vidljivo kako najveći broj korisnika koristi brzine od 2 do 4 Mbit/s, te kako je najzastupljeniji oblik korištene tehnologije neki od xDSL oblika.



Slika 0-10. Raspodjela priključaka po brzinama i tehnologiji
Izvor:[9]

Usluga širokopojasnog pristupa Internetu omogućava značajno brži pristup Internetu u odnosu na ADSL (*eng. Analog Digital Subscriber Line*). Također nudi i simetričnost pristupnih brzina u silaznom (eng. *downstream*) i uzlaznom smjeru (eng. *upstream*). Međutim anketnim upitnikom je utvrđeno kako 56% korisnika ne zna koliku pristupnu brzinu ostvaruje, dok 34% ispitanika ostvaruje brzine između 4 Mbit/s i 10 Mbit/s, a 10% ispitanika tvrdi kako ostvaruje pristupne brzine do 20 Mbit/s.



Grafikon 0-1. Raspodjela priključaka po brzinama na području naselja Lanište

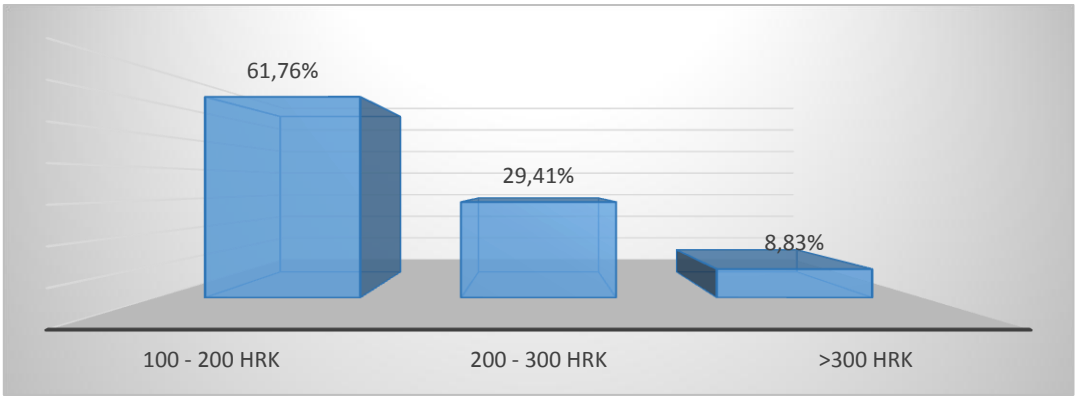
Slikom 3 -7 je prikazano kako je na području naselja Lanište korisnicima dostupna brzina veća od 100Mbit/s. Brzinu prijenosa veću od 100Mbit/s na području naselja Lanište nudi više operatora.

Prema [13] VipNet, HT i B.net na području naselja Lanište nude pristupne brzine do 100Mbit/s uz izrazito visoke cijene. Tako primjerice VipNet nudi 3D paket usluge koji obuhvaća flat Internet brzine do 120Mbit/s, više od 110 programa u osnovnom i proširenom

paketu, neograničeni pozivi prema svim nacionalnim fiksnim mrežama i neograničeni pozivi prema Vip mobilnoj mreži po cijeni od 550,00 HRK na mjesečnoj razini. U nastavku rada je vidljivo kako veći broj ispitanika nije spreman mjesečno, za usluge izvedene putem FTTH tehnologije, izdvojiti više od cijene koju trenutno plaća za uslugu koje koristi, a ista je u prosijeku između 100 i 200 HRK.

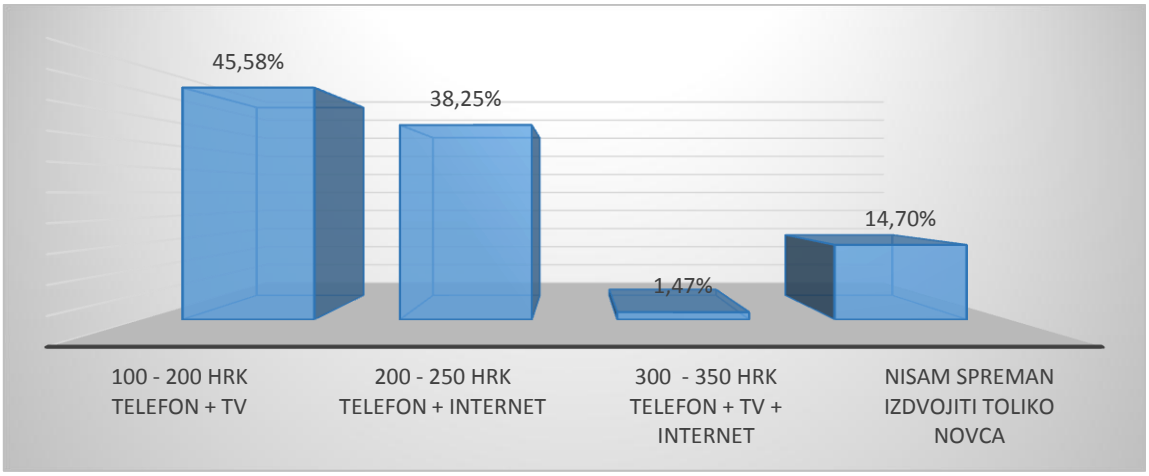
Slika 0-11. Raspodjela pristupnih brzina i udio operatora
Izvor:[10]

U Latorovoj studiji pretpostavljeno je da je prosječna simetrična brzina pristupa Internetu putem FTTH mreže 10 Mbit/s, iako tehničke mogućnosti FTTH mreža inicijalno omogućuju znatno veće pristupne brzine. Uzevši u obzir očekivane maloprodajne cijene širokopojasnih paketa pristupa Internetu putem FTTH mreža, Lator smatra kako je pretpostavljena vrijednost realna za buduće osmogodišnje razdoblje analize modela. Cijene u realnom slučaju moraju biti veće od postojećih ADSL paketa, zbog čega korisnici neće biti spremni plaćati puno veće naknade za značajno veće brzine pristupa preko FTTH mreže. Što je i potvrđeno osnovom podataka prikupljenih anketnim upitnikom. Iz grafikona 3-2 je vidljivo kako najviše ispitanika 61,76% uslugu koju trenutno koristi plaća između 100 i 200 HRK, 29,41% ispitanika za uslugu koju koristi mjesečno izdvaja između 200 i 300 HRK, dok samo 8,82% ispitanika mjesečno izdvaja više od 300HRK.



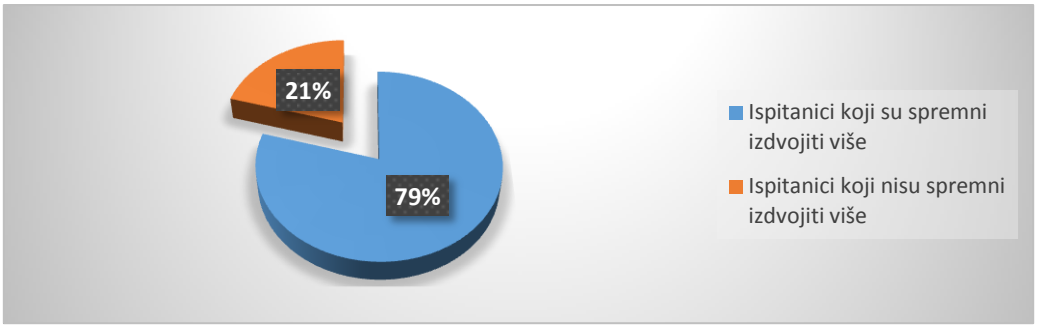
Grafikon 0-2. Cijene usluga za pristup putem postojeće tehnologije

Grafikonu 3-3 prikazuje kako je 45,58% ispitanika spremno uslugu širokopojasnog pristupa Internetu platiti od 100 do 200 HRK mjesečno, 38,23% ispitanika za istu je mjesečno spremno izdvojiti od 200 do 250 HRK, tek samo 1,47 % ispitanika smatra da je prihvatljiva cijena od 300 do 350 HRK, dok se 14,70% ispitanika izjasnilo kako nije spremno izdvojiti niti jedan od navedenih iznosa.



Grafikon 0-3. Cijene usluga za pristup putem FTTH tehnologije

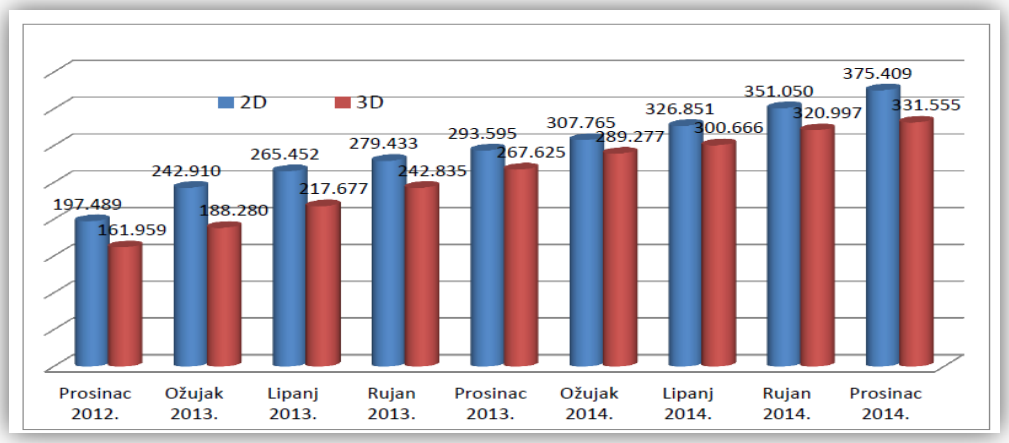
Usporedbom dobivenih ulaznih parametara, cijene koju ispitanici trenutno plaćaju i cijene koju su spremni platiti u slučaju prelaska na FTTH tehnologiju dobiveni su slijedeći rezultati prikazani grafikonom 3-4. 79% ispitanika za uslugu širokopojasnog pristupa Internetu nije spremno mjesečno izdvojiti više od iznosa koji trenutno plaća, dok je samo 21% ispitanika za uslugu širokopojasnog pristupa Internetu putem FTTH tehnologije spremno izdvojiti veći iznos od onoga koji trenutno plaća za pakete usluge koje koristi, a nisu izvedene putem FTTH tehnologije.



Grafikon 0-4. Udio ispitanika u ukupnom broj ispitanika koji je spreman za usluge izvedene putem FTTH, platiti na mjesečnoj razini više, u odnosu na usluge koje koristi trenutno

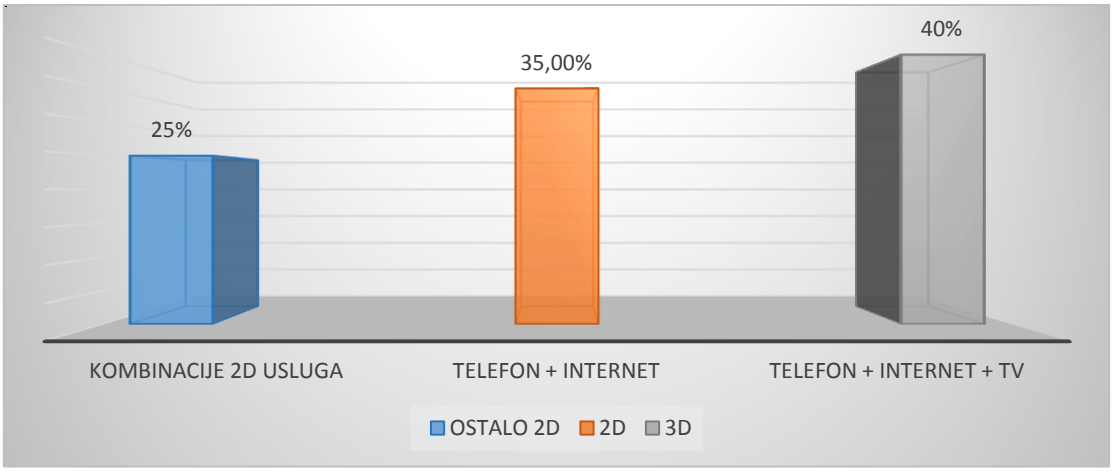
U osmogodišnjem razdoblju FTTH poslovnog modela Lator pretpostavlja kako će 80% korisnika, od ukupno promatranih, činiti migrirane korisnike. Odnosno korisnike koji prelaze sa neke od DSL tehnologija na FTTH tehnologiju, dok će preostalih 20% korisnika biti novi korisnici FTTH tehnologije. Pretpostavljen odnos polazi od činjenice da je penetracija širokopojasnog pristupa u urbanim i suburbanim naseljima viša od prosjeka u RH, prema podacima HAKOM-a kreće se do 18%.

Prema istraživanjima HAKOM-a u RH je došlo do zamjetnog povećanja potražnje za 3D uslugama. Uslugama koje osim pristupa internetu obuhvaćaju i javno dostupnu govornu uslugu i uslugu IPTV.



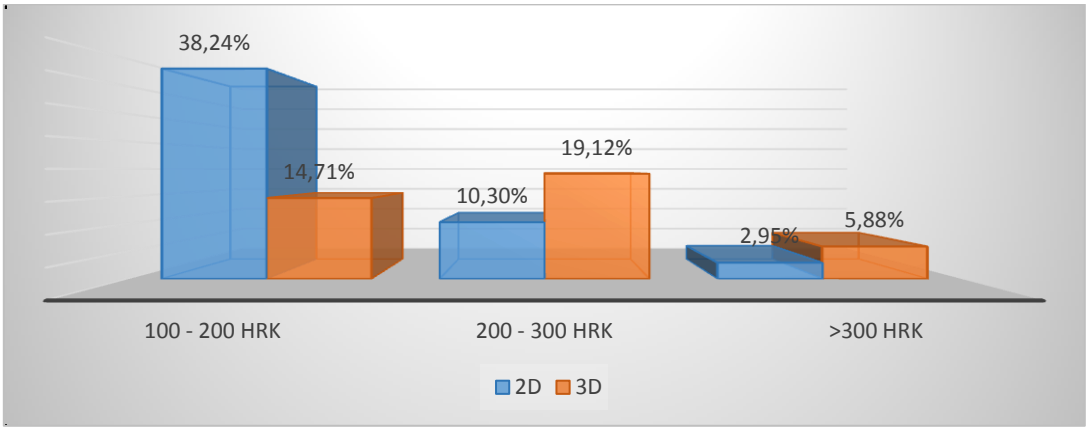
Slika 0-12. Broj korisnika paketa usluga
Izvor:[9]

Iz grafikona 3-5 je vidljivo kako 50,30% ispitanika koristi neki od oblika 2D usluga telefon + tv , tv + internet odnosno 35,30%, ispitanika koristi usluge telefon + Internet, sa druge pak strane 40% korisnika koristi paket usluga telefon + Internet + tv. U nastavku rada prikazan je odnos cijena i paketa usluga koje ispitanici trenutno plaćaju i koriste. [13]



Grafikon 0-5. Udio korisnika paketa usluga na području naselja Lanište

Iz grafikona 3-6 je vidljivo kako najveći broj ispitanika 38,24% za 2D usluge mjesečno izdvaja od 100 do 200 HRK, 10,30% ispitanika koristi 2D usluge u rasponu cijena od 200 do 300 HRK, a samo 2,95% ispitanika za 2D usluge mjesečno izdvaja više od 300 HRK. Sa druge pak strane 14,71% ispitanika koristi 3D usluge u rasponu cijena od 200 do 300 HRK mjesečno, 19,12 % ispitanika 3D usluge mjesečno plaća od 200 do 300 HRK, a 5,88% ispitanika mjesečno za 3D usluge izdvaja više od 300 HRK.



Grafikon 0-6. Cijene paketa usluga

Migracija korisnika usluge IPTV standardne rezolucije sa parične na FTTH mrežu, prvenstveno za posljedicu ima povećanje kvalitete pružanja usluge što je rezultat veće propusnosti GPON veze u odnosu na ADSL, te eliminaciju međusobnih smetnji između korisničkih parica koje mogu degradirati kvalitetu IPTV signala.

3.4. Prosječni prihodi po korisniku ARPU

Prosječni ostvareni prihodi po korisniku obuhvaćaju prihode od svih usluga koje korisnici koriste, javne govorne usluge, širokopojasnog pristupa internetu velikih brzina, IPTV SD i

IPTV HD. Lator je u cilju pokrivanja što šireg raspona mogućih vrijednosti ARPU-a razvio dva osnovna ARPU scenarija za koje smatra da pokrivaju granične slučajeve.[11]

Najlošiji (*eng. Worst case*) ili pesimistični scenarij obuhvaća pretpostavljeni slučaj u kojem se vrijednosti ARPU-a za usluge širokopojasnog pristupa internetu i IP TV-a nadovezuju na aktualne vrijednosti ARPU-a za iste usluge koje se pružaju putem ADSL mreže.

Optimistični, najbolji (*eng. Best case*) za razliku od pesimističnog scenarija predviđa korekciju maloprodajnih cijena usluga širokopojasnog pristupa internetu i IP TV-a prvenstveno putem FTTH mreže, te postavljanje maloprodajnih cijena na realne maloprodajne razine u odnosu na povezane veleprodajne troškove.

Kao polazne vrijednosti ARPU-a, za usluge koje se pružaju u FTTH poslovnom modelu, u pesimističnom scenariju su pretpostavljene relevantne vrijednosti ARPU-a za korisnike T-coma. Ostali operatori cijene širokopojasnog pristupa velikih brzina prilagođavaju cijenama Tcoma, prvenstveno zbog dominacije Tcoma na ukupnom maloprodajnom tržištu širokopojasnog pristupa. Pretpostavljene su slijedeće relevantne vrijednosti:

- Za javnu govornu uslugu 74 HRK na mjesečnoj razini
- Za širokopojasni pristup Internetu 125 HRK na mjesečnoj razini
- Za IPTV SD uslugu 70 HRK na mjesečnoj razini
- Za IPTV HD uslugu 30 HRK na mjesečnoj razini. U praksi se odnosi na dodatni HD programski paket uz osnovni SD paket.

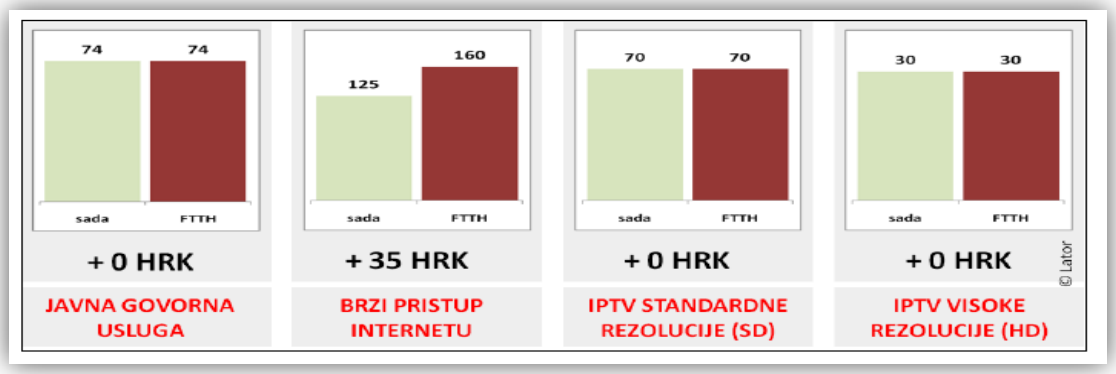
Niska razina maloprodajnih cijena u odnosu na veleprodajne troškove izražena je kod usluga širokopojasnog pristupa Internetu i IPTV usluga. Kako pesimističnim scenarijem nije predviđena korekcija polazne baze maloprodajnih cijena ADSL i IPTV usluga kod migracije korisnika i uvođenja istih usluga putem FTTH mreže, predviđa se kako će vrijednosti ARPU-a putem FTTH mreže biti:

- Za javnu govornu uslugu 74 HRK na mjesečnoj razini. Cijena u odnosu na cijenu kod parične mreže ostaje nepromijenjena, budući da migracija govorne usluge na FTTH mrežu za korisnika ne donosi dodatnu vrijednost, odnosno operatoru ne donosi dodatne prihode.
- Za širokopojasni pristup internetu velikih brzina putem FTTH mreže, u odnosu na ARPU za istovrsnu uslugu putem ADSL mreže, dodatnih 35 HRK, što je ukupno 160

HRK na mjesečnoj razini. Dodatak je posljedica povećanja vrijednosti usluge pristupa Internetu putem FTTH mreže. Povećanje vrijednosti usluge promatra se kroz povećanje prosječnih brzina prijenosa podataka, simetričnosti pristupa kao i veće stabilnosti i pouzdanosti FTTH veze.

- Za IPTV SD uslugu 70 HRK na mjesečnoj razini. Migracija iste usluge sa ADSL mreže na FTTH mrežu ne donosi dodatnu vrijednost za korisnik, izuzev veće stabilnosti veze, a kojom bi operator izgledno mogao povećati vlastite prihode.
- Za IPTV HD uslugu na mjesečnoj razini 30 HRK. Migracija iste usluge sa ADSL mreže na FTTH mrežu ne donosi dodatnu vrijednost za korisnik, izuzev veće stabilnosti veze, a kojom bi operator izgledno mogao povećati vlastite prihode.

Iako je pretpostavljeno kako su vrijednosti ARPU-a za IPTV usluge iste kao i kod ADSL pristupa, odnosno da je dodatni ARPU po migriranom korisniku 0,00 HRK, ukupni dodatni ARPU biti će veći od 0,00 HRK, zbog doprinosa novih korisnika istih usluga na FTTH mreži.



Slika 0-13. Prikaz odnosa ARPU-a za usluge putem parične i FTTH mreže, pesimistični scenarij
Izvor:[11]

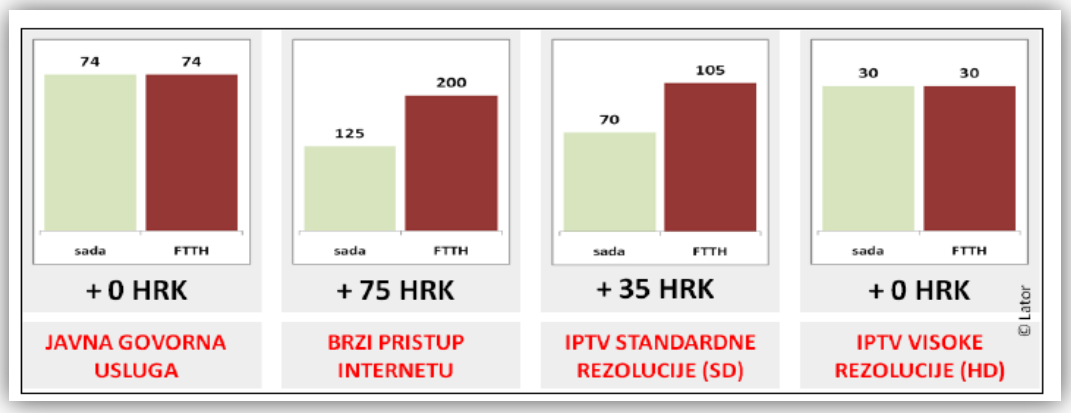
Prema podacima HAKOM – a, slijedom pretpostavljenih vrijednosti ARPU-a za usluge putem FTTH mreže, te odnosa postojećih, migriranih i novih korisnika na FTTH mreži prosječni dodatni ARPU za sve predmetne usluge i korisnike za pesimistični scenarij iznosi 26 HRK na mjesečnoj razini.

Za razliku od pesimističnog scenarija u optimističnom scenariju pretpostavljena je korekcija baza maloprodajnih cijena usluga širokopojasnog pristupa Internetu i IPTV usluga putem ADSL-a na realne razine. Slijedom navedenog, polazne vrijednosti ARPU-a za spomenute usluge ostvarene putem ADSL mreže su:

- Za širokopojasni pristup Internetu 165 HRK na mjesečnoj razini. Povećanje od 40 HRK u odnosu na pesimistični scenarij.
- Za IPTV SD 105 HRK na mjesečnoj razini. Povećanje od 35 HRK u odnosu na pesimistični scenarij.[11]

Predviđene dodatne vrijednosti ARPU-a u slučaju prelaska na FTTH mrežu su redom kako slijedi:

- 0 HRK za javnu govornu uslugu.
- 35 HRK za uslugu širokopojasnog pristupa Internetu velikih brzina. Uz predviđenu korekciju baznih cijena ADSL pristupa od 40 HRK, ukupni ARPU za uslugu širokopojasnog pristupa Internetu iznosi 200 HRK na mjesečnoj razini.
- 0 HRK za IPTV SD. Međutim, uz predviđenu korekciju baznih cijena putem ADSL-a od 35 HRK na mjesečnoj razini, dodatni ARPU iznosi 105 HRK.
- 0 HRK za IPTV HD usluge.[11]



Slika 0-14. Prikaz odnosa ARPU-a za usluge putem parične i FTTH mreže, optimistični scenarij
Izvor:[11]

Prema podacima HAKOM – a, slijedom pretpostavljenih vrijednosti ARPU-a za usluge putem FTTH mreže, te odnosa postojećih, migriranih i novih korisnika na FTTH mreži prosječni dodatni ARPU za sve predmetne usluge i korisnike za optimistični scenarij iznosi 57 HRK na mjesečnoj razini.

4. Analiza dostupnosti širokopojasnog pristupa

Tržišni udio operatora mjerilo je relativne veličine određenog operatora na promatranom tržištu. Izražava se kao prostorni udjel operatora u ukupnom volumenu pruženih usluga i/ili prihoda ostvarenih na mjerodavnom tržištu u određenom razdoblju. U poglavlju Analiza dostupnosti širokopojasnog pristupa dana je usporedba tržišnih udjela operatora na području RH i na području naselja Lanište, paketa usluga koje pojedini operatori nude i po kojim cijenama. Na temelju prikupljenih ulaznih parametara dobiveni su relevantni podaci prikazani grafikonima, koji jednoznačno prikazuju realno stanje tržišta telekom operatora na području naselja Lanište uzevši u obzir pakete usluga koji se nude korisniku i mjesečne cijene istih.

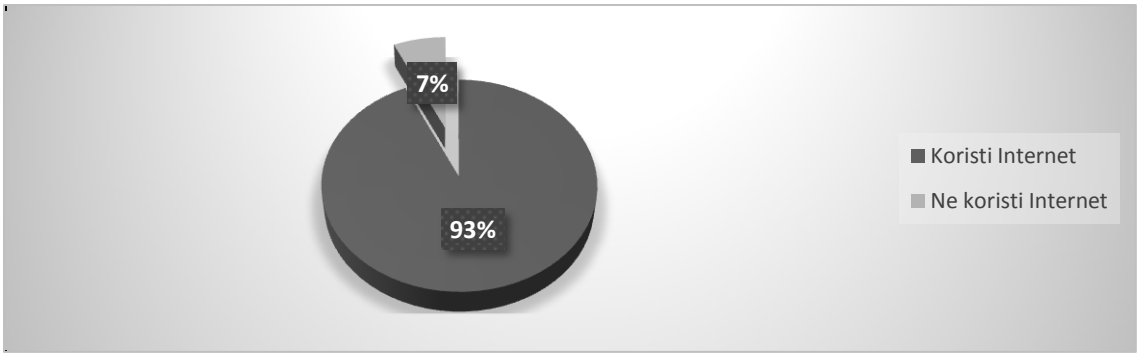
Mjerodavno tržište u zemljopisnoj dimenziji obuhvaća sva područja u kojima određeni operatori pružaju usluge pod istim uvjetima, odnosno u kojima postoje istovrsni uvjeti tržišnog natjecanja. HAKOM smatra da mjerodavno tržište veleprodajnog lokalnog pristupa koji se pruža na fiksnoj lokaciji čini cjelokupni teritorij RH. Navedeni se zaključak temelji na činjenici kako HT nudi važeću uslugu, koja je dio mjerodavnog tržišta, na cijelom teritoriju RH, za sve operatore, pod istim uvjetima i cijenama.

Operator ima značajnu tržišnu snagu ako pojedinačno ili u suradnji s drugim operatorima ima gospodarski položaj koji pruža mogućnost da se u određenoj mjeri ponaša neovisno o konkurenciji, korisnicima usluga i potrošačima. Iako prema smjernicama Europske komisije visoki tržišni udjel nije dovoljan kriterij za određivanje operatora sa značajnom tržišnom snagom na mjerodavnom tržištu, malo je vjerojatno da će operator koji nema značajan tržišni udio biti i u povlaštenom gospodarskom položaju. Iz čega je jasno je kako operatori s tržišnim udjelom od 25% nisu u mogućnosti biti u vladajućem položaju dok su sa druge strane operatori čiji udio na tržištu premašuje 50% dovoljan dokaz postojanja vladajućeg položaja.[9]

U poglavlju Analiza dostupnosti širokopojasnog pristupa kroz dijagrame udjela pojedinih operatora na tržištu i vrsta paketa korisničkih usluga koje isti nude, opisane su karakteristike tržišta širokopojasnog pristupa.

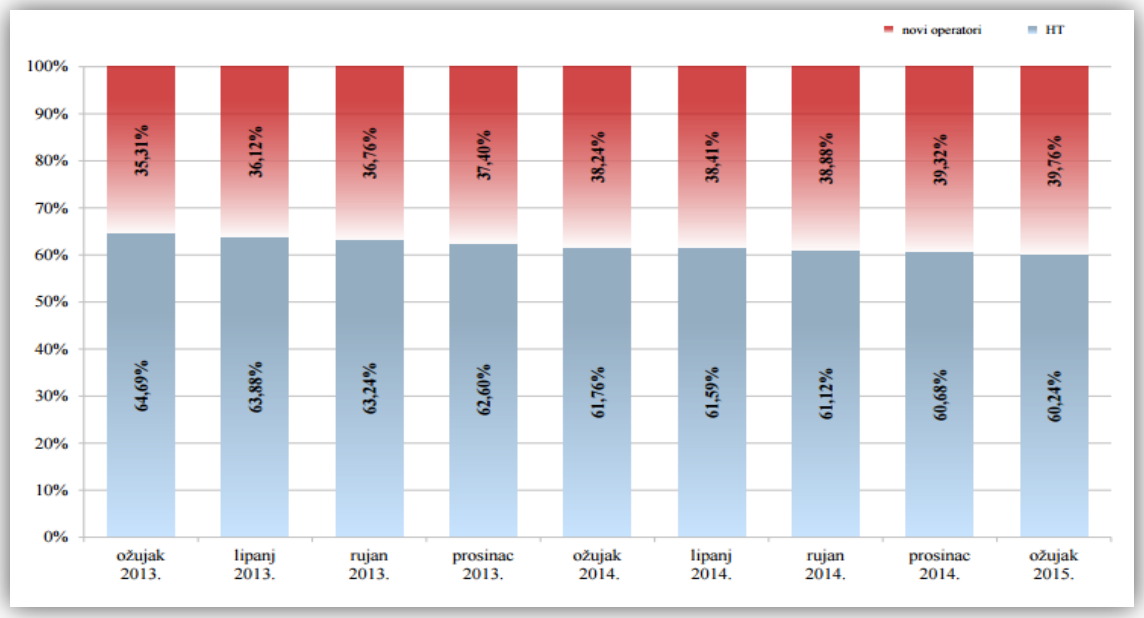
4.1. Karakteristike tržišta širokopojasnog pristupa

Razvoj tehnologije, promjene korisničkih potreba i potreba za novim, razvijenijim oblicima komunikacije doveli su do zamjetnog porasta upotrebe Interneta. Temeljem provedenog anketnog upitnika utvrđeno je kako samo 7% ispitanika ne koristi Internet, dok se 93% ispitanika aktivno služi Internetom.



Grafikon 0-7. Zastupljenost Interneta u odnosu na udio ispitanika

Prema [9] u Republici Hrvatskoj najveći broj bakrenih parica je u vlasništvu HT-a, bivšeg monopolista i vlasnika javne elektroničke komunikacijske mreže. Zemljopisna pokrivenost bakrenim paricama je vrlo raširena, prvenstveno što je HT kao operator univerzalnih usluga obvezan svim svojim korisnicima ponuditi pristup svojoj mreži. Pristupna mreža građena je i tijekom dugog razdoblja u kojemu je HT bio javno poduzeće i dio HPT-a. U poglavlju Analiza dostupnosti širokopojasnog pristupa razmatran je prvenstveno udio pojedinih operatora u nepokretnoj mreži. Slikom 4-1 je prikazan udio pojedinih operatora nepokretnih mreža na području RH s obzirom na broj stanovnika. Prema podacima iz Ožujka 2015. Godine u odnosu na druge operatore HT zauzima 60% tržišta. [13]

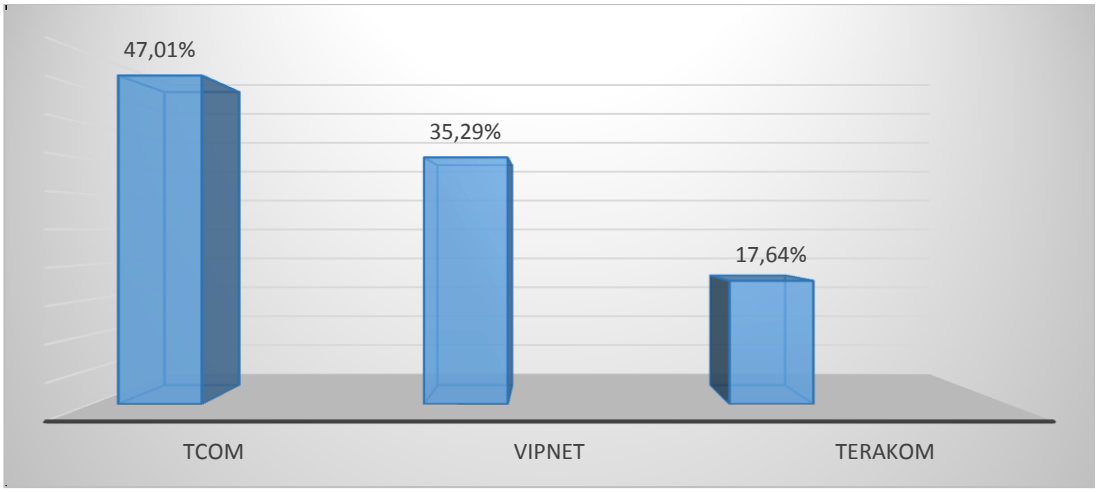


Slika 0-15. Udio operatora nepokretnih mreža obzirom na broj korisnika
Izvor:[10]

Europska komisija je 14. Srpnja 2015. Godine potvrdila tri odluke HAKOM-a vezane uz analizu tržišta širokopojasnog pristupa Internetu. HT-u kao i društvima pod njegovom

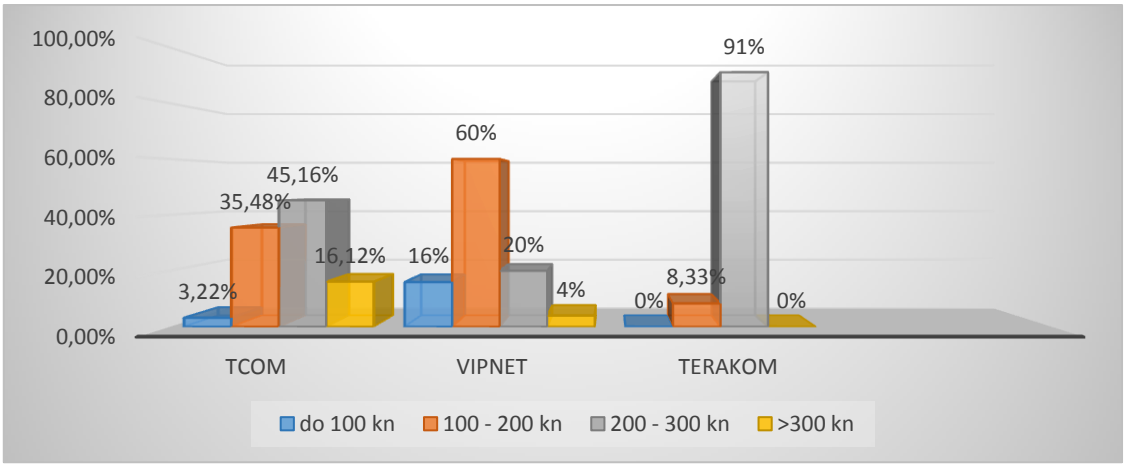
kontrolom Iskonu i Optimi, ukidaju regulatorne obveze na tržištu maloprodaje širokopojasnog pristupa i tržištu prijenosa televizijskih programa. Navedeno znači da za usluge širokopojasnog pristupa Internetu i usko povezane IPTV usluge, HT, Iskon i Optima više nemaju ograničenja u broju promotivnih ponuda godišnje i njihovom trajanju. HAKOM će i dalje provjeravati prolaze li maloprodajne cijene usluga spomenutih operatora test istiskivanja mreže, bilo samostalno ili u paketu sa drugim uslugama.[10]

Na temelju podataka prikupljenih anketnim upitnikom utvrđeno je da na području naselja Lanište međusobno konkuriraju tri operatora. Tcom, VipNet i Terakom. Udio operatora prikazan je grafikonom. Kako je i očekivano, s obzirom na broj ispitanika, najveći tržišni udio zauzima Tcom u suradnji sa Iskonom. Tcom i Iskon zauzimaju 45,58% tržišta. VipNet i Bnet zauzimaju 35,29% tržišta, dok Terakom zauzima 17,64% tržišta.



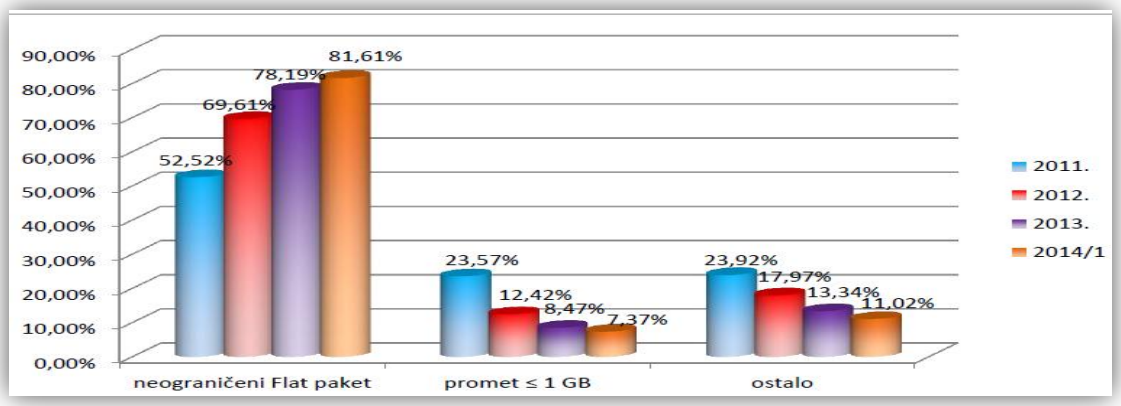
Grafikon 0-8. Tržišni udio telekom operatora na području naselja Lanište

Iz grafikona je vidljivo kako velik broj ispitanika čiju su davatelji usluga Tcom i Terakom plaćaju i visoke cijene za pakete usluga koje koriste. Tako 45,16% ispitanika čiji su davatelji usluga Tcom ili Iskon mjesečno plaćaju od 200 do 300 HRK, dok samo 20% ispitanika isti iznos plaća davatelju usluge Vipnetu ili Bnetu. Čak 91% ispitanika čiji davatelj usluga je Terakom mjesečno plaća od 200 do 300 HRK. Više od 300 HRK mjesečno izdvaja 16,12% ispitanika čiji davatelj usluga je Tcom, 4% ispitanika čiji davatelj usluga je VipNet, dok niti jedan ispitanik čiji davatelj usluga je Terakom ne izdvaja više od 300 HRK.



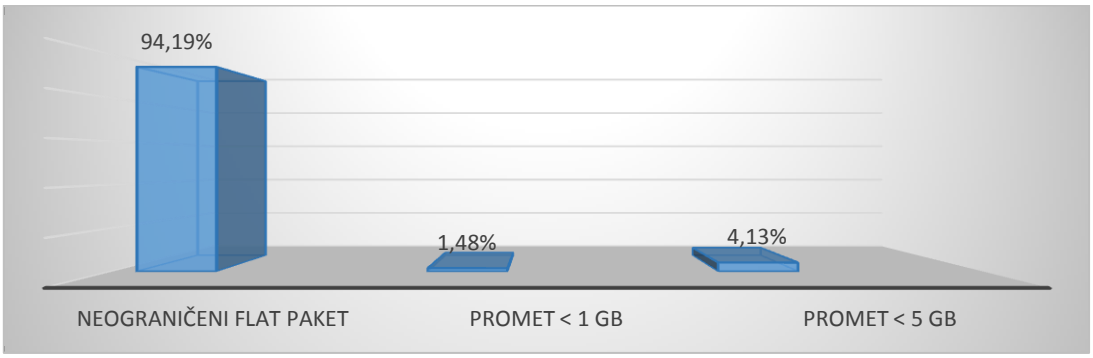
Grafikon 0-9. Cijene usluga po pojedinom operatoru

Prema podacima HAKOM-a, značajno je porastao udio korisnika koji koriste neograničene Flat pakete.



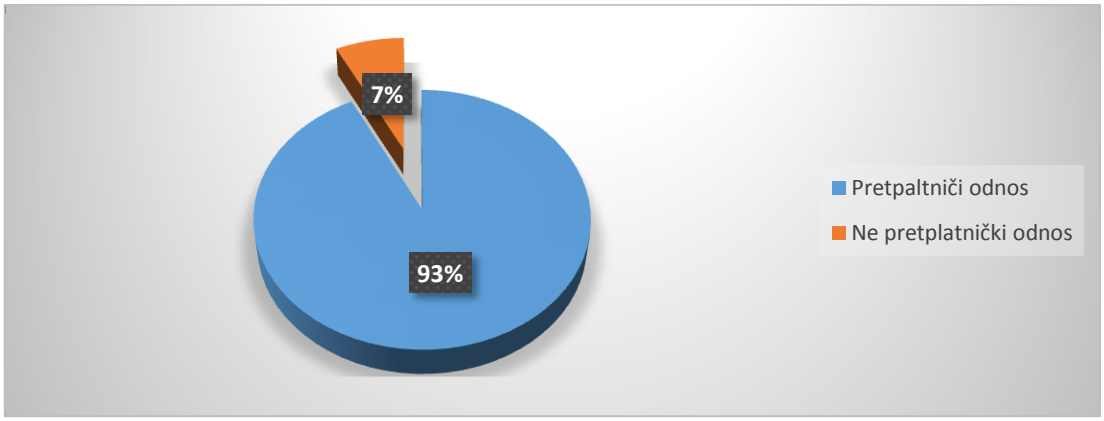
Slika 0-16. Udjeli korisnika prema odabranom paketu prometa
Izvor:[9]

Temeljem podataka prikupljenih anketnim upitnikom utvrđeno je kako 94,12 % ispitanika koristi neograničeni Flat paket, 1,48 % koristi paket sa prometom manjim od 1GB, a 4,13 % ispitanika koristi paket sa prometom manjim od 5GB.



Grafikon 0-10. Udio ispitanika prema odabranom paketu prometa na području naselja Lanište

Zamjetan je i trend povećanja korisnika u pretplatničkom odnos. 93% ispitanika je u pretplatničkom odnosu, dok samo 7% ispitanika nije u pretplatničkom odnosu.



Grafikon 0-11. Udio ispitanika u pretplatničkom i ne pretplatničkom odnosu

4.2. Modeliranje tržišta širokopojasnog pristupa

Prema [14] globalne investicije slijede porast interesa za izgradnjom FTTH mreža. S ciljem zadržavanja niskih troškova, nastojeći zaobići privatne davatelje usluga, sve više gradova diljem svijeta ulaže u vlastitu FTTH infrastrukturu. Stockholm glavni grad Švedske jedan je od gradova u kojemu vlada financira izgradnju FTTH mreža, s ciljem postizanja rasprostranjenosti FTTH pristupa, te osiguranja istih temelja za pružanje usluge širokopojasnog pristupa svim svojim korisnicima.

U Loretu je gradsko vijeće donijelo odluku za ulaganjem u FTTH mreže kako bi izoliranim područjima koja do sada nisu imala pristup internetu velikih brzina, omogućili širokopojasni pristup, a istovremeno kao i Štokholm nastoji zaobići privatne davatelje usluga u cilju zadržavanja niskih troškova. Opisan način pristupa sve više je zastupljen i u Sjedinjenim Američkim Državama.

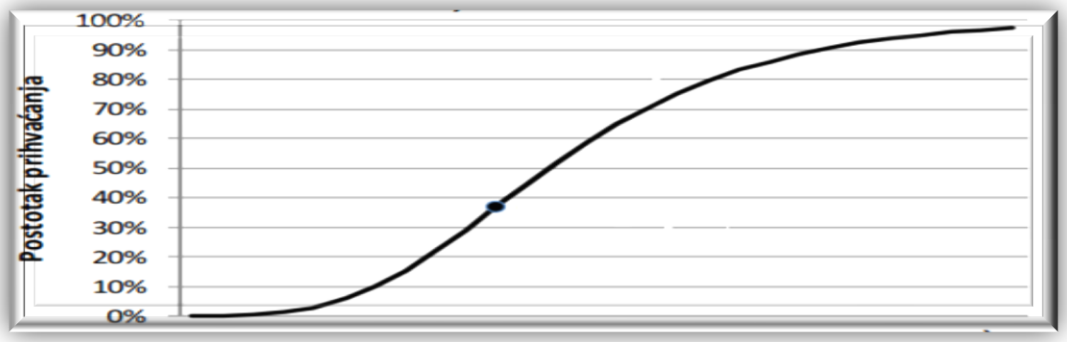
Štokholm vlastitu izgrađenu FTTH infrastrukturu iznajmljuje operaterima na tržištu te na taj način osigurava dostupnost širokopojasnih usluga velikih brzina. Iako je od izgradnje FTTH infrastrukture u Štokholmu prošlo više od 20 godina, još uvijek značajno utječe na donošenje odluka o izgradnji i ulaganjima u FTTH mrežu diljem svijeta. Štokholm je od dovršetka izgradnje FTTH mreže do danas ostvario profit od 2,3 biliona $.

U konačnici, kako bi se pravilno rasporedila izgradnja FTTH mreža, gradovi će morati ulagati u vlastitu infrastrukturu i na taj način uslugu dovesti u same domove potrošača. Prijelaz sa bakrenog medija na optičko vlakno odigrat će ključnu ulogu u implementacijama

FTTH infrastrukture, te će tvrtkama osigurati mogućnost pružanja usluge visoke kvalitete kako bi osigurale vlastitu dobit.[14]

Bitni tržišni parametri koji određuju potencijal poslovnog modela predviđaju se modeliranjem tržišta. U kontekstu telekomunikacijskog tržišta radi se o dinamici prihvaćanja određene tehnologije ili usluge. Dvije su osnovne metode predviđanja, kvantitativna i kvalitativna metoda predviđanja. Kvantitativne metode su temeljene na poznatim analitičkim i statističkim modelima određenih pojava, a za koje se pretpostavlja da će vrijediti i u budućnosti unutar određenog vremenskog niza. Kvalitativne metode se isključivo oslanjaju na intuiciju stručnjaka koji obavljaju predviđanja. Oslanjaju se na modele difuzije i modele prihvaćanja novih tehnologija. Difuzija se u spomenutom kontekstu odnosi na prodor nove tehnologije u društvo, dok se prihvaćanje odnosi na individualni izbor tehnologija među korisnicima.[15]

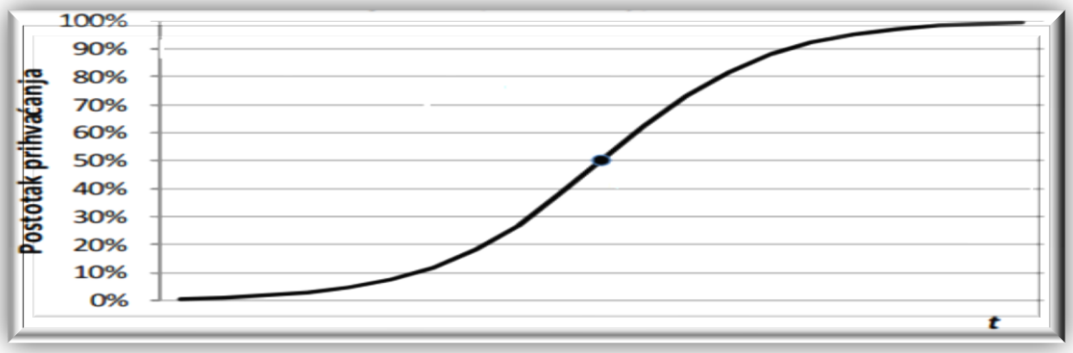
Dva su najčešće upotrebljavana modela prihvaćanja i to logistički Fisher-Pry model i Gompertzov model. Gompertzov model se temelji na predviđanju ukupnog broja korisnika novih tehnologija ili usluga pomoću matematičkih S krivulja. Gompertzov model prikazan je slikom 4-3. Kumulativni tržišni udjel promatrane nove tehnologije u Gompertzovom modelu prikazan je krivuljom S(t) = m .



Slika 0-17. Gompertzov model
Izvor:[15]

U krivuljama logističkog i Gompertzovog modela parametar a određuje položaj točke infleksije u vremenu, trenutak nakon kojeg se smanjuje porast novih korisnika. Parametar b uvjetuje nagib krivulje, brzinu porasta korisničke baze, dok parametar m određuje najviši tržišni potencijal promatrane tehnologije. Slikom 4-4 je prikazan logički Fisher-Pry kmodel. Osnovna razlika između opisanih modela su različiti položaji točaka infleksija krivulja. Pojava točke infleksije kod logističkog modela je u trenutku kada penetracija iznosi 50%, a

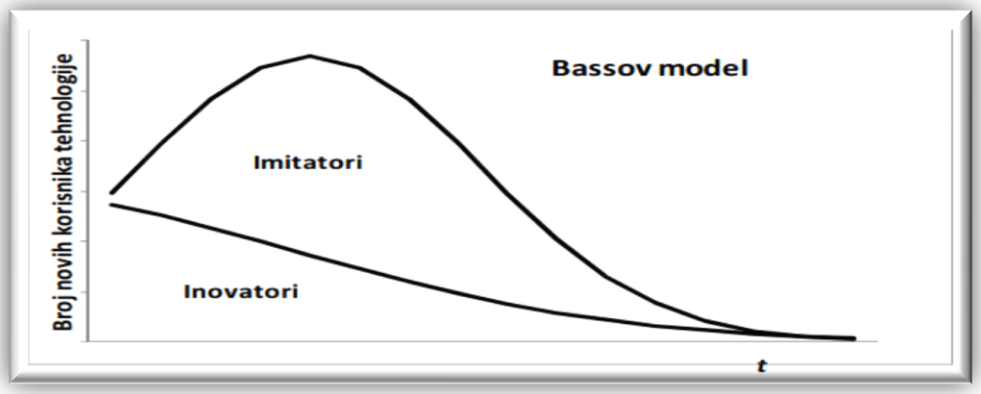
kod Gompertzovog modela u trenutku kada penetracija iznosi 37%. Prema [15] praktična iskustva pokazuju da Gompertzov model bolje odgovara realnim slučajevima povećanja korisničke baze neke tehnologije ili usluge. Kumulativni tržišni udjel promatrane nove tehnologije u Fisher-Pry modelu prikazan je krivuljom S(t) = m ————.



Slika 0-18. Fisher-Pry model
Izvor:[15]

Za proračun difuzije najčešće se koriste Rogersov i Bassov model. Inkrementalna dinamika difuzije nove tehnologije, u oba modela, poprima oblik zvonolike krivulje normalne distribucije. Međusobna se razlika očituje u broju i udjelu kategorija korisnika s obzirom na trenutak prihvaćanja nove tehnologije.

Kumulativni tržišni udjel nove tehnologije u promatranom vremenu t, u Bassovom modelu opisan je krivuljom S(t) = m ————. Pri čemu je m najveći tržišni potencijal, p koeficijent inovacije i q koeficijent imitacije. Slikom 4-5 je prikazan Bassov model.

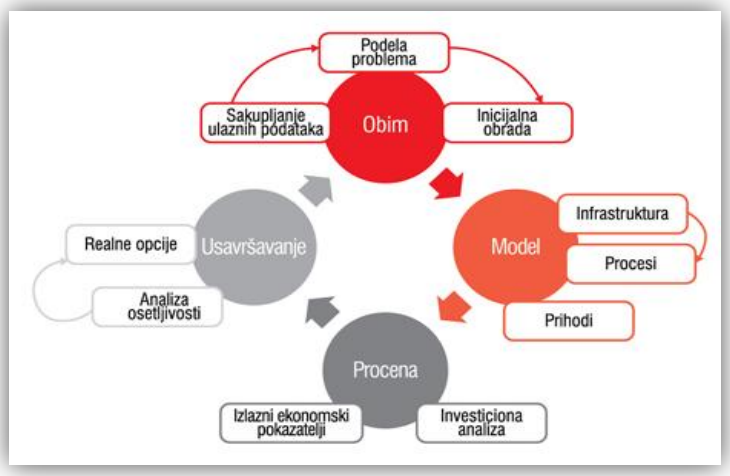


Slika 0-19. Bassov model
Izvor:[15]

Model koji dodatno sadrži i podršku za modeliranje difuzije idućih generacija promatrane tehnologije je Norton – Bassov model. Norton – Bassov model nadogradnja je osnovnog Bassovog modela. U praksi se predviđanje difuzija i prihvaćanje novih tehnologija najčešće svode na problem odabira najprikladnijeg modela s odgovarajućim parametrima, pri čemu od pomoći mogu biti numeričke metode pomoću kojih se ograničeno dostupni povijesni podaci mogu iskoristiti za projekciju budućih vrijednosti vremenskih nizova.

5. Metodologija proračuna ekonomske održivosti FTTH poslovnog modela

Tehno – ekonomska analiza se provodi prilikom planiranja i razvoja telekomunikacijskih mreža. Kroz četiri ključna koraka moguće je opisati tehno – ekonomsku analizu, a to su obim, model, procjena i usavršavanje. Slikom 5-1 prikazana je ciklična struktura Tehno-ekonomske analize.[4]



Slika 0-20. Ciklična struktura Tehno-ekonomske analize
Izvor:[4]

Ciklična struktura pristupa vrlo je bitna, jer omogućava postepeno usavršavanje procesa. U početnom koraku nazvanom Obim prikupljaju se ulazni parametri, koji podrazumijevaju definiranje ciljanog tržišta, prostornog područja i korisničkih skupina. Ulazni parametri opisani su u trećem i četvrtom poglavlju rada. Nadalje, kategorizira se problem, te se inicijalno obrađuju prikupljeni ulazni parametri. Drugim korakom, Model, obuhvaćeno je modeliranje troškova i prihoda koje treba uzeti u obzir prilikom analize. Uzimajući u obzir ulazne parametre definirane u prvom koraku, te definirane ulazne i izlazne tokove novca dobivene u drugom koraku, u trećem koraku daje se tehno – ekonomska procjena modela. U četvrtom koraku nazvanom Usavršavanje, kao što sam naziv i govori, tehno – ekonomska analiza se usavršava. Analiza osjetljivosti, u posljednjem koraku, daje više informacija o utjecaju različitih ulaznih parametara na konačne ekonomske pokazatelje, a primjena vrednovanja realnih opcija omogućava uključivanje vrijednosti fleksibilnosti u dobivanje odgovor na promijene koje se mogu javiti u toku projekta. Opisani model u nastavku rada nije detaljnije promatran.[4]

Ekonomski održivim FTTH poslovnim modelom smatra se model u kojemu su troškovi FTTH mreže manji ili jednaki prihodima od usluga pruženih putem FTTH mreže. Troškovi FTTH mreže se izražavaju kroz dugoročni inkrementalni trošak (LIRC) pružanja usluge po korisniku, obuhvaćajući anualizirane kapitalne troškove izgradnje FTTH mreže i operativne troškove pružanja usluga putem FTTH mreže. LIRC troškovi obuhvaćaju troškove pristupnog dijela FTTH mreže i troškove agregacijske i jezgrene mreže koji su neophodni za pružanje usluga širokopojasnog pristupa. Slikom je u nastavku rada dan pregled osnovnih parametara za proračun troškova pružanja usluga putem FTTH mreže. Maloprodajni troškovi pružanja usluge postavljeni su na 30 HRK po maloprodajnom korisniku na mjesečnoj razini, a obuhvaćaju akviziciju, odnos s korisnicima i naplatu. Zajednički troškovi obuhvaćeni su dodatkom od 10% na ukupne izravne troškove, dok je prosječni ponderirani trošak kapitala postavljen na mjesečnu razinu od 10%. [1]

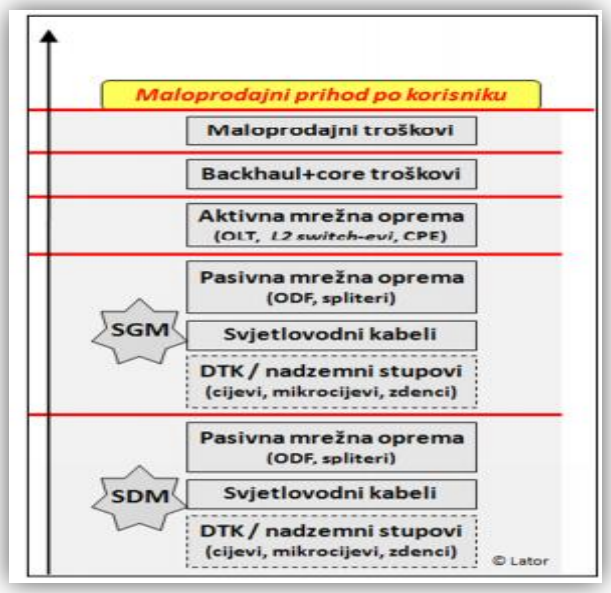
Parametar	Vrijednost
Maloprodajni troškovi po korisniku (mjesečno)	30 kn
Dodatak (*mark-up*) za zajedničke troškove	10%
Ponderirani prosječni trošak kapitala (WACC)	10%
Vijek trajanja podzemne DTK infrastrukture (cijevi, mikrocijevi, zdenci)	40 godina
Vijek trajanja nadzemne infrastrukture stupova	20 godina
Vijek trajanja svjetlovodnih kabela i pasivne opreme (spojnice, ODF-ovi, *spliteri*)	20 godina
Vijek trajanja aktivne mrežne opreme (P2P Ethernet preklopnici, OLT-ovi)	10 godina
Vijek trajanja P2P/P2MP korisničke opreme (CPE)	5 godina

Slika 0-21. Osnovni parametri za proračun troškova pružanja FTTH usluga
Izvor:[1]

Proračun ekonomske investicijske održivosti FTTH poslovnog modela se svodi na usporedbu jediničnih LIRC troškova izraženih po aktivnom korisniku s predviđenim prihodima po korisniku, na mjesečnoj razini. U slučaju gdje su troškovi manji ili jednaki prihodima, FTTH poslovni model smatra se ekonomski održivim. Razlika između prihoda i troškova odgovara mjesečnoj dobiti telekom operatora. U suprotnom slučaju gdje su troškovi premašuju prihode, poslovnim model FTTH mreže smatra se ekonomski neodrživim modelom.[1]

5.1. Struktura jediničnih troškova u ekonomski održivom FTTH poslovnom modelu

U potpoglavlju Struktura jediničnih troškova u ekonomski održivom FTTH poslovnom modelu promatra se slučaj u kojemu operator posjeduje FTTH pristupnu infrastrukturu i ujedno nudi usluge krajnjim korisnicima na maloprodajnom tržištu. Slikom je prikazan slučaj u kojemu zbroj svih jediničnih troškova odgovara maloprodajnim prihodima po korisniku, odnosno prikazan je ekonomski održiv slučaj koji pokriva sve troškove koji se javljaju prilikom pružanja usluga putem FTTH mreže.



Slika 0-22. Struktura jediničnih troḍkova FTTH operatora – ekonomski održiv slučaj
Izvor:[1]

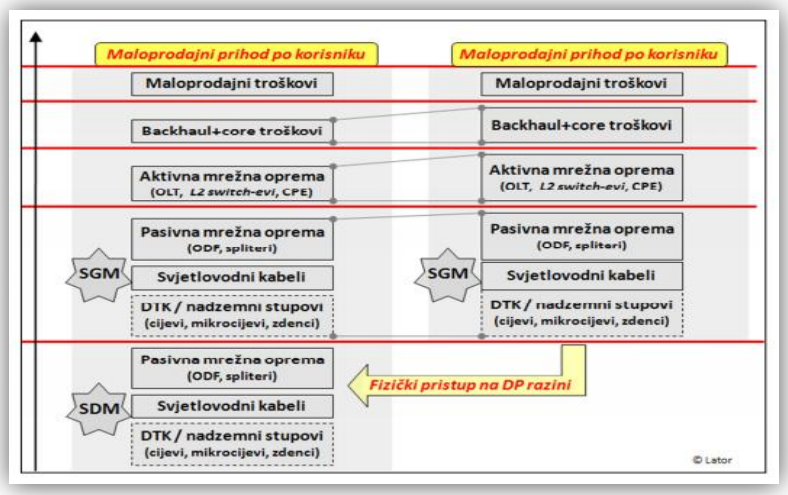
Ukupni troškovi pristupne infrastrukture unutar SDM i SGM segmenta FTTH mreže su za pojedine geotipove fiksni, odnosno uvjetovani su geodemografskim okolnostima i brojem pokrivenih kućanstava kao potencijalnih korisnika. Jedinični se troškovi, za SDM i SGM segment mreže, izraženi brojem aktivnih korisnika u mreži, smanjuju povećanjem utilizacije mreže. Ukupni troškovi aktivne mrežne opreme rastu povećanjem broja aktivnih korisnika, dok su jedinični troškovi aktivne mrežne opreme u najvećoj mjeri jednoliki za srednje vrijednosti utilizacije mreže. U pravilu do povećanja jediničnih troškova dolazi u slučaju smanjenja utilizacije mreže, kod koje dio sučelja, na osnovnoj konfiguraciji P2P ili P2MP, nije adekvatno iskorišten. U agregacijkom i jezgrenom dijelu mreže transportni troškovi obuhvaćaju troškove uspostave same veze do pojedinačnog naselja i osiguranja potrebnog

kapaciteta na istoj vezi. Dio troškova vezan uz uspostavu veze u najvećoj je mjeri ovisan o položaju naselja, odnosno o udaljenosti od glavnih mrežnih čvorova koji se uobičajeno nalaze u urbanim sredinama. Drugi dio troškova raste s brojem aktivnih korisnika, iako je rast u pravilu sporiji, što je veći broj korisnika. Povezani jedinični troškovi rastu prema ruralnim sredinama, kako se u spomenutim sredinama nalazi manji broj potencijalnih, a time i aktivnih korisnika.[1]

5.2. Struktura jediničnih troškova FTTH infrastrukturnog i alternativnog operatora

U nastavku rada prikazana je struktura jediničnih troškova u slučajevima kod kojih FTTH infrastrukturni operator osim što posjeduje FTTH pristupnu infrastrukturu i putem iste nudi usluge krajnjim korisnicima na maloprodajnom tržištu, nudi i pristup FTTH mreži alternativnim operatorima pod veleprodajnim uvjetima.

U nastavku je dan opis dva konkretna slučaj. Slučaj u kojemu alternativni operatori ostvaruju pristup na razini DČ-a i slučaj u kojemu alternativni operatori ostvaruju bitstream pristup, pristup na razini LČ-a. U slučaju beatstream pristupa alternativni operatori u preostalom djelu mreže, agregacijskom i jezgrenom, samostalno grade ili osiguravaju kapacitete, te u konačnici nude usluge krajnjim korisnicima na maloprodajnom tržištu.

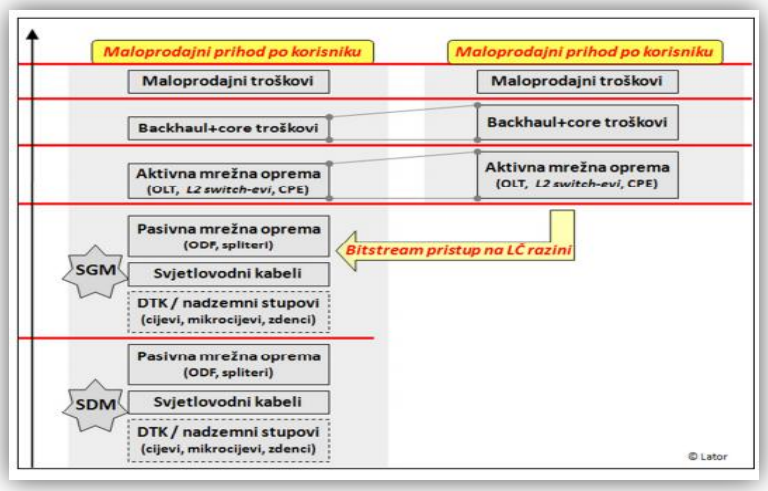


Slika 0-23. Jedinični troškovi infrastrukturnog i alternativnog i operatora s fizičkim pristupom na DČ razini
Izvor:[1]

U slučaju pristupa na razini DČ-a alternativni operator koristi svjetlovodne niti unutar SDM segmenta pristupne mreže infrastrukturnog operatora. Pristup na razini DČ-a se

primjenjuje kod P2P topologije. Alternativni operator, u navedenom slučaju, svjetlovodnim nitima pristupa po veleprodajnim cijenama koje su u konačnici jednake jediničnom trošku infrastrukturnog FTTH operatora u SDM segmentu mreže. Koristeći se ekonomijom razmjera, alternativni operator pristupa SDM segmentu mreže po troškovno povoljnijim uvjetima. U hipotetskom slučaju samostalne gradnje pristupnog djela FTTH mreže jedinični troškovi alternativnog operatora bili bi značajno veći, prvenstveno zbog manjeg broja korisnika. Što u konačnici rezultira ekonomski nepovoljnim, odnosno neodrživim FTTH poslovnim modelom. Teoretski u višim segmentima mreže alternativni operator sam gradi ili osigurava potrebne kapacitete. Višim segmentima mreže smatra se SGM segment pristupne mreže i agregacijske i jezgrene mreže. Iako, u praksi i viši segmenti mreže mogu biti unajmljeni pod veleprodajnim uvjetima od FTTH operatora. S obzirom na manji broj korisnika, kako je ranije i spomenuto, alternativni operatori u odnosu na infrastrukturne FTTH operatore, općenito u vlastitoj mreži imaju i veće jedinične troškove

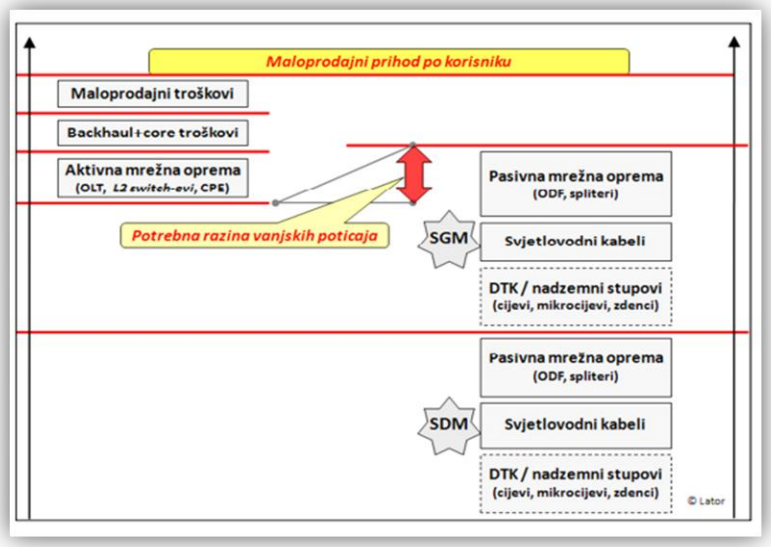
Slikom je prikazana struktura jediničnih troškova u slučaju beatstream pristupa alternativnih operatora na razini LČ-a. Pristup na razini LČ-a se primjenjuje kod P2MP topologije. Budući da u slučaju fizičkog pristupa LČ-u alternativni operator koristi SDM i SGM segment pristupne mreže infrastrukturnog FTTH operatora, odnosu na ranije opisan slučaj fizičkog pristupa na razini DČ-a, ukupni jedinični troškovi alternativnog operatora kod beatstream pristupa su manji.



Slika 0-24. Jedinični troškovi infrastrukturnog i alternativnog operatora s bitstream pristupom na LČ razini
Izvor:[1]

5.3. Struktura jediničnih troškova u ekonomski ne održivom FTTH poslovnom modelu

U uvodnom dijelu poglavlja Metodologija proračuna ekonomske održivosti FTTH poslovnog modela definirano je kako se ekonomski održivim modelima smatraju modeli u kojima je zbroj jediničnih troškova po korisniku u svim dijelovima mreže uvijek manji ili u krajnjoj liniji jednak maloprodajnom prihodu po korisniku. Međutim, u slučaju kada su ukupni jedinični troškovi veći od maloprodajnih prihoda poslovni FTTH model postaje ekonomski neodrživ. Slikom je prikazana struktura jediničnih troškova za ekonomski neodrživ model. Vidljivo je kako do najvećeg povećanja jediničnih troškova dolazi u pristupnom djelu FTTH mreže, prvenstveno zbog geodemografskih okolnosti, odnosno udaljavanja od urbanih geotipova koji imaju najmanje jedinične troškove. Također s udaljavanjem od urbanih geotipova na povećanje jediničnih troškova utječu i troškovi agregacijske mreže.



Slika 0-25. Jedinični troškovi u FTTH mreži - ekonomski neodrživ slučaj
Izvor:[1]

U slučaju vanjskih poticaja, koji se mogu dodijeliti svim sudionicima FTTH poslovnog modela, odnosno u slučaju poticaja korisnicima i/ili poticaja operatorima, alternativnim ili infrastrukturnim, ekonomski neodrživi modeli mogu postati ekonomski održivim. U nastavku rada u poglavlju pod nazivom Tržišni interesi za izgradnju FTTH mreže i potrebe za poticajima dan je detaljan opis potrebnih poticaja, iznosa koje je potrebno alocirati unutar FTTH modela mreže kako bi isti postali ekonomski održivi. Na slici je kvalitativno označen

potreban iznos poticaja koji pokriva raskorak između ukupnih jediničnih troškova po korisniku i maloprodajnih prihoda po korisniku. Poticaji su u nastavku rada izraženi u jediničnim iznosima po korisniku, a obuhvaćaju unutar sebe i dio koji se odnosi na kapitalne troškove izgradnje i dio za operativne troškove rada mreže.

6. Tržišni interesi za izgradnju FTTH mreže i potrebe za poticajima

Ranije je spomenuto kako se za razliku od nekih država EU, zbog strukture vlasništva nad nekretninama, u Republici Hrvatskoj ne može očekivati da vlasnici nekretnina sami investiraju u izgradnju svjetlovodne mreže unutar zgrada. Shodno navedenom javlja se i potreba za poticajima izgradnje širokopojasne pristupne mreže.

Vlada Republike Hrvatske je tijekom 2012. godine, na temelju tehničkih i ekonomskih analiza, utvrdila kako najmanje 60% hrvatskog stanovništva neće biti moguće opskrbiti komercijalnom infrastrukturnom mrežom nove generacije i to prvenstveno radi slabih mogućnosti ulaganja u mreže nove generacije u ruralnim područjima. U Republici Hrvatskoj je udio IT sektora 4,2% od ukupnog BDP-a, te je u istom zaposleno 2,2% od ukupnog aktivnog stanovništva. U cilju promicanja pokrivenosti ruralnih područja, mrežom nove generacije, koristit će se javna sredstva kao potpora ulaganjima u infrastrukturu mreže nove generacije i to u agregacijskom i pristupnom dijelu mreže, kao dopuna privatnim ulaganjima operatera.

Širokopojasni pristup je jedan od glavnih problema u IT sektoru. Prema [8] u siječnju 2014.godine penetracija fiksnog širokopojasnog pristupa iznosila je 21,7% dok je u isto vrijeme u zemljama EU iznosila 29,8%. Tijekom 2013. Godine 63,6% kućanstava imalo je pristup Internetu, u zemljama EU 76%. Iste godine ukupna pokrivenost mrežom nove generacije u RH iznosila je 33%, dok je u zemljama EU iznosila 62%. Iz navedenog je jasno vidljivo kako je IT sektor Republike Hrvatske u znatnom zaostatku u odnosu na IT sektor ostalih zemlja EU. Trenutno je pokrivenost pristupnom mrežom nove generacije koncentrirana na nekoliko gusto naseljenih područja. Zaključak je kako značajan broj kućanstava, lokacija javne uprave, obrazovnih institucija, ustanova zdravstvene skrbi, malih i velikih poduzeća nije u mogućnosti pristupiti brzoj širokopojasnoj vezi i na taj način koristiti napredne IT usluge. U konačnici se na taj način koči ujednačen regionalni razvoj i eksploatiranje socioekonomske koristi vezane uz raspoloživost širokopojasnih pristupnih mreža slijedeće generacije.[8]

Studija operativnih programa konkurentnosti i kohezija 2014.- 20120. predviđa kako će za postizanje stopostotne širokopojasne nacionalne pokrivenosti pristupom slijedeće generacije biti potrebna ulaganja do 1,268 milijuna eura. Predviđa se i kako će 29,8% spomenutog iznosa biti pokriveno privatnim ulaganjima gospodarskih sektora, dok će

preostali udio od 70,2% biti obuhvaćen javnim potporama, prvenstveno zbog već spomenute nerentabilnosti komercijalnih ulaganja u mrežu slijedeće generacije u predgrađima i ruralnim područjima.

„Glavni cilj Strategije za razvoj širokopojasnog pristupa Internetu u Republici Hrvatskoj za 2012. - 2015. i nove Strategije za 2016. - 2020. jest podrška razvoju nacionalne infrastrukture za brzi širokopojasni pristup Internetu (najmanje 30 Mbit/s) i usluga koje zahtijevaju visoku brzinu pristupa, omogućujući razvoj i raspoloživost digitalnog društva svim građanima.“[5]

Temeljem provedene detaljne analize javnog informacijsko komunikacijskog sektora, utvrđeno su veliki nedostaci koji se tiču nedostupnosti podataka, neadekvatnih i neučinkovitih troškova i upravljanja investicija u javnom sektoru informacijsko komunikacijske tehnologije. Bez sustavne koordinacije ili mogućnosti korištenja zajedničke opreme, javne informacijsko komunikacijske projekte uglavnom provode pojedinačna državna upravna tijela. Istovremeno mnogi sustavi imaju male postotke iskorištenosti informacijsko komunikacijske infrastrukture. Središnja državna tijela koriste vlastita programska rješenja i podatke koji nisu dostupni drugim tijelima državne uprave. Ne postoje zajednička rješenja za iste poslovne procese ili sustave za integraciju postojećih aplikacija i baza podataka.

Javne e-usluge su u većoj mjeri ponuđene tvrtkama nego građanima, tako RH zaostaje za ostalim zemljama članicama EU. Građanima u RH potpuno je dostupno 50% javnih e-usluga, što je daleko ispod prosjeka ostalih zemalja EU gdje je građanima potpuno dostupno 81% javnih e-usluga. Institucijama u sklopu javne uprave i javnim uslugama nedostaju digitalni podaci i mogućnost razmjene podataka. Informacijsko komunikacijska oprema i infrastruktura su zastarjele i neadekvatne te su potrebna ulaganja i potpore kako bi se omogućila umrežavanja i pružanja javnih e-usluga.

Strategija digitalnog rasta usmjeravat će razvoj e-usluga s jasno određenim prioritetima i orijentiranošću prema rezultatima, te će razraditi poticaje usmjerene povećanju korištenja e-usluga.

Glavni prioriteti financiranja su slijedeći:

- Rješavanje pitanja pokrivanja hrvatskog područja širokopojasnom mrežom slijedeće generacije.
- Poboljšanje načina upravljanja javnom IK infrastrukturom.

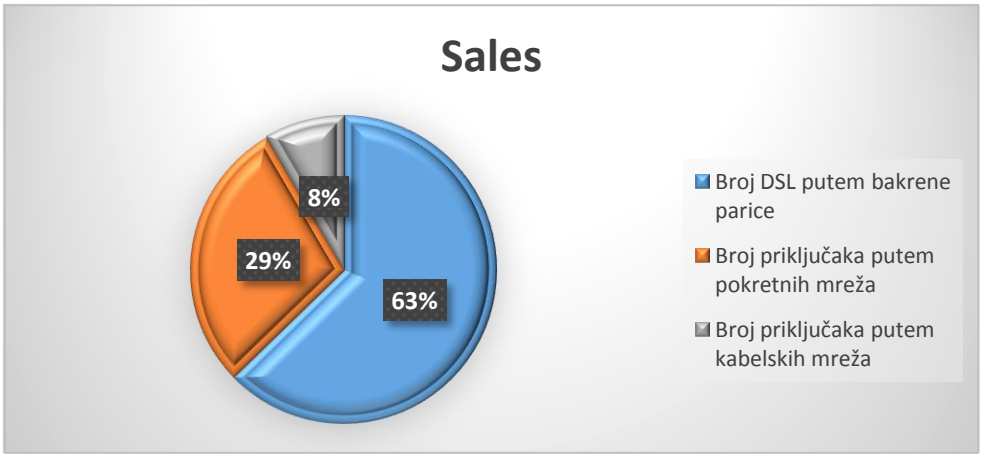
- Rješavanje pitanja nedostatka podataka i provođenje politike, te pitanja niske razine dostupnosti usluga.

Postojanje tržišnog interese za izgradnju i pružanje usluga putem FTTH mreže usko je vezano uz ekonomsku održivost poslovnog modela. U geotipovima u kojima se utvrdi kako FTTH poslovni modeli nisu ekonomski održivi, analizira se potrebna razina za vanjskim poticajima pomoću kojih bi isti modeli postali ekonomski održivi. [1]

6.1. Razvoj mreža nove generacije

„Razvoj mreža nove generacije, što podrazumijeva razvoj novih tehnologija putem FTTx rješenja, od iznimne je važnosti za gospodarski razvoj Republike Hrvatske. Poticanje razvoja mreža nove generacije u područjima, u kojima ne postoji dostatan interes za ulaganje u infrastrukturu navedenih tehnologija, omogućit će stvaranje novih usluga koje će uvelike pridonijeti širem korištenju širokopojasnih usluga.“[7]

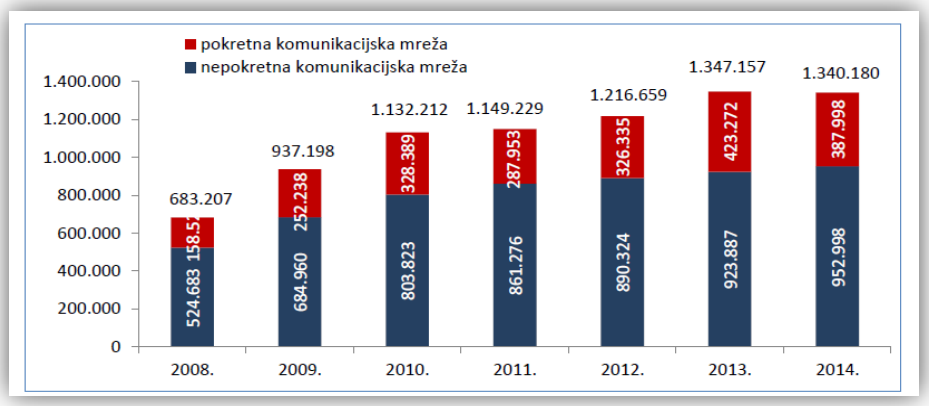
Iz slike je vidljivo kako je xDSL najzastupljeniji način širokopojasnog pristupa Internetu sa udjelom od 63%. Širokopojasni pristup putem pokretnih mreža zauzima udio od 29%, širokopojasni pristup Internetu putem kabelskih mreža u ukupnom udjelu zauzima 8,00%, nepokretni bežični pristup zauzima udio od 2,50%, dok udio ostalih tehnologija u širokopojasnom pristupu Internetu iznosi 0,94%. [9]



Slika 0-26. Korištenje usluga širokopojasnog pristupa Internetu prema načinima pristupa
Izvor:[9]

Prema podacima prikupljanim na tromjesečnoj bazi, HAKOM je utvrdio kako je broj priključaka širokopojasnog pristupa Internetu u RH putem nepokretne mreže na kraju 2014. Godine iznosio 952,998 priključaka što daje prosječnu gustoću priključaka od 22,22%. Ukoliko se prosječnoj gustoći priključaka širokopojasnog pristupa u nepokretnoj mreži

pribroji prosječna gustoća širokopojasnih priključaka u nepokretnoj mreži od 9,06% , zaključak kako je na području RH ukupna gustoća širokopojasnih priključaka u pokretnim i nepokretnim mrežama na kraju razdoblja 2014. Godine iznosi 31,28%.



Slika 0-27. Gustoća širokopojasnih priključaka
Izvor:[9]

Kako bi se zadovoljile današnje potrebe korisnika za sve većim brzinama prijenosa podataka pojavila se i potreba za velikim ulaganjima u žičnu i bežičnu infrastrukturu, te u djelotvornije tehnologije i metode za iskorištenje postojeće pristupne infrastrukture.

6.2. Tržišni interesi i potreba za poticajima sa stajališta operatora

U cilju poticanja potražnje za širokopojasnim uslugama i korištenja širokopojasnog pristupa za građane i gospodarske subjekte sa stajališta operatora potrebno je osigurati djelotvorno tržišno natjecanje. Cilj osiguranja djelotvornog tržišnog natjecanja je omogućiti razvoj infrastrukture otvorenog tipa uz odgovarajuću ponudu usluga širokopojasnog pristupa koju će biti u mogućnosti koristiti svi sudionici na tržištu elektroničkih komunikacija.

Kako bi ekonomski neodrživi modeli postali ekonomski održivi predlaže se, da se na područjima u kojima ne postoji ekonomska održivost i dostatan interes za ulaganje u infrastrukturu širokopojasnog pristupa, iskoriste državni poticaji, te u mjeri u kojoj je moguće, financijska sredstva pristupnih fondova Europske Unije, kao i sredstava iz strukturnih i kohezijskih fondova.

2011. godine razina pristupa korisnika i operatora širokopojasnoj infrastrukturi, bila je zadovoljavajuća. Međutim, uz mogućnost pristupa putem drugih tehnologija, spomenuta razina pristupa temeljena je na xDSL pristupu. Osim povećanja dostupnosti i raširenosti

elektroničke komunikacijske infrastrukture postojećih tehnologija, potrebno je omogućiti tržišno natjecanje koje će dovesti do razvoja mreža nove generacije.[7]

Mjere za osiguranje djelotvornog tržišnog natjecanja obuhvaćaju:

- Kontinuirano praćenje razvoja zakonodavstva u području elektroničkih komunikacija u Europskoj Uniji, s posebnim naglaskom na propise vezane uz širokopojasni pristup i državne potpore.
- Praćenje i provedbu regulatornih obveza koje su određene operatoru sa značajnom tržišnom snagom na tržištima veleprodajnog pristupa mrežnoj infrastrukturi i veleprodajnog širokopojasnog pristupa s obzirom na nepokretnu pristupnu mrežu temeljenoj na bakrenoj i svjetlovodnoj infrastrukturi FTTx.
- Provedbu analiza mjerodavnih tržišta veleprodajnog pristupa mrežnoj infrastrukturi i veleprodajnog širokopojasnog pristupa.
- Osiguranje pristupa informacijama o izgrađenoj elektroničko komunikacijskoj infrastrukturi i slobodnim elektroničkim komunikacijskim kapacitetima u RH.
- Izradu i redovito ažuriranje javno dostupne cjelovite baze podataka izgrađene elektroničke komunikacijske infrastrukture i širokopojasne komunikacijske mreže u vlasništvu operatora elektroničkih komunikacija, jedinica lokalne i područne samouprave, uključujući i komunalna trgovačka društva u njihovu vlasništvu, te trgovačkih društava u većinskom vlasništvu Republike Hrvatske.
- Osiguranje preduvjeta za dodjelu radio frekvencijskog spektra u pojasu 790-862 MHz (digitalna dividenda) za širokopojasni pristup na tehnološki neutralnoj osnovi.[7]

6.3. Tržišni interesi i potreba za poticajima sa stajališta korisnika

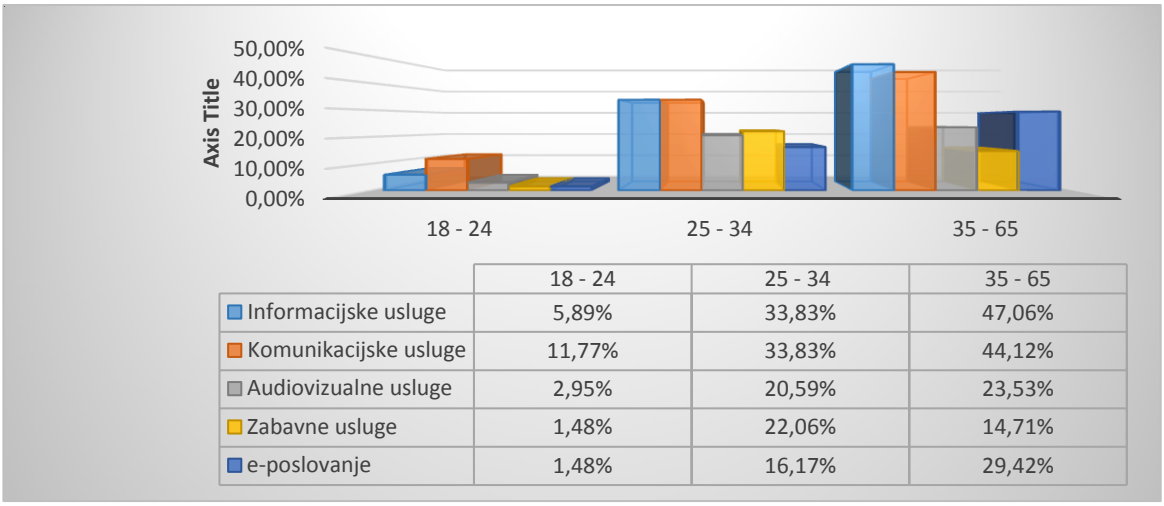
U cilju poticanja potražnje za širokopojasnim uslugama i korištenja širokopojasnog pristupa za građane i gospodarske subjekte pružaju se djelatni poticaji u poslovanju, svakodnevnom životu, kroz ciljanu izobrazbu o korištenju i pogodnostima korištenja usluga širokopojasnog pristupa, te kroz sveobuhvatnu informatizaciju sustava javne uprave na svim razinama. Prema [7] cilj je djelatno poticati potražnju za širokopojasnim uslugama kako bi se povećao broj korisnika širokopojasnog pristupa, u najširem krugu stanovništva, s ciljanim vrijednostima prikazanim slikom . Tako su očekivanja da će do kraja 2015. godine ukupan broj nepokretnih priključaka, koji mogu ostvariti brzine manje ili jednake 30 Mbit/s, iznositi 500.000, a udio širokopojasnih priključaka u ukupnom broj priključaka trebao bi porasti za 25%.

Pokazatelj/Ciljna vrijednost[12]	2013.	2015.
Ukupan broj nepokretnih priključaka	1.000.000 (≥2 Mbit/s)	500.000 (≥30 Mbit/s)
Ukupan broj pokretnih priključaka	500.000 (≥2Mbit/s)	700.000 (≥2 Mbit/s)
Udjel širokopojasnih priključaka u ukupnom broju priključaka	50%	75%

Slika 0-28. Ciljane vrijednosti broja korisnika širokopojasnog pristupa
Izvor:[7]

Kroz ciljane politike i programe potrebno je osigurati dostupnost javnih usluga najširem krugu stanovništva kroz uporabu širokopojasnog pristupa. Dostupnost javnih usluga potrebno je osigurati mladim osobama, osobama starije životne dobi i osobama s posebnim potrebama, neovisno o lokaciji na kojoj se nalaze, stupnju obrazovanja, dobi ili interesima, što podrazumijeva veću gustoću priključaka širokopojasnog pristupa, raspoloživost, dostatne brzine, pristupačne cijene i dostatnu količinu sadržaja na hrvatskom jeziku.

Anketnim upitnikom prikupljeni su podaci prikazani grafikonom. Informacijske usluge obuhvaćaju novosti, šport, vrijeme, prometne informacije zabavu i zanimljivosti. Najveći postotak ispitanika koji koriste informacijske usluge, 47,06% pripada dobnoj skupini od 35 do 65 godina. Informacijske su usluge u odnosu na ostale vrste usluga najzastupljenije i među ispitanicima dobnih skupina od 18 do 24, dok u istoj dobnoj skupini usluge e-poslovanja, primjerice Internet bankarstvo, koristi samo 1,48% ispitanika. Komunikacijske usluge obuhvaćaju usluge trenutačnog obavješćivanja, usluge elektroničke pošte, multimedijalne poruke, videokonferencije i društvene mreže. Najveći broj ispitanika koji se služi nekim od navedenih oblika komunikacijskih usluga pripada dobnoj skupini između 35 i 65 godina. Audiovizualne usluge obuhvaćaju IPTV i video na zahtjev. Iz grafikona je vidljivo kako odnosu na informacijske i komunikacijske usluge, manji broj ispitanika koristi audiovizualne usluge.



	18 - 24	25 - 34	35 - 65
Informacijske usluge	5,89%	33,83%	47,06%
Komunikacijske usluge	11,77%	33,83%	44,12%
Audiovizualne usluge	2,95%	20,59%	23,53%
Zabavne usluge	1,48%	22,06%	14,71%
e-poslovanje	1,48%	16,17%	29,42%

Grafikon 0-12. Vrste usluga prema dobnim skupinama

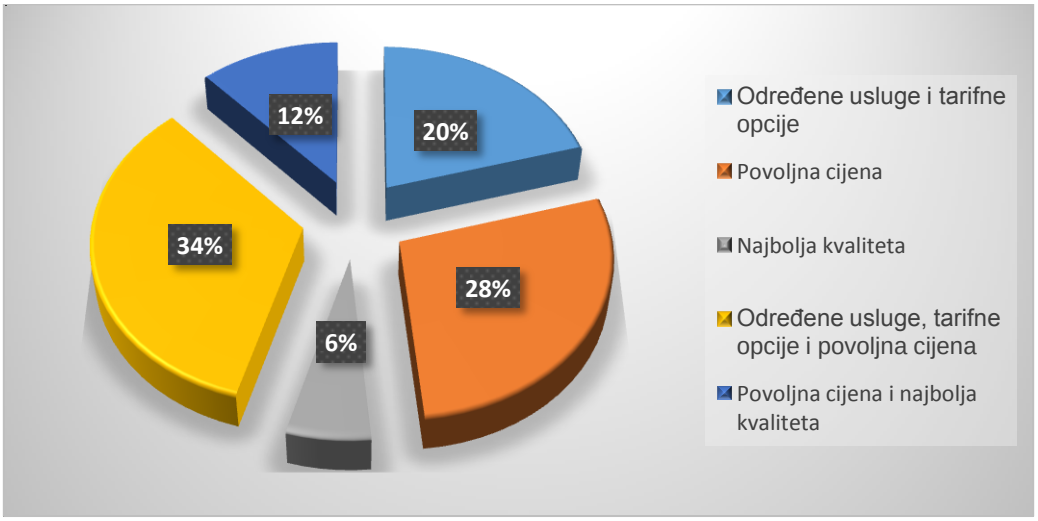
Povećana potražnja za širokopojasnim uslugama posebnu pozornost usmjerava prema područjima zaštite osobnih podataka, autorskih prava i srodnih prava, te prava intelektualnog vlasništva u kojima su zabilježene negativne posljedice proizašle iz neovlaštenog korištenja i iskorištavanja elektroničkih podataka i sadržaja. Shodno navedenom, nužne su daljnje izobrazbe kako vlasnika sadržaja tako i potencijalnih korisnika.

Kako bi se ostvarili prethodno opisani ciljevi Strategija razvoja širokopojasnog pristupa u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2012. do 2015. Godine predviđa slijedeće mjere:

- Osiguranje dodatnih izvora financiranja tehnologijskih projekata za razvoj novih usluga utemeljenih na širokopojasnom pristupu.
- Nabava programa za e-učenje o korištenju usluga informacijskog društva i interneta.
- Izrada i provedba programa u suradnji s vladinim i ne vladinim sektorom sa svrhom izobrazbe građana, poduzetnika i javnih službenika o zaštiti osobnih podataka, autorskim i srodnim pravima, pravima intelektualnog vlasništva, elektroničkom poslovanju i drugim područjima povezanim s daljnjim razvojem širokopojasnog pristupa.
- Izrada i provedba programa u suradnji s udrugama autora i nakladnika, na nacionalnoj, regionalnoj i lokalnoj razini sa svrhom izobrazbe o autorskom pravu i srodnim pravima, te pravu intelektualnog vlasništva na internetu.
- Izrada i provedba programa poticanja izrade digitalnih sadržaja na hrvatskom jeziku.
- Izrada i provedba programa u suradnji sa operatorima usluga pristupa Internetu sa svrhom smanjenja opsega nezakonitog učitavanja sadržaja s interneta..

- Osiguranje dostupnosti širokopojasnog pristupa korisnicama usluga u javnim prostorima.
- Osiguranje dostupnosti kvalitetnih korisnički usmjerenih javnih usluga kroz provedbu sveobuhvatne informatizacije sustava javne uprave na svim razinama.
- Informiranje korisnika usluga o svim mogućnostima razvoja digitalne televizije.
- Osnivanje IPv6 foruma s temeljnom zadaćom izrade dokumenta o tehničkim postupcima i metodama migracije prema IPv6 mrežama.
- Provedba migracije prema IPv6 mrežama u tijelima državne uprave, akademskoj zajednici i drugim tijelima javne vlasti.

Grafikonom je prikazan udio ispitanika u ukupnom broj ispitanika koji su se za pojedinog operatora odlučili na temelju tri predložena razloga odabira pojedinog operatora. Kao razlozi odabira pojedinog operatora ispitanicima su ponuđeni: određene usluge i tarifne opcije, povoljna cijena i najbolja kvaliteta. Utvrđeno je kako je najveći broj ispitanika 34% ispitanika, odabrao operatora na temelju usluga, tarifnih opcija i cijene koju je isti u promatranom trenutku ponudio. Samo 6% ispitanika se za korištenje usluge kod pojedinog operatora odlučilo na temelju kvalitete usluge koju isti nudi.



Grafikon 0-13. Kriteriji odabira pojedinog operatora

Temeljem provedenog anketnog upitnika, kao relevantni kriterij prilikom odabira pojedinog operatora, pokazali su se povoljna cijena i određene kombinacije usluga i tarifnih opcija. Ranije je navedeno kako ukupni kapitalni troškovi izgradnje FTTH mreže na području naselja Lanište, uključujući i troškove izgradnje DTK, iznose 5348096 HRK. Ranije je navedeno, ukoliko bi korisnik mjesečno izdvajao 300 HRK za usluge izvedene putem FTTH tehnologije, očekivani prihodi u razdoblju od godine dana iznosili bi 11570400 HRK. Iz

navedenoga se može zaključiti kako bi se u istom razdoblju pokrili ukupni kapitalni troškovi izgradnje FTTH mreže na području naselja Lanište.

7. Zaključak

Dostupnost širokopojasnog pristupa predstavlja glavni problem u IT sektoru. U urbanim naseljima već postoji djelomično izgrađena svjetlovodna infrastruktura, međutim još uvijek se javljaju i potrebe za daljnjim poticajima izgradnje. Problemi koji proizlaze iz te činjenice vezani su uz nemogućnost investiranja vlasnika infrastrukture u svjetlovodnu pristupnu infrastrukturu.

Analizom rezultata istraživanja o isplativost uvođenja FTTH tehnologije na području naselja Lanište, vidljivo je kako većina ispitanika koristi neki od paketa usluga koji uključuju i pristup Internetu. Utvrđeno je kako samo 7% ispitanika nema pristup Internetu. Usluga širokopojasnog pristupa omogućava znatno veće brzine pristupa Internetu, što se nije pokazalo kao relevantan kriterij odabira FTTH tehnologije uzevši u obzir kako 56% ispitanika ne zna koliku pristupnu brzinu ostvaruje. Kako cijene izvođenja FTTH tehnologije u realnom slučaju moraju biti veće od cijena za postojeći ADSL pristup, pokazalo se da ispitanici nisu spremni platiti veće naknade. Prilikom analize isplativosti uvođenja FTTH tehnologije na području naselja Lanište utvrđeno je kako većina ispitanika nije spremna za usluge izvedene putem FTTH tehnologije izdvojiti veći iznos od onoga koji trenutno plaća za paket usluga koji koristi. 79% ispitanika za uslugu širokopojasnog pristupa Internetu putem FTTH tehnologije nije spremno mjesečno izdvojiti veći iznos od iznosa koji trenutno plaća, dok je samo 21% ispitanika za uslugu širokopojasnog pristupa Internetu putem FTTH tehnologije spremno izdvojiti veći iznos od onoga koji trenutno plaća za paket usluga koje koristi, a nisu izvedene putem FTTH tehnologije. Povrat kapitalnih troškova ulaganja u FTTH tehnologiju moguć je u vremenskom razdoblju od godine dana, bez povećanja cijena usluga izvedenih putem FTTH tehnologije u odnosu na cijene usluga izvedenih putem ADSL tehnologije.

Analizom rezultata istraživanja o isplativosti uvođenja FTTH tehnologije kao relevantni kriteriji odabira pojedinog operatora pokazali su se usluge, tarifne opcije i povoljna cijena. Međutim, najviše ispitanika se izjasnilo kako je cijena presudan kriterij prilikom odabira određenog operatora. Uzme li se u obzir kako su u razdoblju od godine dana prihodi od usluga izvedenih putem FTTH tehnologije veći od početnih kapitalnih ulaganja može se zaključiti kako su cijene u realnim slučajevima vrlo visoke.

Literatura

1. Tehno-ekonomska obilježja izgradnje FTTH mreža, Lator d.o.o., prosinac 2011. http://www.hakom.hr/UserDocsImages/2012/studije/Studija_Tehnoekonomska%20obilje%C5%BEja%20izgradnje%20FTTH%20mre%C5%BEa-v%201%200.pdf
2. Advantages of optical access http://www.broadbandproperties.com/2007issues/feb07issues/ftthprimer_feb.pdf
3. Pravilnik o tehničkim uvjetima za kabelsku kanalizaciju, Zagreb, 29. rujan 2010. http://www.hakom.hr/UserDocsImages/2010.g/Pravilnik%20o%20tehnickim%20uvjetima%20za%20kabelsku%20kanalizaciju.pdf
4. Milan Blanuša: Tehno – ekonomski aspekt planiranja i razvoj aoptičkih veza http://www.telekomunikacije.rs/archive/ninth_issue/milan_blanusa,_prof_dr_petar_matavulj:_tehno_-_ekonomski_aspekti_planiranja_i_razvoja_optickih_veza.447.html
5. E. Betou, C. A. Bunge, A. Henrik, M. Olson: WDM – PON is a key component in a next generation access, March 7, 2014.http://www.lightwaveonline.com/articles/print/volume-31/issue-2/features/wdm-pon-is-a-key-component-in-next-generation-access.html
6. Željko Popović, Sljedeća generacija pasivnih optičkih mreža, Ericson Nikola Tesla d.d., Zagreb, 2010. http://www.ericsson.com/hr/etk/revija/Br_1_2010/02.pdf
7. Strategija razvoja širokopojasnog pristupa u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 2012. do 2015. godine, Zagreb, listopad 2011.
8. Operativni program konkurentnost i kohezija 2014.-2020., Zagreb, prosinac 2014. http://www.minpo.hr/UserDocsImages/Operativni%20program%20Konkurentnost%20i%20kohezija%202014.-2020..pdf
9. Hrvatska regulatorna agencija za mrežne djelatnosti, Tržište veleprodajnog lokalnog pristupa koji se pruža na fiksnoj lokaciji, ožujak 2015.
10. Službene stranice Hrvatske regulatorne agencije za mrežne djelatnosti http://www.hakom.hr/default.aspx?id=7237
11. Studija FTTH poslovnih modela u Hrvatskoj, Lator d.o.o., srpanj 2010. http://www.hakom.hr/UserDocsImages/2010.g/Zeno/Studije/Lator_HAKOM_studija_N-VV-3_10.pdf

12. Ulaganja u širokopojasni pristup Internetu, Lator d.o.o., rujan 2013. http://www.hakom.hr/UserDocsImages/2011/Studije/UL-LATOR-SD-AT-HAKOM_studija_ulaganja%20u%20%C5%A0PI-v.1.0..pdf
13. https://kompare.hr/telekomunikacije/telefon-internet-tv/?form_category=comparation&form_step=2
14. Max Barkhalter: Interests in FTTH increases following global investments, Thursday, January 09, 2014. https://www.perle.com/articles/interest-in-ftth-increases-following-global-investments-564804.shtml
15. Tomislav Majnarić: Poslovno modeliranje telekomunikacijskih usluga u mrežama nove generacije, Lator d.o.o. https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/TMajnaric_kvalifikacijski_dr_ispit.pdf
16. Državni zavod za statistiku – Republika Hrvatska http://www.dzs.hr/

Popis kratica

ADSL Digital Subscriber Line - digitalna pretplatniča linija

ARPU Average Revenue per User - prosječni prihodi po korisniku

CAT Cabel TV kabelska televizija

DP Distribution point – distribucijski čvor

DSL Digital Subscriber Line -digitalna pretplatnička linija

EU Europe Union - Europska Unija

FTTH Fiber To The Home – optičko vlakno koje se dovlači do stambenog prostora

GPON Gigabit Passive Optical Network - gigabitna pasivna optička mreža

IPTV Internet Protocol TV - TV baziran na Internet protokolu

ITU International Telecommunication Union – Međunarodna telekomunikacijska unija

LP Local Point- lokalni čvor

LRIC Long Run Incremental Cost – dugoročni inkrementalni trošak

ODF Optical Distributin Frame - svjetlovodni prospojnici

P2MP Point To Multi Point- mrežna topologija Točka – Više točaka

P2P Point To Point - mrežna topologija Točka-Točka

PEHD Polyethylene High Density – polietilen visoke čvrstoće

PON Passive Optical Network – pasivna optička mreža

POTS Plain Old Telephpone Service – analogni telefonski priključak

PVC Polyvinyl chlorid – polivinil klorid

SDM – svjetlovodna distribucijska mreža

SGM - glavna svjetlovodna mreža

TDM Time Division Multiplexing - vremensko multipleksiranje

VoIP Voice Over Internet Protocol –prijenos govora putem internetskog protokola

WDM PON - Wavelenght Division Multiplexing Passive Optical Netvorkk valno multipleksiranje pasivna optička mreža

Popis slika

Slika 0-1. Čvorovi i dijelovi FTTH mreže 4
Slika 0-2. Pregled opcija vođenja kabela i smještaj opreme u FTTH mreži 5
Slika 0-3. Struktura P2P FTTH mreže 10
Slika 0-4. Struktura P2P mreža s integriranim čvorovima 11
Slika 0-5. P2MP FTTH mreža, pristup alternativnih operatora u DČ-u 12
Slika 0-6. Struktura FTTH poslovnog modela 13
Slika 0-7. Kapitalni troškovi izgradnje FTTH mreže, po izvedenom priključku 16
Slika 0-8. Ukupni kapitalni troškovi izgradnje FTTH mreže 17
Slika 0-9. Pregled geodemografskih karakteristika kategorija naselja 18
Slika 0-10. Raspodjela priključaka po brzinama i tehnologiji 20
Slika 0-11. Raspodjela pristupnih brzina i udio operatora 21
Slika 0-12. Broj korisnika paketa usluga 23
Slika 0-13. Prikaz odnosa ARPU-a za usluge putem parične i FTTH mreže, pesimistični scenarij 26
Slika 0-14. Prikaz odnosa ARPU-a za usluge putem parične i FTTH mreže, optimistični scenarij 27
Slika 0-15. Udio operatora nepokretnih mreža obzirom na broj korisnika 29
Slika 0-16. Udjeli korisnika prema odabranom paketu prometa 31
Slika 0-17. Gompertzov model 33
Slika 0-18. Fisher-Pry model 34
Slika 0-19. Bassov model 34
Slika 0-20. Ciklična struktura Tehno-ekonomske analize 36
Slika 0-21. Osnovni parametri za proračun troškova pružanja FTTH usluga 37
Slika 0-22. Struktura jediničnih troĎkova FTTH operatora – ekonomski održiv slučaj 38
Slika 0-23. Jedinični troškovi infrastrukturnog i alternativnog i operatora s fizičkim pristupom na DČ razini 39
Slika 0-24. Jedinični troškovi infrastrukturnog i alternativnog operatora s bitstream pristupom na LČ razini 40
Slika 0-25. Jedinični troškovi u FTTH mreži - ekonomski neodrživ slučaj 41
Slika 0-26. Korištenje usluga širokopojasnog pristupa Internetu prema načinima pristupa 45
Slika 0-27. Gustoća širokopojasnih priključaka 46
Slika 0-28. Ciljane vrijednosti broja korisnika širokopojasnog pristupa 48

Popis grafikona

Grafikon 3-1. Raspodjela priključaka po brzinama na području naselja Lanište 20
Grafikon 3-2. Cijene usluga za pristup putem postojeće tehnologije 22
Grafikon 3-3. Cijene usluga za pristup putem FTTH tehnologije 22
Grafikon 3-4. Udio ispitanika u ukupnom broj ispitanika koji je spreman za usluge izvedene putem FTTH, platiti na mjesečnoj razini više, u odnosu na usluge koje koristi trenutno 23
Grafikon 3-5. Udio korisnika paketa usluga na području naselja Lanište 24
Grafikon 3-6. Cijene paketa usluga 24
Grafikon 4-1. Zastupljenost Interneta u odnosu na udio ispitanika 29
Grafikon 4-2. Tržišni udio telekom operatora na području naselja Lanište 30
Grafikon 4-3. Cijene usluga po pojedinom operatoru 31
Grafikon 4-4. Udio ispitanika prema odabranom paketu prometa na području naselja Lanište 31
Grafikon 4-5. Udio ispitanika u pretplatničkom i ne pretplatničkom odnosu 32
Grafikon 6-1. Vrste usluga prema dobnim skupinama 49
Grafikon 6-2. Kriteriji odabira pojedinog operatora 50

Popis tablica

3-1. Pregled geodemografskih karakteristika naselja Lanište 19