

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

**SEMINAR**

**Alati i metode za tehno-ekonomsku analizu u  
telekomunikacijskom sektorу**

*Romina Tomac*

Voditelj: *Doc. dr. sc. Vedran Podobnik*

Zagreb, svibanj, 2012.



## **Sadržaj**

1.	Uvod.....	1
2.	Parametri za tehno-ekonomsku analizu u telekomunikacijskom sektoru .....	2
2.1	Podjela troškova.....	2
2.2	Klasifikacija parametara.....	3
3.	Metode tehno-ekonomske analize u telekomunikacijskom sektoru .....	5
3.1	Metoda Mactor.....	5
3.2	Metoda zasnovana na dinamici sustava .....	8
3.3	Analiza pravog izbora .....	9
3.4	Teorija igara .....	10
4.	Alati za provedbu metoda tehno-ekonomske analize u telekomunikacijskom sektoru ..	12
4.1	Alat Mactor .....	12
4.2	Alat Vensim .....	13
4.3	Alat Crystal Ball .....	15
4.4	Alat Gambit .....	16
4.5	Usporedba alata za tehno-ekonomsku analizu u telekomunikacijskom sektoru ..	17
5.	Zaključak .....	18
6.	Literatura .....	19

## **1. Uvod**

Analize tehno-ekonomskih aspekata sve su češće u telekomunikacijskom sektoru, osobito u mrežama nove generacije – NGN (*Next-Generation Network*). Postoje mnoge metode i alati kojima se provodi tehno-ekonomска analiza, a oni služe za organizaciju i raspodjelu resursa, predviđanje rizika te kontrolu projekta tijekom vremena. Telekomunikacijski sektor pokriva jako velik broj tehnologija za prijenos podataka, a najveći rast dogodio se u posljednjih desetak godina. Analiza tehničkih i ekonomskih aspekata u telekomunikacijama počela se provoditi kod uvođenja 3G-tehnologija i od onda ima sve širu primjenu.

Ovaj rad se sastoji od tri poglavlja. U prvom poglavlju su opisani parametri koji su potrebni za provedbu tehno-ekonomске analize te način na koji se oni mogu odrediti. Na analizu u telekomunikacijskom sektoru utječe jako velik broj parametara koji su vezani uz financije, operatera, te uz samu mrežu. U drugom poglavlju opisane su odabrane metode kojima se može provesti tehno-ekonomska analiza. Svaka metoda ovisi o različitim faktorima i daje različite rezultate. Alati za provedbu analize opisani su u trećem poglavlju.

## **2. Parametri za tehno-ekonomsku analizu u telekomunikacijskom sektoru**

Za tehno-ekonomsku analizu se trebaju uzeti u obzir različiti parametri i faktori potrošnje. Ukupni trošak vlasništva – TCO (*Total Cost of Ownership*) dijeli se na manje troškove s ciljem dobivanja boljeg pregleda. Postoje dva pristupa za pronalaženje dobre podjele troškova i poveznice za različite parametre:

- U prvom pristupu pregled ukupnog troška je formuliran i specificiran, ali ne ulazi u detalje. Svaki dio troška je potom analiziran do sitnijih detalja.
- U drugom pristupu počinje se s najvišim nivoom pregleda ukupnog troška vlasništva i taj trošak se podijeli na manje dijelove. Klasifikacija parametara je spajanje različitih troškova da bi se na kraju mogao vidjeti ukupan trošak procesa ili cijele mreže. U ovom pristupu svaki osnovni element je prvo razrađen do detalja. Ti elementi se kasnije spajaju tako da formiraju podprocese koji su povezani na više nivoa, sve do najvišeg nivoa procesa, odnosno dok se ne formira TCO [1].

Oba pristupa daju korisne ulazne podatke za daljnje razvijanje TCO-alata i kasnije će se spojiti i služiti kao početna točka za gradnju i strukturiranje ulaznih podataka za TCO-alat .

### **2.1 Podjela troškova**

Za pouzdano procjenjivanje razvoja nove FTTH (*Fiber to the home*) infrastrukture, važno je prvo dobiti potpuni pregled svih troškova uključenih u razvijanje FTTH-infrastrukture te zatim dobiti konzistentnu klasifikaciju tih komponenata troškova zasnovanih na njihovoj namjeni i veličini.

U životnom ciklusu mreže potrebno je osigurati pokrivenost svakog aspekta novog razvoja. Životni ciklus se najčešće sastoji od (Slika 2.1):

1. Planiranja mreže
2. Početne instalacije mrežne infrastrukture
3. Faze održavanja mreže
  - a. Povezivanje s korisnikom
  - b. Održavanje mreže i usluga
4. Rušenja mreže



Slika 2.1: Životni ciklus troškova mreže

Buduća rušenja dati će bolji pogled na različite komponente i modele gradnje za izračun troškova. Najbolji način za počinjanje ovoga je procijeniti važnost različitih komponenata u postojećoj klasifikaciji, bazirane na veličini rizika. Faza razvoja ima najveći trošak u FTTH procesu, a faza rušenja ima najmanji trošak.

## 2.2 Klasifikacija parametara

Klasifikacija ukupnog troška (TCO) je prikazana na slici (Slika 2.2).



Slika 2.2: Kategorija troškova koji utječu na ukupan trošak vlasništva (TCO)

Slijedi lista parametara koji su bitni u procesu izgradnje mreže. U zagradama je navedeno kojoj kategoriji troška pripada određeni parametar [1].

Opis parametara vezanih u mrežu:

- Karakteristike mreže: tehnologija, brzina prijenosa, propusnost, topologija, zaštita projekta (*TCO*).
- Karakteristike mrežne usluge: početna primjena, osiguranje pretplatnika, promjena, obnova (*Održavanje*).
- Parametri mrežnih komponenata: potreban prostor, srednje vrijeme popravka, rezervni dijelovi, stopa kvara, srednje vrijeme između kvarova, vrijeme pristupa – vrijeme puta i pristupa opremi, vrijeme instalacije, potrošnja energije (*Ulaganje, Popravak*).
- Mrežna povezanost: raskopavanje, povezivanje vlakana, najam vlakana, kućno kabliranje, povezivanje korisnika sa početnom točkom, optička raspodjela okvira (*Infrastruktura, Ulaganje*).
- Energija mreže: trošak energije, troškovi hlađenja i grijanja (*Ulaganje*).

Opis parametara vezanih uz povezivanje područja:

- Povezivanje: cijena zemlje, troškovi za odobrenje postupka, trošak javnog razvoja (*Infrastruktura, Ulaganje*).
- Obilježja površine: površina, udaljenost korisnika, tipovi korisnika i njihov postotak, postojeća infrastruktura – kanali, vlakna, kablovi... (*TCO, Infrastruktura, Ulaganje*).

Opis parametara vezanih uz financije:

- Financijski parametri: inflacija, gradnja nad postojećom mrežom, propisi, koncesije, tehnologička devalvacija, deprecijacija, porez, amortizacija, očekivani prihodi, vremenski period, krivulje učenja, tržišna vrijednost operatera (*TCO*).

Opis parametara vezanih uz operatora:

- Ljudski resursi: lokacija, radne smjene - koliko ih ima, razlika u plaćama..., terenski tehničari, softverski tehničari/inženjeri, upravitelj mrežnim radom, ostali ljudski resursi – prodaja, marketing... (*Održavanje*).
- Naplata: potrebno vrijeme, alati, oprema (*BAM*)
- Računovodstvo: potrebni resursi, potrebno vrijeme, alati, oprema, međusobna povezanost (*BAM*).
- Operator – marketing: potrebni resursi, potrebno vrijeme, alati, oprema (*BAM*).
- Dijagnoza kvara: (*Popravak*).
- Planiranje trajanja mreže: prelazak iz jedne u drugu tehnologiju (*Održavanje*).
- Upravljanje mrežom: kvaliteta napretka, administrativna opterećenja (*Održavanje*).

### 3. Metode tehno-ekonomске analize u telekomunikacijskom sektoru

Tehno-ekonomska analiza može se provesti kroz razne metode. Neke od njih koje će biti opisane u ovom poglavlju su [2]:

- Mactor
- Dinamika sustava
- Analiza pravog izbora
- Teorija igara

U tablici (Tabela 1) navedene su metode i ukratko opisani ciljevi tih metoda.

Tabela 1: Metode tehno-ekonomske analize

METODA	CILJ
Mactor	Odnos sudionika i ciljeva
Dinamika sustava	Praćenje aktivnosti tijekom vremena
Analiza pravog izbora	Predviđanje i analiza rizika
Teorija igara	Interakcija između igrača

#### 3.1 Metoda Mactor

Određivanje izbora u stvaranju mreže je glavni ključ u razvoju novog proizvoda. Kada je uključeno više sudionika i različitih ciljeva, model više sudionika – MIAM (*Multi-issue actor model*) je dobar izbor za vođenje analize. MIAM je primjenjiv u situacijama gdje je više sudionika suočeno sa situacijom čiju je budućnost teško predvidjeti, primjerice izdavanje novog proizvoda. Osim različitih interesa i opcija koje sudionici imaju, MIAM prepoznaje da bi mogli rukovati važnim faktorima koji će utjecati na buduće ishode situacije [3].

Metoda Mactor (*Matrix of Alliances and Conflicts: Tactics, Objectives and Recommendations*) je metoda u koju je uključeno više sudionika [4]. Razvili su je Michel Godet i Jacques Arcade [5]. Dozvoljava dubinsku analizu pojedine razine i u isto vrijeme daje potrebne podatke, algoritme i strukture da se izvedu više apstraktne implikacije i preporuke za industrije i kompanije. Metoda Mactor je predstavljena kao odgovor na kritike prijašnje metode predviđanja. Najveća kritika odnosila se na to da sudionici mogu utjecati na ključne čimbenike središnjeg sustava. Metoda Mactor polazi od analize vrijednosti mreže. To se

uspješno primjenjuje za sustave s više sudionika i više ideja. Potrebni ulazni podaci su položaji sudionika u određenim pitanjima, koja su pitanja važna za sudionike i međusobni utjecaj sudionika.

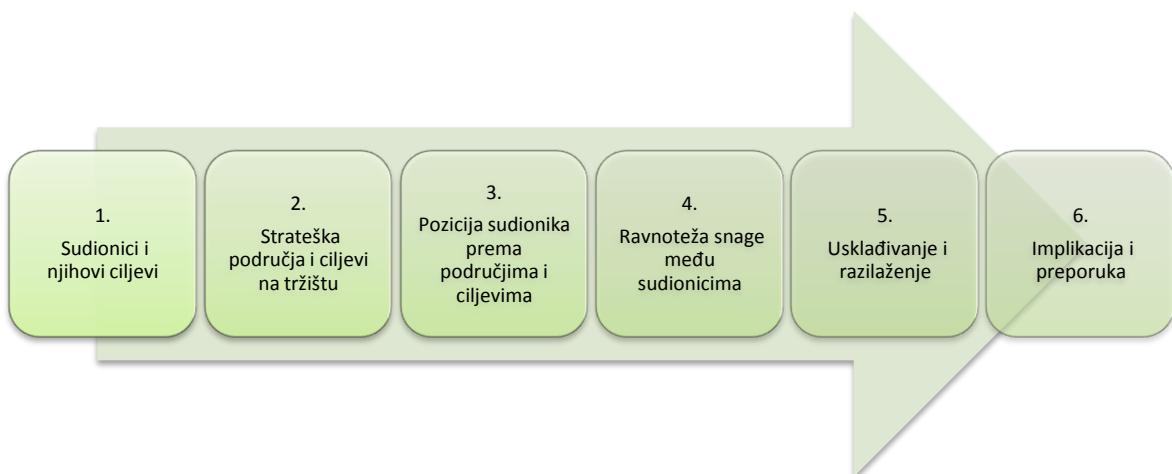
Rezultati Mactor analize su:

1. Predviđanja za važnost dominantnih sudionika
2. Otkrivanje snage pojedinog sudionika
3. Otkrivanje spremnosti sudionika da sudjeluju u ključnim pitanjima
4. Razvijene su taktike i preporuke za moguće saveze i konflikte.

Metoda MACTOR se dijeli se na 6 osnovnih koraka [2]:

1. Identifikacija sudionika i njihovih ciljeva
  - Stvaraju se profili korisnika za opće identificiranje sudionika u vrijednosti mreže. Profili pružaju dodatne informacije o aktivnosti sudionika, njihovih ciljeva i poslovna područja u kojima su aktivni.
2. Identifikacija strateških područja i ciljeva na tržištu
  - Za svako pitanje, formulirani su određeni ciljevi. Ti ciljevi su neophodni za iduće korake. Iz osobne perspektive sudionika, neki od ciljeva su: rađe koriste optičke mreže umjesto drugih tehnoloških rješenja, dugoročno opredjeljenje na optiku, velika pokrivenost FTTH mreže, brza primjena optičkih mreža, minimiziranje troškova optičkih mreža, dijeljenje troškova prema riziku, definiranje dugoročnih i stabilnih uvjeta za izradu i održavanje optičke mreže, ponuda novih usluga, uvođenje kvalitete usluge i sl.
3. Procjena položaja sudionika prema strateškim područjima i ciljevima – matrice sudionika i ciljeva
  - U ovom koraku su identificirana stajališta sudionika. Sudionik može imati pozitivno, negativno ili neutralno stajalište. Podaci su prikupljeni u MACTOR alatu u obliku tablice. U stupcima su navedeni ciljevi, a u redovima sudionici. Elementi matrice predstavljaju stajališta određenog sudionika i cilja. Ova matrica se zove "Matrica ciljeva i sudionika" (engl. *Matrix of Actors & Objectives - MAO*). Postoji još jedna matrica koja se zove „Vrijednosna matrica ciljeva i sudionika“ (engl. *Valued Matrix of Actors & Objectives – 2MAO*). Sastav matrice je isti, ali su pozicije sudionika ponderirane na skali od -2 do 2.

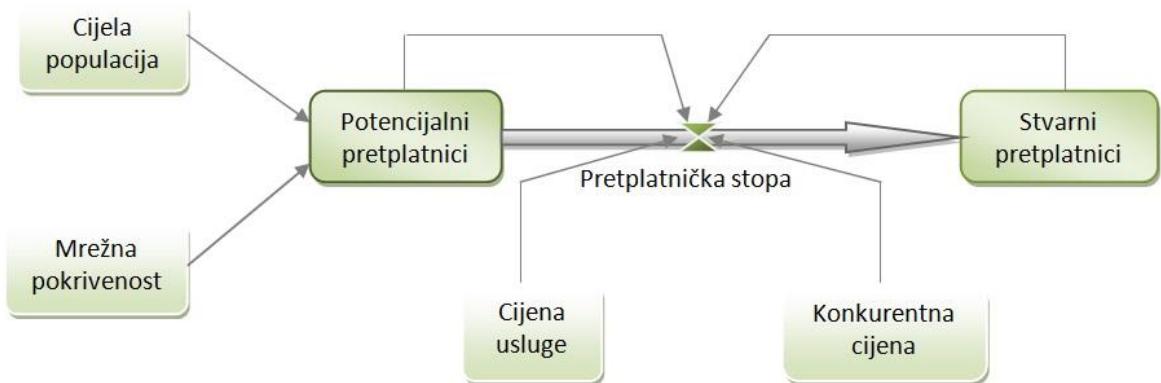
4. Procjena ravnoteže snage među sudionicima – ponderirane matrice sudionika i ciljeva
  - U ovom koraku su zaustavljeni izravni i neizravni utjecaju sudionika. U matrici izravnih utjecaja – MID (*Matrix of Direct Influences*) vidi se kako sudionici utječu jedni na druge. Elementi mogu poprimiti vrijednost od 0 do 3, gdje 0 znači da sudionik u redu nema utjecaja na sudionika u stupcu, a 3 pokazuje visok stupanj utjecaja. Na temelju ove procjene izravnih utjecaja, razvila se matrica direktnih i indirektnih utjecaja – MIDI (*Matrix of Direct and Indirect Influences*). Ovdje su uključene i ponderirane pozicije sudionika.
  
5. Procjena usklađivanja i razilaženja
  - Za svaku MAO-matricu stvorene su dvije matrice: matrica usklađivanja – CAA (*Matrix of Convergence: Actor x Actor*) i matrica razilaženja – DAA (*Matrix of Divergence: Actor x Actor*). Dvoje sudionika u CAA-matrici imaju oboje pozitivan ili negativan stav o cilju. U DAA matrici je obrnuta situacija, odnosno sudionici imaju različita stajališta.
  
6. Razvoj implikacija i preporuka
  - Mactor-analiza objašnjava interakciju između sudionika i prvi je korak ka igri teorijskih pristupa. Mogu se uočiti mogući savezi i sukobi među sudionicima. Na temelju toga se formuliraju opcije i preporuke u vezi suradnje.



Slika 3.1: Koraci u MACTOR analizi

### 3.2 Metoda zasnovana na dinamici sustava

Dinamika sustava je tehnika simulacija modeliranja za razumijevanje i analizu kretanja tijekom vremena [2]. Nedavna istraživanja su pokazala da je dinamika sustava – SD (*System Dynamics*) najpopularnija tehnika za istraživanje stvarnih problema pomoću podataka iz stvarnog svijeta. Jednostavan primjer zaliha i tijeka prikazan je na slici (Slika 3.2) koja opisuje kako se korisnici mogu pretplatiti na novu uslugu u nekom vremenskom periodu. U ovom primjeru potencijalni pretplatnici i stvarni pretplatnici mogu se smatrati kao zaliha, a strelica označava tijek između njih. Tijek se može opisati pretplatničkom stopom koja ovisi o brojnim faktorima.



Slika 3.2: Simulacije preplate na uslugu

Prepostavlja se da će cijena usluge u ovom modelu pasti kada novi pružatelji usluga počinju nuditi nove usluge. Jedna od strategija novog operatora je da usporedi cijene konkurencije i tako zaradi odgovarajući profit. Novi pružatelji usluga uglavnom su usmjereni da usluge koje pružaju korisnicima imaju više mogućnosti, a cijene su im niže. Međutim, istraživanja pokazuju da istodobno sniženje cijena i povećanje usluga (npr. veća propusnost) može imati negativan utjecaj na globalnu učinkovitost tvrtke. Pružatelji usluga ne mogu biti u mogućnosti ostvariti tržišni udio (broj korisnika i prihoda) i naknadu troškova u vremenskom periodu trajanja proizvoda zbog raznih čimbenika kao što su tehnološke promjene i visoki troškovi za održavanje stare opreme. Rezultati ovog modela mogu se prikazati grafovima i tablicama.

### 3.3 Analiza pravog izbora

Metodologija pravog izbora – RO (*Real Option*) pokušava uključiti vrijednost upravljačke fleksibilnosti prisutne u poslovnom slučaju. Financijska opcija daje pravo za kupnju ili prodaju u ograničenom vremenskom periodu temeljne vrijednosti za unaprijed određenu cijenu. Pravi izbor definiran je 1977. godine i primjenjuje teoriju vrednovanja izbora ulaganja u imovinu. To se pokazalo korisno u investicijskim odlukama koje se sastoje od različitih faza.

Ovaj pristup podrazumijeva tri koraka:

1. Određivanje ključa neizvjesnosti;
2. Određivanje izbora;
3. Procjena izbora s obzirom na neizvjesnost.

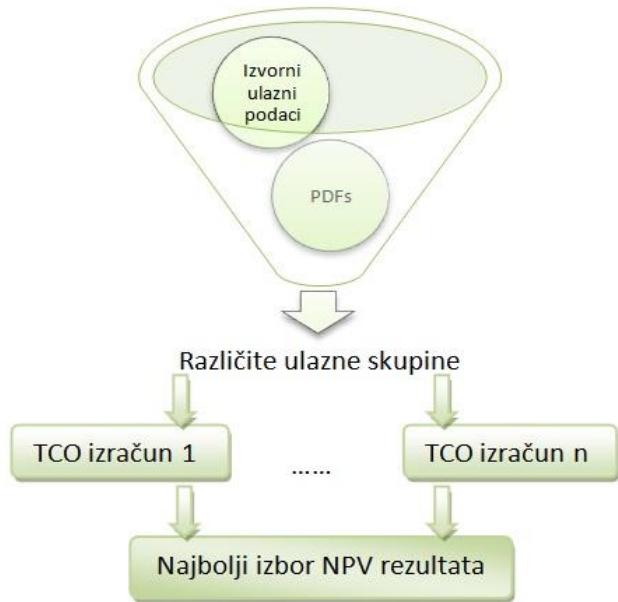
Vrijednost projekta sada se treba proširiti na vrijednosti izbora, a definira se kao skup trenutnih vrijednosti mreže – NPV (*Net Present Value*) projekta s vrijednosti svakog izbora [6]. Izbori će pokušati smanjiti šansu za gubitkom i povećati šansu za profit. Takav ishod poslovnog slučaja kada uzima pravi izbor vrednovanja odrazit će se na dobit uključivanja u drugoj fazi projekta. Na slici (Slika 3.3) prikazan je primjer neizvjesnosti za FTTH primjenu. Neizvjesnost je subjektivan pojam koji predstavlja nedostatak povjerenja o vjerojatnosti procjene [7]. Odluke su navedene u najnižem sloju.



Slika 3.3: Primjena neizvjesnosti i stablo odluke za primjenu u FTTH

Uporaba analize pravog izbora ne zahtjeva velike promjene za TCO-alat. Izračun različitih izbora može se izvesti TCO-alatom koji ima iste ulazne parametre. Ishod pravog izbora će tada biti najbolji rezultat u određenom trenutku od različitih paralelnih TCO-izračuna. Da bi RO analiza bila potpuna, ishode treba proširiti tako da se uzmu u obzir neizvjesni ulazni

parametri. Originalni ulazni parametri se kombiniraju sa neizvjesnima pomoću funkcija vjerojatnosti distribucije – PDFs (engl. *Probability Distribution Functions*). To dovodi do različitih ulaznih skupova koji se koriste kao ulazni parametri za TCO-alat i rezultirati će različitim ishodima. Tok RO-produžen za TCO-izračun prikazan je na slici (Slika 3.4).



Slika 3.4: Proširenje jednostavnog toka za uvođenje analize pravog izbora

### 3.4 Teorija igara

Pomoću teorije igara dobije se bolji pogled na učinke i interakciju između tzv. igrača. Da bi se to postiglo, treba se izgraditi integrirani model u kojem će rezultat pojedinog igrača ovisiti o njegovim aktivnostima, ali i o postupcima drugih igrača. Interakcija dva igrača može se sastojati od natjecanja ili suradnje [8]. Ovdje će se razmatrati samo konkurentni igrači. Igrači će se natjecati za istu nagradu koju će u ovom slučaju predstavljati kupac.

Različiti igrači mogu birati između različitih akcija, što se naziva strategija. Primjeri strategija u tehnno-ekonomskoj analizi su: primjena novih tehnologija, zaustavljanje razvoja i sl. Isto obrazloženje za pronalaženje neizvjesnosti i izbora koji se primjenjuju u prethodnom slučaju (RO) mogu se iskoristiti za pronalaženje smislenog skupa strategija za različite igrače u tehnno-ekonomskoj igri. Nakon što su definirani igrači i strategije, a model je u mogućnosti izračunati izlazni rezultat (isplatu), teorijski koncepti igre mogu se koristiti za dohvaćanje

najvjerojatnije interakcije među igračima. Ravnoteža u igri se koristi za pokazivanje skupa strategija u kojoj ni jedan igrač ne mijenja svoju strategiju. Postoje različiti pristupi u nalaženju ravnoteže u igri, a većina ih se temelji na matematičkim modelima i pristupima [9].

Tabela 2: Natjecanje operatera u razvijanju FTTH

	FTTH	Trenutna tehnologija
FTTH	(a) 50 50	(b) 90 40
Trenutna tehnologija	(c) 40 90	(d) 80 80

Na primjer, kada se dva operatora bore za kupca, oboje mogu ili zadržati dosadašnju tehnologiju ili primijeniti FTTH-mrežu, što je skuplje. Postoje četiri moguća scenarija s isplatama povezane u slici i označene sa (a), (b), (c) i (d). U (d) scenaruju, oba operatora prelaze na FTTH-mrežu. U scenarijima (b) i (c) jedan od operatera prelazi na FTTH-mrežu, dok u (a) scenaruju niti jedan operator neće mijenjati svoju strategiju.

## **4. Alati za provedbu metoda tehno-ekonomске analize u telekomunikacijskom sektoru**

Postoje razni alati za provedbu poslovnog modela. Ovdje će biti opisani sljedeći alati:

- Mactor;
- Vensim;
- Kristalna kugla;
- Gambit.

Svaki alat koristi se za provedbu određene metode, kao što je prikazano u tablici (Tabela 3).

**Tabela 3: Metode i alati za tehno-ekonomsku analizu**

METODA	ALAT	POMOĆNI ALAT
Mactor	Mactor	Microsoft Excel
Dinamika sustava	Vensim	-
Analiza pravog izbora	Crystal Ball	Microsoft Excel
Teorija igara	Gambit	-

### **4.1 Alat Mactor**

Alat Mactor koristi se za provedbu metode Mactor. Razvio ga je Europski centar za informacijsku i komunikacijsku tehnologiju - EICT (*European Center of Information and Communication Technologies*) [10]. Koristi se kao dodatak alatu Microsoft Excel.

Ulagani parametri koju su potrebni su:

- Položaj svakog sudionika u svakom cilju;
- Utjecaj svakog sudionika na drugog sudionika.

Ulagani parametri se unose u obliku broja u intervalu  $[-2, 2]$  ili  $[0, 3]$ . Izlazni podaci koji se dobiju ovim alatom su:

- Vrijednosna matrica konvergencije položaja i moći;
- Vrijednosna matrica divergencije položaja i moći.

Ulagani parametri unose se u obliku liste sudionika, ishoda i ciljeva, 2MAO i MID. Unos podataka može se opisati u 5 koraka [2]:

1. Sudionici – definicija i opis svakog sudionika;
2. Ishod i cilj – opis ishoda i ciljeva;
3. MAO – matrica pozicije sudionika u svakom cilju;  
2MAO – vrijednosna matrica pozicije sudionika;
4. MID – matrica izravnih utjecaja, tj. prividni odnos moći;  
MIDI – matrica izravnih i neizravnih utjecaja, tj. realni odnos moći;  
3MAO – vrijednosna matrica pozicije sudionika i odnosa moći;
5. CAA – matrica konvergencija, tj. broj ciljeva u kojima dva sudionika konvergiraju;  
DAA – matrica divergencija, tj. broj ciljeva u kojima dva sudionika divergiraju;  
2CAA – vrijednosna matrica konvergencija, tj. konvergencija između dva sudionika u svim ciljevima;  
2DAA – vrijednosna matrica divergencija, tj. divergencija između dva sudionika u svim ciljevima;  
3CAA – vrijednosna matrica konvergencija položaja i moći, tj. ponderiran intenzitet konvergencije između dva sudionika u svim ciljevima;  
3DAA – vrijednosna matrica divergencija položaja i moći , tj. ponderiran intenzitet divergencije između dva sudionika u svim ciljevima.

## 4.2 Alat Vensim

Alat Vensim koristi se za metodu dinamike sustava [11]. Ulagani parametri koje koristi ovaj alat su:

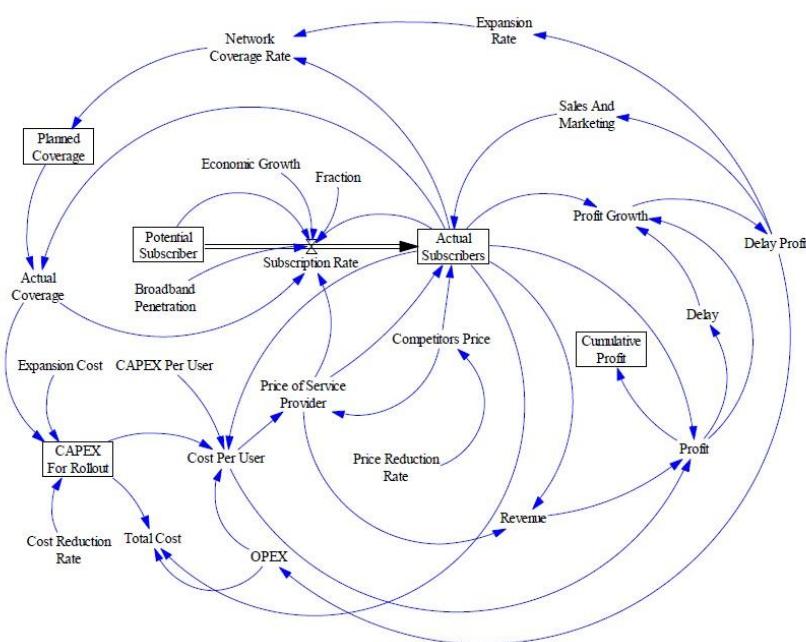
- CAPEX (Kapitalni izdaci, troškovi za stvaranje buduće pogodnosti);
- OPEX (Troškovi nastali u toku poslovanja);
- Cijena konkurencije;
- Mrežna pokrivenost;
- Ukupna populacija;
- Ekonomski razvoj.

Izlagani podaci alata su:

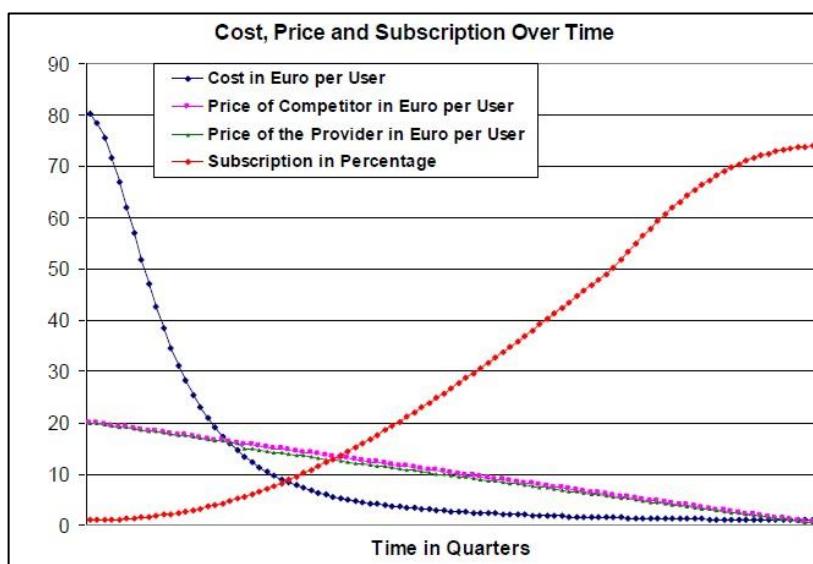
- Cijena po korisniku;
- Pretplatnička stopa;
- Prihod;
- Profit.

Ulagani parametri unose se u grafičko sučelje, a izlazni podaci su prikazani u obliku grafova i tablica.

Na slici (Slika 4.1) je prikazan model za analizu rasta pretplate i profita tijekom vremena. Ovaj model je razvijen na pretpostavci da CAPEX iznosi 80% od ukupnog troška i broj pretplatnika je 100. Stopa pretplate se smanjuje sa porastom cijene usluga, a povećava sa povećanjem pokrivenosti mrežom, gospodarskim rastom i marketinškim aktivnostima. Rezultat je prikazan u obliku grafa (Slika 4.2), i označuje trošak po korisniku, cijenu po korisniku, cijenu konkurenca i pretplatu.



Slika 4.1: Primjer modela u alatu Vensim [2]



Slika 4.2: Prikaz rezultata u alatu Vensim [2]

### 4.3 Alat Crystal Ball

Crystal Ball je alat koji se koristi za metodu pravog izbora zasnovanu Monte Carlo simulacijom. Monte Carlo simulacija temelji se na predviđanju ponašanja pomoću slučajnih varijabli [12]. Alat Crystal Ball razvila je tvrtka Oracle [13] za analizu rizika, predviđanja, simulaciju i optimizaciju. Uzni parametri su :

- Troškovi opreme
- Stopa usvajanja
- Prosječan prihod po korisniku

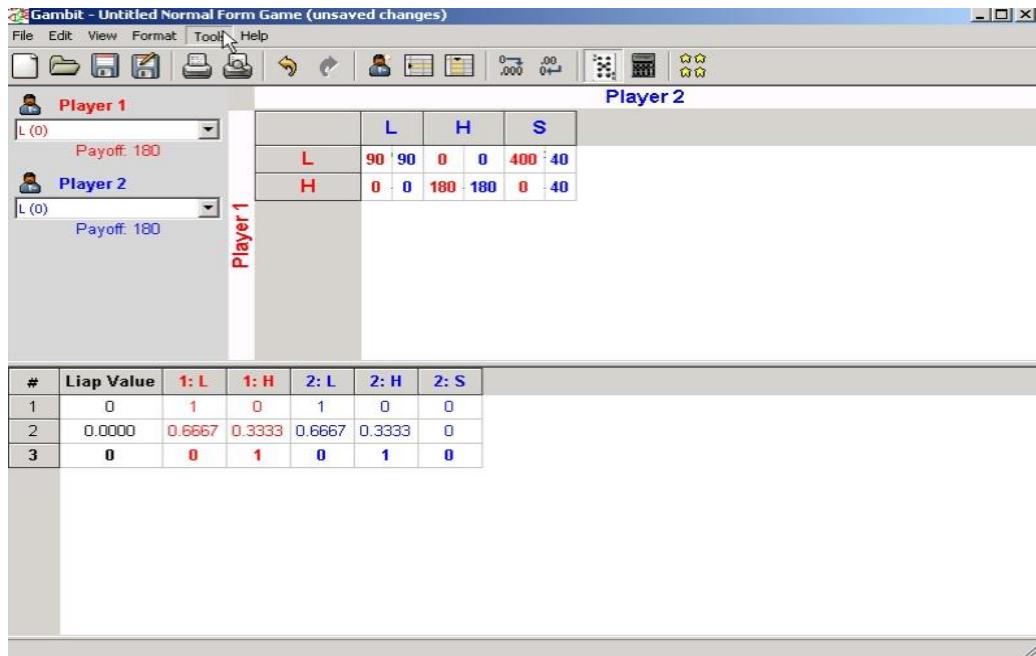
Uzni parametri unose tako da se vrijednosti upišu u Excel tablicu. Kao rezultat se dobije raspodjela vjerojatnosti prikazana pomoću grafova i tablica (Slika 4.3). Crystal Ball se izvodi pomoću programa Microsoft Excel.



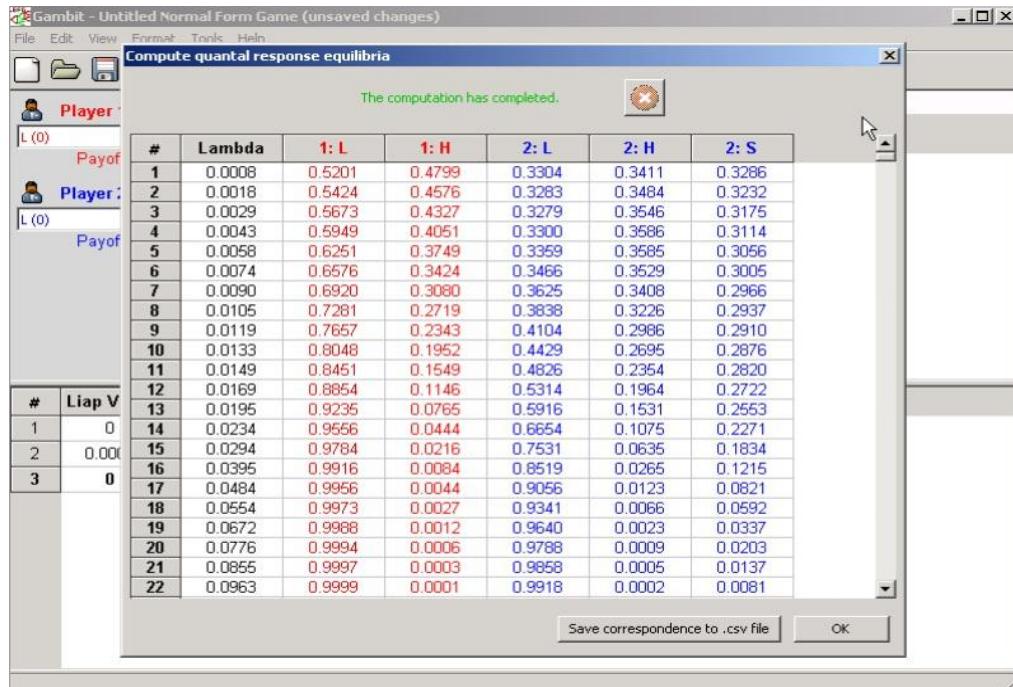
Slika 4.3: Prikaz rezultata u alatu Crystal Ball [14]

## 4.4 Alat Gambit

Alat Gambit [15] koristi se provedbu teorije igara. Ulagni parametri su ishodi različitih igrača za određeni skup strategija, a unose se u obliku matrice ili stabla (Slika 4.4). Rezultat je prikazan tako da je označena najvjerojatnija i najbolja strategija (Slika 4.5).



Slika 4.4: Simulacija Teorije igara u alatu Gambit [16]



Slika 4.5: Prikaz rezultata simulacije u alatu Gambit [16]

## 4.5 Usporedba alata za tehno-ekonomsku analizu u telekomunikacijskom sektoru

U tablici (Tabela 4) su uspoređeni opisani alati. Može se vidjeti da su svi alati open source, odnosno imaju otvoreni kod. Također je navedeno u kojem životnom ciklusu mreže (Slika 2.1) i u kojoj kategoriji troška (Slika 2.2) se koristi pojedini alat.

Alat Mactor služi za provođenje metode Mactor pomoću koje se vidi međusoban utjecaj sudionika i odnos sudionika i raznih ciljeva. Koristi se kod planiranja mreže jer je potrebno dobro rasporediti ljudske resurse odmah na početku projekta. Praćenje projekta tijekom vremena najbolje se provodi alatom Vensim, stoga se on koristi u fazi održavanja. Za analizu pravog izbora s obzirom na moguće rizike koristi se alat Crystal Ball u fazi planiranja i održavanja mreže. Alat Gambit se koristi za teoriju igara, gdje se gleda interakcija između tzv. igrača. Neke od strategija koje se promjenjuju u teoriji igara su uvođenje novih tehnologija ili zaustavljanje razvoja, pa se alat Gambit koristi kroz tri faze životnog ciklusa mreže: planiranje, održavanje i rušenje.

Tabela 4: Usporedba alata za tehno-ekonomsku analizu

	Mactor	Vensim	Crystal Ball	Gambit
Open source	DA	DA	DA	DA
Životni ciklus troškova	Planiranje	Održavanje	Planiranje, održavanje	Planiranje, održavanje, rušenje
Kategorija troška	Ulaganje	Održavanje	Ulaganje	TCO

## **5. Zaključak**

Tehno-ekonomска анализа у телекомуникационском сектору је скуп метода које омогућују бољу контролу тржишта за нове технологије и побољшање већ постојећих технологија. Како се у последње vrijeme мреже нове генерације развијају великом брзином, потребно је корисницима омогућити што једноставнији приступ услугама. Планирање нове и одржавање постојеће мреже јако је сложен поступак и на њега утјећу разни параметри. Важан аспект техно-економске анализе у телекомуникационском сектору је минималан укупни трошак власништва (TCO). За улагanje у нове мрежне инфраструктуре потребно је много финансијских ресурса, стога је врло важно добро распоредити те ресурсе.

Методе за провођење техно-економске анализе služe за што боље управљање мрежним, финансијским и људским ресурсима. Такође, потребно је обухватити све могуће ризике и смањити njihovu вјеројатност појављivanja.

Свака метода проводи се одређеним алатом. Алати су направљени тако да се могу на врло једноставан начин користити и дaju pregledan opis rezultata. Iako već постоји velik broj takvih метода и алата, и dalje se razvijaju великом брзином како би се прužateljima телекомуникационих услуга омогућила што боља и једноставnija анализа пројекта.

## 6. Literatura

- [1] **Koen Casier, Sandro Krauß, Ralf Hülsermann, Carmen Mas Machuca.** *Overview of Methods and Tools*. s.l. : OASE, *Technical report*. 2011.
- [2] **JCP-Consult.** *Overview of Tools and Methods and Identification of Value Networks*. s.l. : OASE, *Technical report*. 2010.
- [3] **Samuel Bendahan, Giovanni Camponovo, Yves Pigneur.** *Multi-issue actor analysis: tools and models*. Journal of Decision Systems, 2003., Vol. 12.
- [4] **Jacques Arcade, Michel Godet, Francis Meunier, Fabrice Roubelat.** *Structural analysis with the MICMAC Method & Actors' Strategy with MACTOR Method*. s.l. : Futures Research Methodology.
- [5] **Michel Godet, Philippe Durance, Adam Gerber.** *Strategic Foresight La Prospective, Use and Misuse of Scenario Building*. s.l. : LIPSOR, 2008.
- [6] **Keenan, Thomas E. Copeland and Philip T.** How much is flexibility worth. *The McKinsey Quarterly*. 2, 1998.
- [7] **So, Mao-wei Hung and Leh-chyan.** *The Role of Uncertainty in Real Options Analysis*. s.l. : National Tsing Hua University, 2010.
- [8] **Mark Felegyhazi, Jean-Pierre Hubaux.** Game Theory in Wireless Networks: A Tutorial. *EPFL Technical report: LCA-REPORT-2006-002*. 2006.
- [9] **E. Altman, T. Boulogne, R. El-Azouzi, T. Jimenez, and L. Wynerz.** *A survey on networking games in telecommunications*. 2005.
- [10] European Center of Information and Communication Technologies. [Datum pristupa: 2. Svibanj 2012.] <http://www.eict.de/>.
- [11] **Shiflet, Angela B. Shiflet and George W.** 3.1 System Dynamics Tool: Vensim PLE Tutorial 1. *Introduction to Computational Science: Modeling and Simulation for the Sciences*. s.l. : Princeton University Press, 2011.
- [12] **Jeges, Rob.** *Monte Carlo simulation in MS Excel*.
- [13] **ORACLE.** [Datum pristupa: 2. Svibanj 2012.] <http://docs.oracle.com>.
- [14] **Team, EPM Information Development.** ORACLE. *Oracle® Hyperion Enterprise Performance Management System*. 2009. [Datum pristupa: 02. Svibanj 2012.] [http://docs.oracle.com/cd/E12825\\_01/epm.111/hsf\\_new\\_features/hsf\\_new\\_features.html](http://docs.oracle.com/cd/E12825_01/epm.111/hsf_new_features/hsf_new_features.html).
- [15] Gambit: Software Tools for Game Theory. Gambit. [Datum pristupa: Svibanj 02, 2012.] <http://www.gambit-project.org/doc/index.html>.
- [16] Gambit: Software Tools for Game Theory. [Datum pristupa: 4. Svibanj 2012.] [http://www.gambit-project.org/doc/\\_static/tutorial/coord.pdf](http://www.gambit-project.org/doc/_static/tutorial/coord.pdf).