

**UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA**

ZAKLJUČNA STROKOVNA NALOGA VISOKE POSLOVNE ŠOLE

BASSOV MODEL PRIVZEMANJA UMTS

BOŠTJAN ŽAGAR

IZJAVA O AVTORSTVU

Spodaj podpisani(-a) Boštjan Žagar, študent Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, izjavljam, da sem avtor zaključne strokovne naloge z naslovom Bassov model privzemanja UMTS, pripravljene v sodelovanju s svetovalcem prof. dr. Tomažem Turkom.

Izrecno izjavljam, da v skladu z določili Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah (Ur. l. RS, št. 21/1995 s spremembami) dovolim objavo zaključne strokovne naloge/diplomskega dela/specialističnega dela/magistrskega dela/doktorske disertacije na fakultetnih spletnih straneh.

S svojim podpisom zagotavljam, da

- je predloženo besedilo rezultat izključno mojega lastnega raziskovalnega dela;
- je predloženo besedilo jezikovno korektno in tehnično pripravljeno v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, kar pomeni, da sem
 - poskrbel(-a), da so dela in mnenja drugih avtorjev oziroma avtoric, ki jih uporabljam v zaključni strokovni nalogi/diplomskem delu/specialističnem delu/magistrskem delu/doktorski disertaciji, citirana oziroma navedena v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, in
 - pridobil(-a) vsa dovoljenja za uporabo avtorskih del, ki so v celoti (v pisni ali grafični obliki) uporabljena v tekstu, in sem to v besedilu tudi jasno zapisal(-a);
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih – kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah (Ur. l. RS, št. 21/1995 s spremembami);
- se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predložene zaključne strokovne naloge/diplomskega dela/specialističnega dela/magistrskega dela/doktorske disertacije dokazano plagiatorstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom.

V Ljubljani, dne _____

Podpis avtorja: _____

KAZALO

UVOD	1
1 KRATEK ZGODOVINSKI PREGLED GENERACIJ	1
1.1 Generacija 1G	2
1.2 Generacija 2G	2
1.2.1 Generacija 2.5G	3
1.2.2 Generacija 2.75G	3
1.3 Generacija 3G	3
1.3.1 Generacija 3.5G	3
1.3.2 Generacija 3.75G	4
1.4 Generacija 4G	4
1.4.1 Generacija 4.5G	5
2 O TEHNOLOŠKEM PREDVIDEVANJU	5
3 BASSOV MODEL	6
3.1 Inovatorji in imitatorji	6
3.2 Ocenjevanje parametrov	9
3.3 Napovedovanje	11
4 OCENJEVANJE BASSOVEGA MODELA	12
4.1 Podatki	12
4.2 Regresijska analiza	14
4.2.1 Izračun determinacijskega koeficienta	16
4.2.2 Ocena kvadratne funkcije	16
4.3 Izračuni parametrov Bassovega modela	17
5 UGOTOVITVE IN NAPOVEDI	17
5.1 Ugotovitve GSM tehnologije	18
5.2 Napovedi UMTS tehnologije	21
SKLEP	23
LITERATURA IN VIRI	24
PRILOGA	

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Generacije mobilnih omrežij</i>	<i>5</i>
<i>Slika 2: Število novih uporabnikov glede na zunanje in notranje vplive $f(t)$</i>	<i>7</i>
<i>Slika 3: Skupno število uporabnikov $F(t)$</i>	<i>8</i>
<i>Slika 4: Učinek povečanja imitacije (q)</i>	<i>8</i>
<i>Slika 5: Učinek povečanja inovacije (p)</i>	<i>9</i>
<i>Slika 6: Vprašanja, ki se pojavljajo pri napovedovanju</i>	<i>11</i>
<i>Slika 7: Rast UMTS po letih.....</i>	<i>13</i>
<i>Slika 8: Rast GSM po letih.....</i>	<i>13</i>
<i>Slika 9: Razsevni diagram GSM uporabnikov</i>	<i>15</i>
<i>Slika 10: Primerjava dejanske in napovedane rasti GSM po letih.....</i>	<i>18</i>
<i>Slika 11: Primerjava dejanske in napovedane rasti GSM po letih, $Y(t)$ in $S(t)$</i>	<i>20</i>
<i>Slika 12: Primerjava dejanske rasti UMTS in napovedane rasti GSM po letih</i>	<i>21</i>

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1: Generacije mobilnih omrežij</i>	<i>2</i>
<i>Tabela 2: Število Mobitelovih uporabnikov GSM / UMTS tehnologije po letih.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 3: Rezultati regresijske analize.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 4: Bassova napoved števila Mobitelovih uporabnikov GSM tehnologije po letih.....</i>	<i>18</i>

UVOD

Danes si življenja brez mobilnih telefonov in njihovih pripomočkov težko predstavljamo. S pojavom interneta je potreba po mobilnem prenosu podatkov narekovala nadgraditev govorne uporabe mobilnih telefonov s podatkovnimi hitrostmi, ki doživljajo zelo hiter razvoj v smeri prenosa podatkov. Najpomembnejši dejavnik za uspeh mobilnih tehnologij je uporabnik, ki želi pester nabor mobilnih storitev po načelu »kjerkoli in kadarkoli«. Tempo življenja nam nalaga, da iščemo dostop do informacij vedno in povsod in pri tem vedno večjo vlogo igrajo mobilne komunikacije.

Začetek razvoja metod za napovedovanje novih izdelkov in storitev je nastala s pojavom teorije difuzije, ki jo je prvi matematično formaliziral Frank Bass in se po njem imenuje Bassov model. Je še vedno najpogostejši model za spremljanje in napovedovanje, ki daje podjetjem možnost, da pogledajo v prihodnost in lahko vplivajo na poslovne odločitve. Ta model za napovedovanje novih izdelkov in storitev deli uporabnike na inovatorje in imitatorje. Inovatorji so prvi kupci, ki so nagnjeni k tehnološkemu napredku, imitatorji pa so posnemovalci, ki zbirajo izkušnje drugih uporabnikov. Dobro izbrana parametra inovacije in imitacije neke že uveljavljene storitve, lahko napoveata neko novo storitev.

Zaključna strokovna naloga je razdeljena v pet glavnih delov. V prvem delu bom opisal razvoj mobilnih omrežij skozi vse generacije, in sicer od prve do sedanje, četrte generacije. V drugem delu bom opisal tehnološko predvidevanje, kamor spada tudi Bassov model, ki ga bom opisal v naslednjem tretjem delu. Glavni namen te naloge zajema uporabo Bassovega modela, kjer bom na podlagi izračuna parametrov generacije GSM napovedal rast prihodnje generacije UMTS. V četrtem delu bom podal rezultate izračunov Bassovega modela. V zadnjem, petem delu, pa bom podal ugotovitve in napovedi.

Odgovoriti želim na vprašanja: kakšen bo vpliv na odločitev za sprejem: notranji ali zunanji vpliv, kdaj je predvideni čas vrha posvojitve in v katerem letu bo največji delež uporabnikov prešel iz GSM na UMTS tehnologijo.

1 KRATEK ZGODOVINSKI PREGLED GENERACIJ

Razvoj mobilne telefonije je iz leta v leto hitrejši, razširjenost med uporabniki pa vedno večja. Nove želje in potrebe uporabnikov zahtevajo razvoj novih storitev, za njihovo potrebo pa je potrebno razviti nove mobilne naprave in nova mobilna omrežja. Ti vplivajo drug na drugega in tako stopnjujejo hitrost razvoja mobilnih tehnologij.

Razvoj mobilnih omrežij opisujemo z generacijami. Vsaka generacija ima svoje tehnične lastnosti in osnovne karakteristike, ki posamezno tehnologijo mobilnih komunikacij uvršča v posamezno generacijo. Zdaj so v Sloveniji na voljo storitve druge, tretje in začetek četrte generacije mobilnih omrežij. Operaterji vseskozi nadgrajujejo omrežja, ki bodo v prihodnosti ponujala še boljše storitve uporabnikom (Benkovič, 2012, str. 4).

V spodnji tabeli (Tabela 1) so podane posamezne generacije po časovnem obdobju: naziv generacije, ali generacija podpira prenos podatkov, pričetek oz. konec uporabe v Sloveniji in bistveno novost posamezne generacije.

Tabela 1: Generacije mobilnih omrežij

Generacija	Naziv	Prenos podatkov	Pričetek uporabe	Ukinitev omrežja	Bistvena novost
1G	NMT	NE	1991	2005	Mobilnost
2G	GSM	NE	1996		Digitalen prenos
2.5G	GPRS	DA	2001		Paketni podatkovni prenos
2.75G	EDGE	DA	2006		Hitrejši podatkovni prenos
3G	UMTS	DA	2003		Širokopasovni prenos
3.5G	HSPA	DA	2008		
3.75G	HSPA+	DA	2010		
4G	LTE	DA	2012		All-IP (paketna tehnologija)

Vir: TS Zgodovina - O podjetju, 2012.

1.1 Generacija 1G

Nastala je konec osemdesetih let. Značilnost sistemov mobilnih komunikacij prve generacije je bilo veliko različnih sistemov, ki med seboj niso bili združljivi. V državah vzhodne Evrope in Skandinavije so razvili standard NMT (nordijski sistem mobilne telefonije). S tem standardom se je leta 1991 v Sloveniji začela mobilnost. Omrežje NMT je bilo konec leta 2005 izključeno, ker proizvajalci ne izdelujejo več aparatov in omrežne opreme zanj. Pošiljanje podatkov tu še ni bilo mogoče (Hribar, 2007, str. 288-289).

1.2 Generacija 2G

Prehod s prve na drugo generacijo je pomenil prehod z analogne na digitalno tehnologijo, za katero je morala biti zgrajena nova infrastruktura z baznimi postajami po vsej državi. Drugo generacijo najbolj poznamo po kratici GSM (globalni sistem mobilnih komunikacij). Cilj je bil razviti standard za skupno evropsko mobilno omrežje, ki bo temeljilo na digitalni telefoniji in bo omogočalo prehajanje uporabnikov med omrežji posameznih operaterjev in držav. Zmogljivost prenosa se je bistveno povečala. Poleg pošiljanja glasu je bilo mogoče tudi pošiljanje dodatnih podatkov, kot so čas in datum ter kratka sporočila (SMS). Začetek omrežja GSM v Sloveniji je bilo leto 1996 (Hribar, 2007, str. 289-290).

S programsko nadgradnjo obstoječega omrežja je bila uvedena tehnologija HSCSD (hitri vodovno komutirani podatki), ki omogoča prenos podatkov do hitrosti 57,6 kbit/s (Hribar, 2007, str. 290).

1.2.1 Generacija 2.5G

Kaj je »druga generacija in pol«, ni uradno opredeljeno. Uvedli so jo iz tržnih razlogov. S to generacijo se je začel prenos podatkov prek mobilnih telefonov. Poznamo jo pod imenom GPRS (splošna paketna radijska storitev). Teoretično lahko hitrost prenosa doseže 128 kbit/s, v glavnem pa je hitrost okoli 40 kbit/s. GPRS je paketno orientirana storitev (v primerjavi s HSCSD, ki je tokokrogovno orientirana) in omogoča, da se zaračunava količina prenesenih podatkov in ne čas, ki je bil potreben za prenos. Ni resnično širokopasovna storitev, ampak služi kot vmesna rešitev (Hribar, 2007, str. 290).

1.2.2 Generacija 2.75G

Tudi »druga generacija in tri četrti« ni uradno določena. Vanjo sodijo omrežja, ki formalno še niso del tretje generacije, so se ji pa po hitrosti prenosa podatkov zelo približala. To je sistem EDGE (GSM za hitrejša podatkovne komunikacije), nadgradnja oziroma »tuning« različica GPRS-a, ki lahko doseže hitrost prenosa podatkov do 384 kbit/s, v glavnem pa je hitrost okoli 150 kbit/s. Uporablja se kot optimalna rešitev za aplikacije, ki zahtevajo srednje in visoke hitrosti prenosa podatkov (Hribar, 2007, str. 290).

1.3 Generacija 3G

Cilj trtje generacije (3G) je bil zamišljen kot globalni standard mobilnih komunikacij, vendar ta cilj ni bil dosežen, saj ni prišlo do uskladitve enotnega standarda za zemeljski del sistema. V Evropi je bil tako predlagan sistem UMTS (univerzalni mobilni telekomunikacijski sistem). 3G predstavlja evolucijsko nadgradnjo omrežij druge generacije 2G. Del jedrne infrastrukture ostaja enak in se nadgradi, v celoti pa je nov radijski podsistem. Omrežja 2G in 3G delujejo vzporedno, omogočen je prehod med sistemoma, kar podpirajo tudi terminali. Omrežja GSM/GPRS podpirajo enake podatkovne storitve oz. aplikacije, vendar z nižjimi hitrostmi. Značilnosti 3G tehnologije so: sočasno delovanje govora in podatkov, izboljšana varnost in kvaliteta storitve (Vehovar, 2012, str. 2).

Če je bil poudarek v sistemih 2G na govorni storitvi in je bila temu prilagojena tudi tehnologija, je 3G razvit za širokopasovne podatkovne aplikacije. Mobilne tehnologije 3G uporabnikom omogočajo hiter dostop do interneta ter podatkovnih, glasbenih, video storitev, podpira videoprenose v živo in ogled TV prek interneta. Takrat glavna prednost ni bila hitrost prenosa podatkov, temveč videotelefonija. UMTS podpira prenosne hitrosti med 144 in 384 kbit/s za široko področje pokritosti. Najvišja podatkovna hitrost teoretično sega do 2 Mbit/s. Omrežje UMTS je v Sloveniji pričelo delovati leta 2003 med prvimi na svetu (Hribar, 2007, str. 291).

1.3.1 Generacija 3.5G

Novi mobilni protokol HSDPA (hitri navzdolnji paketni dostop) neuradno imenujejo »tretja generacija in pol«. Gre za nadgradnjo omrežja UMTS in omogoča hitrejši prenos podatkov k uporabniku. Teoretično najvišja navzdolnja podatkovna hitrost sistema HSDPA sega do 14,4

Mbit/s, povprečna hitrost za uporabnika pa je v razredu 2–3 Mbit/s, kar je primerljivo z rezidenčnim fiksnim dostopom (Kaj prinaša HSPA+, 2012).

Podoben je tudi protokol HSUPA (hitri navzgornji paketni dostop) s hitrostjo prevzema do 5,8 Mbit/s, povprečna hitrost za uporabnika pa je v razredu 1 Mbit/s. Gre za nadgradnjo omrežja UMTS in omogoča hitrejši prenos podatkov od uporabnika k operaterju. Nekateri ta protokol označujejo kot »tretjo generacijo in tri četrt« (Kaj prinaša HSPA+, 2012).

1.3.2 Generacija 3.75G

HSPA+ (paketni dostop z visoko hitrostjo +) je zadnja stopnja razvoja omrežij tretje generacije. Omogoča občutno večje hitrosti prenosa podatkov, teoretično največ 42 Mbit/s v smeri proti uporabniku in največ 5,76 Mbit/s v smeri od uporabnika, kar pa že prehiteva večino obstoječih ožičenih povezav (Kaj prinaša HSPA+, 2012).

1.4 Generacija 4G

LTE (Evolucija na daljši rok), predstavlja nov mejnik v razvoju mobilnih komunikacij. Ta tehnika naj bi omogočala navzdolnje hitrosti krepko čez 100 Mbit/s in navzgornje čez 50 Mbit/s. S temi hitrostmi bo LTE popolnoma konkurenčen obstoječim širokopasovnim omrežjem. Za LTE je delno potrebno zgraditi novo omrežje. Gre za pomik mobilne komunikacije od govornih klicev povsem v sfero prenosa podatkov. Gre za tako imenovano četrto generacijo sistema globalne mobilne komunikacije – 4G (Četrta generacija, 2012).

Generacijski preskok mora po definiciji predstavljati temeljno spremembo v naravi delovanja sistema. Prvi je bil prehod iz analogne v digitalno komunikacijo (iz NMT v GSM), drugi prehod v UMTS. Zanj je bilo predpisanih kar nekaj sprememb: hitrost prenosa podatkov nad 200 kbit/s, podpora multimedijskim vsebinam (pretočni video in videotelefonija). Predpisi za LTE pa predvidevajo naslednje: hitrost prenosa podatkov proti uporabniku vsaj 100 Mbit/s, od uporabnika vsaj 50 Mbit/s, neopazna predaja med različnimi heterogenimi omrežji (uporabnik bo lahko hkrati vključen v različna brezžična dostopovna omrežja – na primer WiFi, WiMAX, EDGE, UMTS in bo lahko brez prekinitev prehajal med njimi), kompatibilnost s predhodnimi 2G in 3G standardi (v primeru izgube LTE pokritosti) in celotno omrežje mora temeljiti na internetnem protokolu IP (popolnoma se bo tudi opustil govorni del omrežja, saj se bo tudi govor prenašal s paketnim prenosom, kar pomeni večjo kakovost govora) (Četrta generacija, 2012).

Z uporabniškega vidika bo 4G prinesel večjo fleksibilnost, dinamičnost in prilagodljivost mobilnih rešitev, storitve bodo prilagojene vsakemu uporabniku posebej. Glavna aplikacija 4G bo video (visoko kakovostni audio/video).

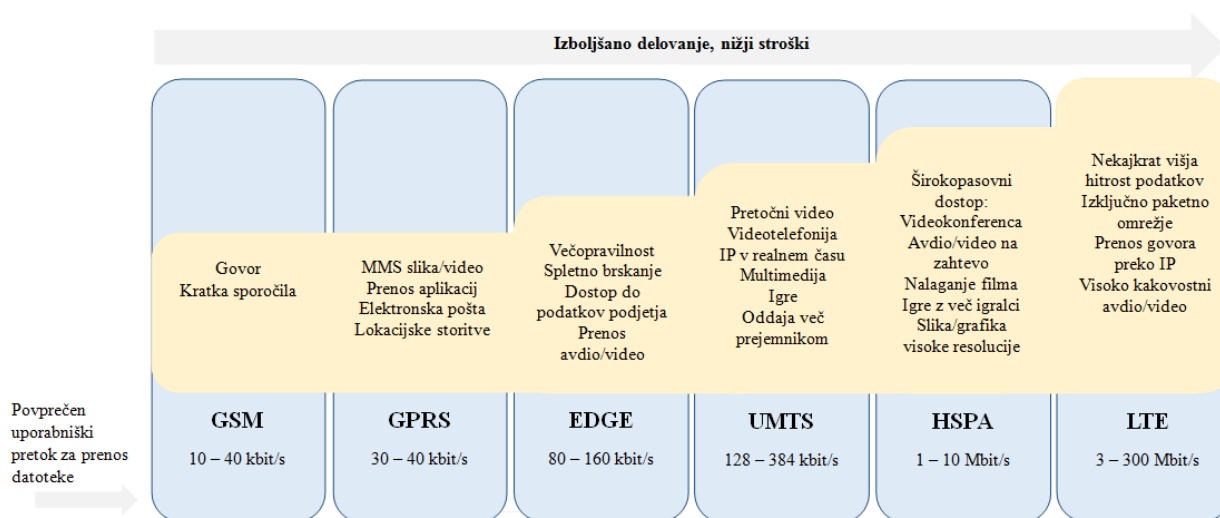
Prvo omrežje LTE je bilo zagnano decembra 2009, pri nas v Sloveniji pa se je tesno obdobje začelo leta 2011. Mobitel je ravno v tem času začel z izgradnjo LTE omrežja in obljublja, da bo v začetku leta 2013 pokril vsa večja slovenska mesta. (LTE: Dobrodošli v prihodnosti mobilnih komunikacij, 2012).

1.4.1 Generacija 4.5G

Pravzaprav LTE tehnično gledano še ni 4G. Organizacija 3GPP (Partnerski projekt tretje generacije), ki bdi nad standardom LTE, je namreč določila, da bo šele nadgradnja LTE, imenovana LTE-Advanced (napredni LTE), prva prava tehnologija 4G, glavni argument pa je hitrost prenosa podatkov. Pravi 4G mora namreč omogočati gigabitne hitrosti. Standard za LTE-Advanced je bil dokončan šele lani (2011), tako da prvi tehnološki preizkusi šele potekajo (LTE: Dobrodošli v prihodnosti mobilnih komunikacij, 2012).

Na spodnji sliki (Slika 1) so prikazane zgoraj naštet generacije (od GSM do LTE): povprečen uporabniški pretok za prenos datoteke in pomembnejše tipične storitve za vsako posamezno generacijo.

Slika 1: Generacije mobilnih omrežij



Vir: A. Hadden, *Evolution to 3G with GSM/EDGE and WCDMA*, 2005, str. 11.

2 O TEHNOLOŠKEM PREDVIDEVANJU

Indihar (2007, str. 75) pravi takole: »TP (tehnološko predvidevanje) je raziskovalna dejavnost, ki poskuša predvideti in usmerjati bodoči nacionalni tehnološki razvoj, razvoj posameznih gospodarskih panog, razvoj posameznih proizvodnih organizacij, napovedati pojav novih ali izboljšanih tehnologij, predvideti nove oziroma izboljšane izdelke. TP se ukvarja z vprašanji: kako hitro bo nova tehnologija zamenjala staro, kako hitro se bo med prebivalstvom uveljavil neki novi izdelek, kako bodo tehnološke spremembe vplivale na ekonomski in družbeni razvoj. TP se ne ukvarja z vprašanjem, kako razviti neko novo tehnologijo ali izdelati neki novi izdelek. Tudi ni orientirano k dobičkonosnosti. TP nakazuje potrebne raziskovalne aktivnosti, da bi čim bolj verodostojno napovedali npr. pojav neke tehnološke novosti v določenem časovnem intervalu. TP ima za izhodišče prehojeno razvojno pot, zmožnosti materialnih in človeških virov in seveda razvojne cilje, ki si jih postavi bodisi določena organizacija bodisi podjetje, regija, država ali celotna družba.«

Namesto besede predvidevanje uporabljamo tudi besedi napovedovanje ali prognoziranje (Indihar, 2007, str. 75).

Odgovora na vprašanje ali bo napoved dovolj natančna ob izdelavi napovedi seveda nimamo. Kljub analizi vseh dejavnikov, od katerih je odvisen bodoči razvoj, je napoved le približna, lahko celo napačna (pripeti se lahko nepredvidljiv dogodek). Izdelovalci prognoz morajo spremljati razvoj in napovedi prilagajati novim razmeram. Čeprav je napoved le približna, je bolje, kot da je nebi imeli. Opazovanje, kako se napoved uresničuje, nam pomaga, da spremljamo razvoj in se pri tem učimo, kako izboljšati proces pri izdelavi napovedi (Indihar, 2007, str. 76).

Napovedovanje števila uporabnikov nove storitve danes predstavlja pomemben korak v procesu načrtovanja in oblikovanja komunikacijskih omrežij. Ponudniki komunikacijskih storitev in proizvajalci komunikacijske opreme uporabljajo različne modele napovedovanja novih storitev, z namenom izpeljati zanesljive napovedi za prihodnji razvoj trga in s tem uspešno dimenzioniranje potreb omrežja. Na podlagi napovedi, projektanti sistema izberejo strateške odločitve, katere izboljšujejo delovanje omrežja, izboljšujejo kakovost storitev, pravočasno uvedejo novo storitev, povečajo zadovoljstvo uporabnikov in drugo (Veličković, 2011, str. 663).

3 BASSOV MODEL

Difuzijski modeli so našli široko uporabo pri trženju, predvsem odraža dinamiko življenjskega cikla novega izdelka oz. storitve, za napovedovanje povpraševanja po novem izdelku oz. storitvi in pomoč pri strateški izbiri pred, med in po uvedbi novega izdelka oz. storitve. Modeli, ki slonijo na teoriji difuzije kako napovedati sprejemanje inovacij se imenujejo difuzijski modeli. Difuzijski modeli opisujejo odvisnost od prodaje novih proizvodov oz. storitev glede na čas. Ker je v resnici prodaja odvisna od številnih zunanjih vplivov, kot so oglaševanje izdelka oz. storitve, spremembe cen in spremembe v intenzivnosti distribucije, je pomembno ustvariti model, ki bo upošteval vse te spremenljivke. Difuzija inovacije je zato študija o tem, kako, zakaj in s kolikšno hitrostjo se nove tehnologije in ideje širijo preko socialnih sistemov (Ivić & Veličković, 2010, str. 926-927).

Osnovne predpostavke, ki nastanejo pri uporabi difuzijskega modela so (Ivić & Veličković, 2010, str. 927):

- Uporabljajo se za nove kategorije proizvodov oz. storitev.
- Vsak uporabnik kupi samo en nov izdelek oz. storitev. Ni ponavljajočih se nakupov.
- Potencialna velikost trga. Model zahteva, da je skupna velikost trga fiksna.
- Metoda se uporablja samo za dolgoročne izdelke.

3.1 Inovatorji in imitatorji

Najbolj znan difuzijski model (in tudi prvi) je Bassov model iz leta 1969. Model temelji na interakciji med uporabniki in potencialnimi uporabniki, ki vplivajo na proces sprejemanja novih proizvodov ali storitev. Bass jih deli na dve kategoriji uporabnikov (Ivić & Veličković, 2010, str. 926):

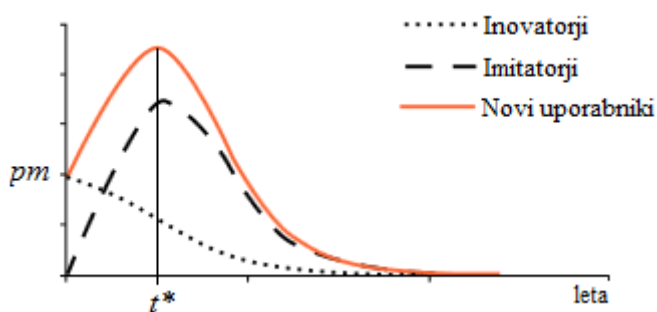
- Inovatorji. V to kategorijo sodijo uporabniki, ki imajo željo po novih storitvah ali tehnologijah (brez vpliva drugih uporabnikov). Na to kategorijo uporabnikov vpliva intenzivnost trženja in oglaševanja. Vpliv inovatorjev je označen s parametrom inovacije p .
- Imitatorji oziroma posnemovalci. Ta kategorija predstavlja osnovo širjenja inovacije in je neposredno odvisna od števila uporabnikov, ki so že sprejele nove storitve ali tehnologije. Izmenjava izkušenj med prebivalci vpliva na število posnemovalcev, katerih vpliv se kaže v parametru imitacije q .

Parametra p in q določata stopnjo in obliko rasti krivulje, opisano z $F(t)$.

Bassov model je nastal pri proučevanju procesa širjenja novega izdelka med prebivalstvom in sodi med difuzijske modele. Predpostavka Bassovega modela je, da so potencialni kupci pod vplivom dveh vrst oglaševalskih komunikacij: masovni mediji, ustna sporočila. Ena skupina kupcev se odloči za nakup na osnovi oglaševanja v masovnih medijih (zunanji vplivi), druga skupina pa na osnovi ustnega sporočila (notranji vplivi). Prvo skupino F. M. Bass imenuje inovatorji, drugo skupino pa imitatorji (Mahajan, Muller & Bass, 1990, str. 2).

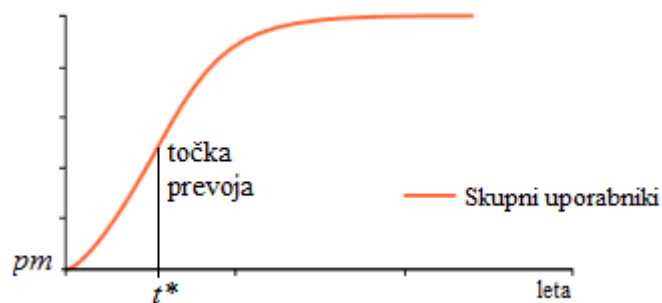
Sliki 2 in 3 prikazujeta konceptualno in analitično strukturo, iz katere izhaja Bassov model. Kot je prikazano na Sliki 2, Bassov model predpostavlja, da inovatorji (kupci, ki kupijo izdelek oz. storitev izključno zaradi komunikacije masovnih medijev oz. zunanjih vplivov) so prisotni celoten postopek difuzije. Krivulja, ki prikazuje število novih uporabnikov glede na čas ima obliko zvona. Slika 3 pa prikazuje analitično strukturo, ki je podlaga Bassovega modela. Čas t^* prikazuje vrh števila novih uporabnikov (število uporabnikov doseže kritično maso), pri skupnem številu uporabnikov pa t^* prikazuje točko prevoja S-krivulje in v tej točki je dosežena najvišja stopnja difuzije. Po času t^* pa je pričakovati upadanje števila novih uporabnikov. Konstanta pm predstavlja začetno raven uporabnikov difuzijskega procesa (Mahajan et al., 1990, str. 2-3).

Slika 2: Število novih uporabnikov glede na zunanje in notranje vplive $f(t)$



Vir: V. Mahajan et al., *New Product Diffusion Models in Marketing: A Review and Directions for Research*, 1990, str. 4.

Slika 3: Skupno število uporabnikov $F(t)$



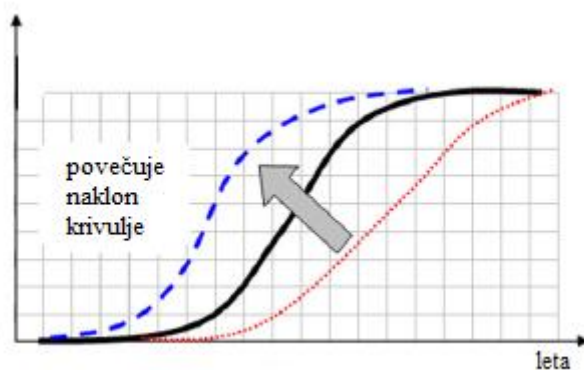
Vir: V. Mahajan et al., *New Product Diffusion Models in Marketing: A Review and Directions for Research*, 1990, str. 4.

Pri modeliranju razširjanja inovacij na trge, uporabljeni model temelji na dveh segmentih: inovatorji in posnemovalci. Inovatorji predstavljajo uporabnike, ki so bolj v stiku z novimi razvojnimi segmenti izdelkov oz. storitev in tehnologij, kateri vplivajo na njihove posnemovalce s prenašanjem izkušenj. Hitrost sprejemanja tehnologije določata parametra p in q . Parameter p predstavlja stopnjo s katero se začne sprejemanje izdelka oz. storitve in parameter q predstavlja stopnjo kasnejše rasti (Veličković, 2012a, str. 3-4).

Slika 4 prikazuje učinek povečanja imitacije. Visoka vrednost imitacije (q) pomeni, da je difuzija počasna na začetku, potem pa se pospešuje – hitrost pozne rasti (Veličković, 2012a, str. 3).

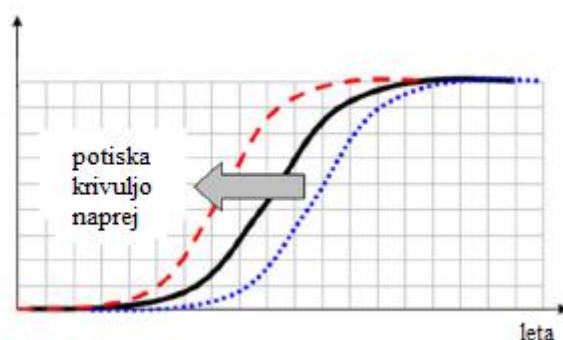
Slika 5 pa prikazuje učinek povečanja inovacije. Visoka vrednost inovacije (p) pomeni, da ima difuzija hiter začetek (Veličković, 2012a, str. 4).

Slika 4: Učinek povečanja imitacije (q)



Vir: S. Veličković, *Jedan model prognožiranja tražnje novih usluga*, 2012a, str. 3.

Slika 5: Učinek povečanja inovacije (p)



Vir: S. Veličković, *Jedan model prognoziranja tražnje novih usluga*, 2012a, str. 4.

3.2 Ocenjevanje parametrov

Uporaba Bassovega modela za napovedovanje, ki spodbuja inovativnost, zahteva oceno treh parametrov: koeficient zunanjega vpliva (p), koeficient notranjega vpliva (q) in tržni potencial (m). Ocenjevanje teh parametrov je odvisno od količine podatkov, ki so nam na voljo. Poznamo ocenjevanje (Mahajan et al., 1990, str. 6-9):

- Brez predhodnih podatkov: Če podatki niso na voljo, lahko ocene parametrov dobimo na podlagi difuzije podobnih izdelkov. Te vrednosti se lahko enostavno dimenzionira iz preteklih primerjalnih tehnologij. Na vrednost koeficienta inovacije in imitacije vpliva tehnologija, ki se pojavi pri določenem izdelku oz. storitvi in različni dejavniki na trgu.
- Ocenjevanje z razpoložljivimi podatki: Bassov model je oblikovan po analogiji zgodovinskih podatkov širjenja podobne tehnologije (starejša generacija). Najnovejša tehnologija je v osnovi enaka prejšnji tehnologiji. Če podatki so na voljo, pa potrebujemo podatke o najmanj treh obdobjih. Stabilne in zanesljive ocene parametrov za Bassov model so primerne le v primeru, da je bil že dosežen vrh – točka, kjer se krivulja rasti upočasni mora že nastopiti, drugače Bassovega modela še ni možno izračunati. Kadar podatki so na voljo, je eden od prvih postopkov za oceno difuzije parametrov: Običajen postopek najmanjših kvadratov, katerega sem tudi uporabil za izračun parametrov p , q in m . Ta postopek vključuje oceno parametrov z uporabo regresijske analize.

Bassov model je oblikovan na osnovi predpostavke, da je pogojna verjetnost, da bo naključno izbrani posameznik začel uporabljati storitev v času t , linearno odvisna od števila posameznikov, ki so se do tega trenutka že odločili za uporabo storitve. Te linearne koeficiente je povezal z lastnostmi inovacije in imitacije. Verjetnost, da bo nekdo sprejel nov izdelek oz. storitev v času t ob predpostavki, da uporabnik ni že prej sprejel izdelka oz. storitve zapišemo z enačbo (Bass, 1969, str. 217):

$$\frac{f(t)}{1-F(t)} = p + \frac{q}{m} Y(t) \quad (1)$$

Kjer je:

- $f(t)$ – delež uporabnikov, ki se odločijo za uporabo storitev v trenutku t
- $F(t)$ – kumulativni delež posameznikov, ki so do trenutka t že prevzeli storitev
- p – koeficient inovativnosti
- q – koeficient posnemanja
- m – število posameznikov, ki bodo prevzeli storitev na dolgi rok
- $Y(t)$ – število posameznikov, ki so se že odločili za uporabo storitve do trenutka t

Stopnjo privzemanja $S(t)$ v času t tako dobimo (Bass, 1969, str. 217):

$$S(t) = pm + (q - p)Y(t) - \frac{q}{m}Y(t)^2 \quad (2)$$

Stopnjo privzemanja razložimo kot število posameznikov, ki se v nekem trenutku odločijo za uporabo storitve. Enačbo (2) lahko preuredimo (Bass, 1969, str. 219):

$$S(t) = a + bY(t - 1) + c[Y(t - 1)]^2 \quad (3)$$

Kjer je:

$$a = pm$$

$$b = q - p$$

$$c = -\frac{q}{m} \quad (4)$$

V taki obliki jo lahko uporabimo za ocenjevanje parametrov a , b in c z regresijsko analizo po metodi najmanjših kvadratov. Parametre Bassovega modela m , p in q dobimo z rešitvijo (Bass, 1969, str. 219):

$$\begin{aligned} m &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2c} \\ p &= \frac{a}{m} \\ q &= -mc \end{aligned} \quad (5)$$

Čas, ko nastopi največja stopnja privzemanja $S(t)$, lahko izračunamo (Bass, 1969, str. 219):

$$t^* = \frac{1}{p+q} \ln \frac{q}{p} \quad (6)$$

V določenem času se število novih uporabnikov začne zmanjševati, saj se število ljudi, ki še niso sprejeli nove storitve oz. izdelka zmanjšuje.

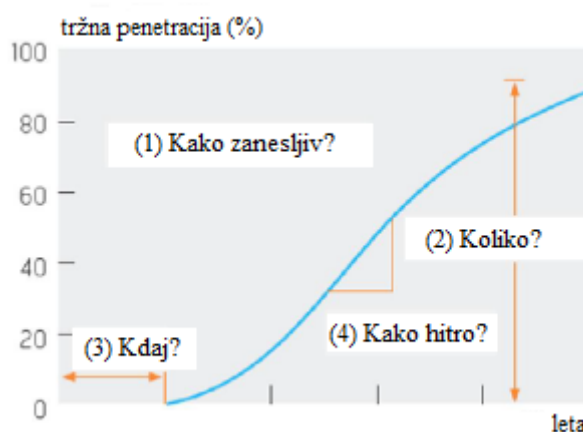
3.3 Napovedovanje

Štiri ključna vprašanja, ki se pojavljajo za napovedovanje sprejemanja novih storitev oz. izdelkov (Veličković, 2012b, str. 2):

- (1) Kako je zanesljiva uporabljena metoda za napovedovanje?
- (2) Koliko je lahko najvišja pričakovana stopnja penetracije?
- (3) Kdaj se bo začelo sprejemanje novih storitev oz. izdelkov?
- (4) Kako hitro se bo odvijalo širjenje storitev oz. izdelkov?

Slika 6 predstavlja temeljna vprašanja, ki se pojavljajo za napovedovanje sprejemanja novih storitev oz. izdelkov.

Slika 6: Vprašanja, ki se pojavljajo pri napovedovanju



Vir: S. Veličković, *Primena difuzionih modela u prognoziranju broja ADSL korisnika*, 2012b, str. 2.

Napovedovanje sprejema telekomunikacijskih (TK) storitev je doseženo z velikim uspehom s pomočjo difuzijskih modelov. Razvoj novih TK storitev zahteva večletno prizadevanje in veliko investicijo. Zato je napovedovanje obnašanja trga v zvezi s ponujeno storitvijo ali izdelka zelo pomembno. Trg predstavljajo vsi sedanji in potencialni uporabniki storitev oz. izdelkov (Radojičić & Marković, 2008, str. 33).

Zanimivo je dejstvo, da je Bassov model uporaben za napoved številnih izdelkov oz. storitev ne glede na številne spremembe, kot so na primer cena izdelka oz. storitve in oglaševanje. To sicer lahko pomeni netočne čase napovedi, vendar je oblika krivulje rasti vedno podobna (Veličković, 2012a, str. 4).

Te stvari (cena izdelka oz. storitve, oglaševanje,...) so kasneje drugi avtorji upoštevali in dodajali v Bassov model, vendar ti razširjeni modeli že presegajo cilj mojega dela.

4 OCENJEVANJE BASSOVEGA MODELA

V tem delu bom izračunal parametre za Bassov model po podanih formulah iz prejšnjega poglavja.

4.1 Podatki

Za namen analize sem uporabil letne podatke o Mobitelovih uporabnikih GSM tehnologije, od vsega začetka uvedbe (od leta 1997) pa do začetka uvedbe UMTS tehnologije (do leta 2004). Podatke o GSM uporabnikih Mobitelovega omrežja sem dobil iz starih letnih poročil Mobitela in iz zadnjega letnega poročila Telekom Slovenije (leto 2011 Telekom Slovenije pripoji največjo hčerinsko družbo Mobitel). Podatke o UMTS uporabnikih Mobitelovega omrežja (od leta 2004 pa do leta 2011) pa sem dobil iz internih gradiv podjetja Ericsson.

Podatki o številu GSM uporabnikov in podatki o številu UMTS uporabnikov so prikazani v spodnji tabeli:

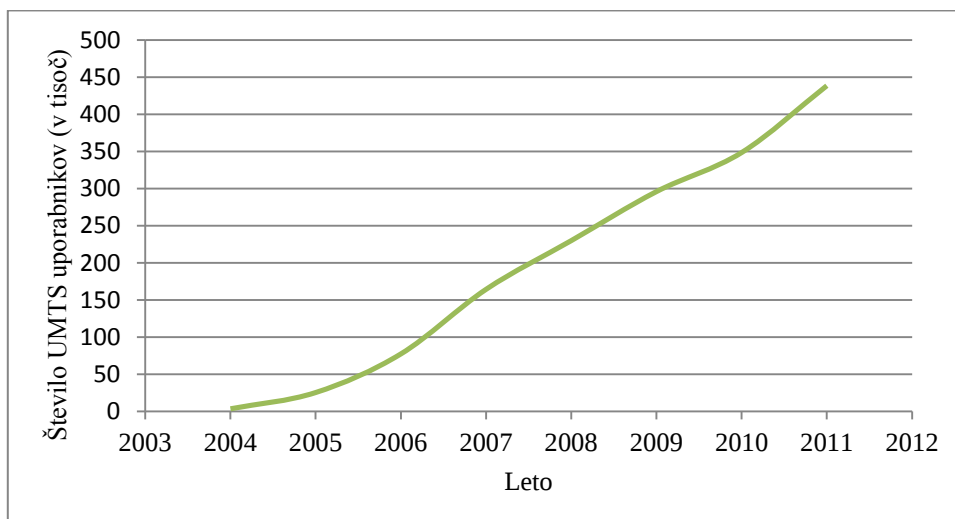
Tabela 2: Število Mobitelovih uporabnikov GSM / UMTS tehnologije po letih

Leto	Število GSM uporabnikov		Število UMTS uporabnikov		Število vseh Mobitelovih uporabnikov
	$Y(t)$ (skupno št. uporabnikov)	$S(t)$ (št. novih uporabnikov)	$Y(t)$ (skupno št. uporabnikov)	$S(t)$ (št. novih uporabnikov)	
1997	50000	50000			50000
1998	148000	98000			148000
1999	552000	404000			552000
2000	905000	353000			905000
2001	1124500	219500			1124500
2002	1212200	87700			1212200
2003	1320000	107800			1320000
2004	1347622	27623	3378	3378	1351000
2005			25288	21911	1264400
2006			77274	51986	1287900
2007			164216	86942	1263200
2008			229786	65570	1209400
2009			295800	66014	1183200
2010			348360	52560	1161200
2011			438360	90000	1112400

Vir: Telekom Slovenije d.d., Letno poročilo podjetja Mobitel d.d., 1997-2011; Ericsson d.o.o., LTE Business & Development workshop, 2012, str. 13.

Prvo sem želel napovedati rast LTE na podlagi rasti UMTS. Vendar sem trčil na metodološko prepreko. Iz spodnjega grafa (Slika 7), ki prikazuje rast $Y(t)$ po letih se vidi, da prevoj še ni nastopil (točka, kjer se krivulja rasti upočasni), ker UMTS tehnologija še ni dosegla kritične mase, in Bassovega modela še ni možno izračunati.

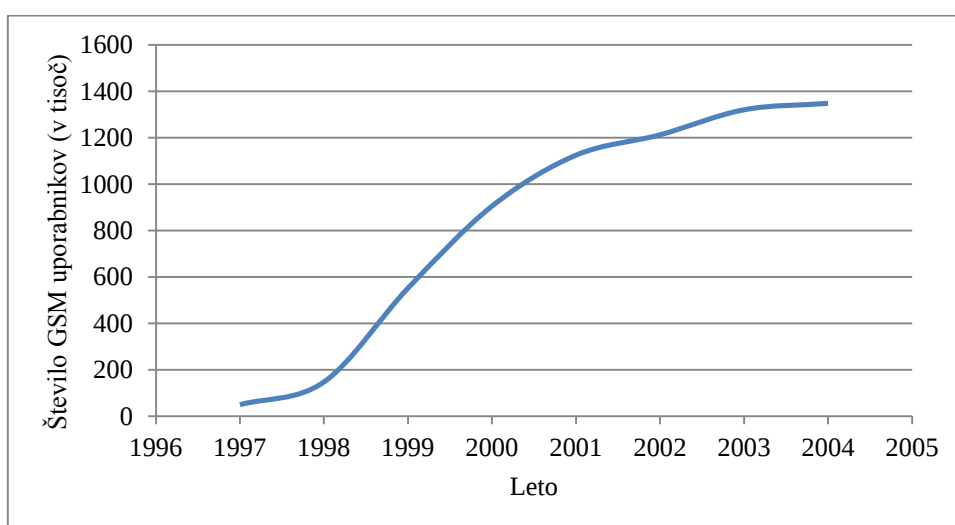
Slika 7: Rast UMTS po letih



Vir: Ericsson d.o.o., *LTE Business & Development workshop*, 2012, str. 13.

Zato sem se odločil napovedati rast UMTS na podlagi rasti GSM. Spodnji graf (Slika 8), prikazuje rast $Y(t)$ po letih, kjer se vidi, da je prevoj že nastopil in GSM tehnologija je že dosegla kritično maso, in Bassov model lahko izračunamo.

Slika 8: Rast GSM po letih



Vir: Telekom Slovenije d.d., *Letno poročilo podjetja Mobitel d.d.*, 1997-2004.

Saje (2012, str. 2) pravi takole: »Večini uporabnikov zadošča ročni terminal, ki ga uporabljajo predvsem za govor, SMS in le občasen paketni prenos. Po šestih letih UMTS (leto 2009) še vedno dve tretjini terminalov v omrežju delujeta samo na GSM. Še dolgo let bo trajalo, da bodo v omrežju prevladovali terminali, ki bodo delovali na vseh frekvencah ter z vsemi standardi.

4.2 Regresijska analiza

Pri proučevanju trenda izhajamo iz predpostavke, da bo šel razvoj z manjšimi odstopanji v smeri, ki jo nakazujejo vrednosti – časovna vrsta opazovanega pojava. Časovna vrsta je podlaga za izbor krivulje, ki jo vzamemo za trend. Parametre, ki so v enačbi krivulje, izračunamo pogosto po kriteriju, da je vsota kvadratov odstopanj vrednosti pojava od trenda najmanjša. Metoda se imenuje metoda najmanjših kvadratov. Pravilni izbor tipa krivulje je ključnega pomena. Kadar o opazovanem pojavu poznamo poleg podatkov še dodatne lastnosti, je izbor tipa krivulje kvalitetnejši. Ob uporabi prognostičnih tehnik, kamor sodi tudi regresijska analiza, pridemo do napovedi, v katerem letu se bo pojavil določen tehnološki dogodek. Na osnovi razpoložljivih podatkov je treba najprej izračunati parametre krivulje. Njena enačba potem omogoča izračun napovedi. Krivulja rasti je dober pripomoček pri ocenjevanju meje nasičenosti tehnološke rasti in pri predvidevanju, kdaj bo dosežena določena raven. Korelacijska analiza je uporabna metoda TP v primerih, ko razvojni pokazatelji nove tehnologije kažejo podobne lastnosti, kot jih imajo obstoječe tehnologije. Seveda moramo imeti o teh tehnologijah dovolj zanesljivih podatkov. Širjenje inovativnosti prikazuje S-krivulja, za katero je potrebno opredeliti (izračunati) parametre, ki bodo vplivali na dejansko obliko krivulje. S-krivulja je omejena na obe strani, zgornji meji pravimo meja nasičenosti. V okviru TP so primerno orodje pri napovedovanju substitucijskih in difuzijskih procesov, za katere je značilna meja nasičenosti. Parameter a pomeni mejo nasičenosti. Če to mejo poznamo, je možno parametra b in c izračunati po metodi najmanjših kvadratov dokaj enostavno (Indihar, 2007, str. 77-80).

Rogelj (2000, str. 126) pravi takole: »Na podlagi prikaza vrednosti proučevanih spremenljivk v razsevnem grafikonu (je grafični prikaz povezanosti med dvema spremenljivkama) pogosto lahko ugotovimo, da je njuna odvisnost nelinearna. V takem primeru si lahko pomagamo z nelinearnimi modeli, ki so linearni v parametrih in jih je seveda možno oceniti s pomočjo metode najmanjših kvadratov. Prav tako pa lahko uporabimo tudi takšne nelinearne modele, ki jih moramo predhodno še transformirati v linearne po parametrih.« Med najbolj znanimi modeli je model kvadratne funkcije, katerega bom uporabil za Bassovo napoved.

Kvadratna funkcija:
$$Y' = \alpha + \beta X + \gamma X^2 \quad (7)$$

Rogelj (2000, str. 128) pravi takole: »Če upoštevamo, da sta X in X^2 dve neodvisni spremenljivki, lahko kvadratno funkcijo obravnavamo kot multiplo linearno regresijsko funkcijo z dvema neodvisnima spremenljivkama, in temu ustrezno ocenimo tudi njene parametre. Pri tem pa se moramo zavedati, da o dveh neodvisnih spremenljivkah govorimo zgolj v formalnem smislu, saj kvadratna funkcija vsebuje z vsebinskega vidika le eno neodvisno spremenljivko, ki nastopi v dveh oblikah (kot X in X^2). To je tudi razlog, da pri kvadratni funkciji ni smiselno razlagati parcialnih korelacijskih koeficientov, regresijska koeficienta β in γ pa imata zgolj matematičen pomen. Če je npr. γ večji od nič, je kvadratna funkcija konkavna, če pa je manjši od nič, pa je konveksna.« Iz spodnje tabele (Tabela 3) vidimo, da je v našem primeru $\gamma < 0$, kar pomeni da je kvadratna funkcija konveksna, kar se vidi tudi na spodnji sliki (Slika 9).

Tabela 3: Rezultati regresijske analize

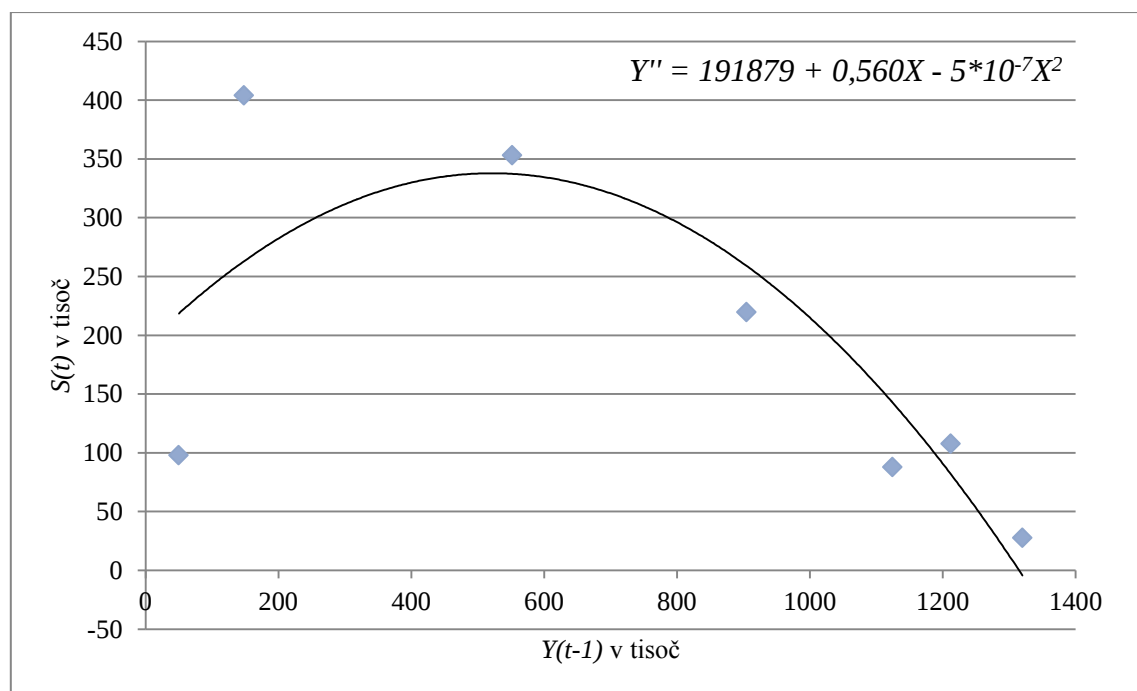
Regresijska statistika	
Koeficient korelacije, r	0,820283264
Koeficient determinacije, r^2	0,672864633
Prilagojen koeficient determinacije	0,509296949
Standardna napaka regresije	101164,5814
Število enot	7

ANOVA					
	Stopnje prostosti	Vsota kvadratnih odklonov	Srednji kvadratni odklon	F statistika	p-vrednost
Model	2	84200984857	42100492429	4,113677086	0,107017549
Ostanek	4	40937090148	10234272537		
Skupaj	6	125138075005			

	Ocena parametra modela	Standardna napaka ocene	t-statistika	P-vrednost	Spodnja meja intervala zaupanja	Zgornja meja intervala zaupanja
Ocena za a	191878,5296	92551,22971	2,07321	0,10684	-65084,87913	448841,9383
Ocena za b	0,55975	0,36778	1,52197	0,20267	-0,46137	1,58087
Ocena za c	-5,3672E-07	2,6635E-07	-2,01513	0,11413	-1,2762E-06	2,0277E-07

Vir: Telekom Slovenije d.d., Letno poročilo podjetja Mobitel d.d., 1997-2004.

Slika 9: Razsevni diagram GSM uporabnikov



Vir: Telekom Slovenije d.d., Letno poročilo podjetja Mobitel d.d., 1997-2004.

Najprej moramo preveriti, ali so vsi ocenjeni regresijski koeficienti v posamezni funkciji statistično značilni od 0. Če funkcija tega kriterija ne izpolnjuje ni primerna za izražanje odvisnosti. Upoštevati moramo, da niso kršene temeljne predpostavke regresijskega modela: vsota kvadratov ostankov regresijske funkcije mora biti čim manjša oziroma vrednost determinacijskega koeficienta čim večja (Rogelj, 2000, str. 128).

Uporabil bom rezultate računalniške obdelave in sicer izračun regresijske analize v programu Excel. V zgornji tabeli (Tabela 3) so prikazani ti podatki.

4.2.1 Izračun determinacijskega koeficienta

Iz Tabele 3 odčitamo vrednost r in r^2 :

$$r=0,82$$

Povezanost med odvisno (Y'') in obema neodvisnima spremenljivkama (X in X^2) je močna (visoka povezanost) (Rogelj, 2000, str. 135-136).

$$r^2=0,67$$

Na podlagi ocenjene vrednosti determinacijskega koeficienta ugotavljamo, da je 67,3 odstotka variance števila posameznikov, ki so se že odločili za uporabo storitve ($Y(t)$) namenjenih številu posameznikov, ki se v nekem trenutku odločijo za uporabo storitve ($S(t)$), pojasnjeno z variiranjem vrednosti števila posameznikov, ki so se že odločili za uporabo storitve in kvadratu teh posameznikov ($Y(t)$ in $Y(t)^2$) (Rogelj, 2000, str. 141).

4.2.2 Ocena kvadratne funkcije

$$\text{Kvadratna funkcija:} \quad Y''=a+bX+cX^2 \quad (8)$$

Iz Tabele 3 odčitamo vrednosti a , b in c :

$$a=191879$$

$$b=0,560$$

$$c=-5*10^{-07}$$

in zapišemo kvadratno funkcijo po enačbi (8):

$$Y''= 191879 + 0,560X - 5*10^{-7}X^2 \quad (9)$$

Iz Tabele 3 odčitamo vrednosti t in P :

- $H_0: \beta=0$; $H_1: \beta \neq 0$
- $t=1,52197=1,52$

- $P_{(|t| \geq 1,52)} = 0,203$

$$(P_{(|t| \geq 1,52)} = 0,203) > (\alpha = 0,05) \rightarrow \text{razlika ni značilna} \quad (10)$$

- Na podlagi vzorčnih podatkov ne moremo zavrniti ničelne domneve, da je regresijski koeficient enak nič. Zato kvadratna funkcija ni primerna za izražanje odvisnosti med proučevanimi spremenljivkama. Do enakega sklepa bi prišli tudi pri preverjanju ničelne domneve, da je γ enak nič, saj je točna stopnja značilnosti večja od 0,05 ($P = 0,114$) (Rogelj, 2000, str. 141).

Vrednost prilagojenega r^2 dokazuje, da model opisuje stopnjo rasti dobro, ker je prilagojen $r^2 = 0,51$ in je izpolnjen pogoj da je $r^2 > 0,5$. Poleg tega je regresijska ocena parametra c , ki je negativna, zahtevana za smiselnost modela. Tudi ocena parametra m je dokaj smiselna, kot bomo videli v nadaljevanju (Bass, 1969, str. 220).

Z metodo najmanjših kvadratov dobljene ocene so statistično značilne, pri tem so P-vrednosti razmeroma visoke, vrednost prilagojenega r^2 pa nakazuje, da model uspešno pojasnjuje variabilnost.

4.3 Izračuni parametrov Bassovega modela

Sedaj lahko iz zgornjih vrednosti a , b in c , po enačbah (5) izračunamo vrednosti m , p in q in dobimo naslednje vrednosti:

$$m = 1314815$$

$$p = 0,146$$

$$q = 0,706$$

Parametri so ocenjeni z regresijsko prodajo na kumulativni prodaji in kumulativni prodaji na kvadrat, iz katerih so parametri m , p in q nedvoumno identificirani (Bass, Krishnan & Jain, 1994, str. 204).

5 UGOTOVITVE IN NAPOVEDI

Parametre m , p in q sedaj vstavimo v spodnjo enačbo (11) in dobimo podatke za napoved Bassovega modela. Graf z napovedmi je narisani na Sliki 10.

$$S(t) = pm + (q - p)Y(t - 1) - \frac{q}{m}Y(t - 1)^2 \quad (11)$$

Z uporabo zgornje formule (11), vrednosti parametrov m , p in q , dobimo napovedane vrednosti števila uporabnikov GSM tehnologije (GSM Bassova napoved), ki so prikazane v spodnji tabeli (Tabela 4).

Tabela 4: Bassova napoved števila Mobilcelovih uporabnikov GSM tehnologije po letih

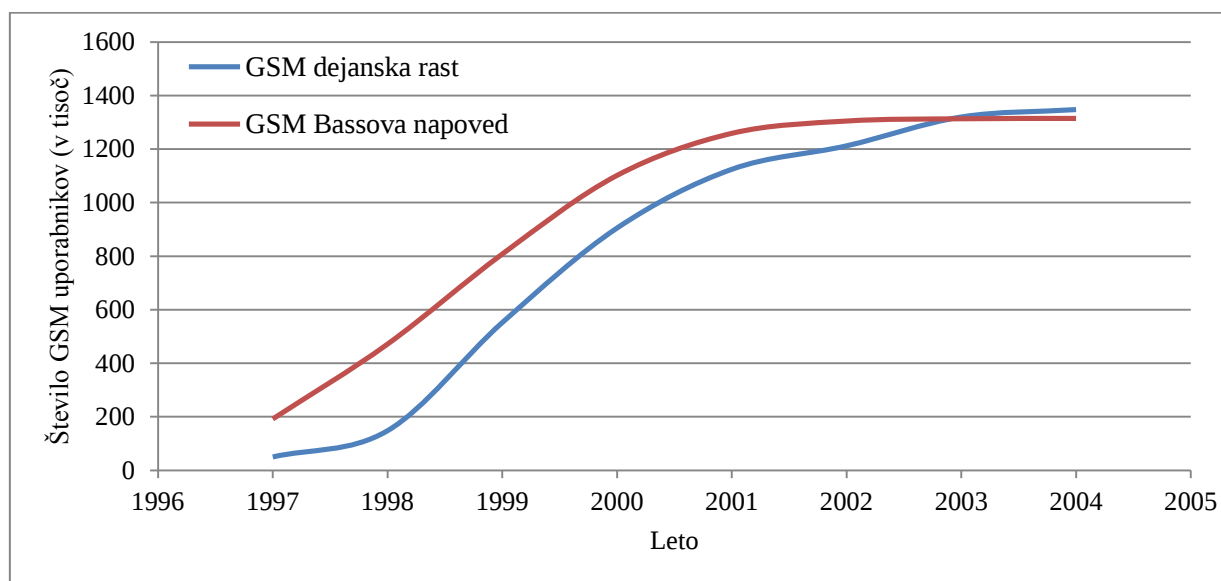
Leto	Napovedano število GSM uporabnikov	
	$Y(t)$ (skupno št. uporabnikov)	$S(t)$ (št. novih uporabnikov)
1997	191879	191879
1998	471401	279522
1999	807878	336477
2000	1101668	293791
2001	1258805	157137
2002	1304821	46016
2003	1313279	8458
2004	1314586	1307

Vir: Telekom Slovenije d.d., Letno poročilo podjetja Mobitel d.d., 1997-2004.

5.1 Ugotovitve GSM tehnologije

Slika 10 prikazuje dejansko vrednost rasti GSM tehnologije in vrednost izračunano z uporabo Bassovega modela.

Slika 10: Primerjava dejanske in napovedane rasti GSM po letih



Vir: Telekom Slovenije d.d., Letno poročilo podjetja Mobitel d.d., 1997-2004.

Iz zgornje slike vidimo, da gre dejanska rast malo nižje kot po napovedi Bassovega modela. Na koncu pa je dejansko dosegla nekaj več uporabnikov, kot jih je predvideval Bassov model. Izstopa leto 1998 – to leto je velik porast uporabnikov dosežen z uvedbo Mobilcelovega predplačniškega sistema GSM (Mobi) (TS Zgodovina, O podjetju).

Leta 1999 na trg vstopi konkurenca (Simobil), kar pa nima vpliva na zmanjšanje uporabnikov družbe Mobitel. Ravno obratno, saj je bilo tega leta največji pritok novih uporabnikov. Tudi Kumar in drugi v znanstvenem članku: Širjenje mobilnih komunikacij, ugotavljajo, da je digitalizacija imela velik vpliv na hitrost širjenja in da tudi uvedba drugega konkurenta poveča hitrost širjenja mobilnih komunikacij. Ugotavlja pa še, da države, ki so začele pozneje sprejemati mobilne komunikacije, so imele hitrejšo širjenje (Kumar, Baisya & Shankar, 2007, str. 313).

In v Sloveniji smo res z uvedbo GSM tehnologije bili dokaj pozni, saj smo ga vklopili približno pet let po prvem GSM omrežju na svetu. Kar pa ne velja za začetek UMTS tehnologije, ki smo ga vklopili med prvimi operaterji na svetu.

Primerjava dejanske rasti uporabnikov in napovedi po Bassovem modelu (Slika 10) je šibak preizkus uspešnosti modela. Močnejši test je primerjava napovedi vrha (t^*) in obseg vrha (Bass, 1969, str. 220-221).

Predvideni čas vrha t^* po Bassovi napovedi je dosežen po 1,85 letih od uvedbe delovanja GSM mobilnega omrežja. Ta čas je izračunan po formuli (6). Dejanski čas t^* pa odčitamo iz Tabele 2 in vidimo, da je največja hitrost širjenja v letu 1999 (kar se tudi vidi iz Slike 11 v nadaljevanju). Tega leta je bilo največ novih uporabnikov in sicer 4 krat več kot leta 1998. To pomeni, da je Bassov model napovedal predvideni čas vrha malo prej, kot je dejanski.

V času t^* lahko izračunamo $Y(t^*)$ in $S(t^*)$ (Bass, 1969, str. 219):

$$Y(t^*) = \frac{m(q-p)}{2q} \quad (12)$$

$$S(t^*) = \frac{m(p+q)^2}{4q} \quad (13)$$

Bassov model napove morebitni tržni potencial proizvoda oz. storitve (m), čas največje prodaje (t^*) in prodajo v tem času $S(t^*)$ iz ocen koeficienta inovacije (p) in koeficienta imitacije (q). Tu je koristno omeniti, da je čas za največjo prodajno obdobje odvisen le od stopnje parametra inovacije in imitacije (p in q), ni pa odvisen od tržnega potenciala (m). To je tudi intuitivno, saj parametra inovacije in imitacije določata obliko krivulje napovedi in posledično določata tudi čas največje prodaje. Tržni potencial izraža le nivo (višino) krivulje napovedi in je uporaben za napovedovanje prodaje v času t^* (Venkatesan & Kumar, 2002, str. 627-629).

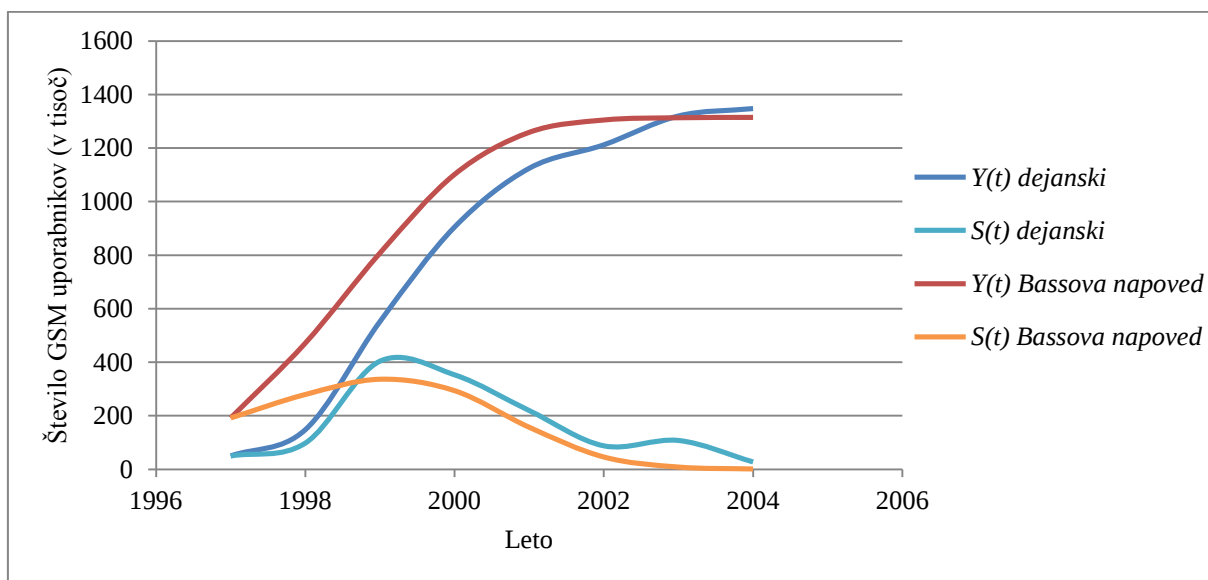
Napoved prodaje v času t^* ($S(t^*)$) se razlikuje za 16 odstotkov med dejanskim in napovedanim po Bassovem modelu in sicer je dejanska prodaja večja za ta odstotek.

Število uporabnikov GSM tehnologije (parameter m) se za 2,7 odstotka razlikuje med dejanskim in napovedanim po Bassovem modelu in sicer je dejanski tržni potencial (m) večji, kot ga dobim po Bassovi napovedi.

Za preizkus napovedovanja GSM z Bassovim modelom, sem primerjal tudi dejanske podatke GSM uporabnikov z napovedanimi podatki. Napoved podcenjuje kumulativne naročnike za 16,8 odstotkov za leto 2000.

Slika 11 prikazuje dejansko število GSM uporabnikov $Y(t)$, hitrost širjenja $S(t)$ in $Y(t)$, $S(t)$ ocenjena z Bassovim modelom.

Slika 11: Primerjava dejanske in napovedane rasti GSM po letih, $Y(t)$ in $S(t)$



Vir: Telekom Slovenije d.d., Letno poročilo podjetja Mobitel d.d., 1997-2004.

Turk in Trkman (2008, str. 2) pravita takole: »Bassov model je boljši pri pojasnjevanju pojavov, saj neposredno ločuje inovativnost uporabnikov od posnemanja. Večja stopnja inovativnosti pomeni, da ima izdelek oz. storitev, ki jo opazujemo, določene značilnosti, ki spodbuja posameznike k odločitvi za uporabo neodvisno od tega, ali izdelek oz. storitev uporablja še kdo drug. Večja stopnja posnemanja pomeni, da na posameznikovo odločitev za uporabo vpliva stopnja privzemanja v njegovem socialnem omrežju (to so ljudje, s katerimi ima razmeroma pogoste stike).«

V mojem primeru je koeficient inovacije (p) manjši kot koeficient posnemanja (q), kar je v skladu s pričakovanji: pri potrošnikih je učinek posnemanja (ustnega sporočanja) večji od učinka inovacije (zunanjih vplivov, kot so osebna inovativnost ali odziv na masovno oglaševanje). Potencialni posvojitelji zaznavajo vrednost med prvimi posvojitelji in se nato odločijo za nakup izdelka oz. storitve. Za implementacijo novih tehnologij se odloči majhno število uporabnikov, kar pomeni, da razširjenost tehnologije v veliki meri temelji na izkušnjah uporabnikov, ki že uporabljajo določene tehnologije. Mehanizem, s katerim lahko povečamo učinek ustnega sporočanja, so poprodajne storitve za krepitev dobrega imena proizvodov oz. storitev (Chuang, Liu & Huang, 2011, str. 35).

Izdelki in tehnologije, ki zahtevajo velike naložbe v infrastrukturo (televizija, celični telefon) imajo večji parameter imitacije q . Uporabniki v teh kategorijah počakajo, da dovolj drugih ljudi sprejme to in da postane jasno katera tehnologija bo preživela. Parameter inovacije p pa je nižji za omenjene izdelke, zaradi česar je S-oblika krivulje bolj izrazita (Van den Bulte, 2002, str. 15).

Vrednost parametra p in q se lahko poveča (Corigliano & Baggio, 2004, str. 24):

- Vrednost inovacije (p): če so uporabniki že seznanjeni z osnovnimi vzorci uporabe mobilnih telefonov in zaradi visokega pritiska oglaševanja.
- Vrednost imitacije (q): upošteva topologijo mreže uporabnikov, ki spodbuja hitro »okužbo«.

V mojem primeru je vrednost p večja, kot bi bila, če bi upošteval še prvo generacijo mobilne telefonije (NMT), s katero se je začel razvoj mobilnih tehnologij. S to tehnologijo so se uporabniki seznanjali z uporabo in jo štejemo za inovacijo mobilne telefonije.

Med prebiranjem literature sem večkrat naletel na predlagane vrednosti p in q za mobilno telefonijo. Za primerjavo sem vzel Van den Bulte -jevo tehnično poročilo z naslovom: Želite vedeti, kako se hitrost difuzije razlikuje po državah in izdelkih? Poskusite z Bassovim modelom. Odgovori njegovih statističnih analiz za najverjetnejši predlog za p in q za mobilni telefon (Van den Bulte, 2002, str. 14):

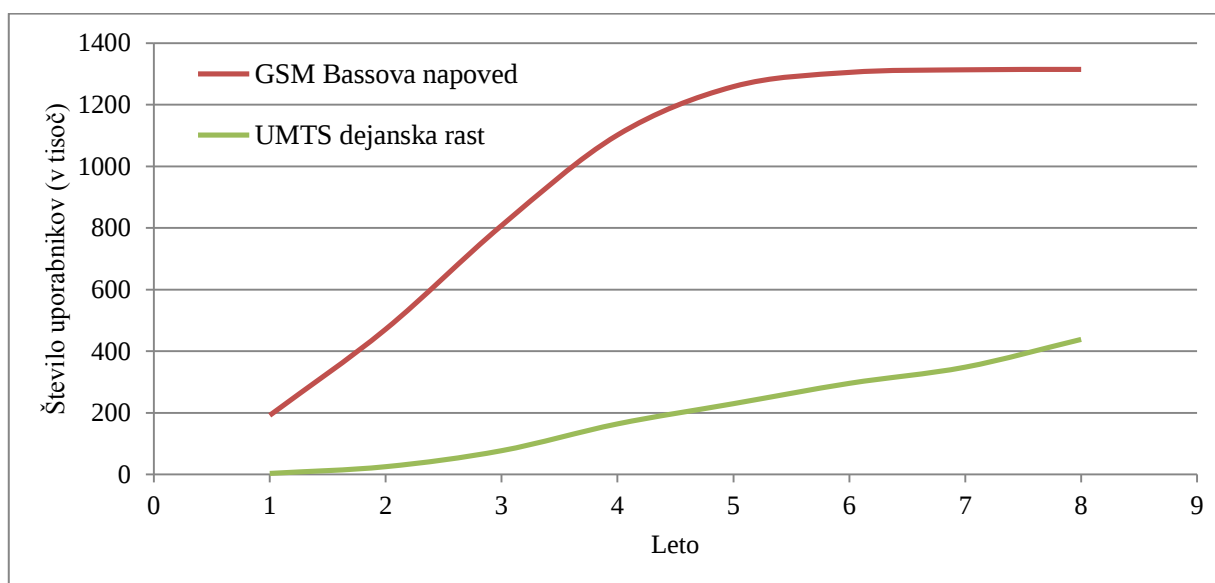
$$p = \text{od } 0,125 \text{ do } 0,409 \quad ; \quad q = \text{od } 0,465 \text{ do } 0,868$$

Moji izračunani podatki za parameter inovacije p in parameter imitacije (posnemanja) q so znotraj meja teh vrednosti. Res je, da želim napovedati rast mobilne tehnologije (generacije UMTS), vendar je potreben mobilni telefon, ki podpira to tehnologijo in zato lahko primerjam parametre mobilne telefonije z parametri mobilne tehnologije.

5.2 Napovedi UMTS tehnologije

Slika 12 prikazuje dejansko vrednost rasti UMTS tehnologije in vrednost rasti GSM tehnologije izračunano z uporabo Bassovega modela.

Slika 12: Primerjava dejanske rasti UMTS in napovedane rasti GSM po letih



Vir: Telekom Slovenije d.d., Letno poročilo podjetja Mobitel d.d., 1997-2004; Ericsson d.o.o., LTE Business & Development workshop, 2012, str. 13.

Iz napovedi vidimo, da dejansko stanje UMTS zaostaja za napovedanim. Tu se vidi ena od omejitev Bassovega modela, ki je v bistvu razmeroma skromen, saj upošteva le nekaj agregatnih parametrov, ne pa kompleksnejših razmerij med različnimi tehnologijami na trgu. Ta napoved bi bila bolj točna, če bi vzel za napoved razširjen model (t.i. Norton-Bass model). Ta model se uporablja za izdelke oz. storitve, kjer so generacije naročniške storitve (npr. mobilni telefon) ali sistemi v uporabi (npr. računalnik) (Bass, 2004, str. 1839).

Ta razširjeni model je zelo obširen in kot sem omenil že na začetku, preobsežen za mojo zaključno strokovno nalogo. Že sam Bassov model je bogata zakladnica znanja.

Dejavnikov, zakaj UMTS tehnologija ne gre po napovedih GSM tehnologije, je več:

- Uporabniki še vedno uporabljajo tehnologijo GSM zaradi varčevanja baterije.
- V Sloveniji je veliko starejših ljudi, ki uporabljajo mobilni telefon predvsem za govor (UMTS je bolj funkcija terminalov, za govor nič novega).
- Funkcija pokrivanja (pokritost prebivalstva: GSM – 99,7%, UMTS – več kot 90%) (Pokritost prebivalstva, 2012) .
- Cena telefona, GSM telefon je cenejši.
- Pri predplačniški (Mobi) ponudbi noben telefon ne podpira tehnologije UMTS (Paket Mobi, 2012).

Novejše tehnologije lahko razširimo na trg z aplikacijami oziroma dodatnimi storitvami, ki prej niso bile izvedljive. To je tudi prednost za kupce, da nadomestijo starejšo tehnologijo z novejšo (Norton & Bass, 1987, str. 1069).

Dodana vrednost tehnologije 3G je pospešitev hitrosti in video klic. Video klic, ki je bil v začetnem obdobju celo brezplačen, je storitev, ki se uporabnikov nikakor ni prijel in verjetno je to še en razlog, zakaj dejanska rast tehnologije zaostaja za napovedano.

Vpliv na odločitev za sprejem UMTS tehnologije je vsekakor notranji vpliv, tako kot pri GSM tehnologiji, s tem da je pri UMTS tehnologiji še bolj izrazit. Prvi vzrok je, da uporabniki rajši uporabljajo tehnologijo, ki že potrjeno deluje. Drugi vzrok je bil v mobilnih aparatih, saj so zaostajali za tehnologijo. Tretji vzrok pa je bila cena mobilnih aparatov, ki je bila dokaj visoka na začetku.

V katerem letu bo največji delež uporabnikov prešel iz GSM na UMTS tehnologijo pa je težko napovedati. Po Bassovi napovedi glede na zgodovinske podatke GSM tehnologije, bi se to moralo že zgoditi, vendar se še ni. Možne vzroke, zakaj se to še ni zgodilo sem naštel zgoraj, verjetno pa bo potreben kak maneuver operaterja, da se to zgodi.

Moje mnenje je, da UMTS tehnologija ne bo dosegla takega celotnega števila uporabnikov kot GSM tehnologija. Bliža se začetek LTE tehnologije in verjetnost je, da bojo določeni uporabniki UMTS tehnologijo preskočili in prešli direktno iz GSM na LTE tehnologijo.

SKLEP

Mobilna telefonija je že nekaj časa ena najhitreje rastočih in najbolj donosnih gospodarskih panog na svetu. Prihajajoče mobilne tehnologije obljublajo veliko. Omrežja bodo omogočala komunikacijo in prenos podatkov z neverjetnimi hitrostmi. Vendar čas bo tisti, ki bo pokazal kakšne mobilne tehnologije bomo uporabljali v prihodnosti.

Tehnološko predvidevanje ima pomembno vlogo v sedanjem hitro se spreminjajočem okolju. Razvite države so že pred več desetletji spoznale, da je temu potrebno posvetiti veliko pozornost, saj je podlaga za sprejemanje kakovostnih odločitev.

Modeli napovedovanja novih komunikacijskih storitev so učinkovito orodje za pridobivanje ocene o izvedljivosti uvedbe novega izdelka in storitve na trg. Bassov model se je izkazal za točne napovedi novih komunikacijskih storitev, čeprav obstaja že več kot 40 let. Bassov model je prilagodljiv, enostaven za uporabo, izračun parametrov za oceno napovedi je enostaven in se uporablja kot učinkovito orodje v procesih poslovnega odločanja. Z vidika načrtovanja, ki je osrednji interes za dolgoročna napovedovanja, model zagotavlja dobre časovne napovedi in napoved vrha obsega prodaje.

V zaključni nalogi sem analiziral privzemanje UMTS tehnologije na podlagi zgodovinskih podatkov GSM tehnologije z uporabo Bassovega modela. Mobilno privzemanje se šteje za zelo hitro razvijajočo se tehnologijo. Z analizo sem ugotovil, da je privzemanje GSM tehnologije bilo res zelo hitro, to pa ne velja za UMTS tehnologijo, kjer je opaziti dosti manjšo stopnjo privzemanja. Ugotavljam, da enostavno ljudje uporabljajo storitve in ne tehnologije, tako da je to bolj funkcija terminalov, kot pa rasti prometa UMTS tehnologije.

LITERATURA IN VIRI

1. Bass, F. M. (1969). A new product growth for model consumer durables. *Management Science*, 16(5), 215-227.
2. Bass, F. M. (2004). Comments on »A new product growth for model consumer durables«. *Management Science*, 50(12), 1833-1840.
3. Bass, F. M., Krishnan, T. V., & Jain, D. C. (1994). Why the Bass model fits without decision variables. *Marketing Science*, 13(3), 203-223.
4. Benkovič, M. (2012). *LTE-Evolucija na daljši rok* (diplomsko delo). Maribor: Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko.
5. Chuang, L., Liu, C., & Huang, C. (2011). Technological Entrepreneurship: Modeling and Forecasting the Diffusion of Innovation in LCD Monitor Industry. *International Conference on Economics and Finance Research*, str. 31-35.
6. Corigliano, M. A., & Baggio, R. (2004). Mobile technologies diffusion in tourism: modelling a critical mass of adopters in Italy. *11th International Conference on Information Technology and Travel and Tourism*, str. 16-26.
7. Četrta generacija. Najdeno 10. septembra 2012 na spletnem naslovu <http://tehnik.mobitel.si/cetrta-generacija/>
8. Ericsson d.o.o. (2012). *LTE Business & Development workshop* (interno gradivo). Ljubljana: Ericsson d.o.o.
9. Hadden, A. (2005). Evolution to 3G with GSM/EDGE and WCDMA. Najdeno 20. septembra 2012 na spletnem naslovu http://www.gsacom.com/downloads/pdf/NextGen_Mobile_Alan_Hadden.php4
10. Hribar, U. (2007). Razvoj mobilnih tehnologij. Najdeno 1. septembra 2012 na spletnem naslovu <http://uploadi.www.ris.org/editor/1259623431Hribar%20Uros%20-%20Razvoj%20mobilnih%20tehnologij.pdf>
11. Indihar, S. (2007). O tehnološkem predvidevanju. *Pregledni znanstveni članki*, NG(1/2), 75-85.
12. Ivič, S., & Veličković, S. (2010). Primena Bassovog difuzionog modela u prognožiranju prihvatanja informacionih tehnologija u stomatološkoj praksi. *Infoteh*, str. 924-928.

13. *Kaj prinaša HSPA+*. Najdeno 10. septembra 2012 na spletnem naslovu <http://tehnik.mobitel.si/kaj-prinasa-hspa/>
14. Kumar, A., Baisya, R. K., & Shankar, R. (2007). Diffusion of mobile communications: Application of bass diffusion model to BRIC countries. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 66, 312-316.
15. *LTE: Dobrodošli v prihodnost mobilnih komunikacij*. Najdeno 10. septembra 2012 na spletnem naslovu <http://tehnik.mobitel.si/lte-dobrodosli-v-prihodnost-mobilnih-komunikacij/>
16. *LTE-Advanced*. Najdeno 10. septembra 2012 na spletnem naslovu <http://tehnik.mobitel.si/znacke/lte-advanced/>
17. Mahajan, V., Muller, E., & Bass, F. M. (1990). New Product Diffusion Models in Marketing: A Review and Directions for Research. *Journal of Marketing*, 54(1), 1-26.
18. Norton, J. A., & Bass, F. M. (1987). A diffusion theory model of adoption and substitution for successive generations of high-technology products. *Management Science*, 33(9), 1069-1086.
19. *Paket Mobi*. Najdeno 10. oktobra 2012 na spletnem naslovu <http://www.mobitel.si/paketi/paket-mobi.aspx>
20. *Pokritost prebivalstva*. Najdeno 10. oktobra 2012 na spletnem naslovu <http://www.mobitel.si/paketi/paket-mobi.aspx>
21. Radojičić, V., & Marković, G. (2008). Model difuzije različnih brendova na telekomunikacionom tržištu. 16. *Telekomunikacioni forum Telfor*, str. 33-36.
22. Rogelj, R. (2000). *Statistika 2*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
23. Saje, I. (b.l.). Prehod iz HSPA na LTE. Najdeno 10. septembra 2012 na spletnem naslovu <http://www.ltfe.org/wp-content/uploads/2010/06/Prehod-iz-HSPA-na-LTE.pdf>
24. Telekom Slovenije d.d. (1997-2011). Letno poročilo podjetja Mobitel d.d. Ljubljana: Mobitel d.d.
25. *TS Zgodovina – O podjetju*. Najdeno 5. septembra 2012 na spletnem naslovu <http://www.telekom.si/o-podjetju/zgodovina>

26. Turk, T., & Trkman, P. (2008). Bassov model privzemanja širokopasovnega dostopa do interneta. *Dnevi slovenske informatike*, str. 1-7.
27. Van den Bulte, C. (2002). Want to know how diffusion speed varies across countries and products? Try using a Bass model. *Technical Report*, 16(4), 12-15.
28. Vehovar, Z. (b.l.). Prenos podatkov v mobilnih sistemih nove generacije. Najdeno 1. septembra 2012 na spletnem naslovu http://www.ltfe.org/wp-content/pdf/Prenos_podatkov_v_3g.pdf
29. Veličković, S. (2010). Prognoziranje perioda dostizanja kritične mase korisnika VoIP servisa. *Infoteh*, str. 218-221.
30. Veličković, S. (2011). Prognoziranja novih komunikacionih servisa na etapno rastućim tržištima. *Infoteh*, str. 663-667.
31. Veličković, S. (b.l.a). Jedan model prognoziranja tražnje novih usluga. Najdeno 10. oktobra 2012 na spletnem naslovu <http://www.e-drustvo.org/proceedings/YuInfo2009/html/pdf/106.pdf>
32. Veličković, S. (b.l.b). Primena difuzionih modela u prognoziranju broja ADSL korisnika. Najdeno 12. oktobra 2012 na spletnem naslovu <http://www.e-drustvo.org/proceedings/YuInfo2010/html/pdf/090.pdf>
33. Venkatesan, R., & Kumar, V. (2002). A genetic algorithms approach to growth phase forecasting of wireless subscribers. *International Journal of Forecasting* 18, 625-646.

PRILOGA

Priloga: Seznam kratic

1G	First Generation wireless Brezžični sistemi prve generacije
2G	Second Generation wireless Brezžični sistemi druge generacije
3G	Third Generation wireless Brezžični sistemi tretje generacije
4G	Fourth Generation wireless Brezžični sistemi četrte generacije
3GPP	Third Generation Partnership Project Partnerski projekt tretje generacije
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution GSM za hitrejše podatkovne komunikacije
GPRS	General Packet Radio Service Splošna paketna radijska storitev
GSM	Global System for Mobile communication Globalni sistem mobilnih komunikacij
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data Hitri vodovno komutirani podatki
HSDPA	High – Speed Downlink Packet Access Hitri navzdolnji paketni dostop
HSPA	High – Speed Packet Access Hitri paketni dostop
HSUPA	High – Speed Uplink Packet Access Hitri navzgornji paketni dostop

IP	Internet Protocol
	Internetni protokol
LTE	Long Term Evolution
	Evolucija na daljši rok
LTE-Advanced	Long Term Evolution – Advanced
	Napredni LTE
MMS	Multimedia Message Service
	Storitev multimedijskih sporočil
NMT	Nordic Mobile Telephony
	Nordijski sistem mobilne telefonije
SMS	Short Message Service
	Storitev kratkih sporočil
TK	telekomunikacijski
TP	tehnološko predvidevanje
TS	Telekom Slovenije
TV	Television
	Televizija
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
	Univerzalni mobilni telekomunikacijski sistem
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
	Širokopasovni kodno porazdeljeni sodostop
WiFi	Wireless Fidelity
	Brezžična vernost
WiMAX	Worldwide interoperability for Microwave Access
	Svetovna medsebojna obratovalnost mikrovalovnega dostopa

