

**UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA**

MAGISTRSKO DELO

**EVALVACIJA ORODIJ ZA AVTOMATSKO TESTIRANJE
TELEKOMUNIKACIJSKE OPREME**

Ljubljana, oktober 2005

Vladimir Ljevaja

IZJAVA

Študent Vladimir Ljevaja izjavljam, da sem avtor tega magistrskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Borke Jerman Blažič in skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovolim objavo magistrskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne 26.10.2005

Podpis: _____

KAZALO

1.	UVOD.....	1
1.1	Opis problematike z opredelitvijo predmeta in problema raziskave.....	1
1.2	Namen in cilji raziskave s temeljno hipotezo.....	1
1.3	Opredelitev metode raziskovanja.....	2
2.	RAZVOJ TELEKOMUNIKACIJ.....	3
2.1	Telekomunikacije včeraj in danes.....	3
2.1.1	Tradicionalno strateško načrtovanje.....	4
2.1.2	Strateško načrtovanje v prihodnosti.....	4
3.	STORITVE IN TRENDI RAZVOJA DIGITALNEGA NAROČNIŠKEGA VODA.....	5
3.1	Tehnologije digitalnega naročniškega voda (DSL).....	5
3.1.1	Tehnologija asimetričnega naročniškega voda (ADSL, ADSL2+).....	5
3.1.2	VDSL tehnologija.....	8
3.1.3	Razširjenost ADSL tehnologije.....	8
3.2	Govorne storitve in prenos do uporabnika prek DSL.....	9
3.2.1	VoIP telefonija.....	9
3.2.2	Vpliv VoIP storitev na sodobno poslovanje.....	12
3.3	Video storitve in prenos do uporabnika prek DSL.....	14
3.3.1	Vrste video storitev.....	15
3.3.2	Kodiranje video signala.....	17
3.4	Storitev »triple play« in DSL.....	18
3.5	Zagotavljanje kvalitete storitev.....	19
4.	TESTIRANJE TELEKOMUNIKACIJSKE OPREME.....	24
4.1	Proces testiranja.....	24
4.2	Izbira pravih testnih postopkov.....	25
4.3	Avtomatizacija testnih postopkov.....	27
4.4	Primerjava ročnega in avtomatskega testiranja.....	29
4.5	Izbira testov za avtomatizacijo.....	31
4.6	Nadzor izvajanja avtomatskega testa.....	32
4.7	Prednosti in omejitve avtomatskega testiranja.....	33
4.7.1	Prednosti avtomatskega testiranja.....	33
4.7.2	Pomanjkljivosti avtomatskega testiranja.....	38
4.7.3	Kakovost izdelkov in testiranje.....	40
4.8	Donosnost avtomatizacije.....	45
4.9	Proces uvajanja avtomatizacije testiranja.....	48
5.	EVALVACIJA IN IZBIRA ORODIJ AVTOMATSKEGA TESTIRANJA.....	53
5.1	Načela dinamičnega razvoja avtomatskih orodij.....	54
5.2	Skupina za razvoj avtomatskih testih orodij.....	56
5.3	Skupina za izvedbo testiranja.....	58
5.4	Nakup orodja za avtomatsko testiranje.....	59
5.4.1	Določitev potreb in zahtev.....	61
5.4.2	Poslovni model izbire in nakupa orodja.....	63

5.5	Določitev robnih pogojev izbire avtomatskega orodja	66
5.5.1	Omejitve testnega okolja (strojna in programska oprema)	66
5.5.2	Omejitve ponudnikov avtomatskih orodij	67
5.5.3	Omejitve pri financiranju nabave	68
5.6	Raziskava trga	70
5.7	Evalvacija	71
5.7.1	Evalvacija tehničnih lastnosti in funkcionalnosti	71
5.7.2	Evalvacija ostalih lastnosti in pogojev nakupa	72
5.8	Končna faza evalvacije in izbira	76
5.9	Uporabnost postopka evalvacije na konkretnem primeru izbire in nabave ...	77
6.	SKLEPI IN UGOTOVITVE	80
7.	LITERATURA	83

KAZALO SLIK

Slika 1:	Prenosna hitrost ADSL tehnologije v odvisnosti od dolžine telefonskega kabla v smeri proti in od uporabnika	6
Slika 2:	Prenosna hitrost ADSL2 in ADSL2+ tehnologij v odvisnosti od dolžine telefonskega kabla v smeri proti uporabniku	7
Slika 3:	Primerjava prenosnih karakteristik VDSL in ADSL tehnologij	8
Slika 4:	Razširjenost ADSL dostopa v svetu	9
Slika 5:	Trend prodaje IP in klasičnih telefonskih central	11
Slika 6:	Trend nadgradnje obstoječih in naročilo novih IP telefonskih central	12
Slika 7:	Koncept omrežja za storitev »triple play«	19
Slika 8:	Verjetnost napake pri prenosu v odvisnosti od obremenjenosti povezave	22
Slika 9:	Proces testiranja	24
Slika 10:	Keviatov diagram	28
Slika 11:	Življenjska doba avtomatskega testa	30
Slika 12:	Stopnja zrelosti procesa testiranja	52
Slika 13:	Proces izbire in implementacije orodja za avtomatsko testiranje	60
Slika 14:	Proces izbire avtomatskega orodja	60
Slika 15:	Postopek preverjanja delovanja orodja	74
Slika 16:	Preverjanje zapletenosti upravljanja orodja	75
Slika 17:	Izbira med enakovrednimi orodji	76
Slika 18:	Napačna izbira orodja	77

KAZALO TABEL

Tabela 1:	Število TV naročnikov v svetu do konca leta 2004	16
Tabela 2:	Rezultati ankete podjetja Cisco o pripravljenosti plačila dodatnih storitev ..	17
Tabela 3:	Vrste kodiranja video signala in uporaba le-teh	18
Tabela 4:	Odzivni časi odpiranja domačih strani podjetij Motorola in Amazon	20
Tabela 5:	Značilnosti in razlike med omrežjem fiksne telefonije ter IP omrežjem	21
Tabela 6:	Primer poslovnega modela za nabavo avtomatskega orodja	65

1. UVOD

1.1 Opis problematike z opredelitvijo predmeta in problema raziskave

Telekomunikacije so v svetu ena od najhitreje rastočih in najbolj donosnih gospodarskih dejavnosti ter eden od ključnih elementov uspešnega poslovanja. Tehnologija, ki je temeljila na povezavno usmerjenem konceptu je prešla na nepovezavno usmerjen koncept (IP¹ protokol).

Z izgradnjo zmogljivih širokopasovnih hrbtničnih in dostopovnih omrežij za prenos podatkov so se odprle široke možnosti uporabe novih storitev. Najbolj razširjena širokopasovna dostopovna tehnologija je asimetrični digitalni naročniški vod ADSL². V svetu inženirjev predstavlja izraz ADSL širokopasovno dostopovno tehnologijo, v poslovnem svetu pa storitev, ki je ključna za prenos dodatnih storitev do uporabnika.

Ob načrtovanju omrežij, ki bi zagotovila kvaliteten prenos storitev, je bilo potrebno razviti precej zapleteno telekomunikacijsko opremo. Kljub natančnim raziskavam in načrtovanju so razvojne skupine naknadno odkrile še precej dodatnih spremenljivk, ki so ključne za kvaliteto storitev. Delovanje precej zapletene in zmogljive opreme ni bilo več mogoče preveriti le z ročnim testiranjem, pošiljanje nepreverjene opreme na trg pa je zelo nevarno in tvegano.

Obstoj proizvajalcev telekomunikacijske opreme je postal odvisen od uporabe avtomatskega orodja za testiranje. Le z orodjem za avtomatsko testiranje je mogoče preveriti delovanje oz. obnašanje telekomunikacijske opreme v realnem okolju. Proces uvajanja avtomatskega testiranja je zelo zapleten. Potrebno ga je obravnavati kakor vse druge projekte v podjetju, saj zahteva veliko človeških, finančnih in časovnih virov. Nepravilno načrtovanje in vodenje procesa ima lahko velike posledice za podjetje.

1.2 Namen in cilji raziskave s temeljno hipotezo

Glavni namen magistrskega dela je prikazati avtomatsko testiranje, iz finančnega in tehničnega vidika, kot neizogibni del procesa testiranja pri razvoju izdelkov, saj skrajšuje čas procesa razvoja izdelkov in čas do ponudbe kvalitetnega izdelka na trg.

¹ IP – Internet Protocol

² ADSL - Asymmetrical Digital Subscriber Line

Z zasedbo trga pred konkurenco si proizvajalci telekomunikacijske opreme vsaj kratkoročno zagotovijo obstoj in redne prihodke.

Cilj dela je analizirati in oblikovati proces uvajanja avtomatskega testiranja. S tem želim posredovati ugotovitve o možnostih avtomatskega testiranja proizvajalcem izdelkov, ponudnikom storitev in ostalim bralcem. V delu sem predstavil:

- metode za ocenjevanje pripravljenosti oz. stopnjo zrelosti razvojnih procesov,
- izbiro optimalnih testov, ki so primerni za avtomatizacijo,
- pogoje za odločitev glede razvoja oz. nakupa orodja za avtomatsko testiranje,
- metode za načrtovanje procesa nabave avtomatskega orodja testiranja,
- uporabo analize donosnosti in poslovnega modeliranja v primeru avtomatskega testiranja.

V začetnem delu magistrskega dela so prikazane lastnosti in trendi širokopasovnih dostopovnih tehnologij, ki so omogočile prenos ogromnega števila dodatnih storitev za končne uporabnike. Prikazane so tudi značilnosti tržno in tehnično najbolj zanimivih storitev. Predstavljeni so tržni kazalci primarnih telekomunikacijskih storitev za bližnjo prihodnost. Prav tako so predstavljene ključne težave pri zagotavljanju kvalitete storitev.

1.3 Opredelitev metode raziskovanja

V magistrskem delu sem uporabil znanje, ki sem si ga pridobil s študijem in izkušnje, pridobljene z delom na področju verifikacije in validacije širokopasovne telekomunikacijske opreme. Uporabil sem deskriptivno metodo, ki je temeljila na študiju predvsem tuje literature (knjige, članki, poročila, statistična poročila penetracij posamezne tehnologije, evalvacije, napovedi...). Posluževal sem se tudi s strokovnimi članki in prispevki na internetu, ki ponujajo najnovejše podatke. Zaradi hitrega razvoja dostopovnih tehnologij in storitev v zadnjem času, določenih podatkov in analiz (standardov, protokolov,...) ni dostopnih v knjižni obliki. Enako hiter je tudi razvoj visokotehnoloških orodij za avtomatsko testiranje, ki so postala nujna za kvalitetno testiranje telekomunikacijske opreme in storitev.

Za ugotavljanje osnovnih tehničnih lastnosti posameznih tehnologij in storitev je bila uporabljena metoda sistemske analize. Kot vir so bili uporabljeni najnovejši prispevki strokovnjakov na področju razvoja telekomunikacijske opreme in trženja telekomunikacijskih storitev. S pomočjo metode primerjalne analize so predstavljene tako vse prednosti kot tudi nevarnosti, pomanjkljivosti uvajanja avtomatskega testiranja.

2. RAZVOJ TELEKOMUNIKACIJ

2.1 Telekomunikacije včeraj in danes

Telekomunikacijska industrija je pred več kot stoletjem začela graditi ogromna omrežja, ki so omogočala ljudem hitro in enostavno medsebojno komunikacijo. Ponudniki telekomunikacijskih storitev so imeli tri primarne tokove prihodkov:

- mesečno naročnino za naročniški dostop do omrežja,
- zaračunavanje posameznega klica,
- zaračunavanje dodatnih storitev vezanih na telefonijo in podatke (glasovna pošta, ...).

Do pred kratkim so ti trije tipi prihodkov, kombinirani z monopolističnim okoljem, omogočali zdravo poslovanje. Toda 90.-ta leta prejšnjega stoletja so bila prelomna. Deregulacija trga, internet in hitri razvoj novih tehnologij so povzročili nagle tržne spremembe.

Dobiček javnega komutiranega telefonskega omrežja se vsako leto zmanjšuje. Predvidoma po letu 2006 ne bo več rasti prihodkov iz naslova klasičnih telefonskih storitev. Zato je nujno, da ponudniki klasičnih telekomunikacijskih storitev najdejo nove vire, s pomočjo katerih bi povečali svoje prihodke. Nasprotno s pričakovanji se je izkazalo, da sam hitri dostop do storitev preko širokopasovnih omrežij ni tako donosen, kot je bilo predvideno na samem začetku. Po drugi strani pa so zaradi povečanega povpraševanja končnih uporabnikov po novih storitvah, prihodki od multimedijskih storitev precej višji. Zato so se proizvajalci telekomunikacijskih izdelkov in ponudniki telekomunikacijskih storitev v zadnjem času osredotočili prav na ta segment (Iskratel, interna dokumentacija).

V svetu telekomunikacij se v zadnjem času dogajajo velike spremembe. V relativno kratkem času so se ponudniki telefonskih storitev po vsem svetu našli v poziciji, ko morajo spremeniti svojo poslovno strategijo, da bi nadaljevali rast v pogojih hude konkurence in zakonodajne nesigurnosti. To pomeni precejšnje investiranje v omrežno infrastrukturo in tudi vstop v veliko neznano področje distribucije vsebin (Lavia, 2004, str. 56).

Na srečo, to stanje sovpada s časom visokih tehnoloških napredkov. Proizvajalci telekomunikacijske opreme si po obstoječih medijih lahko zagotovijo široki podatkovni kanal do končnega uporabnika. Prav tako je hiter napredek tehnologije stiskanja podatkov občutno zmanjšal potrebe po pasovni širini za kvaliteten prenos podatkov. Zahvaljujoč visokemu nivoju globalnega sodelovanja med operaterji in

proizvajalci opreme, so tudi standardi za prenos vsebin preko širokopasovnih omrežij že v veliki meri definirani.

Spremenjen trg telekomunikacijskih storitev zahteva spremembo strategije podjetij, ki ponujajo rešitve za telekomunikacijske operaterje. Proizvajalci telekomunikacijske opreme ugotavljajo, da dobri izdelki niso edini pogoj za poslovno uspešnost. Svojo ponudbo razširjajo s celovitimi rešitvami, ki predstavljajo vse člene v verigi, ki so potrebni za prenos vsebin od operaterja do končnega uporabnika. Enako velja za podjetje Iskratel, ki se ukvarja z razvojem in proizvodnjo telekomunikacijske opreme. Podjetje Iskratel se osredotoča na celovite rešitve in na koristi, ki jih bodo imeli kupci, lastne izdelke pa vključuje kot del teh rešitev (Iskratel, interna dokumentacija).

2.1.1 Tradicionalno strateško načrtovanje

V preteklosti je bilo za tradicionalne operaterje načrtovanje za 20 let vnaprej nekaj povsem običajnega. V tistem času je bil tehnološki napredek izredno počasen in zelo predvidljiv. Spremembe so se uvajale počasi, konkurenca ni obstajala oz. je bila pod nadzorom monopolnih podjetij.

Najbolj razširjeno telefonijo, ki temelji na digitalni stikalni tehnologiji, je prvič predstavilo podjetje Nortel (kasneje Nortel Telecom) v 70.-ih letih prejšnjega stoletja. Za popolno zamenjavo zastarelih mehanskih central s koordinatnimi stikali, so svetovni operaterji potrebovali 30 let. Operaterji niso imeli ne potrebe ne želje, da bi v čim krajšem času nadomestili obstoječo telekomunikacijsko opremo z novejšo. Danes operaterji delujejo v precej zapletenem in dinamičnem okolju. Tradicionalno poslovanje je potrebno zamenjati s povsem novim načinom poslovanja. Govorne storitve so v preteklosti predstavljale vsaj 70% prihodkov, danes je ta delež precej manjši. V bližnji prihodnosti bo dobiček operaterjev predvsem v paketno orientiranem prenosu, govorna storitev pa z veliko verjetnostjo lahko postane neprofitna storitev, saj bodo v ospredju bolj aktualne druge storitve (Lavia, 2004, str. 56).

2.1.2 Strateško načrtovanje v prihodnosti

Danes je že kratkoročno načrtovanje (5 let) vprašljivo, kaj šele dolgoročno za npr. dobo 20 let vnaprej. Prav tako je nesmiselno, da proizvajalci telekomunikacijske opreme posredujejo operaterjem rešitve, ki zajemajo obdobje daljše od 5-ih let. Predvsem se je izredno povečalo število pomembnih spremenljivk, ki vplivajo na načrtovanje. Telekomunikacijska podjetja pri načrtovanjih vse bolj uporabljajo verjetnostne metode. Na trgu so poleg operaterjev fiksne telefonije tudi kabelski in mobilni operaterji, ki bodo vsekakor privabili veliko število uporabnikov in povečali svoj tržni delež.

Tehnološke inovacije se vse hitreje pojavljajo, konkurenca je vse močnejša, zato je za podjetje nujno, da svoje izdelke čim prej pošlje na trg. Zato je pravilno načrtovanje procesov v podjetjih postalo ključno za uspeh. Potrebno je previdno pretehtati vse možnosti, določiti prioritete in oceniti priložnosti. Izredno pomembno pa je opredeliti čas načrtovanja od 3 do 5 let (Lavia, 2004, str. 56-57).

3. STORITVE IN TRENDI RAZVOJA DIGITALNEGA NAROČNIŠKEGA VODA

3.1 Tehnologije digitalnega naročniškega voda (DSL³)

Telekomunikacijski operaterji so začeli v poznih 70-tih letih izgubljati monopol na trgu glede govornih in podatkovnih komunikacij. Dobički so bili vse manjši, hkrati so se začele razvijati nove tehnologije, ki so omogočale boljšo izkoriščenost obstoječe infrastrukture telefonskega omrežja. Z uvajanjem DSL tehnologij so operaterji začeli sodelovati v tekmi prenosa podatkovnih storitev. Trenutno sta najbolj aktualni ADSL in VDSL⁴ tehnologiji ter rešitve le-teh. Druge vrste tehnologij iz družine DSL so manj zanimive za operaterje oz. ponudnike telekomunikacijskih storitev.

3.1.1 Tehnologija asimetričnega naročniškega voda (ADSL, ADSL2+)

Prva v družini DSL tehnologij je bila razvita ADSL tehnologija. ADSL so razvili leta 1989 v raziskovalnih laboratorijih podjetja AT&T. Primarni cilj razvoja te tehnologije je bil omogočiti prenos videa in ne hitrejši dostop do internetnih storitev, kot prevladuje mišljenje v svetu. ADSL tehnologija je asimetrične narave in omogoča hiter prenos podatkov v smeri od operaterja proti uporabniku. Precej bolj počasen je prenos v smeri od uporabnika proti operaterju (Dukić, str. 2).

Prvi testni projekt za transport MPEG2⁵ video kanala po ADSL tehnologiji je bil izveden leta 1997, vendar rezultati testiranja niso bili zadovoljivi oz. niso bili primerljivi s kvaliteto, ki so jo ponujali kabelski operaterji (Ginsburg, 1999, str. 18). Razmerje med hitrostjo prenosa podatkov od operaterja proti naročniku in hitrostjo prenosa od naročnika proti operaterju je v teoriji lahko največ 10:1. Najvišja hitrost

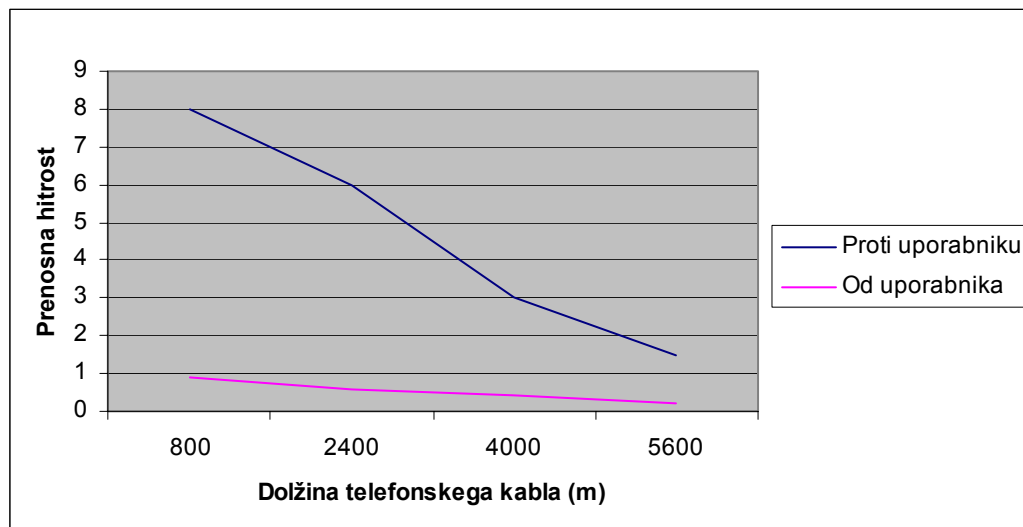
³ DSL – Digital Subscriber Line

⁴ VDSL - Very high-bit-rate DSL

⁵ MPEG - Moving Pictures Expert Group je skupina, ki dela pod skupnim vodstvom Mednarodne organizacije za standarde (ISO, International Standards Organisation) in Mednarodnega sveta za elektrotehniko (IEC, International Electrotechnical Commission). Njeno delo zajema družino zmogljivih standardiziranih načinov za računalniško stiskanje zvočnih in video podatkov

prenosa v smeri proti uporabniku je ponavadi nekaj več kot 8 Mbit/s, v smeri od uporabnika pa približno 900 kbit/s. Hitrost povezave je odvisna od dolžine telefonskega kabla, fizikalnih lastnosti samega kabla ter zunanjih vplivov (slika 1) (Starr, 2003, str. 42-44).

Slika 1: Prenosna hitrost ADSL tehnologije v odvisnosti od dolžine telefonskega kabla v smeri proti in od uporabnika



Vir: Starr, 2004, str. 44.

Operaterji opravijo tehnično analizo posameznih naročniških vodov, da bi ugotovili omejitve prenosnega medija. Določena skupina naročnikov zaradi fizikalnih omejitev ne more biti naročnik DSL tehnologije oz. storitve, zato pri napeljevanju novih telefonskih kablov uporabljajo operaterji novejšé kable, ki imajo boljše fizikalne lastnosti. Operaterji v bolj razvitih državah se v zadnjem času vedno bolj odločajo za optične kable, saj so zaradi masovne proizvodnje cenovno vedno bolj ugodni. V bližnji prihodnosti bodo optični kabli povsem nadomestili klasični bakreni telefonski kabel (Krapf, 1999, str 52-53).

Posamezni parametri in vrednosti DSL tehnologij so standardizirane po odborih DSL foruma. DSL forum je organizacija, ki deluje od leta 1994. Vanjo je včlanjenih čez 275 svetovnih telekomunikacijskih operaterjev, ponudnikov, proizvajalcev ter drugih organizacij, ki se ukvarjajo s telekomunikacijami. Prav tako tesno sodeluje z drugimi pomembnimi krovnimi organizacijami kot so ITU⁶, ETSI⁷, ANSI⁸, UAWG⁹ in DAVIC¹⁰ (Ginsburg, 1999, str. 19).

⁶ ITU – International Telecommunications Union

⁷ ETSI – European Telecommunications Standardization Institute

⁸ ANSI – American National Standards Institute

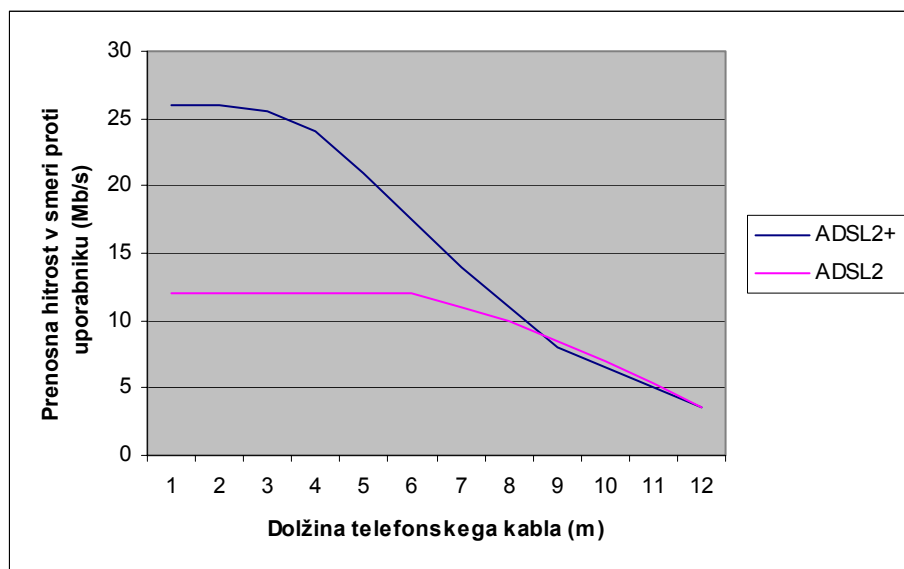
⁹ UAWG – Universal ADSL Working Group

¹⁰ DAVIC – Digital Audio-Video Interactive Council

Proizvajalci strojne računalniške opreme so v kratkem času uspeli povečati zmogljivosti procesorjev. Temu so se prilagodili tudi proizvajalci programske opreme. Še hitreje pa se je razširil nabor zanimivih vsebin, ki so dostopne na internetu. Zato so zahteve po povečanju pasovne širine dostopovnih omrežij postale skoraj neomejene. Ne dolgo nazaj so večjo pasovno širino in zanesljivo povezavo zahtevali le večji poslovni uporabniki, univerze, večje organizacije ter vojska. Danes kapacitete vodov ne zadovoljijo niti rezidenčnih uporabnikov (Ginsburg, 1999, str. 2).

Strokovnjaki pa so si še naprej prizadevali za boljšo izkoriščenost obstoječega telefonskega kabla, ker so se zavedali, da bo optična infrastruktura draga za končnega rezidenčnega uporabnika. V juliju leta 2002 je DSL forum potrdil predlagano izboljšano rešitev za prenos po klasičnem telefonskem kablu - ADSL2 tehnologijo. ADSL2 tehnologija omogoča prenos podatkov od operaterja proti uporabniku s hitrostjo približno 12 Mbit/s. Januarja leta 2003 so potrdili še ADSL2+ tehnologijo, ki je trenutno najbolj aktualna za vse operaterje po svetu. ADSL2+ tehnologija teoretično omogoča hitrost nekaj več kot 25 Mbit/s. ADSL2+ omogoča dvojno hitrost ADSL2 tehnologije, vendar le do razdalje 1500 m. Pri razdalji večji od 2500 m sta tehnologiji enakovredni (slika 2) (DSL forum, 2003, str 1-8).

Slika 2: Prenosna hitrost ADSL2 in ADSL2+ tehnologij v odvisnosti od dolžine telefonskega kabla v smeri proti uporabniku



Vir: DSL forum, 2003, str. 6.

Z višanjem hitrosti od uporabnika proti operaterju se zaradi medsebojnega vpliva pretoka podatkov zmanjša hitrost navzdol proti uporabniku. Zato je hitrost prenosa proti uporabniku ostala 1 Mbit/s, kar je po mnenju strokovnjakov več kot dovolj (Starr, 2003, str.44).

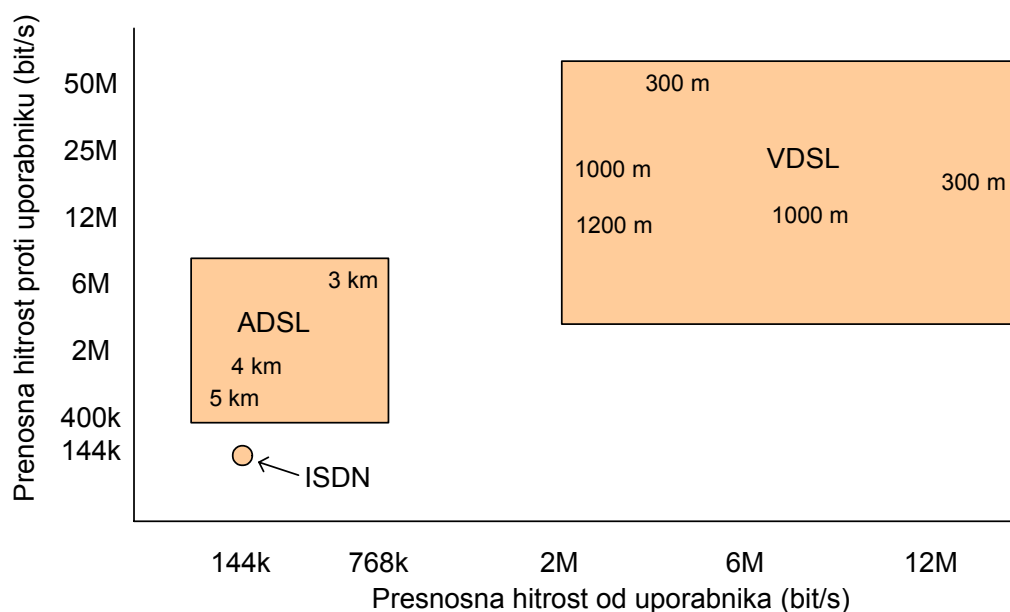
3.1.2 VDSL tehnologija

Tehnologija VDSL je edini tekmelec ADSL rešitvam. Prve testne meritve na VDSL tehnologiji so opravili leta 2000. Razvita je bila v dveh različicah. Asimetrična rešitev omogoča hitrost proti uporabniku do 52 Mbit/s, simetrična rešitev omogoča hitrosti do 26 Mbit/s v obe smeri. Velika slabost VDSL tehnologije je velika odvisnost od razdalje med uporabnikom in operaterjem. Izredno visoke hitrosti lahko dosegamo le pri razdalji do 300 m, skrajna meja uporabe pa je 1200 m (slika 3) (Starr, 2003, str.9).

Kasneje razvita VDSL2 tehnologija je izboljšana rešitev VDSL tehnologije in doseže izjemno visoke hitrosti prenosa podatkov. Omogoča prenos podatkov s hitrostjo 100 Mbit/s v obe smeri, vendar ni primerna za telefonski kabel. Glavni cilj razvoja tehnologije VDSL2 je bil (Finneran, 2005, str. 34):

- omogočiti prenosno hitrost 25 Mbit/s do razdalje 1200m,
- omogočiti prenosno hitrost 100 Mbit/s do razdalje 300m.

Slika 3: Primerjava prenosnih karakteristik VDSL in ADSL tehnologij



Vir: Starr, 2004, str. 9.

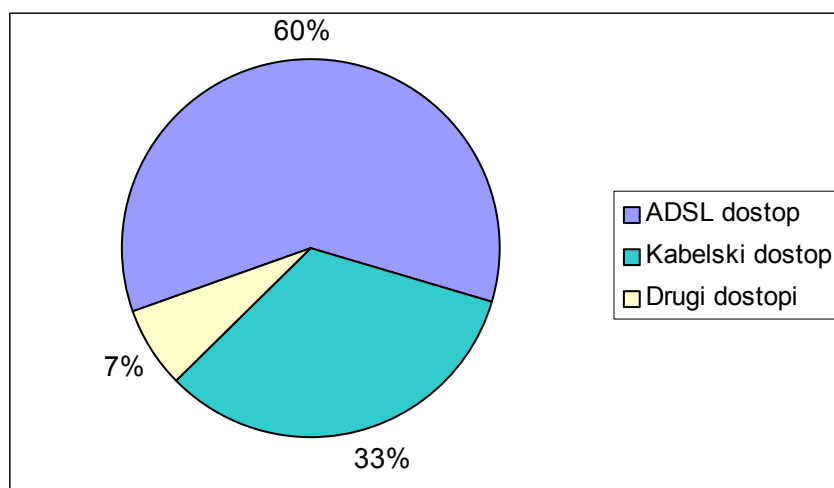
3.1.3 Razširjenost ADSL tehnologije

V Evropi je širokopasovni dostop najbolj razširjen na Nizozemskem. Do konca leta 2004 je 75% domačih uporabnikov uporabljalo širokopasovni dostop do interneta (60% ADSL in 40% kabelski dostop). Predvidevajo, da bo do konca leta 2010 54% prebivalstva v Evropi uporabljalo širokopasovni dostop do interneta (Tilak, 2005). V Sloveniji je bilo konec leta 2004 približno 76 tisoč naročnikov ADSL dostopa, za

katerega je bil pogoj digitalno omrežje z integriranimi storitvami ISDN¹¹. Do konca leta 2004 je bilo v Sloveniji nekaj več kot 160 tisoč ISDN naročnikov (Škrjanček, 2005, str. 4).

V svetovnem merilu je širokopasovni dostop do interneta najbolj razširjen v Južni Koreji, kjer ima kar 24,9% celotnega prebivalstva širokopasovni dostop (večina ADSL). Na drugem mestu je Nizozemska, ki ima pokritost 19%. ZDA, Kanada in Portugalska so še edine države, v katerih je kabelski dostop bolj razširjen od DSL dostopa. Slika 4 prikazuje razširjenost dostopov v svetu za leto 2004. ADSL dostop je najbolj razširjen (60%), na drugem mestu je kabelski dostop (33%), 7% zasedajo druge tehnologije (optični dostop, brezžični dostop,...) (Telecompaper, 2005).

Slika 4: Razširjenost ADSL dostopa v svetu



Vir: Telecompaper, 2005.

Razdalje med uporabniki in centralnimi točkami v omrežju operaterja (dolžina telefonskega kabla) so v ZDA precej večje kot v Evropi. V ZDA je 90% uporabnikov oddaljenih do 6,4 km, 99% uporabnikov pa je oddaljenih do 6,8km od centralne točke operaterja (Starr, 2003, str. 45). V Evropi je v povprečju 60% uporabnikov oddaljenih od centralne točke do 3km. V Španiji in Italiji pa je 90% uporabnikov oddaljenih do 3 km (McClune, 2003).

3.2 Govorne storitve in prenos do uporabnika prek DSL

3.2.1 VoIP telefonija

Da se dobiček fiksne telefonije v svetu vse bolj krči ni nobena skrivnost. Temu sta botrovala prehod na govor preko internetnega protokola, VoIP¹² telefonija, ter

¹¹ ISDN – Integrated Services Digital Network

izjemna priljubljenost mobilne telefonije. Do prvega kvartala leta 2005 podjetje Telekom Austria Group beleži padec skupnega časa pogovorov čez fiksno telefonijo za 7,5% na leto, ne glede na število pogovorov in tarifni razred. Z enakimi težavami se soočajo tudi drugi operaterji (Wieland, 2005, str. 18).

Kar nekaj let je izraz VoIP telefonija zaznamoval prenos govora po kateremu koli omrežju, ki temelji na IP protokolu. V današnjem poslovnem svetu predstavlja izraz VoIP telefonija prenos govora po nadzorovanem omrežju, ki temelji na IP protokolu. Večje organizacije so začele z uporabo telefonije po IP omrežju, z namenom da zmanjšajo stroške predvsem mednarodnih pogovorov in drugih storitev. Izjemno promocijo VoIP telefonije je imelo podjetje T-Systems, ki je hčerinsko podjetje podjetja Deutsche Telekom. Z različnimi tržnimi pristopi so javnosti prikazali prednosti VoIP telefonije že v letu 2002 (Abrahams, 2003, str. 10-11).

Sam začetek uvajanja VoIP telefonije je glede ekonomskih kazalcev povezan s precej pesimističnimi napovedmi. Visoke investicije v razvoj VoIP telefonije so bile ključne za njen razvoj, ne pa za uspeh pri dobički. Prav tako so proizvajalci telekomunikacijske opreme precej investirali v tržne aktivnosti, z namenom, da čim bolj učinkovito stimulirajo trg za sprejem nove tehnologije.

Ključni razlogi za širitev VoIP telefonije in uspešno ekonomsko upravičenost pri uporabi so:

- povišana stopnja zrelosti tehnologije,
- povečana proizvodnja telekomunikacijske opreme tradicionalnih in novih proizvajalcev,
- upočasnitev razvoja klasične telefonije sta znatno upadli,
- padec cen telefonskih aparatov in druge strojne opreme potrebne za IP telefonijo,
- povečana sprejemljivost na trgu, razpoznavnost tehnologije in seznanitev s prednostmi, ki jih VoIP telefonija prinaša,
- razvojne aktivnosti v infrastrukturo IP omrežij, ki so usmerjene k zagotavljanju kvalitete storitev (QoS¹³),
- močne tržne aktivnosti dobaviteljev telekomunikacijske opreme, ponudnikov storitev ter medijev.

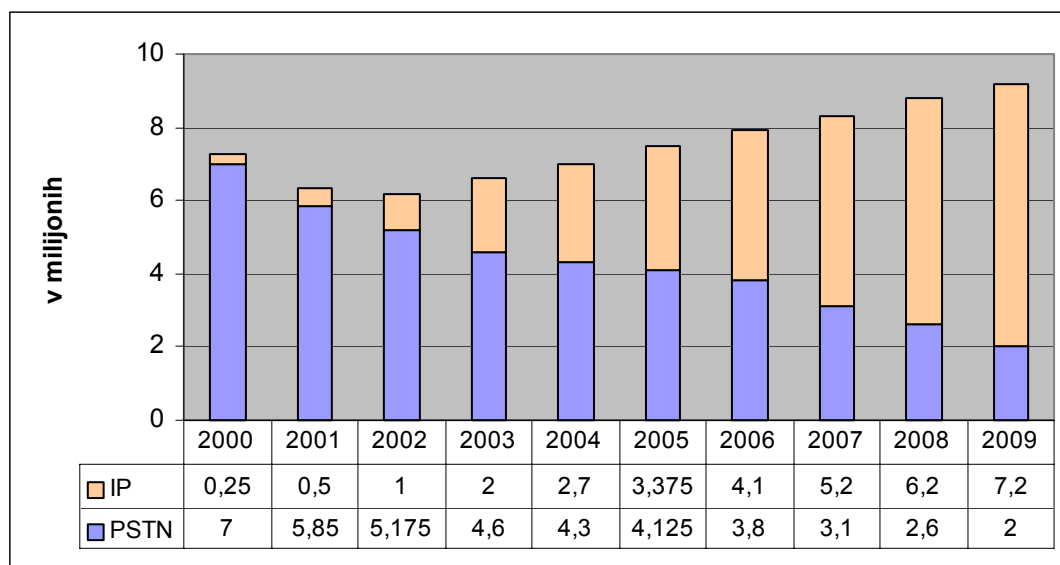
V ZDA se je VoIP telefonija najbolj razširila. Prva večja naročila IP telefonskih central segajo v leto 2000 (slika 5). Od leta 2000 do 2004 je beležimo 100% letni porast naročil IP telefonskih central. Število naročil central za fiksno telefonijo pa pada od leta 2000 naprej po 10% do 20% na leto. V ZDA je predvideno, da bo konec leta

¹² VoIP – Voice over IP

¹³ QoS – Quality of Service

2005 število naročenih IP telefonskih central izenačeno s številom naročenih central za analogno in digitalno telefonijo. Predvideva se, da bo do leta 2010 oprema za VoIP telefonijo presegla 75% vseh naročil na področju telefonije (Sulkin, 2004, str. 18-20).

Slika 5: Trend prodaje IP in klasičnih telefonskih central

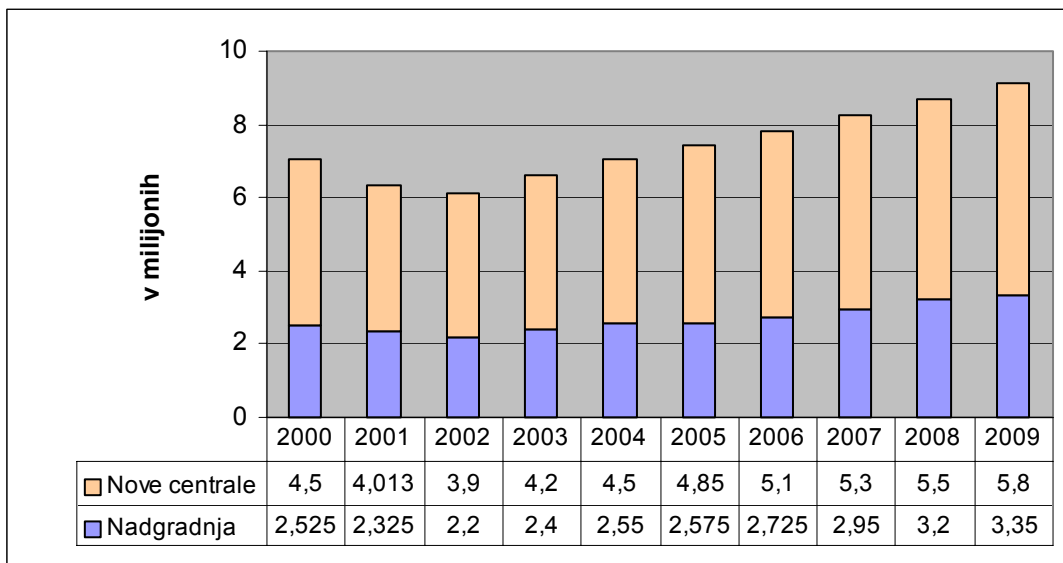


Vir: Sulkin, 2004, str. 18.

Za popolni prehod na VoIP telefonijo bo potrebno še nekaj časa. Težko je napovedati čas, v katerem bodo operaterji mnoge obstoječe priključke fiksne telefonije nadgradili z opremo potrebno za VoIP telefonijo (Sulkin, 2004, str. 18-21). Proizvajalci telekomunikacijske opreme so poleg popolnoma novih in sodobnih central, ki omogočajo VoIP telefonijo, videli predvsem priložnost v razvoju tehnologije za nadgradnjo obstoječih central za klasično telefonijo. Ta omogoča hitro, enostavno in poceni nadgradnjo (Sulkin, 2004, str.19-21) (slika 6).

Na trgu širokopasovnega dostopa v ZDA prevladujejo kabelski operaterji, ki so že opravili nadgradnjo svojega omrežja. Začeli so s trženjem VoIP storitev in tako uspešno začeli zasedati trg telefonskih operaterjev. Na drugi strani telefonski operaterji precej vlagajo v omrežja večjega dosega, s pomočjo katerih bi lahko omogočili širokopasovni dostop za prenos podatkov oddaljenim uporabnikom. Teh je zaradi razsežnosti ZDA precej (Frankel, 2005, str. 60).

Slika 6: Trend nadgradnje obstoječih in naročilo novih IP telefonskih central



Vir: Sulkin, 2004, str. 19.

3.2.2 Vpliv VoIP storitev na sodobno poslovanje

Klasična telefonija je omrežje, ki ga nadzirajo operaterji. Skrbijo za nenehno delovanje telefonije, vzpostavljajo klicev in ponujajo različne dodatne storitve. Seveda to počnejo za primerno ceno. Operaterji težijo k enakemu načinu poslovanja tudi v primeru internetne telefonije (VoIP telefonije). Izraz internetna telefonija pogosto predstavlja splošen izraz za govorno komunikacijo po internetu. Pri komunikaciji dveh strank čez internet ni pomembno kje se stranki geografsko nahajata. Stroški so vezani le na ceno dostopa do interneta. Dve osebi se tako lahko s pomočjo osebnega računalnika, slušalk in mikrofona poljubno dolgo pogovarjata zunaj sistema obračunavanja (ang. *billing*) operaterjev, kar predstavlja drugo smer internetne telefonije (Frankston, 2005, str. 46).

V zadnjih letih se je razvilo precej sistemov za telefoniranje po internetu zunaj sistema obračunavanja telefonskih operaterjev. Zelo priljubljen sistem za brezplačno (le med napravami povezanimi v internet) internetno telefoniranje je Skype, ki ima trenutno že več kot 2,5 milijona uporabnikov. Veliko uporabnikov še vedno želi uporabljati klasični telefonski aparat. Tako so nekatera podjetja razvila vmesnike, ki jih na eni strani priklopimo na vsestransko zaporedno vodilo (USB¹⁴) računalnika, na drugi strani pa je običajen telefonski priključek v katerega lahko priklopimo poljuben telefonski aparat. S pomočjo te naprave so odpravili težavo ločenih slušalk in mikrofona ter se približali klasičnemu načinu telefoniranju (Pečjak, 2005, str. 12).

¹⁴ USB – Universal Serial Bus

Proizvajalci opreme poleg osnovne in dodatne strojne opreme ponujajo operaterjem tudi dodatne aplikacije, ki omogočajo združitev trenutno aktualne VoIP telefonije in zanimivih dodatnih storitev. S pomočjo teh aplikacij napovedujejo veliko prednosti pri poslovanju podjetij. Raziskovalno podjetje Miercom je v svojih laboratorijih preverjalo delovanje aplikacij, ki nam omogočajo:

- združitev glasovne pošte, elektronske pošte in faksa,
- konference (video konference),
- oddaljeno poslovanje (skupna raba in dostop do dokumentov, elektronska tabla,...),
- multimedija.

Podjetje Miercom je uspešnost aplikacij ugotavljalo v luči prenove načina tarifiranja medkrajevnih klicev med podjetji, ki so geografsko ločena. Za medkrajevni klic znotraj ZDA je sedaj potrebno vtipkati 12 mestno številko. Nov načrt pa predvideva 5 mestno številko. Predviden je prihranek 3,5 sekund po klicu, kar za podjetja z več tisoč zaposlenimi predstavlja velik časovni prihranek v komunikaciji na letni ravni. Raziskave podjetja Miercom so opozorile na težave pri telefonski komunikaciji ljudi, ki so bolj delovno obremenjeni. Namreč, izkazalo se je, da se stik s sogovornikom vzpostavi šele po tretjem klicu. Raziskave so pokazale, da se za neuspele poskuse komunikacije porabi v povprečju 3,5 minut. Kot rešitev te težave so proizvajalci opreme razvili aplikacijo »Find Me/Follow Me«, ki locira klicano stranko v času do 30 sekund. Aplikacija teče s pomočjo rešitve VoIP (Krapf, 2004a, str. 15-18).

Vsekakor je VoIP telefonija storitev prihodnosti. Uporabniki se bodo vedno bolj odločali za VoIP telefonijo. Le vprašanje časa je, kdaj se bodo odločili za prehod. Poslovni uporabniki morajo posegati v strukturo lastnega omrežja, ki bo zagotavljalo nemoteno delovanje. Potrebno je zagotoviti širokopasovni dostop do interneta, ki bo neprekinjen in varen, ter dodatno strojno opremo (VoIP telefonske aparate). Podjetja se v teh primerih odločajo s pomočjo poslovnega modela. Dejstvo je, da cena strojne opreme pada. Operaterji pa zagotavljajo, da bo odločitev za prehod na VoIP telefonijo pravilna, saj bodo podjetja privarčevala že s cenejšimi telefonskimi klici in množico cenovno ugodnih dodatnih storitev (Krapf, 2004, str. 19-21).

Video telefonija

Pred 40-imi leti je podjetje AT&T v New Yorku prvič predstavilo video telefonijo. V tistih časih je bil odziv precej negativen. Glavni razlogi so bili slaba kvaliteta slike, visoki začetni in sprotni stroški uporabe ter tehnične omejitve dostopovnih omrežij.

Vsa ta leta so proizvajalci opreme investirali precej v razvoj opreme za video telefonijo. Uspeli so doseči, da je razmerje cena/kvaliteta padalo od 20 do 25% letno. V tem času se je povečalo zanimanje za širokopasovna dostopovna omrežja, ki so

združljiva z drugimi omrežji po IP protokolu. Tako se danes v ZDA letno proda več kot 100.000 aparatov, ki podpirajo video telefonijo.

V svetovnem merilu se predvideva največja porast uporabe video telefonije v naslednjih 2 do 4 letih. Podjetja vedno bolj uporabljajo zunanje izvajanje, širijo se na vzhodne trge ter se povezujejo z drugimi podjetji. Video telefonija bo vsekakor postala nepogrešljiva. Na drugi strani ponudniki telekomunikacijskih storitev zagotavljajo izboljšano kvaliteto govorne in video telefonije ter cenovno sprejemljive storitve (Davis Andrew W. et al., 2004, str. 38-41).

Uspešno integrirana telefonija in video sta vsekakor zelo prijazna storitev za končne uporabnike. Največ zaslug za to ima protokol za zagon internetne seje (SIP¹⁵), ki video signal obravnava enako kot govor. Tudi uporaba na posebnem video telefonu ali osebem računalniku je izjemno enostavna. Vse funkcije, ki jih je podpirala VoIP telefonija se v video telefoniji uporabljajo povsem enako (Greenfield, 2005, str. 32-33).

Kvaliteta te storitve je odvisna od pasovne širine dostopa obeh sogovornikov. Če imata oba sogovornika pasovno širino dostopa vsaj 700 kbit/s v obe smeri, je kvaliteta izjemno visoka. Z nižjo pasovno širino dostopa, se zmanjša tudi kvaliteta slike. Veliko težavo predstavlja prenos videa v lokalno omrežje podjetij, ki morajo na požarnem zidu (ang. *firewall*) omogočiti prenos video signala po SIP protokolu znotraj podjetja. S tem se podjetje odpre proti zunanjem svetu in je hkrati bolj odprto za zunanje napade na lokalno omrežje in zato je ta prehod pogosto onemogočen (Passmore, 2004, str 14-16).

Video konferenca je dodatna funkcija video telefonije. Večinoma se aplikacije lahko poženejo kar na osebem računalniku. Med pogovorom lahko na zaslonu vidimo več sogovornikov hkrati ter se pogovarjamo z njimi. Na voljo nam je tudi e-tabla (ang. *whiteboard*). Je enostaven program za risanje, ki ga lahko požene poljuben sogovornik in se prikaže na zaslonih vseh udeleženi (Vučić, 2004, str. 62-63).

3.3 Video storitve in prenos do uporabnika prek DSL

Zaradi visokih hitrosti prenosa so širokopasovna dostopovna omrežja učinkovit mehanizem za dostavo mnogih storitev, saj omogočajo obojestransko povezavo uporabnika s storitvenimi centri. Ena pomembnejših spremenljivk pri dostavi video vsebine je uporaba učinkovitih metod za stiskanje videa, ki omogočajo prenos kvalitetne slike tudi s hitrostmi, ki jih danes operaterji zagotavljajo uporabnikom.

¹⁵ SIP – Session Initiation Protocol

Telefonski operaterji na razvitih trgih upajo, da bodo na ta način ustavili nalet kabelskih operaterjev na trg. Na teh trgih so kabelski operaterji zelo močni, saj so veliko investirali v novo omrežno infrastrukturo za multimedijske storitve. Na trgih v razvoju pa bodo telefonski operaterji še naprej preprečevali nadaljnji razvoj in pojav močnejših kabelskih operaterjev. Seveda je realno pričakovati, da bodo tudi kabelski operaterji poskusili ponuditi celovite rešitve, vključno s telefonijo, kar povečuje konkurenčni pritisk na telefonske operaterje (Iskratel, interna dokumentacija).

Telefonski operaterji imajo nekaj prednosti pred kabelskimi operaterji. Največja prednost je daleč najbolj razširjeno omrežje v svetu. Na svetu imajo v lasti več kot 800 milijonov bakrenih telefonskih paric po katerih ponujajo DSL dostop (Starr, 2003, str. 2).

Druga pomembna prednost DSL tehnologije je, da ta zagotavlja namenski, zasebni in varen komunikacijski kanal med uporabnikom in ponudnikom storitev. Podatki potujejo preko uporabniških zasebnih povezav, nasprotno s kabelsko tehnologijo kjer je linija deljena. Slaba lastnost deljene linije je, da s povezovanjem dodatnih uporabnikov postane prenos storitev manj kvaliteten in počasnejši. DSL tehnologija omogoča namensko linijo. Namenska linija pa pomeni, da se določena pasovna širina lahko dodeli s pomočjo mehanizmov za zagotavljanje kakovosti storitev. (Iskratel, interna dokumentacija).

3.3.1 Vrste video storitev

Telefonski operaterji se vedno bolj izogibajo naziva telefonisti oz. nazivov, ki se navezujejo na telefonijo. V sedanjem svetu se želijo videti v očeh uporabnikov kot ponudniki multimedijskih storitev. Nove tehnologije so jim omogočile prenos video storitev preko njihovih omrežij. Nova video storitev, ki jo ponujajo je oddajanje televizijskih programov po IP omrežju (IPTV). Iz poslovnih modelov operaterjev za to storitev je razvidno, da so stroški razdeljeni na 10% za investicije v tehnologijo in 90% za pogodbe z lastniki vsebin in pakiranje celovitih storitev. (Wieland, 2005, str 18-19). Evropski operaterji, ki so prvi začeli investirati v VoD storitve leta 2003, pričakujejo povračilo investicij v letu 2006 (McClune, 2003).

Televizijski sprejemnik (TV) je bil desetletja naprava za gledanje multimedijskih vsebin in je splošno sprejet kot naprava za zabavo na domu. Čeprav je osebni računalnik obravnavan kot možna alternativna za TV, je ostal naprava, ki je namenjena samo opravi kot so pisanje, branje elektronske pošte in igranje. Do sedaj še ni bil sprejet kot glavna multimedijska hišna naprava. Ker TV uporablja in obvlada širši krog uporabnikov, med njimi so tudi takšni, ki nimajo izkušenj z osebnimi računalniki, se s postavljanjem TV aparata kot glavne komunikacijske

naprave na domu, krog potencialnih naročnikov za nove multimedijske storitve poveča (Iskratel, interna dokumentacija).

Sama ponudba IPTV storitve vsekakor ne bo prepričala uporabnikov, da preidejo iz preverjene in kvalitetne kableske TV na IPTV, ki bo prenesena čez DSL tehnologijo. Potrebno bo pripraviti in omogočiti še dodatne, kvalitetne, zanimive in poceni (video) pakete storitev, ki bodo pritegnile uporabnike (Wieland, 2005, str. 18-19). Število TV naročnikov v svetu do konca leta 2004 je prikazano v tabeli 1.

Tabela 1: Število TV naročnikov v svetu do konca leta 2004

	Satelitski sprejem (v milijonih)	Kabelski sprejem (v milijonih)	Skupaj (v milijonih)
Evropa	23,8	35,3	59,1
Severna Amerika	28,7	78,1	106,8
Azija	9	120,3	129,3
Preostali del sveta	7,35	12,1	19,45
Skupaj	68,85	245,8	314,65

Vir: Wieland, 2005, str. 19

Pravi video na zahtevo (ang. *true VoD*¹⁶) bo verjetno za končne uporabnike najbolj zanimiva storitev. Namenjena bo predvsem ogledu filmov. Ponudniki storitev bodo omogočali veliko izbiro filmov, ki si jih bo uporabnik lahko ogledal ob poljubnem času. Prav tako bo mogoče uporabljati identične funkcije, kot jih uporabljamo na video rekorderju (pavza, vrtenje naprej in nazaj). VoD bo popolnoma nadomestil klasično izposajo video kaset oz. DVD zgoščenk.

VoD zajema več vrst video storitev. Sem spadajo telemedicina, učenje na daljavo, dostop do interneta, delo na daljavo, igre na daljavo ter že omenjena podpora za IP telefonijo.

Načinov za obračunavanje VoD storitev ter IPTV bo veliko. Še vedno bo obstajala možnost klasične naročnine. Prav tako zanimivo bo plačilo za ogled (ang. *pay-per-view*). Na ta način bodo obračunani programi, ki ponujajo (novejše) filme in VoD. Tudi plačilo za ogled bo razdeljeno v več skupin. Obstaja še možnost predvajanja filmov z dodanimi oglasi. Tako bodo določen prihodek operaterji dobili od oglaševanih podjetij, končni uporabniki pa bodo ceneje dostopali do storitve. Vsekakor cena ogleda filma ne bo smela preseči cene za izposajo video kasete ali DVD zgoščenske ali cene vstopnice za ogled filma v kinu. Ključni dejavniki za pridobivanje naročnikov bodo predvsem izvirnost, bogata izbira storitev in vsebin, pristopne cene ter načini obračunavanja (Iskratel, interna dokumentacija).

¹⁶ VoD – Video on Demand

Pričakujejo se tudi različni načini obračunavanja za dodatne storitve. Podjetje Cisco, ki je v svetu vodilno na področju razvoja in prodaje telekomunikacijske opreme, je med domačimi uporabniki dostopa do interneta opravilo raziskavo o pripravljenosti plačila dodatnih storitev. Rezultati ankete so predstavljeni v tabeli 2 (Krapf, 2004b, str. 10).

Tabela 2: Rezultati ankete podjetja Cisco o pripravljenosti plačila dodatnih storitev

	Vrsta storitve	Pripravljeno plačati (%)	Ni pripravljeno plačati (%)
1.	Ogled oz. shranjevanje vsebine »za odrasle«	86	6
2.	Varno shranjevanje slik, videa ali drugih datotek na strežnike ponudnika storitev	77	12
3.	Dostop do informacij o izobraževanje, medicini in evalvaciji različnih izdelkov	76	10
4.	Igre na daljavo	76	13
5.	Ogled oz. shranjevanje filmov, koncertov ali športnih dogodkov	69	19
6.	Shranjevanje glasbe dostopne na internetu	64	21
7.	Zaščita računalnikov pred virusi in nezaželjeno e-pošto	36	49

Vir: Krapf, 2004b, str. 10.

3.3.2 Kodiranje video signala

Zadovoljiva pasovna širina ni edini pogoj za kvaliteten prenos video storitev. Prav tako pomembni so načini kodiranja. Koliko bitov bo potrebno za to storitev, je pogosto vprašanje strokovnjakov, ki se ukvarjajo z načrtovanjem prenosa video signala. Tradicionalna kablenska TV temelji na analognem prenosu video signala. Prenos digitalnega signala je povsem drugačen. V zadnjih letih je bilo razvitih precej načinov za stiskanje in kodiranje video signala. Za prenos IPTV in VoD storitev, ki zahtevajo visoko kvaliteto se uporablja MPEG-2 kodiranje. Ogled IPTV storitve z MPEG-2 metodo kodiranja je enake kvalitete kot ogled video vsebine predvajane iz DVD zgoščenke.

Kvaliteta video signala bo odvisna od vrste storitve. Človeški možgani zaznajo video vsebino, če se slike spreminjajo pri frekvenci 25 slik (okvirjev) na sekundo (ang. *frames per second - fps*). Standardni TV sprejemnik osvežuje sliko 50 krat v sekundi, ker je frekvenca električnega omrežja 50 Hz (v ZDA je frekvenca električnega omrežja 60Hz pri 110V izmenične napetosti). Pri nižjih frekvencah možgani vidijo prekinjeno predvajanje video vsebine. Določene storitve (npr. video telefonija) ne zahtevajo predvajanja video vsebine z visoko kvaliteto. Različne vrste kodiranja video in audio signala so prikazane v tabeli 3.

Tabela 3: Vrste kodiranja video signala in uporaba le-teh

Video kodek	Audio kodek	Prenosna hitrost (bit/s)	Št. okvirjev v sekundi	Praktična uporaba
H.263	AMR	24k do 56k	2,5 do 5	GPRS telefonija
H.263, MPEG-4	AMR, G.723	56k do 128k	5 do 10	UMTS telefonija
H.263, MPEG-4	AMR, AAC	128k do 144k	12,5	UMTS video storitve
H.263, MPEG-4, realni video	G.711, AAC, realni audio	1M	12,5 do 25, ali 30	Video storitve na osebni računalniku
MPEG-2, H.264	MPEG-2	1,5M do 4M	25 ali 30	»triple play« storitve
MPEG-2, H.264	MPEG	Več kot 4M	50 ali 60	DVD predvajanje

Vir: Greenfield, 2005, str. 31.

V prihodnjih letih bo MPEG-2 kodiranje nadomestilo MPEG-4 kodiranje, ki bo za visoko kvaliteto predvajanja video vsebin zasedalo precej manjšo pasovno širino. Do leta 2009 predvidevajo kvaliteten prenos video vsebine pri zasedenosti pasovne širine le 1 Mbit/s (Finneran, 2005, str. 33).

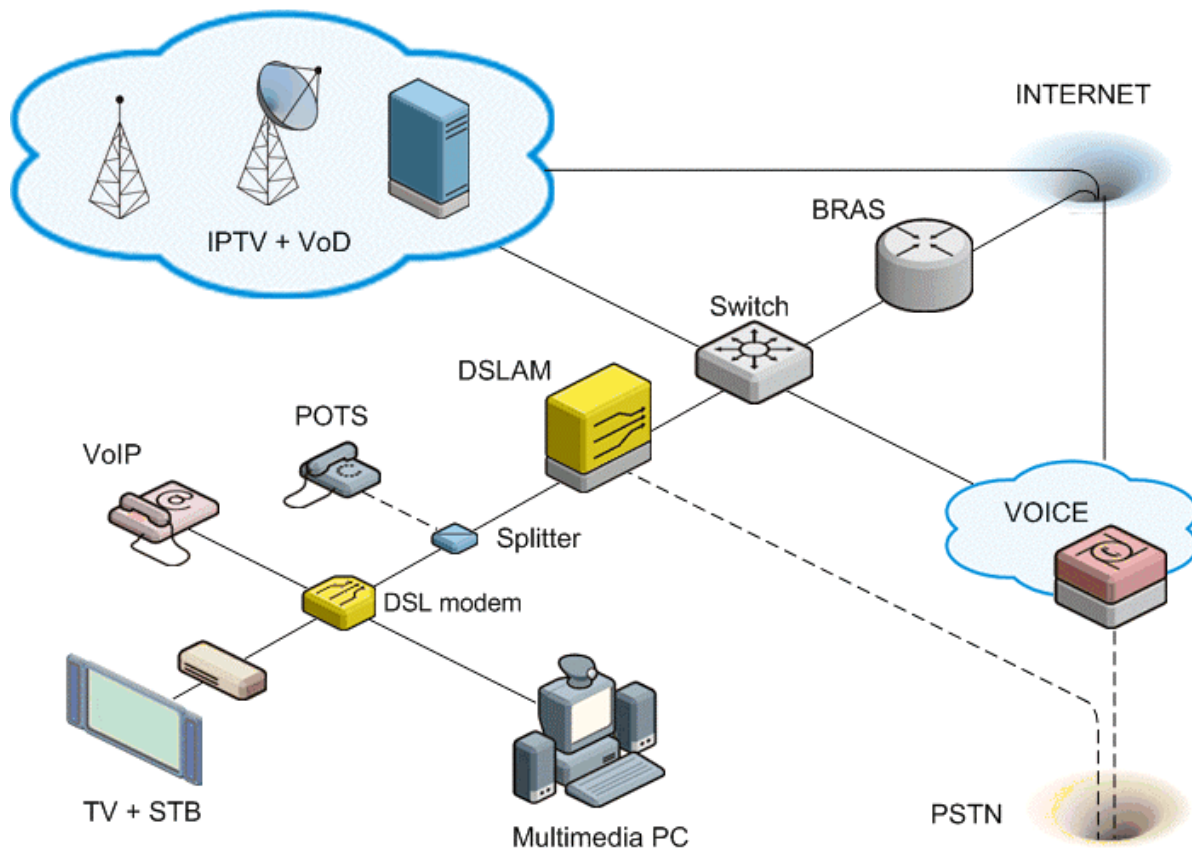
3.4 Storitve »triple play« in DSL

Večina telefonskih operaterjev po svetu se je v zadnjih letih povsem usmerila v storitev s tržnim imenom »triple play«. »Triple play« združuje storitve telefonije (VoIP), video storitve (IPTV in VoD) ter širokopasovni dostop do interneta. Koncept omrežja za storitev »triple play« je prikazano na sliki 7. S to storitvijo želijo telefonski operaterji konkurirati drugim, predvsem kabelskim operaterjem (Finneran, 2005, str. 32-33).

Uporabniki »triple play« storitve imajo doma nameščen DSL modem na katerega se priključi televizijski komunikator (STB¹⁷), VoIP telefon in osebni računalnik. STB služi za dekodiranje digitalnega signala in pretvarjanje v analogni signal, ki je potreben za standardni TV sprejemnik. STB ima vgrajene še dodatne funkcije, ki podpirajo VoD storitve v celoti (Iskratel, interna dokumentacija).

¹⁷ STB – Set-top box

Slika 7: Koncept omrežja za storitev »triple play«



Vir: Iskratel, interna dokumentacija

Ponudniki telekomunikacijske opreme danes ponujajo že dovolj zrele izdelke, ki omogočajo nadzoran in zanesljiv prenos vseh treh storitev. Prava vrednost »triple play« storitve ni le omogočanje treh neodvisnih storitev. Uporabnike bodo dodatno privabile funkcije, kot je npr. prikaz telefonske številke ob zvonjenju VoIP telefona na TV sprejemniku (Wieland, 2005, str. 19). V Sloveniji to storitev podpira podjetje SiOL.

3.5 Zagotavljanje kvalitete storitev

Organizacija IFCA-SCIC¹⁸ se ukvarja z analizo internetnih povezav od leta 1995. Z aplikacijo ping¹⁹ preverjajo odzivne čase med več kot sto računalniki povezanimi v internet. Izgubljenih pingov (pingi brez odziva) je vsako leto manj, kar pomeni, da je

¹⁸ IFCA-SCIC – International Committee for Future Accelerators – Standing Committee on Inter-Regional Connectivity

¹⁹ ping – Packet Internet Groper (prestreznik internet paketov). Program, ki ga uporabljamo za preverjanje dosegljivosti računalniškega sistema (strežnika) v internetu. Ko ga zaženemo, pošlje ping v internet sporočilo sistemu, za katerega želimo ugotoviti, ali je dosegljiv. Če je sistem dosegljiv odgovori na sporočilo. Ping prestreže pakete odgovora in hkrati sporoči, koliko časa je minilo, da je odgovor prišel.

povezljivost v internetu vsako leto boljša. Leta 1995 je bilo v domeni »edu« izgubljenih 10% pingov. Danes ista meritev pokaže dva oz. tri izgubljene pinge od 100.000 poslanih. Vse mednarodne povezave po svetu beležijo manj kot 1% izgub. Tudi odzivni čas pinga čez internet se letno zmanjša od 10 do 20%. V letu 2003 je bil odziv pinga po 40% povezavah v svetu pod 250 ms, kar pomeni, da je povratna informacija potovala manj kot 250 ms.

Leta 2001 je bilo le 8% uporabnikov povezanih v internet čez omrežje, ki je imelo izgubo prenosa podatkov manjšo od 1%. Do leta 2003 se je razmerje uporabnikov, ki so povezani v internet z izgubo prenosa manj kot 1%, povzpelo na 64% (Isenberg, 2005, str. 48).

Podjetji Motorola in Amazon imata javno objavljeno domačo stran. Med dostopanjem do teh strani so nadzorovano vnašali izgubo paketov in izmerili čas potreben, da se odpre osnovna stran v celoti. Rezultati vpliva izgub na čas potreben za odpiranje osnovne strani so prikazani v tabeli 4 (Bartlett, 2004, str. 16-22):

Tabela 4: Odzivni časi odpiranja domačih strani podjetij Motorola in Amazon

Izguba paketov (%)	Motorola (sekund)	Amazon (sekund)
0,01	3,4	8,8
0,1	3,5	9
1	4	10,2
2	4,5	11,6
4	5,6	14,4
6	6,8	17,2

Vir: Bartlett, 2004, str. 18.

Na samem začetku so bila IP omrežja zasnovana tako, da se je ves promet obravnaval enakovredno. Skrbniki omrežij niso jamčili za kvaliteto prenosa storitev. Veliko današnjih storitev zahteva določeno stopnjo kvalitete storitev (QoS). To so predvsem govorne in video storitve. Omrežje fiksne telefonije je izredno dobro zasnovano za kvaliteten prenos govora (tabela 5). Za zagotavljanje zadovoljive kvalitete govora po IP omrežju je potrebno upoštevati naslednjih pet spremenljivk:

- število pokvarjenih paketov pri prenosu (ang. *transmission errors*),
- število izgubljenih paketov pri prenosu (ang. *packet loss*),
- zakasnitev prenosa v eno smer (ang. *one-way delay*),
- trepetanje (ang. *jitter*),
- paketi, ki so prenešeni izven zaporedja (ang. *out-of-sequence packets*).

Nadzorovana IP omrežja (npr. omrežja znotraj podjetij) omogočajo visoko kvalitetno VoIP telefonijo, vendar je priporočljivo opraviti testiranje in opraviti potrebne modifikacije pred uporabo VoIP telefonije (tabela 5) (Audin, 2004, str. 9-12).

Tabela 5: Značilnosti in razlike med omrežjem fiksne telefonije ter IP omrežjem.

	Fiksna telefonija	Omejitve za VoIP telefonijo	Nadzorovano IP omrežje	Internet
Pokvarjeni paketi	Zelo malo in so prezreti	So prezreti; ni ponovitve prenosa	Manjše število (popravi se ponovnim pošiljanjem)	Manjše število (popravi se ponovnim pošiljanjem)
Zakasnitev v eno smer	1 – 30 ms	40 – 120 ms	20 – 200 ms	40 – 2000 ms
Trepetanje	0 – 5 ms	10 – 25 ms	10 – 75 ms	10 – 100 ms
Izguba paketov	0%	1 – 4%	1 – 5%	1 – 30 ms
Paketi izven zaporedja	Ni paketov izven zaporedja	Potrebno bi bilo ponoviti prenos, vendar vpliva na zakasnitev	Potrebno bi bilo ponoviti prenos, vendar vpliva na zakasnitev	Potrebno bi bilo ponoviti prenos, vendar vpliva na zakasnitev

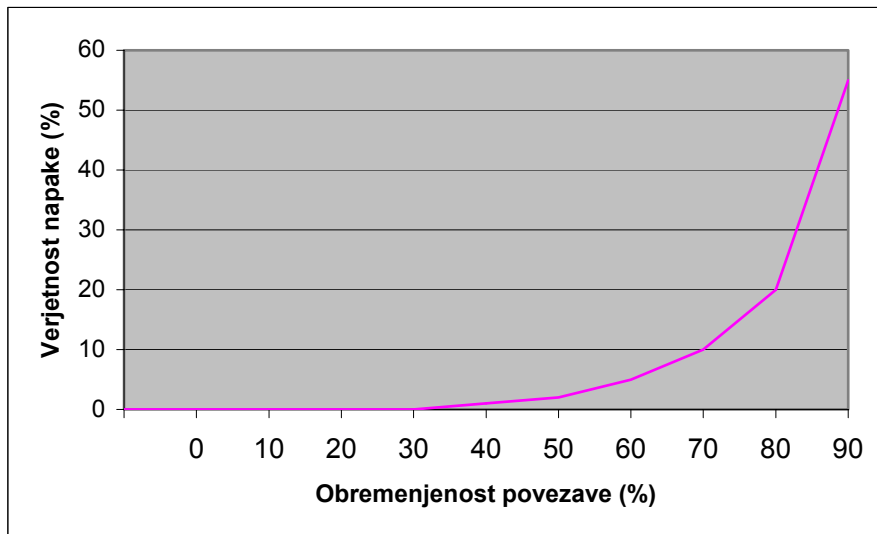
Vir: Audin, 2004, str. 9-12.

VoIP telefonija zveni precej dobro tudi ob izgubi nekaj paketov. Video storitve pa so precej bolj občutljive in zahtevajo boljšo kvaliteto prenosa po omrežju. Za kvaliteten prenos video in VoIP storitev mora biti izguba paketov manjša od 0,1%. Zakasnitev je odvisna tudi aplikacije, ki omogoča video storitev na video strežniku. Ves čas je potrebno nadzorovati obremenjenost povezave. Bolj je povezava obremenjena, večja je možnost napake. Verjetnost napake pri prenosu v odvisnosti od obremenjenosti povezave je prikazana na sliki 8 (velja za rafalni promet) (Bartlett, 2004, str. 16-22).

Načrtovanje omrežja za prenos VoIP telefonije je precej zapleten proces, saj se popolnoma razlikuje od načrtovanja omrežja za fiksno telefonijo. Kvaliteta VoIP telefonije je najbolj ogrožena zaradi naslednjih parametrov (Hersent, 2000, str. 198-200):

- IP omrežje, zaradi narave osnovnega protokola IP, povzroči izgube paketov, zakasnitve in trepetanje,
- vhodni predpomnilniki vplivajo na končno zakasnitev in izgubo paketov,
- akustični vmesniki povzročajo akustični odmev,
- analogni vmesniki povzročajo električni odmev.

Slika 8: Verjetnost napake pri prenosu v odvisnosti od obremenjenosti povezave



Vir: Bartlett, 2004, str. 18.

Obstajajo le trije načini za izboljšanje kvalitete:

- zmanjšati pretok podatkov po omrežju (skoraj nemogoče),
- povečati pasovno širino,
- vpeljati mehanizme za zagotavljanje kvalitete storitev (na stikalih in usmerjevalnikih).

Po dosedanjih analizah in testiranjih IP omrežij, največjo težavo predstavlja trepetanje. Odpravljanje trepetanja je izjemen izziv za proizvajalce telekomunikacijske opreme. Če ne bo vpliv trepetanja po IP omrežju omejen, bo vsekakor potrebno prilagoditi standarde, izdelke in storitve (Audin, 2004, str. 9-12).

Tako proizvajalci telekomunikacijske opreme kot ponudniki storitev, napovedujejo veliko novih storitev. Vse napovedi so podprte tudi s časom, kdaj bo storitev razpoložljiva na trgu. V večini primerov so se časovni roki precej zamaknili. Temu je botroval zamik razvoja opreme, saj kvaliteta izdelkov ni bila zadovoljiva. Končna testiranja so odkrila veliko napak, ki jih je bilo nujno potrebno odpraviti. Nekatere napake so se pojavile šele po množičnem priključevanju uporabnikov.

Uporabniki klasične telefonije so se navadili na kvalitetno in brezhibno telefoniranje z navadnimi telefonskimi aparati. Zgolj futuristični izgled VoIP telefonskih aparatov, ki imajo velik barvni zaslon ter ogromno dodatnih funkcionalnosti, ne bo zadovoljil končnih uporabnikov, če bo kvaliteta osnovne govorne storitve slabša od klasičnega telefoniranja. Proizvajalci opreme so zato začeli povpraševati po testnih orodjih, ki bi lahko simulirala delovanje opreme, ko je le-ta obremenjena z večjim številom

uporabnikov. Zato so se proizvajalci testnih orodij usmerili k razvoju namenske strojne in programske opreme za testiranje, ki naj bi čim bolj kvalitetno preverila delovanje opreme in odkrila morebitne napake. Na trgu so se pojavila različna testna orodja, ki so podprta z avtomatskim delovanjem. Avtomatska testna orodja so vnesla popolnoma nove metode dela v proces testiranja. Najenostavnejša so orodja namenjena testiranju grafičnih vmesnikov in komandnih vrstic in ne zahtevajo posebne strojne opreme. Možno jih je zaganjati iz osebnega računalnika in delujejo na več vrstah operacijskih sistemov. Bolj zapletena orodja zahtevajo namensko strojno in programsko opremo. Nekateri proizvajalci testnih orodij so videli tržno priložnost v razvoju avtomatskih orodij, ki omogočajo testiranje IP omrežij ter simuliranje storitev, ki se strežejo čez IP omrežje, saj so proizvajalci telekomunikacijske opreme imeli največ težav prav na tem segmentu.

Testiranje izdelka, ki streže »triple play« storitev npr. sto naročnikom, je skoraj nemogoče opraviti v laboratoriju. Potrebno je pripraviti okolje, ki zajema sto osebnih računalnikov, sto VoIP telefonov, sto televizijskih komunikatorjev, sto DSL modemov ter sto TV sprejemnikov. Za uspešno testiranje bi bilo potrebno angažirati še sto ljudi, kjer bi vsak posameznik moral upravljati tri naprave: VoIP telefon, TV sprejemnik in osebni računalnik. Voditi 100 ljudi, da sočasno upravljajo z vsemi omenjenimi napravami in izvedejo različne scenarije, je seveda nemogoče. Vse to nam lahko nadomesti eno avtomatsko orodje, ki je v velikosti standardnega TV sprejemnika ter en strokovnjak za to orodje. Zamislimo si lahko poljubne testne scenarije, ki so lahko natančni do tisočinke sekunde. Seveda za ceno orodja od nekaj 100.000 USD.

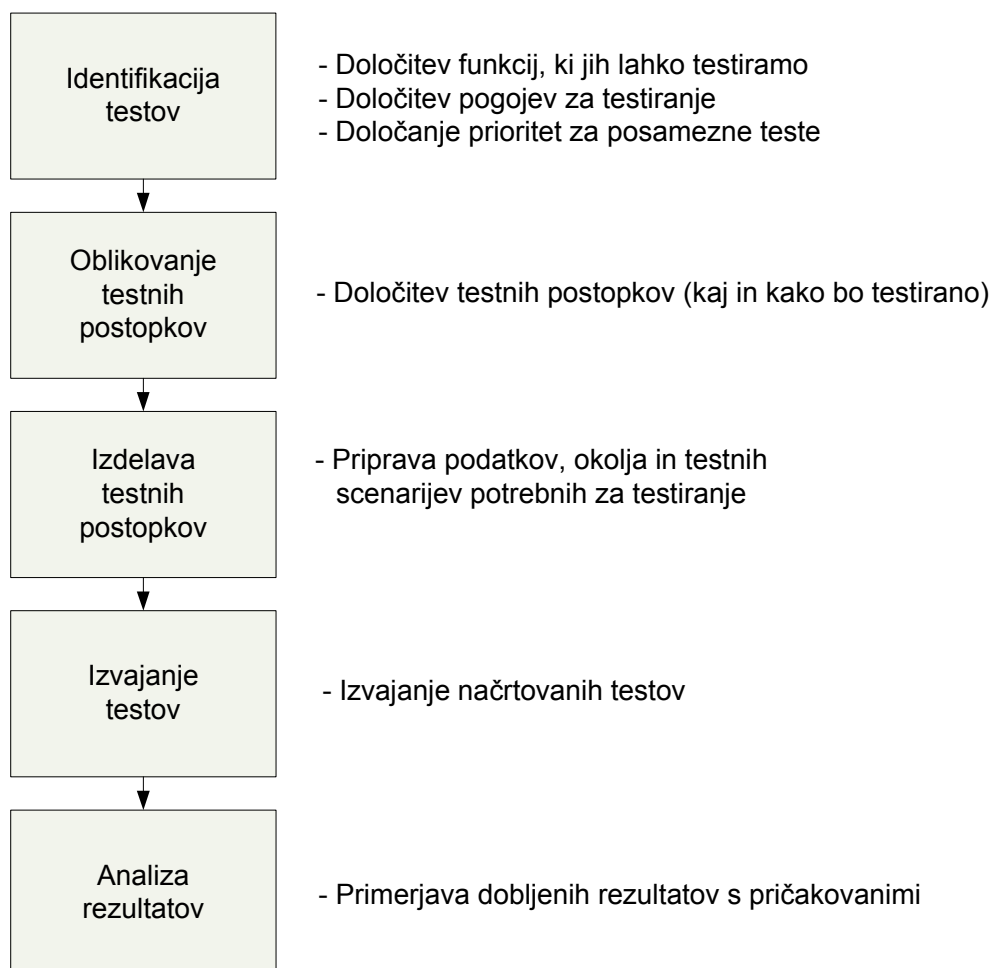
Operaterji oz. ponudniki storitev objavljajo mednarodne razpise za nabavo telekomunikacijske opreme. Običajno se prijavi več kot deset proizvajalcev opreme iz celega sveta. Približno polovica jih zaradi tehničnih pomanjkljivosti ne pride v naslednji krog (tehnična predstavitev opreme in testiranje pri operaterju), ker večina podjetij, ki tehnično predstavljajo svojo opremo pri operaterju, nima dovolj kvalitetnih izdelkov. Operaterji imajo na voljo le nekaj dni časa, da preverijo delovanje opreme ponudnikov in ocenijo kvaliteto opreme ter se odločijo za nakup. Delovanje telefonskega omrežja po masovnem priključevanju naročnikov in po daljšem času delovanja ne morejo predvideti, če jim to ne zagotovi testno orodje. Zato se tudi operaterji vedno bolj odločajo za nakup avtomatskih testnih orodij, ki v enakem času opravijo veliko število zelo kvalitetnih testov. Tako se operaterji lažje odločajo o stopnji kvalitete izdelkov. Običajno se operaterji zaradi varnosti, odločijo za dva do tri proizvajalce telekomunikacijske opreme.

4. TESTIRANJE TELEKOMUNIKACIJSKE OPREME

4.1 Proces testiranja

Za testiranje visoko kvalitetnih, zanesljivih in tehnološko novih izdelkov ne zadošča le navadno pregledovanje sistema ali le eden tip testiranja. Zahteva se dobro načrtovana in obsežna testna metodologija, ki predvideva uporabo različnih tehnik testiranja v posameznih fazah testiranja in na koncu razvojnega procesa. Na sliki 9 je prikazana metodologija testiranja kompleksne komunikacijske opreme, ki se izvaja v petih korakih:

Slika 9: Proces testiranja



Vir: Fewster, 1999, str. 13.

Prvi korak je *identifikacija testov*. V tem delu postopka določimo funkcije oz. podsisteme, ki jih lahko stestiramo. Določijo se tudi prioritete za izvajanje testov. V tej fazi se prav tako določijo uporabljene tehnike testiranja (funkcionalno, performančno, varnostno,...).

Naslednji korak je *oblikovanje testnih postopkov*. Ta faza določa na kakšen način bomo testirali sistem. Testni postopek je skupina testov in zaporedje testov, ki bodo izvedeni. Specificirajo se pogoji testiranja, vhodni podatki, pričakovani izhodni podatki, spremembe na sistemu, ki jih povzroči test (npr. sprememba podatkovne baze), ipd. Vsak test mora imeti določene pričakovane izhodne podatke ali rezultate. Ti podatki so referenčni za določanje pravilnosti delovanja sistema. Začetna nepravilna analiza pričakovanih izhodnih podatkov lahko povzroči veliko škode v procesu testiranja. Najbolje je oblikovati testne postopke vzporedno z razvojem izdelka, ki ga testiramo.

Za tem sledi *izdelava testnih postopkov*. V tretji fazi se realizira testni postopek. Pripravi se potrebna strojna in programska oprema. Če test potrebuje dostop do določenih datotek v testiranem sistemu oz. izdelku, se ti predhodno pripravijo in shranijo v sistem. V primeru avtomatske analize dobljenih rezultatov, je potrebno organizirati datoteke v katere bo orodje shranjevalo rezultate analize.

Četrty korak je *izvajanje testnih postopkov*. Izvajanje testnih postopkov je zagon zaporednih testov, ki smo jih predhodno določili. Odvisno od razširjenosti in zapletenosti testov se lahko časi izvajanja testa precej razlikujejo.

Zadnji korak je *analiza dobljenih rezultatov*. Zadnja faza je primerjava med pričakovanimi rezultati in pridobljenimi rezultati po testiranju. Enostavno povedano, če se dobljeni testni rezultati ujemajo s pričakovanimi je test pozitiven, v nasprotnem primeru je test negativen oz. neuspešen. Seveda pod pogojem, da so pričakovani rezultati pravilno določeni. Šele po natančni analizi dobljenih rezultatov lahko ocenimo pravilnost delovanja testiranega sistema. Nekateri rezultati se lahko preverijo že med samim izvajanjem testov. Če je test negativen, je potrebno raziskati vzrok negativnega rezultata. Vzrok je lahko nepravilna izvedba testnega postopka, nepravilno pripravljeno testno okolje, nepravilno določeni pričakovani rezultati in ne nazadnje napaka testiranega sistema. Proces primerjave in verifikacije rezultatov se med seboj razlikujeta. Avtomatsko orodje lahko opravi le primerjavo rezultatov in more oceniti kvalitete izdelka. Verifikacijo primerjanih rezultatov lahko opravi le človek (Fewster, 1999, str. 13-17).

4.2 Izbira pravih testnih postopkov

Izbira pravih testnih postopkov je kritična za donosnost izdelka. Tehnike se med seboj razlikujejo glede na pristop k testiranju. Nekateri testni postopki so usmerjeni k analiziranju strukture sistema, drugi k analizi obnašanja sistema. Vsak postopek ima veliko prednosti in zahteva specifična znanja za izvajanje testov. Izbira pravih

kombinacije testnih postopkov so pogoj za visoko kvaliteto izdelka. Poznamo tri vrste izbire testnih postopkov:

- *Statično testiranje*. Statično testiranje se izvaja na še ne delujočem sistemu in nastopi v zgodnji razvojni fazi. Namen statičnega testiranja je sprotno odkrivanje napak. Tak primer je preverjanje programske kode po celovito zaključenem podsistemu. Lahko jo preverja isti programer, ki je kodo pisal, v najboljšem primeru jo preverja drug programer oz. strokovnjak, ki se ukvarja s pregledovanjem programske kode. S tem smo izločili napako, ki bi se lahko prenesla skozi celoten razvojni proces. Statično testiranje programske kode se lahko izvaja tudi s posebnimi avtomatskimi orodji, ki preverjajo skladnost napisanega s specificiranimi standardi (Black, 2002b, str. 1-6).
- *Strukturirano («White box») testiranje*. Statično testiranje je dokaj učinkovito, vendar je treba opraviti testiranje tudi na delujočem sistemu. Strukturirano testiranje se opravi na delujočem sistemu in temelji na podrobnejšem poznavanju izdelka. Opravi se testiranje na posameznem modulu. Ker se posamezni moduli med seboj razlikujejo, se prilagodijo testni postopki. Izvede se tudi testiranje zaporednega medsebojnega delovanja med dvema ali več moduli. Zato je pri načrtovanju testnih postopkov za strukturirano testiranje potrebno veliko izkušenj (Zorko, 2004, str. 66).
- *Vedenjsko («Black box») testiranje*. Vedenjsko testiranje je tudi testiranje na delujočem sistemu. Osredotočenost je le na tem, kaj sistem dela in ne kako sistem dela. Obravnava se kot črna škatla, v katero na vhod vnesemo vhodne podatke, sprejemamo izhodne podatke ter jih obdelamo. Ta vrsta testiranja se uporablja pri globalnem testiranju kot so testiranje zmogljivosti, obremenitev, konfiguracij, itd. Vedenjsko testiranje je tudi najbolj podprto z avtomatskimi testnimi orodji. Prav tako se pri tej vrsti testiranja odkrije največ napak, ki so moteče za kupca. Kupci oz. končni uporabniki večinoma obravnavajo sisteme oz. izdelke kot črne škatle. Zanima jih le namen in uporabnost sistema in ne kako sistem deluje (Zorko, 2004, str. 66).

Testiranje je večšina. Za vsak sistem obstaja izjemno veliko število možnih testov, ki bi lahko bili opravljeni. Zaradi časovnih in finančnih omejitev, se podjetja ponavadi odločajo za manjše število skrbno izbranih testov od katerih pričakujemo, da bodo odkrili čim večje število napak, predvsem takšnih, ki so najbolj kritične za delovanje in stabilnost sistema. Zato je potrebna previdnost pri izbiri testnih postopkov, če želimo najboljše rezultate.

Testni postopek lahko opišemo s štirimi parametri, ki so prikazani na sliki 10. Najpomembnejši parameter je učinkovitost pri odkrivanju napak. Drugi pomemben

parameter je pokritost testov. Od pokritosti testov pričakujemo, da s posameznim testom pokrijemo več kot eno funkcijo ali podsistem in zmanjšamo skupno število testov, ki bi zagotovili kvalitetno testiranje celotnega izdelka. Naslednja dva parametra sta finančno usmerjena. Ekonomičnost testnega postopka glede celotne izvedbe testiranja (priprava, zagon, analiza,...) in prilagodljivost testnega postopka. Slednja določa vire potrebne za spremembo testnega postopka, ki so nastali zaradi spremembe testiranega podsistema (spremembe nastanejo ob odpravljanju odkritih napak).

Ti štirje parametri se ponavadi uravnatežujejo med seboj. V primeru, ko imamo testni postopek, ki pokriva veliko število podsistemov, je cena testnega postopka visoka. Zahteval bo tudi visoke stroške za prilagajanje zaradi sprememb na testiranem modulu. Temu primerno bosta ekonomičnost in prilagodljivost precej nizko. Učinkovitost testiranja ni odvisna samo od učinkovitosti odkrivanja nepravilnosti v delovanju izdelka. Potrebno je optimalno načrtovati testne postopke in se izogibati odvečnim stroškom v razvojnih fazah (Fewster, 1999, str. 4-5).

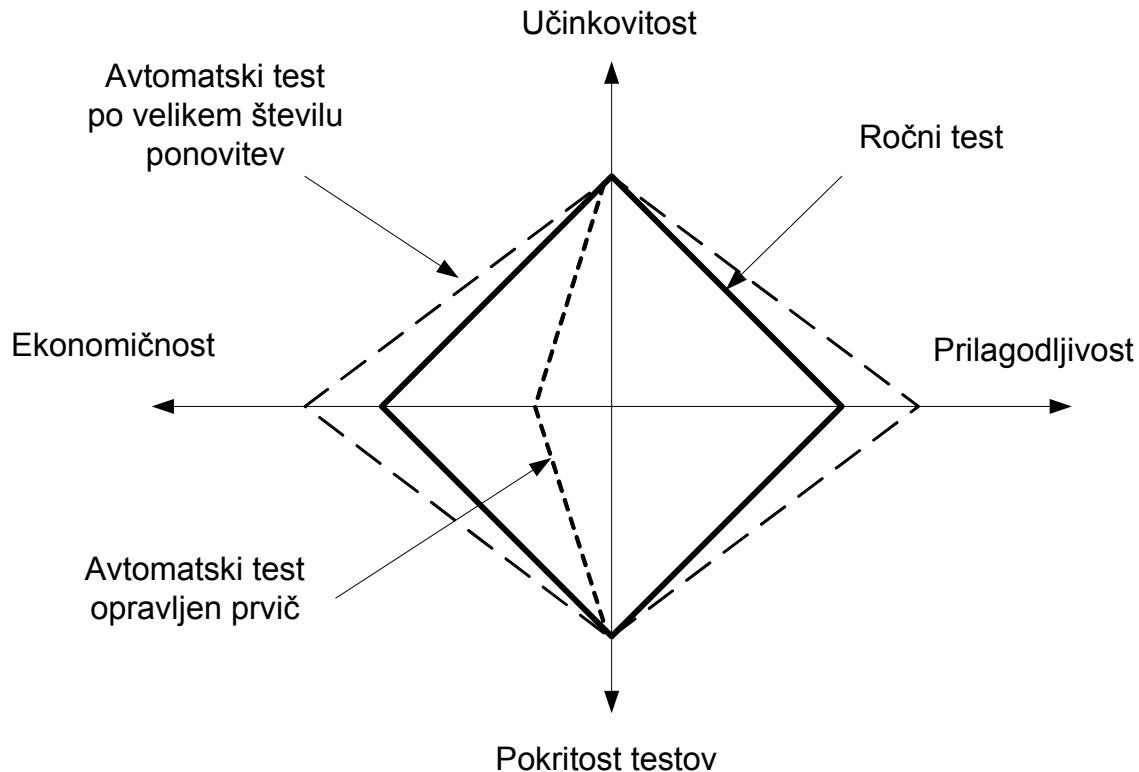
4.3 Avtomatizacija testnih postopkov

Za avtomatske teste je značilno, da jih izvaja za ta namen razvita naprava. Ta naprava je lahko bodisi bolj zmogljiv osebni računalnik, na katerem je nameščena posebna programska oprema, bodisi posebna naprava, ki je specializirana za določene vrste testov. Večkrat gre za posebne naprave, ki jih krmilimo tako, da z vnosom podatkov v registre nastavimo željeno delovanje naprave. V splošnem velja, da manjši je poseg človeka med samim izvajanjem testa bolj je test avtomatiziran. Ročno ali s skriptami nastavimo test in ga poženemo; od tu naprej se test izvaja avtomatsko. Avtomatizacija testa je večšina, ki se razlikuje od samega testiranja. Prav tako je potrebno razlikovati kvaliteto avtomatizacije testa od kvalitete testiranja. Četudi smo uspešni pri opravi avtomatizacije testov, je trud zaman, če test ne opravi željene naloge dovolj dobro. Tudi hitrost nam v tem primeru kaj dosti ne pomaga. Avtomatizacija testiranja v večini primerov pomeni avtomatski testni scenarij, ki v poljubnem vrstnem redu izvaja poljubne teste. Avtomatski testni scenarij je program, katerega razvoj poteka na enak način kot poteka razvoj ostalih izdelkov v podjetju.

Po uspešno opravljeni avtomatizaciji testiranja se stroški testiranja dolgoročno znižajo. Zagon avtomatskega testa je cenejši od opravljanja ročnega testiranja. Stroški avtomatiziranih testov narastejo pri vzdrževanju in nadgradnji le-teh. Zato je pomembno, da pri načrtovanju avtomatiziranega testiranja razmišljamo dolgoročno. Pri kratkoročnem načrtovanju lahko stroški ob nadgradnji dosežejo stroške, v nekaterih primerih celo presežejo, ki bi jih imeli z ročnim testiranjem od samega

začetka. Poleg finančnega vidika, se podjetja odločajo za avtomatizacijo testiranja, predvsem zaradi izboljšave kvalitete izdelka, ki ga ponujajo na trgu.

Slika 10: Keviatov diagram



Vir: (Fewster, 1999, str. 5)

Na sliki 10 je prikazan Keviatov diagram. Ročni test je prikazan s polno črto, avtomatski test pa s prekinjeno črto. Prikazana je ekonomičnost avtomatskega testa ob prvem zagonu in po velikem številu ponovitev. Ob prvem zagonu so upoštevani stroški povezani z vlaganjem v avtomatizacijo testiranja. Čim višji sta vrednost posameznega parametra in površina, ki jo oklepajo črte ki povezujejo točke, tem boljši je testni postopek. Pred začetkom procesa avtomatizacije testiranja mora vodja skupine za testiranje pripraviti in preveriti teste, ki jih želimo avtomatizirati. Strokovnjak za avtomatizacijo testov zbere vse podatke in opravi analizo vseh testnih postopkov. Teste, glede na smiselno povezanost, razvrsti na skupine. To opravi zaradi nižjih stroškov realizacije, enostavnejše uporabe testnega orodja in nižjih stroškov pri nadgradnji in vzdrževanju avtomatiziranega sistema (Fewster, 1999, str. 5-6).

4.4 Primerjava ročnega in avtomatskega testiranja

Danes so na trgu razpoložljiva izjemno napredna orodja za avtomatsko testiranje. Tudi narava nekaterih že uveljavljenih testov je taka, da zahteva podporo avtomatskih orodij, če želimo opraviti nalogo čim bolje. Po drugi strani, imamo teste, ki zahtevajo ročno testiranje. Končni cilj načrtovanja testiranja ni določiti kaj bomo testirali. Potrebno je analizirati kako testirati ter določiti vrstni red testnih postopkov. Vrste testov, pri katerih je uporaba avtomatizacije in avtomatskega orodja najbolj primerna (Black, 2002c, str. 1-5):

- *Regresijsko testiranje in preverjanje odprave napak.* Ob zadnji izdaji izdelka se preverja, če je delovanje izdelka nespremenjeno. Preverjajo se tudi popravki napak, ki so bile prijavljene.
- *Vnos naključnih vhodnih podatkov.* V sistem vnesemo podatke, ki imajo različne parametre. Tako želimo preveriti delovanje sistema in odziv na te podatke.
- *Obremenitve in zmoglosti sistema.* Potrebno je preveriti kako se obnaša sistem pri velikih obremenitvah. Z ročnimi testi ni mogoče simulirati nekaj tisoč uporabnikov, ki sočasno obremenjujejo sistem.
- *Performance in zanesljivost.* Z avtomatskimi testi določimo robne pogoje delovanja sistema. Teste lahko pustimo delovati daljše časovno obdobje in opazujemo kakšen je odziv sistema po določenem časovnem intervalu.

Avtomatsko testiranje še vedno ne more popolnoma pokriti vse vrste testiranja. Tudi pri pregledu rezultatov avtomatskega testiranja je še vedno potreben strokovnjak, ki bo analiziral rezultate dobljene z avtomatskim orodjem. Obstaja še veliko testov, ki jih ni mogoče avtomatizirati, med te štejemo:

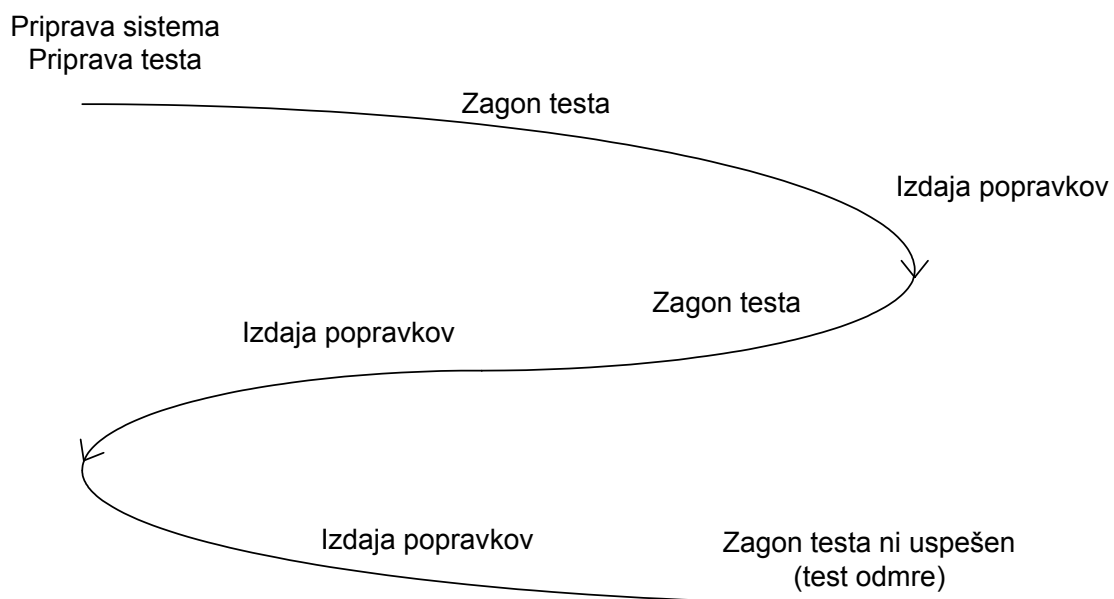
- *Inštalacija, administriranje in vzdrževanje.* Potrebno je vstaviti zgoščenko, zamenjati strojno opremo ali veliko drugih opravil, ki jih lahko opravi le oseba.
- *Konfiguriranje in kompatibilnost.* Opraviti je potrebno povezovanje različnih komponent, preveriti delovanje posamezne komponente in povezovanje komponent med seboj.
- *Ravnanje ob napakah in ponovni zagon.* Z ročnimi posegi lahko obvladujemo nezaželjene situacije in izdelek ponovno postavimo v delujoče stanje.
- *Lokalizacija.* Testerji s posebnimi izkušnjami preverjajo pravilnost in smiselnost prevodov ter kulturno skladnost za določen trg.
- *Uporabnost.* Preverja se lahko uporabnost, enostavnost in oblika. Najenostavnejši primer je grafični vmesnik.
- *Dokumentacija in pomoč.* Tako kot lokalizacija in uporabnost, je kontrola dokumentacije mogoča le z ročnim posegom.

Pri odločitvi o avtomatiziranju določenega števila testov je potrebno predhodno opraviti natančno analizo testnih postopkov. Enako velja pri odločitvi za ročno testiranje (Black, 2002c, str. 1-5).

Izkušnje so najpomembnejše pri določanju mejnika, kdaj naj se test opravi ročno in kdaj avtomatsko. Z uvedbo avtomatskega testiranja se zmanjša obseg ročnega testiranja ali celo popolnoma ukinejo ročni testi, ki so pokrivali določeno področje. Ob ukinitvi se porajata vprašanja, koliko napak bi odkrili z ročnim testiranjem in kako nevarne so te napake. Če popolnoma avtomatiziramo proces testiranja, je končni uporabnik prvi, ki bo opravil ročni test (Marick, 1998, str. 3).

Ena od prednosti avtomatskega testiranja je preverjanje odpravljanja napak. V primeru napake se ponovi popolnoma enak test, ki je odkril napako, in se preveri ustreznost popravka. Odvisno od števila in kritičnosti napak, se lahko inženirji za razvoj po določenem času odločijo za večje posege v sistem, ki bi sistem izboljšali ali stabilizirali. V tem primeru ne moremo ponoviti enakega testa, ker test ni prilagojen preoblikovanemu sistemu. Življenjska doba testa se je iztekla (slika 11). Test je potrebno odvreči ali popraviti.

Slika 11: Življenjska doba avtomatskega testa.



Vir: Marick, 1998, str. 5.

V obeh primerih, pri načrtovanju popolnoma novega testa ali pri popravljanju obstoječega testa, so stroški visoki. Če se do te stopnje razvoja vlaganje v avtomatizacijo testiranja ni povrnilo, bi bilo bolj smotrno že na začetku vse teste opravljati ročno. Preden se odločimo za avtomatizacijo testiranja je potrebno približno

oceniti čas uporabnosti testa. Odločamo se glede na zapletenost testiranega izdelka (Marick, 1998, str. 4-18).

4.5 Izbira testov za avtomatizacijo

Od celotnega nabora testov so nekateri bolj primerni za avtomatizacijo kot drugi. Med tistimi, ki jih lahko avtomatiziramo, moramo izbrati tiste, ki jih bomo dejansko avtomatizirali. Nikoli ne bomo uspeli avtomatizirati vseh testov. Verjetno nekateri testi, tudi dolgoročno, ne bi povrnili vlaganj v avtomatizacijo, zato jih zaradi njihove neprofitabilnosti ni smiselno avtomatizirati.

Kriteriji glede odločanja o prenosu testov iz ročnega v avtomatizirani način so različni. Če za 10% testov porabimo 90% časa, je vsekakor smiselna avtomatizacija vsaj teh. Ponavadi se odločamo za avtomatizacijo testov:

- za najpomembnejše funkcije ali podsisteme,
- ki se najlažje avtomatizirajo,
- pri katerih bo naložba hitro povrnjena,
- ki se najbolj pogosto uporabljajo.

Običajno se podjetja odločajo za avtomatizacijo velike skupine testov v en avtomatiziran sistem. Bolje je združiti le funkcionalno podobne teste v podsisteme avtomatskega orodja. Tako jih lahko poganjamo ločeno. Avtomatizirani testi morajo biti obravnavani enako kot drugi testi. Moramo jih dokumentirati. Določene morajo imeti tudi prioritete izvajanja (Fewster, 1999, str. 292-231).

Določitev ciljev, ki jih želimo doseči z avtomatizacijo je izrednega pomena. Iskanje napak? Podpora razvojni skupini? Potrjevanje o nespremenjenem delovanju izdelka? Ti cilji oz. vprašanja morajo biti odgovorjena ob načrtovanju uvajanja avtomatizacije. Način razvoja izdelkov, orodja in pripomočki v trenutni uporabi ter izkušnje zaposlenih bodo imeli velik vpliv pri procesu določanja ciljev in kasneje orodja potrebnega za avtomatizacijo testiranja (Kelly, 2004, str. 2-5).

Ena najbolj znanih napak pri testiranju je poskus avtomatizacije prevelikega števila testov v kratkem času. Običajno je to želja po visokem napredku na področju testiranja, ki se ne obnese. Zato je najbolj priporočljiva postopna avtomatizacija. Tako bolje spoznamo avtomatska orodja in pridobimo izkušnje pri delu z njimi. Te izkušnje nam precej pomagajo pri izbiri avtomatskih orodij v prihodnosti (Fewster, 1999, str. 231-232).

V praksi so prvi poskusi avtomatizacije testiranja večinoma neuspešni. Ko skupina za testiranje izbere teste, ki jih lahko avtomatizira, jih uspešno avtomatizira le 40 do 50%. Nekateri od teh testov predstavljajo prevelik izziv in jih izjemno težko uspešno in kvalitetno avtomatiziramo v prvem poskusu (Fajardo, 2002, str. 13).

Ponavadi skupina, ki testira želi pognati čim več testov istočasno. Najraje pusti avtomatsko orodje, da dela čez noč ali čez vikend. Če se opravlja testiranje v regresijski fazi, se ponavadi sprejeme odločitev za podskupino testov, ki preverjajo delovanje le spremenjenih modulov na testiranem sistemu (Fewster, 1999, str. 231-233).

4.6 Nadzor izvajanja avtomatskega testa

Če pustimo več avtomatskih testov delovati čez noč, ne želimo naslednje jutro porabiti preveč časa za pridobitev rezultatov. Avtomatska orodja shranijo dobljene rezultate v datoteke. Za pregled vseh teh datotek bi porabili preveč časa. Čeprav orodje kvalitetno opravi proces testiranja, je velikega pomena način prikaza rezultatov. Dobra avtomatska orodja lahko opravijo tudi analizo in osnutek poročila o testiranju. Ponavadi se podrobni rezultati testiranja shranijo v ogromne tekstovne datoteke. Enostavna funkcija lahko v kratkem času pregleda datoteke in nam posreduje ključne rezultate testiranja (Fewster, 1999, str. 244-245).

Značilnost kvalitetnih avtomatskih orodij je, da nam sproti posredujejo dobljene rezultate. Dobro oblikovani grafični vmesniki osvežujejo podatke med testiranjem po določenih intervalih. Tako lahko sproti, še pred zaključkom testa, opazujemo obnašanje testiranega izdelka. Če opazimo veliko nezaželenih odstopanj, lahko test prekinemo in nemudoma posredujemo podatke razvijalcem. Le-ti lahko takoj začnejo odpravljati napake. (Fajardo, 2002, str. 3).

Različni proizvajalci na različne načine prikazujejo rezultate in poročila. Priporočljive in zaželjene informacije v poročilu so (Fewster, 1999, str. 244-245):

- število izbranih testov,
- število testov, ki so bili dejansko izvedeni,
- število pozitivnih testov,
- število negativnih testov,
- število odkritih napak (en test lahko odkrije več napak),
- število nedokončanih testov,
- podrobne informacije o negativnih in nedokončanih testih (informacije o možnih napakah),

- omejitve orodja (prostor na disku, razpoložljivost naprav,...),
- časovne parametre (čas trajanja posameznega testa, skupni čas,...).

Razlog za neuspeli test je napaka, ki ima svojo zaporedno številko in prioriteto. Podrobne informacije o negativnih in nedokončanih testih naj vsebujejo vsaj:

- napaka pri pripravi, »sporočilo«,
- napaka pri zagonu, »sporočilo«,
- izhodna datoteka ne obstaja: »ime datoteke«,
- odstopanje izmerjenih rezultatov: »ime datoteke«.

Dobra avtomatska orodja imajo možnost priredbe oblike izpisa za generiranje poročil. Omogočajo nam spreminjanje nastavitev. Izmed množice rezultatov, ki so shranjeni v orodju, si po potrebi prilagodimo parametre in informacije, ki nas najbolj zanimajo.

4.7 Prednosti in omejitve avtomatskega testiranja

4.7.1 Prednosti avtomatskega testiranja

Avtomatsko testiranje ima veliko prednosti pred ročnim testiranjem. Poglavitne prednosti, ki jih prinese avtomatizacija so (Fewster, 1999, str. 9-10):

- *Preverjanje pravilnosti delovanja (regresijsko testiranje) nove različice izdelka.* Ponovitev identičnih testov je eno najpogostejših opravil avtomatskih orodij. Časovni vložek za preverjanje pravilnosti delovanja v regresijskih testiranjih mora biti čim manjši.
- *Večkratne ponovitve testov.* So velika prednost avtomatskega testiranja. Časovni vložek za zagon avtomatskega testa je majhen, testi pa lahko tečejo poljuben čas. Zagotovimo si varnost glede stabilnosti in zanesljivosti delovanja izdelka.
- *Izvedba testov, ki jih ni mogoče izvesti z ročnim testiranjem.* Nekatere funkcionalnosti je izredno težko ali nemogoče preveriti z ročnimi testi. Vzemimo za primer ADSL centralo, na katero je priključenih 200 modemov oz. naročnikov. Naročniki uporabljajo storitve kot so video na zahtevo, VoIP, igre na zahtevo, ipd. Takšen test je lahko opravljen le z avtomatskim orodjem visokega cenovnega razreda.
- *Boljša izkoriščenost izvajalcev testiranja.* Namesto opravljanja monotonih in dolgočasnih opravil, se lahko inženirji uporabijo za razvoj ali optimizacijo testnih postopkov. Poveča se tudi motiviranost inženirjev za testiranje. Na žalost, ali morda na srečo, nekaterih postopkov enostavno ni mogoče avtomatizirati in morajo biti opravljeni ročno.

- *Hitrejši prihod na trg.* Čas izvajanja testiranja se skrajša. Hitreje odkrivamo napake in jih sporočamo razvijalcem. Prav tako se hitreje preverijo popravki. Zmanjšajo se časovni rok potrebni za razvoj kvalitetnega izdelka, kar pomeni hitrejši prihod na trg.

Poleg prednosti ima avtomatsko testiranje tudi omejitve. Najhujše omejitve so tiste, ki nas presenetijo in se težko spoprimemo z njimi. Zato je dobro naštetih nekaj znanih težav, ki so najbolj pogoste pri avtomatizaciji testiranja (Fewster, 1999, str. 10-13):

- *Premalo izkušenj pri testiranju.* Avtomatizacija testiranja je nesmiselna, če je proces testiranja nekvalitetno načrtovan in voden (nizka učinkovitost testov, nepopolna dokumentacija,...). Najprej je potrebno optimizirati in urediti celoten proces testiranja. Avtomatizirani kaos je le hitrejši kaos.
- *Nerealna pričakovanja.* Današnja industrija je usmerjena na uvajanje novih tehnologij z namenom odpravljanja čim več napak. Testna orodja niso izjema. Pogosto se zgodi, da smo preveč optimistični glede dosežkov avtomatskih testnih orodij.
- *Pričakovanja, da bodo avtomatska orodja našla veliko novih napak.* Najverjetneje bo test ob prvem zagonu našel obstoječo napako. Če poženemo test in je status testa pozitiven (napake nismo našli), je majhna verjetnost, da bo napaka najdena v drugem poskusu. Takšna napoved velja za nespremenjen testni postopek in za nespremenjen testirani sistem.
- *Zavajajoč občutek varnosti.* Če po opravljenem testu nismo našli napake, še ne pomeni da napaka ne obstaja. Testi so lahko nepopolni ali pa sami vsebujejo napake. Recimo, da dobimo napačne rezultate meritev in nam avtomatske orodje dobljene rezultate shrani kot nepopolno opravljene. V tem primeru je končna analiza orodja nepravilna.
- *Vzdrževanje avtomatskih orodij.* Po spremembi testnega sistema je potrebna delna, včasih celotna sprememba testnih postopkov. S tem podaljšamo življenjsko dobo testa. To velja predvsem za avtomatske teste. Viri potrebni za vzdrževanje so ponavadi ključni za ukinjanje testov. Če je vložek za ročno opravljanje testa manjši od vložka za nadgradnjo avtomatskega testa, se bo test opravil ročno. Avtomatski test bo odvržen.
- *Tehnične težave.* Kupljeno orodje od proizvajalca, ki se ukvarja z razvojem in proizvodnjo avtomatskih testnih orodij je integracija strojne in programske opreme. Tudi ta ni imuna na napake. Kupec testnega orodja se razočara, ko odkrije, da testna oprema vsebuje veliko napak, ker ni bila dovolj natančno preverjena, kar se seveda tudi dogaja. Dodatno razočaranje lahko povzroči slaba tehnična podpora in nadgradnja orodij. Prilagoditev orodja na obstoječi sistem in povezovanje z drugimi proizvajalci je včasih lahko težavno. Veliko orodij je idealno predstavljenih. Ob dejanskem preverjanju in ocenjevanju se (lahko) izkaže drugače.

Kupljena avtomatska orodja so ponavadi zapletene naprave, ki ob preverjanju pravilnosti delovanja zahteva izkušene strokovnjake za ocenjevanje. Potrebno je tudi šolanje za delo na avtomatskem orodju. Ob nakupu avtomatskega orodja proizvajalec le-tega omogoča šolanje strokovnjakov, ki bodo uporabljali to orodje. Veliko težav nam lahko povzroči tudi naš sistem, katerega želimo preveriti. Pomembno je, da je naš sistem zmožen testiranja. To pomeni, da lahko orodje brez večjih težav priključimo na naš sistem in ga ustrezno stestiramo.

- *Potrebe podjetja.* Zelo pomembno je, da je uporaba avtomatskega testiranja odobrena tudi od vodstva podjetja. Z dobrimi argumenti lahko dosežemo visoko stopnjo razumevanja. Tako je lažje rezervirati čas potreben za izbiro orodja, šolanje kadrov, eksperimentiranje in spoznavanje delovanja orodja. Že manjša skeptičnost vodstva lahko privede do težav. Navidez majhna težava je nakup določenega števila licenc za uporabo orodja. Če je število licenc manjše od števila oseb, ki bi istočasno uporabljala orodje, se zmanjša učinkovitost avtomatskega testiranja.

Izredno težavno delo je vnaprej oceniti odziv skupine za testiranje ob uvajanju avtomatskih orodij. Odzivi posameznikov so različni. Tudi najboljše avtomatsko orodje ne bo pripomoglo k procesu testiranja, če bodo imeli posamezniki v skupini odpor do dela z avtomatskim orodjem. Med izvajalci testiranja velikokrat prevladuje mnenje, da je ročno testiranje dovolj kvalitetno in si ne želijo sprememb pri svojem delu. Zato je nujno potrebno skupino, ki bo uporabljala avtomatsko testno orodje, vključiti v uvajanje procesa avtomatizacije. Njihovo sodelovanje v procesu bo motivacijsko pozitivno vplivalo na delo z avtomatskim testnim orodjem. Prav tako je potrebno zagotoviti pravočasno in kvalitetno šolanje izvajalcev testiranja za delo z avtomatskim orodjem. (Elfriede Dustin, 1999, str. 16-21).

Z uvedbo avtomatizacije lahko s pravilnimi pristopi pridobimo na veliko področjih. Avtomatizacija testiranja lahko sprostí zasedenost strokovnjakov, ki so pred tem opravljali testiranje ročno. Na drugi strani, avtomatska orodja po končanju testov registrirajo ogromno število rezultatov, ki jih je treba naknadno analizirati. Tako delo lahko zahteva več strokovnjakov, ki bodo analizirali rezultate orodja in izločili odstopanja, ki lahko nastanejo zaradi nepravilnega delovanja testiranega sistema. Z različnimi metodami določimo efektivnost testa pred in po uvajanju avtomatizacije testiranja. Avtomatsko testiranje bo najbolj efektivno, če bo imelo orodje popolno pokritost nad testiranim sistemom in dostop do programske opreme testiranega sistema. Avtomatsko orodje nam omogoča izvajanje testov, katere ne bi mogli izvesti z ročnim testiranjem. Generirajo se lahko milijoni dogodkov in zaporedij, ki so omejena le z zmožnostmi strojne opreme in razpoložljivim časom za testiranje. Takšni testi lahko najdejo veliko napak na testiranem sistemu, čeprav je bil z ročnim

testiranjem predhodno popolnoma preverjen. Velika prednost avtomatskih testov je naključno in nadzirano generiranje dogodkov in zaporedij. Med zagonom testov orodje preveri stanje programske opreme na merjenem sistemu. Preveri lahko stanje podatkovne baze ter zasedenost pomnilnika in procesorja. Referenčne podatke predhodno vnesemo v orodje. S pomočjo teh podatkov avtomatsko orodje oceni in registrira stanje sistema po vsakem opravljenem testu. Takšen način testiranja zagotovi registriranje dogajanj na testiranem sistemu. Prav tako lahko testi povzročijo delno ali popolno odpoved delovanja testiranega sistema, včasih tudi izgubo zabeleženih podatkov v sistemu (Hoffman, 1999, str. 1-4).

Veliko podjetij pričakuje, da bo uvajanje avtomatizacije testiranja magična puščica, ki bo pokončala vse težave pri načrtovanju testiranja, stroških testiranja, napačnih prijavah napak, ipd. Avtomatizacija testiranja ima lahko pozitiven vpliv na mnoga področja testiranja. Mnogo podjetij, ki se jim je avtomatizacija testiranja obrestovala, lahko predstavlja upanje, da bo avtomatizacija veliko privarčevala in hkrati rešila veliko odprtih težav v procesu testiranja. Po drugi strani je več razočaranih podjetij. Med njimi so tudi taka, ko je bila avtomatizacija testiranja koristna le v tehničnem pogledu. Podjetja so investirala veliko časa in denarja v avtomatizacijo testiranja ter po nekaj letih opustila program. Pri načrtovanju avtomatizacije je potrebno upoštevati veliko spremenljivk. Avtomatizacija spremeni značaj in organizacijo testiranja, od načrtovanja, implementacije do izvajanja testov. Običajno ima širok vpliv pri organizaciji testiranja. Spremenita se način izvajanja nalog in pristop testiranju. Včasih vpliva tudi na značilnosti oz. funkcionalnosti izdelka (Hoffman, 1999, str. 1-4) .

Zapletenost izdelkov je iz leta v leto vse večja. Podjetja veliko vlagajo v razvoj strojne in programske opreme. Eden od pogojev za kvaliteten izdelek je uvajanje avtomatskega testiranja. Število testov, ki jih ni mogoče opraviti ročno nenehno raste. V takšnih primerih izdelava natančnega poslovnega modela ni potrebna. Simulacijo obnašanja sistema, ki je obremenjen s tisoč uporabniki ni mogoča z ročnim testiranjem. Sistem bo na trgu v kratkem času deloval pod takšnimi pogoji. V večini primerov so stroški, ki jih povzroči nekvaliteten izdelek na trgu višji od stroškov uvajanja avtomatskega testiranja (Hoffman, 1999, str. 3-4).

Pomembno je razumeti potencialne stroške in prednosti še pred osnovnim načrtovanjem avtomatizacije. Organizacijske spremembe zahtevajo izkušnje za načrtovanje in implementacijo avtomatskih testov, avtomatskih orodij in okolja za avtomatizacijo. Razvoj in vzdrževanje avtomatskih testov se precej razlikujeta od ročnih. Z uvedbo avtomatizacije testiranja se spremenijo delovne izkušnje strokovnjakov in pristopi k testiranju. Spremeni se tudi razvoj in značaj sistema na katerem se izvajajo avtomatski testi. Ta način ima pozitivne in negativne vplive, ki jih je potrebno upoštevati. Postavitev realnih ciljev in razumevanje kaj pridobimo z avtomatizacijo testiranja je ključ do uspeha. Vodstvu lahko enostavno predstavimo

finančne prednosti, ki nam prinaša avtomatizacija. Proizvajalci testnih orodij uspešno tržijo svoje izdelke. Strokovnjaki za trženje s spretnimi izračuni na več načinov predstavijo avtomatizacijo kot naložbo z visoko stopnjo donosnosti. Analiza ugodnosti in stroškov nam pomaga pri odločanju o vlaganju v testiranje (Hoffman, 1999, str. 3-4).

Vidiki vodilnih v podjetju na avtomatizacijo testiranja

Pričakovanje vodstva je, da je potrebno na več področjih določiti: nedoločene stroške in prednosti, slabo določene prednosti, skupne parametre ročnega in avtomatskega testiranja ter organizacijske vplive. Pri določanju meril in ocen posameznih parametrov moramo ravnati previdno. Največji vpliv lahko imajo nedoločeni stroški. Če so merljivi, lahko pride do večjega odstopanja od predhodno določene vrednosti. Na splošno se pojavijo težave pri zajemanju parametrov, s katerimi ocenimo spremembe zaradi uvajanja avtomatizacije. Nedoločeni parametri so običajno pozitivni, lahko pa so tudi negativni. Ker je za te parametre težko določiti objektivna merila jih običajno izločimo pri izračunu donosnosti avtomatizacije.

Parametri, za katere je težko določiti objektivna merila so (Hoffman, 1999, str. 3):

- *Porast strokovnosti v organizaciji testiranja.* Povečata se motivacija in produktivnost. Ti sta predvsem posledici nove discipline in nalog, ki jih zahteva avtomatizacija
- *Uvajanje naprednih metod testiranja.* Odpirajo se nove smeri v testiranju, ki nam jih omogoča avtomatsko orodje.
- *Vsi člani skupine za testiranje ne bodo takoj pripravljeni za spremembe.* Po uvedbi avtomatskih orodij se lahko zgodi, da nekateri od zaposlenih še vedno nadaljuje z ročnimi testi.
- *Spremembe v kvaliteti testiranja.* Kvaliteta se lahko poveča ali zmanjša. Vsekakor sta ročni in avtomatski testi različni opravili, ki se lahko uspešno dopolnjujeta.
- *Število regresijskih faz.* Z avtomatskimi testi se hitreje potrjuje vmesno stanje razvijajočega izdelka. Izdelek lahko hitreje doseže zahtevano kvaliteto. Prehitri prehodi med razvojnimi in testnimi fazami lahko zmanjšajo previdnost in pozornost.

Pri odločanju o nabavi orodij imajo na vodilne v podjetju običajno največji vpliv kvalitetne metode trženja proizvajalcev avtomatske opreme podprte z mediji, konferencami in seminarji. Večina podanih informacij je resničnih, običajno pa ne odkrijejo vseh podrobnosti, ki so lahko ključne. V primeru, da se lahko primerjajo finančne vrednosti, je proces odločanja o uvajanju avtomatizacije dokaj enostaven. Težave nastanejo, če so spremembe v organizaciji in učinkovitost testiranja parametri, za katere je težko določiti merila. Kljub vprašljivim prednostim in neznanim

spremenljivkam, je primerneje za začetek uporabiti približne izračune, kot da se trudimo z določanjem natančnih izračunov (Hoffman, 1999, str. 4).

4.7.2 Pomanjkljivosti avtomatskega testiranja

Vsekakor avtomatsko testno orodje ne more popolnoma nadomestiti inženirjev za testiranje. Je le pripomoček v celotnem procesu testiranja, s pomočjo katerega bo delo opravljeno hitreje in bolj kvalitetno. Šolanje vseh članov skupine za uporabo orodja je dolgotrajen in precej drag proces. Delo na avtomatskih orodjih mora biti porazdeljeno. Potrebno je določiti osebe, ki bodo delale na določenem orodju. Če je delo na orodju zapleteno in zahteva posebna znanja je potrebno zaposliti dodatno osebo in jo izšolati za delo na orodju (Zambelich, str. 17-18).

Pri uvajanju avtomatskega testiranja moramo upoštevati najbolj znane omejitve, kot so (Fewster, 1999, str. 22-23):

- *Avtomatsko testiranje ne more popolnoma nadomestiti ročnega testiranja.* Ni mogoče in ni zaželeno avtomatizirati vseh testnih aktivnosti. Vedno bodo ostali testi, ki bodo lažje izvedeni ročno kot avtomatsko. Prav tako ostane določeno število testov, ki bodo neekonomični za prenos iz ročne izvedbe testiranja na avtomatsko testiranje. Testi, ki jih ne bi smeli avtomatizirati so:
 - *Občasno izvedeni testi.* Če test izvedemo le nekajkrat v letu, avtomatizacija ni smiselna.
 - *Testi na sistemih, ki se močno spreminjajo pri prehodu iz ene različice v drugo.* Avtomatski testi ponavadi niso dovolj robustni, da jih lahko hitro in poceni prilagodimo testiranemu sistemu.
 - *Testi, ki jih enostavneje, hitreje in natančneje izvede človek.* To so na primer testi kvalitete zvočnega ali vizualnega signala. Človek in stroj različno ocenjujeta kvaliteto multimedijskih naprav.
- *Ročni testi odkrijejo več napak od avtomatskih.* Če napaka na testiranem sistemu obstaja, se v večini primerov pojavi ob prvem zagonu testa. Avtomatsko orodje deluje točno tako kot je bilo predhodno nastavljeno. Človek pa lahko pri ročnem testiranju sproti prilagaja testne parametre.
- *Povečano zaupanje v kvaliteto testiranja.* Avtomatsko orodje nam zagotovi izhodne rezultate ter opravi primerjavo s pričakovanimi. Pove nam tudi, kateri testi so se uspešno izvedli in kateri testi se niso uspeli izvesti. Če so pričakovani rezultati predhodno natančno določeni, se lahko zanesemo na avtomatske teste.
- *Avtomatski testi ne povečajo vedno učinkovitost testiranja.* Ob avtomatizaciji skupine testov ne povečamo vedno tudi učinkovitosti testiranja. Učinkovitost je

večkrat enaka, kot pri ročnem zagonu posameznega testa. Prihranimo pa čas potreben za pripravo vhodnih podatkov, čas potreben za zagon testov in čas potreben za primerjavo izhodnih rezultatov.

- *Avtomatizacija lahko omeji razvoj sistema.* Avtomatski testi so bolj občutljivi na spremembe na testiranem sistemu od ročnih testov. Ob večjih spremembah na sistemu lahko avtomatski test odmre in se nadalje vsi testi izvajajo ročno. Nekatera podjetja ob razvoju sistema upoštevajo znane omejitve avtomatskega orodja. Odločijo se za rahlo prilagajanje razvoja izdelka avtomatskemu orodju. Tako je potrebno precej manj prilagajati orodje za novo različico izdelka.
- *Avtomatska orodja nimajo domišljije.* Na avtomatskem orodju teče program, ki izvaja dobljene ukaze. Svoje delo opravlja vedno enako, vse dokler ne dobi drugega nabora ukazov. Človek lahko enako nalogo opravi na več načinov. Lahko opravi določeno nalogo po sistemu, ki ni določen v načrtu in ima možnost odstopanja od določene poti. Človek lahko tako v času testiranja opazi sumljivo delovanje sistema. V tem primeru se bo posvetil določeni nalogi in raziskal dvome o pravilnem delovanju sistema. Čas, ki ga bo porabil za raziskavo odstopanj ni točno določen in je subjektivne narave. Avtomatsko orodje takšno situacijo spregleda. Registrira le izmerjene rezultate, jih shrani in nadaljuje postopek, ki mu je bil podan. Težava nastane, ko se testirani sistem zablokira. Človek bi z ročnim posegom takoj usposobil sistem in ga pripravil za nadaljevanje ročnega testiranja. Avtomatsko orodje bo opozorilo na napako in prekinilo izvajanje. Sistem je potrebno ročno spraviti v delovanje ter ponovno zagnati program, ki deluje na avtomatskem testnem orodju.

Kljub vsemu je glavna prednost avtomatskih testov ponovljivost. Uporabimo enake vhodne podatke in zaporedje vnašanja vhodnih podatkov. Takšnih pogojev ni mogoče ustvariti z ročnim testiranjem. Orodja za avtomatsko testiranje so dopolnitev procesu testiranja in niso magična rešitev vseh težav. Ne morejo popolnoma zamenjati sposobnosti strokovnjakov in analitikov ter ročnega testiranja. Ideja o avtomatizaciji vseh testov je vsekakor pogoj za neuspešnost testiranja. (Marick, 1997, str. 17-19).

Ideja o avtomatskem testiranju prinaša velika pričakovanja. Nekateri imajo predstavo, da bo orodje sprostilo vse faze od planiranja testiranja do izvajanja testov. Prav tako zmotno je prepričanje, da bo eno avtomatsko orodje lahko opravilo vse željene teste.

Po drugi strani prevladuje prepričanje, da bo avtomatsko testiranje zmanjšalo uspešnost izvajanja in načrtovanja procesa testiranja. Vrednost avtomatskega testiranja je preverjena in lahko povrne vrednost investicije. Dogaja se, da na samem

začetku procesa uvajanja avtomatskega testiranja pade uspešnost testiranja, dolgoročno pa se izkaže kot pravilna odločitev. Razlogi so ponavadi nerealna pričakovanja, nepravilna implementacija ali izbira napačnega orodja (Elfriede, 2003, str. 144-148).

4.7.3 Kakovost izdelkov in testiranje

Čas, ki preteče začetka razvoja izdelka do izdaje na trg in kvaliteta izdelka sta obratno sorazmerna. Več časa bomo razvijali izdelek, boljša bo kvaliteta izdelka, vendar tvegamo prihod drugih podjetij s konkurenčnim izdelkom na trg pred nami. Če ponudimo pomanjkljiv izdelek, se sicer skrajša čas razvoja izdelka, vendar so stroški odpravljanja napak visoki, hkrati pa tvegamo izgubo ugleda podjetja na trgu.

Pogosto se uporabniki srečujejo z napakami na nabavljeni programski ali strojni opremi. Nekateri od dejavnikov, ki vplivajo na kvaliteto izdelka so (Rakitin, 1999, str. 54-55):

- Uporabnik ne zna točno določiti zahteve za izdelek. Pogosto jih tudi spreminja.
- Delo razvojnih inženirjev je tehnični izziv. Zaradi nenehnega porasta potreb na trgu je postalo delo zelo zapleteno in časovno vedno bolj omejeno.
- Univerze preveč časa porabijo za učenje programerskih spretnosti in premalo časa za učenje discipline in organizacije v programiranju.
- Redko kateri razvojni inženir se je udeležil tečajev projektnega vodenja, načrtovanja razvoja programske opreme, verifikacije in validacije programske opreme,... Ti tečaji razširjajo obzorje in izboljšajo kvaliteto dela skupine za razvoj.
- Upravljalci premalo vlagajo v izobraževanje razvojnega kadra.
- Ocenjevanje razvojnih inženirjev je večinoma osredotočeno na produktivnost in manj na kvaliteto.

Watts Humphrey je leta 1997 opravil analizo dela programerjev. V povprečju naredijo eno napako na deset vrstic programske kode. Pri tem razmerju ima program z milijon vrsticami približno 100.000 napak. Približno 95% napak se bo odkrilo in odstranilo preden bo izdelek na trgu, 5% pa jih ostane. Pri drugih vrstah izdelkov kupci ne bi sprejeli tolikšnega števila napak. Zakaj bi torej končni uporabniki sprejeli toliko napak v programski opremi, ki je postala nepogrešljivi del vsakdanjika (Rakitin, 1999, str. 54-55).

Cena kvalitete izdelka

Proces pogajanja o višini proračuna za naložbo v testiranje je običajno zelo težaven. V očeh nekaterih upravljalcev je proces testiranja nujno zlo, ki predstavlja zadnjo

stopnjo projekta. Prevladuje mišljenje, da je cena testiranja previsoka, testiranje traja predolgo, zavira nastajanje izdelka, vnaša spor med skupino za razvoj in skupino za testiranje. Ob takšnem pogledu na testiranje, ni nič čudnega, da želijo čim manj vlagati v testiranje.

Izkušeni upravljalci se odločajo za višje vlaganje v testiranje. Vedo, da je naložba v testiranje hkrati naložba v kvaliteto končnega izdelka. Optimalno se znajo odločati koliko denarja je potrebno vložiti v določeno vrsto testiranja. Cena kvalitete je določena z enačbo (Black, 2000, str. 1-3):

$$C_{\text{kvalitete}} = C_{\text{skladnosti}} + C_{\text{neskladnosti}}$$

Cena skladnosti je določena kot preventivni ukrep, ki zagotavlja visoko stopnjo kvalitete. Med take ukrepe spadajo tudi tečajji, pregledovanje programske kode, natančno načrtovanje testov, razvoj testnih postopkov, itd. Cena neskladnosti se deli na stroške odprave notranjih in zunanjih napak. Cena odprave napake je najnižja v primeru, ko skupina za razvoj odkrije napako že v času razvoja. Ko izdelek preide v fazo končnega testiranja celovitega izdelka, se stroški odprave notranjih napak povečajo. Napaka se uradno prijavi, skupina za razvoj jo odpravi, izdelek se ponovno integrira in na koncu skupina za testiranje preveri popravek. Zunanje napake so napake, ki jih odkrijejo končni uporabniki. V tem primeru se skupni stroški odprave napak najvišji. Stroški povezani s tem, so stroški odprave notranje napake povišani za stroške dobave popravkov in tehnične podpore. Nemerljive posledice so nezadovoljstvo kupcev, izguba ugleda, izguba kupcev oz. trga, skrajni ukrep je lahko tudi podana tožba. Zato se na proces testiranja gleda kot na naložbo, ki daje v kratkem času pozitivne rezultate. Vedno bo veljalo pravilo, da je napake ceneje preprečiti kot odpravljati (Black, 2000, str. 3-5).

Veliko podjetij, ki se ukvarja z razvojem programske opreme, ne uspe spremljati hitrih sprememb in zahtev na trgu. Podjetja se odločijo za agresivne časovne roke za razvoj izdelka. Posledica tega je veliki pritisk na razvijalce, ki morajo v kratkem času pripraviti izdelek, ki bo zadovoljil potrebe trga. Pri določanju časovnih rokov, se običajno ne upoštevajo v celoti parametri kot so zapletenost izdelka, zasedenost kadrov in stopnjo strokovnosti kadrov ter izkušnje iz preteklosti. Ko sprejmejo razvojni inženirji naloge in časovne omejitve, mora skupina za razvoj opraviti »načrtovanje nazaj«. »Načrtovanje nazaj« pomeni, da morajo začeti načrtovati od dneva zaključka nazaj. Časovni roki niso več roki potrebni za naloge, temveč roki razpoložljivi za naloge. Razčlenjevanje projekta na posamezne funkcije in določanje povezovanja med funkcijami se opravi zelo površno. Takšno načrtovanje je predpogoj za veliko število napak pri delovanju izdelka. Razvojni inženirji se tega zavedajo, vendar nimajo druge izbire. Takšen način razvoja se najbolj odraža na kvaliteti. Iz vidika uporabnikov je delo na nekvalitetni programski opremi izguba časa, visoka stopnja

nezadovoljstva in delovna neučinkovitost. Iz vidika proizvajalca programske opreme je prodaja slabe programske opreme neekonomična. Poleg dodatnih časovnih virov, ki jih potrebujejo razvojni inženirji, da ponovijo, odkrijejo in odpravijo napako, se povečajo stroški za tehnično podporo. Ti stroški močno znižajo profitabilnost izdelka (Rakitin, 1999, str. 55-57).

»Načrtovanje nazaj« je popolnoma zaprt način načrtovanja in ne upošteva nepričakovanih dogodkov, ki se običajno v času razvoja tudi pojavijo. Možni nepričakovani dogodki so (Rakitin, 1999, str. 55-57):

- spremembe začetnih zahtev,
- ključni razvojni inženir zapusti podjetje,
- šolanje strokovnjakov za uporabo novih tehnologij in orodij ni načrtovano,
- nepopolne informacije pomembne za naloge porazdeljene po skupinah,
- naraste odvisnost izdelka od parametrov, ki so v začetnih fazah bili označeni kot nepomembni,
- nekateri razvojni inženirji morajo začasno ustaviti delo, zaradi prehoda na drugi projekt.

Zaradi neupoštevanja zapletenosti izdelka, organizacijskih sposobnosti, zasedenosti razvojnih inženirjev in nenačrtovanih opravil, postane načrtovanje za izvedbo nepomembno. Čez čas postane očitno, da bo projekt zamujal oz. izdelek ne bo dokončan v celoti. Pri spreminjanju zahtev lahko ponovno načrtovanje traja dlje časa, kot da bi končali začetno načrtovani projekt. Preverjanje načrtov, dokumentacija, pisanje programske kode lahko traja dlje kot smo pričakovali, ker naloge v samem začetku niso bile popolnoma razumljive in specificirane, povezave med posameznimi nalogami niso bile ustrezno določene in načrti za nenadno pomanjkanje kadrov niso bili pripravljeni.

V tej točki postanejo projektni vodje panični. Končni datum je dogovorjen, saj je kupcu obljubljeni da bo izdelek na razpolago. Edini izhod predstavlja iskanje bližnjic. Projektni vodje se odločajo za opuščanje nalog. Potrebno je določiti katere naloge se bodo opustile. Umaknejo manj potrebne funkcionalnosti in prestavijo kadre na implementacijo bolj pomembnih funkcionalnosti. Aktivnosti, kot so regresijsko testiranje ali pregled programske kode, se umaknejo. Čas predviden za aktivnosti skupine, ki skrbi za validacijo oz. kontrolo kvalitete izdelka, se prav tako močno skrajša. Odstranitev takšnih aktivnosti ali skrajšanje rokov za opravilo pomeni manjšo kvaliteto končnega izdelka.

Najbolj zanimive ob takšnem poteku dogodkov so reakcije projektnih vodij:

- zgroženost nad visokimi stroški podpore (ti so predvsem zaradi realizacije popravkov in nadgradnje izdelka),
- zgroženost nad slabo kvaliteto (izdelek vsebuje veliko število napak),
- obtožba inženirjev za slabo opravljeno delo.

Osredotočenost le na »čas potreben do trga« ali osredotočenost le na kvaliteto ni primerna. Če razvijemo izdelek, ki zamuja več mesecev, se zaradi zamude na trg ponavadi ne bo uspel prodati. Pravočasno in slabo razvit izdelek se prav tako ne bo prodal (kvaliteta je za kupca zelo pomembna). Potrebno je uravnotežiti »čas do trga« in kvaliteto (Rakitin, 1999, str. 55-57).

Kvaliteta izdelka

Točne zahteve kupcev so le redko točno določene. Zaradi pomanjkljivih zahtev se v takšnih situacijah podjetja odločajo za vse ali nič strategijo. Ena pot je oskubljen izdelek, razvit v kratkem času. Druga pot je vlaganje več virov v razvoj, z namenom poslati na trg kvaliteten izdelek z veliko dodatnih funkcij. Seveda je za razvoj kvalitetnega izdelka potreben daljši čas. Ne ena ne druga pot ni primerna. Izraz Jamesa Bacha (1997) »dovolj dobra kvaliteta« je v zadnjem času postal priljubljen pri razvojnih podjetjih. Ko je izdelek »dovolj dober«, ga sprostijo na trg. Zavedajo se, da kupci niso pripravljene čakati in plačati »idealni izdelek«. Operacijski sistem Windows 95 je imel odprtih 13.000 znanih napak za katere je podjetje Microsoft določilo začasen odlok za odpravljanje. Čez čas so začeli odpravljati kritične napake. Izdali so tudi popravke za te. Odpravljanje vseh napak pa ni bilo smiselno ne profitabilno (Rakitin, 1999, str. 55-57).

V ciklu razvoja izdelka, se vodstvo podjetja najbolj osredotoča na štiri vrste nevarnosti, ki ogrožajo kvaliteto izdelka:

- finančna (kako lahko razvoj preseže odobren proračun),
- načrtovanje (kako lahko razvoj izdelka preseže časovne mejnike),
- uporabnost izdelka (kako lahko razvijemo izdelek, ki ne bo dovolj zadovoljil potrebe na trgu),
- kvaliteta (kako lahko kvaliteta izdelka vpliva na zadovoljstvo kupca).

Na nevarnost za kvaliteto izdelka vpliva veliko parametrov. Vodstvo podjetja se najbolj osredotoča na:

- funkcionalnost (izdelek ne pokriva vse predvidene funkcije določene pred začetkom razvoja),
- zmogljivosti (izdelek deluje pravilno, vendar zelo počasi),

- lokalizacija (težave z jezikom, časovnim pasom, denarno enoto, ipd.),
- kapaciteta (pri visokih obremenitvah izdelek preneha z delovanjem),
- zanesljivost (pod določenimi pogoji, se izdelek odziva nepravilno in nekontrolirano) .

Takšnim vrstam neugodnosti se lahko izognemo z natančno predhodno analizo in načrtovanjem testiranja. Naredimo lestvico, ki predstavlja nevarnosti razvrščene glede na stopnjo vpliva na končno kvaliteto. Nevarnosti višje stopnje se testirajo natančneje, dlje časa in z večkratnim ponavljanjem (Black, 2002a, str. 3-7).

Čas do trga in kvaliteta se medsebojno ne izključujeta. S pravnimi pristopi se lahko dosežeta oba cilja. Med takšne pristope štejemo (Rakitin, 1999, str. 57):

- *Pravilna motivacija.* Če pogledamo v dokumentih podjetij, se med merili, ki vplivajo na plače zaposlenih, se beseda kvaliteta pojavlja redko. Zaposleni osredotočajo svoje delo in zmožnosti samo na področja po katerih so ocenjevani. Ta področja so merila za njihovo plačilo. Projektne skupine bi morali ocenjevati glede na produktivnost in kvaliteto. Če vodstvo podjetja želi povečati nivo kvalitete je potrebno s kvaliteto postopati enako kot s »časom do trga«. Potrebno jih je približno izenačiti.
- *Uvedba kulture kvalitete.* Kvaliteta je največji pogoj za dolgoročni uspeh. Zveza med prodajo in kvaliteto izdelka je izredno močna. Dobra kvaliteta lahko razširi število trgov in poveča tržni delež. Z uvedbo kulture kvalitete znotraj podjetja lahko vodstvo zlahka doseže, da se »čas do trga« skrajša. Kvaliteta kulture ima kar nekaj atributov:
 - Stopnja kvalitete mora biti merljiva. Da to dosežemo morajo zaposleni videti povezavo med svojim delom in kvaliteto izdelka ali storitvijo, ki jo podjetje ponuja. Podjetja morajo postaviti objektivna merila za kvaliteto.
 - Načrtovanje naprej. Ko načrtujemo projekte in časovne roke za naprej, dobimo ostre kritike. Te večinoma veljajo za vse projekte. Načrtovanje postane bolj razumljivo in natančno. Člani projektne skupine se držijo načrtovanih rokov, saj so sami izdelali načrt za posamezno nalogo. S tem se poveča odgovornost posameznikov. V primeru zamude se ne morejo izgovoriti, da so jim načrti in časovni roki bili vsiljeni. Če v času razvoja kakšna naloga očitno zamuja, se hitro organizira prenos kadra iz drugih nalog z namenom, da se dosežejo zastavljeni roki. Pri načrtovanju so pomembne izkušnje ter poznavanje in zaupanje v ljudi, ki bodo prisotni pri razvoju projekta.
 - Čim več ljudi v podjetju mora biti vpletenih pri uvajanju kulture kvalitete. Največji učinek se bo poznal pri razvojnem delu. Razvojni inženirji najbolje vidijo kje so pomanjkljivosti v razvojnem procesu. Z upoštevanjem njihovih

idej, se bodo z veseljem držali novih pravil, saj so jih delno tudi sami postavljali.

Omogočanje nenehne podpore. Vodstvo mora omogočati nenehno podporo v celotnem razvojnem postopku, če želi doseči zahtevano kvaliteto v zahtevanem roku. Mora se naučiti zaupati procesu. Projektni vodje ne smejo v kritičnih situacijah opustiti zastavljene procese. Pripravljeni morajo biti na odločanje v kritičnih situacijah. Ko sprejmejo od razvojne skupine sporočilo, da projekt ne bo končan, morajo biti sposobni hitro analizirati stanje, ter se odločiti za ukrepe. Odločijo se za ukrepe in obvestijo razvojno skupino, po potrebi tudi kupca. Morajo vztrajati pri točni definiciji izdelkov in zastavljenih kriterijih. Še posebej pri zadnjih tednih razvoja izdelkov (Rakitin, 1999, str. 57).

4.8 Donosnost avtomatizacije

Obstaja več načinov za izračun donosnosti avtomatizacije testiranja. Večina načinov privede do enostavnega izračuna:

1. Določimo vrednost koristi, ki nam je prinesla avtomatizacija.
2. Določimo vrednost naložbe v avtomatizacijo.
3. Korist delimo z naložbo.

Če smo v avtomatizacijo investirali 50.000USD in z avtomatizacijo privarčevali 100.000USD, je donosnost 200%, kar je dobra naložba. Pomanjkljivost takšne metode za izračun donosnosti avtomatizacije testiranja je, da je spregledanih nekaj važnih spremenljivk. Težko je določiti dejansko vrednost koristi, ki nam jo prinese avtomatizacija. Ena od skupnih metod za določitev dejanske vrednosti je število ponovitev testov, ki jih je opravilo avtomatsko orodje. Ali je res korist dvakrat večja, ker smo namesto 5 ponovitev opravili 10 ponovitev? Če med pridobitve štejemo tudi hitrost opravljanja testov, privarčevan čas skupine za testiranje, večjo uspešnost iskanja napak, je skoraj nemogoče določiti dejansko vrednost koristi. Ob pripravi proračuna za nabavo testnega orodja za avtomatizacijo testiranja lahko upoštevamo ceno avtomatskega orodja, ceno šolanja in ceno dodatne opreme na kateri bo orodje delovalo ter plače inženirjev za testiranje usposobljenih za delo na orodju. Težja naloga je določiti časovne vire za vzdrževanje orodja ali vire skupine za testiranje, ki s pomočjo ročnih testov dopolnjuje avtomatsko testiranje. Donosnost avtomatizacije testiranja je podatek, ki najbolj zanima vodstvo podjetja. Običajno se ob predstavitvi vodstvu pretirava s prednostmi in se prikrije običajno visoka cena avtomatskih orodij. Natančen izračun donosnosti običajno ni pogoj za najboljšo odločitev glede uvajanja strategije avtomatizacije testiranja. »Avtomatizirati vse« ni strategija, temveč past. Potrebno je določiti pomen besede »vse« in razloge za avtomatizacijo. Popolna

avtomatizacija lahko preseže stroške, ki smo jih na začetku predvidevali. Testiranje ne bo popolno, saj so ročni testi še vedno potrebni (Hendrickson, 2001, str. 1-6).

Avtomatizacija testiranja zahteva v začetku visoko naložbo, ki s časom zmanjšuje stroške testiranja. S pomočjo analize donosnosti uvajanja avtomatizacije bomo približno določili stroške. Tako se lažje odločamo katere faze testiranja bomo najprej avtomatizirali, katere pripomočke bomo potrebovali ter katera znanja so potrebna, da se projekt lahko v celoti izvede. Analizo donosnosti avtomatizacije ne smemo izvajati preden povsem ne razumemo vseh stroškov povezanih s projektom, različne tipe modelov avtomatizacije in strategije, ki lahko povečajo donosnost avtomatizacije (Kelly, 2004, str. 1-2).

Donosnost avtomatizacije je običajno določena kot razmerje med pridobitvami in investicijo. Običajno se podjetja odločajo za avtomatizacijo testiranja po daljšem času izvajanja ročnih testov. V tem primeru je lažje določiti donosnost avtomatizacije. Izdelki hitreje dosežejo kvaliteto potrebno za trg. S tem raste tudi število izdelkov, ki jih podjetje razvija in proizvaja, saj podjetje porabi manj časa za razvoj kvalitetnega izdelka. Po daljšem času uporabe lahko analiziramo spremembo prihodka in primerjamo z obdobjem, ko so bili uporabljeni le ročni testi. Finančne stroške avtomatizacije lahko generalno delimo na nespremenljive in spremenljive. Nespremenljivi stroški se nanašajo na opremo, avtomatsko orodje, šolanje, itd. Spremenljivi stroški se nanašajo na število opravljenih testov in na število ponovitev slehernega testa. Tipični nespremenljivi stroški so (Hoffman, 1999, str. 5-6):

- strojna oprema,
- programska oprema,
- licence potrebne za programsko opremo,
- načrtovanje okolja za avtomatska testiranja,
- vzdrževanje okolja za avtomatska testiranja,
- šolanja potrebna za uporabo orodja,
- orodja za pisanje testnih scenarijev.

Tipični spremenljivi stroški so:

- načrtovanje testnih postopkov za testna orodja,
- izvajanje testnih scenarijev,
- vzdrževanje testov,
- analiza testnih rezultatov,
- prijava odkritih napak,
- priprava končnega poročila o testiranju.

Določeni parametri so skupni za ročno in avtomatsko testiranje. Te je potrebno izločiti pri izračunu donosnosti avtomatizacije. Ti so:

- analiza testiranega sistema,
- primarno načrtovanje testiranja,
- poročanje o rezultatih testiranja vodstvu.

Finančni vpliv avtomatizacije lahko določimo tudi s primerjavo dveh možnosti. Prva možnost je ročno testiranje, druga pa, da testov sploh ne opravimo. Pri prvi možnosti je enostaven izračun, če upoštevamo vse spremenljivke povezane s stroški ročnega testiranja. Seveda je določanje parametrov in vrednosti le-teh večinoma zahtevna naloga. Pri drugi možnosti sprejemamo tveganje o nevednosti.

Težave pri izračunu donosnosti avtomatskega testiranja nastanejo, če avtomatsko orodje in ročni test ne opravita naloge enako kvalitetno. Nekatere prednosti in stroški so primerni le za avtomatske teste, primerjava učinkovitosti testov še posebej. Veliko avtomatskih orodij je sposobna opraviti teste in v grobem opraviti analizo rezultatov po končanem testiranju. V tem primeru je potrebno opraviti primerjavo prednosti in stroškov glede zmanjšanja tveganja napake, ki bi se pojavila šele pri kupcu. Pri izračunu moramo biti vsekakor pozorni na razumevanje, merljivost in določanje vrednosti posameznih spremenljivk. Prav tako je potrebno čim bolj izločiti subjektivni vpliv pri določanju donosnosti avtomatizacije testiranja (Hoffman, 1999, str. 7-14).

Donosnost avtomatizacije je precej odvisna od vrste izbrane avtomatizacije in njene dodane vrednosti na proces testiranja. Različne vrste avtomatizacije imajo različno stopnjo donosnosti in različno vplivajo na ročno testiranje. Natančno je potrebno definirati določene in nedoločene koristi. Za nedoločene koristi vemo, da imajo dodane vrednosti, vendar je dejansko težko določiti koliko je privarčevanih sredstev z avtomatizacijo. Splošna formula za izračun privarčevanih sredstev ne obstaja. Izračun donosnosti avtomatizacije predstavlja nalogo, ki pomaga pri izbiri testov za avtomatizacijo. Ko določimo teste, ki jih je potrebno avtomatizirati, je potrebno določiti prioritete, stroške in koristi. Naslednja faza je izračun donosnosti za izbrani nabor testov. Prav tako je potrebno določiti načine avtomatizacije za izbrane teste. Najbolj pogosto se podjetja odločajo za avtomatizacijo naslednjih testov:

- test obremenitve in zmogljivosti,
- test namestitve,
- test stabilnosti,
- podpora razvojni skupini za testiranje posameznih modulov,
- analiza časovnega poteka izvajanja programske kode.

Splošno pravilo avtomatizacije testiranja je, da je treba najprej avtomatizirati teste, katerih naložba se hitro povrne ter teste, ki jih ni mogoče opraviti ročno. Drugo pravilo je, da če imamo težavo prepričati vodilne glede določene avtomatizacije, ne smemo zlorabiti izračuna donosnosti. V mnogih primerih se je izkazalo, da številke lahko priredimo v izračunih donosnosti. Če izračun ne pokaže visoke donosnosti, kar vodilni običajno želijo videti, je potrebno določeno avtomatizacijo testa opustiti. Ni potrebe po izvajanju projektov, ki imajo majhno možnost za uspeh. (Kelly, 2004, str. 2-6).

Avtomatiziranje testiranja moramo obravnavati enako kot avtomatizacijo katerega koli od poslovnih procesov znotraj podjetja. Želimo poiskati rešitev, ki bo zadovoljila naše potrebe in želje (Bos, 2005, str. 2).

4.9 Proces uvajanja avtomatizacije testiranja

Katera pot je prava? Christopher Columbus je imel jasen odgovor na to vprašanje, ko je odplul iz Španije leta 1492. Njegov namen je bil potovati na zahod in najti najenostavnejšo pot do vzhodnih dežel. Na poti je prišel do nepričakovanega kopna, ki ni bilo označeno na njegovem zemljevidu. Načrti Columbusa so bili jasno opredeljeni, vendar je bila realnost daleč od pričakovanega. Enako se nam lahko zgodi pri uvajanju avtomatizacije testiranja v podjetju. Avtomatizacija testiranja je lahko prava pot za nekatera podjetja, medtem ko druga podjetja nikoli ne dosežejo željenega cilja. Tako kot pri Columbusu se pričakovanja precej razlikujejo od izkušenj na njihovi poti. Tisti, ki so imeli večkrat izkušnje z uvajanjem avtomatizacije, pravijo da so takšni primeri pogosti. Ob postavitvi ciljev, moramo biti pripravljeni na različne poglede. Različne osebe v podjetju si različno predstavljajo končni cilj, s tem se razhajajo tudi poti do ciljev. Povezovanje različnih pogledov, dojetanja in prednosti avtomatizacije bo povečalo možnosti za doseganje bolj kvalitetnega procesa testiranja. Preden začnemo poizvedovati po različnih načinih avtomatizacije, je potrebno najprej določiti vse vpletene spremenljivke v procesu (Zallar, 2001, str. 22-23).

Avtomatizacija testiranja je razvoj programske opreme

Najbolj pomembno pri uvajanju avtomatizacije testiranja je, da vsi vpleteni gledajo na avtomatizacijo kot na razvoj programske opreme. Avtomatizacija testiranja ni le priključitev avtomatskega orodja, ki bo skrajšalo proces testiranja. Inženirji za testiranje precej časa porabijo za upravljanje, oblikovanje in zagon testov. Za opravljanje ročnih testov imajo vse manj časa. V tej fazi se oblikuje ideja o nabavi avtomatskega orodja, ki bo avtomatsko opravilo testiranje. Slaba informiranost, nepopolno razumevanje in neizkušnost na področju avtomatizacije, bo težila k nabavi avtomatskega orodja na trgu, ki bo le navidez pripomoglo pri testiranju.

Opravijo se površna predstavitvena testiranja, takoj za tem sledi nabava orodja. Dejansko se obseg dela celo poveča, saj se odprejo nove naloge, pri katerih skupina za testiranje nima izkušenj.

Pogosto vodilni v podjetju pričakujejo, da bodo avtomatska orodja sama izbrala teste in jih zagnala ob poljubnem času s funkcijo ponavljanja testov. Na njihovo srečo, nekatera avtomatska orodja delujejo na ta način, vendar bo zanašanje le na takšen način dela privedlo do težav. Scenarij zajema in ponovnega zagona ob demonstraciji orodja večinoma navdušuje prisotne. Kasneje se izkaže, da je vzdrževanje nekaj sto testov prava nočna mora. Ob spremembi testiranega sistema (grafični vmesnik, funkcionalnosti), je potrebno prirediti ogromno število testov, ki smo jih že uporabljali. Proces spremembe cele množice testov se izkaže kot zapleteno in neučinkovito opravilo. Ko se zgodi, da je vzdrževanje avtomatskega orodja zapleteno in prezahtevno, se inženirji za testiranje ne želijo več ukvarjati z vzdrževanjem orodja, saj s tem izgubijo precej časa. V tem primeru naložba v avtomatizacijo propade. Vodja skupine za testiranje se mora pred nabavo orodij popolnoma seznaniti z opravili in težavami pri testiranju. Prav tako je potrebno pridobiti izkušnje o prednostih in slabostih oz. poenostavitvah in zapletenostih nalog pri uvedbi avtomatizacije testiranja (Zallar, 2001, str. 22-23).

Avtomatska orodja ne vedo katere teste je potrebno izvajati. Če sami ne prepoznamo najpomembnejših testov oz. testov, ki jih je smiselno avtomatizirati, bo avtomatsko orodje le pohitrilo izvajanje slabo načrtovanih testov (Rice, 2003, str. 6).

Dobra novica je, da projekt uvajanja avtomatizacije ni povsem drugačen od projektov, ki jih projektni vodje vodijo znotraj podjetja. To pomeni, da učinkovita avtomatizacija prav tako zahteva vodenje, logično in modularno načrtovanje oblike programske kode, standardizacijo, dokumentiranje in na koncu še testiranje. Potrebna je tudi optimalna porazdelitev virov, da dosežemo najboljše mogoče rezultate ob uvedbi avtomatizacije testiranja (Zallar, 2001, str. 23).

Avtomatizacija testiranja je naložba

Naložba v avtomatizacijo testiranja je upravičena, če je nižja od stroškov:

- vzdrževanja, ki ga zahtevajo kupci našega, ne dovolj kvalitetnega izdelka,
- vzdrževanja potrebna v proizvodnem procesu izdelka,
- prekinitve pogodbe z kupci, ki so nezadovoljni z našim izdelkom.

Avtomatizacija ima dva dodatna vidika glede vlaganja. Prvi vidik je, da mora biti avtomatsko orodje popolnoma razvito in izdelano pred prvo uporabo. S tem se lahko stroški še dodatno povečajo. Drugi vidik je takojšnje upoštevanje stroškov vzdrževanja. Orodja mora biti uporabna ves čas razvoja in proizvodnje lastnega

izdelka. Visoka stopnja odprtosti orodja glede vzdrževanja precej vpliva na uspešnost naložbe (Zallar, 2001, str. 23-26).

Ocena kadrov in izkušenj

Visoka stopnja učinkovitosti procesa avtomatizacije zahteva vizionarja tj. osebo, ki bo prevzela odgovornost za vodenje procesa, dolgoročni uspeh in visoko donosnost avtomatizacije. Ta oseba je lahko trenutni vodja skupine za testiranje oz. novo zaposleni strokovnjak, ki bo zadolžen le za področje avtomatskega testiranja. Odgovoren bo za celoten proces in bo zagotovil najvišjo stopnjo učinkovitosti avtomatizacije. Prav tako bo vodil dokumentiranje procesa in strateškega načrtovanja za kratkoročno uvajanje avtomatizacije ter dolgoročno vzdrževanje orodja. Zagotovil bo načrtovanje, oblikovanje in upravljanje, ki bo povrnilo naložbo v zastavljenem roku. Ko določimo osebo, ki bo upravljala proces avtomatizacije, je potrebno še določiti preostale člane skupine, ki bodo sodelovali v procesu uvajanja avtomatizacije.

Večina avtomatskih orodij zahteva znanje nekaterih programskih jezikov, s pomočjo katerih prilagajamo delovanje orodja glede na naše potrebe. Nekateri proizvajalci orodij izdelajo grafični vmesnik, ki olajša funkcijo prirejanja avtomatskega orodja, vendar to velja le za enostavne primere. Za zahtevne posege je vedno potreben poseg v programsko kodo avtomatskega orodja. Skupina zadolžena za avtomatizacijo bo skrbela za vzdrževanje orodja in testnih scenarijev. Potrebna so znanja osnovnih programskih jezikov in strukturiranega programiranja (Zallar, 2001, str. 23-24).

Pri izbiri skupine za avtomatizacijo se najprej osredotočimo na kadre, ki so člani skupine za testiranje. Ocenimo njihovo strokovnost na področju (ročnega) testiranja in zmožnost delovanja v skupini za avtomatizacijo. Tudi če imajo sposobnosti potrebne za delovanje v skupini za avtomatizacijo, ne bodo mogli delati v obeh skupinah zaradi časovnih omejitev. Priporoča se ravno nasprotno. Kadre, zaposlene v skupini za testiranje, ni priporočeno dodeliti tudi v skupino za avtomatizacijo testiranja. Obstaja velika nevarnost zaradi prioritet nalog. V primeru, da je po načrtih ročno testiranje v kratkem obdobju v prednosti pred avtomatskim, bo slednje postavljeno na stranski tir. Izkoriščenost avtomatskega orodja bo manjša, ker je zaposleni na orodju preusmerjen na drugo nalogo. Tudi to je eden od vzrokov, zaradi katerega se naložba v avtomatizacijo testiranja ne obnese. Avtomatizacija testiranja zahteva pridobitev strokovnjakov, ki bodo delovali le v skupini za avtomatizacijo testiranja. Proces avtomatizacije testiranje ne smemo obravnavati kot projekt, ki ima svoj konec. Avtomatizacijo testiranja je potrebno obravnavati enako kot proces razvoja izdelkov v podjetju. Potreben bo tako dolgo, dokler bo prisoten proces testiranja v podjetju (Fajardo, 2002, str. 5-7).

Eno od pomembnih dejstev pri tem procesu je, da metoda univerzalnega pristopa k avtomatizaciji testiranja ne obstaja. Učinkovitost avtomatskega orodja je najbolj odvisna od testiranega sistema, količine denarja, ki smo ga pripravljene investirati, stopnje zrelosti razvoja izdelkov in časa v katerem pričakujemo, da se bo naložba v avtomatizacijo testiranja obrestovala. Odločitev o uvajanju avtomatizacije je velikega pomena in ima lahko velik vpliv na celotno podjetje. Hitro uvajanje avtomatizacije testiranja si privoščijo velika in hitro se razvijajoča podjetja. Običajno začnejo z avtomatizacijo določenega segmenta testiranja, v kratkem času pa se odločijo za avtomatizacijo še preostalih segmentov, ki jih je smiselno avtomatizirati. Visoka stopnja avtomatizacije zahteva veliko vzdrževanja in prilagajanja avtomatskih orodij. Potrebno je zaposliti veliko število strokovnjakov, ki bodo opravljali to nalogo. Velika podjetja se običajno odločijo za zunanje izvajanje. Najamejo zunanje podjetje, ki se ukvarja s prilagajanjem in nadgradnjo orodja. Uporaba orodja oz. testiranje vselej ostane znotraj podjetja. Nenehna komunikacija z zunanjim podjetjem je pogoj, da se zunanje izvajanje obnese.

Vsa podjetja nimajo možnost vzpostaviti visoko stopnjo avtomatiziranosti in najema zunanjega izvajalca za prilagajanje in vzdrževanje avtomatskih orodij. Manjša podjetja so pri uvajanju avtomatizacije testiranja izredno previdna. Najprej se odločijo za avtomatizacijo le nekaterih segmentov testiranja. Tako pridobijo nekaj izkušenj pri delu z avtomatskimi orodji. Za razširitev se odločijo le v enostavnejših segmentih, ki bodo hitro obrodili rezultate. Visoke finančne in časovne investicije so lahko kritične glede povrnitve naložbe v avtomatizacijo testiranja. Vsekakor ostane določeno število testov, ki bodo opravljeni ročno, ne glede na zapletenost izdelka, ki ga podjetje razvija. Namen avtomatizacije je povečati učinkovitost testiranja izdelkov. Vpliv avtomatizacije se poveča, čim višja je stopnja zmoglosti testiranja izdelka. Izkušnje, zrelost in dobro načrtovanje razvoja izdelka so pogoj za visoko zmoglost testiranja izdelka (Zallar, 2001, str. 23-25).

Ali obstaja spor med razvojnimi inženirji in inženirji za testiranje? To je težava, ki zadeva osebno zrelost zaposlenih in je ne obravnavamo v procesu uvajanja avtomatizacije testiranja. Potrebno je obravnavati zrelost procesov in vpliv le-teh na uspešnost razvoja. Podjetje Standish Group²⁰ predvideva, da se v povprečju 31,3% razvojnih projektov prekine pred končanjem in le 16,2% projektov se konča v roku z (načrtovanimi stroški). Pri analizi uvajanja v avtomatizacijo je nujno pregledati procese znotraj razvoja. Če podjetje ne upošteva osnovnih in preverjenih načel načrtovanja in izvajanja razvojnih procesov, avtomatizacija vsekakor ne bo prava rešitev glede doseganje višje stopnje kvalitete izdelka. Verjetno se bo takšen način načrtovanja procesov prenesel tudi na avtomatizacijo. Bolj primerno bi bilo investirati

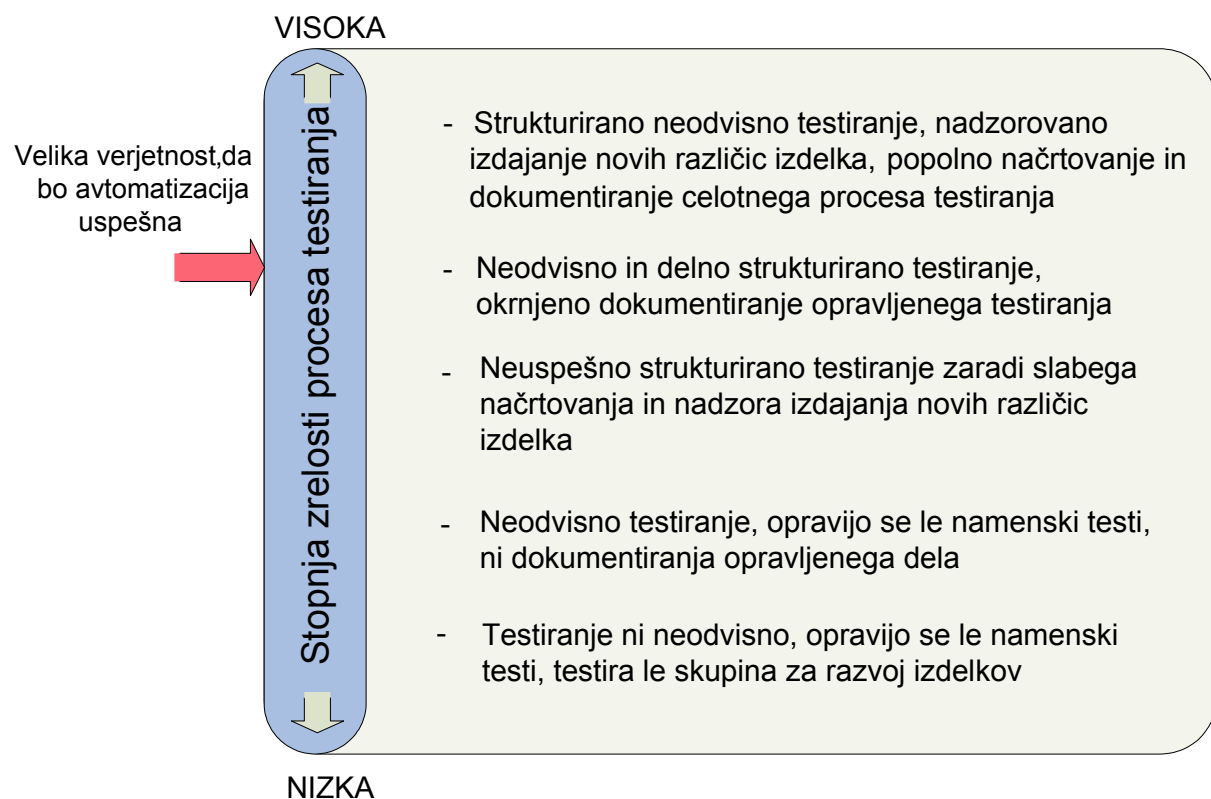
²⁰ Standish Group - podjetje specializirano za svetovanja pri uvajanju informacijskih tehnologij s sedežem v Massachusetts (ZDA)

v sredstva za izobraževanje o optimalnem in naprednem načrtovanju procesov. Vsekakor je preprečevanje napak ceneje od iskanja napak na izdelku. Če ima podjetje visoko stopnjo zrelosti v vseh stopnjah razvoja, se z uvajanjem avtomatizacije testiranja povečajo možnosti za višjo stopnjo kvalitete izdelka (Zallar, 2001, str. 23-25).

Stopnja zrelosti procesa testiranja

Ali je zagotovljeno neodvisno testiranje v podjetju? Se izvaja po »ad hoc« načinu ali je natančno strukturirano? Je dokumentirano? Avtomatizacija testiranja je lahko kritična, če nismo prepričani katere teste je potrebno avtomatizirati oz. če so rezultati ročnih testov nepredvidljivi in neskladni. Doseganje potrebne discipline za vzdrževanje avtomatskih testov lahko predstavlja precej sprememb za zaposlene na področju testiranja. Stopnja zrelosti ročnega testiranja ima velik vpliv pri uvajanju avtomatizacije (slika 12).

Slika 12: Stopnja zrelosti procesa testiranja



Vir: Zallar, 2001, str. 25.

Včasih želi skupina za testiranje uvesti najboljše in preizkušene metode testiranja, vendar se njihov učinek ne obrestuje, ker je postopek za izdajanje različic izdelkov slabo voden. Dogaja se, da so spremembe na izdelkih nepopolno določene, frekvenca izdajanja različic izdelka je previsoka, pri načrtovanju izdajanj se ne upošteva rokov potrebnih za testiranje. Takrat je testiranje podobno ciljanju

premikajoče in spreminjajoče se tarče. V takšnem delovnem okolju je uvajanje avtomatizacije testiranja oteženo ali celo nemogoče. Dobro upravljanje izdajanja različic izdelkov je pogojeno z disciplino, dobrim načrtovanjem prioritet in konstruktivno komunikacijo med vsemi vpletenimi skupinami, ki sodelujejo pri razvoju izdelka (Zallar, 2001, str. 24-26).

Predstavljajmo si, da je potrebno natančno oceniti, če ima organizacija dovolj visoko stopnjo discipliniranosti in da je pripravljena vpeljati pripomoček pri razvoju izdelkov v obliki avtomatskega testiranja. Pri našem ocenjevanju je potrebno imeti na umu dve najpomembnejši točki. Prva točka je, da je avtomatizacija več kot nakup avtomatskega orodja. Je prav tako razvojni postopek in zahteva ustrezno voden proces razvoja in vzdrževanja. Druga točka je, da moramo na uvajanje avtomatizacije gledati kot na dolgoročno naložbo. Izpopolnjevanje zrelosti postopkov zaradi uvajanja avtomatizacije je vsekakor pogoj za dobro naložbo, ki se bo v obrestovala (Zallar, 2001, str. 26).

5. EVALVACIJA IN IZBIRA ORODIJ AVTOMATSKEGA TESTIRANJA

Pred nakupom orodja za avtomatizacijo testov se odločamo za raziskovanje trga. Včasih se lahko zgodi, da orodja, ki so razpoložljiva na trgu, ne zadovoljujejo naših potreb. V tem primeru se odločimo za razvoj orodja znotraj podjetja ali pa se zadovoljimo z obstoječim ročnim testiranjem. V nekaterih primerih na trgu najdemo primerno avtomatsko testno orodje, ki presega naše zahteve in pokriva veliko več področij kot potrebujemo. S tem je cena orodja precej višja, kot smo pripravljene plačati. Tudi v tem primeru se nagibamo k razvoju orodja za avtomatizacijo testov znotraj podjetja. Pri tem je potrebno izvesti natančno analizo in določiti mejnik za izdelavo orodja. Potrebno je izdelati dolgoročni načrt o časovnih in finančnih investicijah za razvoj in izdelavo orodja ter določiti vire za nadgradnjo orodja. Z natančnim načrtovanjem bomo preprečili, da lastno razvito orodje ne preseže cene orodja dobavljivega na trgu. V primeru odločanja za nakup ali izdelavo orodja za avtomatsko testiranje višjega cenovnega razreda, je potrebno upoštevati potrebe celotnega podjetja. Orodje mora biti združljivo s tehnologijo uporabljeno v podjetju. S tem se upošteva obremenitev proračuna za vlaganja v razvojne procese na nivoju organizacije (Elfriede, 2003, str. 137-142).

Spodaj so našete nekatere od značilnosti pri uporabi lastno razvitega orodja (Fewster, 1999, str. 267-268):

- Prilagojeno je le našim potrebam.
- Če ima naš sistem nizko stopnjo zmožnosti testiranja, lahko le namensko orodje popolnoma opravi avtomatsko testiranje.
- Velika verjetnost je, da bo orodje podprto s slabo dokumentacijo in šolanjem.
- Grafični vmesnik ne bo dovolj podrobno dodelan. Avtomatsko orodje, ki so ga v celoti razvile le tehnično usmerjene osebe, ni vedno prijazno za uporabo. Prevladuje mnenje, da je enostavna uporaba nepomembna. Pomembno je le izpopolnjeno delovanje avtomatskega orodja.

Pri razvoju avtomatskega orodja ne smemo težiti k izdelavi orodja, ki je dosegljivo na trgu in je visokega kakovostnega in cenovnega razreda. V večini primerov se takšna orodja razvijajo tudi do nekaj let. Pri razvoju avtomatskega orodja mora sodelovati veliko število izkušenih strokovnjakov iz področja razvoja testnih orodij. Bolje je razviti manj obsežna orodja od katerih bomo prej imeli korist. Za začetek je najboljša pot, da zberemo informacije od strokovnjakov v podjetju, ki so že razvijali testna orodja (Fewster, 1999, str. 267-268).

Uspešna in kvalitetna avtomatizacija testiranja zahteva visoke začetne stroške. Namen ni popolnoma nadomestiti ročno testiranje. Je le dodatna metoda v procesu testiranja in razvoj, testiranje in dokumentiranje avtomatskega testa traja 3 do 10 krat dlje od priprave ročnega testa (Thirumalai, str. 2).

5.1 Načela dinamičnega razvoja avtomatskih orodij

Dinamični razvoj avtomatskih orodij za testiranje zahteva skupino za razvoj testnih orodij, ki bo sledila dinamičnemu razvoju testiranih sistemov glede na trenutne težave pri uvajanju avtomatizacije. Nenehno so v stiku s skupino za testiranje, ki posreduje podatke potrebne za izboljšanje kvalitete dela. Skupina za razvoj testnih orodij na osnovi teh podatkov takoj začne iskati rešitev. Pomagajo si z uvajanjem novih tehnik in tehnologij, ki so dostopne na trgu. Rešitve so v obliki majhnih projektov, ki so lahko končani v nekaj tednih. Skupina za razvoj testnih orodij sodeluje tudi s skupino za razvoj izdelka, ki ga naše podjetje razvija in prodaja. Nenehna dvosmerna komunikacija zagotovi razvoj sistema, katerega pravilnost delovanja je lažje preveriti. Za boljši pristop k sistematski in produktivni avtomatizaciji je potrebno upoštevati naslednja načela (Bach, str. 1-3):

- *Avtomatizacija testiranja ne podvoji dela inženirja za testiranje.* Avtomatsko orodje ni zmožno v celoti opraviti testiranja (odkrivanje, prijava, analiza napak)

na zaključenem modulu, kot to lahko opravi inženir za testiranje. Sem spadajo tudi tisti inženirji, ki nimajo specializiranih znanj na področju testiranja. Kljub temu predstavlja avtomatizacija testiranja določene prednosti. Učinek avtomatizacije bo največji, če gledamo na avtomatizacijo kot na razširitev zmožnosti dela celotne skupine za testiranje. Uvajanje avtomatizacije testiranja z namenom nadomestitve inženirjev za testiranja, lahko privede do negativnega učinka. Tendencia izločanja človeškega faktorja v strategiji testiranja lahko privede do ponavljanja enakih aktivnosti, ki bodo vedno manj odkrivale napake v testiranem sistemu.

- *Avtomatizacija je več kot zagon testov.* Večina ljudi ob besedi avtomatizacija pomisli na »testiranje, ko mi spimo«. Pričakujejo, da bodo avtomatska orodja celotno delo opravila samostojno. Samostojno delovanje je ena od dobrih lastnosti avtomatskih orodij, vendar je potrebno upoštevati še veliko parametrov. Spodaj navedena področja so lahko do določene mere avtomatizirana, pri večini bo ostal človeški vpliv nenadomestljiv:
 - generiranje testov – avtomatsko orodje lahko generira in posreduje naključne podatke in različne kombinacije parametrov, s katerimi želimo preveriti pravilno delovanje sistema,
 - konfiguracija sistema – orodje lahko spreminja parametre na testiranem sistemu in opravi enake teste ob različnih delovanjih sistema,
 - simulacije – orodje lahko simulira podsistem ali okolje pri robnih pogojih delovanja,
 - zagon testov – orodje lahko samo nadzoruje upravljanje testiranega sistema. Prav tako lahko vnaša spremembe v grafični vmesnik testiranega sistema, kakor da bi jih vnašal človek,
 - zajem in analiza rezultatov – orodja nenehno spremljajo potek testiranja in beležijo rezultate. Obveščajo nas o izvedbi in uspešnosti testov.
- *Avtomatizacija testa je nagnjena hitremu zastaranju.* Testirani sistemi so običajno integracija programske in strojne opreme. Testi so prilagojeni trenutnemu razvojnemu stanju sistema. Večja sprememba na sistemu lahko povzroči ponovno načrtovanje testnih postopkov. Posledice so dodatna vlaganja in podaljšanje faze testiranja. Če upoštevamo stališče podjetja in ekonomske vidike je takšen ukrep upravičen, saj želimo na trgu predstaviti kvaliteten izdelek. Ob predvidevanju velikih sprememb imamo na voljo dva načina za razvoj testnih postopkov. Prvi način je vlaganje veliko denarja v robustno testno orodje, ki bo precej neobčutljivo na spremembe na sistemu. Druga pot je uporaba poceni testnih orodij. Občutljiva so na spremembe, vendar jih lahko hitro priredimo. Seveda ta pot zahteva več časovnih virov, ki so potrebni za prilagajanje testnega okolja in orodij.

- *Testna orodja na trgu.* Vodstvo podjetja si predstavlja, da so testna orodja na trgu le tiste naprave, ki se predstavljajo z imenom »testna orodja«. Ta so predvsem visokega cenovnega razreda. Veliko podjetij uporablja kot testna orodja naprave, ki so izdelane za druge namene (npr. za razvoj dodatnih funkcionalnosti). Nekatere od teh so tudi brezplačne.
- *Avtomatizacija testiranja je odvisna od zmožnosti testiranja izdelka.* Avtomatizacija se nam obrestuje, ko imamo z orodjem omogočen dostop do testiranega sistema. Temeljna pogoja za kvalitetno testiranje sta upravljanje in nadzor sistema. Testiranje grafičnih vmesnikov je precej bolj zapleteno od testiranja komandnih vrstic. Testiranje grafičnih vmesnikov zahteva tudi precej višja vlaganja.
- *Avtomatizacija testiranja nas lahko odvrne od kvalitetnega testiranja.* V nekaterih primerih se podjetje preveč zanaša na avtomatska orodja. Usmerijo se k nabavi večjega števila orodij s katerimi želijo pokriti celotno testiranje. Takšen koncept se oddaljuje od pravilne strategije testiranja, ki se bo v kratkem času pokazal kot razlog za poslovni neuspeh.

Pri izvajanju testov je potrebno določiti prioritete. Lahko testiramo storitev, ki jo uporabljajo le redki kupci, lahko testiramo konfiguracijo, ki jo nihče ne uporablja ali prijavljamo in rešujemo težave, ki ne motijo nobenega kupca. S tem smo izgubili precej časovnih in finančnih virov. Potrebno se je osredotočiti na testne postopke, ki bodo zagotovili odkrivanje napak, ki vplivajo na stabilnost in pravilno delovanje sistema. Potrebno se je postaviti v položaj kupca in opazovati izdelek iz njegovega zornega kota (Black, 2002, str. 1-4).

5.2 Skupina za razvoj avtomatskih testih orodij

V zadnjih desetih letih se je dinamični razvoj avtomatskih orodij po svetu povečal. Največji vzpon je v ZDA, še posebej pri podjetjih, ki se ukvarjajo s prodajo komercialne programske opreme. Za uspešno uvajanje avtomatizacije testiranja je potrebno upoštevati naslednja operativna načela (Bach, str. 3-4):

- avtomatizacija testiranja pomeni podporo v celotnem procesu razvoja in ne le izvajanje testov,
- skupina za testiranje usmerja avtomatizacijo testiranja,
- avtomatizacijo testiranja izpopolnjujejo usposobljeni razvojni inženirji testnih orodij,

- razvojni inženirji avtomatskih orodij se zavzemajo za razvoj sistemov, za katere bodo lahko izdelali čim bolj izpopolnjeno orodje,
- razvojni inženirji avtomatskih orodij zbirajo in uporabljajo široko paleto pripomočkov za testiranje, ki so dostopna na trgu,
- avtomatsko testiranje je potrebno organizirati na način, ki bo pripomogel čim hitrejšemu doseganju željenih ciljev,
- dolgoročno uvajanje avtomatizacije zahteva izdelavo natančnega poslovnega modela.

Skupina za razvoj avtomatskih testnih orodij opravlja naslednje naloge (Bach, str. 4):

- v čim krajšem času se odziva na zahteve skupine za testiranje,
- išče možne rešitve, ki bi olajšale delo skupine za testiranje,
- uveljavlja nove tehnologije, z namenom izboljšanja procesa avtomatskega testiranja,
- išče nova avtomatska orodja in se izpopolnjuje pri upravljanju teh orodij,
- evidentira in preverja orodja, ki jih izdelajo oddelki za razvoj in oddelki za testiranje,
- analizira načrte za nove izdelke in oceni možnosti za avtomatsko testiranje le-teh.

Razmerje števila inženirjev za razvoj testnih orodij in števila inženirjev za testiranje ni točno določeno. Odvisno je od testiranega sistema. V nekaterih podjetjih lahko razvoj avtomatskega orodja opravi ena sama oseba. Ta ves čas sodeluje s skupino za testiranje. Pri večanju skupine za testiranje se lahko povečajo ideje in zahteve po avtomatizaciji večjega števila testov. Zato je potrebno povečati tudi število inženirjev za razvoj testnih orodij. Po drugi strani je lahko v podjetju večja skupina za razvoj testnih orodij in en sam inženir za testiranje. Takšen primer ne predstavlja težavo, če so inženirji za razvoj testnih orodij pripravljeni tudi testirati izdelek. To pomeni, da prevzamejo odgovornost za testiranje nekaterih izdelkov oz. funkcionalnosti izdelkov. Skupina za razvoj testnih orodij prevzame vlogo skupine za testiranje, če je razvoj avtomatskega orodja nižje prioritete. Potrebno je natančno načrtovati časovne roke in naloge, saj ista oseba opravlja dve funkciji v podjetju. S slabim načrtovanjem lahko pride do situacije, ko je delo na razvoju avtomatskih orodij popolnoma opravljeno, testirani izdelek pa ostane nepreverjen. Po drugi strani pa lahko zaostajamo z razvojem avtomatskih orodij, ki bi jih lahko koristno uporabili pri trenutnem testiranju, s katerim izgubimo precej časa (Bach, str. 4).

Potrebno se je izogniti primerom, ko želi skupina za razvoj testnih orodij opravljati le eno funkcijo. Kvaliteta avtomatskih orodij je precej slabša, če razvijalci avtomatskih orodij nimajo izkušenj pri testiranju. S časom spoznajo problematiko testiranja.

Poraja se vprašanje, zakaj ne bi vsi člani skupine za testiranje hkrati opravljali tudi funkcijo inženirja za razvoj avtomatskih orodij. Razloga za to sta dva. Izredno dobri razvijalci avtomatskih testnih orodij so redki in dragi. Drugi razlog je, da se skupina za testiranje ukvarja le s testiranjem. Strokovnjaki zadolženi za prilagajanje in vzdrževanje orodja skrbijo, da je orodje ves čas pripravljeno za uporabo, četudi se je testirani izdelek precej spremenil. Prav tako ves čas razvoja izdelka sodelujejo s skupino za razvoj in s skupino za testiranje (Kaner, 1997, str. 114).

Proces dinamičnega razvoja avtomatskih orodij je krožnega tipa. Potrebno je razumeti kako se testiranje izvaja, poiskati rešitev, ki bo odpravila težavo in jo v čim krajšem času posredovati skupini za testiranje. Proces se v istem zaporedju ponavlja. Celoten proces razvoja avtomatskega orodja se lahko nadzoruje s petimi dokumenti (Bach, str. 5):

- *Zahteva.* V tem dokumentu skupina za testiranje določi zahteve in opiše problematiko.
- *Delovni nalog.* V njem določimo naloge za vsakega inženirja, ki se ukvarja z razvojem avtomatskih testnih orodij.
- *Trenutne rešitve.* Vsebuje seznam rešitev, s katerimi se trenutno odpravljajo težave pri uporabi orodja. Vsaka od rešitev mora biti na kratko opisana. Podane morajo biti tudi prednosti, ki jih dosežemo z začasnimi rešitvami.
- *Vzdrževanje.* Vsebuje seznam funkcij, ki morajo biti izboljšane ali prirejene. Razporejene morajo biti po prioritetah. V tem vrstnem redu bodo nadgradnje tudi opravljene in dostavljene.

5.3 Skupina za izvedbo testiranja

Skupina za razvoj testnih orodij mora biti seznanjena z nalogami skupine za testiranje, čeprav ne bodo ves čas v neposrednem sodelovanju z vsemi člani skupine za testiranje. Inženirji za testiranje so stranke razvijalcev testnih orodij. Vsaka rešitev, ki ni dostavljena v skladu z zahtevami se obravnava kakor da ni bila dostavljena. Skupina za testiranje lahko vedno zahteva pomoč od skupine za razvoj orodij. Potrebno je organizirati periodične sestanke, na katerih lahko vodja skupine za testiranje posreduje težave, ki bi lahko bile odpravljene z avtomatskimi orodji. Pri zahtevnejših nalogah so člani za testiranje ves čas prisotni ob razvoju orodja. Ob sprotni medsebojni komunikaciji ne pride do odstopanja od željenega cilja pri razvoju avtomatskega orodja.

Običajne zahteve skupine za testiranje (Bach, str. 5-6):

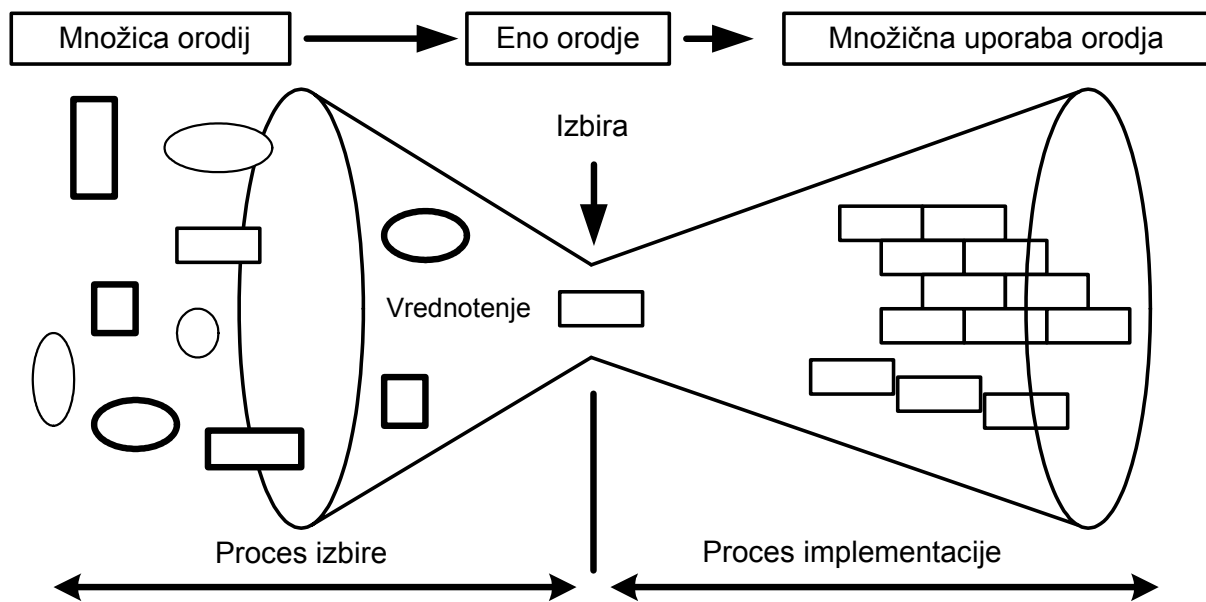
- Kako naj preverim delovanje novega izdelka ali funkcionalnosti?
- Kako lahko opazujemo delovanje izdelka?
- Kako naj vem, če je test opravljen uspešno ali neuspešno?
- Ali je možno avtomatizirati to operacijo?
- Ali obstaja test, s katerim bi lažje ponovil napako?
- Tukaj imam test, ki ga moram opraviti. Ali je možno avtomatsko opraviti 1000 ponovitev tega testa?
- V kolikšni meri smo zmožni preveriti delovanje izdelka?
- Opraviti želim testiranje izdelka pod največjo prometno obremenitvijo. Ali imamo orodje, ki bi lahko opravilo ta test?

Skupina za razvoj izdelka je prav tako stranka skupine za razvoj testnih orodij. Inženirji za razvoj izdelkov, morajo svoje delo ves čas preverjati. Za pomoč uporabljajo razna avtomatska orodja, ki jih izdelajo sami ali pa kupijo. Ta orodja posredujejo tudi skupini za razvoj avtomatskih testnih orodij. Če je bilo orodje razvito znotraj podjetja, prevzame skupina za razvoj avtomatskih orodij odgovornost za vzdrževanje in nadgradnjo orodja ter ga posreduje skupini za testiranje. Skupina za razvoj izdelka lažje sodeluje s skupino za razvoj orodja kot s skupino za testiranje, saj imata obe razvojno naravo dela. Tako se lažje načrtujejo avtomatska orodja, ki jih bo v zadnji fazi uporabljala skupina za testiranje (Bach, str. 6).

5.4 Nakup orodja za avtomatsko testiranje

Včasih se podjetja odločijo za nakup orodja za avtomatsko testiranje in ne za razvoj lastnega orodja. Pri nakupu avtomatskega orodja pa je odločilnega pomena proces izbire orodja. Proces izbire orodja za avtomatizacijo je vrednotenje in izbira avtomatskega orodja, primernega za podjetje, izmed mnogih na trgu (slika 13). Proces implementacije testiranja zagotavlja, da bo izkoriščenost orodja čim boljša. Če iščemo orodje, ki ga bo uporabljalo veliko število zaposlenih, je postopek izbire lahko bolj natančen in formalen. V primeru, da ga uporablja le nekaj zaposlenih, je proces izbire avtomatskega orodja manj zapleten (Fewster, 1999, str. 248-249).

Slika 13: Proces izbire in implementacije orodja za avtomatsko testiranje

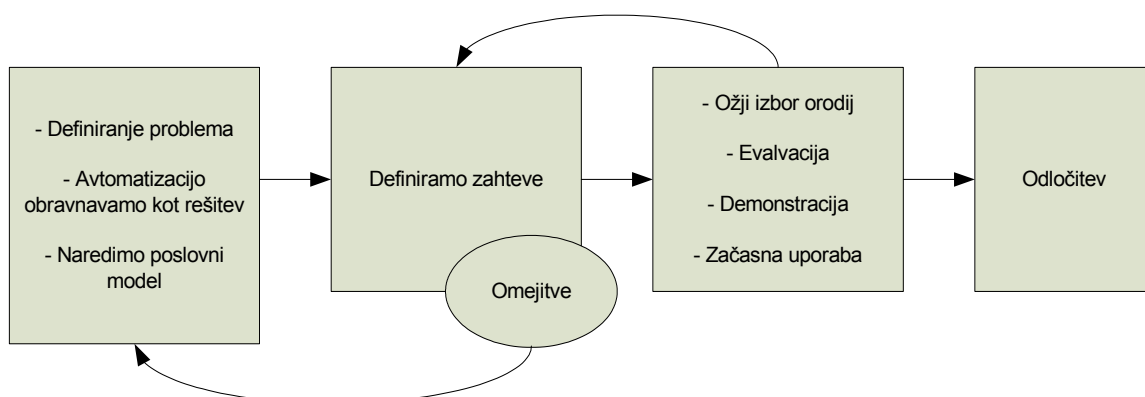


Vir: Fewster, 1999, str. 248.

Če podjetje še nima orodja za avtomatizacijo testiranja, se običajno najprej opravi analiza orodij na trgu. Takšen začetek ni primeren za najboljšo izbiro orodja. Najprej je potrebno natančno določiti zahteve in problematiko, ki jo v procesu testiranja rešujemo. Po končani analizi zahtev lahko določimo minimalne zahtevane funkcionalnosti, ki jih mora avtomatsko orodje zagotoviti. Izbira napačnega orodja ima lahko velike finančne posledice za podjetje (Rice, 2003, str. 10).

Slika 14 prikazuje proces izbire avtomatskega orodja. Proces izbire orodja za avtomatizacijo moramo obravnavati kot projekt, saj zahteva precej časovnih, finančnih in kadrovskih virov. Optimalen mora biti iz vseh vidikov.

Slika 14: Proces izbire avtomatskega orodja



Vir:

Fewster, 1999, str. 251.

Pri srednje velikih podjetjih je predviden čas za izbiro od štiri do šest človek-tednov. Sodeluje lahko od tri do deset oseb. Projekt izbire orodja mora pridobiti primerno

prioriteto. S tem vplivamo na druge projekte. Zmanjša se razpoložljivost zaposlenih, ki izbirajo orodje, na drugih projektih. Pri procesu izbire orodja, ne smejo biti udeleženi zaposleni, ki so časovno preobremenjeni na projektih razvoja oz. testiranja. Časovna stiska je lahko ključna pri napačni izbiri avtomatskega orodja (Fewster, 1999, str. 250)!

Pri določanju skupine skrbno izberemo vodjo in strokovnjake primerne za nalogo. Skupina določena za odločanje ne sme porabiti več kot pet dni, v obdobju od štirih do šest tednov. Več časa potrebuje le vodja, ki je odgovoren za končno odločitev. Vodja skupine je odgovoren za vodenje in vrednotenje celotnega procesa izbire. Pomembno je tudi, da ima nekaj izkušenj na področju vodenja. Vodja skupine sodeluje tudi pri izbiri skupine. Zato je pomembno, da pozna delovanje drugih področij podjetja. Zaželeno je, da je to oseba z velikim spoštovanjem v podjetju. Člani skupine morajo biti iz vseh področij, kjer želijo uporabljati orodje za avtomatizacijo testiranja. Ker avtomatsko orodje lahko poveča učinkovitost in produktivnost, morajo biti izbrani člani strokovnjaki iz čim več področij. Potrebno je objektivno vrednotiti proces nabave orodja in obveščati sodelavce o dogajanju, še posebej tiste, ki bodo končni uporabniki avtomatskega orodja. Vodja skupine posreduje podatke tudi vodjam drugih sektorjev v podjetju (Fewster, 1999, str. 251).

5.4.1 Določitev potreb in zahtev

Že ob razmišljanju o avtomatizaciji testiranja se pojavijo številne zahteve, ki se nanašajo na trenutne težave pri testiranju oz. olajšanje testiranja in na tehnične zmogljivosti oz. omejitve avtomatskega orodja. Vse zahteve morajo biti na samem začetku natančno določene in dokumentirane. Na osnovi tega dokumenta poteka celoten proces izbire orodja. Ko določimo težave v procesu testiranja, je potrebno poiskati najprimernejšo rešitev. Pomembno je pretehtati tudi rešitve, ki ne zahtevajo izdelavo ali nakup orodja. S tem lahko privarčujemo precej finančnih sredstev. Običajno prevelika želja po nakupu orodja zamegli alternativno možnost odprave težave, ki ne zahteva nabavo avtomatskega orodja. Težave ročnega testiranja so vezane na velik napor za opravilo testov, dolgočasnost opravil, dolgotrajna primerjava in analiza rezultatov. Na prvi pogled so ti argumenti dovolj za zahtevo za avtomatizacijo testiranja, vendar ni nujno da je vedno tako. Velikokrat se zgodi, da se pojavijo podvojeni testi, ki se prekrivajo med seboj, so časovno nedoločeni testi, ipd. Zato je pri tem zelo pomembna optimizacija testnih procesov. S tem se lahko bolj natančno in hitreje opravijo zahtevane naloge. Velik vpliv na izbiro ima tudi postavitve testnega okolja. Nepopolno določeno in površno postavljeno testno okolje, lahko predstavlja velike težave. Nekateri testi se lahko hkrati izvajajo na večih napravah, ki so razporejene v različnih prostorih. V tem primeru mora biti v vsakem prostoru ob vsaki napravi inženir za testiranje, ki izvaja in nadzira delo. To je vsekakor slaba

izkoriščenost zaposlenih. Smiselno postavljeno in pravilno načrtovano testno okolje lahko precej olajša delo in izboljša kvaliteto opravljenega dela (Fewster, 1999, str. 252-253).

Primerjava rezultatov je tudi eden od razlogov za prehod na avtomatizacijo. Po končanem testiranju dobimo velik nabor rezultatov, ki jih je potrebno primerjati z pričakovanimi rezultati. Na koncu je potrebna tudi verifikacija primerjave. Najboljša rešitev za primerjavo rezultatov je uporaba osebnih računalnikov. Ti v kratkem času opravijo primerjavo velikega števila izmerjenih rezultatov. Strokovnjak za pregled rezultatov je potreben za zaključno kontrolo analize izmerjenih rezultatov. Zato so ta dolgočasna opravila primerna za avtomatizacijo testiranja. Dokazano je, da pri dolgočasnih opravilih s časom pade motivacija inženirjev in naraste možnost, da obstoječa napaka v sistemu ne bo odkrita.

Avtomatsko orodje veliko pripomore pri regresijskem testiranju. Po prvi nastavitvi avtomatskega orodja se lahko celotna konfiguracija shrani. Tako je vsak naslednji zagon testov zelo hiter in porabi veliko manj časa kot bi ga porabili z ročnim testiranjem. Če so spremembe na testiranemu sistemu velike, je potrebno precej časa in truda, da se avtomatsko orodje prilagodi. V tem primeru se uporabi ročno testiranje. Priprava vhodnih podatkov in testov je običajno ponavljajoča se naloga. To opravilo prav tako dolgočasi inženirje in je primerno za avtomatizacijo. Testna dokumentacija vsebuje informacije posredovane od vodje skupine za testiranje. Vsebuje natančne informacije o testnih postopkih, vhodnih podatkih, zaporedje izvajanja testov ter izvajalce. Ves čas testiranja je potrebno sporočiti projektne vodji in vodji testiranja o opravljenih posameznih testih in rezultatih. Če evidenca o opravljenih testih ni dovolj natančna, se lahko zgodi, da se nekateri testi izvedejo več kot enkrat, nekateri pa ne bodo sploh izvedeni. V tem primeru je uvedba orodij za pripravo in sledenje testiranja smiselna. Orodja na trgu se med seboj razlikujejo po načinu delovanja. Nekatera so usmerjena k upravljanju testnih procesov, druga pa k neposrednemu upravljanju testov. Orodja so primerna tudi za obveščanje vodilnih, ki lahko ob vsakem času preverijo stopnjo opravljenega dela. Če so dobljeni rezultati dobro organizirani, lahko z orodjem pripravimo tudi končna poročila (Fewster, 1999, str. 253-254).

Orodja za avtomatsko testiranje ves čas delovanja posredujejo informacijo o trenutnem stanju. Prikažejo število opravljenih testov, čas delovanja, število neopravljenih testov in čas do zaključka testiranja. Sproti lahko spremljamo tudi rezultate testov. Negativne teste takoj posredujejo skupini za razvoj, ki lahko začne z odpravljanjem napake. Z uporabo avtomatskih orodij lažje načrtujemo čas potreben za testiranje in delež opravljenih nalog. Ročno testiranje ne omogoča takšne sledljivosti.

Najbolje je, če so napake odkrijete v začetnih fazah razvojnega procesa. Napake, ki jih odkrijejo kupci kažejo na nekakovost, saj bi te morale biti odkrite in odpravljene že prej. To je posledica slabega načrtovanja razvojnega procesa in testiranja. Velikokrat se zgodi, da je čas za izvedbo vseh ročnih testov prekratek. Vodja skupine za razvoj se odloči za visoko prioritete teste, ki jih je potrebno izvesti. Preostali testi se ne izvedejo. V tem primeru je najboljša testiranje z avtomatskim orodjem, ki lahko v kratkem času opravi celovito testiranje. Veliko težavo lahko predstavljajo tudi testi, ki so neučinkoviti. Ne glede na to, ali jih izvajamo ročno ali avtomatsko, ne bodo odkrili napak v sistemu. Zato je kvaliteta testov najvažnejša pri odkrivanju napak. Avtomatizacija testiranja nima vpliva na kvaliteto posameznih testov, ker vpliva le na zmogljivost testiranja. V veliko pomoč pri odkrivanju napak so orodja, ki so analitične narave. S statičnimi analitičnimi orodji odkrivamo napake na izdelku pred prvim zagonom. Odkrijemo lahko odvečno programsko kodo, neskončne zanke, podatke, ki ne bodo uporabljeni ali pa bodo uporabljeni pred pripravo podatkovne baze. Dinamična analitična orodja nam omogočajo odkrivanje napake v pomnilniku. Z njimi lahko odkrivamo napake na testiranem sistemu v času izvajanja testiranja (Fewster, 1999, str. 254-256).

Če avtomatsko orodje lahko odpravi nekatere težave, ki jih imamo v procesu testiranja, se moramo odločiti tudi za pravšnji čas nakupa. Osnovnih težav v testnem procesu nam orodje ne bo rešilo. Pravšnji čas za izbiro in nakup avtomatskega orodja je, ko so izpolnjeni naslednji pogoji (Fewster, 1999, str. 257):

- urejeni in optimirani testni procesi,
- nezadovoljstvo testnih inženirjev s trenutnim stanjem,
- končno odločitev za orodje ima v rokah le ena oseba,
- vodstvo podjetja ne sme imeti dvomov glede nakupa avtomatskega orodja.

5.4.2 Poslovni model izbire in nakupa orodja

Po nakupu orodja je vsekakor potrebno prikazati dosežke in zagovarjati odločitev glede nakupa. Treba je določiti kriterije, po katerih bomo ocenili naložbo. Začetki uporabe orodja ne bodo prinesli takojšnjih rezultatov. Prva uporaba orodja zahteva dlje časa, kot če ga uporablja izkušeni strokovnjak izšolan za orodje. Ob vsakdanji uporabi odkrijemo tudi dodatne funkcionalnosti, ki jih ponuja orodje in jih uspešno uporabimo pri svojem delu. Pogosto nam predstavljajo težave ljudje, ki nasprotujejo visokemu vlaganju v avtomatizacijo že v času odločanja. Potrebno jih je takoj prositi za ideje oz. druge alternativne rešitve, ki bi izboljšale kvaliteto dela še pred odločitvijo. Običajno ne dobimo konkretnih odgovorov, zato nadaljujemo proces nabave orodja. Skupina, ki sodeluje pri evalvaciji orodja, je pod velikim pritiskom. Zavedajo se visokih investicij in zato preveč časa porabijo za ocenjevanje. Proces evalvacije orodja ne sme trajati dlje kot je predvideno. V večini organizacij bo vodstvo

zahtevalo poslovni model, ki bo upravičil nabavo avtomatske opreme. Tudi če ga ne zahteva, je poslovni model dober pripomoček pri izbiri. Poslovni model nam ovredniti koristi, ki jo bomo imeli od avtomatskega testnega orodja. Iz poslovnega modela lahko razberemo ali si to avtomatsko testno orodje lahko privoščimo in čas potreben za povrnitev naložbe. Enostavna metoda za določanje koristi je prihranek časa pomnožen s povprečnimi stroški, ki so potrebni za plačilo inženirjev za testiranje. Če regresijsko testiranje, ki traja 4 človek-tedne z ročnim testiranjem, zmanjšamo za 2 človek-tedna z avtomatskim testiranjem, smo prihranili 2 človek-tedna. Predvidevamo, da se izvaja regresijsko testiranje vsak mesec, kar pomeni prihranek 24 človek-tednov letno. V primeru, da so stroški za človek-teden 2.000 USD, smo prihranili 48.000 USD letno.

Seveda so tudi prednosti, ki so težko merljive. Ena takšnih je zmanjšanje zadrege pri kupcih. Zviša se motivacija za delo pri zaposlenih. Poveča se tudi produktivnost zaposlenih. Določene teste sploh ni mogoče narediti z ročnim testiranjem. Iz ogromnega števila testov, ki jih orodje ponuja, bomo veliko koristnih testov spoznali že pri predstavitvi in ocenjevanju orodja. Nekaj jih bomo spoznali za koristne ob redni uporabi in spoznavanju orodja (Fewster, 1999, str. 258-259).

Primer poslovnega modela za nabavo avtomatskega orodja prikazuje tabela 6. Parametri, ki jih je potrebno upoštevati pri izdelavi poslovnega modela so (Fewster, 1999, str. 259):

- *Stroški ročnega testiranja.* Ti se lahko določijo za zaključeno testiranje, druga možnost je določitev stroškov za določeno časovno obdobje (mesec, leto). Te številke ne morajo biti izredno natančne. Potrebno je določiti le približne stroške.
- *Pokritost trenutnih testov.* Potrebno je določiti kolikšen delež izdelka ne moremo preveriti s trenutnimi ročnimi testi, z avtomatskim orodjem pa bi lahko opravili testiranje.
- *Stroški, ki so nastali zaradi neodkritih napak trenutnih testov v preteklem letu.* Število odkritih napak pri kupcu pomnožimo s povprečnimi stroški za odpravljanje napake.
- *Stroški prve uporabe orodja.* Sem spadajo stroški naročila, šolanje, dodatna strojna in programska oprema. Skratka vse kar potrebujemo za prvi zagon testa. Čas za pripravo prvega testa je daljši. V povprečju je čas potreben za zagon prvega testa štirikrat daljši od ekvivalentnega ročnega testa. Pri prvem zagonu testa prav tako porabimo več časa za analizo dobljenih podatkov. To je potrebno vsekakor upoštevati pri izračunu.
- *Stroški povezani z uporabo orodja skozi čas.* Sem štejemo stroške povezane z vzdrževanjem orodja in testov, podaljševanje licenc, nadgradnja testov, ipd. V kratkem času se vidi tudi resnična prednost avtomatskega orodja. Izurjeno

osebje spozna orodje in izkoriščenost le tega naraste (npr. vzporedno testiranje,...).

- *Kalkulacija časa potrebnega za povrnitev naložbe.* Upoštevamo stroške in koristi.

Tabela 6: Primer poslovnega modela za nabavo avtomatskega orodja

Poslovni model za orodje: _____				
Pripravi: _____			Datum: _____	
	Brez orodja		Z orodjem	
Stroški	Testna faza 1	Testna faza 2	Testna faza 1	Testna faza 2
Testna faza	10.000 USD	15.000 USD	17.650 USD	6.500 USD
Orodje			20.150 USD	
Ocena			8.200 USD	
Implementacija			15.000 USD	
Drugo	\	\	\	Licenca za vsako fazo: 500 USD
Skupaj	10.000 USD	15.000 USD	61.000 USD	7.000 USD
Povrnitev investicije			Testna faza 7 (14 mesecev)	
	Prihranek po 1 letu		(-11.000 USD)	
	Prihranek po 2 letih		37.000 USD	
	Prihranek po 3 letih		85.000 USD	
Predvidevanja:				
1. Testne faze se ponavljajo vsaka 2 meseca - 6 na leto				
2. Za drugo leto in vsa nadaljna leta so stroški licenc 15% nabavnih stroškov.				
3. V vsaki testni fazi se vsi testi ponovijo.				
4. Predvidevanja o nesupešnosti izvedenih testih:				
- tretjina novih testov bo neuspešnih ob vsakem zagonu,				
- predhodno neuspešni testi se ponovno zaženejo,				
- potrebno bo teste ponoviti vsaj štirikrat,				
- 10% starih testov bo neuporabnih,				
5. Vsako leto se za 25% poveča število novih funkcionalnosti, za katere bo potrebno napisati nove testne postopke.				

Vir: Fewster, 1999, str. 260.

V poslovnem modelu navedemo tudi druga spremenljivke, ki vplivajo na izračune. Te so predvideno število neuspešnih testov, število ponovitev testov, nove funkcionalnosti, ki morajo biti preverjene, itd. Potrebno je upoštevati tudi parametre avtomatskega testiranja (prilagajanje orodja, vzdrževanje). Pri pripravi modela lahko pride do nestrinjanja glede števil. Priporočljivo je upoštevati argumentirane pripombe sodelavcev in popraviti številke. Bolj točni podatki v modelu bodo povišali naše zaupanje v poslovni model. Namen poslovnega modela ni zagotoviti natančne številke, predstavlja le pripomoček pri odločanju o izbiri avtomatskega orodja. Poslovni model naj bo konzervativen. Preveč optimistična številke o povrnitvi naložbe, nam lahko v prihodnosti predstavljajo težavo pri doseganju navedenih ciljev. Potrebno je pustiti malo rezerve, ki bo potrebna ob nepričakovanih situacijah (Fewster, 1999, str. 259-260).

5.5 Določitev robnih pogojev izbire avtomatskega orodja

Po predstavitvi težav in pomanjkljivosti procesa testiranja vodstvu podjetja, ter pridobitvi njihove odobritve za nakup orodja za avtomatizacijo, se je potrebno usmeriti na trg in najti najboljšo rešitev. Pri izbiri bo potrebno upoštevati omejitve. Predčasna določitev omejitev nam prvarčuje veliko časa in truda pri iskanju orodja, saj bodo nekatera od njih že v samem začetku izločena (Fewster, 1999, str. 260).

5.5.1 Omejitve testnega okolja (strojna in programska oprema)

Testno orodje je običajno sestavljeno iz specifične strojne in programske opreme. Za delovanje orodja je potrebno zagotoviti strojne in programske zahteve orodja za regularno delovanje (operacijski sistem, delovne postaje,...). Če orodje zahteva operacijski sistem Unix, se podjetja nerada odločajo za nakup, če njihova oprema temelji le na operacijskem sistemu Windows (Fewster, 1999, str. 261).

Nekatera avtomatska orodja zahtevajo strojno ali programsko prilagoditev. V nekaterih primerih je tovrstna prilagoditev prej psihološka ovira kot tehnična ali ekonomska. V procesu odločanja se je priporočljivo odločiti za nakup avtomatskega testnega orodja, ki deluje na lastnem, specifičnem okolju. To seveda vpliva na ceno orodja (Fajardo, 2002, str. 10).

Nekateri strokovnjaki se zanimajo le za orodja, ki lahko delujejo na obstoječem lokalnem okolju. Želijo, da orodje deluje na sistemu, na katerem razvijajo in vzdržujejo svoj izdelek. Nekatera orodja so razvita le za ločeno delovanje. Oba primera imata nekaj prednosti in jih je potrebno upoštevati pri dolgoročnem načrtovanju.

Prednosti, ko avtomatsko orodje in testirani sistem, delujeta na istem okolju (Fewster, 1999, str. 261-262):

- ni potrebe po nabavi dodatne strojne opreme,
- lažje povezovanje med orodjem in sistemom (npr. časovna sinhronizacija med obema).

Prednosti ločenega delovanja:

- orodje deluje samostojno in ne vpliva na zmogljivosti sistema (zasedanje kapacitete trdega diska, procesorske moči,...),
- prekinitve delovanja in anomalije pri delovanju obeh so neodvisne.

5.5.2 Omejitve ponudnikov avtomatskih orodij

Podjetje od katerega bomo kupili orodje ima lahko velik vpliv na prihodnost našega podjetja. Če bomo imeli velike težave z orodjem in slab odziv od ponudnika za podporo, bomo vsekakor prekinili sodelovanje. Dobre izkušnje bodo okrepile medsebojno sodelovanje. S tem bomo dosegli boljšo izkoriščenost avtomatskega orodja. Ponudniki avtomatskih testnih orodij predstavljajo povezavo med konkurenčnimi razvojnimi podjetji. V času predstavitev in ocenjevanja orodij predstavijo podjetja problematiko strokovnjakom, ki skrbijo za predstavitev orodja. To so večinoma napake, ki niso bile odkrite v času testiranja. Izdelek je prišel na trg z napakami, ki jih je odkril kupec. Strokovnjaki natančno raziščejo problematiko in poiščejo rešitve. Te izkušnje nam lahko posredujejo in nas opozorijo na možne težave. Najenostavnejši način predstavitve avtomatskega testnega orodja je, da ponudnik avtomatskega orodja izvede nekaj testov na našem sistemu. Če orodje odkrije še neodkrito napako, je vtis na kupca vsekakor pozitiven. Ponudnik orodja si s spremljanjem problematike naročnikov, nenehnim izpopolnjevanjem orodij ter s trženjskimi sposobnostmi pridobi zaupanje naročnikov. Pri izbiri ponudnika orodja moramo biti pozorni na naslednje (Fewster, 1999, str. 261-262):

- *Točnost navedenih podatkov o podjetju.* Nekateri (javno dostopni) podatki se lahko preverijo.
- *Zrelost podjetja in izdelka.* Stabilno podjetje je eden od pogojev za zaupanje. Če se izdelek v zadnjem času ni kaj dosti spremenil, nam stabilnost podjetja ne pomaga kaj dosti pri izbiri. Podjetje ne spremlja zahteve na trgu in ne prilagaja svojih izdelkov trenutnim trendom.
- *Tehnična podpora.* Zanimajo nas časovni odzivi tehnične podpore podjetja. Potrebno je določiti stopnjo težav in odzivni čas za vsako stopnjo. Sem spadajo tudi tečaji in kvaliteta izvajanja le-teh.

- *Reference*. Pridobitev seznama podjetij, ki so naročila to orodje je vsekakor koristna informacija. Prav tako bi bilo koristno pridobiti izkušnje uporabnikov. Vsekakor ni zaželeno, da smo prvi uporabnik orodja.
- *Natančna zgodovina orodja*. Nekatera orodja so bila razvita glede na potrebe uporabnikov, druga se razvijejo kot izdelek, ki bi lahko bil zanimiv za trg (špekulacijski pristop). Potrebno je pridobiti število obstoječih različic izdelka in pogostost nadgradnje izdelka. Najtežja naloga je pridobitev število in kritičnost neodpravljenih napak na orodju.

Odnos med ponudnikom in kupcem nastane že pri ocenjevanju in izbiri orodja. Če imamo težave pri odzivu že na začetku, se bodo te kasneje najverjetneje še stopnjevale. V tem primeru je najprimerneje izločiti ponudnika iz procesa izbire.

5.5.3 Omejitve pri financiranju nabave

Ob določanju finančnih omejitev se običajno pojavita dve vprašanji:

- Koliko denarja si lahko privoščimo za nakup orodja?
- Kolikšen bo doprinos orodja?

Če je prihodnost podjetja odvisna od izdelka, ki mora biti zanesljiv in delovati neprekinjeno pod velikimi obremenitvami, je visoka naložba v orodja smiselna. Na drugi strani imamo lahko velik proračun za nakup orodja, vendar je razvojna skupina že razvila orodje, ki pokrije 50% zahtevanih testov, a je razvoj tega orodja zahteval le 5% denarja, ki ga zahteva orodje, ki bi teste pokrilo v celoti. (Hendrickson, 1999, str. 40).

Cene avtomatskih testnih orodij se razlikujejo glede na zvrst testiranja. Med avtomatskim orodjem za izvajanje funkcionalnih testov in orodjem za izvajanje testov zmogljivosti je v ceni velika razlika. Običajno se cene orodij za funkcionalno testiranje gibljejo od 5.000 USD do 9.000 USD, medtem ko se cene za orodja teste zmogljivosti gibljejo od 25.000 USD in zlahka dosežejo 60.000 USD, v določenih primerih tudi nekaj 100.000 USD. (Kandathil, str. 2005).

Cena avtomatskega testnega orodja je velikokrat največja omejitev pri izbiri orodja. Nakup avtomatskega orodja ni končna investicija v orodje. Pri določanju končne naložbe v avtomatsko orodje je potrebno upoštevati (Fewster, 1999, str. 262-263):

- osnovno ceno orodja,
- stroške licenc za uporabo orodja,
- stroške šolanja,

- stroške za prilagoditev strojne opreme,
- stroške za prilagoditev programske opreme,
- stroške tehnične podpore,
- stroške inštalacije orodja.

Politične omejitve lahko presežejo vpliv vseh drugih omejitev skupaj. Eden od primerov je, da lahko kupimo le orodje, ki ga uporablja krovno podjetje. Obstaja možnost nasprotovanja nakupa avtomatskih testnih orodij, katerih proizvajalci nimajo podpore v državi. Možno je tudi, da ima eden od vodilnih v podjetju znanca ali sorodnika v podjetju, ki prodaja testno orodje in je možnost nabave od drugega proizvajalca nemogoča. Za osebo, ki vodi proces nabave testnega orodja, je lahko zelo neprijetno, da naknadno izve za podobne omejitve. Političnih omejitev ne smemo podcenjevati (Fewster, 1999, str. 263).

Potrebno je določiti zahteve glede na stopnjo kvalitete avtomatskega testnega orodja. Upoštevamo funkcionalni in nefunkcionalni vidik. Nekaj predlogov, ki jih je priporočljivo upoštevati (Fajardo, 2002, str. 2-3):

- Koliko uporabnikov lahko istočasno dela na orodju? Ali testni scenariji prav tako omogočajo sočasno uporabo?
- Kolikšen nivo znanja je potreben za najboljšo izkoriščenost orodja? Kolikšna je povprečna doba, potrebna za doseganje izpopolnjenega znanja za delo na orodju? Kolikšen nivo programerskih sposobnosti je potreben za pisanje testnih scenarijev?
- Kolikšna je stopnja kvalitete dokumentacije testnega orodja (v papirni ali elektronski obliki)? Kakšna je uporabnost dokumentacije? A obstaja dokument za hitro uporabo?
- Ali obstaja pomoč po telefonu, ki je na voljo 24 ur na dan?
- Kolikšna je pogostost odpovedi avtomatskega orodja v času delovanja?
- Ali lahko orodje negativno vpliva na naš sistem (permanentno brisanje podatkov,...)?
- Je možno povezovanje orodja z obstoječimi orodji, ki jih že imamo v podjetju?

Seznam predlogov je vsekakor daljši, če želimo kupiti avtomatsko orodje visoko kvalitetnega in visoko cenovnega razreda. V tem primeru so tudi podjetja bolj previdna.

5.6 Raziskava trga

Če se odločimo za nakup orodja, je potrebno v grobem analizirati orodja dosegljiva na trgu. Določimo lastnosti in funkcije, ki so najpomembnejše. Izdelamo tabelo z potrebnimi lastnostmi in orodja razdelimo v različne skupine. Na koliko skupin jih razdelimo ni pomembno. Dovolj je že, če lastnosti razdelimo na pomembne in manj pomembne.

Obvezne lastnosti. Obvezne lastnosti, funkcije in omejitve določajo pravila pri izbiri orodja. Če orodje ne bo ustrezalo kateremu od pravil, bo že v začetni fazi izločeno. Pomembno je, da v kategorijo obveznih lastnosti navedemo le bistvene. S tem si olajšamo delo pri izbiri orodja. Vsekakor izbrano orodje ne bo imelo le-teh lastnosti. Verjetno bo poleg še veliko koristnih lastnosti in funkcij. Nekatere bodo tudi takšne, ki jih ne bomo nikoli uporabili.

Zaželjene lastnosti. Sem spadajo funkcije, ki bodo dodatno izpopolnjevale naše delo. Ta kategorija lahko veliko vpliva na našo izbiro. Nekatera orodja imajo veliko število dodatnih funkcij, ki podpirajo delovanje glavnih funkcij. Tudi to kategorijo lahko razdelimo na bolj pomembne in manj pomembne funkcije.

Nepotrebne lastnosti. V to kategorijo lahko zapišemo lastnosti, ki za naše delo niso zanimive in so popolnoma nepotrebne. V času procesa izbire je možno, da bodo nekatere lastnosti prehajale iz ene kategorije v drugo. Prav tako bodo proizvajalci testnih orodij predstavili kakšno novo funkcijo, ki bi bila koristna pri našem delu, pred tem pa ni bila razvrščena v nobeno kategorijo. Lahko se zgodi, da bomo nekatere lastnosti, ki smo jih predhodno določili kot zelo pomembne, prenesli v skupino manj pomembnih lastnosti. Razlogi so lahko različni. Eden takšnih je lahko neprimerna implementacija funkcionalnosti. Nekatere funkcionalnosti lahko le delno pokrivajo naše zahteve. Za takšne primere je potrebno določiti lestvico, po kateri kvalificiramo stopnjo primernosti lastnosti ali funkcionalnosti (Fewster, 1999, str. 267-270).

Priprava seznama proizvajalcev in orodij. Kako vemo, da je tržišče dovolj raziskano? V svetovnem merilu je veliko podjetij, ki se ukvarjajo z izdelavo avtomatskih testnih orodij. Trg se nenehno spreminja. Vse več podjetij se ukvarja z izdelavo testnih orodij, nekatera pa zapirajo svoja vrata. Če ne bomo dovolj raziskali trg, nam lahko uide orodje, ki bo najbolj ustrezalo našim zahtevam. Najbolje je začeti pri podjetjih, katerih orodja imamo že v uporabi in smo z njimi zadovoljni. Drugi korak je iskanje orodij na internetu. Večina proizvajalcev ima svoje domače strani, na katerih lahko za začetek najdemo dovolj osnovnih informacij. Ko najdemo orodja, ki bi lahko ustrezala, lahko začnemo navezovati stike s proizvajalci. Na domačih straneh

proizvajalcev lahko najdemo tudi podatke potrebne za stike (telefonska številka ali elektronski naslov) (Fewster, 1999, str. 270).

Selekcija orodij. Če poizvedujemo po manj zahtevnih avtomatskih testnih orodjih, bo seznam možnih kandidatov zelo dolg. Pri iskanju kompleksnih, visoko kvalitetnih orodij bo teh manj kot deset. V primeru večjega števila možnih kandidatov, je potrebno s pomočjo seznama željenih funkcij in lastnosti izločiti odvečne. Ostaneta naj dva do štiri proizvajalci. Te bomo natančneje analizirali v naslednjih korakih procesa izbire avtomatskega testnega orodja (Fajardo, 2002, str. 1-2).

5.7 Evalvacija

5.7.1 Evalvacija tehničnih lastnosti in funkcionalnosti

Avtomatska testna orodja, ki so prišla v ožji izbor, natančneje analiziramo. Najprej navežemo stike s proizvajalci in pridobimo natančne informacije. Te ocenimo in jih primerjamo med seboj. Če so nekatere informacije pomanjkljive, je potrebno zahtevati dodatne informacije od proizvajalcev testnih orodij. Pred nadaljevanjem procesa nabave avtomatskega orodja ne sme biti odprtih ključnih vprašanj (Nguyen, 2001, str. 35).

Vzemimo za primer avtomatska orodja proizvajalcev A, B in C. Lahko se zgodi, da najdemo funkcionalnost pri proizvajalcu A, katere proizvajalca B in C ne podpirata. Obstaja možnost, da imajo nekateri od njih rešitev za naš težavo, le da je izvedena na povsem drugačen način. Za takšne primere se je potrebno natančneje posvetovati s proizvajalci. V večini primerov se proizvajalci med seboj poznajo. Potrebno jih je vprašati zakaj je njihov izdelek primernejši od konkurenčnih. To vprašanje lahko izrodi veliko odgovorov. Natančno je potrebno spremljati na kaj odgovarjajo in na katera vprašanja ni konkretnih odgovorov. Lahko nam tudi posredujejo napake konkurenčnih proizvajalcev, katere bi odkrili šele po daljšem času uporabe orodja. Pozorni moramo biti na izjemne tržne sposobnosti proizvajalcev, ki so lahko varljive. Predhodno moramo sestaviti seznam vprašanj. Neodgovorjenih vprašanj ne sme biti (Fewster, 1999, str. 271).

Predstavniku podjetja je prav tako potrebno postaviti naslednja vprašanja (Hendrickson, 1999, str. 41):

- Na kakšen način lahko primerjamo vaše orodje z drugimi orodji, ki so trenutno dostopna na trgu?
- V katerih primerih je vaše orodje najboljša izbira?
- V katerih primerih vaše orodje ni primerna izbira?

- Katere značilnosti orodja označujete kod prednost pred konkurenčnimi orodji?
- Katere so slabosti vašega orodja?

Velika verjetnost je, da bodo predstavniki pripravljeni na ta vprašanja in lahko dobimo precej posredne in politično oblikovane odgovore.

Uredniki kvalitetnih strokovnih revij se odločajo tudi za primerjavo testnih orodij. V nekaterih od teh revij lahko najdemo osnutek poročila o delovanju in kvaliteti orodja, ki je prišlo v naš ožji izbor. Popolna poročila so plačljiva. Nekateri menijo, da so popolna poročila precenjena. Ceno poročil lahko primerjamo s stroški podjetja, ki je porabilo precej časa za ocenjevanje in se na koncu odločilo za napačno orodje. Pridobitev takšnih poročil je vsekakor priporočljivo (Fajardo, 2002, str. 1-2).

Proizvajalce prosimo za referenčni seznam podjetij s katerimi sodelujejo. Priporočljivo je vzpostaviti stike z nekaterimi od podjetij in jih povprašati za mnenje in izkušnje pri dosedanjem delu z avtomatskim testnim orodjem. Ponudniki testnih orodij običajno navedejo svoje najboljše stranke, zato bo odziv od teh strank običajno pozitivno mišljenje glede uporabe orodij. Podjetja, ki so nam konkurenčna izločimo iz seznama podjetij pri katerih bomo povpraševali. Nekateri proizvajalci na svoji domači strani rezervirajo prostor za uporabniške skupine. Ti si med seboj izmenjujejo izkušnje pri delu z avtomatskim testnimi orodji. Tudi tukaj lahko najdemo veliko koristnih informacij. Lahko spremljamo napake in rešitve napak, ki jih imajo uporabniki. Predstavijo tudi ideje oz. prilagoditve, ki so jih izdelali za kvalitetnejše delo z orodjem. Podjetja, ki imajo manj kvalitetna orodja, vsekakor ne bodo rezervirala prostor za uporabniško skupino, saj jim ta lahko le škodi.

Pri poizvedovanju bomo naleteli na uporabnike s pozitivnimi in negativnimi izkušnjami. Upoštevati moramo, da različni uporabniki z avtomatskim testnim orodjem rešujejo različne težave. Osredotočimo se le na tiste, ki rešujejo težave podobne našim. V večini primerov strokovnjaki radi izmenjujejo izkušnje o svojem delu s predstavniki izven podjetja. Proizvajalci testnih orodij se zavedajo, da v velikem številu primerov orodje ne bo popolno zadovoljilo potrebe kupca. V tem primeru nam predstavijo načrt nadgradnje orodja v prihodnosti. Velikokrat bomo srečali nepokrita področja, kot prioritete naloge za nadgradnjo v bližnji prihodnosti. Funkcionalnosti, po katerih je povpraševanje največje, prioriteto uredijo in temu primerno usmerijo razvoj orodja. Nekvalitetno in funkcionalno siromašno testno orodje slabo vpliva na ugled proizvajalca avtomatske testne opreme (Fewster, 1999, str. 271-273).

5.7.2 Evalvacija ostalih lastnosti in pogojev nakupa

S časoma se v procesu izbire orodja pokaže, katera orodja najbolj ustrezajo našim potrebam. Vsa druga izločimo iz procesa izbire avtomatskega orodja in jih ne

vključujemo v naslednjih fazah procesa. Običajno sta to dva avtomatska orodja, v redkih primerih tri. Če smo dobro opravili naloge predhodnih faz, je le redko mogoče, da v ožjem izboru ostanejo več kot tri orodja. Proizvajalce prosimo za predstavitev orodja v podjetju. Pred prihodom njihovih predstavnikov, postavimo testno okolje v katero bo vključeno testno orodje ter pripravimo nekaj osnovnih testnih scenarijev. Testi naj se izvajajo izključno na sistemih, zaradi katerih orodje nabavljamo. Prehodno lahko opravimo ročno testiranje sistema in poiščemo možne napake. Od orodja pričakujemo, da odkrije te napake. Pripravimo tudi seznam testov, ki jih ni mogoče izvesti ročno. Ti so eni od ključnih razlogov za nabavo orodja. Seznam testov jim lahko posredujemo pred prihodom.

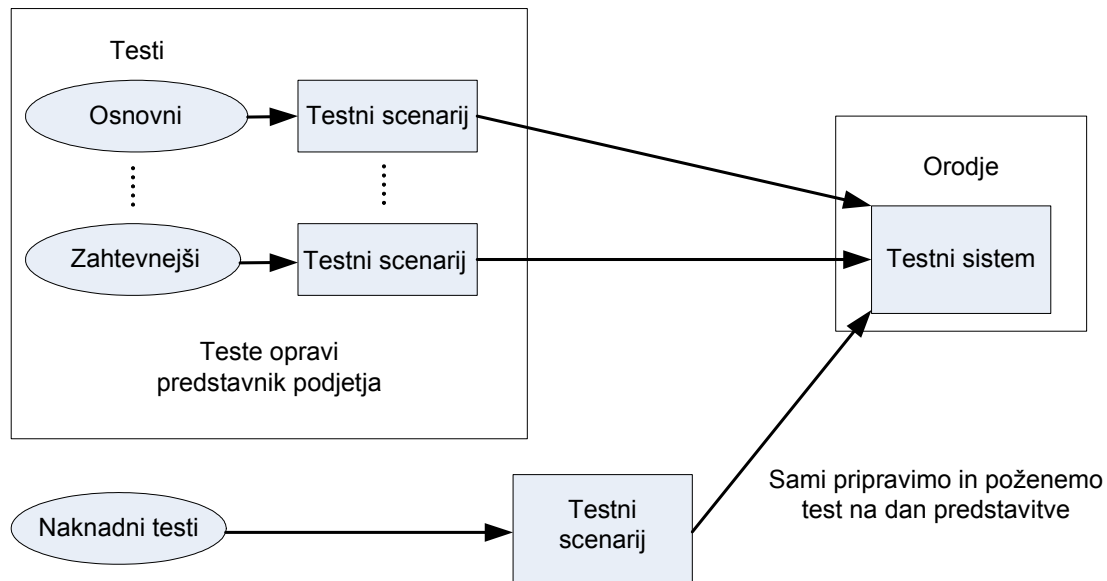
Za vsako podjetje si rezerviramo enako dolgo časa za predstavitev. Čas potreben za predstavitev je odvisen od zapletenosti orodja. Najbolje je, da si zaporedno sledijo in da ne delamo daljših časovnih premorov med predstavitvami. Tako imamo še v spominu lastnosti predhodnega avtomatskega orodja. V času predstavitve moramo biti prilagodljivi glede izvajanja testov. Avtomatsko orodje lahko opravi zahtevane teste na drugačen način kot smo si predstavljali. Če bomo preostri pri načinu izvajanja testov, lahko izločimo orodje, ki bi sicer predstavljalo odlično rešitev za naše težave. Proizvajalce predhodno prosimo za seznam pripomočkov, ki so potrebni za celovito predstavitev. Te upoštevamo pri pripravi testnega okolja (Fewster, 1999, str. 274-275).

Prav tako je potrebno natančno sestaviti seznam vprašanj (tehnična in finančna), ki jih bomo postavili predstavniku podjetja. Seznam za evalvacijo naj zajema (Fewster, 1999, str. 275-276):

- splošni odnos predstavnika (odzivni čas, prilagodljivost, tehnična znanja, ipd.),
- učinkovitost orodja (določimo merljive parametre, kot je čas potreben za izvajanje testa, čas potreben za iskanje željenih navodil v dokumentaciji, ipd.),
- sestavimo tudi testni scenarij, katerega želimo avtomatizirati.

Pripravimo še dodatni test, katerega predhodno ne posredujemo predstavnikom podjetja. Izvedbo tega testa zahtevamo na koncu. Namen testa je nadzor postopka, ki ga izvede predstavnik. Potrebno je natančno nadzirati korake, zapletenost priprave orodja za test in čas potreben za pripravo testa (slika 15). Velika verjetnost je, da bo predstavnik pripravil orodje v kratkem času, saj ga izredno dobro pozna.

Slika 15: Postopek preverjanja delovanja orodja



Vir: Fewster, 1999, str. 276.

Predstavitve orodja

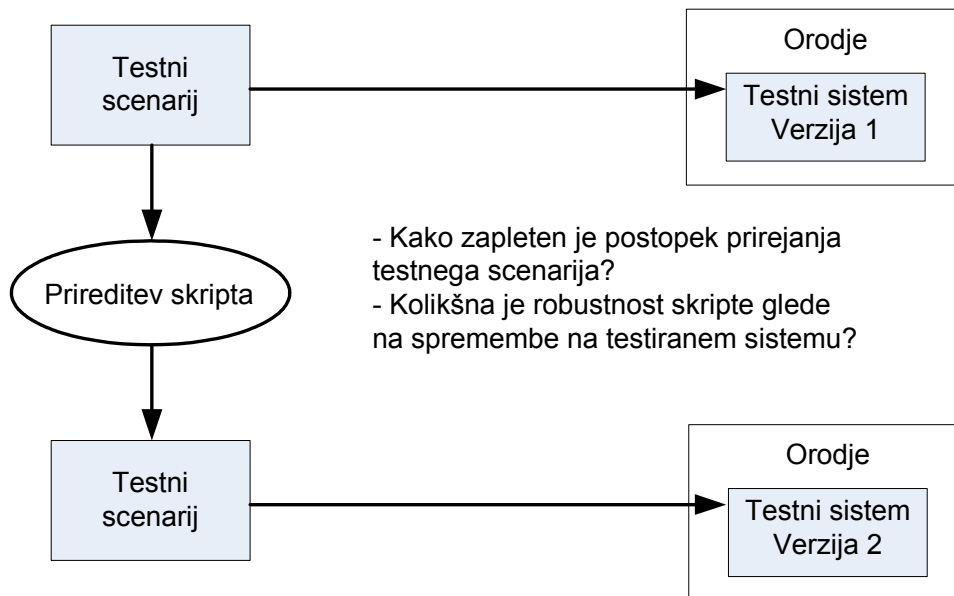
Med predstavitvijo si zabeležimo vse pomembne informacije in sproti postavljamo vprašanja. Če posredujemo vprašanja po odhodu predstavnikov podjetja, ne bo mogoče preveriti točnosti delovanja funkcije na delujočem sistemu. Spoznali bomo verjetno tudi nekaj novih lastnosti orodja. Označimo si tudi funkcionalnosti, ki ne delujejo tako kot smo si predstavljali. Na koncu vsake predstavitve v podrobnem poročilu zapišemo zaključke o orodju. Orodja se lahko v načinu delovanja med seboj zelo razlikujejo. Prav tako obstaja možnost, da imajo način delovanja precej enak, vendar se razlikujejo v nekaterih funkcionalnostih.

Vzdrževanje testnih scenarijev

Testni scenariji se zaradi sprememb na izdelku skozi razvoj izdelka nenehno spreminjajo. Večinoma se spreminja fizična oblika grafičnega vmesnika, zmožnosti posameznih funkcionalnosti in podatkovna baza izdelka. Prav tako se spreminja podatkovna baza izdelkov, ki se skozi razvoj spreminja oblikovno. Ker se v času testiranja vsebina podatkovne baze spreminja, je potrebno prirediti testni scenarij, ki bo popolnoma preveril pravilnost zapisovanja in branja podatkov shranjenih v podatkovni bazi (Bos, 2005, str. 3-4).

Vzdrževanje testnih scenarijev je zelo pomembno in zapleteno opravilo. Po pripravi nove različice izdelka, je potrebno znova priključiti avtomatsko testno orodje in ponoviti teste. Med delovanjem lahko opazujemo rezultate, ki jih posreduje testno orodje pri spremenjenem izdelku. Ker orodje ne bo moglo opraviti testov, je potrebno prilagoditi testni scenarij. Natančno spremljamo delo predstavnika, ki prireja testni scenarij za izvedbo testa na spremenjenem izdelku (slika 16).

Slika 16: Preverjanje zapletenosti upravljanja orodja



Vir: Fewster, 1999, str. 277.

Opazujemo težavnost, koliko sprememb je potrebno vnesti v testni scenarij, prijaznost vmesnika za prirejanje testnih scenarijev, ipd. Nekateri testni scenariji ne omogočajo veliko sprememb in s tem lahko omejijo delovanje orodja. Če predstavnik ni uspel prirediti orodje spremembam testiranega sistema, se verjetno ne bomo odločili za orodje tega ponudnika (Fewster, 1999, str. 276-278).

Začasna uporaba orodja

V večjih organizacijah je velika možnost, da bo orodje uporabljalo večje število ljudi. S predstavnikom podjetja se lahko že pred prihodom dogovorimo za začasno uporabo orodja. Takšen pristop nam lahko prinese največ izkušenj za delo z orodjem. Čas začasne uporabe orodja je odvisen od zapletenosti orodja. Proizvajalec omogoči delo na orodju z začasno licenco, katere rok trajanja je odvisen od predhodnega dogovora. Po izteku licence je orodje neuporabno. Proizvajalci testne opreme lahko z začasno licenco omejijo tudi delovanje posameznih funkcionalnosti orodja.

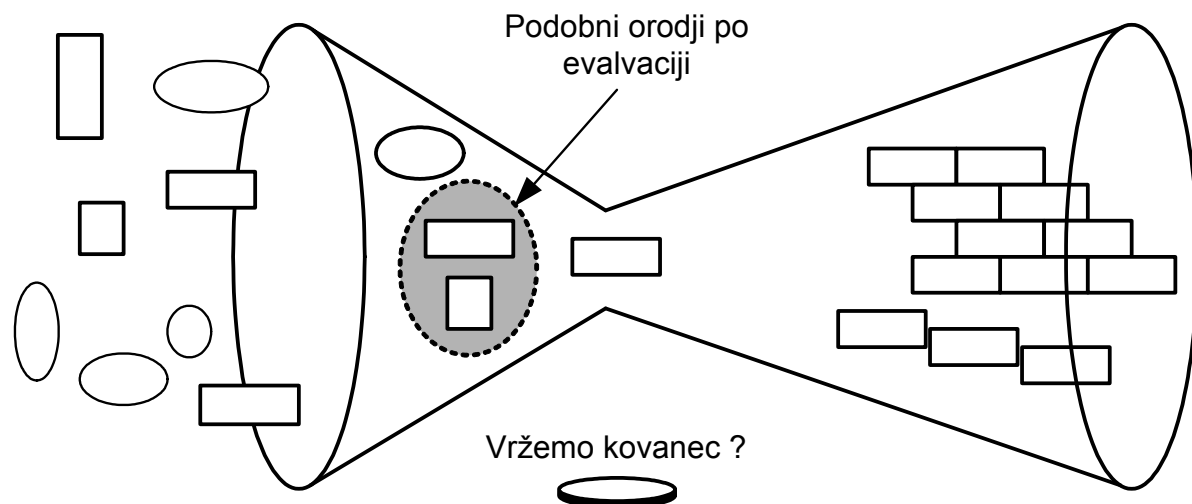
Priprava za začasno testiranje zajema pripravo testov, ki jih želimo opraviti z avtomatskim orodjem. Odločimo se tudi za kriterije, po katerih bomo ocenjevali orodje. Pripravljene teste opravimo na vseh orodjih ter opravimo primerjavo med orodji. Primerjamo uspešnost izvedenih testov, čas potreben za izvedbo testov, ipd. Med začasno uporabo avtomatskega orodja se nam lahko spremeni mnenje o ustreznosti orodja. Vsekakor je pomembno, da čim bolj izkoristimo čas začasne uporabe orodja. Tako bomo orodje bolje spoznali in odkrili veliko prednosti in slabosti posameznega avtomatskega orodja (Fewster, 1999, str. 276-278).

5.8 Končna faza evalvacije in izbira

Po končanem postopku izbire avtomatskega orodja je potrebno izdelati poročilo, v katerem je navedeno orodje, ki najbolje ustreza našim zahtevam. Preden vodstvu posredujemo te podatke, je potrebno pripraviti tudi poslovni model za izbrano avtomatsko orodje. Vodstvo bo predvsem zanimala cena orodja, stroški izobraževanja, čas potreben za povračilo naložbe, ipd.

Če eden od kandidatov odstopa od drugih, se proces izbire orodja lahko hitro konča. Proces izbire nadaljujemo toliko časa, dokler so vsi vpleteni v proces izbire orodja zadovoljni. S tem se izognemo kasnejšemu ugovarjanju o skrajšanem postopku procesa. Le redko se zgodi, da eden od kandidatov zelo odstopa od drugih. Čez čas spoznamo, da imajo vsi proizvajalci svoje slabosti in prednosti. Pri končnem odločanju se bolj upoštevajo birokratski vidiki. Pozornost usmerimo na status podjetij na trgu, prilagodljivost in pristopnost podjetja glede števila in časovnih omejitev licenc. Težava se pojavi, če zmeraj katero od avtomatsko testno orodje ne odstopa od drugih orodij (slika 17). V tej točki je potrebno zbrati celotno skupino, ki je sodelovala v procesu izbire orodja. Vodja skupine in ostali člani se skupaj odločijo katero avtomatsko testno orodje bo izbrano. Lahko tudi vržejo kovanec (Fewster, 1999, str. 279-280).

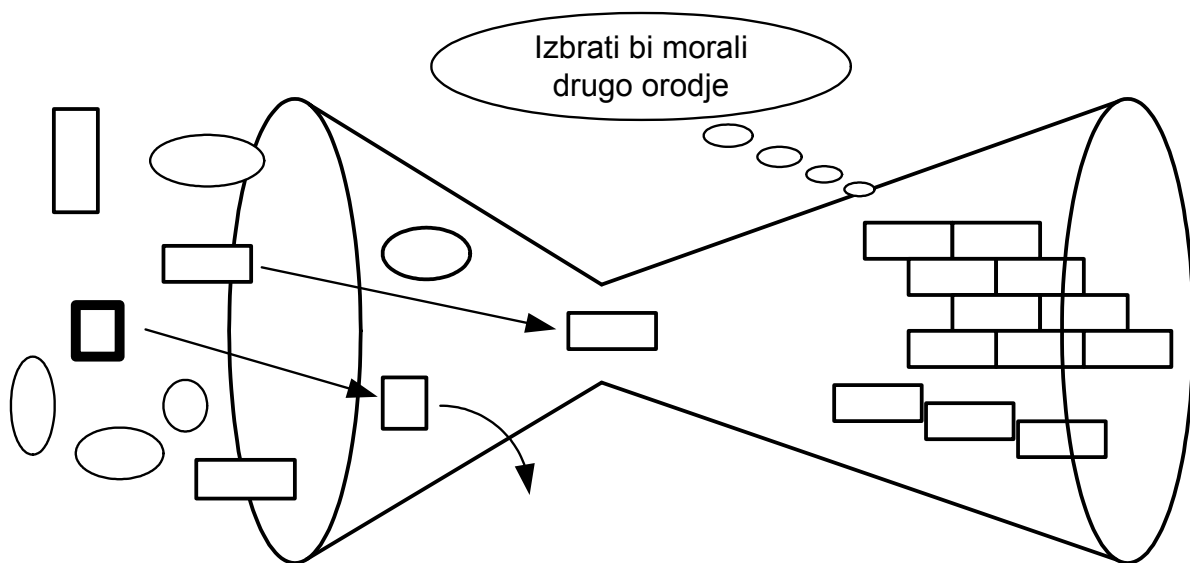
Slika 17: Izbira med enakovrednimi orodji



Vir: Fewster, 1999, str. 279.

Veliko podjetij se odloči za napačno orodje (slika 18). Kar se izkaže šele po daljšem času uporabe izbranega avtomatskega orodja. Vsekakor je to posledica nepravilno vodenega procesa izbire avtomatskega testnega orodja. Velikokrat se zgodi, da je boljše orodje bilo izločeno že v začetnih fazah procesa (Fewster, 1999, str. 280-281).

Slika 18: Napačna izbira orodja



Vir: Fewster, 1999, str. 280.

Preden izbrano podjetje obvestimo o naši odločitvi za nabavo njihovega avtomatskega orodja, je priporočljivo izvesti pogajanja od dodatnih popustih glede cene orodja, podaljšanjem časa garancije, cene izobraževanja za delo z orodjem, itd. Začnemo s procesom, ki bo zagotovil prostor in pogoje za delovanje nabavljenega orodja. Prav tako je potrebna priprava za šolanje za delo z orodjem (Hendrickson, 1999, str. 42).

Potrebno je obvestiti tudi druge proizvajalce, da njihovega testnega orodja nismo izbrali. Ti nam bodo v prihodnosti posredovali novice o svojih razvitih izdelkih, ki nam lahko bolj ustrezajo pri naslednji izbiri orodja. Uporaba orodij različnih proizvajalcev je priporočljiva. S tem nismo omejeni le na eno podjetje. Če to podjetje preneha delovati, je potrebno znova poiskati podjetje in navezovati stike. Sodelovanje z večimi proizvajalci prinaša večjo dinamiko v procesu testiranja. Različni proizvajalci imajo različne pristope in poglede na določena področja testiranja, kar nam pomaga pri nadaljnjem načrtovanju, razvoju in testiranju izdelkov (Fewster, 1999, str. 279-280).

5.9 Uporabnost postopka evalvacije na konkretnem primeru izbire in nabave

V svetu telekomunikacij je obstoj na trgu pogojen z razvojem visokotehnološke opreme. Z nadgradnjo obstoječe telekomunikacijske opreme z bolj zmogljivo strojno in programsko opremo, so se pojavile zahteve po novih funkcionalnih in

zmogljivostnih testih. Vpeljati je bilo potrebno avtomatsko izvajanje testov, predvsem zaradi:

- priprava in izvajanje ročnih testov je časovno potratna,
- vse več je testov, ki jih ročnim testiranjem ni možno opraviti.

Po končani analizi razvoja in nabave avtomatske testne opreme, smo se v podjetju odločili za razvoj lastne programske opreme za izvajanje funkcionalnih in zmogljivostnih avtomatskih testov. Novorazvita programska oprema je delovala na klasičnem osebem računalniku s podporo Linux operacijskega sistema. Kmalu so kupci naših izdelkov zahtevali nadgradnjo obstoječih sistemov z bolj zmogljivimi funkcijami. Posledica tega je bila, da lastno avtomatsko testno orodje ni več ustrezalo novim testnim zahtevam, zaradi omejitev strojne in programske opreme. Orodje ni bilo mogoče nadgraditi zaradi zahtevane hitrosti strojne opreme. Osebni računalnik ni več zmogel naloge. Ponovna analiza razvoja in nabave avtomatske testne opreme je pokazala, da nadgradnja obstoječega lastnega orodja ali razvoj novega ne bi bil smotern. Obstoj podjetja na trgu je bil pogojen z bolj kakovostim testiranjem, zato je bil nujen nakup namensko razvite strojne in programske opreme za avtomatsko testiranje, saj bi nepreverjen izdelek na trgu lahko povzročil veliko škode podjetju (izguba ugleda, kupcev, ipd.). Ker so tovrstna avtomatska orodja zelo draga, stanejo nekaj 100.000 USD, nabava orodja pa ne sme biti odvisna od enega samega človeka, je bilo potrebno je bilo sestaviti skupino zadolženo za proces izbire in nakupa avtomatskega orodja. Skupina je bila sestavljena iz vodje skupine ter petih članov. Med njimi smo bili trije predstavniki sektorja za verifikacijo in validacijo, predstavnik sektorja za razvoj programske opreme in predstavnik vodstva. Poizvedba po internetu in strokovni literaturi je pokazala, da obstaja v svetu le pet primernih tovrstnih proizvajalcev. Po natančnejši analizi tehničnih specifikacij so prišli v ožji krog trije proizvajalci avtomatskih orodij: A, B in C. Vodja skupine je vzpostavil stik z izbranimi proizvajalci in jim predstavil problematiko našega podjetja. Nabavo opreme smo pogojili s prihodom predstavnikov na podjetje, za teoretično in nekaj dnevno (2-3 dni) praktično tehnično predstavitev delovanja v laboratoriju ter enomesečno uporabo opreme. Vodja skupine je pravitako načrtoval urnik predstavitve, ostali člani pa smo bili zadolženi za pripravo skupine testov in testnih scenarijev, ki bi jih orodje moralo biti zmožno opraviti. Proizvajalca A in B že ob praktični tehnični predstavitvi nista zadovoljila skupine za nabavo orodja, ker orodji nista v celoti opravila predhodno pripravljenih testov. Orodji nista podpirali testiranja izdelkov z asimetričnimi dostopovnimi linijami (ADSL tehnologija). Avtomatsko orodje proizvajalca A je bilo poleg tega tudi zaprto za povezovanje z drugimi avtomatskimi testnimi orodji in je bilo zelo slabo prilagojeno za nastavljanje ter izvajanje različnih testnih scenarijev. Avtomatsko orodje proizvajalca B je imelo previsoko ceno, glede na to da ni podpiralo možnosti krmiljenja z nobenim skriptnim programskim jezikom. Predstavnik podjetij A in B sta bila slabo tehnično seznanjena z delovanjem orodja, zato sta med tehnično predstavitvijo v laboratoriju veliko časa porabila za telefonske

pogovore s tehničnimi strokovnjaki na sedežu podjetja. Njun nastop je bil predvsem tržno usmerjen, torej nekoliko ponesrečen, ker je poleg skupine odgovorne za izbiro orodja pri predstavitvi sodeloval tehnični kader. Obstaja možnost, da bi se dalo orodji proizvajalca A in B, z določenimi nastavitvami uporabiti za izvajanje zahtevanih testov (testiranje asimetričnih dostopovnih linij), vendar nam predstavnik tega nista znala posredovati. Avtomatsko orodje proizvajalca C je uspešno opravilo vse teste. Njihov predstavnik je, poleg dobre tržne in tehnične predstavitve, pokazal izredno praktično tehnično znanje uporabe orodja. Pri demonstraciji uporabe orodja je posredoval tudi veliko informacij in novih idej o načinu testiranja posameznih funkcij, ki jih je dobil v stikih z drugimi vodilnimi proizvajalci telekomunikacijske opreme. Že vnaprej nam je posredoval možne probleme, s katerimi so se srečali drugi proizvajalci telekomunikacijske opreme. Vsi argumenti (tehnična predstavitev, cena, ustreznost orodja in uspešna enomesečna testna uporaba avtomatskega orodja) so bili na strani proizvajalca C, zato smo se odločili za nakup njihovega orodja. Proizvajalec nam je omogočil takojšnje izobraževanje strokovnjakov za delo na avtomatskem orodju. Za izbiro in nakup orodja smo porabili približno 5 človek-tednov.

S pomočjo avtomatskega orodja smo avtomatizirali velik del testov, ki smo jih pred tem izvajali ročno. Pripravili smo tudi nove teste. Za skupino sorodnih testov, ki smo jih pred tem opravljali ročno, smo porabili približno 4 človek-dni. S pomočjo avtomatskega orodja porabimo za izvajanje identičnih ter dodatnih testov 0,5 človek-dni. Največjo dodano vrednost pa imajo testi, ki jih prej nismo mogli opraviti. Poleg samega testiranja izdelkov znotraj podjetja, avtomatsko orodje uporabljamo tudi pri analizi težav neposredno pri kupcu.

Kupci se zaradi varnosti običajno odločajo za dva proizvajalca telekomunikacijske opreme. Če se izkaže, da ima kateri od izdelkov določenega proizvajalca kritično napako v delovanju, ga hitro nadomestijo z izdelkom drugega proizvajalca, ki opravlja isto funkcijo. S tem dosežejo nemoteno delovanje svojega omrežja. Še slabše je, če eden od proizvajalcev preneha dostavljati svoje izdelke. V tem primeru naročijo opremo pri drugem, že preverjenem, dobavitelju in takoj začnejo z iskanjem rezervnega dobavitelja. Večkrat se zgodi, da v primeru težav na omrežju dobavitelja prelagata krivdo drug na drugega. Takrat je v veliko pomoč avtomatsko orodje, s katerim problematične funkcionalnosti preverimo neposredno pri kupcu in analiziramo izvor napake. Ker so telekomunikacijski protokoli standardizirani, je možno hitro odkriti katera naprava povzroča težave v omrežju. Poleg tega ima avtomatsko orodje precejšnji psihološki učinek, saj kupec bolj zaupa meritvam dobljenim z avtomatskim orodjem kot meritvam opravljenim z programsko opremo, ki smo jo razvili sami in deluje na osebem računalniku.

Tudi pri trženju naših izdelkov nam je v veliko pomoč prikaz meritev dobljenih z avtomatskim testnim orodjem znanega proizvajalca, saj kupci tako lažje med seboj

primerjajo tehnične karakteristike izdelkov različnih ponudnikov telekomunikacijske opreme. Čeprav je bilo avtomatsko testno orodje v našem primeru kupljeno z namenom testiranja v razvojnih fazah izdelka, se je izkazalo, da je dejanska uporaba orodja precej širša. S tem je bila nabava avtomatskega testnega orodja toliko bolj upravičena.

6. SKLEPI IN UGOTOVITVE

Projektne vodje in skupine za razvoj izdelkov se v današnjem času soočajo z izzivi, ki zahtevajo razvoj kvalitetnih izdelkov v minimalnem času in z minimalnimi viri. Vedno več je testov, ki jih ni mogoče opraviti z ročnim testiranjem. V času nenehnih sprememb in nadgradenj, predvsem programske opreme, je postalo testiranje ponavljalne narave. Za vsako nadgradnjo je potrebno dodatno načrtovati teste in jih povezati z obstoječimi testi.

Avtomatsko testiranje je prineslo korenite spremembe v industrijo. Test, ki simulira 1000 uporabnikov, je mogoče opraviti le z avtomatskim orodjem. Tudi teste, ki se ponavljajo je smiselno opraviti z avtomatskim orodjem. Avtomatsko testiranje ne predstavlja le orodja, ki ga priključimo na željeni sistem in samostojno opravi zahtevano nalogo, temveč tudi spremembe v celotnem razvojnem procesu.

Avtomatizacija testiranja ni vedno nujna, primerna ali profitabilna. Če se odločamo na podlagi stopnje donosnosti, nas kvalitetna analiza procesa testiranja pripelje do pravih odločitev. Potrebno je opraviti tudi računsko primerjavo med stroški, prednostmi in slabostmi, ki jih dosežemo z nadomestitvijo ročnih testov z avtomatskimi testi. Namen uvajanja procesa avtomatskega testiranja, v povezavi z ročnim testiranjem, je izdelava zanesljivega in kvalitetnega izdelka v čim krajšem času, kar je posledica izboljšanja kvalitete in učinkovitosti procesa testiranja.

Če je uvajanje avtomatskega testiranja nujno potrebno (npr. zaradi tehničnih omejitev), nam primerjava z ročnim testom kaj dosti ne pomaga. Vse več je testov, ki jih ni mogoče opraviti z ročnim testiranjem. V tem primeru je potrebno določiti zgornjo mejo, do katere je podjetje pripravljeno investirati v avtomatska testna orodja. V redkih primerih je cena avtomatskega orodja visoko nad mejo, ki jo je podjetje pripravljeno plačati. V tem primeru je včasih bolje opustiti razvoj izdelka, ki bi bil brez kvalitetnega preverjanja poslan na trg. Stroške odpravljanja napak je težko oceniti, napovedati posledice, ki jih lahko utрпи podjetje, pa je dokaj enostavno. Izguba trga in ugleda na trgu je lahko usodno za podjetje.

Napačna pričakovanja in predstave o avtomatskem testiranju nas lahko privedejo na napačno pot. Uvajanje procesa avtomatskega testiranja običajno ne bo prineslo takojšnje povrnitev investicije. Tudi čas procesa testiranja se ne bo nemudoma skrajšal, saj bomo precej časa potrošili za spoznavanje avtomatskega orodja, kasneje je potrebno še upoštevati človeške, časovne in finančne vire potrebne za vzdrževanje orodja. Potrebno je poudariti, da ne obstaja orodje, ki bo samostojno pripravilo testne scenarije, jih samostojno vzdrževalo in samostojno zaganjalo teste. Prav tako zmotno pričakovanje je, da z enim orodjem lahko opravimo vse teste. Primerneje je nabaviti več manj zapletenih orodij, ki v celoti pokrivajo zaključeno število med seboj sorodnih testov. Najbolj napačno pa bi bilo pričakovati, da bomo z avtomatskim testiranjem lahko popolnoma nadomestili ročno testiranje.

S procesom uvajanja avtomatizacije lahko pričnemo šele po natančni analizi razvojnih procesov in procesa testiranja. Strukturirano neodvisno testiranje, nadzorovano izdajanje novih različic izdelka, popolno načrtovanje in dokumentiranje celotnega procesa testiranja so kazalci dovolj zrelega procesa testiranja. Izpopolnjevanje zrelosti postopkov zaradi uvajanja procesa avtomatskega testiranja je vsekakor pogoj za dobro naložbo.

Ob uvajanju procesa avtomatizacije se lahko odločimo med razvojem lastnega orodja in nabavo avtomatskega orodja od zunanjih podjetij, ki se ukvarjajo z razvojem avtomatskih orodij. Razlogov za razvoj lastnega orodja je lahko več. Včasih se po raziskavi trga zgodi, da razpoložljiva orodja ne zadovoljujejo naših potreb. Na drugi strani pa obstajajo orodja, ki zadovoljujejo naše potrebe, vendar podpirajo še veliko dodatnih funkcionalnosti, ki so za naše potrebe neuporabne. Bolj zmogljiva orodja pa so običajno visokega cenovnega razreda. Glavna prednost razvoja lastnega orodja je popolna prilagojenost za testiranje lastnih izdelkov, ki jih razvijamo. Za nadgradnjo in vzdrževanje orodja je priporočljivo določiti strokovnjaka, ki ne bo član skupine za razvoj ali skupine za testiranje. Ves čas pa mora biti v stiku z navedenima skupinama, spremljati njihovo delo in izpopolnjevati avtomatsko orodje. Preden se odločimo za razvoj lastnega orodja je nujno opraviti natančno analizo zahtevanih časovnih, finančnih in človeških virov, saj mora biti avtomatsko orodje zelo natančno in izredno visoke kvalitete. Vsekakor si ne želimo, da bi razvoj orodja presegel stroške in vire potrebne za nabavo orodja, ki je identično in razpoložljivo na trgu.

V primeru potrebe po bolj zapletenih in zmogljivih avtomatskih orodjih, se podjetja odločajo za nakup orodja, saj je na trgu pestra izbira avtomatskih testnih orodij. Proces izbire avtomatskega orodja obsega nekaj precej skrbno načrtovanih korakov. Potrebno je določiti skupino, ki se bo odločala o izbiri orodja. Naloga skupine za izbiro orodja je opraviti poizvedbo po orodjih razpoložljivih na trgu, analizirati tehnične karakteristike orodij, vzpostaviti kontakte z izbranimi podjetji, opraviti preizkusno testiranje izbranih orodij, primerjati orodja, ki so bila evalvirana ter imenovati

proizvajalca oz. orodje, za katerega so se odločili. Skupina za izbiro mora poskrbeti tudi za pogajanja o ceni, sestavi pogodbe za vzdrževanje in garancijsko dobo ter izobraževanje kadrov za delo z orodjem. Na koncu je potrebno še pripraviti testno okolje v katerem bo avtomatsko orodje delovalo.

Za delo z avtomatskim orodjem je zelo primerno določiti strokovnjaka, ki ima precej izkušenj na področju testiranja in zelo dobro pozna naravo izdelkov, ki jih podjetje razvija. Potrebno ga je čim bolj razbremeniti drugih nalog ter ga usposobiti le za delo z avtomatskim orodjem. Spoznati mora avtomatsko orodje, pripravljati testne scenarije ter biti v nenehnem kontaktu s skupinama za razvoj in testiranje. Strokovnjak za testiranje mora biti tudi v kontaktu z dobaviteljem avtomatskega orodja ter spremljati nadgradnje in izboljšave za obstoječe orodje, ki jih dobavitelj ponuja.

Avtomatsko testiranje ima veliko prednosti pred ročnim testiranjem. Avtomatska orodja lahko zaganjajo teste 24 ur na dan, 7 dni v tednu. Prav tako se avtomatsko orodje ne utruji in se ne naveliča opravljati vedno istih in monotonih nalog. Med tem, ko avtomatska orodja zaganjajo teste, lahko zadolžimo inženirje za testiranje za druge, bolj pomembne naloge, kot so izpopolnjevanje procesa testiranja ter načrtovanje novih testov in testnih scenarijev. S tem poraste motiviranost za delo v skupini za testiranje.

V našem primeru se je investiranje v avtomatsko testno orodje vsekakor obrestovalo, saj se je skrajšal čas za razvoj kvalitetnega izdelka. Dolgoročno smo se odločili za dodatna investicije v avtomatska testna orodja, vendar kot dopolnitev ročnemu testiranju. Tako bomo ohranili prednosti ročnega testiranja. Avtomatsko testno orodje nam je precej pripomoglo tudi pri analizi napak pri kupcu; rezultate meritev pridobljenih z avtomatskim orodjem pa navajamo pri trženju naših izdelkov. Kljub temu, da avtomatsko testiranje ne more in ne sme povsem nadomestiti ročnega testiranja in da zahteva zelo visoka vlaganja, ki se ne zdijo vedno upravičena vodstvu podjetja, se z dobro načrtovanim procesom uvajanja avtomatskega testiranja izkaže, da je smotrno vlagati v avtomatska orodja. Pri tem je potrebno paziti, da proces avtomatizacije testiranja uvajamo postopoma, torej s takimi orodji, ki pokrivajo zaključena področja testiranja.

7. LITERATURA

1. Abrahams John R. et al.: Centrex or PBX the impact of IP. Norwood: Artech House, Inc, 2003, 161 str.
2. Arieli Guy: Automation testing project requirements.
3. [URL:<http://www.stickyminds.com/sitewide.asp?sid=1&sqry=%2AZ%28SM%29%2AJ%28MIXED%29%2AR%28relevance%29%2AK%28simple%28site%29%2AF%28Automation+testing+project+requirements%29%2A&sidx=0&sopp=10&ObjectId=7714&Function=DETAILBROWSE&ObjectType=ART>] 15.1.2005
4. Audin Gary: Architectures For Convergence. B.k., Business Communication Review, 10, 2004, str. 9-12.
5. Bach James: Agile Test Automation. 10 str. [URL:<http://www.satisfice.com/agileauto-paper.pdf>] 12.2.2005
6. Bartlett John et al.: Economics Of QoS On Wan Access Lines. B.k., Business Communications Review, 10, 2004, str. 16–22.
7. Black Rex: Manual or Automated (Investing in Software Testing). 2002, 5 str.
8. [URL:<http://www.stickyminds.com/sitewide.asp?ObjectId=3583&Function=DETAILBROWSE&ObjectType=ART>] 20.12.2004
9. Black Rex: The Cost of Software Quality (Investing in Software Testing). 2000, 5 str.
[URL:<http://www.stickyminds.com/sitewide.asp?ObjectId=3529&Function=DETAILBROWSE&ObjectType=ART>] 15.1.2005
10. Black Rex: The Importance of The Right Technique (Investing in Software Testing). 2002, 6 str.
[URL:<http://www.stickyminds.com/sitewide.asp?ObjectId=3548&Function=DETAILBROWSE&ObjectType=ART>] 20.12.2004
11. Black Rex: The Risks to System Quality (Investing in Software Testing). 2002, 7 str.
[URL:<http://www.stickyminds.com/sitewide.asp?ObjectId=3564&Function=DETAILBROWSE&ObjectType=ART>] 15.1.2005
12. Bos J Frits: The Real Costs and Benefits of Test Automation, 2005, 4 str.
[URL:<http://www.stickyminds.com/sitewide.asp?function=search&kind=simple%28site%28&tt=SRCHBOX&tth=Y&freetext=Frits+J.+Bos>], 11.3.2005
13. Lavia Anthony: Strategic Planning In Times Of Turmoil. B.k., Business Communications Review, 3, 2004, str. 56–59.
14. Davis Andrew W. Et al.: New Paradigms In Enterprise Video. B.k., Business Communications Review, 11, 2004, str. 38-41.
15. Dukić Miroslav L. et al.: Telekomunikacione pristupne mreže. Beograd: Elektrotehnički fakultet. b.l., 8 str.
16. Elfriede Dustin: Effective Software Testing: 50 specific ways to improve your testing. Boston: Addison Wesley, 2003, 203 str.

17. Elfirede Dustin: Lessons in Test Automation. B.k., STQE Magazin, 5, 1999, str. 16-21.
18. Fajardo Jose: Working with automated testing tools from a pragmatic point of view. 2002, 14 str.
[URL:<http://www.stickyminds.com/sitewide.asp?sid=1&sqry=%2AZ%28SM%29%2AJ%28MIXED%29%2AR%28relevance%29%2AK%28simplesite%29%2AF%28Working+With+Automated+Testing+Tools%29%2A&sidx=0&sopp=10&ObjectId=6471&Function=DETAILBROWSE&ObjectType=ART>]. 11.3.2005
19. Fewster Mark et al.: Software Test Automation: Effective user of test execution tools. Great Britain: Addison Wesley, 1999, 574 str.
20. Finneran Michael: Three Architectures For The Telco Triple-Play. B.k., Business Communication Review, 3, 2005, str. 32-37.
21. Frankel Jonathan: We' re Not Bad- We' re Just Regulated That Way. B.k., Von Magazine, Vol. 3, 6, 2005, str. 60.
22. Frankston Bob: Phoney Economics. B.k., Von Magazine, Vol. 3, 5, 2005, str. 46.
23. Ginsburg David: Implementing ADSL. Massachusetts: Addison Wesley Longman, 1999, 292 str.
24. Greenfield David: Desktop Videoconferencing: Just Another Plaything. B.k., Network Magazine, 4, 2005, str. 28-51.
25. Hendrickson Elisabeth: Bang for the Buck Test Automation. 2001, 8 str.
[URL:<http://www.stickyminds.com/sitewide.asp?ObjectId=2570&Function=DETAILBROWSE&ObjectType=ART>]15.1.2005
26. Hendrickson Elisabeth: Evaluating Tools. B.k., STQE Magazin, 1, 1999, str. 39-42.
27. Hersent Olivier et al.: IP Telephony, Packet-based multimedia communications systems. Harlow: Addison Wesley, 2000, 456 str.
28. Hoffman Douglas: Cost Benefits Analysis of Test Automation. Saratoga: Software Quality Methods, LLC. 1999, 14 str.
[URL:<http://softwarequalitymethods.com/SQM/Slides/CostBenefitAnalysisSlides.pdf>] 20.1.2005
29. Isenberg David S.: Best Effort? Good Enough! B.k., Von Magazine, Vol. 3, 5, 2005, str. 48.
30. Kandathil Jayan: Evaluating Test Automation Tools for Government. 2005.
[URL:<http://www.stickyminds.com/sitewide.asp?ObjectId=6267&Function=DETAILBROWSE&ObjectType=ART>]. 11.3.2005
31. Kaner Cern: Pitffals and Strategies in Automated Testing. B.k., IEEE Computer, 4, 1997, 114-116 str.
32. Kelly Michael: The ROI of Test Automation. 2004, 6 str.
[URL:<http://www.stickyminds.com/sitewide.asp?ObjectId=8502&Function=DETAILBROWSE&ObjectType=ART>] 15.1.2005
33. Krapf Eric: DSL: After The Land Rush. B. k., Business Communication Review, 11, 1999, str. 53-55.

34. Krapf Eric: Making The Business Case for IP-Telephony. B.k., Business Communication Review, 10, 2004, str. 19-22.
35. Krapf Eric: The Payoff: Killer Applications. B. k., Business Communication Review, 10, 2004, str. 15-18.
36. Krapf Eric: What's Worth Payin For?. B.k., Business Communication Review, 12, 2004, str. 10.
37. Marick Brian: Classic Testing Mistakes. 1997, 25 str.
[URL:<http://www.testing.com/writings/classic/mistakes.pdf>], 11.3.2005
38. Marick Brian: When Should a Test Be Automated? 1998, 20 str.
[URL:<http://www.testing.com/writings/automate.pdf>] 11.3.2005
39. Nguyen Quoc Hung: Tracking Down a Defectice Management Tool. b.k., STQE Magazin, 4, 2001, str. 32-37.
40. Passmore David: Ready Or Not, Video Chat Is Here. B. k., Business Communication Review, 3, 2004, str. 14-16).
41. Pečjak Jernej: Internetno klasično telefoniranje. Ljubljana: Moj mikro, 4, 2005, str.12.
42. Rakitin R. Steven: Balancing Time to Market and Quality. B.k., Software Quality Professional, Vol. 1, 3, 1999. 4 str.
43. Rice W. Randall: Surviving the Top Ten Challenges of Software Test Automation. 2003, 14 str. [URL:<http://www.stsc.hill.af.mil/crosstalk/2002/05/rice.html>].
16.1.2005
44. Starr Thomas et al.: DSL Advances. New Yersey: Prentice Hall, 2003, 551 str.
45. Sulkin Allan: IP-Telephony Drives PBX Market Resurgence. B.k., Business Communication Review, 1, 2004, str. 18-21.
46. Thirumalai V. M.: Cost-effective Automated Testing. 7 str.
[URL:<http://www.stickyminds.com/sitewide.asp?sid=1&sgry=%2AZ%28SM%29%2AJ%28MIXED%29%2AR%28relevance%29%2AK%28simplesite%29%2AF%28Thirumalai%29%2A&sidx=1&sopp=10&ObjectId=6470&Function=DETAILBROWSE&ObjectType=ART>] 20.12.2004
47. Vučić Nenad: Okno v svet. Ljubljana: Kapital, 347, 2004, str. 62-63.
48. Wieland Ken: A journey into the unknown. B.k., International Telecommunications, Vol. 39, 6, 2005, str. 18-19.
49. Zallar Kerry: Are You Ready for the Test Automation Game?. b.k., STQE Magazin, 6, 2001, str. 22–26.
50. Zallar Kerry: Automated Software testing – a perspective. 8 str.
[URL:<http://www.testingstuff.com/autotest.html>] 21.12.2004
51. Zambelich Keith: Totally Data-Driven Automated Testing. 18 str.
[URL: http://www.sqa-test.com/w_paper1.html] 20.1.2005
52. Zorko R. Samo: Lovci na žuželke. Ljubljana: Moj mikro, 3, 2004, 64-66 str.

VIRI:

1. DSL forum: ADSL2 and ADSL2plus – The New ADSL Standards. 2003, 9 str.
2. Iskratel d.o.o, interna dokumentacija.
3. McClune Emma: Video over DSL. 2003.
[URL:<http://www.totaltele.com/telcorevolutions/bb3.shtml>], 1.6.2005.
4. Meše Pavel: Angleško – slovenski, slovensko – angleški slovar, telekomunikacije. Ljubljana: Smart COM, d.o.o., 1999, 450 str.
5. Pahor David et al.: Leksikon računalništva in informatike. Ljubljana: Pasadena, 2002, 786 str.
6. RADCOM Ltd.: Telecom Protocol Finder. 2001, 878 str.
7. Škrjanček. Glasilo Skupine Telekom Slovenije. Ljubljana, 2005, 2, str. 4.
8. Telecompaper: Korea stays top broadband country, Netherland is 2nd. 25.5.2005.
[URL:
[www.telecompaper.com/site/news ta.asp?type=abstract&id=80689&NR=790](http://www.telecompaper.com/site/news_ta.asp?type=abstract&id=80689&NR=790)],
7.6.2005.
9. Tilak John: Netherlands to remain Europe's broadband leader in 2010 – report.
Digital media news for Europe, 26.5.2005.
[URL:<http://dmeurope.com/default.asp?ArticleID=8053>], 7.6.2005