

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

**OBVLADOVANJE TVEGANJ PRI PROJEKTU IZGRADNJE
PODATKOVNEGA OMREŽJA**

Ljubljana, marec 2016

MARKO PUST

IZJAVA O AVTORSTVU

Spodaj podpisan Marko Pust, študent Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, izjavljam, da sem avtor zaključne magistrskega z naslovom Obvladovanje tveganj pri projektu izgradnje podatkovnega omrežja, pripravljenega v sodelovanju s svetovalcem prof. dr. Rudi Rozman.

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

S svojim podpisom zagotavljam, da

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

V Ljubljani, dne _____

Podpis avtorja(-ice): _____

KAZALO

UVOD	1
1 PROJEKT	5
1.1 Opredelitev pojma projekt.....	5
1.2 Namen in cilj projekta	6
1.3 Življenjske faze projekta	7
1.4 Projekt izgradnje podatkovnega omrežja	9
1.4.1 Globalni informacijski sistemi.....	9
1.4.2 Podatkovno omrežje	10
1.4.3 Značilnosti projekta izgradnje podatkovnega omrežja	13
2 RAVNANJE S PROJEKTI	14
2.1 Splošno o ravnanju	14
2.2 Ravnanje s projekti.....	15
2.3 Planiranje.....	18
2.3.1 Splošno o planiranju	18
2.3.2 Planiranje v projektih.....	18
2.3.3 Proces mrežnega planiranja	20
2.3.4 Mrežni diagram.....	23
2.3.5 Časovni načrt izvajanja projekta (terminski plan)	24
2.3.6 Slabosti modela PERT.....	28
2.3.7 Ostale tehnike	29
3 TVEGANJA V PROJEKTIH IN RAVNANJE Z NJIMI	31
3.1 Opredelitev tveganj	31
3.2 Opredelitev ravnanja s tveganji v projektih	33
4 OBVLADOVANJE TVEGANJA PO METODOLOGIJI AMERIŠKEGA PROJEKTNEGA INŠTITUTA	37
4.1 Načrt obvladovanja tveganja.....	37
4.2 Določitev tveganj	39
4.2.1 Potrebne informacije.....	39
4.2.2 Orodja in tehnike	41
4.2.3 Rezultat.....	45
4.3 Kvalitativna analiza tveganja	45
4.3.1 Potrebne informacije.....	46
4.3.2 Orodja in tehnike	48
4.3.3 Rezultati.....	50
4.4 Kvantitativna analiza tveganja	51
4.4.1 Potrebne informacije.....	52
4.4.2 Orodja in tehnike	52

4.4.2.1	Analiza občutljivosti	53
4.4.2.2	Analiza s pomočjo odločitvenih dreves	54
4.4.2.3	Simulacije	56
4.4.2.4	Verjetnostne porazdelitve	57
4.4.2.5	Ostale metode kvantitativne analize tveganja	62
4.4.3	Rezultati	65
4.4.4	Uporaba metod kvantitativne in kvalitativne analize	65
4.5	Planiranje ukrepov	67
4.5.1	Potrebne informacije	67
4.5.2	Orodja in tehnike	68
4.5.3	Rezultati	69
4.6	Nadzor tveganja	71
4.6.1	Potrebne informacije	72
4.6.2	Orodja in tehnike	72
4.6.3	Rezultati	75
5	PRIMER OBVLADOVANJA TVEGANJA	76
5.1	Projekt izgradnje podatkovnega omrežja	76
5.2	Tehnična členitev projekta	77
5.3	Cilji projekta	82
5.4	Terminski plan	85
5.5	Kvalitativna analiza tveganja	85
5.6	Planiranje ukrepov	88
5.7	Kvantitativna analiza	92
5.7.1	Deterministična analiza občutljivosti	94
5.7.2	Stohastična analiza	95
5.7.3	Rezultati analize z metodo Monte Carlo	96
5.7.4	Analiza kritične poti	101
5.8	Zaključek	102
	SKLEP	103
	LITERATURA IN VIRI	107
	PRILOGE	
	KAZALO SLIK	
	Slika 1: Povezave med različnimi fazami v življenjskem ciklu projekta	8
	Slika 2: Metode in veščine ravnanja projektov	16
	Slika 3: Proces načrtovanja	21
	Slika 4 : Primeri oblik porazdelitve beta	26
	Slika 5: Gostota verjetnosti (levo) in kumulativna porazdelitev verjetnosti Gaussove porazdelitve	27
	Slika 6: Primer posplošenega mrežnega diagrama	30
	Slika 7: Pet stopenjski proces obvladovanja tveganj	34
	Slika 8: Faze v procesu obvladovanju tveganja po Royerju	36

Slika 9: Proces določitev tveganj	39
Slika 10: Standardni model tveganja.....	42
Slika 11: Preprosti model tveganja.....	43
Slika 12: Kvalitativna analiza tveganja	45
Slika 13: Grafični prikaz tveganj.....	51
Slika 14: Proces kvantitativne analize	52
Slika 15: Primer diagrama pajek in diagrama tornado.	54
Slika 16: Odločitveno drevo.....	55
Slika 17: Shematski prikaz simulacije z metodo Monte Carlo.....	58
Slika 18: Gostoti verjetnosti za enakomerno in trikotno porazdelitev	59
Slika 19: Gostoti verjetnosti za eksponentno in Gaussovo porazdelitev	60
Slika 20: Proces planiranja ukrepov	67
Slika 21: Proces nadzora tveganja.....	71
Slika 22: Ponazoritev učinka obvladovanja tveganja na grafičnem prikazu.	73
Slika 23: Vpliv nadzora tveganja na trajanje projekta.....	75
Slika 24: Tehnična členitev projekta	78
Slika 25: AT&T-jeva metodologija ravnanja projektov	79
Slika 26: Načrt podatkovnega omrežja	83
Slika 27: Načrt opreme na poslovni enoti	84
Slika 28: Shematski terminski plan projekta izgradnje podatkovnega omrežja.....	85
Slika 29: Gantogram projekta izgradnje podatkovnega omrežja.....	86
Slika 30: Odvisnost časovne rezerve pri prvi fazi dokončanja projekta od časa trajanja aktivnosti "Odobritev finančnih sredstev"	94
Slika 31: Rezultati simulacije dobave najetega voda	96
Slika 32: Rezultati simulacije z metodo Monte Carlo ter programskega paketa Pertmaster.....	97
Slika 33: Rezultati simulacije z metodo Monte Carlo ter uporabo Excel-a	98
Slika 34: Rezultati simulacije zaključka prve faze projekta.....	98
Slika 35: Korelacija med dobavo linij in trajanjem projekta.....	100
Slika 36: Korelacija med dobavo najete linije in zaključkom prve faze	101

KAZALO TABEL

Tabela 1: Klasifikacija projektov glede na kompleksnost, relativno velikost projekta in zrelost organizacije.	46
Tabela 2: Ocena posledic glede na cilje projekta	47
Tabela 3: Matrika verjetnosti in posledic	49
Tabela 4: Primer matrike verjetnosti in posledic.....	49
Tabela 5: Uporaba orodij obvladovanja tveganja glede na različne vrste projektov.....	66
Tabela 6: Opisne in numerične vrednosti, uporabljene pri kvalitativni analizi.....	87
Tabela 7: Rezultati kvalitativne analize tveganja	88
Tabela 8: Časovna rezerva pri naročanju linij.....	90
Tabela 9: Rezultati analize terminskega plana	96
Tabela 10: Vpliv zakasnitev dobav na zakasnitev projekta.....	99
Tabela 11: Rezultati analize s korelacijo.....	100
Tabela 12: Spisek dejavnosti z največjim indeksom kritičnosti.....	102

UVOD

Živimo v času sprememb. Skoraj vsak dan smo priča novim tehnologijam, odpirajo se novi trgi, kar je bilo nekoč neskončno daleč, je danes na dosegu roke. V tem dinamičnem, hitro spreminjajočem se globalnem okolju deluje čedalje več organizacij. Hiter razvoj, novosti in spremembe silijo organizacije k hitremu prilagajanju.

Poseben izziv predstavlja področje informacijske tehnologije. Tehnologija se spreminja iz dneva v dan, ni dobro definiranih standardov in največkrat tudi ni izkušenj iz preteklih projektov. Neprestano spreminjanje informacijske tehnologije sili organizacije k nenehnemu posodabljanju informacijskih sistemov, tako v tehnološkem kot v širšem poslovnem smislu.

Izgradnja podatkovnega omrežja kot podpornega elementa informacijskega sistema je lahko zelo zahteven projekt. To velja še posebno takrat, ko ima organizacija svoje enote v različnih državah. Zaradi geografske razpršenosti nastopajo problemi pri medsebojnih komunikacijah, različnosti tehnologij, dobavi opreme in podobno. Obstaja torej cela vrsta vprašanj, tveganj in negotovosti, s katerimi se soočamo in na katere nimamo vpliva. Izgradnja omrežja je običajno pogojena z ostrimi terminskimi roki, pri katerih do zamud skorajda ne sme priti. Dejavniki, katerih posledica je zamuda pri izgradnji omrežja, imajo običajno zelo visoko prioriteto reševanja.

Težave, ki spremljajo projekt izgradnje podatkovnega omrežja, niso zgolj posledica hitro spreminjajoče tehnologije ali morda problemov pri izgradnji omrežja. Ob tovrstnih tveganjih v literaturi zasledimo pojem tehnološka tveganja (Murch, 2001, str. 165). V praksi pogosto prihaja do zamud tudi zaradi slabega ravnanja s projekti.

Projektni pristop je danes uveljavljena pot pri ravnanju in izvedbi del, potrebnih za izgradnjo podatkovnega omrežja. Metodologija ameriškega projektnega instituta (PMI) definira projekt (PMBOK, 2000, str. 4) kot vsako začasno aktivnost, katere namen je ustvariti edinstven izdelek ali storitev. Projektno ravnanje obsega uporabo znanja, tehnik in orodij pri vodenju projektne aktivnosti z namenom, da dosežemo cilje projekta (PMBOK, 2000, str. 6). Pri ravnanju projekta z ustreznim planiranjem aktivnosti razmišljamo o prihodnosti, o ciljih in tako zmanjšujemo negotovosti. V teoriji je načeloma vse prav, v praksi pa se nemalokrat izkaže, da projekti zamujajo zaradi nestrokovnega planiranja. Vzroki za to so različni, skupni imenovalec pa je nepoznavanje tako samega procesa planiranja kakor tudi specifičnih orodij, kot so na primer mrežni diagrami. V terminski plan se vgrajuje preveč rezerve, ne uporablja se optimizacij in podobno.

Planiranje je eden izmed pomembnejši elementov ravnanja projekta. V najbolj splošni obliki ga lahko označimo kot zamišljanje samega rezultata dela in delovnega procesa (Rudi Rozman, 1993, str 19-20). Osnovni namen je predvideti prihodnost ter z neko aktivnostjo vplivati nanjo. S premišljenim in skrbnim planiranjem lahko zmanjšamo verjetnost nezaželenih prihodnjih dogodkov. V praksi se vse premalo poslužuje metod, ki jih prinaša projektno ravnanje. Z nestrokovnim planiranjem se v projekt vnaša dodatna tveganja.

Tveganje pri projektih je definirano kot nek negotov dogodek, do katerega bo morda prišlo in bo imel bodisi pozitivne bodisi negativne posledice na cilje projekta (PMBOK, 2000, str. 127). V praksi nas najbolj skrbijo negativne posledice, zato bi se temu radi izognili.

Ravnanje s projekti se še izboljša, če obstaja formalni proces obvladovanja tveganj. Teorija pravi, da je obvladovanje tveganja sistematični proces ugotavljanja, analiziranja in upravljanja s tveganji, ki se pojavljajo v projektu (PMBOK, 2000, str. 127). Različne metodologije uporabljajo različne pristope v procesu obvladovanja tveganja. Za vse pa so značilne faze identifikacije tveganja, analize tveganja, planiranja ukrepov in nadzora tveganja (Paul S. Royer, 2002, str. 2).

Proces določitve tveganj je v praksi še nekako živ, pri sami analizi tveganj pa nastopi vrsta težav. Kvalitativna analiza tveganja je proces ocenjevanja posledic in verjetnosti nastopa ugotovljenih tveganj. Proces razvrsti tveganja glede na njihov potencialni učinek glede na posledice, ki jih ima tveganje na rezultate projekta. Pri kvalitativni analizi nastopijo težave z objektivnim ocenjevanjem posledic ali verjetnosti tveganj, ne preverja se natančnost in verodostojnost podatkov in podobno. Zaradi tega so identificirana tveganja nepravilno ovrednotena in slabše obvladovana.

Subjektivnost ocenjevanja velikosti posledic ali verjetnosti tveganj odpravi kvantitativna analiza. Namen kvantitativne analize je numerično analizirati tveganja in potencialne učinke na rezultate projekta. Uporablja se orodja iz statistike in verjetnostnega računa ter razne tehnike, kot so na primer simulacija Monte Carlo ali odločitvena analiza. Orodja in tehnike kvantitativne analize se nemalokrat uporabljajo skupaj z orodji terminskega plan. Tak primer je na primer tehnika ocene in preverjanja programa (PERT) in metoda kritične poti (CPM) (Moder, Phillips, & Davis, 1983). Za uspešne rezultate pri kvantitativni analizi je potrebno združiti interdisciplinarna znanja tako matematike in statistike, kot tudi veščine projektnega ravnanja. To pa predstavlja precejšen izziv.

Tveganja, ki nastopajo pri izgradnji podatkovnega omrežja **so po eni strani posledica same narave projekta**: tehnološka tveganja, zunanja tveganja in podobno. Ravnatelj projekta tem tveganjem posvečajo pozornost, vsaj v procesu identifikacije tveganja.

Druga vrsta nevarnosti izhaja iz dejstva, da se posveča **premalo pozornosti tako procesu planiranja kot tudi procesu obvladovanja tveganja**. Metode kvalitativne analize so sicer pogosteje uporabljene v praksi, nemalokrat pa so poenostavljene do te mere, da izgubijo praktičen pomen. Tudi s planiranjem je podobno. Kvantitativna analiza pa praktično ni uporabljena. Po vsej verjetnosti leži razlog v tem, da se kvantitativna analiza naslanja na različne matematične in statistične metode in je zatorej težavnejša za uporabo.

Rezultat so slabo ravnanji in neuspešni projekti. Če pride do dogodka, ki ima negativne posledice na cilje projekta, se to vzame kot višjo silo. Proti temu se ravnatelj projekta zavaruje tako, da planira dovolj veliko rezervo. Po drugi strani pa se dogodki z ugodnimi učinki ne izkoristijo.

Navedeni razlogi in opisana dejstva so glavni razlog, da sem za osrednjo problematiko magistrskega dela izbral proučevanje projektnega tveganja.

Osnovni namen magistrskega dela je izboljšati ravnanje s projekti predvsem z vidika obvladovanja tveganj v projektih. Želim postaviti okvir, ki bo omogočal lažje, hitreje in uspešnejše ravnanje projektov. Dokazati želim, da se ravnanje projektov izboljša z uporabo matematičnih in statističnih metod predvsem v procesih planiranja ter obvladovanja tveganj. Z analizo in globljim razumevanjem modela terminskega plana ima namreč ravnatelj projekta na voljo več informacij in znanja. S tem se zmanjšujejo tveganja ter omogoči doseg projektnih cilje hitreje, ceneje in bolj kakovostno. Magistrsko delo naj bi opozorilo in vzpodbudilo vse udeležence v projektu na pomen in vlogo obvladovanja tveganja v projektih ter hkrati povečalo zavedanje in uporabnost metod, ki so pri tem na voljo.

Temeljni cilj magistrskega dela je proučitev obvladovanja tveganja pri izgradnji podatkovnega omrežja. Na ta način želim priti do spoznanj, kako in na kakšen način uspešno obvladovati tveganja.

Glavni cilj vsebuje dva dela. Najprej želim spoznati različne možne načine obvladovanja projektnega tveganja v teoriji. S sistematizacijo celotne problematike obvladovanja tveganj v projektih želim povzeti in prikazati vsa orodja, tehnike in metode, ki jih ima ravnatelj projektov na voljo pri obvladovanju tveganja.

Drugi cilj je uporaba teoretičnih znanj na praktičnem primeru projekta izgradnje podatkovnega omrežja. V magistrskega delu bom predstavil projekt izgradnje prostranega omrežja, katerega cilj je medsebojna povezava trinajstih lokacij na področju vzhodne Evrope. Glede na število lokacij in geografsko razpršenost le-teh je to relativno majhen projekt. Vendar je mrežni diagram projekta izredno kompleksen. Obsega skoraj dvesto med seboj povezanih in soodvisnih aktivnosti. Zaradi kompleksnosti mrežnega diagrama ravnatelj projekta ne more predvideti vseh možnih tveganj, ki lahko ogrozijo cilje projekta.

Pri tem **nameravam preskusiti in praktično ovrednotiti metode in orodja, ki so trenutno dosegljiva.** Kritično želim ovrednotiti in oceniti, katere metode in orodja je smiselno uporabiti in katera ne.

V magistrskem delu bom uporabil dve raziskovalni metodi: **sistematično analizo teoretične podlage ter praktično analizo konkretnega projekta.**

Teoretični del bo v prvi meri temeljil na proučevanju in analizi s področja ravnanja projektov in obvladovanja tveganj. S proučevanjem strokovne literature tujih in domačih avtorjev bom sistematično pregledal vsa orodja in tehnike, ki so na voljo pri obvladovanju tveganja. Prav tako bom pregledal in primerjal različne metodologije obvladovanja tveganj. Za referenčno metodologijo si bom izbral metodologijo ameriškega projektnega inštituta. Njihove ugotovitve bom dopolnil in nadgradil s teoretičnimi in praktičnimi izkušnjami ostalih avtorjev.

Praktični primer bo temeljil na analizi konkretnega primera projekta. Pri tem bom smiselno uporabil znanje, pridobljeno iz teoretične analize. Izdelana bo delovna členitev projekta in terminski plan. Identificirana bodo tveganja, ki lahko nastopijo pri projektu ter narejena kvalitativna analiza. Kvalitativna analiza bo narejena na osnovi subjektivne ocene ravnatelja projekta in ostalih članov projektne skupne. Narejena bo tudi kvantitativna analiza. Pri kvalitativni analizi bo narejena tako deterministična analiza občutljivosti kot tudi stohastična analiza z metodo Monte Carlo. Pri deterministični analizi, analizi mrežnega diagrama ter stohastični analizi bom uporabil različna programska orodja: MS Excel, MS Project, Pertmaster, @Risk in CrystalBall. Na koncu bom naredil primerjavo med kvantitativno analizo, kvalitativno analizo in ocenil uspešnost različnih programskih orodij. Primerjal bom tudi rezultate, dobljene z deterministično in stohastično analizo mrežnega diagrama.

Magistrsko delo bo razdeljeno v šest poglavij. **Prvo poglavje je namenjeno opredelitvi pojma projekt.** Prav tako bom predstavil, kaj so to cilji projekta in življenjske cikle projektov. Na splošno bom predstavil projekt izgradnje podatkovnega omrežja kot del širšega projekta izgradnje globalnega informacijskega sistema.

V **naslednjem poglavju** se bom lotil **problematike ravnanja projektov.** Definiral bom, kaj je to ravnanje na splošno in kakšna je razlika v primerjavi z ravnanjem projektov. Predstavil bom veščine, metode in tehnike ravnanja projektov. Predstavil bom tudi devet ključnih veščin s področja ravnanja projektov, kot jih definira metodologija ameriškega projektne inštituta. Predstavil bom splošno planiranje ter planiranje v kontekstu ravnanja projektov. Glede na obravnavano problematiko magistrskega dela se bom nato lotil obravnave mrežnega planiranja.

Tretje poglavje je namenjeno obvladovanju tveganja. Definiral bom pojme, kot so tveganje, obvladovanje tveganja in podobno. Kot referenčni model bom privzel metodologijo obvladovanja tveganja ameriškega projektne inštituta.

Četrto poglavje bo namenjeno **podrobnejši analizi procesa obvladovanje tveganja v okviru metodologije ameriškega inštituta.** Podrobno bom analiziral vsak proces, vsa predlagana orodja in tehnike ter rezultate procesov. Analizo bom dopolnil z izkušnjami in teorijo ostalih avtorjev. Poglavje predstavlja zaključeno celoto pregleda večine orodij, veščin, procesov in tehnik v procesu obvladovanja tveganj in kot tako dopolnjuje vsebino metodologije ameriškega inštituta za projektno ravnanje.

Peto poglavje predstavlja **praktično analizo konkretnega primera.** V njem so uporabljene nekatere od poprej predstavljenih metod ter primerjava med njimi. Na praktičnem primeru je predstavljen proces identifikacije tveganja, kvalitativne analize ter kvantitativne analize. Predstavljena je tudi analiza kritične poti, tako deterministična in stohastična.

V sklepu so povzete glavne ugotovitve in zaključki. Kritično je ovrednoteno področje uporabnosti kvantitativne analize obvladovanja tveganj in uporabe statističnih in matematičnih metod pri izračunu kritične poti. Podane so tudi slabosti omenjenega pristopa

ter predlagane nekatere izboljšave. Hkrati s tem so predstavljeni tudi nekateri drugačni pogledi na obravnavano problematiko, ki dajejo smernice za naprej.

1 PROJEKT

1.1 Opredelitev pojma projekt

Že v slovenščini ima pojem projekt povsem različne pomene (Hauc, 2002, str. 25). Uporablja se, kadar imamo v mislih tehnično ali kakšno drugo dokumentacijo, uporablja se v zvezi z investicijo ali naložbo ter tudi kot terminski plan neke zaključene akcije. Dostikrat pa tako označujemo tudi kakšno idejo ali namero, ki še ni bila izvedena.

Na področju managementa in organizacije so poznane številne opredelitve pojma projekt. Hauc (2002, str. 2) **opredeli projekt kot enkratni proces ustvarjanja, ki je ciljno usmerjen in praviloma časovno omejen**. S projektom se ustvari nekaj novega za različne namene. Projekt, kot enkratni proces, postavi kot alternativo kontinuiranim procesom. Pri tem poudari, da lahko tudi med trajanjem kontinuiranega procesa potekajo projekti.

Tudi Rozman (1993, str. 193) opredeljuje projekt kot enkratno dejavnost, sestavljeno iz vrste med seboj prepletajočih aktivnosti. Projekt, kot enkratna dejavnost, prinese s seboj tudi neko novo začasno organizacijsko strukturo. Vanj so vključeni ljudje z različnimi znanji. Glede na njihova znanja, sposobnosti in na cilj projekta je potrebno uvesti kak drugačen način vodenja in drugačen način organizacije. Ta organizacijska struktura, Rozman jo imenuje projektna struktura, se spreminja med samim potekom projekta, in ko je projekt končan, se opusti.

Nekateri avtorji (Rozman & Stare, 2008) poudarijo tudi **neponovljivost** oziroma **enkratnost projekta**, kar pomeni, da se aktivnosti ne ponavljajo ter da njihovo število in zaporedje nista enaka kot v drugih projektih.

Kerzner (2001, str. 2) opredeli projekt kot sklop aktivnosti in nalog z določenim končnim ciljem. Cilj mora biti specifičen, opredeljen s konkretnimi značilnostmi. Po Kerznerju je ena značilnih lastnosti projekta časovna omejenost. Projekt mora imeti dobro definiran začetek in dobro definiran konec. Imeti mora tudi svoje vire, ki pa so omejeni. Pod vire Kerzner smatra tako finančne vire, ljudi kot tudi ostale vire, kot so na primer oprema ali material. Kerzner kot lastnost projekta poudarja tudi njegovo večfunkcionalnost. Pravi, da mora projekt zavzemati več funkcionalnih enot znotraj organizacije. Podobne definicije najdemo tudi v ostali literaturi, ki se ukvarja s to problematiko.

Young (1996, str. 16) opredeljuje projekt kot nekaj, kar je posebno samo po sebi, kar je izven okvira običajne produkcije. Definira ga kot skupek povezanih aktivnosti, ki se izvajajo na organiziran način, z jasno definiranim začetkom in koncem. S projektom želimo doseči določene rezultate, ki bodo zadostili potrebe organizacije. Rezultati, oziroma cilj projekta, pa izhajajo iz trenutnih poslovnih planov organizacije. Hkrati tudi poudarja, da je projekt edinstvena aktivnost, ki se razlikuje od običajnih poslovnih procesov. Ravno zaradi te edinstvenosti je potreben drugačen pristop. Podobno kot Kerzner tudi Young ugotavlja, da projekt običajno združuje ljudi iz več različnih funkcionalnih enot. Poleg tega

Young še podrobno navede značilnosti projekta, izmed katerih bi izpostavil edinstvenost, kompleksnost in orientiranost na stranko oziroma cilj.

Nekateri avtorji so svoje opredelitev projekta precej razširili in posplošili. Tako na primer Burke (1993, str. 9) definira projekt kot skupino aktivnosti, ki privedejo do zelenega cilja, če so izvedene v določenem zaporedju. Čeprav njegova definicija ne omenja izrecno časovne omejenosti, jo vseeno omenja kot eno izmed lastnosti projekta.

Nekateri avtorji poudarjajo določene lastnosti projektov, drugi zopet druge. Tudi same definicije pojma projekt si niso popolnoma identične. Vendarle lahko vsa njihova razmišljanja povzamem in izpostavim najpomembnejše značilnosti projekta. Kot prvo bi izpostavil **časovno omejenost projekta**. Časovna omejenost projekta pomeni, da ima projekt dobro definiran začetek in dobro definiran konec. Je torej časovno omejen in to je ena bistvenih razlik v primerjavi s kontinuiranimi procesi ustvarjanja. Kot drugo se mi zdi pomemben **rezultat** oziroma cilj projekta, ki mora biti specifičen, merljiv in enkraten. Podobno definicijo ima tudi metodologija ameriškega projektnege instituta (PMI), ki definira projekt kot vsako začasno aktivnost, katere cilj je ustvariti edinstven izdelek ali storitev (PMBOK, 2000, str. 4). V nadaljevanju magistrskega dela se bom naslanjal predvsem na to definicijo.

1.2 Namen in cilj projekta

V definiciji pojma projekt se vedno pojavlja tudi pojem cilj projekta. Na prvi pogled razumljivo, vendar lahko podrobnejši razmislek pokaže ravno nasprotno. Projekta se lotevamo zato, da bi dosegli določen cilj. To je bodisi neki nov izdelek, nova storitev ali kaj podobnega. Včasih je lahko cilj projekta precej dvoumno definiran. Hauc pravi (2002, str. 31), da cilj projekta lahko označimo kot planiran rezultat, ki ga želimo doseči v nekem roku pri izvajanju projekta ali na koncu. Praksa je pokazala (Pinto & Prescott, 1998, str. 13), da je dobra in ustrezna definicija projekta na začetku eden od ključnih faktorjev uspeha. Tudi iz lastnih izkušenj vem, da se dostikrat premalo pozornosti posveča vprašanju, kaj je cilj projekta.

Z dobro definicijo projekta se podrobneje ukvarja **področje obvladovanje vsebine projekta**. Obvladovanje vsebine projekta vsebuje procese, ki zagotavljajo, da projekt vsebuje vsa potrebna opravila, ki so potrebna za zaključek projekta, pri čemer je potrebno jasno in enoznačno določiti, katera dela in izdelki so predmet projekta in katera so zunaj njega. Pojem vsebina se lahko v kontekstu projekta nanaša na:

- vsebino izdelka, ki ga izdelamo v projektu, pri čemer mislimo predvsem na opis njegovih lastnosti, tehničnih karakteristik in podobno ali
- vsebino projekta, ki predstavlja obseg del, potrebnih da naredimo izdelek iz prejšnje točke.

Oboje je potrebno zelo dobro definirati na začetku projekta. Vsebina projekta je torej širok in vseobsegajoč pojem, ki vsebuje tako samo vsebino izdelka (angl. *deliverable*), ki je predmet projekta, kot tudi vezi, ki projekt omejujejo (Knutson & Bitz, 1991, str. 10). V

zvezi s tem literatura dostikrat omenja znameniti trikotnik vezi (npr. Kerzner, 2000, str. 5; Burke, 1993, str. 16). Najpogostejše omejitve so časovne omejitve, omejitve virov ter omejitve s kakovostjo.

Časovne omejitve so bolj ali manj razumljive. Vsak projekt je časovno omejen, kar nam predstavlja eno od vezi na poti do cilja. Omejitve virov mnogi avtorji pojmujejo le kot omejitve finančnih virov. Temu pravijo omejitve v stroških. Omejitve virov je bolj splošen pojem, ki poleg finančnih omejitev vsebuje tudi kadrovske vire, sposobnosti in znanja sodelujočih na projektu, tehnološke in tehnične vire in podobno. Omejitve s kakovostjo je podobno kot omejitve virov splošen pojem. Nekateri avtorji se tu omejujejo samo na omejitve tehničnih karakteristik izdelka (Knutson & Bitz, 1991, str. 11; Levine, 2002, str. 43), drugi pa dodajo tudi ustreznost z določenimi standardi in specifikacijami, ki jim mora izdelek ustrezati.

Lahko povzamem, da cilj projekta ne predstavlja samo in zgolj izdelek ali storitev. Potrebno je definirati tudi obseg potrebnih del ter navesti omejitve, ki se nanašajo na projekt. Nekateri avtorji tudi omejitve pojmujejo kot cilj.

Mogoče je na tem mestu smiselno spregovoriti tudi o namenu projekta. Namen projekta je širši pojem, ki je praviloma določen izven projekta. Tako ga je potrebno tudi obravnavati. Cilj oziroma rezultat nam pove, kaj želimo s projektom doseči, namen pa, zakaj projekt izvajamo. Namen je sklepni del projekta, ki ga določa njegov naročnik. Namen projekta je pred ciljem, določa in usmerja cilj (Rudi Rozman, 2008, str. 3). Za Hauca je to končni rezultat ali učinek, ki izhaja iz strategije ali drugih razvojnih usmeritev in potreb (Hauc, 2002, str. 50).

1.3 Življenjske faze projekta

Omenil sem že, da je ena pglavitnih lastnosti projekta časovna omejenost. Projekt ima svoj začetek in svoj konec. Vmes gre projekt čez nekaj značilnih faz. Avtorji zaradi izjemne raznolikosti projektov različno opredeljujejo življenjske faze. Večjih razhajanj med njimi pa vendarle ni. Kerzner (2001, str. 77) razdeli življenjske faze projekta v pet različnih faz:

- konceptualna faza,
- faza planiranja,
- faza testiranja,
- faza izvedbe,
- zaključna faza.

Za prvo, **konceptualno**, fazo je značilna izdelava koncepta projekta. Vključuje začetno vrednotenje ideje, začetno analizo tveganja, vpliv na vire podjetja in podobno. Temu sledi **faza planiranja**, ki detajlneje ovrednoti idejo konceptualne faze. V tej fazi se že naredi prve terminske plane, razne členitve dela, predračun in podobno. Po Kerznerju fazi planiranja sledi **faza testiranja**, za katero je značilno testiranje, standardizacija in dokončanje dokumentacije. Nato sledita fazi izvedbe ter faza zaključka projekta. Predvsem

faza zaključka je tista, kateri se dostikrat posveti premalo pozornosti. Projekt je potrebno formalno zaključiti, razpustiti projektni tim in oceniti ter ustrezno dokumentirati uspešnost projekta.

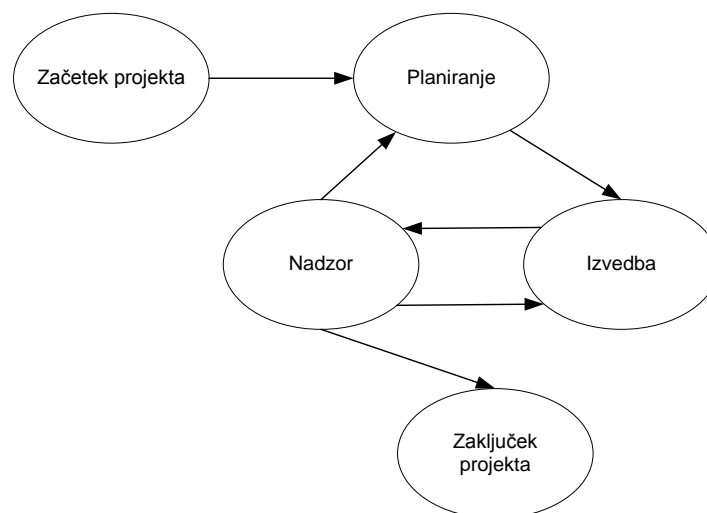
Burke po drugi strani (1993, str. 11) v splošnem definira samo tri različne faze v življenjskem ciklu projekta, in sicer **konceptualno fazo, fazo izvedbe in produkcijsko fazo**. Poudari tudi, da imajo različne vrste projektov različne faze življenjskega cikla. Do podobne ugotovitve prihaja tudi Levine (2002, str 66-69). V splošnem sicer definira štiri faze v življenjskem ciklu projekta. Prvi dve fazi – faza izdelava koncepta in faza planiranja – sta praktično identični Kerznerjevimi fazam. Temu sledi faza produkcije in faza zaključka projekta. Osnovna razlika pri Levinu je, da nima faze testiranja. Aktivnosti le-te uvrsti v prvi dve fazi.

Metodologija ameriškega projektnega instituta namesto o fazah znotraj življenjskega cikla projekta govori o procesih. Proces definira kot zaporedje dejanj, ki prinesejo določen rezultat (PMBOK, 2000, str. 29). Procese razdeli v pet skupin (slika 1):

- začetek projekta (angl. *initiation*),
- planiranje,
- izvedba,
- nadzor nad izvedbo projekta, zaključek projekta.

Vsak izmed procesov na koncu prinese nek rezultat, ki se kasneje lahko uporabi za naslednji proces. Tako je na primer rezultat planiranja terminski plan, ki se nato uporabi pri izvedbi. Pri izvedbi nastanejo poročila o statusu, ki se lahko uporabljajo pri nadzoru ali kot eden vhodnih podatkov pri končnem poročilu.

Slika 1: Povezave med različnimi fazami v življenjskem ciklu projekta



Vir: *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), 2000, str. 31*

Življenjske faze projekta morda ni najbolj posrečen izraz, saj nakazuje na neko ponovljivost v projektu. Pravilnejša bi bila uporaba pojma potek projekta (Rudi Rozman & Stare, 2008, str. 17). Vse te faze ne vključujejo zgolj izvedbene, oziroma vsebinske faze. V vsako izmed njih je vključeno tudi ravnanje s projektom.

V različnih fazah projekta mora ravnatelj projekta uporabljati različna znanja in veščine. Na tem področju sta zanimivo raziskavo naredila Slevin in Pinto (1987, str. 33-41). Definirala sta deset različnih kritičnih dejavnikov uspeha ter jih razdelila na strateško in taktično podgrupo. Zanimalo ju je, v kateri fazi projekta so bolj pomembne dobre strateške odločitve in kdaj taktične. Rezultati njune empirične analize, v katero sta vključila več kot 400 projektov, kažejo, da so v prvih dveh fazah strateške odločitve precej pomembnejše. Šele proti koncu življenjskega cikla taktične odločitve postanejo bolj uravnovešene. Ravnatelj projekta se mora torej v začetnih fazah projekta posvečati bolj strateškim ciljem, med katere štejejo jasno in razumljivo definirani cilji, pridobiti podporo vodstvenih struktur ter pripravo detajlnih planov.

1.4 Projekt izgradnje podatkovnega omrežja

Do sedaj sem predstavil splošne značilnosti projekta. Na tem mestu je smiselno, da predstavim še glavne značilnosti projekta izgradnje podatkovnega omrežja.

1.4.1 Globalni informacijski sistemi

Informacijski sistem podjetja definirata Gradišar in Resinovič (2001, str. 3) **kot sistem, v katerem se ustvarjajo, shranjujejo in pretakajo informacije.** V tej definiciji je možno razumeti, da so tudi **podatkovna omrežja del poslovnega informacijskega sistema;** tisti del, ki skrbi za pretok informacij. Načeloma je to res, vendar moramo podatkovna omrežja razumeti kot podporno funkcijo informacijskega sistema in ne kot predmet obravnave poslovne informatike kot znanstvene discipline. S tem se strinja tudi Bidgoli (2000, str. 8). Podatkovne komunikacije definira kot elektronski prenos podatkov z ene lokacije na drugo in kot sredstvo za podporo računalniško podprtega informacijskega sistema. V kontekstu pojma podatki je potrebno razumeti kakršno koli obliko podatkov, ki se jih da zapisati v digitalni obliki. To so lahko tekstovni podatki, glas, video ali slike. V kolikor imamo vse te podatke v digitalni obliki, pomeni, da jih lahko preko omrežja prenašamo sočasno. V nadaljevanju bom v tem kontekstu govoril o podatkovnih oziroma telekomunikacijskih omrežjih. Oba pojma bom uporabljal kot sopomenki. Na tem mestu velja poudariti, da je izraz podatkovno omrežje ožji, saj se nanaša zgolj na prenos podatkov. Razlogi so predvsem zgodovinski, saj so prva omrežja bila dejansko namenjena zgolj prenosu podatkov. Kot že rečeno, pa sodobna omrežja ne ločijo med prenosom digitalnega zapisa nogometne tekme ali poizvedbe po relacijski bazi podatkov.

V telekomunikacijski stroki dostikrat srečamo še izraza prostrano omrežje in lokalno omrežje. Lokalno omrežje je računalniško omrežje znotraj relativno majhnega geografskega prostora – na primer znotraj poslovne zgradbe. Prostrano omrežje po drugi strani pokriva širše geografsko omrežje in je namenjeno povezovanju posameznih lokalnih mrež med sabo. Pod pojmom »podatkovno omrežje« bom smatral prostrano računalniško omrežje, namenjeno tako prenosu podatkov kot tudi govora ali video prenosa.

Pred nekaj desetletji so bile telekomunikacije v podjetjih omejene zgolj na telefon in jim niso posvečali posebne pozornosti. Komunikacija med geografsko oddaljenimi enotami je

potekala s pomočjo pisem ali telefonskih razgovorov. Nobene potrebe ni bilo po povezavi računalniške ali pisarniške opreme, kot sta na primer pisalni stroj ali kopirni stroj, s telekomunikacijsko infrastrukturo, kot sta telefon ali pošta. Danes je stanje povsem drugačno. Priča smo jasnim trendom decentralizacije v podjetjih. Podjetja odpirajo svoje poslovne enote tam, kjer je cenejša delovna sila, kjer so bližje ciljnemu tržišču, kjer so nižji stroški. Globalna ekonomija je s seboj pripeljala globalna podjetja. Verige hotelov, letalske družbe, mednarodne organizacije imajo razpršene svoje enote po vsem svetu. Dinamika poslovanja zahteva nenehno povezanost takšnih organizacij med sabo, zato so skupaj z decentralizacijo podjetij nastali tudi decentralizirani informacijski sistemi. Povezovanje informacijskih sistemov podjetij v notranje informacijske splete (Intranet), kakor tudi povezovanje le-teh v svetovni računalniški splet (Internet), pomeni za podjetja novo dimenzijo v obvladovanju notranjih poslovnih procesov.

V literaturi lahko v zvezi s tem zasledimo pojem **globalni informacijski sistemi** (Bidgoli, 1997, str 270), ki je dostikrat povezan z informacijskim sistemom za celovito poslovanje organizacije (angl: *enterprise resource planning - ERP*). Osnovni namen globalnega informacijskega sistema je podpora poslovanju mednarodnih korporacij. Podpora poslovanju mora biti tako operativne narave, kot je na primer skupen dostop do baz podatkov, komunikacija med enotami in podobno, kot taktično strateške narave, med katere uvrščamo na primer podporo strateškemu planiranju. Seveda se pri izvedbi takšnega sistema srečujemo z vrsto težav: od kulturnih, ekonomskih in političnih razlik, do težav pri standardizaciji in kompatibilnosti.

1.4.2 Podatkovno omrežje

Podatkovna omrežje razumemo kot podporno funkcijo globalnega informacijskega sistema. S tehnološkega stališča obstaja precej možnosti, kako bo podjetje izgradilo podatkovno omrežje. V prvi meri je odvisno od zahtev, ki jih podjetje ima. To so lahko zahteve po varnosti, nivoju storitve, nadzoru omrežja in tako naprej. Tudi velikost podjetja in znanje je eden ključnih dejavnikov. Za mala podjetja je mogoče racionalneje najeti omrežje, medtem ko bodo velika in strokovno močna podjetja mogoče raje šla sama v izgradnjo. Elementov izgradnje je zelo veliko, lahko pa jih razdelimo na **tri glavne elemente izgradnje telekomunikacijskega omrežja** (Papavassiliou, 2001, str 78):

- oprema na lokaciji, tako programska kot strojna oprema,
- hrbtenično omrežje (omrežje z dodano vrednostjo, Internet),
- dostop do hrbteničnega omrežja (najeti vod, klicni dostop, ADSL ...).

Pod pojmom **oprema na lokaciji** (*CPE – customer premised equipment*) razumemo vso potrebno opremo za priklop lokalnega omrežja na prostrano omrežje. Sem največkrat sodi usmerjevalnik z ustrežno programsko opremo, stikala, modemi, potem je tu lahko oprema za šifriranje, oprema za zaščito pred vdori (požarni zid) in podobno.

Glede **hrbteničnega omrežja** v splošnem obstajajo tri možnosti (Al-Sulaiym, Al-Muammar, & HajBakry, 1997, str. 103):

- izgradnja lastnega omrežja,
- javno skupno omrežje,
- privatno skupno omrežje.

S stališča omrežne varnosti kot tudi s stališča zagotavljanja kvalitete storitev je **izgradnja lastnega omrežja** najboljša rešitev. Vendar se to izkaže kot zelo draga in pogosto neprilagodljiva rešitev, še posebej če ima podjetje več geografsko oddaljenih lokacij (Bidgoli, 2000, str. 263). Zato se dandanes praktično vsa podjetja odločajo za izgradnjo svojega omrežja preko nekega skupnega omrežja.

Najbolj znano **javno skupno omrežje** je Internet. To je omrežje z izredno velikim geografskih dosegom ter relativno nizko ceno priklopa. Glede na to, da je Internet javno odprto omrežje, temelječe na protokolu IP, morajo podjetja posebno pozornost posvetiti varnosti v takšnem omrežju. V odprto omrežje ima vsakdo dostop, ne glede na namene. Pa tudi protokol IP, na katerem sloni Internet, ne slovi kot eden najbolj varnih protokolov. Poleg tega Internet ne more zagotoviti kvalitete storitve, kamor prištevamo zagotovljeno pasovno širino ali časovno zakasnitev v omrežju. Zaradi tega Internet ni primeren medij za prenos nekaterih poslovnih aplikacij ali pa na primer za prenos govora preko protokola IP.

Alternative Internetu so **privatna omrežja**, ki jih ponujajo nekatera telekomunikacijska podjetja, kot so na primer Equant, WorldCom, AT&T, NTT ali Infonet (Gerwing, 2002, str. 10). Ta omrežja lahko slonijo na protokolu IP tako kot Internet, ali pa na drugačnih protokolih, kot sta na primer blokovno posredovanje (angl. *Frame Relay*) ali ATM (Bidgoli, 2000, str 419). Osnovna prednost privatnih omrežji v primerjavi z Internetom je večja varnost in boljša kvaliteta storitve. Privatna omrežja so geografsko precej bolj omejena kot Internet ter seveda tudi relativno dražja, če vzamemo v obzir ceno na enoto prenesenih podatkov.

Omeniti je še potrebno, da praktično vsa telekomunikacijska podjetja ponujajo različno vrsto storitev. Dostikrat v zvezi s tem zasledimo pojem **omrežje z dodano vrednostjo** (angl. *VAN – value added network*) (Bidgoli, 2000, str 262; Elliott & Starkings, 1998, str. 263). Poleg same povezljivosti ponudniki omrežja dodajo še neko dodano vrednost, kot je na primer nadzor in upravljanja omrežja, načrtovanjem omrežja, izvedbo in podobno. V okviru **celovitih omrežnih storitev** (angl. *MDNS – managed data network services*) ponudnik storitve izgradi celotno strankino omrežje ter ga prevzame v upravljanje. Upravljanje je v kontekstu celovitih omrežnih storitev sestavljeno iz več segmentov (Broek & Looijen, 1997, str. 146):

- upravljanje s konfiguracijami,
- upravljanje z incidenti,
- upravljanje s kvaliteto storitev,
- upravljanje z varnostjo ter
- administrativno upravljanje.

Rezultati celotnega upravljanja omrežja so običajno zaobjeti v sporazumu o zagotavljanju ravni storitev (angl. *SLA-service level agreement*), s katero ponudnik omrežja zagotavlja stranki določeno kvaliteto storitev. V kontekstu ravnanja projektov lahko **razumemo parametre zaobjete v sporazumu o zagotavljanju ravni storitev kot kakovost izdelka**, ki ga mora doseči projekt izgradnje podatkovnega omrežja.

Sporazumi o zagotavljanju ravni storitev so na splošno različni, odvisno pač od vrste storitve ter od samega ponudnika. Načeloma pa lahko delovanje in nadzor omrežja določajo naslednji parametri (Muller, 1999, str. 156-157):

- Prepustnost omrežja: določa, koliko paketov znotraj zagotovljene pasovne širine je uspešno dostavljenih. Značilne številke se gibljejo okoli 99.99% .
- Razpoložljivost lokacije je merilo razpoložljivosti opreme na lokaciji in dostopa do hrbteničnega omrežja (npr. najetega voda). Običajno se poda razpoložljivost lokacije v nekem časovne obdobju – na primer mesec ali leto. Razpoložljivost lokacije je v veliki meri odvisna od lokalne infrastrukture in vrste opreme, v grobem pa se gibljejo nekje med 95% in 99.8%.
- Razpoložljivost omrežja je merilo razpoložljivosti hrbteničnega omrežja. Zaradi skrbnega načrtovanja in proaktivnega nadzora je le-ta običajno precej visoka in se giblje med 99.9% in 100%.
- Zakasnitev na omrežju meri največjo časovno zakasnitev med dvema strankinima lokacijama. Za področje Evrope so te številke tipično okoli 100 ms.
- Pravočasnost inštalacije zagotavlja inštalacijo v določenem roku in tudi predvideva pogodbene kazni v nasprotnem primeru.

Obstajajo tudi drugi parametri delovanja omrežja, kot je na primer povprečen čas za odpravo napak ali odzivni čas. Ta dva parametra sta povezana z razpoložljivostjo lokacije in običajno nista vključena v sporazum o zagotavljanju nivoja storitev.

Zadnji izmed elementov telekomunikacijskega omrežja predstavlja **priklop na hrbtenično omrežje**. Pod tem pojmom razumemo metodo, kako od lokacije stranke dostopimo do hrbteničnega omrežja. Pri tem se lahko uporabljajo različne tehnologije, med katerimi so najbolj znane:

- klicni dostop,
- dostop z najetim vodom,
- širokopasovni dostop.

Klicni dostop je lahko preko analognega telefonskega omrežja bodisi preko digitalnega omrežja ISDN. Večinoma je klicni dostop zelo dostopna storitev, ki je na voljo praktično povsod. Zaradi zastarelosti tehnologije se uporaba zmanjšuje.

Največkrat uporaben način dostopa je **dostop z najetim vodom**, ki je uporaben praktično za vsako podjetje. Obstajata samo dve omejitvi. Tam, kjer je telekomunikacijska infrastruktura slabše razvita, običajno lokalni telekom ne more zagotoviti kvalitetne storitve. Dostop z najetim vodom ni tako široko dostopen kot klicni dostop. Druga težava

pa je cena. Običajno se stroški najetega voda obračunavajo glede na razdaljo med obema povezanima točkama. Če je vozlišče hrbteničnega omrežja daleč od lokacije podjetja, so ti stroški lahko relativno visoki.

Kot kaže, pa je idealna rešitev dostopa do hrbteničnega omrežja **širokopasovni dostop**. Pri tem imam v mislih predvsem DSL tehnologije ali kabelski dostop. Stroški so neodvisni od razdalje, hitrosti prenosa pa so v večini primerov zadovoljivo visoke.

1.4.3 Značilnosti projekta izgradnje podatkovnega omrežja.

Kot je že iz do sedaj napisanega razvidno, bom obravnaval **projekt izgradnje podatkovnega omrežja kot podpornega omrežja globalnemu informacijskemu sistemu**. Zato bom na tem mestu predstavil, katere so osnovne značilnosti izgradnje podatkovnega omrežja.

Globalni informacijski sistem je namenjen podpori poslovanja mednarodnih korporacij. Zato bom v magistrskem delu obravnaval projekt izgradnje prostranega omrežja samo za mednarodne korporacije. S stališča same izvedbe in ravnanja takšnega projekta ni bistvene razlike, ali gre za nacionalni ali mednarodni projekt. S tehničnega stališča ima oboje veliko skupnih točk. Izgradnja prostranega podatkovnega omrežja, ki vključuje veliko mednarodnih lokacij, pa prinaša neka dodatna tveganja, povezana predvsem z geografsko razpršenostjo lokacij.

Tudi telekomunikacijska infrastruktura je v posameznih državah zelo različna. Organizacija ima lahko na voljo še tako veliko sredstev in ostalih virov, vendar nekaterih lokaciji preprosto ni možno priključiti v integriran sistem zato, ker tam ni razvite telekomunikacijske strukture. Standardizacija lahko vpliva na razvoj telekomunikacijskega omrežja na različne načine: pomanjkanje mednarodno sprejetih standardov lahko onemogoča razvoje nekega kohezivnega sistema. Na področju telekomunikacij obstaja veliko standardov, običajno pa je tako, da mednarodni standardi niso podprti v opremi, ki je na voljo na tržišču. Lep primer za to je temeljni protokol omrežja Internet, to je protokol TCP/IP. Brez najmanjšega dvoma je to najbolj uporabljen protokol, vendar ne obstaja neka krovna organizacija, ki bi poskrbela za standardizacijo. Čeprav informacijski sistem zahteva standardizirano okolje, pa po drugi strani lahko preveč standardizirano okolje onemogoči določeno fleksibilnost, ki je potrebna prilagoditvi lokalnemu okolju.

Projekt izgradnje podatkovnega omrežja lahko razumemo kot del večjega projekta, projekta izgradnje globalnega informacijskega sistema. V tem primeru je cilj projekta le podcilj nekega večjega projekta. V praksi pa se izkaže, da je smiselna ločitev obeh projektov.

Projekt izgradnje informacijskega sistema bi lahko pretežno opredelili kot vsebinski projekt. Pri projektu izgradnje podatkovnega omrežja je ravno obratno. Same vsebine je relativno malo. Osnovni napor je vzpostavitev infrastrukture ter v zvezi s tem povezano usklajevanje in koordinacija z zunanjimi proizvajalci, dobavitelji in podobno.

Največja vez pri tem je časovna omejitev. Podatkovno omrežje ne sme biti zgrajeno prekmalu, kajti v tem primeru bi bil projekt obremenjen z dodatnimi obratovalnimi stroški. Hkrati tudi ne sme zamujati. Sama **kakovost je povezana s tehničnimi specifikacijami**, tako globalnega informacijskega sistema kot tudi podatkovnega omrežja. Del tehničnih značilnosti sem omenil že v prejšnjem poglavju. Kakovost je torej nekako definirana vnaprej in pogojena z ostalimi cilji in namenom projekta. Kakovost izdelka se običajno definira v fazi načrtovanja in je v tesni povezavi s standardi, zakonodajo ter tehničnimi zmožnostmi.

Ostaja še tretja vez, viri, s katero lahko ravnatelj manipulira predvsem s ciljem, da doseže terminske plane. Glede na to je projekt izgradnje telekomunikacijskega omrežja predvsem infrastrukturni projekt, ima ravnatelj projekta na voljo predvsem možnost manipulacije s finančnimi viri.

Po drugi strani pa lahko projekt izgradnje telekomunikacijskega omrežja razumemo tudi kot del življenjskega cikla omrežja. Prostrano omrežje ni nek statičen objekt, temveč je nenehoma podvržen stalnim spremembam. Po eni strani imamo spremembe v tehnologiji, ki zahtevajo redno posodabljanje omrežja, ter občasno tudi popolno migracijo omrežja na novo tehnologijo. Po drugi strani pa same spremembe v poslovanju in aplikacijah tudi zahtevajo spremembe v samem omrežju. Tako se lahko zgodi, da bo v nekem trenutku potrebna popolna prenova omrežja, bodisi zaradi same zastarelosti bodisi zaradi spreminjajoče se narave poslovnih aplikacij. V tem primeru imamo zopet projekt, ki se začne s študijo izvedljivosti in konča s testiranjem in predajo omrežja v produkcijo. Tudi v tem primeru je glavna časovna omejitev. Praktično nemogoče je imeti sočasno dve delujoči omrežji – migracija s starega omrežja na novo mora običajno potekati izven delovnega časa. Ker je to izredno tvegan proces, zahteva silno veliko predhodnega usklajevanja in koordinacije. V kolikor gre kaj narobe in informacijski sistem ni dostopen, ima to lahko zelo hude posledice za podjetje. **Zato je ključnega pomena, da je projekt izgradnje telekomunikacijskega omrežja končan pravočasno.**

2 RAVNANJE S PROJEKTI

2.1 Splošno o ravnanju

Veliko avtorjev opredeli definicijo managementa oziroma ravnanja. V strokovni literaturi obstajajo številne definicije ravnanja. Ravnanje po Lipovcu (1987, str. 133-137) je proces organizacijska funkcija in proces,

- ki omogoča, da – zaradi tehnične delitve dela – ločene operacije posameznih izvajalcev ostanejo člen enotnega procesa uresničevanja cilja gospodarjenja (tehnična določenost ravnanja),
- ki vso svojo nalogo in oblast za izvedbo te naloge prejemajo od upravljanja, katerega izvršilni in zaupniški organ je (družbena določenost ravnanja),

- ki to svojo nalogo izvaja ob pomoči drugih ljudi v procesu planiranja, delegiranja, uresničevanja, usklajevanja in kontroliranja v upravljanju (procesna določenost ravnanja).

Veliko avtorjev opredeljuje ravnanje predvsem s procesnih vidikov. Po Rozmanu, Kovaču in Koletniku (1993, str. 71-73) so osnovne funkcije ravnanja planiranje, organiziranje, vodenje in kontroliranje. Pri tem vodenje razumejo v širšem pomenu kot sestavljeno funkcijo komuniciranja, motiviranja in sprožanja akcij oziroma vodenja v ožjem pomenu. V uvodu dela (Rudi Rozman et al., 1993, str. 19-20) avtorji tudi ugotavljajo, da je usklajevanje ali koordinacija ena od ključnih vlog ravnanja, vendar ga posebej ne uvrščajo med funkcije managementa, saj kot pravijo, je ta funkcija nenehno prisotna v naravi dela ravnateljev. Tudi Kerzner poda definicijo ravnateljevanja s procesnih vidikov (2001, str. 232). Pravi, da so osnovne funkcije managementa planiranje, organiziranje, kadrovanje, kontrola in vodenje. Podobno kot Rozman, Kovač in Koletnik tudi on razume vodenje (angl. *leadership*) v širšem pomenu besede. Pravzaprav pri tej, in tudi ostalih definicijah, niti ne gre toliko za vsebinske razlike v pojmovanju ravnateljevanja kot za različno razumevanje funkcij in deloma tudi njihovo prekrivanje.

2.2 Ravnanje s projekti

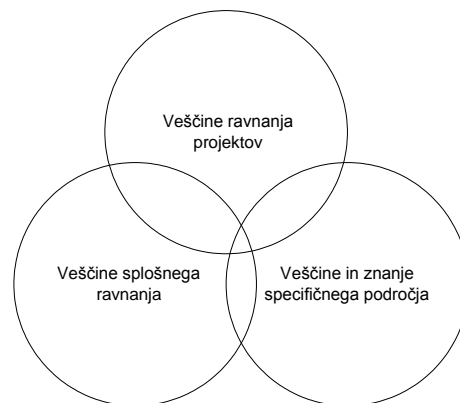
Ravnanje, usmerjeno na projekt, lahko razumemo kot eno izmed posebnih različic ravnanja. Predvsem moramo imeti v mislih, da je projekt časovno omejena aktivnost, zato obstajajo določene razlike med splošnim ravnanjem in ravnanjem projektov. Tudi položaj ravnatelja projektov v sami organizaciji je drugačen kot položaj ravnatelja, predvsem iz družbeno-ekonomskega vidika ravnanja. Če se lahko v določenih primerih najvišji managerji ukvarjajo tudi z upravljanjem, se ravnatelj projekta praviloma ne. Tudi večina avtorjev v strokovni literaturi opredeljuje ravnanje projektov predvsem s tehničnega oziroma procesnega vidika.

Ravnanje projektov je skupek tehnik in metod, temelječ na sprejetih in priznanih načelih ravnateljevanja, ki se uporabljajo za planiranje, ocenjevanje in nadzor aktivnosti za doseg zadane cilja (Wysocki, Beck, & Crane, 2000, str. 79). Definicija je precej splošna in ohlapna. Bolj specifično definicijo ravnanja projektov se loti Kerzner (2001, str. 4). Pravi, da je ravnanje projektov **planiranje, organiziranje, vodenje in nadzor** virov znotraj organizacije, ki so bili začasno vzpostavljeni za doseg natanko določenih ciljev. Kerzner poveže ravnanje projektov z neko časovno omejenostjo projekta. Pravi pa tudi, da je ta časovna omejenost različna od projekta do projekta in da lahko v določeni branži traja tudi več let. Če primerjamo to definicijo z njegovo definicijo ravnanja na splošno, opazimo, da v njej tudi ni kadrovanja. Kadrovanje je stvar funkcionalnih ravnateljev (vodij); ti največkrat določijo kdo, in koliko časa bo delal na projektu. To je nedvomno res predvsem v organizacijskih oblikah, kjer so pristojnosti ravnateljev projekta manjše. Metodologija ameriškega inštituta za projektno ravnanje pravi, da je ravnanje projekta uporaba znanja, veščin, orodij in tehnik na aktivnostih projekta za doseganje cilja projektov. Ravnanje projekta izvajamo z uporabo procesov začetka projekta (angl. *initiation*), planiranja,

uveljavljanja, kontroliranja in zaključka (PMBOK, 2000, str. 6). Tudi pri drugih avtorjih najdemo podobne definicije, ki govorijo o uporabi posebnih metod, znanj, veščin ali tehnik (Burke, 1993, str. 9; Knutson & Bitz, 1991, str. 2) ali pa povežejo vzporednice med ravnanjem na splošno in ravnanjem projekta (Rudi Rozman et al., 1993, str. 158).

Vse te definicije so zelo splošne. Vsak projekt je po svoji definiciji enkraten. Dogaja se v specifičnem okolju, v specifični dani organizacijski strukturi. Projekti so si različni glede na svojo kompleksnost, tehnologijo, glede na namen in cilj projekta. Proces ravnanja je do neke mere specifičen za vsak projekt posebej (Adams, 1997, str. 7), vendar ima neke skupne značilnosti. Uporaba določenih tehnik, veščin in znanj mora biti prilagojena dani situaciji in uporabljena smiselno glede na življenjski cikel projekta. Metode in tehnike ravnanja projektov prihajajo iz treh različnih, a medsebojno povezanih in sodelujočih področij (slika 2).

Slika 2: Metode in veščine ravnanja projektov.



Vir: *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*, 2000, str. 9

Metode in veščine **splošnega ravnanja** zajemajo na primer planiranja, organiziranja, vodenje (uveljavljanje), nadzor, kadrovanje in podobno. Procese torej, ki so del splošnega managementa. Hkrati lahko to vključuje tudi določene podporne procese, kot so na primer računovodstvo, logistika, prodaja ali obvladovanje časa (R. Rozman & Kovač, 2012) Drugo področje so veščine in **znanja s področja delovanja projekta**. Praviloma ima ravnatelj projekta podporo v specializiranem funkcijskem oddelku znotraj podjetja, vendar mora biti tudi sam strokovnjak na tem področju. Tovrstna specializirana znanja s področja projektov izgradnje podatkovnih omrežij so na primer znanja o telekomunikacijski in informacijski tehnologiji, znanja o standardizaciji, predpisih, zakonskih omejitvah in podobno. Zadnji sklop metod in veščin predstavljajo **specifična znanja s področja ravnanja projektov**. Sem prištevamo na primer tehnike planiranja, ocenjevanje aktivnosti, obvladovanje tveganja in podobno. Ameriški inštitut projektnega vodenja PMI jih je v okviru svoje metodologije razdelil na devet področij (PMBOK, 2000, str. 7):

- **Celovito obvladovanje projekta** se ukvarja s procesi, ki zagotavljajo, da so različni elementi znotraj projekta ustrezno usklajeni. Osnovno orodje je plan projekta. Po njem

se izvajajo vse aktivnosti. Med izvajanjem projekta se plan dopolnjuje in spreminja na način, da so iz njega razvidne vse odločitve, ki vplivajo na tok projekta.

- **Obvladovanje vsebine in sestave** projekta opisuje procese, ki zagotavljajo, da projekt vsebuje vsa dela in opravila, potrebna za uspešen zaključek projekta. Osnovna naloga je, da enolično določimo cilj in hkrati vsa dela, izdelke in aktivnosti, da ta cilj dosežemo.
- Procesi in tehnike **obvladovanja časa** zagotavljajo pravočasno dokončanje projekta. Tu so zajete tehnike terminskega planiranja, določanje časovnega poteka aktivnosti in nadzor nad tem.
- **Obvladovanje stroškov** vsebuje procese, ki zagotavljajo, da je projekt končan znotraj sprejetega proračuna. Ukvarjajo se torej s planiranjem virov, ocenjevanjem in razporejanje stroškov ter s končnim nadzorom stroškov.
- Proces **obvladovanja kakovosti** vsebuje procese, ki zagotavljajo, da bo projekt zadovoljil potrebe, zaradi katerih je bil ustanovljen. Glavni procesi za zagotavljanje kakovosti so planiranje kakovosti v okviru procesov planiranja, zagotavljanje kakovosti v okviru uveljavljanja projekta in kontrola kakovosti.
- Procesi **obvladovanja kadrovskih zmožnosti** se ukvarjajo z ljudmi, vključenimi v projekt. Projekt bo uspešen le, če bodo zaposleni na projektu uspešno in produktivno opravljali svoje naloge. Potrebno je določiti, kakšen profil znanja je potreben na projektu ter nato tudi pridobiti ustrezne kadre. Sem so vključeni tudi procesi razvoja in motivacije tima.
- Procesi **obvladovanja komunikacij** se ukvarjajo z večkrat prezrtim, a pomembnim področjem: komunikacijami pri ravnanju projektov. Osnovni cilj je zagotoviti pravočasno in relevantno zbiranje, distribucijo, shranjevanje vseh informacij, povezanih s projektom. Sem prištevamo načrt komunikacij, poročanja ter tudi postopke arhiviranja ob zaključku projekta.
- Proces **obvladovanja tveganja** je sistematičen proces identificiranja tveganja, analize ter ustrezno ukrepanje pri različnih tveganjih. Sem sodijo procesi planiranja, identifikacija, kvalitativna in kvantitativna analiza, nadzor in kontrola tveganja. V nadaljevanju se bom podrobneje lotil tega področja.
- Procesi **obvladovanja nabave** se ukvarjajo s procesi, potrebnimi za nabavo blaga in storitev, potrebnih za izvedbo projekta. Predvsem gre tu za nabavo izven organizacije, ki izvaja projekt. Sem uvrščamo predvsem procese planiranja nabave, priprave razpisov, pogodb in podobno.

Z vsebinskega vidika je mogoče proces projektnega ravnanja opredeliti kot stalno prepletanje usklajevanja in odločanja. Predmet odločanja so predvsem aktivnosti, roki in zaposleni. Dejavnosti usklajevanja pa so podobne kot pri splošni definiciji ravnanja. Usklajujejo se roki, cilji, interesi in ljudje. Vse to pa seveda ob upoštevanju omejitev danega projekta, kot so terminski plani, kakovost in viri.

V nadaljevanju se bom posvetil predvsem dveh področjem izmed zgoraj omenjenih. Podrobneje bom predstavil proces planiranja, pri čemer se bom v glavnem osredotočil na

terminsko planiranje in obvladovanje časa. Za razumevanje problematike obvladovanja tveganja je **terminsko planiranje eden ključnih elementov**. Namen načrtovanja projekta je predvsem uskladitev aktivnosti tako, da bo čas trajanja projekta čim krajši (Rudi Rozman & Stare, 2008, str 72). V tem smislu bo zlasti poudarek na tveganja, povezana s planiranjem projekta. **Drugo področje bo namenjeno procesu ravnanja s tveganji.**

2.3 Planiranje

2.3.1 Splošno o planiranju

Ko govorimo o planiranju, imamo v praksi največkrat v mislih planiranje določenih aktivnosti glede na njihovo časovno zaporedje in trajanje. Tako planiramo, kdaj se bo projekt začel, kdaj se bo končal in kdaj se bodo začele oziroma končale določene aktivnosti vmes. To je nedvomno res, vendar moramo gledati na planiranje v širšem spektru. Rozman pravi (1993, str. 19-20), da lahko planiranje v najbolj splošni obliki označimo kot zamišljanje samega rezultata dela in delovnega procesa. Osnovni namen je nedvomno predvideti prihodnost in z neko aktivnostjo vplivati nanjo. V tem je pravzaprav bistvo planiranja. Samo razmišljanje o prihodnosti, ne da bi imeli namen neposredno vplivati nanjo, imenujemo predvidevanje. Kako in na kakšen način lahko vplivamo na prihodnost, pa je stvar konkretnega predmeta planiranja. Največkrat je s planiranjem povezan proces odločanja in izbire med različnimi možnostmi. Sam proces odločanja je sestavljen iz iskanja priložnosti za odločanje, iskanje in oblikovanje alternativnih rešitev in samo izbiro med alternativami (Rudi Rozman, 1993, str. 22). Oblikovati je potrebno tudi merila, glede na katera se odločamo. Običajno je ta kriterij povezan s ciljem predmeta, o katerem se odločamo.

2.3.2 Planiranje v projektih

Tudi **planiranje v kontekstu projektnega ravnanja** je potrebno gledati s širšega vidika. Metodologija ameriškega projektnega inštituta poleg časovnega planiranja vključuje tudi ostale elemente v projektu. Poleg planiranja rokov je sem vključeno še planiranje sredstev, planiranje kvalitete, tveganja in nenazadnje tudi kadrovske planiranje. Tako Rozman, Kovač in Koletnik (1993, str. 158) razumejo planiranje projekta kot podrobno zamišljanje vseh aktivnosti v projektu, upošteva njihovo povezanost, trajanje, stroške in podobno. Planiranje projekta mora biti sistematično in hkrati dovolj fleksibilno, da lahko z njim obvladujemo enkratne aktivnosti. Hkrati se je potrebno tudi zavedati, da je planiranje projekta iterativni proces. Z razvojem projekta je potrebno projektni plan nenehoma nadzorovati ter ga ustrezno popravljati. Na kratko bi lahko rekli, da planiranje določa, kaj je potrebno narediti, kdo bo to naredil, za koga bo to narejeno in do kdaj (Badiru, 1996, str. 9).

Namen planiranja v kontekstu ravnanja projektov je seveda predvidevati prihodnje dogodke in se ustrezno na njih pripraviti. Badiru pravi (1991, str. 5), da je planiranje potrebno zato, da:

- odstranimo ali zmanjšamo negotovost,
- jasno določimo cilje in namen projekta,
- vzpostavimo podlago za spremljanje poteka projekta,
- določitve osebne odgovornosti zaposlenih.

Praktično do istih ugotovitev pride tudi Kerzner (2001, str. 550). Zanimiva je ugotovitev, ne samo pri teh dveh, ampak tudi pri drugih avtorjih, da je planiranje potrebno zato, da se zmanjša negotovost. Seveda je to popolnoma jasna in razumljiva trditev: več kot vemo o prihodnosti, manjše bodo negotovosti in manjša bodo s tem povezana tveganja. Zato bom v nadaljevanju magistrskega dela precej pozornosti posvetil planiranju. Pri tem bom pod pojmom planiranje razumel predvsem planiranje nalog projekta in njihovo medsebojno povezanost, planiranje časa in rokov projekta ter deloma tudi stroškov. To so hkrati tudi osnovni elementi tehnike **mrežnega planiranja**, za katere je značilna členitev projekta na aktivnosti, opredelitev teh aktivnosti z vidika trajanja in ugotavljanje njihove medsebojne povezanosti. Grafična ponazoritev aktivnosti in njihove povezave se imenuje **mrežni diagram**.

V kolikor imamo dobro definiran projekt, njegovo vsebino, namen in cilje – na primer s pogodbo ali dobro definiranim opisom del (angl. *statement of work* oz. *SOW*) - nam mrežno planiranje in mrežni diagram predstavlja odlično osnovo za vsa ostala planiranja, kot so na primer planiranje virov ali planiranje kvalitete.

Mrežno planiranje, kakršnega poznamo danes in o kakršnem bom govoril v nadaljevanju magistrske naloge, se je začelo razvijati koncem petdesetih let prejšnjega stoletja. Pred tem ni bilo splošno sprejete in priznane metode, ki bi bila v pomoč pri planiranju projektov. Najbolj znano metodo je v času okoli prve svetovne vojne razvil **Henry Laurence Gantt**. S paličastimi diagrami je grafično predstavil časovni potek aktivnosti v projektu, njihov začetek, njihov konec in trajanje. Takšni diagrami se danes imenujejo gantogrami. Osnovna prednost gantogramov je, da lahko hkrati prikažejo plan in trenutni status projekta. V gantogramih pa ni eksplicitno prikazana povezanost in soodvisnost določenih aktivnosti v projektu. Zato je bilo zelo težko predvideti posledice zakasnitve ene aktivnosti glede na celoten projekt. Povrh vsega so bili gantogrami predvsem grafična predstavitev, ki so jo tedaj pripravljali ročno. Zato je bila to precej težka naloga pri velikih projektih ali pri projektih, kjer je bilo veliko sprememb.

Predhodnik sodobnih metod mrežnega planiranja je bil poljski znanstvenik **Karol Adamiecki** (Moder et al., 1983, str.10). Leta 1931 je razvil in objavil metodologijo, ki ji je pravil harmonigraf (angl. *harmonygraph*). Podobno kot Gantt je tudi Adamiecki uporabljal paličaste diagrame za prikaz, le da so bili pri njem zasukani za 90°. Hkrati mu je uspelo še prikazati soodvisnosti med posameznimi aktivnostmi, kar je bila ena osnovnih pomanjkljivosti gantogramov. Pravzaprav je šlo za zelo podobno metodo sodobnim metodam kritične poti, saj je uporabljal natanko iste pristope (na primer navidezna dejavnost). Nekako pa je metoda harmonigrafov ostala prezrta, deloma tudi zato, ker v tistem času niti ni bilo takšne potrebe.

Približno četrto stoletje kasneje se je z razvojem velikih projektov pojavila potreba predvsem po boljšem in bolj preglednem terminskem planiranju. Poleg čisto grafičnega pristopa so začeli uporabljati tudi aritmetičen pristop ter zapis v obliki tabel. Približno sočasno je več skupin neodvisno druga od druge začelo z razvojem metod, ki jih danes poznamo pod skupnim imenom **metode kritične poti** (Moder et al., 1983, str. 12). Dandanes so znani predvsem rezultati dveh skupin: **metoda ocene in kontrole programa (PERT)** ter **metoda kritične poti (CPM)**.

Metoda ocene in kontrole programa (angl. *PERT – Program Evaluation Review Technique*) je rezultat razvoja raketnega sistema Polaris ameriške mornarice. Študije podobnih projektov so pokazale, da so bili časovni okviri in stroški preseženi tudi za več kot 50% od prvotnih ocen. Zato so za potrebe Polaris ustanovili posebno skupino, katere naloga je bila ustanoviti sistem enovitega planiranja in nadzora projekta. Osnovna naloga PERT-a, kot tudi ostalih metod kritične poti, je grafični prikaz projektnega načrta. Takšna grafična ponazoritev, ki jo imenujemo **mrežni diagram**, prikazuje soodvisnosti projektnih aktivnosti. Seveda metoda kot taka prinaša tudi metodologijo izračuna najkrajšega možnega časa, v katerem je možno dokončati projekt. Velika novost, ki jo je prinesel PERT, pa je stohastični pristop k planiranju projektov. Do takrat so metode terminskega planiranja upoštevale fiksno dolžino posamezne aktivnosti. Posledica tega je bila tudi fiksna dolžina trajanja projekta. PERT je po drugi strani vpeljal tri ocene trajanja posamezne aktivnosti: pesimistično, optimistično in najverjetnejše trajanje. Iz tega razpona vrednosti je bilo možno podati verjetnosti, da se bo projekt končal v določenem času.

Približno istočasno kot PERT se je začel razvoj **metode kritične poti (CPM)**. Namen raziskovalcev, ki so razvijali metodo kritične poti, je bilo raziskati, kako čim bolj skrajšati trajanje projekta, ne da bi se pri tem stroški bistveno povečali. Pri CPM-mu gre pravzaprav za zelo podobno metodo, kot je PERT, vendar s to bistveno razliko, da čas trajanja aktivnosti obravnava deterministično. Osnovna značilnost obeh metod pa je ta, da si aktivnosti sekvenčno sledijo ena za drugo. To pomeni, da se ena aktivnost ne more začeti, dokler se vse druge ne končajo. Seveda predstavlja to določeno slabost, zato so se v naslednjih letih razvile tudi ostale metode, ki bodisi dopolnjujejo CPM/PERT planiranje ali ga celo nadgrajujejo. Primera takšnih metod sta na primer precedenčni diagrami (PDM) (Kerzner, 2001, str. 701) ali GERT (Dawson & Dawson, 1998, str. 299).

2.3.3 Proces mrežnega planiranja

Proces planiranja projekta vsebuje več stvari. Poleg časovnega načrta in načrta stroškov je potrebno planirati še vire, kvaliteto, tveganje in podobno. Načrt projekta naj bi vseboval sledeče stvari (PMBOK, 2000, str. 34):

- plan vsebine in sestave projekta,
- časovni plan projektnih nalog,
- plan stroškov,
- opredelitev postopkov zagotavljanja kakovosti,

- kadrovski plan,
- plan predvidene strukture komuniciranja,
- plan obvladovanja tveganj,
- plan nabave oziroma pridobivanja materialnih virov in storitev.

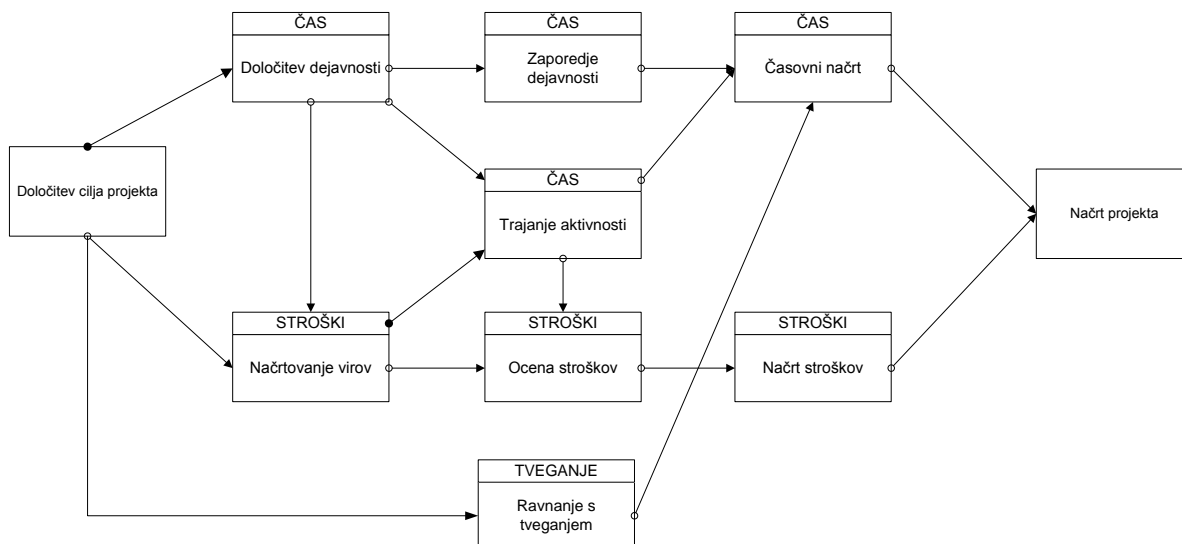
Metodologija ameriškega projektne inštituta proces planiranja razdeli na osnovni proces in spremljevalne procese planiranja. Osnovni proces planiranja je prikazan na sliki 3 in je pravzaprav to, kar večina avtorjev smatra kot proces planiranja. Med spremljevalne procese planiranja šteje planiranje oziroma opredelitev postopkov zagotavljanja kakovosti, kadrovsko planiranje, planiranje nabave, planiranje strukture komuniciranja ter planiranje obvladovanja tveganj. Pri slednjem je mišljen predvsem formalni proces obvladovanja tveganj, ki zajema identifikacijo tveganja, kvalitativno in kvantitativno analizo ter odziv na tveganje. O metodologiji upravljanja s tveganjem bo govora kasneje.

Osnovni proces planiranja, kot ga definira metodologija ameriškega projektne inštituta, je pravzaprav temeljni proces mrežnega planiranja. Različni avtorji različno razdelijo korake v procesu planiranja, vendar ne gre toliko za same vsebinske razlike kot za različno pojmovanje nalog. Večina avtorjev v kontekstu mrežnega planiranja pravzaprav govori o metodologiji mrežnega planiranja. Tako na primer Moder, Phillips in Davis (Moder et al., 1983, str. 14-17) razdelijo proces mrežnega planiranja na pet korakov:

- planiranje projekta,
- načrtovanje virov in ocenjevanje trajanja aktivnosti,
- izdelava osnovnega terminskega plana,
- usklajevanje (optimiziranje),
- dodeljevanje virov k posamezni nalogi.

Planiranje projektov avtorji razumejo predvsem kot določitev vseh aktivnosti, potrebnih za dokončanje projekta. Tu se največkrat uporablja hierarhični pristop, pri katerem naredi ravnatelj členitev potrebnega dela na manjše obvladljive enote. To imenujemo **delovna členitev projekta** (angl. *WBS* oz. *work breakdown structure*) oziroma **tehnična struktura projekta**. Priporočljivo je, da takšna delitev ne gre nižje kot šest nivojev (Kerzner, 2001, str. 574). V tem delu se poiščejo tudi osnovne povezave med aktivnostmi ter njihove soodvisnosti ter se naredi osnovni mrežni diagram.

Slika 3: Proces načrtovanja



Vir: Bastič, *Odločanje, načrtovanje in nadzor projektov*, 2002, str. 39

Druga faza je **ocenjevanje trajanja aktivnosti in načrtovanje virov**. Pri tem je potrebno oceniti, koliko časa bo posamezna aktivnost trajala ter kakšni viri so potrebni za izvedbo aktivnosti. Osnovni vir podatkov so izkušnje iz predhodnih projektov in ocene strokovnjakov. Pri nekaterih vrstah projektov – na primer razvoj programske opreme – pa so na voljo tudi določena kvantitativna orodja. Seveda se je pri tem potrebno zavedati, da gre pri vsem tem le za oceno, ki jo bo potrebno tekom projekta nadzirati in ustrezno popravljati. Tretja faza je izdelava **osnovnega terminskega načrta**. Ko so enkrat znane vse aktivnosti, njihovo sosledje in odvisnosti ter njihovo trajanje, je možno narediti terminski načrt. Osnovni rezultat terminskega načrta je **kritična pot**. Kritična pot nam pove, v kolikšnem najkrajšem možnem času je možno projekt dokončati in katere aktivnosti so kritične. Hkrati tudi za vsako aktivnost zvemo, kdaj jo lahko najprej in kdaj najkasneje začnemo, da ne bo prišlo do zamud.

Usklajevanje (angl. *time-costs trade-offs*,) je četrti korak, kot ga definirajo Moder, Phillips in Davis. Potreben je, če prvotni izračuni kažejo na predolgo trajanje projekta. Z aktiviranjem dodatnih virov (ljudi, denarja...) je možno določene aktivnosti skrajšati in s tem tudi trajanje celotnega projekta, seveda pa gre vse to na račun povečanih stroškov. Peti korak je dodeljevanje virov k posamezni aktivnosti. V tem koraku gre za bolj natančno usklajevanje virov in terminskega plana, tako da pride do čim enakomernejše razporeditve virov skozi celoten potek projekta. Običajno gre pri tem za iterativen proces, kjer se ciklično usklajujeta koraka 3 in 4 ter po potrebi tudi 1 in 2. Zadnji korak, ki je pravzaprav izven pojmovanja planiranja kot takega, je **nadzor izvajanja projektnega plana**. Nadzor je seveda zelo pomemben. Zavedati se je potrebno, da projektne plan ni statična struktura, ampak ga je potrebno skupaj z izvajanjem projekta nenehno spremljati in po potrebi tudi dopolnjevati in popravljati.

Podoben proces, kot so ga definirali Moder, Phillips in Davis, je definirali tudi Badiru (Badiru, 1996, str. 110-111; Badiru, 1991, str. 145-146) s to razliko, da je proces razdelil v tri faze: v fazo planiranja, v fazo priprave terminskega plana in fazo nadzora.

2.3.4 Mrežni diagram

Mrežni diagram je eden od temeljev planiranja z CPM/PERT metodami. Mrežni diagram, ali mreža, je matematična struktura, imenovana graf (Bastič, 2002, str. 9). Za uporabo v pri planiranju projektov mora zadoščati nekaj preprostim pravilom: vsako vozlišče razen vhoda mora biti dosegljivo iz vhoda ter izhod je dosegljiv iz vsakega vozlišča razen iz izhoda. Iz te definicije izhaja, da mora imeti mreža en sam vhod in izhod. Mrežo lahko ponazorimo tako, da tabelarično podamo množico vozlišč, množico povezav in pripadajoče vrednosti povezav. Lahko narišemo tudi sliko mreže, ki jo imenujemo **mrežni diagram**. Zaporedje povezav, ki nas pripeljejo od začetnega vozlišča do končnega vozlišča, imenujemo **pot**. Vrednost poti v mreži je enaka vrednosti povezav, ki jo sestavljajo. Najdaljšo možno pot od vhoda do izhoda imenujemo **kritična pot**.

V praksi se danes uporablja več tehnik mrežnih diagramov, ki jih je možno klasificirati na več načinov (Voropajev, Ljubkin, Titarenko, & Golenko-Ginzburg, 2000, str. 364). Vse pa imajo skupno značilnost, da temeljijo na teoriji grafov in na eni izmed treh prvih metodah risanja mrežnih diagramov. V praksi se običajno pojavljalo tri različne grafične porazdelitve mrežnega diagrama:

- pušični diagram,
- dejavnostni diagram ter
- precedenčni diagrami.

Prva od omenjenih treh metod je tako imenovani **pušični mrežni diagram** (angl. *AOA* – *activity on arrow*), ki je bil razvit skupaj z metodo kritične poti (Moder et al., 1983, str. 37). Projektu priredimo pušični mrežni diagram tako, da dogodkom priredimo vozlišča, dejavnostim pa povezave (Bastič, 2002, str. 46). Pušični mrežni diagram je po svoji obliki najbližji grafom in ga je zato matematično tudi najlažje obravnavati. Težava pa je v tem, da ga je težje razumeti. Na diagramu običajno ni informacije, kdaj se bo določena dejavnost začela ali končala.

Dejavnostni diagram (angl. *activity on node*) odpravi del slabosti, ki jih ima dogodkovni diagram, predvsem kar se tiče razumevanja. Projektu priredimo mrežni diagram tako, da dejavnostim priredimo vozlišča, odvisnostim med njimi pa povezave.

Precedenčni diagrami (angl. *PDM* oz. *precedence diagram network*) so pravzaprav nadgradnja dejavnostnih diagramov. Osnovna predpostavka pri planiranju z metodo CPM/PERT je, da se dejavnost lahko začne šele, ko so vse predhodne dejavnosti končane. To pa predstavlja slabost modela. Včasih se namreč zgodi, da lahko določeno aktivnost začnemo, tudi ko predhodna aktivnost ni končana. Možno je tudi obratno: določeno aktivnost lahko začnemo šele, ko preteče določen čas od pretoka predhodne aktivnosti. Metoda precedenčnih diagramov torej omogoča, da lahko odvisne aktivnosti izvajamo deloma vzporedno in ne zgolj zaporedno, kot je bil to primer prej (Badiru, 1996, str. 142).

2.3.5 Časovni načrt izvajanja projekta (terminski plan)

Čeprav sta bili metodi PERT in CPM razviti neodvisno ena od druge, kakšnih bistvenih razlik pri izračunu kritične poti ni. Obstaja pa ena bistvena razlika med metodama, ki sem jo že omenil. Metoda kritične poti je popolnoma deterministična, medtem ko pri metodi preverjanja in kontrole programa omogoča vnos tveganj pri izračunu kritične poti. Zato se bom v nadaljevanju omejil le na časovno analizo z metodo PERT.

Zanima nas časovni načrt projekta. V časovnem načrtu opredelimo dvoje: potrebni čas za izvedbo projekta in njegov časovni potek (Bastič, 2002, str. 61). Podatke o trajanju projekta in časovnem poteku dobimo šele po opravljeni časovni analizi. Na tem mestu naj samo poudarim, da je časovna analiza enaka tako za CPM kot PERT metodologijo – razlika pa je med puščičnim in dejavnostnimi mrežnimi diagrami. S časovno analizo v dejavnostnem mrežnem diagramu dobimo poleg podatka o trajanju projekta še podatke o časovnem poteku izvajanja dejavnosti. To pomeni, da dobimo informacijo, kdaj se določena dejavnost sme in kdaj se mora začeti, ter kolikšne so časovne rezerve. **Časovna rezerva je razlika med trenutkom, ko lahko začnemo izvajati določeno aktivnost, in trenutkom, ko moramo to aktivnost začeti, da ne pride do zamud v projektu.** Vse te informacije lahko prikažemo tudi v mrežnem diagramu, vendar moramo pri tem pripomniti, da doslednosti pri zapisu ni. Praktično vsak avtor predlaga svoj način zapisa.

V primeru projektov izgradnje podatkovnega omrežja, ki jih obravnavam v magistrskem delu, je trajanje projekta najpomembnejši kriterij. Zato je zelo zanimiva informacija minimalno trajanje projekta oziroma izračun kritične poti. Kritično pot sem že definiral kot najdaljšo možno pot skozi graf. Lahko jo tudi drugače definiramo. Časovno rezervo za i -to dejavnost lahko zapišemo kot razliko med zadnjim možnim zaključkom aktivnosti (LF_i) in prvim možnim zaključkom aktivnosti (EF_i) oziroma razliko med zadnjim in prvim možnim začetkom aktivnosti (LS_i ter ES_i):

$$S_i = LF_i - EF_i = LS_i - ES_i \quad (1)$$

Kritično pot je definirana (Moder & Phillips, 1964, str. 621) kot pot skozi mrežo, pri kateri je vsota časovnih rezerv dejavnosti najmanjša. Drugače povedano: dejavnosti na kritični poti nimajo časovne rezerve ($S_i = 0$, za vse i na kritični poti).

Če želimo izračunati kritično pot, je ena ključnih informacij, ki jih moramo poznati, trajanje posameznih dejavnosti. Običajno nimamo vseh podatkov, s katerimi bi jih lahko zanesljivo ocenili. Nemalokrat so trajanja dejavnosti lahko odvisna od slučajnih vplivov. V tem primeru si s popolnoma determinističnimi metodami, kot je CPM, ne moremo dosti pomagati. Deloma si lahko pomagamo z metodo PERT. Metoda PERT spada pravzaprav med deterministične metode, vendar uporablja stohastičen pogled na trajanje nalog (Zemljarič, 1999, str. 54).

Metoda PERT izračuna pričakovano vrednost trajanja dejavnosti kot uteženo razmerje treh časovnih ocen trajanja aktivnosti: **optimistične (a)**, **pesimistične (b)** in **najverjetneje (m)** (Badiru, 1991, str. 167-171). Model tudi predpostavlja, da je mogoče verjetnostno

porazdelitev opisati z verjetnostno porazdelitvijo beta. Predpostavka je tudi, da je štirikrat bolj verjetno, da se bo dejavnost končala ob najverjetnejšem času m kot ob optimističnem ali pesimističnem času.

Verjetnostna porazdelitev beta je bila izbrana kot smiseln približek, zato lahko s spreminjanjem parametrov zavzame več različnih oblik. V splošnem je na intervalu $[a, b]$ gostota verjetnosti podana kot (Zwillinger, 1996, str. 585):

$$f(x) = \frac{\Gamma(p+q)}{\Gamma(p) \cdot \Gamma(q)} \cdot \frac{(x-a)^{p-1} (b-x)^{q-1}}{(b-a)^{p+q-1}} \quad \text{za } a \leq x \leq b \text{ in } p, q > 0 \quad (2),$$

kjer je $\Gamma(q)$ gama funkcija, p in q pa parametra porazdelitve, ki določata njeno obliko.

Povprečna vrednost porazdelitve je:

$$\bar{x} = a + b \frac{p}{p+q} \quad (3)$$

Disperzija oziroma varianca σ^2 pa je :

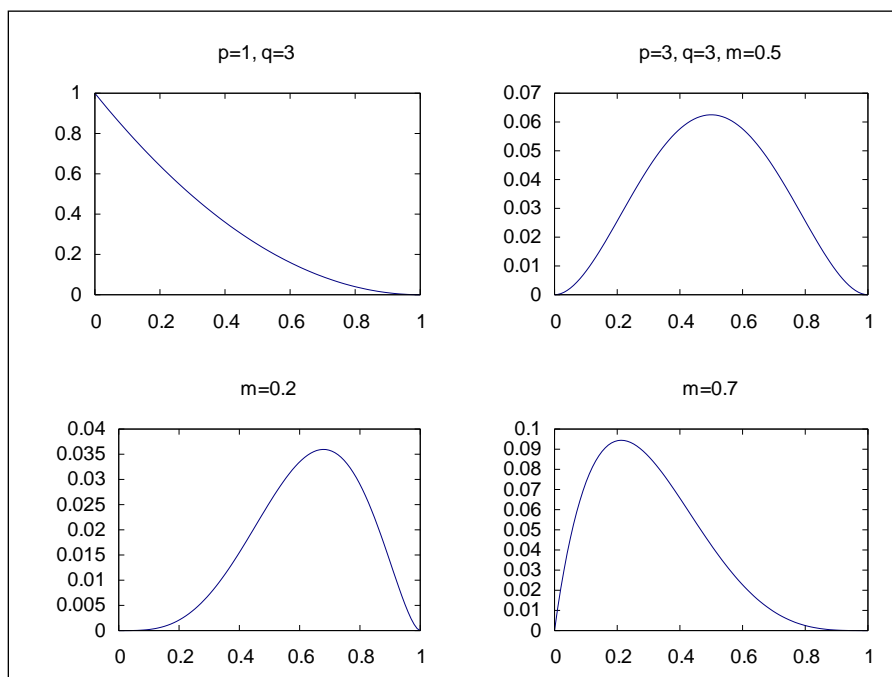
$$\sigma^2 = \frac{(b-a)^2 p \cdot q}{(p+q+1) \cdot (p+q)^2} \quad (4).$$

Pri tem velja poudariti, da povprečna vrednost praviloma ni enaka najverjetnejši vrednosti m . Slednja je podana kot:

$$m = a + (b-a) \frac{p-1}{p+q+2} \quad (4)$$

Le če sta parametra porazdelitve beta p in q enaka, potem je tudi povprečna vrednost enaka najverjetnejši vrednost.

Slika 4 : Primeri oblik porazdelitve beta



V praksi običajno uporabljamo le parametre a , b in m . Vseeno pa je koristno vedeti, kaj je pravzaprav verjetnostna porazdelitev beta in kako izgleda. Kot sem že omenil, **je a optimistični čas**, v katerem bi lahko opravili dejavnost, **m je pričakovani čas** in **b je pesimističen čas**. V luči verjetnostne porazdelitve beta nam a in b lahko predstavljata interval, na katerem je definirana, m pa njeno najverjetnejšo vrednost (Badiru, 1991, str. 172; Moder & Phillips, 1964, str. 240). Na žalost pa definicije niso povsem konsistentne. Tako Moder, Phillips in Davis (1984, str. 281) podajo optimistično vrednost kot tisto vrednost, pri kateri obstaja 5% verjetnost, da bo dejavnost zaključena prej. Jasno je, da tako definirana vrednost ne more biti identična spodnji meji območja, na katerem je definirana verjetnostna porazdelitev beta. Enako velja tudi za pesimistično vrednost.

Zavedati se je treba, da gre pri vsem tem le za model in da običajno nimamo neskončno meritev, s katerimi bi lahko statistično določili a in b . Nobene večje škode ni, če a in b kar enačimo z mejami območja, na katerem je definirana porazdelitev beta. V praksi te parametre tako ali tako ocenimo.

Če poznamo torej a , b in m , potem povprečno vrednost porazdelitve dobimo iz:

$$\bar{x} = \frac{a + 4m + b}{6}, \quad (5)$$

dispersijo pa :

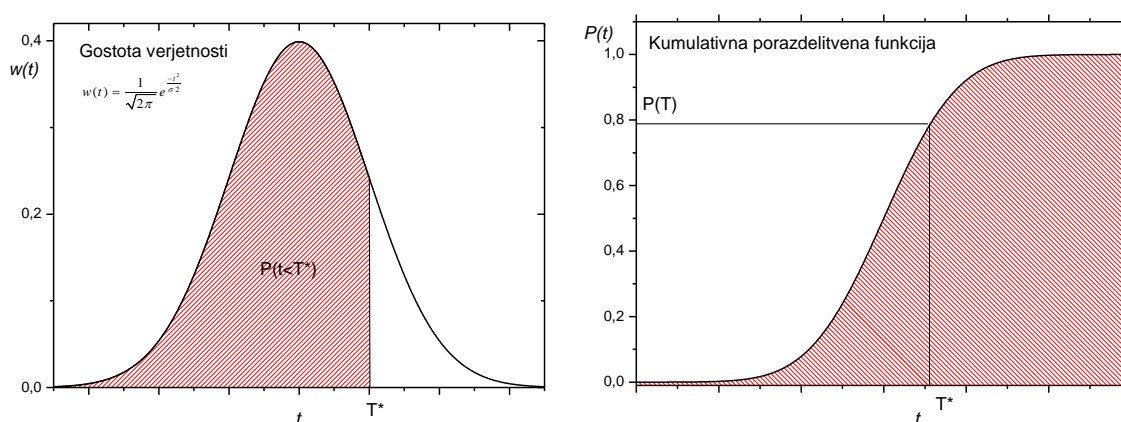
$$\sigma^2 = \left(\frac{b - a}{6} \right)^2. \quad (6)$$

Te enačbe so precej preprostejše. Omenil sem že, da je oblika krivulje porazdelitve beta odvisna od njenih parametrov p in q , zato je včasih koristno poznati, kako sta ta dva parametra povezana z a , b in m .

$$p = \bar{x}' \left(\frac{\bar{x}'(1-\bar{x}')}{\sigma'^2} - 1 \right) \quad \text{ter} \quad q = (1-\bar{x}') \left(\frac{\bar{x}'(1-\bar{x}')}{\sigma'^2} - 1 \right) \quad (6)$$

Kjer sta \bar{x}' in σ'^2 poprečni vrednosti na intervalu $[0,1]$. V splošnem velja transformacija: $\bar{x}' = (\bar{t} - a)/(b - a)$ ter $\sigma'^2 = \sigma^2/(b - a)$, kjer sta \bar{t} in σ^2 povprečna vrednost in disperzija iz zgornjih enačb (enačbi (5) in (6)).

Slika 5: Gostota verjetnosti (levo) in kumulativna porazdelitev verjetnosti Gaussove porazdelitve



Pri ravnanju projektov je eden od ključnih podatkov, koliko časa bo trajal projekt. Če so trajanja dejavnosti odvisna od naključnih vplivov, potem se je smiselno vprašati, kakšna je verjetnost, da bo projekt končan pred določenim rokom. S pomočjo časovne analize projekta dobimo trajanje celotnega projekta ter identificiramo aktivnosti na kritični poti. Celotno trajanje projekta je vsota povprečnih trajanj vseh aktivnosti na kritični poti:

$$T = \sum_{\text{kritična pot}} \bar{t}_i \quad (7)$$

Ker so trajanja aktivnosti naključne vrednosti, je tudi njihova vsota naključna vrednost. Če želimo odgovoriti na vprašanje, kakšna je verjetnost, da bo projekt končan v določenem času, moramo poznati porazdelitve gostote verjetnosti spremenljivke T . Pri tem pa se lahko opremo na **centralni limitni izrek verjetnostnega računa** (Kuščer & Kodre, 1994, str. 301; Moder & Phillips, 1964, str. 202) ki pravi, da se vsota porazdelitev gostote verjetnosti N -tih stohastično neodvisnih spremenljivk v limiti velikih N -jev vse bolj prilega Gaussovi porazdelitvi. Povprečna vrednost takšne gostote je vsota povprečnih vrednosti naključnih spremenljivk (enačba (7)). Disperzija pa vsota disperzij:

$$\sigma_T^2 = \sum_{\text{kritična pot}} \sigma_i^2 \quad (8)$$

Gostota verjetnostne porazdelitve je torej Gaussova oziroma normalna porazdelitev s povprečno vrednostjo T in disperzijo σ_T^2 . Od tod ni težko ugotoviti, kakšna je verjetnost, da bo projekt končan v določenem času. Verjetnost, da bo projekt končan v času T^* je enaka ploščini pod to krivuljo od časa 0 pa do T^* .

Glavni koraki pri PERT analizi so sledeči (Badiru, 1991, str. 134): najprej je potrebno za vsako aktivnost določiti najverjetnejše trajanje ter pesimistično in optimistično oceno. Nato s pomočjo enačb (7) in (8) izračunamo pričakovano trajanje aktivnosti ter disperzijo. S časovno analizo določimo kritično pot v mrežnem diagramu. Pričakovano trajanje projekta (T) dobimo tako, da seštejemo trajanje vseh aktivnosti na kritični poti. Na enak način dobimo tudi disperzijo. Smiselno je vpeljati brezdimenzijsko spremenljivko $z = (t - T)/\sigma_T$. V literaturi, ki se ukvarja s statistiko, je mnogokrat kumulativna porazdelitev verjetnosti za Gaussovo porazdelitev podana tabelarično. S pomočjo brezdimenzijske spremenljivke z lahko potem verjetnost $P(t \leq T^*)$ dobimo kar iz tabel (Hines & Montgomery, 1990, str. 172).

2.3.6 Slabosti modela PERT

Zavedati se moramo, da je metodologija PERT samo model, ki je nedvomno lahko koristen in uporaben, čudežev pa od njega ne kaže pričakovati. Osnovna prednost modela PERT – in tudi ostalih tehnik mrežnega planiranja – je nedvomno analitičen in sistemski pristop k planiranju in kontroliranju projekta (Kerzner, 2001, str. 674; Moder, Phillips, 1965, str. 5). Poleg tega metode kritične poti predstavljajo standardizirano metodo k planiranju projektov, dokumentiranju projektnega plana, terminskega plana, stroškov in podobno. Ponujajo nazoren praktičen prikaz projektne aktivnosti in njihovih medsebojnih odvisnosti. Hkrati omogočajo tudi optimiziranje projekta z vidika trajanja in porabljenih sredstev in virov. Omogočajo raznovrstne »kaj-če« analize: kakšen je vpliv najzgodnejših ali najkasnejših začetkov dejavnosti, katera je kritična pot in katere aktivnosti so blizu kritične poti, kako optimalno uravnesiti vire in čas trajanja projekta. Še enkrat pa velja poudariti tudi pomen nadzora projekta, saj takšen projektne plan predstavlja temeljni kamen, s pomočjo katerega ravnatelj projekta in ostali nadzorujejo potek projekta in ga ustrezno popravljajo.

Slabosti modela se implicitno skrivajo v njegovih predpostavkah (Badiru, 1991, str. 168-169). Eden od osnovnih vhodnih podatkov so tri časovne ocene trajanja določene dejavnosti: optimistična, najverjetnejša in pesimistična. **V praksi je včasih težko dobiti eno zanesljivo oceno, s tremi pa je to še težje.** Ta kritika je povezana predvsem z naravo nalog in nepoznavanjem le-teh. Seveda so ocene trajanja dejavnosti nekonsistentne – nekateri lahko precej konservativno ocenijo trajanje dejavnosti, medtem ko so drugi pri tem precej liberalni. Pripomniti je potrebno tudi, da so enačbe (5) in (6) le približek k dejanski povprečni vrednosti in standardni deviaciji porazdelitve beta (enačbi (4) in (3)).

Druga slabost, ki jo kritiki poudarjajo, je sama porazdelitev beta. Izbrana je bila zato, ker lahko s spreminjanjem parametrov q in p enostavno spreminjamo njeno krivuljo.

Vendar v praksi praktično ni primera, kjer bi bila verjetnostna gostota neke aktivnosti porazdeljena s porazdelitvijo beta. V kolikor gre za popolnoma naključen proces, je bolj smiselno privzeti Gaussovo porazdelitev; pri tem se lahko zanesemo na centralni limitni teorem. Lahko se zadeva tudi poenostavi, na primer s trikotno verjetnostno porazdelitvijo. V tem primeru se zavedamo, da takšna porazdelitev ne predstavlja dejanske porazdelitve verjetnosti trajanja neke aktivnosti, ampak v zameno dobimo lažjo in bolj transparentno obravnavo.

Tudi centralni limitni teorem, na katerem temelji stohastična analiza modela PERT, je ena od slabosti modela. Strogo matematično gledano, lahko centralni limitni teorem in enačbe, povezane z njim, uporabimo le v primeru statistično neodvisnih spremenljivk. To pomeni, da bi morale biti vse aktivnosti na kritični poti neodvisne ena od druge. To pa v praksi največkrat ni res, saj dokončanje ene aktivnosti pogosto vpliva tudi na drugo.

Ena od težav, ki se lahko pojavi pri klasični PERT metodi, **je tudi obvladovanje kritične poti.** S pomočjo mrežne analize dobimo aktivnosti, ki so na kritični poti. Pri nadzoru projekta se mora ravnatelj predvsem usmeriti na te aktivnosti, kar nedvomno poenostavi delo. Zaradi same stohastične narave aktivnosti pa se kaj lahko zgodi, da se kritična pot spremeni (Shtub, 1997, str. 15). Med samim izvajanjem projekta lahko nekatere aktivnosti izven kritične poti projekta trajajo nekoliko dlje, pri čemer pa sploh ni nujno, da zamujajo. Zaradi tega lahko ta pot postane kritična. Če je ravnatelj projekta ne spozna dovolj hitro, je precej možnosti, da bo projekt imel zamudo.

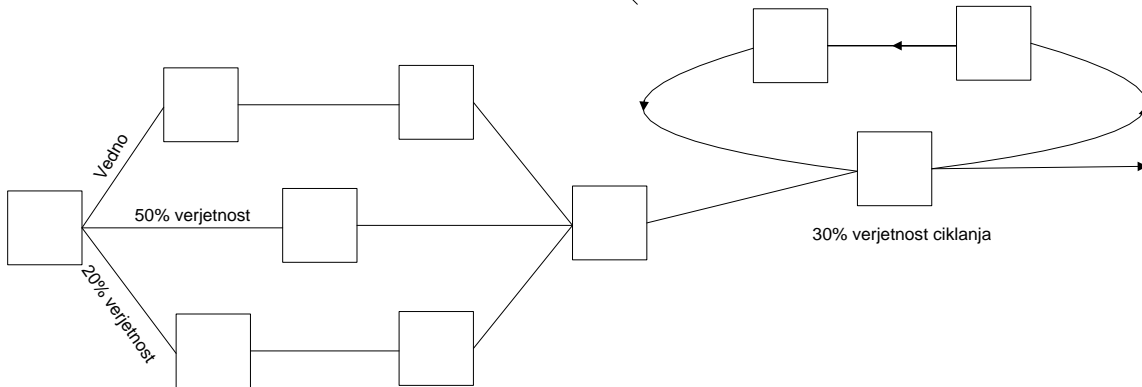
2.3.7 Ostale tehnike

Poleg zgoraj naštetih omejitev modela PERT so tu še nekatere, katerim bi pravzaprav težko rekli omejitve ali slabosti. Model PERT in tudi ostale tehnike mrežnega planiranja pravzaprav niti niso bile razvite za reševanje takšnih problemov. Predvsem gre tu za planiranje, kjer je prisotna precejšna mera nedoločenosti. Nekatere naloge imajo zaradi svoje narave široko območje možnih dolžin trajanja (Dawson & Dawson, 1998, str. 300). Tako je lahko instalacija najetega voda opravljena relativno hitro, lahko pa se tudi zavleče, v kolikor je potreben gradbeni poseg. Nekatere naloge morda sploh niso potrebne, odvisno pač od izida predhodnih nalog. Druge naloge lahko zahtevajo ponovitve, pri čemer je število ponovitev nepredvidljivo.

Takšnim nalogam je kos **posplošeni mrežni diagram**, v katerega lahko vključimo vejanje, ciklanje in verjetnost različnih rezultatov posameznih aktivnosti (Kerzner, 2001, str. 679; PMBOK, 2000, str. 75). Dostikrat je v zvezi s posplošenimi mrežnimi diagrami omenjena tudi **metoda GERT** (angl. *Graphical Evaluation Review Technique*), ki je ena od najbolj uporabljenih metod posplošenih mrežnih diagramov. Zato bom v nadaljevanju uporabljal ta dva pojma kot sinonima. Metoda GERT se je začela razvijati v šestdesetih letih prejšnjega stoletja, vendar je bila dolgo časa zapostavljena (Zemljarič, 1999, str. 30). To pa predvsem zato, ker je izredno zahtevna za analizo in v tistem času še ni bilo ustrezne računalniške podpore, da bi doživela širši razmah. Že sama analiza s standardnim mrežnim

planiranjem ni enostavna, dodajanje členitev z verjetnostjo v mrežni diagram pa samo oteži analizo. Čeprav z metodo GERT lahko precej bolje opišemo in analiziramo dogajanje v prihodnosti, pa je precej težavna za uporabo kot kontrolno orodje.

Slika 6: Primer posplošenega mrežnega diagrama



Vir: Dawson in Dawson, *Practical Proposals for Managing Uncertainty and Risk in Project Planning*, 1998, str. 310

Drugi pristop predstavljajo simulacije, s pomočjo katerih lahko analiziramo dolžino trajanja projekta ob različnih vhodnih predpostavkah (PMBOOK, 2000, str. 70). V praksi najbolj uporabljena je **simulacija z metodo Monte Carlo**, kjer priredimo različnim aktivnostim različne gostote verjetnosti. Simulacija z metodo Monte Carlo je nadvse uporabna za tako imenovano »kaj-če« analizo. Zelo enostavno je na primer ugotoviti, kaj se zgodi, če bo prišlo do zamude v eni od ključnih aktivnosti. Takšna analiza je lahko ključnega pomena pri študiju izvedljivosti terminskega plana pri različnih pogojih in predstavlja zelo uporabno orodje pri obvladovanju tveganja.

V primerjavi s PERT modelom simulacije prinašajo še eno pomembno prednost. S pomočjo simulacije lahko zelo enostavno določimo tako imenovani **indeks kritičnosti** za vsako dejavnost v projektu (Moder et al., 1983, str. 306). Omenil sem že, da s pomočjo klasičnih metod mrežnega planiranja, kot sta PERT ali CPM, dobimo le eno kritično pot, kar pa zna biti nerodno pri nadzoru projekta. S pomočjo simulacij z metodo Monte Carlo lahko za vsako aktivnost določimo verjetnost, da bo postala kritična. Če naredimo na primer 100 simulacij in je bila neka aktivnost pri tem 84 kritična, je njen indeks kritičnosti in s tem tudi verjetnost, da bo aktivnost kritična enak 0.84. Ta podatek je lahko precej v pomoč ravnatelju pri nadzoru projekta.

Na tem mestu velja pripomniti še eno stvar. Planiranje s pomočjo posplošenega mrežnega diagrama in simulacije se med seboj ne izključujejo. Prav nasprotno: analiza s pomočjo posplošenega mrežnega diagrama je izredno zahtevna in praktično neizvedljiva z analitičnimi metodami. Zato je smiselno uporabiti numerične metode na mreži posplošenega mrežnega diagrama. Seveda lahko simulacijo kombiniramo tudi s klasičnim PERT modelom, vendar več o tem v nadaljevanju magistrskega dela.

3 TVEGANJA V PROJEKTIH IN RAVNANJE Z NJIMI

3.1 Opredelitev tveganj

Po svoji definiciji so projekti enkratne dejavnosti. Cilj projekta je nekaj, kar še ni bilo narejeno, enkratna dejavnost, katero ni še nihče izvedel in se tudi v prihodnosti ne bo ponovila. Cilj projekta je največkrat znan in dobro definiran. Poti do cilja pa ne poznamo. Razmišljanje o prihodnosti, razmišljanje vnaprej prinese s seboj vrsto dejavnikov ali vplivov, katerih ne poznamo ali imamo o njih nepopolne informacije. Prihodnost prinaša negotovost in negotovost prinaša tveganje, da cilj projekta ne bo dosežen znotraj zastavljenih okvirov.

Ena od **osnovnih nalog ravnatelja projektov je odločanje**, ki je prisotno praktično v vseh fazah ravnanja projekta. Odločanje lahko v najpreprostejši obliki opredelimo kot izbiro med različnimi možnostmi (Rudi Rozman et al., 1993, str. 25). Odločanje je pravzaprav vsakdanji proces, saj vsi izbiramo med to ali ono varianto, ne da bi se tega pravzaprav zavedali. Pri enkratnih dejavnostih, kot so projekti, pa ima odločanje svoje značilnosti. Večina odločitev namreč temelji na omejenem znanju, pomanjkljivih izkušnjah in nepopolnih ali manjkajočih informacijah. Zato obstaja verjetnost, da bomo med različnimi možnostmi izbrali tisto, ki ne bo ravno najbolj ugodna. Manj kot imamo informacij na voljo, večja je verjetnost izbire napačne alternative. **Pri projektih torej z odločanjem v negotovosti tvegamo.** Tvegamo, da zaradi napačne odločitve cilj projekta ne bo dosežen. Ravnatelj projekta se mora zavedati, da tveganje obstaja in narediti vse, kar je v njegovi moči, da zmanjša tveganje in posledice, ki jih tveganje prinaša.

Osnovni proces zmanjševanja tveganja je sistematično razmišljanje o prihodnosti. V kontekstu ravnanja projektov je to sistematično razmišljanje o prihodnosti zajeto v procesu planiranja projektov, o katerem sem govoril v prejšnjem poglavju. **Z natančnim planiranjem kdaj, kdo, s kakšnimi sredstvi mora izvesti določeno dejavnost, zmanjšamo negotovost in s tem povezano tveganje.** Vendar to ni vse. Projektni plan, kot eden izmed rezultatov planiranja, predstavlja tudi ustrezno osnovo za nadzor projekta. Z ustreznim vodenjem (uveljavljanjem) projekta ravnatelj sledi projektному planu. S primerjavo dejanskega in planiranega stanja lahko zazna morebitna odstopanja in ustrezno ukrepa. Hkrati s spremljanjem razvoja projekta ravnatelj projektov pridobiva informacije in znanja, ki jih na začetku planiranja ni imel. S pomočjo tega lahko uspešno popravlja in spreminja predpostavke, odločitve in nenazadnje tudi projektni plan.

Ko govorimo o tveganju, povezanim z ravnanjem projektov, takoj naletimo na težavo. V naslovu magistrske naloge je pojem **obvladovanje tveganja**. Angleški izraz za obvladovanje tveganja je »*risk management*«. Glede na to, da v magistrski nalogi uporabljam izraz ravnanje s projekti kot prevod angleškega izraza »*project management*«, bi bil mogoče povsem ustrezen in smiseln izraz **ravnanje s tveganjem**. Do podobnih ugotovitev je prišla tudi Šušteršič (2000, str. 39) v svojem delu, kjer pravi, da je načeloma sicer možno ločiti med obema izrazoma, vendar ju v svojem delu uporablja kot sopomenki. Temu se bom pridružil tudi sam. Izraza obvladovanje tveganja in ravnanje s tveganjem

bom razumel kot prevod angleške besedne zveze »*risk management*« in ju bom v nadaljevanju magistrskega dela uporabljal kot sopomenki.

Pri ravnanju projektov je tveganje povezano z doseganjem ciljev projekta znotraj zastavljenih okvirov. V tem kontekstu je tudi razumeti **obvladovanje tveganja pri ravnanju projektov: kot skupek aktivnosti, katerih namen je zagotoviti doseganje ciljev projekta.**

Metodologija ameriškega projektne instituta definira **obvladovanje tveganja** kot **sistematičen proces identificiranja in analize tveganj ter priprave ustreznih ukrepov** (PMBOK, 2000, str. 127). Sistematičen proces vključuje formalno planiranje in opredeljevanja načina obvladovanja tveganj, analiza tveganj vključuje ocenjevanje verjetnosti tveganja in vpliva na projekt. Definirati je potrebno tudi način obvladovanja izbranih tveganj in način nadzora tveganj (Kerzner, 2001, str. 904). Obvladovanja tveganja si ne smemo predstavljati kot aktivnost enega samega oddelka, temveč kot en vidik zanesljivega ravnanja projektov znotraj organizacije (Kerzner, 2001, str. 907).

Tveganje je sestavljeno iz dveh elementov: verjetnosti, da se bo nek dogodek zgodil, in posledic, ki jih bo dogodek prinesel (Kerzner, 2001, str. 905). Merilo verjetnosti gre od 0 do 1. Pri verjetnosti 0 se dogodek ne bo zgodil, pri verjetnosti 1 se bo. Merilo posledic je različno, odvisno od tega, kaj nas zanima. V kolikor bo nek dogodek prinesel zakasnitve projekta, potem je enota posledice na primer število dni na dogodek.

V literaturi lahko zasledimo tudi druge definicije, ki so vsebinsko podobne Kerznerjevi definiciji. Ameriška metodologija projektne ravnanja definira tveganje kot negotov dogodek ali stanje, ki ima lahko pozitivne ali negativne vplive na cilje projekta (PMBOK, 2000, str. 127). Do podobnega zaključka pride tudi Wideman (1992, str. I-3), ki pravi, da je projektno tveganje skupni učinek verjetnosti vseh negotovih dogodkov, ki imajo škodljiv vpliv na cilje projekta. Matematično bi lahko te definicije povzeli (Smith & Merrit, 2002, str. 33):

$$L_e = (P_e \cdot P_i) \cdot L_t, \quad (9)$$

kjer predstavlja produkt $(P_e \cdot P_i)$ verjetnost, da so bo dogodek zgodil, L_t pa izgubo, ki bi ob tem nastala. Smith in Merrit v svojem modelu privzameta, da je verjetnost dogodka sestavljena iz dveh delov: iz verjetnosti, da bodo izpolnjeni pogoji, pri katerih bo lahko prišlo do dogodka (P_e) in verjetnosti, da bo do dogodka dejansko prišlo (P_i).

Tveganje v projektu je povezano s cilji projekta in vezmi, ki omejujejo. Cilj projekta je narediti določeno stvar v nekem časovnem roku, z omejenimi sredstvi in določene kakovosti. Zaradi negotovosti tvegamo, da bodo stroški višji, roki zamujeni ali da bo kakovost neustrezna. Vendar ima tveganje lahko tudi pozitivne učinke. Zaradi spleta okoliščin bo lahko na primer projekt končan prej, kot je bilo planirano. Tveganje ima lahko pozitivne ali negativne posledice na cilje projekta. V kolikor so pričakovane posledice negativne, imenujemo to **grožnja**. Tveganja, v katerih se pričakuje pozitivne posledice, se

imenujejo **priložnosti**. Ravnanje s tveganjem mora biti takšno, da lahko ravnatelj projekta izkoristi kar največ priložnosti ter zmanjša grožnje.

3.2 Opredelitev ravnanja s tveganji v projektih

Metodologija ameriškega projektnega inštituta opredeli ravnanje s tveganji v projektih kot **sistematičen proces identificiranja in analize tveganj ter priprave ustreznih ukrepov** (PMBOK, 2000, str. 127). V tej suhoparni definiciji je dejansko skrito bistvo obvladovanja tveganja v projektih. V nadaljevanju magistrskega dela bom podrobneje predstavil, kakšen je sistematičen proces, kako identificiramo, kako analiziramo in kako obvladujemo samo tveganje.

Odgovore na vsa ta vprašanja najdemo v različnih metodologijah obvladovanja tveganja. Metodologije predvsem prinesejo sistematičen pristop k ravnanju tveganja. Čeprav obstaja več vrst metodologij, pa so si med seboj vsebinsko podobne, saj navsezadnje skušajo reševati iste probleme.

Obvladovanje tveganja v okviru metodologije ameriškega projektnega inštituta je sestavljeno iz šestih glavnih procesov (PMBOK, 2000, str. 127-146):

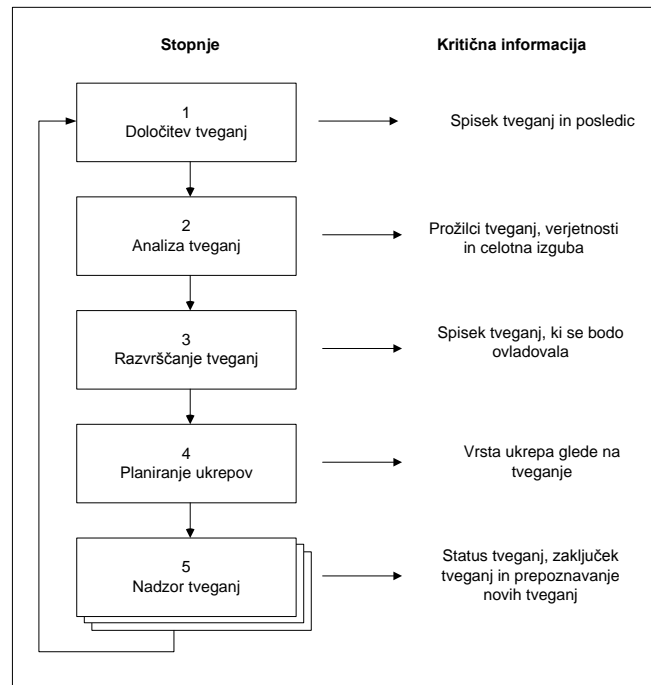
- **načrt obvladovanja tveganja** je namenjen temu, kako pravzaprav pristopiti k obvladovanju tveganja,
- **določitev tveganj** je proces, s pomočjo katerega določimo morebitna tveganja in dokumentiramo njihove značilnosti,
- **kvalitativna analiza tveganj** je proces ovrednotenja in razvrstitve tveganj z ozirom na morebitne posledice,
- **kvantitativna analiza tveganj** je po svojem namenu precej podobna kvalitativni analizi, vendar predvsem z uporabo numeričnih in statističnih metod,
- **planiranje ukrepov** je proces razvoja procedur in tehnik, ki vzpodbujajo priložnosti in zmanjšujejo grožnje ciljem projekta,
- **nadzor tveganj** je proces sistematičnega spremljanja tveganj tekom uveljavljanja in izvajanja projekta.

Proces obvladovanja tveganja, kot ga ponuja metodologija ameriškega projektnega inštituta, pa ni edini. Smith in Merrit (2002, str. 29) v svojem delu podrobneje predstavita petstopenjski proces za obvladovanje tveganja (slika 7). Prvi od korakov, ki ga predlagata, je **določitev** oziroma **identifikacija tveganj**. V tem začetnem koraku je potrebno identificirati morebitna tveganja in njihove posledice na projekt. Identifikacija tveganj se mora izvajati vzporedno s procesom definiranja projekta, s planiranjem in pripravo terminskega plana. V tej fazi je potrebno zajeti vse predpostavke in jih kritično ovrednotiti. Rezultat te faze je spisek tveganj in njihovih posledic na rezultate projekta.

Naslednja faza je **analiza tveganj**. Osnovni namen te faze je ugotoviti, kateri so dejavniki, ki privedejo do tveganja, kakšna je verjetnost, da bo do tveganja prišlo in kakšne bodo morebitne posledice. Ko so enkrat tveganja znana, jih je potrebno kritično ovrednotiti in razvrstiti. To je naloga naslednje faze, imenovane **razvrščanje tveganja**. Cilj te faze je

spisek tveganj, katera se bodo kasneje obvladovala. Osnovni kriterij odločanja je nedvomno pričakovana izguba, ki bi nastala. Lahko pa se uporabi tudi druge kriterije, kot so na primer nujnost tveganja, katastrofična narava tveganja ali stroški, povezani z odpravo tveganja. Pomembno pri tem je, da spisek tveganj ni predolg in da je še obvladljiv.

Slika 7: Pet stopenjski proces obvladovanja tveganj



Vir : Smith in Merrit, *Proactive risk management : controlling uncertainty in product development*, 2002, str. 30

Četrta faza je **faza planiranja ukrepov**. Namen te faze je, da razvijemo načrt, kako bomo obvladovali izbrana tveganja. Plan mora vsebovati: kakšen je cilj, kdo je odgovoren in do kdaj je potrebno cilj izpolniti ter tudi kakšni viri so potrebni. V praksi je to relativno težko obvladljiva faza, saj večkrat ni jasno, kdaj je cilj dosežen. V načrtu mora biti tudi specificirano, kako in s kakšnimi orodji merimo napredek. Običajno se uporabljajo štirje pristopi: izogib tveganja, prenos tveganja, izbira alternativnih rešitev in ublažitev tveganja.

Zadnja faza, kot jo definirata Smith in Merrit, je **nadzor tveganj**. Osnova za nadzor je seveda načrt obvladovanja tveganja, razvit v prejšnjih štirih fazah. Pri nadzoru tveganja se dejansko stanje primerja s planiranim. Nadzor nad tveganji se, za razliko od ostalih procesov, izvaja med uveljavljanjem projekta. Potrebno je spremljati uspešnost uveljavljanja projekta ter obvladovanja tveganja. Običajno se med uveljavljanjem projekta pojavijo nova tveganja, zato je potrebno za ta tveganja zopet iti skozi proces analize, razvrščanja ter planiranja. **Vseh pet stopenj predstavlja torej nek ciklični proces** (slika 7), ki traja skozi celoten življenjski cikel projekta.

Nekoliko drugačen proces sta predstavila Champan in Ward. Njun proces temelji na metodologiji Združenja projektnih managerjev oziroma metodologiji PRAM (*Project risk analysis and management guide*). Podobno kot ostali avtorji tudi Champan in Ward poudarjata, da je proces obvladovanja tveganja potrebno vpeljati v najzgodnejši fazi

življenjskega cikla projekta. Tveganje je posledica nedoločenosti in nejasnosti znotraj okolja projekta. Po njunem je ključnega pomena, da se odkrije temeljne nedoločenosti, povezane s projektom. V zvezi s tem ponujata tako imenovani »6 K« model (*six Ws*), s pomočjo katerega pridemo do temeljnih nedoločenosti v projektu in z njimi povezanega tveganja (Chapman & Ward, 2003, str. 104). Šest K model predstavlja šest vprašanj, ki se nanašajo na šest področij v projektu :

- Kdo je konec koncev vpleten v projekt?
- Kaj želijo vpleteni doseči?
- Kaj je to, kar si vpleteni želijo doseči?
- Kako bo to narejeno?
- Kakšni viri bodo potrebni?
- Kdaj mora biti narejeno?

Razumevanje nedoločenosti, povezane z vsakim izmed teh vprašanj in posledic medsebojnega vpliva, je ključnega pomena za obvladovanje tveganja.

Na kratko bom omenil še metodologijo oziroma proces obvladovanja tveganj v projektih, ki ga predlaga Royer (2002, str. 9), pa ne zato, ker bi predlagal kaj bistveno novega ali drugačnega, temveč zato ker proces ravnanja s projekti lepo prekrije s procesom obvladovanja tveganja. Hkrati se pri tem nasloni na proces ravnanja projektov, kot ga definira ameriški inštitut za projektni management.

Royer definira pet procesov v obvladovanju tveganja, ki sovpadajo s petimi procesi ravnanja projektov. Ti procesi so (Paul S. Royer, 2002, str. 2):

- začetna faza oziroma začetek ravnanja s tveganjem,
- planiranje ravnanja s tveganjem,
- obvladovanje tveganja (angl. *continuing risk management*),
- revizija tveganja v projektu,
- zaključek obvladovanja tveganja.

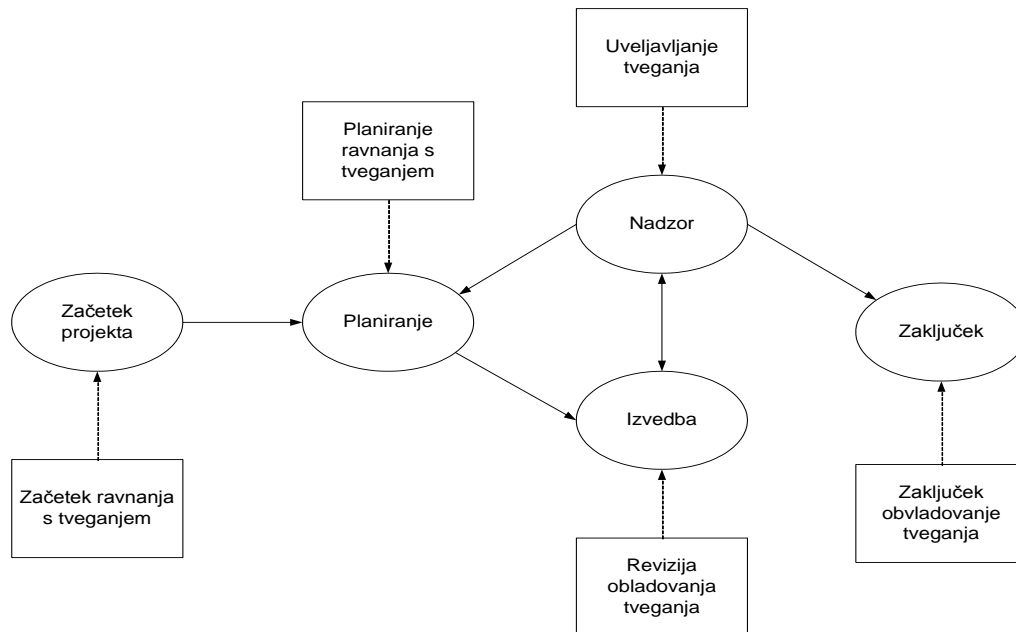
Povezanost s temeljnimi procesi ravnanja s projekti je prikazana na spodnji sliki.

Začetno fazo Royer imenuje tudi faza ocenjevanja priložnosti. Glede na to, da ta faza sovpada za fazo začetka oziroma iniciacijo projekta, gre pravzaprav za odločitev da ali ne. Na osnovi analiz, kot so študija izvedljivosti ali finančna analiza, se sprejme odločitev, ali se v projekt gre ali ne.

V kolikor se bo projekt začel izvajati, sledi faza **planiranja obvladovanja tveganja**. Po Royerju je to proces, v katerem se najprej identificira tveganja, nato pa se začne z razvojem strategij za ublažitev tveganja in razvojem rezervnih planov. V proces razmišljanja je vključen tako ravnatelj projekta, projektni tim, kot tudi razni strokovnjaki izven projekta. Rezultat planiranja obvladovanja tveganja je razvrstitev projektnega tveganja po pomembnosti ter izdelan temeljit plan obvladovanja tveganja.

V življenjskem ciklu projekta fazi planiranja sledita fazi uveljavljanja projekta in nadzora projekta. S fazo nadzora projekta Royer povezuje proces **obvladovanja tveganja** (angl. *continuiig risk*). Gre za spremljanje tveganja, ugotovljenega v fazi planiranja. V kolikor do tveganja pride, se sproži ustrezen ukrep. To je lahko strategija za ublažitev tveganja ali rezervni plan. Hkrati je potrebno spremljati tudi predpostavke, na osnovi katerih so bila identificirana tveganja ter hkrati tudi identificirati nova tveganja. Le-ta se lahko pojavijo bodisi zaradi sproženih ukrepov ali pa zaradi napačnih predpostavk niso bila identificirana v fazi planiranja.

Slika 8: Faze v procesu obvladovanju tveganja po Royerju



Vir : Royer, *Project Risk Management: A Proactive Approach*, 2002, str. 3

Sočasno z uveljavljenem projekta poteka proces **revizije obvladovanja tveganja**. Royer to imenuje »*program risk audit*«. Z besedo program Royer poudari, da je to pravzaprav širši proces, ki se nanaša na obvladovanje tveganja več skupnih med seboj povezanih projektov. Obvladovanje tega s stališča organizacije zahteva določen nivo administracije.

V **zaključni fazi procesa obvladovanja tveganja** je najpomembnejša stvar prenos in shranjevanja pridobljenih izkušenj in znanja. Royer jo pravzaprav imenuje »*risk transfer management*«. V tej fazi je potrebno ustrezno dokumentirati vse, kar se je dogajalo tokom projekta. Prav tako je potrebno kritično oceniti uspešnost ravnanja s tveganjem: kaj je bilo dobro, kaj bi se dalo še izboljšati ... Vse te pridobljene izkušnje in znanja je potrebno ustrezno shraniti ter jih uporabiti kot enega izmed vhodnih podatkov na naslednjih projektih.

Predstavljal sem nekaj metodologij oziroma procesov za obvladovanje tveganja v projektih. V Evropi se največkrat uporablja PRAM metodologija, kot sta jo predstavila Champman in Ward. Ameriška metodologija, temelječa na PMBOK, je predvsem prisotna v severni

Ameriki, uporablja pa se tudi v Evropi, saj so pri njenem nastanku sodelovali tudi strokovnjaki iz Španije in Velike Britanije (del Caño & de la Cruz, 2002, str. 473).

Vse metodologije imajo stične točke: ugotovi se, katera so tveganja, ovrednoti se njihovo velikost, planira se ukrepe ter izvaja mehanizme nadzora tveganja tekom uveljavljanja projekta. Imajo pa tudi svoje posebnosti. Royer postavi proces ravnanja s tveganjem že v začetno fazo projekta. Hkrati kot posebno fazo vključuje tudi prenos znanja ob zaključku projekta. Metodologija, kot sta jo predstavila Chapman in Ward, ima za razliko od ostalih precej bolj razdelane faze. Ima namreč kar devet faz. V primerjavi z ostalimi je napisana precej splošno, manj je praktičnih nasvetov, več je sistematičnih napotkov kako pristopiti k obvladovanju tveganja.

Obvladovanje tveganja v okviru ameriškega projektne inštituta v primerjavi z ostalimi metodologijami izhaja bolj iz prakse. Metodološko lahko očitamo določene nedoslednosti, predvsem kar se sistematičnega pristopa tiče. Edina izmed metodologij kot prvo fazo uvršča načrt obvladovanja tveganja. Po drugi strani loči proces določitve tveganj ter proces analize tveganj. Pri slednjem tudi jasno razmeji proces na kvalitativno ter kvantitativno analizo. Nekateri avtorji, na primer Smith in Merrit, kvantitativne analize niti ne omenijo.

Ravno zaradi praktičnega pristopa se bom v nadaljevanju magistrskega dela osredotočil na obvladovanje tveganja v okviru metodologije ameriškega projektne inštituta. Na projektih, kjer delam, se uporablja metodologija, ki temelji na ameriškem standardu, zato je smiselno to nadaljevati tudi pri procesih obvladovanja tveganja. Obvladovanje tveganja v okviru metodologije ameriškega projektne inštituta daje določene smernice in nakazuje možne rešitve. Zato bo služilo kot osnova, kateri bom dodajal ugotovitve ostalih avtorjev, ter tudi lastne ugotovitve, s čimer bom skušal izboljšati nedoslednosti, ki so v sami metodologiji.

4 OBVLADOVANJE TVEGANJA PO METODOLOGIJI AMERIŠKEGA PROJEKTNEGA INŠTITUTA

Obvladovanje tveganja v okviru ameriške metodologije ravnanja projektov opisuje poglavje 11 v PMBoK-u (2000, str. 127-146). Sestavljeno je iz šestih glavnih procesov, ki sem jih omenil že v prejšnjem poglavju:

- načrt obvladovanja tveganja,
- določitev tveganj,
- kvalitativna analiza tveganj,
- kvantitativna analiza tveganj,
- planiranje ukrepov,
- nadzor tveganj.

4.1 Načrt obvladovanja tveganja

Osnovni namen procesa je določiti pristop, kako se bo tveganje obvladovalo. Razviti je potrebno neko splošno, konsistentno strategijo obvladovanja tveganja, ki se bo izvajala

med samim procesom obvladovanja tveganja in tudi med samim izvajanjem projekta. Pri tem pa se je potrebno prilagoditi značilnostim danega projekta. Eden ključnih elementov v tej fazi je listina projekta (angl. *project charter*). To je dokument, ki formalno avtorizira projekt (PMBOK, 2000, str. 54). V njem so specificirani cilji in namen projekta, običajno pa je določen tudi ravnatelj projekta skupaj s pristojnostmi in odgovornostmi, ki jih ima. Drugi ključni element, ki opisuje značilnost projekta, pa je tehnična členitev projekta.

Poleg značilnosti projekta samega je potrebno pri **planiranju tveganja upoštevati tudi okolje, v katerem projekt nastaja**. Potrebno je poznati in upoštevati politiko obvladovanja tveganja znotraj organizacije. V kolikor obstajajo določene metode ali tehnike pri obvladovanju tveganja, jih je potrebno ustrezno vključiti v sam proces. Nenazadnje so pomembni tudi deležniki projekta (angl. *stakeholders*), kot so naročniki, vodstvo, skrbniki projekta in podobno.

Kakšnih posebnih metod pri planiranju obvladovanja tveganja ni. Načrt obvladovanja tveganja se pripravi na sestankih, v diskusiji med vsemi zainteresiranimi strankami projekta. Kdo natančno je prisoten na sestankih, je stvar projekta samega. Vsekakor brez ravnatelja projekta in nekaterih ključnih članov projektnega tima ne gre. Poleg njih so lahko prisotni tudi zunanji strokovnjaki, naročniki, skrbnik projekta in drugi. Skozi več diskusij in ob upoštevanju zgoraj naštetih faktorjev je končni rezultat strategija obvladovanja tveganja, ki je zajeta v planu obvladovanja tveganja.

Načrt obvladovanja tveganja je dokument, ki pove, kakšni pristopi k obvladovanju tveganja se bodo v projektu uporabljali, **specificira metodologijo in ključne elemente obvladovanja tveganja**, določi, na kakšen način se bodo tveganja identificirala, kako se bo pristopalo h kvalitativni in kvantitativni analizi, kakšen pristop in katera orodja se bodo pri tem uporabljala. Pojasni tudi, kako se bodo planirali ukrepi ter kakšen bo nadzor nad tveganjem v fazi izvajanja projekta. Poleg same metodologije se lahko dotakne tudi ostalih stvari, povezanih z obvladovanjem tveganja v projektih. Pojasni lahko, kakšne so vloge in odgovornosti vsakega posameznika v projektne timu pri procesu obvladovanja tveganja. V njem je lahko specificiran tudi, morebitni proračun, potreben za obvladovanje tveganja. Običajno se definira tudi kako se bo izvajal proces obvladovanja tveganja glede na življenjski cikel projekta. Eno od možnih interpretacij je v svojem delu predstavil Royer (Paul S. Royer, 2002) in sem jo predstavil v prejšnjem razdelku.

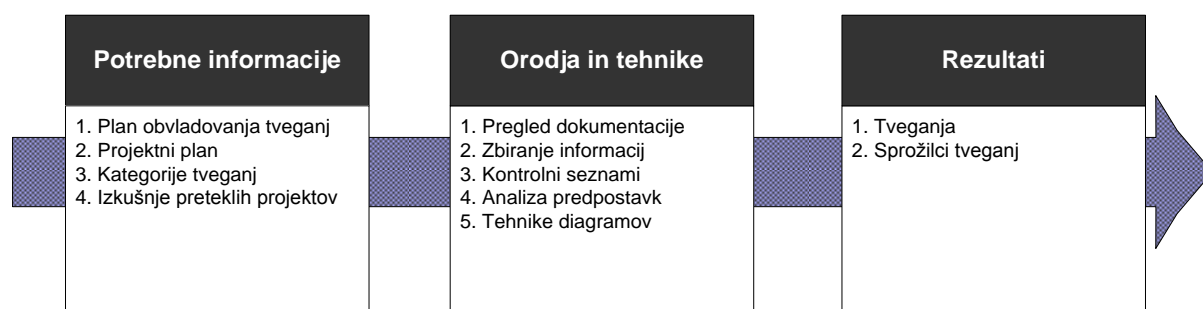
Metodologija v okviru PMI načrtovanja obvladovanja tveganja definira kot samostojen proces. Predvsem skuša poudariti, da je potrebno imeti izdelan način, kako se v združbi lotiti obvladovanja tveganja. **Običajno imajo organizacije že izdelan nek sistematičen pristop k obvladovanju tveganj**, zato se v praksi običajno vzame obstoječe dokumente in predloge, tako da planiranje obvladovanja tveganja ni dolgotrajen proces. Zaradi tega ostale metodologije tudi ne poudarjajo načrtovanja obvladovanja tveganj kot samostojni proces.

4.2 Določitev tveganj

Kot že ime samo pove, je **namen tega procesa prepoznati tveganja, ki vplivajo na projekt**. Vendar ni namen zgolj identificirati tveganja, temveč je potrebno **določiti tudi njihove značilnosti, kot so vrsta tveganja, kaj ga sproži in podobno**. Proces je precej obsežnejši, kot je bil prejšnji, tako po količini potrebnega dela kot po številu vpletenih ljudi. Poleg ravnatelja projekta in njegovega projektne tima sodelujejo tu še naročniki, stranke, strokovnjaki s področja obvladovanja tveganja, končni uporabniki, zunanji strokovnjaki ter ostale zainteresirane stranke projekta. **Identifikacija tveganja je interaktiven proces**. V prvem krogu je lahko v proces vključen samo projektne tim, nato se lahko v drugem krogu vključijo še ostali strokovnjaki s področja obvladovanja tveganja in tako naprej.

Proces obvladovanja tveganja v okviru PMI-ja sistematično razdeli vsakega izmed šestih podprocesov na tri dele: katere so potrebne informacije, kakšne orodja in tehnike se uporabljajo in kateri so rezultati. Za proces identifikacije tveganj je to prikazano na spodnji sliki (slika 9).

Slika 9: Proces določitev tveganj



Vir: A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), 2000, str.131

4.2.1 Potrebne informacije

Poleg načrta obvladovanja tveganj je v tej fazi potrebno imeti tudi **dokončan projektni plan**. Kot eden izmed ključnih vhodnih podatkov pri identifikaciji tveganja so tudi **izkušnje in znanja preteklih projektov**. Najprej je potrebno pregledati vso razpoložljivo dokumentacijo znotraj organizacije (Kerzner, 2001, str. 916). Uporabni so plani obvladovanja tveganj prejšnjih projektov in projektni plani predvsem pa dokumentacija o zaključkih preteklih projektov (angl. *lessons learned files*). Drugi vir podatkov so javno dostopne informacije. To so lahko različne študije, primerjalne analize, baze podatkov, skratka vse, kar se tiče področja delovanja projekta.

Tretja stvar, ki jo PMBoK predpisuje kot potrebno informacijo, so **kategorije tveganja**. V splošnem je pri identifikaciji zelo pomemben sistematičen pristop. PMBoK v svoji metodologiji ne predpisuje, kako in na kakšen način naj se tveganja klasificirajo. To je odvisno od vrste projekta in od različnih dejavnikov, ki vplivajo nanj. V literaturi je možno najti več klasifikacij. V nadaljevanju jih bom nekaj predstavil.

Murch se v svojem delu ukvarja predvsem z ravnanjem projektov v informacijski tehnologiji. Pri klasifikaciji tveganja navede pet področij, kjer se lahko tveganje pojavi (Murch, 2001, str. 163-165):

- zunanja tveganja,
- tveganja, povezana s sredstvi,
- tveganja, povezana s terminskim planom,
- tehnološka tveganja,
- operativna tveganja.

Zunanja tveganja so praviloma tista tveganja, ki so izven nadzora ravnatelja projekta in organizacije. Večino teh tveganj je zelo težko nadzorovati, vendar se lahko že s samo identifikacijo precej pripomore k uspešnemu obvladovanju. Primeri tveganj so:

- razvoj tržišča: hitre spremembe na tržišču lahko spremenijo namen in s tem smisel projekta,
- regulativne in zakonodajne spremembe,
- poslovne združitve in prevzemi,
- spremembe v branži: novi standardi, nove tehnologije ...,
- naravne katastrofe, sabotaze, napadi na informacijske sisteme,
- izpad komunikacijskih in informacijskih sistemov.

V drugo kategorijo uvrsti **tveganja, povezana s proračunom**. Le-ta so neposredno ali posredno pod nadzorom ravnatelja projekta. Do prekoračitve proračuna lahko pride zaradi več razlogov. Tako lahko pride do neustreznega planiranja sredstev, spremembe vsebine in sestave projekta in podobno.

Deloma povezana s proračunskimi tveganji so tudi **tveganja, povezana s terminskim planom**. Sem se prištevajo vsa tveganja, zaradi katerih se lahko čas izvajanja projekta podaljša. V prvi vrsti so lahko ta tveganja posledica napačnih in netočnih ocen in predpostavk v procesu planiranja. Tveganja v fazi izvajanja projekta so lahko povezana s samimi zaposlenimi na projektu. Le-ti lahko porabijo preveč časa pri določenih dejavnostih zaradi reševanja raznih tehničnih ali operativnih težav. Tudi učinkovitost zaposlenih je lahko manjša od pričakovane. Nenazadnje se lahko zgodi, da se del virov preusmeri na druge projekte.

V četrto kategorijo tveganj je Murch uvrstil **tehnološka tveganja**. Zaradi posledice tehnoloških tveganj končni produkt projekta ne dosega pričakovane funkcionalnosti oziroma učinka. V splošnem bi lahko temu rekli tveganja, povezana s kvaliteto. Na področju informacijske tehnologije pa so to predvsem (Murch, 2001, str 165):

- težave z nezrelo in nepreizkušeno tehnologijo,
- uporaba napačnih orodij,
- zahteve po spremembah brez ustreznega procesa obvladovanja sprememb,
- nerazumevanje namena in kompleksnosti produkta,

- težave z integracijo,
- težave s programsko in strojno opremo, slabi odzivni časi, napake pri delovanju.

Zadnja kategorija so **operativna tveganja**, za katera je značilno neuspešno uvajanje velikih sprememb. Zaradi takšnih tveganj lahko projekt izgubi svoj namen. Tipični vzroki so:

- neustrezno reševanje prioritet in konfliktov,
- nezmožnost podeliti avtoriteto ključnim ljudem,
- neustrezen proces komunikacij oziroma pomanjkanje komunikacijskega plana.

Do operativnih tveganj so nedvomno bolj dovzetne velike korporacije in geografsko razpršeni projekti. Prav nič ni nenavadno, da se znotraj istega podjetja uporabljajo različne metodologije in različni procesi. Pri obvladovanju takšnega projekta mora ravnatelj takšna tveganja identificirati in jih ustrezno obravnavati.

V literaturi lahko zasledimo podobne klasifikacije tveganja, kot ga je podal Murch (Kerzner, 2001, str. 918; PMBOK, str. 132; Royer, 2002, str. 32). Kerzner tako na primer kot samostojno kategorijo **poda tveganje v povezavi z ravnanjem projekta**. Zaradi slabega ravnanja projekta obstaja verjetnost, da projekt ne bo uspešen. Posebej tudi obravnava tveganja, povezana s spremembo vsebine in sestave projekta.

Nedvomno je zelo uporabno, da se kategorije tveganja vnaprej klasificirajo. Kakšen pristop in katere kategorije bodo uporabljene, pa je odvisno od same organizacije in vrste projekta. Za nekatere organizacije so lahko določene kategorije tveganja pomembnejše od drugih, tako da se lahko nekje uporabljajo takšne, drugje spet drugačne kategorije.

4.2.2 Orodja in tehnike

Pri identifikaciji tveganja se lahko uporabljajo različna orodja in tehnike. Metodologija ameriškega inštituta tako definira pet pristopov pri identifikaciji tveganja (slika 9):

- pregled dokumentacije,
- zbiranje informacij,
- kontrolni sezname,
- analiza predpostavk,
- tehnike diagramov.

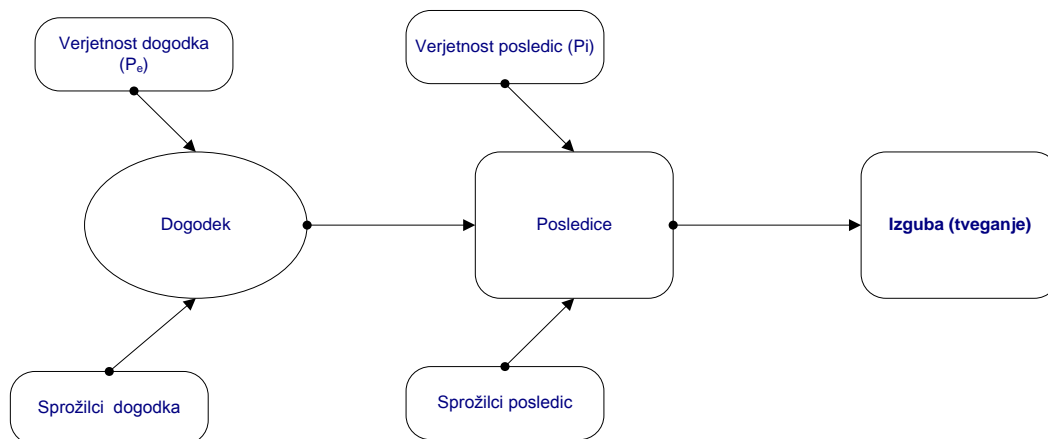
Za spremembo od PMBOK-a bom začel pri **tehnikih diagramov**. Že na začetku poglavja sem omenil, da je tveganje sestavljeno iz dveh delov: iz verjetnosti, da se bo dogodek zgodil, in posledice, ki bi jih dogodek prinesel. **Osnovni namen procesa ugotavljanja tveganja je ugotoviti tveganja ter njihove sprožilce, to je pogoje, pri katerih lahko tveganje nastane.** Zato je pomembno, da lahko na jasn, razumljiv in nedvoumen način razloži, kaj je to tveganje.

Ena pomembnih tehnik so **modeli tveganja (influenčni diagrami)**. Na področju obvladovanja tveganja je to izredno pomembno, kajti zelo važno je, da imajo vsi udeleženi enako predstavo in pojmovanje, kaj je to tveganje.

Sam model prinaša dve pomembni lastnosti (Smith & Merritt, 2002, str. 17). Prvič: s pomočjo modela tveganja lahko kvantitativno ocenimo samo velikost tveganja. Na ta način lahko tveganja ustrezno razvrstimo in jim določimo prioriteto pri obvladovanju. Drugič pa lahko s pomočjo modelov tveganja določimo, kaj so ključni vzroki, zaradi katerih tveganja nastane. Tako lahko uspešneje formulirano načrte, kako se izogniti tveganju. Vendar se je pri tem potrebno zavedati, da imajo modeli svoje slabosti. Ne glede na to, kako kompleksni so, predstavljajo le parcialno sliko realnosti. Model mora biti dovolj preprost in enostaven, da lahko da uporabne informacije. Malce hudomušno bi lahko rekli, da so vsi modeli napačni, vendar so nekateri lahko tudi uporabni.

Smith in Merrit (2002, str. 19-27) v svojem delu predstavita štiri različne modele tveganja, izmed katerih bom podrobneje predstavil le dva. **Standardni model** tveganja je prikazan na spodnji sliki.

Slika 10: Standardni model tveganja



Vir : Smith & Merrit, *Proactive risk management : controlling uncertainty in product development*, 2002, str. 19

Standardni model tveganja je sestavljen iz več komponent: samega dogodka ter verjetnosti in sprožilcev dogodka ter posledice, verjetnosti za nastanek posledic ter sprožilcev posledic.

Dogodek (angl. *risk event*) je nekaj, kar lahko povzroči škodo¹. **Sprožilci dogodka** so tisti dejavniki v okolju, zaradi katerih se dogodek lahko zgodi. To je skupek vseh dejavnosti, zaradi katerih lahko dogodek nastane. Seveda obstaja določena verjetnost, ali se bo dogodek zgodil ali ne. Verjetnost je podana na intervalu od 0 do 1. Verjetnost 0 pomeni, da se dogodek ne bo zgodil, medtem ko verjetnost ena pove, da se bo dogodek zagotovo zgodil.

¹ Pri tem imam v mislih samo negativna tveganja. Vse povedano velja tudi za pozitivna tveganja.

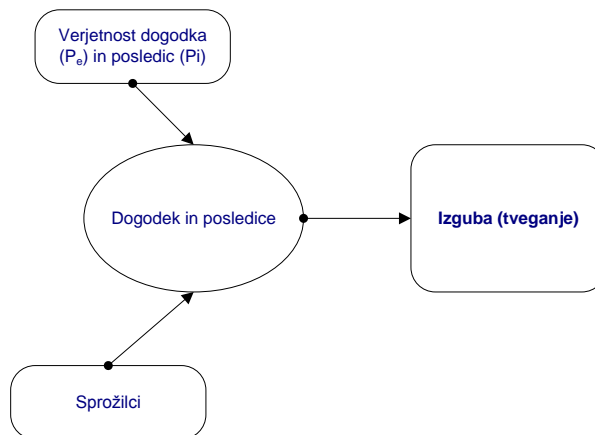
Posledice so potencialne izgube, ki jih bo dogodek imel. Pri obvladovanju tveganja so to lahko morebitne izgube v času ali denarju. Podobno kot prej so tudi tu sprožilci posledic (angl. *impact drivers*) skupek vseh tistih elementov v okolju, zaradi katerih lahko pride do posledic. V splošnem obstaja tudi določena verjetnost, ali bo do posledic zares prišlo ali ne. To pove, kakšno je tveganja oziroma kakšne so morebitne izgube.

Smith in Merrit v svojem delu podata še tri dodatne modele. **Preprosti model** je poenostavljen model standardnega modela (slika 11). Dogodek in posledice tveganja sta združena v enotno formo. Tudi verjetnosti in sprožilci se podajajo glede na to formo. Prednost takšnega modela je prav v enostavnosti razumevanja. Vendar avtorja poudarjata, da se lahko zaradi poenostavljenega pristopa izgubi globlje razumevanje same narave tveganja in s tem proaktivni pristop k obvladovanju le-tega. Model je prikazan na sliki 11. Smith in Merrit podrobneje predstavita še kaskadni model tveganja.

Kaskadni model tveganja je lahko po svojem namenu precej podoben diagramom Ishikawa oziroma diagramom ribje kosti. **Diagrami Ishikawa** so pravzaprav prišli iz drugega področja ravnanja projektov – iz procesa obvladovanja kvalitete (Ireland, 1991, str V-13). Podobno kot v procesu obvladovanja kvalitete se tudi tu išče, kaj so vzroki in kaj so njihove posledice. Model je zelo uporaben, vendar lahko pri praktični uporabi kaj hitro postane prezapleten za uporabo. Zato avtorja svetujeta, da se ga uporabi kot retrospektivno orodje, s pomočjo katerega se kasneje analizirajo tveganja, ki so nastopila v projektu.

Med ostalimi orodji in tehnikami, ki jih omenja PMBoK, je tudi **pregled dokumentacije**. Pravzaprav gre pri tem za strukturiran in kritičen pregled obstoječe dokumentacije. Ravnatelj projekta in ostali člani morajo kritično ovrednotiti projektni načrt, terminski plan, vsebino in sestavo projekta. Posebno pozornost je potrebno nameniti vsem predpostavkam, ki so bile uporabljene pri pripravi teh dokumentov. Mogoče je v tej fazi zelo uporaben pristop tako imenovani »6 K model« (Chapman & Ward, 2003, str. 104), ki sem ga že omenil.

Slika 11: Preprosti model tveganja



Vir: Smith in Merrit, *Proactive risk management: controlling uncertainty in product development 2002*, str.

Naslednje izmed orodij, ki ga omenja PMBoK, je popolnoma samo po sebi razumljivo in naravno in bi ga praktično vsakdo uporabil. To je **zbiranje informacij**. Samo po sebi je razumljivo, da v kolikor razmišljamo o prihodnosti, si želimo kar največ informacij, ki nam bodo v pomoč. V literaturi so omenjene predvsem naslednje tehnike (Kerzner, 2001, str. 916-917; Paul S. Royer, 2002, str. 31; Verzuh, 2003, str. 180):

- tehnika skupinskega razmišljanja (angl. *brainstorming*),
- tehnika Delfi,
- intervjuji.

Tehnika skupinskega razmišljanja je verjetneje največkrat uporabljena metoda. Skupina sodelujočih na projektu pod vodstvom moderatorja (angl. *facilitator*) skuša ugotoviti, kolikor je mogoče potencialnih tveganj. Osnovni cilj je izdelati izčrpen in obsežen spisek tveganj, ki bodo kasneje uporabljena v kvantitativni in kvalitativni analizi. Sam sestanek ima običajno dve fazi. V prvi fazi udeleženci sestanka, kot skupina, generirajo kar se da velik spisek potencialnih tveganj. Pri tem je predvsem pomembna kreativnost skupinskega razmišljanja. V drugi fazi udeleženci zberejo sorodna tveganja skupaj ter skušajo oceniti verjetnost dogodka in morebitne posledice. Pomembna vloga moderatorja je tudi ta, da udeleženci ne rešujejo tveganj, temveč so osredotočeni zgolj na identifikacijo.

Tehnika Delfi je do neke mere podobna tehniki skupinskega razmišljanja. Razlika je v tem, da se udeleženci ne zberejo na sestanku, temveč da vsakdo anonimno pove svoje predloge. Le-ti se nato razdelijo med udeležence in nato vsakdo poda pripombe na začetne predloge. Celoten proces se lahko nekajkrat iterativno ponovi. Tudi pri tehniki Delfi lahko sodeluje moderator. Celoten proces je nedvomno počasnejši v primerjavi s tehniko skupinskega razmišljanja. Prednost pa je v tem, da tu ni nevarnosti preglasovanja ali kakšnega drugega konflikta v skupini.

Zadnja metoda zbiranja informacij so **intervjuji**. Tu gre predvsem za pogovore z izkušenimi ravnatelji projektov ali ostalimi strokovnjaki. Seznanjeni se jih z namenom projekta in s projektno dokumentacijo. Na osnovi teh informacij pa nato podajo svoje mnenje, izkušnje in potencialna tveganja.

Uporabno orodje za določitev tveganj so tudi **kontrolni seznam**i. Kontrolni seznam i se pripravijo na znanju in izkušnjah preteklih projektov. Odlična osnova so tudi splošni kontrolni seznam i, katere lahko najdemo v literaturi (Paul S. Royer, 2002, str. 18-21; Smith & Merritt, 2002, str. 54; Šušteršič, 2003, str. 54-56). Običajno se kontrolni seznam i med različnimi dejavnostmi zelo razlikujejo. Pogosto mora vsaka organizacija narediti svoj kontrolni seznam, ki je prirejen danim okoliščinam in projektu. Določitev tveganj s pomočjo kontrolnih seznamov je izredno enostavna in hitra. To je njihova osnovna prednost. Prav zaradi enostavne uporabe kontrolnih seznamov se lahko zgodi, da se bodo na njihov račun zanemarila ostala orodja in tehnike identifikacije tveganja. Obstaja nevarnost, da se bodo tveganja, ki jih ni na seznamu, preprosto pozabila (Chapman & Ward, 1997, str. 122-123). Kontrolni seznam i so nedvomno koristen in uporaben pripomoček, vendar se je potrebno zavedati, da obstajajo tudi druga orodja.

Zadnje izmed orodij, ki ga omenja PMBoK, je **analiza predpostavk**. Celoten plan projekta temelji na določenih predpostavkah. Te predpostavke predstavljajo določeno potencialno tveganje. V kolikor se ne bodo uresničile, v kolikor prihodnost ne bo takšna, kot smo planirali, bo to prineslo določene posledice. Zato je potrebno te predpostavke najprej identificirati ter nato še preveriti njihovo utemeljenost oziroma veljavo. Vse neutemeljene predpostavke je potrebno obravnavati kot tveganje.

4.2.3 Rezultat

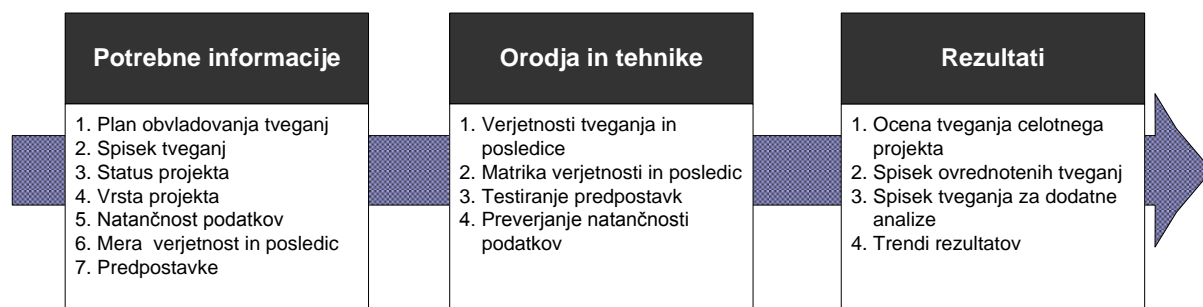
Končni izdelek procesa identifikacije tveganja je izredno preprost: **spisek vseh tveganj v projektu skupaj z njihovimi sprožilci**. Proces določitev tveganj ima lahko vpliv tudi na druga področja. V kolikor je delovna členitev projekta premalo natančna, da bi dovoljevala določitev tveganja, jo je pač potrebno poprej popraviti. To je primer enega od možnih vplivov identifikacije tveganja na ostale procese.

4.3 Kvalitativna analiza tveganja

Kvalitativna analiza tveganja je proces ocenjevanja posledic in verjetnosti ugotovljenih tveganj. Rezultati kvalitativne analize služijo kot vhodni podatek procesa planiranja tveganj. S pomočjo teh rezultatov bo kasneje sprejeta odločitev, kakšni ukrepi se bodo sprejeli za določeno tveganje. Poleg samega ocenjevanja posledic in verjetnosti tveganja je pri kvalitativni analizi potrebno oceniti tudi zanesljivost danih informacij. Ne glede na to, kako uspešne metode in orodja se uporabljajo, če so vhodni podatki pomanjkljivi, so tudi rezultati slabi.

Samo po sebi je razumljivo, **da se kvalitativna analiza tveganja opravi v fazi planiranja projekta**. Vendar jo je priporočljivo opraviti tudi kasneje v toku življenjskega cikla projekta. Trendi rezultatov namreč lepo pokažejo smernice pri ukrepih obvladovanja posameznega tveganja. Proces kvalitativne analize lahko kasneje vodi v proces kvantitativne analize ali pa kar neposredno v proces planiranja ukrepov. Na spodnji sliki je prikazan proces kvalitativne analize tveganja, kot ga podaja metodologija ameriškega projektnega inštituta.

Slika 12: Kvalitativna analiza tveganja



Vir: A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), 2000, str. 134

4.3.1 Potrebne informacije

Podobno kot v prejšnjih fazah procesa obvladovanja tveganja, je potrebno tudi za začetek kvalitativne analize pripraviti določene informacije. Osnova je nedvomno **načrt obvladovanja tveganj**. V njem je namreč določena metodologija obvladovanja tveganja in s tem tudi sam pristop k procesu kvalitativne analize. **Drugi ključni podatek je spisek tveganj**. Le-ta je rezultat procesa ugotavljanja tveganj. Poleg spiska vseh tveganj skupaj z njihovimi sprožilci se je smiselno vprašati tudi o verodostojnosti in natančnosti podatkov. Do kakšne mere poznamo specifično tveganje? Kakšna je zanesljivost podatkov, na osnovi katerih se je pripravila lista tveganj? Vse te informacije nam v kasnejši fazi pripomorejo k boljši objektivni oceni tveganja.

Obstaja velika razlika v kolikor gre za tipski projekt oziroma projekt, podoben prejšnjim projektom, ali popolnoma nov projekt. Informacije pri podobnih projektih so nedvomno bolj zanesljive. Vendar pri tem ne gre samo za informacije, temveč tudi za celovit pristop k obvladovanju tveganja. V literaturi lahko zasledimo več različnih pristopov k delitvi projektov (del Caño & de la Cruz, 2002; Hillson, 1997, str. 36-44). Del Caño in de la Cruz razdelita projekte glede na zrelost organizacije, kompleksnost projekta in relativno velikost projekta (tabela 1). Glede na te tri parametre projekte razdelita na več različnih skupin. Za vsako od teh različnih skupin je značilen svojevrsten proces obvladovanja tveganja. Tako je na primer za projekte, za katere je značilna nizka kompleksnost, nizka zrelost organizacije in relativno majhna velikost projekta v primerjavi s kapitalizacijo organizacije (m1 in m2), značilna uporaba le nekaterih orodij obvladovanja tveganja, sam proces je do neke mere okrnjen in prirejen. K tabeli se bom vrnil še kasneje.

Pomembna stvar pri kvantitativni analizi **so tudi mere, s katerimi opisujemo tveganja**. V praksi se nemalokrat zgodi, da se **tveganje, verjetnosti in posledice opisujejo opisno**. Govorimo o veliki verjetnosti, majhnih posledicah, visokem tveganju in podobno. Pri tem pa se pojavita dve težavi. Za opisne pojme, kot so majhen, velik in podobno je potrebno vedno povedati, v primerjavi s čim so majhni ali veliki.

Tabela 1: Klasifikacija projektov glede na kompleksnost, relativno velikost projekta in zrelost organizacije.

		Relativna velikost			
			majhna	srednja	velika
zrelost	visoka	visoka kompleksnost	M3	M4	M5
		srednja kompleksnost	M2	M3	M4
		nizka kompleksnost	M1	M2	M3
nizka	visoka	visoka kompleksnost	m3	m4	m5
		srednja kompleksnost	m2	m3	m4
		nizka kompleksnost	m1	m2	m3

Vir: del Caño in de la Cruz, *Integrated Methodology for Project Risk Management*, 2002, str. 479

Druga težava, ki nastane, je **povezana z objektivnostjo ocenjevanja**. Oceno verjetnosti tveganja se pogostokrat opiše kar z besedami. Različni ljudje različno pojmujejo pojme, kot so »zelo verjetno« ali »skoraj nikoli«. Lep primer za to je podal Kerzner v svoji knjigi (2001, str. 923). Več različnih ocen tveganja je primerjal z oceno kvalitativne verjetnosti.

Rezultati, ki jih je zbral v tabeli, so zelo zanimivi. Tako so na primer anketiranci izjavo, da se bo nekaj verjetno zgodilo, ovrednotili z verjetnosti v razponu nekako od 50% pa do 85%. Po drugi strani pa se tudi izjavo »zelo verjetno« deloma prekriva s prejšnjo izjavo.

Zato je pri opisnem ocenjevanju verjetnosti in posledic tveganja potrebna precejšnja previdnost. Sama objektivnost ocen lahko precej zamegli situacijo. Zato je ena izmed **ključnih informacij, potrebnih za kvantitativno analizo, definicija mer, ki se bodo uporabljale pri analizi.** Povedano drugače: če hočemo nekaj izmeriti, moramo imeti za to mersko enoto.

Najprej je potrebno ovrednotiti mere za verjetnost. Po mojem mnenju se je najbolj smiselno držati kar numeričnih vrednosti. Verjetnost nič pomeni, da se dogodek ne bo zgodil in verjetnost 1 predstavlja gotovost. V kolikor to predstavlja praktične probleme, se lahko tudi definira tudi splošna skala verjetnosti; na primer (0.1, 0.3, 0.5, 0.7 in 0.9); in se jo ustrezno poveže z opisnimi verjetnostmi. **Kot drugo je potrebno določiti mero za posledice, ki jih tveganje prinaša.** Pri tem se je potrebno ozreti na dva vidika: **kateri izmed ciljev projekta je ogrožen in kakšna je absolutna velikost posledic.** Cilj projekta je narediti nek produkt ali storitev v določenem časovnem roku, z določeno kvaliteto in z omejenimi viri. Zaradi določenega tveganja bo lahko terminski plan ogrožen. Druge vrste tveganja bodo ogrožale proračun projekta. Posledice prvega tveganja merimo v časovnih enotah, posledice drugega pa v finančnih sredstvih. Težava se pojavi, če želimo primerjati ti dve tveganji.

Tabela 2: Ocena posledic glede na cilje projekta

Cilj projekta	Ocena posledic tveganja na glavne cilje projekta				
	Zelo majhen 0.05	Majhen 0.1	Zmeren 0.2	Velik 0.4	Zelo velik 0.8
Stroški	Neznatna porast stroškov	Porast stroškov manjša od 5%	Porast stroškov med 5% in 10%	10%-20% porast stroškov	več kot 20% porast stroškov
Terminski načrt	Nepomembna zakasnitev	Zakasnitev manjša od 5%	Zakasnitev med 5% in 10%	Zakasnitev med 10% in 20%	Zakasnitev več kot 20%
Vsebina in sestava projekta	Komaj opazna sprememba	Manjša področja vsebine projekta so prizadeta	Več področij vsebine projekta je prizadetih	Spremembe so tolikšne, da jih naročnik ne sprejme	Končni izdelek projekta je praktično neuporaben
Kvaliteta	Komaj opazno zmanjšanje kvalitete	Samo zelo zahtevne aplikacije so prizadete	Zmanjšanja kvalitete zahteva ponovno odobritev naročnika	Zmanjšanje kvalitete je nesprejemljivo s strani naročnika	Končni izdelek projekta je praktično neuporaben

Vir: A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), 2000, str. 136

V literaturi pogosto zasledimo, da se posledice tveganja merijo kar v numeričnih (1, 2, 3 ...) ali v opisnih vrednostih (npr. velik, majhen ...) (Murch, 2001, str. 168; Verzuh, 2003). Na ta način je sicer možno hierarhično razvrstiti, težko pa jih primerjamo med seboj. Pri tem pristopu pa še vedno obstaja težava z objektivnostjo ocenjevanj.

Smith in Merrit (2002, str. 79) predlagata pristop z uporabo posledičnih faktorjev. **Posledični faktor je brezdimenzijska količina z vrednostjo med nič in ena.** Potrebno ga je definirati za vsak projekt posebej. Načrt obvladovanja tveganja je najprimernejši dokument, kjer se to lahko definira. Primer tabele, v kateri so zbrani posledični faktorji, je na primer tabela 2. S pomočjo tega se lahko v kasnejših fazah obvladovanja tveganja kritično ovrednotijo posamezna tveganja.

4.3.2 Orodja in tehnike

Sama ideja kvalitativne analize je načeloma preprosta. **Za vsako posamično tveganje, ki je bilo dobljeno v procesu identifikacije, je potrebno določiti verjetnost, da se bo tveganje zgodilo, in posledice, ki jih bo morebiti prineslo.** Verjetnosti lahko opišemo z opisnimi pojmi, kot so zelo visoka, visoka, in podobno. Ob tem pa je potrebno definirati neko umeritveno tabelo, ki bo poskrbela za preslikavo opisnih pojmov v numerične vrednosti. Podobno je z opisom posledic tveganja. Takšen primer umeritvene tabele je tabela 2.

Mogoče velja na tem mestu dodati kratko pripombo: izbira utežnih faktorjev v umeritveni tabeli lahko vpliva na kasnejše rezultate. V zgornji tabeli so na primer izbrani utežni faktorji {0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8}. Skala ni linearna in kaže na to, da se podjetje s takšno izbiro želi izogniti tveganjem z velikimi posledicami. Pri izbiri linearne skale ({0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25}) so lahko rezultati precej drugačni.

V teoriji ni pravega recepta, kako posameznemu tveganju določimo verjetnost in posledice, ki jih tveganje prinaša. V praksi se lahko nasloni na ocene strokovnjakov, na izkušnje preteklih projektov. Ena od možnosti je tudi, da se zbere ocene več posameznikov in s tem statistično izboljša ocena (Shermer, 2004, str. 38). Kot orodje se lahko uporabljajo tudi tehnike diagramov, s pomočjo katerih se lahko bolje razume anatomija posameznega tveganja, vendar je v končni fazi ocena tveganja še vedno objektivna.

Ko so enkrat ocene verjetnosti in posledic narejene, se izračuna **velikost tveganja**. Le-ta je definiran kot produkt verjetnosti in posledic². V literaturi lahko zasledimo različne izraze za produkt tveganja. Ameriška metodologija to imenuje rezultat tveganja (angl. *risk score*) (PMBOK, 2000, str. 137), Royer (2002, str. 34) uporablja kratico SPR (angl. *severity/probability factor rating*).

² Če bi se natančno izrazili, bi morali govoriti o produktu verjetnosti in uteženemu faktorju posledic. Na tej stopnji posledic ne merimo več v časovnih ali finančnih enotah, temveč so že preslikane v neke numerične ali opisne vrednosti.

Produkt tveganja se izračuna za vsako tveganje posebej. V ta namen se običajno pripravi **matrika verjetnosti in posledic**. Matrika verjetnosti in posledic poda produkt tveganja za vse različne kombinacije verjetnosti in posledic. Primer takšne matrike je tabela 3. V tem primeru je aritmetika preprosta – produkt tveganja je dejansko produkt verjetnosti in posledic.

Tabela 3: Matrika verjetnosti in posledic

Produkt tveganja za posamezno tveganje					
Verjetnost	produkt tveganja = VxP				
0,9	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
0,7	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56
0,5	0,03	0,05	0,1	0,2	0,4
0,3	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24
0,1	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08
	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
	Posledice tveganja				

Vir : A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), 2000, str. 138

Obstajajo tudi primeri, kjer temu ni tako. Več avtorjev opisuje tveganje in posledice z naborom vrednosti (Al-Sulaiym et al., 1997). Velikost tveganja pa ni ekvivalentni produktom celoštevilskih vrednosti. Primer je prikazan na spodnji tabeli (tabela 4).

S pomočjo matrike verjetnosti in posledic lahko na enostaven način tudi kritično ovrednotimo in razvrstimo tveganja. Organizacija, kjer se projekt izvaja, lahko glede na produkt tveganja definira, kakšna je »velikost« tveganja oziroma kakšne ukrepe bo izvajala. Na primer v tabeli 3 so s črno barvo označena visoka tveganja ($P \cdot V \geq 0.2$), s temno sivo barvo so označena zmerna tveganja ($0.05 < P \cdot V < 0.2$) in s svetlo sivo barvo so označena manjša tveganja ($0.05 \geq P \cdot V$). Produkt tveganja pomaga razvrstiti tveganja v določeno kategorijo, s pomočjo katere se bo kasneje oblikovala ustrezna strategija obvladovanja tveganja.

Tabela 4: Primer matrike verjetnosti in posledic.

verjetnost	3	2	2	3
	2	1	1	2
	1	0	1	2
		1	2	3
	Posledice			

Vir : Royer, Project Risk Management: A Proactive Approach, 2002, str. 34

Na tem mestu je mogoče smiselno dodati še opozorilo. **Čeprav se dostikrat posledice in tveganja opisuje s številkami, to še ne pomeni, da se lahko uporablja običajne matematične metode** (Smith & Merritt, 2002, str. 79). Za uporabo le-teh morajo biti posledični faktorji tveganj ter predvsem posledic proporcionalno uravnovešeni. V kolikor niso, lahko uporaba računskih operacij vodi do hudih zmot. Kot primer naj navedem vrednosti v tabeli 4. Tam so posledični faktorji tveganj in posledic, razvrščeni od ena do

tri. To pa še ne pomeni, da je tveganje v tretjem razredu trikrat bolj verjetno od tistega v prvem. Enak razmislek velja tudi za posledice. Smith in Merrit priznavata, da je izbira skale izredno težavna, saj podatki običajno niso zanesljivi. Vseeno pa priporočata, da se čim bolj stremi k izbiri smiselnih in uravnovešenih posledičnih faktorjev, kajti tako bodo rezultati kvalitativne analize bolj realistični in verodostojni.

Metodologija ameriškega inštituta projektnega vodenja med orodja in tehniko kvalitativne analize uvršča še dve tehniki. Prva od teh je **analiza predpostavk**. Omenil sem že, da ima vsak projekt določene predpostavke, na katerih temelji projektni plan. Te predpostavke je potrebno obravnavati na podoben način kot tveganja, kajti le-te so potencialni izvor novih tveganj (Paul S. Royer, 2002, str. 38). V tej fazi se je potrebno predvsem vprašati, kaj se bo zgodilo, če predpostavke ne držijo.

Drugo izmed orodij, ki ga PMBoK svetuje, pa je **preverjanje natančnosti podatkov**. V proces kvalitativne analize pride zelo veliko različnih informacij. Nekatere so bolj zanesljive, bolj natančne, druge zopet manj. Kvaliteta rezultatov kvalitativne analize tveganja je odvisna od kvalitete vhodnih podatkov. Zato je potrebno na tej stopnji kritično oceniti, kakšna je kvaliteta, zanesljivost in integriteta podatkov in s tem tudi samih rezultatov.

Osebnostno sicer menim, da se preverjanje natančnosti podatkov ne sme obravnavati kot samostojen proces, temveč mora biti implicitno prisoten skozi celotno analizo tveganja.

4.3.3 Rezultati

Rezultat kvalitativne analize je primarna ocena tveganja. Pri tem se razume **tako ocena tveganja celotnega projekta** kot tudi **ovrednoteni spisek posameznih tveganj** v projektu.

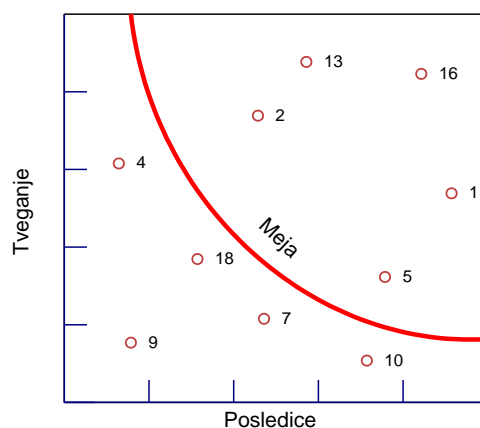
Prvi podatek je torej **ocena tveganja celotnega projekta v primerjavi z ostalimi projekti**. Primerjava je mogoča le takrat, ko je pri vseh tveganjih izbrana enaka metodologija obvladovanja tveganja. Predvsem je pomembno, da so enote oziroma mere za verjetnost in posledice tveganja izbrane na enak način. Le v tem primeru lahko neposredno primerjamo dva ali več projektov. Najenostavnejši način primerjave je povprečne vrednosti produkta tveganja za različne projekte. Projekt z večjim povprečjem je bolj tvegan. Težava se lahko pojavi, če skala posledičnih faktorjev ni linearna. Zato Royer (2000, str. 10) predlaga drugačno enačbo:

$$T_{projekta} = \sqrt{\frac{\sum_i ((V \cdot P)_i)^2}{n}} \quad (9)$$

Celotno tveganje projekta naj bi torej dobili, če bi sešteli vse posamezne kvadrate produktov tveganja $((V \cdot P)_i)$, delili s celotnim številom tveganj (n) ter nato korenili. Še enkrat velja pripomniti, da je rezultat smiseln edino in samo v primerjavi s projekti, kjer je bila uporabljena enaka metodologija obvladovanja tveganja.

Precej bolj koristen in uporaben podatek je vsekakor **spisek vseh tveganj v projektu skupaj z njihovo relativno velikostjo**. Tveganja se sedaj lahko razvrščajo glede na to, kdaj časovno v projektu bodo nastopila, kateri od ciljev projekta bo ogrožen in podobno. Glede na to, da se za vsako posamezno tveganje pozna njegova velikost, se lahko le-ta enostavno primerjajo med sabo v različnih življenjskih fazah projekta. V takšnem trendu kvalitativne analize je implicitno skrita informacija o uspešnosti procesa obvladovanja tveganja. V kolikor se produkt tveganja za posamezno tveganja zmanjšuje – oziroma če se zmanjšuje celotno tveganje projekta – potem je proces obvladovanja tveganja uspešen.

Slika 13: Grafični prikaz tveganj



Vir: Smith in Merrit, *Proactive risk management : controlling uncertainty in product development*, 2002, str. 89

Koristen pripomoček pri analizi trendov tveganj je tudi grafični prikaz tveganja, prikazan na zgornji sliki (slika 13). Dobimo ga tako, da na abcisno os nanašamo verjetnosti posameznega tveganja, na ordinatno os pa tveganje (oz. njegov posledični faktor).

Mejo predstavlja črta, kjer je produkt tveganja konstanten. Tveganja iznad te meje so za projekt nesprejemljiva, tveganja izpod te meje pa so sprejemljiva. Uspešen proces obvladovanja tveganja mora tveganja iznad meje spraviti na sprejemljivo raven, vendar več o tem v nadaljevanju magistrskega dela.

4.4 Kvantitativna analiza tveganja

Namen kvantitativne analize je **numerično analizirati verjetnosti in posledice posamičnega tveganja na cilje projekta ter hkrati tudi ovrednotiti celotno tveganje projekta** (PMBOK, 2000, str. 137). Tudi v kvalitativni analizi tveganja se lahko uporablja numerične vrednosti, vendar so tam le-te dobljene s subjektivno oceno ali pa kar dogovorjene. Končni rezultati kvalitativne analize so neodvisni od tega, ali se uporablja numerične ali opisne vrednosti. Pri kvantitativni analizi se uporabljajo metode, kot so simulacije ali pa odločitvena analiza s pomočjo dreves.

Osnovni cilji kvantitativne analize so (PMBOK, 2000, str. 137):

- določiti verjetnost za doseg specifičnega cilja projekta,

- ovrednotiti celotno tveganje projekta ter določiti morebitne dodatne stroške oziroma dodatne rezerve v terminskem planu,
- identificirati najbolj kritična tveganja glede na njihov relativni doprinos k tveganju celotnega projekta,
- določiti realistične in dosegljive cilje glede na stroške, terminski plan in kvaliteto.

V splošnem kvantitativna analiza sledi kvalitativni analizi. Lahko se uporabljata tudi vsaka posebej. V praksi se precej bolj uporablja kvalitativna analiza. Razlog za to je predvsem zahtevnost metod kvantitativne analize ter pomanjkanje znanja (Elkington & Smallman, 2002, str. 54-56). Po drugi strani pa tudi narava in kompleksnost projekta, časovni okvirji ter razpoložljiva sredstva določajo, ali se bo kvantitativna analiza izvajala ali ne.

Slika 14: Proces kvantitativne analize



Vir: *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), 2000, str. 138*

4.4.1 Potrebne informacije

Na zgornji sliki je prikazan proces kvantitativne analize, kot ga definira metodologija ameriškega projektnega inštituta. Informacije, ki so potrebne za analizo, so praktično identične kot kvantitativni analizi, zato jih na tem mestu ne bom še enkrat podrobneje obravnaval. Razlika je edino ta, da je ena izmed vhodnih informacij tudi spisek razvrščenih oziroma ovrednotenih tveganj. Le-ta je eden izmed rezultatov kvalitativne analize tveganja. Spisek ovrednotenih tveganj je nedvomno nadvse koristna vhodna informacija, saj že na samem začetku analize vemo, katera tveganja so bolj kritična. Tem je lahko namenjena večja pozornost pri kvantitativni analizi. Ni pa to eden izmed ključnih podatkov, brez katerega se kvantitativna analiza ne bi mogla izvajati.

4.4.2 Orodja in tehnike

Metodologija ameriškega projektnega inštituta navaja štiri glavna orodja in tehnike, ki se uporabljajo pri kvantitativni analizi tveganja (PMBOK, 2000, str. 138-139):

- intervjuji,
- analiza občutljivosti,
- analiza s pomočjo odločitvenih dreves,
- simulacije.

Del Caño in de la Cruz (2002, str. 480) poleg zgoraj omenjenih metod navajate še nekatere :

- večparametrsko odločanje,
- odločanje v negotovosti,
- verjetnostni influenčni diagrami,
- simulacija procesov,
- dinamika sistema,
- fuzzy logic (mehka logika).

Intervjuje bi pravzaprav težko prištevali med specifične tehnike kvantitativne analize. Namen intervjujev je predvsem zbiranje informacij. Eden od možnih načinov zbiranja informacij so nedvomno pogovori s specialisti oziroma izkušenimi strokovnjaki. Obstajajo seveda tudi drugi načini: od pregleda ustrezne dokumentacije, strokovne literature in podobno. Del Caño in de la Cruz (2002, str. 480) intervjuje uvrščata med podporne tehnike kvantitativne analize, čemur bi se pridružil tudi sam. V isto kategorijo prav tako uvrščata nekatere ostale tehnike, kot so analiza Delfi, tehnika skupinskega razmišljanja (angl. *brainsotrming*) in podobno.

4.4.2.1 Analiza občutljivosti.

S pomočjo analize občutljivosti se skuša oceniti, **katera tveganja imajo potencialno največji vpliv na projekt**. Potrebno je določiti, do katere mere nedoločenosti različnih elementov projekta vplivajo na cilje projekta. Obstajajo na primer tveganja, pri katerih majhna sprememba vhodnih parametrov doprinese velik vpliv na končne rezultate projekta. Seveda obstajajo tudi obratne situacije, kjer velike spremembe vhodnih podatkov ne prinesejo nikakršne, oziroma zelo majhno spremembo rezultatov projekta.

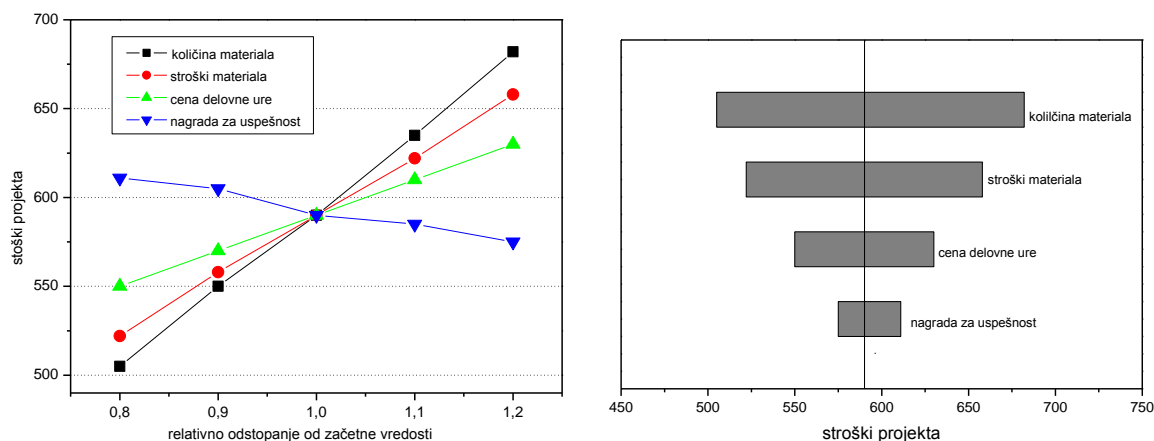
Obstaja več vrst različnih metod in tehnik analiz občutljivosti. Nekatere so primerne za deterministične modele, druge zopet za verjetnostne modele. V preglednem članku sta Frey in Patil (2002, str. 553) naštela deset različnih metod. Metode sta razdelila v matematične metode, statistične metode in grafične metode. Spekter uporabe analize občutljivosti je zelo širok: od mikrobiologije, ekologije pa do obvladovanja tveganja. Temu primerno je širok tudi spekter metod in tehnik. Vendar se za potrebe obvladovanja tveganja pri ravnanju projektov uporablja le nekatere.

Prva in najbolj uporabljena izmed teh metod je **analiza občutljivosti majhnih sprememb** (angl. *nominal range sensitivity*) (Frey & Patil, 2002, str. 558). Brez težav bi bila lahko poimenovana tudi »kaj-če« analiza. Osnovna ideja je v tem, da enega izmed vhodnih parametrov spremenimo za neko majhno vrednost ter s pomočjo modela pogledamo, kakšni rezultati so nastali. V primeru ravnanja projektov je model lahko terminski plan, dobljen s pomočjo mrežnega planiranja.

Schuyler (2001, str. 135-136) predstavi tri grafične diagrame, s katerimi se običajno ponazorijo rezultati. **Diagram pajka** in **diagram občutljivosti** sta si po svoji obliki podobna. V obeh primerih se grafično ponazori, kako se spremeni na primer strošek

projekta, če spremenimo enega od vhodnih parametrov. Pri diagramu pajka se na isti graf nariše odvisnost več vhodnih parametrov, pri čemer se vzame relativno skalo. Vsebinsko je diagramu pajka podoben tudi **diagram tornado**. Gre zgolj za drugačno predstavitev. Na sliki 15 sta predstavljena primera diagrama pajek in diagrama tornado. Pri obeh so bili uporabljeni enaki podatki.

Slika 15: Primer diagrama pajek in diagrama tornado.



Vir: Schulyer, Risk and Decision Analysis in Projects, 2002, str. 135 in 137.

Druga izmed metod, ki se lahko pogosteje sreča pri kvantitativni analizi tveganja, pa je **regresijska analiza** oziroma **korelacijska analiza občutljivosti**. Osnovni namen regresijske analize je izračun korelacij oziroma soodvisnosti med posameznimi vhodnimi podatki (Frey & Patil, 2002, str. 562). V preprostejšem linearnem modelu se običajno izračuna korelacijski koeficient, ki lahko zavzema vrednosti od -1 pa do 1 (Schuyler, 2001, str. 137). Vrednost 1 pomeni popolno korelacijo med dvema spremenljivkama, vrednost -1 pa anti korelacijo. V kolikor je korelacijski koeficient enak nič, potem med spremenljivkama ni nikakršne soodvisnosti.

Zadeva je dokaj preprosta. Če želimo ugotoviti, ali sta dve seriji meritev (x_i, y_i) med seboj kakorkoli povezani, izračunamo korelacijski koeficient r :

$$r = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sigma_x \sigma_y}. \quad (10)$$

V zgornji enačbi je n število meritev, x_i, y_i so posamezne meritve, \bar{x} ter \bar{y} povprečne vrednosti vzorcev ter σ_x in σ_y ustrezni standardni deviaciji. Če sta seriji med seboj povezani, potem je korelacijski koeficient enak ena ali zelo blizu ena.

4.4.2.2 Analiza s pomočjo odločitvenih dreves

Analiza odločanja se običajno izvaja s pomočjo odločitvenih dreves. Odločitveno drevo je grafični diagram, ki vizualno predstavi dane možnosti pri odločanju. Pri procesu odločanja se izbira med različnimi alternativami, pri čemer je potrebno vzeti v obzir posledice izbire

ene od določenih alternativ (PMBOK, 2000, str. 139). Reševanje odločitvenega drevesa nas pripelje do najoptimalnejše rešitve v danih pogojih.

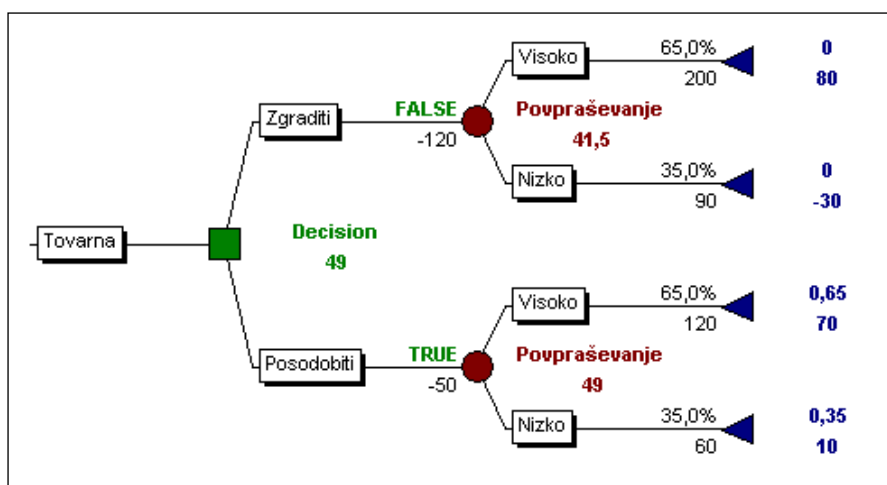
Po dogovoru se odločitveno drevo riše od leve proti desni. V drevesu obstajajo tri različna vozlišča (Schuyler, 2001, str. 59):

- odločitvena vozlišča, ki se običajno označijo s kvadratom (■), so spremenljivke, na katere ima odločevalec vpliv,
- verjetnostna vozlišča, ki se običajno označujejo s krogcem (●), so dogodki, ki jih odločevalec ne more kontrolirati,
- končna vozlišča (◄) zaključujejo odločitveno drevo. Poleg njih so napisane pričakovane vrednosti dane odločitve.

Vejo, ki izhaja iz odločitvenega vozlišča, opišemo še s pričakovano vrednostjo (stroškom) določene odločitve. Pri vejah, ki izhajajo iz verjetnostnega vozlišča, je poleg pričakovane vrednosti podana še verjetnost, da se bo določen dogodek res zgodil. Primer odločitvenega drevesa je ponazorjen na spodnji sliki (slika 16). V tem primeru se odločamo, ali bomo posodobili obstoječo ali zgradili novo tovarno. Stroški posodobitve znašajo 50 denarnih enot, stroški izgradnje pa 120 denarnih enot. Odločitev je odvisna od tega, ali bo povpraševanje po izdelku visoko ali nizko. V primeru nove tovarne in visoke prodaje je pričakovan dobiček 200 denarnih enot. Ustrezni pričakovani dobički, skupaj z verjetnostjo določene alternative, so podani ob ustrezni veji drevesa.

Vrednost odločitve za posodobitev tovarne je 49 denarnih enot, vrednost odločitve za novo tovarno pa 41.5 denarnih enot. Optimalna rešitev je torej posodobitev tovarne. Ta preprost model je bil izdelan s pomočjo orodja »Precision tree« podjetja Palisade. Orodje je na voljo kot dodatek preglednici Excel in je relativno preprosto za uporabo.

Slika 16: Odločitveno drevo



Vir : Prirejeno po: A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), 2000, str. 138

Primer uporabe odločitvenih dreves pri kvantitativni analizi obvladovanja tveganja je nazorno opisal Dey v svojih člankih (P.K. Dey, 2002, str. 85-94; Prasanta Kumar Dey,

2002a, str.13-25). Na praktičnem primeru projekta izgradnje naftovodov se prikaže primer uporabe odločitvenih dreves pri kvantitativni analizi tveganja.

4.4.2.3 Simulacije

V splošnem je osnovni namen simulacij **predvideti oziroma napovedati razvoj dogodkov v prihodnosti**. Pri tem se uporablja nek teoretičen model, ki naj bi bolj ali manj realno ponazarjal dejansko stanje sistema ter različne matematične metode, s katerimi se opiše dinamiko delovanja sistema. **Simulacije prvenstveno služijo kot pomoč pri analizi kompleksnih, analitično nerešljivih sistemov**. Po drugi strani se lahko s pomočjo simulacije testira različne scenarije ter se tako dobi globlji vpogled in razumevanje vpliva različnih dejavnikov znotraj sistema. Z napredkom in razvojem zmožnosti računalnikov postajajo simulacije čedalje popularnejše, saj se lahko v relativno kratkem času opravi obsežna analiza sistema.

Tudi v kontekstu ravnanja projektov veljajo splošne ugotovitve, navedene zgoraj. **Simulacija projekta s pomočjo modela preslika začetne nedoločenosti v potencialne posledice na koncu projekta** (PMBOK, 2000, str. 139). Zanimive so predvsem posledice na ključne cilje projekta glede na stroške, terminski plan ali kvaliteto. Ravno to pa je pravzaprav samo bistvo procesa obvladovanja tveganja: kakšen vpliv imajo nedoločenosti na razvoj projekta. Ko se govori o simulaciji v povezavi z obvladovanjem tveganja in kvantitativno analizo, se ima največkrat v mislih analizo z metodo Monte Carlo oziroma stohastične simulacije. Tudi sam se bom v nadaljevanju magistrskega dela pridružil temu pojmovanju, čeprav se je potrebno zavedati, da je to le ena od možnih metod.

Izumitelj metode Monte Carlo je Stanislaw Ulam, matematik poljskega rodu, ki je delal na projektu Manhattan. Čeprav je projekt Manhattan prinesel kar nekaj novih stvari, pa Monte Carlo metoda ni neposreden produkt projekta. Anekdota pravi, da se je Ulam do nje dokopal leta 1946, ko je razmišljal, kakšne so možnosti zmage pri pasijansi. Simulacija z metodo Monte Carlo je, če že ne ena naj popularnejših metod, nedvomno ena izmed najbolj razširjenih in uporabljenih metod. Uporablja se tako v medicini, pri upravljanju jedrskih elektrarn kot tudi v ekonomskih znanosti. Metoda Monte Carlo, kot jo razumemo danes, je v splošnem katerakoli metoda, ki vsebuje kakršno koli statistično vzorčenje in se uporablja za približno reševanje kvantitativnih problemov. Danes se za statistično vročenje uporablja praktično samo računalniško generiranje naključnih števil. Glede na to, da je bistvo te metode izbira naključnih števil ter relativno veliko število ponovitev, je metoda tudi dobila ime po slavnem mediteranskem igralniškem letovišču (Button, 2003, str. 217).

Tudi pri **procesu obvladovanja tveganja se metoda Monte Carlo uporablja na podoben način**. Najpogosteje se z njo preverja terminski plan ali proračun projekta. Za vsako tvegano dejavnost se skuša izbrati ustrezno verjetnostno porazdelitev³. Le-ta naj bi

³ V literaturi s področja obvladovanja tveganja se pojmi, kot so verjetnost, verjetnostna porazdelitev, verjetnostna gostota ali kumulativna verjetnostna gostota včasih uporabljajo v napačnem kontekstu. V magistrskem delu bom te pojme uporabljal, kot sta jih definirala in podala Kuščer in Kodre (Kuščer, Kodre, 1994)

čim bolj realno opisovala nedoločenost in nepoznavanje dejavnosti. Nato z izbiro naključnih števil po dani verjetnostni porazdelitvi skušamo pretvoriti številke v uporabno informacijo, ki številsko prikazuje potencialna tveganja v dejanski situaciji (Kerzner, 2001, str. 927). V kolikor se simulira časovni potek projekta, je potrebno vsaki dejavnosti prirediti neko verjetnostno porazdelitev in nato s pomočjo mrežnega diagrama izračunati celoten časovni potek projekta ter izračunati kritično pot. Statistično relevantni rezultati se dobijo po nekaj sto ali celo nekaj tisoč ponovitvah. Kerzner predlaga sledeče korake pri simulaciji (2001, str. 927-928):

- Določiti je potrebno nivo delovne členitve projekta, do katerega se bo izvajala Monte Carlo analiza.
- Za te elemente delovne členitve projekta je potrebno določiti referenčno točko – to je na primer pričakovano trajanje ali pričakovane stroške posamezne dejavnosti ali skupka dejavnosti.
- Določiti je potrebno, katere dejavnosti so stohastične oziroma katere so deterministične narave.
- Za vsak stohastičen element delovne členitve je potrebno določiti ustrezno verjetnostno porazdelitev. Z njo se opiše nedoločenost oziroma nepoznavanje narave same dejavnosti.
- Zadnji element je sama simulacija. Združiti je potrebno vse elemente delovne členitve projekta v končen rezultat. Tako pri terminski kot pri stroškovni simulaciji je eden izmed rezultatov kumulativna porazdelitvena funkcija. Le-ta pove verjetnost, s katero bo projekt končan v določenem roku ali z določenimi finančnimi stroški.

Analizo s pomočjo Monte Carlo metodo se uporablja tam, kjer standardne deterministične tehnike mrežnega planiranja niso dovolj dobre. To je povsod tam, kjer obstaja določena mera nedoločenosti – bodisi zaradi narave samega projekta (npr. razvojni projekti) ali pa zaradi zunanjih dejavnikov, na katere nimamo vpliva (Dawson & Dawson, 1998, str. 299). Od same značilnosti in narave projekta je odvisno, katere so in koliko je teh dejavnosti.

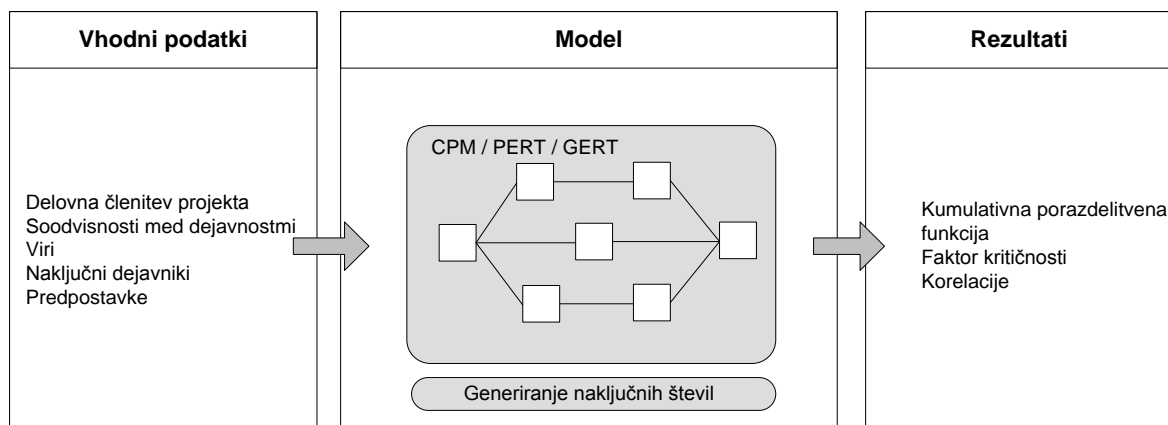
Mogoče kaže na tem mestu spregovoriti še nekaj besed o modelih, vhodnih podatkih in podobno. Besedo model sem do sedaj uporabljal precej splošno. Zgornje trditve načeloma veljajo tako za področje ravnanja projektov kot na primer za biotehnologijo. Modeli, ki se uporabljajo v praksi, so na primer mrežni diagrami, influenčni diagrami ali pa odločitvena drevesa. Na vseh omenjenih modelih se izvaja analiza s pomočjo metode Monte Carlo. Za modeliranje se uporablja precej različnih orodij: od preglednic, kot je Excel, do namenskih orodij, kot je na primer MS Project. Obstajajo tudi posebna orodja, namenjena modeliranju. Eden takih je programski paket Analytica (Morgan, Henrion, & Small, 1998, str. 257-288).

4.4.2.4 Verjetnostne porazdelitve

Osnovna ideja analize z Monte Carlo metodo je ta, da simuliramo trajanje projekta tako, da vsaki dejavnosti priredimo ustrezno verjetnostno porazdelitev. Za vsako dejavnost se z

generatorjem naključnih števil izračuna trajanje dejavnosti. Nato s pomočjo mrežnega diagrama ter modela izračunamo kritično pot projekta in ostale parametre. Postopek je potrebno ponavljati toliko časa, da dobimo statistično verodostojne podatke.

Slika 17: Shematski prikaz simulacije z metodo Monte Carlo



Ključno vprašanje pri tem se pojavlja, **kdaj in za katere dejavnosti uporabimo določeno verjetnostno porazdelitev**. V literaturi je možno zaslediti kar nekaj napotkov (Chapman & Ward, 1997, str. 171-174; Dawood, 1998, str. 42; Schuyler, 2001, str. 141-149), kratko razmišljanje o tem pa sem imel tudi že v poglavju 2.3.5. Naj na tem mestu povzamem ugotovitve iz literature.

Verjetnostne porazdelitve delimo na **diskretne verjetnostne porazdelitve** ter **zvezne verjetnostne porazdelitve**. Spremenljivka pri diskretni verjetnosti porazdelitvi ima praviloma omejeno zalogo vrednosti. Primer diskretne porazdelitve je na primer metanje kovanca, kjer lahko slučajna spremenljivka zavzame le dve vrednosti: grb ali cifro. Pri analizi z Monte Carlo metodo se uporabljata predvsem dve diskretni porazdelitvi: binomsko in Poissonovo porazdelitev.

Binomsko porazdelitev se uporablja tam, kjer se lahko zgodita dva možna scenarija – prvi z verjetnostjo p , drugi z verjetnostjo $(1-p)$. Verjetnost, da se bo v n poizkusih x krat zgodil dogodek z verjetnostjo P , je podana v spodnji enačbi. Na primer, če imamo deset med seboj neodvisnih aktivnosti (npr. izgradnja nečesa, ali raziskovalni projekt) in ob tem ocenimo, da je 20% verjetnost, da dokončamo eno aktivnost v roku. Če nas zanima kakšna je verjetnost, da bodo vsaj tri od teh aktivnosti dokončane v roku, potem je to klasičen primer uporabe binomske porazdelitve.

$$P(x) = \frac{n!}{x!(n-x)!} p^x (1-p)^{n-x} \quad (10)$$

Poissonova porazdelitev je druga izmed diskretnih porazdelitev, ki se uporablja pri analizi z Monte Carlo metodo. Z njo opišemo naključne dogodke, ki se lahko zgodijo v nekem časovnem intervalu. Primeri takšnih dogodkov so na primer odpoved stroja, naravne katastrofe, stavke ... Parameter, ki ga je potrebno poznati, je povprečno število dogodkov v

nekem časovnem intervalu (λ). Verjetnost, da se v danem časovnem obdobju dogodek zgodi n -krat, opiše spodnja enačba:

$$P(n) = \frac{\lambda^n}{n!} e^{-\lambda} \quad (10)$$

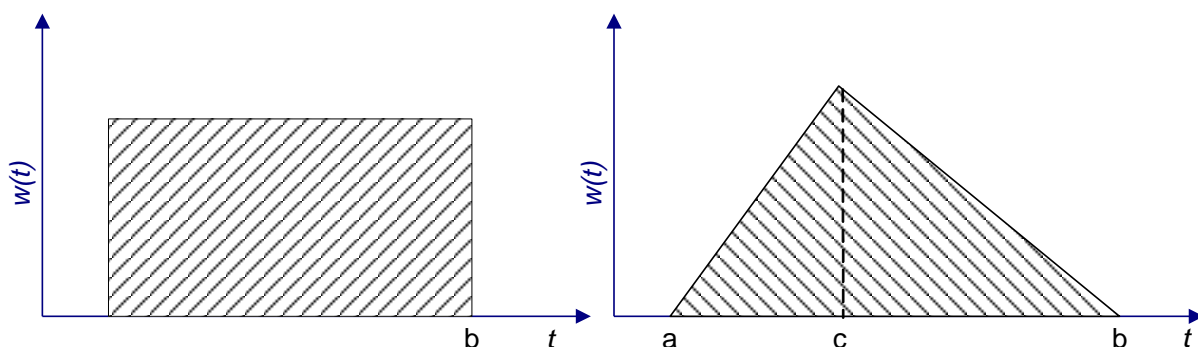
Opisno podajanje verjetnosti (velika, srednja, majhna) je tudi primer diskretne verjetnostne porazdelitve. V kolikor se opisne vrednosti pretvori v številke (na primer $\{0.1, 0.3, 0.6\}$), se lahko takšna porazdelitve brez težav uporabi pri analizi z Monte Carlo metodo.

V praksi se precej bolj uporabljajo **zvezne verjetnostne porazdelitve**. Najenostavnejša izmed zveznih verjetnostnih porazdelitev je **enakomerna porazdelitev** (slika 18) Pri enakomerni porazdelitvi se predpostavlja, da bo dejavnost končana znotraj nekega določenega časovnega intervala $[a,b]$. Pri tem pa je verjetnost enakomerno porazdeljena znotraj tega intervala. Primer uporabe je na primer birokratski aparat, kjer ste na primer dolžni dobiti odgovor v roku desetih dni. Če imamo srečo, lahko dobimo odgovor že prvi dan, lahko pa tudi šele deseti dan.

Seveda je v realnem življenju malce drugače. Najverjetneje bo odgovor prišel nekje okoli petega dneva ali malce kasneje. Za takšne primere se bolj splača uporabiti **trikotno verjetnostno porazdelitev**. Le-to opišemo s tremi podatki spodnjo mejo (a), najverjetnejšo vrednostjo (c) in zgornjo mejo (b) (slika 18). V splošnem najverjetnejša vrednost ni na sredi intervala. S tem lahko dokaj enostavno opišemo asimetričnost same dejavnosti. Takšno asimetričnost bi na primer uporabili pri zgoraj navedenem birokratskem aparatu, kjer je nekako bolj pričakovano, do bo odgovor prišel bolj proti koncu roka. Jasno je, da v praktičnem življenju na srečamo takšne porazdelitve, vendar pa zna biti kot model precej uporabna. Schuyler (2001, str. 146) pri tem opozarja na dve napaki, ki se pogosto dogajata v praksi:

- Dostikrat se porazdelitev vzame preveč ozko. Parametra a in b sta dejansko ekstremni vrednosti in ne optimistični oziroma pesimistični vrednosti.
- Najverjetnejša vrednost c v splošnem ni enaka povprečni vrednosti. Povprečna vrednost trikotne porazdelitve je namreč $\bar{x} = (a+b+c)/3$.

Slika 18: Gostoti verjetnosti za enakomerno in trikotno porazdelitev



Naslednji primer zvezne verjetnostne porazdelitve je **eksponentna porazdelitev**. Gostota verjetnosti je prikazana na sliki 19. Eksponentna porazdelitev je nekakšen ekvivalent diskretni Poissonovi porazdelitvi. Z njo modeliramo čas med dvema naključnima dogodkoma. Primeri za to bi bili na primer čas med dvema okvarama stroja ali kaj podobnega. Seveda pa je potrebno poznati povprečen čas med dvema zaporednima napakama (λ). Gostoto verjetnosti za eksponentno porazdelitev zapišemo kot :

$$w(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} \quad (10)$$

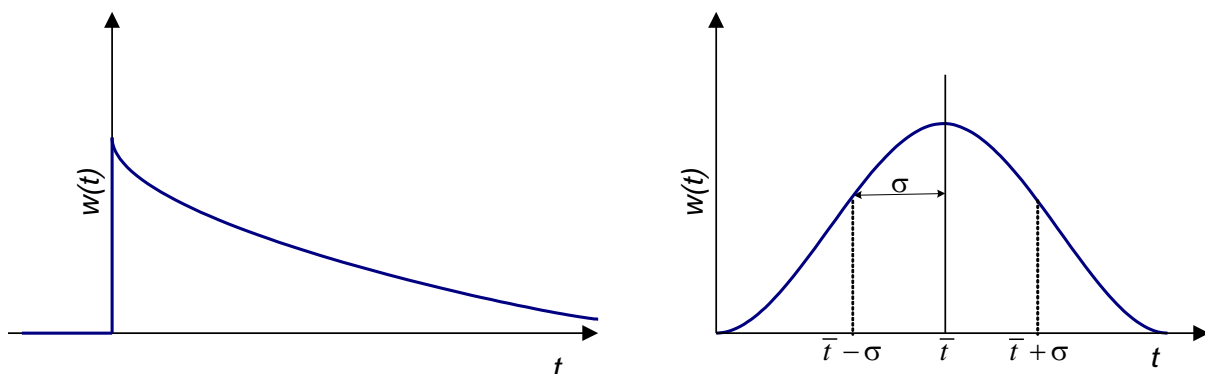
Od vseh verjetnostnih porazdelitev ima **Gaussova** oziroma **normalna porazdelitev** še največje teoretično zaledje. Razlog temu je **centralni limitni teorem**, o katerem sem že govoril. Le-ta pravi, da se vsota porazdelitev gostote verjetnosti velikega števila stohastično neodvisnih spremenljivk čedalje bolj prilega Gaussovi porazdelitvi. Povedano drugače: če obstaja v projektu neka dejavnost, na katero vpliva več neodvisnih dejavnikov, potem bo njeno verjetnostno porazdelitev precej dobro opisala Gaussova krivulja. Za opis Gaussove porazdelitve potrebujemo dva parametra - povprečno vrednost (\bar{x}) ter standardno deviacijo (σ) (slika 19). Opisuje jo spodnja enačba:

$$w(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(x-\bar{x})^2}{\sigma^2}\right) \quad (10)$$

Povprečna vrednost je pričakovana dolžina trajanja dejavnosti, standardna deviacija pa pove širino porazdelitve.

V literaturi se pogostokrat omenja še **porazdelitev beta**, katero sem že podrobneje predstavil v poglavju 2.3.5, kjer sem prestavil model PERT. V primerjavi z Gaussovo porazdelitvijo je osnovna prednost porazdelitve beta njena fleksibilnost. S spreminjanjem parametrov a in b lahko **simuliramo različne oblike verjetnostih porazdelitev** (slika 4 na str. 26). V kolikor imamo na voljo dovolj podatkov in izkušenj iz preteklih projektov, lahko ta dva parametra empirično določimo.

Slika 19: Gostoti verjetnosti za eksponentno in Gaussovo porazdelitev



Vir: Kuščer in Kodre, Matematika v fiziki in tehniki, 1994, str. 284

Po Lu-ju in AbouRizk-ub(2000, str. 222-223) lahko subjektivno ocenimo parametre porazdelitve beta, tudi če nimamo na voljo dovolj podatkov. Chapman in Ward (1997, str. 174) po drugi strani odsvetujeta uporabo, kot to imenujeta, »teoretičnih« porazdelitev. Trdita namreč, da ni nikakršnih teoretičnih razlogov za njihovo uporabo. V primerih, kjer se potrebuje asimetričnost verjetnostne porazdelitve, predlagata kar uporabo trikotne porazdelitve. Ob tem pa se zmanjša tudi kompleksnost in zapletenost simulacije.

V teoriji zasledimo še nekaj različnih porazdelitev, ki jih je načeloma moč uporabiti pri simulacijah. Poleg že omenjene beta porazdelitve se uporablja tudi sorodna **porazdelitev gama**. Zaslediti pa je moč tudi **Weibullovo porazdelitev** (Sutherland, 1974, str. 1105) in **lognormalno porazdelitev**. Mnenja sem, da te porazdelitve v praksi nimajo kakšne posebne uporabnosti, zato jih ne bom podrobneje predstavljal.

Na tem mestu je mogoče smiselno spregovoriti tudi o **sami praktični izvedbi analize z Monte Carlo metodo**. Načeloma obstajata dve varianti: ali se sami lotimo postavitve računalniške simulacije z orodji, ki jih ima praktično vsakdo na razpolago ali pa kupimo relativno drage programske pakete, ki so namenjeni izključno analizi z Monte Carlo metodo.

V kolikor se odločimo za prvo možnost, je najbolj smiselna uporaba preglednic. Pri tem je potrebno najprej mrežni diagram zapisati oziroma pretvoriti v preglednico. Ravnatelji projektov običajno za to uporabljajo standardna orodja, kot je na primer *MS Project*. Pri reševanju mrežnega diagrama s pomočjo preglednic se lahko naslonimo na izkušnje Seal-a (2001, str. 16-26) in Ragsdalea (2003, str. 76-85). Ob tem ni napak poudariti, da je reševanje mrežnega diagrama s pomočjo preglednic sicer uspešno, vendar še zdaleč ne tako pregledno in fleksibilno kot standardna orodja.

Omenil sem že, da je bistvo metode statistično vzorčenje s pomočjo generiranja velikega števila naključnih števil. Generiranje naključnih števil po enakomerni porazdelitvi je enostavno, saj je ta funkcija vključena praktično v vsako preglednico. Težava se pojavi pri generiranju naključnih števil po neki drugi porazdelitvi, npr. Gaussovi ali trikotni. O splošnem generiranju naključnih števil je v strokovni literaturi mogoče dobiti kar nekaj napotkov (Press, Flannery, Teukolsky, & Vetterling, 1997, str. 287-290), vendar so postopki računsko zapleteni in precej težko izvedljivi brez podrobnejšega poznavanja preglednic. Na srečo pa so se s podobnimi težavami srečevali tudi že ostali, zato je moč na internetu najti brezplačne dodatke k preglednicam, ki precej olajšajo to delo. Eden takšnih dodatkov za *MS Excel* je na primer SimTools, pa tudi na domači strani Sid Sysme je moč dobiti nekaj teh orodij.

V kolikor želimo simulacije kot orodje za obvladovanje tveganja prenesti iz akademskega v poslovno okolje, je vsekakor smiselno razmisliti o **nakupu namenskih programskih paketov**. Dva – mogoče najpopularnejša – je ocenil David Essex v svojem članku (2004, str. 66-67). To sta programska paketa *@Risk* podjetja Pallsade Corporation ter *Crystall Ball 2000*, podjetja Decisioneering. Oba sta na voljo kot dodatek MS Excel-u, čeprav *@Risk* obstaja tudi kot dodatek programskemu paketu *MS Project*. Primarno sta

namenjena splošnim simulacijam z Monte Carlo metodo, zato je potrebno mrežni diagram (PERT/CPM) zapisati v Excel tabeli. Ob tem ponujata še celo vrsto dodatnih orodij, katera podpirajo analizo občutljivosti, odločanje s pomočjo dreves, verjetnostne influenčne diagrame in podobno, skratka celo vrsto orodij za podporo kvantitativni analizi tveganja. Omeniti je potrebno še programski paket *Pertmaster* istoimenskega podjetja. Le to je bolj specifično orodje, saj se orientira zgolj obvladovanje tveganja pri projektih oziroma bolj specifično zgolj na simulacije z metodo Monte Carlo. Na prvi pogled je zelo podoben MS Project-u, vendar ima dodatno tudi to možnost, da vsaki dejavnosti priredimo neko verjetnostno porazdelitev in nato zaženemo simulacijo. V primerjavi s programskima paketoma *@Risk* and *Crystall Ball 2000* je uporaba *Pertmastra* precej lažja, manj se je potrebno naučiti, vendar na račun manjše uporabnosti.

Za konec sestavka o simulacijah je mogoče smiselno povedati tudi **nekaj besed o velikosti statističnega vzorca**. Zavedati se je potrebno, da sama simulacija ne da absolutno točnih rezultatov. Izhodni rezultat simulacije – naj si bo to čas trajanja projekta ali stroški projekta – je tudi naključna spremenljivka, porazdeljena po neki (najverjetneje Gaussovi) porazdelitvi. Večji kot bo vzorec, bolj statistično natančni bodo rezultati. Vendar večji vzorec pomeni tudi več iteracij oziroma daljše računanje. V literaturi (Moder et al., 1983, str. 307-310) je moč zaslediti razpravo o tem, kako velik naj bo vzorec, da bo rezultat statistično sprejemljiv. Večji kot je vzorec, večji je lahko interval zaupanja, da bo končni rezultat »pravil«. Ob tem lahko zopet uporabimo matematiko in s pomočjo različnih metod testiranja hipotez (npr. Studentova porazdelitev...) določimo optimalno velikost vzorca za dan interval zaupanja (Montgomery & Runger, 2003, str. 310).

Moje mnenje je, da je pri tem potrebno ravnati pragmatično. Dandanes je procesorska moč sodobnih računalnikov že takšna, da velikost vzorca nekaj 10.000 poskusov ne predstavlja kakšnega večjega napora. Seveda pa je smiselno najprej pognati nekaj simulacij z manjšim vzorcem in preveriti, če so si rezultati podobni. V kolikor so si, je to dovolj dober vzorec. Podobno razmišljanje velja za drugačne tehnike vzorčenja, kot so na primer *Latin Hypecube*. Ideja te tehnike je, da intervalno izbiramo naključna števila. Na ta način se sicer število potrebnih vzorcev zmanjša, vendar je potrebno več napora pri sami postavitvi simulacije.

4.4.2.5 Ostale metode kvantitativne analize tveganja

Poleg do sedaj naštetih metod v literaturi zasledimo še nekatere, ki pa v praksi niso tako pogosto uporabljene. Kot sem že omenil, so te metode sledeče:

- večparametrsko odločanje,
- odločanje v negotovosti,
- verjetnostni influenčni diagrami,
- simulacija procesov,
- dinamika sistema,
- fuzzy logic (mehka logika).

Odločanje je proces, v katerem je potrebno izmed več možnosti (alternativ) izbrati tisto, ki najbolj ustreza postavljenim ciljem oziroma zahtevam. Poleg izbora najboljše variante včasih želimo variante rangirati od najboljše do najslabše. **Večparametrsko odločanje** temelji na **razgradnji odločitvenega problema na manjše podprobleme**. Variante razgradimo na posamezne parametre (kriterije, attribute) in jih ločeno ocenimo glede na vsak parameter. Končno oceno variante dobimo z nekim postopkom združevanja. Tako izpeljana vrednost je potem osnova za izbor najustrežnejše variante (M. Bohanec & Rajkovič, 1995, str. 428). V praksi si običajno pomagamo z različnimi programskimi orodji. Eden najbolj znanih in uporabljenih v Sloveniji je program za podporo večparametrskemu odločanju DEXi (Marko Bohanec & Rajkovič, 1999, str. 487). Značilna področja večparametrskega odločanja na področju ravnanja projektov so na primer izbira zunanjega izvajalca, izbira najboljšega ponudnika ali pa izbira nekega določenega produkta.

Osnovna predpostavka tako večparametrskega odločanja kot odločanja s pomočjo dreves⁴, je ta, da so možnosti, med katerimi se odločamo, znane in ustrezno ovrednotene (Kerzner, 2001, str. 910). **Odločanje v negotovosti** pa je primer odločanja, **ko popolnoma ničesar ne vemo o prihodnosti**. Ne moremo oceniti niti verjetnosti, da bo stanje takšno ali drugačno. Najprej je potrebno izgraditi tako imenovano tabelo odločanja (V. Omladič, 2002, str. 48-49). V tabeli prikažemo vse alternative (izbore) kot vrstice, stanja pa kot stolpce. Za vsako alternativo in vsako stanje vpišemo v tabelo posledico te alternative v tem stanju. V literaturi je znanih več kriterijev odločanja za primer odločanja v popolni negotovosti (French, 1986, str. 33-40; M. Omladič & Omladič, 1995, str. 101-105), vendar bom omenil samo štiri najpogostejše:

- Waldov kriterij maksimalno minimalnega vračila,
- Hurowitzov kriterij z optimistično pesimističnim indeksom,
- Savageov kriterij minimalno maksimalnega obžalovanja,
- Laplaceov kriterij enakega verjetja.

Med iskanjem po literaturi nisem zasledil praktičnega primera uporabe odločanja v negotovosti na področju obvladovanja tveganja. Če namreč poznamo verjetnosti posameznih stanj, to pomeni, da preidemo na področje odločanja s tveganjem. Takšni problemi se potem rešujejo z drevesnimi strukturami, ki pa so precej bolj domače, na razpolago pa je tudi več računalniških orodij.

O influenčnih diagramih sem na kratko že spregovoril pri modelih tveganja. Z influenčnimi diagrami skušamo ugotoviti sprožilce in vzroke tveganja. V primeru **verjetnostnih influenčnih diagramov** je metoda še nadgrajena s stohastičim pristopom ter z analizo Monte Carlo. Pri influenčnih diagramih obstaja več vrst vozlišč, na primer vozlišča za odločitve, vozlišča za tveganja, vozlišča za izračune ter vozlišča za rezultate, ki so med seboj povezana s puščicami. Te ponazarjajo vplive enega vozlišča na drugo

⁴ V literaturi zasledimo tudi izraz odločanje s tveganjem.

(Schuyler, 2001, str. 131-132). Na ta način lahko ustvarimo kompleksne strukture, ki ponazarjajo del projekta ali pa celoten projekt. S simulacijo nato analiziramo obnašanje projekta in izvajamo razne »kaj-če« analize.

Če verjetnosti influenčne diagrame združimo še s kompleksnejšimi matematičnimi orodji (kot so na primer diferencialne enačbe, povratne zanke), potem lahko preidemo v disciplino, ki se imenuje **dinamika sistema** (del Caño & de la Cruz, 2002, str. 480). Dinamika sistem je metodologija za razumevanje določenih vrst kompleksnih problemov. Uporablja se pri sistemih (projektih), ki so časovno spremenljivi, pri katerih obstajajo vzročne, lahko tudi nelinearne povezave med spremenljivkami, obstajajo povratne zanke in podobno (Chritamara, Ogunlana, & Bach, 2002, str. 270). Eno izmed orodij za obvladovanje takšnih problemov je že prej omenjen programski paket *Analytica* (Morgan et al., 1998, str. 260)

Do neke mere podoben pristop se uporablja tudi pri **simulacijah sistemov oziroma procesov**. Tu ne gledamo na projekt kot celoto, temveč s pomočjo različnih tehnik simuliramo specifične procese ali dele projekta. Primer take simulacije poda Kerzner (2001, str. 929-932), ko s pomočjo metode Monte Carlo prikaže izračun učinkovitosti dodatnega delovnega mesta. Rezultati simulacije so nato osnova odločitve, ali se bo to delovno mesto odprlo ali ne.

Zanimiv pa je tudi pristop k planiranju z uporabo t.i. **mehke logike**. Za razliko od stohastičnih metod planiranja, pristop z mehko logiko ne predpostavlja naključnosti dejavnosti. Namesto tega **vpelje pojem »nejasnosti«** (Liberatore, 2002, str. 17). Če bi na primer želeli ljudi razdeliti na velike in majhne, bi npr. postavili mejo na 190 cm. Nekdo, visok 188 cm, bi potemtakem spadal med majhne, čeprav je precej višji od nekoga, ki je visok 160 cm. To klasično zagato teorije množic reši pristop z uporabo mehke logike. Definira se neka poljubna funkcija, ki določeni višini priredi določeno vrednost oziroma stopnjo pripadnosti. Človek, visok 192 cm, bi imel stopnjo pripadnosti 1, tisti s 188 cm pa 0.95. Podobno je z dejavnostmi v projektu. Če rečemo, da bo neka aktivnost trajala približno sedem dni, potem lahko to naše nepoznavanje aktivnosti opišemo z uporabo mehke logike. Aktivnosti priredimo čas trajanja sedem dni s stopnjo pripadnosti 1, deset dni s stopnjo pripadnosti 0.3 in tako naprej. Sami izračuni kritične poti so seveda drugačni, pa tudi interpretacija rezultatov je drugačna. Pristop k planiranju z uporabo mehke logike je lahko uporaben tam, kjer ni na razpolago preteklih podatkov, kjer ne poznamo dejavnosti dovolj dobro, skratka tam, kjer je aktivnost sama nejasna.

Kot ugotavlja Liberatore (2002, str. 20), je uporaba mehke logike alternativen pristop k planiranju, čeprav v isti sapi ugotavlja, da je stvar še vedno v povojih. Predvsem vidi dva problema: prvič, da sam pristop še ni splošno razumljen in drugič, manjka računalniška podpora, ki bi olajšala izračune. Predvsem z ustrezno programsko opremo bi se uporaba pristopa z mehko logiko precej bolj razširila v praktični uporabi. Približno istočasno, kot je izšel Liberatore-jev članek, pa sta tudi Knight in Robison Fayek (2002, str. 503) poročala o praktični uporabi pristopa z mehko logiko pri obvladovanju tveganja.

4.4.3 Rezultati

Metodologija ameriškega projektnega inštituta predvideva, da so rezultati kvantitativne analize tveganja vidni na štirih segmentih (PMBOK, 2000, str. 139):

- razvrščena lista kvantificiranih tveganj (spisek ovrednotenih tveganj),
- verjetnostna analiza projekta,
- verjetnosti za dokončanje projekta v roku in s planiranimi sredstvi,
- trendi v kvalitativni analizi.

Razvrščena lista tveganj je rezultat, podoben tistemu pri kvalitativni analizi. Vsako tveganje, ki smo ga obravnavali s kvalitativno analizo, mora imeti neko numerično vrednost, glede na katero jih lahko razvrstimo. Takšna lista je osnova za kasnejše planiranje ukrepov, saj lahko na takšen način enostavno potegnemo mejo med sprejemljivimi in nesprejemljivimi tveganji.

Eden od rezultatov je tudi **verjetnostna analiza projekta**. Verjetnostna analiza je običajno rezultat analize z Monte Carlo metodo. V kolikor smo naredili analizo za terminski plan, predstavlja verjetnostno analizo projekta stohastičen terminski plan, skupaj s pričakovano dolžino trajanja projekta ter stopnjo zaupanja oziroma standardno deviacijo. V splošnem pa verjetnostna analiza projekta vsebuje tudi stroškovni del.

Kot poseben cilj PMBOK navaja tudi **verjetnosti za dokončanje projekta v roku** in s planiranimi sredstvi. Osebnostno sem sicer mnenja, da je to del rezultata verjetnostne analize projekta, zato ga ne bi izpostavljaj kot poseben cilj. Rezultat verjetnostne analize projekta je tudi kumulativna verjetnostna gostota, bodisi za stroške bodisi za terminski plan. Iz kumulativne verjetnostne gostote je nato dokaj enostavno ugotoviti, kakšna je verjetnost za dokončanje projekta v roku.

Če se kvantitativna analiza izvaja večkrat v toku življenjskega cikla projekta, potem običajno dobimo različne rezultate; pa ne zato, ker imamo opravka s stohastičnim procesom, temveč zato, ker so v različnih fazah projekta na voljo različni podatki. Praviloma se natančnost podatkov izboljšuje z razvojem projekta. Iz različnih rezultatov kvantitativne analize v različnih fazah projekta lahko izluščimo trende: katera tveganja se večajo, katera se manjšajo ali obstajajo kakšne korelacije in podobno.

4.4.4 Uporaba metod kvantitativne in kvalitativne analize

Nekaj metod kvantitativne analize, ki se jih predstavil, je nedvomno zelo zahtevnih za uporabo. Zahtevajo kompleksno znanje s področja operacijskih raziskav, statistike in matematike. V kolikor ne uporabljamo programskih paketov, namenjenih analizam, potem je potrebno imeti še poglobljeno znanje s področja programiranja, uporabe preglednic in ostalih programskih orodij. Tudi če imamo na voljo programska orodja, namenjena analizam, je še vedno potrebno poznati sama orodja in tehnike kvantitativne analize.

Zato se pojavlja vprašanje, **do kakšne mere in v kakšnem obsegu se izplača poglobiti v orodja kvantitativne in kvalitativne analize**. Enoznačnega odgovora gotovo ni. Odvisno je od vrste projekta, znanja, ki ga ima ravnatelj projekta na voljo, ter od znanja, ki ga ima organizacija kot taka na voljo. Velja pa preprosto pravilo: vsekakor ni smiselno vložiti več sredstev v preprečevanje tveganja, kot pa je velikost tveganja samega.

Tabela 5: Uporaba orodij obvladovanja tveganja glede na različne vrste projektov.

	Orodja in tehnike	Kategorije projektov									
		m1	m2	m3	m4	m5	M1	M2	M3	M4	M5
Kvalitativna analiza	Opis verjetnosti in posledic	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Analiza predpostavk	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Kontrolni sezname	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	●	●	●	●	●
	Matrike verjetnost posledice	○	○	●	●	●	○	●	●	●	●
	Ocenjevanje natančnosti podatkov	○	○	○	●	●	○	○	●	●	●
	Tehnike diagramov			○	○	○		○	○	○	○
	Ishikawa diagrami				○	○			○	○	○
Odpovedna drevesa (<i>event & fault trees</i>)				⊗	⊗				○	○	
Kvantitativna analiza	Analiza občutljivosti	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Vsote verjetnosti			○	○	○		○	○	●	●
	Simulacije				⊗	⊗			○	●	●
	Verjetnostni influenčni diagrami				⊗	⊗			○	●	●
	Tabele pričakovanih vrednosti				○	○			○	○	○
	Odločitvena drevesa						⊗			○	○
	Več parametrsko odločanje					⊗				○	○
	Mehka logika										⊗
	Simulacija procesov										⊗
	Dinamika sistemov										⊗
<p>● Običajna uporaba ○ Uporaba za določene namene, oziroma ob določenih okoliščinah ⊗ Uporaba v določenih okoliščinah z zunanjo pomočjo</p>											

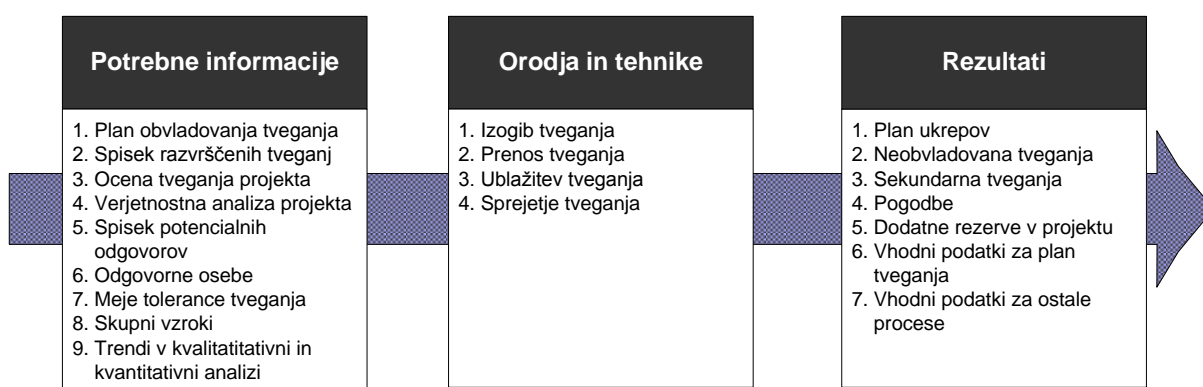
Vir: del Caño in de la Cruz, *Integrated Methodology for Project Risk Management*, 2002, str. 481

Del Caño in de la Cruz M. Pilar (2002) sta v svojem članku naredila presez metod, ki se uporabljajo pri procesu obvladovanja tveganja. Podala sta tudi svoj pogled na to, katera orodja in tehnike se uporabljajo pri določeni vrsti projektov. Kot sem že omenil (poglavje 4.3), sta projekte razdelila na deset kategorij: glede na relativno velikost projekta, zrelost organizacije in kompleksnost projekta. Delitev je prikazana v tabeli 1. Njun predlog uporabe različnih metod pri različnih vrstah projekta pa je prikazan v tabeli 5.

4.5 Planiranje ukrepov

Po kvalitativni in kvantitativni analizi se zdi nekako logičen korak, da se odločimo, kaj z identificiranimi tveganji sploh početi. Ravno to je namen naslednje faze v obvladovanju tveganja – planiranja ukrepov. V tej fazi namreč **sistematično razmišljamo o tem, kakšne ukrepe je potrebno sprejeti, da se bodo tveganja v projektu zmanjšala** ter povečale priložnosti (PMBOK, 2000, str. 140). Niso pa važni samo ukrepi. Izredno pomembno je tudi, da vsako tveganje dobi svojega lastnika. To pomeni, da se vsakemu tveganju priredi odgovorna oseba ali skupina ljudi, ki je sposobna prevzeti odgovornost za izvajanje ukrepov. Osnovni namen procesa planiranja ukrepov je ta, da so vsa identificirana tveganja primerno obravnavana.

Slika 20: Proces planiranja ukrepov



Vir: A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), 2000, str. 140

4.5.1 Potrebne informacije

V tej fazi procesa obvladovanja tveganja je celotna analiza tveganja že zaključena. Kot vhodne podatke v fazi planiranja ukrepov uporabimo vse znanje in rezultate, ki jih imamo na voljo. Osnovna sta vsekakor **plan obvladovanja tveganja** ter **spisek razvrščenih tveganj**. Sem vključimo rezultate tako kvantitativne kot kvalitativne analize. Pomemben dejavnik pri planiranju ukrepov je tudi nivo tolerance tveganja. Glede na primarni cilj projekta se lahko tveganja, ki zadevajo terminski plan, drugače obravnavajo od tistih, ki zadevajo samo kvaliteto. Potem so tu še pričakovanja naročnikov, skrbnika projekta in ostalih udeleženi v projektu. Glede na vse vidike je potrebno določiti, kje so meje še dopustnega tveganja.

Tudi brez **odgovornih oseb** ne gre. Osnovni namen planiranja ukrepov je ta, da se vsako tveganje ustrezno obravnava. V kolikor se odločimo, da tveganja ne bomo samo sprejeli kot takega, je potrebno za vsako tveganje določiti odgovorno osebo. Spisek odgovornih oseb je zatorej tudi eden od vhodnih podatkov v procesu planiranja ukrepov. Potrebno pa je poudariti, da te osebe niso samo člani projektnega tima, temveč so praviloma iz širše interesne sfere projekta. Načeloma so to lahko tudi osebe s strani naročnika projekta, odgovorne osebe znotraj podjetja (na primer za dodeljevanje virov) in podobno.

4.5.2 Orodja in tehnike

Ameriška metodologija projektnega inštituta predvideva štiri možne ukrepe (PMBOK, 2000, str. 142-143):

- izogib tveganja,
- prenos tveganja,
- ublažitev tveganja (omilitev),
- sprejetje tveganja.

Prva od možnih ukrepov je **izogibanje tveganju**. Osnovna ideja je ta, da se v projektu ne izpostavimo nepotrebnim tveganjem. To pomeni, da se bodisi tvegane dele projekta ne izvede (Verzuh, 2003, str. 197) bodisi spremeni sestavo in vsebino projekta tako, da se tvegani del izpusti. To vključuje na primer uporabo preizkušenih metod za razliko od inovativnih. Določenim tveganjem se lahko izognemo tudi tako, da si pridobimo dodatne informacije in na osnovi tega sprejmemo drugačne odločitve (Smith & Merritt, 2002, str. 104). Samo po sebi pa se razume, da izogibanje tveganju ni rešitev, ki jo lahko kadarkoli in kjerkoli uporabimo. Samo določena tveganja so takšna, ki se jim lahko izognemo, in še pri teh se je potrebno praviloma uskladiti z naročnikom projekta.

Prenos tveganja je druga možnost, ki jo ima ravnatelj projekta na razpolago. Pri tem imamo na razpolago dve možnosti. Na tretjo osebo – na primer zunanje izvajalca – prenesemo sam dogodek tveganja (Smith & Merritt, 2002, str. 106). Z zaposlitvijo izkušenejših zunanjih strokovnjakov se zmanjša verjetnost dogodka ter s tem tveganja. Druga, mogoče celo bolj priljubljena možnost, pa je prenos posledic tveganja na tretjo osebo. Ta možnost se uporablja predvsem tam, kjer je tveganje povezano s finančno izgubo. Primer takšnega prenosa tveganja je na primer zavarovanje. V takšnem primeru ne bo finančnih izgub, če do tveganja pride. Primer prenosa tveganja pa je konec koncev tudi podpis pogodbe z zunanjimi izvajalci, v kateri je klavzula o pogodbeni kazni.

Ublažitev tveganja je tisto, kar imamo največkrat v mislih, ko govorimo o zmanjševanju tveganja. Pri ublažitvi tveganja iščemo načine, da zmanjšamo bodisi verjetnost tveganja bodisi posledice (PMBOK, 2000, str. 142). Tveganje lahko ublažimo na več načinov. Ena od možnosti je iskanje novih poti, novih rešitev, ki bodo zmanjšale problem. Tu gledamo predvsem z vidika zmanjšanja verjetnosti za nastanek dogodka. Ena izmed možnosti je tudi dodajanje virov h kritičnim dejavnostim. K nalogi lahko dodamo več sodelavcev, več finančnih sredstev in podobno. Primer takšnega ravnanja je tudi uporaba podvojenih sistemov, ki izvajajo kritične aktivnosti. V tem primeru zmanjšujemo posledice tveganja, kajti izpad kritičnega sistema bo ublažil podvojen sistem (Kerzner, 2001, str. 934).

Zadnja izmed možnosti, ki jo predvideva metodologija ameriškega projektnega inštituta, je **sprejem tveganja**. V tem primeru enostavno rečemo, da tveganje obstaja in zavestno ne storimo ničesar, da bi tveganje preprečili. Običajno je ta strategija priporočljiva za tveganja, ki imajo relativno majhno verjetnost dogodka in relativno velike posledice. To pa

ne pomeni, da na tveganje kar pozabimo. Potrebno ga je še vedno nadzorovati tokom izvajanja projekta.

PMBOK deli sprejem tveganja na dve komponenti: **pasivni in aktivni sprejem tveganja**. Pasivni sprejem tveganja dejansko pomeni, da ne naredimo prav nič v smeri preprečitve nezaželenega dogodka. To je predvsem smiselno pri tveganjih z nizkim produktom tveganja. Pri tveganjih, katerih produkt tveganja pa je takšen, da bi jih sicer obravnavali, vendar pa so zelo neverjetna, pa je smiselno uporabiti aktivni sprejem tveganja. Za takšna, katastrofična, tveganja ustvarimo nek rezervni plan v primeru njihovega dogodka. Smiselno pa je tudi v projekt vgraditi dovolj rezerve, tako finančne kot časovne.

Tudi večina ostalih avtorjev se vsebinsko popolnoma strinja s tem, čeprav nekateri predlagajo malce drugačen pristop. Smith in Merrit (2002, str. 103) tako aktivni sprejem tveganja uvrščata v eno izmed strategij ublažitve tveganja. Kot dodatni ukrep pa predlagata izbiro alternativnih poti, kar je po ameriški metodologiji del ublažitve tveganja. Podoben pristop, kot ga predlaga ameriška metodologija projektnega vodenja, je podal tudi Kerzner (Kerzner, 2001, str. 934-935).

Pri planiranju ukrepov je potrebno upoštevati še dodaten vidik, ki pa ga ameriška metodologija ne poda eksplicitno. Pri vsakem planiranju ukrepov – ne glede na strategijo – je potrebno oceniti stroške izvajanja ukrepa. Smith in Merrit (2002, str. 117) predlagata uporabo tako imenovanega **količnika ublažitve tveganja** (angl. *risk reduction leverage*), ki je definiran kot kvocient razlike pričakovane izgube zaradi tveganja pred in po ublažitvi ter celotnih stroškov pri izvajanju ukrepa obvladovanja tveganja.

Oceno stroškov tveganja ni enostavno določiti, ker pri tem ne gre samo za neposredne stroške, temveč tudi v kasnejši napor, vložen v procesu kontrole in obvladovanja tveganja. Lahko se namreč zgodi, da se bo preveč časa posvetilo obvladovanju tveganja v procesu izvedbe projekta ter tako zanemarilo ostale pomembne vidike ravnanja projektov.

Dodana težava, s katero se ravnatelj projektov srečuje pri planiranju ukrepov, je tudi medsebojna povezanost nekaterih tveganj (Kerzner, 2001a, str. 166). Zaradi ublažitve ene vrste tveganja lahko se lahko pojavijo nova tveganja. V tem primeru govorimo o tako imenovanih **sekundarnih tveganjih**.

4.5.3 Rezultati

Rezultati planiranja ukrepov so sledeči (PMBOK, 2000, str 143-144):

- register tveganj,
- spisek neobvladovanih (preostalih) tveganja (angl. *residual risk*),
- spisek sekundarnih tveganj,
- pogodbene obveznosti,
- dodatne rezerve v projektu,
- vhodni podatki za plan tveganja,
- vhodni podatki za ostale procese.

Najpomembnejši rezultat planiranja ukrepov je nedvomno **register tveganj**⁵. Register tveganj je dokument, v katerem so za vsako identificirano tveganje podani osnovni podatki o tveganju in strategija izvajanja ukrepov. Količina informaciji, ki je vključena v register tveganja, se razlikuje od projekta do projekta. Načeloma pa naj bi vseboval nekatere, če že ne vse, od sledečih informacij (PMBOK, 2000, str. 143):

- identificirana tveganja, njihov opis, področje v delovni členitvi projekta, ki je prizadeto zaradi tveganja, vzrok tveganja in vpliv na cilje projekta,
- odgovorne osebe za posamezno tveganje in njihove pristojnosti,
- rezultate kvantitativne in kvalitativne analize,
- izbrano strategijo izvajanja ukrepov (izogib, prenos, ublažitev ali sprejetje tveganja),
- velikost preostalega tveganja po uspešno izvedenih ukrepih,
- specifične akcije za izvedbo izbrane strategije ukrepov,
- finančni plan in časovni okvir za izvajanje izbrane strategije ukrepov,
- rezervni načrt, če strategija ne uspe.

Različni avtorji imajo različno mnenje o tem, kaj sodi v register tveganja. Verzuh (2003, str. 203) tako podaja samo osnovne informacije, kot so prioriteta tveganja, odgovorna oseba, opis tveganja, strategija in trenutni status. Po drugi strani pa Royer (2002, str. 19) predlaga precej bolj kompleksen pristop. Težava pri tem pa je, da je takšen pristop precej manj pregleden in težko obvladljiv, še posebej, če imamo opravka z veliko tveganji.

V takšnem primeru je smiselno razmisliti o **namenski programski opremi za obvladovanje tveganja**. Najbolj smiselno je, da le-ta temelji na relacijski bazi podatkov, lahko pa se uporabijo tudi ostale rešitve. Nekaj praktičnih izkušenj z vzpostavitvijo baze registra tveganja sta podala Patterson in Neialy (2002, str. 368-370).

Ostale rezultate procesa planiranja ukrepov sem bolj ali manj že omenil. Prvi izmed njih je spisec **neobvladovanih (preostalih) tveganj**. To so predvsem manjša tveganja, za katere se zavestno odločimo, da jih ne bomo obvladovali. Tudi če do teh tveganj pride, so njihove posledice znotraj planiranih rezerv. Drugi rezultat je spisec **sekundarnih tveganj**, katera se zopet ne obvladujejo, vendar jih je potrebno med izvajanja projekta spremljati. Metodologija ameriška projektnega inštituta podaja še štiri rezultate procesa planiranja ukrepov, ki pa so nekako samoumevni. Pri prenosu tveganja na zunanje izvajalce, na primer zavarovanje, se običajno sklene pogodba. Te **pogodbene obveznosti** je potrebno ustrezno dokumentirati in zavesti: katera so ta tveganja, kdo je za njih odgovoren in do kakšne mere. Dokumentirati je potrebno tudi, kakšne so rezerve v projektu, tako terminske kot finančne. Na osnovi vseh teh rezultatov se ustrezno spremeni projektni plan ter plan obvladovanja tveganja.

⁵ V PMBOK-u se uporablja izraz angleški izraz *risk response plan*, drugje pa je moč zaslediti tudi izraz *risk log*. Odločil sem se, da bom uporabljal izraz register tveganj predvsem zato, da se jasno loči razlika s pojmom plan obvladovanja tveganj.

4.6 Nadzor tveganja

Nadzor tveganja je zadnji izmed procesov pri obvladovanju tveganja v okviru metodologije ameriškega projektne inštituta. Pravzaprav ni zadnji, saj je obvladovanje tveganja ciklični proces, ki se ponavlja tekom izvajanja projekta. Dosedanji procesi so se vsi izvajali v fazi planiranja projekta, medtem ko se proces nadzora tveganja izvaja v procesu izvajanja ter uveljavljanja projekta.

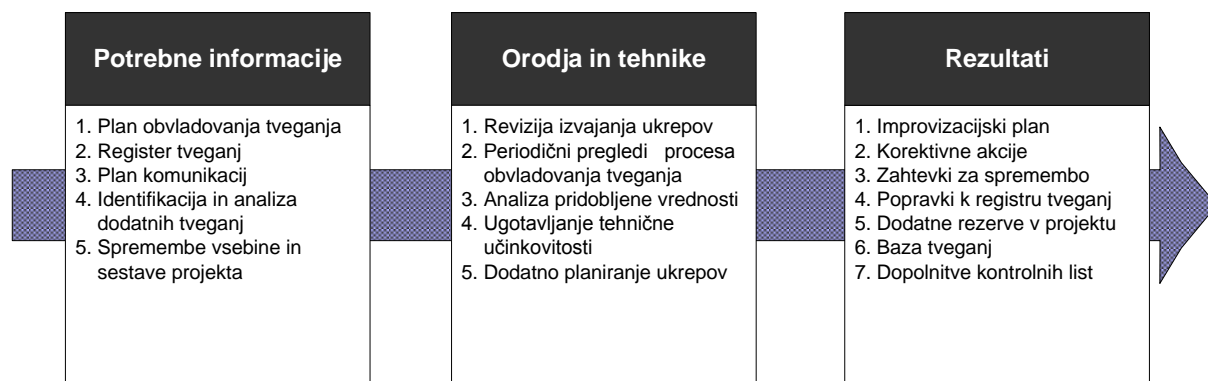
Nadzor tveganja je proces nadzora identificiranih tveganj, opazovanja preostalih tveganj in identifikacije novih tveganj. Prav tako je potrebno poskrbeti za izvajanje plana obvladovanja tveganj ter sproti ocenjevati njegovo uspešnost (PMBOK, 2000, str. 144). Osnovni namen nadzora tveganja je določiti, da:

- se ukrepi izvajajo, kot so planirani,
- se tam, kjer ukrepi niso uspešni, razvije nove ukrepe,
- so predpostavke, na katerih temelji projekt, še veljavne,
- se s pomočjo kvantitativne in kvalitativne analize sproti spremlja produkt tveganja,
- se nadzira sprožilce tveganja,
- se izvaja dogovorjeno strategijo in procese,
- se spremlja morebiten nastanek novih tveganj.

V smislu nadzora tveganja je potrebno delovati v smeri izbire alternativnih strategij, izvedbe rezervnega plana, izvajanja korektivnih akcij ali pa v smeri poprave projektnega načrta. Pomembno je, da se nadzor in kontrola tveganja izvajata načrtno in periodično. Temeljni kamen pri tem je uspešna komunikacija (Smith & Merritt, 2002, str. 131). Plan komuniciranja je sestavni del projektnega načrta. V njem mora biti specificirano, kdo pošlje sporočilo, komu in v ob kakšni priložnosti. Prav tako mora biti zavedeno, kakšna je oblika sporočila: ali je to ustno spočilo, elektronsko sporočilo ali dokument.

Tudi pri procesu nadzora tveganja metodologija ameriškega projektne inštituta razdeli sam proces na tri enote: potrebni vhodni podatki procesa, orodja in tehnike, ki se uporabljajo, ter rezultati samega procesa. To je prikazano na spodnji sliki (slika 21).

Slika 21: Proces nadzora tveganja



Vir: A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide), 2000, str. 145

4.6.1 Potrebne informacije

V tej fazi procesa obvladovanja tveganja uporabimo vse do sedaj pridobljene informacije in znanje. Na prvem mestu sta nedvomno **plan obvladovanja tveganj** in **register tveganja**. V slednjem so zavedena vsa tveganja skupaj s strategijo izvajanja dokumentov. PMBOK posebej poudarja, da je eden izmed vhodnih podatkov tudi **načrt komunikacij**. Kot sem že omenil, gre za sistematično zapisane komunikacijske poti tokom izvajanja projekta. Plan komunikacij je sestavni del projektnega načrta. Pri tem pa ne gre samo za komunikacije v klasičnem pomenu – na primer za ustno ali pisno komunikacijo – temveč tudi za ustrezno dopolnjevanje morebitnih programskih orodij za podporo upravljanja s tveganjem.

Med izvajanjem projekta in spremljanjem uspešnosti izvedbe se lahko pojavijo tudi dodatna tveganja. Za ta, poprej neznan tveganja, je potrebno izvesti celoten proces **identifikacije in analize tveganja**. Običajno pa se dodatna tveganja pojavijo tudi pri spremembi **vsebine in sestave projekta**. Proces spremembe vsebine in sestave projekta je eden izmed devetih temeljnih področij veččin ravnanja projektov, zato ga ne tem mestu ne bom podrobneje predstavljal. Potrebno je le vedeti, da vsaka sprememba vsebine in sestave projekta praviloma uvede nova tveganja, ki jih je potrebno ustrezno obravnavati.

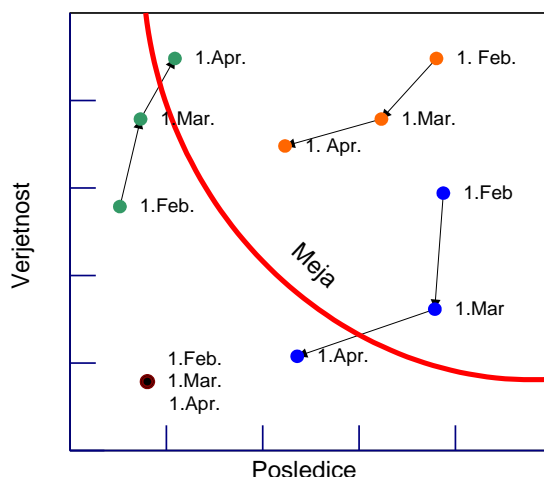
4.6.2 Orodja in tehnike

Metodologija ameriškega projektne inštituta predlaga pet različnih orodij in tehnik, ki se uporabljajo pri procesu nadzora tveganja (PMBOK, 2000, str.145):

- revizija izvajanja ukrepov,
- periodični pregledi procesa obvladovanja tveganja,
- analiza pridobljene vrednosti,
- ugotavljanje tehnične učinkovitosti,
- dodatno planiranje ukrepov.

Pri **reviziji izvajanja ukrepov** revizorji tveganja sistematično pregledujejo in ocenjujejo uspešnost planiranih ukrepov. Predvsem se osredotočijo na aktivne ukrepe: izogib, prenos ali ublažitev tveganja. Ocenjujejo tudi uspešnost odgovornih oseb pri izvedbi ukrepov. Pomembno je, da se njihove ugotovitve ustrezno dokumentirajo ter seveda upoštevajo. Revizija se izvaja skozi celoten življenjski cikel projekta.

Slika 22: Ponazoritev učinka obvladovanja tveganja na grafičnem prikazu.



Vir: Smith in Merrit, *Proactive risk management : controlling uncertainty in product development*, 2002, str. 127

Za razliko od revizije izvajanja ukrepov, ki jo praviloma ne izvajajo najožji člani projektnega tima, so **periodični pregledi izvajanja procesa obvladovanja tveganja** del rednih sestankov. Tveganje v projektu naj bi bilo ena izmed rednih točk sestanka. Sama izvedba periodičnih pregledov je precej odvisna od tega, kakšna je strategija obvladovanja tveganja pri projektu. Ali se bodo obravnavala vsa tveganja ali samo na primer deset najbolj kritičnih; to je stvar praktične izvedbe. Eden izmed možnih načinov je ponazoritev s pomočjo grafičnega prikaza tveganja, ki je prikazan na zgornji sliki (slika 22). **Analiza pridobljene vrednosti** pravzaprav ni eno izmed orodij procesa obvladovanja tveganja, temveč jo metodologija ameriškega inštituta uvršča kot eno izmed orodij in tehnik ocenjevanja uspešnosti projekta (PMBOK, 2000, str. 123). Bistvo analize pridobljene vrednosti je primerjava dejanskih podatkov o trajanju in stroških projekta s planiranimi. Z analizo pridobljene vrednosti je moč izračunati tri parametre (Kerzner, 2001, str. 830-835): planirani stroški planiranega dela (angl. *budgeted cost for work scheduled* oz. BCWS), planirani stroški dejanskega dela (angl. *budgeted cost for work performed* oz. BCWP)⁶ in dejanski stroški opravljenega dela (angl. *actual cost for work performed* oz. ACWP). Poenostavljeno povedano nam te vrednosti v danem trenutku povedo, koliko dela bi moralo biti opravljenega, koliko dela je bilo opravljenega in stroške opravljenega dela. S pomočjo teh vrednosti lahko enostavno ocenimo, kako je s presežkom stroškov ali z zaostankom pri opravljenem delu. V kolikor analiza pridobljene vrednosti ugotovi, da obstajajo zaostanki ali da so stroški večji od planiranih, je to morda indikator, da eno izmed tveganj ni bilo ustrezno naslovljeno. Pri večjih odstopanjih od planiranih vrednosti je morda smiselno ponoviti proces identifikacije in analize tveganja.

Analiza pridobljene vrednosti je namenjena ocenjevanju celotnega projekta glede na planirane časovne in stroškovne plane. **Ugotavljanje tehnične učinkovitosti** skuša tekom življenjskega cikla projekta ugotoviti, ali so tehnične karakteristike, torej kvaliteta

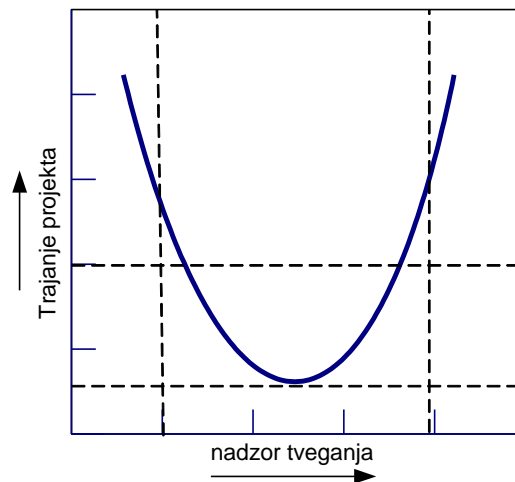
⁶ včasih to imenujejo tudi angl. *earned value* (EV)

produkta, enaka planiranim. V splošnem je težko reči, kakšne metode se uporabljajo, saj je to odvisno od same značilnosti končnega produkta. Nedvomno pa obstajajo mejniki v projektu, kjer se lahko preizkusi del tehnične učinkovitosti končnega izdelka. Pri projektu izgradnje podatkovnega omrežja je tako na primer eden od mejnikov dobava in inštalacija najetega voda. Še preden se na ta vod priključi oprema, je mogoče z meritvami ugotoviti kvaliteto voda. V kolikor ustreza zahtevanim standardom, se s projektom nadaljuje, če ne, pa je potrebno razmisliti o ostalih možnostih.

Zadnje izmed petih orodij in tehnik, ki ga predvideva metodologija ameriškega projektnega inštituta, je tako imenovano **dodatno planiranje ukrepov** . Če tekom izvajanja projekta naletimo na nova tveganja, katera niso zajeta v obstoječem planu ukrepov, je potrebno ponoviti proces planiranja ukrepov. Osebnost sicer tega ne bi poudarjal kot posebno tehniko oziroma funkcijo nadzora tveganja. Dodatno planiranje ukrepov mora biti prav tako kakor identifikacija in analiza tveganja nenehno prisotno tekom celotnega procesa nadzora tveganja.

V literaturi najdemo precej podobna razmišljanja o procesu obvladovanja tveganja, kot jo podaja ameriška metodologija. Kerzner (2001, str. 937-938) prav tako kot eno izmed orodij omenja analizo pridobljene vrednosti in ugotavljanje tehnične učinkovitosti. Prav tako poudarja, da proces nadzora tveganja ni tehnika reševanja težav, temveč proaktivna tehnika pridobivanja objektivnih informacij o procesu zmanjševanja tveganja do sprejemljivih nivojev. Chapman in Ward (1997, str. 235-238) prav tako **poudarjata pomen nenehnih primerjav med planiranim in dejanskim stanjem** . Ugotavljata tudi, da je v procesu nadzora poleg formalnega nadzora izjemno pomemben tudi neformalni nadzor. Kar se tiče raznih orodij za nadzor pa pravita, da je potrebno uporabljati kar se da preprosta orodja. Kot enega izmed takšnih navajata gantograme. Smith in Merritt naštevata podrobneje, katera orodja in tehnike se naj uporabljajo v procesu kontrole in nadzora tveganja. Poudarjata pa pomembnost sistematičnega pristopa skladno z ostalimi nadzornimi mehanizmi pri projektu (Smith & Merritt, 2002, str. 126-127). Prav tako poudarjata pomembnost komunikacije kot enega izmed temeljnih kamnov procesa nadzora tveganja (Smith & Merritt, 2002, str. 131-132).

Slika 23: Vpliv nadzora tveganja na trajanje projekta



Vir : Kerzner, *Strategic planning for project management using a project management maturity model*, 2001a, str. 164

Vsi avtorji se nedvomno strinjajo, da proces nadzora in kontrole tveganja terja ustrezno angažiranost oziroma določen napor. Za uspešno obvladovanje tveganja so potrebna sredstva in čas. V kolikor procesu nadzora in kontrole tveganja ne posveča dovolj pozornosti, je večja verjetnost, da cilji projekta ne bodo doseženi. Po drugi strani pa preveč nadzora tudi ni dobro, saj bo ravnatelj projekta na ta račun zanemaril ostale procese obvladovanja projekta (Kerzner, 2001a, str. 165). Zato je potrebno najti optimalno sredino, pri kateri bodo rezultati obvladovanja tveganja glede na vloženi napor največji. To je shematsko prikazano na zgornji sliki (slika 23), kjer je terminski plan eden izmed osnovnih ciljev projekta.

4.6.3 Rezultati

Po metodologiji ameriškega projektne inštituta so rezultati procesa nadzora tveganja sledeči (PMBOK, 2000, str. 146):

- improvizacijski načrti (angl. *workaround plans*),
- korektivne akcije,
- zahtevki za spremembo,
- popravki k registru tveganja,
- dodatne rezerve v projektu,
- baza tveganj,
- dopolnitve kontrolnih list.

Improvizacijski načrt se pripravi za primer tveganj, ki so bila poprej bodisi neznana bodisi sprejeta. V kolikor se tekom izvajanja projekta pojavi takšno tveganje, je potrebno sprejeti določene ukrepe in jih ustrezno dokumentirati ter jih vključiti v projektni plan in plan obvladovanja tveganja. Podobno je s **korektivnimi akcijami**. Za tveganja, pri katerih se izkaže, da plan ukrepov ni ustrezen, bodisi zaradi premalo informacij v fazi planiranja bodisi zaradi ostalih dejstev, mora ravnatelj projekta določiti **popravljalne ukrepe**. Le-ti

se lahko izvajajo bodisi znotraj rezerv v projektu bodisi z improvizacijskim načrtom. Izvajanje takšnih ukrepov pa nemalokrat privede do spremembe projektnega načrta ter morda tudi to spremembe vsebine in sestave projekta. Zato je potrebno v kontekstu celovitega obvladovanja projekta izdati **zahtevek za spremembo** ter ga ustrezno obravnavati (PMBOK, 2000, str. 47-48).

Eden temeljnih rezultatov procesa nadzora in kontrole tveganja je tudi sprotno dopolnjevanje in **popravljanje registra tveganja**. Med izvajanjem projekta do nekaterih tveganj pride, do drugih pač ne. Tveganja, do katerih pride, morajo biti ustrezno dokumentirana in ovrednotena. Tveganja, do katerih ni prišlo, ali se je velikost tveganja zaradi izvajanja ukrepov zmanjšala, se ob izpolnitvi vnaprej dogovorjenih pogojev zaprejo. Tudi v tem primeru je potrebno ustrezno dopolniti in popraviti register tveganja.

V okviru ameriške metodologije obvladovanja tveganja sta zadnja dva rezultata popolnitev **baze tveganj** in **dopolnitev kontrolnih list**. Nekateri ostali avtorji (Kerzner, 2001, str. 938-939; Paul S. Royer, 2002, str. 69-71) v tem kontekstu omenjajo prenos znanja. Vse ugotovitve procesa obvladovanja tveganja je potrebno ustrezno shraniti. S tem se nekako ustvari baza oziroma arhiv tveganja. Pojem baza tveganja je potrebno razumeti v širšem kontekstu. Pri tem gre lahko za fizično shranjevanje dokumentov, elektronsko shranjevanje dokumentov ali pa se za to uporabi dejansko relacijska baza podatkov oziroma elektronski dokumentacijski sistem (Paul S. Royer, 2002, str. 74-77). Namen je v vseh primerih enak: ohraniti znanje in izkušnje za naslednje projekte. Z izkušnjami preteklih projektov je lažje pripraviti in dopolniti potrebno dokumentacijo za obvladovanje tveganja pri naslednjih projektih. Ena izmed takšni stvari so tudi kontrolne liste.

5 PRIMER OBVLADOVANJA TVEGANJA

5.1 Projekt izgradnje podatkovnega omrežja

V nadaljevanju magistrskega dela se bom posvetil obvladovanju tveganja pri projektu izgradnje prostranega podatkovnega omrežja. Osnovne karakteristike samega projekta sem nakazal že poglavju 1.4. Na tem mestu bom povzel samo glavne značilnosti in jih dopolnil s konkretnim primerom.

V vlogi stranke in naročnika nastopa mednarodno podjetje, ki ima svoje podružnice v desetih državah vzhodne in srednje Evrope. V vlogi izvajalca nastopa telekomunikacijsko podjetje AT&T, ki je ponudnik telekomunikacijskih storitev z dodano vrednostjo.

Rezultat projekta bo:

- povezava trinajstih lokacij preko omrežja MPLS⁷,
- omogočiti dostop približno 1300 oddaljenim uporabnikom klic v lokalno omrežje stranke,
- vzpostavitev prenosa govora preko podatkovnega omrežja (angl. *voice over IP* oz. *VoIP*) med dvema največjima lokacijama,
- povezava centralne lokacije na omrežje Internet.

Podatkovno omrežje sestavljeno iz treh elementov:

- oprema na lokaciji,
- dostop do hrbteničnega omrežja,
- hrbtenično omrežje.

Pri izgradnji podatkovnega omrežja je potrebno postaviti vsakega od teh treh elementov. Razliko poudarjam predvsem zato, ker so postavitve vsakega od teh treh elementov bistveno različne med seboj.

Oprema na lokaciji (angl. *customer premised equipment* oz. *CPE*) omogoča povezavo lokalnega omrežja ali uporabnika na hrbtenično omrežje. V splošnem med opremo na lokaciji štejemo predvsem usmerjevalnike in modeme ter ustrezno programsko opremo. V okviru projekta je potrebno to opremo naročiti, konfigurirati skladno z zahtevami stranke ter inštalirati na lokaciji stranke.

Hrbtenično omrežje je v zadevnem projektu privatno AT&T-jevo omrežje. Omrežje temelji na sodobni MPLS tehnologiji. MPLS sodobna tehnologija, ki omogoča razdeljevanje različnih vrst prometa v različne prioritete razrede. Tako lahko prenosu govora ali poslovnim aplikacijam dodelimo višjo prioriteto kot na primer elektronski pošti ali prenosu datotek.

Zadnji izmed elementov telekomunikacijskega omrežja predstavlja **dostop do hrbteničnega omrežja**. Pod tem pojmom razumemo način, kako od lokacije stranke dostopimo do hrbteničnega omrežja. V angleški strokovni literaturi se dostokrat uporablja izraz »*last mile access*«. V poglavju 1.4.2 sem omenil, da se lahko uporablja različne tehnologije dostopa: klicni dostop, dostop z najetim vodom ali širokopasovni dostop.

Pri konkretnem primeru bo govora le o dveh načinih dostopa. Dostop z najetim vodom – bodisi preko bakrenih paric ali optičnih vlaken – bo uporabljen za vse stacionarne lokacije. Oddaljeni uporabniki pa bodo uporabljali klicni dostop v hrbtenično omrežje.

5.2 Tehnična členitev projekta

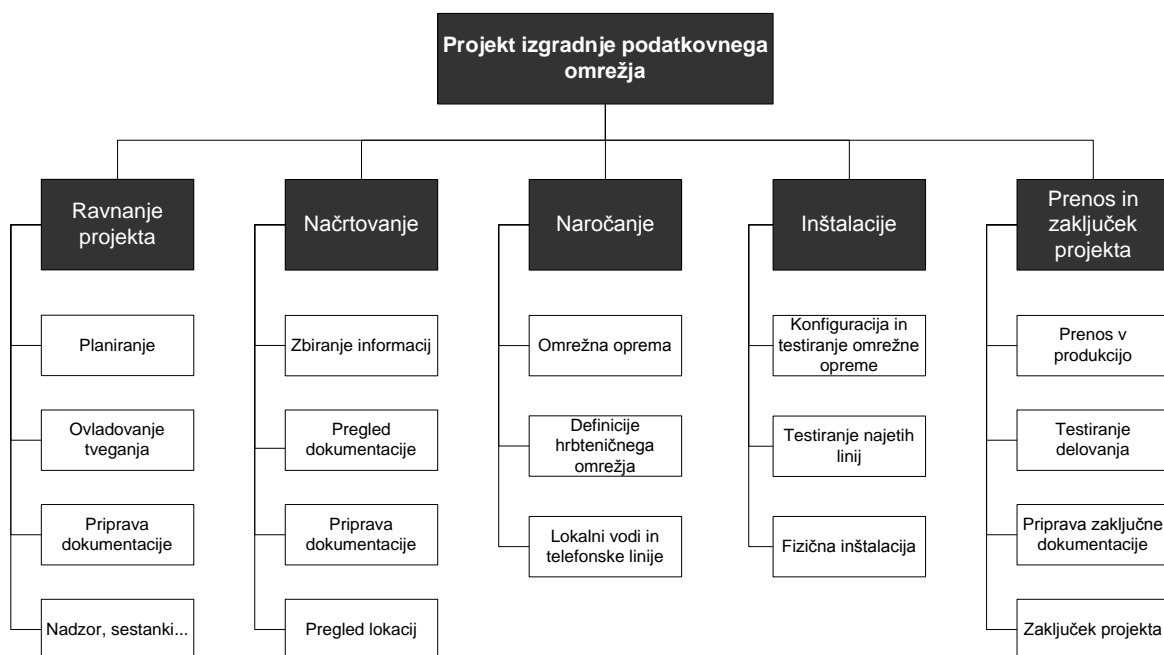
Omenil sem že, kateri so cilji projekta in kateri so glavni trije elementi podatkovnega omrežja. V splošnem je sama izgradnja podatkovnega omrežja zelo različna in je odvisna

⁷ MPLS je okrajšava angleškega izraza *Multi Protocol Label Switching*. Protokol MPLS je sodobna tehnologija, nekakšen hibrid med protokolom IP ter protokoli drugega OSI nivoja, kot sta Frame Relay ali ATM.

od več dejavnikov. V obzir je potrebno vzeti, kdo je tisti subjekt, ki gradi podatkovno omrežje, kakšna je poslovna organiziranost subjekta, kakšna je geografska prisotnost. Poleg tega so tu še razni zunanji dejavniki, katere sem že omenil pri izgradnji globalnega informacijskega sistema. Mednje sodijo na primer politični in ekonomski dejavniki v posameznih državah, kot so na primer odprtost telekomunikacijskega trga, licence za opravljanje dejavnosti, uvozna dovoljenja in podobno. Tudi tehnične zmožnosti v posameznih državah igrajo ključno vlogo pri izgradnji podatkovnega omrežja. To igra predvsem važno vlogo v vzhodno evropskih državah, kjer je praviloma telekomunikacijska struktura manj razvita.

Projekt izgradnje prostranega omrežja bom predstavil s perspektive podjetja AT&T. V kolikor bi v vlogi izvajalca nastopalo kakšno drugo podjetje, bi bila delovna členitev projekta po vsej verjetnosti podobna, a vendar drugačna. Pri projektu se je namreč potrebno držati določenih organizacijskih struktur, projektne metodologije in procesov znotraj AT&T-ja. Čeprav so nekateri od teh procesov zamudni, pa sama organizacija omogoča relativno hitro izvedbo projekta.

Slika 24: Tehnična členitev projekta

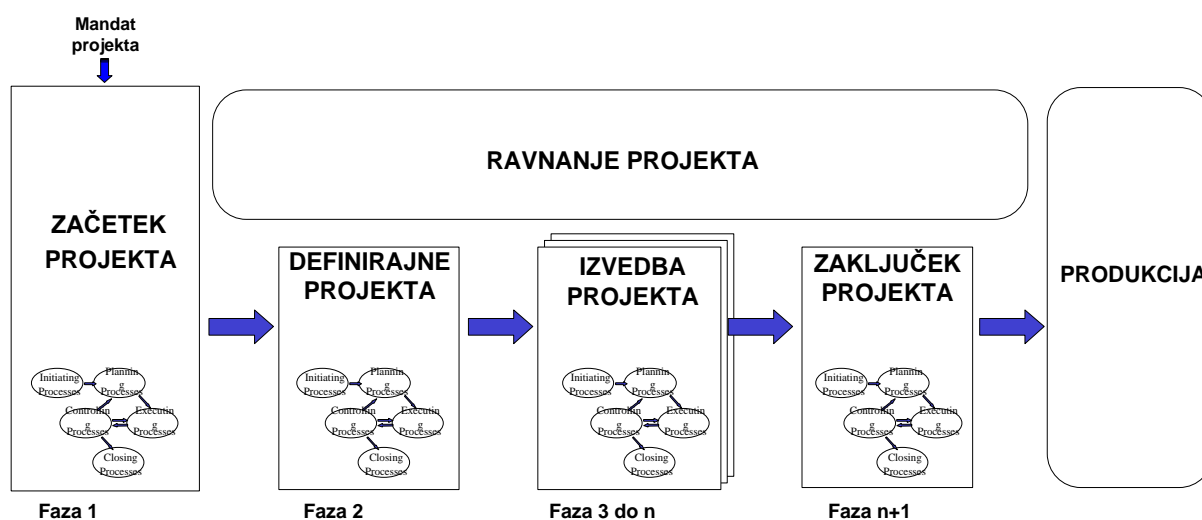


Na zgornji sliki je prikazana delovna členitev projekta izgradnje podatkovnega omrežja do prvega nivoja. Delovna členitev je sestavljena iz petih sklopov:

- ravnanja projekta,
- tehnično načrtovanje,
- naročanje,
- inštalacije,
- prenos in zaključek projekta.

V sklop ravnanja projekta sodijo vsa dela, povezana z **ravnanjem projekta**. Večino teh sem do sedaj že omenil v magistrskem delu. Pri ravnanju projekta se je potrebno opreti na AT&T-jevo metodologijo ravnanja projektov. Sama metodologija temelji na metodologiji ameriškega projektne inštituta, pri čemer so upoštevane določene značilnosti projektov in organizacije. Sama metodologija predpisuje, kateri so potrebni pogoji za začetek projekta, kdo ga odobri, katere dokumente je potrebno izpolniti v določeni fazi projekta in podobno. Shematski prikaz **metodologije projektnega vodenja znotraj podjetja AT&T** je prikazan na sliki 24. Nazorno je prikazana delitev med tehnično izvedbo projekta oziroma vsebinsko fazo ter delom, potrebnim za ravnanje projekta.

Slika 25: AT&T-jeva metodologija ravnanja projektov



Vir: AT&T project management methodology, 2004

Med dela, ki sodijo v sklop ravnanja projektov, **uvrščamo planiranje, obvladovanje tveganja, pripravo dokumentacije in sestanke**. Osnovni namen **planiranja** je sestaviti projektni načrt, ki vsebuje tako terminski plan, plan potrebnih virov kot plan kvalitete. Znotraj AT&T-jeve metodologije govorimo o definiranju projekta. Rezultat planiranja je projektni plan.

V sklop ravnanja projektov uvrščam tudi **obvladovanje tveganja**. Delo, povezano z obvladovanjem tveganja, se pojavlja tako na začetku projekta (planiranje, analize) kot tudi med izvajanjem projekta. V okviru AT&T-jeve metodologije je proces obvladovanja tveganja vključen v proces definiranja projekta. Na žalost pa je proces obvladovanja tveganja znotraj AT&T-ja zelo okrnjen, saj je potrebno narediti zgolj oceno tveganja in nič več. To je tudi eden izmed praktičnih razlogov za nastanek tega magistrskega dela.

Precej dela med projektom je potrebno tudi za **pripravo in obvladovanje dokumentacije**. Tu ne gre le za projektni plan – tudi tega je potrebno spreminjati tokom izvajanja projekta – temveč tudi za različno ostalo dokumentacijo, kot so poročila ali zapisniki. Kot poseben element delovne členitve projekta obravnavam tudi **sestanke**. **Pri tem gre tako za sestanke projektne skupine kot tudi za nadzor in kontrolo med izvajanjem projekta**. Načeloma bi rezultate tega elementa delovne členitve projekta vključili v kakšen drug

element, vendar se iz praktičnega stališča izkaže za koristnega predvsem zaradi obvladovanja časa.

Tehnično načrtovanje je naslednji sklop delovne členitve projekta. **Osnovni cilj tega sklopa je pripraviti ustrezen tehnični načrt za izvedbo.** Le-ta vsebuje natančen spisek opreme, ki jo je potrebno naročiti. Sem sodijo usmerjevalniki, modemi, programska oprema. Potrebno je določiti in specificirati tehnične parametre hrbteničnega omrežja, kot so pasovne širine, usmerjevalne protokole in podobno. Prav tako je potrebno določiti karakteristike dostopa do hrbteničnega omrežja. Hitrost dostopa je določena že v pogodbi, potrebno pa je preveriti, kakšne so tehnične zmožnosti na sami lokaciji stranke.

Prvi korak pri tem je nedvomno **pregled dokumentacije**, kamor sodi v prvi vrsti pregled pogodbe. Sama pogodba že vsebuje tehnične elemente, ki so osnova načrta za izvedbo, vendar so ti za samo izvedbo premalo natančni. V ta element delovne členitve sodi tudi pregled ostale obstoječe dokumentacije, ki je pomembna za projekt. Sem se uvrščajo razna tehnična dokumentacija proizvajalcev, standardi, interna dokumentacija in podobno.

Vzporedno s tem poteka tudi **zbiranje informacij** o stranki. Ta del obsega predvsem komunikacijo s stranko. Potrebno je preveriti naslove lokacij, kontaktne osebe ter ostale potrebne tehnične zahteve. V našem konkretnem primeru so to na primer številke IP lokalnega omrežja, tipi telefonskih central in shema oštevilčenja, način overjanja oddaljenih uporabnikov in podobno.

Običajen korak je tudi **preverjanje lokacij**. To je delo, ki ga opravljajo sistemski inženirji v posamezni državi. Za vsako lokacijo je treba pred naročilom preveriti, ali obstajajo tehnične zmožnosti za izvedbo naročila - na primer najeti vodi, linija ISDN, analogna linija. Preveriti je potrebno, v katero sobo se bo oprema inštalirala, ali obstaja hišna inštalacija, ali je dovolj prostora, dovolj električnih priključkov in podobno. Interni predpisi AT&T-ja zahtevajo, da mora lokalni sistemski inženir v roku petih delovnih dni od prejema zahteve opraviti pregled in preverjanje lokacij in o tem ustrezno obvestiti ravnatelja projekta.

Zadnji sklop tega elementa delovne členitve je **priprava dokumentacije**, potrebne za naročanje. Tu gre predvsem za administrativno izpolnjevanje obrazcev in predlog, s pomočjo katerih se bo kasneje izvršilo samo naročilo.

Tretji sklop delovne členitve projekta je samo **naročanje**. Naročanje ima tri glavne sklope, ki so skladni z osnovnimi elementi prostranega omrežja:

- naročanje omrežne opreme,
- definicije hrbteničnega omrežja,
- naročanje lokalnih linij.

Pri **naročanju omrežne opreme** je potrebno naročiti strojno opremo, ki se bo inštalirala na lokaciji stranke. Največkrat gre za mrežno opremo proizvajalca Cisco Systems. Naročanje poteka centralno, oprema pa se pošlje v posamezno državo. Sam proces naročanja ni delovno intenziven; za posamezno naročilo je potrebno uro ali dve dela. Težava je z

dobavnimi roki, odpremo in s carinskimi postopki. Večina teh stvari je izven vpliva projektnega tima. Zato bom celoten proces naročanja omrežne opreme – od naročila do dobave - obravnaval kot nek stohastični proces. Glede na vrsto opreme in pretekle izkušnje so pričakovani dobavni časi poznani. Dejanski dobavni časi pa so lahko tudi daljši ali pa celo krajši.

Osnovni cilj procesa **konfiguracije hrbteničnega omrežja** so takšne nastavitve omrežja, da ga bo stranka lahko uporabljala. Samo po sebi tudi to ne predstavlja velikega napora. Delo obsega predvsem programske spremembe konfiguracij na obstoječi opremi. Z učinkovitim sistemom centralnega obvladovanja konfiguracij je tudi možnost napak in s tem povezan proces odprave napak manjši.

Težava pa je v tem, da je celoten proces centraliziran in relativno počasen. Proces nastavitve hrbteničnega omrežja je neke vrste birokratski proces, kjer naloge prehajajo z ene delovne skupine do drugo. Čeprav so delovne skupine znotraj AT&T, ga je kot takega praktično nemogoče obvladovati. Celoten čas procesa je definiran in dogovorjen, čeprav se nemalokrat zgodi, da stvari trajajo dlje od predvidenih. Zato bom podobno kot prej tudi ta proces obravnaval stohastično. Sama konfiguracija hrbteničnega omrežja pa ima še en rezultat. Vsi podatki o stranki in omrežju (administrativni podatki, tehnični podatki...) se zapišejo v podatkovne baze. Na osnovi teh informacij se v fazi produkcije upravlja z omrežjem.

Zelo podobne so stvari tudi pri procesu **naročanja lokalnih linij**. Naročilo se izvede preko lokalnih telekomov, tudi tu ni potrebno veliko dela, vendar so stvari izven nadzora projektnega tima. Dobava linij je odvisna od lokalnih telekomov, njihovih procesov ter od tehničnih zmožnosti na sami lokaciji. V okviru sklopa naročanja lokalnih linij je potrebno naročiti najete vode, linije ISDN in analogne linije. Podobno kot prejšnja dva sklopa bom tudi to dobavo linij obravnaval kot stohastično spremenljivko.

Četrty sklop delovne členitve dela so **inštalacije**, ki nekako naravno sledijo procesu naročanja. Ko lokalni telekom inštalira linijo, se običajno izvede 24-urni test linije, s čimer se preveri kvaliteta linije. Z uspešno izvedenim testiranjem linije se smatra, da je proces naročanja linije končan. Načeloma testiranje ni potrebno za samo inštalacijo, vendar pa je zelo koristno, če se pri kasnejšem delovanju omrežja pojavljajo napake.

Podobno je s **konfiguracijo in testiranjem omrežne opreme**. V tem elementu delovne členitve projekta je potrebno naložiti konfiguracijske datoteke na usmerjevalnik, preveriti delovanje omrežne opreme in klicnih modemov. To nalogo opravljajo lokalni sistemski inženirji. Z internimi orodji je potrebno preveriti tudi parametre hrbteničnega omrežja. Parametrov hrbteničnega omrežja se na žalost ne da testirati, dokler ni priključena vsa oprema, vendar je možno določene napake, predvsem tiste, ki so posledica površnosti, odpraviti.

Zadnja faza so seveda **fizične inštalacije**. Omrežno opremo se odnese na lokacijo stranke, priključi na lokalno omrežje in hrbtenično omrežje. Nato se preveri povezljivost in vsi

parametri hrbteničnega omrežja. Običajno tudi stranka preveri, ali je vse tako kot mora biti. Načeloma bi lahko na tej točki končali projekt, kajti omrežje je postavljeno in delujoče.

Vendar je potrebno projekt še formalno zaključiti. To pa je zaobjeto v zadnjem sklopu delovne členitve projekta – **prenos in zaključek projekta**. V ta sklop uvrščam tudi funkcionalno **testiranje delovanja**. Stranka običajno postavlja in delujoče omrežje testira nekaj dni. Ugotoviti je namreč potrebno, ali omrežje deluje tako, kot je bilo načrtovano.

V kolikor je omrežje funkcionalno, sledi **prenos v produkcijo**. To je proces znotraj AT&T-ja, kjer se prostrano omrežje iz faze inštalacije prenese v fazo produkcije. Pri tem gre za neke vrste primopredajo omrežja. Ravnatelj projekta in odgovorna oseba iz centra za podporo strankam pregledata in preverita dejansko stanje z informacijami, zapisanimi v podatkovnih bazah. Šele ko je to dokončno opravljeno, je projekt izgradnje omrežja zaključen.

Do formalnega zaključka projekta je potrebnega še nekaj dela. Predvsem je treba dopolniti in popraviti projektno dokumentacijo, zbrati vse ostale dokumente in jih ustrezno arhivirati. Del projektne dokumentacije dobi stranka. Formalno se projekt zaključi z razpustitvijo projektnega tima.

5.3 Cilji projekta

Na začetku tega poglavja sem v grobem predstavil cilje konkretnega projekta izgradnje podatkovnega omrežja. Prav tako sem orisal delovno členitev projekta. Omenil sem že, da so osnovni cilji projekta:

- povezava trinajstih lokacij preko omrežja MPLS,
- omogočiti dostop približno 1300 oddaljenim uporabnikom klic v lokalno omrežje stranke,
- vzpostavitev prenosa govora preko podatkovnega omrežja (VoIP) med dvema največjima lokacijama,
- povezava centralne lokacije na Internet.

Celoten projekt poteka kot migracija s starega omrežja na novo omrežje. **Zato je časovna komponenta ključnega pomena.** Migracija mora potekati transparento, brez kakršnega koli vpliva na končne uporabnike. Ko uporabnik v petek popoldne zapusti svoje delovno mesto in se v ponedeljek vrne, ne sme opaziti nikakršne razlike, razen seveda boljše odzivnosti mreže.

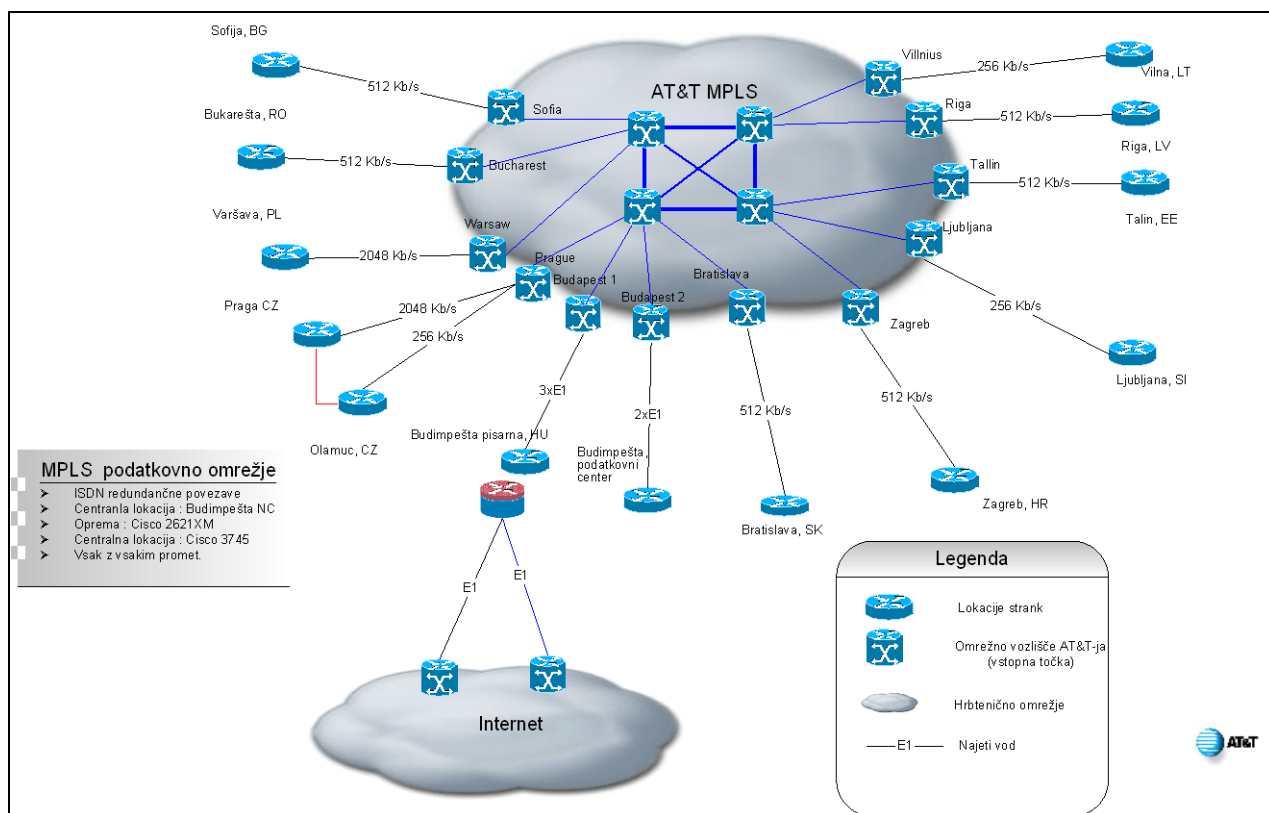
Sočasno z migracijo se seli tudi informacijski center. S sedanje lokacije, ki je v Budimpešti, se bo preselil na novo lokacijo, prav tako v Budimpešti. Selitev informacijskega centra je sicer v domeni stranke, vendar jo je potrebno v okviru projekta ustrezno planirati. Selitev bo opravljena v vnaprej določenem terminu. Osnovni pogoj je, da bo ob tem času omrežje pripravljeno do te mere, da bo uspešno podprlo migracijo informacijskega centra. To je zelo ostra zahteva. Sama migracija informacijskega centra bo

potekala preko vikenda in časovnih rezerv praktično ni. Na voljo bo izredno malo časa za testiranje, za morebitno odpravljanje napak pa časa ne bo.

Omrežje naj bi se vzpostavilo v štirih fazah:

- **Prva faza** vključuje sledeče korake:
 - Vzpostavitev povezave podatkovnega centra v Budimpešti (NC) na omrežje MPLS.
 - Vzpostavitev delne povezave pisarne v Budimpešti na omrežje MPLS.
 - Vzpostavitev povezave podatkovnega centra v Budimpešti (NC) na omrežje Internet.
- **Druga faza** se začne po uspešno zaključeni prvi fazi in vključuje priključitev vseh ostalih lokacij na omrežje MPLS.
- **Tretja faza** vključuje celotno migracijo pisarne v Budimpešti na omrežje MPLS. V tem trenutku je celotno strankino omrežje priključeno na omrežje MPLS, kot je prikazano na zgornji sliki (slika 26).
- **Četrta faza** vključuje dva koraka:
 - Vzpostavitev prenosa govora preko podatkovnega omrežja med Budimpešto in Prago.
 - Vzpostavitev klicnega dostopa za oddaljene uporabnike.

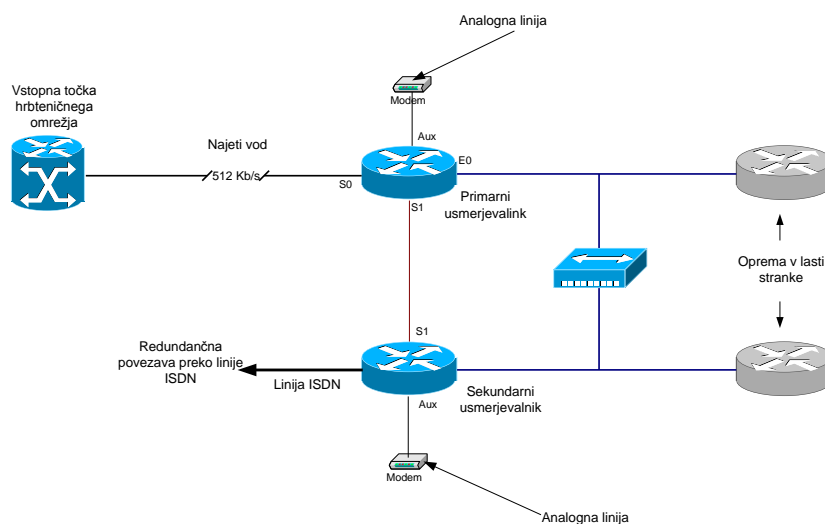
Slika 26: Načrt podatkovnega omrežja



Prva faza je ključnega pomena, pri kateri ni popravnega izpita. Vendar to ne pomeni, da se naslednja faza lahko opravi kadarkoli. Po končani prvi fazi bo del komunikacij potekal

po starem omrežju, del komunikacij po novem. Integracija obeh omrežij predstavlja določeno tveganje. Ne samo da je delovanje takšnega heterogenega omrežja slabše, ampak obstaja tudi kar nekaj šibkih točk. Izpad določene omrežne opreme lahko povzroči kolaps celotnega omrežja. Zato je zahteva, da se tudi ostale migracije izvedejo v čim krajšem roku. Na zgornji sliki (slika 26) je prikazan načrt omrežja, ki je cilj projekta. Preko omrežja MPLS je povezanih trinajst lokacij. Znotraj omrežja MPLS je oblikovano navidežno zasebno omrežje, preko katerega poslovne enote komunicirajo s centralo lokacijo. Centralna lokacija – podatkovni center v Budimpešti – je kraj, kjer je centralizirana informacijska tehnologija. Tu so aplikativni, spletni in ostali strežniki, podatkovne baze, sistemi za varno shranjevanje podatkov in podobno. Iz informacijskega centra je tudi omogočen varen dostop do Interneta za vse poslovne enote.

Slika 27: Načrt opreme na poslovni enoti



Povzamem lahko, da je osnovni cilj projekta izgradnja prostranega omrežja skladno s pogodbo in načrtom omrežja. Pri tem pa je potrebno upoštevati dane omejitve in zahteve stranke. **Najbolj kritična omejitev je nedvomno časovna komponenta.** Prva faza projekta mora biti končana do natančno določenega datuma. Tudi druga faza mora biti končana v čim krajšem roku. Nekaj malega časovne rezerve je pri tretji in četrti fazi, vendar tudi ne veliko.

Izmed standardnih treh omejitev bi kakovost postavil na drugo mesto. Omrežje mora biti izgrajeno skladno s tehničnimi specifikacijami, internimi in mednarodnimi standardi ter lokalno zakonodajo. Vse to pogojuje in omejuje izbor omrežne opreme.

Viri, tako finančni kot kadrovski, so terciarnega pomena. Če bo potrebno kupiti dražjo opremo, vendar skladno z zahtevami, se bo to storilo. Če se bodo pojavili stroški pri iskanju alternativnih rešitev, bodo le-ti finančno pokriti. Deloma so ti finančni viri pokriti z rezervami v pogodbi. Filozofija pa je tudi ta, da se kljub večjim stroškom projekta ohrani zadovoljstvo stranke. Večjo težavo predstavljajo kadrovski viri. Odsotnost enega izmed članov projektnega tima je relativno težko v kratkem času nadomestiti. To je tudi eno izmed tveganj v projektu, o katerem bom govoril v nadaljevanju.

5.4 Terminski plan

Preden se lotimo samega obvladovanja tveganja, si na kratko pogledjmo še terminski plan. Ko pišem te vrstice, je projekt sicer že končan, vendar, kot sem že povedal, je namen tega magistrskega dela izdelava referenčnega modela za bodoče projekte.

Pri izdelavi terminskega plana so pomembni sledeči mejniki.

1. **Podpis pogodbe je planiran za konec decembra.** S podpisom pogodbe se projekt dejansko prične. Od podpisa pogodbe do formalnega začetka projekta je potrebno sestaviti listino projekta in formirati tim, ki bo delal na projektu.
2. **Dejanski začetek projekta je planiran za začetek januarja.** Delo se začne s planiranjem, pripravo projektne dokumentacije, zbiranjem informacij in podobno.
3. **Od konca januarja do prve polovice marca** poteka sam **proces naročanja** in dobave telekomunikacijskih vodov ter omrežne opreme. V tem času se bodo tudi definirali in konfigurirali parametri prostranega omrežja.
4. Od sredine marca naprej se bo pričelo s fizičnimi inštalacijami. Mejniki v tem obdobju je **vikend od 19. do 21. marca**, ko je predvidena selitev informacijskega centra v Budimpešti.
5. Konec inštalacij in testiranje omrežja je predvideno za **13. april**. Po uspešnem testiranju je potrebno le še dopolniti projektno dokumentacijo ter prenesti omrežje v produkcijo.
6. **Zaključek projekta** in razpustitev projektne skupine je planirana za 19. april.

Shematsko so ti mejniki prikazani na spodnji sliki (slika 28). Podrobnejši terminski plan, skupaj z delovno členitvijo projekta, pa je podan v prilogi.

Slika 28: Shematski terminski plan projekta izgradnje podatkovnega omrežja



Za referenco je na sliki 29 prikazan tudi gantogram glavnih dejavnosti projekta izgradnje podatkovnega omrežja.

5.5 Kvalitativna analiza tveganja

Pri obvladovanju tveganja se bom držal okvirja, postavljenega v teoretičnem delu magistrskega dela. Znotraj teh okvirjev bom upošteval tudi metodologijo projektnega vodenja v AT&T-ju in jo nadgradil s teoretičnimi znanjem in praktičnimi izkušnjami. Ob vsem tem pa bom upošteval tudi značilnosti projekta, predvsem njegovo časovno komponento. Metodologija ameriškega projektnega inštituta kakor tudi AT&T-jeva

metodologija projektnega vodenja, predvideva šest korakov v procesu obvladovanja tveganja:

- načrtovanje obvladovanja tveganja,
- ugotavljanje tveganja,
- kvalitativna analiza tveganj
- kvantitativna analiza tveganj,
- planiranje ukrepov,
- nadzor in kontrola tveganja.

Slika 29: Gantogram projekta izgradnje podatkovnega omrežja

ID	Dejavnost	Začetek	Konec	Trajanje	jan 2004				feb 2004				mar 2004				apr 2004			
					4.1	11.1	18.1	25.1	1.2	8.2	15.2	22.2	29.2	7.3	14.3	21.3	28.3	4.4	11.4	
1	Projekt izgradnje podatkovnega omrežja	05.01.2004	19.04.2004	76d	[Gantt bar spanning from 05.01.2004 to 19.04.2004]															
2	Ravnanje projekta	07.01.2004	16.01.2004	8d	[Gantt bar spanning from 07.01.2004 to 16.01.2004]															
3	Planiranje	07.01.2004	09.01.2004	3d	[Gantt bar spanning from 07.01.2004 to 09.01.2004]															
4	Načrtovanje	05.01.2004	21.01.2004	13d	[Gantt bar spanning from 05.01.2004 to 21.01.2004]															
5	Pregled lokacij	09.01.2004	15.01.2004	5d	[Gantt bar spanning from 09.01.2004 to 15.01.2004]															
6	Priprava dokumentacije	19.01.2004	21.01.2004	3d	[Gantt bar spanning from 19.01.2004 to 21.01.2004]															
7	Naročanje	21.01.2004	06.04.2004	55d	[Gantt bar spanning from 21.01.2004 to 06.04.2004]															
8	Oprema	22.01.2004	12.03.2004	37d	[Gantt bar spanning from 22.01.2004 to 12.03.2004]															
9	Dobava	02.02.2004	11.03.2004	28d	[Gantt bar spanning from 02.02.2004 to 11.03.2004]															
10	Hrbtenično omrežje	21.01.2004	03.03.2004	31d	[Gantt bar spanning from 21.01.2004 to 03.03.2004]															
11	GPS	23.01.2004	03.03.2004	28d	[Gantt bar spanning from 23.01.2004 to 03.03.2004]															
12	Dostopovno omrežje	21.01.2004	06.04.2004	55d	[Gantt bar spanning from 21.01.2004 to 06.04.2004]															
13	Naročilo linij	23.01.2004	27.01.2004	3d	[Gantt bar spanning from 23.01.2004 to 27.01.2004]															
14	Dobava linij	23.01.2004	06.04.2004	52d	[Gantt bar spanning from 23.01.2004 to 06.04.2004]															
15	Dobava ISDN in POTS	23.01.2004	08.03.2004	31d	[Gantt bar spanning from 23.01.2004 to 08.03.2004]															
16	Inštalacije	23.01.2004	12.04.2004	57d	[Gantt bar spanning from 23.01.2004 to 12.04.2004]															
17	Konfiguracija in testiranje omrežne opreme	17.02.2004	12.03.2004	19d	[Gantt bar spanning from 17.02.2004 to 12.03.2004]															
18	Konfiguracije opreme	17.02.2004	12.03.2004	19d	[Gantt bar spanning from 17.02.2004 to 12.03.2004]															
19	Testiranje linij	09.02.2004	09.04.2004	45d	[Gantt bar spanning from 09.02.2004 to 09.04.2004]															
20	Fizična inštalacija	23.01.2004	12.04.2004	57d	[Gantt bar spanning from 23.01.2004 to 12.04.2004]															
21	Faza 1	15.03.2004	19.03.2004	5d	[Gantt bar spanning from 15.03.2004 to 19.03.2004]															
22	Faza 2	15.03.2004	12.04.2004	20d	[Gantt bar spanning from 15.03.2004 to 12.04.2004]															
23	Faza 3	12.04.2004	12.04.2004	1d	[Gantt bar spanning from 12.04.2004 to 12.04.2004]															
24	Faza 4	23.01.2004	12.04.2004	57d	[Gantt bar spanning from 23.01.2004 to 12.04.2004]															
25	Prenos in zaključek	12.04.2004	19.04.2004	5d	[Gantt bar spanning from 12.04.2004 to 19.04.2004]															
26	Prenos v produkcijo	12.04.2004	14.04.2004	2d	[Gantt bar spanning from 12.04.2004 to 14.04.2004]															

Glede na to da je projekt relativno kratek, ter da je rezultat projekta podoben prejšnjim projektom, nima smisla izgubljati preveč časa v procesu planiranja obvladovanja tveganj. Teorija pravi (PMBOK, 2000, str. 129), da je rezultat procesa obvladovanja tveganja plan obvladovanja tveganj. Posebnega plana, v smislu dokumenta, pri projektu izgradnje

prostranega omrežja ne bo. V sam projektni plan je smiselno vključiti del, ki govori o procesu obvladovanja tveganja pri projektu. Le-ta bo vseboval in določal metriko, ki se bo uporabljala pri kvalitativni analizi, predloge za register tveganja in podobno. V prid takemu pristopu govori tudi dejstvo, da je AT&T v smislu projektnega vodenja nezrela organizacija. Najvišji in srednji sloj vodstva pozna in se zaveda potrebe po projektnem vodenju, vendar pa podpora projektnemu vodenju obstaja bolj na deklarativni ravni.

Pri **identifikaciji tveganja** sem uporabil svoje praktične izkušnje, kakor tudi izkušnje sodelavcev. Pri oblikovanju spiska in zbiranju idej sem se obrnil tudi na spiske tveganj in praktične ugotovitve v literaturi, med katerimi velja omeniti predvsem sledeče avtorje: Šušteršič (2003, str. 54-56), Pleterski (2004, str. 74-76) ter Desmond (2004, str 55-56).

Identifikacijo tveganja je **smiselno združiti s kvalitativno analizo**. Na ta način se upoštevajo le tista tveganja, ki so dovolj velika. Kvantitativna analiza temelji na subjektivnih ocenah verjetnosti nastanka dogodka tveganja in njihovih posledic. Pri tem je bila upoštevana matrika predstavljena v spodnji tabeli.

Tabela 6: Opisne in numerične vrednosti, uporabljene pri kvalitativni analizi

Ocene verjetnosti dogodkov					
Verjetnosti	Zelo majhen 0.1	Majhen 0.3	Zmeren 0.5	Velik 0.7	Zelo velik 0.9
Opis	Dogodek je možen, vendar je verjetnost zelo majhna.	Precej neverjetno je, da se bo dogodek zgodil	Obstaja realna možnost, da bo do dogodka prišlo.	Zelo verjetno se bo dogodek zgodil.	Dogodek se bo zgodil. Možnosti, da do njega ne bo prišlo so praktično nične.
Ocena posledic tveganja na glavne cilje projekta					
Cilj projekta	Zelo majhen 0.05	Majhen 0.1	Zmeren 0.2	Velik 0.4	Zelo velik 0.8
Stroški	Neznatna porast stroškov	Porast stroškov manjša od 5%	Porast stroškov med 5% in 10%	10%-20% porast stroškov	več kot 20% porast stroškov
Terminski načrt	Nepomembna zakasnitev	Zakasnitev manjša od 5%	Zakasnitev med 5% in 10%	Zakasnitev med 10% in 20%	Zakasnitev več kot 20%
Kvaliteta	Komaj opazno zmanjšanje kvalitete	Samo zelo zahtevne aplikacije so prizadete	Zmanjšanja kvalitete zahteva ponovno odobritev naročnika	Zmanjšanje kvalitete je nesprejemljivo s strani naročnika	Končni izdelek projekta je praktično neuporaben

V tabeli 7 so prikazani rezultati kvalitativne analize tveganja. Glede na značilnost projekta je večina tveganj vezanih na terminski plan. Nekaj izmed tveganj je vezanih tudi na kvaliteto, pri čemer so mišljene predvsem tehnične karakteristike prostranega omrežja. Podrobneje so tveganja opisana v nadaljevanju magistrskega dela.

Tabela 7: Rezultati kvalitativne analize tveganja

ID	Opis tveganja	Področje tveganja	Vrsta tveganja	Verjetnost	Posledice	Rezultat tveganja
1	Tveganje poznega podpisa pogodbe	Čas	Zunanje	0,1	0,80	0,080
2	Sprememba pogodbe med izvedbo	Čas	Operativno	0,1	0,40	0,040
3	Zakasnitev dobave najetih vodov	Čas	Terminsko	0,5	0,80	0,400
4	Zakasnitev dobave omrežne opreme	Čas	Terminsko	0,3	0,80	0,240
5	Zakasnitev dobave telefonskih linij	Čas	Terminsko	0,3	0,40	0,120
6	Ne spoštovanje zahtev projekta s strani zunanjih izvajalcev	Kvaliteta	Zunanje	0,1	0,20	0,020
7	Neustreznost dobavljene omrežne opreme	Kvaliteta	Zunanje	0,1	0,20	0,020
8	Komunikacije znotraj projektnega tima	Čas	Operativno	0,5	0,20	0,100
9	Podeljevanje avtoritete ključnim ljudem	Čas	Operativno	0,5	0,10	0,050
10	Tveganje pomanjkanje podpore projektu	Čas	Operativno	0,7	0,05	0,035
11	Tveganje zaradi neustreznega reševanje prioritet	Čas	Operativno	0,3	0,40	0,120
12	Tveganje odsotnosti članov projektnega tima	Čas	Operativno	0,3	0,20	0,060
13	Interoperabilnost omrežja / integracija	Čas	Tehnološko	0,3	0,80	0,240
14	Nepreizkušena tehnologija, pomakanje znanja	Kvaliteta	Tehnološko	0,1	0,80	0,080
15	Proces obvladovanje sprememb	Kvaliteta	Tehnološko	0,1	0,20	0,020
16	Obvladovanje internih orodij naročanja (GPS)	Čas	Operativno	0,7	0,20	0,140
17	Proces odobritve finančnih sredstev	Čas	Proračunsko	0,5	0,20	0,100

5.6 Planiranje ukrepov

Tveganje poznega podpisa (ID #1) pogodbe je splošno prisotno tveganje pri projektih izgradnje prostranega omrežja. Praviloma so pogodbe precej obsežne in nemalokrat strankin pravni oddelek potrebuje precej časa, da jih pregleda, verificira ter podpiše. Pred podpisom pogodbe se sicer projekt lahko začne, vendar se tudi ustavi pri procesu naročanja. Pri referenčnem projektu ocenjujemo, da je verjetnost poznega podpisa pogodbe zelo majhna, vendar bi posledice nedvomno zavlekle projekt. Glede na vse okoliščine je najbolj smiselno sprejeti to tveganja.

Drugo pogosto tveganje, povezano s pogodbo, je **spreminjanje vsebine pogodbe** med samim potekom projekta (**ID#2**). Tekom izvajanje projekta se lahko izkaže, da je bilo planiranje v predprodajni fazi slabo izvedeno ter da je potrebno spremeniti vsebino in sestavo projekta. Pri tem gre predvsem za tehnične spremembe, kot so na primer sprememba pasovne širine, sprememba v konfiguraciji... Strategija obvladovanja tveganja je sledeča. V kolikor spremembe prizadenejo dejavnosti izven kritične poti, se jih bo sprejelo in izvedlo. Če bo zaradi sprememb ogrožen kateri izmed ciljev projekta, pa se bodo skušale poiskati alternativne rešitve. Pri takšnih ukrepih je verjetnost nastanka tveganja enaka, vendar se ocena posledic zmanjša na 0.2.

Tveganje zaradi zamude zunanjih dobaviteljev so najresnejša grožnja projektu izgradnje podatkovnega omrežja. Med tveganja zaradi zamude zunanjih dobaviteljev

uvrščam tveganje **zaradi zamude najetih linij (ID#3)**, tveganje zaradi **zamude omrežne opreme (ID#4)** in tveganje zaradi **zamude telefonskih linij (ID#5)**. Edina možna strategija obvladovanja tveganja je ublažitev. Zmanjšati je potrebno tako verjetnost kot posledice tveganja. Obstaja več variant ublažitev tveganja, izmed katerih naj omenim:

- **Možnost »pospešenega« naročanja linij.** V nekaterih državah je možno izbrati tako imenovano »pospešeno« naročanje linij. Dobava najetega voda je hitrejša, vendar so tudi stroški naročila večji.
- **Lokalno naročanje opreme.** Omrežno opremo je možno kupiti tudi preko lokalnih partnerjev, ki imajo opremo na zalogi. Omrežna oprema je v tem primeru približno 40% dražja.
- **Uporaba nadomestne omrežne opreme.** Pri zamudi omrežne opreme se lahko začasno uporabi funkcionalno enaka omrežna oprema. Pred tem je potrebno preveriti, kje znotraj podjetja takšna oprema obstaja in jo uvoziti tja, kjer je potrebna.
- **Sprememba tehničnega načrta** v smislu začasnega zmanjšanja funkcionalnosti omrežja.
- **Uporaba že obstoječih telefonskih linij.** Začasno se lahko uporabi že obstoječe telefonske linije, ki so v lasti stranke ali lastnika objekta.

Večino teh ukrepov je potrebno planirati vnaprej. Če obstaja velika verjetnost, da bo projekt v zamudi zaradi nepravočasno dostavljene opreme na primer Madžarskem, jo je potrebno naročiti lokalno in ne preko centralnega sistema naročanja.

Osnovna težava pa je, da ne vemo natančno, kakšni so dobavni roki. Linija je lahko dobavljena v šestih ali pa v osmih tednih. Ravnatelj projekta iz izkušenj preteklih projektov pozna povprečne dobavne roke, vendar pa pri tem obstaja določena negotovost. Zato bom vsa ta **tveganja obravnaval še s kvantitativno analizo** in na osnovi rezultatov kvantitativne analize bom vsaki dejavnosti, pri kateri obstaja veliko tveganje, določil eno izmed zgornjih strategij obvladovanja tveganja.

V determinističnem terminskem planu nobena izmed aktivnosti dobave ni na kritični poti. **Obstajajo pa določene dejavnosti, ki imajo zelo majhno časovno rezervo.** Te so zbrane v spodnji tabli (tabela 8), zato se bom v kvantitativni analizi posebej orientiral na le-te.

Nespoštovanje zahtev projekta s strani zunanjih izvajalcev (ID #6). Tveganje se pojavlja predvsem pri dobavi najetih linij. Zgodi se namreč lahko, da kvaliteta linije ni zadovoljiva ali pa da dobavljeni vmesniki niso pravi. Verjetnost tveganja se lahko zmanjša s prenosom tveganja na zunanje izvajalce s podpisom ustrezne pogodbe, v kateri bo tudi klavzula o pogodbeni kazni. S tem se zmanjša verjetnost nastanka dogodka na sprejemljivo ravan.

Podobna vrsta tveganja je tudi pri **neustreznosti dobavljene omrežne opreme (ID#7)**. Lahko se zgodi, da v dobavljeni opremi manjka kakšen kabel, da je napajalnik neustrezen ali da manjka kakšen kos strojne opreme. Napako lahko naredi bodisi dobavitelj opreme ali

pa pride do tega zaradi malomarnosti pri naročanju. Strategija obvladovanja takšne vrste tveganja je ublažitev tveganja. Znotraj podjetja je potrebno poiskati in rezervirati nekaj rezervnih delov (omrežni kabli, napajalniki, kartice ISDN, pomnilniški moduli), ki se jih po potrebi uporabi.

Tabela 8: Časovna rezerva pri naročanju linij.

ID	Opis dejavnosti	Časovna rezerva
45	Dobava opreme za pisarno v Budimpešti	10 dni
46	Dobava opreme za podatkovni center v Budimpešti	8 dni
85	Dobava najetega voda 2 ⁸ Budimpešta Internet	7,8 dni
86	Dobava najetega voda 1 Budimpešta pisarna	0,8 dni
94	Dobava najetega voda Riga	0,6 dni
95	Dobava najetega voda Vilna	7,8 dni

Precej verjetno je tudi, da bo prišlo do **tveganja zaradi komunikacij znotraj projektnega tima (ID#8)**. Projekt je geografsko razpršen, prav tako tudi člani projektnega tima. Običajna komunikacija poteka preko telefona ter elektronske pošte. Jezik komuniciranja je angleščina, ki nikomur ni materin jezik. V splošnem obstajajo tudi druge ovire pri komuniciranju. Verma (1996, str. 24-25) jih razdeli med makro ovire in mikro ovire. Med prve uvršča količino informacij, pomanjkanje znanja o tematiki, kulturne razlike, organizacijsko kulturo ter število udeležencev v procesu komunikacije. Mikro ovire pri komuniciranju se pojavijo pri samem sporočilu, med oddajnikom in sprejemnikom sporočila. Verma med mikro ovire pri komuniciranju uvršča percepcijo (nekdo sliši tisto, kar želi slišati), pozornost in uporabo specifične terminologije ali žargona.

Zaradi slabih komunikacij znotraj projektnega tima lahko pride do napačno razumljenih sporočil in posledično do napak. Posledice tega tveganja je potrebno zmanjšati z uvedbo in doslednim spoštovanjem komunikacijskega načrta. Komunikacijski načrt mora vsebovati naslednje elemente (Marchewka, 2002, str. 199):

- kdo so udeleženci v procesu komunikacije,
- katera informacija gre kam,
- kakšen način komunikacije se uporablja,
- kje in kako se bodo informacije shranjevale.

Smiselno pa je tudi vpeljati standardne predloge za zapisnike s sestankov, statusna poročila in podobno.

Tudi naslednji sklop tveganj (**podeljevanje avtoritete ključnim ljudem (ID#9)**, **pomanjkanje podpore projektu (ID#10)**, **neustrezno reševanje prioritet (ID#11)**), lahko uvrstimo med operativna tveganja. Skupni imenovalec vseh tveganj je pomanjkanje podpore projektu s strani glavnih ravnateljev združbe. Organizacijsko strukturo AT&T-ja

⁸ V Budimpešti je potrebno naročiti najete vode preko več različnih ponudnikov. Indeks 1 tako označuje podjetje Matav, indeks 2 pa podjetje PanTel.

bi še najlažje opisali kot šibko matrično organizacijo, kjer imajo funkcionalni ravnatelji precejšno mero avtoritete. Zato obstaja tveganje, da člani tima ne bodo dobili ustreznega formalnega mandata, ter da projekt ne bo dobil ustreznih podpore. Obstaja precejšna verjetnost, da bo v primeru eskalacij oziroma konfliktov prišlo do neustreznega oziroma počasnega reševanja. Zaradi tega obstaja tveganje, da bo projekt trajal dlje od predvidenega časa.

Verjetnost tveganj je potrebno zmanjšati, pri čemur uporabimo sledeče strategije (Kerzner, 2001, str. 256):

- Formalno je potrebno pridobiti in dokumentirati mandat in avtoriteto ravnatelja projekta in projektnega tima. Prav tako je potrebno izbrati skrbnika projekta in ga aktivno vključiti v projekt.
- V projekt je potrebno aktivno vključiti vse zainteresirane stranke v projektu. V danem projektu so to predvsem direktor prodaje in direktor izvedbe.
- Pridobiti si je potrebno podporo glavnih ravnateljev združbe. Potrebno je pridobiti in obdržati njihov interes in predanost za projekt.

V kolikor bo ravnatelj projekta uspel zmanjšati tveganja zaradi premalo podpore managementa, se bodo najverjetneje zmanjšale tudi posledice **tveganja zaradi odsotnosti članov projektnega tima (ID# 12)**. Člani projektnega tima grede lahko na dopust, lahko zbolijo ali pa bodo zaradi preobremenjenosti posvečali premalo pozornosti projektu. Tveganje lahko zmanjšamo tako, da zmanjšamo verjetnost za nastanek tveganja in posledice.

Prva stvar, ki jo ravnatelj naredi za zmanjšanje verjetnosti tveganja, je motivacija članov projektnega tima. Še pred začetkom projekta je potrebno razložiti cilje projekta, predstaviti stranko, razložiti pričakovanja, vloge v timu in podobno. Druga stvar je takšna izbira članov tima, da se bodo njihova znanja in veščine prekrivale. To ne gre vedno, ampak do neke mere pa lahko ublaži posledice tveganja. Kot sem že omenil, je tretja stvar povezana s podporo funkcionalnih managerjev. Z ustrezno vključitvijo le-teh v projekt ne bi smelo prihajati do preobremenjenosti članov projektnega tima.

V določenem trenutku bo v projektu (konec faze 1) omrežje stranke delovalo deloma preko starega omrežja deloma preko novega omrežja. V zvezi s tem so povezane morebitne težave z **interoperabilnostjo omrežja (ID#13)** oziroma integracijo obeh omrežij v enovito celoto. Kljub skrbnemu načrtovanju je nemogoče predvideti morebitne tehnične težave, ki pri tem lahko nastopijo. Za zmanjšanje tveganja predlagam sledeče ukrepe:

- pridobiti mnenje strokovnjakov izven projektnega tima o tehnični rešitvi ter
- pripraviti rezervni načrt vzpostavitve prejšnjega stanja v primeru, da se težav ne bo dalo odpraviti.

Tudi tveganje v zvezi z **nepreizkušeno tehnologijo (ID#14)** oziroma pomanjkanjem znanja uvrščam med tehnološka tveganja. Eden izmed ciljev projekta je vzpostavitev prenosa govora preko omrežja IP (VoIP). Pri tem gre za pilotski projekt, saj takšen do

sedaj še ni bil opravljen v Evropi. Pri tem seveda obstaja tveganje, da bo pri tem šlo kaj narobe, saj praktičnih izkušenj s tega področja še ni. Glede na to, da je verjetnost ocenjena dokaj nizko in da vzpostavitev prenosa govora preko omrežja IP ni primarni cilj projekta, mislim da lahko to tveganje sprejmemo.

Pri tveganju, povezanim s **procesom obvladovanja sprememb (ID#15)**, je mišljena predvsem poprava morebitnih napak pri konfiguraciji prostranega omrežja v procesu naročanja. Če pride do napake – na primer tipkarske – je to spremembo zelo težko popraviti. Ko je podatek enkrat v bazah, je potrebno začeti s postopkom korekcije. Ta postopek pa je precej zamuden. Glede na to, da je posledica tveganja relativno majhna, je moj predlog, da se ga enostavno sprejme. Pri tem pa je potrebno poudariti še nekaj: verjetnost za nastanek tveganja je majhna, pri čemer predpostavimo, da bodo mehanizmi nadzora in kontrole projekta korektno vpeljeni. Pri slabšem nadzoru lahko to tveganje postane precej bolj moteče.

Slabe pol leta pred začetkom projekta je AT&T vpeljal novo orodje za naročanje, tako imenovani »*global provisioning system*« ali kratko GPS. Z uporabo tega orodja so povezana tveganja z **uporabo internih orodij naročanja (ID#16)**. Rezultat procesa naročanja so dodeljene številke IP, dodeljeni in konfigurirani parametri hrbteničnega omrežja, preko tega orodja se podatki prenesejo v podatkovne baze... Splošno znanje in poznavanje orodja znotraj združbe je v trenutku starta projekta še precej slabo. Predvideva se, da bo proces naročanja parametrov hrbteničnega omrežja končan v štiridesetih (40) dneh, precej verjetno pa je, da se bo proces zavlekel. Glede na deterministično planiranje je časovna rezerva precej velika, približno osemindeset (38) dni, vseeno pa je smiselno narediti »kaj-če« analizo.

Proces **dodeljevanja finančnih sredstev (ID#17)** je proces, kjer finančna služba odpre projektu konte, s katerih se črpa sredstva za nabavo opreme, naročilo linij in podobno. Potrebno je predložiti podpisano pogodbo ter ustrezne zahteve. Običajno traja približno teden dni, da se to odobri in odpre. Včasih je potrebno malce več časa, včasih malo manj. Tveganje pa obstaja, ker je ta dejavnost zelo blizu kritični poti. Pri tem se pojavlja vprašanje, kolikšen je še dopustni čas trajanja dejavnosti, da primarni cilj projekta (končana prva faza) ne bo ogrožen. Tudi ta scenarij bom obravnaval v kvantitativni analizi.

5.7 Kvantitativna analiza

Cilj kvantitativne analize je podrobneje **obravnavati nekatera tveganja (ID# 3, 4, 5, 16 in 17)** identificirana pri kvalitativni analizi. Poleg tega nameravam raziskati tudi tveganje celotnega projekta in identificirati morebitna nova tveganja. S pomočjo kvantitativne analize bi se rad dokopal do odgovorov na sledeča vprašanja:

- Kakšno je pričakovano trajanje projekta in kakšna je verjetnost, da bo projekt dokončan do roka, določenega s pomočjo determinističnega planiranja?
- Kakšna je verjetnost, da bo prva faza projekta končana do 21. marca?

- Katere so tiste aktivnosti, katerih podaljšanje najbolj vpliva na trajanje celotnega projekta?
- Katere so še ostale potencialno kritične aktivnosti?

Osnova kvantitativne analize je terminski plan, ki je predstavljen v prilogi. S povezavami med dejavnostmi pravzaprav to predstavlja mrežni diagram, čeprav je predstavljen v tabelarni obliki. V mrežnem diagramu je približno 180 aktivnosti in vsaj še enkrat toliko povezav med njimi. Zato je lahko nek intuitivni pristop k planiranju in razumevanju stvari zelo zavajajoč.

Pri **deterministični kvalitativni** analizi bom opazoval spremembo rezultatov v odvisnosti od spremembe določenih vhodnih podatkov. Takšen pristop je v splošnem zelo dobra analitična vaja, ki ravnatelju projekta omogoči boljše razumevanje plana in testiranje različnih predpostavk.

Pri **stohastični kvantitativni analizi** bom uporabil simulacijo z metodo Monte Carlo. Trajanje dejavnosti bom opisal z izbrano porazdelitvijo, ki bo najbolje opisovala negotovost ocene trajanja.

Poleg tega bom primerjal tudi rezultate, dobljene z različnimi orodji. **Osnovno orodje planiranja je nedvomno programski paket MS Project.** Na žalost pa omogoča samo deterministično planiranje. V programskem paketu je sicer možnost uporabe analize PERT, a pri tem gre še vseeno za deterministično analizo. V MS Project poleg pričakovane vrednosti trajanja dejavnosti podamo še najmanjšo vrednost (a) in največjo vrednost (b). Rezultat, ki ga dobimo, pa je povprečna vrednost trajanja projekta skupaj s standardno deviacijo.

Drugo orodje, ki ga bom uporabil, je programski paket Pertmaster Project Risk. Po svojem namenu in vsebini je zelo podoben MS Projectu, vendar omogoča tudi analizo z metodo Monte Carlo. Za uporabnike MS Projecta je uporaba Pertmastra precej enostavna, saj je namen obeh programov enak. Težave se pojavijo pri izmenjavi podatkov med obema, tako da je v praksi bolj smiselno uporabljati enega ali drugega.

Tretje orodje, ki ga bom uporabil pri analizi Excel. Omenil sem že, da nekateri avtorji (Ragsdale, 2003, str. 76-85; Seal, 2001, str. 16-21) uporabljajo preglednice za analizo mrežnega diagrama. Na osnovi Sealovih izkušenj sem tudi sam pretvoril mrežni diagram preglednico v Excelu ter ga analiziral. Prednost takšnega pristopa je predvsem v dostopnosti, saj so programska orodja za preglednice precej bolj razširjena in dostopna kot pa namenska programska orodja za planiranje projektov. Za generiranje naključnih števil sem uporabil dodatek k Excelu **@Risk podjetja Palisade.** Načeloma bi lahko uporabil tudi kakšne druge brezplačne dodatke, vendar sem ugotovil, da so le-ti precej počasni in nerodni za uporabo.

5.7.1 Deterministična analiza občutljivosti

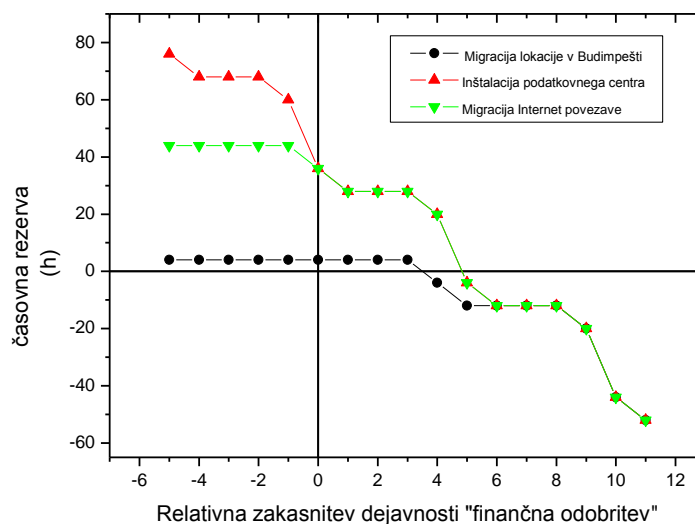
Pri kvalitativni analizi sem identificiral dve tveganji, ki bi lahko vplivali na potek projekta. Prvo teh tveganja je povezano z uporabo internih orodij naročanja (ID#16), drugo pa je proces odobritev finančnih sredstev (ID#17). Pri obeh tveganjih se bo zaradi se lahko zaradi pomanjkanja znanja, birokratskih procesov ali napak poveča predvideni čas trajanja dejavnosti. Ravnatelj projekta ima zelo malo, ali skoraj nič, vpliva na to. Zato je ključno vprašanje, kolikšne so pri tem še tolerance, da datum inštalacije prve faze ne bo ogrožen.

Odgovor na to lahko dobimo že iz determinističnega modela. Enostavno spreminjamo dolžino trajanja ene izmed teh dveh aktivnosti ter spremljamo časovno rezervo ključnih dejavnosti, potrebnih za dokončanje prve faze.

Rezultati pokažejo, **da je dokončanje prve faze precej neobčutljivo na spremembo trajanja dejavnosti tako internega procesa naročanja kot odobritve finančnih sredstev**. Čas trajanja internega procesa naročanja se lahko poveča za dobrih štirinajst dni, pa termin za dokončanje prve faze še ne bo ogrožen. V praksi so takšna podaljševanja precej neverjetna.

Rezultati deterministične analize občutljivosti za proces odobritve finančnih sredstev so prikazani na spodnji sliki. Na abscisi je prikazana relativna zakasnitev dejavnosti glede na pričakovano trajanje (5 dni), na ordinati pa časovna rezerva za inštalacije treh lokacij v Budimpešti (ID dejavnosti so 152, 153 in 154). Iz slike je prav tako razvidno, da bo, v kolikor bi odobritev finančnih sredstev zamujala za več kot tri dni, potrebno posredovati.

Slika 30: Odvisnost časovne rezerve pri prvi fazi dokončanja projekta od časa trajanja aktivnosti "Odobritev finančnih sredstev"



Glede na rezultate lahko torej povzamem, da je tveganje, pri katerem bo prišlo do zamude pri obeh dejavnostih, zelo majhno. Ocenjujem, **da so verjetnosti za zamudo**, pri kateri bi bile resnejše posledic za projekta:

- odobritev finančnih sredstev manjše kot 5 %,
- proces internega naročanja manjše kot 2 %.

Na osnovi teh rezultatov lahko obe identificirani tveganji v kvalitativnem delu analize sprejmemo.

5.7.2 Stohastična analiza

Pristop k stohastični analizi sem že omenil. Vsaki dejavnosti v mrežnem diagramu priredimo porazdelitveno funkcijo, ki najbolje opiše negotovost in tveganja, povezana s to dejavnostjo. Z generatorjem naključnih števil izbiramo dolžino trajanja dejavnosti skladno s prirejeno gostoto verjetnostne porazdelitve. Za vsak poskus je potrebno izračunati dolžino trajanja projekta ter identificirati dejavnosti na kritični poti. Postopek ponovimo nekaj tisočkrat⁹ ter s statistično analizo rezultatov izračunamo povprečne vrednosti trajanja projekta, standardno deviacijo ter ostala parametre.

Pri stohastični analizi je potrebno najprej določiti, katere so tiste dejavnosti, ki imajo nek stohastični element. Glede na vse do sedaj povedano s tem ne bi smelo biti problema.

Dobavo najetih vodov, opreme in telefonskih linij bom **simuliral z Gaussovo verjetnostno porazdelitvijo**. Gaussova porazdelitev je nekako najbolj smiselna izbira, saj lahko z njo najbolje opišemo dejavnosti, na katere vpliva več zunanjih neodvisnih vplivov. Povprečna vrednost v porazdelitvi bo kar pričakovana vrednost iz deterministične analize. Standardno deviacijo pa sem določil glede na pretekle izkušnje in pričakovanja. Tako je na primer pri nezanesljivih dobaviteljih standardna deviacija večja in obratno. Na spodnji sliki (slika 31) je primer simulacije dobave linije, kjer je pričakovana vrednost petintrideset (35) dni in standardna deviaciji šest ter devet dni.

Dejavnosti, pri katerih je potrebno opraviti določeno delo – kot so na primer priprava ali pregled dokumentacije – bom simuliral s **trikotno verjetnostno porazdelitvijo**. S tem nekako upoštevam, da člani projektnega tima, vključno z ravnateljem projekta, delajo tudi na drugih nalogah. Če je na primer za neko nalogo predviden čas dejavnosti tri dni, potem v parametre simulacije vstavim minimalni čas dva dni in največji čas pet dni.

Omenil sem, da bom pri kvantitativni analizi uporabil tri programska orodja:

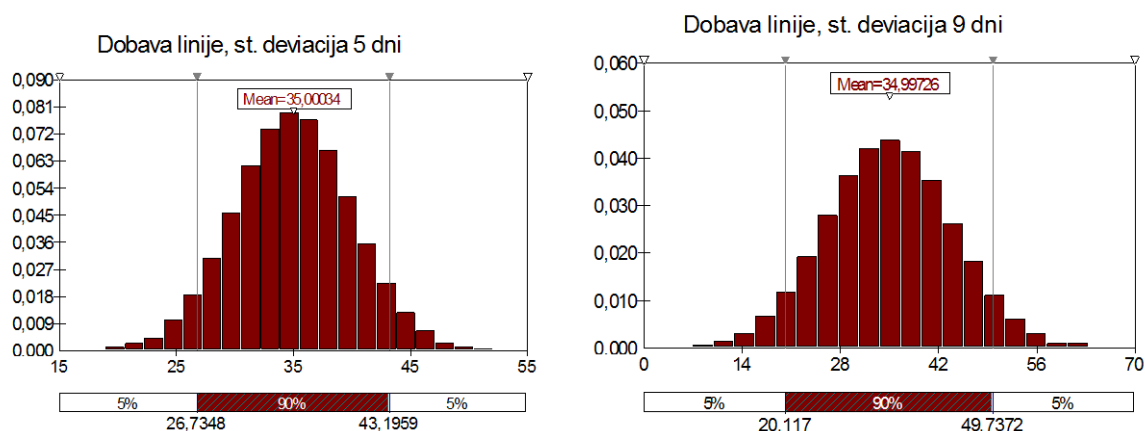
1. Pertmamaster za analizo Monte Carlo,
2. MS project za deterministično analizo in deterministične PERT analizo,
3. Excel in @Risk za analizo trajanja projekta.

Pri tem je potrebno pripomniti še nekaj: aktivnosti, povezane z dobavo, se merijo v koledarskih dneh. Rok dobave en mesec pomeni, da opremo pričakujemo čez mesec dni. Pri aktivnostih, pri katerih pa je potreben napor, pa je potrebno upoštevati petdnevni delavnik. Zato bodo tudi rezultati kasneje izraženi tako v koledarskih dnevih kot v

⁹ V praksi se izkaže, da je v konkretne primeri potrebno le nekaj sto ponovitev. Vendar je računsko moč sodobnih računalnikov takšna, da tudi nekaj 10.000 ponovitev ne predstavlja nikakršne ovire.

delovnih dnevih. Transformacija med obema je dokaj enostavna: k delovnim dnevem je potrebno dodati le število prostih dni v danem časovnem obdobju.

Slika 31: Rezultati simulacije dobave najetega voda



5.7.3 Rezultati analize z metodo Monte Carlo.

V spodnji tabeli so zbrani rezultati analize trajanja dolžine projekta. Prikazani so tako deterministični izračuni kot rezultati simulacije.

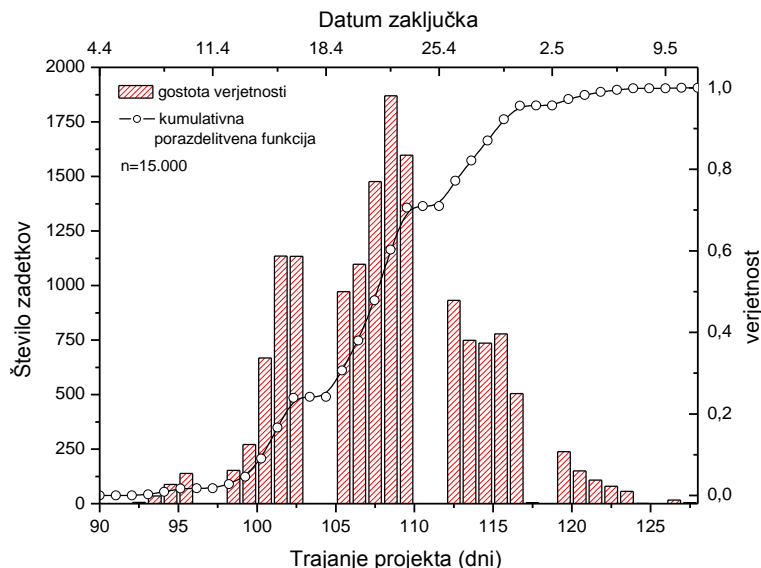
Tabela 9: Rezultati analize terminskega plana

	Koledarski dnevi		Delavni dnevi	
	Povprečje	Standardni odklon	Povprečje	Standardi odklon
Deterministično	106	-	76	-
Deterministično PERT	106	6.4	76	4.8
Simulacija PERT	102	6.4	72	4.8
Realna simulacija	108.3	5.6	78.5	4.0
Simulacija @Risk	-	-	77.2	3.9

Deterministično trajanje projekta je 106 dni, kar pomeni, da je predvideni konec projekta planiran za 20. april. Če model izboljšamo še z minimalnim in maksimalnim trajanjem posamezne dejavnosti (**deterministično PERT**), dobimo še informacijo o standardni deviaciji oziroma odklonu. V tem primeru je standardna deviacija nekaj več kot šest dni. To je že prva informacija ravnatelju projekta, kakšne so negotovosti celotnega projekta.

Za primerjavo sem naredil tudi tako imenovano **simulacijo PERT**. Vsaki dejavnosti sem priredil porazdelitveno funkcijo Beta in pognal simulacijo. Pri tem modelu je pričakovani čas trajanja projekta 102 dneva s standardno deviacijo 6.4 dni. Rezultat je po svoje zanimiv, ker je povprečni čas trajanja malce krajši od determinističnega časa. Po vsej verjetnosti je to posledica rahlo pesimističnih parametrov pri določenih dejavnostih.

Slika 32: Rezultati simulacije z metodo Monte Carlo ter programskega paketa Pertmaster



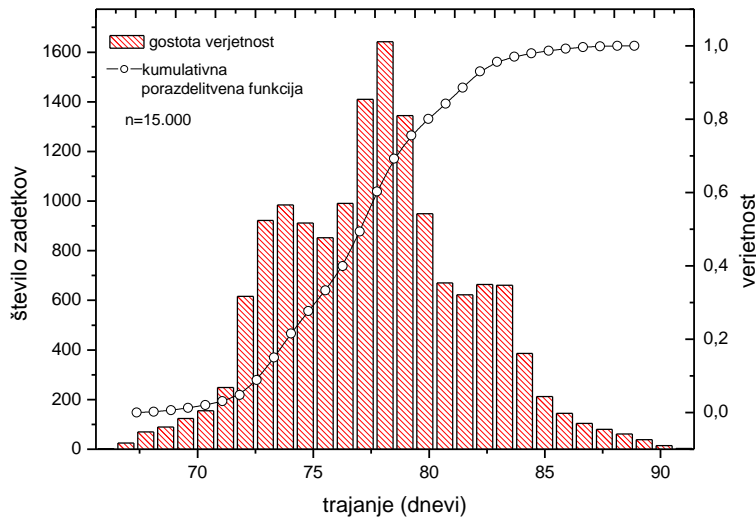
Dejansko zanimiv rezultat je analiza s čim bolj realnimi vrednostmi. V zgornji tabeli imenujem to **realna simulacija**. Pričakovana vrednost trajanja projekta je nekoliko večja od deterministične vrednosti. Po svoje je to tudi pričakovano, saj se povprečne vrednosti posameznih dejavnosti nekoliko povečajo. **Na zgornji sliki (slika 32) so prikazani rezultati simulacije.** S histogramom je prikazana gostota končne verjetnostne porazdelitve. Na isti sliki (skala na desni strani) je prikazana kumulativna verjetnostna funkcija. Le-ta je precej bolj informativna, saj neposredno pove, kolikšna je verjetnost dokončanja projekta v določenem roku.

Verjetnost, da bo projekt dokončan v deterministično planiranem roku, je zgolj 37%. S približno 80% verjetnostjo lahko trdimo, da bo projekt končan do 27. aprila. Na prvi pogled so morda ti podatki zastrašujoči, vendar pa po drugi strani to niti ni tako kritično. S precejšnjo gotovostjo lahko trdimo, da zamuda ne bo daljša kot teden dni. Pa še to so v glavnem dejavnosti, ki niso povezane neposredno s stranko (priprava dokumentacije, prenos znanja...). Bolj zanimivo je seveda pogledati, kakšna je verjetnost, da bo prva faza dejansko končana v roku. Vendar več o tem v nadaljevanju.

Eden izmed ciljev magistrskega dela je bilo tudi **raziskati možnost uporabe javno dostopnih orodij in programske opreme za uporabo pri kvantitativni analizi.** Zato sem se tudi lotil prenosa mrežnega diagrama v preglednice in analize Monte Carlo. Pri tem pa sem naletel na popolnoma praktične težave. Mrežni diagram projekta ima okoli 180 dejavnosti. Prenos takšnega mrežnega diagrama v Excel je ne samo zamudno, temveč praktično neobvladljivo delo. Takšen mrežni diagram bi v preglednici izgledal kot matrika velikosti 180x180, kjer posamezni elementi matrike predstavljajo vezi med dejavnostmi. V

praksi je to preveč kompleksno, da bi se to dalo na enostaven način izvesti. Zato sem model mrežnega diagrama poenostavil na le na 26 dejavnosti. Rezultat analize je predstavljen na sliki 33.

Slika 33: Rezultati simulacije z metodo Monte Carlo ter uporabo Excel-a

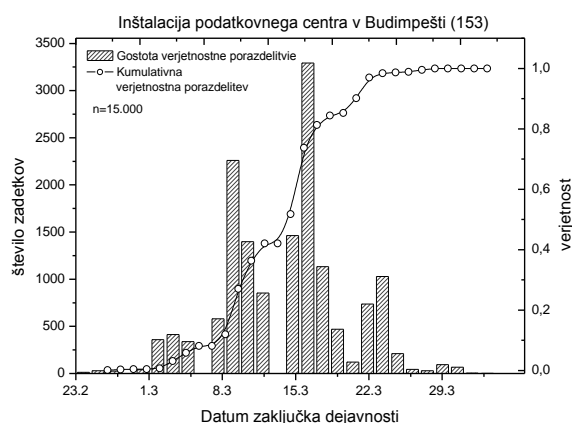
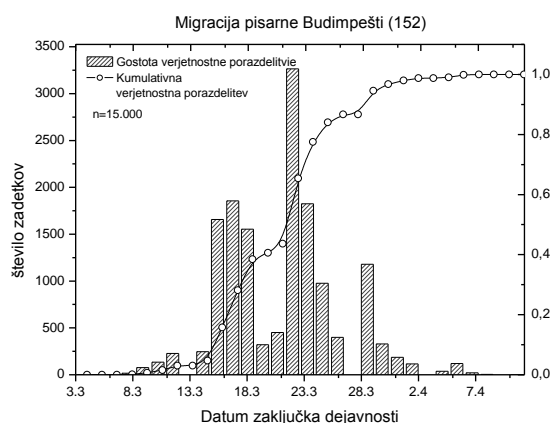


Kljub poenostavljenemu modelu so rezultati skladni s prejšnjimi rezultati. Povprečno trajanje projekta je 77 dni s standardno deviacijo slabih štiri dni. Takšen model sam po sebi ni dal kakšnih bistveno drugačnih rezultatov kot deterministični PERT. Žal pa so uporabljene poenostavitve tolikšne, da model ne more dati odgovorov, o katerih bom govoril v nadaljevanju.

Naslednje vprašanje, ki si ga lahko postavimo, je, **kakšna je verjetnost, da bo prva faza končana do vključno 21. marca.** Za odgovor na to vprašanje je potrebno pogledati, kakšni so pričakovani zaključki predhodnih faz (ID dejavnosti so 152, 153 in 154). **Rezultati analize pokažejo, da so verjetnosti dokončanja nalog do 21. marca sledeče:**

- Migracija pisarne v Budimpešti (ID 152): 45 %.
- Vzpostavitev povezave do podatkovnega centra v Budimpešti (ID 153): 80 %.
- Migracije povezav do Interneta (ID 154): 45 %.

Slika 34: Rezultati simulacije zaključka prve faze projekta



Če bi bile te verjetnosti med seboj statistično neodvisne, bi bila skupna verjetnost dokončanja prve faze kaj slaba: zgolj 16%. Za natančnejši odgovor je potrebno narediti **konvolucijo rezultatov v treh dejavnostih med sabo**. Rezultat je nekaj boljši, vendar še vedno precej zaskrbljujoč. **Verjetnost, da bomo ujeli rok prve faze se giblje okoli 30%**. S pomočjo kvantitativne analize smo torej identificirali novo tveganje.

Naslednja stvar, ki nas zanima, **so tveganja z dobavo opreme, najetih in telefonskih linij** identificirana pri kvalitativni analizi. Uporabno orodje pri tem je **korelacijska analiza občutljivosti** (Schuyler, 2001, str. 137), ki sem jo predstavil v poglavju 4.4.2.1 .

Pri našem projektu je potrebno pogledati, ali se zaradi podaljšanja časa dobave posameznega elementa spremeni dolžina trajanja projekta. V **spodnji tabeli (tabela 10) so zbrani rezultati za dejavnosti, ki smo jih identificirali v kvalitativni analizi**. V procesu analize pa sem identificiral tudi dve novi dejavnosti, kjer je korelacijski koeficient malenkostno višji.

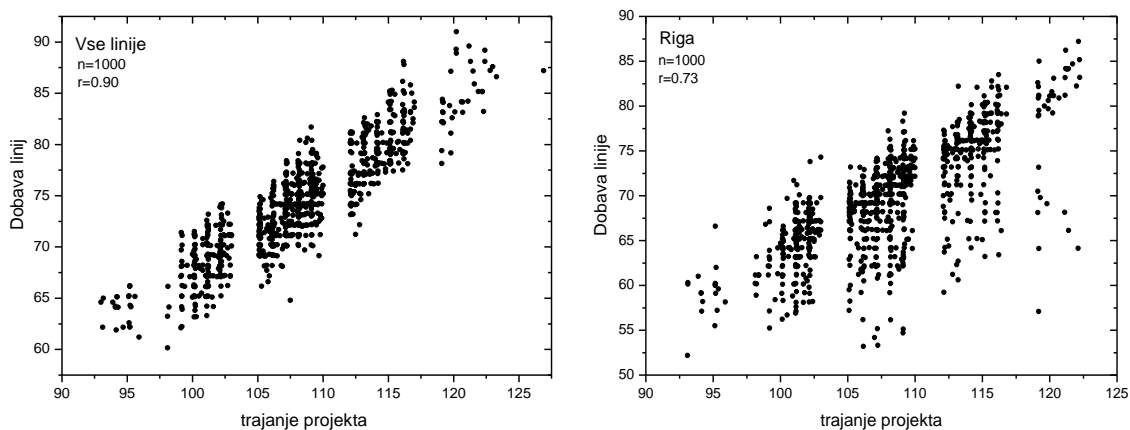
Tabela 10: Vpliv zakasnitev dobav na zakasnitev projekta

ID	Opis dejavnosti	Časovna rezerva	Korelacijski koeficient
45	Dobava opreme za pisarno v Budimpešti	10 dni	-0.01
46	Dobava opreme za podatkovni center v Budimpešti	8 dni	0.01
85	Dobava najetega voda 2 Budimpešta Internet	7,8 dni	0.04
86	Dobava najetega voda 1 Budimpešta pisarna	0,8 dni	0.02
94	Dobava najetega voda Riga	0,6 dni	0.73
95	Dobava najetega voda Vilna	7,8 dni	0.28
109	Dobava telefonskih linij Tallin	54 dni	0.10
77	Priprava naročila za dobavitelje, Baltske države	0 dni	0.16

Edina dejansko kritična dejavnost je dobava najetega voda v Rigi. Kar v 73 % bo podaljšanje trajanja aktivnosti vplivalo na podaljšanje celotnega projekta. Dejansko je bila ocena v kvalitativni analizi kar pravilna. Če pogledamo, kakšna je korelacija med dobavo vseh linij in celotnim **trajanjem projekta, se izkaže da je le-ta kar 90 %**. Na spodnji sliki (slika 35) sta prikazani odvisnosti korelacije med dobavo vseh najetih vodov in

trajanjem projekta ter dobavo najetega voda v Rigi in trajanjem projekta. Iz rezultatov analize lahko povzamem, **da bo zakasnitev dobave najetih vodov resno vplivala na trajanje projekta.**

Slika 35: Korelacija med dobavo linij in trajanjem projekta



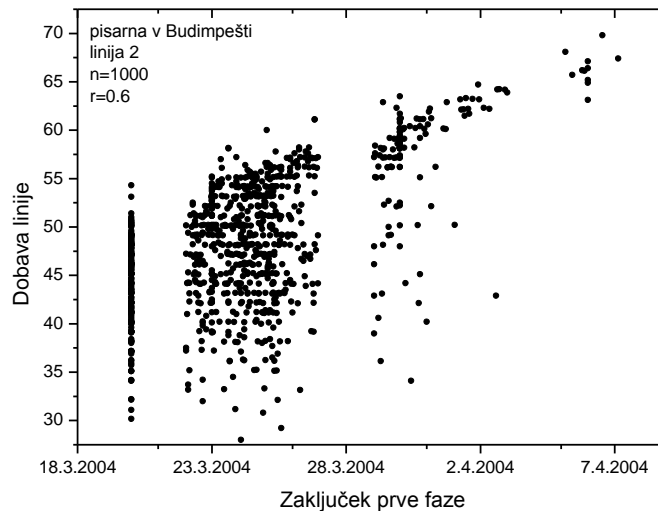
Ugotovili smo, da je verjetnost zaključka prve faze do določenega datuma samo 30 %. **S pomočjo kvantitativne analize lahko ugotovimo, katere so tiste dejavnosti**, pri katerih je korelacija med časom zaključka prve faze in dolžino trajanja dejavnosti največja. Rezultati so zbrani v spodnji tabeli.

Tabela 11: Rezultati analize s korelacijo

ID	Opis dejavnosti	Korelacijski koeficient
8	Izdelava dokumentacije	0.20
46	Dobava opreme za pisarno za podatkovni center	0.17
53	Proces internega naročanja (GPS), podatkovni center	0.11
54	Proces internega naročanja (GPS), pisarna	0.17
86	Dobava linije 2 za pisarno v Budimpešti	0.60

Kot kaže je **najbolj kritični parameter dobava linije za pisarno v Budimpešti**. Vsakršne zamude pri dobavi linije bodo imele največji vpliv na dokončanje prve faze v roku. Korelacija med trajanjem dobave linije za pisarno v Budimpešti in časom zaključka prve faze projekta je prikazana na spodnji sliki (slika 36).

Slika 36: Korelacija med dobavo najete linije in zaključkom prve faze



5.7.4 Analiza kritične poti

Za konec kvantitativne analize je potrebno **analizirati** še **kritično pot**, s čimer bomo ugotovili, katere so še ostale potencialno kritične dejavnosti. Pri determinističnem planiranju obstaja le ena kritična pot. Tokom uveljavljanja projekta običajno ravnatelj projekta posveča posebno pozornost dejavnostim na kritični poti. Pri analizi s simulacijo Monte Carlo pa lahko za vsako dejavnost določimo tako imenovani **indeks kritičnosti**. Leta je definiran kot razmerje, kolikokrat je bila dana dejavnost kritična s celotnim številom simulacij.

Rezultati so prikazani v spodnji tabeli (tabela 12). V tabeli sem izpustil tiste dejavnosti, ki so tako ali tako kritične (na primer dejavnost »ID 179 zaključek projekta«). Opazimo, da so na vrhu dejavnosti, ki tudi pri determinističnem planiranju ležijo na kritični poti. To je nekako razumljivo in pričakovano, saj ni bistvene razlike med povprečnimi časi trajanja dejavnosti v deterministični in stohastični analizi.

Opazimo pa tudi, da so nekatere dejavnosti precej visok indeks kritičnosti, čeprav v deterministični analizi na ležijo na kritični poti. Primera takšni dejavnosti sta na primer:

- Naročilo linij na Madžarskem – indeks kritičnosti je slabih 50 %.
- Dobava linije v Rigi – indeks kritičnosti je slabih 50 %.
- Dobava druge linije za pisarno na Madžarskem – indeks kritičnosti 41 %.

Izmed teh dejavnosti bo ravnatelj projekta moral nedvomno usmeriti precej svoje pozornosti na dobavo linije za pisarno na Madžarskem. Kot smo že prej ugotovili, je to ena izmed ključnih dejavnosti za pravočasno dokončanje prve faze projekta.

Tabela 12: Spisek dejavnosti z največjim indeksom kritičnosti

ID	Opis dejavnosti	Kritičnost	Indeks kritičnosti
171	Migracija VoIP	da	99,3
169	Migracija pisarne v Budimpešti	da	99,3
174	Testiranje delovanja	da	93,6
10	Pregled dokumentacije	da	88,9
5	Plan virov	da	88,8
27	Priprava spiska opreme	da	88,1
68	Priprava zahtevka za naročilo	da	56,1
8	Izdelava dokumentacije	da	86,1
23	Zbiranja informacij	da	74
159	Inštalacija pisarne v Rigi	da	73,9
77	Priprava naročila za dobavitelje, Baltske države	da	70,9
152	Inštalacija pisarne v Budimpešti	da	67,9
70	Naročilo linij Madžarska	ne	49,9
147	Testiranje linij v Rigi	da	49,7
94	Dobava linije v Rigi	ne	49,7
138	Testiranje linije 2 za pisarno v Budimpešti	ne	40,9
86	Dobava linije 2 za pisarno v Budimpešti	ne	40,9
4	Izdelava terminskega plana	ne	36,4
20	Pregled lokacij	ne	31,1
154	Migracija povezave na Internet, Budimpešta	ne	28,6
158	Migracija pisarne v Vilni	ne	23,1
32	Proces naročanja	ne	20,4
30	Odobritev finančnih sredstev	ne	20,7
25	Konfiguracije usmerjevalnikov	ne	19,8
153	Inštalacija podatkovnega centra v Budimpešti	ne	15,8
118	Konfiguracija opreme podatkovnega centra	ne	15,8
46	Dobava opreme za podatkovni center	ne	15,8
148	Testiranje linije za Vilno	ne	15,5
95	Dobava linij Vilna	ne	15,5

Zakasnitvi ostalih dejavnosti nimata tako zelo velikih posledic. Naročilo linij je relativno kratka dejavnost, ki traja največ nekaj dni. Zato so zamude relativno majhne. Tudi inštalacija v Rigi, s stališča stranke, ni tako kritičnega pomena. Določene zamude se lahko dopusti.

5.8 Zaključek

Na tem mestu je čas, da naredimo zaključke kvalitativne in kvantitativne analize. **V procesu kvalitativne analize je bilo identificiranih sedemnajst tveganj** (tabela 7). Z ustreznim planiranjem ukrepov se pri večini tveganja bodisi zmanjša verjetnost bodisi posledice ter posledično tudi rezultat tveganja.

Določena tveganja (ID# 3, 4, 5, 16 in 17) sem obravnaval s pomočjo kvantitativne analize. Deterministična kvantitativna analiza je za tveganja »Obvladovanje internih orodij naročanja« ter »Proces odobritve finančnih sredstev« pokazala, da so posledice za

pravočasno dokončanje projekta manjše, kot je bilo predvidevano v kvalitativni analizi. V nadaljevanju projekta sicer ostanejo zabeležena, vendar se vpliv zmanjša in tveganje kot tako sprejme.

Drugače je z dobavami opreme in linij. V procesu kvalitativne analize so bila ta tveganja identificirana. Šele proces kvantitativne analize pa je pojasnil, da sta **kritični dobavi linij v Rigi in Budimpešti**. Nobena od teh aktivnosti ni ležala na kritični poti. Slednja ima močen vpliv na pravočasno dokončanje prve faze projekta, ki se je v kvantitativni analizi izkazal za novo tveganje. **Obstaja samo 30 % verjetnost, da bo ta mejnik dokončan pravočasno.** V nadaljevanju projekta bo potrebno vsekakor zelo veliko pozornosti nameniti tem tveganjem.

Vse to daje ravnatelju projekta nova orodja in vpogled v planiranje projekta. V nadaljevanju projekta bo potrebno ta, in seveda tudi ostala, tveganja ustrezno spremljati.

SKLEP

Oster konkurenčni boj sili organizacije, da se hitro odzivajo na vedno večje zahteve kupcev, nenehne tehnološke in druge spremembe. **Projektni pristop je pravi odgovor na izzive, ki jih prinaša današnje hitro rastoče in dinamično okolje.** Projekti so po svoji definiciji enkratne dejavnosti, zato je pri takšnem delu vedno prisotno tveganje. Tveganje je posledica delnih in nepopolnih informacij ter pomanjkljivih izkušenj, ki jih imajo projektni udeleženci. Planiranje je sistematično razmišljanje o prihodnosti, o ciljih in kako doseči te cilje. Naj si bo še tako dobro, vedno je le približek tega, kar se bo zgodilo v prihodnosti.

Zato se je potrebno zavedati, da se tveganje pojavlja pri vse projektih. Že to zavedanje je prvi korak k uspešnosti projekta. Seveda je potrebno vložiti še ustrezno mero napora, da se tveganje ublaži ali celo odpravi. Obvladovanje tveganja se neločljivo prepleta z ravnanjem projekta. Za uspešno dokončanje projekta je potrebno upoštevati veščine, tehnike in metode ravnanja projektov. V ospredju sta predvsem dva procesa, na katere sem se tudi osredotočil v magistrskem delu: proces planiranja in proces obvladovanja tveganj.

Namen **planiranja** je predvsem predvideti prihodnje dogodke in se na njih ustrezno pripraviti. S tem ko jasno določimo cilje in namen projekta, tudi odstranimo ali zmanjšamo negotovosti. Hkrati pa tudi vzpostavimo podlago za spremljanje projekta. V magistrskem delu sem se osredotočil predvsem na terminsko planiranje s pomočjo mrežnih diagramov. Dandanes se največ uporablja planiranje s CPM/PERT metodami oziroma izboljšave tega, kot so na primer precedenčni diagrami ali pa metoda GERT.

Rezultat terminskega planiranja je minimalno trajanje projekta ter časovne rezerve za izvedbo posamezne dejavnosti. Dejavnosti, ki nimajo časovne rezerve, so dejavnosti na kritični poti. Ravnatelj projekta mora posebno pozornost nameniti tem dejavnostim, kajti vsaka zakasnitev na kritični poti pomeni tudi končno zamudo.

Osnovna slabost CPM/PERT modela je v tem, da vanj ni možno vključiti spremenljivke naključnosti. Model PERT sicer omogoča, da za posamezno dejavnost podamo

najverjetnejše trajanje ter pesimistično in optimistično oceno, s čimer lahko dobimo neko oceno nedoločenosti o končanju projekta. Vendar analiza temelji zgolj na aktivnosti, ki so kritični poti. V okviru modela PERT zelo težko predvidimo, katere so ostale aktivnosti, ki sicer niso na kritični poti, vendar jih je potrebno podrobno spremljati med izvajanjem projekta. Model PERT prav tako predpostavlja, da je mogoče verjetnostno porazdelitev same aktivnosti opisati s funkcijo beta, kar mu nekateri avtorji tudi štejejo v zlo.

Večino omenjenih težav odpravimo s pomočjo analize z metodo Monte Carlo. Trajanje projekta simuliramo tako, da vsaki dejavnosti priredimo ustrezno verjetnostno porazdelitev. S pomočjo generatorja naključnih števil (simulacija) izračunamo trajanje dejavnosti, nato pa s pomočjo mrežnega diagrama izračunamo kritično pot in ostale parametre.

Namen časovne analize poteka projekta je dobiti informacijo o tem, katere so kritične dejavnosti ter kakšna je verjetnost zaključka projekta v roku. Vse to predstavlja vhodni podatek v procesu obvladovanja tveganj. Sam proces obvladovanja tveganj je sestavljen iz šestih glavnih procesov: planiranja obvladovanja, identifikacije, kvalitativne analize, kvantitativne analize, planiranja ukrepov ter nadzora. V magistrskem delu sem se naslonil na proces obvladovanja tveganja, kot ga priporoča metodologija ameriškega projektne inštituta. Naredil sem sistematičen pregled vsakega izmed šestih procesov. Orodja in tehnike, ki jih predlaga PMBOK, sem dopolnil in nadgradil z ugotovitvami in izsledki ostalih avtorjev. Pri pregledu sem se poglobljeno lotil predvsem kvalitativne in kvantitativne analize. Namen magistrskega dela je bil približati različne metode in orodja k praktični uporabi.

Pri praktični uporabi velja postopati pragmatično. Del Caño in de la Cruz (2002, str.473-484) sta v svojem članku predlagala, katera orodja in tehnika se uporabljajo v odvisnosti od vrste in velikosti projekta ter zrelosti organizacije (tabela 1 in tabela 5). **V praksi se uporablja več različnih kvalitativnih metod analize**, kar je po svoje razumljivo. Lažje so za uporabo, bolj intuitivne in večinoma za uporabo ni potrebnih kakšnih specializiranih računalniških orodij. Ne kaže namreč zanemariti dejstva, da je uporaba namenske programske opreme za podporo ravnanju projektov v slovenskih podjetjih malenkost večja od 50 % (Madžarec, 2005, str. 72). Ključnega pomena pa je, da se kvalitativna analiza naredi strokovno v fazi začetka projekta ter da se tveganja ustrezno **spremljajo in nadzirajo** tudi v fazi izvedbe projekta (Stare, 2010).

Kvantitativna analiza je nedvomno težja za uporabo. Del Caño in de la Cruz v splošnem predlagata zgolj analizo občutljivosti. Ostale tehnike naj bi se uporabljale glede na specifičnost projekta. Kar nekaj metod kvantitativne analize temelji na statističnih metodah, verjetnostnem računu in ostalih matematičnih orodij. Za uporabo sicer ni potrebno biti matematik, potrebno pa je vsaj razumeti za kaj gre. Ne razumevanje ozadja lahko pripelje do napačne uporabe in napačnih rezultatov. **Poudaril bi predvsem štiri orodja in tehnike, ki jih je smiselno uporabljati v kvantitativni analizi:**

- analiza občutljivosti oziroma »kaj-če« analiza,

- simulacije z Monte Carlo metodo
- odločitvena drevesa,
- več parametersko odločanje.

Razloga sta predvsem dva. Obstajajo namreč določena področja, kjer lahko le z zgoraj omenjenimi metodami dobimo uporabne rezultate. In drugič: za vse te metode obstaja namenska programska oprema, kar precej poenostavi uporabo. **Kot sem tudi ugotovil v magistrskem delu, je primernejša uporaba namenske programske opreme kot lastni razvoj.**

Pri praktičnem delu magistrskega dela **sem se osredotočil predvsem na identifikacijo in analizo tveganja.** Pri kvalitativnem delu analize sem s pomočjo lastnih izkušenj, razmišljanja ter z upoštevanjem informaciji iz strokovne literature, identificirana tveganja ovrednotil, ocenil njihovo velikost in o razmislil o morebitnih ukrepih. V okviru kvantitativne analize sem se osredotočil predvsem na analizo občutljivosti ter na simulacijo z metodo Monte Carlo. Analiza občutljivosti se je izkazala kot izredno uporabno orodje, saj lahko že z postavljenim terminskim planom analiziramo različne scenarije in tako dobimo globlji vpogled v identificirana tveganja.

Pri stohastični analizi sem po eni strani želel dobiti rezultate, hkrati pa sem želel tudi primerjati različna orodja med sabo. Pri analizi terminskega plana sem primerjal tako deterministične kot stohastične modele. Rezultati so si v vseh primerih precej podobni. Ne glede ali gre za popolnoma determinističen model ali pa za Monte Carlo simulacijo, so odstopanja manj kot nekaj procentov. S tega stališča so **deterministični modeli popolnoma zadostni.** Zavedati se je potrebno, da rezultat, ki ga bomo dobili s pomočjo determinističnega planiranja, ni čas, v katerem bo projekt končan, temveč **najverjetnejši čas za končanje projekta.** V konkretnem primeru je bila verjetnost, da bo projekt končan v deterministično določenem roku zgolj 37 %.

Primerjava orodij je prinesla še en rezultat. Izkazalo se je, da so javno dostopna orodja za izvajanje simulacij precej okorna, počasna in manj primerna za praktično delo. Pri resni uporabi kvantitativne analize je smiselno razmisliti o namenskih programskih orodjih, kot so na primer Pertmaster ali dodatek @Risk za MS Project.

Prava vrednost stohastičnih modelov se je izkazala šele pri podrobnejši analizi. Šele s simulacija je pokazala, da je zgolj 30 % verjetnost, da se bo dosegel rok prve faze. Korelacija posameznih aktivnosti med sabo s trajanjem projekta je identificirala nova tveganja. Tudi izračun indeksa kritičnosti da projektne vodi nove informacije pri ravnanju projekta.

Simulacija z metodo Monte Carlo vsekakor prinese dodano vrednost k ravnanju projekta. Ne samo, da se lahko identificira poprej neznana tveganja, z dodatnimi informacijami, ki jih prinese, bolje razumemo dinamiko projekta, ter s tem zmanjšujemo tveganje.

Zavedati se je potrebno omejitev, ki jih simulacije prinašajo. Čeprav s simulacijami dobimo več informacij o samem projektu kot z determinističnim pristopom, le-te vseeno

predpostavljajo da je mrežni diagram nespremenljiv. Zaradi tega nekateri avtorji dvomijo v kredibilnost takšnih rezultatov (Williams, 2004, str. 54). Williams pravi, da so simulacije z metodo Monte Carlo neustrezne, ker ne upoštevajo korektivih ukrepov, ki jih izvaja ravnatelj med ravnanjem projekta. Če projekt kasni, se bodo sprožile določene akcije. Zaradi tega je nedoločenost terminskega plana precej bolj široka, kot bi bila sicer. Takšnih problemov se loteva teorija planiranja s kritično verigo (angl. *critical chain scheduling*) (Goodpasture, 2004, str 210-213). Avtorji predlagajo, da se pri planiranju upošteva mediana posamezne porazdelitve, to se pravi tisti čas, za katerega obstaja 50% verjetnost, da bo naloga zaključena. To opravičijo s tem, da je v projektih že vgrajena določena časovna rezerva ter da bodo obstajali korektivni ukrepi, če bo naloga zamujala. Časovna rezerva praktično vedno obstaja, še posebno pri projektih, kjer so viri (ljudje) razdeljeni med več projektov (Patrick, 1999, str. 59). Projekt izgradnje podatkovnega omrežja, ki sem ga predstavil v magistrskem delu je nedvomno eden takšnih. Predvidevam, da bi planiranje s kritično verigo dalo nekoliko krajše rezultate. Ne glede na to, pa so tveganja enaka prav tako pa tudi način kako se jih lotimo.

Ne glede na metodo, tehnike in orodja, ki jih uporabljamo, lahko povzamem, da je upravljanje s tveganjem prava pot, če želimo doseči projekt v roku, znotraj predvidenih sredstev in v okviru planirane kvalitete. Obstaja vrsto različnih orodij, katerih uporaba naj bo odvisna od vrste projekta, znanja, pričakovanih rezultatov in podobno. Karkoli pa bo ravnatelj projektov uporabil, pa naj se to uporablja dosledno in skladno z eno izmed metodologij obvladovanja tveganja.

LITERATURA IN VIRI

1. Adams, J. R. (1997). *Principles of Project Management*. Sylva: PMI.
2. Al-Sulaiym, H., Al-Muammar, A., & HajBakry, S. (1997). An Overview of Public, Research and Private Data Networks. *International Journal of Network Management*, 7(2), 103-113
3. APM. Association for project management: Najdeno 6.maja 2005 na spletnem naslovu <http://www.eurolog.co.uk/apmrisksig/>.
4. AT&T. (2005). Project management methodology: Interno gradivo.
5. Badiru, A. B. (1991). *Project management tools for engineering and management professionals*. Norcross: Industrial engineering and management press.
6. Badiru, A. B. (1996). *Project management in manufacturing and high technology operations*. New York: J. Wiley & Sons.
7. Bastič, M. (2002). *Odločanje, načrtovanje in nadzor projektov*. Maribor: Ekonomsko-poslovna fakulteta.
8. Bidgoli, H. (1997). *Modern information systems for managers*. San Diego: Academic Press.
9. Bidgoli, H. (2000). *Handbook of business data communication : a managerial perspective*. San Diego: Academic Press.
10. Bohanec, M., & Rajkovič, V. (1995). Večparametrski odločitveni modeli. *Organizacija*, 28(7), str. 427-438.
11. Bohanec, M., & Rajkovič, V. (1999). Multi-Attribute Decision Modelling: Industrial Applications of DEX. *Informatica*, 23(4), str. 487-491.
12. Broek, F. v. d., & Looijen, M. (1997). Management of International Networks. *International Journal of Network Management*, 7(5), 242-250.
13. Burke, R. (1993). *Project management : planning and control techniques* (2nd edition ed.). Chichester,: J. Wiley&Sons
14. Button, S. D. (2003). Project duration prediction using a Monte Carlo simulation of the periodic output of the project resources. *Monte Carlo Methods and Applications*, 9(3), 217-225.
15. Chapman, C. B., & Ward, S. (1997). *Project risk management : processes, techniques, and insights*. Chichester ; New York: Wiley.
16. Chapman, C. B., & Ward, S. (2003). Transforming project risk management into project uncertainty management *International Journal of Project Management*, 21(2), 97 - 105
17. Chritamara, S., Ogunlana, S. O., & Bach, N. L. (2002). System dynamics modeling of design and build construction projects. *Construction Innovation*, 2(4), str. 269-295.
18. Dawood, N. (1998). Estimating project and activity duration : a risk management approach using network analysis. *Construction management and Economics*, 16, 41-48.

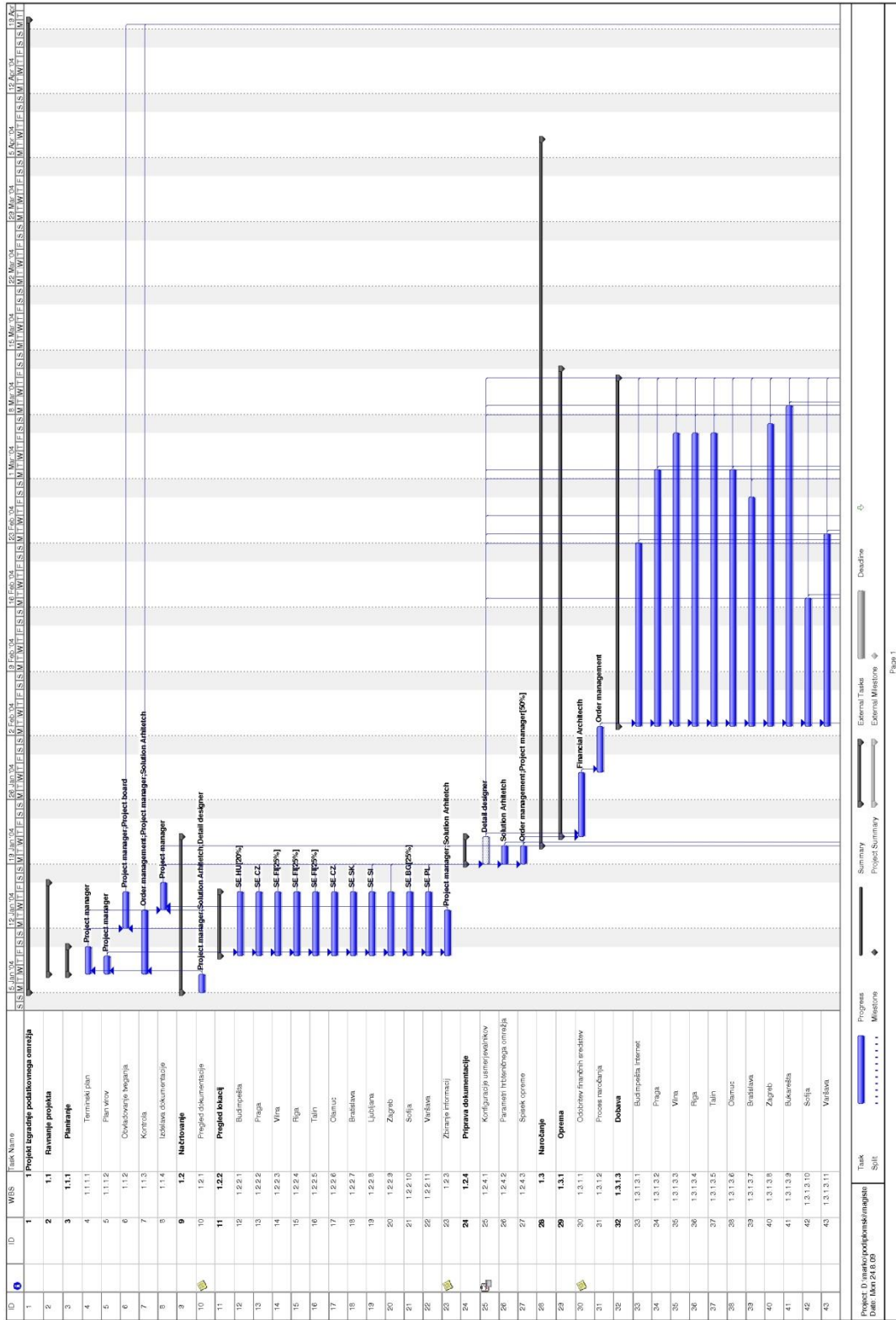
19. Dawson, R. J., & Dawson, C. W. (1998). Practical Proposals for Managing Uncertainty and Risk in Project Planning. *International Journal of Project Management*, 16(5), str. 299-310.
20. del Caño, A., & de la Cruz, M. P. (2002). Integrated Methodology for Project Risk Management. *Journal of Construction Engineering and Management*, 128(6), 473-485.
21. Desmond, C. L. (2004). *Project management for telecommunications managers*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
22. Dey, P. K. (2002). Quantitative risk management aids refinery construction. *Hydrocarbon processing*, 81(3), 85-95.
23. Dey, P. K. (2002a). Project Risk Management : A combined Analytic Hierarch Process and Decision Tree Approach. *Cost Engineering*, 44(3), 13-26.
24. Elkington, P., & Smallman, C. (2002). Managing project risks: a case study from the utilities sector. *International Journal of Project Management*, 20(1), 49-57.
25. Elliott, G., & Starkings, S. (1998). *Business Information Technology Systems, Theory and Practice*. London: Longman.
26. Essex, D. E. (2004). Is Your Project at Risk? *PM Network*, 18(6), str. 66-67.
27. French, S. (1986). *Decision theory : an introduction to the mathematics of rationality*. Chichester, West Sussex, England ; New York: Ellis Horwood : Halsted Press.
28. Frey, H. C., & Patil, R. S. (2002). Identification and Review of Sensitivity Analysis Methods. *Risk Analysis: An International Journal*, 22(3), 553-577.
29. Gerwing, K. (2002). Global Networking for Everyone. *Networker*, 6(2), 9-12.
30. Goodpasture, J. C. (2004). *Quantitative Methods in Project Management*. Boca Raton, Florida: J. Ross Publishing.
31. Gradišar, M., & Resinovič, G. (2001). *Informatika v poslovnem okolju* (3 izd. , ed.). Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
32. Hauc, A. (2002). *Projektni management*. Ljubljana: GV založba.
33. Hillson, D. (1997). Towards a Risk Maturity Model. *International Journal of Project & Business Risk Management*, 1(1), str. 35-45.
34. Hines, W. W., & Montgomery, D. C. (1990). *Probability and Statistics in Engineering and Management Science* (3rd ed. ed.). New York: John Wiley & Sons.
35. IBM. (1999). *International Project Support System User's Manual*, IBM Global Services (interno gradivo ed.): interno gradivo.
36. Ireland, L. R. (1991). *Quality Management for Projects and Programs* Newtown Square: Project Management Institute.
37. Kerzner, H. (2001). *Project management : a systems approach to planning, scheduling, and controlling* (7th ed.). New York: John Wiley.
38. Kerzner, H. (2001a). *Strategic planning for project management using a project management maturity model*. New York: John Wiley.
39. Knight, K., & Robinson Fayek, A. (2002). Use of Fuzzy Logic for Predicting Design Cost Overruns on Building Projects. *Journal of Construction Engineering & Management*, 128(6), str. 503-512.

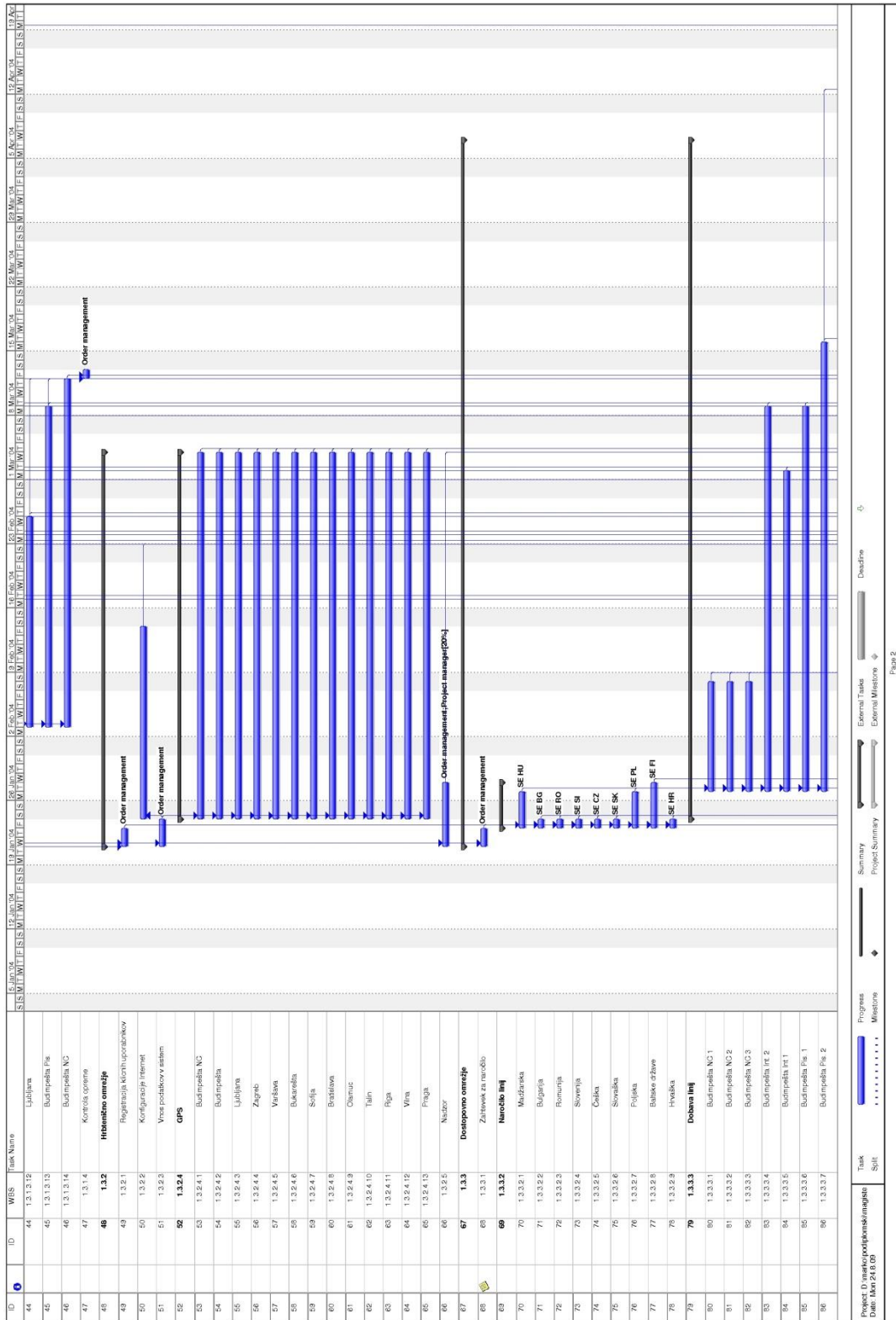
40. Knutson, J., & Bitz, I. (1991). *Project management : how to plan and manage successful projects*. New York, NY: American Management Association.
41. Kuščer, I., & Kodre, A. (1994). *Matematika v fiziki in tehniki*. Ljubljana: Društvo matematikov, fizikov in astronomov.
42. Levine, H. A. (2002). *Practical Project Management: Tips, Tactics, and Tools*. New York: John Wiley & Sons Inc. .
43. Liberatore, M. J. (2002). Project Schedule Uncertainty Analysis Using Fuzzy Logic. *Project Management Journal*, 33(4), str.16-22.
44. Lipovec, F. (1987). *Razvita teorija organizacije : splošna teorija organizacije združb*. Maribor: Založba Obzorja.
45. Lu, M., & AbouRizk, S. M. (2000). Simplified CPM/PERT Simulation Model. *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(3), str. 219-226.
46. Madžarec, M. (2005). *Analiza položaja projektnih informacijskih sistemov v slovenskih podjetjih*: Magistrsko delo.
47. Marchewka, J. T. (2002). *Information Technology Project Management: Providing Measurable Organizational Value*. New York: Wiley.
48. Moder, J. J., & Phillips, C. R. (1964). *Project management with CPM and PERT*. New York,: Reinhold Pub. Corp.
49. Moder, J. J., Phillips, C. R., & Davis, E. W. (1983). *Project management with CPM, PERT, and precedence diagramming* (3rd editon ed.). New York: Van Nostrand Reinhold.
50. Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2003). *Applied statistics and probability for engineers* (3rd ed.). New York: Wiley.
51. Morgan, M. G., Henrion, M., & Small, M. (1998). *Uncertainty : a guide to dealing with uncertainty in quantitative risk and policy analysis*. Cambridge ; New York: Cambridge University Press.
52. Muller, N. J. (1999). Managing Service Level Agreements. *International Journal of Network Management*, 9(3), 155-166.
53. Murch, R. (2001). *Project Management: Best Practices for It Professionals*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
54. Omladič, M., & Omladič, V. (1995). *Matematika in denar*. Ljubljana: Društvo matematikov, fizikov in astronomov.
55. Omladič, V. (2002). *Matematika in odločanje*. Ljubljana: DMFA.
56. Papavassiliou, S. (2001). Network and service management for wide-area electronic commerce networks. *International Journal of Network Management*, 11(2), 75-90.
57. Patrick, F. S. (1999). Getting out from between Parkinson's rock and Murphy's hard place *PM Network*, 13(4), str. 54-62.
58. Patterson, F. D., & Neailey, K. (2002). A Risk Register Database System to aid the management of project risk. *International Journal of Project Management*, 20(5), 365-374.
59. Pinto, J. K., & Prescott, J. E. (1998). Variations in Critical Success Factors Over the Stages in the Project Life Cycle. *Journal of Management*, 14(1), str. 5-18.

60. Pleterski, M. (2004). *Projektna tveganja izvajalca pri investicijskem projektu "Modernizacija prometnih telekomunikacijskih naprav Slovenskih železnic"*. (magistrsko delo) Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
61. PMBOK. (2000). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*. Newtown Square: Project Management Institute.
62. Press, W. H., Flannery, B. P., Teukolsky, S. A., & Vetterling, W. T. (1997). *Numerical Recipes in C : The Art of Scientific Computing* (2nd ed. ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
63. Ragsdale, C. T. (2003). A New Approach to Implementing Project Networks in Spreadsheets. *INFORMS Transactions on Education*, 3(3), 76-85.
64. Royer, P. S. (2000). Risk Management : The Undiscovered Dimension of Project Management. *Project Management Journal*, 31(1), 6-13.
65. Royer, P. S. (2002). *Project Risk Management: A Proactive Approach*. Vienna (USA): Management Concepts.
66. Rozman, R. (1993). *Planiranje poslovanja podjetja*. Ljubljana: Gospodarski vestnik.
67. Rozman, R. (2008). Namen in cilji projekta. *Projektna mreža Slovenije*, 11(2), 4-9.
68. Rozman, R., & Kovač, J. (2012). *Management: GV založba*.
69. Rozman, R., Kovač, J., & Koletnik, F. (1993). *Management*. Ljubljana: Gospodarski vestnik.
70. Rozman, R., & Stare, A. (2008). *Projektni management ali ravnateljstvo projekta*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
71. Schuyler, J. (2001). *Risk and Decision Analysis in Projects* (2nd edition ed.). Newtown Square: Project Management Institute.
72. Seal, K. C. (2001). A Generalized PERT/CPM Implementation in A Spreadsheet. *INFORMS Transactions on Education*, 2(1), 16-21.
73. Shermer, M. (2004). Crowds can sometimes be smarter than the persons in them. *Scientific American Magazine*, 291(4), 38.
74. Shtub, A. (1997). Project Segmentation - A Tool for Project Management. *International Journal of Project Management*, 15(1), 15-19.
75. SIMTOOLS. Simulacijska orodja SIMTOOLS (Najdeno 18. junija 2005 na spletnem naslovu <http://home.uchicago.edu/~rmyerson/addins.htm> ed.): Najdeno 18. junija 2005 na spletnem naslovu <http://home.uchicago.edu/~rmyerson/addins.htm>
76. Slevin, D. P., & Pinto, J. K. (1987). Balancing strategy and tactics in project implementation. *Sloan Management Review*, 19(1), 33-41.
77. Smith, P. G., & Merritt, G. M. (2002). *Proactive risk management : controlling uncertainty in product development*. New York: Productivity Press.
78. Stare, A. (2010). *Obvladovanje sprememb v izvedbi projekta*. (doktorska disertacija). Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
79. Sutherland, W. H. (1974). A Method for Combining Three-Valued Predictions. *Operations Research*, 22(5), str. 1104-1110.
80. Šušteršič, I. (2003). *Tveganje v projektih s primerom slovenskih podjetij*. (magistrsko delo). Ljubljana: Ekonomska fakulteta.

81. Verma, V. K. (1996). *Human Resource Skills for Project Manager*. Newtown Square: Project Management Institute.
82. Verzuh, E. (2003). *The portable MBA in project management*. Hoboken, N.J.: Wiley.
83. Voropajev, V. I., Ljubkin, S. M., Titarenko, B. P., & Golenko-Ginzburg, D. (2000). Structural classification of network models. *International Journal of Project Management*, 18(5), 361-368.
84. Wideman, R. M. (1992). *Project and program risk management : a guide to managing project risks and opportunities* (Preliminary ed.). Drexel Hill, PA: Project Management Institute.
85. Williams, T. (2004). Why Monte Carlo Simulations of Project Networks Can Mislead. *Project Management Journal*, 35(3), 53-61.
86. Wysocki, R. K., Beck, R., & Crane, D. B. (2000). *Effective project management* (2nd ed. ed.). New York: Wiley.
87. Young, T. L. (1996). *The handbook of project management : a practical guide to effective policies and procedures*. London: Kogan Page.
88. Zemljarič, B. (1999). *Planiranje projektov s posplošenim mrežnim diagramom*. (magistrsko delo) Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
89. Zwillinger, D. (1996). *CRC Standard Mathematical Tables and Formulae* (30th ed. ed.). Boca Ration, FL: CRC Press.

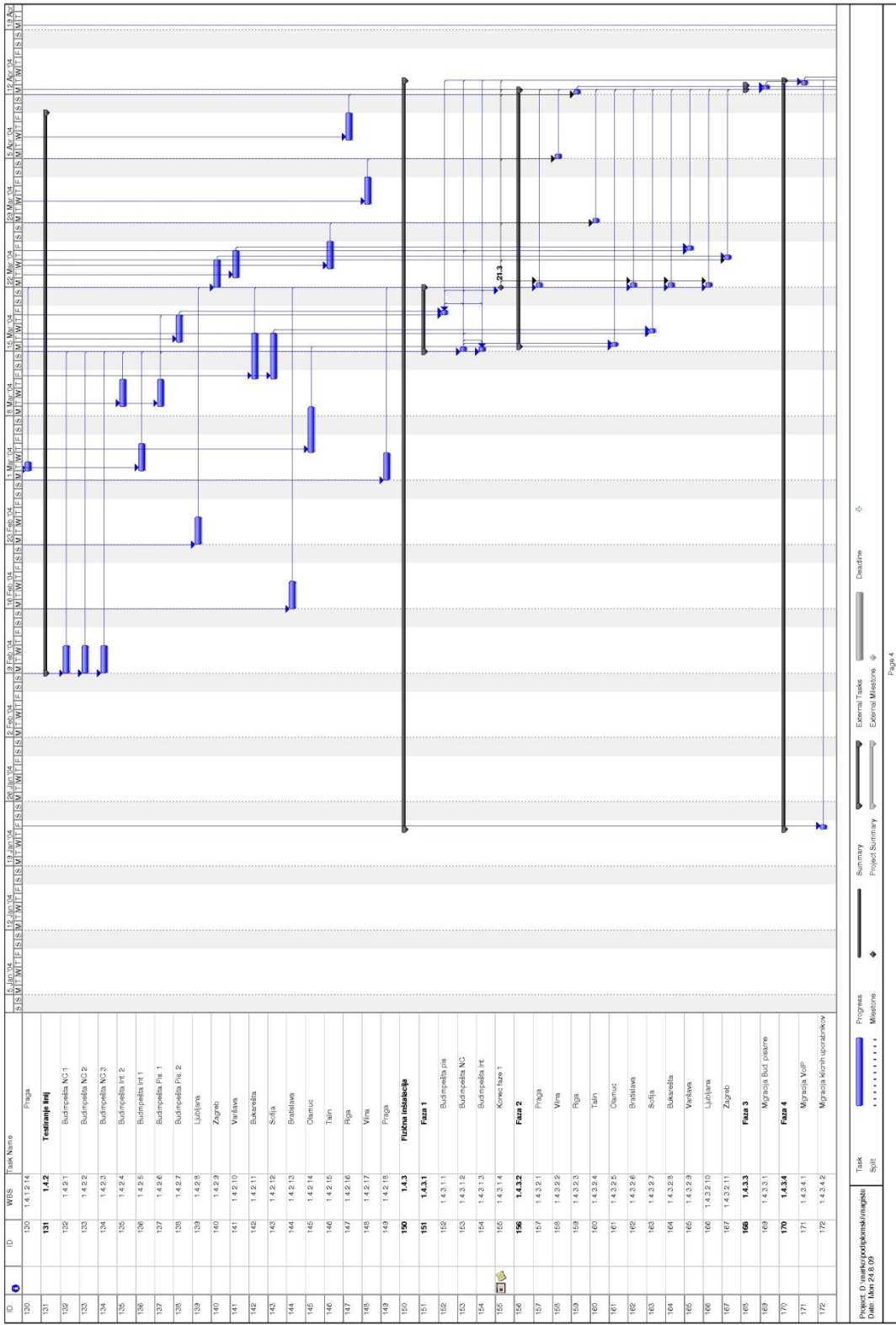
PRILOGA : GANTOGRAM IZGRADNJE PODATKOVEGA OMREŽJA





Project: D-mrežko podporni sklop
 Date: Mon 24 8 08

Task Split
 Progress Milestone
 Summary Project Summary
 External Task External Milestone
 Deadline



Ne printaj:

(APM); (AT&T, 2005); (IBM, 1999; SIMTOOLS)