

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

NATAŠA PRISTOVŠEK

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

**PRIMERJAVA METOD KRITIČNE POTI IN KRITIČNE VERIGE PRI
PLANIRANJU PROJEKTA**

Ljubljana, september 2011

NATAŠA PRISTOVŠEK

IZJAVA

Študentka Nataša Pristovšek izjavljam, da sem avtorica tega diplomskega dela, ki sem ga napisala pod mentorstvom dr. Aljaža Stareta, in da v skladu s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovolim njegovo objavo na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne:

Podpis:

KAZALO

UVOD	1
1 PROJEKT IN PROJEKTNİ MANAGEMENT	2
1.2 ŽIVLJENJSKI CIKEL PROJEKTA	3
1.3 PLANIRANJE PROJEKTOV	4
1.4 IZZIVI MODERNEGA PROJEKTNEGA MANAGEMENTA	5
2 METODA KRITIČNE POTI (CPM)	8
2.1 ZGODOVINA IN RAZVOJ METODE	8
2.2 PLANIRANJE PROJEKTA Z METODO CPM	8
2.2.1 Izdelava seznama aktivnosti	9
2.2.2 WBS diagram	9
2.2.3 Ugotavljanje medsebojnih povezav aktivnosti	10
2.2.4 Časovna analiza	11
2.3. METODA PERT	13
3 METODA KRITIČNE VERIGE (CCPM)	14
3.1 ZGODOVINA IN RAZVOJ METODE	14
3.2 METODOLOGIJA KRITIČNE VERIGE	14
3.2.1 Definiranje trajanja aktivnosti	14
3.2.2 Odprava posameznih časovnih rezerv	15
3.2.3 Izdelava projektnih in faznih blažilcev	16
3.2.4 Identifikacija omejitve projekta in kritične verige	17
4 OBRAVNAVA RAZLIK METOD CPM IN CCPM V TEORIJI IN PRAKSI	19
4.1 PLANIRANJE PROJEKTOV	19
4.2 MULTIPROJEKTNOKOLJE	21
4.3 KONTROLIRANJE PROJEKTOV	22
4.1 PREDNOSTI IN SLABOSTI OBEH METOD V PRAKSI	23
4.1.1 Metoda kritične poti (CPM)	23
4.1.2 Metoda kritične verige (CCPM)	24
SKLEP	25
LITERATURA IN VIRI	27

KAZALO SLIK

Slika 1: Grafični prikaz višine vpliva deležnikov, tveganj, negotovosti in stroškov sprememb skozi potek projekta	4
Slika 2: Grafični prikaz uspešnosti projektov skozi leta	6
Slika 3: Grafični prikaz povprečnega % preseganja načrtovanih stroškov in časovnih okvirjev skozi leta	7
Slika 4: Medsebojne odvisnosti aktivnosti v precedičnem diagramu	11
Slika 5: Puščični diagram terminskega planiranja	12
Slika 6: Elementi precedičnega diagrama	12
Slika 7: Prikaz mrežnega programiranja in najdaljše (kritične) poti	13
Slika 8: Grafični prikaz študentskega sindroma	15
Slika 9: Grafični prikaz vstavljanja projektnega in faznega blažilca	17
Slika 10: Prikaz slabega učinka opravljanja večih aktivnosti hkrati	18
Slika 11: Grafični prikaz slabega učinka večopravnosti na projektu	18

UVOD

V zadnjih 20 letih smo priča naglim procesom globalizacije, ki narekujejo nenehne družbene, ekonomske in tehnološke spremembe. Podjetja in njihovi poslovni procesi postajajo izjemno kompleksni in mednarodno prepleteni, medtem ko razvoj in inovacije predstavljajo glavno vodilo gospodarskega napredka.

Istočasno se je konkurenčnost trgov na račun vse nižjih ovir v mednarodni trgovini, z razvojem interneta in drugih tehnoloških napredkov v zadnjih letih močno povečala. Tako imajo kupci danes veliko možnost izbire in vsaka napaka pri razvoju produkta ali prepozen vstop na trg lahko za podjetje pomeni zmanjšan tržni delež, nižje prihodke in posledično tudi padec vrednosti delnic podjetja, v kolikor to kotira na borzi.

Vsi ti faktorji v borbi po obstanku silijo podjetja k spremembam svojih obstoječih organizacijskih struktur, poslovnih modelov in načinov poslovanja k bolj fleksibilnim alternativam kakršno je tudi projektno delo.

Nokes & Kelly (2007) pišeta, da je **projekt** po definiciji povezan z ustvarjanjem nove vrednosti in da tako vsa rast na konkurenčnih trgih prihaja prav iz projektne delo. Po nekaterih podatkih kar 30 % globalnih podjetij danes deluje projektno, znanje na tem področju pa je vedno bolj cenjeno in iskano.

Vendar management projektne delo ni nov pojem. Spremlja nas že vse od razvoja prvih civilizacij, vendar lahko o njem kot o poslovni vedi govorimo šele v zadnjih 60. letih z razvojem metod mrežnega načrtovanja projektov, imenovanih metoda kritične poti ali CPM (angl. *Critical Path Method*) in PERT (angl. *Project Evaluation and Review Technique*). Slednji sta danes vključeni v vse boljše računalniške programe, namenjene projektne delo planiranju, in predstavljata uveljavljeni metodi za terminsko načrtovanje. Sledenje služi kot pomembna podlaga za izvedbo in kontroliranje projektov.

Kljub številnim dognanjem in tehnološkim napredkom pa obstaja na področju projektne delo managementa še kar nekaj izzivov. Izsledki številnih študij in izkušnje podjetij namreč kažejo na to, da so projekti še zmeraj v veliki meri neuspešni ali pa presegajo načrtovane časovne in stroškovne okvirje.

Tega problema se je leta 1997 lotil dr. Elyahu M. Goldratt, ko je v svoji knjigi predstavil koncept kritične verige ali CCPM (angl. *Critical Chain Project Management*). Slednja naj bi s pomočjo preproste metodologije omogočala podjetjem boljše načine planiranja, hitrejšo izvedbo in lažje kontroliranje projektov tako v enoprojektne delo kot tudi v multiprojektne delo okolju.

Skozi naslednja leta je metodologija pridobila veliko zagovornikov in promotorjev, istočasno pa postala tudi predmet kritik na račun enostavnega pristopa k planiranju, ki ne temelji na nobenem znanstvenem oz. matematičnem modelu.

Kljub temu si je CCPM v zadnjih letih priborila svoje mesto v številnih knjigah o projektnem managementu, dobila računalniško programsko podporo in bila bodisi uspešno ali neuspešno implementirana v marsikatero podjetje.

V diplomski nalogi prikažem razlike med tradicionalnim načinom planiranja CPM in novejšim CCPM ter skušam ugotoviti, ali slednja v praksi res lahko predstavlja boljšo alternativo.

Pri pisanju diplomske naloge se opiram na knjige različnih, predvsem tujih avtorjev, študije primerov, izsledke člankov in strokovnih revij ter na svoj pogovor z Milanom Zupančičem, skrbnikom projektov v podjetju Metrel, d.d., ki med prvimi v Sloveniji uvaja koncept kritične verige.

Diplomska naloga je razdeljena na štiri dele. V prvem opredelim glavne pojme projektnega managementa in probleme, s katerimi se sooča, v drugem in tretjem razdelam metodologije obeh metod posamično, nazadnje pa se lotim še primerjave njunih razlik oz. njunih prednosti in slabosti v teoriji in praksi.

Cilj naloge je raziskati razlike med tradicionalnimi tehnikami načrtovanja projektov z metodo CPM in z metodo CCPM ter kritično ovrednotiti njune prednosti in slabosti v teoriji in praksi.

Namen naloge pa je ugotoviti primernost metode kritične verige kot alternative tradicionalnim tehnikam planiranja projektov v modernem poslovnem okolju.

1 PROJEKT IN PROJEKTNI MANAGEMENT

Projekt je niz koordiniranih aktivnosti s točno določenimi začetki in konci, ki jih izvaja posameznik ali organizacija v namen doseganja določenih ciljev znotraj vnaprej zastavljenih časovnih, stroškovnih in kakovostnih parametrov (British Standards Institute, 2000).

V priročniku Prince 2, organizacije OGC (2002) je zapisano, da **projekt** združuje različne vire, sposobnosti, znanja, tehnologijo in ideje v namen doseganja določene poslovne koristi ali poslovnega cilja. Stvar dobrega **projektnega managementa** pa je potem ta, da so te koristi ali cilji izvedeni v okviru vnaprej določenih časovnih in stroškovnih omejitev z vsemi dogovorjenimi specifikacijami.

V priročniku PMBOK Inštituta za projektni management (2008), ki predstavlja standard projektnega managementa hkrati poudarjajo, da je projekt po definiciji začasen, torej ima svoj začetek in konec. Prav tako je ta vedno enkrat, torej neponovljiv.

Smotrno izvedbo projektov, ki je definirana kot izvedba v dogovorjenem času, stroških in kvaliteti, pa omogoča dober projektni management. Lester (2003) je zapisal, da je **projektni management** v svojem bistvu pravzaprav management sprememb, medtem ko je tekoče poslovanje management kontinuuma oz. vsakdanjega posla. Takšen zapis je smiseln, saj se projektno delo uporablja prav za namene uveljavljanja sprememb znotraj organizacije ali

razvoj novih proizvodov in storitev.

PMBOK (2008) definira projektni management kot aplikacijo znanj, sposobnosti, orodij in tehnik projektnih aktivnosti v namen zadovoljitve zahtev projekta skozi integracijo petih funkcij projektnega managementa:

- snovanje,
- planiranje,
- izvedba,
- sledenje in kontroliranje,
- zaključevanje.

Tipičen postopek managementa projekta je sestavljen iz naslednjih korakov (PMBOK, 2008):

- Identifikacija projektnih zahtev.
- Upoštevanje različnih potreb, skrbi in pričakovanj deležnikov projekta med procesom samega planiranja in izvedbe projekta.
- Iskanje ravnotežja med projektnimi omejitvami, ki so največkrat obseg, kvaliteta, terminski načrt, denar, viri in tveganja.

1.2 Življenjski cikel projekta

Življenjski cikel je proces, skozi katerega teče projekt vse od vizije pa do uresničitve, pri čemer pa prehaja skozi več faz (Turner, 2009).

Priročnik PMBOK (2008) piše, da ima vsak projekt svoj življenjski cikel, vendar Rozman & Stare (2008) opozarjata, da slednji pravzaprav ni najbolj primerna beseda. Cikel namreč označuje ponavljajočo se dejavnost, kar pa projekt po definiciji ni. Zato predlagata raje besedo »življenje« ali »potek« projekta.

Slednji je pri vsakem projektu nekoliko drugačen, vendar PMBOK (2008) projektno življenje razdeli na štiri generične faze, ki so prisotne pri vseh:

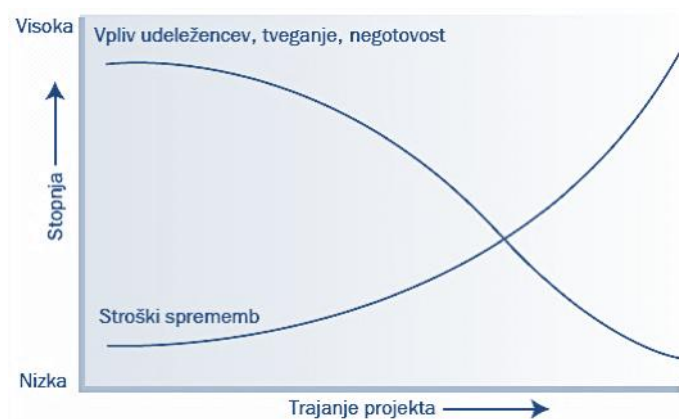
- snovanje,
- organizacija in priprava,
- izvedba,
- zaključek.

Vsak projekt se začne ob pojavu poslovne priložnosti ali potrebe po rešitvi določenega problema. V fazi snovanja se ta problem definira in določi želeno končno stanje z natančno opredelitvijo specifikacij, kot jih poda naročnik. Sledita organizacija in priprava, ki vključujeta zbiranje vseh relevantnih informacij in izdelavo terminskega načrta. Slednjega v fazi izvedbe skozi projekt stalno zasledujemo vse do faze zaključka, pri kateri se zaključi vsa projektna dokumentacija, produkt pa preda naročniku.

Skozi celotno življenje projekta se izvaja tudi proces kontroliranja, pri katerem redno primerjamo načrtovano z izvedenim.

Na sliki 1 so razvidne nekatere značilnosti projektnega življenja. Vplivi deležnikov projekta, tveganje in negotovost so najvišji na začetku, skozi življenje pa se postopoma zmanjšujejo. Obratno je vidno pri stroških sprememb karakteristik končnega produkta projekta, kjer so stroški najmanjši na začetku, nato pa skozi življenje projekta strmo naraščajo (PMBOK, 2008). Slednje kaže na pomembnost natančne specifikacije zahtev naročnika in pozornega planiranja projektov, saj kasnejši popravki ali nepredvideno povečanje obsega predstavljajo za podjetje najvišje stroške. Nepričakovane spremembe obsega so tako velikokrat citirane kot eden izmed glavnih razlogov za neuspeh projekta.

Slika 1: Grafični prikaz višine vpliva deležnikov, tveganj, negotovosti in stroškov sprememb skozi potek projekta



Vir: Institute for Project Management, Project Management Book of Knowledge (PMBOK) 2008, str. 17.

1.3 Planiranje projektov

»Tisti, ki ne uspe planirati, planira neuspeh.« (angl. "He who fails to plan is planning to fail.") - Winston Churchill

Vedno več projektnega dela in predvsem vse večja kompleksnost projektov, ki se jih lotevajo organizacije, zahtevajo dobro planiranje.

Prvi zametki projektnega planiranja segajo v leto 1917 z razvojem t.i. gantograma. Izumitelj slednjega je bil Henry L. Gantt, bližnji sodelavec inženirja Friedricha W. Taylorja znanega tudi kot »oče znanstvenega managementa«.

Gantogram (angl. *Gantt chart*) grafično prikazuje časovni raspored posameznih aktivnosti tako, da jih v tabeli naniza eno pod drugo, na vertikali pa označuje terminski začetek in dolžino trajanja. Za vsako aktivnost lahko tako hitro in jasno razberemo, kdaj naj bi se pričela in kdaj zaključila. Nekoč je bila slabost tovrstnega terminskega načrtovanja nezmožnost prikaza medsebojnih povezav med aktivnostmi, vendar pa današnji računalniški programi v ta

namen uporabljajo gantograme, ki odnose med aktivnostmi prikazujejo s puščicami (Stare, 2011).

Za namene planiranja večjih projektov sta se okoli leta 1950 s pojavom prvih računalnikov uveljavili dve smeri mrežnega planiranja: deterministična in verjetnostna. Metoda kritične poti (v nadaljevanju CPM) je predstavnica **deterministične**, saj upošteva le eno možnost trajanja aktivnosti, medtem ko je metoda PERT, ki pri določanju aktivnosti uporablja tri možnosti trajanja (optimistično, realistično in pesimistično), predstavnica verjetnostne.

Berkun (2005) piše, da ima faza planiranja projekta tri vloge. Prva je ta, da se v njej zavežemo o tem, kdaj bodo določene aktivnosti zaključene. Govorimo torej o terminskem načrtu, ki je na večjih projektih tudi najpomembnejši del planiranja. Druga vloga je ta, da dobijo vsi člani projektnega tima razumevanje o svoji vlogi znotraj projekta kot celote. Tretja pa je predvsem ta, da damo projektному timu orodje za spremljanje napredka in da razdelimo celoten projekt na manjše, lažje obvladljive dele. Tako vsak član projektnega tima dobi predstavo o obsegu projekta v kontekstu s svojimi dnevnimi nalogami.

Praktično gledano je namen planiranja zagotavljanje smotrnega doseganja ciljev projekta. To pomeni uskladitev aktivnosti tako, da bi bil čas trajanja projekta čim krajši, hkrati pa potreba po številu zaposlenih, obsegu sredstev in višini stroškov čim nižja.

Določi se tudi mesto projekta v organizaciji podjetja in značilnosti razmerij med aktivnostmi, izvedbenimi roki ter izvajalci (Rozman & Stare, 2008).

Preden pa projektni manager sploh lahko začne s planiranjem, mora dobro poznati zahteve naročnika in natančno definirati sam obseg projekta. Na tem mestu je ključno sodelovanje z naročnikom.

1.4 Izzivi modernega projektnega managementa

Raziskav, ki bi preučevale splošno uspešnost projektov v različnih panogah ni.

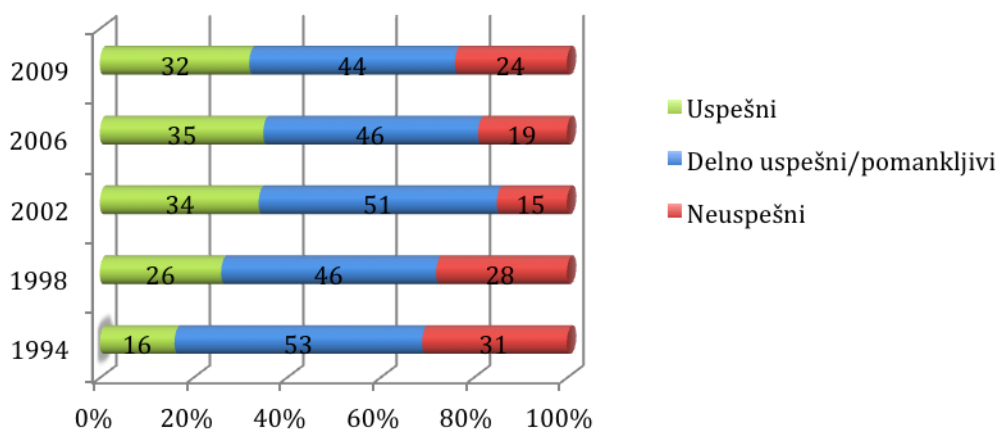
Razloge lahko iščemo v težavnosti samega merjenja uspešnosti različnih projektov. Vsi so po definiciji namreč edinstveni in neponovljivi, tako v njem igrajo vlogo zmeraj drugačne okoliščine, drugi ljudje, stroji ali specifikacije. Prav tako je problem izbira kriterija za merjenje uspešnosti, saj je le-ta lahko odvisen tudi od vrste projekta in panoge.

Večina raziskav tako raziskuje uspešnost projektov v neki specifični panogi, kjer so si značilnosti projektov vsaj podobne. Največ študij najdemo o projektih na področju informacijske tehnologije, ki zaradi visoke stopnje negotovosti in težkih napovedi trajanja aktivnosti za podjetja predstavlja še posebej velik izziv.

Zadnjih 15 let tako skupina Standish Group redno opravljajo raziskave v zvezi z uspešnostjo projektov na področju informacijske tehnologije, izsledke pa objavlja v poročilu imenovanem »CHAOS report«.

Na sliki 2, ki prikazuje uspešnost projektov med leti 1994-2009 vidimo, da so ob prvi raziskavi leta 1994 ugotavljali le 16 % uspešnost projektov, 10 let kasneje se je številka povzpela na 28 %, leta 2009 pa že na 32 %.

Slika 2: Grafični prikaz uspešnosti projektov skozi leta



Vir: Standish Group International, CHAOS Report, 1994-2009.

Število neuspešnih in delno uspešnih projektov je bilo torej skozi vsa leta večje kakor število uspešnih projektov. Vendar je za pravilno interpretacijo številk potrebno razumevanje uporabljenih kriterijev uspešnosti kot so si jih pri skupini Standish Group zamislili:

- **Uspešni projekti** (v zelenem): so projekti končani v načrtovanem časovnem in stroškovnem okvirju z vsemi vnaprej dogovorjenimi specifikacijami.
- **Delno uspešni** (v modrem): so projekti, ki so bili uspešno zaključeni, vendar so presegli načrtovane stroškovne in časovne okvirje ali niso uspeli zagotoviti dogovorjenih specifikacij.
- **Neuspešni projekti** (v rdečem): tisti, ki so bili prekinjeni pred zaključnim rokom oz. niso nikoli dosegli ciljev.

Čeprav je raziskava Standish Group citirana v mnogih publikacijah, je veliko tudi kritikov, ki ji očitajo napake v metodologiji. Prav tako nekateri strokovnjaki na področju računalništva in informatike trdijo, da so številke uspeha projektov v praksi nekoliko višje.

Tako študija, ki jo je izvedel Scott W. Ambler leta 2010 in ugotavlja percepcijo uspeha projektov med projektnimi managerji, razvijalci programske opreme ter drugimi vpletenimi v IT projekte. Pokazala je 52 % uspešnost projektov, načrtovanih in izvedenih s tradicionalnimi pristopi projektnega managementa, kar je veliko višja številka kot pri raziskavah skupine Standish Group.

Ker gre za percepcijo, in ker je le 10 % vprašanih uspešnost IT projektov opredelilo na način kot jo Standish group, je možno seveda, da so številke višje le zaradi različnih pojmovanj uspešnosti.

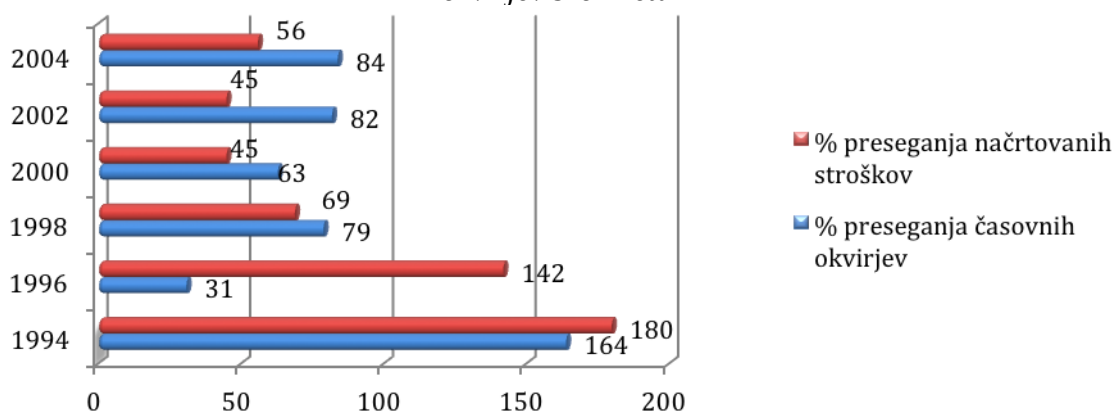
Vseeno je zanimivo izpostaviti, da so, sodeč po tej raziskavi, IT projekti uspešnejši z uporabo modernejših načinov projektnega managementa. Agilni in ponavljajoči projekti imajo namreč približno 67 % percepcijsko stopnjo uspešnosti.

Brazilska raziskava Archibald & Prado (2010) večinoma IT projektov v Braziliji je skozi leta 2008 in 2010 ugotovila v povprečju 57 % uspešnost in le približno 14 % neuspešnost projektov. Rezultati pridobljeni iz inženirskih oz. gradbenih projektov so po tej raziskavi dosegli podobno strukturo uspešnosti.

Razloge za odstopanje od raziskave Standish Group lahko iščemo v drugačnem poslovnem okolju in relativno majhnem vzorcu proučevanih projektov. Razlog je lahko ponovno sama definicija uspeha, ki ga brazilska raziskava opredeli kot uspešno izvedbo produkta ali storitve, s katerim je naročnik v celoti zadovoljen, načrtovani stroški in roki pa niso bili bistveno preseženi. Delni uspeh pa definira kot veliko odstopanje od specifikacij ali stroškovnih in časovnih okvirjev.

Na sliki 4 lahko vidimo rezultate raziskave Standish Group o povprečnem preseganju načrtovanih časovnih in stroškovnih okvirjev projektov v letih med 1994 in 2004. Čeprav je očitno, da se je situacija od leta 1994 izboljšala, je razvidno tudi da je bilo leta 2004 povprečno preseganje načrtovanih časovnih okvirjev še zmeraj veliko - za kar 84 %, medtem ko so bili stroški preseženi v povprečju za 56 %.

Slika 3: Grafični prikaz povprečnega % preseganja načrtovanih stroškov in časovnih okvirjev skozi leta



Vir: Standish Group, CHAOS report, 1994-2004.

Različni avtorji razloge največkrat vidijo v naslednjih faktorjih: slaba podpora vrhnjega managementa, pomanjkljiva opredelitev specifikacij, slabo vodstvo, slabo spopadanje s konflikti med zaposlenimi, nepričakovani dogodki in slabo planiranje projekta.

Kerzner (2003) pravi, da so v 80. letih videli razloge za neuspeh predvsem v tehničnih delih, torej v slabem planiranju, terminskem načrtovanju in napačnih ocenah trajanja aktivnosti, medtem ko v 90. letih vidimo probleme v motivaciji zaposlenih, slabem poistovetenju s projekti, slabih medsebojnih odnosih ali komunikaciji itd.

Ne glede na to, katere podatke upoštevamo kot prikaz realnega stanja v praksi, je očitno, da učinkovito in uspešno izvajanje projektov podjetjem še zmeraj predstavlja velik izziv.

2 METODA KRITIČNE POTI (CPM)

2.1 Zgodovina in razvoj metode

Leta 1950 sta matematika Morgan R. Walker iz korporacije E. I. Du Pont de Nemours & Company in James E. Kelley iz Remington Rand Univac Corporation razvila način mrežnega programiranja, imenovanega metoda kritične poti ali CPM (angl. *Critical Path Method*).

Podjetje Du Pont je namreč želelo za učinkovitejšo izvedbo projektov izkoristiti enega prvih računalnikov, namenjenih komercialni rabi: UNIVAC-I. Tako sta Walker in Kelly prevzela nalogo razvoja računalniškega algoritma s pomočjo razumevanja linearnega programiranja z I in J, ki jim je omogočal upoštevanje odnosov med aktivnostmi (Weaver, 2006).

Prvič so metodo kritične poti uporabili za namen izgradnje kemične tovarne in tudi za postopke vzdrževanja. Leta 1959 sta Kelly in Walker metodo skupaj predstavila javnosti na konferenci »Eastern Joint Computer« s člankom, imenovanim »Planiranje in terminsko razporejanje po kritični poti« (angl. *Critical Path Planning and Scheduling*). Leta kasneje je mrežno programiranje postal standard planiranja projektov, NASA pa je s pomočjo CPM leta 1969 na Luno poslala prvega astronava.

Ko sta Walker in Kelly razlagala algoritem vodstvu podjetja Du Pont, sta si pomagala z risanjem puščic in tako nehote razvila puščični diagram AOA (angl. *Arrow on Arrow*), ki je bil od takrat naprej v uporabi za grafično prikazovanje terminskega načrta projekta in kritične poti. Čez leta ga je nasledil precedični diagram. Razlike med obema razlagam v naslednjem poglavju.

2.2 Planiranje projekta z metodo CPM

Metoda kritične poti je algoritem, razvit iz linearnega programiranja, ki nam pove najkrajši možni zaključek projekta. Hkrati nam pove, katero zaporedje aktivnosti je najdaljše. Slednje imenujemo kritična pot, saj zamuda le ene aktivnosti v tem zaporedju povzroči zamudo celotnega projekta. Edini način hitrejšega zaključka je torej osredotočanje na te kritične aktivnosti, ki imajo na uspeh projekta tudi največji vpliv. Hkrati se lahko ob poznavanju kritične poti lotimo krajšanja trajanja projekta, tako da kritično pot oz. aktivnosti na kritični poti skrajšamo.

Metoda v svojem bistvu predvideva, da so trajanja aktivnosti deterministična in smo jih zmožni relativno natančno določiti. Zato se jo uporablja v projektih, s katerimi že imamo pretekle izkušnje ali določeno bazo znanja.

Metoda kritične poti je danes integrirana v vsak računalniški program, namenjen planiranju projektov, in je tako izračunana kot prikazana avtomatično.

2.2.1 Izdelava seznama aktivnosti

Aktivnost je določen, smiselno vključen del projekta, za katerega izvedbo so običajno potrebni čas, ljudje in sredstva. Rozman & Stare (2008). Aktivnosti so odvisne od projektnih specifikacij, ki jih ponavadi narekuje naročnik v času iniciacije projekta.

Dobra definicija specifikacij oz. zahtev projekta je ključna, da ne pride do t.i. preseganja obsega (angl. *scope creep*), ko se specifikacije proizvoda skozi projektno življenje spreminjajo, dokler ne dosežejo neke relevantne velikosti in povzročijo daljše izvedbene čase ali stroške.

Šele ko vemo, kaj so pravi cilji projekta, razumemo celoten obseg in imamo predstavo o glavnih mejnikih projekta, lahko začnemo s terminskim planiranjem aktivnosti.

2.2.2 WBS diagram

Sprva je pomembno opredeliti vsebinsko arhitekturo projekta ali **PBS** (angl. *Product Breakdown Structure*) in nato strukturo dela ali **WBS** diagram (angl. *Work Breakdown Structure*). Nekateri avtorji WBS in PBS enačijo, vendar tehnično gledano predstavljata nekaj drugega.

WBS je k produktu usmerjeno hierhično drevo, podobno organigramu, razdeljeno pa je na poddivizije, ki predstavljajo vso strojno opremo, storitve in podatke, potrebne za uspešen razvoj končnega produkta. Narejen je v skladu s pričakovanim potekom dela in med drugim odraža tudi način povzemanja stroškov in informacij v namene poročanja (Kerzner, 2003).

WBS v svoji osnovi razdeli projekt na aktivnosti, katerih izvedba bo omogočila doseganje ciljev projekta.

Ko govorimo o vsebini projekta, govorimo velikokrat o strukturi produkta ali PBS (angl. *Product Breakdown Structure*). V praksi pa se velikokrat uporablja kombinacija obojega.

Verzuh (2005 str. 114) tako razlaga, da je WBS treba deliti na "slepe aktivnosti" (angl. *summery tasks*), ki se iz splošnih delijo naprej na vedno bolj detajlne in končajo z najmanjšimi enotami dela - t.i. delovnimi paketi (angl. *work package*). Pomembno pri tem je vedeti, da se sklopi aktivnosti ne izvajajo, temveč predstavljajo le skupek delovnih paketov in so ponavadi opisane s samostalniki.

WBS je načeloma stvar projektnega managerja, vendar Verzduh (2005) predlaga previdno in natančno izdelavo celotne strukture s pomočjo projektnega tima in drugih deležnikov projekta.

V priročniku o projektnem managementu Bowen (1997), ki ga je izdala poslovna šola na Harvardu prav tako zasledimo poudarjeno pomembnost dobre WBS strukture, saj so zapisali,

da je eden največjih razlogov za neuspeh projektov prav nerazumevanje celotnega obsega projekta kar naj bi bil rezultat premajhnega posvečanja pozornosti dobri razčlembi projekta. WBS nam poda večjo preglednost nad projektom in aktivnostmi, služi pa tudi kot ključna podlaga za izdelavo mrežnega diagrama.

2.2.3 Ugotavljanje medsebojnih povezav aktivnosti

Za vse aktivnosti na tej stopnji ugotavljamo medsebojne odvisnosti. V tabeli za vsako aktivnost identificiramo vse druge, ki morajo biti zaključene da se ta sploh lahko prične. Sledi **mrežna analiza**, ki pomeni postavitev grafičnega modela projekta in njegovo usmeritev k ciljem. Slednji so: čim krajši čas trajanja, čim manjša oz. čim bolj enakomerna zasedenost virov in čim nižji stroški (Rozman & Stare, 2008).

Najstarejši način prikaza mrežne analize je **ADM ali Puščični diagram** – (angl. *Arrow Diagramming Method*).

Pri njem gre v osnovi za risanje krogov in puščic za namene prikazovanja odvisnosti med aktivnostmi. Vsak krog v diagramu predstavlja dogodek, puščica pa aktivnost.

Puščična metoda pozna le eno odvisnost med aktivnostmi, in sicer »konec – zaključek« (angl. *Finish – Start*). Da bi tako lahko prikazali tudi kompleksnejše medsebojne odvisnosti včasih uporabimo t.i. »slepe aktivnosti« (angl. *dummy activities*). Takšna aktivnost (prikazana kot črtkana puščica) nima trajanja in jo uporabimo le za prikaz odvisnosti.

Puščični diagram je sčasoma nadomestil **PDM ali precedični diagram** (angl. *Precedence Diagramming Method*). Slednji odnose med aktivnostmi prikaže pregledneje in ga danes uporabljajo tudi moderni računalniški programi za podporo planiranju projektov.

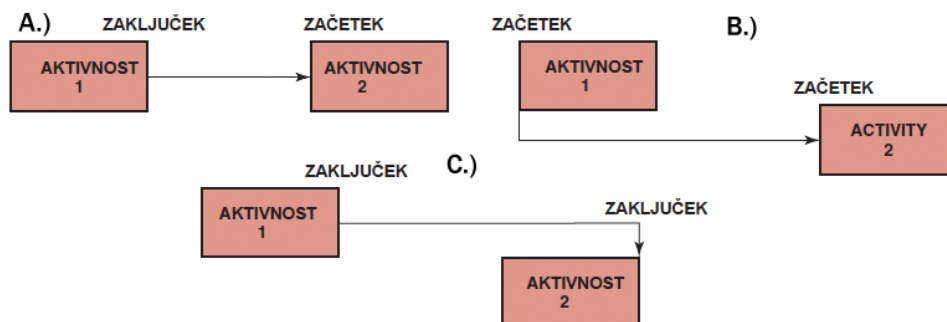
V precedenčnem diagramu je koncept podoben puščičnemu, le da tu vnašamo podatke o aktivnostih v pravokotnike oz. t.i. vozlišča (angl. *nodes*), puščice pa predstavljajo medsebojne odvisnosti.

Tako pri PDM ni potrebna uporaba slepih aktivnosti, saj omogoča prikazovanje več različnih medsebojnih povezav (PMBOK, 2008):

- **Od konca do začetka** (angl. *Finish-to-Start*): Začetek naslednje aktivnosti se prične, ko se predhodna konča.
- **Od začetka do začetka** (angl. *Start-to-Start*): Začetek naslednje aktivnosti se prične ob začetku predhodne.
- **Od konca do konca** (angl. *Finish-to-Finish*). Zaključek naslednje aktivnosti je odvisen od zaključka predhodne.
- **Od začetka do konca** (angl. *Start-to-Finish*): Zaključek naslednje aktivnosti je odvisen od začetka predhodne.

Daleč najpogostejša odvisnost je »od konca do začetka« (na Sliki 5, pod črko A), medtem ko se »od začetka do konca« le redko uporablja in na sliki ni prikazana.

Slika 4: Medsebojne odvisnosti aktivnosti v precedičnem diagramu



Vir: Kerzner, H. *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, 2003, str. 479.

2.2.4 Časovna analiza

Avtorji velikokrat poudarjajo, da se trajanje aktivnosti oceni na podlagi izkušenj managerja, ožjega tima in predvidenih izvajalcev. K realnejši oceni pa lahko pomagajo plani in poročila o izvedbi podobnih projektov iz preteklosti, plani tipskih projektov, statistične analize zaključenih projektov, mnenja sodelavcev in izkušnje raznih strokovnih združenj (Rozman & Stare, 2009).

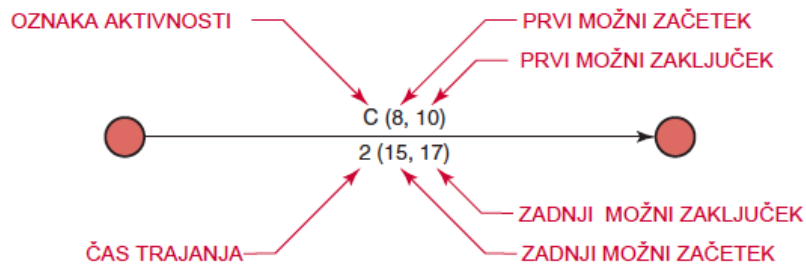
Kerzner (2003) po drugi strani predlaga, da trajanje aktivnosti ocenijo kar linijski managerji, ki naj bi imeli najbolj bogate izkušnje.

Ko enkrat ocenimo trajanja in medsebojne odvisnosti aktivnosti, lahko začnemo z določanjem rokov izvedb aktivnosti v mrežnem diagramu, kar zahteva izračun štirih možnih terminov za vsako aktivnost. Ti možni termini so (Rusjan, 2007):

- $t_i(0)$ = prvi možni začetek aktivnosti (ES – early start)
- $t_j(0)$ = prvi možni zaključek aktivnosti (EF – early finish)
- $t_i(1)$ = zadnji možni začetek aktivnosti (LS – late start)
- $t_j(1)$ = zadnji možni zaključek aktivnosti (LF – late finish)

Podatke lahko vpisujemo na puščice v puščičnem diagramu (slika 5) ali pa v precedični diagram (slika 6 in 7).

Slika 5: Puščični diagram terminskega planiranja



Vir: Kerzner, H. Project Management, 2003, str. 420

Prve možne začetke in zaključke aktivnosti izračunamo od leve proti desni v diagramu po naslednji formuli (Rusjan, 2007):

$$T_j(0) = t_i(0) + t_{ij} \quad (1)$$

pri čemer je t_{ij} = trajanje aktivnosti

Najprej poiščemo vse prve možne zaključke za vse neposredne predhodne aktivnosti in nato izberemo maksimalnega. Ta predstavlja prvi možni začetek naslednje aktivnosti. Računanje se izvaja za vse aktivnosti, dokler ne pridemo do desne strani projekta, oz. do prvega možnega zaključka zadnje aktivnosti. S tem dobimo tudi najzgodnejši možni zaključek projekta (Rusjan, 2007), ki hkrati predstavlja tudi dolžino kritične poti.

Zadnje možne začetke in zaključke aktivnosti, ki so na Sliki 5 in Sliki 6 označeni v spodnji vrstici, pa obratno izračunamo iz desne proti levi v mrežnem diagramu po formuli:

$$T_i(1) = t_j(1) - t_{ij} \quad (2)$$

pri čemer je t_{ij} = trajanje aktivnosti

Slika 6: Elementi precedenčnega diagrama

Prvi začetek	Trajanje	Prvi zaključek
Ime aktivnosti		
Zadnji začetek	Časovna rezerva	Zadnji zaključek

Aktivnosti, ki nimajo časovne rezerve imenujemo kritične aktivnosti in skupaj sestavljajo **kritično pot**. V projektu obstaja namreč več poti, ki morajo biti dokončane, da lahko govorimo o zaključku projekta. Kritična pot v mreži pa predstavlja najkrajši možni čas dokončanja projekta. Na diagramu jo lahko prepoznamo po aktivnostih, ki nimajo časovne rezerve. Zamuda katerekoli aktivnosti na tej kritični poti bi torej pomenila zamudo celotnega projekta. Na Sliki 6 je kritična pot označena z okrepljenimi kvadrati in rdečimi puščicami.

Časovne rezerve nam omogočajo fleksibilnost pri planiranju datumov izvajanja aktivnosti, saj jih lahko tudi zamaknemo na kasnejši čas, če so viri takrat že preveč obremenjeni.

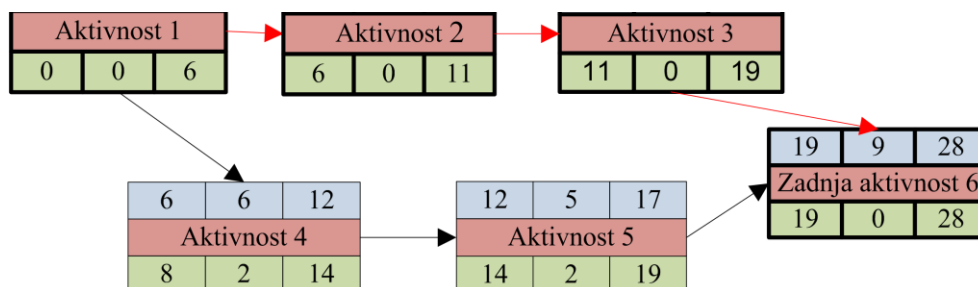
Časovne rezerve, so na sliki 6 označene v spodnjem srednjem kvadratu in jih izračunamo po formuli:

$$R = t_i(1) - t_i(0)$$

$$R = t_j(1) - t_j(0), \quad (3)$$

pri čimer je R = časovna rezerva.

Slika 7: Prikaz mrežnega programiranja in najdaljše (kritične) poti



2.3. Metoda PERT

Metodo PERT so v času hladne vojne razvili v ameriški mornarici za namene čim hitrejšega razvoja jedrske podmornice t.i. »Polaris Missile« projekt.

Ker gre za metodologijo, ki prav tako kot CPM išče najdaljši niz aktivnosti, torej kritično pot, pri določevanju trajanja aktivnosti pa upošteva še verjetnosti, lahko rečemo, da je metoda neke vrste nadgradnja CPM in se velikokrat uporabljata v kombinaciji.

Trajanje aktivnosti po metodi PERT določimo s formulo:

$$te = \frac{a + 4m + b}{6}; \quad (4)$$

pri čemer valja da je te = trajanje aktivnosti, a = optimističen čas trajanja, b = pesimističen čas trajanja in m = realističen čas trajanja aktivnosti.

Poleg pričakovanega trajanja aktivnosti nas zanima še zanesljivost podatka, zato računam variabilnost teh podatkov z varianco aktivnosti, ki je pri beta porazdelitvi:

$$\sigma^2 = \frac{(b - a)^2}{6}. \quad (5)$$

PERT omogoča natančnejše določanje trajanja aktivnosti in je uporabena metoda planiranja predvsem na projektih, o katerih nimamo na voljo preteklih izkušenj.

3 METODA KRITIČNE VERIGE (CCPM)

3.1 Zgodovina in razvoj metode

Koncept kritične verige je prvič predstavil izraelski fizik dr. Eliyahu M. Goldratt v knjigi *Critical Chain* leta 1997. V njej je apliciral svojo teorijo omejitev ali TOC (angl. *Theory of Constraints*) s področja optimizacije proizvodnje na projektni management.

Teorija omejitev vidi podjetje in njegove procese kot verigo, pri kateri velja, da so celotna struktura in njeni poslovni procesi močni le toliko, kolikor je močan njen najšibkejši člen. Proizvodnja torej lahko teče tako hitro kot njen najbolj počasen oddelek, zato je nesmiselno vlagati resurse in energijo v povečanje učinkovitosti vseh oddelkov, ko je za pospešitev proizvodnje potrebna le koncentracija na šibkejši člen ali ozko grlo (angl. *bottleneck*). (Goldratt, 2003)

Leach (2000) piše, da je glavni cilj metodologije kritične verige hitrejša izvedba projektov. Če projekt namreč ne doseže zastavljenih rokov, po navadi povzroči tudi določene vrste stroškov oz. gospodarsko škodo.

V PMBOK (2008) je **metoda kritične verige** (angl. *critical chain*) definirana kot tehnika analize mrežnega planiranja, ki prilagaja projektni terminski načrt tako, da pri planiranju upošteva tudi razpoložljivost virov. Pri tem uporablja mešanico determinističnega in verjetnostnega pristopa k analizi terminskih mrež.

Vendar pa je ta definicija preozka saj ima CCPM res tako kot CPM svoj način terminskega planiranja, vendar se ukvarja tudi z učinkovitejšimi načini zaščite pred negotovostjo, preglednejšo metodo sledenja projektov, pri uvedbi pa zahteva spremembe obnašanja vseh deležnikov projekta.

3.2 Metodologija kritične verige

3.2.1 Definiranje trajanja aktivnosti

V prvem koraku definiramo vse potrebne aktivnosti, njihova trajanja in ugotavljamo medsebojne odvisnosti na enak način kot pri tradicionalnih tehnikah planiranja projektov.

Vendar Goldratt (1997) trdi, da ljudje pri ocenjevanju trajanja aktivnosti podzavestno že dodajamo varnostne časovne rezerve in se tako zavarujemo pred nepričakovanimi dogodki. Nosilec aktivnosti je namreč v večini podjetij odgovoren za pravočasno izvedbo, zato si želi povečati možnost pravočasnega zaključka, tako da doda v trajanje tudi nekaj časovne rezerve.

Vendar Weaver (2011) opozarja, da se pri določanju trajanja aktivnosti soočamo tudi z manj očitnimi, t.i. psihološkimi pristranskostmi. Ena izmed njih je t.i. **napaka pretiranega optimizma** ali "optimistična pristranskost" (angl. *optimism bias*). Sharot (2011) piše, da gre za naravni človeški instinkt, pri katerem gledamo na svojo situacijo drugače kot tuje – bolj optimistično. Barberis in Thaler (2003) tako omenjata študijo, v kateri je 90 % vseh anketiranih menilo, da imajo nadpovprečne sposobnosti pri opravljanju vsakdanjih delovnih

opravil, kot so vožnja z avtom, zmožnost dobrih odnosov s sodelavci in smisel za humor. Ta pojav prevelikega optimizma pri ljudeh vpliva tudi na optimistično ocenjevanje trajanja aktivnosti. Pojavi se t.i. sistematična napaka pri planiranju (angl. *systematic planning fallacy*). Gre za pojav, v katerem precenimo svoje sposobnosti in zmožnost hitrosti zaključka določene naloge. V tej isti študiji so anketiranci namreč poleg napake pretiranega optimizma prikazovali tudi sistematično napako v planiranju, saj so močno precenili svojo hitrost opravljanja dodeljenih aktivnosti. Končali so jih namreč bistveno kasneje, kakor so jih sprva načrtovali.

3.2.2 Odprava posameznih časovnih rezerv

Mislili bi si, da bodo ob velikih časovnih rezervah na vseh aktivnostih vse aktivnosti končane veliko prej in ne pozneje kakor se to dogaja v praksi (Rand, 2000).

Goldratt (1997) v knjigi trdi, da so razlogi za zamujanje projektov predvsem v napačnem sistemu managementa projektov, ki dovoljuje neučinkovito izrabo časa in nosilcev. Ljudje naj bi bili namreč po naravi nagnjeni k naslednjima dvema faktorjema (Nokes & Kelly, 2008):

- **študentski sindrom** (angl. *Student syndrome*): avtor piše, da se večina ljudi popolnoma posveti določeni nalogi šele po preteku približno polovice časa, ki ga imajo zanjo na voljo. Gre za naraven, podzavesten pojav, ki ga veliko ljudi tudi nezavedno upošteva pri določanju trajanja aktivnosti. Problem tega sindroma (na sliki 8) je seveda ta, da nam po začetku dela za izvedbo naloge dejansko ostane manj časa, kot smo sprva načrtovali, zato lahko vsak manjši nepredviden dogodek prestavi zaključek aktivnosti na kasnejši datum.

Slika 8: Grafični prikaz študentskega sindroma



Vir: Goldratt, *Critical Chain*, 1997, str.120.

- **parkinsonov zakon** (angl. *Parkinson's law*) govori o pojavu, pri katerem se neka aktivnost vedno raztegne čez celoten čas, ki ga ima nosilec aktivnosti na voljo. Ob predčasnem zaključku svoje naloge se veliko ljudi namreč čuti dolžne delati na njej še preostanek celotnega časa, ki ga imajo na voljo.

Obstajajo pa tudi drugi razlogi za to, da ljudje dela ne oddajo pred rokom. Nekateri želijo uganjati in izdelek izboljšati, kolikor imajo za to na voljo časa, lahko pa gre tudi za strah pred

morebitnim novim delom in možnostjo višjih zahtev vodstva pri bodočih projektih. V praksi je velikokrat problem tudi to, da se ne ve, če je vse sploh že pripravljeno za naslednjo stopnjo, zato včasih niti ni smiselno dela oddati prej, saj bo prav tako čakalo na razpoložljivost naslednjega vira.

Zaradi vseh teh faktorjev je na projektu možnost hitrejših zaključkov aktivnosti veliko manjša kakor verjetnost zamude, kar pomeni, da je distribucija verjetnosti trajanja aktivnosti zamaknjena v desno.

Goldratt (1997) zato pri oblikovanju kritične verige predlaga zmanjšanje dolžin trajanja vseh aktivnosti na projektu za 50 %. S takim ukrepom postavi agresivna trajanja, pri katerih pa od nosilcev ne zahteva zaključka do določenega roka, temveč da svojo nalogo čim prej končajo in oddajo naprej. Drugi namen razpolovitve časov je odstranjevanje v aktivnosti všteti časovnih rezerv.

3.2.3 Izdelava projektnih in faznih blažilcev

Polovico vsega časa, ki smo ga odstranili iz projekta v prejšnjem koraku, sedaj dodamo v skupno časovno rezervo na koncu kritične verige, namenjene celotnem projektu. Avtor slednjega imenuje tudi projektni »buffer«, ki ga v Sloveniji strokovnjak za uvajanje kritične verige Milan Zajc prevaja kot projektni blažilec. Pri tradicionalnih načinih planiranja se časovno rezervo oz. zavarovanja (angl. *safety*) dodaja na koncu vsake aktivnosti posebej.

Razlog za to, da Goldratt (1997) predlaga zbiranje časovne rezerve na koncu projekta najdemo v konceptih zavarovalništva. Aktivnosti so pravzaprav dogodki z različnimi stopnjami negotovosti.

Višina slednje v številki je matematično izražena kot standardni odklon (σ). Pogosto se uporablja tudi varianca, ki je le standardni odklon na drugo potenco (Nokes & Kelly, 2008).

Če je več negotovih dogodkov nanizanih skupaj, je varianca celotnega projekta kar seštevek varianc posameznih dogodkov. Vendar se ob linearnem povišanju števila posamičnih negotovih procesov negotovost celotnega projekta zvišuje počasneje (Milosevic, 2003).

Ali, kot so zapisali Raz, Barnes in Dvir (2003): »Standardni odklon seštevka med seboj neodvisnih slučajnih spremenljivk (v primeru projektov govorimo o negotovosti trajanju aktivnosti) je manjši kot seštevek posameznih standardnih odklonov.« To pa je pomembno spoznanje pri določanju časovnih rezerv, saj sedaj vemo, da lahko projekt z blažilcem na koncu kritičnih aktivnosti zaščitimo z manjšo časovno rezervo, kakor bi jo potrebovali, če bi zavarovali vsako aktivnost posebej (Zultner, 2003).

Ta koncept se v zavarovalništvu imenuje tudi združevanje tveganja (angl. *Risk pooling*).

Za zavarovanje projekta z enako stopnjo zaščite na ta način potrebujemo za polovico manj varnostnega časa kot pri zavarovanju posameznih aktivnosti. Rezultat je tako krajše trajanje celotnega projekta.

Nokes & Kelly (2007) trdita, da na ta način lahko skrajšamo čas trajanja tudi do 20 %.

Statistika združevanja več negotovih dogodkov skupaj deluje pozitivno tudi na posledice prej omenjenih pristranskosti zaradi katerih je porazdelitvena krivulja trajanj aktivnosti zamaknjena. **Centralni limitni izrek** (angl. *The Central Limit Theorem*) nam namreč pove, da se bo distribucija skupne negotovosti s povečevanjem števila aktivnosti vedno bolj nagibala k normalni porazdelitvi, ne glede na to, kako zamaknjena je distribucija trajanj posameznih aktivnosti, kar poveča verjetnost hitrejšega zaključka aktivnosti in projekta (Nokes & Kelly, 2008).

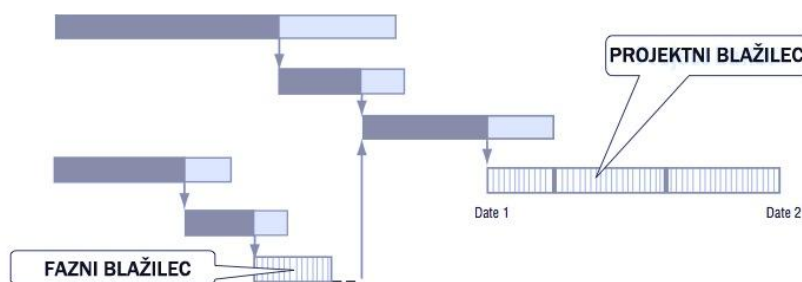
Še en problem, ki se dogaja v praksi, je t.i. združitevna pristranskost (angl. *Merge stream bias*). Večina projektov ima več vzporednih poti aktivnosti, ki se morajo nekje do konca projekta zlit v kritično pot, če ne drugje, pa v projektni mejnik (angl. *Milestone*), ki označuje konec projekta. Naslednja aktivnost se v takem primeru lahko prične šele ob zaključku vseh predhodnih, in četudi bi se tako tri od štirih zaključile zgodaj, bi se naslednja lahko pričela šele, ko se zaključi zadnja zamujena.

Največkrat se poti združujejo proti koncu projekta, saj se takrat izvajajo procesi, ki zahtevajo več elementov naenkrat (sestava vseh delov in testiranja). Iz tega torej sledi, da imajo paralelne aktivnosti, ki se na koncu združujejo v eno, vedno večjo možnost prekoračenja rokov kakor posamezne aktivnosti.

Tako je znan tudi pregovor, ki pravi: »Veliko projektov je 90 % opravljenih v prvem letu in zaključni zadnjih 10 % v drugem«.

Metoda kritične verige zato zahteva, da se na konec vseh nekritičnih faz, ki se združujejo v kritično verigo, doda t.i. »feeder buffers«, ki jih v Sloveniji dr. Aljaž Stare prevede v »fazne blažilce«. Slednji so namenjeni preprečitvi negativnih posledic zamude katere od vzporednih aktivnosti na kritični verigi. Na sliki 9 sta prikazana tako projektni kot fazni blažilec.

Slika 9: Grafični prikaz vstavljanja projektnega in faznega blažilca



Vir: Raz T., Barnes R., & Dvir, *A Critical Look at Critical Chain Project Management*, 2003, str. 26.

3.2.4 Identifikacija omejitve projekta in kritične verige

Namen kritične verige je omogočiti projektnim managerjem, da se osredotočijo na kritične aktivnosti, ki imajo največji vpliv na celoten projekt. Kot pri metodi CPM tudi tu iščemo najdaljšo pot, vendar poleg odvisnosti med aktivnostmi upoštevamo tudi razpoložljivost virov. Kritična veriga (CC) je namreč isto zaporedje aktivnosti kot na kritični poti (CP), če

nimamo nobenih konfliktov med resursi. Ena izmed zahtev kritične verige je namreč ta, da so vsi resursi popolnoma osredotočeni le na eno aktivnost in en projekt.

Goldratt (1997) v svoji knjigi dobro prepozna in v metodi upošteva problem **večopravilnosti** (angl. *Multitasking*).

Čeprav je večopravilnost že od nekdanj del človeškega vsakdana, je z razvojem moderne tehnologije dosegla nov nivo. Tako v službah kot doma lahko ljudje danes opravljajo veliko več stvari hkrati, kot so jih nekoč. Sposobnost večopravilnosti smatrajo nekateri delodajalci celo kot zaželeno osebno lastnost svojih zaposlenih.

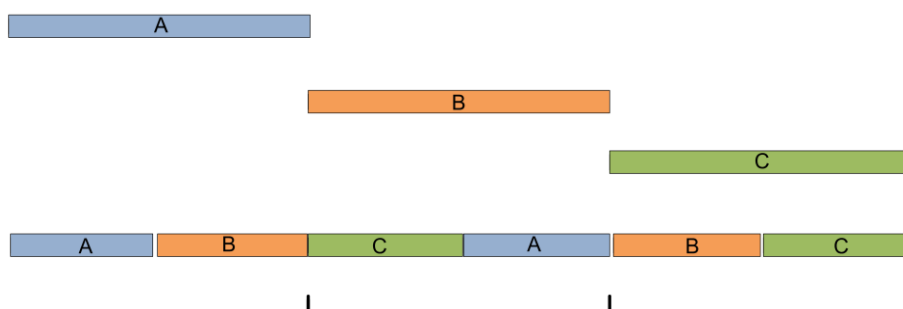
Profesor in raziskovalec na področju nevrologije, Earl Miller z univerze MIT (angl. *Massachusetts Institute of Technology*), pa je v svoji raziskavi prišel do zaključkov, da človeški možgani enostavno niso narejeni za izvajanje več aktivnosti hkrati zato pri tem občutijo velik stres, slabše pomnjenje in manjšo učinkovitost.

Vsakič, ko določeno aktivnost prekinemo zato, da posvetimo pozornost drugi, svojo učinkovitost že drastično zmanjšamo. Trdi celo, da dlje, kot to počnemo, manj učinkoviti smo pri sami večopravilnosti.

Vendar Elder (2006) poudarja, da je večopravilnost velikokrat neizogiben del delovnih nalog nekaterih poklicev (tajnica, kuhar...) in je tam seveda ne dojemamo kot slabe. Pomembno jo je odstraniti tam, kjer zaradi preobračanja pozornosti zaustavlja napredek celotnega sistema oz. projekta.

Slab učinek večopravilnosti je opazen tudi na področju projektnega managementa. Na sliki 10 imamo prikazane tri aktivnosti A, B in C. Če predvidevamo da je trajanje vsake 10 dni, se aktivnost A konča na 10., B na 20. in C na 30. dan. Skupno trajanje takšnega projekta je torej 30 dni.

Slika 10: Prikaz slabega učinka opravljanja večih aktivnosti hkrati



Če bi aktivnosti delali istočasno, bi bilo trajanje projekta ob tekoči izvedbi večopravilnosti enako, vendar bi se vsaka aktivnost posamezno končala šele po 20 dneh. Aktivnost A bi se tako končala na 20., B na 25. in C na 30. dan.

Le aktivnost C bi se končala na isti dan kot v prvem primeru, medtem ko bi se A in B obe zaključili kasneje.

Seveda pa je v korist vseh projektov, da posamezna aktivnost traja čim krajši čas in tako ne zavleče trajanja drugih, ki so od nje odvisne.

Kadar govorimo o večopravilnosti v proizvodnji, je problem še nekoliko večji, saj so v tem primeru potrebne tudi spremembe nastavitve strojev. Vsakič, ko prenehamo proizvodnjo nekega izdelka v namen proizvodnje drugega, je potrebno spremeniti nastavitve. Več kot je takih prekinitev, torej več kot stroj opravlja aktivnosti v nekem časovnem obdobju, več časa je porabljenega le za spreminjanje nastavitve.

Rešitev nekateri avtorji vidijo v prioritizaciji projektov. Tako dobijo določeni projekti in aktivnosti glede na strateške cilje podjetja prednost pred drugimi in omogočijo večjo osredotočenost na naloge, medtem ko metoda CCPM večopravilnost vsaj v teoriji popolnoma odpravi.

Goldratt (1997) namreč piše, da je potrebno vse vire organizirati tako, da nihče ne dela več kot na eni nalogi in enem projektu hkrati. V multiprojektnem okolju je treba najti najbolj obremenjen vir in nato prilagoditi pretok projektov v portfelj glede na njegovo zasedenost. Tako omejitev imenuje tudi boben (angl. *drum*), saj zasedenost tega resursa daje takt oz. ritem vstopa novih projektov v izvedbo.

4 OBRAVNAVA RAZLIK METOD CPM IN CCPM V TEORIJI IN PRAKSI

Lechler, Ronen in Stohr (2005) vidijo razlike med metodama na več nivojih.

Kažejo se tako pri načinu planiranja in obvladovanja projektov v enoprojektnem kot tudi v multiprojektnem okolju.

4.1 Planiranje projektov

Medtem ko se pri planiranju projektov s pomočjo metode CPM osredotočamo predvsem na tehnično stran terminskega načrtovanja projektov, metoda CCPM posega na več področij projektnega managementa. Bistvene spremembe, ki jih uvaja so:

- odstranitev časovnih rezerv oz. razpolavljanje predvidenih trajanj aktivnosti;
- postavitev skupne časovne rezerve oz. projektnega blažilca namenjenega celotnemu projektu namesto posameznim aktivnostim;
- postavitev faznih blažilcev, kjer se vzporedne aktivnosti združujejo v kritično verigo;
- odprava konfliktov med viri oz. odprava večopravilnosti;
- postavitev sistema obveščanja virov;
- spremenjen odnos do projektov vseh zaposlenih in vodstva podjetja.

Rand (2000) izrazi, da je odstranjevanje časovnih rezerv z razpolavljanjem trajanja aktivnosti in planiranjem blažilcev na koncu projekta raje kakor na koncu posameznih aktivnosti lahko koristno, vendar je vprašljivo odobravanje tovrstne prakse s strani samih nosilcev aktivnosti. Drugi avtorji vidijo problem v tem, da bodo zaposleni ob razpolavljanju trajanj s strani nadrejenih v svoje ocene temu primerno sami dodali njim udobno časovno rezervo.

Milan Zupančič, skrbnik projektov v podjetju Metrel, d.d., je izpostavil pomembnost sodelovanja z zaposlenimi in pripomnil, da nekateri razvijalci že sami podcenjujejo trajanje aktivnosti. S projekti se zaposleni po uvedbi CCPM počutijo kot del ekipe in želijo po svojih močeh pripomoči k hitrejši izvedbi. Izpostavil pa je pomembnost sodelovanja z zaposlenimi. Krajšanja aktivnosti pri njih izvaja projektni manager ali vodstvo skupaj z zaposlenimi. Bistvo tovrstnega planiranja je v sporazumu. Člani tima se morajo namreč strinjati z izdelanim planom. Ostaja odprto vprašanje, koliko je bila 50 % ocena trajanja sploh realna. Poudaril pa je, da tovrstnega pozitivnega odnosa zaposlenih zagotovo ne bi bilo, če podjetje ne bi spremenilo tudi svojega odnosa do doseganja rokov in ob pojavu problemov. Postavljena trajanja aktivnosti v podjetju namreč niso zavezujoča, saj je verjetnost, da bodo slednja dosežena le 50 %, obenem pa je zmeraj poskrbljeno, da ima izvajalec aktivnosti na kritični verigi popolno podporo in razpoložljivost vsega potrebnega za čim hitrejšo izvedbo svoje aktivnosti.

Če pride do problemov ali zamujanja na določeni aktivnosti, se lahko za pomoč dodeli zaposlene, ki v tistem trenutku niso zasedeni na projektu. Za razliko od CPM pri metodi CCPM zaposleni niso popolnoma izkoriščeni in na trenutke ne sodelujejo na nobenem projektu. Tako so na voljo za druge sprotne probleme, ki jih na ta način lahko rešuje več zaposlenih kot celota, namesto vsak posamezno, kar pripomore tudi k večji kolegialnosti. Milan Zupančič je povedal, da se je v primerjavi s časom pred uvedbo CCPM motivacija zaposlenih za čim hitrejšo izvedbo projektov na račun teh ukrepov močno povečala.

Pomembna razlika med metodo CPM in CCPM je tudi v samem odnosu zaposlenih do rokov aktivnosti. V podjetju Metrel, d.d. danes ne govorijo več o rokih na nalogah, saj slednji le spodbujajo Parkinsonov zakon. Edini rok, ki jih zanima je končni. Ker nosilci tako nimajo postavljenih natančnih datumov, kdaj naj bi s kakšno aktivnostjo pričeli in hkrati nikoli ne vedo kdaj bo določena aktivnosti opravljena hitreje od pričakovane, Goldratt (1997) predlaga posebno obveščanje virov. Na dogovorjen časovni interval (lahko en teden ali pa nekaj dni) pred zaključkom predhodne aktivnosti mora biti nosilec naslednje o zaključevanju predhodne obveščen in se mora na predajo primerno pripraviti.

Čeprav lahko podjetja uporabljajo avtomatske načine obveščanja ali preko elektronske pošte, se v podjetju Metrel raje poslužujejo osebnega pristopa. Slednji spodbuja komunikacijo med zaposlenimi in večji občutek vpletenosti v projekt kot celoto. Zaposleni nekaj dni pred zaključkom predhodne aktivnosti tako sami osebno opozorijo nosilca naslednje naloge, da bo čez določeno število dni naloga zaključena in pripravljena za predajo.

Celotna kultura podjetja po uvedbi kritične verige temelji na analogiji štafete. Vsak nosilec naloge opravlja vlogo tekača, ki svoje delo opravi kar se da hitro, in ga nato ob zaključku takoj preda zaposlenemu na naslednji aktivnosti, ki nanj že čaka v polni pripravljenosti.

Za podporo planiranju se pri metodi CPM uporablja računalniške programe, kot sta na primer dobra uveljavljena MS Project in Primavera. Za namene planiranja in sledenja projektov z metodo CCPM pa danes obstaja kar nekaj programskih rešitev manjših podjetij.

Večinoma gre za t.i. vtičnike, ki integrirajo funkcije CCPM v programe namenjene tradicionalnim tehnikam planiranja. Cene nekaterih naprednejših programskih orodij za namene CCPM predstavljajo za marsikatero podjetje veliko investicijo, medtem ko so uveljavljeni programi za namene izračuna CPM relativno poceni.

4.2 Multiprojektno okolje

Zultner (2003) piše, da tradicionalne metode načrtovanja projektov ne posvečajo veliko pozornosti multiprojektnemu okolju, kar ni presenetljivo, saj je v času razvoja CPM in PERT večina podjetij vodila manjše, lažje obvladljivo število projektov. Takrat namreč ni bilo na voljo modernih telekomunikacijskih tehnologij in programov, ki danes omogočajo lažje izvajanje in nadzor velikega števila projektov hkrati.

Pri multiprojektnem okolju se pojavlja poseben izziv razporejanja in koordinacije razpoložljivih virov skozi vse projektne aktivnosti na način, da se med seboj ne ovirajo (Lechler, Ronan & Stohr, 2005).

V praksi deljenje virov med projekti namreč pomeni določeno mero tekmovalnosti in konflikta znotraj podjetja, saj želi vsak projektni manager svoj projekt izpeljati čim prej, čakanje na razpoložljivost določenih virov pa lahko projektu seveda povzroči zamudo.

V literaturi velikokrat zasledimo pojem portfelj projektov (angl. *Project portfolio*), ki je sposojena iz finančne terminologije, kjer portfelj predstavlja skupek investicij določenega podjetja ali osebe. Za namene boljše koordinacije multiprojektnega okolja pri planiranjih s tradicionalnimi metodami, kot je CPM, se je razvila **teorija managementa portfelja projektov ali PPM** (angl. *Project Portfolio Management*). Management portfelja projektov se ukvarja tako s pravilno izvedbo in prioritizacijo vseh projektov kot tudi z izbiro pravih projektov za umestitev v portfelj (Brandon, 2006).

Prav tako se ukvarja s tem, katerega izmed projektov se splača lotiti najprej in kateri se lahko izvajajo hkrati.

Metoda CPM sama po sebi je usmerjena k čim večji učinkovitosti vsakega posameznega projekta, kar pa ne pomeni, da bo število zaključenih projektov v določenem časovnem obdobju na ta račun hitrejše. Projektov namreč ne moremo obravnavati kot skupek neodvisnih aktivnosti, razen v primeru, da med seboj ne delijo nobenih virov.

Goldratt (1997) je pri razvoju metode CCPM problem deljenja virov prepoznal kot pomemben vir neučinkovitosti in predlagal svoj pristop imenovan **cevovod kritične verige**

(angl. *Critical Chain Project Pipeline*). Bistvo slednjega je eliminacija večopravilnosti ne le s posameznih projektov, temveč na ravni celotnega portfelja.

To pa pomeni, da se prilagodi dodajanje novih projektov glede na razpoložljivost ozkega grla projekta, imenovanega tudi boben (angl. *drum*). Slednji je dobil ime po svoji funkciji v organizaciji, saj prav on narekuje ritem dodajanja projektov v cevovod kritične verige. Na ta način noben zaposleni v teoriji nikoli ne dela na dveh projektih hkrati.

Tako so prioritete jasne, projektni načrt je zasnovan tako, da je možnost konfliktov resursov minimalna. V primeru, da do slednjih pride, pa dobi prednost projekt, ki je tisti trenutek v največjem zaostanku.

Vendar pa tovrstni ukrepi v podjetju ob enakem številu virov vodijo do izvajanja manjšega števila projektov naenkrat.

Izkušnje v podjetju Metrel, d.d., to potrjujejo, saj so število projektov v portfelju zmanjšali.

Gospod Zupančič je na tem mestu izpostavil pomembnost vpletenosti celotnega vrhnjega managementa v proces sprememb pri uvajanju kritične verige, saj lahko določeni koncepti hitro naletijo na neodobravanje vodstva, ki še naprej pričakuje polno zasedenost virov in izvajanje istega ali celo večjega števila projektov hkrati ob istem številu virov.

Gospod Zupančič pravi tudi, da je zaradi zmanjšanja števila projektov pregled nad vsemi veliko lažji, hkrati pa ima vsak projekt na voljo nekaj ljudi, ki niso polno zasedeni in so na voljo za pomoč, ko je ta potrebna. Organizacija je torej z uvedbo kritične verige pridobila tudi na fleksibilnosti.

Istočasno so ti zaposleni lahko na voljo takrat, ko pride vmes neko nepričakovano, a nujno in s projekti nepovezano delo.

Lechler, Ronen in Stohr (2005) pišejo o tem, da ne vedo, če je popolna odprava večopravilnosti v praksi sploh možna. V podjetju Metrel, d.d., tako večopravilnosti niso uspeli popolnoma odpraviti, so jo pa zmanjšali. Njihov najbolj zaseden član oz. boben tako dela le na eni projektni aktivnosti, medtem ko ostali člani projektnega tima zaradi zahtev multiprojektnega okolja občasno delajo tudi na večih hkrati. V primeru takšnega konflikta velja jasna prioriteta na podlagi trenutnega stanja blažilcev, in če se le da, se najprej v celoti naredi ena naloga ter nato druga. V preteklosti je bilo tega prekrivanja oz. večopravilnosti samih projektov bistveno več.

Gospod Zupančič je poleg tega omenil, da so se lotili znižanja večopravilnosti tudi tako, da se vsaka nenačrtovana zunanja naloga na trenutno kritičnem viru obravnava bolj s premislekom, ne pa takoj s prekinitvijo na način »nujno«, »urgentno«.

4.3 Kontroliranje projektov

Turner (2009) piše, da lahko napredek projekta spremljamo na tri načine:

- beleženje napredka na kritični poti;
- beleženje napredka z uporabo gantograma in grafa z mejniki projekta;

- beleženje napredka na S- krivulji;
- EVA krivulja (angl. *Earned Value Analysis*).

Pri metodi CCPM je sledenje projektom drugačno, saj tu merimo % predora blažilcev, ki jih pri metodi CPM sploh ni.

Grafično programsko orodje tak potek projekta prikaže v obliki t.i. »vročinskega grafa« (angl. *fever chart*). Ko je projektni blažilec presežen, pomeni, da aktivnosti ne dosegajo načrtovane ocene trajanja, zato steče črta najprej v zeleno območje, ob nadaljnjih zamudah nato v rumeno, ob skorajšnji porabi celotnega blažilca pa se premakne v rdeče (Cook, 1998). Projektni manager tako dobiva vsak dan sprotne informacije o tem, kolikšen del blažilca je predrt in ima na voljo dovolj časa za ukrepanje. Pri projektu Metrel, d.d., imajo po uvedbi CCPM s pomočjo vročinskega grafa mnogo boljši pregled nad projekti, prav tako beležijo boljše spopadanje z negativnimi dogodki, saj sedaj napake odkrivajo hitreje in tudi pravočasno ukrepajo.

Olajšano je tudi sledenje več projektom hkrati. Stopnje predrtja projektnih blažilcev lahko skrbnik projektov vidi na programskem orodju in tako jasno vidi pri katerih projektih bo potrebno ukrepanje. V podjetju Metrel, d.d., prav tako pri sledenju ne gledajo več, kaj je bilo narejeno, temveč koliko jim še manjka do začetka naslednje aktivnosti. V primeru da neka aktivnost zamuja, se lahko vsi naslednji nosilci aktivnosti dogovorijo in se potrudijo naloge izvesti hitreje, kakor je načrtovano, ter tako nadoknaditi izgubljeni čas. Projekt se tako vede kot celota in vsak zaposleni ve, kaj nekdo pred njim in za njim počne.

4.1 Prednosti in slabosti obeh metod v praksi

4.1.1 Metoda kritične poti (CPM)

Največja prednost metode CPM je ta, da je v uporabi že 60 let in predstavlja preizkušen način terminskega planiranja projektov. V 60. letih sta bili največje slabosti metode kritične poti visoki stroški in slaba razpoložljivost računalnikov (Weaver, 2011). Prav tako je bil za mrežno načrtovanje z metodo CPM potreben posebej usposobljen kader, ki je bil zmožen tovrstne računalnike tudi uporabljati. Danes je računalnik veliko dostopnejši, programska oprema namenjena projektnem managementu pa uporabnikom prijaznejša in predvsem veliko bolj zmožljiva. Kljub vsemu temu napredku ima CPM še vedno določene omejitve:

- **metodologija tako ni prilagojena modernim potrebam projektov;** v nalogi ugotavljam, da je metoda CPM lahko izredno učinkovita v stabilnem poslovnem okolju pri projektih, s katerimi smo v preteklosti že imeli določene izkušnje. V modernem hitro spreminjajočem se okolju in vedno bolj kompleksnih projektih pa se le s težavo spopada z negotovostjo;
- **gre za deterministični model;** CPM upošteva le eno možno trajanje posameznih aktivnosti oz. deterministični način določanja trajanja. Tako potrebujemo natančne ocene, največkrat pridobljene na podlagi preteklih podatkov ki pa niso vedno najbolj zanesljiv kazalnik prihodnosti;

- **predvideva idealne pogoje;** oz. idealen potek projekta, medtem ko se podjetja v praksi spopadajo z različnimi notranjimi in zunanjimi tveganji, ki lahko hitro ogrozijo projekt. Za premostitev tovrstnih slabosti lahko v praksi dodajamo časovne rezerve pri planiranju in predvsem z dobrim obvladovanjem tveganj;
- **različne pristranskosti,** ki vplivajo na nerealne ocene trajanja aktivnosti;
- **osredotočanje na kritično pot** lahko pomeni, da kakšna druga aktivnost do katere nismo pozorni, v času trajanja ustvari novo kritično pot.

4.1.2 Metoda kritične verige (CCPM)

Lechler, Ronen in Stohr (2005) v članku kot pozitivno lastnost metode kritične verige navedejo dejstvo, da je preprosta in ne zahteva nikakršnih zapletenih metod izračunavanja (kot sta npr. Monte Carlo ali PERT). Vendar avtorja Herroelen in Leus (2001) v dveh različnih publikacijah svarita pred prevelikim poenostavljanjem metodologije in projektnih situacij. Pravijo, da je pomembno dobro razumevanje prednosti in slabosti teorije omejitev ter razumevanje specifičnosti svoje organizacije in projekta.

Dilmaghani (2008) prav tako zavzema isto stališče, ko piše, da je večina primerov kritične verige narejenih na poenostavljenih primerih, medtem ko so realne projektne situacije veliko bolj kompleksne in zahtevajo določeno prilagajanje.

Najbolj očitna slabost kritične verige je pomanjkanje zanesljivih empiričnih raziskav o uspešnosti implementacije. Mnogi avtorji poudarjajo, da metoda ne temelji na nobenem matematičnem modelu in da lahko učinkovitost metode zaenkrat potrdijo ali ovržejo le izkušnje iz prakse.

Dilmaghani (2008) je raziskal implementacijo kritične verige na primeru podjetja Bosch Security Systems v Eindhovenu in opazil naslednje pozitivne učinke ob uvedbi:

- **osredotočanje na bistvene aktivnosti;** večina zaposlenih v podjetju se je strinjala, da metoda CCPM omogoča osredotočanje na najpomembnejše stvari na projektu (kritične aktivnosti in razpoložljivost virov);
- **boljši vpogled v projekt in hitrejša ukrepanje;** skozi vročični graf je razvidna hitrost in trend poteka projekta, kar daje managementu dovolj časa za pripravo rezervnega načrta ali podpornih aktivnosti v primeru zamud;
- **manjše zamujanje projektov;** zamud z metodo CCPM niso odpravili, vendar so imeli zaposleni občutek, da so bile le te krajše kakor pred uvedbo.
- **Povečana predvidljivost;** s pomočjo sledenja vročičnega grafa se lahko lažje in bolj zanesljivo napove, kdaj bo projekt končan.

Kljub naštetim pozitivnim učinkom pa avtor v svoji raziskavi ugotavlja, da poskus uvedbe kritične verige v podjetju Bosch Security Systems Eindhoven ni bil uspešen. Z uvedbo namreč niso uspeli doseči niti hitrejša izvedba posameznih projektov niti izvedbe več projektov. Kot največje slabosti metode so se izkazali naslednji dejavniki (Dilmaghana, 2008):

- **blažilci niso uspeli pokriti vseh zamud** aktivnosti zaradi nepričakovanih dogodkov; ščitili so le pred vsakodnevnimi, ne pa tudi pred tehnološkimi tveganji in sprotnim večanjem obsega projekta;
- **spmembe terminskega načrta v fazi izvedbe so se izkazale za neizogibne**; pri razvojih produktov je namreč težko predvideti trajanja vseh aktivnosti v prihodnosti in temu primerno tudi težko določamo velikosti blažilcev. Ob nepričakovani spremembi obsega projekta je tako treba ponovno prirediti načrt, saj se blažilec z veliko spremembo porabi;
- **metoda CCPM se ni izkazala za bolj učinkovito od tradicionalnih načinov planiranja** pri projektih s slabo definiranim obsegom ali visoko tehnološko negotovostjo;
- **odstranitev večopravilnosti ni bila vedno mogoča**;
- **čas je glavni fokus**; metoda CCPM ne da nikakršnih navodil v zvezi z načrtovanjem stroškov in zagotavljanjem kvalitete. Tako so zaposleni v podjetju menili, da velikokrat projektov ni možno končati hitreje, ne da bi pri tem v določeni meri vplivali na kvaliteto.

Nekaj avtorjev, tudi opozarja na to, kar se je pri podjetju Bosch tudi zgodilo - da blažilci projekta le redko ščitijo pred večjimi nepredvidljivimi situacijami in so zato podjetja večkrat prisiljena popraviti ali spremeniti celoten terminski načrt.

Roe in Elton (1998) trdita, da je največja slabost metode CCPM ta, da nas skuša prepričati da lahko principe iz proizvodnih procesov prenesemo na projektni management, kjer so negotovosti veliko višje, prav tako pa je tu prisoten tudi človeški faktor.

Večina avtorjev navaja, da so torej potrebne nadaljnje empirične raziskave in razvoj zanesljivejših mehanizmov za projektno načrtovanje s kritično verigo in sprotno popravilo načrta za naslednji korak k izboljšanju managementa projektov.

Cilj metode CPM je predvsem zasledovanje dimenzij projektnega trikotnika, in sicer stroškov, časa in kvalitete izvedbe (Umble & Umble, 2000). Pri metodi CCPM je trikotnik enako pomemben, vendar predvideva nižanje stroškov le kot posledico hitrejše izvedbe projektov (Lechler, Ronen & Stohr, 2005). Največja osredotočenost je torej na časovni dimenziji projektnega managementa. Isto ugotavljata tudi Dachyar in Saputra (2009) ob analizi projekta izgradnje telekomunikacijskega stolpa v Indoneziji z pomočjo metode CCPM, kjer se je projekt sicer skrajšal, vendar bistvenega vpliva na stroške niso beležili.

SKLEP

Cilj diplomske naloge je bil ugotoviti razlike med tradicionalnim načinom planiranja projektov, z metodo CPM in novejšo CCPM ter ugotoviti ali slednja v praksi res predstavlja učinkovitejši pristop k managementu projektov.

V strokovni literaturi o projektnem managementu se metoda CCPM pojavlja v poglavjih o terminskem planiranju projektov, ob boku metod mrežnega programiranja CPM in PERT. V nalogi ugotavljam, da je tovrstna uvrstitev veliko preozka, saj gre pri CCPM pravzaprav za

veliko širši pojem, ki ne definira le načina terminskega planiranja, temveč tudi način kontroliranja in obnašanja celotnega podjetja.

Kerzner (2003) piše, da je metoda CCPM pravzaprav nekakšna nadgradnja CPM. Slednja ji namreč služi kot najboljša podlaga za izdelavo terminskega načrta.

Številni avtorji predstavljajo metodo CCPM kot učinkovitejšo metodologijo planiranja, izvajanja in sledenja projekta, ter svoje trditve podkrepijo s številnimi primeri uspešne implementacije. Vendar pa je v veliko člankih in knjigah vprašljiva objektivnost avtorjev, saj gre velikokrat za promotorje, zastopnike ali razvijalce programske podpore namenjene planiranju projektov z CCPM.

Tako Leach (1999) in Scherer (2011) trdita, da je metoda kritične verige tam, kjer je bila dosledno uvedena, omogočila tudi do 50 % hitrejši zaključek projektov znotraj ali pod zastavljenimi stroškovnimi okviri. Po drugi strani Herroelen, Demeulemeester in Leus (2002) opazajo, da koncept ni nujno primeren za vse vrste projektov. Prav tako svarijo pred prevelikim poenostavljanjem projektnega planiranja. Realne poslovne situacije in projekti so namreč preveč kompleksni, da bi lahko v vsakem podjetju z generičnim pristopom kot ga predlaga Goldratt (1997), rešili vse izzive projektnega managementa.

V nalogi ugotavljam, da so izkušnje podjetja Metrel, d.d. z metodo CCPM zaenkrat pozitivne, vendar je še veliko preskokov govoriti o uspešni implementaciji. Vsekakor so že same spremembe obnašanja v podjetju, ki jih metoda uvaja prinesle številne pozitivne učinke, kot sta na primer izboljšana komunikacija in večje sodelovanje med zaposlenimi. Pozitiven vpliv so opazili tudi pri omejevanju zamujanja aktivnosti, saj sedaj pri problemih reagirajo hitreje, zaposleni pa so veliko bolj motivirani k hitrejši izvedbi. Podobne pozitivne učinke uvedbe CCPM opazajo tudi pri podjetju Bosch Eindhoven, vendar so se pri njih zaradi premajhnih učinkov na hitrost zaključka projektov in številnih slabosti, metodo odločili opustiti.

Tako Metrel, d.d. kot Bosch Eindhoven namreč ugotavljata, da blažilci ne zadostujejo pri večjem tehničnem problemu ali izpadu pomembnega vira, da popolna odprava večopravnosti ni možna, ter da se metoda CCPM osredotoča le na časovni vidik managementa projektov. Podjetja ob uvajanju metode tako ne smejo računati na projektne blažilce kot na zanesljiv način obvladovanja vseh vrst tveganj, temveč morajo tako kot pri tradicionalnih metodah planiranja razviti dober načrt obvladovanja tveganj.

Glavni razlog za neuspešno uvedbo metode nekateri navajajo nezmožnost ali odpor do uveljavitve vseh potrebnih sprememb za uspešno implementacijo. Slednjih namreč ni malo in menim, da pri vseh projektih in podjetjih tudi niso vedno izvedljive.

Metoda CCPM ponuja veliko dobrih rešitev za učinkovitejše planiranje, izvajanja in kontroliranja projektov, vendar pa ne bo nadomestila tradicionalnih načinov projektnega planiranja in managementa na splošno, dokler o njeni učinkovitosti ne bo na voljo zadostnega števila zanesljivih empiričnih raziskav in odpravljenih prej omenjenih slabosti.

LITERATURA IN VIRI

1. Archibald, R., & Prado, D. (2010). *Success and Maturiry in I.T. Maturity by Project Category Model (MPCM)*. Najdeno 12. julija 2011 na spletni strani http://www.maturityresearch.com/novosite/en/2008/downloads/MaturityResearch2008_Summary%20Report_IT%20Success.pdf
2. Barberis, N., & Thaler, R. (2003). *A Survey of Behavioral finance*. Massachusetts: G.M. Constantinides.
3. Berkun, S. (2005). *The Art of Project Management*. Sebastopol: O'Reilly media.
4. Brandon, D. (2006). *Project Management for Modern Information Systems*. Hershey: Idea Group Publishers
5. British Standards Institute (2000). *BS 6079-2 Project Management and Network Planning*. London: BSI.
6. Bowen, H. K. (1996). *Project Management Manual*. Boston: Harvard Business Review.
7. Cook, C. S. (1998). *Applying Critical Chain to Improve the Management of Uncertainty in Projects*. Massachusetts: MIT.
8. Dachyar, M., & Saputra, D. U. (2009). Comparison Between Critical Chain and Critical Path Method in Telecommunication Tower Construction Project Management. *Zbornik XI. International Conference on QiR (Quality in Research)* (str.1-6). Indonesia: University of Indonesia.
9. Dilmaghani, F. (2008). *Critical Chain Project Management (CCPM) at Bosch Security Systems (CCTV) Eindhoven*. Enschede: University of Twente.
10. Elder, A. (2006). *The Five Diseases of Project Management (Why your projects are late and what to do about it)*. New York: No Limits Leadership.
11. Goldratt, M .E. (1997). *Critical Chain*. Great Barrington, MA: The North River Press.
12. Goldratt, M. E. (2003). *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. Great Barrington, MA: North River Press.
13. Herroelen, W., & Leus, R. (2001) On the Merits and Pitfalls of Critical Chain Scheduling *Journal of Operations Management*, 19(4), 559-577.

14. Herroelen, W., Demeulemeester E., & Leus R. (2002). Critical Chain Project Scheduling: Do Not Oversimplify. Project Management Institute: *Project Management Journal*, 33(4), 48-60.
15. Institute for Project Management. (2008). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge PMBOK® Guide* (4th ed.). Pennsylvania: IPM.
16. Kelly, E. J., & Walker, R. M. (1959). *Critical path planning and scheduling*. Proceedings of the Eastern Joint Computer Conference.
17. Kerzner, H. (2003). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (8th ed). New Jersey: John Wiley & Sons.
18. Leach, P. L. (1999). Critical Chain Project Management Improves Project Performance. Project Management Institute: *Project Management Journal*, 30(2), 39 - 51.
19. Leach, P. L. (2000). *Critical Chain Management*. Norwood: Artech House.
20. Lechler, G. T., Ronen, B., & Stohr, A. E. (2005). Critical Chain: A New Project Management Paradigm or Old Wine in New Bottles? *Engineering Management Journal*, 17(4), 39-59.
21. Lester, A. (2003). *Project Planning and Control*. Oxford: Elsevier Butterworth–Heinemann.
22. Milošević, Z. D. (2003). *Project Management ToolBox: Tools and Techniques for the Practicing Project Manager*. New Jersey: John Wily & Sons.
23. Nokes, S., & Kelly, S. (2007). *The Definitive Guide to Project Management: The Fast Track to Getting the Job Done on Time and on Budget* (2nd ed.). London: Financial Times Prentice Hall.
24. Office of Government Commerce. (2009). *Managing successful projects with PRINCE 2*. London: Stationery Office Books.
25. Raz, T., Barnes, R., & Dvir, D. (2003). A Critical Look at Critical Chain Project Management. *Project Management journal*, 34(4), 24-32.
26. Rand, K. G. (2000). Theory of Constraints Applied to Project Management. *International Journal of Project Management*, 18(2), 173-177.

27. Roe, J., & Elton, J. (1998) Bringing discipline to project management. *Harvard Business Review*, 76(2), 153-160
28. Rozman, R., & Stare, A. (2008). *Projektni management ali ravnateljstvo projekta*. Ljubljana: Ekonomska Fakulteta.
29. Rusjan, B. (2007). *Management Proizvodnje*. Ljubljana: Ekonomska Fakulteta.
30. Scherer, A. (2011). *Be Fast or Be Gone: Racing the Clock with Critical Chain Project Management*. Virginia: Prochain Press.
31. Sharot, T. (2011). *The Optimism Bias: A Tour of the Irrationally Positive Brain*. New York: Phanton.
32. Standish Group International. (1994 - 2009). *The CHAOS Report*. Najdeno 5. septembra 2011 na spletni strani: <http://www.Standishgroup.com/Chaosreport/>
33. Stare, A. (2011). *Terminski plan projekta*. Najdeno 5. avgust .2011 na spletnem naslovu <http://projektni-management.si/2011/02/15/terminski-plan-projekta-gantogram/>
34. Turner, J. R. (2009). *The Handbook of Project-based management. Leading Strategic Change in Organizations* (3rd ed.). London: The McGraw-Hill Companies.
35. Trietsch, D., (2005). Why a critical path by any other name would smell less Sweet: Towards a Holistic Approach to PERT/CPM. Project Management Institute: *Project Management Journal*, 36(1), 27-36.
36. Umble, M., & Umble, E. (2000). Manage your Projects for Success: Application of the Theory of Constraints. *Production and Inventory Journal of Production Research*, 41(2), 27-31.
37. Verduh, E. (2005). *The Fast Forward MBA in Project Management*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
38. Weaver, P. (2011). *Why Critical Path Scheduling is Wildly Optimistic (or why so many projects finish late)*. Najdeno 30. avgusta 2011 na spletnem naslovu http://www.mosaicprojects.com.au/PDF_Papers/P117_Why_Critical_Path_Scheduling_is_Wildly_Optimistic.pdf

39. Weaver, P. (2006). *A Brief History of Scheduling – Back to The Future*. Najdeno 6. augusta 2011 na spletnem naslovu
http://www.mosaicprojects.com.au/PDF_Papers/P042_History%20of%20Scheduling.pdf
40. Zultner, E. R. (2003). Getting Projects Out of Your System. A Critical Chain Primer.
Cutter IT Journal, 16(3), 11-35.

