

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

**PROIZVODNI INFORMACIJSKI SISTEM: IMPLEMENTACIJA IN
VPLIV NA POSLOVANJE PODJETJA**

Ljubljana, junij 2014

PETER BAJD

IZJAVA O AVTORSTVU

Spodaj podpisani Peter Bajd, študent Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, izjavljam, da sem avtor magistrskega dela z naslovom Proizvodni informacijski sistem: implementacije in vpliv na poslovanje podjetja, pripravljenega v sodelovanju s svetovalcem dr. Andrejem Kovačičem.

Izrecno izjavljam, da v skladu z določili Zakona o avtorski in sorodnih pravicah (Ur. l. RS, št. 21/1995 s spremembami) dovolim objavo magistrskega dela 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, da so dela in mnenja drugih avtorjev oziroma avtoric, ki jih uporabljam v magistrskem delu, citirana oziroma navedena v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, in
 - pridobil 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;
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih – kaznivo po Kazenskem zakoniku (Ur. l. RS, št. 55/2008 s spremembami);
- se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predloženega magistrskega dela dokazano plagiatorstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom.

V Ljubljani, dne _____

Podpis avtorja: _____

KAZALO

UVOD	1
1 PROIZVODNI INFORMACIJSKI SISTEM.....	3
1.1 Razvoj proizvodnega IS	4
1.2 Arhitektura	6
1.2.1 Arhitektura proizvodnega IS glede na podjetje	6
1.2.2 Arhitektura proizvodnega IS glede na funkcionalnosti	8
1.3 Ponudniki	9
1.4 Postopek implementacije	12
1.4.1 Proces implementacije	12
1.4.2 Pristop k implementaciji	14
2 VPLIV VPELJAVE INFORMACIJSKEGA SISTEMA V PODJETJE.....	15
2.1 Opredelitev in namen koristi.....	15
2.2 Metode ocenjevanja in merjenja koristi.....	16
2.2.1 Osnovne finančne tehnike.....	16
2.2.2 Tehnike, oblikovane za sprejemanje odločitev v operacijskih raziskavah / upravljalnih vedah	18
2.2.3 Tehnike, oblikovane za naložbe v informatiko.....	20
2.2.4 Druge tehnike.....	25
2.3 Metode ocenjevanja in planiranja stroškov	28
2.4 Koristi pri vpeljavi informacijskega sistema	30
2.5 Koristi pri vpeljavi proizvodnega informacijskega sistema	31
2.6 Primerjava splošnih in specifičnih koristi.....	32
2.7 Operativno vzdrževanje IS po koncu projekta.....	33
3 PRIMER VPELJAVE PROIZVODNEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA V PODJETJU	34
3.1 Predstavitev podjetja.....	34
3.2 Postopek implementacije	34
3.2.1 Program.....	34
3.2.2 Projekt.....	37
3.3 Koristi implementacije.....	39
3.3.1 Povečanje učinkovitosti	40
3.3.2 Zmanjšanje obsega človeških napak.....	41
3.3.3 Zmanjšanje operativnih stroškov	41
3.4 Stroški implementacije	43
3.4.1 Strojna oprema.....	43
3.4.2 Programska oprema	44
3.4.3 Stroški človeških virov	46
3.4.4 Stroški potovanj (kompetenčni center).....	47
3.5 Ključni finančni indikatorji.....	48
3.6 Človeški viri.....	49

3.7	Časovni vidik implementacije	51
3.8	Analiza implementacije po zaključku.....	53
3.8.1	Analiza dejanskih koristi	53
3.8.2	Analiza dejanskih stroškov.....	53
3.8.3	Analiza dokumentacije/kakovosti	54
3.9	Posledice implementacije na operativnem nivoju	55
4	KRITIČNA ANALIZA.....	57
4.1	Trendi proizvodnih informacijskih sistemov.....	57
4.1.1	Tehnični vidik.....	57
4.1.1.1	Neodvisnost od sistema za upravljanje podatkovnih baz	57
4.1.1.2	Neodvisne tehnologije grafičnih vmesnikov	57
4.1.1.3	Radiofrekvenčna identifikacija.....	58
4.1.1.4	Serializacija	58
4.1.2	Uporabniški vidik.....	59
4.1.2.1	Simuliranje vrednosti.....	59
4.1.2.2	Analiza kritičnih parametrov	59
4.1.2.3	Integracija proizvodnega sistema s proizvodno opremo	60
4.1.2.4	Proaktivnost sistema	61
4.1.2.5	Enostavnost uporabe	61
4.1.2.6	Pregled na podlagi odstopov oziroma izjem.....	62
4.2	Predlog izboljšav (analiziranemu podjetju)	62
4.2.1	Analiza vpliva spremembe dejavnikov na izvedbo projekta.....	63
4.2.2	Izkušnje iz prejšnjih projektov	63
4.2.3	Spremljanje operativnih stroškov IS	64
4.2.4	Analiza dejanskih koristi	64
4.2.5	Oblikovanje regijskih centrov	64
4.2.6	Širša raba tehnik in orodij za ocenjevanje in planiranje stroškov ter koristi.....	65
	SKLEP.....	65
	LITERATURA IN VIRI.....	68
 KAZALO TABEL		
	Tabela 1: Seznam kontrolnih vprašanj za odločitev o nakupu ali razvoju IS	11
	Tabela 2: Primerjava klasičnih in informacijskih projektnih karakteristik	14
	Tabela 3: Finančne tehnike za sprejemanje investicijskih odločitev	17
	Tabela 4: Tehnike, oblikovane za sprejemanje odločitev v operacijskih raziskavah / vodenju	19
	Tabela 5: Tehnike, oblikovane za naložbe v informatiko	20
	Tabela 6: Ostale tehnike	26
	Tabela 7: Tehnike, uporabljene za ocenjevanje ali načrtovanje stroškov	29
	Tabela 8: Natančnost in čas priprave modelov za ocenjevanje in načrtovanje stroškov	30

KAZALO SLIK

Slika 1: Časovni prikaz razvoja proizvodnega IS.....	5
Slika 2: Proizvodni IS v podjetju.....	7
Slika 3: Funkcionalnosti proizvodnega IS	9
Slika 4: Razmerje med projektom, programom in portfeljem.....	13
Slika 5: Vloga globalnega projektnega vodja na posameznem projektu.....	36
Slika 6: Potrditev skladnosti proizvodnega informacijskega sistema z regulativami	37
Slika 7: Priprava in izvedba projekta s ključnimi fazami.....	38
Slika 8: Najpogostejše koristi pri implementaciji proizvodnega informacijskega sistema .	42
Slika 9: Povprečni stroški, povezani z dobaviteljem proizvodnega informacijskega sistema glede na celotno investicijo	45
Slika 10: Razpored povprečnih stroškov glede na celotno investicijo	48
Slika 11: Povprečno število ljudi, potrebnih za izvedbo projekta glede na vlogo.....	49
Slika 12: Razmerje med človeškimi viri glede na poslovne funkcije in informacijsko tehnologijo	51
Slika 13: Primerjava planiranega in dejanskega časa, potrebnega za izvedbo projekta.....	52
Slika 14: Razmerje med kakovostjo, stroški in časom izvedbe projekta.....	63

UVOD

Kljub t.i. informacijski dobi, ko včasih pomislimo, da je informatika prisotna že na vseh področjih, bi bil marsikdo presenečen, ko bi izvedel, da je še vedno moč najti proizvodna podjetja v farmacevtski industriji in tudi drugih panogah, ki za izvajanje proizvodnih procesov še vedno uporabljajo papirnato poslovanje. V zadnjih letih je po svetu moč zaslediti porast implementacij proizvodnih informacijskih sistemov v podjetjih (angl. *Manufacturing Execution System*, v nadaljevanju MES) (Scholten, 2009, str. 1–4).

Proizvodni informacijski sistemi zasedajo v podjetju pomembno vlogo. Vpeti so med poslovne informacijske sisteme (angl. *Enterprise Resource Planning*, v nadaljevanju ERP) ter sisteme za nadzor, upravljanje in avtomatski zajem podatkov (angl. *Supervisory Control, Automated Data Acquisition*, v nadaljevanju SCADA). Proizvodni sistemi v celoti podpirajo izvedbo proizvodnega procesa, kjer pa so nivoji integracije s sistemi ERP in SCADA lahko različni (Albert & Fuchs, 2007, str. 8).

Razlogi, zakaj se podjetja odločajo za implementacijo proizvodnih informacijskih sistemov, so različni. Izboljšanje kakovosti poslovnih procesov in pozitiven finančni vpliv na poslovanje podjetja sta zagotovo dva izmed najpogostejših vzrokov, zakaj se podjetja odločajo za implementacijo (MESA, 1997).

Implementacija proizvodnega informacijskega sistema v podjetju ima običajno največji vpliv na izvedbo poslovnih procesov oziroma na njihovo spremembo. Izboljšanje poslovnih procesov in njihovo učinkovito izvajanje merimo z rezultati porabe virov (surovine, človeški in finančni viri itd.), uporabljenih za pretvorbo vhodnih veličin v izhodne (Kovačič & Bosilj–Vukšič, V., 2005, str. 41).

Ni pa vedno nujno, da je implementacija proizvodnega informacijskega sistema uspešna oziroma da ta prinese pričakovane pozitivne vplive na poslovanje podjetja. Načrtovanje projekta oziroma njegove utemeljitve je zagotovo ena izmed ključnih faz v implementaciji. Slaba priprava običajno pomeni tudi slabo izvedbo oziroma neuspeh projekta.

Pravilen oziroma najboljši možni pristop k identifikaciji in merjenju vpliva dejavnikov na poslovanje podjetja je ključen že od začetka, saj sicer ne moremo upravičiti smiselnosti implementacije. Pa vendarle, kako naj podjetje, ki se spopada s svojo prvo implementacijo proizvodnega informacijskega sistema, ve, kako ter koliko bo sistem vplival na poslovanje podjetja. Dostop do potrebnih informacij, ki bi podjetju pomagale v takšni situaciji, je običajno težak, zamegljen ali celo onemogočen.

Pri implementaciji sistema v proizvodnji oziroma prenovi poslovnih procesov je torej ključno, da si že pred začetkom postavimo jasne cilje. Pri tem poskušamo najti optimalno razmerje med časom, stroški in kakovostjo izvedbe oziroma prenove. Poenostavitev poslovnih procesov, znižanje stroškov, dvig kakovosti in povečanje prilagodljivosti so le

nekateri izmed ciljev, ki jih poskušamo uresničiti z implementacijo proizvodnega informacijskega sistema (Kovačič & Bosilj–Vukšič, 2005, str. 42).

Problem, ki se ga lotevam v magistrskem delu, je identificiranje dejavnikov, ki vplivajo na poslovanje podjetja, kot posledica implementacije proizvodnega informacijskega sistema v podjetju. Ti dejavniki (npr. izboljšanje produktivnosti, izboljšanje kakovosti, zmanjšanje zaloge itd.) so specifični za proizvodne poslovne procese, vendar vplivajo na celotno poslovanje podjetja. Poleg identifikacije dejavnikov pa bom posebno pozornost posvetil tudi dejanskemu merjenju oziroma njihovi analizi.

Za študijo primera sem si izbral večje farmacevtsko podjetje. Z nekaj deset proizvodnih lokacij po vsem svetu je podjetje med vodilnimi v svetu proizvodnje generičnih farmacevtskih izdelkov. Na vseh strateško pomembnih proizvodnih lokacijah je podjetje že vpeljalo proizvodni informacijski sistem. Za vsako implementacijo na posamezni proizvodni lokaciji je bila pripravljena utemeljitev projekta ter pozneje izvedena tudi meritev dejanske uspešnosti implementacije.

Namen magistrskega dela je s študijo primera analizirati implementacijo proizvodnega informacijskega sistema v farmacevtskem podjetju. Magistrsko delo je namenjeno predvsem podjetjem, ki se odločajo za implementacijo proizvodnega informacijskega sistema. Pregled dejavnikov vpliva jim bo omogočil boljšo pripravo in izvedbo projekta. Na drugi strani pa je magistrsko delo namenjeno tudi podjetjem, ki so omenjeni sistem že implementirali, saj jim nekoliko omogoča primerjavo uspešnosti izvedene implementacije.

Cilj magistrskega dela je predstaviti proizvodne informacijske sisteme ter njihovo vlogo v podjetju, ključne dejavnike, ki vplivajo na poslovanje podjetja, kadar govorimo o implementaciji informacijskih sistemov na splošno, in na podlagi študije primera potrditi oziroma dopolniti dejavnike, identificirane v teoretičnem delu magistrskega dela. Cilj kritične analize študije primera je podati predlog za izboljšavo načrtovanja in merjenja vpliva dejavnikov v obravnavanem podjetju.

Magistrsko delo temelji na analitično–teoretičnem pregledu literature s področja proizvodnih informacijskih sistemov in projektnega vodenja. Bolj je uporabljena predvsem anglosaksonska in pa tudi slovenska literatura s tega področja (strokovna literatura, študije primerov, internetni viri idr.).

Na podlagi analize izbranega primera primerjam raziskave s prvim, teoretičnim delom magistrskega dela. Kot rezultat primerjave predlagam področja izboljšav za povečanje oziroma boljše ovrednotenje vpliva implementacije proizvodnih informacijskih sistemov, skupaj z načini, kako bi jih lahko dosegli.

Magistrsko delo je razdeljeno na teoretični in praktični del.

Prvi del magistrskega dela temelji na teoretični osnovi. Temeljit bo na strokovni literaturi s področja proizvodnih informacijskih sistemov, vpeljave le-teh ter literature s področja projektnega vodenja. Poleg umestitve sistema v celotno arhitekturo podjetja se bom posvetil predvsem fazi načrtovanja projekta ter identifikaciji in ocenjevanju predvsem kvantitativnih koristi na eni strani ter stroškov implementacije na drugi strani.

Drugi del, praktični del magistrskega dela, temelji na analizi primera dejanske implementacije proizvodnega informacijskega sistema v farmacevtskem podjetju. Analiza pristopa k implementaciji proizvodnega informacijskega sistema v podjetje skupaj z prikazom realnih podatkov bo prikazala morebitne specifične razlike, s katerimi se srečamo pri implementaciji proizvodnih informacijskih sistemov v primerjavi z drugimi informacijskimi sistemi.

Glede na to, da izbrana analiza primera implementacije proizvodnega informacijskega sistema v farmacevtskem podjetju zajema približno deset različnih implementacij znotraj podjetja, je verjetnost, da so rezultati analize primerljivi z drugimi podjetji znotraj industrije toliko večja.

Omejitve: Namen magistrskega dela ni analiza ter prikaz razvoja proizvodnega informacijskega sistema. Predpostavka je, da podjetje za implementacijo izbere enega izmed dobaviteljev na trgu, ki ponujajo standardne rešitve, ki jih po potrebi nadgradi z lastnimi zahtevami. Namen magistrskega dela prav tako ni analiza izbire dobavitelja proizvodnega informacijskega sistema.

1 PROIZVODNI INFORMACIJSKI SISTEM

Proizvodni informacijski sistem je običajno le eden izmed informacijskih sistemov, ki ga organizacija uporablja pri svojem poslovanju za uspešno doseganje ciljev.

Vsak ponudnik proizvodnega informacijskega sistema ga opredeljuje nekoliko drugače, kljub temu da so precej enotni. Prvi korak k enotni definiciji je naredilo združenje Manufacturing Enterprise Solutions Association (v nadaljevanju MESA). MESA je globalna, neodvisna organizacija, katerih člani so proizvodna podjetja, ponudniki informacijskih rešitev in storitev, svetovalci, analitiki in akademiki. Namen delovanja organizacije je izboljšanje poslovnih rezultatov podjetij, izboljšanje proizvodnih procesov z implementacijo in integracijo različnih informacijskih rešitev ter oblikovanje oziroma širitev dobre prakse med podjetji. MESA je definirala proizvodni informacijski sistem kot:

»Proizvodni IS dostavlja informacije, ki omogočajo optimizacijo proizvodnih aktivnosti od začetka do konca proizvodnje. Z uporabo trenutnih in natančnih podatkov proizvodni IS vodi uporabnika skozi proizvodne aktivnosti ter beleži njihove vrednosti v času nastanka.

Hiter odziv na spreminjajoče se pogoje in zmanjševanje števila aktivnosti, ki ne prinašajo dodane vrednosti, proizvodni IS omogoča učinkovitejše izvajanje operacij in procesov v podjetju. Proizvodni IS izboljšuje donosnost operativnih sredstev, pravočasnost dobave, optimizacijo zalog in izboljšanje denarnega toka podjetja. Z dvosmerno komunikacijo med drugimi sistemi proizvodni IS omogoča takojšen vpogled kritičnih proizvodnih aktivnosti oziroma procesov v podjetju.« (MESA, 1997).

Med uporabniki je moč zaslediti različne razlage glede na različne organizacije in njihove pripadnike. Poleg združenja MESA je pomemben korak k standardizaciji prispevala tudi organizacija International Society of Automation (v nadaljevanju ISA). ISA je globalna, neodvisna organizacija, ki se ukvarja z definiranjem standardov za avtomatizacijo proizvodnih procesov.

Mednarodni standard za integracijo kontrolnih sistemov proizvodnje s proizvodnim informacijskim sistemom ISA-95 ne omenja sistema ERP ali MES neposredno, vendar pa jasno razdeli informacijske sisteme (v nadaljevanju IS) na različne nivoje in na sprejemanje odločitev po posameznem nivoju. Tako je moč razbrati, da se na nivoju proizvodnih informacijskih sistemov odločitve sprejemajo na dnevnem, urnem in minutnem intervalu. Odločitve imajo neposreden vpliv na učinkovitost proizvodnje, kakovost in zaloge izdelkov, razpoložljivost delovnih strojev itd. (International Society of Automation, 2013).

Več o uvrstitvi proizvodnega IS v podjetju glede na druge IS bomo omenili v nadaljevanju magistrskega dela.

Z drugimi besedami bi lahko opredelili proizvodni IS kot sistem, ki nadomesti papirnat izvajanje proizvodnih procesov in zapolni vrzel med poslovnimi informacijskimi sistemi in avtomatizirano proizvodno opremo.

Uporaba izraza informacijska tehnologija (v nadaljevanju IT) v magistrskem delu pomeni izraz za tehnologije, ki jih uporabljamo za zbiranje, obdelovanje in shranjevanje podatkov. Z drugimi besedami se IT nanaša na strojno in programsko opremo in računalniško omrežje. V primerjavi z IT izraz IS v magistrskem delu pomeni celoten organiziran sistem, ki skrbi za pretok podatkov in informacij znotraj organizacije, da bi podprlo poslovne procese.

1.1 Razvoj proizvodnega IS

Razvoj proizvodnega IS temelji na računalniško integrirani proizvodnji oziroma Computer-Integrated Manufacturing (v nadaljevanju CIM). CIM je način pristopa k proizvodnji, v kateri so celotni procesi izvajanja podprti z računalniškimi sistemi. Začel se

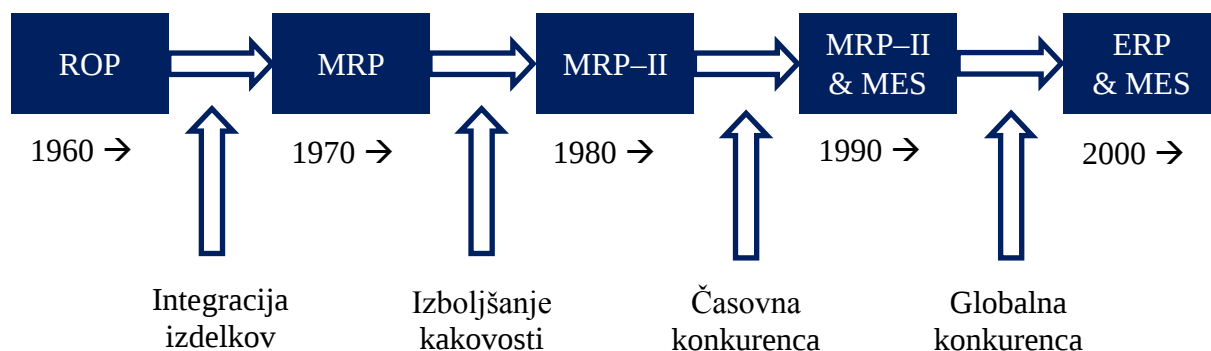
je pojavljati v poznih 60. letih in v sredini 70. doživel velik razcvet. Proizvodni procesi so bili podprti z digitalnimi mikroprocesorji in orodji, kar je z modeliranjem procesov pripomoglo k boljšemu načrtovanju in nadzoru proizvodnje. V sredini 80. let je »Purdue Laboratory for Applied Industrial Control« gostil konferenco, na podlagi katere je bila leta 1989 izdana t.i. knjiga Purdue reference Model for CIM. CIM se je osredotočal na hierarhijo proizvodnega podjetja. Čedalje večji pritiski na spremembo proizvodnje zaradi večje globalizacije in osredotočanja na kupce so pripeljali do potrebe po novem modelu – MES.

Računalniški sistem zbiranja podatkov je postajal vse pogostejši in to je bil začetek za oblikovanje koncepta MES v zgodnjih 80. letih. V naslednjem desetletju je bilo razvitih veliko sistemov, ki bi podprli proizvodne procese oziroma t.i. proizvodni IS. Večina od njih je vsebovala funkcije, ki so se med seboj prekrivale, kar je posledično pomenilo manjšo učinkovitost.

Leta 1997 je MESA za odpravo prekrivanja funkcionalnosti predstavila model, ki naj bi vseboval proizvodni IS. Dopolnjen je bil leta 2000 v ISA–95, v katerem sta bili združenimi definiciji CIM in MESA (Collier, 2012).

Slika 1 prikazuje razvoj proizvodnega IS glede na vzporeden razvoj ERP–sistema.

Slika 1: Časovni prikaz razvoja proizvodnega IS



Vir: Prirejeno po P.J. Rondeau in L.A. Litteral, Evolution of manufacturing planning and control systems: from reorder point to enterprise resource planning, 2001, str. 2.

Rondeau in Litteral (2001, str. 3) prikazujeta razvoj načrtovanja proizvodnje, v kateri je vključenih pet sistemov.

- Sistem ROP (angl. *Reorder Point systems*) je za načrtovanje proizvodnje uporabljal historične podatke, kjer je predpostavljal, da podatki iz preteklosti pomenijo tudi enake zahteve v prihodnosti.

- Sistemi MRP (angl. *Material Requirement Planning systems*) so imeli možnost napovedovanja proizvodnje na podlagi preteklih podatkov in s tem učinkovitejše načrtovanje. Poleg napovedovanja je omogočal tudi prve planske table in poročila.
- MRP–II (angl. *Manufacturing Resource Planning systems*) je bil prvi sistem, ki je za načrtovanje proizvodnje združil proizvodne kapacitete in razpoložljivost materialov.
- MRP–II & MES sta omogočila fleksibilnejšo proizvodnjo in hitrejšo prilagodljivost kupcu.
- ERP & MES danes omogočata načrtovanje in napovedovanje proizvodnje na podlagi realnih podatkov (angl. *real-time*).

Advanced Market Research, danes del svetovalne skupine Gartner, je prvič uporabil izraz Manufacturing Execution System leta 1992, ko je predstavil trinivojski model proizvodnega IS. Ta je vseboval načrtovanje, izvedbo in kontroliranje (AMR Research, 2013).

Prve implementacije proizvodnih IS so se pojavile v letalski, obrambni, farmacevtski industriji in industriji polprevodnikov (Collier, 2012).

1.2 Arhitektura

V nadaljevanju je prikazano mesto proizvodnega IS v podjetju v povezavi z drugimi IS. O podrobni arhitekturi proizvodnega IS z vidika strojne opreme v magistrskem delu ne bomo razpravljali. Ta je predvsem odvisna od arhitekturnih standardov in strategije znotraj informacijske tehnologije podjetja in od ponudnikovih zahtev, ki omogočajo normalno delovanje proizvodnega IS.

1.2.1 Arhitektura proizvodnega IS glede na podjetje

Med avtorji je moč zaslediti razlikovanje predvsem v definiranju področij, ki proizvodni IS pokrivajo, enotni pa so si glede uvrstitve proizvodnega IS v podjetju glede na druge IS. Prav tako MESA in ISA uvrščata proizvodni IS med ERP na zgornjem nivoju in med sisteme PLC (angl. *Programmable Logic Controller*, v nadaljevanju PLC) in SCADA na spodnjem nivoju. ISA–95 sicer nikoli neposredno ne omenja sistema ERP ali MES, vendar IS loči glede na sprejemanje odločitev med posameznimi nivoji.

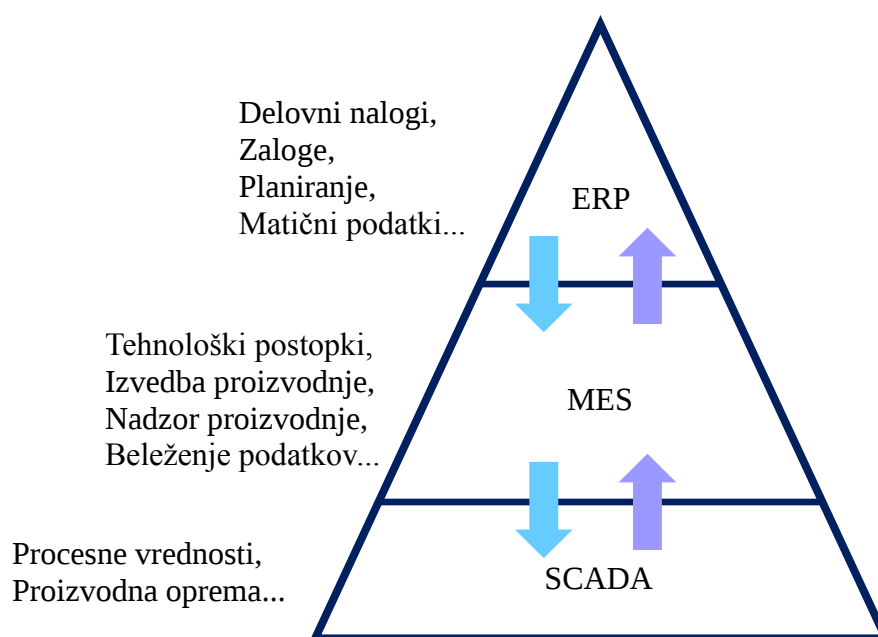
ISA–95 razvršča sprejemanje odločitev na posameznem nivoju v naslednje skupine (ANSI/ISA 95 and ANSI/ISA 88 Standards, 2014):

- Nivo 0,1 in 2; PLC in SCADA – odločitve na nivoju milisekund.
- Nivo 3; MES – odločitve se sprejemajo na dnevnem, urnem, minutnem in sekundnem nivoju.

- Nivo 4; ERP – sprejemanje odločitev na dnevnem, tedenskem, mesečnem nivoju.

Slika 2 prikazuje hierarhijo IS glede na nivoje s primeri podatkov, ki so v posameznem sistemu ter v primeru integracije izmenjujejo z integriranim IS. Tako se npr. delovni nalog, ki je narejen v sistemu ERP pošlje v MES, kjer se na podlagi tehnološkega postopka izvede proizvodni proces. Med izvajanjem proizvodnega procesa se v delovni nalog zabeležijo vrednosti, ki prihajajo iz sistema SCADA v MES. MES posreduje relevantne podatke (npr. podatki o porabi materialov) nazaj na sistem ERP, kjer se ti ustrezno ažurirajo (npr. zmanjšanje zaloge) in poknjižijo (Albert & Fuchs, 2007, str. 8–10).

Slika 2: Proizvodni IS v podjetju



Vir: Prirejeno po C. Albert in C. Fuchs, *Durchblick im Begriffdschungel der Business-Software*, 2007, str. 9.

Poleg proizvodnega IS na nivo 3 spadajo tudi sistemi, kot so LIMS (angl. *Laboratory Information Management System*), WMS (angl. *Warehouse Management System*) in CMMS (angl. *Computerized Maintenance Management System*). Nivo 4 zajema sisteme, kot so ERP, PLM (angl. *Product Lifecycle Management*), CRM (angl. *Customer Relationship Management*), HRM (angl. *Human Resource Management*), PDES (angl. *Process Development Execution Systems*). Glede na arhitekturo in rešitev so vsi omenjeni sistemi lahko zajeti v sistemu ERP.

Poleg že omenjenih sistemov PLC in SCADA so na nivoju 2 tudi sistemi DCS (angl. *Distributed Control Systems*).

Nivo 1 zajema aktivnosti, ki posegajo v fizično izvedbo procesa, kot so npr. ventili, senzorji, motor itd.. Nivo 0 predstavlja dejansko fizično izvedbo procesa (Accenture, 2012).

Integracija proizvodnega IS z višjim in nižjim nivojem je vsekakor smiselna, saj zmanjša dvojni vnos podatkov. Res pa je, da bolj kot je sistem integriran z drugimi nivoji, večjo kompleksnost in odvisnost ta pomeni. Integracija proizvodnega IS s sistemi na nivoju 3 je velikokrat izvedena preko nivoja 4, torej sistema ERP. Glede na to, da je ERP osrednji sistem v organizaciji, so drugi ključni sistemi običajno že povezani s sistemom ERP. Z vidika tehnične integracije in izmenjave podatkov na operativnem nivoju je enostavnejše zgraditi le integracijo med sistemoma MES in ERP, kakor pa ločeno do vsakega sistema na nivoju 3 (Clausson, 2003, str. 30–31).

1.2.2 Arhitektura proizvodnega IS glede na funkcionalnosti

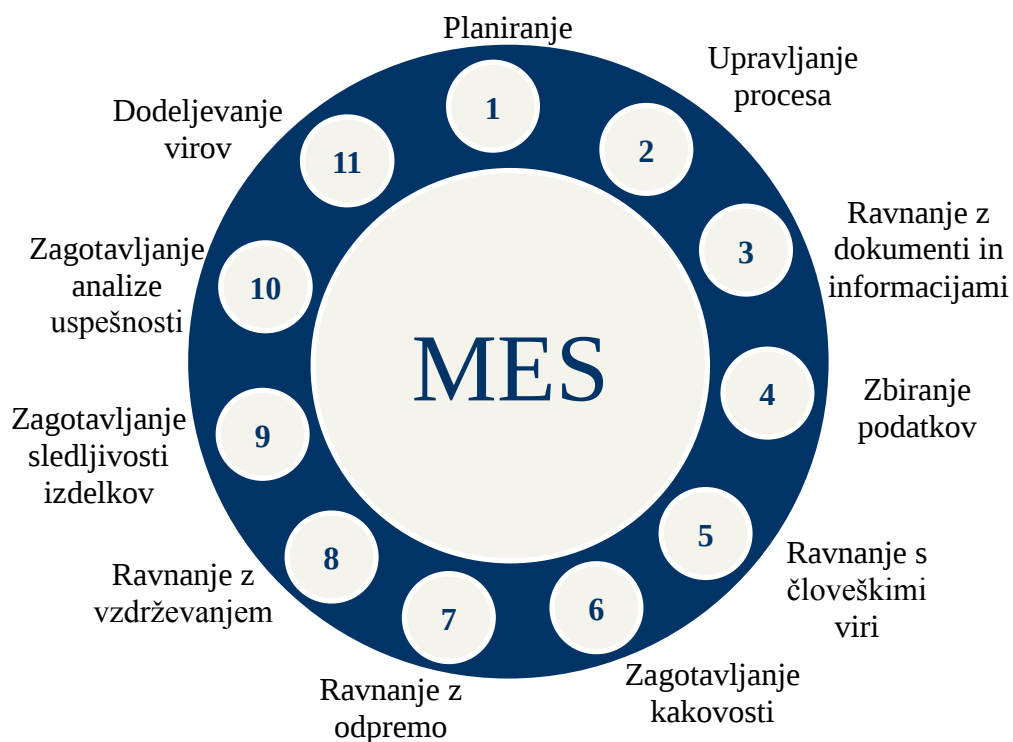
Različni ponudniki ponujajo različne funkcionalnosti oziroma jih razlagajo nekoliko drugače. Na drugi strani pa je tudi odvisno od uporabnika proizvodnega IS, koliko ga bo implementiral, integriral z drugimi IS in izkoristil ponujene funkcionalnosti v svoji organizaciji.

Tudi na tem področju sta ISA in MESA naredili pomemben korak k standardizaciji in definirali ključna področja in funkcionalnosti, za katera se pričakuje, da so pokrita s proizvodnim IS. Slika 3 prikazuje celoten pregled funkcionalnosti proizvodnega IS povzete po definiciji MESA, Saenz de Ugarte, Artiba in Pellerin (2009, str. 526) pa jih razlagajo sledeče:

- **Planiranje:** zaporedno in časovno planiranje aktivnosti za doseganje optimalnega izkoristka z omejenimi oziroma razpoložljivimi kapacitetami.
- **Upravljanje procesa:** usmerjanje delovnega toka glede na planiran tok in dejanske proizvodne aktivnosti.
- **Ravnanje z dokumenti in informacijami:** upravljanje in distribucija informacij o izdelku, procesu ali delovnem nalogu.
- **Zbiranje podatkov:** zbiranje, urejanje in spremljanje podatkov o izdelku, procesu in operacijah ljudi in delovnih strojev.
- **Ravnanje s človeškimi viri:** sledenje in upravljanje človeških virov znotraj delovne izmene glede na potrebe in kvalifikacijo.
- **Zagotavljanje kakovosti:** zbiranje, spremljanje in analiza podatkov o izdelku in procesu ter zagotavljanje izvedbe skladno z zahtevami.
- **Ravnanje z odpremo:** odprema izdelkov ali materialov znotraj proizvodne lokacije za zagotavljanje izvedbe procesa.

- **Ravnanje z vzdrževanjem:** načrtovanje in izvedba aktivnosti vzdrževanja delovnih strojev.
- **Zagotavljanje sledljivosti izdelkov:** spremljanje napredka proizvodnje in končnih izdelkov za zagotavljanje popolne sledljivosti izdelka.
- **Zagotavljanje analize uspešnosti:** analiza dejanskih vrednosti kritičnih parametrov v proizvodnem procesu in njihova primerjava s planiranimi oziroma zahtevanimi vrednostmi.
- **Dodeljevanje virov:** dodeljevanje človeških virov, materialov, strojev in orodij, ki so potrebni za izvedbo procesa ter njihovo spremljanje.

Slika 3: Funkcionalnosti proizvodnega IS



Vir: Prirejeno po B. Saenz de Ugarte et al., *Manufacturing execution system – a literature review, Production Planning & Control: The Management of Operations*, 2009, str. 526

1.3 Ponudniki

Poleg ponudnikov, ki ponujajo že izdelane rešitve za podporo proizvodnih procesov, se podjetje lahko odloči tudi za lasten razvoj. Pristop lastnega razvoja je lahko cenejši predvsem na začetku, velikokrat pa lahko postane predvsem bolj rizičen, posledično tudi dražji, po koncu projekta implementacije. V tem primeru je toliko bolj pomembno, da zagotovimo ustrezno obvladovanje sprememb in skladnost z regulativami skozi celoten življenjski cikel rešitve (MES: Build or Buy?, 2013).

Glede na to, da cilj magistrskega dela ni analiza trga ponudnikov proizvodnih IS, bomo v tem delu omenili glavne ponudnike. Gartner (Vendor Guide for Manufacturing Execution Systems, 2013) omenja naslednje vodilne ponudnike na mednarodnem trgu, ki ponujajo že razvite rešitve za podporo proizvodnih procesov v različnih industrijah.

- ABB
- Aegis Software
- Apriso
- AspenTech
- Broner Metals Solutions
- Camstar
- CDC Software
- CellFusion
- CIMx Software
- Critical Manufacturing
- Dassault Systemes
- Eyelit
- GE Intelligent Platforms
- Greycon
- HighJump Software
- Honeywell Process Solutions
- iBaset
- Invensys Operations Management
- iTac Software
- Lighthouse Systems
- Mentor Graphics
- Miracom
- Ninety-Five
- Oracle
- Performix
- Plex Systems
- Prodac Systems
- Rockwell Automation
- SAP
- Schneider Electric
- Siemens
- Solarsoft
- Werum Software & Systems

Na slovenskem trgu je med drugimi mogoče najti naslednje ponudnike.

- GOinfo
- Lokacom, d. o. o.
- Metronik
- Rins
- Robotina
- Sinabit

Analitska hiša TechNavio (Global Manufacturing Execution System Market 2011–2015, 2013) uvršča med vodilne in največje programske hiše, ki ponujajo rešitve: Invensys Operations Management, iBaset, Apriso, Operator System, Werum Software & Systems, SAP AG in Oracle.

Med vodilne sistemske integratorje, ki prav tako ponujajo že razvite rešitve, uvršča: ABB, Siemens, Rockwell Automation, GE Intelligent Platforms, Emerson Process Management, Honeywell in Omron.

Rešitve ponudnikov se med seboj razlikujejo predvsem glede na industrijo, za katero so posamezniki specializirani. V farmacevtski industriji sta trenutno vodilna ponudnika Werum Software & Systems in Rockwell Automation z njhovima produktoma PAS–X in FactoryTalk.

Glede na rezultate analize TechNavia (Manufacturing Execution System Market by Application and Geography, 2013) je bila vrednost trga proizvodnih IS leta 2011 ocenjena na 4,7 milijarde ameriških dolarjev (v nadaljevanju USD) in naj bi do leta 2016 dosegla 8,9 milijarde USD oziroma 13,6–odstotno rast na letnem nivoju. Kot zanimivost, leta 2003 je bil trg proizvodnih IS ocenjen na 901 milijonov USD, z napovedjo 10,9–odstotne letne rasti do leta 2010, kar bi takrat zneslo 1,85 milijarde USD (Manufacturing Execution System Market by Application and Geography, 2013).

Cincom (2008, str. 9), eden izmed ponudnikov IS in storitev, v Tabeli 1 povzema ključna vprašanja, ki si jih mora podjetje zastaviti, kadar se odloča o nakupu že obstoječega ali razvoju lastnega informacijskega sistema.

Tabela 1: Seznam kontrolnih vprašanj za odločitev o nakupu ali razvoju IS

Ali ...	Ne (nakup)	Da (razvoj)
... imamo na voljo dovolj človeških virov za razvoj?	X	
... imamo na voljo dovolj človeških virov za vzdrževanje IS in upravljanje sprememb znotraj tega?	X	

nadaljevanje

Ali ...	Ne (nakup)	Da (razvoj)
... imamo na voljo dovolj časa za oceno vseh uporabniških zahtev in analizo procesov, da zagotovimo učinkovito izvedbo procesov v IS?	X	
... imamo na voljo dovolj časa in človeških virov za potrditev skladnosti razvitega IS z regulativami?	X	
... imamo znanje in kompetence za vzpostavitev najprimernejše infrastrukture znotraj organizacije?	X	
... imamo znanje in človeške vire za vzpostavitev centra za podporo uporabnikom?	X	
... potrebujemo fleksibilnost za vzpostavitev procesov na nivoju korporacije in posameznih proizvodnih lokacij na podlagi najboljše prakse znotraj organizacije?	X	
... imamo na voljo človeške vire za vzpostavitev in vzdrževanje nenehnega izboljševanja funkcionalnosti in tehnologije znotraj IS?	X	
... želimo globoko in funkcijsko integracijo lastne rešitve z drugimi IS brez velikega dodatnega razvoja?	X	
... želimo voditi vse aktivnosti znotraj informacijske tehnologije in oddelka za zagotavljanje kakovosti? Imamo na voljo čas, znanje in človeške vire za vzpostavitev in vzdrževanje IS za zagotavljanje kakovosti ter skladnosti z regulativami?		X

Vir: Prirejeno po Cincom, 2008

1.4 Postopek implementacije

Poleg procesa implementacije proizvodnega IS, na kratko razloženega v nadaljevanju magistrskega dela, je za uspešno implementacijo oziroma njegovo kasnejšo uporabo ključno, da se podjetje zaveda in razume vpliv IS na proizvodne procese.

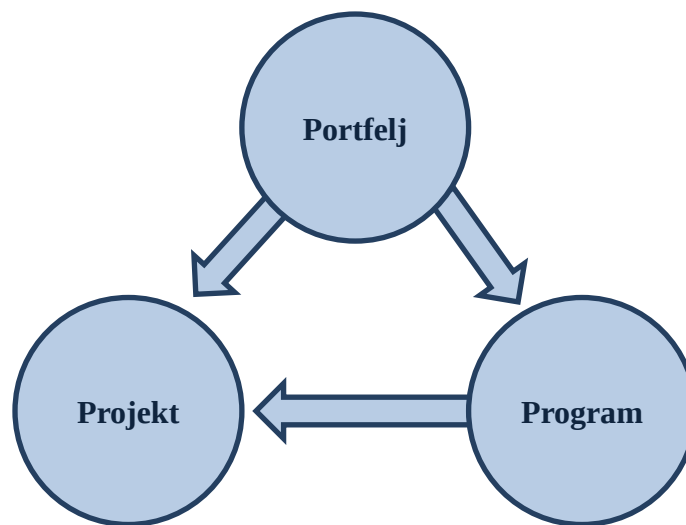
1.4.1 Proces implementacije

Implementacija proizvodnega IS v organizaciji lahko poteka znotraj:

- portfelja,
- programa in
- projekta.

Sanghera (2007, str. 5) opredeljuje **portfelj** kot sklop projektov, programov ali obojega, z namenom usklajenega upravljanja ter pridobitve nadzora in koristi katerih s posameznim upravljanjem ne bi mogli doseči. **Program** je sklop projektov z usklajenim upravljanjem za doseganje nadzora in koristi, ki jih ne bi mogli doseči z individualnim upravljanjem. **Projekt** je sklop aktivnosti v določenem času z definiranim začetkom in koncem, katerih namen je ustvariti edinstven izdelek, storitev oziroma rezultat. Razmerje med projektom, programom in portfeljem Sanghera prikazuje na Sliki 4.

Slika 4: Razmerje med projektom, programom in portfeljem



Vir: Prirejeno po P. Sanghera, Program Management: Professional Exam: Study guide, 2007, str. 5.

Posamična implementacija proizvodnega IS, ne glede na iniciativo, se vedno konča pri projektni izvedbi. Oblikovanje portfelja ali programa oziroma vključitev proizvodnega IS v njiju je smiselna, kadar ta igra strateško vlogo v razvoju podjetja.

Namen magistrskega dela ni prikaz razlik med portfeljem, programom in projektom, zato v nadaljevanju na kratko omenjamo le glavne projektne faze, s katerimi se podjetje srečuje pri implementaciji proizvodnega IS. Pomembno pa je, da se podjetje zaveda, glede na njegovo strategijo, kakšno vlogo bo proizvodni IS imel znotraj organizacije, in temu primerno oblikuje program oziroma portfelj.

Izvedba projekta zajema naslednje faze (Stare, 2011, str. 21):

- **Snovanje** oziroma uvodna faza projekta se začne z odločitvijo o snovanju projekta. Zajema proces opredeljevanja idej, potreb in priložnosti. V tej fazi se definirata grob obseg in terminski plan projekta. Glavna aktivnost je preučitev možnosti izvedbe projekta, ki je tako rekoč zelena luč za prehod v naslednjo fazo. Za možnostjo preučitve sledi odločitev o pripravi projekta.

- **Priprava** ali načrtovanje projekta je naslednja faza, ki sledi snovanju. Zajema aktivnosti, kot so priprava seznama aktivnosti, terminskega plana, plana stroškov, virov in druge. V tej fazi prevzame vodenje izvedbenih aktivnosti vodja projekta s svojim projektnim timom.
- **Izvedba** zajema izvedbo načrtovanih aktivnosti, ki so bile definirane v fazi priprave. Ravno zato je planiranje izredno pomembno, od tega je odvisna projektna izvedba. Izvedbena faza je najobsežnejša znotraj projektnega cikla in zahteva veliko usklajevanj znotraj projektnega tima.
- **Zaključevanje** oziroma končanje projekta je zadnja faza v izvedbi projekta. Zajema predajo storitve ali izdelka naročniku skupaj s projektno dokumentacijo. Predano storitev ali izdelek mora naročnik potrditi, kar pomeni uspešno zaključitev ter razpustitev projektnega tima.

Združenje za projektno vodenje PMI (angl. *Project Management Institute*) kot ena izmed najbolj priznanih organizacij na področju projektnega vodenja, oblikuje ter prispeva pomemben delež k oblikovanju globalnih standardov projektnega vodenja.

1.4.2 Pristop k implementaciji

Razlogi za neuspešno izvedbo projekta so lahko različni, vsekakor pa je pomembno omeniti, da je pravilen pristop k implementaciji proizvodnega IS ključen za uspešno izvedbo projekta.

Tako kakor se podjetja med seboj razlikujejo glede na organizacijske strukture, se ta razlikujejo tudi glede zavedanja oziroma razumevanja vpliva proizvodnega IS na njihov proces. Težko je reči, kaj je vzrok, vendar je v praksi moč zaslediti, da so v različnih podjetjih različni oddelki ali posamezniki pobudniki za implementacijo proizvodnega IS. Šuhel, Mertik in Tovšak (2009, str. 10) razlikujejo projekte v informacijski tehnologiji od klasičnih projektov glede na različne komponente, prikazane v Tabeli 2.

Tabela 2: Primerjava klasičnih in informacijskih projektnih karakteristik

Komponente	Klasični projekti	Informacijski projekti
Projekt	Ni integracije z drugimi poslovnimi funkcijami	Povezan s poslovnim procesom in s sistemom organizacije
Projektna struktura	Pogosto samostojna	Več soodvisnih projektov
Obseg	Dobro definiran, manjša možnost sprememb obsega med izvedbo	Manj definiran, večja možnost sprememb obsega med izvedbo
Sprememba nadzora	Dobro definirana	Določeno spremenljiva, vendar težko sledljiva

nadaljevanje

Komponente	Klasični projekti	Informacijski projekti
Sodelavci	Znani, določljivi	Zelo nedoločljivi
Viri, osebje	Polna zaposlitev	Delna zaposlitev
Osebje, strokovnost	Strokovnjaki	Najboljši specialisti
Večji projekti	Porazdeljeni, samostojni, nepovezani	Povezani v mrežo vzdolž podjetja
Tveganje	Lahko prepoznavno	Težko prepoznavno
Merljivost in dokumentacija	Relativno slaba	Načelno dobro, slabo uporabljena
Pridobljeno znanje	Zadovoljivo	Slabo
Ocena stroškovne in časovne uspešnosti	Dobra	Slaba

Vir: P. Šuhel et al., Infomcijska tehnologija: Projektno vodenje, 2009, str. 10.

Ali je implementacija sistema za podporo proizvodnih procesov informacijski ali klasičen projekt, je eno izmed ključnih vprašanj, na katerega mora vodstvo podjetja imeti odgovor pred začetkom projekta. Odgovor se razlikuje glede na različne organizacije, organizacijske strukture, strateške cilje in druge dejavnike. Dejstvo je, da je težko ločiti med klasičnimi in informacijskimi projekti, saj se posamezne komponente med seboj prepletajo. Tako bi lahko rekli, da je implementacija proizvodnega IS klasičen oziroma poslovni projekt, ki ga podpira informacijska tehnologija.

2 VPLIV VPELJAVE INFORMACIJSKEGA SISTEMA V PODJETJE

Utemeljitev investicije v informacijski sistem med drugim zahteva oceno stroškov ter koristi, ki nam jih bo ta prinesla. V nadaljevanju magistrskega dela navajamo metode in tehnike, ki jih lahko uporabimo za oceno koristi in stroškov, ter koristi in stroške z vsebinskega vidika. Poglavje zajema tudi fazo operativnega vzdrževanja informacijskega sistema ter področja, na katera moramo biti pozorni po koncu projekta.

2.1 Opredelitev in namen koristi

Korist je pozitivna posledica neke investicije oziroma projekta (Schniederjans & Hamaker & Schniederjans, 2010, str. 144). V finančnem smislu je korist želen in merljiv rezultat neke akcije, naložbe, investicije ali projekta (Benefit, 2013).

Schniederjans et al. (2010, str. 148) deli koristi v naslednjih pet kategorij:

- zmanjšanje ali izogibanje stroškov,

- zmanjšanje števila napak,
- izboljšanje uspešnosti poslovanja,
- povečanje fleksibilnosti,
- izboljšanje planiranja in kontroliranja.

Namen koristi oziroma identifikacija ter njihova ocena je jasno razumevanje pred investicijo, ali je ta smiselna ali ne, v kolikšnem času se nam bo povrnila ter kako in koliko bo vplivala na podjetje in njegovo poslovanje v prihodnosti.

2.2 Metode ocenjevanja in merjenja koristi

Schniederjans et al. (2010, str. 110) in Van Grembergen (2001, str. 82–83) omenjata najpogostejše metode in tehnike, ki se uporabljajo pri ocenjevanju koristi za investicije v informacijsko tehnologijo. Schniederjans et al. deli tehnike na **finančne, operacijske, tehnike, prilagojene za IT in druge tehnike**, Van Grembergen pa jih deli na **finančne, večkriterijske**, tehnike, primerne za **portfelje**, ter tehnike, ki izražajo **razmerja**. Ne glede na poimenovanje ali delitev se njune metode in tehnike med seboj bistveno ne razlikujejo. Glede na to, da jih Schniederjans et al. navaja nekoliko več, jih navajamo v nadaljevanju magistrskega dela. Schniederjans et al. razlikuje metode tudi glede na njihovo uporabnost, npr. ali so primerne za ocenjevanje kvantitativnih ali kvalitativnih oziroma opredmetenih ali neopredmetenih koristi ter ali je tehnika uporabna za oceno koristi pred izvedbo investicije ali za analiziranje dejanskih koristi po končani investiciji.

2.2.1 Osnovne finančne tehnike

Finančne tehnike pri ocenjevanju koristi upoštevajo le vplive, ki jih je mogoče denarno ovrednotiti. Tradicionalno se uporabljajo za izbiro in utemeljitev investicije. Ocena, ki je podana pred dejansko investicijo, se ne šteje kot natančna ocena, vendar kot najboljši možni približek. Poleg tega finančne tehnike prikazujejo tudi oceno denarnega toka, ki se bo zgodil med investicijo ter po njej. Izraza »stroški« in »prihodki« se uporabljata za poročanje, izraza »izdatki« in »dobiček« pa se uporabljata, kadar govorimo o sprejemanju odločitev o investiciji (Van Grembergen, 2001, str. 82).

Tabela 3 prikazuje finančne tehnike, ki se uporabljajo pri sprejemanju investicijskih odločitev. Posamezne tehnike se lahko uporabljajo pri ocenjevanju opredmetenih in oziroma ali neopredmetenih koristi. Ocena koristi glede na posamezno tehniko se lahko izvede pred izvedbo in oziroma ali po izvedbi projekta.

Tabela 3: Finančne tehnike za sprejemanje investicijskih odločitev

Metoda	Opis	Opredmeteni/neopredmeteni	Prej/potem
Računovodska stopnja donosa (angl. <i>Accounting rate of return</i>)	Primerjava povprečnega dobička po obdavčitvi s stroški investicije. Metoda, znana tudi kot »povprečna stopnja donosa«.	☒ / ☐	☒ / ☒
Analiza točke preloma (angl. <i>Breakeven analysis</i>)	Primerjava trenutnih stroškov s trenutnimi koristmi. Metoda nam prikaže točko preloma med stroški in koristmi.	☒ / ☒	☒ / ☐
Analiza stroškov in koristi (angl. <i>cost benefit analysis</i>)	Primerjava stroškov in koristi, ki jih je moč posredno in neposredno pripisati investiciji.	☒ / ☒	☒ / ☒
Razmerje med koristmi in stroški (angl. <i>cost benefit ratio</i>)	Izračun razmerja med koristmi in stroški. Večje kot je razmerje, večja je smiselnost investicije.	☒ / ☐	☒ / ☒
Analiza prihodkov in stroškov (angl. <i>cost revenue analysis</i>)	Primerjava prihodkov s stroški, ki jih je moč neposredno pripisati investiciji.	☒ / ☐	☒ / ☐
Notranja stopnja donosa (angl. <i>internal rate of return</i>)	Izračun donosnosti, ki enači neto sedanjo vrednost naložbe na nič.	☒ / ☐	☒ / ☒

se nadaljuje

nadaljevanje

Metoda	Opis	Opredmeteni/neopredmeteni	Prej/potem
Analiza neto sedanje vrednosti (angl. <i>net present value analysis</i>)	Diskontiranje prihodkov ter njihovo primerjanje z izdatki.	☒ / ☐	☒ / ☒
Doba povračila (angl. <i>payback analysis</i>)	Izračun potrebnega časa za povračilo stroškov investicije.	☒ / ☐	☒ / ☐
Indeks donosa (angl. <i>profitability index</i>)	Izračun donosnosti investicije glede na eno denarno enoto.	☒ / ☐	☒ / ☒
Donosnost naložbe (angl. <i>return on investment</i>)	Izračuna donosnost investicije, pri kateri se koristi delijo s stroški investicije.	☒ / ☐	☒ / ☒

Vir: Prirejeno po M. J. Schniederjans et al., *Information Technology Investments: Decision-Making Methodology*, 2010, str. 113

Izmed vseh naštetih so v praksi največkrat omenjene oziroma uporabljene **doba povračila**, **analiza neto sedanje vrednosti**, **računovodska stopnja donosa** ter **notranja stopnja donosa** (Schniederjans et al., 2010, str. 111).

2.2.2 Tehnike, oblikovane za sprejemanje odločitev v operacijskih raziskavah / upravljalnih vedah

Poleg finančnih vplivov imajo investicije v informacijsko tehnologijo običajno tudi nefinančen vpliv na poslovanje podjetja. Operacijske raziskave in upravljalne vede (angl. *Operations research / Management science*) temeljijo na matematičnih, inženirskih izračunih in algoritmih, ki poskušajo vključiti tudi neotipljive koristi (Schniederjans et al., 2010, str. 112).

Tabela 4 prikazuje tehnike, oblikovane za sprejemanje odločitev v operacijskih raziskavah in upravljalnih vedah. Posamezne tehnike se lahko uporabljajo pri ocenjevanju opredmetenih in oziroma ali neopredmetenih koristih. Ocena koristi glede na posamezno tehniko se lahko izvede pred izvedbo in oziroma ali po izvedbi projekta. Vse izmed tehnik, naštetih v Tabeli 4, se lahko uporabljajo tako za ocenjevanje opredmetenih kakor tudi za ocenjevanje neopredmetenih koristi.

Tabela 4: Tehnike, oblikovane za sprejemanje odločitev v operacijskih raziskavah / vodenju

Metoda	Opis	Opredmeteni/neopredmeteni	Prej/potem
Analitično hierarhični proces (angl. <i>analytical hierarchy process</i>)	Izračun rezultata o odločitvi glede na ocene odločevalcev, ki jih podajo v procesu ocenjevanja.	☒ / ☒	☒ / ☐
Odločitvena (Bayesova) analiza (angl. <i>Decision / Bayesian analysis</i>)	Izračun pričakovane vrednosti investiranja v alternativne investicije.	☒ / ☒	☒ / ☐
Tehnika »Delphi« (angl. <i>Delphi evidence</i>)	Pridobitev mnenja strokovnjakov o najboljših možnih investicijah.	☒ / ☒	☒ / ☒
Igranje iger (angl. <i>Game playing</i>)	Izračun povračila naložbe na podlagi podatkov konkurence, matematičnih in ekonomskih teorij.	☒ / ☒	☒ / ☐
Večkriterijski pristop (angl. <i>multi-objective, multi-criteria approaches</i>)	Oblikovanje meril koristnosti na podlagi oziroma prilagojenih za investicijo.	☒ / ☒	☒ / ☒
Simulacije (angl. <i>Simulation</i>)	Oblikovanje modela, ki nam poda informacijo o vplivu investicije na organizacijo.	☒ / ☒	☒ / ☒

Vir: Prirejeno po M. J. Schniederjans et al., *Information Technology Investments: Decision-Making Methodology*, 2010, str. 114

Večkriterijski pristop je ena izmed najbolj poznanih in razširjenih tehnik, ki združuje kvantitativne in kvalitativne kriterije. Zaradi razlik med finančnimi in nefinančnimi vplivi

jih je težko primerjati na enaki osnovi, kar pa je prvi pogoj za uspešno primerjavo in izbiro različnih investicijskih alternativ. Pred uporabo večkriterijskega pristopa je treba najprej oblikovati cilje in kriterije, po katerih bomo ocenjevali ključne dejavnike. Za vsakega izmed kriterijev se določijo točke in utež oziroma prioriteta. Končni rezultat je zmnožek med točkami in utežmi (Van Grembergen 2001, st. 82).

2.2.3 Tehnike, oblikovane za naložbe v informatiko

Oblikovanih je bilo veliko tehnik, ki so posebej prilagojene za naložbe v informatiko oziroma celo tipu investicije znotraj informatike. **Informacijska ekonomika in donosnost upravljanja** sta dve izmed najbolj razširjenih tehnik, ki poskušata kar najbolj vključiti tako kvantitativne in kvalitativne faktorje kakor tudi poslovna in tehnološka tveganja (Schniederjans et al., 2010, str. 115).

Tabela 5 prikazuje tehnike, oblikovane za naložbe v informatiko. Posamezne tehnike se lahko uporabljajo pri ocenjevanju opredmetenih in oziroma ali neopredmetenih koristi. Ocena koristi glede na posamezno tehniko se lahko izvede pred izvedbo in oziroma ali po izvedbi projekta.

Tabela 5: Tehnike, oblikovane za naložbe v informatiko

Metoda	Opis	Opredmeteni/neopredmeteni	Prej/potem
Tehnika primerjave aplikacij (angl. <i>Application benchmark technique</i>)	Demonstracija različnih rešitev IS, ki jo opravijo dobavitelji, ter primerjava rezultatov na različne kriterije (npr. odzivnost, uporabniški vmesnik itd.).	☒ / ☐	☒ / ☐
Ekipo za prenos aplikacije (angl. <i>Application transfer team</i>)	Oblikovanje tima za definiranje uporabniških zahtev IS in podporo priprave potrebnih dokumentov za pripravo projekta.	☒ / ☒	☒ / ☐

se nadaljuje

nadaljevanje

Metoda	Opis	Opredmeteni/neopredmeteni	Prej/potem
Avtomatske točke vrednosti (angl. <i>Automatic value points</i>)	Izračun oziroma ocena stopnje avtomatizacije na podlagi kriterijev, za katere se ocenjuje, da pripomorejo k izboljšanju poslovnih rezultatov.	☒ / ☒	☒ / ☒
Bedellova metoda (angl. <i>Bedell's method</i>)	Izračun prispevka investicije v IS z množenjem faktorja pomembnosti izboljšanja kakovosti, ki je posledica investicije.	☒ / ☒	☒ / ☒
Analiza koristi/tveganj (angl. <i>Benefit / risk analysis</i>)	Identificira in analizira investicijska tveganja na podlagi vprašalnika. Na podlagi analize sledi presoja, ali koristi pretehtajo nad tveganji.	☐ / ☒	☒ / ☐
Bussova metoda (angl. <i>Buss's method</i>)	Določitev prioritet investicijam z razvrščanjem alternativnih investicij. Tiste, ki se pojavljajo največkrat, imajo najvišjo prioriteto.	☒ / ☒	☒ / ☐
Tehnika stroškovne vrednosti (angl. <i>cost-value technique</i>)	Predstavlja vse stroške, povezane z IS, brez odpisane zaslužene vrednosti.	☒ / ☐	☒ / ☐

se nadaljuje

nadaljevanje

Metoda	Opis	Opredmeteni/neopredmeteni	Prej/potem
Izvršno načrtovanje za obdelavo podatkov (angl. <i>Executive planning for data / processing</i>)	Primerjava stroškov in koristi obstoječih IS ter identificiranje področij za prihodnje investicije.	☒ / ☒	☒ / ☐
Ocena informatike (angl. <i>IT assessment</i>)	Izračun finančnih in nefinančnih razmerij med koristmi ter primerjava s podatki konkurence.	☒ / ☒	☒ / ☒
Informacijska ekonomika (angl. <i>Information economics</i>)	Izračun celotne vrednosti investicije na podlagi razširjene metode ROI ter kriterijev iz poslovnega in tehnološkega področja.	☒ / ☒	☒ / ☐
Investicijska strategija informacijskih sistemov (angl. <i>Information systems investment strategies</i>)	Finančna primerjava organizacije z konkurenco, preučitev portfelja obstoječih IS in priprava poslovnega primera za področja, kjer so pričakovani visoki donosi.	☒ / ☒	☒ / ☐
Naložbeno mapiranje (angl. <i>Investment mapping</i>)	Analiza na podlagi ocenjevalnih kriterijev ter njihov prikaz vključno z investicijskimi alternativami.	☒ / ☒	☒ / ☒

se nadaljuje

nadaljevanje

Metoda	Opis	Opredmeteni/neopredmeteni	Prej/potem
Investicijski portfelj (angl. <i>Investment portfolio</i>)	Izračun prispevka IS na poslovno in tehnološko področje ter posledično izračun finančnega vpliva (neto sedanja vrednost) na podjetje zaradi IS.	☒ / ☒	☒ / ☐
Ocenjevanje investicij na podlagi baze znanja (angl. <i>Knowledge based system for IS evaluation</i>)	Vsebuje celovite, razvrščene kvantitativne podatke o koristih, pridobljene na podlagi tradicionalnih finančnih tehnik na eni strani, ter celovite, razvrščene kvalitativne podatke o koristih na drugi strani, ki so pridobljeni na podlagi MIS (angl. <i>Management Information System</i>) in MCDM (angl. <i>Multi-Criteria-Decision-Making</i>).	☒ / ☒	☒ / ☐
Tehnika izkoriščenosti MIS (angl. <i>MIS utilization technique</i>)	Izračun celotnega uspeha investicije v IS na podlagi 48 meril uspešnosti.	☒ / ☒	☐ / ☒
Proces upravljanja kakovosti (angl. <i>Process quality management</i>)	Analiziranje poslanstva, kritičnih dejavnikov uspeha in ključnih poslovnih procesov za identificiranje področij, ki zahtevajo IT investicije.	☒ / ☒	☐ / ☒

se nadaljuje

nadaljevanje

Metoda	Opis	Opredmeteni/neopredmeteni	Prej/potem
Tehnika zahtev – stroškov (angl. <i>Requirements–costing techniques</i>)	Izračun vrednosti investicije na podlagi obveznih uporabniških zahtev in dodatnih želenih zahtev, ki pa niso vključene v investicijo.	☒ / ☐	☐ / ☒
Donosnost upravljanja (angl. <i>Return on management</i>)	Izračun donosnosti naložbe, ki jo je moč pripisati vloženemu času in pozornosti vodje.	☒ / ☐	☒ / ☐
SESAME (angl. Systems Effectiveness Study And Management Endorsement)	Primerjava stroškov IS s stroški obratovanja brez IS.	☒ / ☐	☒ / ☒
SIESTA (angl. Strategic Investment Evaluation and Selection Tool Amsterdam)	Ocena koristi in tveganj skladnosti informacijske strategije in infrastrukture s poslovno strategijo in infrastrukturo.	☒ / ☒	☒ / ☒
Metoda strateškega iskanja aplikacije in investicije (angl. <i>Strategic application search and system investment methodology</i>)	Analiza možnosti razširitve obstoječega sistema in identificiranje področij, v katere bi bilo smiselno investirati v prihodnosti.	☐ / ☒	☒ / ☐

se nadaljuje

nadaljevanje

Metoda	Opis	Opredmeteni/neopredmeteni	Prej/potem
Analiza vrednosti (angl. <i>Value analysis</i>)	Določitev vrednosti sistema (ali prototipa) na podlagi informacij o dodani vrednosti sistema, pridobljenih od vodstva. Informacije pridobimo z vprašalnikom ter jih primerjamo s stroški investicije.	☒ / ☒	☒ / ☐
Wardov portfelj (angl. <i>Ward's portfolio approach</i>)	Ocenitev tveganja naložbe in tveganja portfelja naložb.	☒ / ☒	☒ / ☒
Ničelni proračun (angl. <i>Zero-based budgeting</i>)	Razdelitev projekta na več manjših podprojektov znotraj primerljivih okvirjev. Z omejitvijo omejenih denarnih sredstev izberemo najpomembnejše manjše podprojekte.	☒ / ☒	☒ / ☐

Vir: Prirejeno po M. J. Schniederjans et al., *Information Technology Investments: Decision-Making Methodology*, 2010, str. 116–118

Nekatere od tehnik, omenjene v Tabeli 5, kot sta npr. **donosnost upravljanja** in **ocena informatike**, omogočata primerjavo naložbe v informatiko glede na določena razmerja. Npr. razmerje med stroški oziroma izdatki informatike glede na celotni promet oziroma dobiček podjetja je le eden izmed primerov, na podlagi katerega podjetja lahko sprejemajo svoje odločitve (Van Grembergen, 2001, str. 82).

2.2.4 Druge tehnike

Poleg osnovnih finančnih tehnik, tehnik, oblikovanih za sprejemanje odločitev v operacijskih raziskavah in upravljalnih vedah, ter tehnik, oblikovanih za naložbe v informatiko, poznamo še druge tehnike, ki se uporabljajo pri sprejemanju odločitev o investiciji na vodstvenem nivoju. Bile so prilagojene sprejemanju odločitev na področju

naložb v informatiko. Ena izmed najbolj znanih je **metoda uravnoteženih kazalnikov**, ki ocenjuje poslovno uspešnost (Schniederjans et al., 2010, str. 119).

Tabela 6: Ostale tehnike

Metoda	Opis	Opredmeteni/neopredmeteni	Prej/potem
Uravnoteženi sistem kazalnikov (angl. <i>Balanced scorecard</i>)	Ocena investicije z vidika uporabnikov, finančne vrednosti podjetja, učinkovitosti procesov in inovacijskega vidika.	☒ / ☒	☒ / ☒
Mejne vrednosti / kazalniki porabe (angl. <i>Boundary values / spending ratios</i>)	Izračun razmerja stroškov IT glede na znane celotne stroške (npr. stroške prodaje).	☒ / ☐	☒ / ☐
Sprememba oziroma izogibanje stroškom (angl. <i>Cost displacement / avoidance</i>)	Primerjava stroškov investicije glede na trenutne stroške IS in stroške, ki se jim z investicijo izognemo.	☒ / ☐	☒ / ☐
Analiza stroškovne učinkovitosti (angl. <i>Cost effectiveness analysis</i>)	Primerja učinkovitost sistema glede na njegove stroške in izbira tistega z najmanjšimi stroški, najboljšo učinkovitostjo oziroma najboljšim razmerjem med stroški in učinkovitostjo.	☒ / ☒	☒ / ☒
Ključni dejavniki uspeha (angl. <i>Critical success factors</i>)	Pridobi, primerja in razvršča dejavnike, ki so pomembni za uspeh podjetja. Glede na rezultate se določijo prioritete posameznim investicijam.	☐ / ☒	☒ / ☐

se nadaljuje

nadaljevanje

Metoda	Opis	Opredmeteni/neopredmeteni	Prej/potem
Hedonistična plača (angl. <i>Hedonic wage</i>)	Izračun mejne vrednosti vsakega zaposlenega, ki temelji na zasedenosti posameznika. Mejna vrednost se uporabi pri oceni koristi investicije v IT.	☒ / ☐	☒ / ☒
Realno vrednotenje možnosti (angl. <i>Real options valuation</i>)	Izračun dodatne vrednosti, ki obstaja, ker primarna investicija omogoča sekundarno investicijo.	☒ / ☒	☒ / ☐
Kakovostni inženiring (angl. <i>Quality engineering</i>)	Prenos zaznane vrednosti in tveganj v oceno kakovosti.	☐ / ☒	☒ / ☒
Anketa zadovoljstva / prioritet (angl. <i>Satisfaction / priority surveys</i>)	Primerjava rezultatov ankete profesionalnih uporabnikov IS ter njihovega mnenja glede učinkovitosti in pomembnosti IS.	☐ / ☒	☒ / ☒
Strukturirani model (angl. <i>Structural models</i>)	Oblikovanje modela, ki analizira, kako IS vpliva na stroške in prihodke posamezne poslovne funkcije, ki ji je rešitev namenjena oziroma kjer jo imamo namen uporabljati.	☒ / ☒	☒ / ☒
Prihranek časa/plač (angl. <i>Time savings times salarys</i>)	Izračun dodane vrednosti investicije v IT. Vrednost pomeni privarčevan čas zaposlenih pomnožen z njihovimi stroški dela.	☒ / ☐	☒ / ☐

se nadaljuje

nadaljevanje

Metoda	Opis	Opredmeteni/neopredmeteni	Prej/potem
Analiza verige vrednosti (angl. <i>Value chain analysis</i>)	Oceni, kako lahko investicija v IS pripomore k izboljšanju konkurenčne prednosti v posamezni fazi procesa.	☒ / ☒	☒ / ☒

Vir: Prirejeno po M. J. Schniederjans et al., *Information Technology Investments: Decision-Making Methodology*, 2010, str. 119–110

Izmed vseh naštetih tehnik Van Grembergen (2001, str. 140) uvršča **neto sedanjo vrednost, notranjo stopnjo donosa** in **donosnost naložbe** med najlažje razumljive tehnike, ki pa zahtevajo veliko podatkov ter se osredotočajo na denarni tok. Izražajo natančno denarno vrednost investicije in se jih je preprosto priučiti, jih razumeti in posredovati.

Omenjene tri tehnike dopolnjujejo **analiza stroškov in koristi** ter **SESAME**, ki vključujeta kvalitativne podatke in sta nekoliko bolj kompleksni oziroma zahtevata nekoliko več komunikacije za pripravo ocene.

Manjša količina podatkov je potrebna za tehniko **donosnost upravljanja**, ki pa je veliko bolj zahtevna za priučitev, razumevanje in komuniciranje kakor zgoraj omenjene tehnike. Prav tako je omenjena tehnika namenjena predvsem za ocenitev koristi po zaključku investicije in ne pred njo.

2.3 Metode ocenjevanja in planiranja stroškov

Med oceno in planom stroškov ni velike razlike. **Ocena** stroškov pomeni vrednost glede na posamezne aktivnosti. Njihova razporeditev glede na terminski plan pa je **plan** stroškov (Stare, 2011, str. 131).

Sanghera (2007, str. 200) omenja naslednje tehnike ocenjevanja ter planiranja stroškov:

- **Analogno ocenjevanje**, znano tudi kot ocenjevanje od zgoraj navzdol (angl. *top-down*), temelji na prejšnjih podatkih, primerljivih projektih. Omenjeni pristop k ocenjevanju je primeren, predvsem kadar nimamo na voljo dovolj podrobnih informacij o projektu. Večja kot je primerljivost projekta, ki ga vzamemo kot osnovo in na podlagi katerega bomo ocenili naše stroške, večja je verjetnost, da bo ocena stroškov natančna.
- **Od spodaj navzgor** (angl. *bottom-up*) ocenjevanje je tehnika, ki se uporablja, kadar lahko bolje ocenimo stroške za posamezno podpostavko kakor za celoto, in nam v tem primeru poda zanesljivejši podatek. S seštevanjem podpostavk na višje nivoje dobimo oceno stroškov celotnega projekta.

- **Združevanje stroškov** je tehnika, ki nam s seštevanjem posameznih postavk na višje nivoje prikaže celotne stroške projekta. Tehnika »od spodaj navzgor« uporabljaja združevanje stroškov pri svoji analizi.
- **Ocena razporeditve** poskuša odpraviti problem predvsem večjih in daljših projektov, pri katerih ni nujno, da se bodo stroški pojavljali enakomerno med celotnim projektom. Med projektom lahko obstajajo velike variance nastajanja stroškov, zato s planiranjem, kdaj bodo ti med projektom nastali, podjetju omogočimo boljše planiranje njegovih odhodkov ter zagotovitve zadostnih virov. Razporeditev omogoča, da se posamezni stroški časovno razporedijo v daljšem obdobju ter so tako sprejemljiva vrednost v nasprotju z enkratnim stroškom.
- **Parametrično ocenjevanje** temelji na statistični podlagi in pri tem uporablja določene parametre, katerih vrednosti lahko izhajajo tudi iz prejšnjih podatkov. Npr., če imamo na voljo podatek za enoto mere, lahko s številom enot izračunamo vrednost celotnega paketa, ki ga bomo potrebovali. Omenjeni način ocenjevanja nam da dokaj zanesljivo oceno stroškov, ki pa je odvisna predvsem od natančnosti podatkov, ki jih uporabimo pri analizi.
- **Kvantitativno ocenjevanje** je primerno, kadar imamo na voljo natančen podatek o določeni postavki, ki bo nastala znotraj projekta. Vrne nam zelo natančno in zanesljivo oceno stroškov. Pri takšnem načinu ocenjevanja si običajno lahko pomagamo s ponudbami ali ceniki obstoječih in potencialnih dobaviteljev.
- **Analiza rezerv** vključuje rezerve za nepredvidene stroške, ki se znajo pojaviti med projekti. T.i. »znani neznani« stroški so del pričakovanih stroškov, ki se zaradi neznanih ali nezanesljivih dogodkov utegnejo spremeniti. Pri analizi rezerv obstaja nevarnost za precenjeno oceno planiranih stroškov, z namenom zagotovitve zadostne rezerve.

Tabela 7 prikazuje, katere od zgoraj omenjenih tehnik se običajno uporabljajo za ocenjevanje stroškov in katere izmed njih se uporabljajo za planiranje stroškov projekta.

Tabela 7: Tehnike, uporabljene za ocenjevanje ali načrtovanje stroškov

Orodje ali tehnika	Ocenjevanje stroškov	Načrtovanje stroškov
Analogno	X	
Od spodaj navzgor	X	
Združevanje stroškov		X
Ocena razporeditve		X
Parametrično ocenjevanje	X	X
Kvantitativno ocenjevanje	X	
Analiza rezerv		X

Vir: Prirejeno po P. Sanghera, *Program Management: Professional Exam: Study guide*, 2007, str. 202.

Stare (2011, str. 125) povzema tehnike ocenjevanja stroškov po Kerznerju in jih razporeja v tri različne modele, in sicer:

- parametrični model
- analogni model
- inženirski model (po Sangheri »od spodaj navzgor«)

Če primerjamo modele, ki jih omenjata Sanghera in Stare, je moč zaslediti, da Sanghera poleg osnovnih modelov omenja še nekatere druge, ki pa niso ravno samostojni. Npr. ocena razporeditev stroškov in kvantitativno ocenjevanje se lahko pojavita znotraj kateregakoli osnovnega modela, analiza rezerv pa ni ravno model, s katerim bi lahko ocenili ali planirali stroške projekta, ampak je tehnika, s katero lahko ocenimo oziroma načrtujemo stroške projekta bolj kakovostno.

Stare (2011, str. 128) za posamezni model ocenjuje tudi njegovo natančnost, s katero lahko ocenimo stroške projekta, in čas, potreben za oceno stroškov po posameznem modelu, kar prikazuje Tabela 8.

Tabela 8: Natančnost in čas priprave modelov za ocenjevanje in načrtovanje stroškov

Ocenjevalni model	Natančnost	Čas priprave
Parametrično	–25–+75 %	Dnevi
Analogno	–10–+25 %	Tedni
Inženirsko	–5–+10 %	Meseci

Vir: A. Stare, Projektni management: teorija in praksa, 2011, str. 128.

2.4 Koristi pri vpeljavi informacijskega sistema

Schniederjans et al. (2010, str. 149) deli najpogostejše koristi, ki veljajo splošno za informacijsko tehnologijo, na otipljive ter neotipljive, in sicer:

Otipljive koristi:

- povečanje produktivnosti,
- zmanjšanje operativnih stroškov,
- zmanjšanje stroškov delovne sile,
- manjši stroški informacijske tehnologije,
- manjši stroški zunanjih dobaviteljev,
- zmanjšanje stroškov, povezanih z lastnim razvojem programske opreme,

- zmanjšanje stopnje rasti stroškov,
- manjši stroški, povezani z zgradbami in objekti,
- zmanjšanje stroškov programske opreme, licenc.

Neotipljive koristi:

- izboljšanje izkoriščenosti sredstev,
- izboljšanje nadzora delovne sile,
- izboljšanje planiranja znotraj organizacije,
- povečanje fleksibilnosti znotraj organizacije,
- izboljšanje pretoka podatkov in informacij,
- povečanje kakovosti podatkov in informacij,
- razširitev znanj znotraj organizacije,
- izboljšanje kulture in zadovoljstva zaposlenih v organizaciji,
- izboljšanje in pohitritev sprejemanja odločitev,
- zmanjšanje števila napak,
- izboljšanje celotne podobe podjetja,
- izboljšanje zadovoljstva strank,
- povečanje zvestobe strank.

Glede na zgornjo delitev koristi na otipljive in neotipljive, ki jo navaja Schniederjans et al., bi pri implementaciji proizvodnega informacijskega sistema relativno preprosto prenesli nekatere izmed njih iz neotipljivih v otipljive koristi. Tukaj imam v mislih predvsem izboljšanje izkoriščenosti sredstev in zmanjšanje napak. Obe koristi je mogoče finančno ovrednotiti ter jih izraziti v finančni vrednosti, ki se posredno ali neposredno kažeta v stroških ali prihodkih podjetja.

Pri utemeljevanju investicije v informacijski sistem so otipljive koristi tiste, ki običajno prevladajo pri sprejemanju odločitev. Te temeljijo na kvantitativnih izračunih in so izraženi v finančni vrednosti.

2.5 Koristi pri vpeljavi proizvodnega informacijskega sistema

MESA omenja naslednje najpogostejše koristi, ki jih lahko podjetje doseže z implementacijo proizvodnega informacijskega sistema (Manufacturing Enterprise Solutions Association International, 2013):

- skrajšanje časa, potrebnega za proizvodni cikel,
- zmanjšanje ali odprava časa, potrebnega za vnos podatkov,
- zmanjšanje zalog med proizvodnimi procesi (angl. *work in progress*)

- zmanjšanje dobavnih rokov,
- zmanjšanje papirnatih oblik dokumentacije med izmenami,
- izboljšanje kakovosti produktov,
- odprava problema, povezanega z izgubljenimi papirnato dokumentacijo,
- izboljšanje zadovoljstva zaposlenih,
- izboljšanje zadovoljstva kupcev,
- pravočasen oziroma učinkovitejši odziv na nepričakovane dogodke.

Werum, eden izmed vodilnih ponudnikov proizvodnih informacijskih sistemov glede na rezultate analitske hiše TechNavio (Manufacturing Execution System Market by Application and Geography, 2013) postavlja v ospredje naslednje koristi, ki jih podjetje lahko doseže z implementacijo njihove rešitve (Benefits provided by PAS-X, 2013):

- krajši roki izdelave zaradi krajšega in hitrejšega toka informacij,
- učinkovitejši pregled podatkov glede na odstopanja,
- hitrejši, zanesljivejši in varnejši vnos podatkov,
- učinkovitejše upravljanje proizvodne opreme,
- izboljšanje procesov zaradi zgodnjega odkrivanja odstopanj,
- možnost proizvodne inteligence/transparentne analize podatkov.

Ponudnik in integrator proizvodnih informacijskih sistemov Rockwell Automation navaja naslednje ključne koristi, ki jih podjetje lahko doseže z implementacijo proizvodnega informacijskega sistema (Rockwell Automation, 2013):

- izboljšanje kakovosti in hkratno zmanjšanje stroškov, povezanih s kakovostjo,
- izboljšanje globalne operativne učinkovitosti,
- zmanjšanje števila zavrženih izdelkov,
- pohitritev roka dobave izdelkov,
- uvedba Six Sigme in vitke proizvodnje (angl. *lean manufacturing*),
- skrajšanje proizvodnega cikla in zmanjšanje zalog,
- izboljšanje zadovoljstva strank,
- prikaz podatkov v realnem času za zagotavljanje kakovosti.

2.6 Primerjava splošnih in specifičnih koristi

Primerjava koristi, ki jih navaja organizacija MESA, s koristmi, ki jih navajata dva izmed ponudnikov proizvodno informacijskih rešitev, nam pove, da jih večino lahko zaznamo tako na eni kakor na drugi strani.

MESA omenja predvsem t.i. otipljive koristi, pri ponudnikih pa je moč opaziti tudi pomemben delež neotipljivih koristi, kot so npr. večja skladnost z regulativami, zagotavljanje integritete in sledljivosti podatkov, kakovost informacij itn. Na podlagi pravkar omenjenega lahko na eni strani sklepamo, da so neotipljive koristi vedno večja utež pri utemeljevanju investicij ter sprejemanju odločitev o njih. Na drugi strani pa je to lahko le ponudnikova strategija, ki jo uporabljajo pri trženju svojih izdelkov, saj ponudnikom kvalitativnih koristi ni treba utemeljevati s finančnimi podatki. Vedno večjo pozornost oziroma pomen kvalitativnih koristi je poleg njihovega trženja s strani ponudnikov proizvodnih informacijskih sistemov moč opaziti tudi s strani uporabnikov (Slawinski, 2008, str. 2; ZVEI, 2011, str. 73).

2.7 Operativno vzdrževanje IS po koncu projekta

Information Technology Infrastructure Library (v nadaljevanj ITIL) je zbirka dokumentov, ki vsebuje napotke in opise za uspešno uvajanje ter upravljanje storitev IT. Ti temeljijo na najboljših praksah upravljanja storitev. ITIL med drugimi v publikaciji Operativne storitve navaja napotke in opise, ki podjetju pomagajo vzpostaviti temelje za uspešno operativno delo z informacijskimi sistemi.

Proizvodni informacijski sistemi zahtevajo visoko stopnjo pozornosti, kadar govorimo o operativni podpori in zagotavljanju njihovega nemotenega delovanja, saj je izvedba proizvodnih procesov močno odvisna od njih. Običajno ima podjetje že vpeljane procese znotraj informacijske tehnologije za operativno podporo informacijskim sistemom. Kljub temu pa implementacija proizvodnega informacijskega sistema zahteva uveljavitev ali spremembo že obstoječih procesov, da bi zagotovili brezhibno delovanje informacijskega sistema.

Taylor, Cannon in Wheeldon (2011, str. 35–37) med temelje zagotavljanja operativne podpore informacijskim sistemom uvrščajo upravljanje:

- dogodkov,
- z incidenti in težavami,
- z zahtevki,
- z avtorizacijami.

Upravljanje zgoraj naštetih področij nam zagotavlja obvladovanje operativnih aktivnosti, povezanih z informacijskim sistemom. Upravljanje posameznih področij znotraj operativne podpore se lahko izvaja v okviru različnih funkcij. Ne glede na to, da posamezna področja in funkcije lahko delujejo popolnoma samostojno, se med seboj tudi prepletajo in dopolnjujejo.

ITIL v primerjavi s Taylorjem et al. deli operativne storitve na naslednje funkcije:

- center za podporo uporabnikom,
- tehnične funkcije,
- operativne funkcije,
- upravljanje informacijskega sistema in
- funkcije v povezavi z drugimi storitvami.

Namen magistrskega dela ni raziskava in analiza različnih funkcij in nalog znotraj informacijske tehnologije. Ne glede na to pa je pomembno omeniti, da se mora podjetje zavedati že pri implementaciji proizvodnega informacijskega sistema, kako bo upravljalo storitve zagotavljanja operativne podpore po zaključeni implementaciji.

3 PRIMER VPELJAVE PROIZVODNEGA INFORMACIJSKEGA SISTEMA V PODJETJU

3.1 Predstavitev podjetja

Podjetje je eno izmed divizij znotraj multinacionalke, ki se ukvarja s proizvodnjo različnih farmacevtskih izdelkov. Zaposluje več kot 100.000 ljudi ter se uvršča med vodilna svetovna podjetja v farmacevtski industriji. Primer vpeljave proizvodnega informacijskega sistema v nadaljevanju se nanaša le na eno izmed divizij, ta pa se ukvarja s proizvodnjo generičnih izdelkov. Omenjena divizija zaposluje več kot 20.000 ljudi in se uvršča med vodilna podjetja v proizvodnji generičnih farmacevtskih izdelkov.

Začetki implementacij proizvodnega informacijskega sistema segajo v leto 1999 s prvo implementacijo na eni izmed proizvodnih lokacij. V nekaj letih se je sistem počasi, a uspešno razširil na celotno proizvodnjo in nekatere podporne funkcije. Leta 2007 se je oblikoval program za implementacijo proizvodnega informacijskega sistema tudi na drugih ključnih proizvodnih lokacijah. Podrobnosti so predstavljene v nadaljevanju magistrskega dela.

3.2 Postopek implementacije

3.2.1 Program

Leta 2007 se je oblikoval t.i. program MES, da bi se implementiral proizvodni informacijski sistem na vseh ključnih proizvodnih lokacijah znotraj podjetja. Podjetje ima danes v lasti nekaj čez 40 proizvodnih lokacij po vsem svetu, kjer proizvajajo farmacevtske izdelke. V program je bilo vključenih 20 ključnih proizvodnih lokacij, da bi se

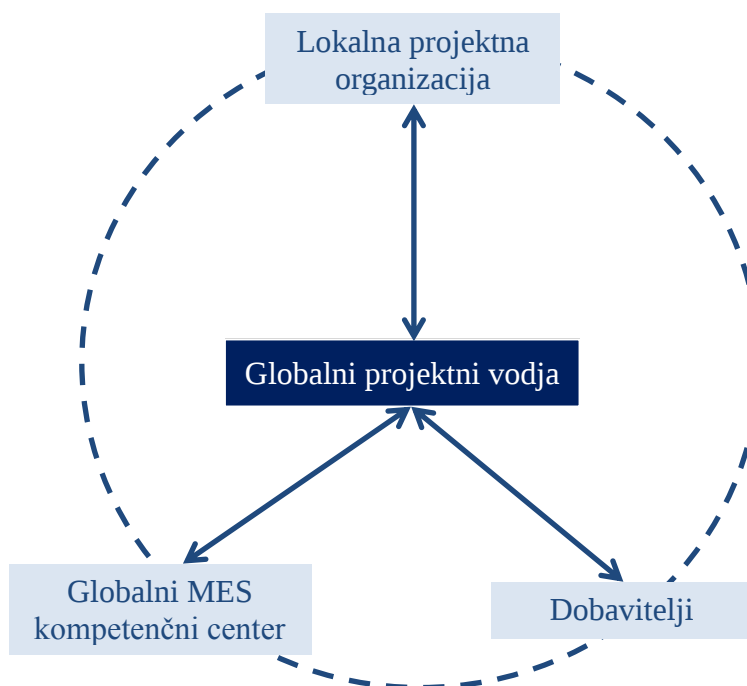
implementiral proizvodni informacijski sistem v sedmih letih. Od začetka programa v letu 2007 do leta 2013 se je program razširil na 27 proizvodnih lokacij. Program se je predvsem zaradi pripojitve dodatnih podjetij oziroma proizvodnih lokacij podaljšal za dodatna tri leta, kar pomeni, da bi vse ključne proizvodne lokacije morale imeti implementirani proizvodni informacijski sistem do konca leta 2017. Do leta 2013 je bilo uspešno implementiranih deset sistemov, ki skupaj pokrivajo 15 proizvodnih lokacij. Implementacija sistema se običajno najprej izvede na področju tehtanja in priprave surovin za nadaljnji proizvodni proces. To se šteje kot prva faza implementacija. Implementacija v preostalih delih proizvodnje, kot so mešanje, oblaganje, granuliranje itd., sledi v drugi fazi implementacije, implementacija na področju pakiranja končnih izdelkov pa je običajno izvedena v zadnji fazi implementacije. Tovrsten pristop se je izkazal za dobro prakso, vsekakor pa ni pogoj. Neodvisno od postopka implementacije sistema na različnih področjih pa se pripravljajo projekti. Ti so pripravljeni ali za implementacijo sistema na področju tehtanja in priprave surovin (prva faza) ali za celotno implementacijo v proizvodnji oziroma t.i. Full EBR (angl. *Full Electronic Batch Record*). Več o pripravi projekta sledi v nadaljevanju magistrskega dela.

Kot posledica programa se je ustanovil kompetenčni center za enostavnejše, hitrejše, učinkovitejšo in cenejšo izvedbo programa. Kompetenčni center je odgovoren za izvedbo programa, nadzor in podporo pri posamezni implementaciji ter harmonizacijo proizvodnih procesov znotraj podjetja. Danes v kompetenčnem centru sodeluje od štiri do pet ljudi, na začetku je vključeval tri ljudi. Glavne naloge članov kompetenčnega centra so npr.:

- pomoč pri pripravi posameznega projekta implementacije proizvodnega informacijskega sistema, ki vključuje predvsem pripravo in utemeljitev projekta,
- izvedba izobraževanj sistema za ključne uporabnike,
- podpora pri izvajanju aktivnosti, povezanih s potrditvijo skladnosti z regulativami,
- podpora ob inšpekciji,
- usklajevanje proizvodnih procesov znotraj podjetja,
- širitev dobre poslovne prakse,
- operativna podpora po izvedeni implementaciji IS,
- itd..

Za vsako implementacijo je odgovoren vodja projekta iz kompetenčnega centra, t.i. globalni projektni vodja ali SPOC (anlg. *Single Point Of Contact*). Njegova vloga je zagotavljanje usklajenosti lokalnega projektnega tima z globalnimi proizvodnimi procesi in pravili, koordiniranje virov, ki so potrebni za podporo posameznega projekta znotraj kompetenčnega centra, ter koordiniranje zunanjih dobaviteljev, ki so vključeni v implementacijo skupaj z lokalnim timom, ki je na proizvodni lokaciji.

Slika 5: Vloga globalnega projektnega vodja na posameznem projektu

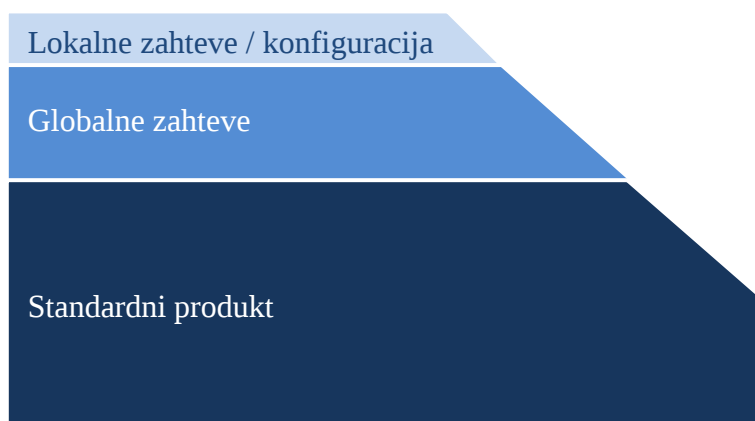


Vir: Prirejeno po Farmacevtsko podjetje X, Interni podatki farmacevtskega podjetja X (interno gradivo), 2013.

Z oblikovanjem programa se je izoblikovala tudi standardna oziroma t.i. »core« rešitev proizvodnega informacijskega sistema, prilagojena potrebam in zahtevam podjetja. Standardna rešitev enega izmed vodilnih ponudnikov proizvodnih informacijskih sistemov na trgu je služila kot osnova za oblikovanje »core« rešitve. Namen takšne rešitve je zmanjšanje stroškov in pohitritev posamezne implementacije predvsem na račun že razvitih, prilagojenih funkcionalnosti specifičnih za podjetje ter že potrjene skladnosti sistema z regulativami.

Slika 6 prikazuje sestavo »core« rešitve. Ta vsebuje standardne funkcionalnosti proizvodnega informacijskega sistema, ki jih ponuja ponudnik, globalne zahteve podjetja ter lokalne zahteve oziroma spremembe. Potrditev skladnosti z regulativami za standardni produkt skupaj z globalnimi zahtevami je izvedena na globalni ravni podjetja. V praksi to pomeni, da se potrditev skladnosti izvede v okviru enega izmed projektov oziroma implementacij, s podporo globalnih funkcij (npr. kompetenčni center za proizvodne informacijske sisteme, kompetenčni center za upravljanje kakovosti itd.). Vse dodatne zahteve, razvite lokalno za posamezne implementacije, so testirane lokalno v okviru posameznega projekta. Kritične funkcije ter vmesniki so testirani v okviru vsake implementacije oziroma na podlagi ocene rizika (angl. *risk based approach*).

Slika 6: Potrditev skladnosti proizvodnega informacijskega sistema z regulativami



Vir: Prirejeno po Farmacevtsko podjetje X, Interni podatki farmacevtskega podjetja X (interno gradivo), 2013.

3.2.2 Projekt

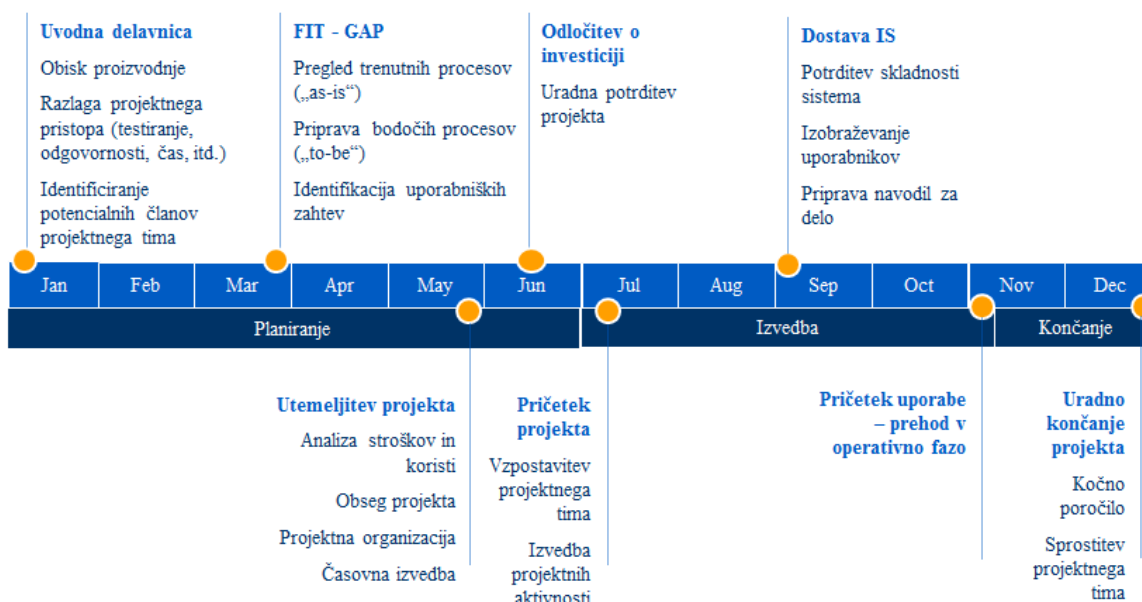
Vsaka implementacija proizvodnega informacijskega sistema znotraj programa se šteje kot posamezen projekt. To pomeni, da se na lokaciji vzpostavi projektni tim, ki je zadolžen za izvedbo projektnih aktivnosti. Slika 7 prikazuje ključne aktivnosti v okviru priprave in izvedbe projekta, strnjene v nekoliko krajši časovni okvir. Planiranje projekta vodi kompetenčni center. V praksi to pomeni, da kompetenčni center vodi aktivnosti in usmerja lokalni tim pri pripravi potrebne dokumentacije za utemeljitev investicije. Lokalni tim je zadolžen predvsem za pridobivanje vhodnih podatkov in informacij, potrebnih za utemeljitev projekta. V naslednji fazi, izvedbi, lokalni tim prevzame vodenje in izvedbo aktivnosti. Kompetenčni center v tem primeru usmerja lokalni tim, svetuje na podlagi dobre prakse in internih pravil podjetja ter skrbi, da je implementacija izvedena znotraj časovnih, finančnih in kakovostnih okvirjev.

V fazi planiranja in priprave projekta je ena izmed ključnih aktivnosti pridobitev podpore vodstva in uporabnikov proizvodnega informacijskega sistema. Brez njihove podpore je verjetnost za uspešno izvedbo projekta toliko manjša. Zelo pomembno je, da vsi vpleteni razumejo projektni pristop, vpliv, namen in cilje projekta. Običajno govorimo o 2–3-dnevni delavnici, na kateri se vodstvu predstavijo namen in cilji projekta ter pričakovanja vseh vpletenih v projekt. Na tej točki je treba identificirati potencialnega vodjo projekta oziroma nekoga, ki bo vodil aktivnosti na strani lokalnega tima pri pripravi projekta. Izvedba t.i. analize FIT–GAP oziroma analize obstoječih proizvodnih procesov glede na standardno »core« rešitev je ena izmed ključnih faz v pripravi projekta. Na njeni podlagi ponudnik proizvodnega informacijskega sistema pripravi oceno, ki se upošteva pri pripravi dokumentacije za utemeljevanje projekta. Ocena je pripravljena tako s finančnega kakor tudi s časovnega vidika, potrebnega za pripravo končne rešitve. Pomembno je, da se

tovrstnim analizam nameni dovolj časa in vključijo vsi vpleteni dobavitelji programskih rešitev, še posebno pri morebitnih povezavah med različnimi sistemi. Običajno trajajo tovrstne delavnice 3–5 dni, v povezavi z drugimi že obstoječimi sistemi pa lahko tudi 2–4 dni na posamezen sistem. V nekateri primerih je smiselno delavnice ponoviti tolikokrat, dokler niso jasni odgovori na vsa vprašanja. Sicer pripravljena dokumentacija za utemeljitev investicije ne bo pokazala dejanskega stanja oziroma se ta med izvedbo lahko znatno spremeni zaradi spremembe obsega projekta.

Po uspešni odločitvi o investiciji v implementacijo proizvodnega informacijskega sistema se začne takojšen proces pridobivanja človeških virov. Če jih je treba nadomestiti z začasnimi notranjimi ali zunanjimi viri, je tovrstni proces lahko nekoliko daljši, npr. 2–4 mesece, saj je treba poskrbeti za ustrezen prenos znanja in operativnih aktivnosti. Po uspešni vzpostavitvi projektnega tima lahko takoj začnemo namestitve t.i. peskovnika (angl. *sandbox*), kjer se uporabniki lahko učijo ter igrajo s sistemom. Izobraževanje ključnih uporabnikov je izvedeno kar se le da hitro, saj je za osvojitve potrebnega znanja in obvladovanje sistema včasih potrebnih več mesecev. Poleg izobraževanja uporabnikov proizvodnega informacijskega sistema med pomembnejše aktivnosti pri izvedbi štejemo še: potrditev skladnosti sistema z regulativami in dobro proizvodno prakso, vzpostavitev potrebne infrastrukture, ažuriranje oziroma priprava novoobstoječih postopkov za delov itd..

Slika 7: Priprava in izvedba projekta s ključnimi fazami



Vir: Prirejeno po Farmaceutsko podjetje X, Interni podatki farmacevtskega podjetja X (interno gradivo), 2013.

Kdaj je projekt končan. Eno izmed vprašanj, pri katerem so si običajno mnenja med posamezniki različna. V našem primeru analiziranega podjetja je projekt končan, ko je uspešno izvedena potrditev skladnosti sistema, uspešno izvedena kvalifikacija (angl. *Performance Qualification*) na produkcijskem okolju, sistem vsebuje tehnološke postopke, ki so potrebni za delo v naslednjih tednih ali mesecih ter so ga uspešno sprejeli uporabniki.

Mnenje nekaterih je, da bi bil projekt lahko končan takoj po končnem projektnem poročilu, na drugi strani pa so nekateri mnenja, da projekt ne bi smel biti končan, dokler v sistem niso preneseni vsi tehnološki postopki, ki so pred tem obstajali ali trenutno obstajajo na papirju. Vprašanje, kdaj preidemo s projektnega nivoja na operativni, je eno, odgovori in mnenja pa so si različni. Vsekakor je priporočljivo, da si je podjetje enotno glede odgovora že pred začetkom projekta.

3.3 Koristi implementacije

Elliott (2013, str. 16–17) povzema rezultate analize, ki jo je objavila MESA na podlagi ankete uporabnikov proizvodnih informacijskih sistemov. Rezultati so sledeči:

- 66 % sodelujočih je poročalo o zmanjšanju proizvodnega časa za 45 % ali več,
- 66 % sodelujočih je poročalo o 75–odstotnem zmanjšanju časa, potrebnem za ročni vnos podatkov,
- 57 % sodelujočih je poročalo o 25–odstotnem zmanjšanju zalog med proizvodnim procesom,
- 63 % sodelujočih je poročalo o 50–odstotnem zmanjšanju dokumentacije, potrebne med menjavo izmene,
- 63 % sodelujočih je poročalo o zmanjšanju celotnega časa, potrebnega za izvedbo proizvodnega naloga (angl. *lead time*) za 35 % ali več.

V okviru implementacije proizvodnega informacijskega sistema je analizirano podjetje doseglo koristi, ki smo jih kategorizirali v naslednje tri skupine (Farmacevtsko podjetje X, 2013):

- povečanje učinkovitosti proizvodnega procesa,
- zmanjšanje števila človeških napak med proizvodnim procesom,
- zmanjšanje operativnih stroškov.

3.3.1 Povečanje učinkovitosti

Povečanje učinkovitosti je v povprečju pomenilo kar 64 % vrednosti vseh koristi oziroma 773.000,00 USD, vrednost pa se je gibala od 45 % pa celo do 100 % vrednosti celotnih koristi investicije (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Med povečanje učinkovitosti uvrščamo **zmanjšanje števila zaposlenih** oziroma nezaposlovanje v obdobju, za katerega se računajo prihranki. Koristi, pridobljene na račun zmanjšanja števila zaposlenih, je ena izmed koristi, ki se pojavlja pri vsaki implementaciji in običajno pomeni prihranke med 32 % in 75 % glede na celotne prihranke oziroma koristi. Izjemoma prihranki na račun zmanjšanja števila zaposlenih oziroma njihovo nezaposlovanje pomenijo le nekaj več kot 2 % prihrankov v okviru celotne investicije. Razlog je predvsem v višini letne povprečne plače zaposlenih, ki se v razvitih državah ne more primerjati z državami v razvoju. Vrednost števila zaposlenih, katerih število je moč zmanjšati oziroma se izogniti njihovi zaposlitvi na račun implementacije proizvodnega informacijskega sistema se giblje med 5 in 15, povprečje pa je 9 zaposlenih. Omenjena zmanjšanja se pojavljajo predvsem v oddelkih:

- zagotavljanja kakovosti, predvsem na račun hitrejše priprave in hitrejšega pregledovanja postopkov in končnih poročil v elektronski obliki v primerjavi s papirnato obliko,
- planiranja proizvodnje, predvsem na račun hitrejše priprave ter sprostitev procesnih nalogov v proizvodnjo,
- tehničnih operacij v proizvodnji (operaterji), predvsem na račun hitrejšega izvajanja proizvodnega procesa in zmanjšanja potrebnih kontrol med proizvodnim procesom.

Obseg vrednosti **nedokončanih materialov** ter zmanjšanje le-tega v proizvodnem ciklu se je pojavilo v 8 od 10 implementacij in je prav tako eden izmed najpomembnejših prihrankov, ki ga uvrščamo med povečanje učinkovitosti. V povprečju je omenjeni prihranek pomenil 19 % koristi v primerjavi s celotnimi prihranki, ti pa so se gibal od 4 % pa celo do 83 %. V 6 od 8 primerov se vrednost giblje pod 25 % celotnih prihrankov. Prihranki na račun zmanjšanja vrednosti nedokončanih materialov se dosežejo predvsem na račun zmanjšanja časa, ki je potreben, da neki material prepotuje celotni proizvodni proces (angl. *throughput time*) in se pokaže v končnem izdelku. Taka vrsta prihranka je enkratni prihranek. Denarna vrednost je odvisna predvsem od povprečne vrednosti zaloge materialov, ki čakajo na dokončanje proizvodnega procesa. Pričakovano zmanjšanje obsega vrednosti nedokončanih materialov je znašalo med 8 % do 10 % (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Kot zadnjega izmed prihrankov, ki ga uvrščamo v povečanje učinkovitosti na račun implementacije proizvodnega informacijskega sistema, je podjetje v 3 od 10 primerov identificiralo **povečanje produktivnosti**. Ta v povprečju pomeni 4 % celotnih koristi, giba pa se med 3 % in 17 %. Omenjeni prihranki so doseženi predvsem na račun zmanjšanja

časa, potrebnega za izvedbo proizvodnega procesa. Če podjetje privarčevani čas izkoristi za proizvodnjo dodatnih enot, lahko štejemo to kot ovrednoteno korist (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

3.3.2 Zmanjšanje obsega človeških napak

Skupina ključnih koristi, ki jih podjetje doseže z implementacijo proizvodnega informacijskega sistema, so zagotovo zmanjšanje obsega človeških napak, ki se lahko pojavijo v proizvodnem procesu. Ni nujno, da je omenjena korist največja denarna vrednost v celotnih prihrankih (kar je običajno glede na velike vrednosti posamezne serije dokaj verjetno), pomembno je, da odprava omenjenih napak lahko bistveno izboljša ugled podjetja in kakovost poslovnih procesov. Zmanjšanje obsega človeških napak v povprečju pomeni slabih 29 % vrednosti celotnih prihrankov oziroma 346.000,00 USD in se gibljejo med 10 % in 55 % vrednosti celotnih koristi (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Zaradi zmanjšanja obsega človeških napak se nam posledično zmanjša **število zavrženih in odpoklicanih serij**, pri katerih je razlog človeška napaka v proizvodnem procesu. Ta v povprečju pomeni 23 % vrednosti celotnih koristi in se pojavi v 8 od 10 implementacij. Giblje se v razredu med 5 % in 55 % celotnih prihrankov, le v primeru dveh implementacij pa je delež manjši od 15 % (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Zmanjšanje obsega napak, povezanih z dokumentacijo proizvodnih poročil, je drugi razlog oziroma kategorija koristi znotraj človeških napak. Omenjena podskupina zahteva predvsem veliko časa, potrebnega za analizo in raziskovanja odstopov. Ti so identificirani, še preden je posamezna serija dana na trg. Zmanjšanje tovrstnih napak se je pojavilo v samo 3 od 10 primerov in v povprečju pomeni dobrih 4 % vrednosti celotnih koristi. V dveh primerih se vrednost giblje med 3 % in 6 %, v enem primeru pa ta dosega kar 38 % vrednosti celotnih koristi. Ne glede na različne relativne vrednosti so absolutne vrednosti primerljive med seboj. Glavni razlogi oziroma napake, ki so odpravljene z uvedbo proizvodnega informacijskega sistema v tem primeru, so: manjkajoči podpisi, nejasne informacije v proizvodnem poročilu in manjkajoče priponke oziroma strani v proizvodnem poročilu (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

3.3.3 Zmanjšanje operativnih stroškov

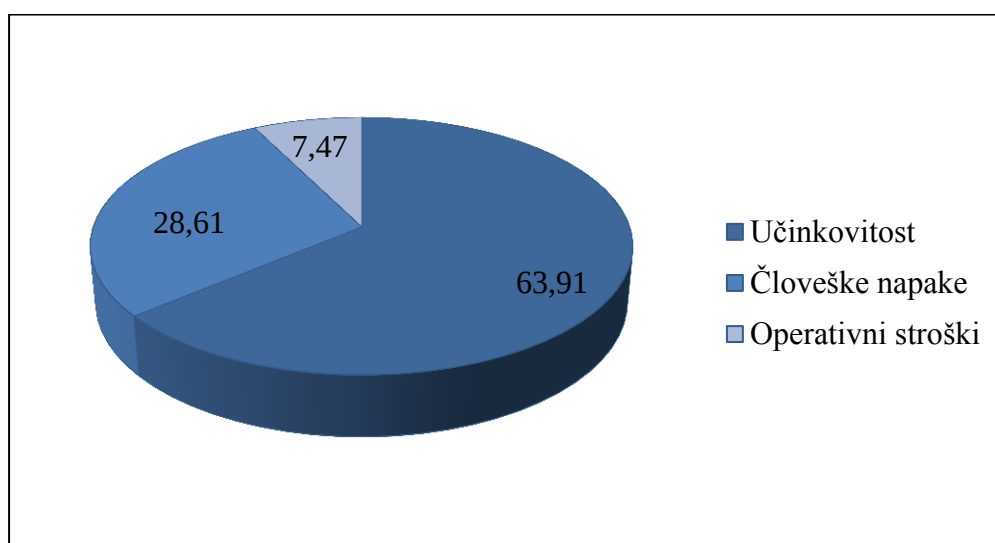
Implementacija proizvodnega informacijskega sistema dosega prihranke tudi na področju informacijske tehnologije. Ti so v primerjavi z drugimi koristmi relativno majhni in ni nujno, da so doseženi v okviru vsake implementacije. Predvsem kadar govorimo o zamenjavi starejšega proizvodnega informacijskega sistema s standardno rešitvijo, lahko omenjene koristi dosežemo na račun manjših stroškov vzdrževanja. Zmanjšanje

operativnih stroškov je v povprečju pomenilo dobrih 7 % vseh prihrankov oziroma 90.000,00 USD (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Zmanjšanje obsega licenc in arhiviranja proizvodne dokumentacije sta dva razloga za prihranek, ki se pojavita v 5 od 10 implementacij. Z zmanjšanjem obsega licenc imamo v mislih licence ERP, ki niso več potrebne za proizvodni proces (npr. preverjanje statusa šarže pred porabo). Z zmanjšanjem arhiviranja proizvodne dokumentacije mislimo na prihranek pri prostoru in vzdrževanju dokumentacije, ki jo je treba arhivirati minimalno 10 oziroma v nekaterih primerih tudi več let. V proizvodnji z velikimi kapacitetami, v kombinaciji z najemom skladišča za hranjene in vzdrževanje dokumentacije, omenjeni strošek na letni ravni ni zanemarljiv. V povprečju so prihranki na račun zmanjšanja obsega licenc in stroškov, povezanih z arhiviranjem dokumentacije, pomenili 3 % celotnih koristi pri posamezni implementaciji (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Uporaba tankih odjemalcev (angl. *thin client*) v proizvodnji namesto tradicionalnih računalnikov se pojavlja v redkih primerih. Kljub temu se pojavlja predvsem v primerih, kadar je v okviru projekta planirana zamenjava obstoječe strojne opreme v proizvodnji z novejšo. Glede na to, da v večini primerov ne gre za zamenjavo, ampak za prvo namestitev strojne opreme, zaznamo omenjene koristi v naši analizi v samo enem primeru. Z zamenjavo tradicionalnih računalnikov s tankimi odjemalci je podjetju na račun zmanjšanja porabe energije in zmanjšanja stroškov vzdrževanja omenjena korist pomenila 6 % vrednosti celotnih koristi pri implementaciji proizvodnega informacijskega sistema (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Slika 8: Najpogostejše koristi pri implementaciji proizvodnega informacijskega sistema v %



Vir: Prirejeno po Farmacevtsko podjetje X, Interni podatki farmacevtskega podjetja X (interno gradivo), 2013.

3.4 Stroški implementacije

Podjetje je za ocenjevanje stroškov projekta uporabljalo metodo od spodaj navzgor, kar omogoča relativno natančno ocenjevanje stroškov, v kombinaciji s podatki prejšnjih projektov. Metoda od spodaj navzgor ocenjuje stroške na znanih podpostavkah, kar pomeni, da predstavlja zelo podrobno razdelitev stroškov in postavk. S seštevanjem podpostavk na višje nivoje dobimo oceno stroškov celotne investicije (Sanghera, 2007, str. 200). V nekaterih primerih je bila uporabljena tudi metoda od zgoraj navzdol, znana tudi kot analogna metoda. Tak način ocenjevanja stroškov je bil uporabljen predvsem pri ocenjevanju stroškov na višjem nivoju, ki običajno zahteva hitro podajanje ocen. Metoda od zgoraj navzdol običajno temelji na prejšnjih podatkih primerljivih projektov. Pomeni stroškovno oceno investicije na višjem nivoju in je uporabna predvsem, kadar na voljo nimamo dovolj informacij o posameznih podpostavkah (Sanghera, 2007, str. 200).

Stroški, s katerimi se je podjetje vedno srečalo pri implementaciji proizvodnega informacijskega sistema, so bili sledeči (Farmacevtsko podjetje X, 2013):

- strojna oprema,
- programska oprema,
- stroški delovne sile,
- stroški potovanj.

3.4.1 Strojna oprema

Stroški strojne opreme so v povprečju pomenili 18 % vrednosti investicije oziroma 286.000,00 USD. Povprečje ima relativno velika odstopanja. V kar 6 primerih od 10 se stroški strojne opreme gibljejo med 24 % in 36 % stroška celotne investicije, drugi pa se gibljejo med 5 % in 9 % stroška celotne investicije. Ti se zelo razlikujejo od primera do primera predvsem zaradi (Farmacevtsko podjetje X, 2013):

- velikosti proizvodnih kapacitet, kjer bo IS implementiran,
- tipa proizvodnje (npr. proizvodnja sterilnih izdelkov zahteva prilagojeno strojno opremo, ki je nekajkrat dražja od običajne),
- obstoječe infrastrukture.

Glavna razloga pri projektih, pri katerih stroški investicije pomenijo spodnji razred, torej med 5 % in 9 % stroška celotne investicije, sta implementacija sistema samo na področju tehtanja in priprave surovin. Posledično to pomeni manjši obseg potrebne strojne opreme. Drugi razlog je zamenjava že obstoječega proizvodnega informacijskega sistema z novejšim, v skladu s politiko ter dobro prakso podjetja. V tem primeru je bila strojna

oprema v večjih delih proizvodnje že nameščena in je zahtevala predvsem osvežitev oziroma zamenjavo strežniškega dela strojne opreme (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

V primerih, v katerih so stroški strojne opreme pomenili od 24 % do 36 % stroška celotne investicije, je šlo vedno za novo implementacijo sistema, v katerem proizvodna lokacija ni vsebovala osnovne infrastrukture, kot so npr. mrežni in električni priključki (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Najpogostejši stroški strojne opreme so (Farmacevtsko podjetje X, 2013):

- strežniki, potrebni za delovanje aplikacije,
- standardne delovne postaje v proizvodnji: računalniki, monitorji, tipkovnice, kodni čitalnik, tiskalniki nalepk ter prilagojene omare za omenjeno opremo,
- morebitna namestitve mrežnih ter električnih priključkov,
- morebitna zamenjava obstoječih tehtnic z novejšimi, kompatibilnimi za komunikacijo s sistemom.

3.4.2 Programska oprema

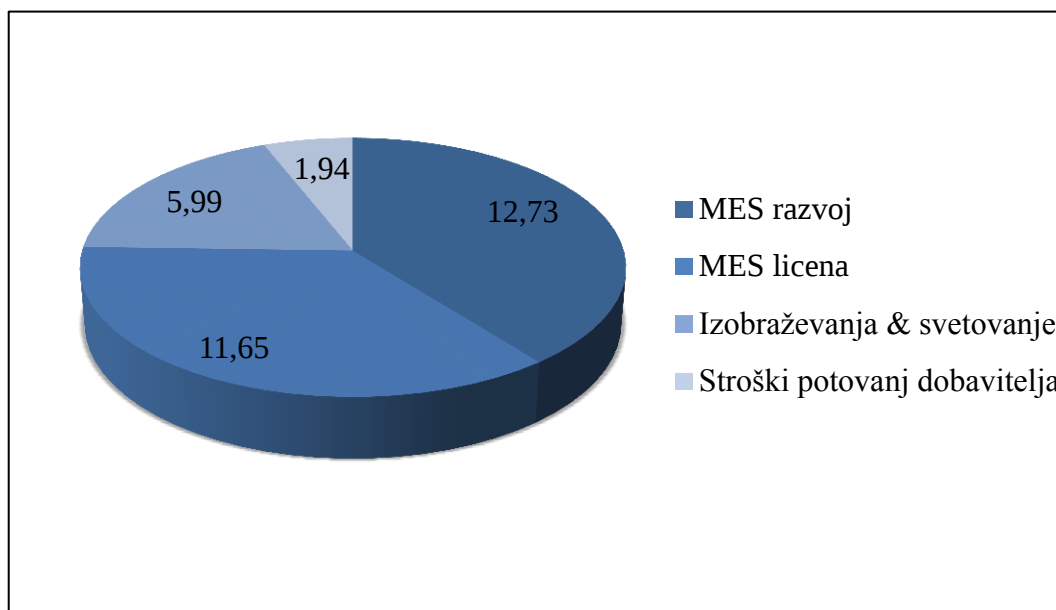
Stroške programske opreme sestavljajo tri pomembne komponente:

- proizvodni informacijski sistem,
- sistem ERP in
- druga programska oprema.

Stroški proizvodnega informacijskega sistema so v povprečju pomenili 523.000,00 USD oziroma 32 % vrednosti celotne investicije. Med omenjene stroške štejemo stroške, ki so izključno povezani z dobaviteljem IS. Licenčni stroški so na absolutni ravni med seboj primerljivi med posameznimi implementacijami, saj ima podjetje z dobaviteljem sklenjeno globalno pogodbo, ki velja za vse proizvodne lokacije. Kljub temu pa se stroški licence glede na celotno investicijo gibljejo med 9 % in 40 % vrednosti celotne investicije, v povprečju pa pomenijo nekoliko manj kot 12 % celotnih stroškov. Dodaten razvoj, potreben za posamezno implementacijo, se giblje med 6 % in 26 %, v povprečju pa pomeni slabih 13 % vrednosti celotne investicije. V samo dveh primerih so dodatni stroški razvoja na strani proizvodnega informacijskega sistema presegli 20 % vrednosti investicije. V obeh primerih je bil razlog integracija sistema z avtomatsko tehtalno linijo ali integracija s preostalo proizvodno opremo. Storitve usposabljanja in svetovanja pri vzpostavitvi sistema, ki jih ponuja dobavitelj, so bile uporabljene v 7 primerih od 10 in se gibljejo od 1 % do 14 % vrednosti celotne investicije. V povprečju so nekoliko pod 6 %. V veliki večini primerov izobraževanje ključnih uporabnikov izvede kompetenčni center, zaradi omejenih človeških virov pa prihaja tudi do kombinacije med kompetenčnim centrom in

dobaviteljem programske opreme. Stroški, povezani s potovanji dobavitelja na račun izobraževanja, svetovanja in testiranja sistema, se gibljejo do 4 % vrednosti investicije. V povprečju so nekoliko pod 2 %. Ti so predvsem odvisni od lokacije izvedbe projekta ter razpoložljivosti virov dobavitelja. V nekaterih primerih so se stroški potovanj drastično znižali predvsem na račun sodelovanja z lokalnimi partnerji dobavitelja (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Slika 9: Povprečni stroški, povezani z dobaviteljem proizvodnega informacijskega sistema glede na celotno investicijo v %



Vir: Prirejeno po Farmacevtsko podjetje X, Interni podatki farmacevtskega podjetja X (interno gradivo), 2013.

Stroški razvoja oziroma prilagoditve vmesnika med sistemoma ERP in MES so v povprečju pomenili 171.000,00 USD oziroma 11 % vrednosti celotne investicije. Omenjeni strošek pomeni prilagoditve na strani ERP. V primeru 6 projektov od 10 se strošek giblje med 16 % in 26 %, v preostalih 4 primerih pa se ta giblje med 6 % in 11 % stroška celotne investicije. Ne glede na različne relativne vrednosti v celotni investiciji je absolutna vrednost med različnimi projekti primerljiva, kar je rezultat standardne rešitve ERP v podjetju. To pomeni tudi standardni vmesnik med sistemoma ERP in MES. Izjema sta le dve implementaciji, kjer so stroški, ki so vmesniki ERP, absolutno nižji. Razlog za to je financiranje vmesnikov iz naslova drugih projektov. Pri financiranju iz naslova projekta MES bi bili ti primerljivi na absolutni ravni z drugimi projekti (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Stroški druge programske opreme so v povprečju bili 56.000,00 USD oziroma 3 % vrednosti celotne investicije. Strošek je nastal v 6 primerih od 10 in se giblje med 1 % in

11 % celotne vrednosti investicije. V štirih primerih je strošek relativno majhen in pomeni do 5 % vrednosti investicije. V teh primerih strošek pomeni predvsem preostalo programsko opremo, ki je bila kupljena v okviru projekta, kot je npr. programska oprema za izdelovanje poročil, programska oprema za vizualizacijo podatkov itd.. V preostalih dveh primerih je strošek druge programske opreme nekoliko višji. Ta je višji predvsem na račun integracije sistema MES s proizvodno opremo, kot je npr. linija za avtomatsko tehtanje surovin. Ta je zahtevala nekatere spremembe in dodelave na nivoju SCADA ter ponovno potrditev skladnosti sistema z novimi vmesniki (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Med stroške programske opreme štejemo (Farmacevtsko podjetje X, 2013):

- licenco proizvodnega informacijskega sistema,
- licence, povezane z drugimi informacijskimi sistemi, potrebne zaradi integracije na proizvodni IS,
- dodaten razvoj na strani proizvodnega IS, za prilagoditev lokalnim zahtevam,
- razvoj ali prilagoditev vmesnikov med sistemoma ERP in MES,
- stroške storitev, povezane z usposabljanjem uporabnikov, ki ga izvede dobavitelj,
- stroške dobavitelja proizvodnega informacijskega sistema, povezane s potovanji.

3.4.3 Stroški človeških virov

Zaradi človeških virov, potrebnih za izvedbo projekta, je običajno treba nadomestiti obstoječe vire z začasnimi ali zunanjimi človeški viri za čas trajanja projekta. To velja predvsem v primeru, ko na proizvodni lokaciji trenutno ni na voljo zadostnega števila virov, ki bi začasno prevzeli aktivnosti bodočih članov projektnega tima. V 2 primerih od 10 so nekatere aktivnosti s področja informacijske tehnologije pokrili zunanji izvajalci. Tu štejemo predvsem namestitev in konfiguracijo sistema ter pripravo ustrezne dokumentacije. Stroški so v povprečju pomenili dobrih 8 % vrednosti celotne investicije, gibali pa so se od 2 % do 12 % celotne vrednosti. V 3 primerih od 10 so bili za projekt najeti zunanji izvajalci, ki so nadzirali projekt z vidika kakovosti ter skrbeli za skladnost dokumentacije s politiko podjetja in regulativami. Strošek se je gibal med 5 % in 8 %, v povprečju pa je pomenil slabih 6 % vrednosti celotne investicije. Zadnji, najpomembnejši del pa so človeški viri, ki nadomestijo ali dopolnjujejo ključne uporabnike in eksperte, ki poznajo proizvodne procese. Stroški, povezani z najemom omenjenih virov, so se pojavili v 7 primerih od 10, gibali pa so se med 4 % in 35 %. V povprečju so pomenili slabih 17 % vrednosti celotne investicije (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Stroški delovne sile so primerljivi s stroški programske opreme proizvodnega informacijskega sistema in niso zamerljivi. V povprečju pomenijo slabih 31 % vrednosti celotne investicije oziroma 497.000,00 USD. V 4 primerih se gibljejo med 4 % in 9 %, v

treh primerih med 17 % in 22 %, v enem primeru pa pomenijo kar 55 % vrednosti celotne investicije (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

3.4.4 Stroški potovanj (kompetenčni center)

Stroški potovanj, ki zajemajo potovanja kompetenčnega centra, nastanejo na račun izvajanja izobraževanja ključnih uporabnikov, podpore pri potrjevanju skladnosti sistema, nadziranju izvajanja projekta ter drugih podpornih aktivnostih. Glede na to, da so člani kompetenčnega centra locirani v Evropi, so stroški, povezani z omenjenimi potovanji, odvisni predvsem od lokacije izvedbe projekta. V povprečju stroški potovanj kompetenčnega centra pomenijo 5 % vrednosti celotne investicije oziroma 87.000,00 USD, gibljejo pa se med 2 % in 11 % vrednosti celotne investicije. Ob nekaterih aktivnostih, ki jih izvaja dobavitelj, se ti prenesejo nanj (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

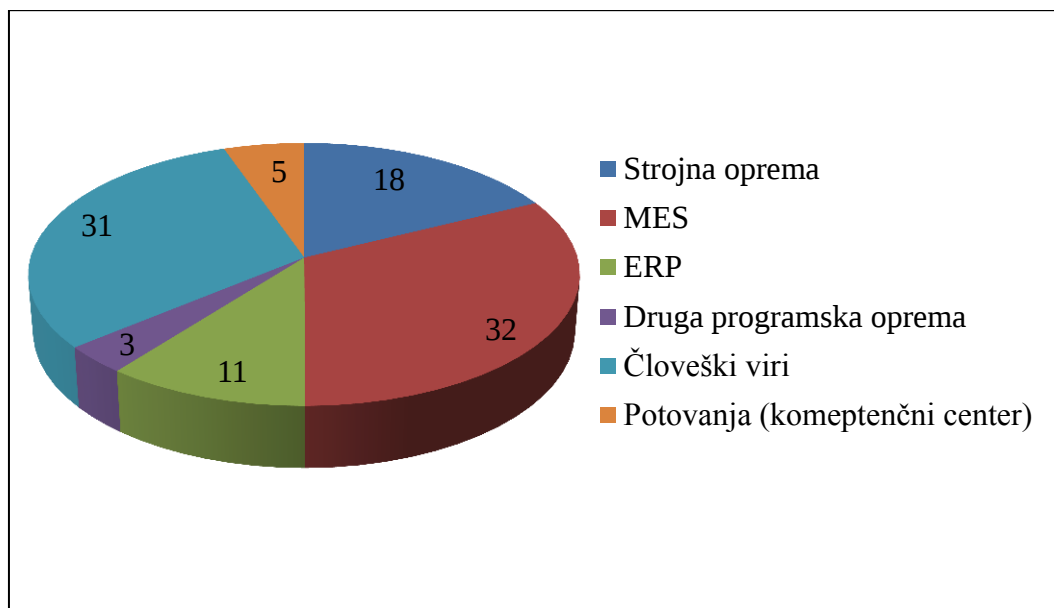
Slika 10 kaže povprečne stroške glede na različne kategorije in celotno vrednost investicije. Kakor smo že omenili pri posamezni kategoriji stroškov, se ti lahko med seboj v nekaterih kategorijah zelo razlikujejo in so odvisni od številnih dejavnikov. Pomembno je, da se podjetje pri planiranju zaveda, s katerimi stroški se pri implementaciji lahko sreča ter kolikšna je njihova pričakovana vrednost. To lahko ocenimo na podlagi znanih podatkov.

Na nekatere kategorije nimamo večjega vpliva, nekatere lahko znižamo predvsem s strateškimi odločitvami.

Npr. stroški, povezani s strojno opremo, rastejo sorazmerno z velikostjo proizvodnih kapacitet in so odvisni od tipa proizvodnje, na katerega se navezujejo tudi zahteve strojne opreme. Na omenjene dejavnike oziroma z njimi povezanimi kategorijami stroškov nimamo večjega vpliva.

Največji vpliv imamo na programsko opremo in storitve. Tukaj je podjetje znatno znižalo stroške z ustanovitvijo kompetenčnega centra ter odločitvijo o oblikovanju »core« rešitve, ki se implementira na posamezni proizvodni lokaciji. Kompetenčni center skrbi za prenos znanja in dobrih praks med proizvodnimi lokacijami, kar ne zmanjša samo stroškov investicije, ampak tudi trajanje celotnega projekta.

Slika 10: Razpored povprečnih stroškov glede na celotno investicijo v %



Vir: Prirejeno po Farmacevtsko podjetje X, Interni podatki farmacevtskega podjetja X (interno gradivo), 2013.

3.5 Ključni finančni indikatorji

Ključni finančni indikatorji oziroma kazalci, ki jih podjetje uporablja za utemeljevanje investicije, so (Farmacevtsko podjetje X, 2013):

- neto sedanja vrednost,
- notranja stopnja donosa in
- doba povračila investicije.

Kazalci se razlikujejo glede na pristop k implementaciji proizvodnega informacijskega sistema.

Če je podjetje vpeljalo proizvodni informacijski sistem le na področju tehtanja in priprave surovin, kar se je v našem primeru zgodilo trikrat, je bila neto sedanja vrednost v povprečju 423.000,00 USD. Ta se je gibala od 260.000,00 USD do 505.000,00 USD. Notranja stopnja donosa se je gibala med 8 in 64 %, v povprečju pa je znašala 45 %. Doba povračila je bila v vseh treh primerih 1,2 leta (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

V večini primerov, kjer je podjetje implementiralo proizvodni informacijski sistem v celotni proizvodnji farmacevtskih izdelkov, so bili ključni finančni kazalci nekoliko drugačni. Neto sedanja vrednost je v povprečju znašala 2.338.000,00 USD, povprečna

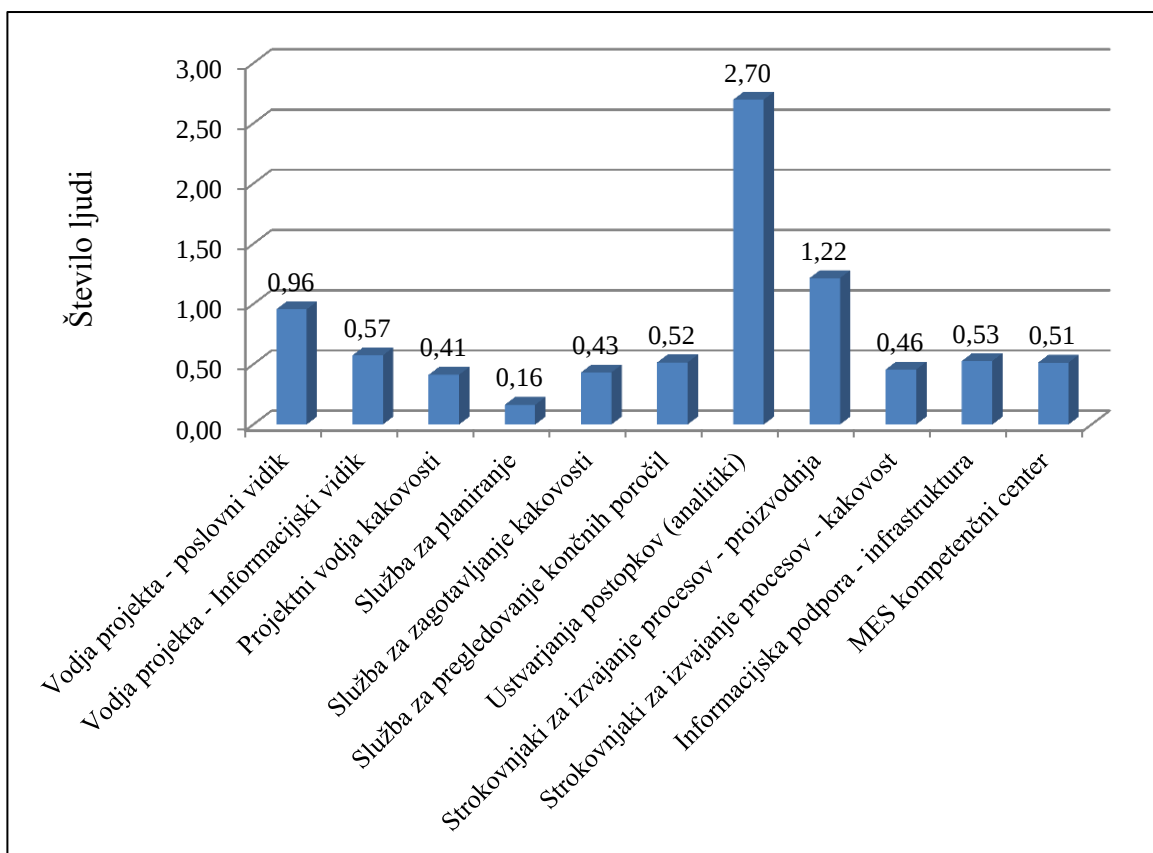
notranja stopnja donosa dobrih 59 %, povprečna doba povračil pa je znašala 2,1 leta (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Na podlagi rezultatov analize, ki jo je opravila organizacije MESA, Elliott (2013, str. 17), navaja povprečno stopnjo povračila investicije 14 mesecev. Podatek je rezultat ankete, ki so jo izpolnili uporabniki proizvodnih informacijskih sistemov, pri katerih pa obseg implementacije ni znan.

3.6 Človeški viri

Eno izmed ključnih zavedanj, ko se podjetje odloči za implementacijo proizvodnega informacijskega sistema, je zavedanje podjetja, da gre za poslovni projekt, in ne za informacijski projekt. Temu primeren je tudi delež človeških virov, ki so potrebni za izvedbo projekta. Slika 11 prikazuje ključne vloge na projektu ter njihovo vpletenost. Vpletenost pomeni povprečje na podlagi implementacij obravnavanega podjetja (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Slika 11: Povprečno število ljudi, potrebnih za izvedbo projekta glede na vlogo



Vir: Prirejeno po Farmacevtsko podjetje X, Interni podatki farmacevtskega podjetja X (interno gradivo), 2013.

V povprečju je bilo za implementacijo proizvodnega informacijskega sistema potrebnih osem ljudi. Število ljudi se je gibalo med 5 in 13, odvisno od kompleksnosti projekta ter velikosti same proizvodnje. V praksi to ne pomeni, da je na projektu sodelovalo le osem ljudi. Številka je lahko še enkrat večja, saj nekatere vloge zahtevajo le 20 % ali 50 % prisotnosti posameznika pri projektu. Ta se seveda razlikuje tudi glede na fazo projekta (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Iz Slike 12 lahko razberemo, da so človeški viri, ki prihajajo s področja informacijske tehnologije, relativno majhni v primerjavi z drugimi. Slika 12 prikazuje razmerje človeških virov med poslovnimi funkcijami in informacijsko tehnologijo skozi ključne projektne faze. Lepo je razvidno, da je kar nekaj časa ter truda potrebnega že za samo pripravo ter utemeljitev projekta. Podatki, ki so potrebni za izračun koristi ter stroškov, v veliki meri prihajajo s strani poslovnih uporabnikov. Aktivnosti, ki zahtevajo poslovne uporabnike, se ponovno pričnejo takoj po pričetku projekta. Izobraževanja ključnih uporabnikov, simuliranje obstoječih procesov v sistemu ter prenova le-teh, priprava dokumentacije za izvedbo skladnosti sistema ter standardnih postopkov za delo so le ene izmed ključnih aktivnosti, katerim je potrebno nameniti zadosti časa.

Med informacijsko tehnologijo štejemo naslednje funkcije:

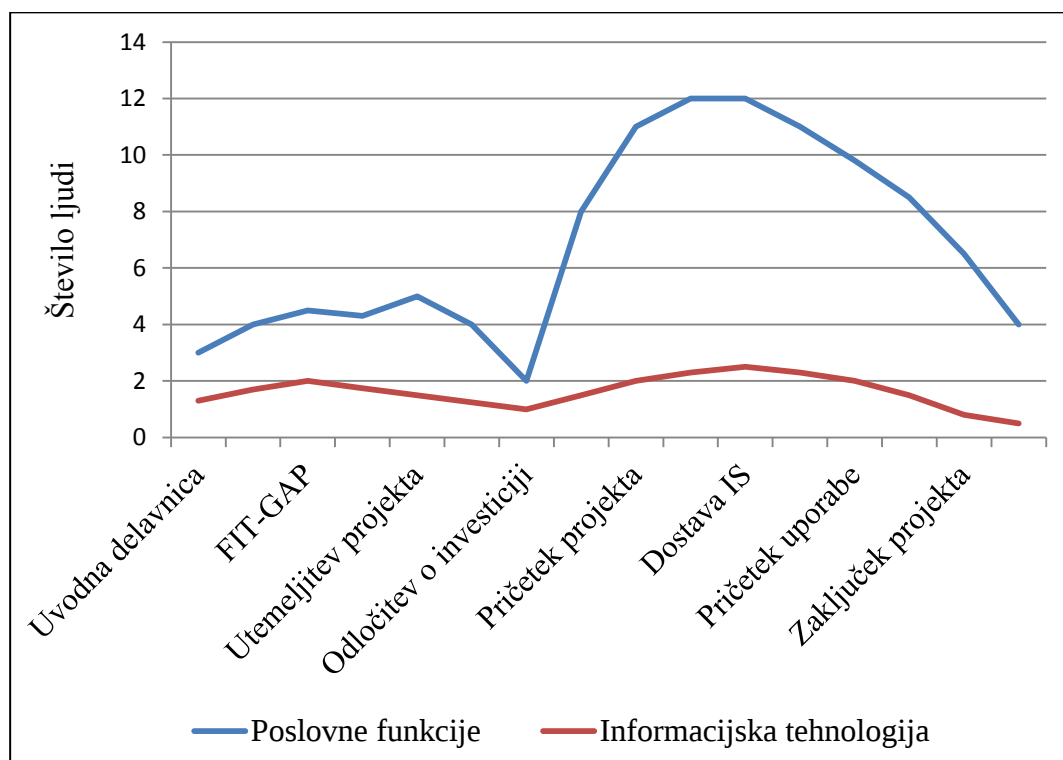
- Vodja projektov – informacijski vidik,
- Informacijska podpora – infrastruktura,
- MES kompetenčni center.

Med poslovne funkcije štejemo:

- Vodja projektov – poslovni vidik,
- Projektni vodja kakovosti,
- Služba za planiranje,
- Služba za zagotavljanje kakovosti,
- Služba za pregledovanje končnih poročil,
- Ustvarjanje postopkov (analitiki),
- Strokovnjaki za izvajanje procesov – proizvodnja,
- Strokovnjaki za izvajanje procesov – kakovost.

Primer implementacije v podjetju, kjer je bil projekt voden z informacijsko tehnologijo, se je izkazal za neuspešnega. S projektne vidika je bil uspešno končan, vendar sistem v praksi nikoli ni zaživel oziroma ni bil sprejet med končnimi uporabniki do pričakovane mere. Ponovna analiza procesov, izobraževanja uporabnikov ter ažuriranje dokumentacije so privedle do uspešne uporabe sistema v proizvodnji.

Slika 12: Razmerje med človeškimi viri glede na poslovne funkcije in informacijsko tehnologijo



Vir: Prirejeno po Farmacevtsko podjetje X, Interni podatki farmacevtskega podjetja X (interno gradivo), 2013.

3.7 Časovni vidik implementacije

Potreben čas za implementacijo proizvodnega IS je zagotovo eno izmed vprašanj, s katerim se podjetje srečuje v zgodnji fazi priprave. V našem primeru analiziranega podjetja ločimo čas na dve kategoriji. Prva je čas, ki je potreben za pripravo projekta oziroma t.i. planiranje. Druga kategorija pa je izvedba projekta, ki se začne z uradno potrditvijo investicije (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Planiranje oziroma priprava projekta zavzema nezamenljiv odstotek časa v primerjavi z njegovo izvedbo. V povprečju je podjetje potrebovalo med 4 in 5 mesecev za pripravo projekta. Ta zajema (Farmacevtsko podjetje X, 2013):

- analizo trenutnih proizvodnih procesov glede na programsko rešitev,
- oceno človeških virov, potrebnih za izvedbo projekta,
- oceno časovnega okvira, potrebnega za izvedbo projekta,
- identificiranje tveganj,
- oceno stroškov,

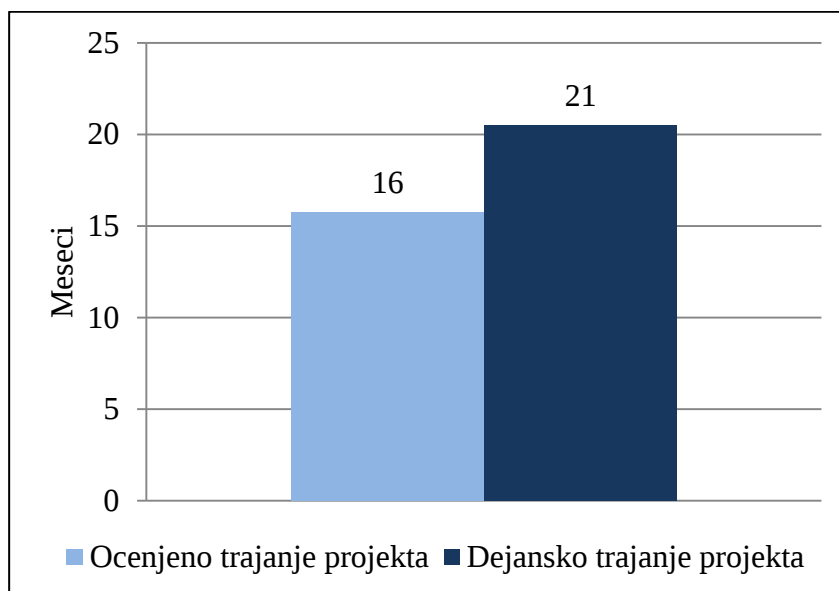
- oceno koristi in
- izračun ključnih finančnih indikatorjev.

Ne glede na to pa je vredno omeniti, da je priprava projekta s časovnega vidika včasih dosegla tudi 12 mesecev. Predvsem organizacijske spremembe, pritiski na zmanjšanje stroškov ter spremembe v obstoječih procesih so bile glavni povod k ponovitvi nekaterih aktivnosti ter znatnemu podaljšanju potrebnega časa za pripravo projekta (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Dejanska izvedba implementacije končne rešitve je v povprečju trajala 21 mesecev, kar pa je kar 5 mesecev več od ocenjenega časa v pripravi projekta. Več kot 30 % potrebnega časa za izvedbo glede na planiran čas ni zanemarljiv podatek. Planiran čas za izvedbo projekta je ocenjen na podlagi izvajanj aktivnosti, ki pa ne vključuje vpliva drugih zunanjih dejavnikov. Ti so bili največji razlog za podaljšanje izvedbe projekta (Farmacevtsko podjetje X, 2013):

- zunanji vplivi (inšpekcije ter priprava nanje),
- izvajanje več projektov oziroma začetek novih z višjo prioriteto,
- nepričakovane spremembe v projektni organizaciji oziroma odhod ključnih projektnih članov.

Slika 13: Primerjava planiranega in dejanskega časa, potrebnega za izvedbo projekta



Vir: Prirejeno po Farmacevtsko podjetje X, Interni podatki farmacevtskega podjetja X (interno gradivo), 2013.

3.8 Analiza implementacije po zaključku

Za odpravo morebitnih pomanjkljivosti pri izvedbi projekta in potrditev ocenjenih stroškov ter koristi pred začetkom, podjetje na koncu projekta izvaja naslednje analize:

- analizo dejanskih koristi,
- analizo dejanskih stroškov in
- analizo dokumentacije/kakovosti.

3.8.1 Analiza dejanskih koristi

Analiza dejansko doseženih koristi se izvede v določenem časovnem obdobju po koncu implementacije proizvodnega informacijskega sistema, običajno je to od 6 do 12 mesecev. Kar je pomembno omeniti, je, da se rezultati dejanskih koristi v primerjavi z ocenjenimi pri načrtovanju bistveno ne razlikujejo. Glede na to, da je bilo veliko število implementacij končanih v zadnjem letu, analiza dejanskih koristi ni izvedena v enakem obsegu kakor njihova ocena. Polovica, to je od 5 od 10 končanih implementacij, je bila predmet analize dejanskih koristi, katerih rezultati so sledeči (Farmacevtsko podjetje X, 2013):

- Zmanjšanje števila zaposlenih oziroma nezaposlovanje je v povprečju primerljivo z načrtovanim. Dejansko zmanjšanje števila zaposlenih niha ± 1 glede na ocenjeno vrednost, v povprečju pa pomeni 8 zaposlenih manj, kar je 1 manj kakor povprečna ocenjena vrednost.
- Vse druge koristi so bile dosežene z odmikom do 10 % oziroma v nekaterih primerih presežene za več kot 20 %, kar je predvsem posledica hitrejše rasti proizvodnih kapacitet v primerjavi z načrtovanimi.

3.8.2 Analiza dejanskih stroškov

Stroški se podrobno spremljajo med izvedbo projekta. Glede na notranjo politiko podjetja in poročanja vodstvu o stroških so ti dobro kontrolirani. Vsi projekti imajo na voljo t.i. analizo rezerv, ki pomeni 10 % vrednosti celotnega projekta, ki pa ni del celotnega proračuna investicije (Farmacevtsko podjetje X, 2013).

- V 7 primerih od 10 je bila analiza rezerv izkoriščena, kar pomeni, da so bili dejanski stroški enaki načrtovanim + maksimalno do 10 %,
- v 2 primerih so bili dejanski stroški nižji od načrtovanih za 5 % do 8 % in
- v 2 primerih so bili ocenjeni stroški nižji od dejanskih, kar pomeni, da je bilo med izvedbo projekta treba zaprositi za dodatna finančna sredstva, ki so pomenila dodatnih 15 % do 20 % stroškov pri projektu.

Najpogostejši razlog za povečanje stroškov je bila sprememba obsega implementacije glede na načrtovani obseg ali potreba po dodatnih zunanjih človeških virih za hitro zamenjavo odhajajočih virov iz projekta.

3.8.3 Analiza dokumentacije/kakovosti

Na koncu implementacije je bila prav tako izvedena analiza kakovosti dokumentacije, ki je bila narejena za potrditev skladnosti sistema. Glede na interno politiko podjetja mora vsaka implementacija IS slediti smernicam oziroma dobri praksi. Ta glede na klasifikacijo projekta običajno vsebuje od 40 do 50 dokumentov, ki dokazujejo, da je bil projekt izveden v skladu z interno politiko podjetja in dobro dokumentacijsko prakso.

Ne glede na strukturirani pristop k dokumentaciji pa se kljub temu pojavljajo odstopanja, ki običajno niso povezana z vsebino dokumentov, ampak jih je vseeno vredno omeniti (Farmacevtsko podjetje X, 2013):

- Podpisovanje testne dokumentacije ni v skladu z dobro prakso. Zaradi razpršenosti projektnega tima in odgovornih ljudi, ki so morali potrditi določene dokumente, je ta otežena. Pri ročnem podpisovanju dokumentov se ta pred vsakim potrebnim podpisom skenira ter pošlje v nadaljnje podpisovanje. V tem primeru zadnja verzija z vsemi podpisniki ne vsebuje originalnih podpisov. Poleg omenjene opazke je bilo v nekaterih primerih moč zaznati kombinacijo ročnega in elektronskega podpisovanja v okviru enega dokumenta, kar ni v skladu z dobro dokumentacijsko prakso. Omenjena opazka ni vplivala na kakovost izvedbe implementacije proizvodnega informacijskega sistema.
- Zgodovina oziroma verzije posameznih dokumentov niso zadostne. V nekaterih primerih je bilo moč zaznati, da razlog za spremembo oziroma novo različico dokumenta ni dovolj jasno razviden že iz zgodovine dokumenta. Omenjena opazka ni vplivala na kakovost izvedbe implementacije proizvodnega informacijskega sistema, zahteva pa nekoliko več časa pri iskanju razloga za spremembo ter razlago pri morebitnih inšpekcijah. Kot korektivni ukrep je bila pomanjkljiva dokumentacija dopolnjena na koncu projekta.
- Napačna uporaba predlog. V nekaterih primerih je bilo moč opaziti, da so bile uporabljene napačne predloge dokumentov. Te so se med izvajanjem projekta spremenile v skladu z internimi pravili podjetja, projekti tim pa je še vedno uporabljal stare predloge. Omenjena opazka ni vplivala na kakovost izvedbe implementacije proizvodnega informacijskega sistema, saj je šlo za malenkostne prilagoditve predlog.
- Dokumente je potrdil avtor. V nekaterih primerih je bilo moč opaziti, da je nekatere dokumente potrdila oseba, ki jih je napisala, kar ni v skladu z dobro dokumentacijsko prakso. Vsebinsko so bili dokumenti ustrezni, kot korektivni ukrep pa so na koncu projekta omenjene dokumente potrdili še dodatni, ustrezni potrjevalci.

- Manjkajoči podpisi. V nekaterih primerih je bilo moč opaziti, da priloge v testni dokumentaciji niso podpisane. V skladu z dobro dokumentacijsko prakso mora vse priloge ročno podpisati in datirati izvajalec testa. Omenjena opazka ni vplivala na kakovost izvedbe implementacije proizvodnega informacijskega sistema.
- Napačno datiranje dokumentov. V okviru celotne projektne dokumentacije je bilo v nekaterih primerih moč opaziti različne oblike zapisa datuma, npr. dd.mm.llll., dd.mm.ll., dd.mesec.llll itd. V skladu z dobro dokumentacijsko prakso mora biti oblika zapisa enaka na vseh dokumentih. Omenjena opazka ni vplivala na kakovost izvedbe implementacije proizvodnega informacijskega sistema.
- Pomanjkljivo poročanje na koncu posamezne faze projekta. V nekaterih primerih ni bilo na voljo zaključnih poročil, potrebnih ob vsaki posamezni fazi projekta, v drugih primerih pa jih niso uradno podpisale odgovorne osebe. Zaradi implementacije orodja v podjetju, ki je namenjeno spremljanju projektov ter poročanju o njih, so vsi potrebni podatki obstajali v sistemu, zato omenjena opazka ni vplivala na kakovost izvedbe projekta.

3.9 Posledice implementacije na operativnem nivoju

Kadar govorimo o implementaciji informacijskega sistema, imamo običajno v mislih predvsem čas izvedbe projekta. Vse prevečkrat pa se vodstvo in odgovorni ne zavedajo, kaj vse bo treba narediti, da bo sistem deloval ter živel na operativnem nivoju. V prvem delu magistrskega dela smo na kratko že omenili glavna področja, ki jih navaja ITIL.

V našem primeru, primeru implementacije proizvodnega informacijskega sistema, to običajno ne pomeni, da bo podjetje moralo dodatno zaposlovati ljudi, ki bodo vodili ter vzdrževali sistem na operativnem nivoju. Vzdrževanje aplikacije lahko delimo na dva dela, in sicer na poslovni in informacijski vidik.

Poslovni vidik je prvi pogoj za uspešno rabo aplikacije na dnevni ravni. V tem primeru gre običajno za prestrukturiranje oziroma ustrezno usposabljanje ljudi, ki so v preteklosti opravljali svoje vsakodnevne aktivnosti zunaj sistema. S poslovnega vidika ne potrebujemo dodatnih človeških virov za operativno delovanje aplikacije, le način dela za ljudi, vpete v poslovni proces, se lahko spremeni – običajno gre za prilagoditev s papirnatega poslovanja na elektronsko, kar se doseže z ustrezno prekvalifikacijo ali prestrukturiranjem obstoječih človeških virov. Poslovni uporabniki so odgovorni za ustvarjanje in vzdrževanje matičnih podatkov ter ustvarjanje postopkov.

Z vidika informacijske tehnologije je zgodba nekoliko odvisna od zrelosti informatike v podjetju. Ta mora zagotoviti celovito podporo poslovnim uporabnikom za nemoteno delovanje aplikacije. Običajno govorimo o dveh ključnih tipih kompetenc, ki zagotavljata podporo (Farmacevtsko podjetje X, 2013):

- Skrbnik informacijskih sistemov, ki je odgovoren za namestitve, konfiguracijo in vzdrževanje posameznih IS, vodi uporabniško administracijo, nadzira promet podatkov in morebitne napake v povezavi z drugimi sistemi, skrbi za vso potrebno dokumentacijo v povezavi s sistemom z vidika namestitve IS. V našem analiziranem primeru ni nujno, da je skrbnik IS odgovoren le za proizvodni informacijski sistem. Običajno ta pomeni nekje med 0,3 in 1 polno zaposlene osebe (angl. *Full-Time Equivalent*, v nadaljevanju FTE).
- Odgovorna oseba za infrastrukturo, ki skrbi predvsem za strežnike, bazo podatkov, namestitve in vzdrževanje strojne opreme v proizvodnji, mrežne povezave, namestitve zadnjih popravkov na operacijske sisteme itd.. V veliko primerih večji del omenjenih storitev lahko izvedejo tudi sodelavci ali pogodbeni partnerji. Pri izvajanju omenjenih storitev znotraj podjetja te običajno obsegajo od 0,1 do 0,4 FTE, odvisno od obsega storitev.

Zelo pomembno je, da podjetje nadzoruje obvladovanje sprememb znotraj IS. Te morajo zajemati tako spremembe na aplikativnem nivoju kakor tudi spremembe znotraj sistema z vidika matičnih podatkov, uporabniške administracije itd..

Poleg potrebnih človeških virov, ki zagotavljajo nemoteno delovanje IS, implementacija med drugimi vpliva na podjetje tudi z vidika naslednjih finančnih kriterijev (Farmacevtsko podjetje X, 2013):

- Pogodba o vzdrževanju z dobaviteljem, ki je odvisna predvsem od vsebine ter dosegljivosti dobavitelja (npr. 24/7).
- Stroški na letni ravni, povezani z vzdrževanjem infrastrukture (strežniki, računalniki v proizvodnji, rezervni oziroma nadomestni deli itd.).
- Dodatne zahteve uporabnikov, ki pripomorejo k boljši rabi sistema. Te se lahko običajno pojavijo kot povečanje zrelosti uporabnikov, rezultat začetnih napak oziroma nerazumevanje med prvotno implementacijo ter kot priporočila regulativ. Tovrstne spremembe so lahko kar pomemben strošek za podjetje na letni ravni. Poleg dejanske spremembe, ki jo izvede dobavitelj programske opreme, je treba zagotoviti tudi celoten proces potrditve skladnosti IS znotraj podjetja, skladno z obvladovanjem sprememb in dobro poslovno prakso. V našem primeru tovrstne spremembe na letni ravni lahko pomenijo tudi do 10 % vrednosti prvotne investicije, večina pa se jih giblje med 1 % in 5 %.

4 KRITIČNA ANALIZA

4.1 Trendi proizvodnih informacijskih sistemov

Trendi razvoja, ki se oblikujejo predvsem na podlagi zahtev uporabnikov in dobre prakse, bi lahko ločili na tehnični in uporabniški vidik.

Tehnični vidik je osredotočen predvsem na uporabo različnih tehnologij, prilagajanje njihovi rabi ter na neodvisnost od posameznih elementov, kot so npr. operacijski sistemi. Razvoj narekuje predvsem razvoj različnih tehnologij, ki jih ponudniki proizvodnih informacijskih sistemov spremljajo, da bi se hitro prilagodili.

Uporabniški vidik zahtev je osnova za nove funkcionalnosti oziroma razvoj proizvodnih informacijskih sistemov. V nekaterih primerih so te lahko povezane tudi s tehničnim vidikom, ni pa nujno.

4.1.1 Tehnični vidik

4.1.1.1 Neodvisnost od sistema za upravljanje podatkovnih baz

Odvisnost proizvodnega informacijskega sistema od nekega sistema za upravljanje podatkovnih baz (npr. Oracle, MySQL, DB2 itd.) predvsem manjšim kupcem proizvodnih informacijskih sistemov zaradi morebitnih stroškov, povezanih z licencami, lahko povzroča nemalo težav. Tako si npr. manjše podjetje veliko težje privošči n število licenc za Oracle kakor neka večja multinacionalka, ki ima sklenjeno globalno pogodbo in je tako rekoč neodvisna od števila namestitev Oracle (vir: Farmacevtsko podjetje X, 2013).

Neodvisnost od sistema za upravljanje podatkovnih baz je priložnost, predvsem za manjše, hitreje prilagodljive ponudnike proizvodnih informacijskih sistemov, da prodrejo na trg manjših in srednje velikih podjetij, ki z nižjimi stroški investicije veliko lažje upravičijo morebitno investicijo. Seveda se tukaj pojavi tudi vprašanje, kolikšna je cena, ki smo jo pripravljeni plačati za zanesljivost in odzivnost, na kateri lahko vpliva različno okolje (vir: Farmacevtsko podjetje X, 2013).

4.1.1.2 Neodvisne tehnologije grafičnih vmesnikov

Razvoj različnih tehnologij je med uporabniki ustvaril pravi razcvet njihove uporabe. Tako je vedno več povpraševanja po rabi proizvodnega sistema na različnih napravah, ki temeljijo na različnih tehnologijah, od i-Pada, Androida, tabličnih računalnikov, prenosljivih naprav v obliki ročne ure itd.. Prilagoditev arhitekture IS v smislu strežnik –

odjemalec je eden izmed prvih korakov, ki ga je večina ponudnikov proizvodnih informacijskih sistemov že naredila. Prilagoditev različnim operacijskim sistemom oziroma neodvisnost od njih pa je zagotovo ena izmed prednosti ponudnikov proizvodnih sistemov. Le tako bodo ti lahko zadovoljili širši spekter kupcev, ki pri svojem vsakdanjem delu uporabljajo različna okolja in naprave (Blumenthal, 2004, str. 1414–1424).

4.1.1.3 Radiofrekvenčna identifikacija

Radiofrekvenčna identifikacija (angl. *Radio Frequency IDentification*, v nadaljevanju RFID) je tehnologija, ki se v zadnjem obdobju uporablja predvsem v skladiščnem poslovanju. Poleg sledenja palet s pomočjo tehnologije RFID se ta uporablja tudi za sledenje ter identifikacijo uporabnikov znotraj različnih IS. Predvsem v novejših proizvodnih obratih, ki so opremljeni z RFID, je nivo avtomatizacije poslovnih procesov precej večji kakor v drugih primerih. Predvsem pritisk uporabnikov je privedel ponudnike, da posvečajo tovrstni tehnologiji vedno več pozornosti (Sauer, 2010, str. 685–693).

4.1.1.4 Serializacija

Iniciativa oziroma zahteva, ki jo je začel Urad za živila in zdravila (angl. *Food and Drug Administration*) leta 2006 v Kaliforniji, ZDA (vir: Savic, 2013), pozneje pa se je razširila na druge države po vsem svetu. Ta od proizvajalcev farmacevtskih izdelkov zahteva, da morajo začeti označevanje svojih izdelkov s t.i. edinstveno kodo, da bi preprečili prodajo ponarejenih izdelkov. Sistem za ustvarjanje edinstvene kode lahko deluje kot samostojen IS ali kot del proizvodnega informacijskega sistema. To je odvisno predvsem od obstoječe infrastrukture posameznega podjetja. V prihodnjih letih bo edinstveno označevanje farmacevtskih izdelkov na najpomembnejših trgih postalo pogoj, če bo podjetje na omenjenem trgu hotelo prodajati svoje končne izdelke. Edinstvena koda, ki se ustvari v procesu pakiranja končnih farmacevtskih izdelkov, se pošlje na nivo posamezne države. Prodajalec tako lahko pri prodaji izdelka končnemu kupcu preveri, ali gre za originalni ali ponarejeni izdelek (Thomas, 2010b).

Če ima podjetje že implementiran proizvodni informacijski sistem, je rešitev za serializacijo znotraj njega zagotovo smiselna. Smiselna je predvsem zaradi vpliva na celotno infrastrukturo ter zaradi podatkov, ki so v proizvodnem sistemu in so potrebni za serializacijo. Večji ponudniki proizvodnih sistemov so že razvili prve rešitve, ki so na voljo na trgu, v prihodnosti pa je zagotovo moč pričakovati spremljanje manjših ponudnikov ter izboljšave prvih, obstoječih rešitev, ki jih lahko najdemo na trgu danes (vir: Farmacevtsko podjetje X, 2013).

4.1.2 Uporabniški vidik

Uporabniki postajajo čedalje bolj zahtevni in bi radi s proizvodnim informacijskim sistemom pokrili kar se le da velik del proizvodnega procesa skupaj z drugimi podpornimi funkcijami.

4.1.2.1 Simuliranje vrednosti

Naprednejši proizvodni informacijski sistemi omogočajo vnos kompleksnih formul, ki se lahko avtomatično izvedejo med proizvodnim procesom. S tem se bistveno zmanjša število napak, ki bi lahko nastale med ročnim računanjem formule, ter čas, potreben za izračun. Formule se lahko uporabljajo v različne namene, kot so: izračun cilja količine nekega materiala, sprejemanje odločitev glede na prejšnje vrednosti, izračun izkoristka količine itd. (Sauer, 2010, str. 685–693).

Med izvajanjem končni uporabnik ne preverja strukture formule. Veliko testiranj in izvajanj je potrebnih, preden lahko zagotovimo, da je struktura formule pravilna in da je njen rezultat v skladu z našimi pričakovanji oziroma zahtevami. Kljub podrobnemu in zamudnemu testiranju pa se še vedno lahko pripeti, da med preračunom v fazi izvajanja proizvodnega procesa nastane napaka. Včasih tovrstna napaka lahko pomeni celo zastoj v proizvodnji oziroma na posamezni liniji (Meyer, 2009, str. 22–23).

Da bi se izognili tovrstnim pripetljajem, je moč zaznati vse večji pritisk na ponudnike proizvodnih informacijskih sistemov, da ti omogočajo simulacijo izvajanja formule že med njenim ustvarjanjem. V tem primeru lahko uporabnik takoj preveri pravilnost delovanja formule in ustrezno reagira na podlagi vnesenih parametrov in njegovih vrednosti. Na trgu je že moč zaznati prve t.i. simulatorje formul, katerih razcvet je zagotovo moč pričakovati v prihajajočem obdobju (vir: Farmacevtsko podjetje X, 2013).

4.1.2.2 Analiza kritičnih parametrov

Praviloma proizvodni sistem vsebuje vse podatke, ki so potrebni za uspešno izvedbo proizvodnega procesa. Med njimi so tudi t.i. kritični procesni parametri. Podjetje takšne podatke analizira, običajno na letni ravni, da izboljša kakovost in učinkovitost izvedbe proizvodnih procesov (Meyer, 2009, str. 22–23).

V primeru papirnatega poslovanja je običajno takšna analiza zahtevala veliko truda in časa, poleg tega pa so med analizo in nato rezultati lahko nastale tudi napake. V zadnjem obdobju je moč opaziti, da ponudniki proizvodnih informacijskih sistemov omogočajo, da uporabnik sam identificira t.i. kritične parametre, katerih vrednosti bi rad kasneje analiziral. Najprej so se podjetja zadovoljila s primerno obliko zbranih informacij v bazi

podatkov, kar jim je omogočalo izvoz in nadaljnjo analizo v orodjih, ki so za to namenjena. Danes je moč zaznati trend, da se obdelava in analiza tovrstnih podatkov izvajata v proizvodnem informacijskem sistemu, kar zmanjša število sistemov v podjetju ter morebitnih vmesnikov med njimi. Prav tako se povečata natančnost in zanesljivost rezultatov analize (vir: Farmacevtsko podjetje X, 2013).

4.1.2.3 Integracija proizvodnega sistema s proizvodno opremo

Kadar govorimo o integraciji proizvodnega informacijskega sistema s sistemom ERP, se ta razume kot tako rekoč samoumevna. Danes je težko najti podjetje, ki bi uporabljajo proizvodni informacijski sistem brez integracije s svojim sistemom ERP.

Nasprotno od integracije s sistemom ERP pa je moč zaznati, da je nivo integracije z nižjim nivojem, t.i. nivojem 0,1, in 2, ki ga predstavljata sistema PLC in SCADA, nižji. Razlogi so zato predvsem v kompleksnosti, ki jo ima takšna integracija. S kompleksnostjo mislimo predvsem na razvoj vmesnikov med proizvodnim informacijskim sistemom ter sistemom PLC oziroma SCADA, potrditev njihove skladnosti ter morebitne spremembe oziroma prilagoditve v obeh sistemih (Meyer, 2009, str. 18–21).

Podjetje, ki se odloči za implementacijo proizvodnega informacijskega sistema, se običajno ne zaveda, kako bi dejansko integrirali proizvodni sistem z nižjim nivojem. Ravno zato so se takšni poizkusi na začetku implementacije včasih pokazali tudi kot neuspešni. Z nekajletno uporabo proizvodnega informacijskega sistema ter njegovim boljšim razumevanjem je implementacija z nižjem nivojem običajno veliko lažja in učinkovitejša.

Nivo kompleksnosti integracije z nižjim nivojem se je z oblikovanjem in uporabo standardnih vmesnikov prav tako znižal v zadnjih nekaj letih. Vsi večji dobavitelji proizvodne opreme podpirajo komunikacijo OPC (angl. *OLE (Object Linking and Embedding) for Process Control*)), ki je najpogostejši način komunikacije med proizvodnim informacijskim sistemom ter sistemom PLC/SCADA (Meyer, 2009, str. 18–21).

Z integracijo proizvodnega informacijskega sistema z nižjim nivojem podjetje zmanjša število ročnih vnosov uporabnika v proizvodnem procesu. Z zmanjšanjem števila ročnih vnosov se zmanjša tudi verjetnost napak zaradi napačnega vnosa, kar zagotavlja povečanje integritete podatkov.

4.1.2.4 Proaktivnost sistema

Parametri za izvedbo proizvodnega procesa ter njihove nastavljene vrednosti so znani. Dejanska vrednost parametrov se lahko giblje tudi znotraj sprejemljivih toleranc. Sicer govorimo o odstopu, na podlagi česa se je treba odzvati. Glede na to, da so ti parametri določeni znotraj tehnološkega postopka, je moč zaznati vedno večjo težnjo k prokativnosti sistema, ki uporabniku omogoča pravočasno reagiranje, da ta pravočasno ukrepa ter se izogne morebitnim večjim odstopom, ki bi lahko vplivali na kakovost izdelka. Kot primer proaktivnosti sistema lahko navedemo naslednja primera (vir: Farmacevtsko podjetje X, 2013):

- Vnos ali sprememba določene vrednosti, ki se pozneje znotraj proizvodnega procesa lahko uporabi za izračun formule ali sprejemanje odločitev. Sistem lahko uporabnika pravočasno opozori, kako bo neka vrednost vplivala na akcije, izvedene v naslednjih korakih.
- Uporaba objektov (npr. zasedanje prostorov, tehtnic itd.) v fazi izvedbe proizvodnega procesa. Glede na to, da je v sistemu določeno, kateri so predvideni objekti za uporabo, sistem lahko uporabnika ustrezno opozori na začetku proizvodnega naloga o ustreznosti oziroma neustreznosti objektov, potrebnih za proizvodni proces. S tem se uporabnik lahko vnaprej pripravi na nemoteno delovanje proizvodnega procesa in izvede morebitno potrebno čiščenje posameznega objekta pred začetkom proizvodnega procesa.

V zadnjem obdobju je moč zaznati čedalje večja pričakovanje uporabnikov po prokativnosti proizvodnega informacijskega sistema, zato lahko pričakujemo primeren odziv ponudnikov proizvodnih informacijskih rešitev tudi na tem področju.

4.1.2.5 Enostavnost uporabe

Proizvodni informacijski sistemi so se v preteklosti osredotočali predvsem na zanesljivost delovanja samega sistema, funkcionalnosti in skladnost z regulativami. Grafični vmesniki vodilnih ponudnikov proizvodnih informacijskih sistemov so bili še ne tako dolgo nazaj v velikem zaostanku z vidika razvoja glede na tehnologije, ki so bile na voljo. Uporabniški vmesniki, ki temeljijo na starejših tehnologijah, zahtevajo veliko več časa, potrebnega za izobraževanje uporabnikov, prav tako pa so včasih lahko tudi razlog za odpor uporabnika do uporabe sistema (Sauer, 2010, str. 685–693).

Na trgu ponudnikov je že moč zaznati posodobitve grafičnih vmesnikov ter uporabo novejših tehnologij, ki so bolj uporabniško naravnane, je pa zagotovo moč pričakovati tovrstne posodobitve tudi v prihodnosti. Prilagodljivost vmesnika glede na uporabniške potrebe in zahteve ter podobnost z drugimi sistemi, ki jih uporabnik uporablja v svojem

vsakdanjem življenju, zagotovo omogočata hitrejšo usposabljanje uporabnikov ter njihovo prilagajanje pri menjavi različnih sistemov (vir: Farmacevtsko podjetje X, 2013).

4.1.2.6 Pregled na podlagi odstopov oziroma izjem

Z vedno večjim zaupanjem uporabnikov v proizvodne informacijske sisteme ter vedno večjim nadzorovanjem proizvodnih procesov s sistemom se pregledovalec elektronskih proizvodnih poročil osredotoča na odstopne in nenavadne dogodke zunaj specifikacij, ki so se zgodili v proizvodnem procesu oziroma posameznih aktivnosti (Manufacturing Execution System (MES) & Validation, 2014).

Z identificiranjem kritičnih parametrov, že omenjenih v magistrskem delu, ter z odstopi, zbranimi na enem mestu, uporabniki vedno bolj težijo k pregledovanju proizvodnih poročil na podlagi odstopov in kritičnih parametrov. Izraz »pregled na podlagi odstopov« se uporablja v svetu proizvodnih sistemov že kar nekaj časa. V praksi pa je kljub temu moč zaznati, da se tovrstna aktivnost ne izvaja v dobesedno prenesenem pomenu besede. Zakaj? Kljub temu da ima pregledovalec na enem mestu zbrane vse odstopne, se mora občasno še vedno sprehoditi po sistemu, poiskati dodatne informacije ter morebiti stopiti v stik z uporabnikom za dodatna pojasnila (Thomas, 2010a).

Smer, v katero se gibljejo zahteve uporabnikov, je t.i. spremljanje odstopov. To pomeni, da ima pregledovalec proizvodnih poročil z vrtanjem skozi podatke (angl. drill through) na voljo veliko lažji dostop do potrebnih informacij med pregledovanjem odstopov oziroma elektronskih proizvodnih poročil (Thomas, 2010a).

Pregled končnih proizvodnih poročil na podlagi odstopov in izjem je gotovo področje, na katerem je moč pričakovati dodaten razvoj in spremembe v prihodnosti. Te v kombinaciji z novimi tehnologijami in napravami prinašajo veliko možnosti za razvoj in napredek.

4.2 Predlog izboljšav (analiziranemu podjetju)

Analizirano podjetje se je lotilo implementacije proizvodnega informacijskega sistema na strukturiran način, to je z oblikovanjem programa ter ustanovitvijo kompetenčnega centra. Predvsem s slednjo je podjetje olajšalo, pocenilo in pospešilo implementacijo proizvodnega informacijskega sistema na posamezni proizvodni lokaciji. S tem je zagotovilo, da je ključno znanje dosegljivo znotraj podjetja.

Pri ocenjevanju in planiranju posameznega projekta podjetje spremlja kombinacijo preverjenih tehnik, ki so se izkazale za uspešne. Tehnike relativno dobro pokrijejo oceno stroškov, potrebnih virov in časa, potrebnega za izvedbo projekta.

4.2.1 Analiza vpliva spremembe dejavnikov na izvedbo projekta

Podjetje se mora med implementacijo proizvodnega informacijskega sistema spoprijeti tudi z zunanjimi dejavniki, ki jih je nekoliko moč predvideti vnaprej ter se nanje ustrezno pripraviti. Če podjetje pričakuje obisk inšpekcije med izvajanjem projekta, lahko z veliko verjetnostjo že pri načrtovanju to ustrezno vključi v projektni plan in prilagodi časovno izvedbo. Priprava simulacij (angl. *what-if*) oziroma ustreznih scenarijev, če se omenjeni dejavniki uresničijo, bi bila smiselna že pri načrtovanju projekta. Analiza spremembe obsega projekta (ali stroškov, časa ali virov) v posamezni fazi ter njen vpliv na nadaljevanje projekta bi povečalo zavedanje projektnega tima in sponzorjev o pomembnosti tovrstnih sprememb.

Slika 14 prikazuje povezavo med obsegom, časom, stroški in kakovostjo projekta. Sprememba enega izmed njih vpliva tudi na preostale, enega ali več izmed njih. Spremembe v stroških in času so običajno večje, spremembe v kakovosti pa so običajno manjše. Projektni vodja ves projekt nadzoruje posamezne elemente ter jih ustrezno prilagaja. Podjetje bi se torej lahko bolje pripravilo in predvsem hitreje ustrezno odzvalo na spremembo dejavnikov, ki vplivajo na projekt, če bi imelo na razpolago informacijo, kako sprememba posameznega dejavnika vpliva na posamezni element v t.i. projektnem trikotniku (Kerzner, 2003, str. 625–645).

Slika 14: Razmerje med kakovostjo, stroški in časom izvedbe projekta



Vir: Prirejeno po H. Kerzner, A system approach to planning, scheduling and controlling, 2003, str. 626

4.2.2 Izkušnje iz prejšnjih projektov

Implementacija proizvodnega informacijskega sistema je predvsem na globalnem nivoju podjetja postala že t.i. rutinska izvedbena naloga za podjetje. Na ravni lokalnega projektnega tima, ki se razlikuje od implementacije do implementacije, se stopnja

ozaveščanja o samem postopku implementacije razlikuje. Glede na to, da podjetje razpolaga z relativno dobro bazo znanja iz prejšnjih projektov (angl. *lessons learned*), bi moralo pred začetkom projekta posvečati več pozornosti njihovi predstavitvi novonastalemu projektному timu z namenom, da se napake iz prejšnjih projektov ne ponavljajo.

4.2.3 Spremljanje operativnih stroškov IS

Ocena načrtovanih stroškov in spremljanje dejansko nastalih stroškov v okviru posamezne implementacije sta znotraj podjetja dobro urejena. Poleg stroškov implementacije se izračunavajo in spremljajo tudi operativni stroški, ki vključujejo predvsem stroške, povezane z informacijsko tehnologijo (npr. letni stroški strežnikov, stroški vzdrževanja itd.). Omenjeni stroški se izračunavajo glede na posameznega uporabnika, ki uporablja proizvodni informacijski sistem.

Poleg zgoraj omenjenih stroškov pa se v realnosti v okviru življenjskega cikla IS pojavljajo tudi spremembe oziroma dodatne zahteve po novih funkcionalnostih. Finančni viri za tovrstne spremembe običajno ne izvirajo iz proračuna informacijske tehnologije, kar pomeni, da na letni ravni niso vračunani v operativne stroške. Običajno govorimo o manjših spremembah, ki pa v nekaterih primerih lahko pomenijo tudi 100.000,00 USD ali več. Te manjše spremembe bi lahko ločili na želene (angl. *nice-to-have*) funkcionalnosti in na spremembe, ki so nujno potrebne za normalno delovanje aplikacije (npr. kompatibilnost z novim operacijskim sistemom). Kljub temu da ni v skladu s politiko podjetja, da bi se omenjeni stroški vključevali v izračun operativnih stroškov na letni ravni, bi jih bilo smiselno spremljati bolj natančno.

4.2.4 Analiza dejanskih koristi

Analiza dejanskih koristi v nekem času na koncu implementacije proizvodnega informacijskega sistema je eno izmed področij, na katerem bi podjetje lahko izboljšalo svoje procese. Ocena načrtovanih koristi v pripravi projekta temelji predvsem na ocenjevanju izkušenj. Analiza dejanskih koristi bi podjetju podala realno sliko o doseženih koristih znotraj posamezne implementacije proizvodnega informacijskega sistema in omogočila še boljše načrtovanje oziroma ocenjevanje koristi pri pripravi posameznega projekta. Tovrstna analiza je bila izvedena na polovici dosedanjih implementacij.

4.2.5 Oblikovanje regijskih centrov

Po končani implementaciji proizvodnega informacijskega sistema se na posamezni proizvodni lokaciji vedno vzpostavi ekipa strokovnjakov s poslovnega pa tudi z

informacijskega vidika. Ti skrbijo za nemoteno delovanje proizvodnih informacijskih sistemov. Nekatere aktivnosti se izvajajo na dnevni ravni in ne zahtevajo podrobnega procesnega ali tehničnega znanja. Čas, potreben za tovrstne aktivnosti, prav tako ne pomeni velikega deleža v delovniku posameznika, a kljub temu se mu človek ne more izogniti. Tovrstne aktivnosti bi lahko izvedel posameznik za več proizvodnih lokacij oziroma namestitvev. Skrbel bi za operativne naloge ter obveščal odgovorne osebe o morebitnih nadaljnjih potrebnih akcijah. Oblikovanje regijskih centrov za podporo bi zagotovo razbremenilo posamezno proizvodno lokacijo z vidika človeških virov in operativnih nalog.

4.2.6 Širša raba tehnik in orodij za ocenjevanje in planiranje stroškov ter koristi

Podjetje pri ocenjevanju stroškov in koristi uporablja predvsem metodi od spodaj navzgor ali od zgoraj navzdol, skupaj z dobo povračila, interno stopnjo donosa ter neto sedanjo vrednostjo kot ključne finančne kazalnike investicije, ki pripomorejo k odločitvi o njenemu utemeljevanju podjetju. Ocenjevanje in načrtovanje stroškov je relativno dobro urejeno ter za znan obseg izvedeno z veliko natančnostjo.

Predvsem na strani ocenjevanja koristi bi podjetje lahko uporabilo več tehnik, ki so na voljo za oceno koristi. Mogoče bi tehniki, kot sta SESAME ali analiza verige vrednosti, pripomogli k še hitrejšemu sprejemanju odločitev oziroma lažjemu utemeljevanju investicije v prihodnosti.

SKLEP

Razumevanje proizvodnega informacijskega sistema se lahko razlikuje med posamezniki. Jasno razumevanje in usklajenost znotraj podjetja je eden izmed ključnih dejavnikov, kjer si mora biti podjetje enotno, preden se odloči za implementacijo proizvodnega informacijskega sistema. Področja in funkcije, ki jih bo sistem pokrival pri izvajanju proizvodnih procesov in njegovih podpornih funkcijah, obseg implementacije, način implementacije ter pričakovanja posameznih uporabnikov oziroma podjetja od proizvodnega informacijskega sistema so le nekatera izmed vprašanj, na katera mora podjetje imeti jasen odgovor, preden se loti investicije. Pomembno je, da si podjetje za tovrstna vprašanja nameni zadosti časa, pretehta znane alternative ter se zaveda njihovih posledic v prihodnosti.

Na trgu je danes moč zaznati relativno dobro ponudbo že razvitih proizvodnih informacijskih sistemov. Odločitev o nakupu ali lastnem razvoju je seveda stvar odločitve posameznega podjetja in njegove strategije. Dejstvo je, da se večja proizvodna podjetja odločajo predvsem za nakup že obstoječih rešitev, ki jih po potrebi prilagodijo svojim proizvodnim procesom. Primerljivost proizvodnih procesov znotraj industrije na eni strani

ter fleksibilnost sistemov na drugi strani omogočata uspešno implementacijo enake rešitve pri različnih uporabnikih oziroma kupcih.

Med pisanjem magistrskega dela in analizo obravnavanega podjetja sem spoznal, da so koristi, ki jih podjetja uporabljajo za utemeljevanje svoje investicije, zelo identične oziroma primerljive s koristmi, navedenimi v literaturi oziroma raznih organizacij. Prav tako ni izrednih odstopanj pri merjenju oziroma vrednotenju kvantitativnih koristi. Kvalitativne koristi implementacije proizvodnega informacijskega sistema se pri utemeljevanju investicije ne uporabljajo tako pogosto. Lahko bi postale bolj izrazite v življenjskem ciklu aplikacije oziroma nadgrajevanja le-te, predvsem kadar so glavno vodilo za nadgradnjo sistema skladnost z regulativnimi zahtevami.

Stroški implementacije proizvodnega informacijskega sistema se lahko zelo razlikujejo od podjetja do podjetja oziroma glede na posamezno implementacijo. Analiza obravnavanega podjetja v magistrskem delu je le eden izmed primerov, ki prikazuje, kako se je podjetje lotilo implementacije proizvodnega informacijskega sistema v njihovem primeru, kakšna so njihova pričakovanja ter dejanski vplivi z vidika stroškov in koristi, ki jih prinaša investicija.

Na podlagi analiziranih implementacij proizvodnega informacijskega sistema znotraj organizacije ugotavljam, da sta bila odločitev in pristop k investiciji primerna. Prav tako ugotavljam, da je investicijo v proizvodni IS relativno preprosto utemeljiti s kvantitativnimi merili, ki podjetju relativno hitro povrnejo finančni vložek v investicijo ter zagotavljajo dolgoročne koristi.

V prvem delu magistrskega dela sem predstavil namen in vlogo proizvodnega informacijskega sistema v podjetju glede na druge IS. Poleg možnih pristopov k implementaciji, kjer sem poudaril predvsem fazo priprave posameznega projekta, sem predstavil različne metode in tehnike, ki se lahko uporabljajo za ocenjevanje stroškov in koristi, povezanih z investicijo v proizvodni IS.

V drugem delu magistrskega dela sem analiziral investicijo v proizvodni IS v izbranem farmacevtskem podjetju, ki zajema implementacijo končne rešitve na več kot deset proizvodnih lokacij. Poleg prikaza pristopa k investiciji z vidika podjetja ter pristopa k implementaciji z vidika posamezne proizvodne lokacije sem analiziral ocenjene ter dejanske koristi, s katerimi se je podjetje srečevalo. Magistrsko delo sem končal s pregledom trenutnega stanja ter opisal trende, ki se pojavljajo na trgu proizvodnih IS. Obravnavanemu podjetju sem podal predloge za izboljšave pri nadaljnjih implementacijah.

Predlagane izboljšave, ki so omenjene v okviru magistrskega dela, so bile že posredovane obravnavanemu podjetju. Nekatere zahtevajo nekoliko več časa in truda za uresničitev, druge pa so hitrejša ter lažje uresničljive že v fazi izvedbe oziroma tik pred njo. S tem bo podjetje izboljšalo predvsem nadzor nad operativnimi stroški, merjenjem dejansko

doseženih koristi posamezne investicije ter posledično primerjavo s planiranimi koristmi oziroma bolj natančno ocenjevanje koristi za prihodnje investicije.

Predvsem analiza kvantitativnih dejavnikov, ki neposredno vplivajo na podjetje, omogoča primerjavo podjetjem, ki so proizvodni informacijski sistem že implementirali v svojem podjetju oziroma lahko služi kot izhodiščna točka ali primerjava (angl. *benchmark*) podjetjem, ki se lotevajo tovrstne implementacije prvič. Predvsem v tem primeru je izhodišče olajšano, saj magistrsko delo podaja celoten pregled področij, na katera proizvodni informacijski sistem posredno ali neposredno vpliva ne samo za čas trajanja projekta, ampak tudi po njegovem zaključku.

LITERATURA IN VIRI

1. Accenture. (2012). Manufacturing Execution Systems in the Medical Equipment Technology Industry. Najdeno 3. januarja 2014 na spletnem naslovu <http://www.accenture.com/SiteCollectionDocuments/PDF/Accenture-Manufacturing-Execution-Systems-Medical-Equipment-Technology-Industry.pdf>
2. Albert, C., & Fuchs, C. (2007). Durchblick im Begriffdschungel der Business-Software. Najdeno 26. marca 2013 na spletnem naslovu www.verkehrsrundschau.de/fm/3576/Durchblick%20Business%20Software.pdf
3. AMR research. (2013). Manufacturing Execution Systems (MES) Buyers Guide Introduction. Najdeno 14. aprila 2013 na spletnem naslovu <http://www.techmatchpro.com/manufacturing-execution-systems/buyersguide>
4. ANSI/ISA 95 and ANSI/ISA 88 Standards. Najdeno 3. januarja 2014 na spletnem naslovu <http://www.werum.com/en/mes/products/pas-x/isa/isa.jsp>
5. Benefit. (b.l.). V *Business Dictionary*. Najdeno 15. aprila 2013 na spletni strani www.businessdictionary.com/definition/benefit.html
6. *Benefits provided by PAS-X*. Najdeno 20. marca 2013 na spletnem naslovu <http://www.werum.com/en/mes/benefits/benefits.jsp?top=1>
7. Blumenthal, R. (2004). Manufacturing execution systems to optimize the pharmaceutical supply chain. *Pharmind*, 11(a), 1414–1424.
8. Cincom. (2008). To build or buy? A question of application development for compliance and quality systems. Najdeno 2. januarja 2014 na spletnem naslovu <http://www.cincom.com/pdf/CM071218-1.pdf>
9. Clauss, F. (2003). *MES in Pharmaceutical Industries – Focus Packaging*. Lund, Švedska: Lund University Publications.
10. Collier, N. D. (2012, 30. julij). Manufacturing Execution Systems. Najdeno 14. aprila 2013 na spletnem naslovu <http://www.pharmpro.com/articles/2012/07/manufacturing-execution-systems>
11. Elliott, R. (2013). *Manufacturing Execution System (MES): An Examination of Implementation Strategy: Thesis presented to the Faculty of California Polytechnic State University*. San Luis Obispo: Samozaložba
12. Farmacevtsko podjetje X. (2013). Interni podatki farmacevtskega podjetja X (interno gradivo). Ljubljana: Farmacevtsko podjetje X.
13. *Global Manufacturing Execution System Market 2011–2015*. Najdeno 10. junija 2013 na spletnem naslovu <http://www.researchandmarkets.com/research/r7vhs3/global>
14. *International Society of Automation (ISA)*. Najdeno 20. aprila 2013 na spletnem naslovu www.isa.org
15. Kerzner, H. (2003). *Project Management: A system approach to planning, scheduling and controlling*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
16. Kovačič, A., & Bosilj–Vukšič, V. (2005). *Management poslovnih procesov: Prenova in informatizacija poslovanja s praktičnimi primeri*. Ljubljana: GV Založba.
17. *Manufacturing Enterprise Solutions Association International (MESA)*. Najdeno 26. aprila 2013 na spletnem naslovu <http://mesa.org/en/index.asp>

18. *Manufacturing Execution System Market by Application and Geography*. Najdeno 10. junija 2013 na spletnem naslovu <http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/manufacturing-execution-systems-mes-market-536.html>
19. *Manufacturing Execution System (MES) & Validation*. Najdeno 17. februarja 2014 na spletnem naslovu <http://www.askaboutvalidation.com/548-manufacturing-execution-systems-mes-validation>
20. *MES: Build or Buy?*. Najdeno 14. decembra 2013 na spletnem naslovu http://criticalmanufacturing.com/newsroom/blog/2013/7/MES_Build_or_Buy/?goback=%2Egde_67917_member_255416223
21. MESA. (1997). *MES Explained: A High Level Vision for Executives*. Najdeno 16. aprila 2013 na spletnem naslovu <http://www.mesa.org/knowledge-base/details.php?idL53>
22. *Rockwell Automation*. Najdeno 20 marca 2013 na spletnem naslovu <http://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/production/productioncentre/overview.page>
23. Rondeau, P. J., & Litteral, L. A. (2001). The evolution of manufacturing planning and control systems: From reorder point to enterprise resource planning. *Production and Inventory Management Journal*, 34(2), 1–7.
24. Saenz de Ugarte, B., Artiba, A., & Pellerin, R. (2009). Manufacturing execution system – a literature review. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 20(6), 525–539.
25. Sanghera, P. (2007). *Program Management: Professional Exam: Study guide*. Indiana: Wiley Publishing, Inc.
26. Savic, J. (2013, 8. maj). Drug serialization. *Pharmaceutival compliance monitor*. Najdeno 14. decembra 2013 na spletnem naslovu <http://www.pharmacompliancemonitor.com/drug-serialization/4786/>
27. Schniederjans, M. J., Hamaker, J. L., & Schniederjans, A. M. (2010). *Information Technology Investments: Decision-Making Methodology*. Singapore: Wolrd Scientific Publishing Company.
28. Scholten, B. (2009). *MES Guide for Executives: Why and how to select, implement and mantain a Manufacturing Execution System*. Raleigh, NC: International Society of Automation (ISA).
29. Slawinski, T. (2008). Manufacturing Execution Systems: Yesterday, Today and Tomorrow. *CHEManager Europe*, 7(8), 1–2.
30. Stare, A. (2011). *Projektni management: teorija in praksa*. Ljubljana: Agencija poti.
31. Šuhel, P., Mertik, M., & Tovšak, P. (2009). *Infomcijska tehnologija: Projektno vodenje*. Ljubljana: samozaložba.
32. Taylor, S., Cannon, D., & Wheeldon, D. (2011). *ITIL V3 service operation*. High Wycombe, UK: Apmg Group.
33. Thomas, P. (2010a, 3. Februar). Roche gets to the Core of MES. Najdeno 17. februarja 2014 na spletnem naslovu <http://www.pharmamanufacturing.com/articles/2010/019/>

34. Thomas, P. (2010b, 4. Marec). The Path to Epedigree: Manufacturers Chart Their Course. Najdeno 3. februarja 2014 na spletnem naslovu <http://www.pharmamanufacturing.com/articles/2010/032/>
35. Van Grembergen, W. (2001). *Information technology evaluation methods & management*. Hershey, PA: Idea group publishing.
36. *Vendor Guide for Manufacturing Execution Systems*. Najdeno 10. aprila 2013 na spletnem [naslovu http://my.gartner.com/portal/server.pt?open=512&objID=202&&PageID=5553&mode=2&in_hi_userid=2&cached=true&resId=2126215](http://my.gartner.com/portal/server.pt?open=512&objID=202&&PageID=5553&mode=2&in_hi_userid=2&cached=true&resId=2126215)
37. ZVEI – German Electrical and Electronic Manufacturers Association. (2011). *Manufacturing ExecutionSystems (MES): Industry Specific Requirements and Solutions*. Frankfurt: Berthold Druck GmbH.