

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

IZBOLJŠANJE RAVNI STORITVE NUJNE MEDICINSKE POMOČI Z UPORABO
SIMULACIJE ČAKALNIH VRST

Ljubljana, september 2005

MARKO KRISTL

IZJAVA

Študent Marko Kristl izjavljam, da sem avtor tega magistrskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom doc. dr. Boruta Rusjana in skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovolim objavo magistrskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne 30. septembra 2005.

Podpis:

KAZALO

1	UVOD	1
1.1	PREDSTAVITEV PROBLEMA.....	1
1.1.1	<i>Izhodišča za menedžment (poslovnih) procesov v obravnavani organizaciji</i> ...	1
1.1.2	<i>Odzivanje bolnišnic na spremembe</i>	2
1.1.3	<i>Težave urgence KC Ljubljana</i>	2
1.1.4	<i>Kvantitativne metode kot orodja menedžmenta procesov</i>	3
1.2	NAMEN RAZISKAVE S TEMELJNO HIPOTEZO.....	4
1.3	METODE RAZISKOVANJA.....	4
1.4	STRUKTURA DELA.....	5
2	STRATEŠKI OKVIR MENEDŽMENTA POSLOVNIH PROCESOV	7
2.1	POVEZAVA IZVAJALNE FUNKCIJE V PROCES STRATEŠKEGA PLANIRANJA.....	7
2.1.1	<i>Splošno o koordiniranju posameznih poslovnih funkcij</i>	7
2.1.2	<i>Povezava izvajalne funkcije v strateško planiranje v bolnišnicah</i>	8
2.1.3	<i>Kontroling</i>	9
2.2	POSLOVNI PROCES.....	11
2.2.1	<i>Poslovni proces namesto procesa</i>	11
2.2.2	<i>Razvrstitev poslovnih procesov</i>	12
2.3	MENEDŽMENT POSLOVNIH PROCESOV.....	12
2.3.1	<i>Kaj je menedžment poslovnih procesov?</i>	12
2.3.2	<i>Faze menedžmenta poslovnih procesov</i>	14
2.3.3	<i>Izkušnje organizacij z menedžmentom poslovnih procesov</i>	14
2.4	PRENOVA POSLOVNIH PROCESOV.....	15
2.4.1	<i>Kaj je prenova poslovnih procesov?</i>	15
2.4.2	<i>Faze prenove poslovnih procesov</i>	16
2.4.3	<i>Izkušnje organizacij s prenovo poslovnih procesov</i>	17
2.5	POSLOVNI PROCESI PRI TQM.....	17
2.5.1	<i>Razmerje med menedžmentom celovite kakovosti in rezultati podjetja</i>	17
2.5.2	<i>Vpliv načrtovanja in menedžmenta procesov na kakovost in uspešnost podj.</i> ..	18
2.5.3	<i>Vpliv načrtovanja in menedžmenta procesov na kakovost in uspešnost boln.</i> ..	20
2.6	GLAVNE UGOTOVITVE PO PREGLEDU LITERATURE.....	21
3	MODELIRANJE IN ANALIZA POSLOVNIH PROCESOV	23
3.1	OSNOVNO O MODELIRANJU PROCESOV.....	23
3.2	STRUKTURA PROIZVODNO-STORITVENIH PROCESOV.....	24
3.3	DINAMIKA PROIZVODNO-STORITVENIH PROCESOV.....	25
3.3.1	<i>Little-ov zakon</i>	25
3.3.2	<i>Analiza procesnega časa in zmogljivosti</i>	26
3.3.3	<i>Vzvodi za skrajšanje procesnega časa</i>	27
3.3.4	<i>Vzvodi za povečanje zmogljivosti</i>	27

3.4	MERJENJE PROCESOV	27
3.4.1	<i>Strateški pomen merjenja</i>	27
3.4.2	<i>Ključni kazalci izvajanja procesov</i>	28
3.5	MODELIRANJE PROCESA PO METODOLOGIJI ARIS	29
4	TEORIJA ČAKALNIH VRST	33
4.1	ČAKALNE VRSTE IN POMEN NJIHOVEGA POZNAVANJA	33
4.2	PODROČJE UPORABE MODELA ČAKALNIH VRST	34
4.3	ELEMENTI SISTEMA ČAKALNIH VRST	34
4.3.1	<i>Lastnosti strank</i>	35
4.3.2	<i>Lastnosti strežnikov</i>	36
4.3.3	<i>Konfiguracija sistema</i>	36
4.4	VRSTE MODELOV ČAKALNIH VRST	36
4.5	REZULTATI MODELOV ČAKALNIH VRST	38
5	SIMULACIJA.....	39
5.1	OSNOVNO O SIMULACIJI	39
5.2	TIPSI SIMULACIJSKIH MODELOV	40
5.3	POSTOPEK SIMULACIJSKE ŠTUDIJE.....	41
5.4	VHODNI IN IZHODNI PODATKI SIMULACIJE.....	43
5.5	STATISTIČNI VIDIK SIMULACIJE	43
5.5.1	<i>Ugotavljanje verjetnostne porazdelitve</i>	43
5.5.2	<i>Generiranje slučajnega vzorca</i>	45
5.5.3	<i>Velikost vzorca</i>	46
5.5.4	<i>Ocena rezultatov simulacijskega modela</i>	47
5.6	KALIBRIRANJE SIMULACIJSKEGA MODELA	48
5.6.1	<i>Nagnjenost in točnost modela</i>	48
5.6.2	<i>Rotacija in translacija modela</i>	50
5.6.3	<i>Kalibriranje modela</i>	52
5.7	PREDNOSTI IN SLABOSTI SIMULACIJE.....	52
6	ŠTUDIJA PRIMERA.....	53
6.1	IZHODIŠČE	53
6.2	POSLOVNI PROCESI V BOLNIŠNICI	53
6.3	OPIS PROBLEMA	54
6.4	ZBIRANJE PODATKOV IN IZDELAVA MODELA	56
6.4.1	<i>Podatki iz bolnišnične evidence</i>	56
6.4.2	<i>Snemanje procesov</i>	59
6.4.3	<i>Model procesa</i>	62
6.4.4	<i>Verjetnostne porazdelitve</i>	64
6.5	DOLŽINA IN ŠTEVILO PONOVIŠEV SIMULACIJE	64
6.6	IZVEDBA SIMULACIJE	65
6.7	VALIDACIJA, VERIFIKACIJA IN KALIBRACIJA MODELA	65

6.8	MODEL PRENOVLJENEGA PROCESA	66
6.9	PREDLOG ZA IMPLEMENTACIJO.....	67
6.9.1	<i>Prenova procesa.....</i>	67
6.9.2	<i>Finančni učinki prenove procesa</i>	69
6.9.3	<i>Informacijski sistem.....</i>	72
6.9.4	<i>Sistem kontrolinga.....</i>	72
7	ZAKLJUČEK.....	75
8	LITERATURA	77
9	VIRI IN UPORABLJENA PROGRAMSKA OPREMA	81
9.1	VIRI.....	81
9.2	UPORABLJENI RAČUNALNIŠKI PROGRAMI.....	82
10	SLOVAR IZRAZOV IN OKRAJŠAV	83
11	PRILOGE	84

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

1.1.1 Izhodišča za menedžment (poslovnih) procesov v obravnavani organizaciji

Temeljni namen vsake organizacije je uspešno poslovanje. Uspešnost poslovanja se presoja skozi primerjavo s postavljenimi cilji. Pri tem si najprej postavimo vprašanje, ali delamo prave stvari, zatem pa se sprašujemo, ali delamo (prave) stvari na pravi način. To drugo vprašanje se nanaša na učinkovitost izvajanja posameznih funkcij v organizaciji. Procesi so bili v začetku razumljeni še kot vrsta medsebojnih povezav med aktivnostmi, dogodki, izvajalci aktivnosti ter vloški in izloški neke aktivnosti, do katerih pride na načrtovani ali nenačrtovani način pri izvajanju določene funkcije v organizaciji. Vendar so procesi med sabo povezani in tudi soodvisni, zato je tako zamejeno razumevanje postajalo ovira pri fleksibilnejšem odzivanju na spremembe. Za razliko od procesov, ki se izvajajo na ravni posamezne funkcije, želijo avtorji s pojmom poslovni proces (npr. Armistead in Machin, 1997) poudariti medsebojno prepletenost aktivnosti, ki presegajo funkcionalne meje. Da bi bili zmožni dosegati postavljene strateške cilje, se je torej potrebno ukvarjati tudi z menedžmentom (poslovnih) procesov.

V magistrskem delu obravnavam konkretno organizacijo, to je bolnišnico Klinični center Ljubljana. V tej bolnišnici imajo določeno (www.kclj.si):

- dejavnost: zdravstvena dejavnost na sekundarni in terciarni ravni, izobraževalna dejavnost, podporne dejavnosti,
- poslanstvo: »bolnikom in drugim uporabnikom ponujamo najkakovostnejšo raven zdravstvenih storitev; zaposlenim in študentom dajemo dostop do takih informacij in dela, ki jim omogočajo dopolnjevanje znanja in osebni strokovni razvoj« in
- vizijo: »ostati sodobna zdravstvena ustanova, ki bo po ponudbi in strokovnem znanju na področju medicine enakovredna podobnim ustanovam v razvitem svetu«,

ni pa opredeljena strategija na ravni sestavljenega podjetja (tj. bolnišnice, sestavljene iz klinik) in poslovna strategija, ki naj bi predstavljala izhodišče za določitev funkcionalne strategije in s tem tudi cilje pri menedžmentu poslovnih procesov.

Ugotovimo lahko, da v tem primeru ne gre za organizacijo, ki bi bila vodena po modelu strateškega menedžmenta, pač pa se tukaj strategija gradi tudi od spodaj navzgor, oziroma da gre za organizacijo, kjer bi lahko govorili o modelu porajajoče se strategije, ki jo opisuje procesualna šola oziroma teorija strateškega poslovanja. Za njo je značilno (Whittington, 1993, str. 40):

- strategija ni rezultat formalnega postopka, ampak se poraja v vsakodnevem odzivanju na impulze iz organizacije in okolja (trga),
- cilji organizacije niso povsem jasni,
- usmerjena je na notranjo javnost,
- je rezultat procesa učenja in pogajanj med deležniki organizacije, ki imajo zelo različne interese.

Temu pogledu deloma pritrjuje tudi Pučko, ki v članku sicer razvije klasični model strateškega menedžmenta v zdravstvenem zavodu, vendar ugotavlja, da so zdravstveni zavodi profesionalne birokracije, kjer imajo največji vpliv strokovnjaki, ki opravljajo storitve, in ne menedžment, ter da je vpliv na široko porazdeljen na večje število udeležencev, ki so tudi vključeni v strateško načrtovanje (Pučko, 1995, str. 162). Model strateškega menedžmenta je torej lahko ustrezno izhodišče za menedžment procesov tudi v zdravstvenih organizacijah, kjer se strategija gradi deloma od zgoraj navzdol, deloma pa tudi od spodaj navzgor.

1.1.2 Odzivanje bolnišnic na spremembe

Strategija oziroma njena sprememba je odgovor organizacije na spremembe v notranjem in zunanjem okolju organizacije. Značilnosti današnjega časa so pospešene družbene, ekonomske, tehnološke, politične in kulturne spremembe. Hitre spremembe se dogajajo tudi v zdravstvenih organizacijah. Spreminjajo se financiranje, organizacija, kultura, menedžment, tehnologija organizacije, bistveno pa se spreminja tudi zunanje okolje bolnišnic. Predvsem je tu hiter napredek tehnologije, spreminjajoča se demografska slika prebivalstva (kar se odraža na obsegu in strukturi povpraševanja) ter pričakovanja financierjev po učinkovitejšem zdravljenju.

Vse te spremembe silijo bolnišnice, da se vedno bolj obnašajo kot podjetja, ki zadovoljujejo potrebe svojih strank. Odzivi bolnišnic na izzive okolja so bili v glavnem dveh vrst: nekatere bolnišnice so se oprijele menedžmenta celovite kakovosti (TQM), medtem ko so v drugih bili mnenja, da so potrebne korenitejše spremembe, zaradi česar so se lotevali projektov prenove poslovnih procesov (Coulson-Thomas, 1997, str. 118). Zdi se, da spadajo slovenske bolnišnice bolj v prvo skupino. To potrjuje članek avtorice Ritonje, ki se ukvarja z organizacijskim vidikom uvajanja menedžmenta, vendar v njem prepoznamo utemeljevanje potrebe po uvedbi sistema menedžmenta kakovosti v slovenskih bolnišnicah. Veliko raziskovalcev je že ugotovilo, da se glede prijemov menedžmenta kakovosti zdravstvo bistveno ne razlikuje od drugih sektorjev. Tudi tukaj si teoretiki in praktiki postavljajo vprašanja o tem, kako sistematično pridobivati informacije o uspešnosti zdravljenja in katera so tista orodja, ki omogočajo izboljševanje dosežene kakovosti. Ravno tako kot v drugih storitvenih in proizvodnih panogah je govora o osredotočenosti na bolnika, uvajanju timskega dela, merjenju poteka in izida zdravljenja, sistematičnem izboljševanju kakovosti, sistemskem pogledu, razvoju človeških virov in podobno (Ritonja, 2001, str. 9). Vendar pa je v nekaterih primerih potrebna tudi korenitejša in takojšnja posodobitev procesov. Enega od takih primerov obravnavam v magistrskem delu, in sicer je to zagotavljanje bolnišnične nujne medicinske pomoči v Kliničnem centru Ljubljana.

1.1.3 Težave urgence KC Ljubljana

V Pravilniku o službi nujne medicinske pomoči je nujna medicinska pomoč opredeljena kot izvajanje nujnih ukrepov zdravnika in njegove ekipe pri osebi, ki je zaradi bolezni ali poškodbe neposredno življenjsko ogrožena oziroma pri kateri bi glede na bolezenske znake v kratkem času lahko prišlo do takšne ogroženosti. Nujno medicinsko pomoč izvaja služba nujne medicinske pomoči; kadar jo izvaja bolnišnica, je to bolnišnična urgentna služba (»urgenca«).

V KC Ljubljana se je v zvezi z izvajanjem bolnišnične urgence v zadnjih letih nakopičilo kar nekaj težav, ki še niso kritične, vendar grozijo, da bodo to postale, če ne bo relativno hitrega ukrepanja. Glavni problemi so povzeti po preinvesticijski zasnovi za projekt prenove urgence KC Ljubljana (Prenova urgence KC Ljubljana, preinvesticijska zasnova, 2004) in so naslednji:

1. Zmogljivosti Urgence KC Ljubljana, ki je bila postavljena na obstoječi lokaciji pred 30 leti, ne ustrezajo več današnjemu obsegu in vrsti povpraševanja.
2. Napoved povpraševanja kaže na rast povpraševanja tudi v prihodnosti.
3. Relativno visoka smrtnost življenjsko ogroženih pacientov, ki je povezana s časom oskrbe poškodbe, organizacijo dela ter s hitro in kakovostno diagnostiko.
4. Sedanja organizacija dela po zaporednem ambulantnem principu terja od bolnika, da se pomika skozi posamezne faze postopka, pri čemer lahko pride do napak pri prenosih informacij o pacientu.
5. Dolgi pretočni časi za paciente na Urgenci, ki so relativno najdaljši pri lahko poškodovanih pacientih, kjer čakanje obsega kar 85 % časa.
6. Iztrošenost opreme.
7. Urgentni blok KC je danes razdeljen na več, organizacijsko in strokovno povsem ločenih urgentnih oddelkov.

1.1.4 Kvantitativne metode kot orodja menedžmenta procesov

Kvantitativne metode so orodja, s katerimi si pomagamo pri reševanju specifičnih problemov načrtovanja, izvedbe, izboljševanja in prenov poslovnih procesov. V grobem jih lahko razdelimo v naslednje skupine (Lapin, Whisler, 2002, str. 6):

- odločanje in načrtovanje v pogojih negotovosti,
- alokacija resursov,
- problemi distribucije, določanje poti in programa dela (angl. scheduling),
- menedžment zalog,
- čakalne vrste in simulacija.

Za reševanje problema, ki ga obravnavam v magistrskem delu, so primerne metode iz zadnje skupine; temelj za njihovo uporabo pa je postavitve modela procesa, to je opis strukture, lastnosti in obnašanja procesa v obratovanju. Zaradi tega je potrebno obravnavati tudi modeliranje in analizo poslovnih procesov. Te metode so v literaturi podrobno obdelane in izvedene z matematičnimi metodami. Vendar v magistrskem delu ni poglobljenega in obširnega prikaza kvantitativnih metod, temveč predvsem prikaz temeljnih lastnosti teh metod ter možnosti za njihovo uporabo pri odločanju. Od menedžerja se namreč ne pričakuje, da bo poznal vse teoretične podrobnosti o metodah, ki se uporabljajo, vendar je nujno, da menedžer zna postaviti prava vprašanja in najti način, kako bo s pomočjo svoje analitične službe ali zunanjih svetovalcev ta problem definiral in ga rešil.

1.2 NAMEN RAZISKAVE S TEMELJNO HIPOTEZO

V predhodnem poglavju je zajetih kar nekaj menedžerskih problemov, ki jih je potrebno razrešiti na različnih ravneh organizacije, od strateške do operativne. V magistrskem delu želim odgovoriti na vprašanje, kako bi bilo moč v okviru dane strategije bolnišnice izboljšati raven storitve za tisto skupino pacientov urgence (ali kupcev storitev urgentne medicine), ki je po obsegu največja, hkrati pa je raven storitve, izražena s pretočnim časom, najnižja. Od časov obravnave je odvisno zadovoljstvo pacientov, to pa je eden od bistvenih elementov za dolgoročni obstoj in razvoj organizacije.

Namen magistrskega dela je izboljšanje ravni storitve za paciente z lahкими poškodbami v KC Ljubljana z uporabo nekaterih orodij iz nabora kvantitativnih metod, ki se uporabljajo v vseh fazah življenjskega cikla procesov, od zasnove procesa, njegove implementacije, spremljanja izvajanja do preoblikovanja in opustitve oziroma nadomestitve, s ciljem doseganja oziroma vzdrževanja konkurenčne zmožnosti organizacije, ki izhaja iz menedžmenta procesov.

Temeljna hipoteza magistrskega dela je, da je mogoče z uporabo kvantitativnih metod povečati konkurenčno zmožnost organizacije oziroma jo ohranjati v nenehno spreminjajočem se okolju. Sama uporaba kvantitativnih metod še ne pomeni prednosti, vendar lahko predstavljajo te metode za menedžment podjetja močno orodje pri nenehnem izboljševanju oziroma prenovi poslovanja. Lahko so dopolnilo za intuitivno podjetniško razmišljanje in iskanje konkurenčnih prednosti, saj lahko te ideje s pomočjo teh metod preverimo na računalniku, ne pa v živo, na trgu.

Namen magistrskega dela se dosega z naslednjimi **cilji**:

1. umestitev menedžmenta in prenove procesov v strateški okvir menedžmenta organizacije kot celote;
2. modeliranje oziroma načrtovanje poslovnih procesov, ki so po svoji naravi sistemi čakalnih vrst;
3. simuliranje obstoječih in prenovljenih poslovnih procesov;
4. izdelava predloga za implementacijo spremenjenega poslovnega procesa, ki zajema poleg prenove procesa tudi predlog potrebne informacijske infrastrukture ter predlog sistema kontrolinga kot metode spremljanja izvajanja poslovnih procesov ter njihove učinkovitosti in uspešnosti.

1.3 METODE RAZISKOVANJA

V magistrskem delu so uporabljene naslednje metode: metoda preučevanja literature, metoda modeliranja, matematične metode, statistične metode, metoda snemanja procesov.

Teoretična osnova magistrskega dela je postavljena z metodo preučevanja literature s področja menedžmenta procesov in vpetosti menedžmenta procesov v proces menedžmenta podjetja kot celote.

Metoda modeliranja je uporabljena pri prikazu in uporabi tehnik modeliranja poslovnih procesov. Model predstavlja konstrukt, ki je zgrajen v skladu z določenimi pravili. Je

poenostavljena slika resničnosti, ki omogoča analizo in raziskovanje brez eksperimentiranja v naravi.

Pri čakalnih vrstah in simulaciji poslovnih procesov je uporabljena skupina matematičnih metod. Pri teoretični razlagi je uporabljena teorija čakalnih vrst, pri opredelitvi in izvedbi simulacij poslovnih procesov pa je uporabljena metoda simuliranja dogodkov v sistemu čakalnih vrst. Pri opredelitvi in analizi simulacijskega modela so uporabljene tudi statistične metode za vzorce.

Metoda snemanja je uporabljena pri izdelavi modela procesa, ki je analiziran v okviru študije primera. Z njo so ugotovljene aktivnosti, njihove povezave in atributi za sedaj obstoječi poslovni proces, ki ga analiziram in poizkušam izboljšati njegove učinke.

1.4 STRUKTURA DELA

Celotno delo je razdeljeno na sedem vsebinskih delov, ki so prikazani na sliki 1.

Prvo poglavje je uvod, v katerem so opredeljeni problem, hipoteza, namen, cilji in metode dela.

V drugem poglavju je predstavljen strateški okvir menedžmenta procesov oziroma vpetost menedžmenta procesov v proces menedžmenta podjetja kot celote. Nadalje so predvsem na podlagi opravljenih empiričnih raziskav obravnavane najpomembnejše značilnosti treh menedžerskih pristopov, ki izrecno govorijo o poslovnih procesih, to so menedžment oziroma prenova poslovnih procesov ter zagotavljanje celovite kakovosti poslovanja.

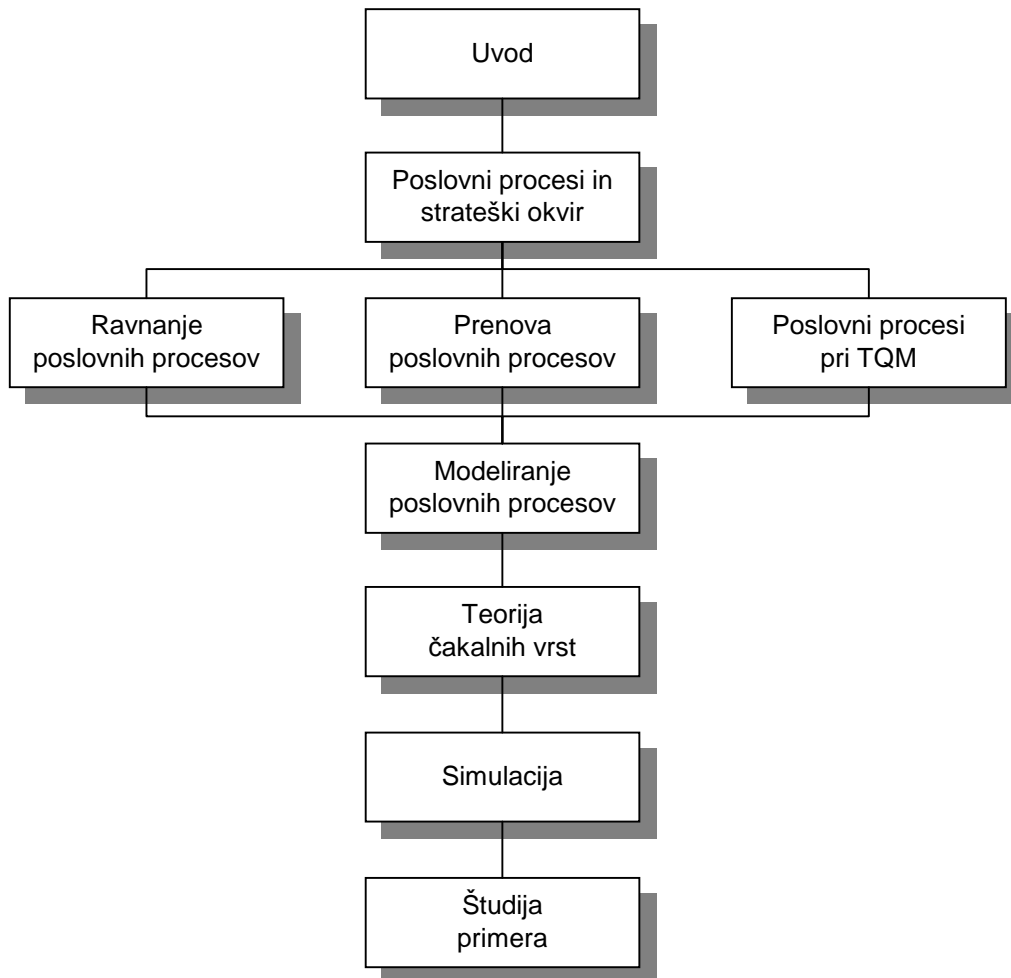
V tretjem poglavju je prikazano modeliranje in analiziranje procesov. Procesni so obravnavani s statičnega (strukturnega) in dinamičnega (tokovnega) vidika. Obravnavan je tudi pomen in ključni kazalci merjenja oziroma nadzora izvajanja poslovnih procesov.

V četrtem poglavju je predstavljena teorija čakalnih vrst in pomen njenega poznavanja. Kljub temu, da je praktična uporabnost te teorije omejena, pa daje izjemno pomemben vsebinski vpogled v probleme sistemov čakalnih vrst, kar omogoča njihovo razumevanje in reševanje tovrstnih problemov z drugimi metodami, predvsem simulacijo.

V petem poglavju je obravnavana simulacija, ki je dandanes ena najpogosteje uporabljenih metod pri načrtovanju izvajalne in drugih funkcij v organizacijah. Predstavljeni so tipi simulacijskih modelov, postopek simulacijske študije ter vhodi in izhodi iz simulacijskega modela.

V šestem poglavju je prikazan primer prenove konkretnega poslovnega procesa v bolnišnici. Najprej je opredeljen strateški okvir prenove poslovnega procesa ter procesi, ki so predmet prenove. Temu sledi izvedba postopka simulacijske študije, ki obsega opis problema, zbiranje podatkov in izdelavo modela, njegovo validacijo, verifikacijo in kalibracijo, izvedbo simulacije obstoječega ter prenovljenega procesa in analizo rezultatov. Na koncu poglavja so podani predlogi za implementacijo, ki zajemajo prenavo procesa, informacijski sistem in sistem kontrolinga.

Slika 1: Sestava magistrskega dela



Sedmo poglavje zajema zaključke s predlogi za uporabo metod v praksi. Na koncu so dodani še pregled uporabljene literature, virov in programske opreme, slovar uporabljenih izrazov in okrajšav ter priloge.

2 STRATEŠKI OKVIR MENEDŽMENTA POSLOVNIH PROCESOV

V tem poglavju je predstavljena problematika menedžmenta in prenavljanja procesov ter vpetost menedžmenta procesov v proces menedžmenta podjetja kot celote. Ta problematika je prikazana v glavnem skozi opravljene empirične raziskave, s katerimi se ugotavljajo glavni elementi in značilnosti menedžmenta ter prenove poslovnih procesov. Namen tega pregleda je ugotoviti mesto in pomen menedžmenta procesov s pomočjo kvantitativnih metod, ki so predmet tega magistrskega dela.

Ker bodo v nadaljevanju obravnavane metode uporabljene na primeru prenove in menedžmenta poslovnega procesa v bolnišnici, je na kratko predstavljenih tudi nekaj raziskav iz zdravstvenih organizacij. Te se z vidika metodološke obravnave v ničemer bistveno ne razlikujejo od ostalih zasebnih oziroma javnih organizacij, razlika pa je seveda na ravni konkretnega procesa, to je njegovega predmeta, načrta, merjenja in podobno.

2.1 POVEZAVA IZVAJALNE FUNKCIJE V PROCES STRATEŠKEGA PLANIRANJA

2.1.1 Splošno o koordiniranju posameznih poslovnih funkcij

Kot okvir menedžmenta poslovnih procesov bo uporabljena teorija oziroma model strateškega menedžmenta. Ta predpostavlja, da je strategija rezultat strateškega planiranja, ki ga vodi in koordinira najvišje poslovodstvo organizacije in ki določa smer in način delovanja v organizaciji (Hill, Jones, 1998, str. 4). Vendar obstajajo v praksi tudi organizacije, ki ne uporabljajo pristopa strateškega planiranja. Pri teh organizacijah strategija ne nastaja v planskem procesu, ampak se pojavlja skozi njen menedžment. Ne glede na to pa predstavlja model strateškega planiranja koristno izhodišče za umestitev menedžmenta posameznih funkcij oziroma procesov v okvir celovitega menedžmenta neke organizacije.

Proces strateškega planiranja predvideva naslednje faze procesa (Rusjan, 2001, str. 12):

1. strategija sestavljenega podjetja, s katero se organizacija odloča o tem, na katerih področjih bo delovala, kako bo pridobivala potrebne finančne vire in v katera področja jih bo vlagala;
2. poslovna strategija, s katero se organizacija odloča o tem, katere proizvode bo proizvajala, na katerih trgih bo konkurirala in na kakšen način bo dosegala konkurenčno prednost;
3. strategije posameznih poslovnih funkcij v organizaciji (npr. trženje, proizvodnja, nabava, človeški viri, finance itd.), s katerimi se določa, kako bo posamezna funkcija prispevala k doseganju postavljenih ciljev; v primeru proizvodne funkcije gre za odločitve organizacije o virih in strukturi procesov, s katerimi naj bi zagotavljali določene konkurenčne zmožnosti.

Menedžment (poslovnih) procesov je torej tema, ki se nanaša na tretjo raven zgoraj opisanega strateškega okvirja. Procesi so bili v začetku razumljeni še kot vrsta medsebojnih povezav med:

- aktivnostmi,
- dogodki, ki so prožilec oziroma rezultat neke aktivnosti,
- izvajalci aktivnosti (ljudje, oprema),
- vložki in izložki neke aktivnosti (materiali, energija, informacije),

do katerih pride na načrtovani ali nenačrtovani način pri izvajanju določene funkcije v organizaciji. V tem primeru še ne govorimo o poslovnih procesih, saj gre za proces, ki se odvija znotraj ene funkcije v podjetju.

Podoben koncept postavljajo tudi avtorji, ki gledajo na podjetje s sistemskega vidika. S sistemskega vidika je podjetje del večjega družbenega oziroma ekonomskega sistema (Vonderembse, White, 1996, str. 21). Vendar je tudi podjetje sestavljeno iz podsistemov, ki opravljajo določene funkcije, npr. trženje, finance, človeški viri, proizvodnja. V podjetju se posamezne funkcije povezujejo z določanjem skupnih organizacijskih ciljev ter z njihovo komunikacijo. Ti cilji so del strategije organizacije, ki je sestavljena iz ciljev in metod za njihovo implementacijo. Te metode imenuje ključne politike. S strategijo, ki vključuje cilje in ključne politike, pride do vzpostavitve ključnih poslovnih (organizacijskih) procesov, ki jih podjetje uporablja, da bi zadovoljilo potrebe kupcev. Poslovni proces je nabor aktivnosti ali nalog, ki ustvarajo vrednost za kupca. Poslovni proces vključuje več funkcij, njegov rezultat pa naj bi bil zaželen s strani kupca. Avtor tako meni, da se že s tem, da posamezne funkcije zasledujejo medsebojno usklajene cilje, izvajalni procesi v posameznih funkcijah povezujejo v poslovni proces.

Procesno lahko obravnavamo vse poslovne funkcije v podjetju. O procesu lahko govorimo takrat, ko gre za proizvodnjo ali za izvedbo storitve (proizvodna funkcija), za obračun plač (kadrovska funkcija), za izstavljanje računov (finančna funkcija), iskanje in naročanje materiala (nabavna funkcija), vzdrževanje logistične mreže s kupci (prodajna funkcija). S procesi se torej srečujemo vsakodnevno pri vsaki funkciji. Še več: ti procesi so med sabo povezani in med njimi prihaja do medsebojnih vplivov. Dodatno pa avtorji ugotavljajo, da je postal menedžment proizvodnje multidisciplinarna veda, ki obravnava kompleksne povezave med strankami, zaposlenimi, sistemi in proizvodi. Zaradi tega so pri menedžmentu proizvodnje potrebna znanja ekonomike, organizacije, trženja, psihologije, strateškega menedžmenta, informacijskih sistemov, operacijskih raziskav in psihologije (Hill, 2002, str. 199).

2.1.2 Povezava izvajalne funkcije v strateško planiranje v bolnišnicah

Zdravstvo je pod precejšnjim pritiskom zmanjševanja stroškov in izboljševanja kakovosti storitev. Raziskovalci ugotavljajo, da pri bolnišnicah ni prave povezave med strateškim planom in menedžmentom proizvodnje (Butler, Ledong, Everett, 1996, str. 137). Večina člankov je bila omejena na probleme izvajanja postopkov zdravljenja, nadzora stroškov in planiranja kapacitet oziroma osebja.

Raziskovalci Butler, Ledong in Everett so ugotovili, da se je v bolnišnicah oblikoval integrirani strateški model, ki vključuje poslovne in funkcionalne strategije (Butler,

Ledong, Everett, 1996, str. 138). Izvajanje teh strategij ima vpliv na učinkovitost in uspešnost bolnišnice, ki se kaže v produktivnosti, stroškovni učinkovitosti (ekonomičnosti), klinični kakovosti zdravljenja, obnašanju zaposlenih in v finančnih rezultatih. To so merljive kategorije, ki podajajo povratno informacijo o uspešnosti menedžmenta bolnišnice.

Iz takšne postavitve izhajajo naslednje implikacije za menedžment (Butler, Ledong, Everett, 1996, str. 153):

- nujnost vzpostavitve menedžmenta izvajalne funkcije v bolnišnicah in njena uskladitev s poslovno strategijo bolnišnice;
- vzpostavitev ustrezne informacijske infrastrukture, ki omogoča merjenje procesov in njihovih rezultatov, s čimer se ustvarjajo povratne informacije za menedžment;
- dejanska vključitev zaposlenih v sistem zagotavljanja kakovosti (raziskovalci so opazili precejšnjo skepso predvsem pri zdravnikih);
- vključitev zaposlenih pomeni večji poudarek voditeljstvu vrhovnega menedžmenta, zavezanosti politiki kakovosti in ustreznemu usposabljanju zaposlenih.

Na ravni določanja poslovne strategije se bolnišnica odloča, katere storitve in s kakšno tržno strategijo jih bo ponujala. Na ravni funkcijskih strategij nas posebej zanima izvajalna funkcija, katere strategija pa mora biti usklajena z drugimi funkcijami, predvsem tržno, finančno in kadrovsko.

2.1.3 Kontroling

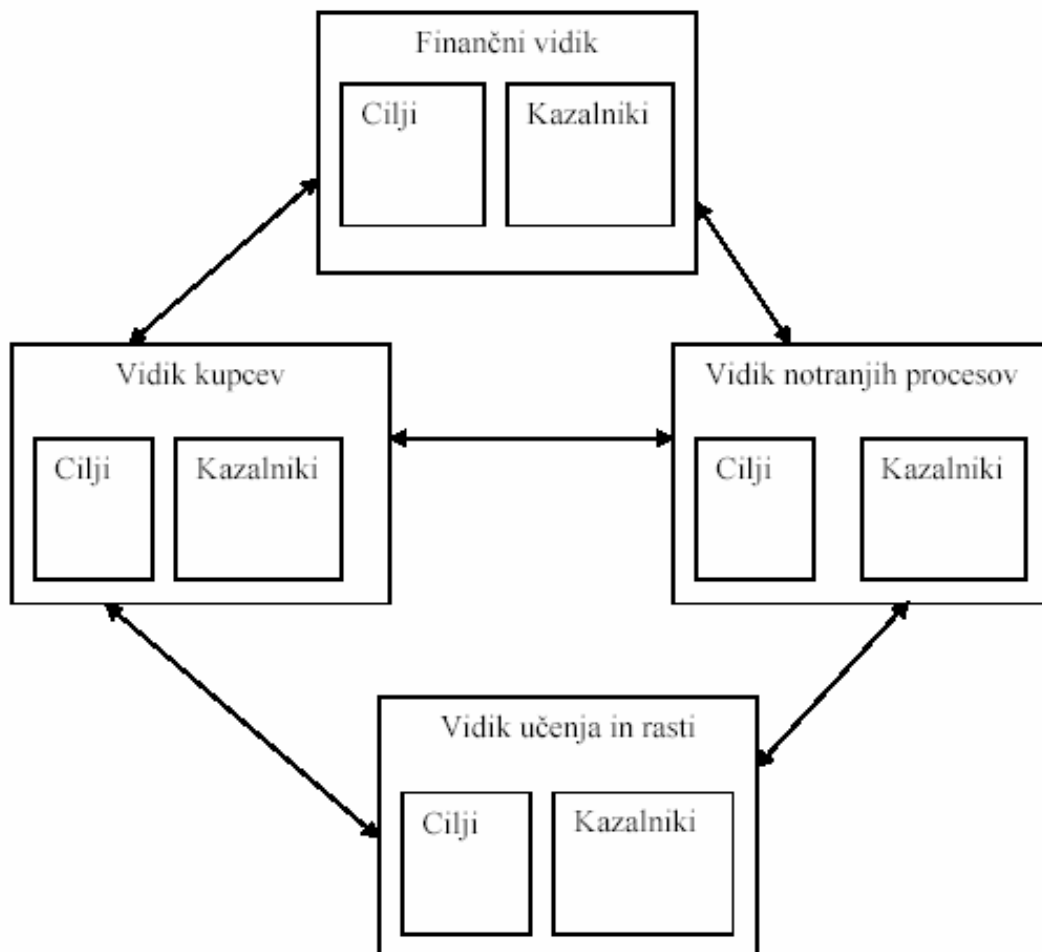
Pojmovanje kontrolinga je danes dvojno. Za ožje pojmovani kontroling se je uveljavilo poimenovanje operativni kontroling. Njegova temeljna naloga je zagotavljanje strokovne podpore poslovodstvu, nadzoru in izboljševanju učinkovitosti poslovanja (Melavc, Novak, 2002, str. 29). Za širše pojmovani kontroling pa se je uveljavilo poimenovanje strateški kontroling, ki je usmerjen k doseganju dolgoročne uspešnosti podjetja, to je h graditvi dejavnikov prihodnjega uspeha podjetja (Osmanagić Bedenik, 1998, str. 41–42).

Pregled metod kontrolinga je v: Bergant (2004). Od metod kontrolinga se za bolnišnico in kulturo organizacije, ki v njej vlada, zdi najprimernejši uravnoteženi sistem kazalnikov, prikazan na sliki 2, s katerimi merimo doseganje ciljev po posameznih vidikih poslovanja. Vidiki poslovanja, ki so zajeti, pa so naslednji:

- finančni vidik,
- vidik pacientov (kupcev),
- vidik notranjih procesov in
- vidik učenja in rasti.

Ti vidiki so pri menedžmentu bolnišnice tesno povezani. Finančni uspeh bolnišnice je primarno odvisen od učinkovitosti procesov v bolnišnici. Vendar bi lahko v razmerah omejene konkurenčnosti med bolnišnicami prihajalo do zniževanja stroškov na račun kakovosti storitev (npr. predčasno odpuščanje bolnikov zaradi skrajševanja ležalne dobe), kar se izkazuje v večjem deležu komplikacij in slabšem izidu zdravljenja. Zato je potrebno spremljati tudi vidik pacientov.

Slika 2: Uravnoveženi sistem kazalnikov



Vir: Kaplan, Norton, 1992, str. 72.

Na dolgi rok zadovoljni pacienti pomenijo zaupanje bolnišnici in njeno finančno preživetje, po drugi strani pa je potrebno tudi ugotoviti, katera je tista raven storitve, ki je pacienti niso pripravljeni plačati, kar omogoča nižanje stroškov in izboljšanje finančnega rezultata ter poenostavljenje procesov.

S tem, ko se organizacija začne aktivno ukvarjati z vprašanji potreb pacientov in strukturiranja notranjih procesov, se pojavlja proces učenja, s katerim zaposleni v organizaciji lahko izboljšajo učinkovitost in uspešnost zdravljenja. To pa na dolgi rok zagotavlja preživetje in razvoj organizacije v ekonomskem okolju.

Zgoraj prikazani koncept predstavlja teoretični model, ki pa ga mora vsaka organizacija sebi ustrezno prilagoditi. To pomeni predvsem, da morajo biti kazalniki, s katerimi merimo uspešnost organizacije, takšni, da dobro odražajo doseganje strategije organizacije (Leahy, 2005, str. 1). Ker se ta s časom spreminja, je potrebno spreminjati tudi sistem kazalnikov. V življenjskem ciklu podjetja so v različnih fazah za uspeh ključni različni dejavniki. V začetnih fazah, ko podjetje še razvija proizvod, ki ga ponuja trgu, je potrebno dati večji poudarek ljudem, učenju in rasti, v poznejših, bolj zrelih fazah pa kakovosti in zadovoljstvu uporabnikov (Leahy, 2005, str. 2).

2.2 POSLOVNI PROCES

2.2.1 Poslovni proces namesto procesa

Po letu 1990 so postali poslovni procesi in njihovo oblikovanje pomembni v vseh panogah. Sposobnost prilagajanja na učinkovit in čimbolj fleksibilen način je postala eden od kritičnih faktorjev uspeha podjetij (Desel, Erwin, 2000, str. 129). V teoriji in praksi je prišlo do spoznanja, da je potrebno pristop, ki predvideva optimizacijo izvajalskih procesov znotraj ene funkcije ter medsebojno usklajevanje funkcij na ravni poslovne strategije, razširiti.

Za razliko od procesov, ki se izvajajo na ravni posamezne (z drugimi usklajene) funkcije, gre pri poslovnem procesu za vrsto medsebojno prepletenih aktivnosti, ki presegajo funkcionalne meje (Armistead, Machin, 1997, str. 886). Eden od izzivov, pred katerimi dandanes stojijo organizacije, je tako integracija internih funkcij kot tudi celotne oskrbne verige (angl. supply chain management). Pomanjkljiva integracija vodi do tega, da proces, ki se dejansko odvija v večih funkcionalnih enotah, ne daje takšnih (finančnih) rezultatov, kot bi jih lahko (Pagell, 2004, str. 459). Kupci se namreč ne ukvarjajo s tem, zakaj določenega proizvoda ni mogoče dobiti v želenem roku, dimenzijah, kakovosti in podobno. Razlogi za razširitev procesnega pogleda na organizacijo so predvsem v tem, da omogoča večjo fleksibilnost organizacije pri spreminjanju se zunanjih zahtevah, posredno pa omogoča:

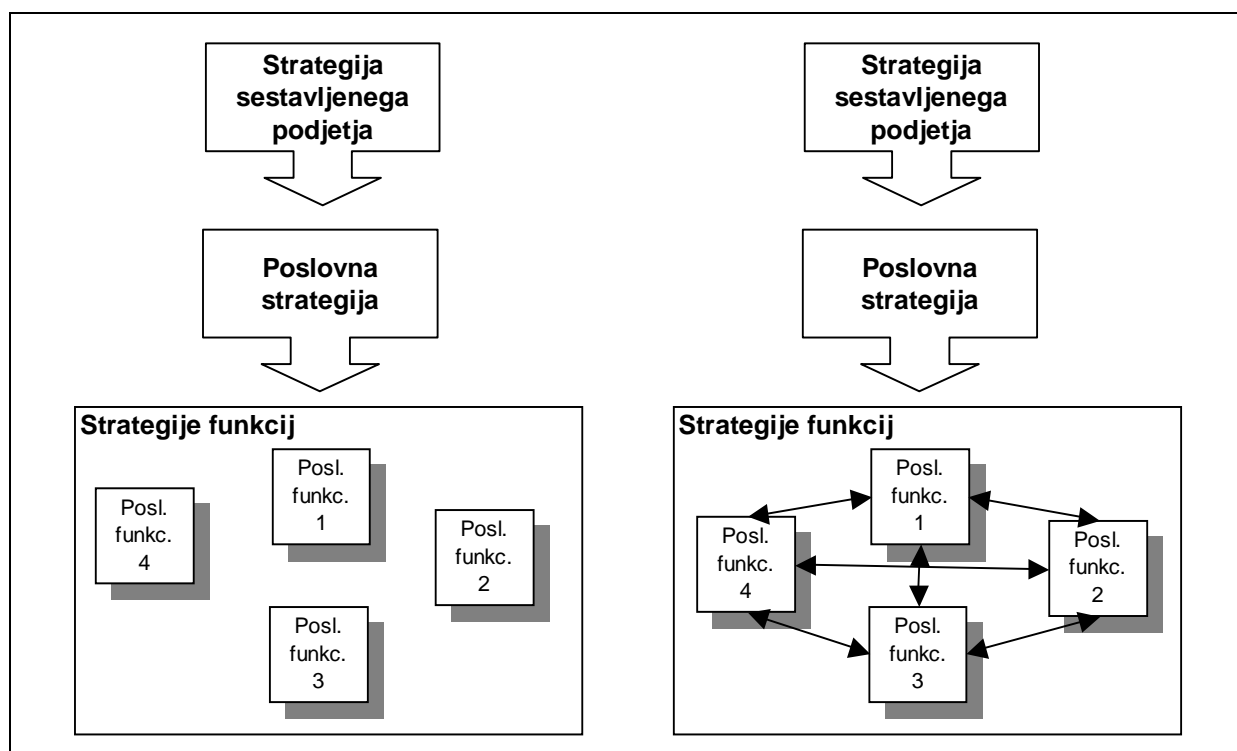
- večjo hitrost pri trženju novih proizvodov in storitev,
- zniževanje stroškov,
- večjo zanesljivost dobav,
- kakovost proizvodov,

kar so vse dejavniki zmožnosti organizacije, da tekmuje v konkurenčni tekmi.

Shematski prikaz razlike med strategijami menedžmenta procesov in strategijami menedžmenta poslovnih procesov je na sliki 3.

S slike je razvidno, da pristop poslovnih procesov terja tudi pomembne organizacijske spremembe, saj predvideva, da odločanje in koordinacija potekata ne le vertikalno, ampak tudi horizontalno. Tovrstne organizacijske spremembe oziroma prilagoditve so delegiranje pristojnosti, usposabljanje zaposlenih, prilagoditev organizacijske strukture in podobno. Podrobneje v poglavju o menedžmentu poslovnih procesov.

Slika 3: Menedžment procesov in menedžment poslovnih procesov



2.2.2 Razvrstitev poslovnih procesov

V literaturi se najde vrsta razvrstitev procesov, ena bolj uporabnih pa je tista, ki razdeli procese na (Armistead, Machin, 1997, str. 893):

- operativne (izvajalske) procese, v katerih nastaja proizvod ali storitev,
- podporne procese, ki podpirajo operativne procese (npr. človeški viri, računovodstvo),
- usmerjevalne (angl. direction-setting) procese, s katerimi se oblikuje strategija organizacije, njeni trgi in alokacija virov,
- menedžerski proces, ki je nadrejen ostalim kategorijam procesov; njegova vsebina je predvsem odločanje in komuniciranje.

Ta delitev, kot tudi katerakoli druga, ne ustreza vsem organizacijam, vendar je dovolj uporabna z vidika preučevanja menedžmenta poslovnih procesov.

2.3 MENEŽMENT POSLOVNIH PROCESOV

2.3.1 Kaj je menedžment poslovnih procesov?

Odgovor na vprašanje, kaj je to menedžment poslovnih procesov, ni vedno jasen (Armistead, Machin, 1997, str. 887). Organizacije za svoj sistem menedžmenta poslovnih procesov uporabljajo različna poimenovanja (Pritchard, Armistead, 1999, str. 23–31): menedžerski model (angl. management model), model verige vrednosti (angl. value chain model), popolna transakcija (angl. perfect transaction), veriga osrednje

vrednosti (angl. core value chain) ipd. Vsem pa je skupno to, da gre za celovit (holistični) pristop, ki presega razumevanje menedžmenta poslovnih procesov kot nabora orodij in tehnik za (enkratno) izboljšanje oziroma prenovo procesa.

Armistead in Machin sta v svoji raziskavi (Armistead, Machin, 1997, str. 888–892) ugotavljala, kaj za podjetja pomeni menedžment poslovnih procesov. Ugotovila sta, da ta koncept zajema:

1. Koordinacija organizacije. Koncept poslovnega procesa zajema vse dogodke in akterje od vhodnega vložka do izhoda, kar se odraža tudi v načinu koordinacije organizacije. Koncept poslovnega procesa začne predstavljati vmesni člen med vrhom organizacije in nižjimi izvedbenimi ravni, saj imajo lahko procesi več ravni.
2. Opredelitev procesa. Običajno se proces ponazarja z diagramom poteka. Vendar je glavna korist tako opredeljenega procesa predvsem v širšem razumevanju procesa. Tako se tudi pri iskanju potencialnih rešitev lahko odmaknemo od iskanja (kratkoročnih) rešitev za izvajanje posameznih aktivnosti v procesu in si začnemo postavljati vprašanja dolgoročnejšega značaja, npr. kakšne bodo bodoče zahteve do procesov v podjetju in kako bo potrebno te procese prilagoditi. Raziskava je tudi pokazala, da podjetja iščejo bolj celovite metodologije, kot je zgolj diagram poteka, in da se ukvarjajo tudi z vprašanjem procesa menedžmenta procesov.
3. Strukturiranje organizacije. V literaturi je bilo napovedano, da bo zaradi uvajanja koncepta poslovnih procesov organizacija podjetij v prihodnosti sledila temu razvoju tako, da bodo posamezne organizacijske enote izvajale posamezne poslovne procese. Vendar so bile potrebne prilagoditve v praksi manj radikalne, saj je šlo v glavnem le za prilagoditve obstoječe funkcionalne organizacije. Razlog za to je bil, da organizacije s postavljanjem novih organizacijskih struktur niso želele prekiniti neformalnih osebnih povezav v podjetjih, ki uspešno delujejo. Poslovni procesi so tako postali okvir, znotraj katerega se vzpostavi medsebojno razumevanje in skupni pristop v celi organizaciji.
4. Skladnost s kulturo podjetja. Kultura podjetja je dokaj neoprijemljiv pojem, ki opisuje vrednote in način delovanja v podjetju. Pri uvajanju prenove poslovnih procesov se je večkrat izkazalo, da kultura v podjetju lahko prepreči uspeh projekta. Vendar pa menedžment poslovnih procesov v podjetjih, v katerih so se odločili za TQM, ki zajema stalno izboljševanje, pomeni naravno nadaljevanje tega koncepta, s katerim se povsem sklada.
5. Izboljšave z menedžmentom poslovnih procesov. Raziskava je pokazala, da se v podjetjih, kjer imajo uveden menedžment poslovnih procesov, izboljšave procesov izvajajo manj v obliki projektov prenove poslovnih procesov in bolj kot stalne izboljšave. Pa tudi v podjetjih, v katerih so imeli projekte prenove poslovnih procesov (reinženiring poslovnih procesov), so le-te imenovali manj radikalno, npr. kot poenostavljanje procesov ali izboljšanje procesov.
6. Merjenje in menedžment poslovnih procesov. Merjenje je ključno za menedžment poslovnih procesov. Brez merjenja procesa le-tega ni mogoče uravnati. Pri tem je potrebno najti ravnovesje med meritvami procesov na nižji ravni in merjenjem zadovoljstva uporabnikov ter njihove lojalnosti. Če merimo samo zadovoljstvo uporabnikov, ni povsem jasno, iz česa izhaja večje ali manjše zadovoljstvo, po drugi strani pa vodi preveč mer procesov v preštevilne in drage meritve odvijanja procesov. V članku je tudi ugotovljeno, da vsako podjetje po svoje oblikuje merjenje procesov in da ni enotnega recepta, kaj in kako meriti.

2.3.2 Faze menedžmenta poslovnih procesov

Iz prakse podjetij, ki uporabljajo pristop menedžmenta poslovnih procesov, je mogoče izluščiti faze menedžmenta poslovnih procesov (Lee, Dale, 1998, str. 217):

1. inventarizacija obstoječih procesov,
2. identifikacija ključnih procesov,
3. določitev lastnikov procesov, ki imajo odgovornost mapiranja procesa, dokumentiranja procesa, določitev pod-procesov, ugotovitev problemov in določitev izboljšav procesa;
4. spremljanje učinkovitosti oziroma uspešnosti procesa (merjenje),
5. ocena rezultatov merjenja,
6. iskanje izboljšav.

S tem se realizira Demingov *načrtuj-izvedi-preverjaj-ukrepaj* cikel. Uvedba menedžmenta poslovnih procesov ima seveda vse značilnosti projekta. Ker gre za uvajanje novega pristopa, se pojavljajo težave. Pri organizacijah, ki so šele začele z uvajanjem tega pristopa, je glavna težava pomanjkljivo razumevanje koncepta menedžmenta poslovnih procesov. Pri organizacijah, kjer pa je menedžment poslovnih procesov že napredoval, pa ugotavljajo nekonsistentnost pristopa v posameznih delih organizacije ter nejasnosti pri razločevanju funkcij in procesov (Pritchard, Armistead, 1999, str. 16).

2.3.3 Izkušnje organizacij z menedžmentom poslovnih procesov

Menedžment poslovnih procesov v evropskih podjetjih sta raziskovala Pritchard in Armistead (Pritchard, Armistead, 1999). V raziskavo so bili vključeni menedžerji podjetij, vključenih v European Foundation for Quality Management (EFQM). Raziskava je pokazala, da več kot 80 % anketirancev meni, da je menedžment poslovnih procesov zelo pomemben pri menedžmentu podjetja. Glavni razlogi so izboljšanje odzivnosti, grožnja konkurence in potreba po izboljšanju kakovosti. Glavni učinki pa so izboljšani odnosi s strankami, boljša povezanost med posameznimi funkcijami v podjetju in sprememba organizacijske kulture. Analiza je pokazala, da glede tega ni velikih razlik v zasebnih in javnih organizacijah ali med proizvodnimi in storitvenimi organizacijami. Jasno pa se je pokazalo, da so velik pomen in izkušnje z menedžmentom poslovnih procesov navajali menedžerji iz večjih organizacij, medtem ko so menedžerji iz manjših organizacij menedžment poslovnih procesov navajali le izjemoma. To je posledica tega, ker so manjša podjetja v zgodnejši fazi razvoja in tako še zelo blizu trga. Hkrati imajo ožje definirano ponudbo blaga in storitev, ki jih ponujajo trgu. V večjih organizacijah so po drugi strani delovni postopki dlje časa utečeni in je za njihovo spremembo potreben večji napor, zaradi česar je tudi menedžment poslovnih procesov bolj relevanten za tovrstna podjetja.

Glavne lekcije, ki jih lahko oblikujemo na podlagi izkušenj evropskih organizacij, pa so naslednje (Pritchard, Armistead, 1999, str. 19–21):

1. Navezava menedžmenta poslovnih procesov na strateške programe. Če želimo, da bo menedžment poslovnih procesov preživel, ga je potrebno obravnavati kot del strateškega menedžmenta podjetja, bodisi kot del strategije poslovne odličnosti bodisi kot kriterij za ugotavljanje učinkovitosti organizacije. Ugotovitev

izhaja iz izkušenj s projekti prenove poslovnih procesov, kjer je bil pogosto ugotovljen le kratkoročen učinek. Podobno velja tudi za podjetja, ki so npr. v postopku certifikacije ISO izvedla obsežna mapiranja in dokumentiranje procesov, da so bile koristi minimalne in kratkotrajne.

2. Upoštevati kontekst uvajanja menedžmenta poslovnih procesov. Pri uvajanju menedžmenta poslovnih procesov je potrebno upoštevati konkretno organizacijo; enostavno prenašanje rešitev iz ene organizacije v drugo bo lahko prineslo uspeh zgolj slučajno.
3. Dopustiti čas, da se procesni vidik prime. Ker procesi presegajo posamezne funkcije, je potrebno preseči uveljavljeno razmišljanje pri zaposlenih.
4. Osredotočenje. Pri uvajanju menedžmenta poslovnih procesov naj se organizacija osredotoči na nekaj najpomembnejših procesov, ne pa da se začnejo ukvarjati z vsemi naenkrat.
5. Integracija strategije na najvišji ravni z aktivnostmi na izvedbeni ravni. Vzpostaviti je potrebno trdno povezavo med načrtovanjem, merjenjem učinkovitosti oziroma uspešnosti in oceno uspešnosti. Na ta način je moč prikazati povezavo med strategijo in njeno izvedbo.
6. Pridobitev novih zmožnosti. Orodja za načrtovanje, merjenje in ocenjevanje so potencialni integratorji organizacije, vendar pa mora organizacija pridobiti nove zmožnosti za njihovo razumevanje in uporabo.
7. Vpliv strategije menedžmenta poslovnih procesov na izvajanje nalog. Zaposleni, ki so v neposrednem stiku s strankami, morajo biti dovolj fleksibilni. Tudi navodila, ki jih prejmejo za svoje delo, naj so oblikovana bolj v smislu »kaj« je potrebno napraviti in manj »kako«.
8. Usposabljanje za poslovne procese. Usposabljanje zaposlenih jim mora omogočiti poznavanje procesa od začetka do konca.
9. Vzpostavljanje baze znanja o procesih. Ob izvajanju procesov se vzpostavlja nabor znanj in informacij, ki morajo postati dostopne v organizaciji na izvedbeni ravni. Ne sme se zgoditi, da bi osvojene informacije in znanje bili vezani na določenega človeka, ki lahko v današnjih razmerah zelo hitro odide.

2.4 PRENOVA POSLOVNIH PROCESOV

2.4.1 Kaj je prenova poslovnih procesov?

Iz podobnih izhodišč kot menedžment poslovnih procesov izhaja tudi prenova poslovnih procesov (angl. BPR – business process reengineering). Gre za relativno nov koncept, zaradi česar se opisuje z vrsto imen, npr. prenova ključnih procesov (angl. core process redesign), inoviranje procesov (angl. process innovation), prenova poslovnih procesov (angl. business process redesign), organizacijska prenova (angl. organizational reengineering) ipd. Vsem definicijam prenove poslovnih procesov pa je skupno, da gre za korenito in enkratno spremembo načrta poslovnih procesov, ki temelji na informacijski tehnologiji in ki vodi v organizacijske spremembe ter ima naslednje značilnosti (Mashari, Zairi, 2000, str. 10):

1. osredotočenje na poslovne procese namesto osredotočenja na izvajanje posamezne funkcije;
2. korenita sprememba uveljavljenega načina izvajanja nalog v organizaciji, predvsem v smeri izboljšanja kakovosti in približevanja kupcu, manj pa v smeri nadzora in zmanjševanja stroškov;

3. za informacijsko tehnologijo je večina raziskovalcev potrdila, da je glavno orodje, ki omogoča prenovo poslovnih procesov, pri čemer je glavna korist informacijske tehnologije ta, da omogoča kreiranje novih učinkovitih poslovnih procesov in ne toliko v avtomatizaciji zastarelih procesov;
4. prenova poslovnih procesov zahteva tudi temeljite organizacijske spremembe v obliki sprememb organizacijske strukture, kulture in menedžerskega procesa.

Ker gre za velike organizacijske spremembe, se v takšnih primerih predlaga uporaba menedžmenta sprememb (angl. change management) kot menedžerskega pristopa, ki zajema vodenje, prenos pristojnosti na zaposlene, komuniciranje, razvoj vizije procesov, projektni menedžment in oblikovanje ekip na podlagi procesov. Menedžment sprememb se osredotoča na ljudi v organizaciji, saj so ljudje tisti dejavnik, ki se razlikuje med posameznimi organizacijami. Tehnologijo je mogoče kupiti na trgu, medtem ko ljudi ni mogoče replicirati. Da bi torej dosegli konkurenčno prednost, je potrebno investirati v ljudi (Gunaserakan, Chung, 2000, str. 272).

Namen prenove poslovnih procesov je preobrazba podjetja v podjetje, ki je osredotočeno na stranke in katerega poslovanje temelji na procesih, namesto tradicionalnega postopkovno orientiranega in temelječega na posameznih funkcijah (Gunaserakan, Chung, 2000, str. 271). Funkcijska organiziranost se povezuje z obdobjem množične produkcije, kjer so bili zaposleni manj usposobljeni, a specializirani za izvajanje določene naloge. Dandanes, ko so proizvodi bolj prilagojeni posameznemu kupcu, se zahteva prilagodljivost, kar omogoča tekmovanje na globalnih trgih. Pri tem je proces definiran kot zaporedje dogodkov in aktivnosti, katerih (vzporedna) izvedba doprinaša k doseganju poslanstva podjetja oziroma ustvarjanju vrednosti za kupca. Cilj prenove poslovnih procesov je tako skrajšanje procesnih časov, znižanje stroškov in povečanje učinkovitosti.

2.4.2 Faze prenove poslovnih procesov

Iz prakse podjetij, ki uspešno uporabljajo pristop prenove poslovnih procesov, je mogoče izluščiti faze prenove poslovnih procesov (Gunaserakan, Chung, 2000, str 274):

1. seznanjanje zaposlenih s pristopom prenove poslovnih procesov (komuniciranje),
2. izbor delovne skupine (vključitev motiviranih posameznikov, seznanjanje z vizijo, določitev vlog),
3. identifikacija procesov (identifikacija glavnih in podpornih procesov, zaporedje aktivnosti, procesni časi, stroški, izvajalci, odvečne aktivnosti),
4. določitev meril za vsak proces (inputi in outputi procesa, ocena potencialnega izboljšanja procesov),
5. prenova procesa,
6. simuliranje prenovljenih procesov za preverjanje učinkov prenovljenega procesa in s tem zmanjšanje tveganj,
7. usposabljanje zaposlenih za izvajanje prenovljenih procesov,
8. implementacija novega procesa (izvedba in nadzor procesa).

2.4.3 Izkušnje organizacij s prenovo poslovnih procesov

Glavni dejavniki, ki vzpodbujajo uporabo pristopa prenove poslovnih procesov, so (Mashari, Zairi, 2000, str. 15):

A. Zunanji dejavniki:

- povečana raven konkurence,
- spreminjanje potreb kupcev,
- sprememba informacijske tehnologije, ki omogoča nove rešitve,
- novi predpisi, ki odražajo ekonomske, družbene, tehnološke in organizacijske spremembe v okolju podjetij.

B. Notranji dejavniki:

- sprememba strategije podjetja,
- sprememba zmožnosti v smislu procesov, metod, usposobljenosti in motivacije zaposlenih.

V literaturi je veliko opisov pristopov k izvedbi prenove poslovnih procesov, ki naj bi doprinesli k uspešni izvedbi projekta. Kot skupne ugotovitve bi lahko označili naslednje (Mashari, Zairi, 2000, str. 27):

1. projekt mora imeti opredeljeno strategijo in cilje,
2. potrebno je izdelati študijo upravičenosti projekta, na podlagi katere se menedžment odloči o izvedbi projekta, ki pomeni hkrati zavezo glavnega menedžmenta in njegovo sponzoriranje projekta,
3. ugotovitev zahtev uporabnikov,
4. mapiranje procesov in analiza procesov,
5. vizija novih procesov in na njeni podlagi izdelani prototipi novih procesov,
6. določitev merjenja učinkovitosti in uspešnosti projektov,
7. integracija s strategijo celovite kakovosti (TQM),
8. postavitve ekipe iz več funkcionalnih področij in komunikacija med njimi,
9. organizacijske spremembe.

V literaturi se navaja dokaj visoka stopnja neuspešnosti projektov prenove poslovnih procesov. Ta naj bi znašala kar okrog 70 % (Rohleder, Silver, 1997, str. 139; Cao, Clarke, Lehaney, 2001, str. 332). Neuspeh je običajno posledica prevelike osredotočenosti projekta na procese, pri čemer pa ne upoštevajo, da morajo biti spremembe v procesih podprte z ustreznimi spremembami organizacijske strukture, s spremembami kulture organizacije in s spremembami političnih razmerij v organizaciji (sprememba pooblastil). Projekt ali program prenov poslovnih procesov je zato potrebno razumeti kot projekt oziroma program menedžmenta sprememb v organizaciji (Cao, Clarke, Lehaney, 2001, str. 337).

2.5 POSLOVNI PROCESI PRI TQM

2.5.1 Razmerje med menedžmentom celovite kakovosti in rezultati podjetja

Menedžment poslovnih procesov je tudi pomemben element zagotavljanja celovite kakovosti (TQM). Zato je v nadaljevanju skozi rezultate opravljenih raziskav predstavljen pomen menedžmenta procesov pri TQM.

Menedžment celovite kakovosti (TQM) je široko uporabljeni pristop za izboljšanje konkurenčnosti. V raziskavi Samsona in Terziovskega je bila obravnavana povezava med elementi sistema TQM in rezultati podjetja. Vzorec je zajemal 1200 avstralskih in novozelandskih proizvodnih podjetij, za katere je bila raziskana povezava med praksami TQM, ki jih uporabljajo, in njihovo uspešnostjo. Izkazalo se je, da uporaba TQM pojasni velik delež variance pri rezultatih podjetij.

Avtorja se zavedata problema dekompozicije TQM, ki je po svoji naravi holističen. Vendar pa je iz literature in prakse razvidno, da je TQM možno razdeliti na (Samson, Terziovski, 1999, str. 393):

- voditeljstvo (zavzetost najvišjega menedžmenta za kakovost),
- menedžment ljudi pri delu (povezanost strategije menedžmenta z ljudmi pri delu s strateškimi plani podjetja),
- osredotočenost na stranke (poznavanje sedanjih in bodočih potreb kupcev),
- strateško planiranje (vključenost kakovosti z vidika kupcev in odličnost pri poslovnih procesih),
- informacije in analize (uporaba podatkov in informacij o potrebah kupcev in poslovnih procesih pri izboljševanju kakovosti),
- menedžment procesov (načrtovanje in menedžment medsebojno povezanih procesov).

Postavljeni sta bili dve hipotezi:

1. elementi TQM doprinašajo k celoviti kakovosti in učinkovitosti podjetja;
2. med elementi TQM in uspešnostjo podjetja obstaja močna pozitivna povezava.

Rezultati raziskave so naslednji:

- elementi sistema TQM so zanesljiv in veljaven instrument za napoved učinkovitosti podjetja (potrditev hipoteze 1);
- v zvezi z drugo hipotezo pa se je izkazalo, da so povezave med elementi TQM in uspešnostjo podjetja najmočnejše pri mehkih faktorjih, kot so voditeljstvo, menedžment ljudi in osredotočenost na stranke, medtem ko so te povezave pri bolj sistemskih in analitičnih faktorjih (strateško planiranje, informacije in analize ter menedžment procesov) manj izrazite (potrditev hipoteze 2 pri treh elementih TQM).

Rezultati raziskave nakazujejo, da lahko k uspešnosti podjetja največ doprinesejo voditeljstvo, menedžment ljudi in osredotočenost na kupce. To pa ne pomeni, da so ostali elementi TQM odvečni. V raziskavi je bila namreč ugotovljena velika interkorelacija med posameznimi elementi TQM, kar potrjuje holistično naravo sistema TQM. Obravnavan je tudi problem časovnega zamika med uvedbo TQM in učinkovitostjo in uspešnostjo podjetja. Možno bi namreč bilo, da se nekateri učinki pokažejo šele na daljši rok.

2.5.2 Vpliv načrtovanja in menedžmenta procesov na kakovost in uspešnost podjetja

Raziskava Ahire in Dreyfusa preučuje dve vrsti organizacijskih ukrepov, ki naj bi doprinesli h kakovosti proizvodov in procesov: to sta menedžment načrtovanja

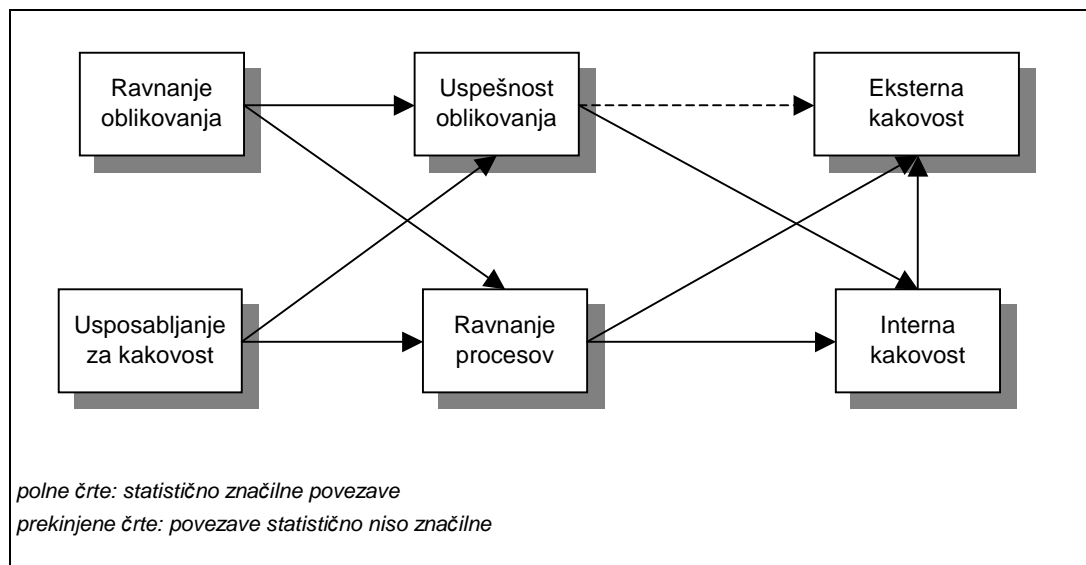
produktov (angl. design management) in management procesov. Oba koncepta se vključujeta v koncept managementa celovite kakovosti (TQM), katerega namen je zagotoviti kupcu (vedno boljše) kakovost produktov, vendar sta po svoji vsebini povsem različna. Z managementom oblikovanja produkta skušamo doseči stalno izboljševanje produkta, medtem ko poskušamo z managementom procesov stalno izboljševati učinkovitost procesov.

Literatura s področja strategije managementa podjetij govori o tem, da je lahko kakovost ena od glavnih konkurenčnih prednosti. Dodatno k temu pa raziskovalci opažajo tudi pomen hitrosti uvajanja novih produktov. Z managementom načrtovanja produktov in procesov naj bi torej dosegli ta dva cilja.

Raziskava je zajela proizvodna podjetja. Oblikovanih je bilo 9 hipotez, s katerimi so bile preverjane vzročne zveze med posameznimi kategorijami. Rezultati so razvidni s slike 4, njihov opis pa je sledeči (Ahire, Dreyfus, 2000, str. 566):

1. interna kakovost (kakovost dokončanih produktov glede na proizvodne specifikacije) ima močan vpliv na eksterno kakovost (kakovost z vidika kupca pri uporabi produkta);
2. uspešnost oblikovanja produkta (z vidika potrebnega časa in uvedbe novih lastnosti) ima šibek vpliv na eksterno kakovost in močan vpliv na interno kakovost;
3. management procesov ima močan vpliv na interno in eksterno kakovost;
4. management načrtovanja produktov ima močan vpliv na uspešnost oblikovanja produkta in močan vpliv na management procesov;
5. usposabljanje delavcev za kakovost ima močan vpliv na management procesov in močan vpliv na uspešnost oblikovanja produktov.

Slika 4: Povezave med elementi kakovosti



Vir: Ahire, Dreyfus, 2000, str. 564.

S slike so razvidne vzročne povezave med kategorijami, ki jih je raziskava obravnavala. Končni cilj sistema TQM je kakovost za kupca, ki jo tukaj predstavlja kategorija eksterna kakovost. Da bi jo bili kupcu sposobni zagotavljati, je torej potrebno sistematično in dolgoročno usposabljanje za kakovost, management oblikovanja produktov in management procesov, s čimer se zagotavlja interna in eksterna kakovost. Uspešnost

oblikovanja proizvodov ima na zunanjo kakovost le posreden vpliv, preko interne kakovosti.

V Kaynakovi raziskavi pa je bil izveden še korak naprej. Poleg povezav med elementi sistema TQM (katerih nabor je bil nekoliko razširjen, npr. voditeljstvo menedžmenta, merjenje kakovosti in nadzor kakovosti dobaviteljev) je bila opazovana tudi povezava med elementi TQM in finančno uspešnostjo podjetja. Empirično je bilo potrjeno, da je uspešnost podjetja močno pozitivno povezana s kakovostjo proizvoda, ta pa je odvisna od oblikovanja proizvoda, kakovosti dobaviteljev in menedžmenta procesov (Kaynak, 2003, str. 424).

2.5.3 Vpliv načrtovanja in menedžmenta procesov na kakovost in uspešnost bolnišnic

Ameriško nacionalno priznanje za kakovost, imenovano Malcolm Baldrige National Quality Award (MBNQA), je bilo vpeljeno v letu 1987 z namenom promoviranja zavedanja pomena kakovosti in tehnik za doseganje kakovosti in da bi dosežke podjetij na področju doseganja kakovosti prepoznali in jih objavili. MBNQA se je podeljevala trem kategorijam podjetij: proizvodnja, storitve in mala podjetja. V letu 1995 so uvedli posebne kriterije, oblikovane za področje zdravstva in izobraževanja. Do tedaj namreč še nobena bolnišnica ali šola ni prejela MBNQA priznanja. MBNQA za področje zdravstva se podeljuje na podlagi sedmih kriterijev (Health Care Criteria for Performance Excellence, 2005, str. 5):

- voditeljstvo (angl. leadership),
- informiranje in analiza,
- strateško planiranje,
- razvijanje in menedžment človeških virov,
- menedžment procesov,
- rezultati organizacije (uspešnost),
- osredotočenost na paciente in ostale deležnike.

V študiji Meyerjeve in Collierja je bilo empirično preverjeno, kakšne so povezave med temi elementi in uspešnostjo bolnišnice. Cilji študije so bili naslednji (Meyer, Collier, 2001, str. 405):

1. razviti model merjenja, ki bi zajel vsebino kriterijev MBNQA,
2. preveriti, ali sedem omenjenih skupin kriterijev predstavlja dober model za uporabo v zdravstvu (ali imajo tam navedeni dejavniki res dokazano pozitiven vpliv na poslovanje organizacij) in
3. dobiti vpogled v moč in smer vzročnosti med sedmimi MBNQA kategorijami.

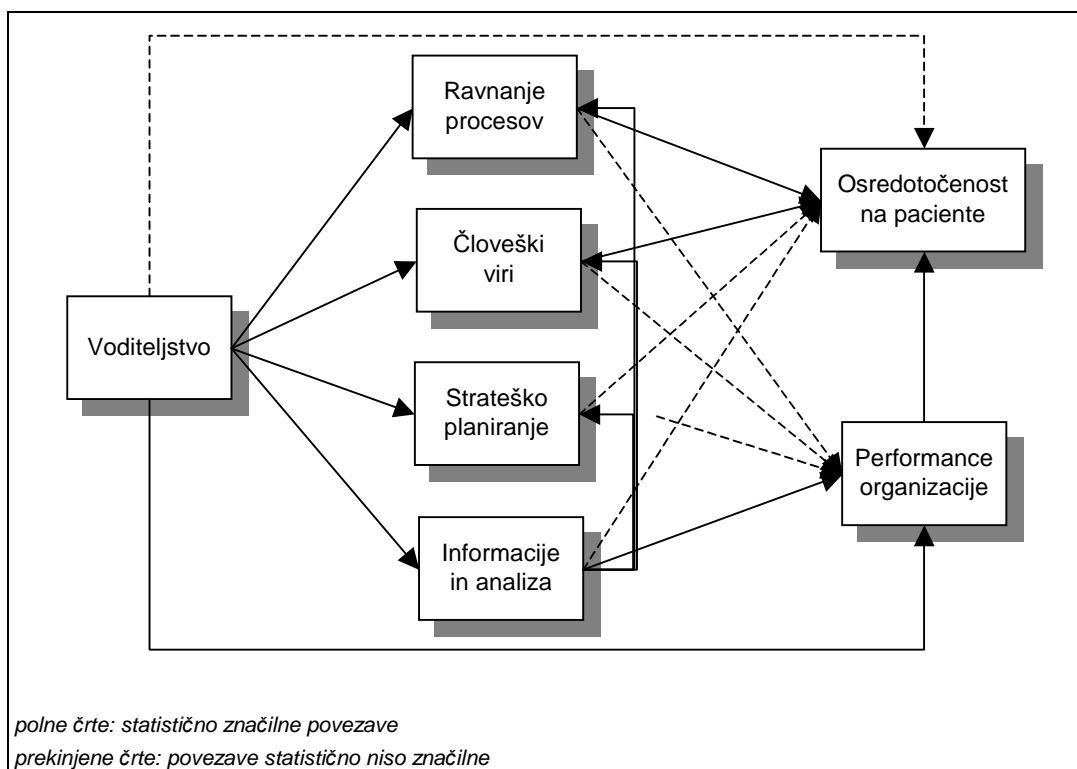
Oblikovanih je bilo 18 hipotez, s katerimi so bile preverjane vzročne zveze med posameznimi kategorijami. Rezultati so razvidni s slike 5, njun komentar pa je sledeč (Meyer, Collier, 2001, str. 415):

1. izboljšanje v voditeljstvu ima neposreden vpliv na informacije in analizo, strateško planiranje, razvoj človeških virov in menedžment procesov in posredno tudi na rezultate poslovanja. Rezultati podpirajo tezo, da je glavni motor sprememb v kakovosti poslovanja višji menedžment;
2. izboljšanje informacijske osnove in analitičnih postopkov ima neposredno velik vpliv na oblikovanje strateških planov, razvoj človeških virov in menedžment

procesov, posredno pa tudi vpliv na rezultate poslovanja. To empirično podpira predpostavko, zajeto v zahtevi ISO standarda, da mora sistem odločanja temeljiti na dejanskih podatkih;

3. strateško planiranje po ugotovitvah študije nima signifikantnega vpliva na rezultate poslovanja; to lahko kaže tudi na težave bolnišnic pri razvijanju dolgoročnih strateških planov. Raziskave drugih avtorjev so pokazale, da je raven strateškega planiranja v bolnišnicah dokaj nizka;
4. razvijanje in menedžment človeških virov ima zmeren vpliv na zadovoljstvo pacientov;
5. menedžment procesov je zelo povezan z osredotočenostjo na paciente;
6. uspešnost organizacije je v veliki meri povezana z osredotočenostjo na paciente.

Slika 5: Povezave med elementi kakovosti MBNQA



Raziskava potrjuje močno in pomembno vzročno zvezo med informacijami in analizo poslovanja ter menedžmentom procesov. Ustrezna podatkovna osnova je pogoj za učinkovit menedžment procesov, ki potem doprinaša k večjemu zadovoljstvu strank.

2.6 GLAVNE UGOTOVITVE PO PREGLEDU LITERATURE

V zgornjih točkah tega poglavja so bile predvsem na podlagi opravljenih empiričnih raziskav prikazane glavne značilnosti menedžmenta in prenov poslovnih procesov ter zagotavljanja celovite kakovosti. Ti menedžerski pristopi se izvajajo z orodji, metodami in tehnikami, ki bi jih lahko v grobem ločili na tiste, ki se nanašajo na:

- menedžment s človeškimi viri (npr. komuniciranje, usposabljanje, delegiranje pooblastil, organizacija itd.), in tiste, ki se nanašajo na

- mapiranje, modeliranje, načrtovanje, merjenje, preverjanje, nadzor in spreminjanje procesov.

Bistvena ugotovitev pregleda opravljenih raziskav je, da so metode iz druge alineje, to so tako imenovane kvantitativne metode, bistveni sestavni deli menedžmenta posameznih poslovnih funkcij oziroma procesov, ki potekajo preko meja posameznih funkcij. Druga bistvena ugotovitev pa je, da samo s temi metodami ni moč doseči učinkovitega in uspešnega menedžmenta oziroma prenove poslovnih procesov. Vsi ti pristopi terjajo napore tudi na mehkem delu, to je pri menedžmentu človeških virov. Eno brez drugega ne bo dalo rezultatov.

Pri tem je potrebno upoštevati, da so te metode koncepti in ne recepti. Praktične izkušnje govorijo o tem, da z določeno metodo ni mogoče reševati istovrstnih problemov v različnih organizacijah. Pomembno je upoštevati organizacijske okoliščine, kot so strategija organizacije, zmožnosti zaposlenih, kultura organizacije, razpoložljivost informacijske infrastrukture in podobno.

Predmet magistrskega dela so metode iz druge alineje, zato sledi v nadaljevanju predstavitev teh metod.

3 MODELIRANJE IN ANALIZA POSLOVNIH PROCESOV

3.1 OSNOVNO O MODELIRANJU PROCESOV

Osnova za načrtovanje in izboljševanje proizvodnih in storitvenih sistemov je model procesa oziroma sistema. V preteklosti so bili sistemi načrtovani na podlagi izkušenj in približnih povezav med posameznimi parametri. Vendar pa je zaradi naraščajoče kompleksnosti sistemov, potrebnega časa za izvedbo sistemov in s tem povezanih stroškov uporaba formalnih tehnik postala nujna osnova za načrtovanje in izboljševanje sistemov.

V splošnem je formalne analitične tehnike, ki jih je moč uporabiti pri prenovi in menedžmentu poslovnih procesov, mogoče razdeliti v dve kategoriji (Hee, Reijers, 2000, str. 144):

1. kvalitativne tehnike se osredotočajo na vprašanje, ali načrtovani proces dosega želeno lastnost;
2. kvantitativne tehnike pa se uporabljajo za izračun približka ali ravni določene lastnosti.

Kvalitativno vprašanje je na primer, ali lahko bančni uslužbenec sam zaključi transakcijo, ki jo je sam sprožil. Kvantitativna analiza pa odgovarja na vprašanje, kako dolgo bo stranka čakala na vrsto v klicnem centru.

Kvantitativne tehnike se delijo na aproksimativne in analitične. Simulacija je primer aproksimativne tehnike, pri kateri se v skladu s specifikacijo modela generirajo posamezni dogodki v procesu. Simulacija dogodkov in aktivnosti je realistična, vendar le-ti niso nujno takšni, kot se dogajajo v realnem življenju. Analitične tehnike pa temeljijo na algoritmih, ki dajejo natančne rezultate na podlagi formalnega modela in vnaprej raziskanih razmerij med spremenljivkami. Kot primer analitičnih tehnik, ki se relativno dosti uporabljajo za modeliranje in analizo poslovnih procesov, so matrike Markova, teorija čakalnih vrst, CPM in PERT.

Za oba tipa analize, kvalitativnega in kvantitativnega, je značilno, da je osnova formalni model poslovnega procesa. Katere elemente realnega poslovnega procesa bomo vključili v model, je odvisno od namena prenove poslovnih procesov. Če je pglavitni namen optimizacija logističnih tokov, bodo v model vključene zaloge, viri, poti, izvajalni časi in prihodi delovnih nalogov. Če je pglavitni namen znižanje stroškov, pa bodo v model vključeni stroški dela, materiala in kapitala, vezanega v zalogah (Hee, Reijers, 2000. str. 145).

Model je miselni konstrukt, s katerim ponazarjamo strukturo, lastnosti in delovanje nekega realnega sistema, ki je predmet preučevanja. Model zajema statični (struktura, lastnosti) in dinamični vidik (obnašanje, delovanje) preučevanega sistema. Z modelskega vidika je poslovni proces nabor dejavnosti za doseganje določenih ciljev, ki se izvajajo v skladu z določenimi pravili (Desel, Erwin, str. 131).

Namen modeliranja procesov je obvladati kompleksnost načrtovanja in nadziranja procesov (Becker, Roseman, Uthmann, 2000, str. 31). Vendar tudi obstoječe metodologije modeliranja izkazujejo veliko stopnjo kompleksnosti, kar otežuje njihovo

uporabo. Da bi bili modeli uporabni, bi morali izkazovati naslednje lastnosti (Buzacot, Shantikumar, 2001, str. 1631):

- ravnovesje med kompleksnostjo oziroma poenostavitvami v modelu; preveč natančen model postane nepregleden in težko razumljiv, njegova izdelava pa je draga, medtem ko preveč poenostavljen model lahko izpusti kakšnega od ključnih elementov realnega sistema;
- prilagodljivost; model mora dopuščati spremembe strukture in parametrov modela, s čimer postane uporaben v procesu odločanja o oblikovanju procesov;
- zahteve po podatkih; modeliranje lahko terja obsežen podatkovni vhod, ki običajno ni na razpolago, zato je model potrebno zasnovati tako, da terja le toliko podatkov, kolikor jih je nujno potrebnih za repliciranje sistema; pri modelu je potrebno preveriti tudi občutljivost za napake v podatkih;
- preglednost; za uporabnika modela mora biti jasno, katere predpostavke in postopki so vključeni v model;
- učinkovitost; modeliranje lahko terja precej obsežen vložek; učinkoviti modeli se odlikujejo po tem, da za njihovo uporabo ni potrebno posebno specialno znanje in usposobljenost ter npr. zelo zmogljivi računalniki;
- uporabniški vmesnik; da bi modeli izpolnili svoj namen, jih morajo uporabljati menedžerji in ne le njihovi razvijalci, zato je ustrezen uporabniški vmesnik, ki vodi uporabnika pri uporabi modela, nujen.

Popularnost različnih procesnih menedžerskih pristopov, kot so vitki menedžment (angl. lean management), ABC (angl. activity based costing), TQM, prenova poslovnih procesov, menedžment delovnih tokov (angl. work flow management) in menedžment oskrbne verige (angl. supply chain) ima dva pomembna učinka v zvezi z zahtevami glede procesnih modelov (Becker, Rosemann, Uthmann, 2000, str. 30):

1. število načrtovalcev procesov se je zelo povečalo, še bolj pa se je povečalo število uporabnikov, ki so vključeni v modeliranje, zaradi česar postaja vedno pomembnejša razumljivost modelov;
2. modeliranje postopkov se je najprej uporabljalo pri razvijanju programske opreme, dandanes pa se uporablja za celo vrsto namenov, tudi povsem organizacijskih.

S tega vidika se je kot relativno uspešna rešitev izkazala metodologija ARIS, ki metodološko dobro izpolnjuje zgornje zahteve. Metodologija ARIS je na kratko opisana v nadaljevanju (podpoglavje 3.5).

3.2 STRUKTURA PROIZVODNO-STORITVENIH PROCESOV

Specifikacija procesa opisuje, katere dejavnosti morajo biti izvršene in v kakšnem vrstnem redu. Opredeljeni so tudi viri, ki posamezno dejavnost izvedejo. V procesu je lahko dejavnost izvršena večkrat, enkrat ali nobenkrat. V procesu so običajno možne tudi odločitve ali alternativne poti.

Pri menedžmentu proizvodno-storitvenih procesov se srečujemo z dvema vrstama osnovnih elementov modela (Polajnar, 2001, str. 183):

- premični elementi: naročila, stranke;
- stacionarni elementi: izvori, ponori, delovna mesta s čakalnimi vrstami, zalogovniki (angl. buffer), vmesna skladišča.

Premični elementi so prenosniki, ki nastajajo v izvoru, od koder se gibljejo skozi delovna mesta v modelu. Na delovnih mestih se lahko določene lastnosti premičnih elementov spremenijo. Nazadnje premični elementi v ponoru izstopijo iz procesa.

Izvori in ponori predstavljajo meje modela z okolico. Skozi izvore vstopajo premični elementi v model, skozi ponore ga zapuščajo. Izvori oziroma ponori so lahko tudi drugi procesi, ki niso predmet preučevanja z obravnavanim modelom.

Delovna mesta spadajo k stacionarnim elementom modela in so sestavljena iz čakalnih vrst in delovnih enot (imenovanih tudi strežniki). Glede na število čakalnih vrst oziroma delovnih enot in način obdelave ločimo več tipov delovnih mest (normalna, serijska, večoperacijska).

Delovna enota vsakič sprejme in obdela eno naročilo oziroma stranko. Ta obdelava je delovna operacija. Dokler je delovna enota zasedena s premičnim elementom, noben drug ne more vstopiti v delovno enoto.

Čakalna vrsta leži vedno pred delovno enoto. V njej se zbirajo naročila oziroma stranke, katerih zahteve po obdelavi v delovni enoti še ne morejo biti izpolnjene. Novo prispela naročila oziroma stranke se po določenih pravilih oziroma strategiji zvrstijo k čakajočim. Čakalna vrsta lahko sprejme poljubno število premičnih elementov. Te zaloge naročil oziroma strank ne smemo zamenjevati z zalogovniki (angl. buffer), ki imajo omejeno kapaciteto.

3.3 DINAMIKA PROIZVODNO-STORITVENIH PROCESOV

3.3.1 Little-ov zakon

Procese obravnavamo tudi z vidika toka (Anupindi et al., 1999, str. 14). To pomeni, da preučujemo dinamiko procesa ob tem, ko vanj vstopajo vložki, ki napredujejo skozi različna delovna mesta in zaloge ter na koncu izstopijo kot končni izločki (angl. output). Pot naročila, stranke oziroma v splošnem delovnega naloga (angl. job, kar je generično poimenovanje za material, stranke, dokumente ipd., ki se pomikajo skozi proces) se lahko razlikuje od primera do primera.

Merilo dinamike pretoka je zmogljivost λ , s katero merimo, koliko nalogov je vstopilo oziroma izstopilo iz procesa v določeni časovni enoti.

Kot sistemska zaloga L so označeni vsi nalogi, ki se v določenem časovnem trenutku nahajajo znotraj sistema. To so lahko nalogi, ki se nahajajo na določenem delovnem mestu ali pa so v čakalni vrsti.

Procesni čas W je čas, ki je potreben, da delovni nalog preide od izvora do ponora iz sistema. Ker je ta pri različnih nalogih lahko zelo različen, opisujemo proces s povprečnim procesnim časom.

Procesni čas (povprečni, za posamezni nalog ali skupino nalogov) je sestavljen iz (Vonderembse, 1996, str. 117):

- izvajalnega časa, to je časa, ki ga nalog preživi v izvajanju v neki delovni enoti in
- čakalnega časa, to je časa, ki preteče med zaključkom ene aktivnosti in začetkom naslednje.

Čakalni časi se pojavljajo, ker je povpraševanje v določeni časovni enoti večje od kapacitete ali pa so nujni, ker se nalogi izvajajo v serijah (angl. batch), npr. prevoz vozil s trajektom in obdelava vzorcev v zdravstvenem laboratoriju. V tem primeru bo čakalni čas nujen.

Navedene spremenljivke povezuje Little-ov zakon, poimenovan po Johnu D. C. Little-u, ki ga je matematično dokazal leta 1961 (Neureuther, 2002, str. 93):

$$L = \lambda * W.$$

Ta zakon ima pomembno posledico, in sicer da je pri danem procesu od treh vključenih spremenljivk mogoče neodvisno določati dve, medtem ko je tretja vedno rezultanta. Menedžerjev problem je, katera dva vzvoda bo uporabil oziroma ali bo raje preučil možnosti za spremembo procesa.

3.3.2 Analiza procesnega časa in zmogljivosti

Če se vse aktivnosti izvajajo zaporedno, ima proces le eno pot. V tem primeru je procesni čas enak seštevku izvajalnih časov za posamezno aktivnost. Vendar lahko določene aktivnosti izvajamo vzporedno, kar pomeni, da ima proces lahko več poti. Za vsako od teh poti je moč izračunati procesni čas. Pri vzporednih aktivnostih je nalog zaključen, ko se izvedejo vse vzporedne poti. Procesni čas za nalog je tako procesni čas najdaljše poti v procesu, ki jo imenujemo tudi kritična pot.

Teoretični procesni čas je čas, ki je potreben za izvedbo naloga brez kakršnegakoli čakanja. Učinkovitost procesnega časa je merilo, ki kaže na obseg čakanja v sistemu (Anupindi et al., 1999, str. 28):

$$\text{Učinkovitost procesnega časa} = \text{teoretični procesni čas} / \text{dejanski procesni čas}.$$

Aktivnosti izvajajo viri, to so ljudje in oprema. Posamezen vir lahko izvaja več aktivnosti, za izvedbo posamezne aktivnosti pa je lahko potrebnih več virov.

Zmogljivost vira je povprečno število nalogov, ki jih lahko opravi v določeni časovni enoti. Na kratki rok je ta lahko večja od dolgoročne. Zmogljivost procesa je največji trajno zmogljivi pretok skozi proces, ob dani postavitvi procesa. Zmogljivost procesa je odvisna od vira z najmanjšo zmogljivostjo, to je ozkega grla, ki tako določa teoretično zmogljivost procesa (Anupindi et al., 1999, str. 32).

Efektivna zmogljivost je v praksi nižja od teoretične zaradi prekinitev procesa:

- načrtovane prekinitve (vzdrževanje, dopusti ipd.),
- nastavitve in spremembe nastavitvev,
- nenačrtovane prekinitve (okvare, odsotnost delavcev ipd.),
- blokada oziroma izčrpanje ozkega grla zaradi nezadostne zaloge, prekinitve na predhodnih aktivnostih in drugo.

Razpoložljivost je razmerje med efektivno in teoretično zmogljivostjo. Ocenimo jo na podlagi historičnih podatkov, simulacije ali opazovanja procesa v določeni časovni enoti.

3.3.3 Vzvodi za skrajšanje procesnega časa

Procesne čase je načeloma moč skrajšati na naslednje načine (Vonderembse, 1996, str. 110; Anupindi et al., 1999, str. 35):

- zmanjšanje obsega dela na kritičnih aktivnostih (npr. odprava nepotrebne delo, zmanjšanje ponavljanja operacij zaradi slabe kakovosti, sprememba sestave nalogov),
- preselitev dela s kritične na nekritično aktivnost (zamenjava zaporedne postavitve procesa z vzporedno),
- skrajšanje čakalnih časov na kritičnih aktivnostih (npr. sprememba velikosti serije).

3.3.4 Vzvodi za povečanje zmogljivosti

Zmogljivost procesa je načeloma moč skrajšati na naslednje načine (Anupindi et al., 1999, str. 38):

- investicija v dodatne zmogljivosti (pri tem je potrebno predvideti možnost, da se ozko grlo pojavi v nadaljevanju procesa),
- povečanje operativnega časa sistema,
- zmanjšanje obsega dela vira, ki predstavlja ozko grlo (odprava določenega dela, zmanjšanje ponavljanja operacij zaradi slabe kakovosti, sprememba sestave nalogov ipd.),
- preselitev dela z ozkega grla na druge vire (predpogoj so usposobljeni ljudje, ki so zmožni opravljati različna dela),
- povečanje razpoložljivosti vira, ki predstavlja ozko grlo (npr. preventivno vzdrževanje, velikost serij, zadostne zaloge pred redkim virom ipd.).

3.4 MERJENJE PROCESOV

3.4.1 Strateški pomen merjenja

Cikel strateškega menedžmenta podjetja *planiranje – uveljavljanje – nadzor* v svoji tretji fazi, to je nadzoru, terja ustrezna orodja za izvajanje nadzora. To v kontekstu

menedžmenta poslovnih procesov pomeni, da je potrebno vzpostaviti ustrezen sistem merjenja in vrednotenja kakovosti storitev. Takšen sistem nam omogoča:

- ocenjevanje izvedbe strategije,
- odkrivanje prednosti in slabosti pri izvajanju storitev, tako pri sebi kot pri konkurentih,
- povečevanje zavedanja zaposlenih o pomenu kakovosti storitev.

Sistemi merjenja storitev se osredotočajo na tri vidike storitve: proces, izdelek in kupčevo zadovoljstvo (DuPont, 2001, str. 1964).

Merjenje procesov predstavlja tradicionalni pristop, pri katerem primerjamo dejansko delo zaposlenih s standardi obsega in kakovosti dela (npr. čas za obravnavo posamezne stranke, delež prenesenih nalogov ipd.).

Merjenje izdelka oziroma rezultata storitvenega procesa kaže, v kolikšni meri je bilo izvedeno delo skladno z želenim rezultatom (npr. delež pravočasnih dobav).

Merjenje zadovoljstva kupcev kaže, v kolikšni meri so kupci zadovoljni z dobljenimi storitvami. Za razliko od merjenja izdelka, kjer osnovo primerjave določi organizacija, je v tem primeru osnova primerjave kupčevo pričakovanje.

Pomembna tehnika, ki se vse bolj uveljavlja za primerjanje rezultatov, je primerjalna analiza (angl. benchmarking). Ker je z neposredno primerjavo mogoče primerjati le nekatere kategorije, se je metoda benchmarkinga sčasoma razširila tudi na primerjalno analizo procesov. Prednost te metode je v tem, da le-ta ni vezana zgolj na analizo konkurence v panogi. Lahko jo izvajamo tudi na uspešnih podjetjih iz drugih panog. Cilj te analize je ugotoviti značilnosti njihovih procesov ali pa njihove učinke postavimo kot cilj, ki ga bomo zasledovali (Rusjan, 2002, str. 15).

3.4.2 Ključni kazalci izvajanja procesov

Pogoj za učinkovit menedžment procesov so ustrezne informacije o teh procesih. Zato je poleg samega menedžmenta procesov nujno opredeliti tudi potrebni informacijski sistem. Vlaganja v informacijsko tehnologijo so bila v zadnjem desetletju precejšnja (Srbotič, 2002, str. 28). Skozi ta vlaganja se je praktično v vseh podjetjih ustvarila potrebna informacijska infrastruktura, ki ob relativno nizkih dodatnih vložkih omogoča zajem in obdelavo velikega števila podatkov, ki se nanašajo na poslovne transakcije.

Z ustreznim informacijskim sistemom, ki zajema podatke o procesih, lahko spremljamo naslednje ključne kazalce izvajanja procesov:

- kazalci, ki kažejo časovne značilnosti izvedenih procesov (npr. pretočni časi, izvajalni in čakalni časi, frekvenčne porazdelitve časov),
- kazalci, ki kažejo stroškovne značilnosti izvedenih procesov (npr. uporaba posameznih resursov, kar je povezano z ugotavljanjem stroškov na osnovi aktivnosti – ABC),
- kazalci, ki kažejo kakovost izvedenih procesov (npr. delež napak, delež zamujenih nalogov),
- kazalci, ki kažejo strukturo izvedenih procesov (npr. struktura dejanskega procesa v primerjavi z načrtovanim procesom, saj se v praksi pogosto pojavljajo

prilagoditve procesov z združevanjem, izpuščanjem ali dodajanjem posameznih aktivnosti; število primerov, ki se odvijajo po posamezni poti).

Ti kazalci podajajo bistvene povratne informacije, ki so potrebne pri nikoli končanem menedžerskem ciklu.

3.5 MODELIRANJE PROCESA PO METODOLOGIJI ARIS

Metodologija ARIS (angl. Architecture of integrated Information Systems) se je v zadnjem času izkazala kot eden uspešnejših pristopov za modeliranje poslovnih procesov in razvijanje informacijske tehnologije. Njena prednost izhaja iz dejstva, da poslovne procese obravnava z več medsebojno integriranih vidikov (slika 6), kar omogoča zmanjšanje kompleksnosti opisa procesa.

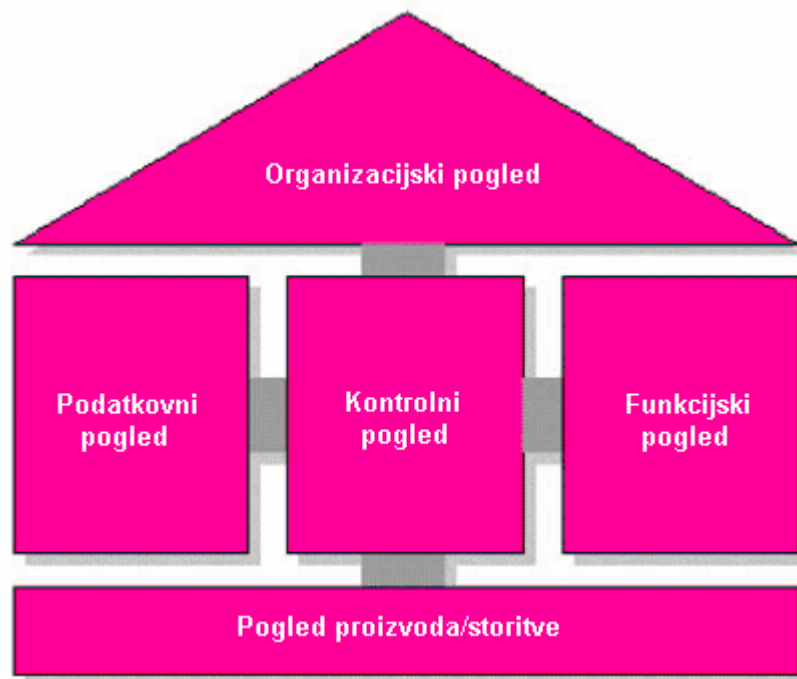
ARIS vsebuje štiri vrste pogledov:

1. organizacijski pogled, ki opisuje organizacijske objekte (ki izvajajo določene funkcije) in povezave med njimi,
2. funkcijski pogled, ki opisuje funkcije (to je aktivnosti v toku procesa) ter povezave med njimi,
3. podatkovni pogled, ki opisuje informacijske objekte, njihovo strukturo in povezave med njimi in
4. kontrolni pogled, ki povezuje organizacijske, funkcijske in podatkovne objekte ter opisuje dinamiko procesa (kako se proces odvija).

Kontrolni pogled opisuje dinamiko procesa ter povezave med drugimi pogledi. Na ta način omogoča ugotoviti:

- katere organizacijske enote so odgovorne oziroma sodelujejo pri izvajanju določene funkcije oziroma katere funkcije izvaja določena organizacijska enota;
- katere organizacijske enote so odgovorne oziroma sodelujejo pri vzdrževanju določenih podatkov oziroma katere podatke vzdržuje določena organizacijska enota;
- kateri podatki so potrebni za izvedbo določene funkcije oziroma kateri podatki so rezultat posamezne funkcije;
- pri izvajanju katerih funkcij nastajajo oziroma se uporabljajo določeni podatki;
- kateri dogodki aktivirajo določene funkcije.

Slika 6: Pogledi metodologije ARIS



Vir: ARIS Method, 2004.

ARIS je bil izvorno izdelan z namenom približati uporabniški vidik razvijalcem programske opreme na način, da se uporabniške zahteve zapišejo na strukturiran način, kar naj bi omogočilo večjo uspešnost pri »prevajanju« uporabniških zahtev v programsko kodo. Zaradi tega ima ARIS tri ravni (ARIS Method, 2004, str. 2–7), kakor je razvidno tudi s slike 7:

1. raven definicije uporabniških zahtev, na kateri se poskuša strukturirati poslovni proces;
2. raven specifikacije informacijskega sistema, na kateri se uporabniška procesna arhitektura prevede v arhitekturo informacijskega sistema (podatkovne strukture, aplikacije, računalniške mreže);
3. raven implementacije, na kateri je specifikacija informacijskega sistema prevedena v konkretne dele strojne in programske opreme.

Od navedenih nas v tej nalogi zanima prva raven, to je strukturiranje poslovnega procesa na način, ki omogoča njegovo analizo in simulacijo.

Slika 7: Ravni metodologije ARIS



Vir: ARIS Method, 2004.

Za modeliranje procesa in njegovo simulacijo bo uporabljen model procesne verige (angl. event-driven process chain). Ta model povezuje:

- dogodke: v formalnem smislu pride do dogodka vedno, ko informacijski nosilec zavzame poslovno relevantno stanje; dogodki prožijo izvajanje funkcij oziroma so rezultat izvedbe neke funkcije;
- funkcije: funkcija je tehnično opravilo ali aktivnost, ki se na določenem objektu izvede z namenom doseganja ciljev podjetja;
- pravila, ki določajo potek procesa (IN, ALI, ekskluzivni ALI);
- zaporedje dogodkov, funkcije in odločitvenih pravil, s čimer se določi kronološki oziroma logični sestav procesa.

V razširjenem modelu procesne verige (angl. extended event-driven process chain) pa lahko vključimo še organizacijski in podatkovni vidik izvajanja procesa.

V modelu procesne verige je moč dogodkom, funkcijam in pravilom določiti številne lastnosti (attribute). Na tem mestu omenjamo le tiste, ki so pomembne z vidika te naloge, to pa so (ARIS Simulation, 2002, str. 6):

- atributi dogodkov, ki prožijo proces (verjetnostna porazdelitev za generiranje nalogov),

- atributi funkcij, kot so časi (čakalni, orientacijski, izvajalni časi) in njihova verjetnostna porazdelitev ter stroški,
- alokacija resursov, ki se lahko uporabljajo v več procesih,
- atributi odločitvenih pravil (verjetnost in njena frekvenčna porazdelitev).

Verjetnostne porazdelitve, ki so na razpolago v simulacijskem modulu ARIS Toolset, pa so:

1. konstantna porazdelitev,
2. enakomerna porazdelitev: v modelu je potrebno opredeliti najkrajše in najdaljše trajanje aktivnosti, znotraj katere bodo vrednosti enakomerno porazdeljene;
3. normalna porazdelitev: v modelu je potrebno opredeliti povprečje in standardni odklon;
4. log-normalna porazdelitev: v modelu je potrebno opredeliti povprečje in standardni odklon;
5. eksponentna porazdelitev: v modelu je potrebno opredeliti povprečje;
6. Erlangova porazdelitev: v modelu je potrebno opredeliti povprečje in standardni odklon;
7. trikotna porazdelitev: v modelu je potrebno opredeliti najkrajše trajanje, najdaljše trajanje in najverjetnejšo vrednost;
8. gama porazdelitev: modelu je potrebno opredeliti najkrajše in najdaljše trajanje.

Vse razpoložljive verjetnostne porazdelitve so zvezne, zato je potrebno diskretne podatke (npr. prihod pacientov na urgenco) pretvoriti v zvezne podatke.

4 TEORIJA ČAKALNIH VRST

4.1 ČAKALNE VRSTE IN POMEN NJIHOVEGA POZNAVANJA

Načrtovanje in izboljševanje proizvodnih in storitvenih sistemov terja, da imamo na razpolago učinkovite načine za napovedovanje učinkovitosti sistema in vplivov ključnih parametrov sistema na njegove učinke. Ti sistemi so po svoji naravi stohastični, ne deterministični. To pomeni, da se srečujemo z variabilnostjo oziroma negotovostjo pri delovanju teh sistemov. Modeli čakalnih vrst vključujejo to negotovost in jo na ustrezen način upoštevajo pri izračunu lastnosti procesa.

Čakalne vrste se pojavljajo, kadar kratkoročno povpraševanje po neki storitvi presega kratkoročno kapaciteto. Običajno so kapacitete načrtovane tako, da povprečna kapaciteta pokrije povprečno povpraševanje. V dejanskem življenju pa so časi, ko bo stranka zahtevala storitev, slučajni, porazdeljeni po neki verjetnostni porazdelitvi. Prav tako so slučajni tudi časi, ki so potrebni za izvedbo določene aktivnosti v procesu.

Teorija čakalnih vrst z uporabo matematičnih metod napoveduje obnašanje določenega sistema in predstavlja pomembno orodje za oblikovanje in ovrednotenje sistemov čakalnih vrst (Polajnar, 2001, str. 184). Pri tem se uporabljata dve glavni metodi:

1. analitični pristop s statičnimi enačbami, ki ga lahko uporabimo za izračun učinkov nekega sistema ali
2. simulacija, ki jo uporabljamo pri kompleksnejših sistemih, kjer z generacijo dogodkov v sistemu po neki vnaprej določeni verjetnosti porazdelitvi posnemamo dejansko dogajanje v naravi.

Analitični pristop je opisan v tem poglavju, pristop z uporabo simulacije pa v naslednjem.

Teorija čakalnih vrst (angl. queueing theory) ponuja teoretične modele, ki omogočajo izračun kazalcev izvajanja procesov za omejen nabor natančno definiranih procesov. Ti modeli so deskriptivni. Z njimi ne iščemo optimalnih rešitev, pač pa z njimi opisujemo obnašanje sistema pri različnih predpostavkah. Na ta način lahko merimo in analiziramo različice načrtovanih procesov, ne da bi jih prej morali dejansko implementirati (Martinich, 1997, str. 428).

V tem je tudi največja praktična pomanjkljivost teorije čakalnih vrst. Praktični problemi iz realnega sveta se le redko skladajo s predpostavkami, na katerih so zgrajeni modeli. Načeloma ima analitični model prednost pred simulacijo; simulacija je izhod v sili, kadar analitični model v obliki formule ali algoritma ni na razpolago. Slabost modelov čakalnih vrst je, da z njimi ni moč zajeti večine kompleksnejših procesov, ki potekajo v praksi. Slabost simulacije pa je, da terja velik vložek dela, znanja in podatkov, poleg tega pa ne ponuja optimalnih rešitev, temveč lahko z njo obravnavamo le tiste alternative, ki se jih spomnimo (Lapin, Whisler, 2002, str. 750).

Izkušnje iz svetovalne prakse kažejo, da so rešitve teorije čakalnih vrst v obliki formul oziroma algoritmov za izračun parametrov sistema v praksi neuporabne za analizo kompleksnih sistemov, s katerimi se vsakodnevno srečujemo. Banks celo pravi, da se v

svoji svetovalski praksi še ni srečal s problemom, ki bi ga bilo moč rešiti s formulami (Banks, 1998, str. 17).

Vendar pa je ne glede na to potrebno poznati bistvene elemente teorije čakalnih vrst, še posebej, če nameravamo probleme čakalnih vrst kvantificirati s pomočjo simulacije. Vpogled in razumevanje lastnosti posameznih elementov teorije čakalnih vrst namreč omogočata tudi ustreznejšo uporabo metode simulacije, saj nam omogočata, da si postavljamo prava vprašanja.

4.2 PODROČJE UPORABE MODELA ČAKALNIH VRST

Z modelom čakalnih vrst lahko ponazorimo naslednje tipe proizvodnih in storitvenih sistemov, ki se v modelu čakalnih vrst ponazorijo kot zaporedje oziroma omrežje čakalnih vrst (Buzacot, Shantikumar, 2001, str. 1632):

A. Proizvodni sistemi:

1. delavniška (skupinska) razmestitev,
2. proizvodna linija,
3. prilagodljiva proizvodna linija,
4. montažna linija;

B. Storitveni sistemi:

1. ozko definirane naloge (podobno liniji v proizvodnji),
2. široko definirane naloge,
3. postavitve diagnoze (v mnogih primerih je šele s prihodom stranke in postavitvijo diagnoze znano, katere naloge bo potrebno izvesti);

C. Oskrbne verige in logistični sistemi (kot omrežje celic, ki jih poleg materialnih tokov povezuje tudi tok informacij).

V zvezi s postavitvijo procesa nam model čakalnih vrst omogoča naslednje analize:

- preučevanje različic konfiguracije procesov,
- preučevanje vpliva spremenjenih parametrov procesa, npr. obseg zaloge, število kanbanov ipd.,
- primerjava različic načrta dela,
- razumevanje vpliva variabilnosti na učinkovitost procesa, npr. pri strategiji kakovosti, ki terja znižanje variabilnosti procesa.

4.3 ELEMENTI SISTEMA ČAKALNIH VRST

Dva glavna elementa sistema čakalnih vrst sta stranka (angl. customer) in strežnik (angl. server). Stranke niso nujno zgolj ljudje. Lahko so vozila na cestninski postaji ali pa delovni nalogi v proizvodnji.

4.3.1 Lastnosti strank

Lastnosti strank so naslednje (Martinich, 1997, str. 430):

1. Velikost populacije strank

Populacija strank je lahko po obsegu končna ali neskončna. V matematičnem smislu je seveda večina populacij končnih, po drugi strani pa je lažje modelirati dogodke pri neskončnih populacijah, saj pri teh število postreženih ali čakajočih strank ne vpliva na stopnjo prihoda novih strank v vrsto. V praksi uporabljamo grobo pravilo, da če delež strank, ki so bile že postrežene ali pa čakajo v vrsti, ne presega 1 %, lahko populacijo obravnavamo kot neskončno.

2. Sestava populacije strank

Populacija strank je lahko glede na storitev, ki jo opravljajo, homogena ali heterogena. Pri homogeni populaciji velja, da imajo enake zahteve glede storitve. Heterogenost povzroča daljše servisne čase. O heterogenosti govorimo npr. v trgovini, kjer se ene stranke zadržijo na blagajni 1 minuto, nekatere 5, nekatere pa tudi več. Heterogenost strank lahko izkoristimo za izboljšanje učinkovitosti sistema, ne da bi povečevali število strežnikov. Rešitev v takih primerih je ločitev homogenih skupin kupcev, npr. hitre blagajne za kupce z do 5 izdelki.

3. Proces prihoda strank

Na splošno ni znano, kdaj se bodo stranke pojavile pri strežniku. Znan pa je vzorec pojavljanja, ki je običajno opisan z verjetnostno porazdelitvijo časov med prihodi posameznih strank. Teoretično je možna katerakoli verjetnostna porazdelitev, vendar se v praksi večina sistemov čakalnih vrst obnaša po Poissonovi porazdelitvi, kjer so časi med dvema zaporednima prihodom strank porazdeljeni eksponentno. To velja za vse naravne procese: pacienti v ordinacijah, avtomobili na cestninskih postajah, stranke v banki ipd.

4. Vedenje strank

Ko stranka želi storitev, vendar je strežnik zaseden, mora počakati v vrsti. Obnašanje strank v vrsti pa je pomembno za obnašanje sistema. Možni so vsaj trije vedenjski vzorci:

- a. stranka se obnaša dobro (angl. well behaved), če se postavi v vrsto in čaka, dokler ni postrežena;
- b. stranka se splaši (angl. balk), da bi se zaradi zasedenosti morala postaviti v vrsto, vendar tega ne stori in takoj odide. Običajno ugotavljamo verjetnost splašitve pri določeni dolžini čakalne vrste;
- c. stranka se pri zasedenem strežniku postavi v vrsto, vendar po določenem času ni pripravljena več čakati (angl. renege). Tudi to obnašanje lahko opišemo z verjetnostjo odhoda pri določenem čakalnem času.

Vsako od opisanih vedenj je potrebno pri analizi čakalnih vrst upoštevati. Če se v praksi pojavljajo odhodi strank zaradi čakanja, bodo dejanski čakalni časi v sistemu krajši, kot bi bili pri lepo obnašajočih se strankah, kar pa gre seveda na račun izgubljenih strank. Z določeno verjetnostjo se bo nekaj od njih pojavilo kdaj drugič, nekateri pa morda nikoli več.

4.3.2 Lastnosti strežnikov

Lastnosti strežnikov so naslednje (Martinich, 1997, str. 432; Lapin, Whisler, 2002, str. 668):

1. Storitveni mehanizem

Za vsako kategorijo strank je potrebno opisati storitveni proces. To se običajno izrazi z verjetnostno porazdelitvijo servisnih časov. Najmanj, kar potrebujemo, sta povprečni čas in standardni odklon servisnega časa. Za razliko od procesa prihoda strank v tem primeru ne obstaja univerzalna verjetnostna porazdelitev. V praksi je potrebno večkrat uporabiti diskretno verjetnostno porazdelitev, ker pač nobena od teoretičnih porazdelitev ne ustreza dovolj dobro dejanskim podatkom. Če so servisni časi eksponentno porazdeljeni, se modeli zelo poenostavijo.

2. Pravila v čakalni vrsti

Običajno pravilo v sistemi čakalnih vrst je FIFO: kdor prej pride, je prej postrežen. Vendar v posameznih primerih temu ni tako. Primer je urgentna ambulanta, kjer so prednostno obravnavani pacienti, ki so življenjsko ogroženi. V proizvodnji pa so poznana tudi pravila, po katerih imajo prednost nalogi z najkrajšim preostalim časom zapadlosti, z najkrajšim proizvodnim časom ali z največjo dobičkonosnostjo kupca.

4.3.3 Konfiguracija sistema

S konfiguracijo sistema opišemo konfiguracijo strežnikov, kapaciteto čakalne vrste in število čakalnih vrst (Martinich, 1997, str. 433; Russel, Taylor, 2003, str. 726):

1. Število, tip in konfiguracija strežnikov

Število strežnikov običajno opredeljuje čakalne čase. Vendar je poleg tega pomemben tudi tip strežnikov; lahko uporabimo bolj vsestranske, a počasnejše strežnike ali pa hitrejša in bolj specializirane z manjšo variabilnostjo servisnih časov. Tretji dejavnik je konfiguracija strežnikov. S postavitvijo strežnikov se odločamo o vzporedni oziroma zaporedni izvedbi storitev.

2. Kapaciteta čakalne vrste

Kapaciteta čakalne vrste nam pove maksimalno število strank, ki jih je mogoče postaviti v vrsto.

3. Število vrst

Tudi število čakalnih vrst za posamezni strežnik lahko vpliva na učinkovitost sistema. Vsak strežnik ima lahko svojo vrsto, lahko pa imamo eno vrsto za več strežnikov. Število vrst pa ne vpliva le na povprečje čakalnih časov, pač pa tudi na njihovo porazdelitev.

4.4 VRSTE MODELOV ČAKALNIH VRST

Formule oziroma algoritmi za izračun učinkov (pretok, časi, zaloge) različnih modelov čakalnih vrst so bili razviti z matematičnimi postopki in preverjeni z obsežnimi simulacijami. Buzacot in Lapin naštevata formule oziroma algoritme za naslednje tipe

proizvodnih in storitvenih sistemov, ki jih lahko obravnavamo s teorijo čakalnih vrst (Buzacot, Shantikumar, 2001, str. 1635; tudi Lapin, Whisler, 2002, str. 692):

A. Enofazni sistemi:

1. proizvodnja po naročilu oziroma izvedba storitev po prihodu stranke (sistem z enim ali več strežniki),
2. proizvodnja na zalogo oziroma izvedba dela storitve pred prihodom stranke;

B. Proizvodne linije in serijski sistemi:

1. sinhronizirani (angl. paced) sistemi,
2. nesinhronizirani (angl. unpaced) sistemi,
3. dvofazni linijski sistemi,
4. trofazni linijski sistemi,
5. večfazni linijski sistemi z eksponentnimi izvajalnimi časi;

C. Transferne linije:

1. transferne linije brez vmesne zaloge,
2. transferne linije z vmesnimi zalogami,
3. dvofazna sinhronizirana linija s končno kapaciteto vmesne zaloge,
4. večfazne transferne linije;

D. Dinamični delavniški sistem:

1. odprti Jacksonov model mreže čakalnih vrst pri istovrstnih delovnih nalogih,
2. Jacksonov model mreže čakalnih vrst pri raznovrstnih delovnih nalogih;

E. Fleksibilni strojni sistemi:

1. zaprti Jacksonov model mreže čakalnih vrst pri istovrstnih delovnih nalogih,
2. splošni zaprti model mreže čakalnih vrst,
3. model čakalnih vrst pri raznovrstnih delovnih nalogih;

F. Koordinacija proizvodnje, logistični sistemi:

1. nadziranje osnovne zaloge,
2. nadziranje kanbana.

Splošne predpostavke teh modelov čakalnih vrst so naslednje (Buzacot, Shantikumar, 2001, str. 1634):

1. distribucije so stacionarne (parametri procesa s časom ali obsegom proizvodnje ne spreminjajo, kar pomeni, da ni upoštevana krivulja učenja);
2. nastanek dogodka določenega tipa je neodvisen od svojega predhodnika (ni serijske korelacije);
3. dogodki na posameznem stroju oziroma servisnem centru so neodvisni od dogodkov na drugem stroju.

Te predpostavke v stvarnosti ne držijo vedno striktno, vendar bi bila izpeljava bolj ohlapnih predpostavk pretežavna. V večini realnih sistemov bi v primeru, če te predpostavke ne bi več držale dovolj dobro, sistem obravnavali kot izven kontrole, čemur sledi menedžerska korektivna akcija (npr. zmanjšanje kakovosti, ki se kaže kot večja variabilnost pri delovanju sistema).

4.5 REZULTATI MODELOV ČAKALNIH VRST

Modeli časovnih vrst dajejo naslednje rezultate (Lapin, Whisler, 2002, str. 670; Buzacot, Shantikumar, 2001, str. 1628):

- povprečno število strank v sistemu in njegova varianca,
- povprečni procesni, izvajalni in čakalni čas ter njegova varianca,
- povprečna dolžina čakalne vrste in njena varianca,
- faktor izkoriščenosti strežnika.

S temi informacijami si lahko pomagamo v procesu menedžerskega odločanja, pri postopnem ali pa tudi bolj korenitem prilagajanju oziroma spreminjanju poslovnih procesov v organizaciji z namenom izvajanja postavljene strategije organizacije.

5 SIMULACIJA

5.1 OSNOVNO O SIMULACIJI

Računalniška simulacija je ena od najpogosteje uporabljenih metod pri raziskavah menedžmenta izvajalne funkcije (Shafer, 2004, str. 341). Bistvo simulacije je v tem, da z uporabo psevdo slučajnih števil reproduciramo negotovost v modelu. Glede na strukturo modela se potem generira vzorčno obnašanje modela, ki je osnova za analizo, podobno, kot če bi pri delovanju fizičnega sistema zbrali nekaj vzorcev in jih analizirali.

Simulacija je verjetno najbolj splošna analitična tehnika, a cena za to splošnost je ta, da nam ponuja samo ocene parametrov učinkovitosti sistema. Najboljše, na kar lahko upamo, je, da te ocene konvergirajo k dejanskim parametrom učinkovitosti sistema, če postaja simulacija neskončno dolga (Nelson, 2001, str. 2469).

Simulacije se najpogosteje uporabljajo pri reševanju naslednjih problemov menedžiranja izvajalne funkcije:

- simulacije čakalnih vrst,
- simulacije PERT (angl. program evaluation and review technique) programa projekta,
- simuliranje politike menedžmenta zalog,
- simuliranje napovedi v pogojih negotovosti,
- simuliranje investicijskih odločitev v pogojih negotovosti.

V tej nalogi obravnavamo dinamične simulacijske modele čakalnih vrst, kar pomeni, da z njimi ponazarjamo odvijanje posameznih dogodkov v času. Elementi teh modelov so naslednji:

- dogodek je pojav, ki spremeni stanje sistema; eksterni dogodek pomeni pojav, ki pride v sistem od zunaj (npr. prihod stranke), interni dogodek pa se pojavi znotraj sistema;
- spremenljivke stanja sistema opisujejo, v kakšnem stanju se nahaja sistem v določenem trenutku; sistem se določen čas nahaja v določenem stanju, z nastankom dogodka pa se stanje sistema spremeni;
- entitete so objekti, definirani v sistemu; lahko so dinamični (se premikajo skozi sistem, npr. stranke) ali statični oziroma viri (so na enem mestu, kjer strežejo drugim entitetam, npr. naprave);
- atributi so lastnosti entitete, ki se nanašajo samo na to entiteto;
- aktivnost je čas, ki preteče od začetka do konca izvedbe neke funkcije; običajno se izraža s povprečjem in verjetnostno porazdelitvijo.

Simulacijski model je nabor matematičnih funkcij, verjetnostnih porazdelitev in odločitvenih pravil, ki posnemajo obnašanje sistema pri določenih pogojih (Martinich, 1997, str. 482). Sistem simulacije je deskriptiven in se razlikuje od optimizacijskega, s katerim iščemo najboljše rešitve. Je orodje, s katerim lahko ovrednotimo različice načrtovanih procesov.

5.2 TIPI SIMULACIJSKIH MODELOV

Simulacijske sisteme lahko ločimo po kriteriju nastajanja dogodkov; po kriteriju vključitve slučajnosti in po kriteriju zaključevanja procesov (Martinich, 1997, str. 482; Banks, 1998, str. 28).

1. Kontinuirani in diskretni sistemi

Če se stanje sistema spreminja v času kontinuirano, govorimo o modelu kontinuiranega dogodka. Primer je let rakete, stanje sistema pa je opisano s hitrostjo, višino, rotacijo v vsakem trenutku merjenja. Če pa se stanje spreminja v diskretnih trenutkih, govorimo o modelu diskretnih dogodkov. Sistem je do nekega trenutka v enem stanju (npr. število nalogov v proizvodnji), potem pa se v nekem drugem trenutku to stanje spremeni (v nekem trenutku nalog se zaključi ali pa v vrsto pride novi).

2. Stohastični in deterministični modeli

Če sistem vključuje slučajnost (npr. pri časih prihodov strank ali pri časih obdelave), govorimo o stohastičnih sistemih. Če pa predpostavimo, da ni slučajnosti pri procesih, govorimo o determinističnih procesih. V menedžmentu proizvodnje se večinoma uporabljajo stohastični modeli diskretnih dogodkov.

3. Zaključevani in nezaključevani procesi

Pri analizi je potrebno upoštevati, ali gre za procese, ki se po določenem času zaključijo (npr. blagajna v banki), ali pa gre za procese, ki se ne zaključujejo oziroma ki so neskončni (npr. montažna linija, urgencia v bolnišnici). Pri zaključevanih procesih se ob zaključku strežniki izpraznijo, pred njimi ni nobenega naloga v zalogi oziroma čakanju (buffer je prazen). Ob začetku novega procesa potem nekaj prvih nalogov oziroma strank potuje skozi sistem brez vsakršnega čakanja, saj traja nekaj časa, da posamezni nalogi oziroma stranke napolnijo zaloge oziroma pridejo do bolj oddaljenih delov procesa. Pri nezaključevanih procesih pa se le-ti odvijajo stalno, brez izpraznitve ob zaključku oziroma polnjenja ob začetku procesa. Pri teh procesih nas zanima njihovo obnašanje v polnem obratovanju. Zato moramo običajno analizo simulacije nekoliko dopolniti. Običajno se simulacija prične s prihodom stranke oziroma naloga, ki se potem premika naprej po sistemu. S prihodom vedno novih nalogov se začenejo ustvarjati zaloge oziroma čakalne vrste ter s tem čakalni časi. Če pri analizi upoštevamo tudi ta del simulacije, bo analiza podcenila dejanske čase čakanja, saj vključuje tudi začetno oziroma prehodno fazo procesa, ki se v dejanskem procesu ne pojavlja. Za korekcijo te napake so na voljo trije ukrepi:

- poplavitve (angl. swamping), kar dosežemo z zelo dolgimi simulacijami, posledica katerih je, da ima začetna faza le zelo majhen vpliv na učinkovitost sistema; slabost tega pristopa je v tem, da bo nekaj napake vedno ostalo;
- vnaprejšnje obremenjevanje sistema (angl. preloading), s katerim pripišemo na določena mesta pred začetkom simulacije določene čakalne vrste; slabost tega pristopa je, da je potrebno vnaprej vedeti, kje in kakšne čakalne vrste se bodo ustvarile;
- izbris podatkov o učinkih sistema v začetni fazi (angl. deletion); slabost tega pristopa je, da je včasih zelo težko ugotoviti, do kdaj se sistem nahaja v začetni fazi in kdaj je nastopilo ustaljeno obratovanje sistema.

5.3 POSTOPEK SIMULACIJSKE ŠTUDIJE

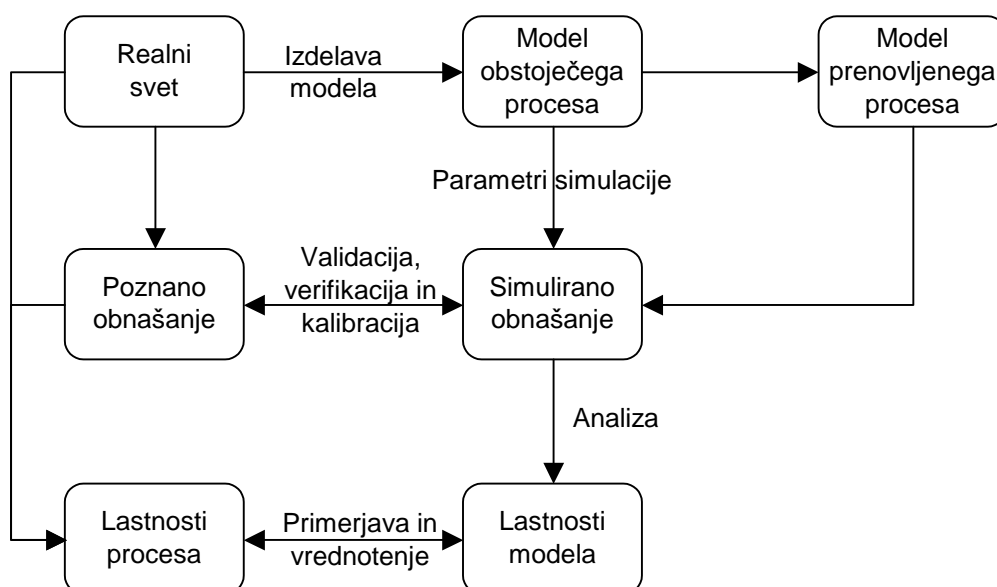
V literaturi je moč najti veliko podrobno razčlenjenih metodologij izvedbe simulacijske študije. Glavni koraki, prikazani na sliki 8, so naslednji (Polajnar, 2001, str. 190; Martinich, 1997, str. 485):

1. Spoznavanje problema, formuliranje problema in načrtovanje študije
 - a. Kaj je namen simulacije in katere lastnosti sistema nas zanimajo?
 - b. Katere entitete in razmerja so pomembna (nekateri sistemi imajo po več sto ali tisoč entitet, vendar jih je pomembnih le relativno malo)?
 - c. S katerimi atributi opisujemo stanje sistema in kateri dogodki se lahko v sistemu zgodijo?
 - d. Ali je potrebno v sistem vključiti slučajnost?
 - e. Kateri vidiki sistema so spremenljivi in katere moramo obravnavati kot fiksne?
 - f. S katerimi merili bomo presojali učinke sistema?
2. Zbiranje podatkov in izdelava modela
Izdelava modela sistema vključuje opredelitev komponent sistema, določitev razmerij med njimi in opredelitev slučajnosti v sistemu. Pri izgradnji modela je potrebno v čim večji meri uporabiti dejanske podatke. Potrebno je preveriti verjetnostno porazdelitev in uporabiti dejansko ali pa privzeti teoretično, npr. Poissonovo. V tem primeru bi bilo potrebno s testom Hi-kvadrat preveriti skladnost podatkov s privzeto verjetnostno porazdelitvijo (Martinich, 1997, str. 485).
3. Ugotavljanje veljavnosti modela (validacija)
Validacija oziroma ugotavljanje veljavnosti modela je postopek preverjanja skladnosti med obnašanjem modela in sistema, ki ga model ponazarja. Validacija zajema oceno izkušenega uporabnika realnega sistema, analizo občutljivosti na spremembe modelskih inputov, delovanje pri ekstremnih vrednostih in primerjava z meritvami oziroma štetji dejanskega sistema (Banks, 1998, str. 22).
4. Ugotavljanje pravilnosti modela (verifikacija)
Verifikacija oziroma ugotavljanje pravilnosti modela je postopek preverjanja delovanja modela na pričakovani način. Verifikacija zajema preverjanje računske korektnosti modela, delovanje modela pri različnih vhodnih podatkih ipd. (Banks, 1998, str. 22)¹.
5. Kalibracija modela
Če po popravkih modela iz naslova validacije in verifikacije modela le-ta še vedno izkazuje odstopanja, je potrebno model kalibrirati. Pri modeliranju je praktično nemogoče zajeti vse povezave, zato poskušamo zajeti samo najpomembnejše. Model je torej abstrakcija dejanskega sistema, zaradi česar se pri primerjavi dejansko izmerjenih in z modelom napovedanih pojavljata (Bennet, Paterson, 2000, str. 13) nagnjenost (bias) in netočnost (unprecision) modela.

¹ Tehnike verifikacije, validacije in testiranja simulacij so številne, lahko pa jih razdelimo v neformalne, statične, dinamične in formalne. Podrobneje o tem: Balci, 1998.

6. Določitev parametrov simulacije
Ključni parametri simulacije so dolžina simulacije, število ponovitev simulacije ipd.
7. Izvajanje simulacij in analiza rezultatov
Pri simulacijah si običajno pomagamo z računalnikom. Model poženemo, da se izvaja določeno število časovnih enot. Po vsaki ponovitvi (angl. run) pa zabeležimo njegove rezultate. Pri tem se je potrebno zavedati, da ena ponovitev (pri stohastičnem modelu!) pomeni en vzorec dogodkov. Pri ocenjevanju rezultatov modela je zato potrebno uporabiti statistične metode za vzorce. S temi statističnimi metodami lahko tudi določimo število potrebnih ponovitev simulacije. Pri vrednotenju se ponovno pokaže prednost stohastičnih modelov. Pri teh modelih poznamo tudi verjetnostno porazdelitev rezultatov. Poleg npr. povprečnega čakalnega časa poznamo tudi verjetnostno porazdelitev teh časov. S tem lahko ocenimo, koliko strank bo čakalo dlje in ocenjujemo verjetnosti, da bodo zaradi tega odšle iz vrste (Martinich, 1997, str. 485).
8. Načrtovanje različic sistema
Analiza s pomočjo simulacije je po svoji naravi eksperimentalna in ne optimizacijska. Zato oblikujemo različice sistema in opazujemo njihove učinke.
9. Dokumentiranje in poročanje.

Slika 8: Postopek simulacijske študije



Prerejeno po Desel, Erwin, 2000, str. 130.

Potek simulacije seveda ni premočrten od prve proti zadnji alineji. Praviloma se pri postavljanju modela pokaže, da problem ni dobro definiran, prav tako pa je ob preverjanju veljavnosti in pravilnosti modela le-tega potrebno korigirati. Pri izvajanju in analizi simulacije se lahko pokaže potreba po večjem številu ponovitev simulacije od prvotno predvidenega itn.

5.4 VHODNI IN IZHODNI PODATKI SIMULACIJE

Za simulacijo potrebujemo naslednje vhodne podatke:

- model procesa,
- verjetnostno porazdelitev za čas med prihodi posameznih strank,
- verjetnostno porazdelitev za izvajalni čas posameznih aktivnosti,
- število ponovitev simulacije.

Glavni rezultati simulacije so naslednji (Lapin, Whisler, 2002, str. 670):

- povprečni procesni, izvajalni in čakalni čas strank (v procesu, pred posameznimi aktivnostmi),
- povprečno število strank v sistemu,
- povprečna dolžina čakalne vrste pred posameznimi aktivnostmi,
- povprečna izkoriščenost strežnika.

5.5 STATISTIČNI VIDIK SIMULACIJE

Simuliranje je s statističnega vidika zajemanje slučajnih vzorcev in sklepanje o lastnostih populacije na tej podlagi. Zaradi tega je pri izračunu lastnosti podatkov potrebno uporabljati statistične metode za vzorce, npr. izračun variance oziroma standardnega odklona za vzorce in ne za populacijo (Montgomery, 2001, str. 46).

Študij pojava čakanja kot stohastičnega procesa mora upoštevati statistične lastnosti naključnih dogodkov (Polajnar, 2001, str. 184).

5.5.1 Ugotavljanje verjetnostne porazdelitve

Ugotavljanje verjetnostne porazdelitve je del postavljanja modela. Da bi s simulacijo kar najboljše replicirali dejanski sistem, je potrebno ugotoviti verjetnostno porazdelitev za spremenljivke v realnem sistemu (npr. časi med pojavi posameznih dogodkov, izvajalni časi ipd.). Za to so na razpolago računalniški programi, ki nam pomagajo pri izvedbi postopka ugotavljanja verjetnostne porazdelitve (Banks, 1998, str. 20):

1. Ugotovi, ali je proces diskreten ali zvezen. Diskretni podatki izhajajo iz štetja procesa, npr. število strank na dan ipd. Najbolj običajne diskretne verjetnostne porazdelitve, ki se uporabljajo v simulacijah, so Poissonova, binomialna in geometrijska. Zvezne porazdelitve izhajajo iz merjenja procesa (npr. čas, razdalja, teža ipd.). Najbolj običajne zvezne verjetnostne porazdelitve, ki se uporabljajo v simulacijah, so enakomerna (uniformna), eksponentna, normalna, trikotna (triangularna), lognormalna, gama in Weibullova. Iz tega nabora

zajemamo kandidate za verjetnostno porazdelitev, ki naj bi kar najbolj ustrezala našim podatkom.

2. Oцени parametre izbrane verjetnostne porazdelitve. Če smo npr. za prvo kandidatko določili normalno porazdelitev, je potrebno oceniti sredino in varianco.
3. Izvedi test prilagajanja hipotetične z dejansko porazdelitvijo, npr. Hi-kvadrat. Če hipoteza ni potrjena, se vrni na korak 1.

Testiranje prilaganja podatkov predpostavljeni verjetnostni porazdelitvi (angl. goodness of fit) se običajno izvaja s statističnimi programi, zato na tem mestu ne prikazujemo formul za te teste.

Pri testiranju prilaganja podatkov predpostavljeni verjetnostni porazdelitvi se uporabljajo naslednje statistike (Lapin, Whisler, 2002, str. 695):

- test Hi-kvadrat,
- test Kolmogorov-Smirnov,
- test Anderson-Darling.

Test Hi-kvadrat je najpogosteje uporabljeni kazalec, ki ga lahko uporabimo pri zveznih in diskretnih podatkih. Njegova pomanjkljivost je, da je potrebno podatke najprej grupirati v razrede, pri čemer lahko pride do arbitrarnosti, saj ni pravila, kako naj se to grupiranje izvede.

Test Kolmogorov-Smirnova se nanaša na zvezne podatke in ne terja razvrščanja podatkov v razrede. Njegova slabost pa je, da ne obravnava dobro ekstremnih vrednosti – repov v porazdelitvi (angl. tail).

Test Anderson-Darling se prav tako nanaša na zvezne podatke in ne terja razvrščanja podatkov v razrede. Za razliko od testa Kolmogorov-Smirnova pa poudarja razlike med podatki in predpostavljeno verjetnostno porazdelitvijo na repih porazdelitve.

Iz zgoraj navedenega izhaja, da imajo vsi testi svoje prednosti in slabosti, zaradi česar je smiselno, da se uporabi več kazalnikov, še posebej, če izvajamo analizo z računalniškimi orodji, ker to ne terja nobenega posebnega dodatnega napora ali časa.

Pri testiranju hipotez se nam lahko zgodi, da pri določeni stopnji zaupanja zavrnemo vse hipotetične verjetnostne porazdelitve (Vincent, 1998, str. 78). Pri zelo velikem vzorcu se nam lahko zgodi, da bo s tem testom zavrnjena tudi porazdelitev, ki bi po drugih merilih bila ustrezna (ta metoda nam ne daje »dovolj dobrih« porazdelitev). Zato se priporočajo tudi druge (hevristične) metode in uporaba grafov (histogrami, razsevni diagrami, analiza neodvisnosti podatkov, analiza stabilnosti porazdelitve, analiza odstopanj napovedanih vrednosti od dejanskih ipd.).

Včasih podatkov ni na razpolago, posebej v zgodnejših fazah raziskovanja. Pri tem si lahko pomagamo s kombinacijo ocen in teoretičnih distribucij na naslednji način:

- če poznamo, kakšni so minimum in maksimum ter najpogostejša vrednost (npr. s pomočjo izkušenega uporabnika), lahko uporabimo trikotno porazdelitev;
- za istovrstne ali podobne sisteme lahko uporabimo porazdelitve, ki so bile ugotovljene v drugih študijah;

- večina naravnih pojavov je porazdeljena po Poissonovi oziroma eksponentni porazdelitvi, zaradi česar lahko v večini procesov predpostavimo tovrstno porazdelitev.

To je seveda začasna oziroma poizkusna rešitev. Zato je potrebno pozneje pridobiti prave podatke in določiti pravo porazdelitev in njene parametre.

V literaturi je opisana vrsta možnih verjetnostnih porazdelitev. Najpomembnejše, v praksi uporabljane verjetnostne porazdelitve, pa so naslednje (Montgomery, 2001, str. 46):

A. Diskretne verjetnostne porazdelitve:

- hipergeometrična,
- binomialna,
- Poissonova,
- Pascalova in podobne.

B. Zvezne verjetnostne porazdelitve:

- normalna,
- eksponentna,
- gama,
- Weibullova.

5.5.2 Generiranje slučajnega vzorca

Za izvedbo simulacije potrebujemo slučajne vrednosti z določeno verjetnostno porazdelitvijo, s katerimi repliciramo čase med posameznimi prehodi, izvajalne čase, velikost serij in druge spremenljivke v sistemu.

Dandanes se pri izvajanju simulacijskih modelov skoraj izključno uporabljajo računalniki. V simulacijskih računalniških programih so integrirane metode generiranja slučajnih števil ter njihova pretvorba v zaželeno statistično porazdelitev. Z generatorjem slučajnih števil (angl. RNG – random number generator) se najprej izdelata neodvisna slučajna števila med 0 in 1, to je $U(0, 1)$, ki so zvezno in enakomerno (uniformno) porazdeljena. Ta slučajna števila se s pomočjo matematičnih metod oziroma generatorja slučajne spremenljivke (angl. RVG – random variate generator) pretvori v željeno statistično porazdelitev (Banks, 1998, str. 18).

V resnici so slučajna števila, ki jih tvori generator, navidezno slučajna (angl. pseudo-random), saj jih je zaradi znanega algoritma za njihovo tvorbo moč reproducirati; če bi poznali začetno vrednost, bi lahko napovedali vse naslednje. Vendar pa je v praksi ta skrb odveč. Nizi slučajnih števil so zelo dolgi, pri 32-bitnem računalniku je niz lahko daljši od 2 milijard števil, tako da je možnost ponovitve zaporedja števil izjemno majhna.

5.5.3 Velikost vzorca

Pri statistični analizi simulacije je potrebno razločevati med statističnimi kazalci, ki se nanašajo na (Nelson, 2001, str. 2473):

- posamezno ponovitev (replikacijo) simulacije ali
- množico ponovitev simulacije.

Če na primer ponazarjamo s simulacijo enotedensko dogajanje, se bo povprečje izračunalo iz vrednosti rezultatov tega tedna. Če pa z istim modelom želimo ponoviti k-tedensko dogajanje, pa izračunamo povprečje k simuliranih povprečij, kar predstavlja statistični kazalec za množico ponovitev simulacije.

Rezultati posamezne simulacije niso nujno neodvisni niti identično distribuirani, prav tako pa je število določenih opazovanih dogodkov v simulaciji slučajno. Zaradi tega je potrebno izvajati statistično analizo na množici ponovitev simulacije, pri čemer vsaka simulacija rezultira v enem opazovanju statističnega kazalca, ki nas zanima.

Število ponovitev simulacije k je odvisno od tega, kakšno standardno napako smo pripravljeni sprejeti (Nelson, 2001, str. 2487). Ker se varianca zmanjšuje po stopnji $1/k$, je enačba naslednja:

$$k = (\sigma_{\text{procesa}} / \sigma_{\text{željena}})^2$$

Varianco procesa lahko ugotovimo s preliminarnimi pilotskimi ponovitvami simulacije ali med izvajanjem simulacije.

Če ne poznamo standardnega odklona, uporabimo pravilo palca, to je, da znaša standardni odklon šestino razlike med največjo in najmanjšo vrednostjo, ki si jo lahko zamislimo² (Lapin, Whisler, 2002, str. 751).

Potrebno število ponovitev je pri normalni porazdelitvi moč izračunati za določeno, želeno verjetnost.

$$k = \frac{z_{\alpha/2}^2 \sigma^2}{d^2}$$

k – velikost vzorca

z – normalni odklon za želeno raven gotovosti

σ^2 – varianca

d – ciljna raven natančnosti (maksimalni odklon od resnične vrednosti)

² Pri normalni porazdelitvi bi na ta način zajeli območje ± 3 standardne odklone od povprečja oziroma 99,7 % vrednosti.

5.5.4 Ocena rezultatov simulacijskega modela

Cilj simulacije je pogosto pridobiti eno številko, s katero opišemo učinkovitost sistema oziroma točkovno cenilko procesa (angl. point estimate). Te so (Nelson, 2001, str. 2475):

- povprečna vrednost (pričakovana vrednost),
- ocena verjetnosti za nastop določene vrednosti in
- ocena kvantila (npr. mediane, kvartilov ter ekstremnih centilov).

Pri vsaki točkovni oceni je potrebno poznati tudi mero potencialne napake. Te mere so:

- standardna napaka točkovne ocene,
- interval zaupanja in
- test hipotez.

Standardna napaka točkovne ocene upošteva število ponovitev simulacije in se izračuna po formuli:

$$\frac{\sigma}{\sqrt{k}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y})^2}{k(k-1)}}$$

Interval zaupanja pa se izračuna po naslednji formuli:

$$meja = \bar{X} \pm z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{k}}$$

\bar{X} - povprečna (pričakovana) vrednost
 σ – standardni odklon

Oceno rezultatov simulacijskega modela lahko izvedemo tudi s testiranjem hipotez (Lapin, Whisler, 2002, str. 755). Ničelna hipoteza, ki jo postavimo, je, da sta povprečji dveh vzorcev (simulacij) enaki. Po preverjanju hipotez lahko ugotovimo naslednje:

1. povprečje A = povprečje B (ničelna hipoteza drži);
2. povprečje A > povprečje B (ničelna hipoteza ne drži);
3. povprečje A < povprečje B (ničelna hipoteza ne drži).

Formula za izračun z je naslednja:

$$z = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{\sqrt{\frac{\sigma_A^2}{k_A} + \frac{\sigma_B^2}{k_B}}}$$

Hipotezo pri dani ravni gotovosti sprejmemo, če:

$$-z_{\alpha/2} \leq z \leq z_{\alpha/2}$$

5.6 KALIBRIRANJE SIMULACIJSKEGA MODELA

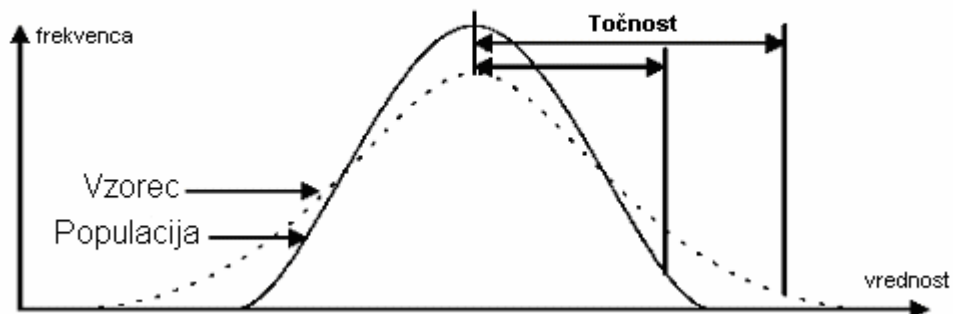
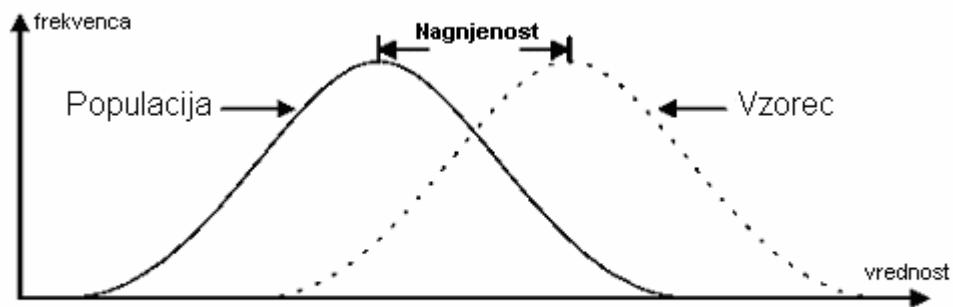
5.6.1 Nagnjenost in točnost modela

Namen modeliranja je poustvariti dejansko obnašanje nekega sistema in ga uporabiti za napoved obnašanja sistema pri spremenjenih predpostavkah. Pri modeliranju je praktično nemogoče zajeti vse povezave, zato poskušamo zajeti samo najpomembnejše. Model je torej abstrakcija dejanskega sistema, zaradi česar se pri primerjavi dejansko izmerjenih in z modelom napovedanih pojavljata (Bennet, Paterson, 2000, str. 13):

- **nagnjenost** (angl. bias), ki je sistematična razlika med napovedanimi in opazovanimi vrednostmi (npr. napoved je vedno za 10 % nižja); formalno je nagnjenost razlika med povprečjem napovedanih in povprečjem opazovanih vrednosti;
- **točnost** (angl. precision), ki predstavlja, kako blizu so si napovedane in opazovane vrednosti; formalno je točnost količnik med varianco opazovanih in varianco napovedanih vrednosti, grafično pa se kaže kot razsev vrednosti na razsevnom grafikonu. Na točnost vplivajo stohastičnost večine naravnih procesov, napake merjenja in opazovanja ter nepoznani dejavniki, ki niso bili vključeni v model.

Razlikovanje med nagnjenost in točnostjo modela je razvidno s slike 9. Kadar je povprečje vzorca različno od povprečja napovedi, imamo opravka z nagnjenostjo vzorca. Če pa je povprečje enako, varianca pa različna, imamo opravka s točnostjo.

Slika 9: Nagnjenost in točnost modela



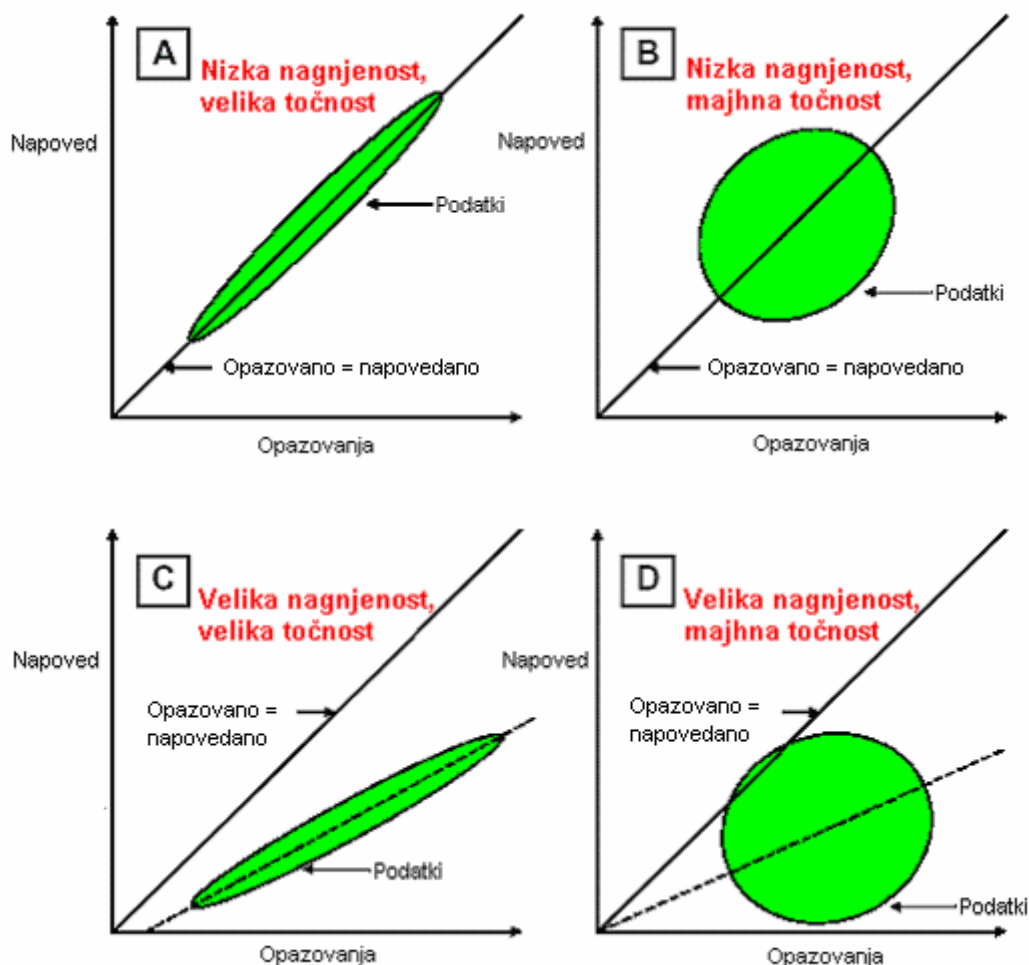
Vir: Bennet, Paterson, 2000, str. 16.

Pri testiranju modela se lahko srečamo z naslednjimi situacijami:

- nizka nagnjenost in velika točnost,
- nizka nagnjenost in majhna točnost,
- velika nagnjenost in velika točnost,
- velika nagnjenost in majhna točnost.

Elipsasto področje na sliki 10 predstavlja opazovane glede na napovedane podatke, premica pod kotom 45° pa je premica enakosti, na ka teri so izmerjene in napovedane vrednosti enake.

Slika 10: Nagnjenost in točnost modela



Vir: Bennet, Paterson, 2000.

Pri nizki nagnjenosti bodo podatki blizu premice enakosti. Pri veliki točnosti bo razsev podatkov majhen (primer A). Pri zmanjšanju točnosti pa se ta razsev, in s tem tudi standardna napaka, poveča (primer B).

Pri veliki točnosti se nagnjenost oziroma bias izraža kot sprememba v nagibu premice, okoli katere se nahajajo podatki (primer C). V tem primeru tudi ni nujno, da gre premica enakosti skozi izhodišče. Najbolj neugodna situacija nastopi v primeru, ko ugotovimo veliko nagnjenost in nizko točnost (primer D). V takšnem primeru ni mogoče ugotoviti, ali je za odstopanje kriva nagnjenost ali nenatančnost.

5.6.2 Rotacija in translacija modela

Nagnjenost nastane zaradi sistematskih razlik med opazovanimi in napovedanimi vrednostmi (primer A s slike 11). Da bi jo odpravili, uporabimo dva tipa kalibracijskih korekcijskih faktorjev: rotacijo in/ali translacijo (Bennet, Paterson, 2000, str. 15). Rotacijski korekcijski faktor izračunamo na naslednji način:

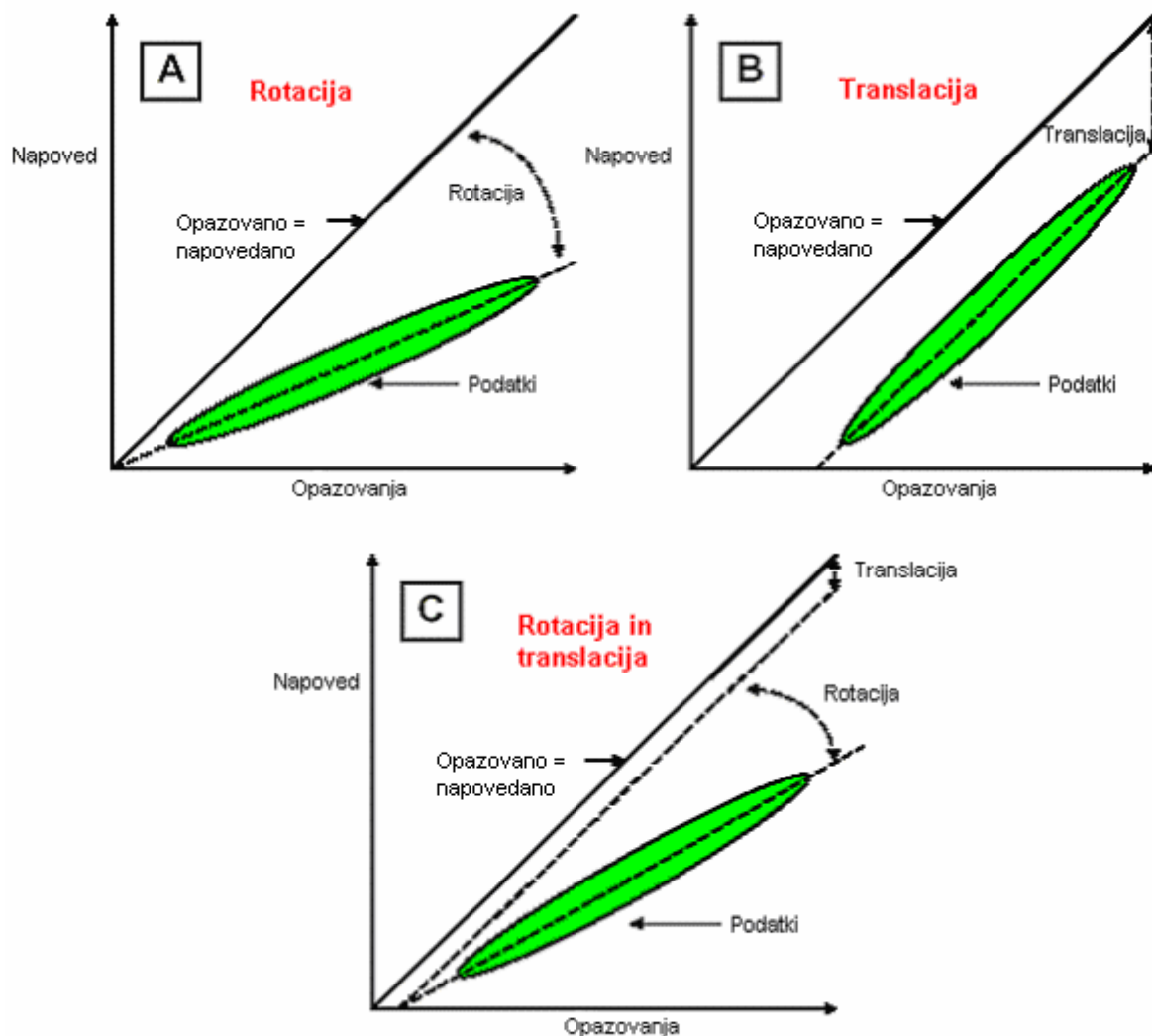
$$CF_{rot} = \text{aritmetično povprečje opazovanj} / \text{aritmetično povprečje napovedi}$$

Translacijski korekcijski faktor uporabimo, kadar nastopa konstantna razlika med opazovanimi in napovedanimi vrednosti na celem razponu vrednosti (primer B s slike 11). Translacijski korekcijski faktor izračunamo na naslednji način:

$$CF_{trans} = \text{aritmetično povprečje opazovanj} - \text{aritmetično povprečje napovedi}$$

Običajno pa je potrebno pri kalibriranju modela uporabiti tako rotacijski kot tudi translacijski faktor (primer C s slike 11).

Slika 11: Kalibracija z rotacijo in translacijo modela



Vir: Bennet, Paterson, 2000.

5.6.3 Kalibriranje modela

Pri kalibraciji modela je potrebno paziti na sledeče:

- model je potrebno opazovati na celem razponu vrednosti, ki se lahko pojavijo,
- velikost vzorca mora biti dovolj velika, da je moč sklepati o nagnjenosti in točnosti modela,
- visoka korelacija ne pomeni nujno visoke natančnosti, saj se še vedno lahko pojavlja nagnjenost (bias).

Glavni cilj kalibracije je odpraviti nagnjenost (Bennet, Paterson, 2000, str. 17).

Pri zagotavljanju točnosti napovedi imamo vedno opravka s tehtanjem med točnostjo in stroški za njeno zagotavljanje. Večja zahtevana točnost terja tudi višje stroške, zato je potrebno najti ustrezno razmerje med zahtevano oziroma potrebno točnostjo modela in stroški za njeno zagotavljanje.

Če je nagnjenost nizka, je običajno možno sprejeti tudi nižjo točnost, saj je povprečje opazovanj in napovedi podobno. Če je nagnjenost visoka, pa je potrebno imeti veliko točnost, da bi lahko ugotovili tip nagnjenosti (rotacija, translacija). Visoka nagnjenost in nizka točnost pa ne omogočata dovolj natančne uporabe modela.

5.7 PREDNOSTI IN SLABOSTI SIMULACIJE

Načeloma ima analitični model prednost pred simulacijo; simulacija je izhod v sili, kadar analitični model v obliki formule ali algoritma ni na razpolago. Slabost modelov čakalnih vrst je, da z njimi ni moč zajeti večine kompleksnejših procesov, ki potekajo v praksi. Slabost simulacije pa je, da terja velik vložek dela, znanja in podatkov, poleg tega pa ne ponuja optimalnih rešitev, temveč lahko z njo obravnavamo le tiste alternative, ki se jih spomnimo.

Prednosti in pomanjkljivosti simulacije so naslednje (Banks, 1998, str. 10):

A. Prednosti:

- odločanje na podlagi informacij,
- pospešitev procesov, ki v naravi terjajo veliko časa,
- razumevanje procesa,
- preizkušanje različnih možnosti,
- ugotavljanje problemov,
- ugotavljanje omejitev,
- vizualizacija načrtov procesov,
- doseganje konsenza,
- priprava na spremembe.

B. Pomanjkljivosti:

- potrebna je posebna usposobljenost ljudi,
- težavna interpretacija rezultatov simulacije,
- časovna in stroškovna zahtevnost modeliranja in analize,
- neustrezna raba simulacije.

6 ŠTUDIJA PRIMERA

6.1 IZHODIŠČE

V študiji primera je obravnavana prenova procesa obravnave lahko poškodovanih pacientov na urgenci Kliničnega centra Ljubljana. Najprej so opredeljeni strateški okvir prenove poslovnega procesa ter procesi, ki so predmet prenove. Temu sledi izvedba postopka simulacijske študije, ki obsega opis problema, zbiranje podatkov in izdelavo modela, njegova validacija, verifikacija in kalibracija, izvedba simulacije obstoječega ter prenovljenega procesa in analiza rezultatov. Na koncu poglavja so podani predlogi za implementacijo, ki zajemajo prenavo procesa, podporo informacijske tehnologije in sistem kontrolinga.

V zvezi s strategijo lahko ugotovimo, da ima bolnišnica določeno dejavnost, poslanstvo in vizijo, ni pa opredeljene strategije na ravni sestavljenega podjetja (tj. bolnišnice, sestavljene iz klinik) in poslovne strategije. Zato v nadaljevanju primera predpostavljamo, da se strategija na ravni sestavljenega podjetja ne bo spremenila: področja delovanja bolnišnice, pridobivanje finančnih virov in njihova alokacija ostajajo nespremenjeni.

V zvezi s poslovno strategijo pa predpostavljamo, da se nabor storitev in trgov ne bo spremenil. Ker gre pri bolnišnični dejavnosti za regulirano dejavnost, v praksi to pomeni, da predpostavljamo, da se mreža zdravstvenih organizacij ne bo bistveno spremenila, bodisi v smislu koncentracije dejavnosti ali vstopa novih konkurentov.

Glede načina, s katerim naj bi si zagotovili konkurenčno prednost, pa predpostavljamo, da je to celovito obvladovanje kakovosti. O konkurenčni prednosti v regulirani dejavnosti, katere storitev nima pravih substitutov, govorimo zato, ker pri zagotavljanju najzahtevnejših storitev konkurenca vendarle obstaja. Pacienti so do določene mere kljub vsemu mobilni, v sosednjih državah pa obstoja nekaj bolnišnic, ki so te storitve sposobne ponuditi.

6.2 POSLOVNI PROCESI V BOLNIŠNICI

S simulacijo lahko zelo natančno poustvarimo odvijanje operativnih in podpornih procesov, medtem ko je modeliranje usmerjevalnih in menedžerskih procesov (katerih vsebina je oblikovanje strategije, odločanje in komuniciranje) nujno bolj grobo, saj so ti procesi manj določeni in se morajo dnevno prilagajati.

Izvajalni procesi v bolnišnici so vsi tisti procesi, v katere je pacient neposredno vključen. Kot podporni procesi pa so opredeljeni tisti, ki služijo oskrbi izvajalnih procesov in v katere pacient ni neposredno vključen. Poleg klasičnih procesov nabave materiala in računovodske funkcije se posebej izpostavlja proces zagotavljanja informacijske

podpore, saj so informacije v zdravstvu eden od najpomembnejših virov za izvedbo storitve³.

Poslovni procesi, ki so v študiji primera modelirani, so izvajalni procesi, ki zajemajo izvajanje zdravljenja, nege in diagnostike. Podporni procesi, ki zajemajo oskrbo s potrebnim materialom, obračun storitev in informacijsko podporo, niso predmet modeliranja.

6.3 OPIS PROBLEMA

V Pravilniku o službi nujne medicinske pomoči je nujna medicinska pomoč takole opredeljena: Izvajanje nujnih ukrepov zdravnika in njegove ekipe pri osebi, ki je zaradi bolezni ali poškodbe neposredno življenjsko ogrožena oziroma pri kateri bi glede na bolezenske znake v kratkem času lahko prišlo do takšne ogroženosti. Nujno medicinsko pomoč izvaja službe nujne medicinske pomoči; kadar jo izvaja bolnišnica, je to bolnišnična urgentna služba (»urgenca«).

Urgenca KC Ljubljana je bila postavljena na obstoječi lokaciji pred 30 leti. Na KC Ljubljana gravitira okrog 560.000 prebivalcev. V letu 2003 je bilo na urgenci sprejetih okrog 99.000 pacientov, od tega 77.000 kirurških (poškodbe) in 22.000 internističnih (bolezni). Problemi v zvezi z izvajanjem bolnišnične urgentne službe v Kliničnem centru Ljubljana so povzeti po predinvesticijski zasnovi za projekt prenove urgence KC Ljubljana (Prenova urgence KC Ljubljana, predinvesticijska zasnova, 2004), in so naslednji:

1. Povprečna letna rast števila kirurških urgentnih pacientov v obdobju 1996 do 2003 je znašala 2,8 %, povprečna letna rast števila internističnih urgentnih pacientov pa kar 3,3 %. Napoved povpraševanja kaže, da se bo število pacientov na urgenci še naprej povečevalo, tako da bo v letu 2020 večje še za okrog 20 % glede na število pacientov v letu 2003.
2. Smrtnost življenjsko ogroženih pacientov (analiza je bila izvedena za leta 1996–2000) v drugi (urgenca) in tretji (intenzivna terapija) fazi zdravljenja znaša 14 % in je v tesni povezavi s časom, ki je minil od poškodbe do začetka oskrbe ter od hitre in čim kvalitetnejše diagnostike.
3. Sedanja organizacija dela po zaporednem ambulantnem principu zahteva od bolnika, da se pomika skozi posamezne faze postopka, od naprave do naprave in od zdravnika do zdravnika. V vsaki fazi ga sprejme specializirano osebje, ki opravi svojo funkcijo. Problemi pa lahko nastanejo pri prenosih informacij o pacientu.
4. Povprečni pretočni časi za paciente na urgenci znašajo 2 uri in 34 minut, od česar pa je pacient v obravnavi in pod nadzorom medicinskega osebja le okrog 45 minut (31 % časa). Najkrajši čakalni časi so za težko poškodovane paciente, sledijo pa jim internistični pacienti, relativno največ čakanja pa je v

³ Informacije o predhodnih boleznih oziroma poškodbah obravnavanega pacienta, informacije o poteku zdravljenja drugih pacientov z enakim ali podobnim stanjem ipd.

ambulanti za lahko poškodovane bolnike v hodniku B, kjer obsega čakanje kar 85 % časa.

5. Stanje opreme (osnovnih sredstev) kaže na amortiziranost osnovnih sredstev in na iztrošenost strojnih postaj KC.
6. Urgentni blok KC je danes razdeljen na več, organizacijsko in strokovno, povsem ločenih urgentnih oddelkov, kar je logično nadaljevanje razvoja posameznih strok, oddelkov in klinik. Vsaka stroka je z leti namreč razvila svojo urgentno dejavnost, ki danes skupaj domujejo v urgentnem bloku. Temu deljenemu načinu dela je sedaj prilagojeno vodenje, kadrovanje, izobraževanje, nabavljanje in financiranje oddelkov. Za kakovostno delovanje bodočega urgentnega bloka bo potrebno te meje in delitve preseči.

Na urgenci so obravnavani štirje tipi pacientov, ki jih zaradi zadosti različnih potreb po zdravstveni oskrbi lahko ločimo v štiri populacije:

1. pacienti z lažjimi bolezenskimi stanji,
2. pacienti s težjimi bolezenskimi stanji,
3. pacienti s težkimi poškodbami in
4. pacienti z lahkimi poškodbami.

Za te štiri skupine pacientov ima bolnišnica urejene štiri ločene poti, ki se izvajajo v štirih ločenih enotah. Prvo skupino obravnava oddelek Splošne nujne medicinske pomoči (SNMP⁴), drugo Internistična prva pomoč (IPP), tretjo travmatološka ambulanta A, četrto, najštevilčnejšo, pa travmatološka ambulanta B. Dodatno k temu pa se na urgenci nahaja še specialistična travmatološka ambulanta, ki ne sprejema urgentnih, ampak naročene paciente.

Z vidika razmestitve lahko obstoječi proces označimo kot pretežno skupinsko ali procesno razmestitev, v kateri so istovrstni strežniki, ki lahko opravljajo različne operacije, nameščeni na eni lokaciji: (i) evidentiranje in odpust pacienta; (ii) zdravniški pregled in zdravljenje; (iii) rentgenski aparati; (iv) operacijske sobe; (v) mavčarna. Zaradi tega nosi taka postavitve vse poznane slabosti skupinske razmestitve, kot so npr. dolge transportne poti, velika poraba prostorov za hodnike, težavna koordinacija procesa (Rusjan, 2001, str. 21).

V študiji primera je obravnavan samo proces nujnega zdravljenja lahko poškodovanih kirurških pacientov, ki jih je po deležu največ in pri katerih je bistveni kazalec ravni storitve čas, potreben za njihovo obravnavo. Čas oskrbe lažje poškodbe bistveno ne vpliva na poškodbeni izid (za razliko od težkih poškodb), vendar pa bistveno vpliva na raven zadovoljstva pacientov.

⁴ SNMP je organizacijska enota Zdravstvenega doma Ljubljana, ki pa se lokacijsko nahaja v prostorih KC Ljubljana.

6.4 ZBIRANJE PODATKOV IN IZDELAVA MODELA

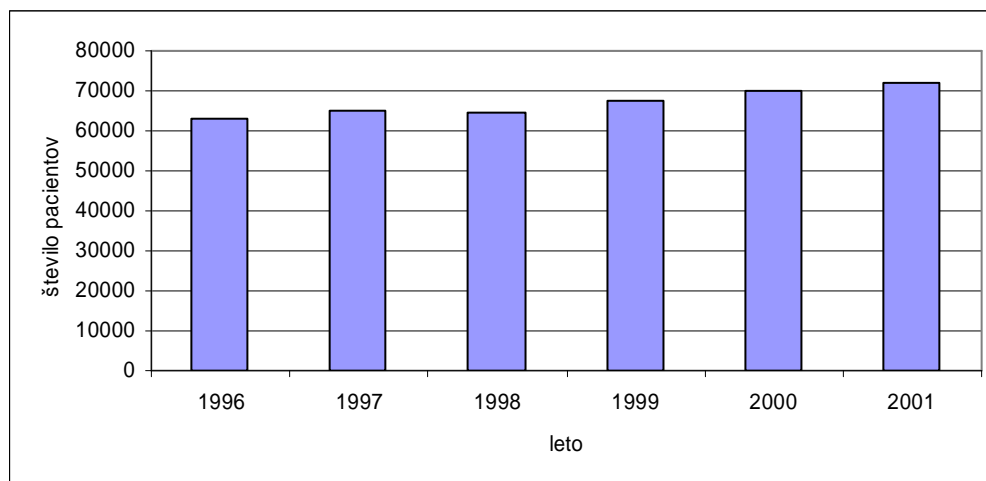
6.4.1 Podatki iz bolnišnične evidence

V bolnišnični evidenci se vodijo podatki o pacientih ter izvedenih storitvah. Iz evidence pacientov lahko pridobimo naslednje podatke:

- obseg povpraševanja v preteklih letih in njegova stopnja rasti,
- povprečno dnevno povpraševanje in njegova varianca,
- sezonska nihanja,
- urna distribucija pacientov.

Obseg povpraševanja v preteklem obdobju je prikazan na sliki 12. Leta 1996 je urgentni blok Kliničnega centra obiskalo 62.948 poškodovanih pacientov. V zadnjem analiziranem letu pa je to ambulantno obiskalo 71.917 pacientov, kar pomeni 2,33% povprečno letno stopnjo rasti. Glede na predhodno opazovano leto je število pacientov leta 1998 padlo za 1 %. Naslednje leto pa je bil največji porast števila pacientov, za 5 %.

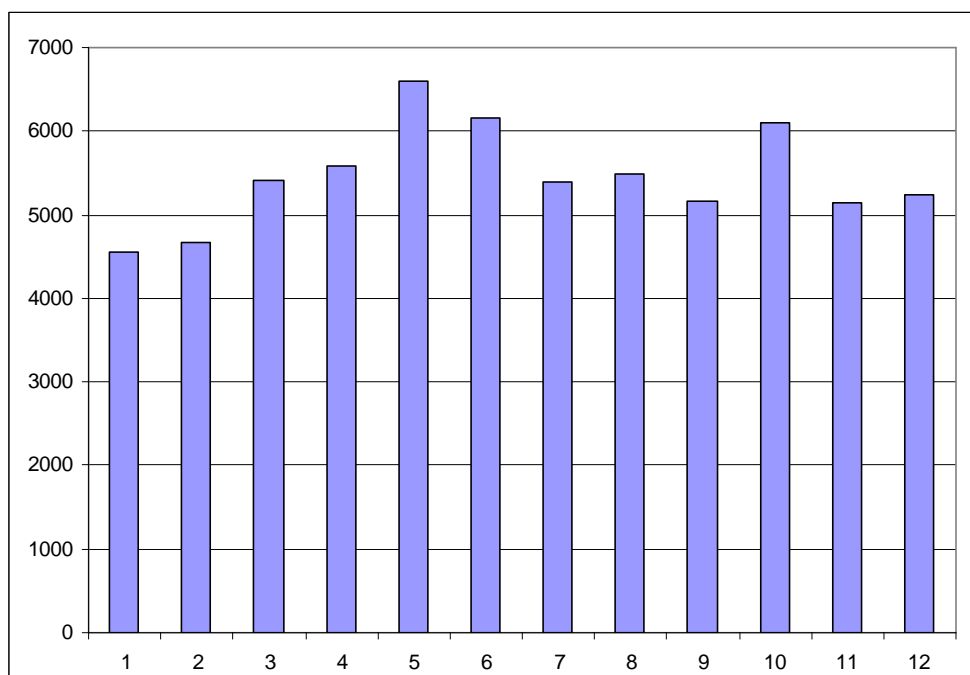
Slika 12: Število pacientov s poškodbami po letih



Vir: KC Ljubljana.

Za poškodbe je značilna dokaj izrazita sezonska komponenta, razvidna s slike 13. Prvi vrh povpraševanja je v maju, drugi pa oktobra. Podoben sezonski vzorec se bolj ali manj izrazito pojavlja v vseh letih.

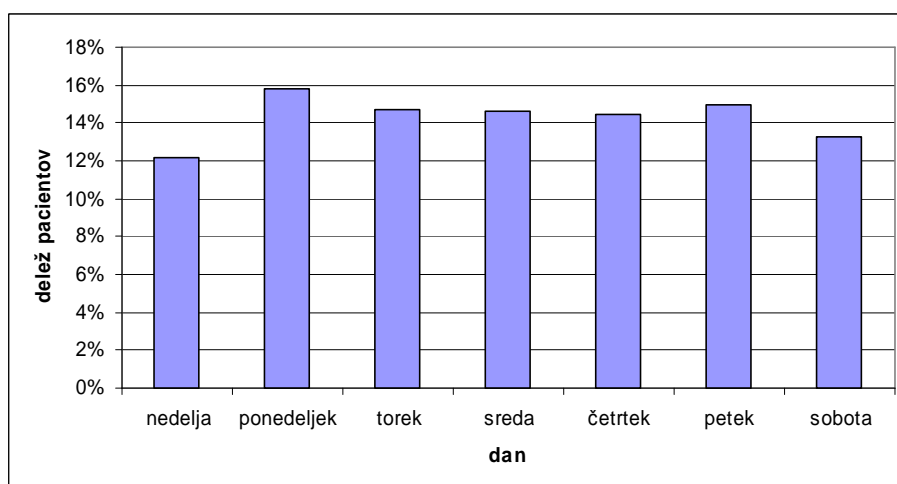
Slika 13: Število pacientov s poškodbami po mesecih (leto 2001)



Vir: KC Ljubljana.

Čez teden je več poškodovanih pacientov kot ob koncu tedna (slika 14). Največ pacientov je v ponedeljek, kar 11 % več od tedenskega povprečja in 30 % več od nedelje, ki je dan z najmanj pacienti (15 % manj od tedenskega povprečja).

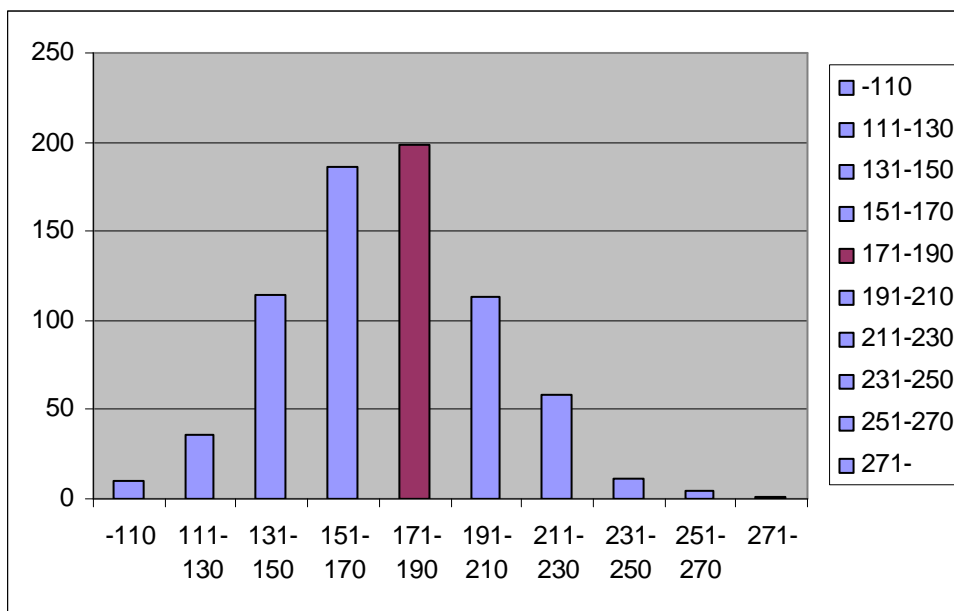
Slika 14: Število pacientov po dneh v tednu



Vir: KC Ljubljana.

Z vidika izvajanja procesa je zanimiva predvsem dnevna variabilnost. Na sliki 15 je prikazana porazdelitev dnevnega števila pacientov v zadnjih dveh obravnavanih letih (2000 in 2001). Takrat je znašalo dnevno povprečje števila lahko poškodovanih pacientov 173 pacientov, mediana 172 pacientov in modus 180 pacientov. Standardni odklon je znašal 29 pacientov, kar pomeni relativno nizko variabilnost. Število dni v letu 2001, v katerih je število pacientov presegalo povprečje za 20 % ali več, je 61, število dni v letu 2001, v katerih je število pacientov presegalo povprečje za 50 % ali več, pa je bilo 3.

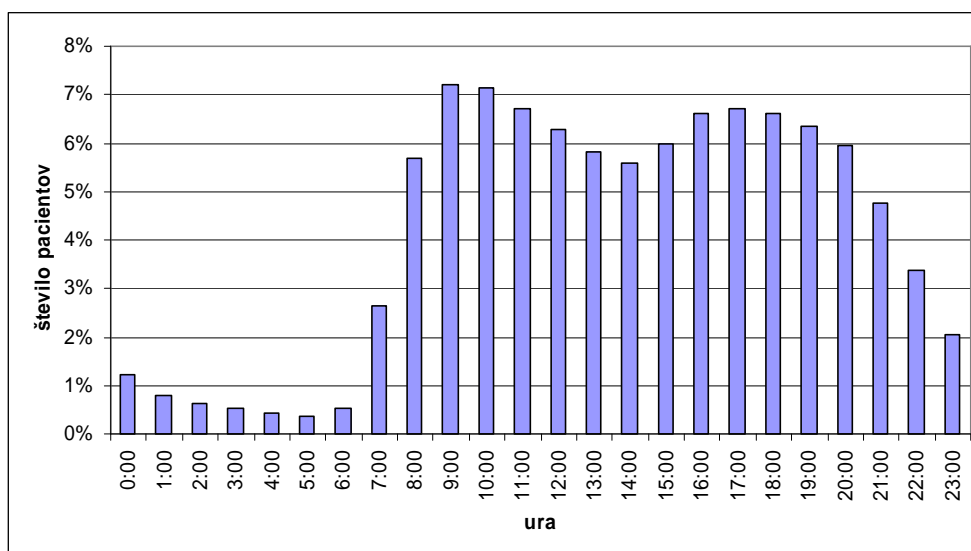
Slika 15: Frekvenčna porazdelitev dni leta 2000 in 2001 po dnevnem številu pacientov



Vir: KC Ljubljana.

Prihodi pacientov s poškodbami na urgentni blok so zelo neenakomerno porazdeljeni (slika 16). Nadpovprečno število pacientov (povprečje je 4,1 % pacientov na uro) je od 8:00 pa do 21:00. Kasneje začne delež pacientov strmo upadati in po polnoči pade pod 1 %.

Slika 16: Število pacientov s poškodbami po urah (1996–2001)



Vir: KC Ljubljana.

Po pregledu razpoložljivih podatkov iz evidenc KC Ljubljana lahko ugotovimo, da je pri obravnavanju procesov oskrbe poškodovanih pacientov potrebno upoštevati tudi variabilnost povpraševanja. Brez da bi hipotezo statistično testiral, lahko rečemo, da sta glavni vir variabilnosti sezonsko in dnevno (znotraj tedensko) nihanje.

6.4.2 Snemanje procesov

Podatki o obstoječem procesu zdravljenja pacientov z lahкими poškodbami, potrebni za izdelavo simulacijske študije, ki niso bili razpoložljivi iz evidenc KC Ljubljana, so bili pridobljeni s snemanjem procesov. Snemanje je bilo izvedeno v okviru študije, s katero je bila dimenzionirana investicija za prenavo oziroma razširitev urgentnega bloka KC Ljubljana in ocenjena potencialna korist zaradi izvedbe investicije (Miljevič, 2002).

Premični element procesa je pacient. Na vsakem delovišču (ali strežniku v terminologiji čakalnih vrst) je bil dva dni izpolnjevan podatkovni list, v katerega se je vpisovala identifikacija pacienta ter čas vstopa in izstopa pacienta s tega delovišča. Na ta način so bile popisane poti pacientov v omrežju delovišč ter izvajalni in čakalni časi.

Število evidentiranih primerov po posameznih enotah je razvidno iz tabele 1. Vendar ti procesi niso ločeni v celoti, saj uporabljajo nekatere skupne vire. To so predvsem rentgen, laboratorij, mavčarna in mala operacijska dvorana (skupinska razmestitev navedenih virov). Ne glede na to, da je v študiji primera obravnavan proces za paciente z lažjimi poškodbami, pa je potrebno pri uporabi deljenih virov modelirati njihovo uporabo tudi s strani drugih pacientov (z akutnimi bolezenskimi stanji in težjimi poškodbami).

Tabela 1: Število evidentiranih primerov po posameznih enotah

Enota	Št. pacientov
SNMP	196
IPP	81
Ambulanta A	46
Ambulanta B	355
Specialistična ambulanta	28
Skupaj	706

Število dogodkov po posameznih deloviščih je razvidno iz tabele 2. V posnetku izvajanja procesov na urgenci je bilo v dveh dneh evidentiranih 706 pacientov, ki so opravili 2.241 obiskov na deloviščih, to je v povprečju 3,2 dogodka na pacienta.

Tabela 2: Število dogodkov po posameznih deloviščih

Delovišče	Št. obiskov
Ambulanta SNMP	281
IPP	151
Ambulanta A	135
Ambulanta B	698
Spec. ambulanta	51
RTG	453
Laboratorij	225
Mavčarna	145
Konzilij A	5
Konzilij B	2
Mala operacijska	80
Ultrazvok A	2
Velika operacijska	6
CT A	6
Reanimacija A	1
Skupaj	2.241

Premikanje pacientov po posameznih deloviščih opisuje matrika prehodov (tabela 3). Postopek na urgenci ni eno, samostojno dejanje, ampak je praviloma sestavljen iz niza več obiskov pacienta na posameznih deloviščih. V splošnem je postopek opisan z naslednjim nizom. Pacient je ob prihodu registriran in napoten v ustrezno ambulanto (ambulanta A, ambulanta B, SNMP, IPP). Po pregledu v ambulanti je pacient napoten na diagnostiko (laboratorij, rentgen, ultrazvok). Pacient se vrne v izvorno delovišče, od koder je napoten v ustrezno zdravljenje (operacijska dvorana, mavčarna) in je v končnem koraku tudi odpuščen. Posamezni koraki postopka so lahko izpuščeni, lahko se ponovijo ali si ne sledijo vedno kot v opisanem primeru. Matrika prehodov je predstavljena v tabeli 3. Začetek postopka urgentnega zdravljenja prikazuje prva vrstica matrike (repcija), konec pa zadnji stolpec (odpust). Prvo vrstico torej lahko preberemo na naslednji način: iz recepcije je bilo od vseh pacientov 27 % napoteni v ambulanto SNMP, 7 % v ambulanto A, 50 % v ambulanto B, 11 % na IPP in 4 % v specialistično ambulanto; 1 % ljudi je bil takoj odpuščen (zavrjen).

Tabela 3: Matrika prehodov med posameznimi delovišči

delovišče	Skupaj	Amb. SNMP	Amb. A	Amb. B	IPP	Spec. amb.	RTG	Lab.	Mavč.	Konzilij B	Konzilij A	Mala op.	Ultrazvok A	Velika op.	CT A	Rean. A	Odpust
Recepcija	1	0,27	0,07	0,50	0,11	0,04											0,01
Amb SNMP	1	0,01		0,02	0,06	0,00	0,01	0,32									0,57
Amb. A	1		0,09		0,01		0,31	0,05	0,05		0,01	0,07	0,01	0,02	0,01	0,01	0,36
Amb. B	1		0,02	0,03			0,41		0,16	0,00		0,08					0,30
IPP	1	0,01					0,03	0,67									0,29
Spec. amb.	1		0,02			0,10	0,31		0,12			0,02					0,43
RTG	1	0,03	0,09	0,67	0,11	0,04	0,01	0,00	0,02		0,00	0,01		0,00	0,00		0,00
Laboratorij	1	0,33	0,00		0,01		0,28	0,12				0,01		0,00			0,24
Mavčarna	1		0,03	0,05		0,01	0,18		0,01			0,01					0,71
Konzilij B	1		1,00														
Konzilij A	1		0,40				0,20								0,20		0,20
Mala op.	1		0,10	0,06			0,05		0,10			0,01	0,01		0,01		0,65
Ultrazvok A	1		0,50								0,50						
Velika op.	1		0,17				0,17					0,17					0,50
CT A	1		0,50									0,33		0,17			
Reanimac. A	1														1,00		

Izvajalni časi po posameznih deloviščih so prikazani v tabeli 4.

Tabela 4: Povprečni izvajalni časi po deloviščih

Delovišče	Povprečno trajanje
Ambulanta SNMP	0:21
Ambulanta A	0:17
Ambulanta B	0:04
IPP	2:23
Spec. ambulanta	0:08
RTG	0:06
Laboratorij	0:07
Mavčarna	0:24
Konzilij A	0:08
Konzilij B	0:06
Mala op.	0:25
Ultrazvok A	0:20
Velika op.	1:58
CT A	0:44
Reanimacija A	0:05

Pretočni časi so prikazani v tabeli 5. S snemanjem procesa so bili izmerjeni pretočni in izvajalni časi, čakalni časi pa kot razlika med pretočnimi in čakalnimi časi.

Tabela 5: Povprečni pretočni časi (ure)

Enota	Pretočni čas	Izvajalni časi	Čakalni čas	Izkoriščenost časa bolnika
SNMP	1:23	0:35	0:48	42 %
IPP	4:05	2:23	1:42	58 %
Ambulanta A	2:34	1:41	0:53	65 %
Ambulanta B	2:50	0:26	2:24	15 %
Povprečje	2:34	0:48	1:46	31%

Relativno najkrajši čakalni časi (glede na izvajalne čase) so v ambulanti A za težko poškodovane paciente. Tej sledita IPP in SNMP, relativno največ čakanja pa je v ambulanti za lahko poškodovane paciente B (85 % časa). Povprečni pretočni čas na urgenci znaša več kot dve uri in pol (2 uri 34 minut), od česar je pacient v obravnavi v povprečju malo več kot tri četrt ure (okrog 31 % časa). Preostali čas je porabljen za čakanje.

6.4.3 Model procesa

Za modeliranje procesa je uporabljeno programsko orodje ARIS, s katerim je izdelan model procesne verige. Modeliran je proces obravnave pacientov z lažjimi poškodbami, ki jih obravnava ambulanta B. Drugi procesi (in pacienti) so modelirani le na aktivnostih, na katerih se srečujejo zaradi skupne uporabe določenih resursov (to nam omogoča matrika prehodov). Na teh mestih je predpostavljeno pravilo uporabe resursa FIFO. To pravilo v realnem svetu ne drži le v primeru pacientov s težkimi poškodbami, ki imajo prednost pred ostalimi. Vendar je teh pacientov v strukturi tako malo (manj kot 7 %), da ne prihaja do večje napake.

V kontekstu sistema čakalnih vrst gre za storitveni sistem čakalnih vrst, v katerem je šele s prihodom pacienta znano, katere naloge bo potrebno izvesti. Glede populacije predpostavljamo, da je neskončna, saj delež strank, ki so v vrsti, tudi ob vršnih dnevih nikoli ne preseže 1 % celotne populacije (število prebivalstva v gravitacijskem območju bolnišnice znaša 560.000, povprečni dnevni obisk pa znaša 173 lahko poškodovanih pacientov).

Populacija je homogena, saj receptorsko-triažna služba paciente usmerja v ustrezne ambulante. Majhen delež pacientov, ki niso bili ustrezno usmerjeni, preusmeri zdravnik po pregledu. Stranke se praviloma »lepo« obnašajo, kar pomeni, da dolžina vrste ne vpliva na to, da bi opustil namero uporabiti storitve urgence oziroma da bi po določenem času čakanja v vrsti le-to zapustil.

Čakalne vrste nastajajo pred vsakim strežnikom, vsak strežnik ima svojo vrsto. Kapaciteta čakalne vrste v modelu je neomejena.

V skladu s priporočili za modeliranje procesov so v model vključena samo tista razmerja, ki so pomembna. Matrika prehodov (tabela 3) ima dimenzijo 16 x 16, kar pomeni kar 256 možnih povezav. Nekaj od teh polj je že praznih in jih ni potrebno

modelirati. Potem izločimo tudi tiste povezave, ki ne vplivajo na proces obravnave lažje poškodovanih pacientov. Na koncu izločimo še povezave, katerih teža ne presega 3 %. V tem primeru gre za procesne poti, ki se redko pojavijo, niso stalne, njihov vpliv na učinke procesa pa je zelo majhen in ga je moč zajeti s kalibracijo modela.

Reducirana matrika prehodov, prikazana v tabeli 6, ima dimenzijo 6 x 6, torej 36 možnih povezav, od katerih pa se jih pri postavljenih pogojih v modelu pojavi 15. V dnevno, v katerem obišče urgenco 180 pacientov z lahkimi poškodbami, vire, ki se uporabljajo pri njihovi obravnavi, uporabi v povprečju še 56 pacientov iz drugih enot urgence. Skupaj opravijo v povprečju 846 obiskov posameznih delovišč dnevno.

Tabela 6: Matrika prehodov v modelu (število pacientov na dan)

Delovišče	Ambulanta B	Druge ambulante	RTG	Mavčarna	Mala operacijska	Odpust	Skupaj
Recepcija	180						180
Ambulanta B		7	144	58	29	86	324
Druge ambulante			34	10	12		56
RTG	144	34					178
Mavčarna		10				58	68
Mala operacijska		12				29	41
Skupaj	324	63	178	68	41	173	846

Model procesa obravnave lahko poškodovanih pacientov je v Prilogi 1. V modelu so zajete naslednje aktivnosti:

1. vpisovanje pacientov B;
2. pregled pacienta v B;
3. RTG za pacienta B;
4. RTG za druge paciente;
5. drugi pregled pacienta v B;
6. mavčenje poškodb B;
7. mavčenje drugih poškodb;
8. odpust pacienta B;
9. operativna oskrba poškodb B
10. operativna oskrba drugih poškodb.

Viri, ki sodelujejo v tem procesu, in predpostavke glede njihove razpoložljivosti pa so:

1. zdravnik specialist (razpoložljivost 24 ur dnevno);
2. administrator (razpoložljivost 24 ur dnevno);
3. RTG 1 (razpoložljivost 24 ur dnevno);
4. RTG 2 (razpoložljivost 16 ur dnevno);
5. mala operacijska soba (razpoložljivost 24 ur dnevno);
6. mavčarna 1 (razpoložljivost 24 ur dnevno);
7. mavčarna 2 (razpoložljivost 16 ur dnevno).

6.4.4 Verjetnostne porazdelitve

Baza podatkov o izvedenih procesih je predstavljala osnovo za analizo verjetnostnih porazdelitev časov za posamezne aktivnosti oziroma dogodke v sistemu. Diskretni dogodki v sistemu so prihodi pacientov. Vendar pa uporabljeno orodje ARIS v svojem naboru nima diskretnih porazdelitev, ampak samo zvezne. Zaradi tega diskretne dogodke, pri katerih bi drugače merili čas med prihodom posameznega pacienta na urgenco, modeliramo kot zvezne dogodke, kjer je spremenljivka čas prihoda (ura in minuta) na urgenco:

1. čas prihoda pacienta B;
2. čas prihoda drugih pacientov v RTG;
3. čas prihoda drugih pacientov v malo operacijsko sobo (MOP);
4. čas prihoda drugih pacientov v mavčarno.

Z nastankom teh dogodkov se sproži procesna veriga, predstavljena v Prilogi 1. Aktivnosti v njej se odvijajo slučajno, časi izvajanja teh aktivnosti so zvezno porazdeljeni po določeni verjetnostni porazdelitvi:

1. čas vpisovanja pacientov B;
2. čas pregleda pacienta v B;
3. čas RTG za pacienta B;
4. čas RTG za druge paciente;
5. čas drugega pregleda pacienta v B;
6. čas mavčenja poškodb B;
7. čas mavčenja drugih poškodb;
8. čas odpusta pacienta B;
9. čas operativne oskrbe poškodb B;
10. čas operativne oskrbe drugih poškodb.

Verjetnostne porazdelitve so bile analizirane s pomočjo programskega orodja BestFit. V tem orodju se kot merila skladnosti testirane verjetnostne porazdelitve s podatki uporabljajo:

- test Hi-kvadrat,
- test Kolmogorov-Smirnov in
- test Anderson-Darling.

Najskladnejše verjetnostne porazdelitve in njihovi parametri so prikazani v Prilogi 2.

6.5 DOLŽINA IN ŠTEVILO PONOVI TEV SIMULACIJE

Od dolžine in števila ponovitev simulacije je odvisna natančnost modela. Ker se pri povpraševanju srečujemo z relativno nizko, a vendar pomembno variabilnostjo obsega povpraševanja, je potrebno le-to na ustrezen način vključiti v model. Oblikovan je bil 5-dnevni niz, katerega povprečje in standardni odklon sta dovolj blizu izmerjenemu:

- prvi dan: 143 pacientov,
- drugi dan: 220 pacientov,
- tretji dan: 180 pacientov,
- četrti dan: 143 pacientov in

- peti dan: 180 pacientov.

Ta niz ima povprečje 173 pacientov, standardni odklon pa znaša 29 pacientov. Na ta način je reproducirano delovanje sistema tudi pri višjih obremenitvah, ki se občasno pojavljajo. V praksi se včasih simulirajo ločeno povprečni dnevi ali ure in konični dnevi ali ure. V takšnem primeru lahko pridemo do zaključka, da povpraševanje toliko presega zmogljivost (tiste ure ali dneva), da bi bilo potrebno povečati zmogljivosti. Vendar pa se pri relativno nizki variabilnosti presežek povpraševanja na urgenci, ki se pojavi v koničnem dnevu, praviloma v obliki čakalne vrste prenese na noč in naslednje jutro, ko je dotok novih pacientov manjši in je moč tudi z obstoječimi zmogljivostmi obdelati to povpraševanje. V res izjemnih – katastrofičnih – primerih, ki nastopijo enkrat v nekaj letih, pa je potrebna začasna reorganizacija dela z začasnimi premestitvami virov iz drugih nalog⁵. Takih izjem običajno ne modeliramo, saj se v takih primerih struktura in dinamika procesa povsem spremeni.

Število ponovitev cikla pa je odvisno od tega, kakšno standardno napako smo pripravljene sprejeti. S preliminarnimi pilotskimi ponovitvami simulacije se je izkazalo, da se raven standardne napake ustali že po nekaj ponovitvah ciklov simulacije. Ker se simulacija izvaja z računalniškim orodjem, tudi veliko število ponovitev simulacije ni težavno. Simulacija je bila izvedena kot 6-kratna ponovitev 5-dnevnega ciklusa, kar predstavlja 1 mesec v realnem sistemu.

6.6 IZVEDBA SIMULACIJE

Simulacija je bila izvedena s programskim paketom ARIS. V simulaciji spremljamo:

- generiranje začetnih dogodkov (prihodov pacientov),
- izvajanje posameznih funkcij,
- izvajalne, čakalne in pretočne čase ter njihovo variabilnost,
- izkoriščenost resursov.

6.7 VALIDACIJA, VERIFIKACIJA IN KALIBRACIJA MODELA

Z validacijo modela se preverja skladnost med obnašanjem modela in sistema, ki ga model ponazarja, verifikacija delovanja modela pa pomeni preverjanje, ali model deluje na pričakovani način. V kolikor se v postopku validacije in verifikacije modela izkažejo pomanjkljivosti modela, jih je potrebno odpraviti. Odstopanja, ki jih ni mogoče odpraviti s tovrstnimi popravki, pa popravimo s kalibracijo modela.

Pri testnih ponovitvah simulacije je bilo ugotovljeno, da model v primerjavi z izmerjenimi časi izkazuje pretočne čase, precej višje od izmerjenih; dolgi pretočni časi so bili predvsem posledica dolgih čakalnih časov. To pomeni, da nekje v modelu nastaja ozko grlo, ki ga v realnosti ni. Po pregledu modela je bilo ugotovljeno, da je bilo pri modeliranju predpostavljeno, da sprejeme in odpuste pacientov izvaja en administrator, medtem ko sta v realnosti za ti opravili predvidena 2 administratorja. Zmogljivost

⁵.Bolnišnice imajo za take primere izdelan načrt ukrepanja v primerih katastrof.

administratorja pri danem številu pacientov ni bila zadostna, zaradi česar so se v prvotnem modelu nabirale čakalne vrste pred vpisom in odpustom pacientov.

Po spremembi modela je bilo ugotovljeno, da model veliko bolje replicira realni sistem. Odstopanje pri povprečni vrednosti pretočnega časa znaša okrog 12 %, odstopanje pri standardnem odklonu pa znaša 24 %. To pomeni, da z modelom niso bile zajete vse spremenljivke, katerih variabilnost pa je večja od vključenih. Od izpuščenih aktivnosti velja omeniti predvsem transport pacientov oziroma čas, porabljen za pot med posameznimi delovišči na urgenci. Ti časi so pomembni, kadar pred temi delovišči ni čakalne vrste; če pa se je čakalna vrsta že oblikovala, se prehod izvede v času, ki bi bil sicer porabljen za čakanje. Razlika v povprečju med modeliranim in opazovanim povprečjem predstavlja nagnjenost modela, razmerje med modeliranim in opazovanim standardnim odklonom pa (ne)točnost modela. Ugotovimo torej lahko, da naš model izkazuje nizko nagnjenost in srednjo točnost.

Nagnjenost modela odpravimo s kalibracijo. Z rotacijskim kalibracijskim faktorjem dosežemo skladnost med izmerjenim povprečnim pretočnim časom realnega sistema in povprečnim pretočnim časom njegove modelske reprodukcije. Ta kalibracijski faktor se potem uporablja tudi pri analizi rezultatov spremenjenega oziroma prenovljenega modela. Izmerjeni in modelski pretočni časi so prikazani v tabeli 7.

Tabela 7: Izmerjeni in modelski pretočni časi (min.)

	Povprečni pretočni čas	Standardni odklon	Koeficient variacije
Izmerjeno	170,00	103,00	0,61
Model 0	218,81	165,95	0,76
Model A	149,51	128,14	0,86
Kalibracijski faktor	1,14		
Model $A_{\text{kalibriran}}$	170,00	128,14	0,75

Model 0: prvi, testni model.

Model A: verificiran in validiran model.

Model $A_{\text{kalibriran}}$: verificiran, validiran in kalibriran model.

6.8 MODEL PRENOVLJENEGA PROCESA

Z merjenjem procesa je bila ugotovljena nizka učinkovitost procesnega časa. Zaradi tega uporabimo ukrepe iz skupine vzvodov za skrajšanje procesnega časa (odprava nepotrebne dela, vzporedna postavitve aktivnosti). Poleg tega se v koničnih urah pojavlja kapacitetni problem, zaradi česar je potrebno predvideti ukrepe iz skupine vzvodov za povečanje kapacitete (predvsem investicija v dodatne zmogljivosti).

Rešitev, ki bo preizkušena⁶, je naslednja:

⁶ Rešitev je preizkušena s študijo primera na realnih podatkih, medtem ko je dejanska rešitev v praksi (upoštevaje že omenjeno predinvesticijsko zasnovo prenove urgence KC Ljubljana) nekoliko drugačna.

Namesto skupinske se del procesa izvede v celični postavitvi, kjer se na enem mestu izvede več aktivnosti. Za del pacientov, ki imajo lažje poškodbe udov (zvini, nategi, zlomi manjših kosti), se diagnostika izvede na mestu, kjer je pacient pregledan. Diagnostiko izvede zdravnik s fluoroscanom – majhnim rentgenskim aparatom z šibkejšim virom sevanja in ožjim poljem obsevanja (10 do 15 cm), ki namesto na film projicira sliko na TV-kamero⁷. Prednost te rešitve je, da lahko zdravnik takoj diagnosticira poškodbo. Pregled se izvede neprekinjeno, kar pomeni, da pacient ne zapusti ambulante ter se potem vrne, kar terja od zdravnika, da ponovno pregleda anamnezo (zdravstveni karton), ampak opravi postopek v enem zamahu, brez prekinjanja in ponovnega preučevanja pacienta. Poleg tega je pri pregledovanju poškodbe bolj fleksibilen, tako da lahko sam opravi dodatne poglede (ni potrebno pošiljanje na drugo slikanje in podobno). Zaradi tega se izvajalni čas za pregled in diagnostiko, ki je bil prej sestavljen iz pregleda pred RTG, RTG in pregleda po RTG, za velik del pacientov (po oceni 80 % tistih, ki potrebujejo RTG diagnostiko), skrajša. Povprečni čas za tovrstni pregled bo po oceni znašal 6:15 minut, pri eksponentni verjetnostni porazdelitvi. Ostali parametri modela ostanejo nespremenjeni.

V primeru suma težjih poškodb in poškodb, ki se nanašajo na večje organe (npr. zvin in nateg hrbtenice), zdravnik paciente še vedno pošlje na večji RTG aparat.

Ta rešitev terja investicijo v premični rentgenski aparat fluoroscan, po drugi strani pa se lahko en RTG aparat opusti (premestitev na drugo lokacijo) oziroma da odpisanega aparata ne nadomestimo z novim.

Model prenovljenega procesa je prikazan v Prilogi 3.

6.9 PREDLOG ZA IMPLEMENTACIJO

6.9.1 Prenova procesa

Rezultati prenove procesa z vidika pretočnih časov in izkoriščenosti virov so v tabelah 8 in 9. V zvezi s pretočnimi časi lahko ugotovimo, da bi z obravnavano rešitvijo skrajšali povprečne pretočne čase pacientov z lahкими poškodbami za okrog 47 minut ali 28 %. Relativna variabilnost procesa bi se nekoliko presenetljivo povečala, kar je verjetno posledica tega, da se povprečno trajanje posamezne aktivnosti podaljša (pregled in diagnostika za velik del pacientov na enem mestu).

⁷ Zaradi ozkega polja obsevanja je fluoroscan ali mini C-lok aparat primeren za slikanje rok in nog do vključno gležnja. Tovrstni aparati se uporabljajo pri operacijah udov ter v urgentnih oddelkih bolnišnic, saj omogočajo rentgensko sliko v realnem času. Uporaba teh aparatov zunaj posebej urejenih prostorov za rentgensko slikanje je sprožila nekatera vprašanja v zvezi z zaščito pred ionizirajočim sevanjem, vendar je splošno sprejeto stališče, da je uporaba teh aparatov ob upoštevanju predpisanih postopkov dela z njimi ter ob ustreznem šolanju uporabnikov relativno varna (Sinha et al., 2004).

Tabela 8: Pretočni časi (min.)

	Povprečni pretočni čas	Standardni odklon	Koeficient variacije
Izmerjeno	170,00	103,00	0,61
Model 0	218,81	165,95	0,76
Model A	149,51	128,14	0,86
Model A _{kalibriran}	170,00	149,08	0,88
Model B	107,58	99,86	0,93
Model B _{kalibriran}	122,64	113,84	0,93

Model 0: prvi, testni model.

Model A: verificiran in validiran model.

Model A_{kalibriran}: verificiran, validiran in kalibriran model.

Model B: model prenovljenega procesa.

Model B_{kalibriran}: kalibriran model prenovljenega procesa.

Raven storitve, izražena kot delež pacientov, pri katerih pretočni čas znaša 3 ure ali manj, se prav tako izboljša, s 66 % na 79 % pri izboljšanjem procesa.

Zgoraj navedeni učinki so povprečne vrednosti. Vendar nas mora v določenih primerih zanimati tudi, kaj se dogaja v dnevih, v katerih se pojavijo konice povpraševanja. V urgentni medicini je življenjsko ogroženim pacientom potrebno zagotoviti oskrbo v kratkem času v vsakem dnevu, ne le v povprečnem. V takih primerih je potrebno opremo in zaposlene dimenzionirati za pokrivanje povpraševanja v koničnih in ne povprečnih dnevih.

Za lažje poškodbe velja, da jih je potrebno oskrbeti v okrog 12 urah od nastanka poškodbe; v nasprotnem primeru lahko začne prihajati do zapletov. Če od tega časa odštejemo še čas, ki je potreben, da pacient pride do bolnišnice (npr. 2 uri), preostane 10 ur kot maksimalni dopustni pretočni čas za lahko poškodovane paciente na urgenci. To je kriterij, po katerem bomo presojali ustreznost predlagane prenove procesa z vidika pravočasnosti oskrbe.

Raven storitve v osnovni in prenovljeni različici procesa, izražena s povprečnim pretočnim časom in njegovo varianco, je prikazana v tabeli 9. Iz tabele je razvidno, da lahko pri obstoječem procesu v koničnem dnevu, v katerem znaša dnevno število pacientov okrog 220, pacienti v povprečju pričakujejo pretočni čas okrog 4:35 ure (275 min.), pri čemer znaša standardni odklon 3:12 ure (192 min). To pomeni, da je nekaj pacientov verjetno že kar blizu postavljene zgornje dopustne meje 10 ur. Učinek prenove procesa je največji ravno v teh dnevih; v povprečju se pretočni čas skrajša za 28 %, pri teh pacientih pa se je skrajšal za 32 %.

Tabela 9: Raven storitve ob različnih dnevih

	Dnevno število pacientov	Povprečni pretočni čas (min.)	Standardni odklon (min.)	Delež pacientov (pretočni čas ≤ 3 ure)
Model A	143	88,46	59,13	91 %
	180	171,12	117,22	62 %
	220	275,94	192,25	41 %
Model B	143	75,49	61,75	93 %
	180	120,82	90,84	78 %
	220	186,90	159,52	61 %

Model A: verificiran in validiran model.

Model B: model prenovljenega procesa.

V zvezi z izkoriščenostjo virov, prikazano v tabeli 10, lahko ugotovimo veliko obremenjenost zdravnika v originalni postavitvi procesa (model A). Glede na to, da je pri izračunu njegove obremenjenosti vključen 24-urni delovnik, in upošteva povprečno nižjo nočno obremenjenost, je ta obremenjenost na zgornji meji realno možnega, saj to pomeni, da je zdravnik polno zaposlen 77 % ur delovnega dne (18,5 ur), v 5,5 nočnih urah pa je obremenitev manjša. Obravnavana sprememba bi zato imela ugoden učinek na obremenjenost zdravnika, ki bi se na ta način nekoliko zmanjšala.

Zmanjšala bi se tudi izkoriščenost RTG aparatov, zaradi česar bi bilo mogoče en aparat uporabiti za druge namene oziroma ga po izteku njegove življenjske dobe ne bi bilo potrebno nadomestiti z novim.

Tabela 10: Izkoriščenost resursov

	Zaposleni		Oprema in prostori				
	Zdravnik specialist	Administrator	RTG 1	RTG 2	Mavčarna 1	Mavčarna 2	Mala OP
Model 0	0,78	0,84	0,59	0,65	0,69	0,58	0,37
Model A	0,77	0,42	0,67	0,50	0,56	0,68	0,39
Model B	0,72	0,42	0,10	0,38	0,33	0,57	0,37

Model 0: prvi, testni model.

Model A: verificiran in validiran model.

Model B: model prenovljenega procesa.

6.9.2 Finančni učinki prenove procesa

Poleg učinkov spremembe procesa na raven storitve bi bilo smiselno tovrstno prenavo preučiti tudi s kratko študijo upravičenosti, v kateri bi preverili finančni vidik predlagane investicije. Glavni učinki investicije, ki jih je potrebno upoštevati v študiji upravičenosti, so:

- nabava novega fluoroscana (investicijski izdatek), pri čemer je potrebno upoštevati, da bi morali tudi v primeru brez investicije kmalu iti v nadomestitev izrabljenega rentgenskega aparata, ki je dražji od fluoroscana;

- zmanjšanje obsega dela radioloških inženirjev na opuščnem RTG aparatu;
- vrednost opuščnega prostora, če se ta lahko nameni za izvajanje druge dejavnosti.

Ker se zaradi spremembe procesa prihodki urgence ne bodo spremenili, lahko analiziramo le izdatkovno stran finančnih tokov urgence tako, da primerjamo sedanjo vrednost stroškov v primeru, če ne spremenimo procesa in v primeru, ko v procesu del diagnosticiranja na velikem RTG aparatu nadomestimo z diagnosticiranjem na fluoroscenu. Predpostavke, ki jih uporabimo pri izračunu finančnih učinkov, so naslednje:

- investicijska vrednost fluoroscana znaša 40.000.000 SIT; investicijska vrednost klasičnega RTG sistema pa znaša 130.000.000 SIT;
- življenjska doba fluoroscana je 8 let, življenjska doba RTG sistema pa 16 let;
- obseg dela radioloških inženirjev na klasičnem RTG aparatu se zmanjša za 1 človek-let; vrednost dela radiološkega inženirja znaša 6.000.000 SIT na leto;
- vrednosti prostora, ki se izprazni po opustitvi enega RTG aparata, ne vrednotimo, saj se nahaja v prostorih urgence, v katerih ni moč izvajati drugih dejavnosti;
- diskontna stopnja znaša 8 %⁸.

V tabeli 11 je prikazan izračun sedanje vrednosti stroškov v primeru, da bi se KC odločil ohraniti obstoječi način diagnosticiranja na velikem RTG aparatu, ki ga je zaradi izrabljenosti potrebno nadomestiti z novim, v tabeli 12 pa izračun sedanje vrednosti stroškov v primeru, da bi del diagnosticiranja začeli izvajati na fluoroscenu.

Sedanja vrednost stroškov v primeru prenove velikega RTG aparata znaša 130.000.000 SIT, v primeru namestitve manjšega aparata – fluoroscana pa 2.502.540 SIT. Razlika v sedanji vrednosti stroškov znaša torej okrog 127,5 milijonov SIT v 16 letih, kar kaže na to, da je predlagana sprememba procesa s finančnega vidika upravičena.

⁸ Diskontna stopnja bi naj odražala stroške kapitala investitorja; upravičenost nameravane investicije se presoja s primerjavo med predvideno stopnjo donosnosti investicije in stroški kapitala. Za oceno stroškov kapitala je na razpolago več metod, npr. CAPM model in ocenjevanje na podlagi kuponske obrestne mere s pribitkom za tveganje (Brigham, Gapenski, Daves, 1999, str. 150). Vendar nam je zakonodajalec v obravnavanem primeru investicije v javno zdravstvo olajšal delo, saj je z Uredbo o enotni metodologiji za izdelavo programov za javna naročila investicijskega značaja na sektorju javnega zdravstva določil, da znaša diskontna stopnja 8 %.

Tabela 11: Sedanja vrednost stroškov v primeru nadomestitve RTG aparata

Leto	Investicija	Sprememba stroškov obratovanja	Disk. faktor	SV
0	130.000.000		1,00	130.000.000
1			0,93	
2			0,86	
3			0,79	
4			0,74	
5			0,68	
6			0,63	
7			0,58	
8			0,54	
9			0,50	
10			0,46	
11			0,43	
12			0,40	
13			0,37	
14			0,34	
15			0,32	
16			0,29	
Skupaj	130.000.000			130.000.000

Tabela 12: Sedanja vrednost stroškov v primeru namestitve fluoroscana

Leto	Investicija	Sprememba stroškov obratovanja	Disk. faktor	SV
0	40.000.000	-6.000.000	1,00	34.000.000
1		-6.000.000	0,93	-5.555.556
2		-6.000.000	0,86	-5.144.033
3		-6.000.000	0,79	-4.762.993
4		-6.000.000	0,74	-4.410.179
5		-6.000.000	0,68	-4.083.499
6		-6.000.000	0,63	-3.781.018
7		-6.000.000	0,58	-3.500.942
8	40.000.000	-6.000.000	0,54	18.369.142
9		-6.000.000	0,50	-3.001.494
10		-6.000.000	0,46	-2.779.161
11		-6.000.000	0,43	-2.573.297
12		-6.000.000	0,40	-2.382.683
13		-6.000.000	0,37	-2.206.188
14		-6.000.000	0,34	-2.042.766
15		-6.000.000	0,32	-1.891.450
16		-6.000.000	0,29	-1.751.343
Skupaj	80.000.000	-96.000.000		2.502.540

6.9.3 Informacijski sistem

S prenovo preide proces v naslednjo fazo svojega življenjskega cikla, to je fazo sprotnega merjenja in izboljševanja procesa. Da bi lahko proces izboljševali, potrebujemo informacije o procesih:

- pretočni, čakalni in izvajalni časi,
- povprečna čakalna vrsta,
- ponavljanje aktivnosti,
- viri in njihova izkoriščenost,
- učinkovitost procesov,
- uspešnost procesov (finančni ali drugi kazalci uspešnosti, npr. kazalci uravnoveženega sistema kazalcev).

Za sistematično spremljanje teh kazalcev je potrebno postaviti informacijski sistem, ki bo zagotavljal sistematično in poceni spremljanje odvijanja procesov. V bolnišnici to pomeni, da je potrebno zajemati podatke o časih in uporabljenih resursih pri izvajanju storitev, z integracijo s knjigovodskim sistemom pa je mogoče spremljati tudi stroške procesov.

Takšna informacijska osnova potem omogoča sprejemanje kakovostnih odločitev o izboljševanju procesov, stroških procesov in prodajnih cenah. Pri tem si lahko pomagamo tudi z metodo primerjalne analize (angl. benchmarking) procesov, bodisi da ugotavljamo značilnosti procesov v drugih organizacijah ali pa da si njihove rezultate postavimo za cilj.

6.9.4 Sistem kontrolinga

V slovenskih bolnišnicah je vzpodbuda za iskanje odgovorov na vprašanja v zvezi s procesi, njihovo učinkovitostjo, uspešnostjo in stroški prišla od zunaj. Z uvajanjem plačilnega mehanizma za bolnišnične storitve, imenovanega SPP – Skupine podobnih primerov (angl. DRG – Diagnosis related group), se prehaja od sistema, kjer se bolnišnici plačuje poraba po potrošenih virih (plačevanje za določeno število zdravnikov in drugega osebja) na plačevanje po opravljenih storitvah. Sistem cen SPP je nadomestek tržnega mehanizma, kar pomeni, da (lahko) vsebujejo povprečno neučinkovitost zdravstvenega sistema. Poleg tega je SPP nastal v tujini (Avstralija), kjer imajo lahko drugačne cene posameznih resursov ter drugačno sestavo populacije (npr. delež starejših pacientov). Zato priznane cene po SPP niso nujno »prave«. Države, ki so uvedle ta sistem plačevanja so zaradi tega predvidele tudi vsakoletno fino prilagajanje cen zaradi izboljševanja učinkovitosti oziroma zaradi izboljševanja kalkulacije stroškov.

Vprašanja, ki se v tem okvirju postavljajo poslovodstvu bolnišnice, so naslednja:

- Ali so naši stroški višji ali nižji od priznane cene?
- Ali so naši procesi dovolj učinkoviti, tudi primerjalno?
- Ali je naša kalkulacija ustrezna (npr. pravilnost razporeditve splošnih stroškov)?
- Ali je naša storitev glede na priznano ceno ustrezna (ali je storitev predobra, da torej prodajamo elemente storitve, ki je trg oziroma njegov nadomestek ni pripravljen plačevati)?

- Ali je cena SPP prav izračunana (cena SPP ni rezultat delovanja trga, pač pa je administrativni instrument, na katerega je do določene mere moč vplivati)?

Vsa ta vprašanja terjajo, da se v bolnišnici sistematično začnejo ukvarjati s strateškim planiranjem oziroma kontrolingom na strateški in operativni ravni. Za obravnavano bolnišnico se zdi, da bi bila najprimernejša metoda kontrolinga uravnoteženi sistem kazalnikov. To prepričanje potrjujejo tudi izkušnje v tujih bolnišnicah, predvsem na anglosaksonskem območju, kjer je ta metoda doživela širok razmah in razvoj (primer za Kanado – Ontario: Hospital Report 2001).

Pri zdravljenju lahkih poškodb gre za dejavnost, za katero bi glede njenega življenjskega cikla lahko rekli, da se nahaja v zreli fazi. Metode zdravljenja so znane in nesporne, tehnološki razvoj vpliva le na večjo učinkovitost izvajanja storitev. Strategija organizacije in njeni cilji niso eksplicitno določeni; kot že rečeno smo predpostavili, da je to celovito obvladovanje kakovosti. Zaradi danega strateškega okvirja organizacije in značilnosti življenjskega cikla tega dela dejavnosti organizacije bi bilo zato v sistemu uravnoteženih kazalnikov potrebno dati poudarek predvsem vidiku notranjih procesov in vidiku pacientov, manj pa finančnemu vidiku in vidiku rasti in učenja.⁹

Za nadzor uspešnosti izvajanja urgentnega zdravljenja lahkih poškodb bi lahko določili uravnoteženi sistem kazalnikov, prikazan v tabeli 13. Kvantifikacija ciljev v tabeli je zgolj ilustrativna. V primeru dejanske implementacije sistema bi bil to poseben projekt, v katerem bi bilo potrebno analizirati obstoječe stanje ter določiti t. i. SMART cilje (angl. *Specific* – specifični, angl. *Measurable* – merljivi, angl. *Achievable* – izvedljivi, angl. *Realistic* – realistični in angl. *Time bound* – časovno opredeljeni cilji).

⁹ V drugih delih organizacije ponujajo storitve, ki so v povsem drugem delu življenjskega cikla, sredi razvoja, npr. genetska predimplantacijska diagnostika, transplantacija kostnega mozga v pediatriji, endoskopska srčno-žilna kirurgija (www2.kclj.si). Za te dele organizacije je potrebno na ravni poslovne strategije oblikovati drugačno strategijo razvoja ter tudi drugačen sistem kazalnikov uspešnosti, kjer naj bo v ospredju predvsem vidik učenja in rasti.

Tabela 13. Uravnoveženi sistem kazalnikov za zdravljenje lahkih poškodb

Vidik notranjih procesov	
Cilj: 95 % pacientov obravnavamo v času, krajšem od 3 ur	kazalniki, ki kažejo časovne značilnosti izvedenih procesov, npr. pretočni časi, izvajalni in čakalni časi, frekvenčne porazdelitve časov, iz katere lahko sklepamo o ravni storitve
Cilj: 95 % pacientov se obravnava po predvidenem procesu	kazalniki, ki kažejo strukturo izvedenih procesov (npr. struktura dejanskega procesa v primerjavi z načrtovanim procesom; število primerov, ki se odvijajo po posamezni poti)
Vidik kupcev	
Cilj: 10 %	kazalnik: delež pacientov, ki je bil poslan na RTG slikanje, pa je izvid pokazal, da ni bilo potrebno
Cilj: 3 %	kazalnik: delež pacientov, pri katerih je potrebno določeno aktivnost ponoviti
Cilj: izboljšanje za 5 odstotnih točk v 5 letih	kazalniki zadovoljstva pacientov (mnenje pacientov o kompetentnosti zdravnikov, prijaznosti, razlagi zdravljenja, medicinski in nemedicinski oskrbi)
Finančni kazalniki	
Cilj: izboljšanje	kazalniki, ki kažejo stroškovne značilnosti izvedenih procesov za posamezne skupine pacientov (potroški virov delo, storitve, material, prostor)

Uvedba sistema kontrolinga terja določene organizacijske in investicijske ukrepe. Organizacijski ukrep pomeni umestitev te dejavnosti na strateški ravni pri poslovanju ter na operativni ravni v obliki razširitve neke obstoječe službe oziroma ustanovitev nove službe operativnega kontrolinga. Investicijski ukrep pa je predvsem postavitve informacijskega sistema. Pri njegovi postavitvi pa je potrebno oceniti, kako podrobne podatke bi naj ta sistem zagotavljal, saj bi preveč analitični informacijski sistem proizvajal podatke, ki jih nihče ne uporablja, po drugi strani pa s tem zbiranjem podatkov nastajajo nepotrebni stroški, ki jih trg ne prizna.

7 ZAKLJUČEK

Pregled opravljenih študij prepričljivo kaže na to, da so kvantitativne metode eden od ključnih elementov za doseganje konkurenčne zmožnosti organizacije. Vendar samo s temi metodami ni moč doseči učinkovitega in uspešnega menedžmenta oziroma prenove poslovnih procesov. Vsi ti pristopi terjajo napore tudi na mehkem delu, to je pri menedžmentu človeških virov. Ena brez drugega ne bo dalo rezultatov.

Simulacija je eno od močnih orodij iz nabora kvantitativnih metod, ki pa sloni na drugih kvantitativnih metodah: modeliranju, merjenju, statistiki, matematičnih modelih. Z njeno uporabo lahko pridobimo pomembne informacije za odločanje o procesih, vendar so temelj dobri podatki.

Pri tem velja opozoriti, da pri tem ne gre za optimizacijo procesov (kot se marsikdaj pogovorno označuje namen simulacije), ampak za subjektivno, iterativno iskanje najboljših variant. To iskanje je lahko intuitivno razmišljanje, lahko pa si pomagamo z analizo procesov v sorodnih organizacijah ali v drugovrstnih organizacijah, ki rešujejo podobne probleme (benchmarking procesov¹⁰).

Simulacijski model je zgrajen upošteva cilje študije in dane možnosti. Njegovo kredibilnost je potrebno presojati glede na te cilje oziroma okoliščine. Rezultata simulacijskega modela tako ne moremo obravnavati kot binarne spremenljivke v smislu, da je model procesa popolnoma ustrezen ali popolnoma neustrezen. Lahko pa se tudi zgodi, da je model veljaven in pravilen, vendar pa cilji niso bili dobro definirani. Tudi v tem primeru nam model ne bo dal povsem pravih odgovorov. Modela, ki bi v popolnosti odražal realni sistem, pa ni moč zgraditi.

Problem, ki je v magistrskem delu obravnavan v praktičnem delu, je zagotavljanje višje ravni storitve pri zdravljenju pacientov z lahkimi poškodbami, ki se ambulantno zdravijo na urgenci KC Ljubljana. Raven tovrstne storitve se odraža predvsem skozi čakalne čase, saj gre pri tem za dokaj standardne storitve, pri katerih v primeru, da je bila storitev opravljena v skladu z uveljavljeno doktrino, ni pričakovati, da bi lahko bila opravljena »boljše« ali »slabše«.

Z vidika razmestitve lahko obstoječi proces označimo kot pretežno skupinsko ali procesno razmestitev, v kateri so istovrstni strežniki, ki lahko opravljajo različne operacije, nameščeni na eni lokaciji. Posledica tovrstne razmestitve in rasti števila pacientov so dolgi pretočni časi. Vendar je pri tem potrebno opozoriti na pomembno razliko med dejanskimi izmerjenimi časi in percepcijo teh časov pri pacientih oziroma potencialnih pacientih (kupcih storitev). Splošno prepričanje je namreč: »... *na urgenci še nikoli nisem bil manj kot 3 ure ...*«, četudi je izmerjeni povprečni pretočni čas za paciente z lahkimi poškodbami krajši od 3 ur.

V študiji primera je prikazano, da je s spremembo procesa moč doseči višjo raven storitve, to je krajše pretočne čase. Bistvo spremembe procesa je v tem, da del skupinskega procesa nadomestimo s celičnim. S tem se dokazujejo navedbe v literaturi,

¹⁰ V sodobnih bolnišnicah v tujini se namreč uspešno vpeljujejo sistemi, ki so bili prej rezervirani za proizvodna podjetja (npr. avtomatizirani skladiščni in distribucijski sistemi, oskrbne verige zdravil in pripomočkov ipd.).

da teorija razmestitve proizvodnje velja tudi za storitvene sisteme. V obravnavanem primeru se je izkazalo, da bi dosegli v literaturi navedene prednosti celične razmestitve, predvsem skrajšanje pretočnih časov, krajše poti in povečano produktivnost.

V praksi se večkrat srečujemo z določeno stopnjo nezaupanja v simulacijske modele in njihove rezultate. Običajni očitki so dvom v neodvisnost svetovalca in dvom v zmožnost modela zajeti vse spremenljivke in njihova medsebojna razmerja, ki nastajajo v realnem svetu. Dodaten dvom predstavlja problem t. i. dvojne validacije. Ta se pojavlja v primeru, ko rezultate simulacije primerjamo z rezultati realnega sistema. V tem primeru bi bilo potrebno validirati tudi dejanske podatke (to pomeni, odgovoriti na vprašanja, kot so: ali je vzorec »pravi«, ali je obremenitev sistema »prava«, ali so določene okoliščine »prave« ipd.). Rešitev je ustrezna vključenost uporabnikov že v najzgodnejši fazi simulacijske študije, pri določanju problema in načrtovanju (ter seveda tudi pozneje pri interpretaciji rezultatov modela). Vključenost uporabnikov ter natančnost pri določanju problema v veliki meri vplivata na sprejemljivost in verodostojnost rezultatov simulacije. S pravilno postavljenim problemom dobimo že pol rešitve; Albert Einstein je celo izjavil, da je pravilna formulacija problema pomembnejša od njegove rešitve!

8 LITERATURA

1. Aalst Wil van der: Business process management: models, techniques and empirical studies. Objavljeno v Aalst Wil van der (ured.): Business process management: models, techniques and empirical studies. Berlin: Springer, 2000, VIII, 389 str.
2. Ahire Sanjay L., Dreyfus Paul: The impact of design management and process management on quality: an empirical investigation. Journal of operations management. B.k.: Elsevier, 2000, Vol. 18, str. 549 - 575.
3. Anupindi Ravi et al: Managing business process flows. Upper Saddle River (New Jersey): Prentice Hall, 1999, XII, 267 str.
4. Armistead Colin, Machin Simon: Implications of business process management for operations management. International Journal of Operations & Production Management. B.k.: MCB University Press, 1997, Vol 17, No. 9, str. 886 – 898.
5. Balci Osman: Verification, Validation, and Testing. Objavljeno v Banks Jerry (ured.): Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications and practice. New York: Wiley & Sons, 1998. 849 str.
6. Banks Jerry: Principles of Simulation. Objavljeno v Banks Jerry (ured.): Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications and practice. New York: Wiley & Sons, 1998. 849 str.
7. Becker Jörg, Rosemann Michael, Uthmann Christoph von: Guidelines of Business Process modeling. Objavljeno v Aalst Wil van der et al (ured.): Business Process Management (Models, Techniques, and empirical Studies). Berlin: Springer, 2000. 389 str.
8. Bennet Cristopher R., Paterson William D. O.: A guide to calibration and adaptation (HDM – 4, Volume 5). Paris: PIARC, 2000, 229 str.
9. Bergant Mojca: Sodobne metode kontrolinga: diplomsko delo. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 2004. 47 str.
10. Brigham Eugene F., Gapenski Louis C., Daves Phillip R.: Intermedial Financial Management. Fort Worth (TX): The Dryden Press, 1999. 1083 str.
11. Butler Timothy W., Ledong Keong G., Everett Linda N.: The operations management role in hospital strategic planning. Journal of operations management. B.k.: Elsevier, 1996, Vol. 14, str. 137 - 156.
12. Buzacot John A., Shantikumar George J.: Queueing Models of Manufacturing and Service Systems. Objavljeno v Salvendy Gavriel (ured.): Handbook of industrial engineering: technology and operations management. New York: Wiley Interscience, 2001. 2796 str.

13. Cao Guanming, Clarke Steve, Lehaney Brian: A critique of BPR from a holistic perspective. *Business Process Management Journal*. B.k.: MCB University Press, 2001, Vol. 7, No. 4, str. 332 – 339.
14. Coulson-Thomas Colin J.: Process management in a hospital and healthcare context. *Business Process Management Journal*. B.k.: MCB University Press, 1997, Vol. 3, No. 2, str. 118 – 132.
15. Desel Jörg, Erwin Thomas: Modeling, Simulation and Analysis of business processes. Objavljeno v Aalst Wil van der et al (ured.): *Business Process Management (Models, Techniques, and empirical Studies)*. Berlin: Springer, 2000. 389 str.
16. DuPont Raiman Laura: Service Quality. Objavljeno v Salvendy Gavriel (ured.): *Handbook of industrial engineering: technology and operations management*. New York: Wiley Interscience, 2001. 2796 str.
17. Gunaserakan A., Chung Walter W. C., Kan K.: Business process reengineering in a British company: a case study. *Logistics Information Management*. B.k.: MCB University Press, 2000, Vol. 13, No. 5, str. 271 – 285.
18. Hee van Kees M., Reijers Hajo A.: Using formal analysis techniques in business process redesign. Objavljeno v Aalst Wil van der et al (ured.): *Business Process Management (Models, Techniques, and empirical Studies)*. Berlin: Springer, 2000. 389 str.
19. Helfrich Christian: *Praktisches Prozess-Management: vom PPS-System zum Supply chain Management*. München: Hanser, 2002. 287 str.
20. Hill Arthur V. et al.: Research opportunities in service process design. *Journal of Operations Management*. B.k.: Elsevier, 2002, Vol. 20, str. 189 – 202.
21. Hill Charles W. L., Jones Gareth R.: *Strategic management theory: an integrated approach*. Boston, New York: Houghton Mifflin, 1998. XVI, 471 str.
22. Kaynak Hale: The relationship between total quality management practices and their effects on firm performance. *Journal of operations management*. B.k.: Elsevier, 2003, Vol. 21, str. 405 - 435.
23. Kaplan Robert S., Norton David P.: The Balanced Scorecard – measures that drive performance. Boston: Harvard Business Review, 1992, Vol. 70, No. 1, str. 71 – 79.
24. Lapin Lawrence L., Whisler William D.: *Quantitative decision making with spreadsheet applications*. Belmont: Duxbury/Thomson Learning, 2002. XV, 807 str.
25. Leahy Tad: Tailoring the Balanced Scorecard. *Business Finance Magazine*. [URL:<http://www.businessfinancemag.com/magazine/archives/article.html?articleID=13607>], 21.06.2005.

26. Lee R. G., Dale B. G.: Business process management: a review and evaluation. Business Process Management Journal. B.k.: MCB University Press, 1998, Vol 4, No. 3, str. 214 – 225.
27. Lipovec Filip: Razvita teorija organizacije. Maribor: Založba Obzorja, 1987. 365 str.
28. Martinich Joseph S.: Production and operations management: an applied modern approach. New York: John Wiley & Sons, 1997. 874 str.
29. Mashari Majed Al, Zairi Mohamed: Revisiting BPR: a holistic review of practice and development. Business Process Management Journal. B.k.: MCB University Press, 2000, Vol. 6, No. 1, str. 10 – 42.
30. McGuire Frank: Simulation in Healthcare. Objavljeno v Banks Jerry (ured.): Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications and practice. New York: Wiley & Sons, 1998. 849 str.
31. Melavc Dane, Novak Aleš: Controlling: naloge, napotki, rešitve. Kranj: Moderna organizacija, 2002. 511 str.
32. Meyer Susan M., Collier David A.: An empirical test of the causal relationships in the Baldrige Health Care Pilot Criteria. Journal of operations management. B.k.: Elsevier, 2001, Vol. 19, str. 403 – 425.
33. Montgomery Douglas C.: Introduction to statistical quality control. New York: Wiley, 2001. XIX, 796 str.
34. Nelson Barry L.: Statistical Analysis of Simulation Results. Objavljeno v Salvendy Gavriel (ured.): Handbook of industrial engineering: technology and operations management. New York: Wiley Interscience, 2001. 2796 str.
35. Neureuther Brian D.: Estimating cycle time in complex job shops. B.k.: Journal of Integrated Design and Process Science, 2002, Vol. 6, No. 3, str. 93 – 104.
36. Osmanagić Bedenik Nidžara: Računovodenje (kontroling). Revizor, Ljubljana, 9(1998), 6, str. 35 – 48.
37. Pagell Mark: Understanding the factors that enable and inhibit the integration of operations, purchasing and logistics. B.k.: Elsevier, 2004, Vol. 22, str. 459 - 487.
38. Pagell Mark, Melnyk Steven A.: Assessing the impact of alternative manufacturing layouts in a service setting. Journal of operations management. B.k.: Elsevier, 2004, Vol. 22, str. 413 – 429.
39. Polajnar Andrej, Buchmeister Borut: Proizvodni menedžment. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2001. 415 str.
40. Pritchard Jean-Philip, Armistead Colin: Business process management – lessons from European business. Business Process Management Journal. B.k.: MCB University Press, 1999, Vol 5, No. 1, str. 10 – 32.

41. Pučko Danijel: O strateškem menedžmentu v zdravstvenem zavodu. Organizacije. Ljubljana: 1995, št. 3, str. 161 – 170.
42. Ritonja Slavica A.: Organizacijske strategije za izboljševanje in razvijanje kakovosti v zdravstvu. Kakovost. Ljubljana: 2001, št. 7, str. 8 - 11.
43. Rohleder Thomas R., Silver Edward A.: A tutorial on business process improvement. Journal of Operations Management. B.k.: Elsevier, 1997, Vol. 15, str. 139 – 154.
44. Rusjan Borut: Management proizvodnje – Zapiski predavanj. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 2001, 241 str.
45. Rusjan Borut: Strateški cilji proizvodnje in njihovo merjenje. Organizacija. Ljubljana: 2002, št. 1, str. 10 - 16.
46. Russel Roberta S., Taylor Bernard W.: Operations management. New York: Prentice Hall, 2003. 824 str.
47. Samson Danny, Terziovski Mile: The relationship between total quality management practices and operational performance. Journal of Operations Management. B.k.: Elsevier, 1999, Vol. 17, str. 393 – 409.
48. Shafer Scott M., Smunt Timothy L.: Introduction to special issue Simulation studies in operations management. Journal of Operations management. B.k.: Elsevier, 2004, Vol. 22, str. 341 – 343.
49. Sinha S. et al.: Radiation protection issues with the use of mini C-arm image intensifiers in surgery in the upper limb: Optimisation of practise and the impact of new regulations. Journal of Bone and Joint Surgery. B.k.: april 2004. [http://www.findarticles.com/p/articles/mi_qa3767/is_200404/ai_n9352005], 22.09.2005.
50. Srabotič Robert: Strateško načrtovanje integriranih informacijskih sistemov v slovenskih majhnih in srednje velikih podjetjih. Magistrsko delo. Ljubljana: Ekonomska fakulteta, 2002.
51. Vincent Stephen: Input data analysis. Objavljeno v Banks Jerry (ured.): Handbook of simulation: principles, methodology, advances, applications and practice. New York: Wiley & Sons, 1998. 849 str.
52. Vonderembse Mark, White Gregory: Operations management: concepts, methods and strategies. St. Paul (MN): West, 1996. XXVII, 845 str.
53. Whittington Richard: What is strategy - and does it matter? London, New York : Routledge, 1993. VIII, 165 str.

9 VIRI IN UPORABLJENA PROGRAMSKA OPREMA

9.1 VIRI

1. ARIS Method. Saarbrücken: IDS Scheer AG, 2004. 2109 str.
2. ARIS Simulation – White paper. Saarbrücken: IDS Scheer AG, 2002. 11 str.
3. Brown Adalsteinn D. et al., Hospital Report 2001 – Emergency Department Care. University of Toronto.
[URL: <http://www.hospitalreport.ca/pdf/FINALEDReportDec202001.pdf>], 21.06.2005.
4. Dejavnost, poslanstvo in vizija Kliničnega centra Ljubljana. [URL: <http://www2.kclj.si/kc-2.html>], 30.04.2005.
5. Endoskopski obvod na delujočem srcu (Sporočilo za javnost, 3. marec 2004). [URL: http://www2.kclj.si/_sporocila/spm-2004-03-04.doc], 27.07.2005.
6. Health Care Criteria for Performance Excellence. Gaithersburg (MD): National Institute for Standards and Technology, 2005. 76. str.
7. Kongres evropskega združenja za srčno in žilno kirurgijo v Ljubljani (Sporočilo za medije, 3. junij 2004). [URL: http://www2.kclj.si/_sporocila/sp-2004-6-4-2.html], 27.07.2005.
8. Miljevič et al.: Družbeno ekonomski stroški poškodb in akutnih bolezenskih stanj v odvisnosti od časa obravnave pacienta: končno poročilo. Ljubljana: Klinični center Ljubljana, 2002. 36 str.
9. Podatki Kliničnega centra Ljubljana o sprejetih pacientih. Ljubljana: Klinični center Ljubljana, 2002
10. Pravilnik o službi nujne medicinske pomoči. Uradni list RS, št. 77/1996.
11. Prenova urgence KC Ljubljana: Predinvesticijska zasnova. Ljubljana: Klinični center Ljubljana, 2004. 100 str.
12. Transplantacije kostnega mozga v Pediatrični kliniki (Sporočilo za medije, 15. februar 2005). [URL: http://www2.kclj.si/_sporocila/sp-2005-4-25-2.html], 27.07.2005.
13. Uredba o enotni metodologiji za izdelavo programov za javna naročila investicijskega značaja na sektorju javnega zdravstva. Uradni list RS, št. 34/2001.
14. Uspešna predimplantacijska genetska diagnostika na Ginekološki kliniki v Ljubljani (Sporočilo za medije, 25. april 2005). [URL: http://www2.kclj.si/_sporocila/sp-2005-2-15-1.html], 27.07.2005.

9.2 UPORABLJENI RAČUNALNIŠKI PROGRAMI

1. ARIS Toolset, verzija 6.2.3. IDS Scheer AG, 2004.
2. BestFit, verzija 4.0.4. Palisade Corporation, 2002.

10 SLOVAR IZRAZOV IN OKRAJŠAV

ABC	Activity based costing – kalkulacija stroškov po sestavinah dejavnosti.
Benchmarking	Primerjalna ocena na podlagi medpodjetniških primerjav.
Bias	Nagnjenost, pristranost; mera za sistematično napako v podatkih.
Business process management	Menedžment poslovnih procesov.
Business process reengineering	Prenova poslovnih procesov.
Interval (meje) zaupanja	Dve vrednosti, med katerima bo z določeno verjetnostjo ležala vrednost spremenljivke za populacijo v primeru, ko to vrednost ocenjujemo na podlagi vzorca.
Model	Miselni konstrukt, s katerim ponazarjamo strukturo, lastnosti in delovanje nekega realnega sistema, ki je predmet preučevanja.
Precision	Točnost; mera slučajne napake v podatkih.
Procesni čas, pretočni čas	Čas, ki preteče od trenutka, ko je delovni nalog oziroma stranka vstopila v proces (sistem) do trenutka, ko je izstopila iz procesa (sistema).
Run	Replikacija, ponovitev simulacije.
Simulacija	Ponazoritev dinamičnega procesa z ustreznim modelom, tako da pridemo do določenih ugotovitev, ki jih lahko prenesemo v realnost.
Total quality management	Celovito obvladovanje kakovosti.
Učinkovitost	Razmerje med vložki in neposrednimi (fizičnimi) izloški procesa; merjenje učinkovitosti pomeni preverjanje predvidene pretvorbe resursov v izhodne količine.
Uspešnost	Razmerje med postavljenimi cilji poslovanja in doseženimi rezultati, merjenje uspešnosti pomeni preverjanje stopnje skladnosti izhodnih veličin s predvidenimi, vnaprej opredeljenimi rezultati (cilji).
Validacija (veljavnost)	Postopek preverjanja skladnost med obnašanjem modela in sistema, ki ga model ponazarja.
Verifikacija (pravilnost)	Postopek preverjanja delovanja modela na pričakovani način (npr. preverjanje računske korektnosti modela).
Verjetnostna porazdelitev	Matematični model, ki povezuje vrednost spremenljivke z verjetnostjo, da se ta vrednost nahaja v populaciji.

11 PRILOGE

Priloga 1: Model procesa obravnave lahko poškodovanih pacientov

Priloga 2: Verjetnostne porazdelitve časov in njihovi parametri

Priloga 3: Model prenovljenega procesa obravnave lahko poškodovanih pacientov

Slika 12: Model procesa obravnave lahko poškodovanih pacientov

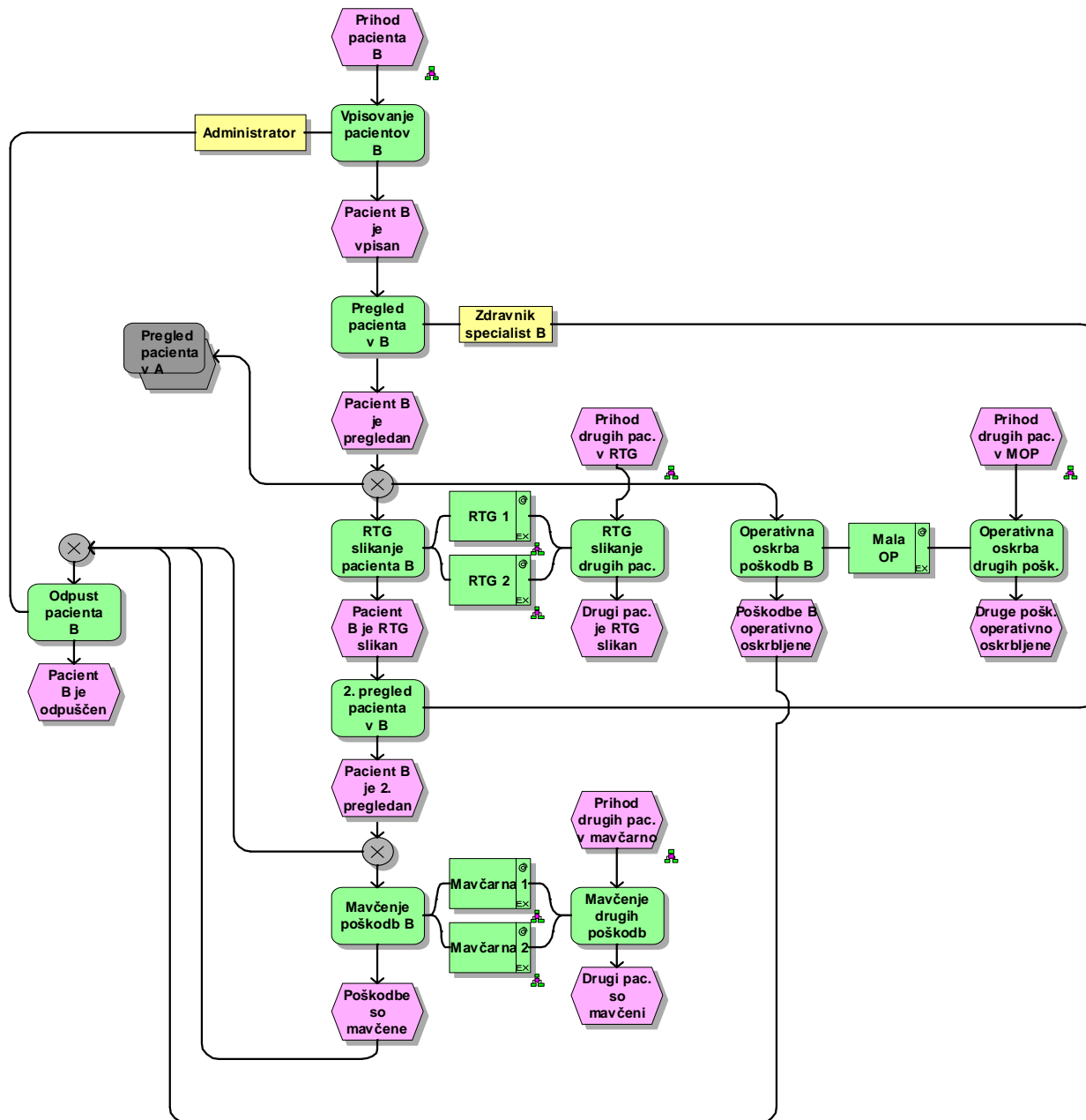


Tabela 14: Verjetnostne porazdelitve časov in njihovi parametri

Spremenljivka	Verjetnostna porazdelitev
Čas prihoda pacienta B	Trikotna (c = 0000:18:41:00)
Čas prihoda drugih pacientov v RTG	Trikotna (c = 0000:00:22:50)
Čas prihoda drugih pacientov v MOP	Trikotna (c = 0000:00:21:05)
Čas prihoda drugih pacientov v mavčarno	log-normalna (m = 0000:00:18:18, sd = 0000:00:05:50)
Čas vpisovanja pacientov B	Enakomerna (a = 0000:00:03:00, b = 0000:00:04:00)
Čas pregleda pacienta v B	EkspONENTNA (m = 0000:00:04:11)
Čas RTG za pacienta B	Trikotna (a = 0000:00:00:00, b = 0000:00:20:12, c = 0000:00:05:00)
Čas RTG za druge paciente	log-normalna (m = 0000:00:07:49, sd = 0000:00:02:56)
Čas drugega pregleda pacienta v B	EkspONENTNA (m = 0000:00:04:11)
Čas mavčenja poškodb B	EkspONENTNA (mu = 0000:00:28:14)
Čas mavčenja drugih poškodb	Log-normalna (m = 0000:00:17:12, sd = 0000:00:10:13)
Čas operativne oskrbe poškodb B	Trikotna (a = 0000:00:00:00, b = 0000:01:05:07, c = 0000:00:12:00)
Čas operativne oskrbe drugih poškodb	log-normalna (m = 0000:00:28:38, sd = 0000:00:19:43)
Čas odpusta pacienta B	Enakomerna (a = 0000:00:03:00, b = 0000:00:04:00)

Slika 13: Model prenovljenega procesa obravnave lahko poškodovanih pacientov

