

---

# INFORMATIKA V SODOBNI DRUŽBI

---

**Zbornik prispevkov 2. strokovnega posveta**

**»Informatika v sodobni družbi«**

**Novo mesto, 22. september 2008**

**Uredil**

**dr. Blaž Rodič**

---

**Novo mesto**

**2008**

---

Informatika v sodobni družbi

Zbornik prispevkov 2. strokovnega posveta »Informatika v sodobni družbi«,  
Novo mesto, 22. september 2008

Urednik: dr. Blaž Rodič

Založnik: Fakulteta za informacijske študije v Novem mestu

Copyright © po delih in v celoti Fakulteta za informacijske študije v Novem mestu, 2008,  
Novo mesto in avtorji.

Fotokopiranje in razmnoževanje po delih ali v celoti je prepovedano.

Vse pravice pridržane.

Spletni naslov: [http://www.urs.si/media/publikacije/ZBORNIK\\_ISD\\_2008.pdf](http://www.urs.si/media/publikacije/ZBORNIK_ISD_2008.pdf)

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

659.2:004(063)(082)

STROKOVNI posvet Informatika v sodobni družbi (2 ; 2008 ; Novo Mesto)

Informatika v sodobni družbi [Elektronski vir] : zbornik  
prispevkov 2. strokovnega posveta Informatika v sodobni družbi,  
Novo Mesto, 22. september 2008 / urednik Blaž Rodič. - Novo mesto :  
Fakulteta za informacijske študije, 2008

Način dostopa (URL): [http://www.urs.si/media/publikacije/ZBORNIK\\_ISD\\_2008.pdf](http://www.urs.si/media/publikacije/ZBORNIK_ISD_2008.pdf)

ISBN 978-961-92509-0-7

1. Gl. stv. nasl. 2. Rodič, Blaž  
241357824

**PROGRAMSKI ODBOR:**

(v abecednem vrstnem redu)

doc. dr. Boris Bukovec, Fakulteta za informacijske študije v Novem mestu  
mag. Mitja Cerovšek, TPV d.d.  
prof. dr. Miro Gradišar, Ekonomska fakulteta, Univerza v Ljubljani  
mag. Čedo Jakovljevič, Infotehna d.o.o.  
g. Gregor Macedoni, Oria Computers d.o.o.  
mag. Sašo Novakovič, IPMIT d.o.o.  
doc. dr. Andrej Škraba, Fakulteta za organizacijske vede, Univerza v Mariboru  
g. Marko Štefančič, REA-Gartner Slovenija, Rea IT d.o.o.

**ORGANIZACIJSKI ODBOR:**

(v abecednem vrstnem redu)

doc. dr. Boris Bukovec, Fakulteta za informacijske študije v Novem mestu  
doc. dr. Janez Povh, Fakulteta za informacijske študije v Novem mestu  
asist. dr. Blaž Rodič, Fakulteta za informacijske študije v Novem mestu  
doc. dr. Borut Rončević, Univerzitetno in raziskovalno središče Novo mesto

**UREDNIK:**

dr. Blaž Rodič, Fakulteta za informacijske študije v Novem mestu

**ORGANIZATORJA:**

Fakulteta za informacijske študije v Novem mestu  
Univerzitetno in raziskovalno središče Novo mesto

**ZALOŽIL:**

Fakulteta za informacijske študije v Novem mestu



## KAZALO VSEBINE

<b>Nadja Breskvar, Uroš Breskvar</b> Modeliranje bančnih poslovnih procesov s standardom BPMN	<b>1</b>
<b>Mitja Pucelj</b> Ključni vzroki za nastanek težav pri uvajanju informacijske podpore poslovnim procesom	<b>9</b>
<b>Andrej Kastrin</b> Meta analiza v procesih upravljanja z znanjem in podpore odločanju	<b>17</b>
<b>Dušan Himelrajh, Andrej Strojín</b> Obvladovanje dokumentarnega gradiva in procesov po meri uporabnika	<b>31</b>
<b>Alenka Baggia, Blaž Rodič</b> Razporejanje zemeljskih posadk na letališču	<b>49</b>
<b>Matej Mertik, Miljenko Križmarić</b> Farmakokinetični in farmakodinamični fiziološki modeli – integralne informacijske enote v medicinskih simulatorjih	<b>63</b>
<b>Marjan Brelih, Uroš Rajkovič</b> SIDx - Program za podporo večkriterijskemu odločanju na osnovi metodologije Decaid	<b>71</b>
<b>Maja Fošner, Marjan Sternad:</b> Koncept e-študija pri predmetu Matematika	<b>79</b>



# MODELIRANJE BANČNIH POSLOVNIH PROCESOV S STANDARDOM BPMN

## **Avtor**

Nadja Breskvar  
Nadja.Breskvar@snt.si

## **Ustanova**

S&T Slovenija d.d.  
Leskoškova cesta 6  
Ljubljana

## **Avtor**

Uroš Breskvar  
Uros.Breskvar@gmail.com

## **Ustanova**

Srednja šola za elektrotehniko in računalništvo  
Vegova 4  
Ljubljana

## **Povzetek**

*Popis procesov ima svoje korenine v informatiki. Vse se je začelo s popisom za namen lažjega programiranja in se je v nadaljevanju izvajalo predvsem v proizvodni panogi. Popisovanje je bilo namenjeno predvsem optimizaciji proizvodne linije in prihranku stroškov in časa. V današnjem času pa se popis procesov vedno pogosteje izvaja na poslovnih procesih, saj se podjetja zavedajo, da morajo tudi poslovne procese popisati in optimirati, če želijo ostati konkurenčna. Potreba po konkurenčnosti pa se kaže tudi med bankami, ki prav tako vse pogosteje posegajo po popisovanju svojih procesov. Namen članka je opisati postopek definiranja poslovnih procesov. Na podlagi izkušenj, pridobljenih pri izvedbi projekta popis poslovnih in zalednih procesov, ki je bil izveden v banki, bomo popisali smernice, ki naj bi se upoštevale pri sami definiciji in strukturiranju procesov. Na kratko bodo v članku predstavljene tudi zahteve standarda BPMN v smislu priprave podatkov v popisu.*

Ključne besede: bančni poslovni proces, popis procesov, modeliranje procesov, BPMN notacija

# **BANK BUSINESS PROCESS MODELLING USING THE BPMN STANDARD**

## **Abstract**

*Process modelling has its roots in informatics. It all started with the intention of simplification of actual programming and further developed in the production section. Modelling was used mainly for automation of assembly lines and for reducing operating costs. Nowadays, the modelling is increasingly used in business processes, because the companies are aware of the fact that the business processes must be described and modelled in order to keep up with the competition. Heavy competing among the banks is also present which causes them to reach out to business process modeling as well. The article describes the procedures of defining business processes. From the experiences gained in a project dealing with describing and modelling bank's business processes, the guidelines for process definition and structuring will be presented. BPMN demands from the aspect of gathering the needed data will also be introduced.*

Keywords: Business process, Business Process Design, Business Process Modeling, Business Process Modelling Notation (BPMN).



# 1 Uvod

Kaj je sploh proces? V literaturi najdemo kar nekaj definicij procesov. (Weske, 2007) Proces temelji na definiciji pretočnosti. Primer take definicije je (Debevoise, 2007): Proces je potek aktivnosti. Aktivnosti morajo biti tako strukturirane, da ustvarjajo nek izhod. Po Burltonu (Burlton, 2001) pa je proces vedno sprožen z nekim zunanjim dogodkom, ki vključuje udeležence. Vsak proces mora imeti nek končni rezultat in vse aktivnosti je treba prilagoditi temu. Možno je določiti je kazalnike zmogljivosti ali merljive rezultate. V grobem bi lahko rekli, da razlikujemo dva pristopa k modeliranju (Lazarević, 1999) in sicer:

- tehnološki, ki se kaže predvsem v povečanju učinkovitosti obstoječih procesov in
- strateški, ki se osredotoča na preoblikovanje ali popolno prenovitev obstoječih procesov.

Definirani procesi služijo običajno za dobro osnovo za pregled nekega dela poslovanja. Ker so bili začetni popisi precej nerazumljivi oz. so služili zgolj peščici ljudi v informatiki, so se začeli oblikovati razni standardi za popisovanje le-teh. Trenutno najbolj odmevni standardi so zagotovo:

- ISO 9001,
- ITIL (Information Technology Infrastructure Library), ki sicer ni pravi standard, pridobiva pa na pomenu,
- UML (Unified Modelling Language ),
- BPMN (Business Process Modelling Notation), ki pridobiva na pomenu.

Članek opisuje predvsem problematiko definiranja samih poslovnih procesov na podlagi konkretnega primera. Ker bodo predstavljena dokaj nova pravila za popisovanje procesov, imenovana Business Process Modelling Notation (BPMN), bodo predstavljene tudi zahteve in omejitve pri izvajanju popisa procesov, predvsem v smislu potrebnih podatkov. Podane bodo splošne smernice.


## 2 Metodologija


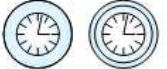






Prvo specifikacijo BPMN lahko zasledimo leta 2004 in sicer pri organizaciji BPMI (Business Process Management Initiative). Leta 2005/2006 je prešla pod okrilje skupine OMG (Object Management Group). Rečemo lahko, da so z združitvijo želeli poenostaviti samo notacijo in povečati njeno prepoznavnost.

Glavni gradniki BPMN notacije so navedeni v nadaljevanju.

### 2.1 Dogodek







Dogodek je nekaj, kar se zgodi med poslovnim procesov. Dogodki običajno vplivajo na potek procesa. Naslednja tabela prikazuje možne variante dogodkov.

	Predstavljeni so osnovni možni tipi dogodkov. Zanje je značilno, da nimajo prožilca. Od leve proti desni so predstavljeni: - dogodek začetka, ki je obrobljen z enojno črto, - vmesni dogodek, ki se zgodi med samim procesom in je obrobljen z dvojno črto in - dogodek konca oz. dogodek, ki konča proces - obrobljen je z
---	---

	debelo črto.
	Pismo v dogodku pomeni, da je prožilec obvestilo. Obroba dogodku definira kdaj se dogodek zgodi.
	Ura kot prožilec dogodka pomeni, da se dogodek začne na nek interval ali pa se zgodi s časovnim zamikom.
	Prožilec pravilo pove, da čakamo, da se nekaj zgodi.
	V procesih pogosto naletimo na veliko aktivnosti in drugih gradnikov, ki jih zaradi boljše preglednosti zrišemo na več listov. Prožilec poveza nam pomaga pri povezovanju teh listov.
	Dogodek je pogojen s kompleksnimi pravili.
	Prikazan znak označuje prožilec nadomestilo ali nadomestni dogodek.
	Prožilec napaka označuje možnost napake.
	Prožilec preklic označuje možnost preklica dogodkov.

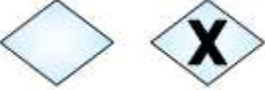




## 2.2 Aktivnost

Za te gradnike bi lahko rekli, da predstavljajo neke osnovne aktivnosti oz. korake, ki se dogajajo v procesu. Orodje nam omogoča lahko prehajanje med procesi in podprocesu navzdol in navzgor. Smiselno je uporabiti posamezne gradnike tako, da bo proces sam zelo pregleden.

	Prikazan je osnovni dogodek. Ikona  nam nakazuje dodatne lastnosti aktivnosti. Možne nastavitve so: - avtomatiziran dogodek, - ročen dogodek - izvajalec človek in -splošni nedefiniran izvajalec, ki je tudi prikazan.
	Gradnik predstavlja podproces. Orodje Proces modeler omogoča, da ga prikažemo kot osnovno aktivnost. Puščica pred plusom pomeni, da se dogodek ponavlja n-krat. Puščica je opsijska.
	Gradnik predstavlja podproces, podobno kot prejšnji, in je prikazan na osnovni ravni. Dve črtici pred plusom pomenita, da gre zgolj za instanco ali načrt nekega dogodka, ki se večkrat zgodi.
	Gradnik predstavlja podproces, prikazan na osnovni ravni. Plus v ikoni pomeni, da je ta korak zgrajen iz več podkorakov in je torej na drugem nivoju še en proces.
	Gradnik predstavlja polno prikazan podproces.

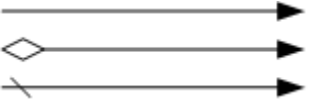

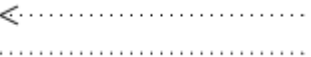
## 2.3 Kontrolnik

Kontrolniki ali gatewayi ne vsebujejo logike ampak samo skrbijo, da se proces nadaljuje po pravilni poti.


	<p>Najpogosteje uporabljena gradnika ki sta sicer narisana različno, a sta po pomenu enaka. Pomenita, da se opciji, s katerima se proces nadaljuje, izključujeta med seboj.</p>
	<p>Opciji, s katerima se nadaljuje proces, sta poljubni, nadaljuje se z eno ali drugo. Včasih se doda še privzeto vrednost.</p>
	<p>Zvezdica v gradniku ne pomeni nič drugega, kot da se mora zgoditi več aktivnosti hkrati, da se proces lahko nadaljuje.</p>
	<p>Da se proces lahko nadaljuje, se morata zgoditi obe aktivnosti, ki pripeljeta do tega gradnika.</p>
	<p>Usmerjanje procesa se zgodi na podlagi dogodka.</p>

## 2.4 Povezave

Povezave so namenjene medsebojnemu povezovanju vseh predstavljenih gradnikov. Tip povezave je odvisen od tipa gradnika.



	<p>Zaporedje izvajanje procesa pa ponazarja »zaporedje aktivnosti«. Prikazane so različne možnosti uporabe. Prva predstavlja običajni potek podatkov, druga ponazarja pretok procesa pod določenimi pogoji in tretja ponazarja privzeto nadaljevanje procesa. Njena uporaba je smiselna tam, kjer je več možnosti za nadaljevanje procesa.</p>
	<p>Pretok podatkov ponazarja pretok informacij med posameznimi bazeni. Značilen je za pretok dokumentacije.</p>
	<p>Asociacije kot pogoj ali posledica aktivnosti povezujejo dokumente. Puščica ponazarja ali so definirani kot vhodni ali izhodni dokumenti.</p>

## 2.5 Gradniki oz. udeleženci procesa

	<p>Združevanje aktivnosti, ki ne vplivajo direktno na proces je običajno izvedeno s tem gradnikom.</p>
---	--

	Bazen običajno predstavlja organizacijo ali oddelek v organizaciji.
	Steza kot gradnik je vedno modelirana kot del bazena. Uporablja pa se z namenom organiziranja aktivnosti.

## 2.6 Ostali gradniki

	Gradnik je namenjen vhodno izhodnim dokumentom. Zanje je značilno, da nimajo vpliva na sam potek diagrama.
	Gradnik je namenjen zabeležkam v procesu.

•

## 3 Pravila modeliranja procesa in napotki iz prakse

Preden začnemo z zbiranjem podatkov za opis oz. definicijo procesov moramo vedeti, kaj želi naročnik s popisom doseči. Naročnik lahko s popisom teži k:

- vzpostavitvi poslovnih procesov, ki so osredotočeni na stranke. S pomočjo popisov lahko vodi svoje poslovanje.
- vzpostavitvi kontrole nad poslovanjem.
- integraciji IT strokovnjakov s pomočjo poslovnega pristopa k procesom.

Glede na zastavljene cilje naročnika je smiselno opredeliti poslovne procese. Določiti je treba tudi osnovne parametre, ki morajo biti vsebovani v vsakem popisu - na nivoju procesa moramo vedeti, kdo sta nosilec in verifikator/potrjevalec procesa.

Smiselno je definirati naslednje podatke v popisu procesa:

- kdo je izvajalec koraka,
- opis koraka,
- vhodno/izhodne dokumente,
- aplikacije in podatke, ki se uporabljajo v tem koraku,
- kazalnike, kot sta čas in obseg trajanja koraka, ipd.

Pri pridobivanju podatkov se velikokrat pokaže problem v celovitem pristopu popisovanja. Zaposleni velikokrat ne vidijo začetka in konca procesa, saj ta teče medorganizacijsko. Običajno razmišljajo in opišejo delo le s svojega zornega kota, torej oddelčnega vidika.

Pri opisu je treba nameniti posebno pozornost raznim kontrolnim dejavnikom. Zelo pomembno je, da se opiše vse možne poti poteka procesa in tudi zelo natančno definira pogoje, pod katerimi se izvajajo. Te pogoje oz. takšne kontrolne točke je možno preučiti in jih tudi v večini primerov optimirati.

Ko se odločimo za standard, v katerem bomo modelirali procese in seveda v nadaljevanju za orodje, je smiselno preveriti omejitve po standardu. Orodje Proces Modeler npr. zahteva jasno opredeljeno osebo, ki bo nosilec aktivnosti. V praksi se velikokrat dogaja, da lahko neko aktivnost izvaja več ljudi. Zato se nam hitro zgodi, da je razne prehode težko modelirati v smislu prikaza diagrama. Ravno tako se hitro pokažejo nekonsistentnosti v popisu procesa. Proces mora biti jasno definiran, prehodi in odločitve morajo biti nedvoumne.

In še zadnji napotek oz. opozorilo, ki pa ni vezano na tehnologijo in standard popisa: potek projekta mora biti jasn. V projektu morajo biti predvidene posamezne faze popisa, verifikacije in potrjevanje popisa.

Ljudje, ki so odgovorni za poslovni proces in potrjevalci se morajo zavedati odgovornosti, ki jo imajo. Brez njihovega sodelovanja in brez posredovanja ustreznih podatkov bodo procesi sicer pravilno modelirani in neuporabni. Njihova naloga je, da podajo in opišejo stanje, kakršno je.

## 4 Zaključek

Na podlagi konkretnega primera popisa procesov je bilo ugotovljeno, da je treba procese definirati in razumeti. Kljub vsem napotkom in definicijam je vedno glavni problem razmejitev poslovnih procesov. Analitik procesa se mora odločiti kaj spada v proces, kaj v podproces, kakšna je globina procesa in povezave med njimi. Vse naštetu je pomembno pri strukturiranju poslovnih procesov na konkretnem primeru. Pri določanju procesov se velikokrat zanašamo na izkušnje, saj je težko določiti meje. Nekih splošnih definicij ni, običajno pa procese analitik oblikuje situacijsko in skladno s cilji projektne naloge.

Pred samim popisom procesov je zelo pomembno poznati standard, po katerem se bo kasneje modeliralo procese. Vsak standard ima svoje zahteve in svoje omejitve. Smotrno jih je preučiti še pred začetkom izvajanja popisa. Na podlagi teh zahtev je tudi lažje opredeliti podatke, ki jih moramo pridobiti v fazi popisa. Na zahtevane ali zelene podatke v veliki meri vpliva tudi cilj projekta popisa. Nujno je, da se seznanimo z različnimi funkcionalnostmi, ki jih posamezno orodje omogoča.

Pri izbiri orodja s katerim bomo modelirali procese pa moramo poznati želje naročnika oz. vizijo prihodnosti. Zahtevani podatki se močno razlikujejo, če je popis usmerjen samo v povečanje učinkovitosti le teh ali pa je usmerjen tudi v prenavo.

## Literatura

BPMP, Business Modelling Notation, (1.0), Dostopno na: <http://www.bpmp.org/bpmp-spec.htm>, (20.8.2008)

Burlton R. (2008): Business Process Management, Sams Publishing, e-edition.

Debevoise T. (2007): Business Process Management with a Business Rules Approach: Implementing The Service Oriented Architecture, BookSurge Publishing, USA.

Heričko M. (2008): Modeliranje poslovnih procesov v praksi. Dostopno na: <http://www.google.si/search?hl=sl&q=heri%C4%8Dko+marjana+upravljanje&meta> (20.8.2008).

Križman, V., Novak R. (2002): Upravljanje poslovnih procesov, Slovenski institut za kakovost in meroslovje, str. 18-28.

- Lazarevič, A. (1999): Referenčni modeli poslovnih procesov, Zbornik posvetovanja Dnevi slovenske informatike 1999, str. 383-392.
- Mivšek J., Rozman T. (2008): Modeliranje in izvajanje poslovnih procesov v spletnem okolju, 2008, Dostopno na: <ftp://ftp.eranova.si/aida/mivsek-rozman-bpm-na-spletu-dsi07.pdf>, (20.8.2008).
- OMG, Business motivation model (2005): Dostopno na: <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?bei/2005-9-11>, (21.8.2008)
- ITP (2008): Orodje za modeliranje procesov. Proces modeler for Visio 4, Dostopno na [www.itp.commerce.com](http://www.itp.commerce.com) (20.5.2008).
- Rozman T., Vajde Horvat R., Rozman I. (2003): »Srebrni metek« za modeliranje in izvajanje poslovnih procesov?, Dostopno na: <http://bpmnpop.sourceforge.net/tutorials/DSI2003-TROZMAN2.pdf>, (20.8.2008)
- Weske M. (2007): Business Process Management, Springer, New York.

# KLJUČNI VZROKI ZA NASTANEK TEŽAV PRI UVAJANJU INFORMACIJSKE PODPORE POSLOVNIM PROCESOM

**Avtor**  
Mitja Pucelj  
Mitja.Pucelj@gov.si

**Ustanova**  
SVAPO d.o.o.  
Irča vas 2a  
Novo mesto

## **Povzetek**

*Prenova (ali izgradnja) informacijske podpore je zelo zahteven projekt. Informacijska podpora je samo eden izmed ključnih podpornih procesov organizacije in je njen integralni del. Prenovo je možno izvesti samo v sklopu prenove celotne organizacije. V sodobnem turbulentnem okolju je potrebno organizacijo usmeriti proti procesom in izbrati prave organizacijske pristope za izvedbo prenove. Za to pa morajo biti vodje na vseh nivojih usposobljeni iz sodobne prakse in teorije organizacije, menedžmenta ter vodenja.*

Ključne besede: informacijska podpora, usposobljenost vodij, organizacija usmerjena na procese, projekt prenove

## **KEY REASONS FOR PROBLEMS IN INTRODUCING INFORMATION SUPPORT FOR BUSINESS PROCESSES**

### **Abstract**

*Renovation (or developing) informational support is a very demanding project. Informational support is just one of the key supporting processes of an organisation and it is its integral part. Renovation can only be done in connection with the renovation of the organisation as a whole. In a modern, turbulent environment the organisation must be oriented towards processes and chose the right organisational accession to realization of renovation. But for this, the leaders on all levels must be qualified from modern practice and theory of an organisation, management and leadership.*

Keywords: information support, qualified leaders, organisation oriented towards processes, the project of renovation

# 1 Uvod

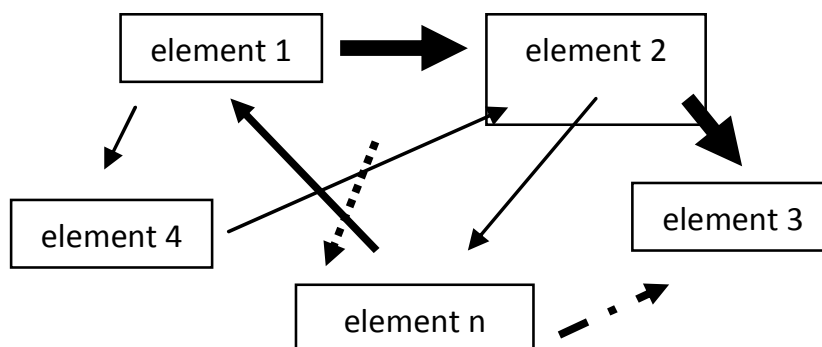
Prenova oz. izgradnja poslovnega informacijskega sistema zahteva veliko časa in to ponavadi nekaj let. Tu je seveda govora o velikih organizacijah, kot so npr. organizacije v javnem sektorju (npr.: zdravstvo, davkarija, policija ipd.) oz. velike korporacije. Te organizacije pa zadevajo velik del prebivalstva, torej se neposredno ali posredno dotikajo praktično vsakega od nas, ki je bodisi zaposlen v takih organizacijah, bodisi uporablja storitve teh organizacij. Postavlja se vprašanje, čemu hitrejša prenova običajno ne daje ustreznega rezultata. Odgovor zahteva poglobljeno razumevanje delovanja organizacije kot celote v sodobnem vedno bolj turbulentnem notranjem in zunanjem okolju.

Organizacija se mora danes izjemno hitro prilagajati na spremembe v okolju. To se s klasično strukturo in pristopom, ter s klasičnim načinom vodenja preprosto ne da. Potrebno jo je strukturno spremeniti, spremeniti organizacijski pristop in pa predvsem bistveno spremeniti način vodenja organizacije na vseh nivojih. Brez ustrezne prenove je organizacija potisnjena v stagnacijo, težave z likvidnostjo, predvsem pa so zaposleni na vseh nivojih podvrženi močnemu stresu, ki se širi od spodaj navzgor (kot kapilarni dvig), ker ne zmorejo zadovoljiti zahtevam, ki jih od njih zahtevajo nadrejeni, od njih pa lastniki (ali javnost v primeru javnega sektorja in neprofitnih organizacij).

## 2 Teoretične podlage

### 2.1 Organizacijska struktura (povzeto po Pucelj et al, 2004)

Organizacijska struktura (Slika 1) pomeni vzpostavitev relacij med posameznimi elementi v organizaciji. **Elementi** v organizaciji so lahko posameznik, oddelek, služba, tim, sektor ipd. **Relacije** nam povedo, kakšni so odnosi oz. povezave med posameznimi elementi v organizaciji.



**Slika 1: Izmišljen prikaz povezav med posameznimi elementi, pri čemer z debelostjo in polnostjo črt prikažemo kakovost relacij (povezav) med posameznimi elementi**

Glede na to, kaj je pomembnejše element ali relacija, organizacije po strukturi v osnovi delimo na organizacije usmerjene na funkcije in organizacije usmerjene na procese. Pri prvih je osnova element, na katerega se potem nanašajo relacije, ki so toge. Take organizacije so statične in je zanje značilno da nimajo povratne vezi in se zaradi tega ne morejo prilagajati (ali pa zelo težko) spremembam v okolju.



V nasprotju z njimi pa so organizacije usmerjene na procese, pri katerih so ključni gradniki relacije, katerim se prilagajajo posamezni elementi organizacije. Take organizacije so dinamične in imajo povratno vez (imajo spomin in se zato stalno prilagajajo spremembam v okolju).

V realnosti pa se običajno srečujemo s kombinacijo obeh tipov in je zato realna organizacija delno statična in delno dinamična.

Realne organizacijske strukture lahko tako delimo na:

- organizacije, ki so pretežno usmerjene na funkcije (bolj statične, manj dinamične),
- organizacije, ki so pretežno usmerjene na procese (manj statične in bolj dinamične).

Velja preprost aksiom: v statičnih (usmerjenih na funkcije) organizacijah se vedno odvijajo procesi, ki jih v nobenem primeru ne smemo zanemariti in dinamična organizacija mora vedno imeti neko oporo v funkcijah, če je nima, povsem uide »nadzoru« oz. je neobvladljiva (problem avtoritete, hierarhije vodenja ipd.).

Za uspešno izvedbo prenove informacijskega sistema moramo nujno imeti organizacijsko strukturo usmerjeno na procese. Ta temeljni pogoj pa redka naša organizacija izpolnjuje.

## **2.2 Organizacijski pristop (povzeto po Pucelj et al, 2003)**

**Organizacijski pristop** je pristop, s katerim organizacija želi doseči večjo uspešnost svojega delovanja. Ta pristop je lahko izveden enkrat, lahko se ciklično ponavlja ali pa postane način izvajanja nalog na daljši rok.

Za lažje razumevanje pri razmejevanju med organizacijsko strukturo in organizacijskim pristopom poskušajmo to ponazoriti na naslednjih primerih:

- »Grozdenje« je pristop, na kakšen način bi se lotili delovanja podjetij v neki regiji, medtem ko so iz »grozdenja« nastali grozdi (npr.: tekstilne industrije).
- Procesni pristop pomeni, da se na procesen način lotimo delovanja organizacije (identificiramo in definiramo procese, definiramo SIKOOP ipd.), kar je lahko tudi v organizaciji temelječi na funkcijah, medtem ko organizacija usmerjena na procese pomeni, da organizacija temelji na procesih;
- Timski pristop pomeni, da organizacija uporablja timski pristop v neki organizacijski strukturi (lahko tudi v funkcijski organizacijski strukturi), medtem ko je timska struktura pomeni, da je osnovni element organizacije tim in celotna org. struktura temelji na timih.

Kakšna je razlika med organizacijsko strukturo in organizacijskim pristopom? Zelo poenostavljeno je razlika naslednja: posamezna oblika organizacijskega pristopa lahko sčasoma privede do povsem nove organizacijske strukture. Ni nujno, da vsak nov pristop privede do nove organizacijske strukture, vendar je vsaka nova organizacijska struktura posledica nekega novega organizacijskega pristopa.

Različnih sodobnih organizacijskih pristopov je veliko. Pomembno je, da za izvedbo prenove ne poznamo samo en (mogoče ta trenutek moden) pristop, temveč, da jih poznamo čim več in tako lahko izberemo tistega (ali kombinacijo elementov iz različnih pristopov), ki je za naš primer najbolj primeren in smo ga sposobni ustrezno adaptirati na našo organizacijsko kulturo (»cepljenje« najboljših praks na »našo« podlago). Virov za študij različnih organizacijskih pristopov je nešteto. Pucelj et al, 2004, Vila A., 1994 in 2000 so viri, v katerem se lahko

seznanimo z nekateri med njimi kot npr.: lean (vitka) organizacija, TQM (celovito obvladovanje kakovosti), reinženiring (prenova) poslovnih procesov, downsizing (zniževanje števila delovnih mest), just-in-time (ravno ob pravem času) in princip skladiščenja po sistemu prioritet ABC, proces stalnih izboljšav, procesni in timski pristop, vodenje organizacije v stalne spremembe, zadovoljstvo kupca ipd. Tudi brez uporabe najsodobnejših organizacijskih pristopov ni možno izvesti kvalitetne prenove informacijskega sistema.

### 2.3 Vodenje v kulturi stalnih sprememb (povzeto po Fullan M.; 2001)

Avtor pravi, da ne rabimo vodij, ki bi nas vodili skozi svet, ampak rabimo vodje, ki nas bodo sposobni voditi v spopad s problemi in take vodje, ki nas bodo sposobni naučiti, kako se soočimo z nastalimi problemi in jih bomo ob tem znali tudi rešiti.

Zato pa so potrebni vodje, ki imajo znanje za vodenje, katero jim bo v kulturi stalnih sprememb omogočalo zahtevan način vodenja. Avtor trdi, da mora vodja:

- imeti **moralno podlago za vodenje** – moralni vidik vodenja (moralno neoporečna oseba, ki sam po sebi vliva zaupanje pri svojih podrejenih),
- poznati **naravo sprememb**,
- imeti **znanja za izgradnjo primernih medsebojnih odnosov**,
- imeti **znanja za ustvarjanje in prenos** novega znanja,
- imeti **znanja za izgradnjo jasnih razlag** za vse predhodno opisane pojme (ne sme priti do konfuznosti in kaotičnosti, kar je v veliko primerih posledica vodenja v spremembe).

Zato mora vodja imeti veliko mero **osebne zavzetosti, upanja in zadostno količino energije** za doseg zastavljenih ciljev, ki jih pred njega in vse njegove podrejene postavlja stalno se spreminjajoče notranje in zunanje okolje.

Vodja, ki vse to obvlada, mora **pri svojih podrejenih doseči zavezanost k doseganju ciljev**, pri čemer loči med:

- **zunanjo zavezanostjo** (okolje od njega zahteva, da izpolni njemu in organizaciji zastavljene naloge) in
- **notranjo zavezanost** (posameznik sprejme to kot svojo osebno dolžnost in se povsem istoveti z zastavljenimi cilji).

Če so vsi zgoraj naštetih pogoji izpolnjeni, potem kot pravi avtor, pride do veliko večjega števila dobrih in mnogo manjšega števila slabih stvari, ki se nam zgodijo v prihodnosti.

Na videz zelo preproste in vsakomur razumljive smernice, ki pa so v podrobnostih in implementaciji v neposredno prakso izjemno zahtevne (zahtevajo zelo obsežen študij sodobne organizacije, menedžmenta in vodenja, pa zraven še kaj drugega poleg osnovne stroke). Fullan pa citira še enega najznamenitejših znanstvenikov na tem področju, Henry-a Mintzberg-a, ki je na vprašanje, kaj mora organizacija storiti za zagotovitev uspeha v naslednjih desetih letih odgovoril: » *Zgraditi morajo močno jedro ljudi, ki jih resnično skrbi položaj (v katerem se nahaja organizacija) in kateri imajo ideje. Te ideje morajo leteti svobodno in enostavno skozi organizacijo.*

*Ni vprašanje o jezdenju skupaj z novim velikim izvršnim šefom na velikem belem konju, ker slej ko prej ta oseba razjaše in vsa stvar propade, če ni nikogar, ki dela naprej. To je*

*vprašanje o izgradnji močne inštitucije, ne pa kreiranje herojskih liderjev. Herojski liderji gredo skupaj z močno inštitucijo.*« (vključeno v Bernhut, 2000, str.: 23)

Močna inštitucija ima mnogo vodij na vseh nivojih. Ti, ki so na položaju vodje nad vodji, ti vedo, da je kultiviranje voditeljstva v drugih njihova ključna naloga, ti se zavedajo, da je njihovo delo več kot samo načrtovanje njihovega osebnega uspeha – v primeru, da »vodijo naravnost«, jih bo organizacija prerasla (sčasoma se jih bo znebila).

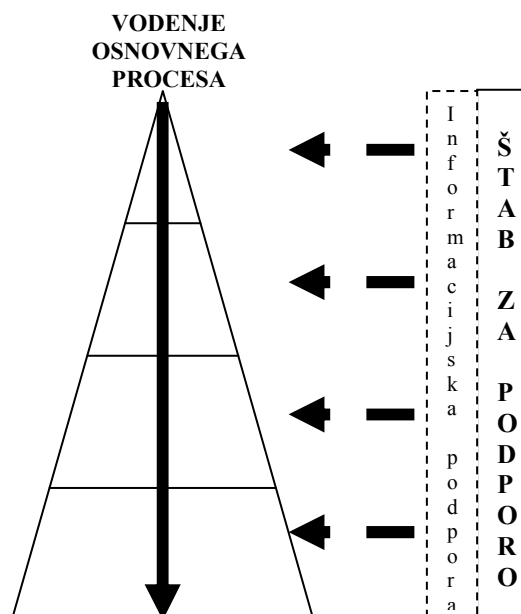
Ključni prispevek vodenja je v razvoju vodij v organizaciji, kateri bodo zmogli voditi organizacijo tudi tedaj, ko jo boste vi (govor je o izvršnih direktorjih) zapustili (glej Lewin & Regine, 2000, str.: 220).

Znanje za vodenje v kulturi stalnih sprememb in množica vodij, ki sočasno izvajajo prenovo na vseh nivojih organizacije, je tudi nujni pogoj za izvedbo prenove.

## **2.4 Umestitev informacijske podpore v organizacijo (povzeto po Pucelj et al, 2003)**

Za boljše razumevanje tematike je prav, da se še opredeli, katere funkcije so v klasični organizaciji sestavni elementi organizacije in so se izoblikovale okoli osnovnega procesa (proizvodnja izdelkov, oz. opravljanje osnovne storitve), z namenom, da podprejo osnovni proces. Med njimi so vsaj (vrstni red ne pomeni rang posamezne funkcije oz. njen pomen za organizacijo – vse so medsebojno enakovredne): marketing, prodaja, nabava, raziskave in razvoj, finance, računovodstvo, kadrovanje, razvoj kadrov in permanentno usposabljanje, obvladovanje kakovosti na vseh področjih, informacijska podpora, logistika ipd., odvisno od zahtevnosti organizacijske strukture oz. velikosti organizacije.

Zaradi zahtevnosti izvajanja osnovnega procesa in vedno bolj zahtevnih interakcij osnovnega procesa z ostalimi funkcijami, ki ga zahteva vedno krajši odzivni čas na spremenjene okoliščine v notranjem in zunanjem okolju organizacije, se je bistveno spremenila strukturna vpetost posameznih funkcij v organizacijo. Le te vse bolj izgubljajo mesto samostojne funkcije in se vse bolj integrirajo v organizacijo kot podporne funkcije osnovnemu procesu na vseh nivojih organizacije. Organizacija se iz seštevka posameznih funkcij spreminja v organizacijo, ki izvaja osnovni proces (proizvodnja, storitev) in jo s strani na vseh nivojih strokovno podpirajo vse ostale podporne funkcije (Slika 2).



**Slika 2: Vpetost štaba za podporo in informacijske podpore kot enega izmed podpornih »stebrov« organizacije v sodobno organizacijsko strukturo**

Za vodenje osnovnih in podpornih procesov pa jih moramo najprej identificirati, jih nato definirati in šele nato lahko tehnološko podpremo tudi z informacijsko tehnologijo. Pri tem je seveda potrebno ločiti definiranje informacijskega podpornega procesa od neposredne tehnologije (izvedbe) podpore t.j. nakupa hardware in software-a.

### **3 Ključni koraki za izvedbo projekta prenove**

Za izvedbo vsake prenove (to velja tudi za informacijsko podporo, kot integralni del organizacije) je potrebno izpolniti dva ključna pogoja:

1. potrebno je imeti zadosti časa (izvedbo prenove IT podpore ni možno izvesti v kratkem času, ker je za njeno izvedbo potrebno običajno prenoviti celotno organizacijo)
2. potrebno je imeti usposobljene vodje na vseh nivojih, še posebej pa je pomembno, da vodstvo z generalnim direktorjem razume za kaj gre (prepuščanje izvedbe prenove s strani zunanjih izvajalcev in na njih prelagati odgovornost za izvedbo in zahtevati od teh zunanjih svetovalcev tudi takojšnje rezultate je naravnost smešno – na žalost se to pri nas pre pogosto dogaja ...)

Ob izpolnjevanju teh dveh ključnih pogojev pa je potrebno izvesti projekt prenove, ki mora vključevati naslednje (obvezne) ključne korake – tukaj ni bližnjic in poenostavljanj<sup>1</sup>:

1. sprejeti sklep o izvedbi prenove (enkrat bo to treba izvesti, zato je najbolje začeti čim prej) in idejo komunicirati predvsem zainteresirani zunanji (ključni partnerji) in notranji javnosti (podrobneje vodjem),

<sup>1</sup> Strokovna podlaga za priobčene ukrepe oz. izbrane pojme je v strokovni in znanstveni literaturi podrobno in obširno dostopna. Veliko tem sem tudi sam obravnaval bodisi v strokovnih člankih, bodisi v svojih razpravah na znanstvenih konferencah, lastnem gradivu za predavanja pri različnih predmetih in tudi v poljudnih člankih v DL.

2. usposobiti vodje na vseh nivojih organizacije (brez kakršnega koli spreminjanja organizacijske strukture v tem trenutku!!!) za uporabo sodobne teorije in prakse na področju organizacije, menedžmenta in vodenja
3. vzpostavitev projekta za pripravo BCMP<sup>2</sup> (plana upravljanja poslovnih sprememb), katerega vodja mora biti nekdo iz uprave, ki ima zadostna pooblastila, najbolje kar generalni direktor (lahko sicer operativno vodenje prevzame strokovnjak, ne more pa prevzeti odgovornosti...) in v katerem sodelujejo vsi ključni vodje v organizaciji (največ 5) podprti s strokovnjaki (lahko tudi zunanjimi za posamezno področje, aktivnosti (npr, diagramov). Projekt mora vsebovati naslednje korake (zopet ni bližnjic, zato »traja«):
  - a. definiranje problematike in postavitve hipoteze rešitve,
  - b. študij teoretičnih podlag (najboljše prakse...),
  - c. postavitve želenega stanja na osnovi pridobljenih znanj iz študija najboljše prakse in možnosti prenosa v naše okolje,
  - d. analiza sedanjega stanja z vzroki za ugotovljeni razkorak (tehnični in behavioristični) ter določitev potreb za premostitev ugotovljenega razkoraka,
  - e. določitev ključnih potreb (tistih, s katerimi pokrijemo večino ugotovljenih potreb) in ključnih korakov za izvedbo prenove,
  - f. analiza tveganj za doseg zastavljenih ciljev,
  - g. priprava plana izvedbenih aktivnosti z vsemi nosilci (odgovornimi osebami) in roki dokončanja aktivnosti,
4. glede na to, da naj bi bilo usposabljanje in komuniciranje (dvosmerna informacija) že izvedena, je v tem koraku potrebno izvesti določitev ključnih procesov in vseh podpornih procesov<sup>3</sup>
5. izvedba prenove vseh ključnih in podpornih procesov, usmeritev celotne organizacije na procese (ne več na funkcije), izvedba kadrovske dodelave (zmanjšanje srednjega menedžmenta in njihovega vključevanja v operativno izvajanje nalog...), določitev skrbnikov procesov ipd. – proces prenove v organizaciji, ki je že usmerjena na procese ni potreben. Za podproces informacijske podpore je potrebno (ali vsaj priporočljivo je, zaradi izkušenj dobre prakse) izvesti naslednje korake:
  - h. poiskati strokovno organizacijo, ki bo izvedla izbor podjetja, ki bo tehnološko izvedel podporo (software),
  - i. po splošnem razpisu (najbolje v celotni EU, posebej če je organizacija večja), specializirana organizacija izbere nekaj ponudnikov, ki po posredovanju njihovih referenc ustrezajo, le tem pa pošljejo specifikacijo posla (zahteve za izvedbo),

---

<sup>2</sup> Business Change Management Plan

<sup>3</sup> Tukaj se pogosto pojavlja vprašanje, zakaj pa bomo počeli prejšnje korake (priprava plana...), če že vnaprej vemo, kaj bomo delali v naslednjih korakih. Praksa kaže (tudi moja osebna), da je potrebno vse vključene v proces prenove postopno »miselno« pripeljati v stanje, ko resnično dojamejo, zakaj je potrebno in kako je potrebno izvajati posamezne korake prenove, ki so nam, ki se s tem ukvarjamo teoretično in praktično že dalj časa znane in nam je to samo po sebi umevno. Zato preskakovanje (bližnjice) niso možne. Ponavadi se namreč dogaja, da »procesorji« skupaj s slabo usposobljenimi svetovalci (»šnel kursji« brez dojetja vsebine) določijo stotine procesov (ki jih sedaj izvajajo in zaradi česar imajo sedaj težave, če ne, potem ne bi bilo potrebno izvajati prenove...) namesto ključnih (temeljnih) procesov in nekaj pomembnih podpornih procesov (razvoj kadrov, ustvarjanje in prenos znanja, SIKOOP – sistem informacij, komunikacij, odločanj, odgovornosti in planiranja; pravna podpora ipd.)

6. med ponudniki rešitev izbere najustrežnejšega (v soglasju z naročnikom – organizacijo, v kateri se izvaja prenova) – nadaljnji koraki se izvajajo sočasno za vse procese (ni možno »soliranje«),
7. uvedba prenovljenih procesov v neposredno prakso s spremljajočo evaluacijo izvajanja aktivnosti,
8. preverjanje izvajanj in korektivni ukrepi,
9. menedžerski pregled na vseh nivojih (analiza razkoraka (gap analysis) med želenim in doseženim stanjem),
10. proces stalnih izboljšav (nikoli končani proces: usmeritve – planiranje - uvedba in izvajanje – preverjanje in korektivni ukrepi – menedžerski pregled).

Vsakdo lahko sedaj sam poskuša ugotoviti, koliko časa je potrebno, da se izgradi prenovljen informacijski sistem, ki je samo eden izmed ključnih podpornih procesov v organizaciji. Vsekakor pa v zelo kratkem času kvalitetne prenove poslovnega sistema in s tem posledično informacijskega sistema ni možno doseči. Si je pač treba vzeti čas.

#### **4 Zaključna misel**

Naslov članka je Ključni vzroki za nastanek težav pri uvajanju informacijske podpore poslovnim procesom. Našteta je bila množica zahtev za izvedbo, katerih neizvajanje v vsakem primeru zagotovo ne pripelje do ustreznega rezultata – kvalitetno izvedene prenove informacijske podpore.

Najpomembnejša zahteva pa še vedno ostaja znanje oziroma usposobljenost ključnih kadrov (vodje) na vseh nivojih. Ta neusposobljenost niti ni tako problematična, ker je to samo tehnični problem (neznanje je zmeraj samo tehnični vzrok za nedoseganje nekega standarda), in ga je zelo enostavno rešiti (izvede se usposabljanje, študij ipd.), medtem ko je mnogo večji problem zavedanje o tem, da nečesa ne znamo. Ta vzrok (behavioristični) pa je mnogo težje odpravljati. In na tem vzroku običajno padejo vse prenove.

#### **Literatura**

- Bernhut, S. (2000, September - October): Henry Mintzberg in Conversation, Ivery Business Journal, str.19-23
- Fullan, M. (2001): Leading in the Culture of Change, Jossey-Bass, San Francisco.
- Lewin, R., Regine. B. (2000): The Soul at Work. New York: Simon & Schuster.
- Pucelj, M., Pucelj V. (2003): Organizacija in logistika poslovanja - učbenik za interno uporabo, B2-d.o.o., Ljubljana.
- Pucelj, M., Pucelj, V. (2004): Poslovođenje - učbenik za interno uporabo, B2-d.o.o. Ljubljana
- Vila, A. (1994): Organizacija in organiziranje, MO Kranj.
- Vila, A. (2000): Postmoderna organizacija, MO Kranj.

# META ANALIZA V PROCESIH UPRAVLJANJA Z ZNANJEM IN PODPORE ODLOČANJU

## Avtor

Andrej Kastrin  
Andrej.Kastrin@guest.arnes.si

## Ustanova

Univerzitetni klinični center Ljubljana  
Zaloška cesta 2  
Ljubljana

## Povzetek

*Meta analiza je oblika statistične analize, v kateri združujemo rezultate posameznih med seboj neodvisnih študij. Glavni namen prispevka je opredeliti metodo meta analize, opozoriti na nekatere značilnosti in posebnosti pri uporabi ter spodbuditi raziskovalce k njeni uporabi pri raziskovalnem delu. Pravilno izvedena meta analiza omogoča sistematično spremljanje najnovejših znanstvenih spoznanj, učinkovitejšo izrabo obstoječih podatkov, pomembno prispeva h kakovosti obstoječega znanja o določenem proučevanem fenomenu in lahko služi kot podpora pri gradnji novih raziskovalnih domnev. V članku osvetlimo kronološki potek razvoja meta analize, predstavimo splošen potek metode ter njene glavne statistične koncepte. Podrobneje predstavimo pojem velikosti učinka, problematiko heterogenosti študij ter modele združevanja rezultatov študij v skupno oceno velikosti učinka. Na primeru podamo zgled za vizualizacijo rezultatov s pomočjo drevesnega in lijakastega diagrama. Z namenom enostavne in hitre podpore k metaanalitični metodologiji smo razvili spletni strežnik RMetaWeb, ki ponuja možnost interaktivne analize podatkov.*

Ključne besede: tehnologije znanja, odkrivanje znanja iz podatkov, statistika, meta analiza

## META-ANALYSIS IN KNOWLEDGE MANAGEMENT AND DECISION SUPPORT PROCESSES

## Abstract

*Meta-analysis refers to the statistical analysis of a large collection of independent observations for the purpose of integrating the results. The main objectives of this article are to define meta-analysis as a method of data integration, to draw attention to some particularities of its use, and to encourage researchers to use meta-analysis in their work. The benefits of meta-analysis include more effective exploitation of existing data from independent sources and contribution to more powerful domain knowledge. It may also serve as a support tool to generate new research hypothesis. We review some major historical landmarks of meta-analysis and its statistical background. We present the concept of effect size measure, the problem of heterogeneity and two models which are used to combine individual effect sizes in great details. Two visualization techniques, forest and funnel plot graphics are demonstrated. We developed RMetaWeb, simple and fast web server application to conduct meta-analysis online.*

Keywords: knowledge technologies, knowledge discovery from data, statistics, meta-analysis

# 1 Uvod

Kot odgovor na izzive zajemanja, shranjevanja in upravljanja z velikimi količinami podatkov, informacij in znanja se je v zadnjem desetletju uveljavilo raziskovalno področje, ki se imenuje odkrivanje zakonitosti iz podatkov. Gre za odkrivanje implicitnih, doslej neznanih in potencialno uporabnih zakonitosti iz podatkov, z namenom učinkovitejšega odločanja, razvrščanja in napovedovanja. Meta analiza predstavlja pomemben gradnik sodobnih tehnologij znanja in eno od najpogosteje uporabljenih orodij, tako aplikativnih kot tudi teoretičnih znanosti.

Popularna Wikipedia takole povzema razumevanje pojma meta analiza: „Meta analiza je statistična metoda namenjena združevanju rezultatov večjega števila študij, ki se ukvarjajo s proučevanjem podobnega raziskovalnega problema.“ Meta analizi nadreden koncept je sistematični pregled literature (Torgerson, 2003). Gre za metodo pregleda literature, povzemanja in zbiranja kvalitativnih dokazov o nekem raziskovalnem problemu. Meta analizo opredelimo bolj specifično, kot tehniko pregleda literature, z natančno določeno metodologijo in kvantifikacijo rezultatov podobnih študij s standardno metriko, ki omogoča uporabo statističnih metod kot sredstva analize (Rosenthal, 1991; Wachter, 1988; Wolf, 1986). Pri meta analizi se bibliografski viri ne uporabljajo za definicijo raziskovalnega problema, ampak njihov pregled predstavlja samostojen problem, ki privede do teoretičnih in empiričnih zaključkov, ki lahko spremenijo ali dopolnijo znanje na nekem področju znanstvenega proučevanja. Njene korenine segajo na področje psihologije in pedagogike, kasneje pa se je močno razširila v praktično vse temeljne in aplikativne znanstvene vede.

## 2 Zakaj meta analiza

Povezovanje podatkov in informacij, nenehni razvoj novega znanja in njegovo plemenitenje v praksi morda še nikoli niso bili tako pomembni kot danes. Zlasti v svetu zunaj laboratorijev, inštitutov in univerz pomeni golo kopičenje znanja brez njegovega pretapljanja v rast in razvoj, izgubo konkurenčnosti.

Kopičenju znanja na nekem znanstvenem področju lahko sledimo z dvema komponentama: zadostnostjo in stabilnostjo (Schmidt, 1992). Komponenta zadostnosti se nanaša na vprašanje količine študij, ki jih potrebujemo, da zadovoljivo opišemo nek fenomen oz. problemsko domeno, komponenta stabilnosti pa na vprašanje skladnosti obstoječega znanja z znanjem, ki ga dobimo na osnovi novih raziskovalnih izsledkov pri ponovljenih merjenjih istega fenomena. Medtem ko na zadostnost vpliva predvsem integracija raziskovalčeve ustvarjalnosti na eni ter zadovoljevanje kriterijev znanstvene uspešnosti na drugi strani, je skladnost bolj objektivna in lažje preverljiva kategorija. V ožjem pomenu besede jo lahko skrčimo na zanesljivost merjenja določenega predmeta znanstvenega proučevanja.

Z vprašanjem zanesljivosti se srečujemo v vseh znanstvenih disciplinah, ki poskušajo svoje raziskovalne domneve preveriti z empiričnimi izsledki. Zanesljivi rezultati so ključnega pomena za doseganje osnovnega cilja znanstvenega raziskovanja, t.j. ugotavljanja zakonitosti, ki nam omogočajo pojasnjevanje in napovedovanje opazovanih pojavov (Ferligoj et al., 1995). Zanesljivost v širšem smislu pomeni, da bomo s ponavljanjem meritev istega pojava v enakih ali vsaj primerljivih okoliščinah dobili primerljive rezultate. Zanesljivost merjenja je tem večja, čim bolj so razlike v izmerjenih vrednostih posledica dejanskih sprememb merjenega pojava in čim manjši je vpliv slučajnih dejavnikov. V znanosti je najbolj pereč problem, povezan z zanesljivostjo merjenja, vprašanje relativno majhnih vzorcev. Sedlmeier in Gigerenzer (1989) sta npr. pred leti poročala, da je povprečna statistična moč zaključevanja objavljenih študij v eni od psiholoških revij znašala komaj dobrih 40%. S podobnim



problemom se soočajo praktično vse znanstvene discipline, katerih raziskave so zasnovane na teoriji vzorčnega zaključevanja (prim. npr. Balding, 2006).

Smiseln odgovor na problem zanesljivosti posameznih študij, kliničnih poskusov oz. eksperimentov ponuja njihova integracija v obliki meta analize. Meta analiza omogoča večjo moč statističnega zaključevanja pri opazovanju določenega fenomena ter natančno oceno njegove variabilnosti (raztrosa) med študijami. Ideja o združevanju podatkov večih med seboj neodvisnih študij je stara že dobrih 400 let, temelje moderne meta analize pa je pred slabimi tremi desetletji postavil Gene V. Glass (Smith in Glass, 1977), ko je na metodološko rigorozen način ovrgel smelo Eysenckovo tezo o ničnosti učinka psihoterapije. Ustrezno izvedena meta analiza (i) ponuja sistematične, hitre in zanesljive odgovore na raziskovalne domneve, (ii) zaradi večje količine podatkov povečuje moč statističnega zaključevanja, (iii) daje pregled nad metodologijo izvedbe posameznih poskusov ter nenazadnje (iv) omogoča velik prihranek sredstev na račun ponovitvenih poskusov.

### 3 Meta analiza skozi čas

Meta analiza ima dolgo preteklost, a razmeroma kratko zgodovino. Metodo ponovljenih merjenj pri merjenju istega pojava je v znanost vpeljal danski astronom Tycho Ottesen Brahe konec 16. stoletja (Plackett, 1958). Kepler je svoje tri slavne zakone, ki opisujejo gibanje planetov okoli Zemlje osnoval ravno na osnovi njegovih dolgoletnih meritev. Brahe je bil prvi, ki je za zmanjševanje sistematične napake pri merjenju uporabil matematični koncept aritmetične sredine, ki se je v znanosti utrdil šele dobro stoletje kasneje. Drug pomemben miselni preskok v teoriji merjenja, neposredno povezan z razvojem meta analize, je kombinacija meritev različnih opazovalcev, ki jo je vpeljal francoski matematik in astronom Pierre-Louis Moreau de Mauperuis (Plackett, 1958). Pri merjenju dolžin poldnevniške (meridianske) stopinje si je pomagal z večimi neodvisnimi opazovalci, meritve povprečil in tako empirično potrdil pravilnost Newtonove teorije o sploščenosti Zemlje. V veliki meri so bili prav astronomi tisti, ki so postavili temeljne kamne sodobni teoriji merjenja. George Biddell Airy je leta 1861 ugotovitve svojih stanovskih kolegov povzel v znanstveni monografiji z naslovom "On the algebraical and numerical theory of errors of observations and the combination of observations". Prvi resen poskus združevanja kliničnih rezultatov je na začetku 20. stoletja izvedel Karl Pearson z združitvijo podatkov različnih študij, ki so proučevale vpliv cepiva proti tifoidni mrzlici na različnih vzorcih angleških vojakov (Pearson, 1904). Medicina je potrebovala skoraj 50 let, da je »odkrila« Pearsonov prispevek (Olkin, 1995). Drug pomemben oče meta analize je bil slavni britanski statistik in Darwinov naslednik Ronald A. Fisher. V eni od sklepnih monografij je takole povzel bistvo svojega pogleda na problem integracije rezultatov različnih neodvisnih študij pri merjenju istega pojava :

*„...pri testiranju statistične značilnosti večih neodvisnih testov se včasih zgodi, da malo oz. noben test ni posamezno statistično značilen, združeni pa dajo vtis, da so verjetnosti (zavrnitve ničelne hipoteze, op. a.) nižje, kot bi bile dobljene po naključju.“ (Fisher, 1970, str. 99)*

Za razliko od Pearsona, ki je združil surove korelacijske koeficiente posameznih študij, sta Fisher in Leonard Tippett naredila korak dlje ter neodvisno drug od drugega izpeljala inovativen postopek združevanja  $p$ -vrednosti pri testiranju večih neodvisnih ničelnih domnev (Rosenthal, 1991; Tippett, 1931). Medtem ko je Tippettov prispevek utonil v zakladnico statistične zgodovine, se Fisherjev obrazec uporablja še danes. Fisher je pokazal kako lahko  $m$  neodvisnih  $p$ -vrednosti združimo v enotno mero statistične značilnosti, ki se porazdeljuje po  $\chi^2$  porazdelitvi z  $2m$  stopnjami prostosti (Fisher, 1970):

$$\chi^2_{2m} = -2 \sum_{i=1}^m \log_e(p_i)$$

Eden od bolj slavni primerov uporabe te enačbe v praksi je Gordonov (Gordon et al., 1952) poskus združevanja rezultatov študij inteligentnosti, ki sta jih opravila McNemar in Terman (1936).

Okno v svet je meta analizi odprl Glass. Bolj kot ne zaradi pozitivne osebne izkušnje z lastno psihoterapijo se je spustil v ostro polemiko z eminentnim Eysenckom, zlasti z njegovo trditvijo o ničnosti učinka psihoterapije (Eysenck, 1952, 1965). Glassa štejemo za utemeljitelja sodobne meta analize, je avtor skovanke meta analiza ter nosilec nove paradigme v razvoju znanosti (Glass, 1976; Smith in Glass, 1977). Pred dobrimi 30 leti je takole zapisal:

*„Meta analiza se nanaša na analizo analize. S terminom označujem statistično analizo velike zbirke rezultatov posameznih študij z namenom integracije novih spoznanj. Predstavlja močno alternativo dosednji vzročni in pripovedni razlagi rezultatov in lahko služi kot podpora pri osmišljanju velike količine raziskovalnih podatkov.“* (Glass, 1976, str. 3)

Meta analiza torej ni le suhoparen skupek statističnih obrazcev, ampak dodelan metodološki okvir za izkop novega znanja iz podatkov in njihovo osmišljanje (Schmidt, 1992). Istega leta je Bob Rosenthal (1976) objavil knjigo z naslovom „Experimenter effects in behavioral research“, v kateri je predstavil koncept mer velikosti učinka in s tem sprožil močno kritiko klasične uporabe statističnih testov. Z uvedbo od velikosti vzorca neodvisnih mer razlik med rezultati merjenih spremenljivk je bilo tako dostopno tudi močno statistično orodje za primerjanje različnih študij med seboj. Eden najpomembnejših avtorjev s področja mer velikosti učinka je Jacob Cohen, ki je temelje kritike klasičnega testiranja statističnih domnev predstavil v članku s pomenljivim naslovom „The Earth is round ( $p < .05$ )“ (Cohen, 1994). Leta 1977 je Glass skupaj s sodelavko Mary Lee Smith objavil članek v katerem sta analizirala 375 neodvisnih študij s skupaj več kot 40.000 udeleženci, ki so z različnimi tehnikami in raziskovalnimi metodami proučevale učinke zdravljenja v različnih smereh psihoterapije in Eysenckovo domnevo ovrгла (Smith in Glass, 1977). Eysenck je do konca svojega ustvarjalnega življenja ostal vnet nasprotnik takega pristopa k raziskovanju. Najbolj znan in največkrat citiran je njegov članek s provokativnim naslovom „Meta-analysis is an exercise in mega-silliness“ v katerem je meta analizo označil za nevedno metodo resnega znanstvenega dela (Eysenck, 1978).

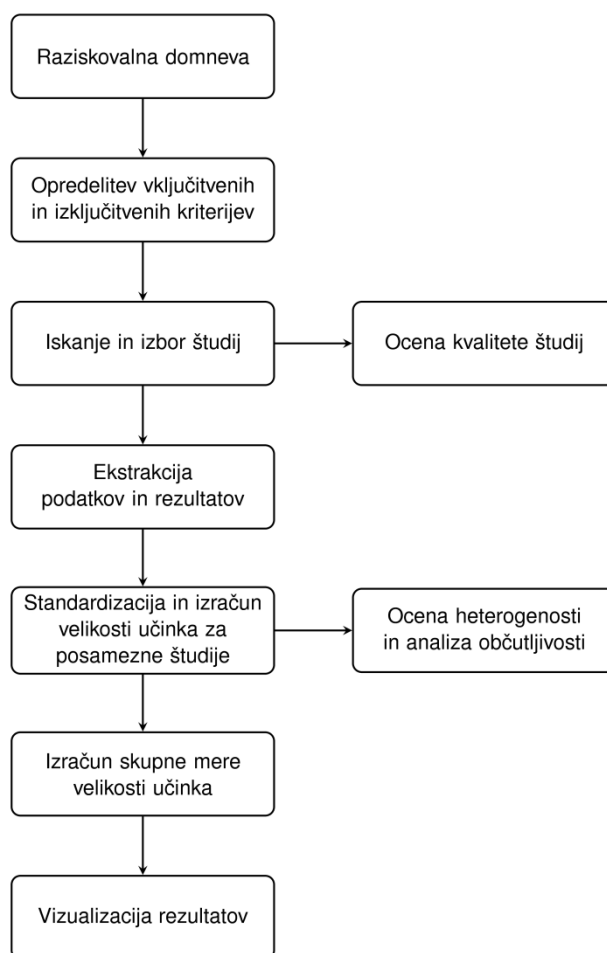
Od vseh znanstvenih disciplin je meta analizo najbolje unovčila biomedicina. Rečemo lahko, da je danes v biomedicini meta analiza ena od najbolj uporabljenih metod zbiranja, analize in interpretacije raziskovalnih rezultatov (Egger et al., 2002). Za razliko od drugih znanstvenih disciplin, je v biomedicini meta analiza postala prava akademska industrija. Meta analiza je postavila temelje t.i. znanstveno utemeljene medicine (*angl.* evidence based medicine). Znanstveno utemeljena medicina zajema postopek sistematičnega iskanja, ocenjevanja in nenazadnje tudi uporabe sodobnih raziskovalnih izsledkov kot temelj kliničnega odločanja ter pridobiva na popularnosti v številnih medicinskih disciplinah (Sackett et al., 1996). Gre za razmeroma novo paradigmo, ki bo tudi medicini počasi omogočila uporabo pravega znanstvenega načina raziskovanja in njenega metodološkega aparata. Z namenom zagotavljanja kvalitetnih sistematičnih pregledov so po svetu ustanovili posebne raziskovalne centre, ki za potrebe medicine in njej sorodnih strok že več kot deset let opravljajo sistematične preglede in meta analize. Najpomembnejši in najbolj organizirani so Cochranovi centri, poimenovani po angleškem epidemiologu Archiju Cochranu (Hill, 2000). Slovenija spada pod okrilje italijanske podružnice s sedežem v Milanu. Eden od

najpomembnejših dosežkov združenja je Cochranova knjižnica (<http://www.cochrane.org/>), spletna zbirka že opravljenih sistematičnih pregledov in meta analiz.

Meta analiza je od prvih resnih poskusov pred 30 leti do danes postala močna veja tako teoretičnega, še bolj pa aplikativnega znanstvenega raziskovanja. V bibliografski zbirki PsycINFO je od leta 1865 do danes (10. 6. 2008) zbranih 1.168 zapisov, ki na kakršenkoli način omenjajo meta analizo, od tega je 184 zapisov indeksiranih v specializirani zbirki PsycARTICLES. Googlov Učenjak (*angl.* Google Scholar), iskalnik po arhivih odprtega dostopa in spletnih mestih akademskih institucij nam ponudi 20.800 različnih zadetkov v povezavi z meta analizo, medtem ko je v zbirki Medline takih zadetkov kar 30.945.

#### **4 Računsko jedro meta analize**

Prvi korak vsake raziskave je jasna opredelitev raziskovalnega problema. Tako kot pri vsaki eksperimentalni ali korelacijski raziskavi moramo tudi v primeru meta analize natančno opredeliti ničelno domnevo. Jasno moramo opredeliti vključitvene in izključitvene kriterije, ki nam bodo omogočali kasnejšo selekcijo med enotami, ki jih bomo vključili v našo raziskavo. S pomočjo čimbolj učinkovitih iskalnih strategij nato iz vseh dostopnih bibliografskih in ostalih podatkovnih skladišč poiščemo vse zadetke, ki se nanašajo na predmet naše raziskave. V ožji izbor uvrstimo vse tiste zadetke, ki zadostijo vključitvenim kriterijem ter izločimo zadetke, ki zadostijo izključitvenim kriterijem. Prvemu situ lahko dodamo še drugo sito, s katerim preverjamo kvaliteto posameznih študij. V ta namen so najbolj uporabni različni standardizirani postopki (npr. ocenjevalne liste), s pomočjo katerih ocenimo primernost posamezne študije (Wood, 2008). Faze ocenjevanja primernosti študij za vključitev v meta analizo je smiselno izvesti paroma, z dvema neodvisnima ocenjevalcema. Sledi faza ekstrakcije podatkov, v kateri pripravimo podatkovno zbirko, ki za vsako študijo vključuje podatke o izmerjenih spremenljivkah ter za študijo specifične parametre. Slednji nam lahko v kasnejših korakih raziskovanja služijo kot sospremenljivke pri dodatnih analizah. Surove podatke standardiziramo, s čimer dosežemo primerljivost rezultatov med študijami ter izračunamo velikost učinka po posameznih študijah. S podporo namenskih računalniških programov nato izračunamo še oceno skupne velikosti učinka, katere stabilnost lahko potem preverjamo s sistematičnim izključevanjem posameznih študij (analiza občutljivosti). Povzetek opisanih korakov je prikazan na Sliki 1.



**Slika 1: Diagram poteka skozi glavne faze meta analize.**

Glavni statistični koncept, s katerim operiramo v meta analizi je mera velikosti učinka (Hedges in Olkin, 1985). Dober teoretično-praktični uvod v problematiko mer velikosti učinka ponuja članek domačih avtorjev (Cankar in Bajec, 2003). Mera velikosti učinka lahko taksonomsko razdelimo v dve veliki skupini. V prvo skupino uvrščamo mere standardiziranih razlik med proučevanimi skupinami, v drugo pa mere povezanosti. Nekateri avtorji tej grobi razvrstitvi dodajajo še intervale zaupanja (Hedges in Olkin, 1985). Pri standardiziranih razlikah gre običajno za opisovanje razdalj med aritmetičnimi sredinami proučevanih skupin v enotah standardnih odklonov, pri merah povezanosti pa za stopnjo povezanosti med učinkom in odvisno spremenljivko. Glede na tip spremenljivk je tako prva skupina mer uporabna zlasti na merskih nivojih, ki zadostijo vsaj ordinalni merski lestvici, druga skupina pa za nominalne (imenske) podatke. Med najbolj znane mere za ocenjevanje razlik spadajo Cohenov  $d$ , Glassov  $\Delta$  in Hedgesova  $g$  statistika, med mere povezanosti pa statistike, ki računajo delež pojasnjene variance (npr. Pearsonov  $r$  koeficient korelacije, Cramerjev  $V$  koeficient povezanosti med nominalnima spremenljivkama, itd.) ter ostale, manj znane mere povezanosti, izpeljane iz verjetnostnega računa (npr. razmerje obetov, relativno tveganje, pripisljivo tveganje, itd.). Odličen pregled različnih mer velikosti učinka ponuja Cohenova monografija (Cohen, 1988).

Heterogenost se nanaša na raztros posameznih ocen velikosti učinka preko študij (Whitehead, 2002). V grobem ločimo dve vrsti heterogenosti, vzorčno heterogenost in metodološko heterogenost. Prva se nanaša na razlike v vzorcih udeležencev, npr. razlike v spolu, starosti, socialno-ekonomskem položaju itd., druga pa na razlike v uporabljeni metodi merjenja proučevanega predmeta raziskave, na razlike v eksperimentalnih zasnovah in kvaliteti izvedbe posameznih študij. Oba vira heterogenosti imata za posledico statistično heterogenost, ki se nanaša na opazovane razlike med velikostmi učinkov posameznih študij. Določena stopnja klinične in metodološke heterogenosti med študijami vedno obstaja, v meta analizi pa si prizadevamo, da je čim manjša.

Celotna teorija statističnega opisovanja in zaključevanja temelji na predpostavkah in modelih, zato moramo tudi pri meta analizi opredeliti statistični model, na osnovi katerega bomo iz dosežkov po posameznih študijah sklepali na povprečno oceno velikosti učinka (Hedges in Olkin, 1985). V meta analizi se najpogosteje uporabljata dva statistična modela (Hunter in Schmidt, 2000; Kisamore in Brannick, 2008): model stalnih učinkov (*angl.* fixed effect model) in model slučajnih učinkov (*angl.* random effect model). Model stalnih učinkov predpostavlja, da vključene študije ocenjujejo isti učinek oz. da so učinki posameznih študij vzorčne vrednosti iste populacije (Mantel in Haenszel, 1959). Na ta način upoštevamo le raztros znotraj posameznih študij. Predpostavka tega modela je torej, da vse vključene študije uporabljajo enako metodo merjenja, vzorci udeležencev pa so med seboj homogeni. Model slučajnih učinkov po drugi strani predpostavlja, da so vključene študije naključno vzorčene iz različnih populacij študij, ki imajo različne učinke (DerSimonian in Laird, 1986; DerSimonian in Kacker, 2007). Pri tem poleg raztrosa znotraj posameznih študij, upoštevamo tudi raztros med študijami. Pri uporabi modelov je potrebno biti pazljiv, saj lahko modela na istih podatkih pripeljeta do popolnoma različnih rezultatov. V primeru, da so študije med seboj homogene, modela stalnih in slučajnih učinkov vrmeta praktično primerljive rezultate. Teoretično gledano je prav heterogenost med študijami tista, ki definira izbiro statističnega modela. V primeru heterogenosti med študijami, ki ni posledica razlik nad populacijo vključenega univerzuma udeležencev v merjeni lastnosti, ampak je posledica raztrosa med posameznimi študijami, pa uporabimo model slučajnih učinkov. Za preverjanje predpostavke homogenosti posameznih študij lahko uporabimo različne testne statistike in grafične metode. Najbolj enostaven indikator statistične heterogenosti je slabo prekrivanje intervalov zaupanja, za numerično oceno pa uporabimo različne mere, izpeljane iz  $\chi^2$  in  $F$  preizkusa. Heterogenost študij sama po sebi ni nujno ovira. Resda je z vidika združevanja rezultatov moteča, vendar nam lahko služi tudi kot indikator vsebinskih razlik med študijami. Nekateri avtorji v tem okviru govorijo celo o dvojni naravi metaanalitičnih študij: njeni klasični, analitični obliki dodajajo še eksploratorni vidik, katerega namen je odkrivanje razlik in pojasnjevanje virov heterogenosti študij (Schmidt, 1992).

Običajno je tako, da podatkom najprej priredimo model s stalnimi učinki in preverimo njegovo prileganje podatkom. Če empirični model statistično značilno odstopa od pričakovanega, podatkom priredimo še model s slučajnimi učinki (Field, 2003). Model s slučajnimi učinki je v statističnem smislu bolj konzervativen in vrne širši interval zaupanja končne ocene velikosti učinka kot model s stalnimi učinki.

## 5 Vizualizacija rezultatov

Vizualizacija podatkov se je z razmahom podatkovnega rudarjenja otesla priokusa nepotrebne okrasja in postala pomembna znanstvena disciplina. Vizualizacija podatkovnih struktur in rezultatov statističnih analiz je tako sestavni del, pogosto pa celo končni cilj številnih statističnih orodij in metod. Metoda meta analize se ponaša z dvema vrstama grafik,

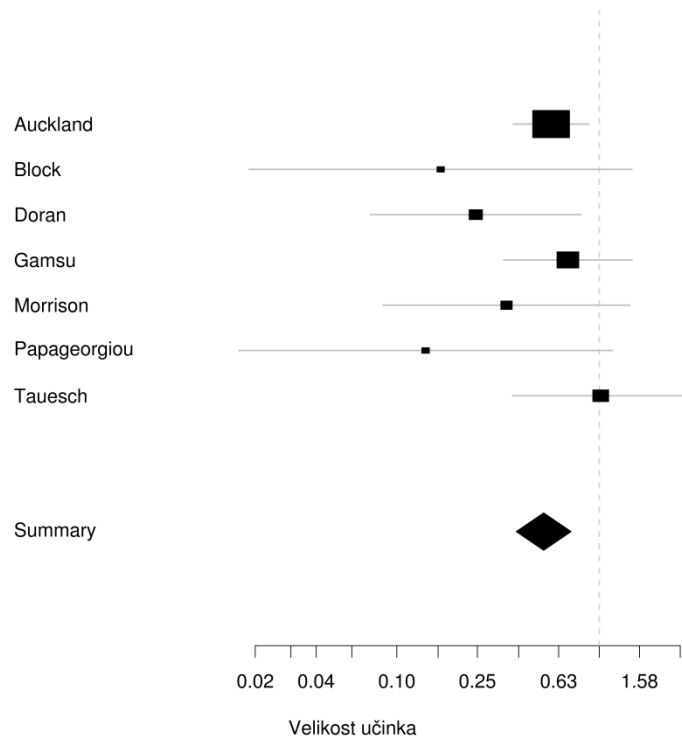
po katerih je že ob bežnem prelistavanju znanstvene periodike tudi najbolj prepoznavna: drevesni diagram (*angl.* forest plot) je grafični prikaz vrednosti ocen velikosti učinkov posameznih študij ter njihove skupne ocene, lijakasti diagram (*angl.* funnel plot) pa dvorazsežni prikaz odnosa med velikostjo učinka študij in velikostjo njihovega raztrosa.

Drevesni diagram je ključni grafični povzetek rezultatov meta analize (Slika 2). Idejo drevesnega diagrama je prvi predstavil Stephen Evans na osnovi razširjenega diagrama okvirja z ročaji (*angl.* boxplot; Lewis in Clarke, 2001). Velikost učinka posamezne študije predstavimo s kvadratom. Velikost kvadrata je odvisna od uteženosti študije, t.j. od velikosti njenega vzorca. S horizontalno črto prikažemo interval zaupanja v katerem z določeno stopnjo tveganja pričakujemo oceno. Običajno se uporablja 95% interval zaupanja. Skupno velikost učinka prikažemo z romбом. Interval zaupanja skupne ocene predstavljajo horizontalna oglišča romba. Ko imamo opravka z diskretnimi podatki in merami velikosti učinka izpeljanimi iz verjetnosti dogodkov (npr. razmerja obetov), ocene velikosti učinka običajno logaritmiramo, s čimer zagotovimo simetričnost njihovih intervalov zaupanja (Agresti, 2002).

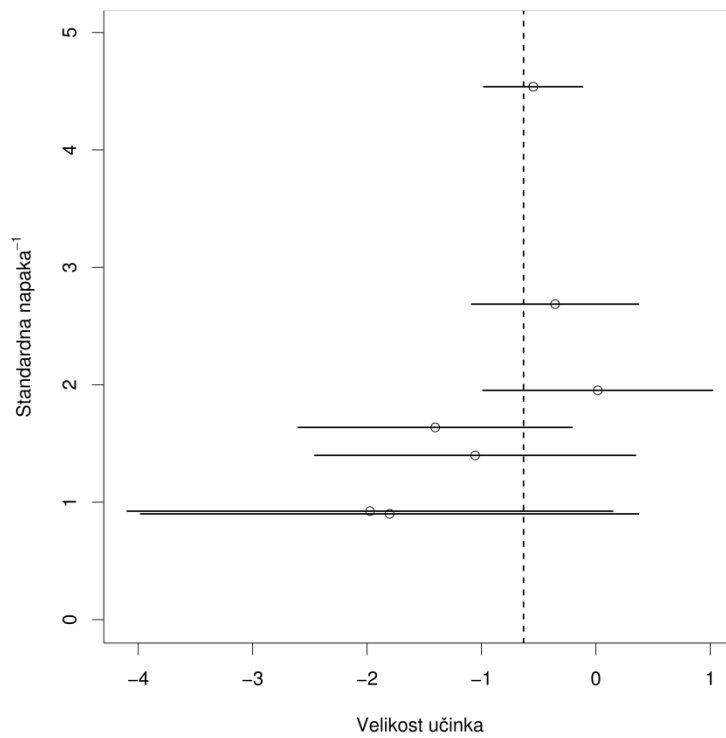
Diagram na Sliki 2 prikazuje velikosti učinkov za sedem različnih študij, ki so proučevale vpliv kortikosteroidne terapije na prezgodnji porod in neonatalno smrtnost. Surovi podatki so prosto dostopni na Cochranovem spletnem skladišču (<http://www.cochrane.org/>). Podatki so bili izvorno diskretni, mero velikosti učinka pa je predstavljalo razmerje obetov. Velikost učinka je prikazana v logaritemskih enotah. Velikost kvadrata je sorazmerna velikosti vzorca, na katerem je bila študija izvedena. Horizontalna črta označuje 95% interval zaupanja. Skupna ocena velikosti učinka je predstavljena z romбом, katerega levo in desno oglišče predstavljata 95% interval zaupanja skupne ocene. Skupna velikost učinka v našem primeru znaša 0,53, na osnovi česar lahko zaključimo, da je tveganje prezgodnjega poroda oz. neonatalne smrti pri nosečnicah s kortikosteroidnim zdravljenjem približno polkrat manjše kot pri kontrolni skupini. Bralec bo več informacij v zvezi z interpretacijo razmerja obetov našel v Agrestijevi monografiji (Agresti, 2002).

Lijakasti diagram je drugi standardni grafični prikaz v meta analizi (Slika 3). Lijakasti diagram predstavlja odnos med velikostjo učinka študij in njihovimi ocenami raztrosa (Egger et al., 1997). Uporablja se za odkrivanje sistematične heterogenosti (Song et al., 2002). Pri popolni homogenosti je oblika diagrama simetrično lijakasta, asimetričnost pa nakazuje prisotnost heterogenosti, ki je lahko posledica različnih virov (omejenega izbora študij vključenih v meta analizo, slabe kakovosti študij, majhnih vzorcev, prave heterogenosti, itd.).

Diagram na Sliki 3 prikazuje velikost učinka za množico prej omenjenih študij v odnosu do mer njihovega raztrosa. Horizontalna črta označuje 95% interval zaupanja posameznih študij. Oblika diagrama je približno simetrična, kar nakazuje, da je homogenost študij zadovoljiva.



**Slika 2: Drevesni diagram.**



**Slika 3: Lijakasti diagram.**

## 6 Kritika meta analize

Po burnih začetnih odzivih Eysencka in raziskovalcev iz njegovega kroga je meta analiza kot metoda tudi sama postala predmet znanstvenega proučevanja. Veliko podiplomskih študijskih programov, tako družboslovnih, humanističnih, kot tudi naravoslovnih v svojih predmetnikih že vključuje izbrana poglavja s področja metodologije meta analize. Nekatera združenja organizirajo celo večdnevne študijske delavnice, na katerih študenti spoznajo uporabo metod meta analize v različnih problemskih situacijah. Dandanes raziskovalci z različnih področij proučujejo uporabo različnih mer velikosti učinka nad različnimi tipi podatkov, proučujejo veljavnost mer ocenjevanja heterogenosti med študijami in razvijajo nove računske metode za povzemanje skupnega učinka (npr. Bayesovi modeli). Na splošno lahko kritike metode meta analize razčlenimo v treh sklopih.

Meta analiza zahteva, da so podatki s katerimi vstopamo v analizo med seboj primerljivi. V metodoloških učbenikih je ta problem opisan z metaforo združevanja jabolk in pomaranč. Nehomogenost vzorcev, različni tipi eksperimentalnih zasnov in vsebinsko močno različna operacionalizacija merskih spremenljivk v posameznih študijah so glavni viri sistematičnih napak lahkovernih (meta)raziskovalcev.

Drug glavni problem je kvaliteta študij vključenih v meta analizo. Problem izbora kvalitetnega in reprezentativnega vzorca je ključnega pomena ne samo za ustrezno statistično oceno proučevanega fenomena, pač pa tudi za generalizabilnost zaključkov. Stabilnost skupnega učinka izračunanega v meta analizi je smiselno preveriti s pomočjo analize občutljivosti. Pri analizi občutljivosti gre za to, da opazujemo raztros skupne ocene velikosti učinka v odvisnosti od nabora študij vključenih v meta analizo, od vrste uporabljene metode za izračun skupne ocene, eksperimentalne zasnove, itd. Pri dobro zasnovanih meta analizah je tako pričakovati, da se z izločitvijo študij z majhnim številom udeležencev skupna ocena ne bo statistično značilno spremenila.

Uredniška politika znanstvenih časopisov je v veliki večini primerov taka, da raziskovalci praviloma lažje objavijo raziskavo, ki poroča o statistično značilnih rezultatih, kot pa raziskavo, ki se s takimi izsledki ne ponaša. Kljub temu, da obstajajo namenske revije, ki objavljajo prav take študije (npr. Journal of Negative Results in BioMedicine), jih večina pristane na smetišču zgodovine. Heterogenosti, ki iz tega izhaja, pravimo pristranost v objavljanju (*angl.* publication bias). Zato je ključnega pomena, da v meta analizo poleg klasičnih znanstvenih člankov, ki jih indeksirajo mednarodne bibliografske zbirke (npr. PsycINFO, Medline) vključimo tudi pregledne članke, povzetke in programe konferenc in simpozijev, diplomske, magistrske in doktorske naloge, raziskovalna poročila in elaborate, neindeksirane strokovne članke, poročila vladnih in nevladnih organizacij in bibliografije (Rothstein et al., 2005).

## 7 Programska oprema

Pestrost numeričnih postopkov za analizo zbranih podatkov na različnih tipih merskih lestvic narekuje razvoj specializirane programske opreme, ki tudi manj večjemu uporabniku omogoča kvalitetno in metodološko ustrezno izvedbo meta analize. Statistično bolj podkovani raziskovalci lahko meta analizo opravijo z uporabo splošnih statističnih programskih paketov (npr. SPSS, SAS) ali celo z uporabo elektronske preglednice (npr. Excel, OpenOffice Calc), medtem ko večina raziskovalcev raje poseže po namenski programski opremi. Izbor nekaterih programov je povzet v Tabeli 1. Med njimi najdemo tako komercialne, kot tudi prostodostopne in odprtokodne programe. Glavna slabost vseh programov je razmeroma dolg čas ogrevanja, saj za osvojitve osnovnih principov manipulacije s podatki običajno



potrebujemo dalj časa kot za samo izvedbo meta analize. Z namenom enostavne, hitre in učinkovite podpore k metaanalitični metodologiji smo zato razvili spletni strežnik RMetaWeb, ki uporabniku ponuja možnost interaktivne online analize podatkov. Gre za prvo tovrstno spletno orodje in predstavlja močno alternativo obstoječi programski opremi. Numerično jedro spletnega strežnika predstavlja okolje R za statistično analizo in grafiko (R Development Core Team, 2008).

**Tabela 1: Programska podpora za meta analizo.**

Program	URL naslov
Comprehensive Meta-Analysis	<a href="http://www.meta-analysis.com/">http://www.meta-analysis.com/</a>
EasyMA	<a href="http://www.spc.univ-lyon1.fr/easyma.dos/">http://www.spc.univ-lyon1.fr/easyma.dos/</a>
EpiMeta	<a href="http://ftp.cdc.gov/pub/Software/epimeta/">http://ftp.cdc.gov/pub/Software/epimeta/</a>
Hepima	<a href="http://www.hsph.harvard.edu/faculty/spiegelman/tcs.html">http://www.hsph.harvard.edu/faculty/spiegelman/tcs.html</a>
Meta-Analysis 5.3	<a href="http://userpage.fu-berlin.de/~health/meta_e.htm">http://userpage.fu-berlin.de/~health/meta_e.htm</a>
Meta-Analyst	<a href="http://www.medepi.net/meta/MetaAnalyst.html">http://www.medepi.net/meta/MetaAnalyst.html</a>
Meta-Stat	<a href="http://edres.org/meta/metastat.htm">http://edres.org/meta/metastat.htm</a>
MetaWin	<a href="http://www.metawinsoft.com/">http://www.metawinsoft.com/</a>
MIX	<a href="http://www.mix-for-meta-analysis.info/">http://www.mix-for-meta-analysis.info/</a>
RevMan	<a href="http://www.cc-ims.net/RevMan">http://www.cc-ims.net/RevMan</a>
WEasyMA	<a href="http://www.weasyma.com/">http://www.weasyma.com/</a>
RMetaWeb	<a href="http://www2.arnes.si/~akastr1/">http://www2.arnes.si/~akastr1/</a>

R sta pred dobrim desetletjem zasnovala Ross Ihaka in Robert Gentleman z Univerze v Aucklandu, Nova Zelandija (Ihaka in Gentleman, 1996). V desetih letih je R postal vodilni statistični programski paket in programski jezik. Gre za odprtokodno (in torej brezplačno) implementacijo predmetnega jezika S, ki so ga zasnovali v Bellovih laboratorijih. Bistvo okolja R predstavlja njegova nadgradljivost s programskimi paketi. Osnovna namestitvena distribucija vključuje le osnovni nabor paketov, ostale pakete pa si uporabnik namešča po potrebi preko omrežja zrcalnih strežnikov CRAN (*angl.* The Comprehensive R Archive Network). Okolje R je na voljo za različne izvedbe operacijskih sistemov (Unix, Linux, Mac OS, Windows) in ponuja zelo obsežno programsko podporo za delo s podatki, računske operacije in grafične prikaze. Njegove glavne prednosti v primerjavi z ostalimi, bolj razširjenimi in poznanimi statističnimi programi so predvsem: (i) visoka razvitost, razumljivost in preglednost programskega jezika, ki vključuje široko paleto podatkovnih struktur, zanke, rekurzivne klice in pogojno izvajanje programske kode; (ii) hitre računske operacije nad vektorji in matrikami; (iii) učinkovito shranjevanje in priklic podatkov; (iv) zmogljivi grafični podsistemi in paketi za vizualizacijo podatkov ter (v) neomejena razširljivost, ki omogoča integracijo z drugimi programskimi jeziki (Fortran, C, C++, Java, Perl, Python).

Poleg enostavnega dostopa do klasičnih orodij za analizo in vizualizacijo eno- in dvodimenzionalnih podatkov ponuja R zahtevnejšemu raziskovalcu tudi celo paleto orodij za napredne statistične analize. Meta analizi sta namenjena dva, med seboj razmeroma podobna paketa: *rmeta* in *meta*. Funkcije slednjih dveh smo uporabili tudi za razvoj spletnega strežnika RMetaWeb (<http://www2.arnes.si/~akastr1/>).

Spletni strežnik RMetaWeb je v celoti razvit z uporabo prostih in odprtokodnih orodij. Dinamičen pretok med numeričnim delom in spletnim prikazom je implementiran s pomočjo paketa CGIwithR (Firth, 2003). Uporabnik datoteko s surovimi podatki najprej pretoči na spletni strežnik in označi strukturo vhodne datoteke. Trenutno podprti formati vhodnih

podatkov so standardne tekstovne datoteke (tsv, csv), excelove (xls) ali SPSS (sav) datoteke. V drugem koraku izbere želeno mero velikosti učinka ter metodo združevanja rezultatov. Strežnik nato izpiše rezultate meta analize za dane podatke ter ponudi možnost prenosa rezultatov v obliki tekstovne datoteke, ki si jo uporabnik lahko shrani za kasnejšo uporabo. V tretjem koraku sistem izriše drevesni in lijakasti diagram. Odvisno od namena uporabe lahko velikost slike poljubno spreminjamo. Uporabniku je na voljo tudi možnost prenosa diagramov v PNG in PDF zapisu. PNG je enoznačen slikovni format in je namenjen predvsem ogledu slik na spletu ali predstavitev, medtem ko je slika v PDF formatu shranjena v vektorski obliki in jo lahko uporabimo neposredno za tisk.

V trenutni implementaciji RMetaWeb omogoča analizo zveznih in diskretnih spremenljivk preko različnih mer velikosti učinka za statistične modele s stalno in slučajno eksperimentalno zasnovjo. Odvisno od izkušenosti in potreb, uporabnik kombinira različne mere velikosti učinka in metode za izračun njene skupne ocene. Pri diskretnih podatkih lahko uporabnik izbira med merami razmerja obetov, razlik v tveganju (oz. ogroženosti) in relativnim tveganjem, pri zveznih podatkih pa je trenutno na voljo Hedgesova  $g$  statistika. Za izračun skupne velikosti učinka so na voljo tri standardne metode: Mantel-Haenszelova, Petova in metoda inverzne variance.

V nadaljevanju bomo implementirali še algoritem za analizo občutljivosti posameznih študij ter ponudili interaktivne obrazce za pretvarjanje različnih mer velikosti učinka in izračunavanje njihovih intervalov zaupanja.

## 8 Zaključek

Newton je leta 1676 v pismu Hooku zapisal: „Če sem videl dlje, je to zaradi tega, ker sem stal na ramenih velikanov.“ Meta analiza (ali pa njeno ponovno odkritje) je za skoraj dvajset let prehitelo razvoj danes zelo opevanega področje odkrivanja zakonitosti iz podatkov. Upali bi si celo trditi, da je metoda meta analiza eden od temeljni kamnov vseh sodobnih tehnologij znanja.

Meta analiza sicer zahteva razmeroma velik vložek dela in premišljeno kombiniranje kvalitativne in kvantitativne analize, vendar po drugi strani omogoča sprotno in sistematično spremljanje najnovejših znanstvenih spoznanj, učinkovitejšo izrabo obstoječih podatkov, pomembno prispeva h kakovosti obstoječega znanja o določenem proučevanem fenomenu in nenazadnje nudi podporo pri gradnji novih raziskovalnih domnev.

Uporaba katerekoli statistične metode zahteva veliko znanja in izkušenj. Zavedati se moramo, da meta analiza ni nadomestek raziskovalčeve ustvarjalnosti, pač pa le orodje, ki lahko močno pospeši in izboljša kvaliteto raziskovalnega dela.

## Literatura

- Agresti, A. (2002): *Categorical data analysis* (2nd ed.), Wiley, Hoboken.
- Balding, D. J. (2006): A tutorial on statistical methods for population association studies, *Nature Reviews Genetics*, Vol. 7, No. 10, str. 781-791.
- Cankar, G. in Bajec, B. (2003): Velikost učinka kot dopolnilo testiranju statistične pomembnosti razlik, *Psihološka obzorja*, Vol. 12, No. 2, str. 97-112.
- Cohen, J. (1988): *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.), Lawrence Erlbaum, Hillsdale.
- Cohen, J. (1992): A power primer, *Psychological Bulletin*, Vol. 112, No. 1, str. 155-159.

- Cohen, J. (1994): The earth is round ( $p < .05$ ), *American Psychologist*, Vol. 49, No. 12, str. 997-1003.
- DerSimonian, R. in Laird, N. (1986): Meta-analysis in clinical trials, *Controlled Clinical Trials*, Vol. 7, No. 3, str. 177-188.
- DerSimonian, R. in Kacker, R. (2007): Random-effect model for meta-analysis of clinical trials: An update, *Contemporary Clinical Trials*, Vol. 28, No. 2, str. 105-114.
- Egger, M., Smith, G. D., Schneider, M. in Minder, C. (1997): Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test, *British Medical Journal*, Vol. 315, No. 7109, str. 629.
- Egger, M., Ebrahim, S. in Smith, G. D. (2002): Where now for meta-analysis? *International Journal of Epidemiology*, Vol. 31, No. 1, str. 1-5.
- Eysenck, H. J. (1952): The effect of psychotherapy: An evaluation, *Journal of Consulting Psychology*, Vol. 16, No. 5, str. 319-324.
- Eysenck, H. J. (1965): The effects of psychotherapy, *International Journal of Psychiatry*, Vol. 1, str. 97-142.
- Eysenck, H. J. (1978): An exercise in mega-silliness, *American Psychologist*, Vol. 33, No. 5, str. 517.
- Ferligoj, A., Leskošek, K. in Kogovšek, T. (1995): Zanesljivost in veljavnost merjenja, *Fakulteta za družbene vede, Ljubljana*.
- Field, A. P. (2003): The problems in using fixed-effect models of meta-analysis on real-world data, *Understanding Statistics*, Vol. 2, No. 2, str. 105-124.
- Firth, D. (2003): CGIwithR: Facilities for processing web forms using R, *Journal of Statistical Software*, Vol. 8, No. 10, str. 1-8.
- Fisher, R. A. (1970): *Statistical methods for research workers*, MacMillan, New York.
- Glass, G. V. (1976): Primary, secondary, and meta-analysis of research, *Educational Researcher*, Vol. 5, No. 10, str. 3-8.
- Gordon, M. H., Loveland, E. H. in Cureton, E. E. (1952): An extended table of chi-square for two degrees of freedom, for use in combining probabilities from independent samples, *Psychometrika*, Vol. 17, No. 3, str. 311-316.
- Hedges, L. V. in Olkin, I. (1985): *Statistical methods for meta-analysis*, Academic Press, Boston.
- Hill, G. B. (2000): Archie Cochrane and his legacy. An internal challenge to physicians' autonomy? *Journal of Clinical Epidemiology*, Vol. 53, No. 12, str. 1189-1192.
- Hunter, J. E. in Schmidt, F. L. (2000): Fixed effects vs. random effects meta-analysis: Implications for cumulative research knowledge, *International Journal of Selection and Assessment*, Vol. 8, No. 4, str. 275-292.
- Ihaka, R. in Gentleman, R. (1996): R: A language for data analysis and graphics, *Journal of Computational and Graphical Statistics*, Vol. 5, No. 3, str. 299-314.
- Kisamore, J. L. in Brannick, M. T. (2008): An illustration of the consequences of meta-analysis model choice, *Organizational Research Methods*, Vol. 11, No. 1, str. 35-53.
- Lewis, S. in Clarke, M. (2001): Forest plots: Trying to see the wood and the trees, *British Medical Journal*, Vol. 322, No. 7300, str. 1478-1480.

- Mantel, N. in Haenszel, W. (1959): Statistical aspects of the analysis of data from retrospective studies of disease, *Journal of the National Cancer Institute*, Vol. 22, No. 4, str. 719-748.
- McNemar, Q. in Terman, L. M. (1936): Sex differences in variational tendency, *Genetic Psychology Monographs*, Vol. 18, No. 1, str. 31.
- Olkin, I. (1995): Statistical and theoretical considerations in meta-analysis, *Journal of Clinical Epidemiology*, Vol. 48, No. 1, str. 133-146.
- Pearson, K. (1904): Report on certain enteric fever inoculation statistics, *British Medical Journal*, Vol. 2, No. 2288, str. 1243-1246.
- Plackett, R. L. (1958): Studies in the history of probability and statistics: VII. The principle of the arithmetic mean, *Biometrika*, Vol. 45, No. 1-2, str. 130-135.
- R Development Core Team (2008): R: A language and environment for statistical computing, Dunaj, Avstrija.
- Rosenthal, R. (1976): *Experimenter effect in behavioral research*, Halsted Press, New York.
- Rosenthal, R. (1991): *Meta-analytic procedures for social research*, SAGE, Newbury Park.
- Rothstein, H. F., Sutton, A. J. in Borenstein, M. (2005): *Publication bias in meta-analysis: Prevention, assessment and adjustment*, Wiley, London.
- Sackett, D. L., Rosenberg, W. M., Gray, J. A., Haynes, R. B. in Richardson, W. S. (1996): Evidence based medicine: What it is and what it isn't, *British Medical Journal*, Vol. 312, No. 7023, str. 71-72.
- Schmidt, F. L. (1992): What do data really mean? Research findings, meta-analysis, and cumulative knowledge in psychology, *American Psychologist*, Vol. 47, No. 10, str. 1173-1181.
- Sedlmeier, P. in Gigerenzer, G. (1989): Do studies of statistical power have an effect on the power of studies? *Psychological Bulletin*, Vol. 105, No. 2, str. 309-316.
- Smith, M. L. in Glass, G. V. (1977): Meta-Analysis of psychotherapy outcome studies, *American Psychologist*, Vol. 32, No. 9, str. 752-760.
- Song, F., Khan, K. S., Dinnes, J. in Sutton, A. J. (2002): Asymmetric funnel plots and publication bias in meta-analysis of diagnostic accuracy, *International Journal of Epidemiology*, Vol. 31, No. 1, str. 88-95.
- Tippett, L. H. C. (1931): *The methods of statistics*, Williams & Norgate, London.
- Torgerson, C. (2003): *Systematic reviews*, Continuum, London.
- Wachter, K. W. (1988): Disturbed by meta-analysis, *Science*, Vol. 241, No. 4872, str. 1407-1408.
- Whitehead, A. (2002): *Meta-analysis of controlled clinical trials*, Wiley, West Sussex.
- Wolf, F. M. (1986): *Meta-analysis. Quantitative methods for research synthesis*, SAGE, Newbury Park.
- Wood, J. (2008): Methodology for dealing with duplicate study effects in a meta-analysis, *Organizational Research Methods*, Vol. 11, No. 1, str. 79-95.

# OBVLADOVANJE DOKUMENTARNEGA GRADIVA IN PROCESOV PO MERI UPORABNIKA

## **Avtorja**

Dušan Himelrajh  
Dusan.Himelrajh@infotehna.si

Andrej Strojin  
Andrej.Strojin@infotehna.si

## **Ustanova**

Infotehna d.o.o.  
Šentjernejska cesta 6  
Novo mesto

## **Povzetek**

*Potreba po uvedbi rešitev za obvladovanje dokumentarnega gradiva in procesov se v podjetjih pojavlja predvsem iz potrebe po povečanju učinkovitosti izvajanja poslovnih procesov. Postavlja pa se vprašanje, kako se lotiti takšne racionalizacije ter katere metode in orodja uporabiti, da bodo rezultati takšne racionalizacije dosegli pričakovanja. V podjetju Infotehna se že več kot desetletje ukvarjamo z racionalizacijo dokumentarno intenzivnih procesov pri čemer uporabljamo kombiniran pristop, kjer v prvem koraku skozi analizo ugotovimo dejansko stanje procesov in dokumentov, ki nastopajo v procesu. Sledi opredelitev pravil kreiranja in uporabe dokumentov skozi vse življenjske faze in skozi vse korake procesa. Temu sledi implementacija, ki je zaradi parametrizacije dokaj enostavna. Uvedena rešitev omogoča hkratno uporabo iste dokumentacije v različnih poslovnih procesih in centralizacijo funkcij podjetja, ki so vezane na obdelavo dokumentacije, ki je bila prej razpršena po podjetju. Prav tako omogoča nadzor in analizo učinkovitosti procesov, saj so vsi koraki procesa zabeleženi v t.i. »audit control« modulu, ki po eni strani zagotavlja varnosti nadzor nad delovanjem sistema in uporabo dokumentacije, na drugi strani pa omogoča različne analize izvajanja procesov. To nam daje prave podatke za izvedbo naslednjih korakov v racionalizaciji poslovanja. Tako ne izvajamo upravljanja s procesi (business process management) na podlagi grobih ocen, ki jih dobimo skozi popise procesov, ampak na podlagi pravih podatkov in dejstev, ki nam omogočajo tudi prave odločitve.*

Ključne besede: dokumentarno intenzivni procesi, racionalizacija poslovanja, upravljanje s procesi, dokumentarni sistem (DMS), delovni tok

## USER ORIENTED ARCHIVE AND PROCESSES MANAGEMENT

### **Abstract**

*The need to introduce solutions for archive and processes management mainly springs up in companies from the necessity to increase the efficacy of business processes execution. One question arises though: how to address this rationalization and which methods and tools to use so that the results come up to expectations. The Infotehna company has been dealing with the rationalization of document-intensive processes for more than a decade and it has been using a combined approach. In the first phase, we determine through an analysis the actual state of the processes and the documents present in the process. Then, we define rules for creating and use of the documents through all life stages and process stages. What follows is the implementation, which is quite simple due to parameterization. The initiated solution enables the simultaneous usage of the same documentation in different business processes and a centralization of the company's functions bound by processing the documentation that had been dispersed all over the company. It also enables control and analysis of the efficacy of the processes, because all process stages are registered in the so called "audit control" module. On one hand, the module provides safety control over the system's operating and documentation usage and, on the other, it enables different analyses of process executions. This produces the actual data for performing the next steps in the rationalization of the operation. In this way, we do not manage the processes (business process management) on the basis of rough estimations acquired from processes' inventories but on the basis of the primary data and facts that also enable us to make the right decisions.*

Keywords: document-intensive processes, rationalization of operation, business process management, document management system (DMS), workflow.

## 1 Uvod

Mnogo podjetij je že uvidelo potrebo po racionalizaciji dokumentno-intenzivnih procesov, s čimer bi znižali stroške in porabo časa za izvedbo posamezne operacije, povečali učinkovitost človeških in drugih virov, ter s tem povečali učinkovitost svojih poslovnih in podpornih procesov. Pogosto pa se jim postavlja vprašanje, kako se lotiti takšne racionalizacije. Katere metode in orodja uporabiti, da bodo rezultati takšne racionalizacije dosegli pričakovanja.

V podjetju Infotehna se že dolgo ukvarjamo z racionalizacijo dokumentarno intenzivnih procesov. Pri tem uporabljamo kombiniran pristop. V prvem koraku poskušamo skozi analizo procesa ugotoviti dejansko stanje procesa in dokumentov, ki nastopajo v procesu. Temu sledi opredelitev pravil uporabe in kreiranja dokumentov, kar je pomembno za zagotavljanje varnosti pri dostopanju do različnih dokumentov skozi vse življenjske faze posameznega dokumenta, od nastanka do arhiviranja. To zahteva pravi miselni preskok pri uporabnikih, saj v kreiranju dokumentov vključi vse nivoje uporabnikov v hierarhiji podjetja, tudi najvišje vodstvo. Prav tako poskušamo že v tej fazi uporabiti nekatere metode racionalizacije procesov, v kolikor so take možnosti vidne in ne zahtevajo prevelikih organizacijskih sprememb v podjetju.

Sama rešitev, ki jo uvajamo, je v veliki meri parametrizirana, zato je implementacija dovolj enostavna, a hkrati pomeni velik napredek v organiziranju poslovanja, saj omogoča hkratno uporabo iste dokumentacije v različnih poslovnih procesih. Podjetju v nadaljevanju omogoča tudi organizacijske spremembe, saj lahko del funkcij, ki so vezane na obdelavo dokumentacije, ki je bila prej razpršena po podjetju (velikokrat tudi regijsko) sedaj centralizira.

Uvedba tovrstne rešitve prinese prve velike premike v racionalizaciji poslovanja. Omogoča pa tudi nadaljnji nadzor in analizo procesov, saj so vsi koraki procesa zabeleženi v t.i. »audit control« modulu. Podatki v modulu zagotavljajo po eni strani varnostni nadzor nad delovanjem sistema in uporabo dokumentacije, na drugi strani pa omogočajo različne analize izvajanja procesov. S tem pridobimo prave podatke in osnovo za izvedbo naslednjih korakov v racionalizaciji procesov. Tako ne izvajamo t.i. upravljanja procesov (business process management) na podlagi grobih ocen, ki jih ponavadi dobimo skozi popise procesov, ampak na podlagi pravih podatkov in dejstev, ki nam omogočajo tudi prave odločitve, kako spremeniti in racionalizirati procese.

Infotehnina rešitev myProcess je uporabna v vseh industrijskih panogah v procesih, kjer so v le teh vključeni različni dokumenti, ki jih na tak ali drugačen način uporablja večje število uporabnikov ali pa jih uporabljamo v različnih procesih. Do sedaj smo imeli velik uspeh na področju farmacije (registracija zdravil), kjer smo uspeli avtomatizirati postopke priprave obsežne dokumentacije, ki v takem postopku nastajajo. V zadnjem letu pa se vse bolj usmerjamo tudi v druge industrije. Ena od njih je tudi finančna, kjer se srečujemo z novo problematiko; in sicer z uporabo rešitve v t.i. transakcijskem načinu dela. Le ta zahteva nekoliko drugačen pristop pri izvajanju procesov, saj gre za količinsko manjši obseg dokumentacije znotraj posameznega procesa, kot v farmacevtski industriji, zato pa je število ponovite le tega bistveno večje. V izvajanju procesov sodeluje več različnih oseb v različnih vlogah, hitrost izvajanja procesov je bistveno bolj pomembna, pa tudi obvladovanje izjem je bistveno bolj zahtevno, kot v drugih industrijskih panogah.

Naš osnovni namen pri pripravi rešitve za obvladovanje dokumentarnega gradiva in procesov je, da znotraj pravega in racionaliziranega procesa, prava oseba, v pravem trenutku, dobi/uporabi pravi dokument.

## **2 Sodobne metode in orodja za racionalizacijo poslovnih procesov**

Vprašanje, ki se postavlja je, zakaj se sploh lotiti prenove poslovnih procesov? Zaradi zahteve po **prilagajanju in fleksibilnosti**, ki jih prinašajo stalne spremembe in inovacije na trgu, podjetja za uspešnejše poslovanje potrebuje prenovo poslovnih procesov. Le ta pomeni analizo obstoječega poslovnega modela, ki pomaga pri izdelavi konkurenčnega poslovnega modela, ki bo usklajen z zahtevami trga in s samo strategijo podjetja.

**Prenova in upravljanje poslovnih procesov predlagata celovit in jasen pregled nad cilji, zaposlenimi, organizacijo, informacijsko tehnologijo in kulturo podjetja ter povezujeta strategijo podjetja in informacijske sisteme (v najširšem pomenu besede) v podjetju.**

**Katere so prednosti in koristi, ki jih pridobi podjetje s prenovljenimi procesi?**

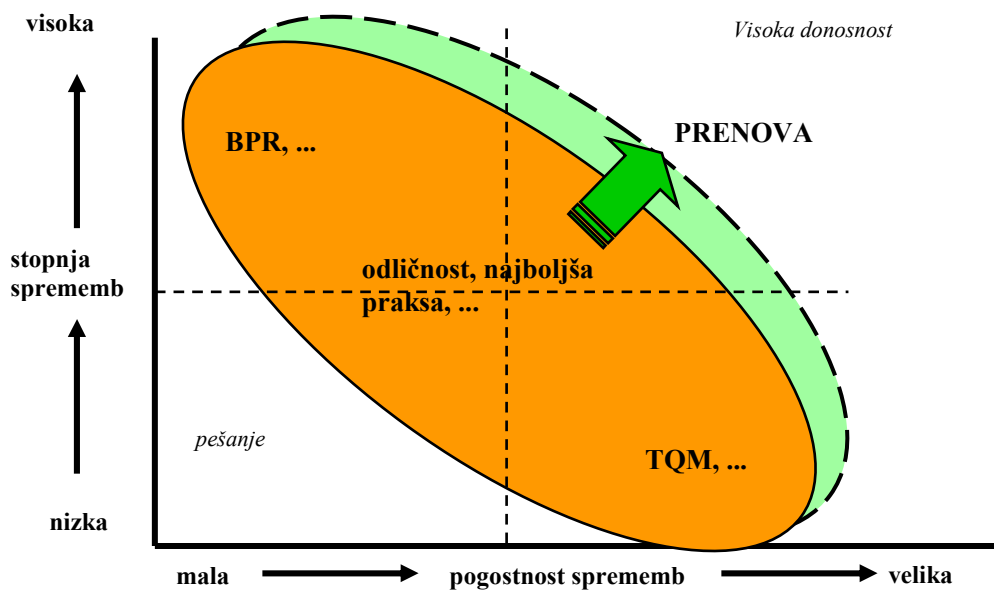
Osnovne prednosti in koristi, ki jih podjetje dobi s prenovljenimi poslovnimi procesi in sistemom za upravljanje delovnih procesov, so:

- Krajši čas reševanja zadev
- Takojšen dostop do informacij (tudi iz drugih sektorjev)
- Boljši nadzor nad opravljanjem dela
- Bolj prožna organizacijska struktura
- Večja učinkovitost zaposlenih
- Nižji stroški poslovanja
- Povezanost sistemov na drugih delih podjetja
- Možnosti uporabe in shranjevanja dokumentov v elektronski obliki

### **2.1 Metode za racionalizacijo procesov**

Kako doseči prenovo poslovnih procesov? Prvi korak k prenovi poslovnih procesov je popis le teh ("as it is"). Po izdelavi takega popisa je pred nadaljevanjem postopkov pri prenovi/optimizaciji procesov potrebna jasna opredelitev o tem, na kakšen način pristopiti k optimizaciji.





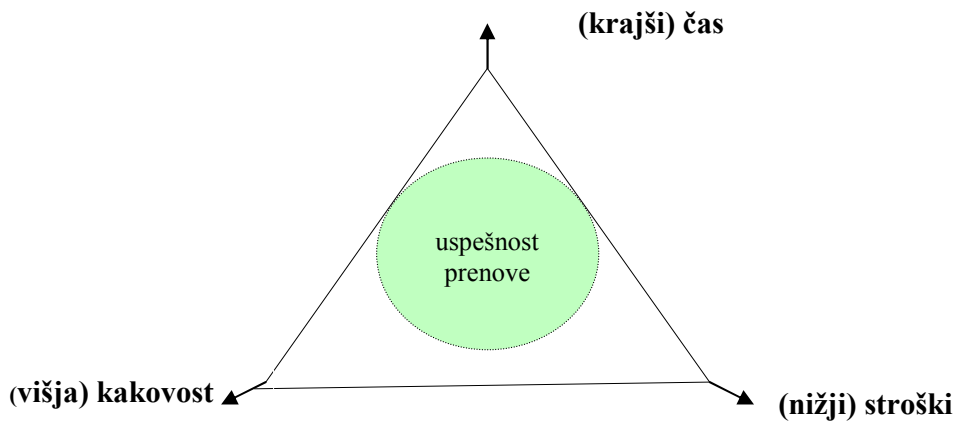
**Slika 1: Metode za izvedbo prenove skozi oceno pogostosti in stopnjo sprememb**

Iz Slike 1 lahko vidimo, da obstaja nekaj metod, ki zahtevajo različen pristop k izvedbi sprememb. Pomembno pa je, da vse spremembe vodijo k izboljššanemu delovanju podjetja.

**Temeljni cilji in aktivnosti vsake prenove so:**

- Doseganje večje produktivnosti
- Razbremenitev uporabnikovega dela in s tem posledično večja kakovost opravljenega dela
- Zniževanje stroškov v podjetju
- Krajšanje izvedbenega časa oz. reševanja zadev
- Zagotoviti, da dokumenti v podjetju ne zastajajo in da pridejo vedno v prave roke
- Avtomatizacija poslovnih procesov, ki nastanejo na podlagi različnih dokumentacij
- Modeliranje in razvoj procesov
- Optimizacija procesov
- Nadzor nad procesi

Enostavno povedano je osnovni cilj prenove optimizirati naslednje komponente procesa (Slika 2):

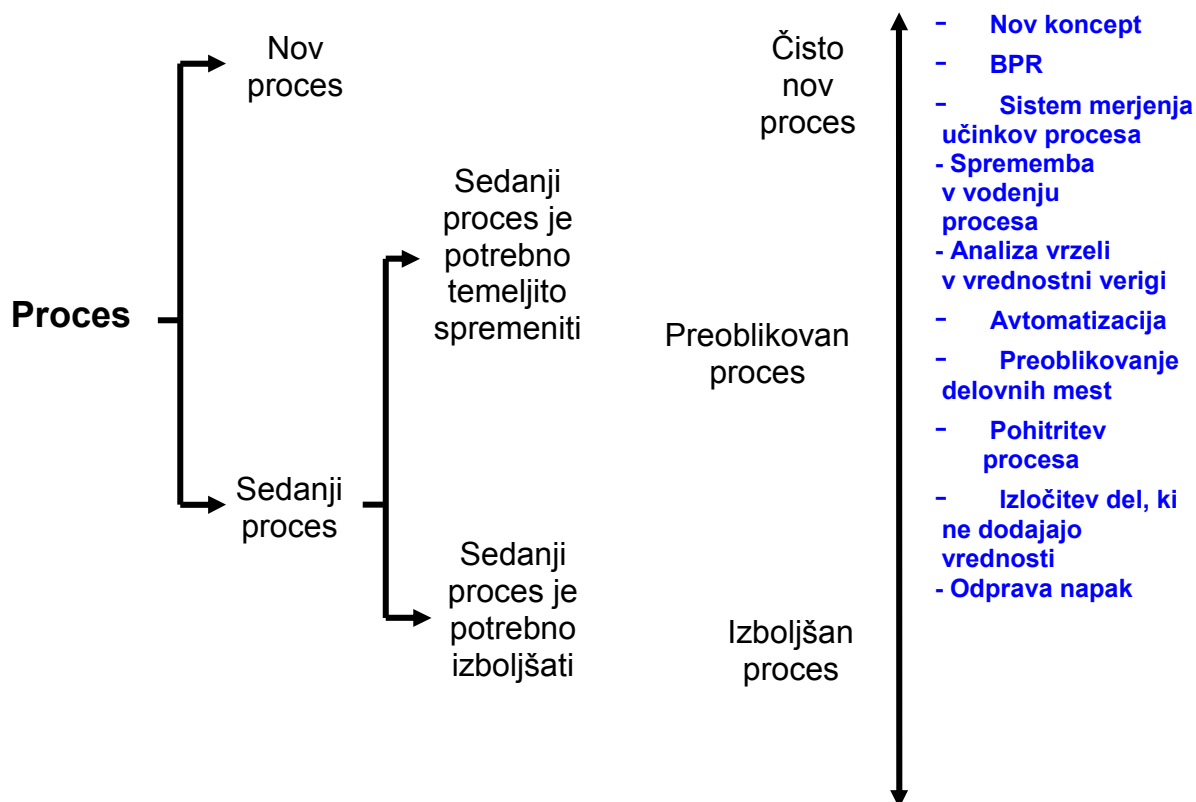


**Slika 2: Komponente procesa na katere vplivamo s optimizacijo**

Da to dosežemo se moramo lotiti prenove in optimizacije na način, da zagotovimo naslednje osnovne korake pri definiranju novih procesov:

- **poenostavitev poslovnih postopkov** z odstranitvijo - nepotrebnih odobritev, izvedbe, dokumentacije in ostalih organizacijskih aktivnosti
- **skrajševanje poslovnega cikla** oziroma vseh poslovnih procesov v podjetju, dvig odgovornosti in posledično znižanje stroškov poslovanja
- **dvigovanje dodane vrednosti** v vseh poslovnih postopkih ter ob tem postopno dvigovanje kakovosti proizvodov in storitev podjetja
- **zniževanje stroškov izvajanja** postopkov ob ohranjanju ustreznega razmerja do kakovosti in dobavnih rokov
- **dvigovanje zanesljivosti ter doslednosti izvajanja** postopkov in s tem kakovosti proizvodov in storitev
- prenavo poslovnih procesov v smeri **tesnejšega in neposrednejšega povezovanja z dobavitelji** (v smislu lastnih zunanjih resursov)
- **usmerjanje v lastne ključne zmožnosti** in prenos izvajanja ostalih procesov, ki niso ključni ali kjer nismo konkurenčni, izven podjetja (outsourcing)

Sledi vprašanje, kako doseči predvidene cilje in učinke procesa. Za to lahko uporabimo različne pristope in metode, ki pa so odvisni od pomembnosti samega procesa, njegovi zahtevnosti in seveda pripravljenosti v podjetju (vseh zaposlenih, predvsem pa vodstva) na spremembe.



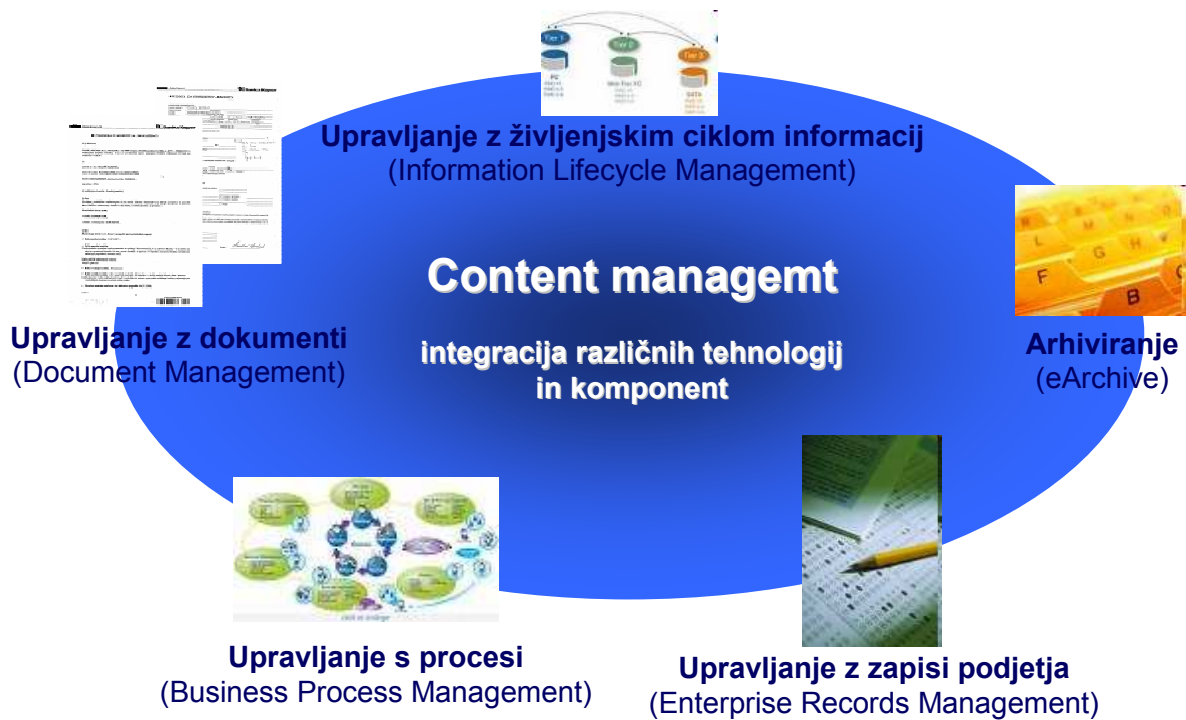
Slika 3: Postopek prenove procesa

H prenovi/optimizaciji procesov (Slika 3) lahko pristopimo tako, da se procesov lotimo naprej z organizacijskimi prijemi ali pa si pri tem pomagamo s **sodobnimi orodji** (informacijska orodja), ki nam pomagajo pri nadzoru in merjenju procesov. Iz tako pridobljenih podatkov lahko s pomočjo ustreznih analitičnih metod, dobimo informacije, ki nam pomagajo pri upravljanju s procesi in pri uvajanju sprememb v procese.

## 2.2 Orodja kot pomoč za racionalizacijo procesov

**Sodobna orodja za upravljanje z vsebinami delovnih procesov** (*angl: Content management*). V okviru teh orodij je združeno nekaj sistemov, ki smo jih poznali že prej kot samostojna orodja, ki so:

- **EDMS** = sistemi za upravljanje z dokumenti;
- **Workflow sistemi** = sistemi, ki sprožijo in nadzorujejo delovni proces ali tok med izvajalci;
- **Arhivski sistemi** = sistemi za elektronsko hranjenje dokumentov.



**Slika 4: Elementi sodobnega Content managementa**

Tovrstni sistemi nam omogočajo drugačen pristop k izvajanju procesov, saj vsebujejo različne funkcije, ki olajšajo delo z dokumentacijo in nadzorujejo izvajanje procesov.

### **2.3 Pretvorba papirne in druge dokumentacije v elektronsko obliko (ali vnos dokumentov v informacijski sistem)**

Ker je v poslovne procese vključena velika količina papirne dokumentacije, ki je ključnega pomena za odvijanje procesa, je pomembno kako z njo ravnamo. Dokumentacija se velikokrat izgubi, poškoduje, založi, čakanje nanjo pa lahko upočasni proces tudi do 80%.

Potek upravljanja poslovnih procesov se prične s pretvarjanjem papirne dokumentacije v elektronsko obliko. S tem papirno osnovan proces nadomestimo z elektronsko vodenim poslovnim procesom. Zanj je značilno, da dokument vedno pride do uporabnika v realnem času, da se dokumenti ne izgubljajo in da je zadevo možno reševati mnogo hitreje in učinkoviteje, kot se je do sedaj v papirni obliki. Sčasoma papirna dokumentacija ni več potrebna.

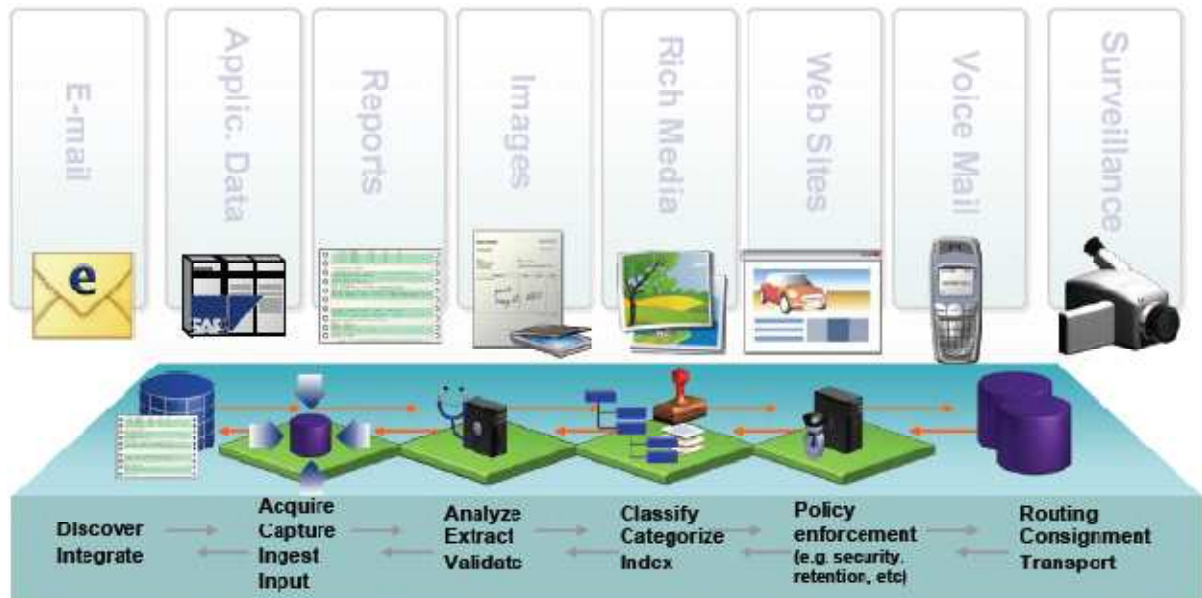
Dokument se s pomočjo optičnega branja zavede v repozitorij, kjer je dostopen vsem uporabnikom, ki imajo pravice do vpogleda tega dokumenta. Korak naprej je tudi pripomoček za optično branje dokumentov OCR (Optical Character recognition), ki prihrani veliko časa in omogoča, da se dokumenti samodejno shranjujejo v elektronske mape, kamor spadajo.

Ko je dokument shranjen v elektronski obliki, se lahko vključi v poslovni proces, ki vsebuje funkcionalnosti, s katerimi vodimo proces v smeri uresničevanja ciljev posameznega procesa.

#### **Prednosti digitalizacije:**

Z digitalizacijo slehernega dokumenta le-tega avtomatsko pripravimo za dolgoročno hranjenje (v t.i. delovni arhivi ali trajni arhivi). Z določitvijo statusa se dokumentu avtomatsko določi tudi zakonski rok, ki je predviden za vsako vrsto dokumenta posebej, s tem pa poskrbimo za pravilno hranjene dokumentacije.

Ko dokumente digitaliziramo, prihranimo na stroških, ki so povezani z registratorji, mapami, kopiranjem, prenašanjem dokumentacije med zaposlene in vsemi drugimi manipulacijami s papirno dokumentacijo.



Slika 5: Formati zapisov, ki jih podpiramo v rešitvi

### 3 Avtomatizacija poslovnih procesov

Poslovni procesi v podjetju, se lahko preko workflow funkcije avtomatizirajo tako, da že pri vstopu v poslovni proces dokumentu določimo status, ki uporabnika potem usmerja naprej. Status nam točno določi, komu je dokument namenjen, kakšne so faze v določenem postopku in koliko časa imamo za rešitev problematike.

Prednosti: Z avtomatizacijo poslovnih procesov največ prihranimo na času in s tem znižujemo stroške dela. Zavedati se moramo, da v veliki meri razbremenimo in olajšamo delo posameznikov pri opravljanju standardnih in masovnih del. Zelo pomembno pri avtomatizaciji je tudi to, da se lahko posameznik osredotoči na bolj pomembna strokovna dela in je pri opravljanju le teh veliko bolj produktiven. Ostale standardne zadeve in dela pa lahko prepusti tehnologiji, ki mu to omogoča.

#### 3.1 Nadzor nad procesi

Poslovni procesi v podjetju so popolnoma pod nadzorom. Uporabnikove odprte zadeve se shranjujejo v posebno mapo, ki je urejena po pomembnosti in datumu. Ob prihodu novih nalog in zadolžitev, je uporabnik na to opozorjen z elektronskim sporočilom. V kolikor je več udeleženih uporabnikov, ki v zadevi medsebojno sodelujejo, imajo jasen pregled nad le to, v vsakem trenutku pa vidijo, kje se ta zadeva nahaja. Tako imajo zaposleni in še posebej vodje vsakokrat jasen pregled in nadzor nad zadevo.

Že pri vstopu v poslovni proces (pri dodelitvi statusa) je natančno razvidno, kdo v podjetju je odgovoren za področje, ki ga zahteva nova naloga. Ker vse poteka v elektronski obliki, uporabnik dobi dokument bistveno hitreje, kot ga je v klasični obliki.

Uporabnik lahko v vsakem trenutku tudi vidi, v kateri fazi se nahaja zadeva in koliko časa je še potrebno, da se reši. V kolikor je za rešitev problematike dodeljen časovni rok, nas sistem na ta rok samodejno opozori. V primeru prekoračitve roka (ki je seveda odvisen od uporabnika) nas sistem na to opozori in predlaga preusmeritev naloge k drugim uporabnikom, ki bi uspeli v najhitrejšem času izpolniti nalogo.

Prednosti: S tem, ko udeleženci vedo, v kateri fazi se nahaja proces in kdo je trenutni uporabnik, se ne more več dogajati praksa iz časov, ko se je uporabljala izključno papirna dokumentacija, ki se je izgubljala in se ni vedelo, kdo je njen uporabnik.

Zagotovljeno je tudi, da dokumenti v podjetju ne zastajajo.

Hitrejša izvedba, natančnost, razvidnost faz, uporabnikov in opozarjanje na časovne roke, so prav gotovo prednosti, ki izrazito pripomorejo k rasti zanesljivosti, učinkovitosti, storilnosti in s tem tudi h konkurenčnosti podjetja.

### **3.2 Analiza**

Zaradi možnosti popolnega nadzora nad poslovnimi procesi imamo v podjetju tudi možnost vsakokratne analize poslovnih procesov. Vedno lahko preverimo, kako je določen proces potekal, kdo so bili uporabniki, koliko časa je bilo porabljenega za proces, katere dokumente smo uporabljali.

Prednosti: Analiza nam pomaga pri ugotavljanju učinkovitosti in storilnosti ter opozarja na morebitne napake, ki so se pojavile tekom procesa.

### **3.3 Modeliranje in razvoj procesov**

Pri modeliranju gre za izdelavo modela novega poslovnega procesa, ki nastane na podlagi analize, predlaganih sprememb in izboljšav obstoječega procesa.. Modeliranje služi lažjemu razumevanju obstoječega poslovnega procesa in s tem tudi k razvoju (definiranju) novega. Le z jasnim pogledom na model poslovnih procesov (as it is) in razvojem novega modela (as it should be) pa lahko dosežemo boljšo konkurenčnost, fleksibilnost in uspešen razvoj.

### **3.4 Optimizacija poslovnih procesov**

Omogočen nam je popolni nadzor nad procesi, s katerim pridobimo tudi nadzor nad porabo časa in stroškov tako, da lahko na podlagi teh podatkov procese tudi optimiziramo.

Prednosti:

Z optimizacijo poslovnih procesov še dodatno pospešujemo izvedbeni čas in s tem znižujemo stroške, povezane s poslovnimi procesi.

### **3.5 Povezljivost z drugimi programskimi aplikacijami**

Pomembna prednost orodij za upravljanje z vsebinami delovnih procesov je omogočanje hitrejših in enostavnejših **povezovanj z različnimi informacijskimi sistemi**. Bistvena prednost je, da nam omogoča enkratni vnos podatkov in dokumentov in razpolaganje z njimi v vseh sistemih. Omogoča prenos dokumentov iz enega v drug sistem z možnostjo avtomatizacije podprocesov v izvajanju procesov.

### **3.6 Praktični primer uporabe rešitve**

Pri projektih, ki jih izvajamo pri različnih strankah, v podjetju Infotehna za racionalizacijo dokumentarno intenzivnih procesov uporabljamo pristop, pri katerem v fazi analize ugotovimo dejansko stanje procesov in dokumentov posameznega procesa. Skozi naslednje

faze opredelimo pravila uporabe in kreiranja dokumentov, kar je pomembno za zagotavljanje varnosti pri dostopanju do različnih dokumentov skozi vse življenjske faze posameznega dokumenta, od nastanka do arhiviranja. Hkrati pa z analizo procesov poskušamo z osnovnimi metodami racionalizacije le teh opredeliti in kasneje v fazi implementacije vpeljati rešitev, ki temelji na racionaliziranem (prenovljenem) procesu.

V nadaljevanju v fazi implementacije pa izvajanje procesov podpremo s pomočjo lastne rešitve povezane z nekaterimi rešitvami Documentum-a (Documentom je blagovna znamka v lasti podjetja EMC2), ki je univerzalna za vse vrste industrij, vendar je do določene stopnje v fazi implementacije prilagojena potrebam posamezne organizacije oziroma podjetja. V sedanjem obdobju delovanja je Infotehna s svojimi rešitvami dosegala izvrstne rezultate na področju farmacije. V novejšem obdobju pa se vse bolj usmerjamo tudi v druge industrije.

V tem praktičnem primeru uporabe vam bomo predstavili uporabo rešitve na manjšem segmentu poslovanja v eni od slovenskih bank, kjer smo izvedli pilotni projekt.

Izhodišča projektne naloge, oziroma rešitve so bila naslednja:

- namenjena je podpori dela **področja poslovanja s pravnimi osebami (odobravanje kreditov)**,
- v veliki meri mora zagotoviti avtomatiziran zajem potrebnih podatkov iz različnih virov (papirni ali spletni obrazci, **bančni transakcijski sistem**,...)
- zagotoviti mora, da so vsi dokumenti znotraj procesa sestavni del mape posameznega posla od trenutka, ko so bili ustvarjeni in ne glede na obliko, v kateri se pojavljajo (papir, elektronski dokument, slika,...),
- omogočiti mora oblikovanje **virtualne mape posla**, ki vsebuje vse potrebne dokumente v elektronski obliki,
- omogočiti mora avtomatsko posredovanje dokumentacije skozi postopek obravnave zahtevka in podpisovanje (odobravanje) posla z **elektronskim podpisom**,
- uporabnikom omogočiti celoviti nadzor nad stanjem zahtevka, kar pomeni, da v vsakem trenutku ve, kje in v katerem stanju se nahajajo dokumenti znotraj procesa (spremljanje postopka skozi delovni tok), omogoča tudi t.i. **“vodstveni pogled”** (različna poročila o pretočnosti procesa)
- preko **revizijske sledi** zagotoviti natančno sledljivost in celovit pregled obdelave posameznega procesa,
- spletna aplikacija mora omogočati **takojšen dostop** do vseh dokumentov **v skladu z varnostno politiko** banke, iz vseh lokacij banke
- omogočiti mora **povezavo z obstoječim transakcijskim sistemom** za odobritev in spremljanje kreditnih poslov,
- omogočiti mora **aktivno izvajanje** posameznih korakov procesa, ki niso podprti v ostalih računalniških sistemih banke,
- predstavlja **elektronski repozitorij** dokumentacije povezane s procesi,
- **rešitev mora biti nastavljiva** tako, da jo lahko prilagodimo vsakemu specifičnemu procesu banke na področju poslovanja s pravnimi osebami.

Eno od pomembnih izhodišč projektne naloge je bilo tudi aktivno iskanje možnosti za nadzor procesov v smislu nadzora in zmanjševanja operativnih tveganj. Med tem, ko se današnja regulativa ukvarja predvsem z načini merjenja in izračuna operativnih tveganj, z našo rešitvijo podjetjem dajemo možnosti za zmanjševanje operativnih tveganj.

**Tabela 1: Tveganja in rešitve**

<b>TVEGANJE</b>	<b>REŠITEV</b>
Nadzor nad izvajanjem procesov	Odkrivanje kritičnih operacij in opozarjanje pri časovnih zamudah
Znanje za izvajanje posameznih procesnih aktivnosti in fluktuacija zaposlenih	Avtomatsko razporejanje nalog glede na prioritete bolj izkušenim (izurjenim) sodelavcem, hitrejše in lažje uvajanje novih sodelavcev
Definiranje poslovnih pravil kot so pravice za izvajanje posameznih operacij, nadomeščanja, podpisniki, dostop do podatkov in dokumentov, vključevanje novo zaposlenih v procese	Večji nadzor, preprečevanje nepooblaščenih posegov, onemogočanje uporabe napačnih dokumentov, zmanjševanje možnosti za nenamerne ali namerne napake zaposlenih
Podpora procesom, ki jih ne pokrivajo običajni transakcijski sistemi in merjenje učinkov teh procesov za izvajanje nadzora nad operativnimi tveganji	Spremljanje reklamacij, procesa izvršb, spremljanje vključenosti zunanjih institucij v naše procese

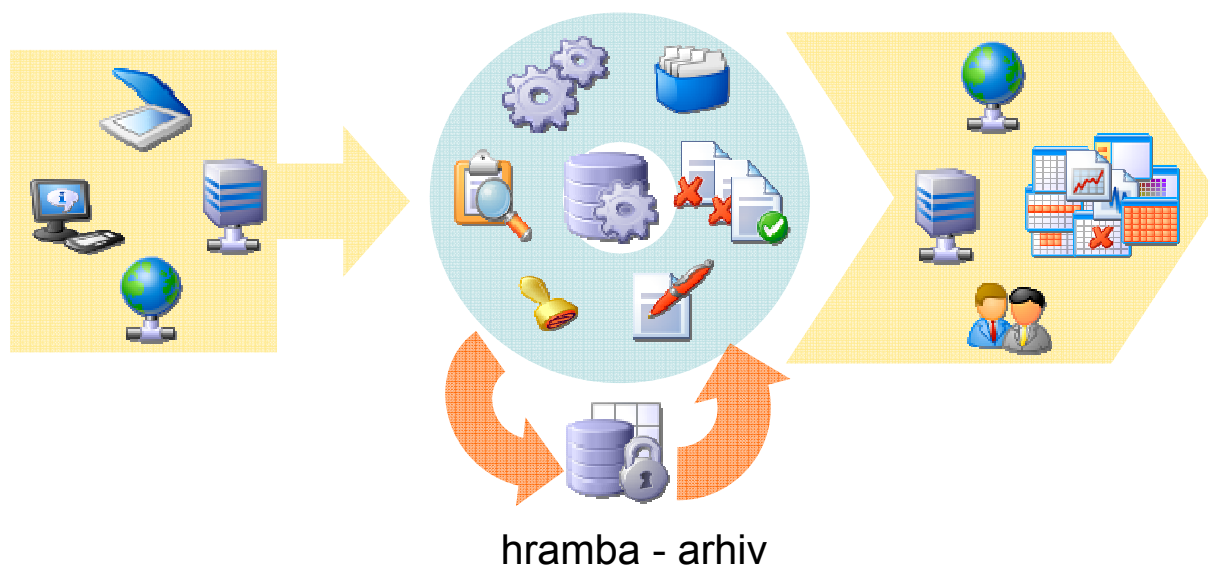
### **3.7 Rešitev**

Glede na arhitekturo Infotehninega sistema je za podporo procesov potrebna implementacija:

- a) sistema za upravljanje z dokumenti,**
- b) rešitve za podporo procesom na področju poslovanja**



## zajem upravljanje distribucija



**Slika 6: Komponente sistema za upravljanje z dokumenti**

**Sistem za upravljanje z dokumenti** vsebuje vse potrebne tehnične elemente za transformacijo podatkov iz dokumentov, iz različnih formatov v digitalno obliko. S tem so dokumenti in podatki pripravljene za nadaljnjo obdelavo znotraj modula za upravljanje z dokumenti (kreiranje, prepoznavanje, verzioniranje, podpisovanje), podmodula za shranjevanje (skupni repozitorij kjer so dokumenti na razpolago več procesom in uporabnikom hkrati). Tako omogočajo distribucijo in objavo dokumentov v različnih oblikah in formatih.

**Rešitve za podporo procesom na področju poslovanja** so prilagojene specifičnim potrebam organizacije in vsakega procesa posebej. Omogočajo definiranje tako imenovanih profilov vsakega posameznega dokumenta, ki v popolnosti opisuje njegove karakteristike in obnašanje od trenutka nastanka pa vse do njegovega arhiviranja.

Najznačilnejše nastavljive postavke profila vključujejo:

- predlogo za izdelavo dokumenta (v kateremkoli formatu)
- življenjski cikel dokumenta (sestavljeno iz različnih faz)
- delovne sledi znotraj posameznih faz življenjskega cikla
- avtomatske akcije za vsako fazo življenjskega cikla (generiranje spominske lokacije, publishing, distribucija...)
- uporabniške vloge na dokumentu (s definicijo dovoljenj oseb/skupin iz sistema za posamezno vlogo)
- uporabniške pravice (na nivoju dokumenta!)
- karakteristike atributov dokumenta
- čarovnik za olajšano kreiranje, uvažanje in klasifikacijo dokumentov
- dovoljeno povezanost z drugim dokumenti
- model avtomatskega generiranja imena
- elektronski podpis

- sledljivost sprememb dokumentov (audit trail)
- način verzioniranja dokumentov
- periodično revidiranje dokumenta

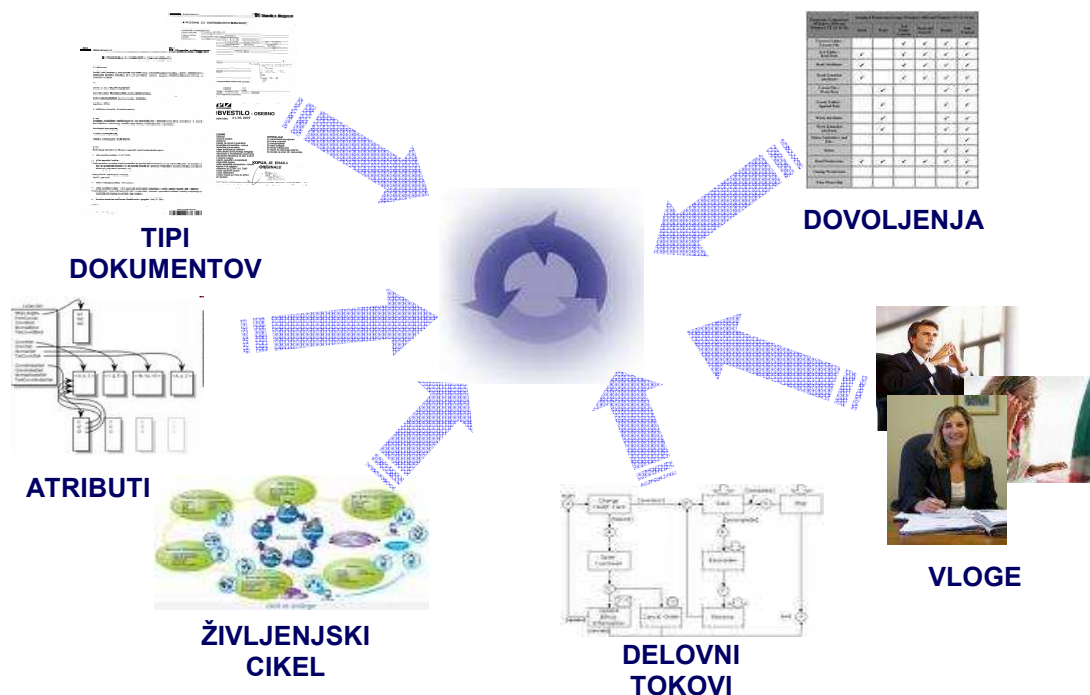
Delovna sled znotraj posamezne faze življenjskega cikla se deli na aktivnosti, katere izvajalci so uporabniške vloge, ki so dodeljene uporabnikom iz sistema in definirane na nivoju vsakega posameznega dokumenta in ne generalno v sistemu. Glede na to imajo uporabniki določene pravice na posameznih dokumentih. V primeru, da se uporabnik ne nahaja v nobeni uporabniški vlogi na določenem dokumentu, potem tega le tega ne bo mogel videti v dokumentacijskem sistemu.

Glede na to, kako so definirane delovne sledi (na način, da se formulirajo potrebni poslovni procesi), sistem avtomatsko distribuira delovne naloge njihovim izvajalcem. Zaradi integracije z mail strežnikom je obvestilo o dodeljeni delovni nalogi uporabnikom dostavljeno tudi preko njihovega „mail klienta“ (MS Outlook, itd.). Koordinator vsakega poslovnega procesa lahko v vsakem trenutku vidi status (ne)izvršenih aktivnosti svoje delovne sledi, po potrebi pa ga sistem s posebnim obvestilom obvešča o zamudi roka za izvršitev delovne naloge in o drugih pomembnih informacijah.

### 3.8 Aktivnosti pri izvedbi projekta

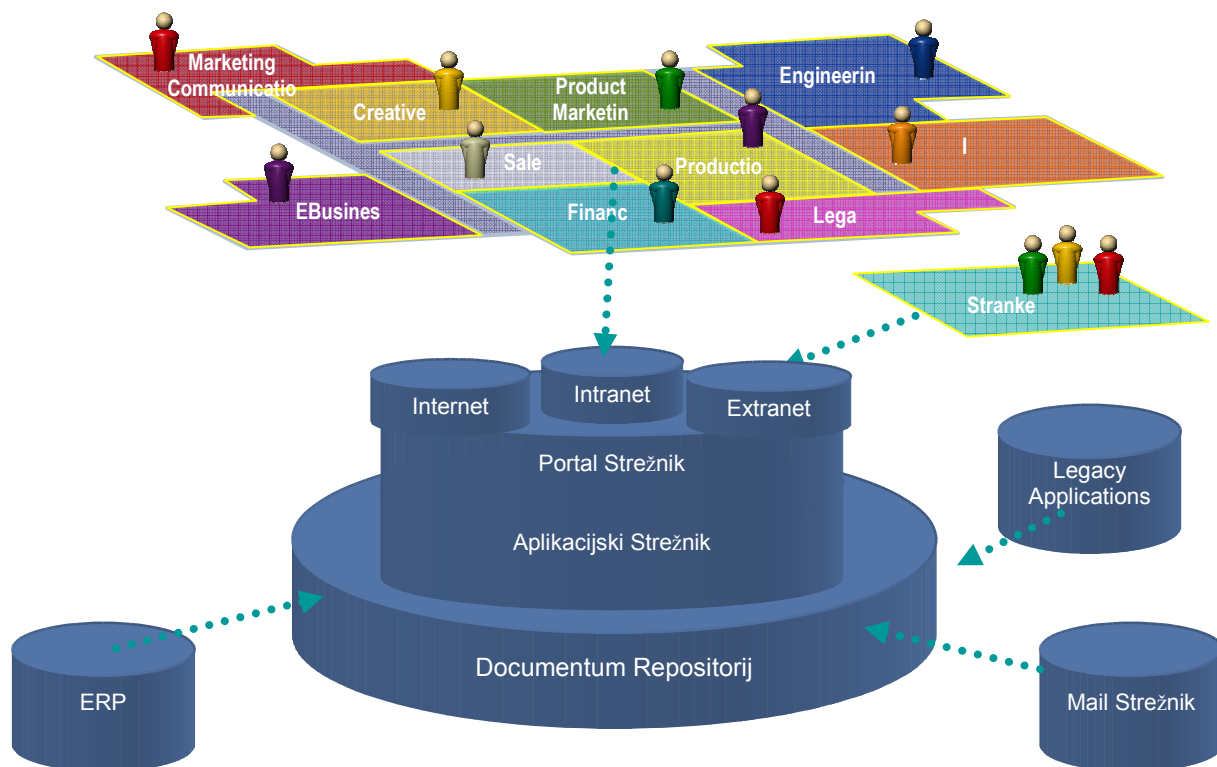
Implementacija učinkovitega sistema v podjetje je proces, ki ga sestavlja več aktivnosti, pri čemer je njihov obseg odvisen od dejanskih potreb in zahtev stranke. Na podlagi Infotehninih izkušenj je za optimalno funkcionalnost potrebno izvesti naslednje aktivnosti:

- **Analizo** procesov izvedemo v obliki delavnic na katerih predstavniki naročnika in predstavniki Infotehne opredelijo procese, ki jih je potrebno podpreti z informacijsko rešitvijo in vse zahteve v povezavi z njimi. Rezultati analize so zapisi iz delavnic, opredeljeni procesi in njihovi modeli ter funkcionalne zahteve za informacijsko rešitev. V okviru analize se izvede tudi analiza možnosti za optimizacijo procesov in se izdela slika optimiziranih procesov, ki so primerni za implementacijo.



**Slika 7: Vsebina »profila«, ki se določi skozi analizo**

- **Namestitev** sistema za upravljanje z dokumenti in podpora procesom se izvede na testnem in produkcijskem okolju pri naročniku ter na razvojnem okolju. Aktivnosti obsegajo tudi prenos vseh gradnikov konfiguracije rešitve iz razvojnega v testno in kasneje v produkcijsko okolje. Potek ter rezultati so ob zaključku sklopa aktivnosti zajeti v poročilu in spremljajoči dokumentaciji o namestitvi rešitve na testno in produkcijsko okolje.



**Slika 8: Komponente sistema**

- **Konfiguracija** pred nastavljenih Infotehninih rešitev ter programske opreme tretjih oseb, se izvede v skladu z zahtevami opredeljenimi v fazi analize in v skladu s poslovnimi praksami. Rezultati aktivnosti so delujoči procesi za zajem dokumentarnega gradiva v papirni obliki, v orodju Captiva InputAccel ter delujoči profili v okviru rešitve.
- **Izdelava** integracijskih vmesnikov do obstoječega informacijskega sistema v skladu z ugotovitvami analize in opredelitvami v specifikacijah za posamezne procese.
- **Izobraževanje** ključnih uporabnikov se izvede po zaključeni namestitvi rešitve na testnem okolju. Za potrebe dela z rešitvijo se izdelava program izobraževanja ter izobraževalna gradiva. Predstavniki Infotehne usposobijo ključne uporabnike sistema, ki svoje znanje kasneje prenesejo na končne uporabnike rešitve. Poleg ključnih uporabnikov predstavniki Infotehne usposobijo tudi predstavnike naročnika, zadolžene za administracijo rešitve in za administracijo infrastrukturnega sistema za potrebe rešitve.
- **Za končno testiranje in validacijo** delovanja rešitve so odgovorni predstavniki naročnika. Infotehna opravi vsa potrebna testiranja in preizkuse na razvojnem sistemu, skupaj s predstavniki naročnika se opredeli načrt izvedbe testiranja. Končni rezultat aktivnosti pa je poročilo o testiranju v katerem so izpostavljene morebitne pomanjkljivosti v delovanju rešitve oz. je potrjena ustreznost delovanja.

- **Prehod** v produkcijo obsega prenos nastavitvev iz testnega okolja na produkcijsko ter pričetek uporabe rešitve v vsakdanjem delu s strani končnih uporabnikov. Predstavniki Infotehne v prehodnem obdobju nudijo pomoč uporabnikom in zagotavljajo visoko stopnjo odzivnosti v primeru težav pri uporabi rešitve s strani končnih uporabnikov.

### 3.9 Možnost nadgradnje rešitve

V procesu implementacije prednastavljene poslovne procese prilagodimo specifičnim potrebam in poslovnim praksam podjetja. Po namestitvi lahko sistem poljubno prilagajamo spremembam v poslovnih procesih. Prav tako lahko poljubno dodajamo rešitve za podporo ostalih poslovnih in podpornih procesov (poslovanje s fizičnimi osebami, zakladni posli, pravna pisarna (izterjava), klicni center, razvoj novih produktov, trženje, administracija,...)

Dodajanje novih uporabnikov in uvedba podprtih procesov ("roll-out") po različnih lokacijah (poslovalnicah) so standardna opravila.

Tako kot je možno dodajati, oziroma implementirati različne procese v bančnem okolju, je možno skozi predstavljeno rešitev in metodologijo pristopiti k izgradnji sistema za podjetja v vseh industrijah, kjer imajo procese z velikim številom dokumentov, razvejano mrežo udeležencev v procesu na različnih lokacijah (oddaljenost ni ovira), ali imajo zelo strukturirane procese in je težko izvajati sledljivost in nadzor nad izvajanjem procesov. V vseh teh primerih lahko sodobna orodja pripomorejo k izboljšanju poslovanja.



Slika 9: Področja možne uporabe sistema za upravljanje z dokumenti

## 4 Zaključek

Z dobro zastavljeno prenovo in optimizacijo poslovnih procesov in uvedbo sodobnih orodij za podporo in nadzor poslovnih procesov, lahko podjetje upravičeno pričakuje pozitivne rezultate pri izvajanju poslovnih procesov. Podjetjem je včasih težko predstaviti vse možnosti takih sistemov, brez ustreznih ukrepov (pilotni projekt, implementacija na določenem procesno in dokumentarno intenzivnem področju), ki bi pokazali realne učinke. Vendar pa

mednarodne izkušnje kažejo, da se v podjetjih, ki so uspešno uvedla tovrstna orodja, hitro pokažejo učinki pri zmanjšanju stroškov in večji učinkovitosti.

Najbolj vidni so prihranki pri izkoristku zaposlenih, ker **za enake naloge porabijo manj časa**, kot so jih pred prenavo procesa. Svoj čas sedaj lahko posvetijo pomembnim nalogam in so tako bolj učinkoviti.

Manj časa se porabi tudi pri uvajanju novih zaposlenih. Tovrstna orodja so **uporabniku prijazna**, ker so v njih vključena procesna pravila, ki se jih je moral novi zaposleni pred uvedbo takega orodja priučiti in je porabil pretežni del časa uvajanja za spoznavanje formalnih pravil in ne vsebinskih nalog. Določene naloge v podjetju postanejo avtomatizirane, zato lahko pričakujemo da bomo z enakim številom zaposlenih, lahko obvladovali večji obseg poslovanja, oziroma zaposlene lahko prerazporedimo tja, kjer so bolj potrebni za učinkovitost podjetja.

Pomemben napredek v zmanjšanju stroškov se kaže tudi v bolj učinkoviti uporabi papirja in različnih vrst reproduciranja papirnih dokumentov znotraj poslovnih procesov.

Prihranki, ki se pokažejo čez čas so zagotovo tudi rezultat boljše kontrole nad procesi in delom, prihranek časa nadrejenih, večja produktivnost v podjetju ter izboljšanje procesa. Ker so zaposleni bolj zadovoljni in ker so storitve izboljšane, se sčasoma povečajo tudi prihodki podjetja.

Ob vseh zgoraj naštetih učinkih prenove procesov in uvedbe sodobnih orodij za njihov nadzor, lahko podjetje upravičeno pričakuje rast in napredek, saj se čez čas pokažejo še drugi učinki uporabe sodobnih orodij in metod v podjetju, kot so:

- Dvig učinkovitosti in storilnosti v podjetju
- Dvig zanesljivosti podjetja
- Dvig konkurenčnosti na hitro rastočem in fleksibilnem trgu
- Povečanje zadovoljstva znotraj podjetja in znotraj sodelovanja s partnerji

## **Literatura**

Infotehna, delovna in tehnična navodila (2008)



# DOLOČANJE IZMEN LETALIŠKIH ZEMELJSKIH POSADK

## **Avtor**

dr. Alenka Baggia  
Alenka.Baggia@fov.uni-mb.si

## **Ustanova**

Fakulteta za organizacijske vede  
Kidričeva cesta 55a  
Kranj

## **Avtor**

dr. Blaž Rodič  
Blaz.Rodic@fis.unm.si

## **Ustanova**

Fakulteta za informacijske študije v Novem mestu  
Sevno 13  
Novo mesto

## **Povzetek**

*V prispevku prikazujemo problem razporejanja letališkega osebja in materialnih sredstev, ki jih osebje potrebuje za delo, in primer razvoja algoritmov razporejanja za potrebe nacionalnega letališča - Letališče Jožeta Pučnika Ljubljana. Problem razporejanja osebja in materialnih sredstev na letališču je zapleten zaradi konfliktnih zahtev pri razporejanju človeških virov in materialnih sredstev na posamezne naloge, povezane s prihodi in odhodi letal. Letališče mora zagotoviti izvedbo nalog, razpoložljivi človeški in materialni viri pa so omejeni, ustvarjajo stroške, poleg tega pa je potrebno upoštevati še omejitve, ki izhajajo iz delovne zakonodaje. V okviru razvoja sistema za razporejanje ljudi in materialnih sredstev smo razvili algoritme, ki omogočajo optimizacijo razporeda delovnih nalog, optimizacijo potreb po delovni sili in materialnih sredstev in načrtovanje delovnih izmen zemeljskih posadk na letališču.*

Ključne besede: razporejanje, letališče, zemeljska posadka, načrtovanje delovnih izmen

# AIRPORT GROUND CREW SCHEDULING

## **Abstract**

*This paper presents the problem of airport ground crew and equipment scheduling and a case of scheduling algorithm development for the national airport - Ljubljana Jože Pučnik Airport. The airport personnel and equipment scheduling problem is complex as there are conflicting demands in assigning personnel and equipment to tasks connected with aircraft arrivals and departures. The airport has to ensure the execution of tasks, but it's human and equipment resources are limited and costly to deploy, and labour legislation has to be respected. Within a larger project for development of a personnel and equipment scheduling system we have developed algorithms that perform task schedule optimization, personnel and equipment requirements optimization and shift planning for airport ground crews.*

Keywords: scheduling, airport, ground crew, shift planning



# 1 Uvod

V večini sektorjev proizvodne in storitvene industrije je poleg strojev potrebno načrtovati in razporejati tudi rabo drugih virov, pri čemer so najpomembnejši vir običajno ljudje (Pinedo, 2005). Raziskave s področja razporejanja osebja pogosto uporabljajo primere letališč za predstavitev novih algoritmov razporejanja. Glavni razlog je močan interes letališč, da je delovanje zemeljskih posadk čim bolj učinkovito, saj so zamude pri odhodi in prihodi letal povezane z velikimi stroški, zaradi velike obremenjenosti letališč pa ima lahko zamuda pri obdelavi enega letala oziroma leta lahko za posledico zamude tudi pri kasnejših letih. Večja letališča so kompleksni sistemi, kjer je za dobro delovanje celote pomembno dobro delovanje in usklajenost vseh njegovih delov. Zaradi velikega števila nalog, povezanih s prihodi in odhodi letal in pogostih sprememb pri razporedu letov pa je za dobro delovanje sistema ključna uporaba kvalitetnih algoritmov razporejanja ljudi in materialnih sredstev, podprta z informacijskim sistemom. Z računalniško podprtim in avtomatiziranim razporejanjem lahko bistveno skrajšamo čas, potreben za izdelavo razporeda in izboljšamo njegovo kvaliteto in možnost napak, v primeru sprememb razporeda letov pa bistveno skrajšamo čas potreben za spremembo oziroma izdelavo novega razporeda zemeljskih posadk.

Burke et al. (2008) povzema, da je 50% vzrokov zamud letal povezanih z letalskim prevoznikom, medtem ko je 19% zamud povezanih z operacijami na letališču. Po podatkih Air Transport Association (2008) vsaka minuta zamude stane približno 100 USD (70 EUR), pri čemer so upoštevani stroški goriva, letalskega in letališkega osebja, vzdrževanja letala, amortizacije letala in izgubljenega časa potnikov in lastnikov tovora, pogodbene kazni zaradi zamud in odškodnine potnikom pa niso upoštevane. Z učinkovitim in sproti posodabljanim razporedom osebja in opreme na letališču lahko zmanjšamo zamude letal in s tem dosežemo velik finančni učinek, zmanjšanje nivoja stresa letališkega in letalskega osebja in nezadovoljstva potnikov.

Problem razporejanja osebja in materialnih sredstev na letališču je zapleten zaradi konfliktnih zahtev pri razporejanju človeških virov in materialnih sredstev na posamezne naloge, povezane s prihodi in odhodi letal. Letališče mora zagotoviti izvedbo nalog, razpoložljivi človeški in materialni viri pa so omejeni, poleg tega pa je potrebno upoštevati še omejitve, ki izhajajo iz delovne zakonodaje in prostorske omejitve letališča. Posebno težavo v letalskem prometu predstavljajo nepredvidene spremembe razporeda letov zaradi okvar, zdravstvenih težav posadke, slabega vremena in drugih izrednih dogodkov. Zaradi pogostih tovrstnih sprememb reda letov je možnost dinamičnih sprememb oz. prilagajanja delovnih razporedov osebja in materialnih sredstev novim zahtevam zelo pomembna (Qi et al., 2004). Ročno razporejanje je v takšnih razmerah prepočasno in preveč podvrženo napakam zaradi stresa in pomanjkanja časa, zaradi česar je računalniška podpora razporejanju nujno potrebna.

Poslovanje letališča se deli na zračni del in na zemeljski del. v okviru zračnega dela razporejamo lete in posadke, medtem ko je na zemeljskem delu potrebno razporediti vso podporno službo, kot so stevardese, kontrolorji, gasilci, čistilci ter opremo, ki jo zemeljsko osebje potrebuje za svoje delo.

V okviru naše raziskave smo razvijali algoritme, ki izračunajo potrebe po posameznih vrstah delavcev in materialnih sredstvih za vsako minuto dneva in izdelajo predloge izmen za delo zemeljskega osebja na letališču Letališče Jožeta Pučnika Ljubljana. Osnova za razvoj algoritmov je heuristika, saj matematične metode za primer obravnavanega letališča niso uporabne. V članku so predstavljene pomembne tuje raziskave s področja razporejanja zemeljskih posadk letališč, ki smo jih uporabili pri razvoju algoritmov. V nadaljevanju članka je opisan problem razporejanja na letališču, ki smo ga reševali z razvojem novih algoritmov.

Za potrebe delovanja algoritmov smo razvili nov podatkovni model, in postopek priprave podatkov, potrebnih za razporejanje zemeljskih posadk. V članku so opisane tudi omejitve, ki jih morajo algoritmi upoštevati pri svojem delu. Postopek razporejanja se zaključi z izdelavo izmen, ki poteka v dveh fazah. V zaključnem delu članka so povzete naše glavne ugotovitve pri razvoju algoritmov in predstavljene možnosti za izboljšanje delovanja algoritmov in možnosti za prilagoditev algoritmov zahtevam drugih letališč.

## 2 Predhodne raziskave

Problemi razporejanja v letalski industriji so bolj zapleteni kot tradicionalni problemi razporejanja strojev. Medtem ko zaradi več sto let izkušenj za razporejanje strojev obstaja uveljavljen besednjak in sistem za opis problemov, je raziskav in prakse z razporejanjem v letalski industriji bistveno manj, terminologija za opisovanje problemov pa je manj standardizirana (Qi et al., 2004).

Večina prispevkov, nastalih na temo razporejanja v letališki dejavnosti, se osredotoča na razporejanje letov (Bianco et al., 2006; Qi et al., 2004) oziroma razporejanje posadk v letalih (Schaefer et al., 2005; Bian et al., 2005, Pinedo, 2005). Nekateri avtorji se ukvarjajo tudi z razporejanjem osebja na letališču.

Chu (2007) obravnava samo prtljažno službo na letališču v Hong Kongu. Algoritem, zasnovan na osnovi ciljnega programiranja, določi urne zahteve po osebju, sledijo dnevne potrebe in sestavljanje dnevnega razporeda.

Herbers (2005) v svoji tezi predstavlja modele in algoritme razporejanja zemeljskega osebja na letališču. Ukvarja se z optimizacijskimi problemi v različnih fazah planiranja. Tako predlaga postopke planiranja zahtev, planiranja izmen in sestavljanja razporedov.

Broggio et al. (1999) za problem razporejanja zemeljskega osebja na letališču razdeli pravila oziroma zahteve v dve skupini, trdna in mehka pravila. Problem razporejanja opredeli kot problem celoštevilčnega programiranja. Za reševanje problema uporabi tako polihedralen algoritem (orientiran k optimalnosti), kot tudi hevrstiko lokalnega iskanja (orientiran k robustnosti). Z združevanjem zagotovi optimalnost in robustnost rešitve.

Hasselberg (1999) rešuje problem razporejanja v dveh korakih. V prvem koraku iz opisa del definira bloke, nato pa v drugem koraku bloke določi posameznikom. Poleg usposobljenosti in zahtev po delovniku upošteva tudi prehode med posameznimi enotami ter stroške.

Bazargan (2004) v poglavju o planiranju delovne sile predstavlja matematične modele za planiranje zemeljskega osebja na letališču. Obravnava problematiko letališča JFK za eno letalsko družbo. Podane so zahteve po številu osebja, ne navaja pa, kako so prišli do podatka o zahtevanem številu oseb. Cilj modela je določiti minimalno število delavcev in določiti njihove delovne urnike, tako, da bodo izpolnjene zahteve po številu delavcev ob upoštevanju nekaterih omejitev (delovnik, število izmen, število zaporednih delovnih dni).

V literaturi najdemo veliko različnih predlogov reševanja problema razporejanja osebja na letališču z matematičnimi modeli. Pristopi k načrtovanju izmen in sestavljanju posadk pogosto uporabljajo domneve, katerih veljavnost je zelo omejena, ali pa se ukvarjajo s poenostavljenimi problemi, zato je njihova uporabnost v širši praksi omejena (Herbers, 2005). V obravnavanem primeru gre za majhno letališče, za katerega nobena od matematičnih rešitev ni primerna. Reševanja problema sestavljanja izmen in določanja razporedov se je treba lotiti hevrstično. Kot osnovo za definicijo hevrstike razporejanja smo povzeli ekspertno znanje vodij služb, ki razporejajo osebje na letališču in opredelili problem razporejanja.

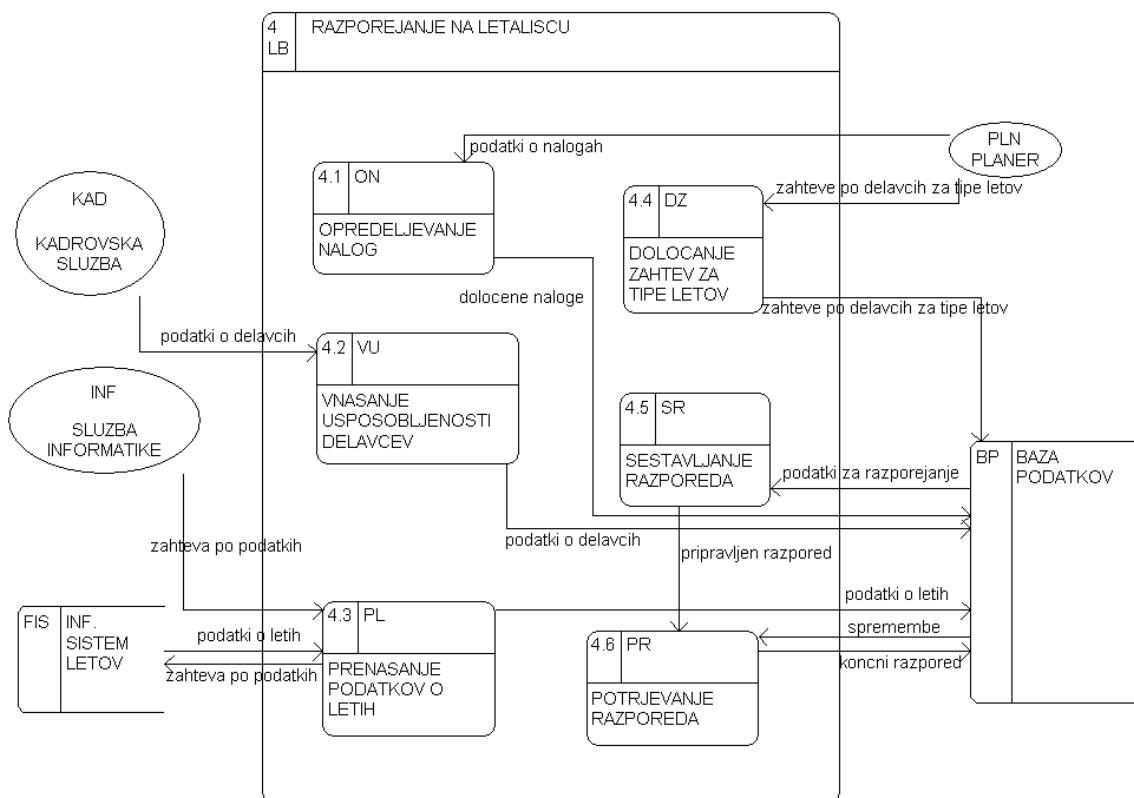
### 3 Problem razporejanja

Prihod in odhod letala zahtevata izvedbo določenega zaporedja nalog zemeljske posadke. Vsaka naloga ima predvideno trajanje in se izvaja v omejenem časovnem oknu med najzgodnejšim možnim začetkom naloge in najkasnejšim možnim zaključkom naloge. Čas za izvajanje nalog je določen s prisotnostjo letala, omejuje pa ga še predpisano zaporedje nalog. Zamude v letalskem prometu so zelo drage, zato je potrebno naloge izvesti v predpisanem času. Problem je torej, kako zagotoviti izvedbo vseh nalog z minimalno zasedbo osebja. Ker delavci ne morejo pričeti svoje izmene v poljubnem trenutku, dolžina izmene pa je navzgor in navzdol omejena, je naslednji problem, kako na podlagi gibanja potreb po delavcih postaviti izmene. Gibanje potreb po delavcih na letališču je sicer odvisno od razporeda letov in lastnosti letov, ki vplivajo na naloge in njihovo zaporedje ter število delavcev na posamezni nalogi.

Zahteve po osebju na posameznih delovnih nalogah se spreminjajo glede na različne kriterije. Poleg tipa letala vodje služb upoštevajo posebne zahteve posameznih prevoznikov. Pomembna je tudi destinacija leta. V primeru transfernih letov, t.j. krajših postankov letal, so zahteve po osebju običajno manjše. V splošnem smo za potrebe algoritma upoštevamo naslednje kriterije:

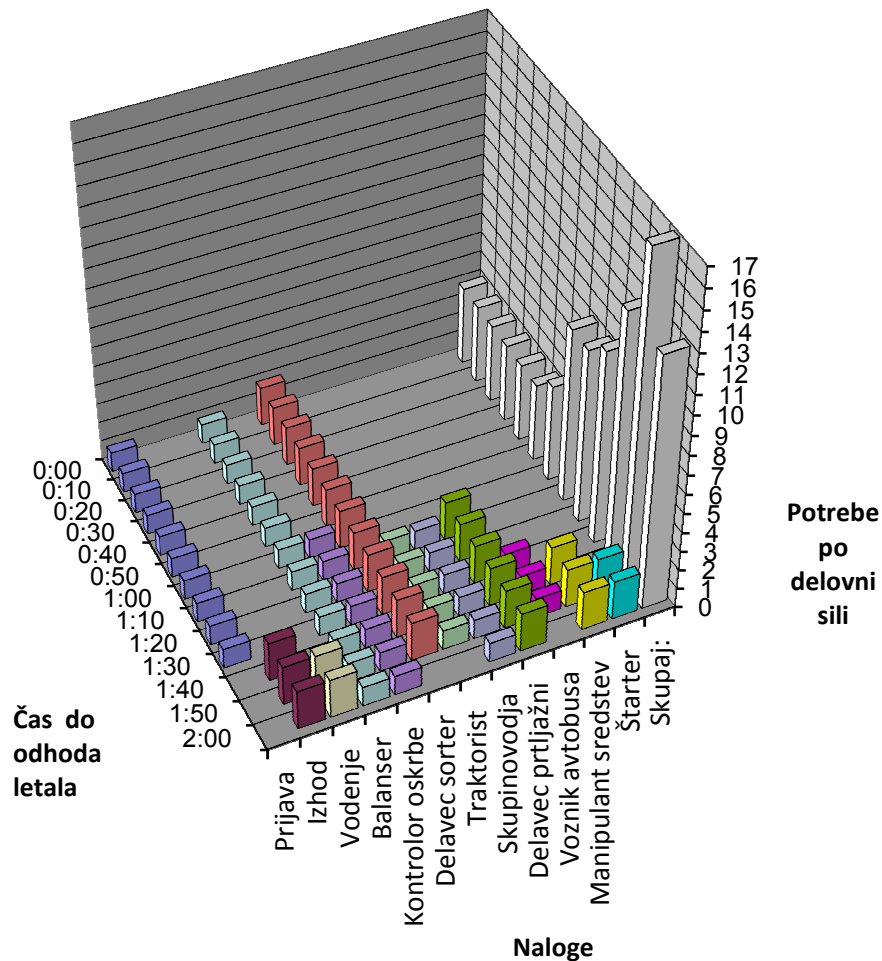
- ali gre za prihod ali odhod letala,
- tip prometa (predstavlja osnovni kriterij, privzete vrednosti za vse naloge),
- tip letala,
- prevoznik,
- destinacija.

Poleg števila delavcev so različni tudi časi, ki jih osebje potrebuje za opravljanje posamezne naloge na določenem tipu leta. Določene naloge se lahko tudi zamaknejo (kadar je odhod letala veliko kasnejši), zato osebje v tem času lahko prerazporedimo na druge, pomembnejše naloge. Proces razporejanja osebja in materialnih sredstev na letališču je prikazan na sliki 1. Pri izdelavi razporeda sodelujejo planer, kadrovska služba in služba informatike. Kadrovska služba skrbi za ažuriranje podatkov o delavcih, služba informatike za prenos podatkov o letih, razporede pa pripravlja planer.



**Slika 1: Proces razporejanja na letališču**

Primer rasporeda nalog in potreb po delovni sili za posamezne naloge prikazuje Slika 2, kjer lahko vidimo, da je za pripravo letala velikostne kategorije B (na primer Airbus 320) na odhod potrebno izvesti dvanajst različnih nalog, ki skupaj zahtevajo 17 delavcev. V primeru odhoda letala se čas meri v urah in minutah do predvidenega odhoda letala. Naloge se začno izvajati do dve uri pred odhodom letala. Na grafu na Sliki 2 je tako čas začetka izvajanja nalog označen z 2:00, čas odhoda letala pa z 0:00.



**Slika 2: Razpored nalog in potrebe po delovni sili za odhod letala velikostne kategorije B**

Naloge, ki jih je potrebno opraviti na letališču razdelimo na fiksne in operativne. Fiksne naloge so neodvisne od prometa na letališču, medtem ko je pri operativnih nalogah število ljudi odvisno od konkretnega prometa. Delavci lahko prehajajo med določenimi delovnimi nalogami znotraj skupine. V splošnem so naloge razdeljene na tri službe:

- Služba oskrbe letal,
- Služba oskrbe potnikov in
- Tehnično gasilska služba.

Vsaka od navedenih služb ima določene posebnosti, ki jih vodje služb upoštevajo pri sestavljanju dnevnih razporedov. Razpored sestavljajo za 14 dni vnaprej. Štirinajst dnevni razpored običajno velja z 90% verjetnostjo, zadnji popravki se dodajo dan prej, obstajajo pa tudi dnevne spremembe zaradi izrednih dogodkov. Izredni dogodki oziroma motnje nastanejo zaradi različnih razlogov. Schaefer et. al. (2001) delijo motnje na frikcijske (kratkotrajne; npr. čakanje na potnike, gneča na letališču, manjše okvare, lokalno slabo vreme) in resne motnje (dolgotrajne; resne okvare in velike nevihte). Odziv na izredne dogodke mora biti hiter, vodje služb so v večini primerov uspešni pri dinamičnih spremembah razporeda.

Vodje služb so do sedaj delavce razporejali ročno in pri tem uporabljali svoje izkušnje, formaliziranih algoritmov pa ne. Podatke o letih so dobili iz informacijskega sistema, nato pa ročno sestavili raspored. Računalniška podpora razporejanju orodij je bila omejena na osnovna pisarniška orodja, brez uporabe specializiranih orodij za razporejanje. Pri rasporedu so poleg zahtev, ki jih predstavljajo posamezni leti upoštevali usposobljenost osebja, tako formalno kot tudi neformalno. Znanje vodij služb in njihov postopek dela je tako potrebno formalizirati in predstaviti v splošni obliki. Prva faza v gradnji algoritma je opredelitev kriterijev razporejanja.

Podatke, ki jih potrebujemo za razporejanje, črpamo iz dveh različnih virov. Prvi je informacijski sistem (zbrani so podatki o letih in tudi kadrovski podatki), drugi pa ekspertno znanje razporejevalcev oziroma vodij služb.

### **3.1 Priprava podatkov za razporejanje**

Osnovni podatek, ki ga potrebujemo za razporejanje, je podatek o letu. Za potrebe delovanja algoritma se podatki o letih črpajo iz informacijskega sistema FIS (Flight Information System), ki vsebuje podatke o prihodih in odhodi letal. (še par besed o FIS? Je povezan z IS drugih letališč, predstavlja osnoven vir podatkov za delo letališča (info monitorji...)) Najpomembnejši atribut je šifra leta. Leti se delijo na prihode in odhode. Na podlagi šifre leta lahko ugotovimo, koliko časa se bo letalo zadrževalo na letališču. Čas ko je letalo na tleh nas zanima predvsem z vidika variabilnih nalog, to je delovnih nalog, ki se lahko opravijo tudi s časovnim zamikom.

Poleg podatka o vrsti leta so z vidika razporejanja pomembni tudi podatki o tipu prometa, tipu letala, destinaciji in prevozniku. Vsak od omenjenih kriterijev je namreč merilo za zahteve po osebju in delovnih sredstvi pri posamezni nalogi. Vse navedene podatke črpamo iz FIS. Vrstni red upoštevanja navedenih kriterijev se lahko spreminja in je določen s strani glavnega razporejevalca. Za vse službe je namreč vrstni red upoštevanja kriterijev enak.

Mason in Ryan (1998) sta za določanje minimalnih zahtev po osebju uporabila simulacijo, v našem primeru pa so vodje služb za vsakega od navedenih kriterijev podali zahteve po številu oseb, začetku naloge in trajanju naloge za prihode in odhode. Po začetnem preverjanju podatkov je bilo ugotovljeno, da podatki za določene naloge niso pravilni, saj je prihajalo do prevelikih zahtev po osebju. V teh primerih je bilo potrebno podatke spremeniti tako, da za nekatere od nalog ne potrebujemo cele osebe ampak se v primeru več istočasnih nalog oseba posveča dvema ali več nalogama hkrati. Tako je lahko potreba po delovni sili tudi manjša od enega delavca.

## **4 Algoritem določanja izmen**

Algoritem določanja izmen smo razvili na osnovi podatkovnega modela, ki izvira iz splošnega orodja za razporejanje osebja. Razviti algoritem je sestavljen iz dveh faz. V prvi fazi ugotovimo zahteve po delavcih, v drugi fazi pa upoštevamo še ročne popravke planerja. Fiksne naloge imajo izmene vnaprej določene, zato jih pri razporejanju rešujemo po posebnem algoritmu.

Posebna težava pri določanju potreb po delovni sili so dnevne konice zaradi variacij v pogostosti letov. Sezonske konice za dnevno planiranje izmen niso problem, ker trajajo dlje časa. Med dnevno konico potrebujemo dodatnih  $N$  ljudi, vendar za zelo kratek čas - bistveno manj, kot traja najkrajša možna izmena. Izziv optimizaciji je, kako zgladiti konice.

Za glajenje konic moramo imeti vsaj eno stopnjo svobode (možnost spreminjanja vsaj enega parametra). Stopnje svobode v našem primeru so:

- možnost prehajanja delavcev med različnimi tipi nalog znotraj posamezne skupine veččin in
- možnost premikanja posameznih nalog znotraj dovoljenega časovnega okna.

V nadaljevanju je predstavljen algoritem razporejanja za operativne naloge, ki so z vidika razporejanja bolj kompleksne.

#### 4.1 Prva faza algoritma

V prvi fazi algoritem pregleda vse podatke o letih. Nato pregleda vse naloge, ki jih je potrebno izvesti pri določenem letu. Za vsako nalogo, ki jo je potrebno opraviti na letu, se zapiše zahteva v posebno tabelo. Zapiše se število delavcev, ki jih potrebujemo za opravljanje naloge ter začetni in končni čas naloge. Na osnovi podatkov o letu se z upoštevanjem kriterijev kasneje zahteve spreminjajo.

Obstajajo različni tipi kriterijev, ki jih upoštevamo pri razporejanju. Kriterije v splošnem delimo na dve vrsti, absolutne kriterije, ki zamenjajo trenutni rezultat algoritma in relativni, ki prištevajo vrednosti trenutnim rezultatom algoritma. Najprej ugotovimo ali gre za prihod ali odhod letala. Pri razporejanju imajo prednost prihodi. Algoritem tako najprej razporedi delovno silo in opremo za vse prihode, nato obravnava še odhode letal.

Kriteriji nam povedo, kako je potrebno prilagoditi število delavcev in čas izvajanja njihove naloge posameznemu podatku o letu. Kriteriji določajo/spreminjajo en ali več podatkov (potrebno št. delavcev, začetni čas naloge, trajanje naloge) in imajo pozitivne ali negativne vrednosti. Končne vrednosti potreb po delavcih in časov dobimo tako, da upoštevamo vse podatke o letu (jih primerjamo s kriteriji). Prioritete določajo vrstni red upoštevanja kriterijev. Predvideno je, da imamo določen privzete vrednosti v t.i. »osnovnih kriterijih«, njihove privzete vrednosti določimo glede na tip prometa. Končni rezultat zahtev se vedno zaokroža navzgor, na celega delavca (v primeru da je zahteva 2.1 zaokrožimo na 3).

#### 4.2 Druga faza algoritma

V drugi fazi algoritem na podlagi zahtev in podatkov o kategorijah delavcev in delovnih sredstev določi delovne skupine ter kasneje z upoštevanjem dolžine in časov začetka izmen določi še izmene. Izmene se gradijo za vsako posamezno skupino znanj posebej.

##### **Optimiranje potreb po delavcih: Določanje delovne skupine**

Skupina znanj je množica nalog, ki jih lahko opravlja posameznik, ki je vezan na to skupino. Zakaj je to pomembno: če si sledita dve nalogi (lahko s premorom), ki spadata v isto skupino znanj, ju lahko opravi isti delavec - ne potrebujemo dodatnega delavca v izmeni. Stopnja svobode je torej menjava tipa nalog, ki jih opravlja en delavec znotraj ene izmene, oz. prehajanje med različnimi tipi nalog. Vsak posameznik je vezan na eno skupino veččin, posamezna izmena je prav tako vezana na eno skupino veččin.

Če je delovna skupina v isti skupini znanj, pomeni, da se bodo zaposleni lahko premikali med temi delovnimi skupinami. Tabela 1 prikazuje nekatera znanja in skupine, v katere jih razporedimo.

**Tabela 1: Nekatera znanja in skupine znanj.**

Znanje	Skupina znanj
Balanser	Balanser
Kontrolor oskrbe	Kontrolor oskrbe
Čistilec	Čistilec
Fekalist	Fekalist
Prtljažni delavec	Prtljažni delavec
Prijava	Stevardesa
Gate	Stevardesa

V standardnem primeru zaporedje delovne skupine določamo po naslednjem postopku:

- za vsak dogodek pogledamo ali zahteva kakšno znanje iz obravnavane skupine znanj
- za vsako delovno skupino moramo opredeliti katero delovno sredstvo bo uporabljala
- delovno sredstvo mora biti v času, ko bo delovna skupina aktivna, prosto
- v primeru da je v eni skupini znanj več znanj, jih združimo in tako omogočimo prehode znotraj skupine.

### **Optimiranje potreb po delavcih: variabilne naloge**

Delovne naloge, ki jih lahko premaknemo po časovni osi, imenujemo variabilne naloge. V primeru da imamo variabilno delovno nalogo, lahko premaknemo začetek dela, če v ustreznem času ni na voljo nobenega delovnega sredstva. Variabilne naloge lahko premikamo znotraj časovnega intervala, ki se izračuna na osnovi podatkov o prihodih in odhodih letal, kot je prikazano na sliki 2. Osnovna omejitev je prisotnost letala: čas med prihodom in odhodom letala. Vendar pa obstaja več omejitev, odvisnih od tipa naloge: ESBD, ESAA, LEAA in LEBD – te so odvisne od tipa nalog in predpisanega zaporedja izvajanja nalog.

Okno izvajanja naloge je tako opredeljeno s štirimi atributi:

- ESAA (najzgodnejši začetek po prihodu),
- LEAA (najkasnejši zaključek po prihodu),
- LEBD (najkasnejši zaključek pred odhodom) in
- ESBD (najzgodnejši začetek pred odhodom)

Pri računanju časovnega intervala okna za izvajanje naloge se upošteva manj ugodne čase (katerih rezultat bo krajši interval), pri čemer je zaradi spremenljivega časa med prihodom in odhodom letala potrebno primerjati absolutne čase (datum + ura) in ne neposredno vrednosti atributov.

Absolutni časi so:

$$T_{ESBD} = ST\_D + ESBD,$$

$$T_{ESAA} = ST\_A + ESAA,$$

$$T_{LEBD} = ST\_D + LEBD \text{ in}$$

$$T_{LEAA} = ST\_A + LEAA.$$

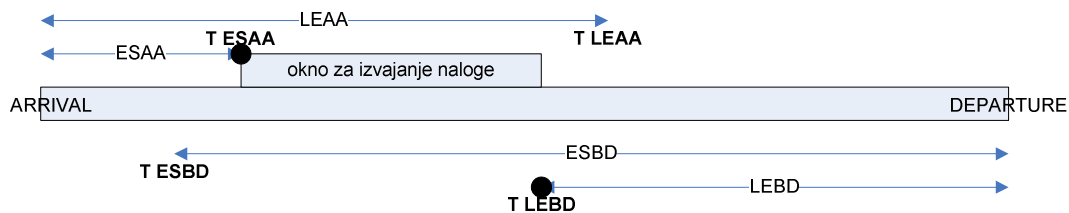


Primerjamo časa, ki definirata začetek intervala ( $T_{ESBD}$  in  $T_{ESAA}$ ) in časa, ki definirata zaključek intervala ( $T_{LEBD}$  in  $T_{LEAA}$ ), in izberemo kasnejši začetek in zgodnejši konec.

Torej, če je:

- $T_{LEBD} > T_{LEAA} \rightarrow$  uporabi  $T_{LEAA}$
- $T_{ESBD} > T_{ESAA} \rightarrow$  uporabi  $T_{ESBD}$

Okno za izvajanje nalog bo med  $T_{ESBD}$  in  $T_{LEAA}$ , kot prikazuje Slika 3.



**Slika 3: Okno za izvajanje variabilnih nalog.**

Druga posebnost so preobremenitve. Do preobremenitev delovnih skupin pride zaradi »špic«. Določena znanja namreč omogočajo preobremenitev zaposlenega na ta način, da hkrati obvladuje več zahtev. Primer takega znanja je znanje balanserja, ki lahko znotraj določenega časovnega okvira razporedi svoje delo na več letal. Preobremenitve rešujemo s fragmentacijo delovne skupine na ta način, da iščemo najmanj obremenjeno delovno sredstvo ali pa (v primeru da je več enako obremenjenih delovnih sredstev) tisto, ki se najprej sprosti. Podatek o maksimalni obremenitvi posameznega znanja je vedno podan.

### Določanje izmen

Ko so pripravljene podatki za vse delovne skupine, začnemo z povezovanjem skupin v izmene. Izmene gradimo za vsako skupino znanj posebej. Na seznamu poiščemo delovno skupino, ki se začne prva ter tako določimo začetek izmene. Poiščemo tudi koliko ljudi zahteva delovna skupina in na ta način dobimo število ljudi v izmeni. Algoritem prilagaja čase začetkov izmen na 30 minut. V primeru da naj bi se izmena dejansko začela ob 6:23, pred delovno skupino vrinemo še odmor, ki traja 23 minut in začetek izmene prestavimo na 6:00.

Izmena ima konstantno število zaposlenih. Za nadaljevanje izmene poiščemo delovno skupino, ki zahteva enako ali večje število ljudi. Včasih je potrebno med posamezne delovne skupine vrniti tudi odmore. Postopek dodajanja delovnih skupin nadaljujemo dokler dolžina izmene ne ustreza podatkom (minimalno in maksimalno trajanje izmene). Na koncu delovanja algoritma morajo biti vse zahteve delovnih skupin pokrite. Delovne skupine, ki so samo delno zasedene, je potrebno zapolniti z delavci iz drugih izmen. Če pri iskanju naslednje delovne skupine v izmeni ne najdemo delovne skupine z enakim ali večjim številom zaposlenih, potem je potrebno izmeno korigirati, tako da zmanjšamo število ljudi, ali pa jo zaključimo.

Izmene morajo zadostovati nekaterim osnovnim zahtevam:

- delež odmorov v izmeni ne sme večji od maksimuma

$$\text{MaksDeležOdmorov} = < 1 - \frac{\text{skupen čas vseh delovnih skupin v izmeni}}{\text{celotno trajanje izmene do tega trenutka}}$$

- podana je maksimalna dolžina odmorov v izmenah,

- upošteva se želeno trajanje izmene ter
- zeleni začetki in konci izmen v dnevu.

V primeru, da je za določeno delovno skupino primernih več izmen, izberemo najprimernejšo izmeno s pomočjo kriterijske funkcije. Kriterijska funkcija je vsota zmnožkov kriterijev in uteži.

$$\text{PrimernostIzmene} = (c_1 * w_1) + (c_2 * w_2) + \dots + (c_n * w_n)$$

V začetni fazi uporabe algoritma so definirani štirje kriteriji in sicer izkoristek časa, dolžina zadnjega odmora, dolžina izmene in ujemanje nalog. Uteži kriterijev določi razporejevalec.

$$\text{PrimernostIzmene}_A = (c_1 * w_1) + (c_2 * w_2) + (c_3 * w_3) + (c_4 * w_4)$$

kjer je:

$c_1 \rightarrow$  izkoristek časa

$c_2 \rightarrow$  dolžina zadnjega odmora

$c_3 \rightarrow$  dolžina izmene

$c_4 \rightarrow$  ujemanje nalog

Izmeno, ki ima do tega trenutka (začetka delovne skupine, ki ga uvrščamo v izmeno) najslabši izkoristek časa, določimo po formuli:

$$c_1 = 1 - \frac{\text{skupna dolžina vseh delovnih skupin v izmeni}}{\text{čas začetka obdelovane delovne skupine v izmeni} - \text{čas začetka prve delovne skupine v izmeni}}$$

Izmeno z najdaljšo dolžino zadnjega odmora izračunamo po formuli:

$$c_2 = \frac{\text{čas začetka obdelovane delovne skupine} - \text{čas konca zadnje delovne skupine v izmeni}}{\text{maksimalni odmor}}$$

Najkrajšo izmeno poiščemo po formuli:

$$c_3 = 1 - \frac{\text{čas začetka obdelovane delovne skupine} - \text{čas začetka prve delovne skupine v izmeni}}{\text{maksimalna dolžina izmene}}$$

Ujemanje nalog ugotavljamo po podobnosti nalog:

$$C4 = 1 \text{ če } \vartheta_{\text{hanje}} \text{ predhodni} = \vartheta_{\text{hanje}} \text{ od naslednji, } c4 = 0 \text{ če } \vartheta_{\text{hanje}} \text{ predhodni} \neq \vartheta_{\text{hanje}} \text{ od naslednji}$$

V primeru da je več izmen z enako vrednostjo kriterijske funkcije, izmeno izberemo naključno. Algoritem beleži število naključno izbranih izmen, da bo v prihodnje mogoče ugotoviti, ali so kriteriji ustrezno postavljeni, ali jih je smiselno dopolniti oziroma zamenjati.

## 5 Zaključek

Problemi razporejanja v letalski industriji so bolj zapleteni kot tradicionalni problemi razporejanja strojev. Medtem ko zaradi več sto let izkušenj za razporejanje strojev obstaja uveljavljen besednjak in sistem za opis problemov, je raziskav in prakse z razporejanjem v letalski industriji bistveno manj, terminologija za opisovanje problemov pa je manj standardizirana (Qi et al., 2004).

V okviru naše raziskave smo razvijali algoritme, ki izračunajo potrebe po posameznih vrstah delavcev in materialnih sredstvih za vsako minuto dneva in izdelajo predloge izmen za delo zemeljskega osebja na letališču Letališče Jožeta Pučnika Ljubljana. Osnova za razvoj algoritmov je heuristika, saj matematične metode za primer obravnavanega letališča niso uporabne.

V okviru razvoja sistema za razporejanje ljudi in materialnih sredstev smo razvili algoritme, ki omogočajo optimizacijo razporeda delovnih nalog, optimizacijo potreb po delovni sili in materialnih sredstev in načrtovanje delovnih izmen zemeljskih posadk na letališču. Rezultat dela algoritma so izmene in zahteve po številu oseb v izmenah. Na osnovi teh podatkov aplikacija za izdelavo poimenskih delovnih razporedov pripravi končni razpored ljudi in materialnih sredstev, pri čemer upošteva tudi usposobljenost in posebna znanja delavcev ter njihove želje. Algoritem sestavljanja izmen je fleksibilen, zato pričakujemo, da se v primeru načrtovane uvedbe dodatnega terminala na letališču algoritem ne bo spreminjal, pač pa se bodo spremenili samo vhodni podatki, torej kriteriji, njihove prioritete, zahteve po številu ljudi.

Algoritem je pri optimizaciji razporeda ljudi in delovnih sredstev omejen z obsegom nalog, ki omogočajo prehajanje delavcev med različnimi vrstami nalog in s postopkom določanja potreb po delovni sili za posamezno nalogo. Bolj podrobna členitev vrst nalog in znanj delavcev, ter bolj podrobno razločevanje med tipi letal in prevozniki bi omogočilo bolj natančno določanje potreb po delovni sili in s tem boljše možnosti za optimizacijo.

Algoritem temelji na heuristikah in strukturi služb, ki sta specifična za obravnavano letališče, vendar pa podobno organizacijo dela uporabljajo tudi druga letališča podobne velikosti, na primer v Salzburgu, Avstrija. Struktura in število služb letališča, kategorije letov in zaporedje ter zahteve delovnih nalog so zapisani v podatkih, in ne v podatkovnem modelu, zato bi po našem mnenju lahko algoritem prilagodili zahtevam drugih letališč že s spremembo samih podatkov.

## Literatura

- Air Transport Association (2008): Costs of Delays. Dostopno na:  
<http://www.airlines.org/economics/specialtopics/ATC+Delay+Cost.htm> (5.6.2008)
- Bazargan, M. (2004): Airline Operations and Scheduling. Cornwall: MPG Books Ltd.
- Bian (2005): Measuring the Robustness of Airline Fleet Schedules. V Kendall, G., Burke, E., Petrovic, S., Gendreau, M. (Uredniki), Multidisciplinary Scheduling: Theory and applications. New York: Springer.
- Bianco L., Dell'Olmo, P. in Giordani, S. (2006): Scheduling models for air traffic control in terminal areas. Journal of Scheduling, Vol. 9, No. 3, str. 223-253.
- Broggio, G., Paoletti, B., Felici, G. in Gentile, C. (1999): Solution Algorithms for Ground Staff Roster Planning (ALITALIA): Dostopno na:  
<http://www.agifors.org/document.go?documentId=1229&action=download>  
(11.1.2008)
- Burke, E., De Causmaecker, P., De Maere, G., Mulder, J., Paelinck, M. in Vanden Berghe, G. (2008): A Multi-Objective Approach for Robust Airline Scheduling. Computers and Operations Research. Dostopno na:  
<http://www.cs.nott.ac.uk/~ekb/Publications/klm.pdf> (14.1.2008)
- Chu, S.C.K. (2007): Generating, scheduling and rostering of shift crew-duties: Applications at the Hong Kong International Airport. European Journal of Operational Research Vol. Vol. 177, No.3, str. 1764-1778.
- Hasselberg, E. (1999): Ground Staff Scheduling at Göteborg-Landvetter airport. AGIFORS Operations Control Study and Ground Resources Joint Study Group Meeting. Dostopno na:

<http://www.agifors.org/document.go?documentId=1332&action=download>  
(10.1.2008)

- Herbers, J. (2005): Models and Algorithms for Ground Staff Scheduling on Airports. Doktorska disertacija. Aachen: Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. Dostopno na: [http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=974659916&dok\\_var=d1&dok\\_ext=pdf&filename=974659916.pdf](http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=974659916&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=974659916.pdf)  
(18.1.2008)
- Mason, A.J., Ryan, D.M. (1998), Integrated simulation, heuristic and optimisation approaches to staff scheduling. Operations Research, Vol. 46, No. 2, str. 1-15.
- Pinedo, M. (2002): Scheduling Theory, Algorithms and Systems. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Qi, X., Yang, J. in Yu, G. (2004): Scheduling Problems in the Airline Industry. Leung, J.Y-T. (Urednik), Handbook of Scheduling: Algorithms, Models, and Performance Analysis. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.
- Schaefer, A.J., Johnson, E.L., Kleywegt, A.J., Nemhauser, G.L. (2005): Airline Crew Scheduling Under Uncertainty. Transportation Science, Vol. 9, No. 3, str. 340-348.

# FARMAKOKINETIČNI IN FARMAKODINAMIČNI FIZIOLOŠKI MODELI – INTEGRALNE INFORMACIJSKE ENOTE V MEDICINSKIH SIMULATORJIH

## **Avtor**

Matej Mertik  
Matej.Mertik@fis.unm.si

## **Ustanova**

Fakulteta za informacijske študije  
Sevno 13  
Novo mesto

## **Avtor**

Miljenko Križmarić  
Miljenko.Krizmaric@uni-mb.si

## **Ustanova**

Univerza v Mariboru  
Fakulteta za zdravstvene vede  
Žitna 15  
Maribor

## **Povzetek**

*V prispevku bomo predstavili izzive in področje uporabe sodobnih informacijskih tehnologij v medicini pri testiranju in uporabi zdravil. Predstavili bomo modeliranje farmakokinetičnih in farmakodinamičnih (PK/PD) sistemov in njihovih lastnosti ter podrobneje opisali razvito programsko opremo, ki jo lahko uporabljamo pri gradnji PK/PD modelov. V članku bomo natančneje opisali karakteristike medicinskega simulatorja bolnika METI, ki ima integrirane PK/PD modele in omogoča vnos lastnih novih zdravil ter tako zagotavlja urjenje zdravstvenega osebja za pravilno uporabo zdravil z ustreznimi odzivi in ukrepanji ob neželenih učinkih, kar velja predvsem za hitro delujoča zdravila.*

Ključne besede: farmakokinetika, farmakodinamika, medicinski simulatorji

# PHARMACOKINETIC AND PHARMACODYNAMIC PHYSIOLOGICAL MODELS – INTEGRAL INFORMATION PARTS OF MEDICAL SIMULATORS

## **Abstract**

*This paper presents the challenges and the area of use of modern information technologies in medicine, in drug testing and use. Modelling of pharmacokinetic and pharmacodynamic (PK/PD) systems is presented along with the properties of systems and the software that can be used to build PK/PD models. The paper describes the characteristics of the medical patient simulator METI, which includes PK/PD models and allows entry of data describing new pharmaceuticals and provides pharmaceutical use training for medical staff, including response and action training for the case of unwanted side effects, which is especially important for fast acting pharmaceuticals.*

Keywords: pharmacokinetics, pharmacodynamics, medical simulators

# 1 Uvod

Medicinske simulatorje bolnika uporabljamo za urjenje zdravstvenega osebja, z namenom, da se udeležencem na učinkovit način predstavi potrebno znanje, in da pridobivajo veščine v kontroliranem okolju, kjer ne more priti do poškodb bolnika. V simulacijskem okolju študente, ali redno zaposlene zdravstvene delavce pripravljamo na krizne dogodke (situacije) s katerimi se lahko srečujejo v kliničnem okolju pri njihovem delu. Pri tem s pravnimi scenariji omogočamo zmanjšanje pojavljanja napak in neželenih dogodkov, ki lahko sicer nastanejo pri nepravilni uporabi zdravila (Kohn et al. 1999). Visoko tehnološko sofisticirani simulatorji bolnika imajo tako v ta namen že integrirane posebne informacijske enote, ki modelirajo porazdelitve in učinke zdravil – farmakokinetiko in farmakodinamiko (PK/PD). Ti modelsko zgrajeni simulatorji so primerni za scenarije, kjer želimo zdravstvene delavce na simulatorju pripraviti na pravilno uporabo zdravila in zmanjševanje napak pri njegovi uporabi.

Proizvajalci zdravil uporabljajo posebne specifične simulatorje, ki vsebujejo samo PK/PD modele. Za takšno vrsto simulacij potrebujemo le računalnik in ustrezno programsko opremo. Ta vrsta simulatorjev je primerna v začetnih fazah razvoja zdravil, preden le-ta preidejo v klinično uporabo. Simulacijski modeli pomagajo farmacevtom predikcijo porazdelitve novega zdravila in učinkov zdravila na človeško telo. S predikcijo optimiziramo varnost in učinkovitost, ter na ta način določimo optimalni odmerek zdravila (Migliorini, 2007).

Ko je zdravilo že enkrat na trgu jo mora uporabnik znati ustrezno aplicirati. Farmaceutske družbe imajo možnost, da preko medicinskih simulatorjev bolnika, ocenijo kako se aplicira njihovo novo zdravilo – ali se uporablja pravilno in v pravem času. Udeleženci simulacij pa tako dobijo veščine in znanje za pravilno aplikacijo tega zdravila in prepoznavo neželenih učinkov.

## 1.1 Farmakokinetični in farmakodinamični fiziološki modeli

Procesi v aplikaciji zdravil vsebujejo pretok in izmenjavo snovi znotraj organizma ali posamezne celice. Z matematičnim modeliranjem teh procesov se ukvarjata farmakokinetika in farmakodinamika (PK/PD). Farmakokinetika (PK) se osredotoča predvsem na časovne poteke pretokov in koncentracij zdravil v organizmu, farmakodinamika (PD) pa temu dodaja še učinke teh zdravil.

PK modeli poenostavijo biološko kompleksnost na ta način, da človeško telo razdelijo na prostore, ki so med seboj povezani. Časovni potek koncentracije zdravila se v vsakem prostoru izrazi s sistemom diferencialnih enačb. Kompleksnost takega sistema naglo narašča, če potrebujemo čim bolj natančni opis organizma. S PK modeli proučujemo procese absorpcije, porazdeljevanja, lokalizacije, kemičnih pretvorb in izločanja zdravil. Prostor (angl.: Compartment) je osnovni pojem farmakokinetike, ki predstavlja porazdelitveno prostornino za določeno zdravilo, torej prostornino, ki jo to zdravilo zavzema v telesu ali nekem organu. V nekaterih primerih, ko se zdravilo lahko nahaja v različnih stanjih (na primer v vezanem ali prostem stanju, v aktivnem ali neaktivnem stanju), z ločenimi prostori ponazorimo tudi vsako od možnih stanj tega zdravila (Vodovnik et al. 1998). Pri intravenski aplikaciji zdravila, se zdravilo najprej znajde v prvem prostoru – v krvni plazmi. Pri človeku z maso 70 kg, je ta prostor ocenjen z volumnom 3 litrov. Nato zdravilo prehaja preko kapilarnega endotela v drugi prostor kjer je zunaj-celična (intersticijska) tekočina prostornine 11 litrov. Od tam zdravilo nadaljuje pot preko lipidne membrane do ciljnega prostora, kjer učinkuje na celico. To je prostor znotraj-celične (intracelularne) tekočine in meri 28 litrov. Celotni volumen porazdelitve tako pri odraslem človeku znaša 42 litrov.

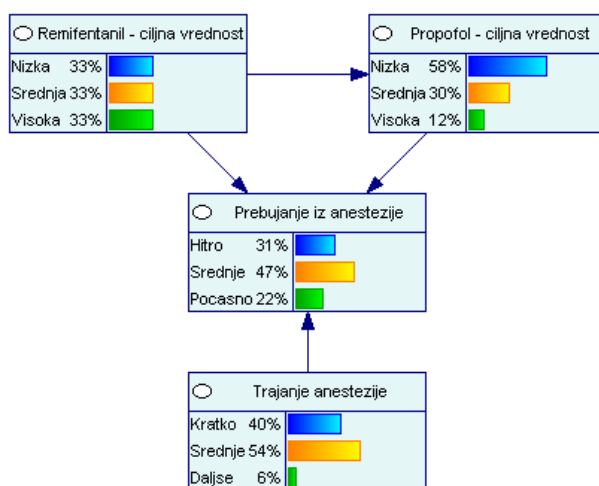
## 2 Programska orodja za modeliranje PK/PD

Informacijska podpora pri modeliranju PK/PD modelov je potrebna zaradi razumevanja povezav med odmerki in učinki zdravil. Računalniški modeli morajo čim bolj poenostaviti opise pojavov, ki jih opazujemo. Za zdravilo moramo poznati časovni potek njegove koncentracije, določiti ustrezne odmerke in intervale med odmerki.

*MATLAB-Simulink*, je programsko orodje s katerim lahko simuliramo PK/PD modele. Platforma je zasnovana na knjižnici PK/PD blokov, ki predstavljajo fiziološko strukturo (Roberts 2006, Wada et al. 1998). *Berkeley Madonna* je splošno programsko orodje za znanstvene izračune diferencialnih enačb v matematičnih modelih (Berkeley Madonna™). Deluje na Windows in Macintosh platformah. Podobna programska paketa sta *MLAB* in *GNU Octave* (MLAB™, GNU Octave™).

Razen splošnih orodij poznamo tudi specializirana programska orodja eksplicitno načrtovana za matematično modeliranje bioloških sistemov. *ADAPT II* je platforma za modeliranje PK/PD modelov za bazične in klinične raziskave v razvoju zdravil (ADAPT II™). *ModelMaker* ponuja modeliranje raznih sistemov z množico različnih funkcij (ModelMaker™). *NONMEM* je programsko orodje za analizo populacijskih PK/PD modelov (NONMEM™), za analizo kompleksnih sistemov je prav tako primerna *STELLA* (STELLA™). Podobne programske pakete najdemo pri drugih proizvajalcih, kot so *SAAM II*™, *acslX*™, *GastroPlus*™ in *Physiolab*™. Simulatorji se uporabljajo za vizualizacijo učinkov zdravil, sinergijo med različnimi zdravili, za določanje začetka in trajanja učinka, vsi parametri pa se lahko simulirajo v realnem času.

Načrtovanja interakcije med zdravili se lahko lotimo tudi s pomočjo hevrističnega pristopa Bayesovih verjetnostnih mrež. Bayesove verjetnostne mreže so grafične strukture, kjer vozlišča predstavljajo spremenljivke. Vozlišča so med sabo povezana s povezavami, ki kažejo na verjetnostno povezavo med vozlišči v kontekstu vzroka in posledice. Topologija Bayesove mreže je prikazana na sliki 1, kjer so predstavljena 4 vozlišča, ki smo jih povzeli po Bohtnerju (Bohtner et al. 2002).



**Slika 1: Bayesova verjetnostna mreža kot modeliranje interakcije dveh zdravil v anesteziji.**

Iz strukture mreže vidimo, da na čas prebujanja iz anestezije vplivata analgetik Remifentanil in anestetik Propofol. Prav tako vpliva na čas prebujanja bolnika iz anestezije, trajanje same

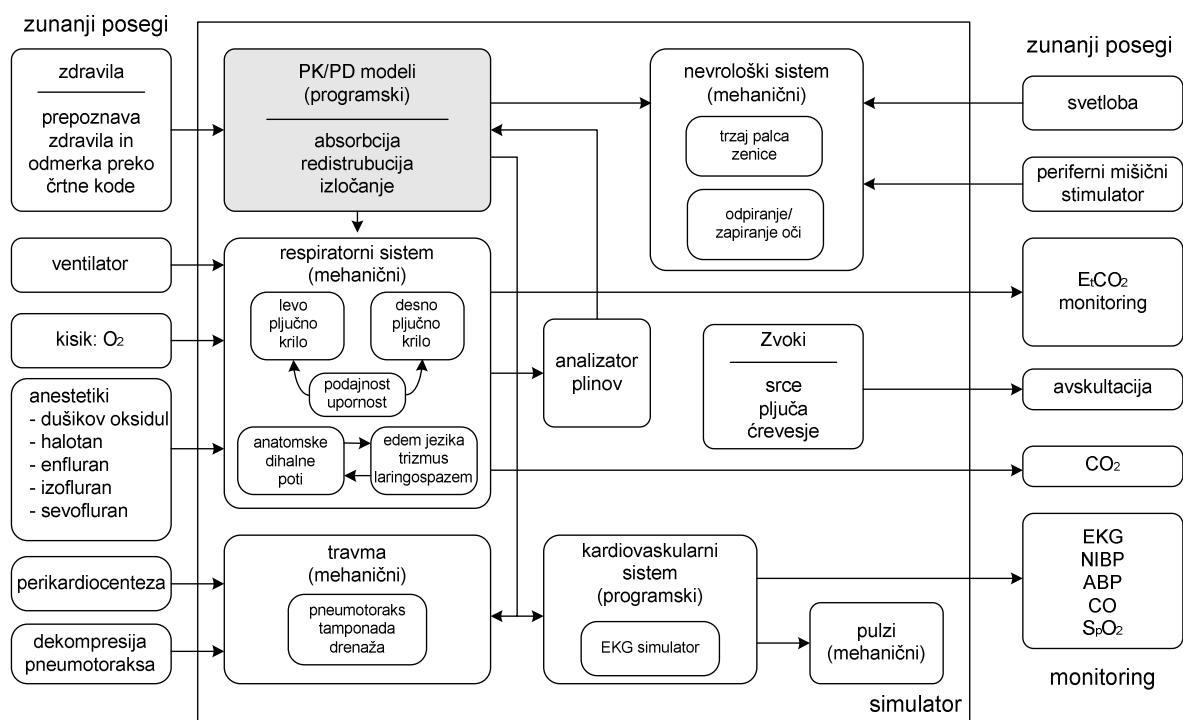


anestezije. Znotraj vsake spremenljivke so predstavljene apriori verjetnosti, ki se izračunajo iz podatkov.

### 3 Medicinski simulatorji

Za kvalitetno delo bodočih zdravstvenih delavcev je ključnega pomena dober izobraževalni pristop. Zaposleni v zdravstvu se sicer največ naučijo pri učenju ob bolnikih, vendar pristop poskusa-napake na bolniku zaradi etičnih načel ni mogoč.

Simulatorji se razlikujejo po kompleksnosti in se uporabljajo glede na zahtevnost samih simulacij (van Meurs et. al. 1997). Blokovna shema kompleksnega simulatorja *METI* (*METI*<sup>TM</sup>) je prikazana na sliki 2. Ta simulator bolnika ima že vgrajene farmakokinetične in farmakodinamične modele in se odziva na zdravila. Simulator vdihne kisik (zrak), izdihne pa ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>), ki ga izmerimo s kapnometrom/kapnografom. Matematični PK/PD modeli uvrščajo simulator v sam svetovni vrh komercialno dostopnih simulatorjev bolnika.



**Slika 2: Blokovna shema modelov simulatorja bolnika METI HPS.**

Poseben sistem na simulatorju služi za avtomatsko razpoznavanje apliciranih zdravil preko črtne kode in prepozna aplicirani odmerek zdravila. Simulator bolnika METI HPS, je simulator, ki zelo realno simulira človeške fiziološke in patofiziološke procese. Sestavni deli simulatorja so lutka v velikosti človeka, elektronski pnevmatski sistemi in nadzorni programski paket z računalnikom. Simulator je zgrajen modelsko, kar pomeni, da se fiziološka in patofiziološka stanja modelirajo glede na matematične enačbe, ki opisujejo procese kardiovaskularnega, respiratornega in nevrološkega sistema. Življenjski znaki simuliranega bolnika se spreminjajo glede na modele in glede na intervencije študentov, ki se izobražujejo na simulatorju. Pri simulacijah je mogoče uporabljati realne klinične monitorje različnih proizvajalcev, kjer se prikazuje neinvazivni krvni tlak (NIBP), invazivni krvni tlak (ABP), minutni iztis srca (CO), nasičenost krvi s kisikom (S<sub>p</sub>O<sub>2</sub>), pulz, EKG in telesna temperatura.

Simulator se avtomatsko odziva na neustrezno medikamentno terapijo. Prekoračitve odmerkov in premajhni odmerki zdravil so ustrezno modelirani in simulator reagira tako, da se njegovo stanje spreminja glede na dano zdravilo in odmerek. V programskem delu simulatorja imamo možnost sami vnašati parametre PK/PD modela. Na razpolago je enoprostorski, dvoprostorski in triprostorski model porazdelitve zdravil. Glede na dosežene vrednosti ciljnih koncentracij modeliramo dinamiko kot na primer spreminjanje krvnega tlaka, frekvence srca (HR), jakosti pulzov in podobno.

## 4 Razprava in zaključek

Čas, ki je potreben od odkritja novega zdravila in do vstopa na trg zajema povprečno 10-15 let (Migliorini, 2007). Ta čas je potreben za razvoj zdravila in za izvedbo vseh farmacevtsko-kemičnih, bioloških in mikrobioloških postopkov. V tem času se izvedejo tudi predklinične preiskave kot so farmakološko-toksikološka preskušanja. Stroški z razvojem in preskušanjem zdravila so visoki, predvsem v zadnjih fazah razvoja. Farmacevtske družbe zaradi zmanjševanja stroškov zato uporabljajo simulatorje v zgodnjih fazah razvoja zdravil.

V prispevku smo prikazali možnost uporabe simulatorjev v fazi, ko je zdravilo že na trgu. S pomočjo simulatorja se lahko zdravstveni delavci naučijo pravilno uporabiti zdravila najprej v simuliranem okolju, kjer lahko spoznajo njihove dejanske učinke, kar je želeno predvsem za hitro delujoča zdravila. Po drugi strani takšne simulacije povečujejo varnost in zanesljivost, saj se že zaposleno zdravstveno osebje tako lahko pripravi na nevarne situacije, ki so povezane z neželenimi in stranskimi učinki zdravil.

Simulator bolnika METI HPS (METI™) vsebuje približno 60 različnih modelov za IV vrsto zdravil, na katere ustrezno simulira fiziološke reakcije. Njegova dobra lastnost je, da nam pri tem omogoča, da lahko tudi sami vnesemo PK/PD parametre za novo zdravilo, ki ga še ni v simulatorju, in tako izvajamo šolanje zdravstvenega osebja za uporabo tega novega zdravila.

## Literatura

- acslX™ Mathematical Modeling and Simulation Software, AEGIS Technologies Group, Inc.:  
Dostopno na: <http://www.acslx.com/>
- ADAPT II™, Biomedical Simulations Resource (BMSR), University of Southern California:  
Dostopno na: <http://bmsr.usc.edu/>
- Berkeley Madonna™ University of California at Berkeley: Dostopno na:  
<http://www.berkeleymadonna.com/>
- Bothner, U, Milne, S.E., Kenny, G.N., Georgieff, M., Schraag, S. (2002): Bayesian probabilistic network modeling of remifentanyl and propofol interaction on wakeup time after closed-loop controlled anesthesia. *J Clin Monit Comput*, Vol 17, str. 31 - 36.
- GastroPlus™, Oral absorption and pharmacokinetic simulation software, Simulations Plus, Inc, Dostopno na: <http://www.simulations-plus.com/>
- GNU Octave™, GNU General Public License (GPL) Free Software Foundation, Dostopno na: <http://www.octave.org/>
- Kohn, L.T., Corrigan, J.M., Donaldson, M.S. (1999): *To Err is Human: Building a Safer Health System*, National Academy Press, Washington DC.
- METITM: Medical Education Technologies, Inc: [www.meti.com/](http://www.meti.com/)
- Migliorini C., (2007): *Roche Evaluates Drug Safety and Efficacy Using MathWorks Tools*, Dostopno na: <http://www.mathworks.com>.

MLAB™ – tool for mathematical and statistical exploration, Civilized Software, Inc.,  
Dostopno na: <http://www.civilized.com/>

ModelMaker™ Simulation and model analysis, AP Benson Ltd, ModelKinetix,  
FamilyGenetix: Dostopno na: <http://www.modelkinetix.com/>

NONMEM™ ICON Development Solutions and University of California at San Francisco,  
Dostopno na: <http://www.icondevsolutions.com/>

Physiolab™, Entelos, Inc., Dostopno na: <http://www.entelos.com/physiolabModeler.php>

Roberts S. (2006): Developing Pharmacokinetic and Pharmacodynamic Models in Simulink.  
The MathWorks News&Notes, [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com).

SAAM II™, University of Washington: Dostopno na: <http://depts.washington.edu/saam2/>

STELLA™ Systems Thinking for Education and Research, isee systems, inc: Dostopno na:  
<http://www.iseesystems.com/>

van Meurs, W.L., Good, M.L., Lampotang, S. (1997) Functional anatomy of full-scale patient  
simulators. J Clin Monit, Vol 13, str. 317 - 324.

Vodovnik L., Miklavčič D., Kotnik T. (1998): Biološki sistemi, Fakulteta za elektrotehniko,  
Ljubljana.

Wada, D.R., Stanski, D.R., Ebling, W.F. (1995) A PC-based graphical simulator for  
physiological pharmacokinetic models, Comput Methods Programs Biomed, Vol 46,  
str. 245 - 255.

WinNonlin™, Pharsight Corporation, Dostopno na: <http://www.pharsight.com/>



# RAČUNALNIŠKI PROGRAM ZA VEČKRITERIJSKO ODLOČANJE NA OSNOVI METODOLOGIJE DECAID

## **Avtor**

Marjan Brelih  
Marjan.Brelj@prosoftlab.com

## **Ustanova**

- 1) EL-TEC MULEJ d.o.o. Bled, Slovenija
- 2) Pro SoftLab, Slovenija

## **Avtor**

mag. Uroš Rajkovič  
Uros.Rajkovic@fov.uni-mb.si

## **Ustanova**

Univerza v Mariboru  
Fakulteta za organizacijske vede  
Kranj

## **Povzetek**

*Prispevek opisuje programsko rešitev za podporo večkriterijskemu odločanju na osnovi metodologije Decaid. Gre za posodobitev programa predvsem v pogledu grafičnega uporabniškega vmesnika, neomejenosti pri drevesni strukturi kriterijev in razširitev palete analiz. Pri tem so ohranjene prednosti izvirnega programa, ki ob novih analizah ter grafičnih prikazih omogoča širšo uporabo. Prispevek zaključuje analiza SWOT in načrt dela v prihodnje.*

Ključne besede: večkriterijsko odločanje, pomoč pri odločanju, prototip, Decaid

## MULTICRITERIA DECISION SUPPORT APPLICATION BASED ON THE DECAID METHODOLOGY

### **Abstract**

*Title: Software Tool for Multi-attribute Decision Support Based on Decaid Methodology*  
*The article describes a new software solution - a decision support system for multicriteria decision making. It is based on methodology Decaid. The proposed solution brings a new graphical user interface, unlimited structuring of criteria in a tree-structure and a broad range of analyses. However, all the basic functionalities of the Decaid methodology are included. Together with the added possibilities of extensive analyses we bring it closer to a wider range of users and towards a more professional use. It has been critically assessed by means of SWOT analysis. Conclusion includes the plan of future steps in the development of the final product.*

Keywords: multicriteria decision making, decision aid, prototype, Decaid

# 1 Uvod

Odločanje je kompleksen proces, zato si velja pomagati s prednostmi sodobne informacijsko-komunikacijske tehnologije in z metodami večkriterijskega odločanja. Na ta način povečujemo lastne miselne zmogljivosti in pojasnujemo odločitve na osnovi transparentnih procesov odločanja (Klein in Methlie 1990; Bohanec 2006).

Med najpogostejšimi razlogi za omejeno rabo orodij za večkriterijsko odločanje najdemo zahtevnost uporabe orodij, odmik v posvečanju pozornosti k orodju namesto k problemu in odločitvenemu procesu (Jakson 1999; Gradišar e tal. 2005).

Cilj razvoja nove programske rešitve je bil poiskati srednjo pot, s čimer bomo orodje bolj približali uporabnikom.

## 2 Proces odločanja

Vsakodnevno se srečujemo z odločanjem, večinoma s preprostimi rutinskimi odločitvami, ki se jih pogosto ne zavedamo. Nema lokrat pa naletimo na pomembne življenjske odločitve, ki zahtevajo od nas težavne in tehtne premisleke. Tudi v poslovnem svetu in pa tudi na drugih področjih se srečujemo tako z enostavnimi, hitro rešljivimi problemi, kot tudi s težkimi problemi skupinskega odločanja (Bohanec in Rajkovič 2005).

Pri večkriterijskem odločanju moramo slediti naslednjim fazah odločitvenega procesa:

1. faza: identifikacija odločitvenega problema,
2. faza: identifikacija alternativ,
3. faza: razgradnja problema in modeliranje,
4. faza: vrednotenje, analiza in izbira alternativ in
5. faza: realizacija odločitve.

Pri prvi fazi je pomemben premislek, če je problem dovolj kompleksen, da ga je smiselno reševati na sistematičen način. Potrebno je določiti predmet odločitve, o čem se odločamo in zakaj. Definiramo cilje, ki jih želimo doseči. Določimo tudi odločevalca, to je tisti, ki bo definiral kriterije, ocenil primernost alternativ ter sprejel odgovornost za odločitev in njeno realizacijo.

V drugi fazi poiščemo alternative, med katerimi želimo izbirati. Navadno jih želimo definirati čim več, saj to povečuje možnosti za izpolnitev ciljev. V tej fazi je ključnega pomena, da ne spregledamo nobene alternative. Ta faza ni nujno predhodnik tretje faze, vendar smo vrstni red povzeli po metodologiji Decaid in sodobni literaturi.

V tretji fazi odločevalec zgradi odločitveni model, s katerim ovrednoti in primerja alternative med seboj. Za gradnjo večkriterijskega drevesno strukturiranega modela je ključno vprašanje, kako lahko problem poenostavimo oz. ga razdrobimo na več enostavnejših problemov. Rezultat razgradnje lahko opišemo s hierarhijo opisnih spremenljivk ali pa kot zaporedje odločitvenih vozlišč v drevesni strukturi kriterijev. Za vsak kriterij tudi določimo, katere vrednosti so najbolj in katere najmanj zaželene.

V tesni povezavi s kriteriji so preference – mnenje odločevalca o zaželenosti posameznih alternativ ter o pomembnosti posameznih kriterijev. Preference lahko izrazimo z medsebojno primerjavo alternativ oz. z opredelitvijo vplivov odločitvenih parametrov na končno oceno alternativ (npr. z utežmi ali odločitvenimi pravili).

V četrti fazi z modeli ovrednotimo alternative in tako za vsako alternativo pridobimo oceno kvalitete oz. koristnosti glede na zastavljene cilje. Na osnovi teh izračunov lahko alternative

uredimo po zaželenosti od najboljše do najslabše. Modele lahko uporabimo tudi za analize in simulacije. To igra ključno vlogo pri odločitvenem procesu, saj sama končna ocena le redko ponudi celovito sliko o posamezni alternativni in posledicah take odločitve. Smiselno je ugotoviti podlago, na osnovi česa je bila pridobljena ocena in ali ustreza danim ciljem. Razumeti moramo, pod kakšnimi pogoji se lahko spremeni in kaj to pomeni za odločitev. Pri alternativah nas zanimajo njihove bistvene prednosti in slabosti ter tiste lastnosti, ki najbolj vplivajo na končno oceno. V praksi to pogosto realiziramo z vračanjem v eno od prejšnjih faz v procesu odločanja.

Zadnja, peta faza, ni del procesa, pač pa je rezultat odločitvenega procesa in pomeni udejanjanje oz. implementacijo izbrane odločitve.

### **3 Metoda dela**

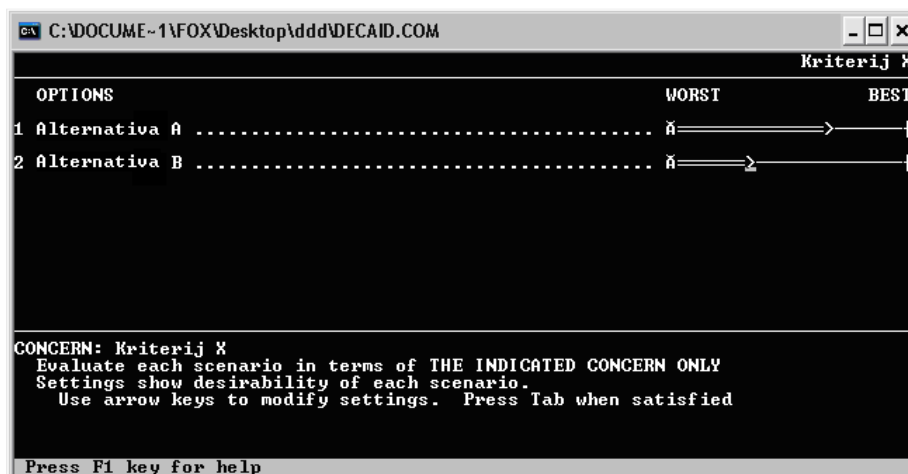
Dokument FURPS za razvoj nove programske rešitve je bil zasnovan na kritičnih ocenah nekaterih obstoječih orodij/metodologij: Abacon, numerična preglednica, DEX, DEXi, Verdana, Decaid in HiView (Jereb, Bohanec in Rajkovič 2003; Bohanec 2006). Program v osnovi sledi metodologiji Decaid, dopolnjen pa je predvsem z analizami, ki jih najdemo v drugih metodologijah.

Prototip je bil razvit v okolju Microsoft Visual Studio .NET 2005 in je prilagojen za okolje Microsoft Windows.

### **4 Metoda Decaid**

Decaid je program za pomoč pri večkriterijskem odločanju, ki je osnovan na dvonivojski drevesni strukturi kriterijev ter izračunava rezultate na osnovi utežene vsote. Z dvonivojsko strukturo (*concern* – kriterij na prvem nivoju, *attribute* – kriterij na drugem nivoju) so omogočene nekatere prednosti hierarhične strukture kriterijev (Bohanec in Rajkovič 2005), hkrati pa zadeva ostaja enostavna. Enostavnost je podprta tudi z uporabniškim vmesnikom, ki vodi uporabnika po korakih odločitvenega procesa od opisa alternativ, opisa kriterijev, ocenjevanja alternativ po končnih kriterijih v drevesni strukturi, prikaza rezultatov in možnost uporabe različnih analiz. Na začetku vsakega koraka s kratkimi navodili seznanijo uporabnika o posamezni fazi procesa.

Program je napisan v okolju DOS. Uporabnik vnaša vrednosti kot relativne ocene in sicer primerja alternative za posamezen kriterij (slika 1). Z drsnikom določena pozicija je nato numerično ovrednotena in se kot taka uporablja v izračunih končne ocene. Gre za grafičen način rangiranja alternativ.

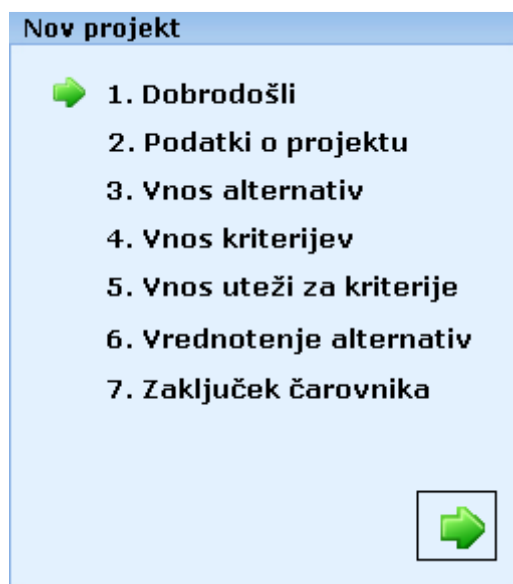


**Slika 1: Ekranska slika izvornega programa za ocenjevanje alternativ za izbran kriterij**

Sodobna informacijska tehnologija omogoča prenavo programa in odpira možnosti za nadgradnje v smislu grafičnih prikazov rezultatov in analiz. Predstavljena rešitev zato ni le prirejen program za sodobno okolje, ampak predstavlja prenovljeno orodje z dodatnim naborom analiz in uporabniku prijaznejšim vmesnikom.

## 5 Opis prototipne rešitve

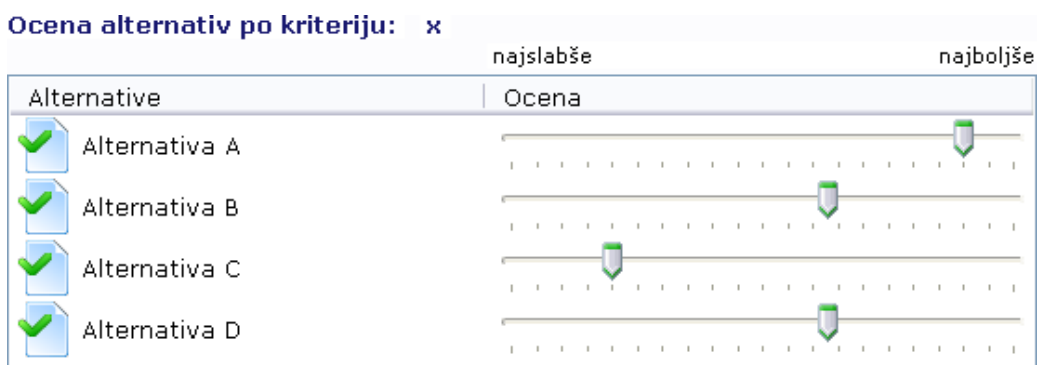
Predlagana rešitev uporabnika vodi po odločitvenih korakih, pri čemer so opisi nekoliko skrajšani. Dodan je meni z vsemi koraki procesa, v katerem uporabnik ves čas vidi, kje v procesu se trenutno nahaja (slika 2).



**Slika 2: Osnovni meni, ki nas vodi po korakih procesa**

Drevesna struktura kriterijev je za razliko od starega programa tudi grafično prikazana in ni omejena na dvonivojsko strukturo kriterijev. Kriterijem tako kot v Decaidu določimo najslabšo in najboljšo zalogo vrednosti, obe opisno (slika 3).





**Slika 3: Ekranska slika prototipne rešitve za ocenjevanje alternativ za izbran kriterij**

Pri vsakem končnem kriteriju nato opišemo vsako od alternativ na grafičen način, pri čemer se vrednost drsnika pretvori v numerično vrednost, pri čemer 0 točk predstavlja najslabšo možno oceno, 100 točk pa najboljšo.

Na podoben način podamo tudi uteži kriterijev, ki izhajajo iz skupnega nadrejenega kriterija v drevesni strukturi kriterijev. Tako pridobimo potrebne vrednosti za izračun končne ocene po metodi utežene vsote.

Poleg končne ocene pa nas zanima tudi transparentnost modela, kako smo prišli do te ocene, ter različne analize, s katerimi lahko pridobimo dodatne informacije za pomoč odločevalcu.

Končni rezultat je prikazan grafično skupaj s številčnim rezultatom, ki nam omogoča razlikovanje med alternativami s podobnimi končnimi ocenami. Barve na grafu razlikujejo najslabšo in najboljšo alternativo od preostalih (slika 4).

Vrednotenje		
Alternative	Vrednotenje	
Alternativa A	45,00	
Alternativa B	31,50	
Alternativa C	10,00	
Alternativa D	31,50	

**Slika 4: Rezultat odločitvenega modela je graf, ki prikazuje končne izračunane vrednosti za posamezne alternative**

Analize so v uporabniškem vmesniku razdeljene v tri sklope:

- kaj-če analiza,
- grafični prikazi in
- tabelarični prikazi.

Pri kaj-če analizi nas lahko zanima, kako se odraža na končni oceni, če določeni alternativni spremenimo določeno oceno oz. če spremenimo uteži kriterijev. Prva možnost je realizirana s podvojevanjem obstoječe alternative skupaj z vsemi njenimi ocenami, z možnostjo spreminjanja ocen za končne kriterije. Druga možnost je realizirana s podvojevanjem celotnega modela in ponovitvijo faze, pri kateri podamo lokalne uteži kriterijev v drevesni strukturi.

Grafični prikazi omogočajo:

- tortni diagram za prikaz globalnih uteži kriterijev,
- polarni grafikon za primerjavo izbranih alternativ po izbranih kriterijih,
- primerjavo dveh alternativ,
- prikaz ocen alternativ po vseh kriterijih brez upoštevanja uteži kriterijev,
- občutljivostna analiza in
- določanje pareto-optimalnih točk.

Tortni diagram prikaže globalne uteži kriterijev na posameznem nivoju v drevesni strukturi. To pomeni, da drevo na zelenem nivoju prerežemo oz. odrežemo tiste veje, ki segajo v sami strukturi globlje. Tako imamo na vsakem višjem nivoju večje število kriterijev, vsota vseh globalnih uteži pa je vedno 100%.

Primerjava dveh alternativ nam prikaže razlike prednosti in slabosti prve glede na drugo alternativo. Gre za razlike v ocenah pri posameznih kriterijih.

Prikaz ocen alternativ po vseh kriterijih ne upošteva uteži kriterijev, da lahko razberemo razlike tudi pri kriterijih z manjšimi utežmi. Gre za grafikon, ki je podoben metodologiji Abacon.

Občutljivostna analiza prikaže možne končne ocene vseh alternativ, če bi pri izbranem kriteriju spreminjali uteži od 0% do 100%. Ti diagrami nam prikažejo, pri kakšnih spremembah uteži za posamezen kriterij bi se le-te odrazile v končnem rangiranju alternativ. S to vrsto analize lahko nadomestimo kaj-če analizo za spreminjanje uteži posameznega kriterija.

Pareto-optimalne alternative so tiste, ki so od drugih boljše vsaj v enem pogledu oz. po enem kriteriju, po nobenem drugem kriteriju pa od njih niso slabše. Končno rešitev velja iskati med pareto-optimalnimi alternativami, vendar jih analiza prikazuje le v oziru na dva izbrana kriterija.

Vse analize je možno vključiti v poročilo in predstavljajo osnovno orodje za pomoč odločevalcu pri odločanju.

## **6 Analiza SWOT**

Kritičen pristop je pomemben tako pri odločanju, kot tudi pri analizi predlagane rešitve. Kritična ocena prototipa je predstavljena v obliki analize SWOT.

Prednosti:

- enostavna uporaba programa s pomočjo čarovnika,
- ni zahtevano poglobljeno znanje o odločitvenem procesu,
- vnos pomembnosti kriterijev in ocen alternativ je realiziran z drsniki.

Slabosti:

- program ni primeren za kompleksne odločitve (zaradi narave utežene vsote),
- ne moramo vnašati natančnih – točno določenih kvantitativnih vrednosti.

Priložnosti:

- uporabnost programa v izobraževalnih ustanovah,
- program naj bi uporabljalo več ljudi zaradi enostavnosti,
- boljše odločitve posameznikov (uporabnikov programa),
- odločitveni proces posameznika bo podprt z analizami in dokumenti.

Nevarnosti:

- preveč tehničen pogled posameznika na proces odločanja,
- kar bi lahko podaljšalo odločitvene procese ter
- nevarnost zmotnega mišljenja, da se program odloča namesto posameznika.

## 7 Zaključek

V članku je predstavljen program za izgradnjo večkriterijskih odločitvenih modelov na osnovi metode Decaid. Rešitev omogoča izgradnjo sistemov za podporo odločanju, ki podpirajo odločevalca in mu s transparentnostjo odločitvenega procesa, z zagotavljanjem sistematičnega pristopa in z možnostjo različnih analiz omogočajo podrobnejši vpogled v sam proces odločanja in s tem pomagajo poiskati boljše odločitve (Jakson 1999; Marakas 1999). Gre za proces analiziranja vhodnih podatkov z namenom pridobivanja novih informacij o odločitvenem procesu in ne za kakršnokoli obliko nadomeščanja človeka, ki v procesu odločanja vedno igra zadnjo besedo in se seveda samostojno odloča. Namen takih orodij ni povečati učinkovitost, pač pa izboljšati kvaliteto in uspešnost odločitev (Zorman et al. 2003).

Program je trenutno v fazi uvajanja v izobraževalni proces na Univerzi v Mariboru, Fakulteti za organizacijske vede, in bo testiran na praktičnih primerih v okviru diplomskih nalog. Na tej osnovi bodo zasnovane izboljšave, ki bodo vedno dostopne na spletni strani programske rešitve: <http://www.prosoftlab.com/produkti/sidx.aspx>.

## Literatura

- Bohanec, M., Rajkovič, V., (2005) Večparametrski odločitveni modeli, Organizacija, Kranj.
- Bohanec, M., (2006) Odločanje in modeli, DMFA Založništvo, Ljubljana.
- Gradišar, M., Jaklič, J., Damij, T., Baloh, P. (2005) Osnove poslovne informatike. Ekonomska fakulteta, Ljubljana.
- Jackson, P., (1999), Introduction to Expert Systems. Third edition. Addison-Wesley.
- Jereb, E., Bohanec, M., Rajkovič, V., (2003) DEXi – računalniški program za večparametrsko odločanje, Moderna organizacija, Kranj.
- Klein, M., Methlie, L.B, (1990) Expert Systems: A Decision Support Approach, Addison-Wesley.
- Marakas, G.M., (1999) Decision Support Systems in the 21st Century, Prentice Hall.
- Zorman, M., Podgorelec, V., Lenič, M., Povalej, P., Kokol P., Tapajner, A., (2003) Inteligentni sistemi in profesionalni vsakdan, Center za interdisciplinarne in multidisciplinarne raziskave in študije, Maribor.



# KONCEPT E-ŠTUDIJA PRI PREDMETU MATEMATIKA

## **Avtorja**

Maja Fošner  
Maja.Fosner@uni-mb.si

Marjan Sternad  
Marjan.Sternad@uni-mb.si

## **Ustanova**

Univerza v Mariboru  
Fakulteta za logistiko  
Mariborska cesta 7  
Celje

## **Povzetek**

*V prispevku je predstavljen e-študij in priprava e-gradiv na Fakulteti za logistiko. E-študij je oblika posrednega oziroma indirektnega izobraževanja, kjer sta učitelj in študent med seboj fizično ali tudi časovno ločena. Znanje je posredovano študentom večinoma z mediji, za razliko od klasičnega izobraževanja, kjer učitelj posreduje znanje študentom v predavalnici in je zato potrebna fizična prisotnost učitelja ter študenta ob istem času v istem prostoru. Posebej je opisan potek e-študija pri predmetu matematika.*

Ključne besede: e-študij, e-gradivo, matematika

# E-STUDY CONCEPT IN MATHEMATICS CLASS

## **Abstract**

*Paper presents e-study and e-material at the Faculty of Logistics. E-study is a form of indirect education, where the teacher and student are separated by space, and possibly also by time. Knowledge is mostly transferred to students via media, unlike conventional education, where a teacher transfers knowledge to students in a classroom, and therefore the physical presence of both teacher and students is required in the same place at the same time. Paper is focused on the e-study process at a mathematics class.*

Key words: e-study, e-materials, mathematics

## 1 E-študij

E-študij (e-izobraževanje, e-učenje) je izobraževanje s pomočjo informacijsko komunikacijske tehnologije. Pojavlja se v različnih oblikah: spletno učenje, e-komunikacija, virtualna učilnica, računalniško podprta interaktivna komunikacija itd. Nanaša se na uporabo elektronskih medijev v različne izobraževalne namene, od uporabe informacijsko komunikacijske tehnologije v klasični učilnici, do komunikacije na daljavo. V svetovnem merilu e-študij ni več novost. Pojavlja se v večini razvitih držav po svetu, predvsem na področju izobraževanja odraslih in na visokošolski ravni. V sodobnem svetu je ta način študija že uveljavljena oblika izobraževanja, ki je enakovredna tradicionalnemu izobraževanju.

E-študij, ki poteka po internetu, se kot oblika izobraževanja na daljavo precej razlikuje od tradicionalnega, ki poteka v tradicionalnih učilnicah. S pomočjo e-študija udeleženci osvojijo nove tehnike učinkovitega učenja, drugače komunicirajo med seboj in tudi bolj aktivno pristopijo k izobraževanju. Na ta način se lahko naučijo še več, na razpolago imajo različne možnosti, ki jih ponuja internet, učijo se lahko v lastnem ritmu, kadarkoli in kjerkoli, več in bolje lahko sodelujejo s svojim mentorjem in kolegi. Vse to vpliva na večjo motiviranost udeležencev e-študija, študij postane bolj atraktiven, poučevanje pa kakovostnejše.

E-študij je oblika posrednega oziroma indirektnega izobraževanja, kjer sta učitelj in študent med seboj fizično ali tudi časovno ločena. Znanje je posredovano študentom večinoma z mediji, za razliko od klasičnega izobraževanja, kjer učitelj posreduje znanje študentom v predavalnici in je zato potrebna fizična prisotnost učitelja ter študenta ob istem času v istem prostoru.

Moodle je prosto dostopno odprto kodno spletno učno okolje za podporo izobraževalnega kot tudi sodelovalnega dela, je sistem za upravljanje učnih predmetov, tečajev, seminarjev in podobno. Je modularno, objektivno usmerjeno dinamično učno okolje z velikimi možnostmi upravljanja vsebine. Za uporabo tega spletnega učnega okolja potrebujemo samo računalnik z dostopom do spleta in brskalnik kot sta na primer Mozilla Firefox in Internet Explorer. Danes Moodle uporabljajo po vsem svetu, v številnih izobraževalnih ustanovah, podjetjih in organizacijah. Uporabniški vmesnik Moodla je preveden v več kot 70 jezikov, kar še dodatno pomaga k širitvi njegove uporabe. Z lokalizacijo Moodla v slovenščino postaja to spletno učno okolje zanimivo tudi za slovenske izobraževalne in neizobraževalne organizacije v Sloveniji. Več podatkov o Moodlu lahko bralec pridobi na spletni strani <http://moodle.org>.

## 2 E-gradiva

E-gradivo je učno gradivo za e-študij, ki se po svoji vsebinski zasnovi bistveno ne razlikuje od klasičnega, tiskanega študijskega gradiva. Dejansko mora biti e-gradivo zasnovano po enakih načelih. Torej, pri pripravi tovrstnega gradiva moramo upoštevati sledeče:

- cilji programa morajo biti jasno zastavljeni,
- vsebina mora biti razdeljena v zaokrožena poglavja oziroma učne enote,
- poglavja oziroma učne enote morajo biti vsebinsko in didaktično zasnovane na način, ki učencu omogoča kakovostno samostojno učenje.

V primerjavi s tiskanim učbenikom ima interaktivno, multimedijsko učno gradivo za e-študij vse prednosti, ki jih omogoča informacijska komunikacijska tehnologija. Razen tekstovnega dela lahko zajema: zvočne zapise, video posnetke, računalniške animacije, računalniške simulacije, interaktivnost, ki omogoča preprosto in hitro povratno informacijo pri vajah in

testih. Poleg naštetih standardnih elementov lahko e-gradivo zajema tudi povezovanje gradiv, kamor sodi potovanje med posameznimi deli gradiva s pomočjo povezav, možnost uporabe že izdelanih paketov za računalniško zasnovano usposabljanje (CBT – computer based training), možnost uporabe že izdelanih multimedijskih CD-paketov. Zasnova večine učnih gradiv za e-študij temelji na povezavi informacije in akcije (torej: podati informacijo in pričakovati od učenca, da v zvezi z njo nekaj naredi). Najbolj osnovni pristop je priprava učne snovi z vprašanji za preverjanje znanja. V tem primeru avtor pripravi več strani e-gradiva, ki mu na koncu doda vprašanja za preverjanje znanja z rešitvami oziroma pravilnimi odgovori. S pomočjo zastavljenih vprašanj učenec preveri osvojeno znanje.

Pri e-gradivu v spletni učilnici Moodle je pomembno, da ima učenec vseskozi občutek, da ga učitelj vodi skozi gradivo in se ukvarja samo z njim, kar seveda vpliva na večjo motiviranost učenca. Učno gradivo vsebuje vprašanja in druge aktivnosti, kjer avtor gradiva preverja, ali učenec razume snov, jo zna komentirati in uporabiti. Učenec lahko dobi takoj povratno informacijo o svojem razumevanju določenega dela učne snovi, še preden gre z učenjem dalje.

Pri pripravi e-gradiva se postavi vprašanje, kakšen pristop oziroma kombinacijo pristopov naj avtor uporabi. Ena od temeljnih značilnosti učnega gradiva za e-študij je, da lahko učenec osvoji snov sam. Zaradi tega si je potrebno najprej odgovoriti na nekaj osnovnih vprašanj:

- kakšne starosti so učenci in kakšno izobrazbo imajo?
- koliko so motivirani za učenje in v kakšni meri je vsebina učnega gradiva povezana z njihovim življenjem in/ali delom?
- kakšne delovne in učne navade imajo učenci? Kakšna je njihova stopnja aktivnosti? Imajo že kakšne izkušnje z e-učenjem?
- kakšno predznanje bi naj imeli učenci pri učnem predmetu?
- kje, kdaj in kako se bodo učenci učili?
- Pri e-gradivih je potrebno oblikovati:
  - Začetek: kratek povzetek, kazalo, cilji, učni vodič, povezava na druge učne enote, opozorilo na potrebno predznanje
  - Jedro: učno besedilo, različne oblike aktivnosti, primeri, povzetki, povezave na dodatne učne materiale
  - Zaključek: naloge z rešitvami, samopreverjanje znanja, literatura

Glede na učence, udeležene v e-študiju, je odvisna cela vrsta elementov, na katerih so pripravljena e-gradiva: način povezovanja učne snovi s praktičnimi primeri, način povezovanja na učenčeve izkušnje, izbira medijev itd. Pomembno je, da imamo pri pisanju razlage in iskanju praktičnih primerov za ponazoritev snovi pred očmi učenca in se vživimo v njegov način dojemanja pojmov, ki jih opisujemo. Z e-gradivom moramo učencu olajšati učenje in mu na primeren način približati ter ponazoriti vsebino predmeta. V primerjavi s tradicionalnim načinom študija lahko študent kadarkoli vstopi v spletno učilnico Moodle in večkrat pogleda snov, ki je mogoče ne bi najbolje razumel na predavanjih. Prav tako so za vsako zaokroženo celoto pripravljena tudi vprašanja za preverjanje osvojenega znanja, kar vpliva na motiviranost, večjo aktivnost učenca, vse to pa vodi v doseganje predvidenih ciljev.

### 3 E-gradivo za matematiko

V nadaljevanju bomo na kratko opisali vpeljavo koncepta e-izobraževanja na Fakulteti za logistiko (v nadaljevanju FL), ki ima sedež v Celju in dislocirano enoto v Krškem. Na obeh lokacijah FL poteka dodiplomski študijski program enakovredno. Zaradi tega je prihajalo do podvajanja števila ur pri predmetih. Ker so se na FL začeli pojavljati finančni problemi, se je postavilo vprašanje, kako rešiti logistični problem dveh lokacij in hkrati povečati učinkovitost študija. Prav zaradi tega se je porodila ideja o vpeljavi e-študija na FL. V ta namen se je ustanovila projektna skupina s člani iz različnih strok in različnimi izkušnjami za vzpostavitev e-študija na FL in temelji na osnovnih idejah: večja učinkovitost in zmanjšanje stroškov študija.

Z uvedbo e-študija na Fakulteti za logistiko se je moderniziral pedagoški proces v skladu s trendi, ki v tem času vladajo v svetu. E-študij omogoča individualni pristop posameznega študenta k študiju in s tem večjo motivacijo za uspešno delo, ki zagotavlja večjo prehodnost v višje letnike. Uvedba e-študija omogoča racionalizacijo izvedbe predavanj in s tem tudi izvajanje pedagoškega procesa na obeh lokacijah fakultete, tako v Celju kot v Krškem, na enakovreden način.

Kot smo že zapisali je pri e-gradivih bistvenega pomena, da so cilji, do katerih želimo pripeljati učenca, jasno zastavljeni. Pri tem gre predvsem za vprašanje, kakšno je predznanje učenca in kaj mora biti učenec sposoben narediti, ko osvoji določeno učno snov. Na primer: pri matematiki gre lahko za to, da bo učenec znal narisati grafe elementarnih funkcij, določiti njihove ekstreme itd., pri čemer upoštevamo učenčevo predznanje. Po oblikovanju glavnih ciljev in podciljev učnega gradiva posameznega predmeta (ko natančno vemo, kaj bodo učenci znali narediti, ko bodo osvojili učno snov) moramo opredeliti vsebine oziroma tematske sklope in teme, ki jih bo gradivo zajemalo. Torej, za vsako predpisano temo predmeta učitelj določi cilje, ki morajo biti opredeljeni jasno in razumljivo, saj predstavljajo rdečo nit, po kateri poteka izobraževanje ter so izhodišče za preverjanje znanja ob zaključku izobraževanja. Na FL se pri vsakem predmetu 50% ur izvaja klasično v predavalnici, 50% ur pa je namenjenih e-študiju. Pri e-študiju smo vključili tudi videokonferenčni način poučevanja na lokacijah Celje in Krško.

Pri pripravi e-gradiva za področje matematike na FL smo najprej pripravili skripto skladno z učnim načrtom. Le ta je bila napisana v matematičnem programu TeXnicCenter. Datoteka, napisana v Latex-u je bila nato prevedena v skriptni jezik MathML, ki je primeren za uvoz v spletno učilnico. Pri vsaki novi tematiki (definiciji, izreku itd.) smo dodali še več dodatnih primerov, jih barvno ponazorili, dodali dodatno razlago in različne animacije. Animacije študentu omogočajo, da lahko počasi in večkrat pogleda, kako poteka reševanje kakšne naloge, izpeljava trditve in drugo. Glede na obravnavano tematiko, skladno z že prej določenimi cilji, smo določili obveznosti študenta: vaje z vprašanji oziroma nalogami za preverjanje znanja, naloge za preverjanje osvojenega znanja z natančno določenim terminom oddaje (pregleda učitelj ali asistent), kvizi.

#### 3.1 Kvizi

Pri oblikovanju kviza predavatelj določi ime kviza, rok za odprtje kviza, časovno omejitev reševanja kviza, dovoljeno število poskusov, način ocenjevanja, odbitke za nepravilen poskus ter število decimalnih mest ocen. Določiti je potrebno, kaj udeleženci lahko pregledujejo, določiti časovne razmike med poskusi, gesla ter skupine, določiti lestvico ocenjevanja s povratno informacijo. Pri vrstah kviza lahko izbiramo med različnimi možnostmi:



- *drži/ne drži*: Pri tej vrsti kviza se zapišejo določene trditve, ki so lahko pravilne ali ne. Kot odgovor na trditev študent izbere med dvema možnostma - Drži ali Ne drži. Po izbiri odgovora študent odda nalogo. Glede pravilnosti odgovora dobi študent povratno informacijo, katero določimo pri izbiri oblike Drži/Ne drži.
- *kratek odgovor*: Pri tem učitelj oblikuje vprašanje. Kot odgovor na vprašanje vpiše študent besedo ali frazo. Lahko je nekaj možnih kratkih odgovorov, z različnimi ocenami.
- *ujemanje*: V tem primeru se oblikuje seznam vprašanj in seznam odgovorov, ki so naključno pomešani. Študent mora "povezati" pravilne odgovore z vsakim vprašanjem.
- *več izbir*: Učitelj določi vprašanje in več možnih odgovorov. Kot odgovor na vprašanje, študent izbere samo en odgovor med več odgovori. Obstajata dve vrsti vprašanj z enim odgovorom, ki prinese maksimalno število točk ali z več možnimi odgovori, katerih pravilnost se ocenjuje z lestvico ocen. Tako je eden odgovor ovrednoten s 100%, drugi 80%.
- *ugnezdeni odgovori*: Vprašanja so sestavljena iz tekočega besedila (v zapisu Moodle), ki vsebuje razne ugnezdene odgovore, vključno z vprašanji z več izbirami ter kratkimi odgovori.

**Tabela 1: Primer kviza pri matematiki**

<i>Vprašanje</i>	<i>Možni odgovori(pravilni označen z sivo)</i>
Ploščina območja, ki ga omejujeta grafa funkcij $f$ in $g$ ( $f(x) \geq g(x)$ na intervalu $[a, b]$ ) ter premici $x=a$ in $x=b$ je enaka:	a) $\int_a^b (f(x) - g(x)) dx$ b) $\int_a^b (f(x) + g(x)) dx$ c) $\frac{1}{b-a} \int_a^b (f(x) + g(x)) dx$
Pravilno. Točke za oddajo: 1/1	Povratna informacija ob pravilnem odgovoru: odlično
Neppravilno. Točke za oddajo: 0/1	Povratna informacija ob nepravilnem odgovoru: ponovno preberite snov v gradivu

<i>Vprašanje</i>	<i>Možni odgovori(pravilni označen z sivo)</i>
Posplošeni integral $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{dx}{1+x^2}$ je enak:	a) $\frac{\pi}{2}$ b) $2 \int_0^{\infty} \frac{dx}{1+x^2}$ c) ne obstaja
Pravilno. Točke za oddajo: 1/1	Povratna informacija ob pravilnem odgovoru: odlično
Neppravilno. Točke za oddajo: 0/1	Povratna informacija ob nepravilnem odgovoru: ponovno preberite snov v gradivu

<i>Vprašanje</i>	<i>Možni odgovori(pravilni označen z sivo)</i>
Funkcija $f(x, y) = y \ln(x^2 - y^2)$ ustreza enačbi	a) $\frac{1}{x} f_x(x, y) + \frac{1}{y} f_y(x, y) = \frac{f(x, y)}{y^2}$ b) $xf_x(x, y) + yf_y(x, y) = \frac{2(x^2y + y^3)}{x^2 - y^2}$ c) $f_x(x, y) + f_y(x, y) = \frac{2(xy + y^2)}{x^2 - y^2} + \ln(x^2 - y^2)$
Pravilno. Točke za oddajo: 1/1	Povratna informacija ob pravilnem odgovoru: odlično
Nepravilno. Točke za oddajo: 0/1	Povratna informacija ob nepravilnem odgovoru: ponovno preberite snov v gradivu

Na FL so študenti razdeljeni v skupine po največ 40 študentov. Vsaka skupina ima pripravljeno svojo spletno učilnico, v kateri je prikazan urnik za skupino z obveznostmi, pripravljene so naloge, vprašanja, kvizi. Skupine imajo na voljo tudi forum. Asistent predmeta skrbi za nemoteno delo in podaja povratne informacije študentom.

## 4 Zaključek

E-študij je moderna oblika učenja, ki se uspešno vpeljuje v številne slovenske izobraževalne institucije. Prav tako se tak način izobraževanja ter izpopolnjevanja vključuje tudi v številnih podjetjih, pri čemer se vključuje tudi videokonferenca, kar omogoča različne dejavnosti na dveh ali več lokacijah hkrati. Udeleženci e-študija s pomočjo uporabe sodobne tehnologije usvojijo nove tehnike učenja in drugačen način komuniciranja. E-študij omogoča tako imenovano projektno učenje, ki študenta ne veže izključno na predavalnico. V spletni učilnici lahko z različnimi aktivnostmi in metodami, predvsem s pomočjo dela v skupini, aktivno pridobiva in utrjuje novo znanje. Na razpolago ima e-gradiva, ki so kvalitetno pripravljena za samostojno pridobivanje predpisanega znanja. Na ta način lahko študent večkrat pregleda izpeljavo oziroma razlago novih pojmov, kar je pripravljeno v obliki animacij, filmov in podobno. S tovrstnim načinom dela se poveča kakovost in atraktivnost učenja.

## Literatura

- Fošner M., Kramberger, T. (2007): Uvedba e-študija na Fakulteti za logistiko. Ljubljana: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT, SirIKT 2007, Arnes.
- Fošner M., Kramberger, T. (2007): E-študij na Fakulteti za logistiko. Ljubljana: Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT, SirIKT 2008, Arnes.
- Rice, W. H. (2006): Moodle E-Learning Course Development. Birmingham: Packt Publishing UK.