

## APPLICATION OF ERP SYSTEM WITH INTEGRATED MODULE FOR OPTIMIZING RECIPES IN AGRICULTURAL PRODUCTION

### PRIMJENA ERP SUSTAVA S INTEGRIRANIM MODULOM ZA OPTIMIRANJE RECEPTURA U POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI

CRNKO, Nenad; TEZAK, Nenad & ISTER TEZAK, Anica

**Abstract:** Integrating all business processes and optimizing available resources ERP helps managing business system. Regarding that cost of materials often present very significant part of all costs, optimizing cost of materials is extremely important. Great savings can be made by applying modules for optimizing recipes that serve for automatic generating of optimal component, esp. if that module is integrated in ERP system and uses available information about prices and status of material supply.

**Key words:** optimizing recipes, ERP, software, IT, agriculture

**Sažetak:** Integriranjem svih poslovnih procesa i optimiranjem dostupnih resursa ERP pomaže pri rukovođenju poslovnim sustavom u cjelini. S obzirom da troškovi sirovina često predstavljaju vrlo značajan dio ukupnih troškova, optimiranje troškova sirovina izuzetno je značajno. Pri tome se velike uštede mogu ostvariti primjenom modula za optimiranje receptura koji služi za automatsko generiranje optimalne sastavnice, posebno ako je taj modul integriran u ERP sustav i koristi raspoložive informacije o cijenama i stanju zaliha sirovina.

**Ključne riječi:** optimiranje receptura, ERP, softver, informatika, poljoprivreda



**Authors' data:** Nenad Crnko, mr.sc., Ivora Varaždin, crnko@ivora.hr; Nenad Tezak, mr.sc., Task d.o.o., Hrašćica, Varaždin, ntezak@task.hr; Anica Ister Tezak, mr.sc., Task d.o.o., Hrašćica, Varaždin, atezak@task.hr

## 1. Uvod

Upravi svakog poslovnog sustava neophodan je efikasan informacijski sustav koji mora omogućiti povećanje konkurentnosti u sve složenijem poslovnom okruženju. Analizom troškova poslovanja u poljoprivrednoj proizvodnji, a posebno kod uzgoja različitih vrsta domaćih životinja, dolazimo do podatka da vrlo veliki udio u ukupnim troškovima čine troškovi sirovina. Sirovine se koriste za pripremu smjese koje moraju optimalno zadovoljiti potrebe ishrane pojedine vrste životinja, a uz minimalne troškove (uzimajući u obzir cijenu, stanje skladišta, dobavljalivost sirovina, itd.).

Primjenom metoda matematičkog optimiranja moguće je riješiti matematički zadatak koji se sastoji u optimiranju vrijednosti funkcije čije varijable zadovoljavaju sustav ograničenja. Simpleks metoda posebno je pogodna za optimiranje sastava smjese sirovina i može se vrlo uspješno koristiti u modulu za optimiranje receptura.

Zbog složenosti simpleks metode i potrebe za učestalim ponavljanjem izračuna, neophodno je koristiti programsko rješenje za izračun optimalnog sastava smjese. Na tržištu postoji više takvih rješenja, ali problem predstavlja činjenica da ta rješenja nisu uopće, ili su slabo integrirana s postojećim ERP sustavom iz kojega trebaju koristiti podatke neophodne za dobivanje optimalne recepture.

Integriranjem ERP sustava i modula za optimiranje receptura postiže se cilj da uz pomoć informacija raspoloživih u ERP sustavu i primjenom integriranog modula za optimiranje receptura dobijemo efikasan informacijski sustav koji će omogućiti znatno smanjenje troškova proizvodnje.

## 2. Razvoj ERP sustava

Uspješno upravljanje proizvodno poslovnim sustavima i optimalno planiranje raspoloživih resursa nezamislivo je bez sustava za planiranje resursa poslovnog sustava, odnosno ERP (Enterprise Resource Planning) sustava. Osobine i funkcionalnosti današnjih ERP sustava formirale su se kroz kratko povijesno razdoblje spajajući najbolju praksu i dostignuća u razvoju informacijskih tehnologija.

### 2.1. Planiranje materijalnih potreba - MRP

Potaknuti razvojem računala, prvi sustavi za upravljanje proizvodnjom nastaju 60-tih godina 20. stoljeća. Jedan od prvih takvih sustava je sustav za planiranje materijalnih potreba, tzv. MRP (Material Requirements Planning) sustav. MRP predstavlja sustav za planiranje potreba određenih sirovina, tuđih proizvoda ili gotovih poluproizvoda, prema potrebama proračunatim iz strukture sastavnice ili recepture. U MRP sustavu organiziraju se i prate podaci o stanju zaliha, o vremenu dobavljalivosti materijala, kao i o prosječnom vremenu protoka kroz proizvodnju [1].

Sustav MRP kao izlaz daje plan nabave i proizvodnje svih proizvodnih elemenata lansirane količine finalnog proizvoda. Sustav MRP je omogućio centralizirano

planiranje zaliha, te optimalno stanje skladišta. Nedostatak MRP sustava je da u dovoljnoj mjeri ne obuhvaća ostale procese proizvodno poslovnog sustava.

### *2.2. Planiranje resursa proizvodnje - MRP II*

Koncepcija MRP sustava je proširena 80-tih godina, kada se u sustav uključuju i ostali procesi kao što su poslovno planiranje, prodaja, upravljanje u proizvodnji, obračun proizvodnje, financije i dr. Takva je koncepcija nazvana planiranje resursa proizvodnje, odnosno MRP II (Manufacturing Resource Planning) sustav i predstavlja integraciju MRP sustava sa sustavima planiranja i upravljanja kapacitetima, te upravljanja aktivnostima izvršenja proizvodnje [2].

### *2.3. Planiranje resursa poslovnog sustava - ERP*

Razvojem koncepata MRP i MRP II dolazi se do aktualnog koncepta planiranja resursa poslovnog sustava ili ERP sustava. ERP sustavi su softverski paketi namijenjeni upravljanju i vođenju poslovnih sustava, a sastavljeni su od modula i aplikacija koje podržavaju funkcionalna područja kao što su: planiranje, proizvodnja, upravljanje zalihama, marketing, distribucija, transport, računovodstvo, financije, upravljanje ljudskim resursima, vođenje projekata, upravljanje odnosa s kupcima, upravljanje kvalitetom, e-poslovanje i dr. [3]. Integriranjem svih poslovnih procesa i optimiranjem dostupnih resursa ERP pomaže pri rukovođenju poslovnim sustavom u cjelini, implementirajući najbolje prakse za svaki pojedini proces u organizaciji.

Različite grane gospodarstva često postavljaju vrlo različite zahtjeve pred ERP sustav. Zbog toga je veoma bitna sposobnost ERP sustava da se prilagodi promjenjivim poslovnim procesima i da omogućava integriranje dodatnih, specijaliziranih modula.

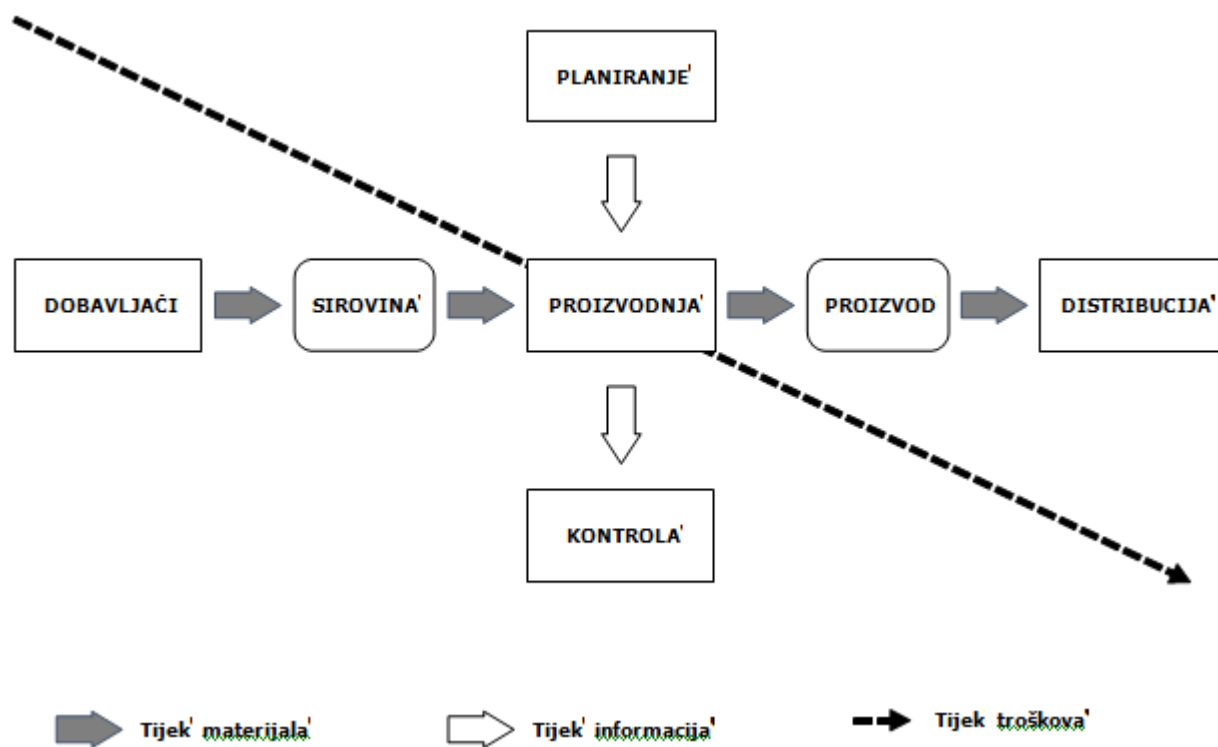
## **3. Proizvodni poslovni sustavi**

Učinkovito planiranje resursa u proizvodnom sustavu sastoji se od niza različitih funkcija koje su međusobno povezane. Temeljna pitanja koja se postavljaju u svakom proizvodnom poslovnom sustavu su [4]:

- Što ćemo proizvoditi?
- Što je potrebno da se to proizvede?
- Što imamo na skladištu?
- Što je potrebno nabaviti?

Pri tome glavni terminski plan proizvodnje odgovara na pitanje što će se proizvoditi, a sastavnice prikazuju što nam je potrebno da se to proizvede. Sastavnica prikazuje strukturu odnosno građu proizvoda, i proizvod prikazuje kao cjelinu koja se sastoji od dijelova. Kod kontinuirane proizvodnje govorimo o recepturi proizvoda, gdje receptura predstavlja sadržaj pojedinih elemenata u gotovom proizvodu [5].

Na slici 1. su prikazana tri važna tijeka unutar proizvodnog poslovnog sustava koje je potrebno optimirati i uskladiti da bi se postigla učinkovita proizvodnja.



Slika 1. Tijekovi materijala, informacija i troškova u proizvodno poslovnom sustavu [4]

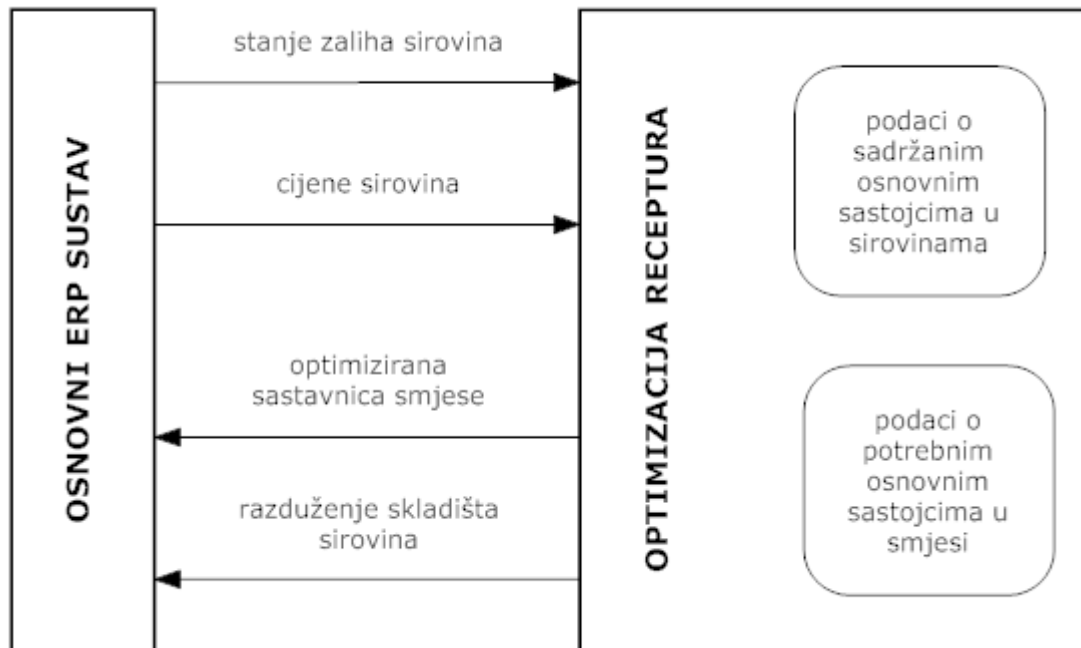
Tijek materijala predstavlja pretvorbu sirovina u finalni proizvod, tijek informacija transformiranje ulaznih u izlazne informacije, te planiranje i kontrolu proizvodnje, a tijek troškova akumuliranje troškova u finalni proizvod od planiranja proizvodnje, preko proizvodnje, distribucije, sve do kraja jamstvenog roka.

U poljoprivrednoj proizvodnji prilikom pripreme recepture smjese za uzgoj različitih vrsta domaćih životinja poznati su potrebni osnovni sastojci i osnovni sastojci sadržani u pojedinim sirovinama (proteini, bjelančevine, minerali, vitamini, itd.). Kombiniranjem pojedinih sirovina potrebno je dobiti optimalnu recepturu (sastavnicu) s ciljem da se zadovolje prehrambene potrebe uz minimalnu cijenu koštanja, a uzimajući u obzir i stanje zaliha.

Postoje brojna rješenja za optimiranje receptura kojima je zajednički problem da nisu integrirana u postojeći ERP sustav poduzeća. Integracijom modula za optimiranje receptura s ERP sustavom u potpunosti se automatizira i optimira taj poslovni proces.

Kao što je vidljivo na slici 2. modul za optimiranje receptura iz ERP sustava preuzima podatke o cijenama sirovina i stanju zaliha na temelju čega se izračunava

optimalna sastavnica proizvoda. Takva sastavnica automatski se generira u ERP sustavu, kao i nalog za proizvodnju i razduženje skladišta sirovina.



Slika 2. ERP sustav s integriranim modulom za optimiranje receptura

Modul za optimiranje receptura koristi matematičke metode optimiranja (operacijska istraživanja, linearno programiranje, simpleks algoritam) za optimiranje sastava smjese sirovina odnosno receptura. Danas se operacijska istraživanja mogu definirati kao istraživanja vezana za upravljanje sustavima, sa ciljem nalaženja optimalnih odnosno po nekom kriteriju povoljnih rezultata za pripremanje i donošenje upravljačkih odluka [6].

#### 4. Optimiranje receptura

U ukupnim troškovima u svinjogojstvu troškovi hranidbe sudjeluju sa 70-80% [10]. Budući da slična struktura troškova vrijedi i za hranidbu drugih vrsta životinja, prilikom pripreme recepture smjese za hranidbu cilj je dobiti najjeftiniju moguću smjesu koja optimalno zadovoljava relevantne zakonske propise s tog područja te stručna znanja nutricionista. U slučaju da se smjesa priprema za vlastito korištenje, a ne za prodaju na tržištu, onda je moguće odstupanje od dijela zakonski zadanih parametara u smislu postizanja još jeftinije cijene smjese, odnosno skraćivanja trajanja procesa uzgoja.

Postupak optimiranja recepture mora biti organiziran tako da njegovo korištenje bude u najvećoj mogućoj mjeri prilagođeno stručnjaku nutricionistu. To znači da matematičke metode primijenjene za optimiranje recepture moraju biti implementirane tako da nepotrebno ne opterećuju stručnjaka koji nije matematičar.

Tijekom pripreme modela mora se rukovati isključivo nutricionističkim pojmovima kao što su kemijska analiza sirovine, ili dozvoljeni intervali u korištenju pojedinog prehrambenog sastojka (vitamini, proteini, minerali, balastne tvari, metabolička energija i slično).

Budući da se polazni parametri modela mogu zadati tako da sustav bude kontradiktoran odnosno nerješiv, sustav za optimiranje mora omogućavati što točniji prikaz problematičnih parametara modela, kako bi se što jednostavnije moglo napraviti njegovo ispravljanje. U slučaju da je problem rješiv, sustav osim optimalne recepture mora označiti parametre čija bi promjena dovela do još boljih financijskih rezultata, a stručnjaku nutricionistu ostaje donošenje odluke je li to dozvoljeno napraviti. Treći bitan dio sustava je provjera ispravnosti unosa početnih podataka, (prije svega kemijske analize sirovine), kako u postupak optimiranja ne bi ušli nepotpuni podaci. Neispravni podaci mogu nastati kao posljedica ljudske greške prilikom upisa početnih podataka.

Osnovna matematička metoda korištena u pripremi modela optimiranja je simpleks metoda, ali je u osnovni algoritam dodano nekoliko proširenja namijenjenih rješavanju prva dva problema opisana u prethodnom paragrafu (pomoć kod rješavanja kontradiktornih sustava, te predlaganje dodatnih mogućnosti optimiranja). Iako je matematički postupak u modelu skriven od krajnjeg korisnika (u pravilu nestručnjaka za matematiku), po potrebi se vrlo detaljno mogu zabilježiti podaci o provođenju postupka. U nekoliko datoteka na disku mogu se zapisati podaci o svim parametrima početnog modela, svakoj iteraciji simpleks metode u postupku optimiranja, kao i detaljan prikaz dobijenih rezultata. Zbog različite točnosti mjernih instrumenata koji se koriste za vaganje sirovina, prije početka optimiranja moguće je zadati željeni broj točnih decimala prilagođen konkretnim uređajima iz prakse. U protivnom moglo bi se dogoditi da se predložena optimalna receptura u samoj proizvodnji izmijeni zbog nesavršenosti mjernih instrumenata.

Zbog korištenja standardnih osobnih računala koja usprkos niskoj cijeni danas imaju veliku procesnu snagu, ne postoje nikakva posebna ograničenja u pogledu složenosti početnog modela.

Povezivanjem sustava za optimiranja receptura s ERP sustavom, podiže se ukupna kvaliteta obaju sustava. Sustav za optimiranje od ERP sustava preuzima najnovije podatke o cijeni sirovina što izravno utječe na točnost cijene pripremljene recepture. Preuzimanje podataka o stanju sirovina na skladištu predstavlja kontrolni mehanizam koji pokazuje može li se u nekom trenutku na temelju postojećih sirovina pripremiti zadana smjesa. Prijenosom optimiranih receptura (sastavnica) u ERP sustav moguće je automatizirati izdavanje naloga za proizvodnju, generiranje sastavnica i razduživanje skladišta sirovina.

## 5. Zaključak

Primjenom metoda matematičkog optimiranja (simpleks algoritam) u modulu za optimiranje receptura pouzdano se dobiva optimalna receptura koja zadovoljava sva zadana ograničenja uz minimalne troškove. Integracijom modula za optimiranje receptura s ERP sustavom u potpunosti se automatizira i optimira taj poslovni proces.

Daljnijim razvojem, sustav za optimiranje mogao bi sadržavati ekspertna znanja s područja nutricionizma u smislu predlaganja smjernica u zadavanju ograničenja koja nisu propisana zakonima. Navedena pravila bi se mogla čuvati u odgovarajućem ekspertnom sustavu izravno povezanim s osnovnim dijelom sustava temeljenim na standardnoj matematičkoj metodi za optimiranje.

Sustav za optimiranje trebalo bi u budućnosti proširiti i posebnim modulom za praćenje rezultata korištenja različitih smjesa u procesu uzgoja. Na taj način bi se kroz nekoliko ciklusa uzgoja mogla nadopuniti i revidirati postojeća nutricionistička znanja u bazi znanja navedenoj u prethodnom paragrafu.

## 6. Literatura

- [1] Majdandžić, D.; Lujić, R.; Matičević, G.; Šimunović, G. & Majdandžić, I. (2001). *Upravljanje proizvodnjom*, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, ISBN 953-6048-20-5, Slavonski Brod
- [2] Žugaj, M. & Strahonja, V. (1992). *Informacijski sustavi proizvodnje*, Informator, ISBN 86-301-0216-0, Zagreb
- [3] Liaquat, H.; Patrick, J.D. & Rashid, M.A. (2002). *Enterprise Resource Planning: Global Opportunities and Challenges*, Idea Group Publishing, ISBN 1-59140-025-2, London
- [4] Vuković, A.; Džambas, I. & Blažević, D. (2007) Razvoj ERP-koncepta i ERP-sustava, *Engineering Review*, Vol.27, No. 2, (prosinac, 2007); 37-45
- [5] Majdandžić, D., (2004). *Izgradnja informacijskih sustava proizvodnih poduzeća*, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, ISBN: 953-6048-25-26, Slavonski Brod
- [6] Majdandžić, D., (1997). *Računalom integrirana proizvodnja*, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, ISBN: 953-6048-11-6, Slavonski Brod
- [7] Hurlbert, G. (2009). *Linear Optimization: The Simplex Workbook*, Springer, ISBN 978-0-387-79147-0, New York
- [8] Maros, I. (2003). *Computational Techniques of the Simplex Method*, Kluwer Academic Publisher, ISBN 1-4020-7332-1, Dordrecht
- [9] Uremović, Z. (2002): *Stočarstvo*, Agronomski fakultet, ISBN 953-6135-33-7, Zagreb
- [10] Uremović, M. (1997): *Svinjogojstvo*, Agronomski fakultet, ISBN 953-6135-21-3, Zagreb
- [11] Volčević, B. (2005): *Svinjogojstvo*, Neron d.o.o., ISBN 953-6698-18-8, Bjelovar





Photo 035. Dedication of vineyard St. Vincet / Vincelovo na Veleučilištu u Požegi