

Planiranje in optimizacija proizvodnje z informacijskim sistemom APO (Advanced Planning and Optimisation)

Alenka Kopina¹, Franci Čuš²

¹Podbreznik 110, 8104 Novo mesto, alenka.kopina@gmail.com

²Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo, Smetanova 17, 2000 Maribor - SI, franc.cus@uni-mb.si

Podjetje za svoje uspešno delovanje potrebuje dobro informacijsko podporo, ki strateškemu in taktičnemu managementu prinaša lažjo in učinkovito sprejemanje odločitev, saj bodo le-te zasnovane na točnih, preglednih in pravočasnih podatkih. Izhodišče prispevka je nadgradnja informacijskega sistema SAP R3 z novim sistemom naprednega planiranja in optimizacije (Advanced Planning and Optimisation, v nadaljevanju APO). Ker se obseg logističnih operacij iz dneva v dan v podjetju povečuje, je nujno zagotoviti kakovostno in zanesljivo informacijsko podporo tudi operativnemu delu. Odločitve o izbiri in načinu uporabe posameznih orodij so ena izmed kritičnih nalog. V podjetju Krka d.d. se uporablja poslovni informacijski sistem SAP R3 za večino procesov, za vodenje in nadzor proizvodnje se uporablja proizvodni informacijski sistem Werum PAS-X, v logističnem centru se uporablja poleg SAP R3, tudi APO, ki je nadgradnja SAP R3 in je tudi vodilni sistem za planiranje v podjetju. Vsi trije sistemi, ki so tudi med sabo integrirani, so postavili temelje novemu sodobnemu, učinkovitemu in transparentnemu sistemu izvajanja logističnih in drugih operacij.

Ključne besede: logistika, oskrbovalna veriga, planiranje in optimizacija proizvodnje, informacijski sistem APO, optimizacija zaloga

1 Uvod

Za sodobne poslovne sisteme je značilna velika dinamika sprememb in nedeterminiranost. Pomembno je, da se poslovni sistem na spremembe odziva hitro in da se okolju prilagaja, pa tudi vpliva nanj. Za hitro odzivanje imajo pomembno vlogo informacije, ki morajo biti pravočasne in pravilne, usmerjene v prihodnost, ne samo v preteklost, in predvsem na voljo pravim ljudem ob pravem času (Kopina, 2008). Potrebe po podatkih so privedle do preoblikovanja procesa odločanja v podjetjih. Sprejemanje odločitev mora biti ustrezno podprto s podatki o dogajanju v podjetju. Zbiranje in priprava podatkov za sprejemanje pravih odločitev na vseh ravneh odločanja je postalo izjemno zahtevno opravilo, tako glede stroškov kot glede hitrosti.

Glavni cilji proizvodnje in s tem tudi kriteriji planiranja proizvodnje, kakor tudi celega podjetja so: minimalna vrednost zaloga, maksimalna izkoriščenost strojev, zagotavljanje dobavnih rokov, čim krajši pretočni čas ter hitro in učinkovito reagiranje na tržne priliko (Balič in Čuš, 2007).

Različne navedbe v literaturi so pokazale, da je logistični informacijski sistem, v nadaljevanju IS, ključen dejavnik konkurenčnosti podjetja. Računalniško podprti IS, kot so sistemi za planiranje materialnih potreb (Material Requirements Planning, v nadaljevanju MRP I), sistemi za planira-

nje virov (Manufacturing Resource Planning, v nadaljevanju MRP II), sistemi za planiranje distribucije (Distribution Resource Planning, v nadaljevanju DRP) in sistem „točno v pravem času“ (Just-in-time, v nadaljevanju JIT) so že uveljavljeni v mnogih proizvodnih organizacijah. Omogočajo integracijo številnih logističnih aktivnosti od obdelave napovedi prodaje ali naročila do kontrole zaloga, naročanja pri dobavitelju, napovedovanje in terminiranje proizvodnje. Računalniško podprti IS in informacijska tehnologija so bistveni dejavniki, ki bodo vplivali na rast in razvoj logistike (Čižman, 2002).

Podjetja so ugotovila, da izboljšava poslovanja enega oddelka ali člana v procesu ne predstavlja nujno izboljšave v celotni verigi. K izboljšavi lahko pripomorejo tudi boljše povezave med oddelki oziroma členi v verigi. Optimizacija procesa kot celote in ne samo posameznih delov (npr. poslovnih funkcij) lahko pripelje k uspešnejšemu poslovanju podjetja kot celote.

Tako je poleg ostalih poslovnih funkcij izrednega pomena planiranje preskrbovalne verige. S preskrbovalno verigo razumem povezavo od naročnika (kupca), ki naroči blago, preko prodajne službe, nabave poslovnih prvin, proizvodnje, do predaje blaga kupcu. Planiranje je eno od področij v podjetjih, ki povezuje posamezne poslovne procese: prodajo, logistiko, nabavo in proizvodnjo v funkcionalno

celoto in zagotavlja usklajeno delovanje podjetja (ČUŠ et al., 2004) Kljub temu, da se vsi v podjetju zavedamo pomembnosti dobrega planiranja, velikokrat ugotovljamo, da je prav planiranje ena od šibkih točk. V prispevku potrjujemo tezo, da je za planiranje potrebna učinkovita informacijska podpora.

2 Analiza preskrbovalne verige in tradicionalni proces planiranja

Ko analiziramo celotno preskrbovalno verigo podjetja in še posebej člene, ki vključujejo proizvodne procese, ugotovimo nekaj dejstev (Kopina, 2008), ki so jasna in se ne spreminjajo:

- proizvodni obrati predstavljajo ključne omejitve v preskrbovalni verigi,
- nepredvideni in neplanirani dogodki ostajajo splošna značilnost,
- uspešnost in konkurenčnost podjetja bo še bolj odvisna od tega, kako učinkovito bo proizvodnja izvajala zastavljene plane.

V poslovnem sistemu se planiranje začne s poslovnim planiranjem na dolgoročnem, strateškem nivoju. Poslovni plan prikazuje zlasti finančne vidike poslovanja, element poslovnega plana je tudi tržni plan, ki pa navaja predvsem, katero paleto oziroma program izdelkov bo podjetje proizvajalo in tržilo v naslednjem srednjeročnem obdobju, tržne deleže in ocenjeno raven povpraševanja. Naloga spremljanja povpraševanja je predvsem, da iz različnih virov zagotavlja vhodne informacije za druge procese planiranja. Glavni vir informacije je proces napovedovanja povpraševanja, ki ima zlasti velik pomen v okolju izdelave na zalogo.

Služba prodaje mora za obdobje enega leta posredovati predlog plana prodaje. Strateško planiranje zajema oblikovanje planov, ki se nanašajo na ocenjevanje bistvenih problemov in priložnosti podjetja, spoznavanje dolgoročnega

okvira ekonomskih, tehnoloških, kulturnih in drugih dejavnikov, ki bodo pomembno vplivali na poslovanje podjetja (Kopina, 2008).

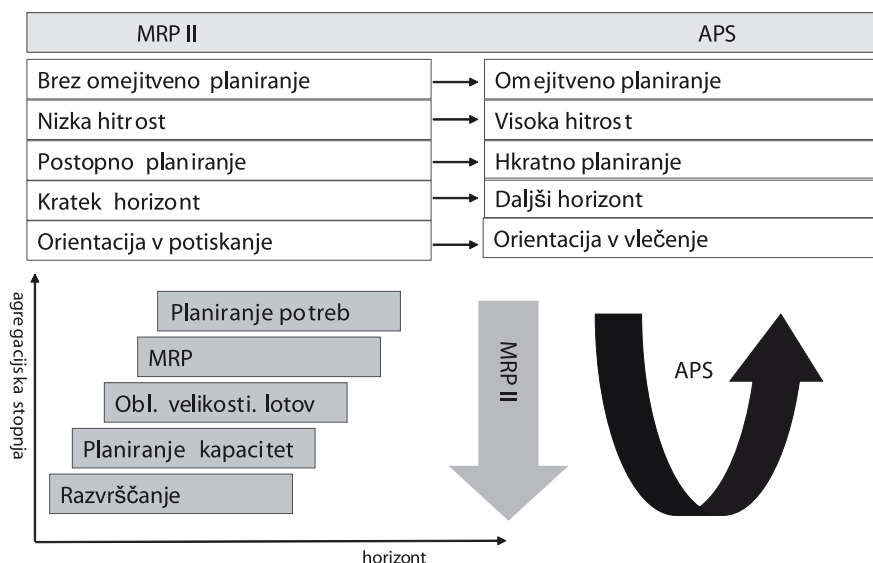
Preverjanje in postavljanje razvojnih konceptov podjetja zajema odločanje na osnovi dolgoročnega časovnega horizonta s postavljanjem strateških ciljev, oblikovanjem strategij, in njihovim ocenjevanjem. Vključuje izbiro ter izdelovanje napisanih planov praviloma za nekajletno prihodnje obdobje.

Posebnosti pri planiranju proizvodnje je veliko. Najtežje je planirati posamično proizvodnjo. Potrebno je še omeniti nekaj pomembnih posebnosti serijske in množične proizvodnje. V več fazni proizvodnji izdelujemo še predračune (plane) sestavnih delov. Pri tem nam je danes v veliko pomoč t. i. sistem MRP, ki na osnovi opredeljenih standardnih potroškov izračunajo količine potrebnega izdelavnega materiala, sestavnih delov in izdelavnega dela za planirano količinsko proizvodnjo.

Seveda pa to zahteva od dobaviteljev pogostejše izdobe in predvsem strogo spoštovanje dobavnih rokov. Izdelan in sprejet predračun (plan) količinske proizvodnje je temelj za planiranje potrebnega neposrednega materiala in sestavnih delov, potrebnega neposrednega dela, planiranje investicij, za planiranje proizvodnih stroškov pa potrebnih finančnih virov za financiranje planirane proizvodnje (Pučko, 2006).

3 Analiza procesa za odločitev nadgradnje SAP R3 z novim sistemom APO

Podjetje se je odločilo, da informacijski sistem SAP R3, nadgradi z novim sistemom APO na osnovi temeljitih raziskav. Doslej je podjetje za večino svojih procesov uporabljalo SAP R3 in ugotovilo, da ima planski proces to slabost, da ima zamrznjen horizont, znotraj katerega prodaja 80 dni



Slika1: Razlika med MRP II in APS

(kar je veliko) ne more spreminjati količinskih napovedi za specifičen končni izdelek.

To pomanjkljivost je reševalo tako, da je izdelalo posebne obrazce za spremembo napovedi v zamrznjenem obdobju in obrazce za spremembo varnostne zaloge. Prodaja izpolni obrazec in pošlje v logistični center, kjer to ročno obdelajo v sistemu.

V celoviti analizi podjetja se je ugotovilo:

- Notranje funkcionalno pokritje paketa Sistemi celovitih informacijskih rešitev (Enterprise resource planning, v nadaljevanju ERP) je doseglo svoje meje.
- Uvedba naprednega planiranja in načrtovanja (Advanced Planning and Scheduling, v nadaljevanju APS) je veliko bolj vezana na modelno izgradnjo kot ERP, zahteva celovito razumevanje koncepta – ne le mehanike.
- ERP/APS so samo orodja s funkcionalnimi omejitvami – pričakovanja do njih morajo biti realna.
- Ljudje se morajo prilagajati spremembam in ostajajo ključni dejavnik uspešnega poslovanja
- Večja integracija pomeni zahtevnejše vzdrževanje poslovnih podatkov.

Na osnovi analize se je podjetje odločilo, da informacijski sistem SAP R3, nadgradi z novim sistemom APO. APO je nabor orodij v okviru informacijskega sistema SAP R3 za obvladovanje procesov planiranja prodaje in proizvodnje (Kopina, 2008).

Da bi dosegli ta cilj, je uvedba večjih organizacijskih sprememb bistvenega pomena. Časi za izvedbe dejavnosti in vmesni časi se morajo skrajšati v vseh oddelkih. Kvaliteto podatkov v sistemu je potrebno stalno spremljati in izboljševati. Točnost napovedi za gotove izdelke je potrebno izboljšati. Pri vseh zaposlenih v različnih organizacijskih področjih je potrebno uveljaviti programske rešitve za

upravljanje oskrbovalne verige - SCM filozofijo (Supply Chain Management, v nadaljevanju SCM).

Če želijo podjetja učinkovito tekmovali s konkurenco, morajo predvidevati spremembe razmer na trgu in se jim prilagajati. To pomeni, da morajo biti ustrezne informacije na voljo vsem členom oskrbovalne verige. SCM lahko pomagajo obvladovati zahteve kupcev, nadzirati stanje zalog in zgodaj zaznati zamude v proizvodnji ali dobavi.

O srednja pozornost je namenjena koordinaciji in učinkovitemu upravljanju z resursi (ljudje, materiali, tehnologije in sistemi), ki so potrebni za proizvodnjo in menjavo izdelkov ali storitev, kar vključuje razumevanje in razvoj procesov, taktično in strateško planiranje, merjenje uspešnosti poslovanja in izvajanje ukrepov za doseganje bolj-ših poslovnih rezultatov. Management dobavne verige praviloma vključuje nabavo, gospodarjenje z materiali in logistiko.

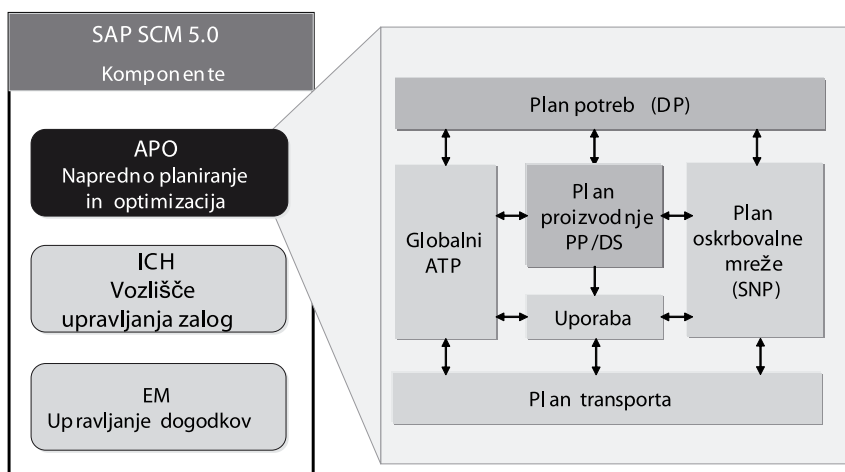
4 Cilji in koncept prenove procesa planiranja in uvajanje APO sistema

Proces se začne s posredovanjem napovedi iz planiranja potreb v planiranje proizvodnje. Proizvodni plan bo osnova za nakupe in izvedbo proizvodnje. Cilj je imeti oprijemljiv proizvodni plan, ki upošteva razpoložljivost materialov in kapacitete virov (Kopina, 2008).

V podjetju je planiranje potreb proces, ki se izvaja na mesečni osnovi, za mesečna obdobja, in zahteva naslednje vnose podatkov:

- zgodovina prodaje (obračunane količine iz Business Warehousea),
- odprti prodajni nalogi (iz SAP R3),
- marketinški načrt (Flat file upload),

PP/DS je del komponente SAP APO (rešitev SAP SCM)



Slika2: Rešitev SAP SCM

- letni plan (v APO),
 - napoved prodaje (v APO),
 - zaloge podružnic (iz Business Warehousea),
 - prodaje podružnic (iz Business Warehousea).
- Rezultat procesa planiranja potreb je:
- oprijemljiv proizvodni plan in oprijemljiv plan nabave, ki temelji na prodajnih potrebah,
 - 24-mesečni pregled potreb po kapacitetah za planiranje kapacitet in izravnavanje,
 - 24-mesečni prokuratorski pregled za strateško nabavo, da bi omogočili dogovore o letnih oskrbovalnih pogodbah.

V optimalnih pogojih bi moral avtomatiziran potek planiranja dajati najboljše možne rešitve, pri katerih je potrebnih kar se da malo popravkov med ročnim planiranjem s strani proizvodnih planerjev (Kopina, 2008). Vendar to v praksi ni bilo tako. Zato sta se ustanovili dve delovni skupini, postavljeni so bili glavni cilji in naloge projekta ter časovni termini za udejanjanje projekta na sliki 3.

Glavni cilji izvedbe APO projekta so naslednji:

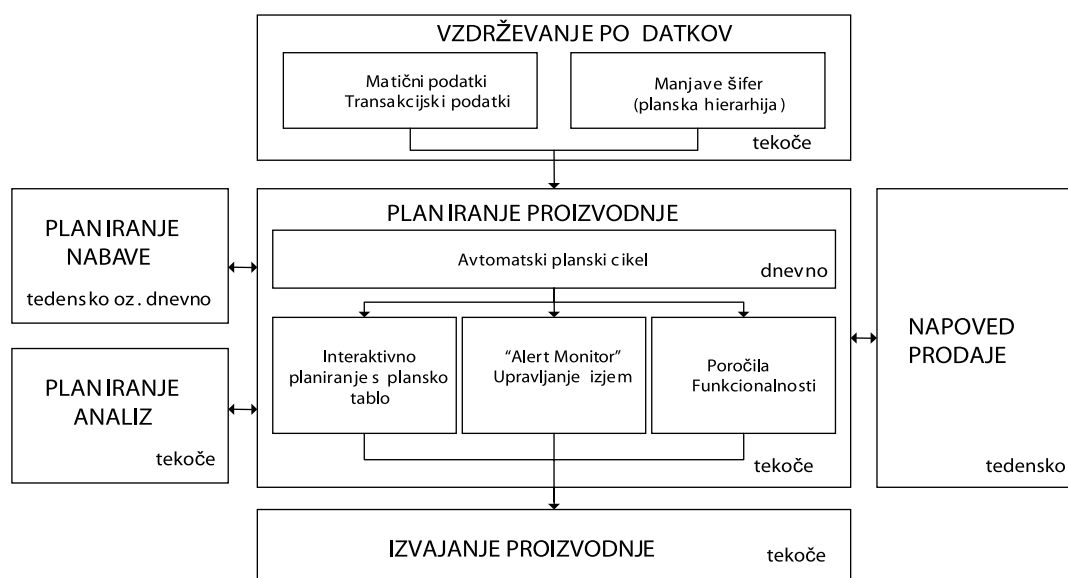
- izboljšati kvaliteto plana potreb,
- skrajšati zamrznjeno obdobje za napoved prodaje iz 80 na 45 dni
- zmanjšati zalogo končnih izdelkov,
- izboljšati razpoložljivost izdelkov in kvaliteto storitve za stranko,
- izboljšati kvaliteto planiranja proizvodnje (optimalni plan proizvodnje),
- zagotoviti jasne in natančne povratne informacije prodajnim oddelkom,
- izboljšati nadzor nad nepričakovanimi prodajnimi potrebami znotraj zamrznjenega horizonta, nepričakovanimi dogodki v proizvodnji (izjeme) itd.
- skrajšati planski cikel, izboljšati stabilnost finega plana,
- skrajšati proizvodni cikel/skrajšani vmesni časi (kot posledica optimiziranega planiranja),

- vpeljati hitro, natančno in stabilno plansko orodje. Glavne naloge ožje delovne skupine so:
 - vpeljati in integrirati dolgoročno, srednjeročno in kratkoročno planiranje v oskrbovalno verigo ter izboljšati planske procese,
 - prodati projekt ključnim uporabnikom.
 - reanalizirati in optimizirati (zboljšati) procese planiranja proizvodnje in detajlnega načrtovanja,
 - zagotoviti preglednost podatkov skozi celoten proces oskrbovalne verige,
 - prikazati projektne cilje (dogovore) ključnim uporabnikom in zagotoviti njihovo sprejetje med uporabniki.
- Poslovni cilji projekta APO:

- povečati fleksibilnost plana – zmanjšati zamrznjene prodajne planske horizonte na največ 2 meseca,
- optimizirati (zmanjšati) zaloge gotovih izdelkov, embalažnih materialov in surovin,
- minimizirati odpise vhodnih materialov z optimizacijo planiranja,
- optimizirati procese in pretok podatkov skozi oskrbovalno verigo in zagotoviti maksimalno preglednost.

Značilnosti oziroma prednosti planiranja proizvodnje z APO PP/DS (Advanced Planning and Optimisation Production Planning / Detailed Scheduling) so:

- boljše/natančnejše upoštevanje kapacitet in časov pre montaž (set-up matrika) pri planiranju proizvodnje,
- upoštevanje razpoložljivosti materialov pri planiranju proizvodnje
- upoštevanje rokov uporabe (datumov zapadlosti serij) pri planiranju
- „Alert monitor“ – semafor izjem (opozoril); planer naj se osredotoči na problematične izdelke
- funkcija “pegging” – natančen pregled povezave med potrebo (sedmica) in vsemi odvisnimi potrebami, ki jih le-ta povzroča
- povezovanje predhodnik naslednik (velika menjava šifer za isti izdelek)



Slika 3: Pregled prenovljenega procesa v APO

Vzdrževanje matičnih stavkov materiala je centralna točka delovanja SAP R3 in APO sistema (Kopina, 2008). Cilj je točno in pravočasno vnašanje in vzdrževanje podatkov, kar je predpogoj za nemoteno delovanje sistema. Podatki se vnesejo v SAP R3 in se preko vmesnika prenesejo v APO.

Za pravilno delovanje sistema morajo biti obvezno pravilno vnešeni naslednji podatki:

delovni koledar resursov, izdelavni časi, časi čiščenja in premontaž med različnimi izdelki, prioritete alternativnih resursov, prioritete MBR-ov, datumi v MBR-ih, pravilnost MBR-ov, pravilni resursi v MBR-ih, planirani dobavni roki na materialih, datumi dobav na eksternih naročilih, planirani časi analiz/sproščanja in datumi sprostitve na inšpekcijskih šaržah.

Delovni koledar vnašamo v SAP R3-ju, v katerega vnesemo število izmen za posamezno linijo, delovne sobote, nedelovne dneve (remont, dopust).

Osnova za planiranje proizvodnje je napoved prodaje, ki jo prodaja vnese v plansko tablo in je posredovana v PP/DS tedensko. Da bi izboljšali fleksibilnost in upoštevali tudi kratkoročne spremembe je vzpostavljen avtomatski zagon plana. Planski zagon je sestavljen iz predhodno definirane zaporedja korakov, da bi ustvarili proizvodni plan, ki potrebuje kar se da malo ročnih popravkov s strani Planiranja proizvodnje.

Po avtomatskem zagonu plana planerji preverjajo rezultate. Njihovo dnevno aktivnost bo v veliki meri izpolnjevalo reševanje nasprotujočih si situacij v planu, za katere sistem ne bo našel rešitve. V ta namen bo postavljen opozorilnik, ki bo planerju posredoval vse potrebne podatke o nasprotjih (opozorila) v proizvodnem planu (Kopina, 2008).

Proizvodni plan, ki nastane ob tem procesu, služi kot osnova za plan nabave in tudi za izvedbo proizvodnje. Plan nabave se večinoma izvaja tedensko, razen za materiale s krajšim dobavnim rokom, za katere se planira dnevno. Novo predstavljeni 24-mesečni horizont v katerem se planirajo napovedi za končne izdelke, daje nabavi potrebne podatke o količinah, ki so potrebne na daljši rok.

Dejanska količina nabavljenega materiala bo temeljila na oceni različnih dejavnikov v nabavi, kot so količine, potrebne za proizvodnjo, velikosti trgovskih lotov, življenjski cikel inventarja itd.

Nabava za svoje delo še vedno uporablja SAP R3, vsi podatki se prenesejo iz APO v SAP R3. Smo pa v tem času kar precej spremenili podatke, spremenil se je tudi način naročanja. Izračun materialnih potreb (MRP) je planiranje materialov v zahtevani količini in času na podlagi planiranih potreb prodaje in na podlagi drugih za izračun veljavnih parametrov. Izvajal se bo na nivoju Krke kot celote.

5 Avtomatiziran planski potek s sistemom APO

V podjetju proizvodnjo načrtujemo na podlagi letnega načrta prodaje in operativnih prodajnih napovedi. Logistični center zagotavlja izpolnjevanje potreb na osnovi prodajnih napovedi in neposrednih prodajnih naročil. Logistični cen-

ter skrbi tudi za racionalno izrabo proizvodnih zmogljivosti (Kopina, 2008). Za učinkovito izvajanje procesov so predhodno izdelani in preneseni v proizvodnjo tehnološki postopki za nove izdelke in tehnološki postopki prenosov tehnologij na drugo opremo.

Prodaja v APO vnese svojo napoved po mesecih, za več mesecev naprej, njihov zaprti horizont je dva meseca. Svojo napoved lahko večkrat spreminjajo. Vsak petek se njihove napovedi prenesejo v sistem planiranja proizvodnje in nabave ter nadaljnjo obdelavo, kjer se v soboto po MRP-ju tvorijo novi planski nalogi ter potrebe po komponentah. Potrebno je preveriti novo nastale naloge ter pripraviti kombinacije serij.

Proizvajamo standardne serije polizdelka, ki jih kasneje vgradimo v različne oblike pakiranja v različne trge

5.1 Sestava avtomatiziranega planskega poteka dela

Avtomatiziran planski potek dela ima dve glavni področji dela:

- a.) Področje **neskončnega planiranja**, ki ne upošteva omejitve kapacitet resursov (infinite planning, za katerega uporabljamo izraz MRP – Material Requirement Planning), in ki kreira planske naloge in interna nabavna naročila (Kopina, 2008). Upošteva pa:
 - čas zahteve prodaje, kdaj mora izdelek biti na voljo za prodajo;
 - vhod iz napovedi prodaje
 - planski prodajni nalogi
 - prodajni nalogi,
 - sestavnico materialov za izdelke in polizdelke,
 - zalogo,
 - odprta nabavna naročila,
 - nabavne čase surovin in embalažnih materialov,
 - čase analiz vhodnih materialov,
 - čase izdelav izdelkov in polizdelkov po operacijah in resursih,
 - čase premontaž in čiščenj pri menjavah izdelkov in polizdelkov na resursih (različni časi glede na kombinacijo),
 - čase analiz končnih izdelkov,
 - začetno fiksirano obdobje, v katerem ne sme spreminjati planiranega
 - horizont planiranja (do kdaj se planira – recimo za naslednjih 12 mesecev),
 - potrjene planske naloge, ki jih ne sme spreminjati,
 - koledar resursa.
- b.) Področje **končnega planiranja** (finite planning), namesto katerega s heuristikami lahko uporabljamo **optimizator**, ki je še optimalnejši (Kopina, 2008). Končno planiranje ne kreira novih elementov, ampak le premika obstoječe. Poleg naštetega algoritma upošteva še koliko naj poudari optimalnost predvsem glede:
 - zamud glede na zahteve
 - premontaž in čiščenj
 - čas trajanja optimiziranja

- ali naj upošteva povezave med nivoji (primer povezavo med
- nalogo polizdelka, ki vstopa v nalog izdelka, da se izdelava
- polizdelka zaključí pred začetkom izdelave izdelka),
- ali naj planira proizvodnjo kolikor zgodaj/pozno je možno glede na ostale omejitve,
- alternativne resurse in proiritete le-teh.

Rezultat planskega poteka sistema APO so kreirani planski nalogi za proizvodnjo na nivoju končnih izdelkov in polizdelkov in kreirana interna naročila za nabavo materialov. Podana je pravilna/končna razporeditev operacij po resursih v pravilnem zaporedju s čim manj zamudami in premonatažami (strojev) ter čiščenji.

5.2 Uporaba standardnih orodij

Pri delu planskega poteka si planerji pomagajo z orodji:

- Alert Monitor - za preverjanje opozoril, ki jih sporoča sistem,
- Product View - za pregled elementov potreb po materialih in elementov, ki predstavljajo trenutno oziroma bodočo zalogo teh materialov v časovnem obdobju v prihodnosti (ekvivalent transakciji MD04 v SAP),
- Detailed Scheduling Board - je grafična tabla za prikaz resursov in operacij planskih oziroma procesnih nalogov, ki se bodo izvajali v prihodnosti.

Za končno planiranje v drugem koraku se uporablja bodisi hevrstika ali pa optimizator.

5.3 Tehnike optimiranja procesov

Hevrstika je določena planska funkcionalnost in je v bistvu postopek oziroma algoritem. To je neke vrste planska lego kocka. APO ima množico standardnih hevrstik, katere med seboj sestavljamo in gradimo lastne hevrstike (Kopina 2008). Na primer nočni planski cikel, ki ga izvajamo ponoči, sestavimo iz zaporedja hevrstik in je nova hevrstika.

Za rešitev problemov hevrstika uporablja pravila, ki jih določimo glede na naše zahteve oz. potrebe. V nasprotju z optimizatorjem namen hevrstike ni poiskati najoptimalnejšo rešitev, ampak obravnava specifične probleme pri planiranju po principu zahtev, ki jih predhodno definiramo. Določimo uteži. To so časi premonataž, čiščenj, dobavni časi in drugo. Tak pristop dopušča obravnavo ogromno problemov hkrati. Tudi za planiranje več sto izdelkov uporabljamo hevrstiko za generiranje elementov kot npr. varnostne zaloge in za planiranje oziroma kreiranje nalogov. Njihova glavna naloga je optimalno prerazporediti elemente oz. operacije na resursih.

S hevrstiko se:

- kreira seznam potreb iz naslova varnostnih zalog (V SAP R3-ju je MRP povzročil potrebe zaradi varnostne zaloge takoj, v APO pa povzroči potrebe v obdobju izven zamrznjenega horizonta);

- razporedi oz. zaplanira materiale od najnižjega nivoja (izdelki so najnižje) navzgor (Eksplzija potreb je večstopenjska. MRP povzroči potrebe na vseh nivojih od izdelka, polizdelka pa do surovin in embalaže.);
- zagotovi planiranje po vrsti glede na vrstni red z upoštevanjem prioritet, materialne pokritosti in razpoložljivih kapacitet;
- kreira planske naloge in pobriše vse nefiksirane naloge kot v SAP-u
- izvede izračun neto potreb z upoštevanjem podatkov o velikosti serije (enako je MRP izvedel v SAP-u);
- upošteva roke uporabe materialov (MRP navadno roka uporabe materiala oz. izdelka ne upošteva, medtem ko APO rok uporabe upošteva);
- premakne morebitne prezgodnje ali pozne dobave bliže k potrebam (APO premakne potrebe, če tako želimo. Vendar ne fiksiranih nalogov, SAP javi opozorilo, a naloga ne premika.).

Sistemi za planiranje materialnih potreb MRP in optimizator uporabljamo za končno planiranje (Kopina, 2008). Je posebna funkcionalnost sistema, ki uporablja posebne algoritme (genetske algoritme) za optimalno razporeditev operacij po resursih. Upošteva se tako materialna pokritost kot tudi kapacitete. Optimizator preračunava več variant, ki jih oceni. Iz množice ocen izbere optimalno. Optimizatorju je možno nastaviti precej parametrov in uteži. Te so lahko :

- interval izvajanja po časovni premici,
- čas izvajanja optimizacije (glede na velikost oddelka),
- prioritete optimizacije v obliki uteži (zamude, premonataže ...),
- smer optimizacije (naprej - nazaj),
- upoštevanje polizdelka / izdelka.

Genetski algoritmi so algoritmi, ki jih APO uporablja za rešitev in optimizacijo težav pri planiranju (Kopina, 2008). S pomočjo teh algoritmov sistem preigrava razne možne variante. Slabše rešitve ignorira oz. zavrne, boljše pa preigrava naprej. Na koncu procesa nam sistem predlaga na podlagi dobljenih rezultatov po predhodno definiranih zahtevah najoptimalnejšo varianto.

Možna uporaba hevrstik in optimizatorja:

- nočno planiranje,
 - ročno planiranje po šifri, resursu ... – večnivojsko,
 - ročno planiranje po šifri – enonivojsko,
 - ročno planiranje preko planske tabele po resursu.
- Možen izbor hevrstik:
- Product Planning (Comp.acc. LLevl Code), uporabljamo za večnivojski MRP
 - Planning of Std Lots with Shelf Life
 - Planning of Std Lots with SL+UNTOL
 - MRP with BottomUp
 - Rescheduling: BottomUp
 - MRP with BottomUp STR
 - Rescheduling: BottomUp for STR
 - Fix Pegging Relationships
 - Delete Fixed Pegging Relationships
 - Create Safety Stock in SAP liveCache, za surovine
 - Create Safety Stock with Offset 0 days, uporabljamo za varnostno zalogo za 07
 - Heuristic for Supersession Chains

V podjetju uporabljajo Product Planning (Comp.acc. LLevl Code), Create Safety Stock in SAP liveCache in Create Safety Stock with Offset 0 days), ostale se izvajajo ponoči.

Hevristika je enkratni cikel, medtem ko je optimizacija ciklično primerjanje. Optimizator izbere in na koncu ponudi za njega najoptimalnejšo rešitev.

Glavna prednost SAP APO informacijskega sistema je primarno izdelava optimalnega plana, ki je tudi izvedljiv. To pomeni zasedenost resursov ne več kot 100%, s tem da upošteva razpoložljivost materialov, čas premontaž in čiščenje, čas izdelave ter zamude. Izdelke razporedi po resursih z upoštevanjem prej navedenih parametrov po časovni premici. SAP tega ni upošteval (Kopina, 2008). S tem načinom dela je: nabava materialov bolj enakomerna, kar posledično vpliva tudi na stroške nabave in skladiščenja in izkoristek resursov je višji.

6 Dodatne potrebne ročne aktivnosti za avtomatsko delo sistema APO

Rezultat avtomatskega zagona plana je proizvodni plan, ki potrebuje kolikor je le mogoče malo ročnega planiranja s strani planerja. Avtomatski zagon plana ne bo mogel razrešiti vseh obstoječih nasprotij, zaradi katerih je ročni poseg planerja nujen (Kopina, 2008). Nadalje, izjeme in nepredvideni dogodki zahtevajo ročne posege planerja, npr. izvedba proizvodnje zaostane za planirano zaradi okvare stroja, dobava vhodnega materiala zamuja, planer potreb potrebuje dodatne količine itd.

Osredotočenost planskih aktivnosti se spreminja skozi čas. Dolgoročno je pglavitna prioriteta spremljanje (v grobem), če prihaja do bistvenih odstopanje med potrebnimi in razpoložljivimi kapacitetami. V pomoč pri njegovih dnevnih opravilih je planerju na voljo nabor orodij.

Za kratkoročno kontrolo izjem, ki zahtevajo takojšnje ukrepanje, lahko planer dobi potrebna opozorila iz opozorilnega pregleda. Odvisno od vrste in resnosti izjeme lahko planer nato uporabi tablo za podrobno razporejanje (DS Board), da bi priredil proizvodni plan novim razmeram z prerazporeditvijo nalogov/aktivnosti na virih. Z informacijo iz opozorilnega pregleda lahko planer podrobneje razpozna neskladje v DS Tabli in uporabi možnosti, ki so mu na voljo za prerazporeditev in razrešitev neskladja.

Če po posodobitvi plana ni več neskladij, lahko planer shrani prirejeni proizvodni plan in opozorilo je razrešeno. Planer mora pri svojem delu uporabljati plansko tablo, da lahko pripravi oprijemljiv plan, ki temelji na rezultatih avtomatskega planskega zagona.

Ker končna hevristika ali optimizator nista zmožna upoštevati vseh potrebnih posebnosti, ki vplivajo na proizvodni plan, je potreben ročni poseg planerja (Kopina, 2008).

Planska tabla je glavno orodje za razporejanje nalogov in aktivnosti na način, da se doseže oprijemljiv plan in da se doseže vse datume potreb iz napovedi ali prodajnih nalogov na najboljši možni način. Na planski tabli določimo končne in neskončne resurse. Pri končnih resursih sistem upošteva razpoložljivost kapacitet in jih razporedi le v primeru, ko

ima na voljo dovolj kapacitet. Pri neskončnih resursih pa sistem ne upošteva razpoložljivosti kapacitet, operacije so prekrite v istem časovnem intervalu.

Opozorilni pregled zagotavlja planerju podatke o različnih vrstah neskladij, ki se pojavljajo v proizvodnem planu, npr. potrebe niso pokrite z dobavnicami, prezasedenost vira, ali pa je vhodni material razpoložljiv kasneje od datuma potreb dotične zahteve.

Dodatno lahko planer med podrobnim razporejanjem uporabi ostale aplikacije APO, ki mu bodo v pomoč pri izdelavi oprijemljivega plana, npr. pogled proizvoda, ki da hiter pregled planske situacije za en proizvod.

Dolgoročno lahko planer z uporabo dobavnega pogleda in pogleda potreb, pa tudi preko opozorilnega pregleda preverja, če je MRP zagon ustvaril dobavne elemente za vse potrebe. Opozorilni pregled se lahko uporablja tudi za informacijo o izkoriščenosti vira. Prav tako je planerju na voljo poročilo, ki vsebuje to informacijo (Kopina, 2008). Posredovanje planerja je potrebno le v primeru bistvenega neskladja med potrebnimi in razpoložljivimi kapacitetami.

7 Analiza nabave desetih najbolj pogostih materialov s pomočjo ABC analize

V raziskavi je izdelana ocena glavnih učinkov ob zaključeni uvedbi novega informacijskega sistema, predvsem zmanjšanje stroškov zaradi zmanjšanja zaloga, optimalnejša izraba virov in sredstev. Da ugotovimo ali je nakup in uvedba novega informacijskega orodja res smiselna lahko ugotovimo tudi s pomočjo ABC analize in dokažemo prednosti prenove sistema (Kopina, 2008).

V praksi se je pokazalo, da lahko stroške nekega proizvoda ali storitve razčlenimo po naslednjem vzorcu:

- 5 %, tako imenovani "A" deli, povzročajo 75 % stroškov,
- 20 %, tako imenovani "B" deli, povzročajo 20 % stroškov,
- 75 %, tako imenovani "C" deli, povzročajo 5 % stroškov.

Tako označujemo "A" kot malo število pomembnih in "C" kot veliko nepomembnih delov nekega proizvoda. Tako imenovani "B" deli ležijo po tej razdelitvi z 20 % skupnih stroškov približno na sredini stroškovnih nosilcev proizvoda. ABC analiza je pomemben inštrument pri odločanju vrednostnega analitika, saj dokaj objektivno kaže, kje so koncentrirani stroški pri določenem proizvodu ali storitvi. Tako začne vsaka stroškovna analiza z izdelavo ABC analize. V večini primerov zadostuje, da se analizirajo le "A" deli, od količine in prometa proizvodov včasih tudi "B" deli, le redko "C" deli (Čuš, 2004). Ob vsem tem je pomembno ločiti bistveno od nebistvenega.

Za prenovu sistema smo naredili analizo nabave desetih najbolj pogostih materialov v podjetju, ter ugotovili število dobav pred uporabo optimizatorja (Tabela 1) in število nabav po uporabi optimizatorja (Tabela 2).

Iz tabele 2 je razvidno da se je pri določenih materialih zmanjšalo število dobav kot rezultat delovanja optimizatorja in pravilno razporejenih nalogov po operacijah in s tem

Tabela 1: Število dobav in cena pred uvedbo

Šifra	Cena	Nabavna količina	Vrednost	Dobava	Št.dobav v %	% vrednosti
	na enoto	(KG)				nabav
1xx	1,89	816450	1543091	52	47,71	57,65
2xx	4,37	132950	580992	14	12,84	21,70
3xx	1,9	173800	330220	16	14,68	12,34
4xx	1,43	80875	115651	9	8,26	4,32
5xx	2,81	20700	58167	7	6,42	2,17
6xx	0,03	600000	18000	2	1,83	0,67
7xx	10,06	2000	20120	3	2,75	0,75
8xx	22,72	300	6816	3	2,75	0,25
9xx	0,02	100000	2000	2	1,83	0,07
10x	0,03	60000	1800	1	0,92	0,07
			2676856	109	100,00	100,00

pravilnim podatkom nabavi o naročanju materialov (Kopina, 2008). Nabava lahko materiale naroča bolj točno, stroški zalog so nižji, v primeru manjšega števila dobav je tudi manj analiz, ki predstavljajo tudi kar nekaj stroškov.

Z logističnega vidika je obvladovanje novega tipa fleksibilnosti proizvodnje vse obsežnejše, saj imamo opraviti v podjetju z vsak dan večjo količino podatkov (manjše serije, veliko število novih trgov, novi izdelki).

Tabela 2: število dobav in cena po uvedbi

Šifra	Cena	Nabavna količina	Vrednost	Dobava	Št.dobav v %	% vrednosti
	na enoto	(KG)				nabav
1xx	2,56	597000	1528320	28	50,91	60,88
3xx	1,9	148500	282150	9	16,36	11,24
2xx	4,27	103925	443760	7	12,73	17,68
5xx	2,89	17100	49419	3	5,45	1,97
4xx	1,47	89079	130946	2	3,64	5,22
8xx	22,51	400	9004	2	3,64	0,36
9xx	0,02	500000	10000	1	1,82	0,40
6xx	0,03	1150000	34500	1	1,82	1,37
10x	0,03	80000	2400	1	1,82	0,10
7xx	9,97	2000	19940	1	1,82	0,79
			2510439	55	100,00	100,00

8 Sklep

Obvladovanje logističnih procesov, kot so planiranje proizvodnje, zagotavljanje pokritosti materialnih potreb ob upoštevanju želje po čim manjših zalogah, je možno le z zagotavljanjem učinkovitejših informacijskih sistemov, z optimalnimi človeškimi viri in optimalnimi resursi (Interno gradivo podjetja Krka, d.d.). Novi informacijski sistem APO omogoča integrirano planiranje celotne oskrbovalne verige, spremljanje tržišča in napovedovanje povpraševanja, sočasno planiranje vseh virov, ki optimira plan preko več različnih scenarijev, fino terminiranje ter ustrezno obveščanje ob neskladjih. Izredno pomembne so tudi informacije, ki morajo biti pravočasne in prave (Kopina, A., 2008). Potrebujemo dobre informacije o planu proizvodnega programa, potrebah, stanju zalog in politiki naročanja. Rezultat planiranja je v 90 % odvisen od točnosti navedenih podatkov, ker sistem dosledno upošteva podatke v sistemu.

Ocenjujemo, da bodo glavni učinki v podjetju z uporabo novega informacijskega sistema predvsem hitrejša odzivanje na potrebe trga glede spremembe napovedi prodaje (zamrznjeno obdobje iz 80 dni skrajšano), ki hkrati ne pomeni povečanja stroškov, zmanjšanje stroškov zaradi zmanjšanja zalog, kar potrjuje tudi ABC analiza, ter optimalnejša izraba virov in sredstev (Kopina, 2008). V raziskavi je temeljito analizirano stanje pred uvedbo projekta, upoštevani in navedeni so načini in metode za izvedbo projekta. Jasno so prikazani zastavljeni cilji, ki jih želi podjetje doseči z uvedbo novega informacijskega sistema.

Transparentnost poslovanja prinaša strateškemu in taktičnemu managementu lažje in učinkovitejše sprejemanje odločitev, saj bodo le-te zasnovane na točnih, natančnih in preglednih podatkih. S tem pa se bo povečala tudi dodana vrednost v danih in novih cenovnih okvirih pa tudi tržna vrednost podjetja samega.

Literatura in viri

- Balič, J. & Čuš, F. (2007). Intelligent modelling in manufacturing. *J. Achiev. Mater. Manuf. Eng.*, 24(1): 340-348.
- Čížman, A. (2002). Logistični management v organizaciji, Moderna organizacija, Kranj, pp. 38-40.
- Čuš, F. (2004). Zapiski predavanj Upravljanje s tehnologijami in inovacijami, Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede.
- Čuš, F., Milfelner, M. & Župerl, U. (2004). Prestrukturiranje v smeri višjih tehnoloških stopenj z optimiranjem procesov obdelave.

V: Proceedings of the 23rd International Scientific Conference on Organizational Science Development, Slovenia, Portorož, March, 24th-26th 2004. *Management, knowledge and EU*. Kranj: Moderna organizacija, pp. 10-16.

- Kopina, A. (2008). Planiranje in optimizacija proizvodnje v Krki, d. d., Novo mesto z novim informacijskim sistemom, magistrsko delo, Fakulteta za organizacijske vede, Univerza v Mariboru.
- Pučko, D. (2006). Planiranje in kontrola, Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta, Ljubljana, 2006,
- Interno gradivo podjetja Krka, d.d.

Kratice in akronimi

- APO: Advanced Planning and Optimisation
 APS: Advanced Planning and Scheduling
 DM: Demand management
 DP: Demand Planning
 DRP: Distribution Resource Planning
 ERP: Enterprise resource planning
 MBR: Master Batch Record
 MRP I: Material Requirements Planning
 MRP II: Manufacturing Resource Planning
 PAS - PLAN: Prozessautomatisierungssystem-PLAN
 PP/DS: Production Planning / Detailed Scheduling
 PP: Prodajna pisarna
 SCM: Supply Chain Management

Alenka Kopina je zaposlena v Krki, tovarni zdravil, d.d., Novo mesto na delovnem mestu nosilka področja planiranja v Logističnem centru, njeno ožje področje dela je planiranje in optimizacija proizvodnje za določene proizvodne obrate v Krki. Svoj podiplomski magistrski študij je končala na Fakulteti za organizacijske vede, Univerze v Mariboru z magistrsko nalogo: Planiranje in optimizacija proizvodnje v Krki, d. d., Novo mesto z novim informacijskim sistemom. Aktivno sodeluje pri implementaciji projekta prenove.

Franci Čuš je redni profesor za področje proizvodnih tehnologij na Fakulteti za strojništvo Univerze v Mariboru. Je nosilec predmetov na dodiplomskem in podiplomskem študiju na FS in FOV. Področje raziskovalnega dela je optimiranje proizvodnih procesov, ima 85 izvornih znanstvenih člankov, je mentor magistrantom in doktorantom, je nosilec raziskovalnih projektov, udeležuje se mednarodnih konferenc gostujoči profesor na TU Wien in je član več uredniških odborov revij. Je predstojnik Katedre in inštituta za proizvodne sisteme na Fakulteti za strojništvo.