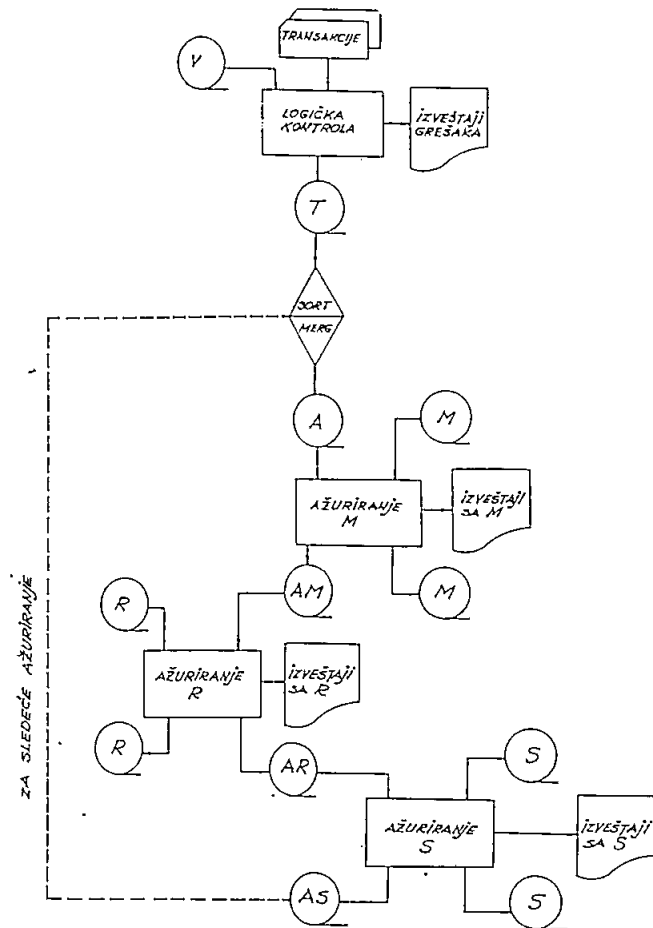


### UPRAVLJANJE ZALIHAMA U RUDARSKO-TOPIONIČARSKOM BASENU BOR

Priroda poslovanja Rudarsko-topioničarskog basena Bor, kao i većine rudarsko-metalurških kombinata u svetu, specifična je sa aspekta zaliha. Ta specifičnost se ogleda u činjenici da kontinuirana proizvodnja zahteva držanje velikog broja najrazličitijih artikala u zalihama, čije su vremenske funkcije trebovanih jedinica stohastički procesi. Ovakvih artikala u RTB Bor ima oko 60 hiljada, a razlog stohastičkog ponašanja leži u činjenici da je potrošnja tih artikala funkcija slučajnih veličina, kao što su: kvalitet rude, meteorološki uslovi itd.

Elektronski računski centar RTB Bora u saradnji sa firmom ICL i još nekoliko instituta iz zemlje pokušava da sprovede upravljanje zalihama



Slika 1.

ovakvog karaktera. Naglašavamo da je ovo prvi pokušaj ove vrste u našoj zemlji, a RTB Bor je upravo idealan medijum za to. Neka preduzeća već vrše automatsko upravljanje svojim zalihama, ali to nisu, da kratko kažemo, stohastičke zalihe, jer je proizvodnja tih preduzeća bazirana na određenim formulama ili sklopovima, a slučajnog su karaktera eventualno samo delovi za održavanje, alat i slično.

Sistem upravljanja zalihama je integriran od podсистema: evidencija i obračun, kontrola i nabavka materijala. U ovom članku u kratkim crtama izložićemo ceo sistem upravljanja, a nešto duže zadržaćemo se na podсистemu kontrole zaliha.

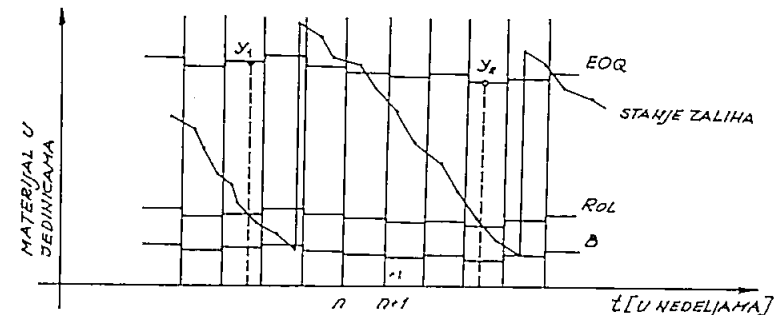
Evidencija i obračun materijala je osnovni sistem. Taj sistem prati kretanje materijala u svim pravcima (magacin — radne jedinice i obratno, prijemno odeljenje — magacin itd.). Matična datoteka — M, datoteka radnih jedinica — R i datoteka nabavke — S, s obzirom na prosečan broj dnevnih transakcija, ažuriraju se svakog dana. Matična datoteka, za svaki materijal koji je pod automatskom kontrolom, pored uobičajenih podataka sadrži i karakteristične nivoe kao što su: nivo ponovne narudžbine —  $R_d$ , sigurnosni nivo —  $B$  i ekonomsku količinu naručivanja —  $EOQ$ . Ove veličine su takođe slučajne funkcije vremena i svaka njihova konkretna realizacija zavisi od realizacije slučajne funkcije trebovanih jedinica.

Kada radni nivo zalihe padne ispod  $R_d$ , štampa se izveštaj nabavnoj službi. Nabavna služba naručuje  $EOQ$  koja, pod normalnim uslovima, stiže u magacin onda kada radni nivo zalihe padne na  $B$ . U detalje rada ovog sistema, kao i sistema nabavke, nećemo ulaziti, ali zato ćemo navesti uprošćenu orgnizacionu šemu dnevne obrade (slika 1).

Sa delom kontrolisanih i sortiranih transakcija ( $A$ ) ažurira se  $M$ , sa delom ostatka transakcija ( $AM$ ) ažurira se  $R$ , a sa preostalim transakcijama ( $AR$ ) ažurira se  $S$ . Transakcije čiji datumi još nisu dospeli ( $AS$ ) mešaju se sledećeg dana sa novim transakcijama.

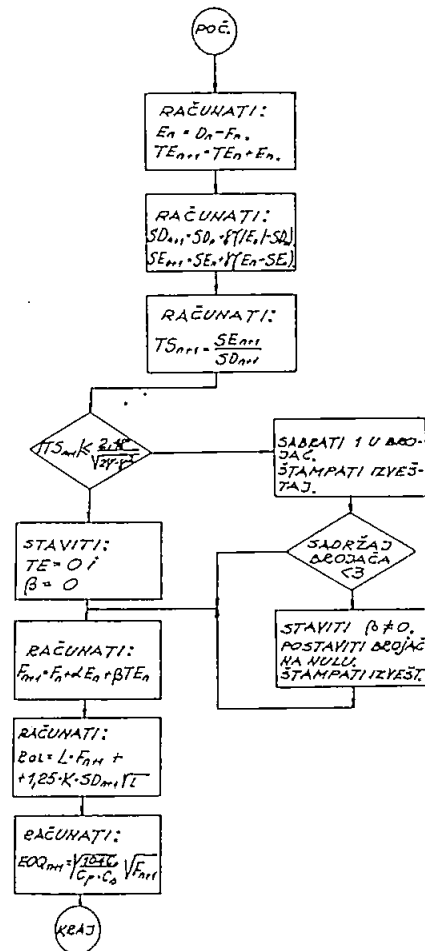
Sistem kontrole zaliha, koristeći matematičke modele, prognozira potrebe određenog materijala za naredni period. Taj period, tzv. period predviđanja, kod nas iznosi nedelju dana.

Na osnovu prognozirane potrebe  $F_{n+1}$  za naredni period  $n + 1$  i prognozirane  $F_n$  i stvarne potrebe  $D_n$  za prošli period vrši se proračun veličina  $R_{d_{n+1}}$ ,  $B_{n+1}$  i  $EOQ_{n+1}$ , za naredni period predviđanja. Grafikoni ovih funkcija izgledaju kao na slici 2.



Slika 2.

Da bi se za određeni materijal mogao odabrati i eventualno modifikirati model, neophodna je detaljna analiza tog materijala. Na sreću, sve su prometne kartice sa starog računara sačuvane za 1968. i 1969. godinu, te smo tu analizu mogli uraditi. Zapravo, na osnovu ABC klasifikacije materijala odabrali smo ekonomski i tehnološki najznačajnije. Zatim smo u klasama A i B izdvojili visoko i srednje frekventne, tj.  $A_1$  i  $B_1$ , odnosno  $A_2$  i  $B_2$ . Od ovih podklasa u prvoj fazi kontrolisamo one materijale koji su bez izrazitih sezonskih varijacija i trenda. Za modele predviđanja dosad izdvojenih materijala odabrani su:



Slika 3. Prognoziranje se radi jedanput nedeljno. Oznake:  $L$  — vreme nabavke u nedeljama,  $K$  — koeficijent servisnosti,  $C_o$  — troškovi porudžbine,  $C_p$  — cena jedinice i  $C_s$  — troškovi uskladištenja u procentima.

model jednostrukog eksponencijalnog izgladivanja

$$F_{n+1} = F_n + \alpha E_n, E_n = D_n - F_n \quad |$$

Box-Jenkinsov model

$$F_{n+1} = F_n + \alpha E_n + \beta TE_n, TE_n = \sum_{i=1}^n E_i$$

Indeks  $n$  označava da se veličine odnose na  $n$ -ti period predviđanja,  $F$  i  $D$  su prognozirana, odnosno stvarna potreba, tj. izlaz materijala, a  $\alpha$  i  $\beta$  su parametri koji zavise od odabranog materijala.

Materijale sa izrazitim sezonskim varijacijama i trendom, kojih u RTB Bor ima relativno malo, prognoziramo modelom sa sezonskim faktorom, odnosno duplim eksponencijalnim izgladivanjem. Uvođenje ovih modela se planira za drugu fazu, otprilike kroz dve godine.

Trenutno smo u fazi određivanja parametara  $\alpha$  i  $\beta$ , što se čini simulacijom za svaki odabrani artikal posebno. Napominjemo, da se ne radi o simulaciji »Monte Karlo«, već o simulacionom programu »Genda« koji je opšti analizador podataka. Parametarskim karticama se u računar unesu podaci: interval za  $\alpha$  (recimo od 0,05 do 0,2), interval za  $\beta$  (recimo od 0,15 do 0,3) i korak promene (recimo 0,01). Za sve parove  $(\alpha, \beta)$  izvrši se simulacija za izvestan prošli period  $T$ . Zapravo na osnovu stvarnih i prognoziranih zahteva u periodu  $T$ , proračunavaju se  $ROL$ ,  $B$  i  $EOQ$  kao da se stvarno odvija proces. Na kraju računar daje onaj par  $(\alpha, \beta)$  za koji prosečna zaliha

$Z$ , broj neispunjenih stvarnih zahteva  $O$  i zbir neispunjenih zahteva  $\sum_{i=1}^O P_i$  zadovoljavaju kriterijum optimalnosti. Dakle, da bi se izvršila simulacija, neophodno je poznavanje funkcije stvarno trebovanih jedinica za određeni prošli period  $T$ . Kod nas  $T$  iznosi godinu dana.

Sa ovako određenim parametrima  $\alpha$  i  $\beta$  formira se program, čija je moguća varijanta predstavljena blok-dijagramom na slici 3.

Program se bazira na Triigovim postavkama, tj. koristi se izgladena  $SE_{n+1}$  i apsolutno izgladena greška  $SD_{n+1}$ . Ako je kontrolni signal  $TS_{n+1}$  u određenim granicama, ili manje od tri puta izvan njih, koristimo jednostruko eksponencijalno izgladivanje. Inače, Box-Jenkinsov model.

Vrednosti  $\alpha$  i  $\beta$  su obično oko 0,1 odnosno 0,2, dok se za  $\gamma$  preporučuje vrednost 0,17. Veličine  $D$ ,  $L$ ,  $C_o$ ,  $C_p$  i  $C_s$  dobijaju se sa datoteke  $M$ , a ostale veličine sa datoteke predviđanja.

Sa novo proračunatim veličinama  $Rd_{n+1}$ ,  $B_{n+1}$  i  $EOQ_{n+1}$  ažurira se datoteka  $M$ , a sa ostalim veličinama, koje nose indeks  $n + 1$ , datoteka predviđanja.

Moramo reći, da nam određivanje adekvatnog modela za računanje  $C_s$  čini velike poteškoće. Dalje, da u početku ne očekujemo izuzetno dobre rezultate s obzirom na uobičajene početne oscilacije, ali se nadamo da ćemo korekcijama u periodu testiranja te oscilacije povoljno prigušiti.

Institut za bakar — ERC,  
Bor

Sandor SERES  
Radoslav ZDRAVKOVIĆ