

# Informacijska podpora razporejanju operacij v maloserijskih proizvodnjah

Maks TUTA

»Nadziraj prihodnost!« je geslo, ki odmeva v poslovnem svetu in se odlikava v vsakodnevni pritiski po pravočasnih dobavah, zmanjšanju čakanja, želji imeti konkurenčne cene itd. Ta spisek izgleda brezkončen, ker vsakodnevno številni pomembni in banalni faktorji vplivajo na globalne lastnosti poslovnega sveta in s tem tudi na razporejanje dela v proizvodnji. Za »nadziranje prihodnosti« je edina možnost sistematizacija vseh proizvodnih procesov in določitev njihove pomembnosti v poslovnem sistemu. S tem je omogočeno njihovo planiranje, razporejanje in spremljanje.

## Umestitev razporejanja

Planiranje proizvodnje je zelo širok pojem, ki se uporablja za označevanje različnih obsegov planiranja. V proizvodnji je planiranje časovno razdeljeno na strateško (dolgoročno), taktično (srednjeročno) in operativno (kratkoročno). Poleg centralnega plana podjetja so tu običajno še plan

nabave, plan proizvodnje, plan distribucije in plan povpraševanja kupcev (slika 1). Razporejanje je del planiranja proizvodnje, ki se običajno izvaja na operativnem nivoju. Zelo pomembna je povezava vseh segmentov planiranja v celovit sistem.

Proizvodna podjetja so vpeta v oskrbovalne verige – imajo svoje kupce

obvladovanje velike množice informacij, ki spremljajo delovanje podjetja, se uporabljajo poslovnoinformacijski sistemi.

Standardi ISA jasno določajo nivoje v informacijskih sistemih (slika 2). Na najvišjem nivoju sta planiranje in logistika – pogosto se ta segment označuje s kratico ERP.



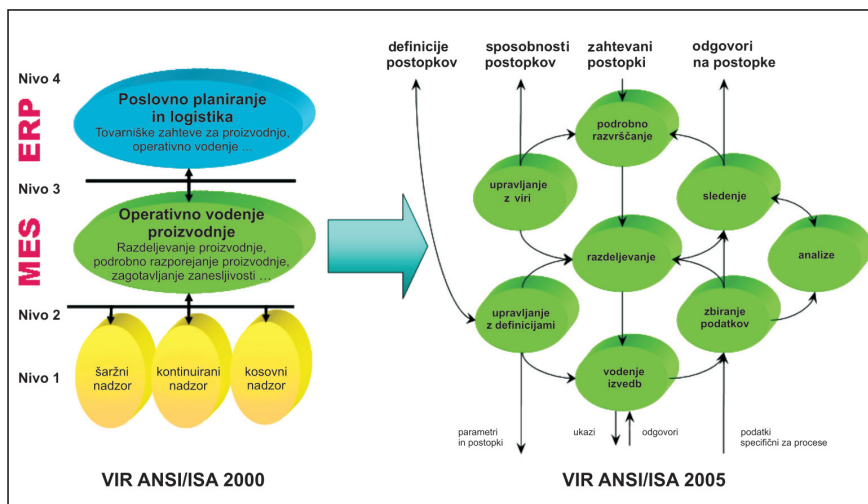
Slika 1. Celovit pogled na planiranje v proizvodnem podjetju (nSKEP)

Maks Tuta, univ. dipl. inž.,  
Sinabit, d. o. o., Ljubljana

in svoje dobavitelje – in so od njih odvisna. Kupci in dobavitelji namrekujejo obnašanje podjetja. Za

Planiranje in logistiko vključujejo vsi poslovnoinformacijski sistemi, ki se danes uporabljajo v proizvodnih podjetjih (SAP, Infor-Baan, Navision, Largo itd). Sam sistem ERP oziroma poslovnoinformacijski sistem običajno ne zajema podrobnih podatkov iz proizvodnje v realnem času in zato ne izvaja podrobnega razporejanja – to je naloga sistema MES (Manufacturing Execution System).

Sistem MES, ki skrbi za upravljanje in nadzor proizvodnje, prejme osnovne podatke iz ERP-ja med drugim tudi podatke o delovnih nalogih in operacijah, vključno z zelenimi (zahtevanimi) roki za izvedbo. Ena od osnovnih nalog celovitega sistema MES je, da izvede razporejanje po proizvodnih virih. S tem je mišljeno, da za

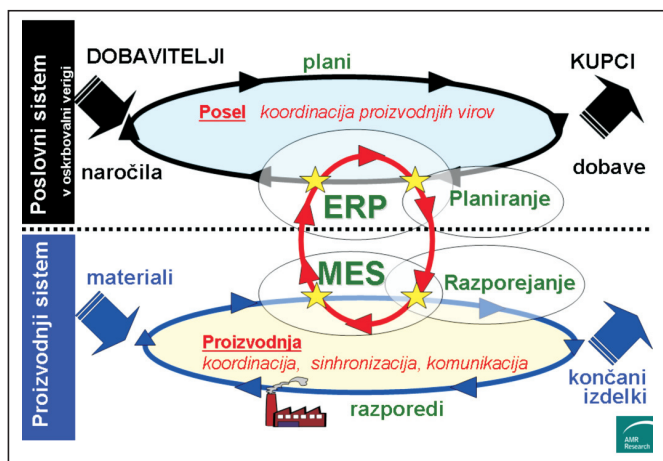


Slika 2. Nivoji informacijskega sistema in funkcionalnosti MES po standardu ISA

vsako operacijo na delovnem nalogu opredelimo potrebne vire za izvedbo in jih rezerviramo. Najpogostejši potrebni viri za izvedbo proizvodne operacije so stroji, delavci, delovni pripomočki in materiali. Dober informacijski sistem v podjetju odlikuje usklajenost podatkov v MES-u in ERP-ju (slika 3).

- iskanje najboljše poti,
- urejanje zaporedij in minimiziranje preurejanja,
- sinhronizacijo aktivnosti glede na proizvodne vire,
- urejanje prioritet, omejitev in konfliktov.

Potrebno je opozoriti, da vse funkcionalnosti, ki jih definira sistem MES, niso enako pomembne v vsaki industrijski panogi oziroma podjetju – nekatere so lahko povsem trivialne, druge pa izjemno kompleksne.



Slika 3. Povezave med ERP in MES

V kosovnih proizvodnjah, posebej pa še v maloserijskih, je podrobno razporejanje proizvodnih virov zelo pomembno. Od razporejanja virov je odvisna uspešnost poslovanja, kjer je eden od kazalcev tudi učinkovita izraba proizvodnih virov. Pri tem je potrebno opazovati celovito optimalno izrabo virov glede na poslovne cilje podjetja, ker parcialna optimizacija samo nekaterih proizvodnih virov lahko zavaja in ni realna za podjetje kot celoto.

Razporejanje v proizvodnem sistemu se v glavnem nanaša na:

- usklajevanje rokov,

### Programska orodja za razporejanje

Programska orodja za razporejanje lahko v grobem razdelimo v dve skupini:

- na orodja, ki poiščejo eno rešitev glede na postavljene pogoje in jo predlagajo uporabniku, in na
- ekspertne sisteme, ki glede na vhodne podatke in omejitve stalno optimizirajo proizvodni razpored s ciljem maksimizacije izbranega parametra (običajno je to dobiček).

Ta delitev v praksi ni črno-bela, ampak se z vgradnjo hierarhije pravil, če to orodje dopušča, lahko postopno približuje ekspertnemu sistemu. Tega je potrebno zgraditi, saj podobne zakonitosti veljajo samo v isti branži, pa še tam so odvisne od uporabljene tehnologije.

Za kakovostno, učinkovito razporejanje delovnih operacij je potrebno uporabiti učinkovita programska orodja. Vsekakor je zaželena uporaba programskih pripomočkov, ki so dovolj splošni, da imajo ustrezen tržni delež in s tem zagotovljen nadaljnji razvoj, hkrati pa omogočajo vgradnjo specifičnih pravil za razporejanje, ker le tako programsko orodje priredimo za uporabo v podjetju. Zavedati se moramo, da je logiko razporejanja potrebno stalno nadgrajevati za doseganje vedno boljših rezultatov – z dodajanjem planiranih proizvodnih virov in pravil za razporejanje. Parametrizirana programska oprema mora uporabljati pravila in prioritete, ki se tudi sicer uporabljajo za delo v tovarni. To je ključ do uspeha.

### Zajemanje podatkov

Poleg razporejanja mora biti sočasno ali predhodno uveden sistem za zajemanje podatkov iz proizvodnje, ker je brez tega razporejevalnik opravil slep – ne ve, kaj se je že zgodilo v proizvodnji. Zbiranje podatkov mora potekati v »realnem času«, idealno je, da se podatki posredujejo v informacijski sistem takoj, ko nastanejo, in s kar najmanj posredniki. To je ena od ključnih lastnosti podsistema za zbiranje podatkov. V praksi podatke o dogodkih v proizvodnji lahko avtomatsko posreduje stroj ali pa delavec preko terminala, ki je nameščen v proizvodnji. Ti podatki niso enaki, ampak se dopolnjujejo. Delavec lahko na primer posreduje informacijo, kateri delovni nalog se izdeluje na stroju, stroj pa lahko pove za vsak kos, kdaj je bil dokončan. Dobro zasnovan sistem za zajemanje podatkov o dogodkih v proizvodnji zbira podatke na oba načina, tako da obremenjuje delavca smo s tistimi vnosi, ki so

nujni. Obseg potrebnih podatkov narekujejo narava proizvodnje in zahteve informacijskega sistema.

### »Razporejevalnik«

V sistem MES podjetja COSCOM je vključeno zelo močno parametribilno orodje za razporejanje operacij v proizvodnji – razporejevalnik. Podjetje je specializirano za implementacijo orodij MES v maloserijske kosovne proizvodnje, predvsem tam, kjer prevladujejo mehanske obdelave s stroji CNC in seveda v orodjarnah. Dobro poznavanje načina dela, zakonitosti in posebnosti v proizvodnji je osnova za uspešno parametriranje programske opreme, ki omogoča kakovostno in učinkovito delo. Podjetje COSCOM je nastalo leta 1978. V začetku se je ukvarjalo s sistemi CAM in z upravljanjem delovnih pripomočkov in orodij v proizvodnji. V letu 1988 je predstavilo svoj prvi sistem za zbiranje podatkov v proizvodnji. Danes ima več kot 4000 podjetij v Evropi nameščene različne segmente rešitev MES podjetja COSCOM.

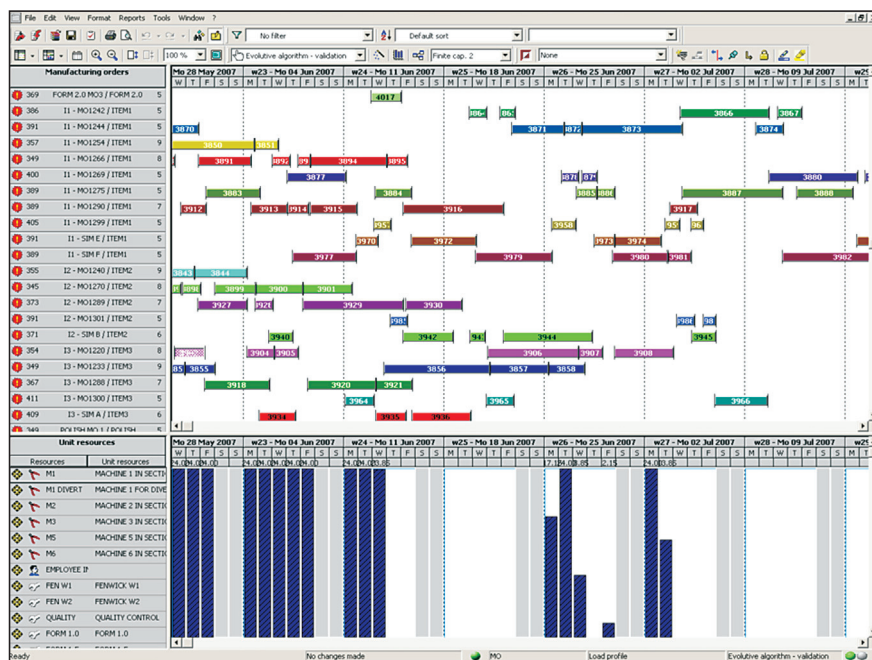
Glavne lastnosti razporejevalnika, ki ga uporablja podjetje COSCOM tudi za reševanje tako zapletenih maloserijskih proizvodenj, kot so orodjarne, so:

- **prijazna aplikacija za uporabnika;**

S pomočjo ergonomskega uporabniškega vmesnika prevede kompleksne probleme razporejanja v enostavne, ki jih je možno enostavno modelirati. Osnovni zaslon v štirih oknih prikazuje: nabor delovnih nalogov, Gantov diagram razporeda, nabor proizvodnih virov in obremenitev posameznega proizvodnega vira (slika 4).

Uporabnik ima velik vpliv na način prikazovanja podatkov. Samo za primer:

- izbira pomena barv v Gantovem diagramu (lahko po izdelkih, delovnih nalogih, strojih, ...),
- izbira obseg prikazanih podatkov na posamezni operaciji v Gantovem diagramu (delovni nalog, operacija, izdelek, ...).
- **omogoča tesne povezave s poslovnoinformacijskim sistemom;**



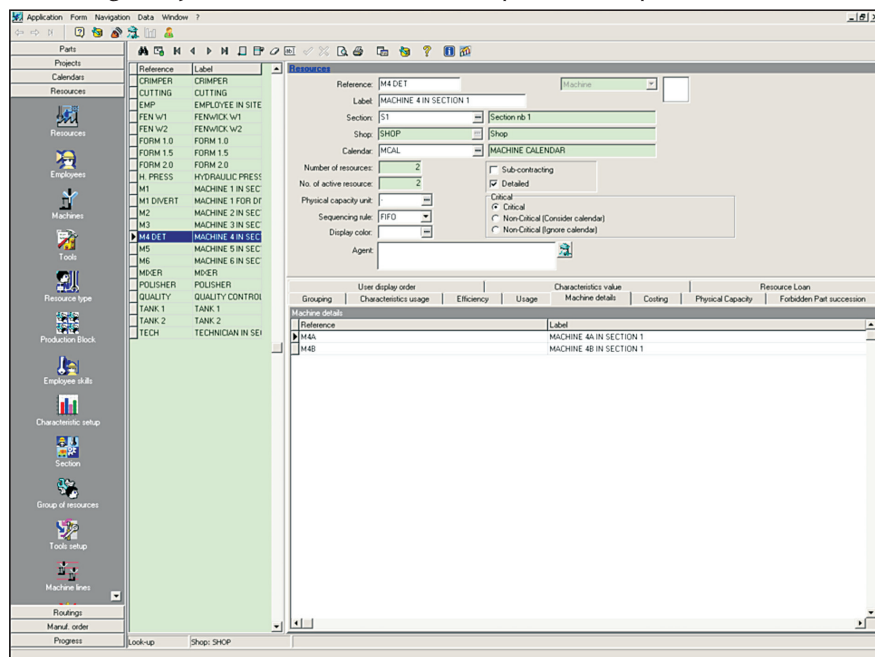
**Slika 4.** Osnovni zaslon razporejevalnika v štirih oknih prikazuje: nabor delovnih nalogov, Gantov diagram razporeda, nabor proizvodnih virov in obremenitev posameznega proizvodnega vira.

Glavni podatki za razporejanje so delovni nalogi, delovne operacije, kosovnice in tehnološki podatki, pa tudi podatki o stanju v skladiščih, o delavcih, strojih, ...

- **vgrajena so orodja za vnašanje pravil, pomožnih podatkov in konfiguracijo;**

podatke o izdelkih, ki so nujni za razporejanje),

- projekte (več delovnih nalogov združuje v projekte zaradi spremljanja),
- delovne koledarje (ureja izmene, dopuste delovne sobote itd. za posamezne proizvodne vire),



**Slika 5.** Orodja za vnašanje pravil, pomožnih podatkov in konfiguracijo

S pomočjo teh zelo močnih orodij lahko uporabnik ureja (slika 5):

- izdelke (izdelke lahko tudi dodaja, predvsem pa dopolnjuje

- proizvodne vire (dodaja svoje vire, ki jih želi razporejati),
- pravila za optimizacijo (določa prioritete, postavlja omejitve,

izbira pravila za razporejanje: FIFO, ODD – glede na termin zaključka operacije, EDD – glede na termin zaključka delovnega naloga, CRR – glede na nujnost, OPS – prednost imajo nalogi s krajšimi mrtvimi časi, SPT – prednost imajo operacije s krajšim izdelovalnim časom),

- delovne naloge (ureja nadomestne operacije, dodaja naloge za izvedbo simulacij, ...) in
- podatke o napredku razporejanja (ureja pravila za spremljanje napredka).

Kakovost razporejanja in uporabnost rezultatov simulacij je **zelo odvisna** od podatkov, ki jih uporabnik posreduje razporejevalniku.

- **vgrajena so močna orodja za simulacijo;**

S pomočjo teh orodij uporabnik lahko predvideva, kaj se bo zgodilo, če uporabnik sam določa razpon kriterijev za simulacijo. Program shrani vsako izračunano simulacijo in kriterije, uporabljene pri izračunu, tako da jih uporabnik lahko primerja in izbere najboljši raspored. Program lahko prikaže tudi grafično primerjavo dveh simulacij (slika 6).

- **možnost optimizacije razporeda;**

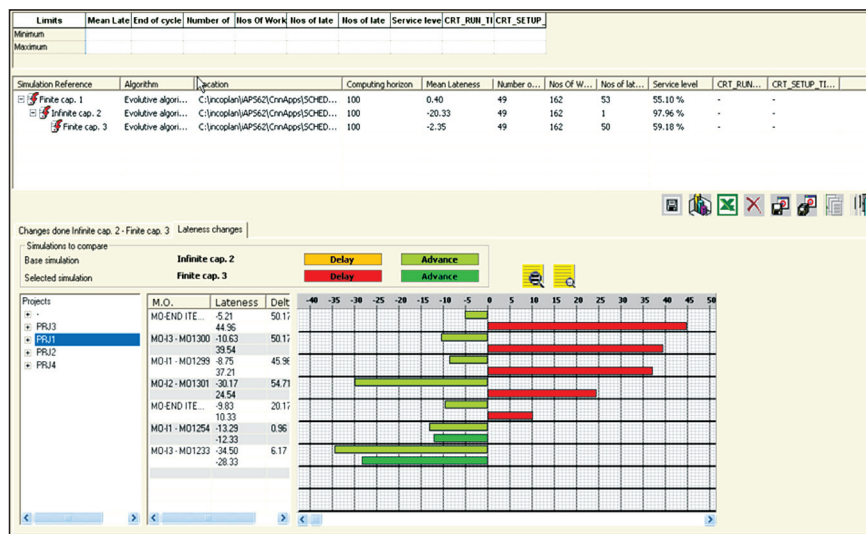
Modul sam najde optimalno rešitev med omejitvami in naročili kupcev. Uporabnik sam določa pravila za optimizacijo proizvodnega sistema in izbira, kaj je najboljša za njegovo proizvodnjo (določa prioritete naročnikov, določa prioritete izdelke itd.).

- **ima učinkovita orodja za podporo odločanju.**

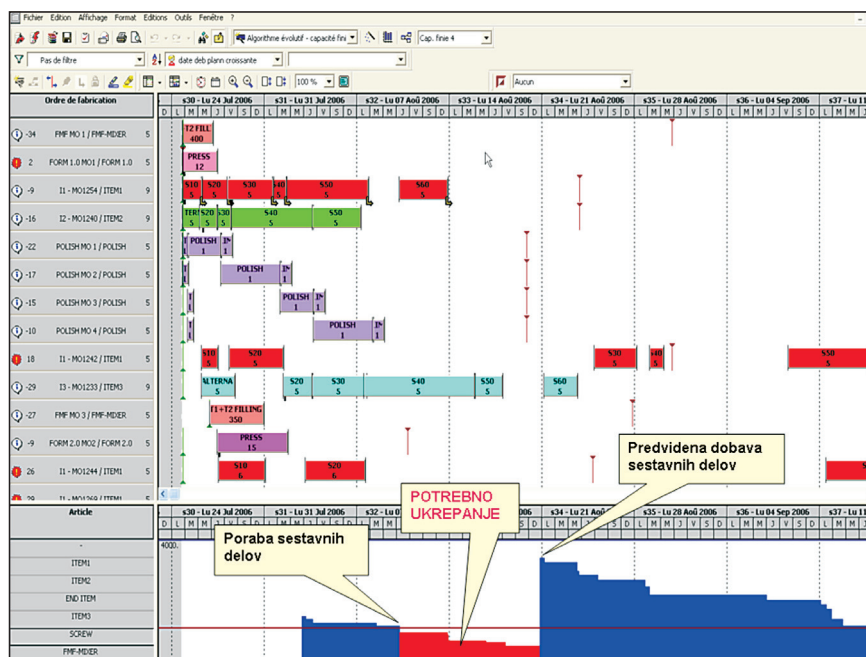
Orodja za podporo odločanju pomagajo odgovoriti na vprašanje, kaj je potrebno narediti in kaj se bo zgodilo. S takim orodjem je mogoče veliko bolj natančno napovedovati dogodke v proizvodnem sistemu (slika 7).

## Sklepna misel

Razporejanje je večdimenzionalen problem, ki se pogosto izvaja z neupoštevanjem ali samo z delnim



Slika 6. Orodje za primerjanje dveh razporedov



Slika 7. Spremljanje odvisnih proizvodnih virov, ki niso bili predmet kriterijev za razporejanje

upoštevanjem nekaterih dimenzij, ki pa v procesu nastopajo in povzročajo težave – te se potem odpravljajo bolj ali manj nepremišljeno, kar vpliva na poslovno uspešnost podjetja.

Uvajanje celovitega, računalniško podprtega razporejanja je kompleksna zadeva, vendar ena od ključnih poslovnih funkcij in pomembno vpliva na uspešnost podjetja. Hitrost reagiranja na spremembe in simulacija odločitev sta danes ključni za učinkovito poslovanje. Razporejevalnik je tu v veliko pomoč.

## Viri

- [1] COSCOM prospektni material, 2007
- [2] [http://www.dys.com/en/solutions/solutions\\_suite.asp](http://www.dys.com/en/solutions/solutions_suite.asp); 24.9.2007
- [3] <http://www.isa-95.com/index.php>; 24.9.2007
- [4] <http://www.omac.org/omac/arc-talks/KUnger-1slide.ppt#292,6,MESA - MES Functional Model>; 24.9.2007