

SISTEM EXPERT PENTRU ASISTAREA DECIZIILOR DE FEZABILIZARE A PROGRAMULUI DE PRODUCȚIE ÎN PROCESE CONTINUE

drnd. ing. Ofelia Buța

Institutul de Cercetări în Informatică

Rezumat: Se prezintă suportul de sistem expert al produsului PRODIS/W ca o funcție opțională de determinare a fezabilizării unui program de producție în procese continue.

Cuvinte cheie: sisteme bazate pe cunoștințe, sisteme suport de decizie, program de producție, procese continue, fezabilitate.

1. Introducere

Tendința actuală în dezvoltarea produselor informatice este de a integra tehnologii inteligente în intenția tot mai accentuată de creștere a performanțelor. Sistemele expert sunt cele care încearcă să transpună pe calculator modul de raționare uman, de aceea au început să fie utilizate în aplicații tot mai complexe din lumea reală, depășindu-se faza aplicațiilor "stand-alone". Acestea sunt utilizate în tot mai multe domenii uneori punctual pentru a rezolva probleme pentru care o soluție algoritmică nu există sau este foarte costisitoare. După părerea lui Kerchoff și Vanteenkiste (1986) "folosirea datelor și a metodelor trebuie inclusă într-un proces de raționament simbolic, care domină și controlează întregul sistem" și "IA se pare că va dobândi poziția unei discipline centrale în abordarea sistemelor foarte complexe".

Sistemele de asistare a deciziei, ca sisteme specifice care au rolul de a oferi suport decidentului uman în procesul complex de luare a deciziei, nu au scăpat tendinței de utilizare a componentelor de Inteligență Artificială (IA). Astfel, folosirea sistemelor expert în asistarea deciziilor nu mai apare ca un lucru surprinzător. Asemănarea dintre arhitectura SSD propusă de Bonezek, Holsapple și Whinston (1981) și cea a SE redată de Sol (1987) reflectă posibilitatea rezolvării unor probleme reale prin gruparea specialiștilor din aceste domenii. Astfel, aceste sisteme apar în literatura de specialitate sub diferite denumiri ca SSD extins sau SSD normativ [Keen, 1980], SSD hibrid bazat pe reguli [Singh, 1988], SSD tandem [Kusiak, 1988], SSD expert [Sen și Biswass, 1985; Chen, 1988], SSD inteligent [King, 1990] toate incluzând tehnici de IA.

După opinia lui Keen, SSD extins se apropie de poziția de consultant decât de asistent în luarea deciziilor, indicând sau chiar selectând alternative, iar SSD normativ domină procesul de decizie conținând metodologia de analiză poate astfel furniza soluții mai mult sau mai puțin automate.

SSD inteligent poate detecta automat problema, cauzele sale și oferă consultanță în luarea deciziilor, ceea ce SSD tradițional nu poate face. Acesta este și motivul pentru care sistemele expert sunt aplicate în multe situații ce păreau în trecut obiectul de lucru al SSD.

Deci în contrast cu SSD tradițional, SSD extins va acționa ca un "consultant" inteligent, apărând două motive în favoarea combinării modelelor analitice cu tehnicile de IA [Filip, 1990]:

(1) este rezonabil utilizarea celei mai potrivite abordării cu instrumente de tip IA în rezolvarea unei părți particulare a problemei deciziilor de producție;

(2) necesitatea doborârii limitelor de experiență a decidentului particular ce nu poate să egaleze puterea și complexitatea SSD.

Totuși pentru multe probleme de decizie instrumentele folosite pentru dezvoltarea de sisteme expert au propriile neajunsuri. În opinia lui King (1990) aceste instrumente au limitări ca:

(1) multe din datele istorice pe care se bazează deciziile nu se află în baza de cunoștințe;

(2) instrumentele utilizate operează pe baza unui raționament simbolic și le lipsesc capabilități de calcul aritmetic;

(3) sistemul expert este concentrat pe un domeniu restrâns față de procesele de decizie ce implică analiza unui număr de domenii ale problemei.

Utilizarea tehnicilor de IA nu se pune doar pentru sistemele ce vor fi proiectate, ci și pentru sistemele deja existente, cum este în cazul de față sistemul PRODIS/W, venind ca o necesitate continuă de perfecționare.

Articolul de față reprezintă un rezultat al activității de cercetare desfășurat în cadrul temelor [12], [13].

2. Comunicare între PRODIS/W și suportul de tip expert

PRODIS/W este un prototip de produs program din categoria SSD pentru sprijinirea decidentului uman în elaborarea programului de producție. Acesta integrează un sistem expert prezentat în continuare, utilizat pentru asistarea fazei de analiză

a programului de producție și determinarea acțiunilor de fezabilizare necesare.

Comunicarea între PRODIS/W și SE este realizată într-o arhitectură slab cuplată ca în figura 1.

stoc1, stoc2, stoc3, stoc4 și stoc5. Legătura cu mediul exterior a sistemului de producție se face prin intermediul resurselor (res1 și res2), ce reprezintă materialele de aprovizionare a stocurilor și consumatorilor (cons1 și cons2), ce reprezintă

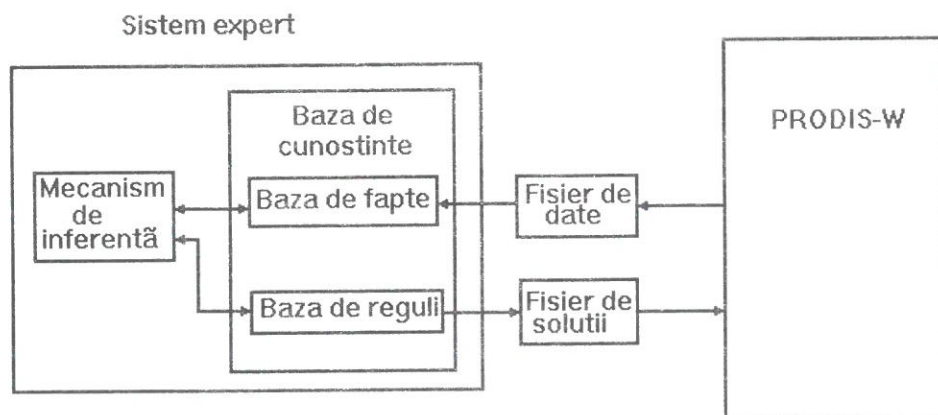


Figura 1. Comunicarea Prodis/W cu sistemul expert

Decizia de bază într-un sistem de producție este modul în care trebuie condusă fabricația, respectiv cum trebuie operate capacitățile de producție în perioada de timp următoare. Modul de operare este stabilit de programul de producție. Diagrama unui sistem de producție simplificat este prezentată în figura 2.

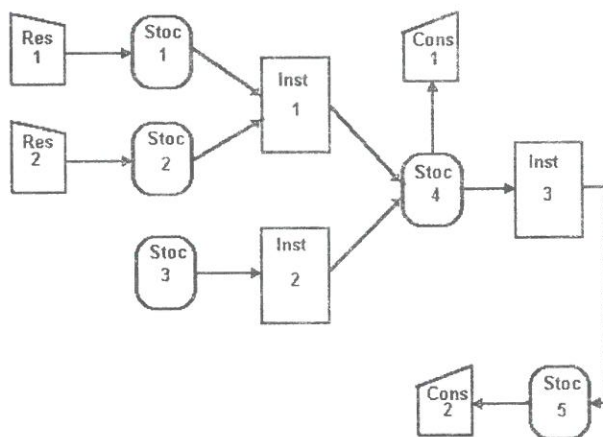


Figura 2. Diagrama sistemului de producție

În schema sistemului de producție din figura 2 elementele active (comandabile) sunt instalațiile: inst1, inst2 și inst3. Acestea acționează conform unor rețete de fabricație, care este o reprezentare a raportului dintre materialele de intrare și de ieșire a instalației în funcționare normală; unul dintre aceste materiale este considerat principal, el caracterizând, de regulă, funcționarea întregii instalații. Instalațiile sunt conectate (prin legături) cu restul elementelor sistemului prin intermediul capacităților de stocare:

produsele finite livrate.

Principiul funcționării acestei scheme este antrenarea materialelor pe legăturile direcționate, la valori cantitative determinate de funcționarea instalațiilor. Privită pe un orizont de comandă al deciziei regimului de funcționare al instalațiilor reprezintă programul de producție.

Decizia de conducere a producției trebuie să prevadă alternative de funcționare pentru diferitele situații în care soluția de producție propusă de program nu este fezabilă (conduce la violarea restricțiilor de funcționare ale instalațiilor și capacităților de stocare).

Utilizarea suportului de tip expert este opțională, funcțiunile de analiză pe această cale a fezabilizării programului de producție fiind lansate prin funcția WINEXE din modulul principal PRODIS/W.

PRODIS/W este un produs realizat într-o abordare orientată obiect. Sistemul expert deși actual este realizat în Prolog respectând această abordare. Conform diagramei din figura 2 se disting patru tipuri de obiecte necesare planificării producției :

- instalațiile ce au instanțiate rețelele necesare pentru programul de producție care trebuie elaborat;
- rezervoarele cu instanțierea stocurilor existente;
- resursele cu instanțierea materialelor prevăzute în orizontul deciziei, pe baza cărora se elaborează programul de producție;

- consumatorii ce indică produsele finale de livrat în cadrul orizontului decizional.

2.1. Preluarea datelor primare din PRODIS/W

Comunicarea între PRODIS/W și sistemul expert este realizată prin intermediul unor fișiere de date.

În analiza fezabilizării programului de producție, se iau în considerație cele patru tipuri de obiecte enumerate mai sus, pentru care se transmit, în fișiere de date separate, limitele de funcționare (val_{min} , val_{max}) și valoarea optimă de funcționare, la fiecare moment de timp. Instanțierile acestor obiecte sunt memorate sub forma unor fapte primare în patru baze de date distincte ($valinst$, $valstoc$, $valres$ și $valcons$) ale sistemului expert.

Modul de interconectare al obiectelor, conform diagramei din figura 2, este transmis sistemului expert tot printr-un fișier de date, care va fi memorat în baza de date **legături** sub forma a trei tipuri de fapte:

legătura - indicând legătura între stocuri și instalații,

leg_resurse - indicând legătura între stocuri și resurse și

leg_consumator - indicând legătura între stocuri și consumatori.

database - legături

legătura(nume, nume, coef, leg_princ, sens_leg, tip_inst)

leg_resurse(nume, nume)

leg_consumator(nume, nume)

2.2. Transmiterea soluțiilor de fezabilizare spre PRODIS/W

Programul de producție determină o anumită evoluție a capacităților de stocare. Dacă instalațiile sau stocurile evoluează în afara limitelor de funcționare specificate, avem de a face cu un program de producție nefezabil. În acest caz, sistemul expert va indica soluțiile pentru fezabilizarea stocurilor și a instalațiilor și acestea sunt transmise spre PRODIS/W prin fișierul **db_soluții**.

Soluțiile sunt date separat pentru stocuri și instalații și tipul de nefezabilitate (inferioară sau superioară) astfel:

stocuri nefezabile inferior/superior: fiecare stoc nefezabil inferior/superior este identificat prin numărul (nr) și numele stocului (nume), cu specificarea rezervei inferioare (rez_{inf})/superioare (rez_{sup}) nesatisfăcute și momentul de timp (timp) la care a apărut, în faptul- $stoc_{inf}(nr, nume, rez_{inf}, timp)/stoc_{sup}(nr, nume, rez_{sup}, timp)$; posibilitatea creșterii/reducerii stocului cu rezerva inferioară/superioară nesatisfăcută apare în faptul - $sum(nr, rez)$, ce indică suma rezervelor inferioare/superioară pe legăturile stocului; fezabilizarea se realizează printr-o comandă de creștere sau reducere a funcționării instalației sau a instalațiilor conectate la stocul analizat, cu valoarea (rez) din faptele - $cresc(nr, nume, rez, timp, tip_{inst})$ sau $reduc(nr, nume, rez, timp, tip_{inst})$;

instalații nefezabile inferior/superior: fiecare instalație nefezabilă inferior/superior este identificată prin numărul (nr) și numele instalației (nume), cu specificarea rezervei inferioare (rez_{inf})/superioare (rez_{sup}) nesatisfăcute în faptul - $inst_{inf}(nr, nume, rez_{inf}, timp)/inst_{sup}(nr, nume, rez_{sup}, timp)$; posibilitatea creșterii/reducerii funcționării instalației cu rezerva inferioară/superioară nesatisfăcută apare în faptul - $tot(nr, rez)$, ce indică rezerva inferioară/superioară minimă pe legăturile instalației; fezabilizarea se realizează printr-o comandă de creștere sau reducere a tuturor stocurilor (cu valoarea rez) conectate la instalația analizată.

3. Fezabilizarea programului de producție

Obiectivul sistemului expert este de a verifica fezabilitatea unui program de producție, propus la intrare, și de a determina eventuale soluții de fezabilizare. Aceste soluții înseamnă modificarea regimului de funcționare a instalațiilor sau a resurselor/consumatorilor, astfel încât să nu se producă prin aceasta alte nefezabilități în sistem.

Principiul metodei constă în calcularea rezervelor de funcționare față de limitele maxime/minime pentru instalații și stocuri. În cazul determinării unor nefezabilități, se apelează la rezervele de funcționare, în sensul reducerii/eliminării acestei nefezabilități. Este luată în considerare posibilitatea cumulării efectului mai multor elemente în scopul tratării unei nefezabilități.

Regula **run** are rolul de a gestiona modul în care acționează celelalte reguli în atingerea scopului dorit, prin satisfacerea mai multor etape. Regula are următoarea formă :

```

run :-
    makewindow(1,23,7,"Puncte
nefezabile",2,2,22,60),
    calculare_rezerve_de_funcționare_stocuri
    calculare_rezerve_de_funcționare_instalații
        stocuri_nefezabile,
        instalații_nefezabile,
    calculare_rezerve_de_funcționare_pe_legături
        soluții_fezabilizare_stocuri,
        solutii_fezabilizare_instalații,
    removewindow.

```

Instalațiile, stocurile, resursele și consumatorii sunt tratate separat pentru determinarea posibilităților nefezabilități. Corelarea între acestea se face pe baza faptelor existente în baza de date **legături** și a faptelor create pe parcursul fazei de analiză.

Resursele și consumatorii pe parcursul fazei de analiză sunt tratate ca instalații. De aceea, când se calculează rezervele de funcționare ale instalațiilor, pentru a se putea diferenția instalațiile de resurse și de consumatori, s-a introdus atributul **tip_inst** în faptele nou create :

```

rez_inst( nume, rez_inf, rez_sup, timp, tip_inst )
rez_leg( nume, nume, rez_inf, rez_sup, sens_leg, timp,
tip_inst )

```

Etapile analizei programului de producție pentru determinarea soluțiilor de fezabilizare sunt următoarele :

(1) Se calculează pe baza regulilor **resurse** și **consumator** valoarea maximă a resurselor și a consumatorilor din sistem, pentru a putea fi tratate ca instalații;

(2) Se calculează rezervele inferioare și rezervele superioare ale stocurilor, ale instalațiilor, ale resurselor și ale consumatorilor prin executarea regulilor **rezerve_stoc**, **rezerve_inst**, **rezerve_res** și **rezerve_cons**, iar faptele create **rez_stoc** și **rez_inst** sunt salvate în fișierele "db_rez_stoc" și "db_rez_inst"; diferențierea instalațiilor, a resurselor și a consumatorilor în faptele **rez_inst** se face prin atributul **tip_inst**;

(3) Se determină stocurile și instalațiile nefezabile prin executarea regulilor **nefezabil_stoc** și **nefezabil_inst** pentru toate momentele de timp;

(4) Se calculează rezervele pe legături inferioare și superioare pe baza faptelor :

```

legatura(S,I,Coef,
Leg Princ,Sens Leg,Tip_inst),
rez_stoc(S,Rs_inf,Rs_sup,T),
rez_inst(I, Ri_inf,Ri_sup,T),

```

pentru instalații, resurse, consumatori și stocuri. Coeficientul pe legătură este dat față de legătura principală, iar rezerva inferioară și rezerva superioară se calculează în felul următor :

$$R_{inf} = R_{i_inf} * Coef,$$

$$R_{sup} = R_{i_sup} * Coef,$$

Coeficientul (Coef) va avea următoarea semnificație pentru:

a) legătură principală

Pentru legătura principală calculul se face în modul următor:

$$R_{inf} = R_{i_inf} * Coef_princ,$$

$$R_{sup} = R_{i_sup} * Coef_princ,$$

b) legătura secundară

Pentru legătura secundară, rezerva inferioară și rezerva superioară se calculează în funcție de coeficientul de pe legătura principală (**coef_princ**) a instalației și coeficientul (**coef**) de pe legătura secundară, în modul următor :

$$R_{inf} = R_{i_inf} * coef_princ / coef$$

$$R_{sup} = R_{i_sup} * coef_princ / coef$$

Această regulă este compusă din 8 ramuri, calculul se face diferențiat în funcție de sensul legăturii (de la stoc la instalație sau de la instalație la stoc), în modul următor :

1) sensul legăturii este de la stoc la instalație :

- rezerva inferioară pe legătură este

$$R_{i_inf} = \min (R_{s_sup}, R_{i_inf})$$

- rezerva superioară pe legătură este

$$R_{i_sup} = \min (R_{s_inf}, R_{i_sup})$$

2) sensul legăturii este de la instalație la stoc :

- rezerva inferioară pe legătură este

$$R_{i_inf} = \min (R_{s_inf}, R_{i_inf})$$

- rezerva superioară pe legătură este

$$R_{i_sup} = \min (R_{s_sup}, R_{i_sup})$$

Pe baza rezervelor calculate se creează faptele

$$rez_leg(S, I, R_{i_inf}, R_{i_sup}, S, T, Tip_inst)$$

și se memorează în baza de date **rez_legături**.

Regula **leg** are următoarea formă pe una din ramuri :

leg :-

$$legatura(S,I,Coef,_,0,TI), /* Leg_sec = 0, (S->I)$$

*/

$$Sens = 0$$

```

rez_stoc(S,Rs_inf,Rs_sup,T),
rez_inst(I,Ri_inf,Ri_sup,T,TI),
Rinf = Ri_inf * Coef,
Rsup = Ri_sup * Coef,
Rs_inf <= Rsup,
Rl_sup = Rs_inf,
Rs_sup <= Rinf,
Rl_inf = Rs_sup,

```

```

assert(rez_leg(S,I,Rl_inf,Rl_sup,0,T,TI),rez_legături),
fail

```

(5) Analiza pentru determinarea soluțiilor de fezabilizare inferioară și superioară se face diferențiat pentru instalații și stocuri prin regulile `sol_inst_nef_inf`, `sol_inst_nef_sup`, `sol_stoc_nef_inf`, `sol_stoc_nef_sup`, iar rezultatele sunt salvate în fișierul "db_soluții".

Soluția pentru o instalație nefezabilă inferior este de a determina posibilitatea creșterii regimului de funcționare a instalației, cu rezerva inferioară nesatisfăcută (abaterea față de limita minimă).

Posibilitatea creșterii funcționării instalației X din faptul

```
inst_nef_inf(N,X,Rez_inf,T),
```

se determină în funcție de sensul legăturii în modul următor :

- **sens_leg = 1** (sensul legăturii este de la instalație la stoc) necesită o comandă de creștere a funcționării instalației X de pe legătura stocului Y pe baza faptului

```
rez_leg(Y,X, Rl_inf,Rl_sup,S,T,Tip_inst),
```

cu $Rez = \min (Rl_sup, Ri_inf)$. Aceasta se realizează printr-o comandă de creștere a stocului Y cu $\min (Rl_sup, Ri_inf)$ creată prin faptul

```
cresc(N,Y,Rez,T,Tip_inst)
```

în baza de date soluții;

- **sens_leg = 0** (sensul legăturii este de la stoc la instalație) necesită o comandă de reducere a funcționării instalației X, de pe legătura stocului Y pe baza faptului

```
rez_leg(Y,X, Rl_inf,Rl_sup,S,T,Tip_inst),
```

cu $Rez = \min (Rl_inf, Rs_sup)$. Aceasta se realizează printr-o comandă de reducere a stocului Y cu $\min (Rl_sup, Ri_inf)$, creată prin faptul

```
reduc(N,Y,Rez,T,Tip_inst)
```

în baza de date soluții;

Soluția pentru o instalație nefezabilă superior este de a determina posibilitatea reducerii funcționării instalației cu rezerva superioară nesatisfăcută (abaterea față de limita maximă).

Posibilitatea reducerii funcționării instalației X din faptul

```
inst_nef_sup(N,X,Rez_sup,T),
```

se determină în funcție de sensul legăturii în modul următor:

- **sens_leg = 1** (sensul legăturii este de la instalație la stoc) necesită o comandă de reducere a funcționării instalației X de pe legătura stocului Y pe baza faptului

```
rez_leg(Y,X, Rl_inf,Rl_sup,S,T,Tip_inst),
```

cu $Rez = \min (Rl_inf, Ri_sup)$. Aceasta se realizează printr-o comandă de reducere a stocului Y cu $\min (Rl_inf, Ri_sup)$ creată prin faptul

```
reduc(N,Y,Rez,T,Tip_inst)
```

în baza de date soluții;

- **sens_leg = 0** (sensul legăturii este de la stoc la instalație) necesită o comandă de reducere a funcționării instalației X de pe legătura stocului Y pe baza faptului

```
rez_leg(Y,X, Rl_inf,Rl_sup,S,T),
```

cu $Rez = \min (Rl_inf, Rs_sup)$. Aceasta se realizează printr-o comandă de creștere a stocului Y cu $\min (Rl_inf, Ri_sup)$ creată prin faptul

```
reduc(N,Y,Rez,T,Tip_inst)
```

în baza de date soluții;

```
sol_inst_nef_sup :-
```

```
inst_nef_sup(N,X,Rez_sup,T),
```

```
assert(tot(N,Rez_sup),soluții),
```

```
write("soluție : ",N," instalație = ",X,"
nefezabil
```

```
superior cu ",Rez_sup),nl,
```

```
write("fezabilizare prin reducerea
funcționării instalației
```

```
cu:",Rez_sup),nl,
```

```
write("condiție: valoarea pe fiecare din
legăturile
```

```
instalației>= ",Rez_sup),nl,
```

```
fez_inst_sup,
```

```
assert(inst_sup(N,X,Rez_sup,T),soluții),
```

```
tot(N,R),
```

```
write("tot = ",R),nl,
```

```
add,
```

contor(N),cont(Ne), N < Ne,

fail.

sol_inst_nef_sup.

Soluția pentru un stoc nefezabil inferior este de a determina posibilitatea creșterii stocului cu rezerva inferioară nesatisfăcută (abaterea față de limita minimă).

Posibilitatea creșterii stocului X din faptul

stoc_nef_inf(N,X,Rez_inf,T),

se determină în funcție de sensul legăturii în modul următor :

- **sens_leg = 1** (sensul legăturii este de la instalație la stoc) necesită o comandă de creștere a stocului X, de pe legătura cu instalația Y, pe baza faptului

rez_leg(X,Y,RI_inf, RI_sup,S,T,Tip_inst),

cu $Rez = \min (RI_sup, Rs_inf)$. Aceasta se realizează printr-o comandă de creștere a funcționării instalației Y cu $\min (RI_sup, Rs_inf)$ creată prin faptul

cresc(N,Y,Rez,T,Tip_inst)

în baza de date soluții;

- **sens_leg = 0** (sensul legăturii este de la stoc la instalație) necesită o comandă de creștere a stocului X, de pe legătura cu instalația Y, pe baza faptului

rez_leg(X,Y,RI_inf,RI_sup, S,T),

cu $Rez = \min (RI_inf, Rs_inf)$. Aceasta se realizează printr-o comandă de reducere a funcționării instalației Y cu $\min (RI_inf, Rs_inf)$ creată prin faptul

reduc(N,Y,Rez,T,Tip_inst)

în baza de date soluții;

sol_stoc_nef_inf :-

stoc_nef_inf(N,X,Rez_inf,T),

assert(sum(N,0),soluții),

write("soluție : ",N," stoc = ",X,"
nefezabil

inferior",Rez_inf),nl,

write("fezabilizare prin creșterea stocului
cu:",

Rez_inf),nl,

write("condiție: suma pe legături >=
",Rez_inf),nl,

fez_stoc_inf,

assert(stoc_inf(N,X,Rez_inf,T),soluții),

sum(N,R),

write("suma = ",R),nl,

add,

contor(N), cont(Ne), N < Ne,

fail.

sol_stoc_nef_inf.

Soluția de fezabilizare a unui stoc nefezabil superior este de a determina posibilitatea reducerii stocului cu rezerva superioară nesatisfăcută (abaterea față de limita maximă).

Posibilitatea reducerii stocului X din faptul

stoc_nef_sup(N,X,Rez_sup,T)

se determină în funcție de sensul legăturii în modul următor:

- **sens_leg = 1** (sensul legăturii este de la instalație la stoc) necesită o comandă de reducere a stocului X, de pe legătura cu instalația Y, pe baza faptului

rez_leg(X,Y,RI_inf, RI_sup,S,T,Tip_inst),

cu $Rez = \min (RI_inf, Rs_sup)$. Aceasta se realizează printr-o comandă de reducere a funcționării instalației Y cu $\min (RI_inf, Rs_sup)$ creată prin faptul

reduc(N,Y,Rez,T,Tip_inst)

în baza de date soluții;

- **sens_leg = 0** (sensul legăturii este de la stoc la instalație) necesită o comandă de reducere a stocului X, de pe legătura cu instalația Y, pe baza faptului

rez_leg(X,Y,RI_inf, RI_sup,S,T,Tip_inst),

cu $Rez = \min (RI_sup, Rs_sup)$. Aceasta se realizează printr-o comandă de creștere a funcționării instalației Y cu $\min (RI_inf, Rs_sup)$ creată prin faptul

cresc(N, Y,Rez,T,Tip_inst)

în baza de date soluții.

4. Concluzii

Articolul de față, descrie modelul de sistem expert pe care decidentul îl poate utiliza pentru determinarea soluțiilor posibile de fezabilizare a unui program de producție. Acesta fiind realizat într-o arhitectură slab cuplată, dă posibilitatea utilizării lui "stand alone" sau apelat din produsul PRODIS/W. Sistemul expert apare în cadrul PRODIS/W ca o funcție opțională și față de varianta procedurală, are avantajul că oferă toate soluțiile posibile de fezabilizare, dând posibilitatea decidentului să-și aleagă soluția dorită. Din rulările efectuate s-a dovedit că modulul de sistem expert

determină soluțiile mai rapid decât prin procedura tradițională.

Bibliografie

1. **BOWEN, K. A.:** Prolog and Expert System, McGraw-Hill, 1992.
2. **FILIP, F.G.:** Sisteme suport pentru decizii la nivel operativ. În: BRITC, vol. VII(4), 1986, pp. 9-21.
3. **FILIP, F.G.:** Creativity and DSS. In: V. Baltac și N. Badea (eds). În: Studies and Reserches in Computers and Informatics, Vol. 1, 1989, pp. 41-49.
4. **FILIP, F.G.:** Sisteme suport pentru decizii: un punct de vedere într-o încercare de sistematizare. BRITC, vol. X(4), 1989, pp. 100-129.
5. **FLOREA, A.:** Bazele logice ale Inteligenței Artificiale, IPB, 1994.
6. **FLOREA, A.:** Elemente de inteligență artificială, IPB, 1993.
7. **GOCHET, P.:** From standard logic to Logic Programming, John Wiley, 1988.
8. **GEORGESCU, I.:** Sistemele expert, o tendință în dezvoltarea industrială, AMC 42, 1984, pp. 60-73.
9. **RAMSAY, A.:** Formal Method in Artificial Intelligence, Chambridge University Press, 1988.
10. * * *: Logic Programming, Academic Press, 1982.
11. **SPRAGUE, R.H., CARLSON, E.D.:** Building Effective Decision Support Systems. Ed. O'Dougherty, 1982.
12. **DONCIULESCU, D., BUȚA, O., RĂDULESCU, A.:** Generator de SSD cvasi-expert. Raport de cercetare, 1994.
13. **DONCIULESCU, D., BUȚA, O., IANCU, D.:** Generator de SSD cvasiexpert în mediu Windows. Raport de cercetare, 1995.

