

**UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" TIMISOARA
FACULTATEA DE MECANICA**

ING. TRAIAN BOTEA

**OPTIMIZAREA PRIN PROIECTARE ASISTATA A
PROCESELOR TEHNOLOGICE DE PRELUCRARE
PE STRUNGURI AUTOMATE MONOAX**

TEZA DE DOCTORAT

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIȘOARA

024/510
181 E

CONDUCATOR ȘTIINȚIFIC
PROF.DR.ING. VASILE POPOVICI

2000

CUPRINS

LISTA NOTATIILOR SI PRESCURTARILOR.....	6
1. INTRODUCERE	13
2. PROIECTAREA ASISTATA A PROCESELOR TEHNOLOGICE PE STRUNGURI AUTOMATE MONOAX	17
2.1 ALEGEREA SISTEMULUI DE PROGRAMARE.....	17
2.2 GRADUL DE IMPLICARE A PROGRAMULUI	19
2.3 MENIUL PRINCIPAL AL PROGRAMULUI.....	19
2.3.1 Meniul Fisier	20
2.3.2 Meniul Alege	23
2.3.3 Meniul Faze	23
2.3.4 Meniul Calcul.....	24
2.3.5 Meniul Grafica.....	26
2.3.6 Meniul Editare	28
2.3.7 Meniul Baza	28
2.3.8 Meniul Ajutor	29
2.4 ETAPELE PROIECTARII ASISTATE A PROCESULUI TEHNOLOGIC.....	30
2.4.1 Studiul desenului de executie si analiza tehnologicitatii piesei.....	30
2.4.2 Alegerea semifabricatului	31
2.4.3 Alegerea strungului	36
2.4.4 Descrierea procesului tehnologic	41
2.4.4.1 Recomandari pentru intocmirea procesului tehnologic	41
2.4.4.1.1 Recomandari generale	41
2.4.4.1.2 Recomandari specifice proiectarii asistate	43
2.4.4.2 Adaugarea unei faze noi	43
2.4.4.2.1 Denumirea fazei.....	44
2.4.4.2.1.1 Elementele geometrice ale suprafetelor prelucrate	46
2.4.4.2.1.2 Calculul lungimilor curselor de lucru.....	47
2.4.4.2.1.3 Calculul turatiilor arborelui principal.....	51
2.4.4.2.1.4 Conditii initiale impuse fazelor procesului.....	51
2.4.4.2.2 Sania	52
2.4.4.2.3 Felul miscarii	53
2.4.4.2.4 Elementele regimului de aschiere	55
2.4.4.2.5 Alegerea portsculelor.....	55

2.4.4.2.5.1	Calculul lungimilor de inchidere.....	57
2.4.4.3	Modificarea unei faze.....	63
2.4.4.4	Stergerea unei faze.....	64
2.4.4.5	Inserarea unei faze noi.....	65
2.4.4.6	Mutarea unei faze.....	65
2.4.5	Intocmirea fisei de calcul.....	66
2.4.5.1	Preconditii impuse procesului.....	67
2.4.5.2	Determinarea turatiilor efective ale arborelui principal si a rotilor de schimb pentru reglarea lantului cinematic principal.....	69
2.4.5.3	Atribuirea turatiilor efective si calculul vitezelor efective de aschiere.....	74
2.4.5.4	Alte conditii impuse procesului.....	75
2.4.5.5	Calculul numarului de rotatii echivalente ale arborelui principal pentru fazele de lucru.....	76
2.4.5.6	Calculul duratei ciclului.....	77
2.4.5.7	Determinarea pozitiei de reglare a saniei capului revolver.....	81
2.4.5.8	Calculul pozitiiilor centrelor rolor pe came la inceputul si sfarsitul curselor de lucru.....	84
2.4.5.8.1	Camele saniilor laterale.....	85
2.4.5.8.2	Cama saniei capului revolver.....	87
2.4.5.9	Calculul pozitiiilor centrelor rolor pe came la inceputul si sfarsitul fazelor auxiliare: mentinere, apropiere rapida si retragere rapida pe cama.....	89
2.4.5.9.1	Faze auxiliare executate de saniile laterale.....	89
2.4.5.9.2	Faze auxiliare executate de sania capului revolver.....	90
2.4.5.10	Determinarea unghiurilor pentru fazele auxiliare.....	99
2.4.5.11	Calculul unghiurilor aferente fazelor de lucru.....	106
2.4.5.12	Calculul intervalelor unghiulare aferente fazelor ciclului de lucru.....	111
2.4.5.13	Verificarea fisei de calcul.....	112
2.4.5.14	Marirea numarului de piese pe ciclu.....	113
2.4.6	Intocmirea ciclogramei.....	114
2.4.7	Crearea fisierelor de rezultate.....	116
2.4.7.1	Crearea fisierelor *.FTC.....	116
2.4.7.2	Crearea fisierelor *.DXF.....	117
2.4.7.3	Crearea fisierelor *.CNC.....	117
2.4.7.4	Crearea planului de operatii (fisierul *.PLO).....	117
2.4.7.5	Crearea fisierului *.VER.....	118
2.4.8	Vizualizarea camelor de comanda.....	118
2.4.9	Afisarea rezultatelor.....	122
2.4.9.1	Afisarea procesului.....	122
2.4.9.2	Afisarea fisierelor de rezultate.....	125
2.4.9.2.1	Editarea fisierelor *.FTC.....	125
2.4.9.2.2	Editarea fisierelor *.DXF.....	126
2.4.9.2.3	Editarea fisierelor *.CNC.....	126
2.4.9.2.4	Editarea planurilor de operatii (fișiere *.PLO).....	127
2.4.9.2.5	Editarea rezultatelor verificarii fisei de calcul (fisierul *.VER).....	127
2.5	CONCLUZII.....	129
3.	REUTILIZAREA CAMELOR DE COMANDA IN PROIECTAREA ASISTATA A PROCESELOR TEHNOLOGICE.....	131
3.1	BAZA DE CAME DE COMANDA.....	132
3.1.1	Crearea bazei de came de comanda.....	133
3.1.2	Editarea bazei de came de comanda.....	136
3.1.3	Actualizarea bazei de came de comanda.....	137
3.1.3.1	Adaugare.....	137
3.1.3.2	Stergere.....	137

3.1.3.3 Sortare	137
3.2 FOLOSIREA CAMELOR DE COMANDA DIN BAZA DE CAME	138
3.2.1 Cautarea in baza de came	138
3.2.2 Introducerea camelor din baza in proces.....	140
3.2.3 Corectarea fisei de calcul	141
3.3 CONCLUZII.....	146
4. DETERMINAREA ASISTATA A COSTURILOR LA PRELUCRAREA PE STRUNGURI AUTOMATE MONOAX	149
4.1 COSTURILE CU CAMELE DE COMANDA.....	150
4.2 COSTURILE CU PIESA	154
4.3 COSTURILE CU PRODUCTIA.....	156
4.4 CONCLUZII.....	157
5. EFICIENTA ECONOMICA LA PROIECTAREA ASISTATA A PROCESULUI TEHNOLOGIC PE STRUNGURI AUTOMATE SI REUTILIZAREA CAMELOR DE COMANDA	159
5.1 EFICIENTA ECONOMICA LA PROIECTAREA ASISTATA A PROCESULUI TEHNOLOGIC PE STRUNGURI AUTOAMATE.....	161
5.1.1 Studiu de caz	161
5.1.2 Concluzii.....	166
5.2 EFICIENTA ECONOMICA LA REUTILIZAREA CAMELOR DE COMANDA.....	167
5.2.1 Functia obiectiv - Costul complet de productie.....	167
5.2.2 Functia obiectiv - Lotul critic	174
5.2.3 Concluzii.....	177
6. CONCLUZII FINALE	195
6.1 APRECIERI DE SINTEZA.....	195
6.2 CONCLUZII PRIVIND ATINGEREA OBIECTIVULUI TEZEI SI DE RESPECTARE A DIRECTIILOR DE CERCETARE PROPUSE	196
6.3 CONCLUZII PRIVIND CONTRIBUTIILE ORIGINALE ALE LUCRARIII IN DOMENIUL TEORETIC SI APLICATIV	196
BIBLIOGRAFIE	199

1

LISTA NOTATIILOR SI PRESCURTARILOR

α_+	-unghiul suplimentar atribuit fazelor auxiliare principale, altele decat apropierea si retragerea rapida, rezultat din diferenta dintre unghiul total efectiv si unghiul total calculat corespunzatoare fazelor auxiliare principale;
α_g	-unghiul corespunzator unei faze auxiliare;
α_{gt}	-unghiul total corespunzator fazelor auxiliare principale;
$\alpha_{gt\ ef}$	-unghiul total efectiv corespunzator fazelor auxiliare principale;
α_l	-unghiul corespunzator unei faze de lucru;
α_{lt}	-unghiul total corespunzator fazelor de lucru principale;
$\alpha_{lt\ ef}$	-unghiul total efectiv corespunzator fazelor de lucru principale;
$\Delta\alpha_{gt}$	-diferenta dintre unghiul total efectiv si unghiul total calculat corespunzatoare fazelor auxiliare principale;
$\Delta\alpha_{gt\ c}$	-abaterea la suma diviziunilor fazelor auxiliare principale compensata, in cazul utilizarii de came din baza de came;
$\Delta\alpha_{lt}$	-diferenta dintre unghiul total efectiv si unghiul total calculat corespunzatoare fazelor de lucru principale;
$\Delta\alpha_{lt\ c}$	-abaterea la suma diviziunilor fazelor de lucru principale compensata, in cazul utilizarii de came din baza de came;
Δl_{suprap}	-diferenta dintre lungimea de suprapunere a traiectoriei varfului sculei si lungimea de retragere a saniei capului revolver datorate mecanismului biela-manivela folosit la indexare;
Δl_{varf}	-diferenta dintre pozitiile varfurilor sculelor fata de suprafata cilindrica a capului revolver la doua faze de lucru consecutive executate cu capul revolver;
ΔR	-cursa de lucru suplimentara pe cama de comanda din baza de came, fata de cama specifica procesului;
ΔR_c	-diferenta dintre razele camei la sfarsitul si, respectiv, inceputul unei curse de lucru;
Δ_{retr}	-marimea retragerii sculei, montata in capul revolver, dupa faza de lucru;
ρ	-densitatea specifica a materialului;
a_{fl}	-adaosul pentru prelucrarea frontala pe suprafata de retezare (cand este necesar);

a_{f2}	-adaosul pentru prelucrarea frontala din fata (cand este necesar);
a_p	-adancimea de prelucrare;
B	-beneficiul;
b_a	-distanța minima dintre bucsa de strangere si cutitul de retezat;
b_d	-iesirea portsculei din capul revolver;
b_r	-latimea cutitului de retezat;
C	-constanta obtinuta prin insumarea lungimii de inchidere cu raza camei la sfarsitul unei faze de lucru;
C_{CAS}	-contributiile la asigurarile sociale si fond sanatate;
C_{gsect}	-cheltuielile generale ale sectiei;
C_{gsoc}	-cheltuielile generale ale societatii;
$C_{manopera}$	-costul total cu manopera;
$C_{material}$	-costul cu materialul;
C_{op}	-costul operatiei;
$C_{productie}$	-costul complet de productie;
C_{sectie}	-costul de sectie;
C_{somaj}	-fondul de somaj;
$C_{spec\ came}$	-costul camelor de comanda repartizat pe piesa;
C_{ta}	-cheltuielile de transport si aprovizionare;
$C_{total\ came}$	-costul total cu camele de comanda, obtinut prin insumarea costurilor cu fiecare cama de comanda, daca ea nu este din baza de came;
d	-diametrul prelucrat la o faza considerata;
d_a	-diametrul alezajului camelor de comanda;
d_l	-diametrul alezajului boltului pentru pozitionarea camelor de comanda;
D_d	-distanța de depasire, valoarea cu care trebuie diminuată raza maxima a camei capului revolver in cazul in care lungimea de reglare necesara a pozitiei capului revolver depaseste valoarea maxima admisa;
D_{max}	-diametrul maxim admis al camelor de comanda;
$D_{max\ cama}$	-diametrul maxim posibil al camei;
d_{min}	-diametrul minim prelucrat cu scula de pe o sania;
D_{min}	-diametrul minim admis al camelor de comanda;
d_r	-diametrul rolei culegatorului;
d_{scula}	-diametrul sculei de prelucrare;
f	-avansul de lucru;
f_{ef}	-avansul de lucru efectiv;
g_{SF}	-grosimea semifabricatului camei;
i	-numarul de ordine al fazelor procesului;
i_{fap}	-numarul de faze auxiliare principale din proces;
i_p	-raportul de transmitere a parghiei camei de comanda;
k	-distanța de siguranta dintre portscula si capatul semifabricatului la sfarsitul fazei de lucru efectuata cu CR;
k_d	-coeficientul de deservire al masinilor;
l	-lungimea suprafetei prelucrate;

l_1	-distanța de siguranță pentru evitarea ciocnirii sculei de semifabricat la sfârșitul cursei de apropiere rapidă;
l_2	-lungimea de depășire;
l_a	-lungimea efectivă de aschiere (conform desenului piesei);
l_c	-lungimea cursei de lucru;
$l_{c \max}$	-lungimea maximă posibilă a cursei de lucru (obținută din diferența dintre razele maximă și minimă admise ale camei de comandă);
l_{filet}	-lungimea suprafeței filetate;
L_i	-lungimea de închidere a saniei capului revolver;
$L_{i \min}$	-lungimea de închidere minimă calculată pentru fazele de lucru din proces;
$L_{i \text{tamp}}$	-lungimea de închidere la tamponare;
L_{\max}	-distanța maximă dintre capul revolver și bușa de strângere a semifabricatului în arborele principal;
L_{\min}	-distanța minimă dintre capul revolver și bușa de strângere a semifabricatului;
L_{op}	-lungimea opritorului;
l_{origine}	-distanța axială de la originea piesei la suprafața prelucrată;
l_p	-lungimea piesei;
l_{pt}	-lungimea de patrundere, distanța parcursă de muchia aschietoare a sculei din momentul contactului cu semifabricatul până când scula efectuează prelucrarea la întreaga adâncime de aschiere;
L_{PS}	-lungimea portsculei;
L_{reglare}	-lungimea cursei de reglare a poziției capului revolver față de suprafața frontală a bușei de strângere a semifabricatului;
$L_{\text{reglare max}}$	-lungimea maximă a cursei de reglare a poziției capului revolver;
$L_{\text{ret man}}$	-lungimea de retragere a saniei capului revolver datorată mecanismului biela-manivelă folosit la indexare;
l_{suprap}	-lungimea de suprapunere a traiectoriei varfului sculei aschietoare peste axa de simetrie a piesei prelucrate;
l_t	-lungimea tehnologică (a unei gauri);
l_{tamp}	-lungimea de tamponare a semifabricatului;
l_{varf}	-poziția varfului sculei față de suprafața cilindrică a capului revolver, în care este montată;
m	-numărul de faze de lucru principale;
M_{SF}	-masa semifabricatului;
n	-turația arborelui principal;
n_1	-numărul de piese executate dintr-o bară semifabricat;
$n_{\text{alezaje CR}}$	-numărul de alezaje ale capului revolver;
$n_{b \text{ef}}$	-turația de bază rapidă efectivă (turația fazei de bază) a arborelui principal;
N_e	-numărul de rotații echivalente ale arborelui principal;
$N_{e \text{ef}}$	-numărul de rotații echivalente efective ale arborelui principal;
n_{ef}	-turația efectivă a arborelui principal;
n_{lot}	-numărul de piese din lot;
n_{piese}	-numărul de piese prelucrate într-un ciclu;

N_T	-norma tehnica;
N_{te}	-numarul total de rotatii echivalente ale arborelui principal;
$N_{te\ ef}$	-numarul total de rotatii echivalente efective ale arborelui principal;
P	-productivitatea;
poz_{CR}	-numarul ultimei pozitii (alezaj) ocupate cu o scula in capul revolver,
$P_{productie}$	-pretul de productie;
PU_{kg}	-pretul pe kg al materialului;
PU_{ml}	-pretul pe ml al materialului;
R	-rentabilitatea;
r	-raza pozitiei axei alezajului de diametru d_1 al camelor de comanda;
r_0	-distanța centrului de basculare a bratului culegatorului fata de axa camelor de comanda;
R_{cf}	-raza centrului rolei culegatorului la sfarsitul unei fazei;
R_{ci}	-raza centrului rolei culegatorului la inceputul unei faze;
r_k	-lungimea bratului culegatorului;
r_m	-marimea razei manivelei;
R_{max}	-raza maxima admisa a camelor de comanda;
R_{min}	-raza minima admisa a camelor de comanda;
R_{tamp}	-raza centrului rolei culegatorului la faza de tamponare;
S	-latimea camelor de comanda;
sal_t	-salariul tarifar;
sal_{to}	-salariul tarifar orar;
t_a	-timpul ajutorator pentru alimentarea cu bara semifabricat;
T_c	-durata ciclului de prelucrare;
$T_{c\ ales}$	-durata ciclului de prelucrare aleasa de proiectant din lista duratelor ciclului posibile de reglat;
T_g	-timpul de mers in gol afectat fazelor auxiliare principale: alimentare cu semifabricat si tamponare, schimbarea pozitiei capului revolver, schimbarea turatiei arborelui principal si a sensului lui de rotire, etc.;
$T_{g\ ef}$	-timpul de mers in gol efectiv afectat fazelor auxiliare principale;
T_l	-timpul de lucru afectat fazelor de lucru principale;
$T_{l\ ef}$	-timpul de lucru efectiv afectat fazelor de lucru principale;
t_{op}	-durata orara de realizare a operatiei;
T_{op}	-timpul operativ;
u_f	-unghiul pe cama de sfarsit de faza;
u_i	-unghiul pe cama de inceput de faza;
v	-viteza de aschiere;
$val\%$	-valoarea procentuala dintr-o marime considerata;
v_{ef}	-viteza de aschiere efectiva;
V_{SF}	-volumul semifabricatului.

AC	-arborele de comanda al strungului;
AP	-arborele principal al strungului;
BZC	-extensia fisierului *.BZC ce reprezinta baza de came de comanda;
C _i	-camele de impuls de pe arborele de comanda folosite la comanda miscarilor auxiliare;
CNC	-extensia fisierelor de rezultate *.CNC ce contin programul neutral pentru prelucrarea pe masini cu comanda numerica a camelor de comanda proiectate;
CR	-capul revolver;
DAT	-extensia fisierelor *.DAT ce constituie bazele de date folosite de program;
DXF	-extensia fisierelor de rezultate *.DXF ce contin reprezentarea in AutoCAD a conturilor camelor de comanda proiectate prin program;
FSC	-extensia fisierului *.FSC ce reprezinta fisa de calcul a procesului tehnologic de prelucrare;
FTC	-extensia fisierelor de rezultate *.FTC ce definesc camele de comanda rezultate din procesul de calcul;
K	-camele disc pentru comanda si executia deplasarilor saniilor strungului;
MSSF	-mecanismul de stringere a semifabricatului in arborele principal;
PLO	-extensia fisierului de rezultate *PLO ce contine planul de operatii al procesului proiectat;
SF	-semifabricatul;
SL	-sanie de tip longitudinal;
SL1	-sania longitudinala de pe batiul strungului;
ST	-sanie de tip transversal;
ST1...5	-saniile transversale ale strungului;
VER	-extensia fisierului de rezultate *.VER ce contine rezultatele verificarii finale, efectuate de catre program, a fisei de calcul si a profilului camelor de comanda.

1

1. INTRODUCERE

Automatizarea proceselor de productie constituie o preocupare veche si are ca scop eliminarea completa a interventiei directe a omului in desfasurarea acestora. Omului ii revine rolul de conducere (de determinare a conditiilor de desfasurare si control al desfasurarii proceselor).

In domeniul strungurilor automate, un prim pas important a fost realizat in 1845 de catre americanul Fitch care a inventat capul revolver comutabil, aplicat pe un strung de prelucrat suruburi¹. Au urmat suportul cu mai multe cutite care actioneaza simultan (1849 - Whitworth), dispozitivul de avans si strangere a semifabricatului bara in timpul rotirii arborelui principal (1871 - Parkhurst), primul strung automat longitudinal (1872 - Jacob Schweizer), primul strung automat revolver monoax prevazut cu arbore de comanda amplasat in batiul masinii (1880 - Spencer), strungul automat cu arbore auxiliar (1890 - Worsley).

In aceeași perioadă apar preocupări în ce privește strungurile automate multi-ax. la început fără tambur port-axe și nici arbore cu came, introduse apoi: primul în 1875 (Lovater), iar cel de-al doilea în 1886 (Collin). Apare și amplasarea centrală a saniei port-scule longitudinale (1897 - Gridley).

Perfecționările strungurilor automate sunt impulsionate, în primele decenii ale secolului XX, de introducerea motorului electric pentru acționare, care a permis trecerea la acționarea individuală.

Se introduce acționarea hidraulică (1925), circuitele de automatizare secvențiale electrice și hidraulice, acestea capătând amploare după cel de-al doilea război mondial. Se dezvoltă sistemele de automatizare combinate: electrohidraulice, electromecanice, pneumatice, etc.

Începând cu 1950 apare comanda numerică, dezvoltată rapid datorită avantajelor pe care le oferă la prelucrarea seriilor mici de piese și a unicității și dinamicii construcției de calculatoare și a echipamentelor de comandă numerică.

În scopul utilizării eficiente a mașinilor-unelte în exploatare trebuie cunoscut domeniul de aplicabilitate al fiecăreia.

Principalele criterii de stabilire a domeniului de utilizare a mașinilor-unelte echipate cu diferite sisteme de automatizare sunt: costul prelucrării, producția anuală, gradul de utilizare a mașinii, gradul de complexitate a prelucrărilor.

¹ Vezi [49], pag.12

Daca strungurile cu sisteme de automatizare elastica, cu comanda secventiala sau numerica, se folosesc, datorita marii lor flexibilitati, mai ales la productia de unicat si serie mica, pentru piese de complexitate medie si mare, dar si la productia de serie mare, in conditiile unei productii diversificate si variabile in timp, strungurile automate cu comanda rigida, se folosesc la productiile de serie mare si masa, deoarece necesita timp mare de proiectare a procesului si reglare a masinii.

Exista strunguri automate cu comanda rigida care au sisteme de automatizare:

– temporale:

– cu came:

– fara separarea functiilor de comanda si actionare (grupele I si II de automatizare, avand un singur arbore de comanda cu o turatie, respectiv doua);

– cu separarea partiala a functiilor de comanda si actionare (grupa III de automatizare, la care s-a introdus un arbore auxiliar cu turatie rapida, cu care se efectueaza principalele faze auxiliare ale ciclului de lucru, celelalte faze auxiliare, de mai scurta durata, impreuna cu toate fazele de lucru, fiind efectuate cu turatia lenta a arborelui de comanda de catre came);

– electrice, electronice, hidraulice sau pneumatice: la care functiile sunt complet separate, avand sisteme de automatizare, centralizate sau descentralizate. Au avantajul (fata de strungurile cu came);

– secventiale: electrice, electrohidraulice, pneumatice, etc.

Strungurile automate temporale cu comanda electrica, hidraulica, pneumatica, etc. si cele cu comanda secventiala au avantajul relativei usurinte cu care se poate face reglarea ocazionata de trecerea la realizarea unei alte piese, au insa o fiabilitate scazuta.

Strungurile automate cu comanda rigida, temporale, cu came au, in schimb, o fiabilitate atat de mare incat se folosesc inca pe scara larga in multe unitati economice, la productiile mari. Asa cum s-a precizat mai sus, strungurile au evoluat spre cele cu comanda numerica. Efortul financiar investitional pentru achizitionarea acestora este, insa, foarte mare si, pentru productiile de serie mare si masa, se poate dovedi chiar nejustificat.

Dezavantajul timpului mare presupus de proiectarea procesului tehnologic si reglarea strungurilor automate cu comanda cu came poate fi diminuat prin noi abordari: proiectarea asistata a procesului tehnologic de prelucrare, reutilizarea de came de comanda deja existente (nemaifiind necesara, in acest caz, executia lor), optimizarea, cu ajutorul proiectarii asistate, a procesului tehnologic in vederea maririi productivitatii si reducerii costurilor de productie.

Tinand seama de limitele sistemului constituit de strungul automat comandat cu came, se poate vorbi in acest caz chiar de o oarecare flexibilizare in adaptare² a masinii, care sa largeasca, eventual, domeniul de utilizare al strungurilor automate si spre productii de mai mica amploare.

² Reechiparea masinii in vederea unei noi sarcini

Avand ca obiectiv optimizarea proceselor tehnologice pe strunguri automate monoax, prezenta lucrare isi propune urmatoarele directii de cercetare-dezvoltare:

1. Realizarea unui instrument (program) care sa permita proiectarea asistata a proceselor tehnologice pe strunguri automate monoax, cu aplicare directa la strungurile automate cu cap revolver de tip SARO. Se urmareste prin aceasta:

- reducerea timpului afectat proiectarii;
- reducerea efortului de proiectare din partea tehnologului;
- proiectarea unui proces tehnologic corect, posibil de realizat pe strungul automat;
- optimizarea procesului tehnologic prin analiza mai multor variante;
- marirea productivitatii prelucrarii prin reducerea duratei ciclului;
- scaderea costurilor de productie.

2. Analiza posibilitatii de a reutiliza camele de comanda si la alte procese decat cele pentru care au fost proiectate, reutilizare facilitata de proiectarea asistata. Se urmareste:

- reducerea costurilor legate de executia camelor de comanda;
- reducerea timpului de reechipare;
- utilizarea strungurilor automate la productii de serie mai mica.

3. Analiza, prin cercetare experimentala, a eficientei economice a proiectarii asistate si a reutilizarii camelor de comanda.

1

2. PROIECTAREA ASISTATA A PROCESELOR TEHNOLOGICE PE STRUNGURI AUTOMATE MONOAX

2.1 ALEGEREA SISTEMULUI DE PROGRAMARE

Activitatea de proiectare a proceselor tehnologice la strungurile automate, spre deosebire de cele universale, presupune cunoasterea detaliata a tuturor posibilitatilor tehnologice ale masinii si realizarea unor calcule laborioase, de cele mai multe ori repetitive, in vederea gasirii solutiilor optime care sa determine realizarea de piese bune cu o productivitate maxima.

Evident, varianta tehnologica elaborata intr-o proiectare clasica depinde de experienta, competenta si gradul de implicare ale celor ce participa la aceasta activitate. O modalitate certa de a reduce influenta acestor factori, subiectivi si obiectivi, de a rezolva rapid calculele matematice, de a putea alege dintr-un numar cat mai mare de solutii de proces, este utilizarea calculatorului in elaborarea unor programe utilitare care sa permita realizarea unor procese tehnologice optime din punct de vedere economic.

O prima problema care s-a pus la abordarea acestui domeniu a fost cea a limbajului de programare si a modului de realizare a programului astfel incat el sa raspunda cat mai bine cerintelor impuse.

Pentru ca se doreste, in final, a fi posibila proiectarea asistata a procesului tehnologic pentru toate strungurile automate monoax, trebuia aleasa acea modalitate de programare care sa ofere o flexibilitate maxima a programului si care sa permita dezvoltarea ulterioara a acestuia (in vederea acoperirii tuturor tipurilor de strunguri automate monoax, si nu numai) folosind baza deja creata.

Chiar daca scopul final in elaborarea procesului tehnologic este acelasi, de a determina configuratia camelor de comanda, de a executa aceste came si de a face reglajul strungului in vederea unei functionari corecte care sa duca la obtinerea de piese bune, trebuie avut in vedere ca fiecare tip de strung automat are specificul sau in ce priveste comanda si functionarea. De aceea, pentru a cuprinde aceste specificitati, programul trebuie sa aiba cateva calitati: structura coerenta, modularitate si abstractizare.

In plus, datele rezultate in urma calculelor (inregistrarea lor) trebuie sa surprinda nu numai starea la un moment dat a strungului cu elementele sale de comanda ci si

comportamentul lui specific, definit de procedurile de program. Insa, legaturile dintre procedurile obisnuite ale unui limbaj de programare si structurile de date sunt slabe, ele nepermitand, paralel cu abstractizarea datelor, si o abstractizarea a procedurilor de prelucrare a lor.

S-a apelat, de aceea, la o tehnica moderna de programare si anume la programarea orientata pe obiecte.

Un obiect este un modul de program care descrie caracteristicile si comportamentul unei entitati conceptuale sau fizice ce intervine in sistemul implementat de program. El este alcatuit din date ce descriu caracteristicile entitatii si din metode³ ce descriu comportamentul.

Programarea orientata pe obiecte are trei componente foarte importante ce permit dezvoltarea programului:

-incapsularea - coexistenta datelor si a metodelor care le prelucreaza intr-o unitate bine definita, ceea ce confera obiectelor independenta fata de mediu extern;

-mostenirea - posibilitatea de a crea dintr-un obiect o ierarhie de descendentii care mostenesc trasaturile ascendentilor (au acces la datele si metodele acestora); descendentilor li se pot atasa noi trasaturi, iar cele mostenite pot fi suprascrise, modificate;

-polimorfismul - posibilitatea ca, intr-o ierarhie de obiecte, metode specifice sa poarte acelasi nume.

Complexitatea elaborarii procesului tehnologic si, mai ales, optimizarea lui impun posibilitatea interventiei tehnologului in luarea deciziilor, in orice moment al derularii programului. Trebuia, deci, ales un sistem de programare care sa permita realizarea unui program conversational, bazat pe producerea de evenimente dorite, alese din meniul de program si produse de la tastatura sau prin *mouse*.

Din aceste motive (si altele subiective) s-a ales sistemul de programare Turbo Vision. Acest sistem ofera o intreaga biblioteca de obiecte ce faciliteaza scrierea de programe complexe, voluminoase, in timp relativ scurt prin integrarea unor parti prefabricate.

Sistemul Turbo Vision ofera o gama larga de posibilitati:

- ferestre multiple, care pot fi redimensionate si suprapuse;
- meniuri derulante (pull-down);
- meniuri multiple;
- butoane de comanda si butoane de tip radio;
- ferestre de dialog;
- linii de introducere a datelor;
- liste de date prestabilite;
- gestionarea evenimentelor, a *mouse*-ului si a culorilor ecranului.

In plus, sistemul permite o gestionare rationala a memoriei calculatorului prin utilizarea in special a variabilelor dinamice.

³ Modul in care obiectul isi prelucreaza datele se numeste metoda a obiectului

2.2 GRADUL DE IMPLICARE A PROGRAMULUI

Revenind la proiectarea propriu-zisă a proceselor tehnologice pe strunguri automate, trebuie precizat faptul că, obiectiv, nu toate etapele acestei activități se pot rezolva în mod automat. Există etape la care intervenția tehnologului este indispensabilă:

- alegerea materialului semifabricatului;
- alegerea strungului automat pe care se face prelucrarea;
- stabilirea fazelor procesului, a succesiunii și suprapunerii lor;
- alegerea sculelor și portsculelor pentru fazele de lucru.

Rolul programului este de a rezolva problemele de rutină:

- calculul parametrilor de regim;
- alegerea roților de schimb pentru reglarea lanțului cinematic principal;
- calculul lungimilor curselor de lucru;
- calculul duratei ciclului;
- alegerea roților de schimb pentru reglarea lanțului cinematic de comandă;
- determinarea razelor camelor de comandă;
- calculul unghiurilor aferente mișcărilor de lucru și auxiliare;
- completarea fișei de calcul și a planelor de operații;
- intocmirea ciclogramei;
- trasarea desenului de execuție al camelor de comandă;
- scrierea programului NC pentru eventuala execuție a camei pe mașini-unelte cu comandă numerică.

Pentru etapele la care este necesară intervenția tehnologului programul oferă un sprijin logistic permanent prin punerea la dispoziție de baze de date complete și actualizabile, corespunzătoare etapelor de lucru, ca suport în alegerile făcute, și prin verificarea tuturor deciziilor luate de tehnolog astfel încât prelucrarea pe strung să fie posibilă și, mai ales, optimă.

2.3 MENIUL PRINCIPAL AL PROGRAMULUI

Sistemul de programare ales oferă posibilitatea de a determina rezolvarea diferitelor etape ale procesului de proiectare tehnologică conform alegerii utilizatorului de program. Utilizatorul poate determina succesiunea evenimentelor, accesul la funcțiile aplicației, apelând un meniu oferit în permanență de către program în partea de sus a ecranului (fig. 1). Pentru câteva funcții mai importante sunt prezentate în partea de jos a ecranului, în linia de stare, comenzile scurte pentru apelarea lor. Utilizarea programului și comunicarea dintre utilizator și aplicație devine, în acest fel, mult mai ușoară și plăcută.

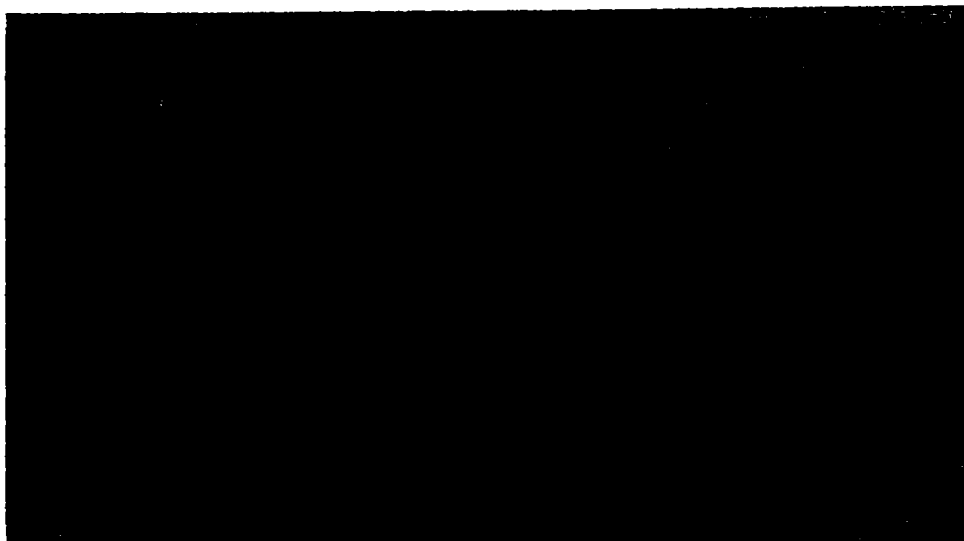


fig. 1 Desktop-ul programului cu meniul principal si linia de stare

Linia de meniu cuprinde toate evenimentele (etapele) posibil de realizat prin programul propus, pornind de la initierea unei noi aplicatii (un nou proces tehnologic), pana la obtinerea profilului camelor de comanda si a programului de executie a acestora.

Meniul principal se poate activa prin apasarea tastei [F10].

Optiunile meniului principal sunt la randul lor niste submeniuri care grupeaza functiile program dupa rolul lor:

- operatii cu fisiere si date initiale;
- operatii legate de alegerea semifabricatului si a strungului;
- operatii cu faze ale procesului tehnologic;
- operatii de calcul si de creare a fisierelor de rezultate;
- operatii de reprezentare grafica (ciclograme, desene ale camelor de comanda);
- operatii de editare (vizualizare) a fisierelor de rezultate;
- operatii legate de baza de came de comanda.

La selectarea unei optiuni a meniului principal apare pe ecran submeniul corespunzator in care selectarea uneia dintre functii se poate face fie de la tastatura, folosind sagetile [↑] sau [↓], fie folosind butonul stanga al *mouse*-ului.

2.3.1 Meniul Fisier

Cuprinde functiile ce permit gestionarea fisierelor (fig.2), de fapt a *stream*-urilor⁴, in care se stocheaza toate informatiile ce caracterizeaza un proces tehnologic (asupra structurii acestora se va reveni mai tarziu) si functiile ce permit modificarea datelor initiale tehnologice si economice.

⁴ Obiectele de tip *stream* permit stocarea diferitelor obiecte utilizator, in cazul nostru stocarea obiectelor proces tehnologic pe disc in fisiere DOS.

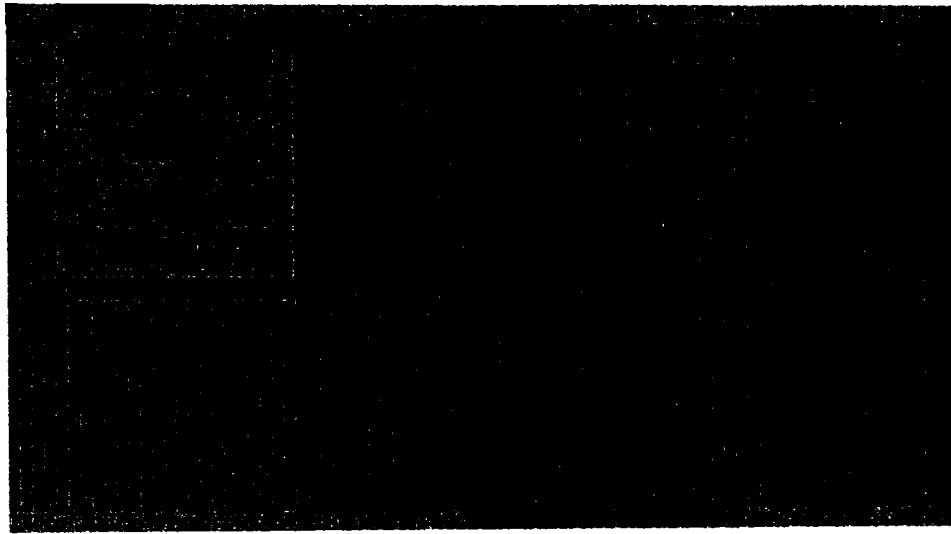


fig. 2 Meniul Fisier

Deschide Incarca un fisier de pe disc in memorie in vederea editarii (fig.3), prelucrarii informatiilor legate de procesul tehnologic, reprezentarii ciclogramelor de lucru si a camelor de comanda. Se poate selecta direct prin apasarea tastei [F3].

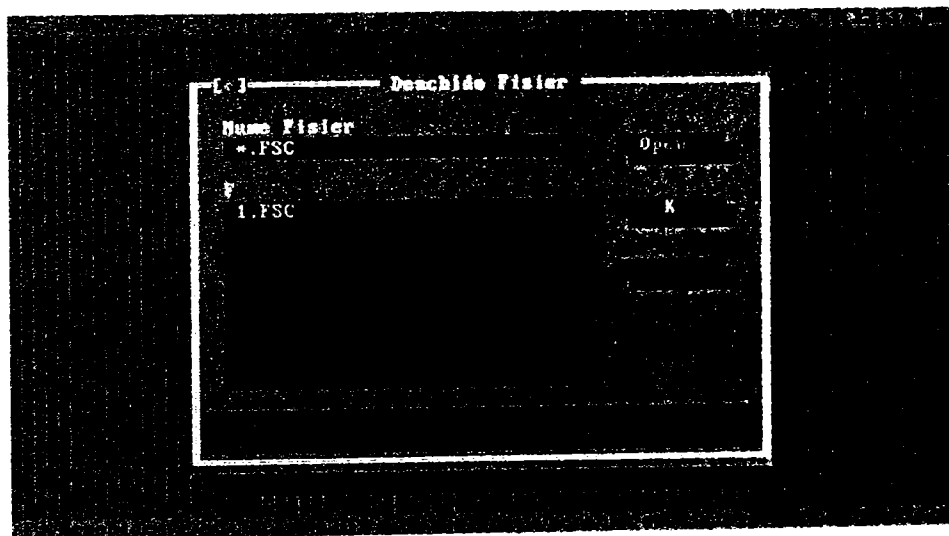


fig. 3 Fereastra de deschidere a unui proces existent

- Nou** Initiaza un nou proces tehnologic prin deschiderea unui fisier vid, cu deschiderea ferestrei de editare (fig.4).
- Salveaza** Salveaza fisierul (procesul) editat curent. Daca acest fisier are numele FARANUME.FSC se afiseaza o fereastra de dialog in care utilizatorul poate introduce numele dorit pentru fisier. Toate fisierele primesc extensia *.FSC.
- Salveaza ca...** Un fisier cu nume poate fi salvat sub un alt nume, dar cu extensia *.FSC, daca utilizatorul o doreste.



fig. 4 Fereastra de editare a unui proces nou

Inchide

Inchide fereastra de editare a procesului tehnologic, permitand astfel incarcarea si editarea unui alt proces stocat pe disc, sau initierea unuia nou. In cazul in care procesul a suferit modificari apare o fereastra de dialog in care utilizatorul este intrebat daca doreste salvarea modificarilor inaintea inchiderii fisierului, iar daca fisierul este fara nume este solicitata denumirea lui.

Se poate selecta direct prin apasarea tastelor [Alt]-[F3].

Tipareste

Tipareste la imprimanta fisierele text *.ftc, *.dxf, *.cnc si *.plo corespunzatoare tuturor saniilor, respectiv camelor de comanda, folosite in fiecare proces tehnologic elaborat cu ajutorul acest program (fig.5).

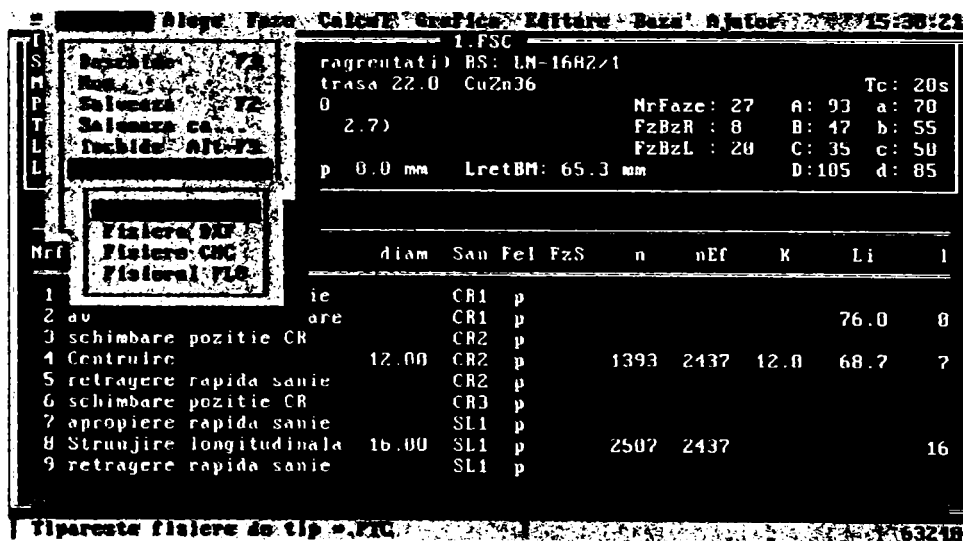


fig.5 Submeniul Fisier | Tipareste

Date initiale

Permite modificarea datelor initiale:

Date proces - adaosurile frontale de prelucrare, distanta dintre buca de strangere si cutitul de retezat, iesirea portsculelor din capul revolver, distantele minime dintre portscule si semifabricat.

Date economice - Salarizarea - salariile lunare pe categorii de incadrare. Se poate selecta direct prin apasarea tastelor [Alt]-[X].

Exit Iese din programul utilitar si revine in DOS.
Se poate selecta direct prin apasarea tastelor [Alt]-[X].

2.3.2 Meniul Alege

Cuprinde functiile⁵ de alegere a materialului semifabricatului si a strungului pe care se face prelucrarea piesei (fig.6).

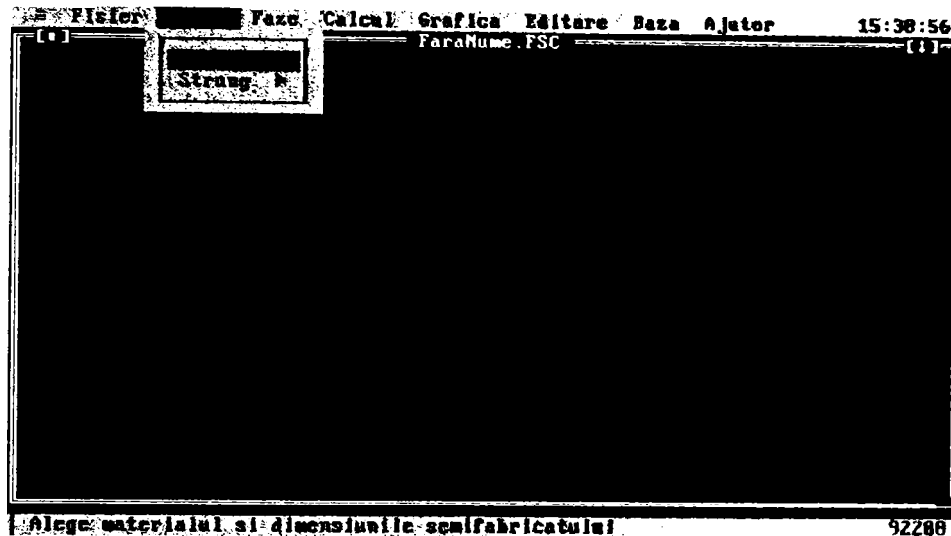


fig. 6 Meniul Alege

Material Afiseaza succesiv ferestre de dialog ce permit utilizatorului precizarea dimensiunilor de gabarit ale piesei si alegerea materialului, formei si dimensiunilor semifabricatului.

Strung Afiseaza un nou submeniu din care utilizatorul poate alege tipul strungului cu care se va face prelucrarea.

2.3.3 Meniul Faze

Cuprinde toate functiile ce permit utilizatorului intocmirea unui proces tehnologic prin descrierea fazelor de lucru si auxiliare ce-l compun, cu toate datele necesare definirii precise a fiecărei faze (fig.7).

Functiile de mai jos sunt disponibile in orice moment al aplicatiei si au efect asupra procesului tehnologic aflat in editare.

Adauga Deschide ferestre de dialog in care utilizatorul precizeaza denumirea fazei, sania pe care se monteaza scula de prelucrare, tipul fazei (principala sau suprapusa), elementele regimului de aschiere, elementele geometrice ale suprafetei prelucrate, scula si portscula folosite la faza respectiva. Fiecare noua faza va fi trecuta la sfarsitul procesului. Ciclul de introducere a fazelor se incheie prin apasarea butonului [Terminat]
Se poate selecta direct cu tasta [F4].

⁵ Asupra functiilor legate de procesul propriu-zis se va reveni la descrierea detaliata a etapelor proiectarii

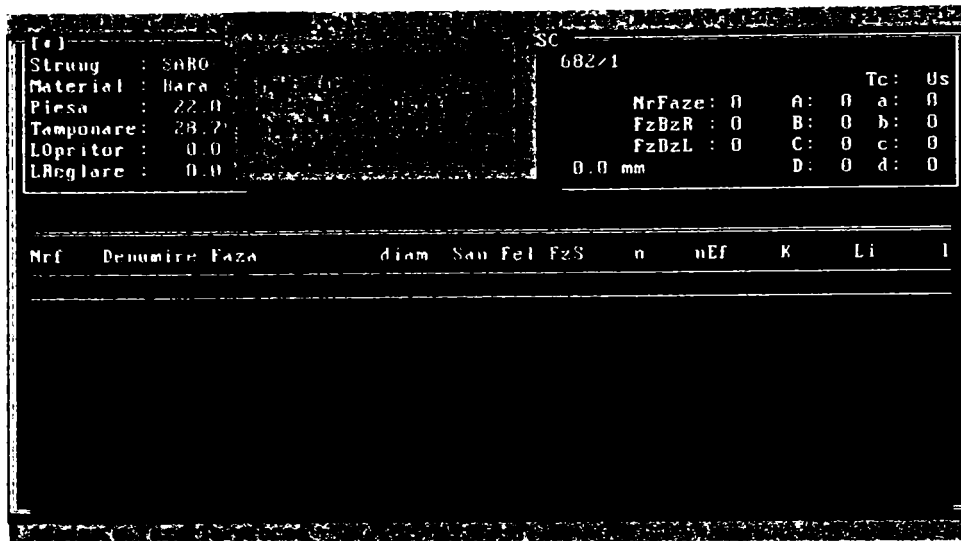


fig. 7 Meniul Faze

- Modifica** Permite modificarea oricarei faze deja descrise a procesului, prin afisarea ferestrelor de dialog de la meniul **Adauga**, dupa precizarea de catre utilizator a numarului fazei care se doreste a fi modificata. In ferestrele de dialog sunt afisate vechile date ale fazei, utilizatorul putand schimba oricare dintre acestea.
Se poate selecta direct cu tasta [F7].
- Sterge** Sterge din proces faza cu numarul de ordine precizat, dupa confirmarea din partea utilizatorului ca, intr-adevar, se doreste stergerea unei faze.
Se poate selecta direct cu tastele [Ctrl]-[Delete].
- Insereaza** Permite inserarea in proces, in punctul precizat, a unei noi faze. Sunt afisate ferestrele de dialog de la meniul **Adauga**.
Se poate selecta direct cu tastele [Shift]-[Insert].
- Muta** Muta o faza in alt punct al itinerariului tehnologic editat. Numarul fazei care se muta si locul in care ea se insereaza in proces sunt precizate de catre utilizator in cadrul unor ferestre de dialog.
Se poate selecta direct prin apasarea tastei [F8].

2.3.4 Meniul Calcul

Cuprinde functiile (fig.8) ce realizeaza, pe de o parte, calculele legate de proiectarea procesului tehnologic: verificarea itinerariului tehnologic, intocmirea si verificarea fisei de calcul, desenele de executie a camelor de comanda, programul NC pentru executia camelor pe masini-unelte cu comanda numerica, planul de operatii, si, pe de alte parte, calculele economice legate de costurile cu executia camelor de comanda, cheltuielile pe reper si cheltuielile totale cu productia, precum si determinarea eficientei economice in cazul refolosirii unor came de comanda.

Nrf	Denumire Faza	tip	diam	San	Fel	FzS	s	sEf	v	vEf
1	avans fara SF-tamponare	o		CR1	p					
2	schimbare pozitie CR			CR2	p					
3	apropiere rapida sanie			ST3	sa	1				
4	Strunjire transversala	c	12.40	ST3	lp		0.020	0.020	49.7	27.5
5	retragere rapida sanie			ST3	lp					
6	apropiere rapida sanie			CR2	p					
7	Centruire		5.60	CR2	p		0.050	0.050	34.0	12.4
8	retragere rapida sanie			CR2	p					
9	schimbare pozitie CR			CR3	p					

fig. 8 Meniul Calcul

Fisa de calcul Efectueaza, dupa verificarea unor conditii legate de descrierea corecta a fazelor, de posibila lor succesiune si mod de suprapunere, toate calculele ce duc la determinarea profilului camelor de comanda si reglarea corecta a strungului in vederea prelucrării reperului propus: determinarea turatiilor efective ale AP si a rotilor de schimb necesare reglării lantului cinematic principal, calculul duratei ciclului si a rotilor de schimb pentru reglarea lantului cinematic de comanda, reglajul saniilor, razele camelor de comanda si unghiurile aferente miscarilor de lucru si auxiliare, succesiunea unghiulara a fazelor si verificarea fisei.

La finalul executării acestei functii programul verifica corectitudinea fisei de calcul si o afiseaza in fereastra de editare.

Sunt, de asemenea, create fisierele *.FTC⁶ pentru toate camele (saniile) ce se folosesc in procesul tehnologic curent.

Corespunzator functiei **Fisa de calcul** exista un submeniu (fig.9):

-**Automat** - calculul fisei se face automat, cu interventia minima a utilizatorului;

-**Manual** - utilizatorul poate interveni la fiecare etapa de calcul, putand lua decizii si aduce modificari procesului;

-**Corectare** - se foloseste la corectarea fisei de calcul in cazul introducerii in proces a unor came de comanda din baza de came in locul celor rezultate din calcul.

-**Ciclu** - Reface, daca este posibil, procesul tehnologic astfel incat sa se execute mai multe piese la un ciclu. Numarul este precizat de catre utilizator.

Fisiere DXF Livreaza fisierele *.DXF pentru realizarea in AutoCAD a desenelor de executie a tuturor camelor de comanda.

Programe NC Livreaza programele NC aferente tuturor camelor de comanda din proces pentru eventuala executie a lor pe masini-unelte cu comanda numerica.

⁶ Fisiere *.FTC descriu tabelar caracteristicile camelor de comanda rezultate in urma calculelor.

Strung : SBR0 25 (Co)	MrFaze: 17	A: 09
Material : Otel rotund	FzBzR : 6	B: 51
Piesa : 10.50 x 9	FzBzL : 0	C: 0
Tamponare : 16.5 mm (l)	5 mm	D: 0
LOpritor : 47.45 Opr		
LReglare : 0.5 mm D		

NrF	Denumire Faza	diam	l	San	Fel	FzS	n	nEf	K	Li
1	avans bara SF+tamponare			CR1	p					64.0
2	schimbare pozitie CR			CR2	p					
3	Centruire	4.70		CR2	p		1300	2149	16.0	60.5
4	retragere rapida sanie			CR2	p					
5	schimbare pozitie CR			CR3	p					
6	Burghiere	3.70	10.00	CR3	p		2237	2149	16.0	60.5
7	retragere rapida sanie			CR3	p					
8	schimbare pozitie CR			CR4	p					
9	schimbare pozitie CR			CR5	p					

fig. 9 Submeniul functiei Fisa de calcul

Plan de operatii Livreaza planul de operatii rezultat in urma proiectarii procesului tehnologic.

Economic Permite efectuarea tuturor calculelor de natura economica legate de procesul de productie:

-**Costuri** - calculeaza costurile cu:

-**Came** - executia camelor de comanda aferente procesului tehnologic proiectat;

-**Reper** - executia unui singur reper;

-**Productie** - executia intregului lot de reperi.

-**Eficienta economica** - compara costurile aferente procesului tehnologic proiectat, daca el reutilizeaza came de comanda din baza de came, cu costurile oricarui alt proces tehnologic ce realizeaza acelasi produs, determinand si lotul critic de la care este mai avantajos, din punct de vedere economic, unul sau celalalt dintre procese.

2.3.5 Meniul Grafica

Strung : SBR0 25 (Contragreu)	rFaze: 27	A: 93	Tc: 20s
Material : Bara rotunda trasa	zBzR : 8	B: 47	a: 70
Piesa : 22.00 x 21.00	FzBzL : 20	C: 35	b: 55
Tamponare : 28.7 mm (lat 2.7)	4.7 mm	D: 105	c: 50
LOpritor : 47.26	Ddep : 0.0 mm	LretBM: 65.3 mm	d: 85
LReglare : 4.7 mm			

NrF	Denumire Faza	diam	San	Fel	FzS	n	nEf	K	Li	l
1	apropiere rapida sanie			CR1	p					
2	avans bara SF+tamponare			CR1	p				76.0	0
3	schimbare pozitie CR			CR2	p					
4	Centruire	12.00		CR2	p		1393	2437	12.0	68.7
5	retragere rapida sanie			CR2	p					7
6	schimbare pozitie CR			CR3	p					
7	apropiere rapida sanie			SL1	p					
8	Strunjire longitudinala	16.00		SL1	p		2507	2437		16
9	retragere rapida sanie			SL1	p					

fig. 10 Meniul Grafica

Cuprinde functiile de reprezentare in mod grafic a ciclogramei procesului si a profilului tuturor camelor de comanda (fig.10).

Ciclograma Exista doua posibilitati de reprezentare a ciclogramei, necesara vizualizarii si verificarii succesiunii si suprapunerii corecte a fazelor procesului tehnologic (fig. 11):

-in coordonate polare - se selecteaza functia **Ciclograma|Polara**;

-in coordonate rectangulare - se selecteaza functia **Ciclograma|Desfasurata**.

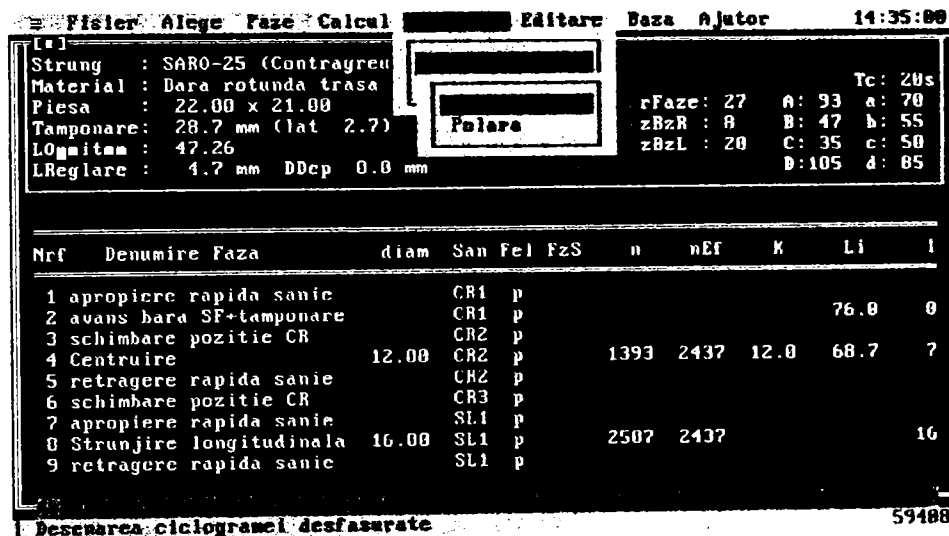


fig. 11 Submeniul Grafica|Ciclograma

Came

Reprezinta grafic camele de comanda aferente procesului analizat (si numai ele), prin alegerea lor din submeniul asociat meniului **Grafica|Came** (fig.12).

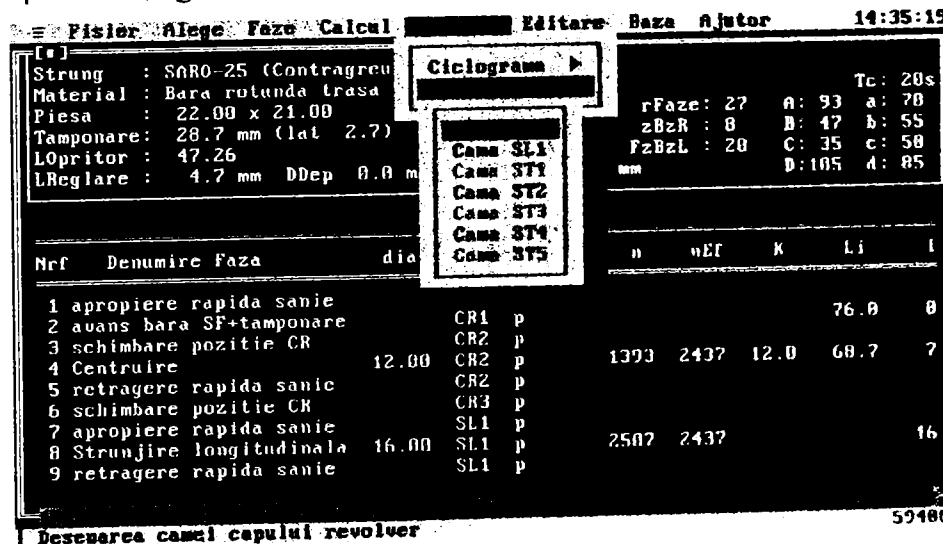


fig. 12 Submeniul Grafica|Came

2.3.6 Meniul Editare

Cuprinde functiile de editare pe ecran a tuturor fisierelor create prin intermediul programului (fig.13). La apelarea fiecarei functii programul deschide o fereastră de dialog in care utilizatorul isi alege fisierul pe care vrea sa-l editeze:

- Fisiere FTC** Editeaza fisiere *.FTC, elaborate de program, cu caracteristicile camelor de comanda rezultate la proiectarea proceselor tehnologice.
- Fisiere DXF** Editeaza fisiere *.DXF elaborate de program pentru realizarea in AutoCAD a desenelor de executie a camelor de comanda.
- Fisiere CNC** Editeaza programele NC elaborate de program pentru camele de comanda in scopul executarii lor pe masini-unelte cu comanda numerica.
- Plan de operatii** Editeaza planele de operatii rezultate in urma proiectarii proceselor tehnologice cu acest program.
- Afisare proces** Sterge ecranul si reface afisarea procesului in curs de proiectare, cu toate datele rezultate in urma calculelor actualizate.
- Verificare fisa** Editeaza fisierul text ce contine rezultatele verificarii fisei de calcul. Fisierul *.VER se creaza automat dupa intocmirea fisei de calcul.

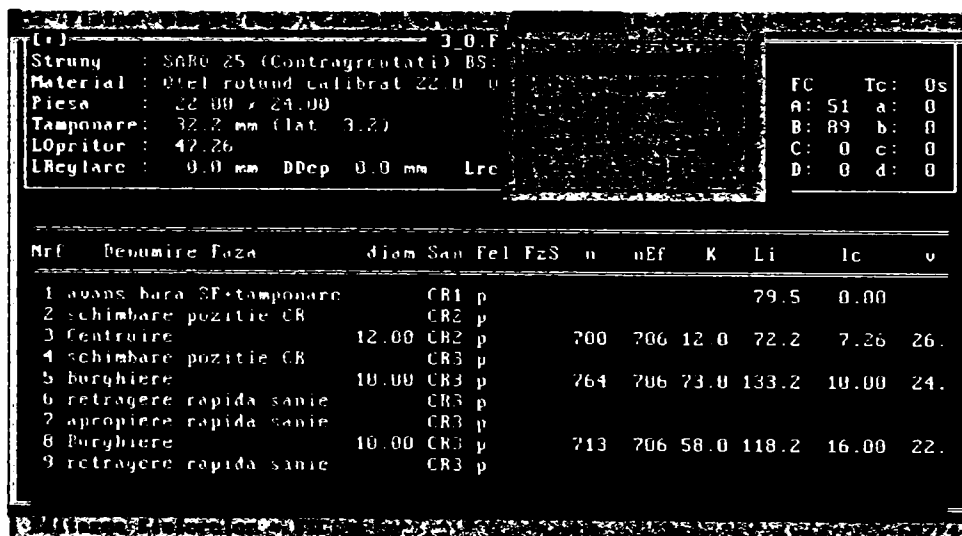


fig. 13 Meniul Editare

2.3.7 Meniul Baza

Cuprinde functii ce permit crearea si utilizarea de catre program a unei baze de came de comanda (fig.14):

- Editare** Editeaza, intr-o fereastră de dialog, o lista cu toate camele existente in baza de came a utilizatorului, grupate pe tip strung, tip sanie, caracteristici geometrice. Permite stergerea din baza a oricarei came prin selectare.

- Adaugare** Creaza baza de came de comanda, daca nu exista, si adauga la aceasta orice noua cama a utilizatorului daca I se precizeaza elementele caracteristice.
- Sortare** Sorteaza camele din baza de came, la alegerea utilizatorului, in ordinea crescatoare sau descrescatoare a diferentei de raza pe curba de lucru. Dupa sortare programul editeaza baza de came.
- Cautare** Cauta in baza de came camele ce corespund ca tip strung si tip sanie si care ar putea inlocui una sau alta dintre camele din proces rezultate in urma calculului. La dorinta utilizatorului, programul introduce in proces aceste came din baza (refolosire).
- Came din baza** Precizeaza (functie activa) care dintre camele procesului sunt din baza de came de comanda. Prin selectarea unei functii active se elimina din proces cama refolosita corespunzatoare.

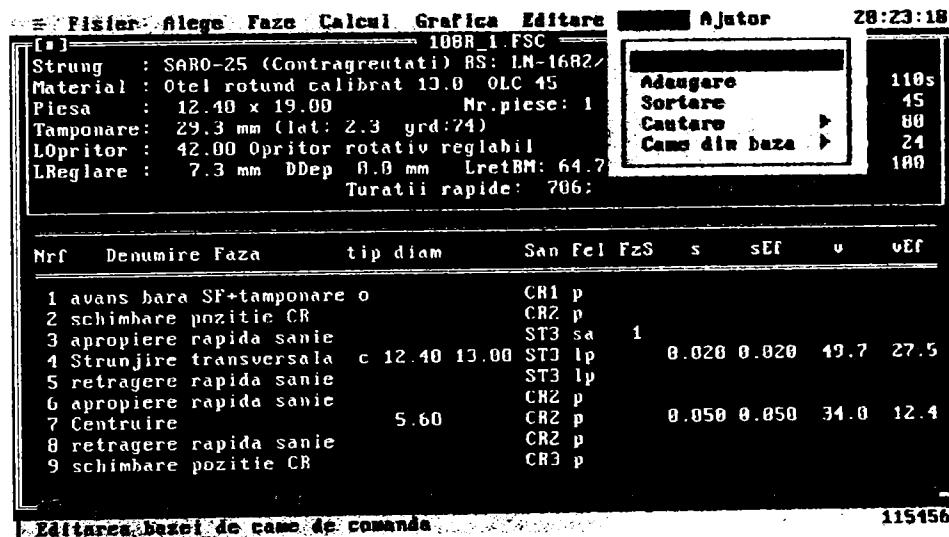


fig. 14 Meniul Baza

2.3.8 Meniul Ajutor

Furnizeaza utilizatorului, prin intermediul unor ferestre de informare, date ce pot ajuta la intelegerea modului de folosire a programului si rolul functiilor program cuprinse in listele de submeniuri.

2.4 ETAPELE PROIECTARII ASISTATE A PROCESULUI TEHNOLOGIC

Se prezinta in continuare etapele proiectarii asistate ale unui proces tehnologic pe strunguri automate monoax cu cap revolver de tip SARO, strunguri pentru care s-au implementat toate functiile program. Asa cum s-a precizat deja, dezvoltarea ulterioara a programului in sistemul de programare Turbo Vision este simpla. Ea se realizeaza prin adaugarea de noi tipuri de obiecte (procese tehnologice pe alte strunguri automate), cu definirea campurilor si descrierea metodelor specifice acestora.

Proiectarea asistata a tehnologiei de prelucrare pe strunguri automate consta in proiectarea ciclului de functionare automata a masinii-unelte, implicand atat partea de proiectare a procesului tehnologic propriu-zis, cat si partea de proiectare a camelor de comanda.

Etapele proiectarii asistate se identifica, in buna masura, cu cele ale unei proiectari clasice. De aceea, in lucrare se insista mai mult asupra aspectelor specifice, a modului de utilizare a programului si a bazelor de date furnizate ca suport al proiectarii.

Etapele proiectarii sunt:

- studiul desenului de executie si analiza tehnologicitatii piesei;
- alegerea semifabricatului;
- alegerea strungului automat pe care se face prelucrarea;
- descrierea itinerariului tehnologic si a modului de suprapunere a fazelor, alegerea elementelor regimului de aschiere, sculelor si portsculelor cu care se face prelucrarea la fiecare faza de lucru;
- completarea fisei de calcul;
- trasarea ciclogramei de lucru;
- intocmirea desenelor de executie a camelor de comanda (crearea fisierelor *.FTC si *.DXF);
- elaborarea programelor NC pentru prelucrarea camelor pe masini-unelte cu comanda numerica (crearea fisierelor *.CNC).

Inceputul proiectarii, in cazul utilizarii programului de proiectare asistata, se face prin initierea unui proces nou. Se apeleaza functia **Fisier|Nou**. Se deschide automat o fereastra *FaraNume.FSC* ce vizualizeaza fisierul fisa de calcul atasat procesului tehnologic in curs de proiectare.

2.4.1 Studiul desenului de executie si analiza tehnologicitatii piesei

Este o etapa clasica pe care proiectantul de proces trebuie sa o parcurga inaintea utilizarii programului pe calculator.

Desenul de executie al piesei este documentul de baza al proiectarii tehnologice. Studiul acestuia are ca scop cunoasterea destinatiei si rolului functional al piesei de prelucrat.

Pe langa verificarea corectitudinii desenului (cotare, conditii de precizie), tehnologul analizeaza posibilitatea prelucrarii piesei, prin forma, complexitate si precizie, in conditii economice, pe strungul automat.

Criteriile care stau la baza analizei piesei sunt prezentate in literatura de specialitate si sunt cunoscute de catre tehnologi.

2.4.2 Alegerea semifabricatului

La prelucrarea pe strungurile automate monoax cu cap revolver se utilizeaza semifabricate avand forme si dimensiuni apropiate de cele ale piesei finite.

Programul, prin meniul **Alege|Material**, ofera utilizatorului posibilitatea de alegere a semifabricatului prin intermediul unor ferestre de dialog succesive.

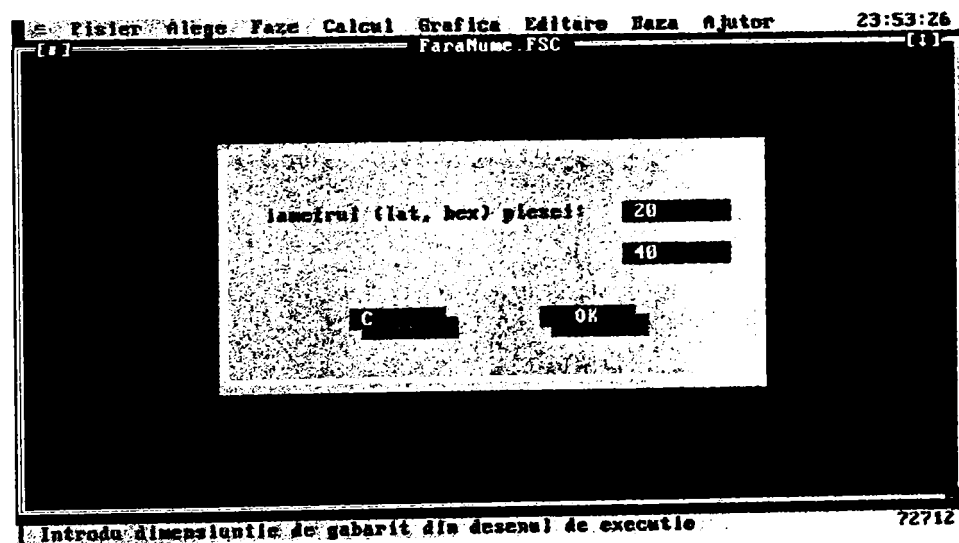


fig. 15 Fereastra pentru introducerea gabaritului piesei prelucrate

Intr-o prima fereastra de dialog (fig.15) trebuie introduse dimensiunile de gabarit ale piesei: diametru, latura sau cheie, in functie de forma sectiunii SF, si lungimea piesei.

Apoi, in fereastra de dialog "**Material**" se alege materialul si calitatea acestuia (fig.16). Sunt prezentate doua liste alaturate: una cuprinde materialul SF, cealalta calitatea. Pentru ca alegerea sa fie corecta, cele doua liste sunt "legate". Astfel, la selectarea unui material in coloana din stanga, programul afiseaza, automat, in coloana din dreapta calitatile de material corespunzatoare.

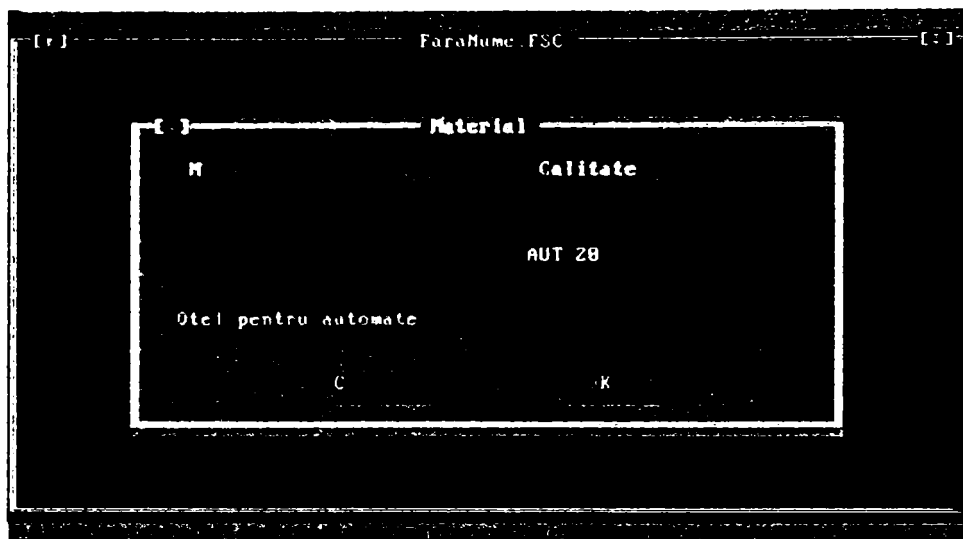


fig. 16 Fereastra pentru alegerea materialului semifabricatului

Continutul si corespondenta celor doua liste este urmatoarea:

Aluminiu	Al 99	Al 99,5	Al 99,7	Al E	
Aliaj de aluminiu	AlMg1	AlMgSi		AlCu4MgMn	
	AlMg2	AlSi1MgMnTi		AlCu4Mg1Mn	
	AlMg3	AlSi1MgMn		AlCu4Mg1,5Mn	
	AlMg5	AlMg1SiCuCr		AlCu4MgMnSi	
	AlMn1	AlCuMgNi1,3Fe		AlZn6Mg2,5Cu1,5	
		AlCu2Mg1,5Ni1,3FeSiTi			
Cupru	Cu 5	Cu 7	Cu 9	Cu 5D	Cu 7D
Alama	CuZn20	CuZn30	CuZn36		
Otel carbon	OL32	OL34	OL37	OL42	OL44
	OL50	OL52	OL60	OL70	
Otel carbon de calitate	OLC10	OLC15	OLC25	OLC35	
	OLC45	OLC55	OLC60		
Otel pentru automate	AUT9	AUT12	AUT20	AUT30	
		AUT12M	AUT20M	AUT30M	

Atasarea la fiecare dintre liste a cate unei coloane de defilare (ScrollBar) permite vizualizarea listelor in intregime.

Urmeaza alegerea tipului de SF cu ajutorul campurilor de selectie⁷ (fig.17), putand opta pentru:

⁷ Campurile de selectie sunt obiecte Turbo Vision de tip TRadioButtons care permit selectarea doar a uneia dintre optiunile afisate.

- bara rotunda, patrata, hexagonala sau teava rotunda - in cazul metalelor si aliajelor neferoase;
- otel rotund, patrat sau hexagonal.

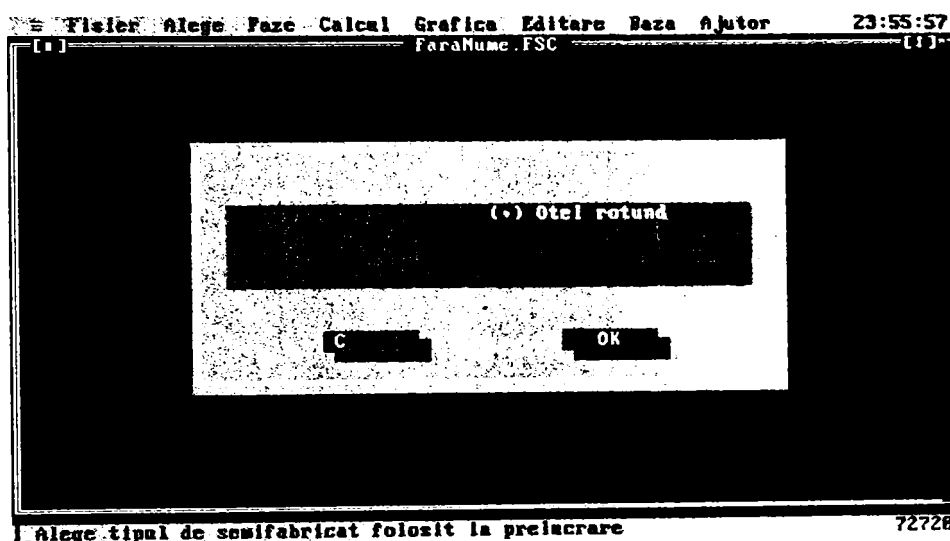


fig. 17 Fereastra pentru alegerea tipului semifabricatului

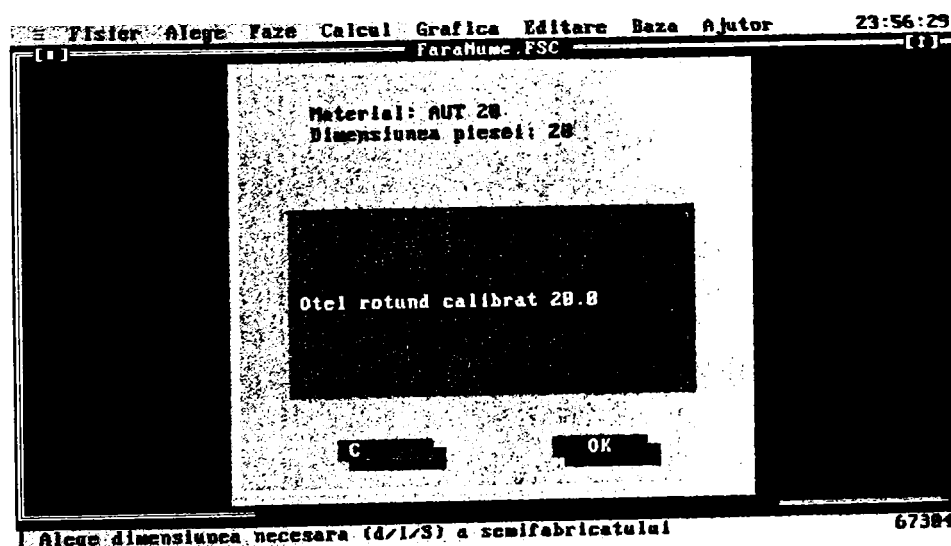


fig. 18 Fereastra pentru alegerea starii, preciziei si dimensiunii semifabricatului

In sfarsit, intr-o ultima fereastra de dialog (fig.18) utilizatorul alege starea, precizia si dimensiunea SF dintr-o lista careia ii este atasata o coloana de derulare pentru vizualizare.

Programul pune la dispozitia utilizatorului semifabricatele cuprinse in STAS-urile de materiale existente si care se pot folosi pe strungurile automate, nemaifiind necesara consultarea separata a standardelor.

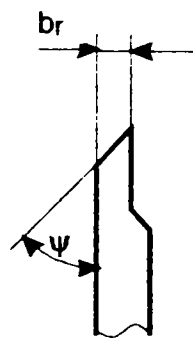
S-a creat un fisier de date, numit MATERIAL.DAT, ce cuprinde toate aceste semifabricate. Pentru a usura alegerea, in lista prezentata in fereastra de dialog programul

nu introduce decat acele semifabricate care corespund calitatii materialului si tipului de semifabricat selectate anterior de utilizator. Odata alegerea facuta, calculatorul memoreaza in proces toate datele legate de semifabricat, conform notarii STAS:

- tip semifabricat;
- stare;
- dimensiune;
- precizie;
- STAS semifabricat;
- material;
- STAS material.

Aceasta este, de altfel, si structura datelor in fisierul de materiale. Prin intermediul programului MKMAT.EXE utilizatorul poate adauga sau insera noi inregistrari, poate modifica sau sterge inregistrari existente sau poate recrea fisierul de date. La efectuarea oricarei modificari se va avea in vedere faptul ca fisierul trebuie sa ramana ordonat dupa material, tip semifabricat, stare, precizie si dimensiuni. Modul de utilizare a programului MKMAT.EXE este precizat in *help*-ul asociat.

Daca programul nu gaseste in fisierul de date semifabricatul din materialul dorit, se lanseaza un mesaj de avertizare. Se actualizeaza fisierul MATERIAL.DAT.



Materialul piesei	ψ
Aluminiu	68°
Alama	68°
Bronz	74°
Otel	74°

fig. 19 Geometria cutitului de retezat

Dupa alegerea semifabricatului, programul verifica dimensiunea sectiunii acestuia astfel incat aceasta sa nu fie mai mica decat a piesei finite. In caz contrar, programul reia, dupa lansarea unui mesaj de avertizare, fereastra de alegere a starii, preciziei si dimensiunii semifabricatului.

In caz favorabil, programul determina automat cutitul cu care se va face retezarea si lungimea de tamponare a semifabricatului.

Latimea cutitului de retezat b_r se stabileste conform tab.1 si fig.19. Daca in procesul tehnologic apare si preretezare, pentru fiecare dintre fazele de preretezare si retezare apar specificate latimile cutitelor de retezat corespunzatoare⁸.

⁸ Vezi Cap. 2.4.9.1 - Afisarea procesului

tab.1 Latimile recomandate pentru cutitele de retezat

$\psi = 74^\circ$				$\psi = 68^\circ$			
Diametrul SF [mm]	Latimea cutitului [mm]	Diametrul SF [mm]	Latimea cutitului [mm]	Diametrul SF [mm]	Latimea cutitului [mm]	Diametrul SF [mm]	Latimea cutitului [mm]
1	0,7	31	4,1	1	0,6	31	3,6
2	0,8	32	4,2	2	0,7	32	3,7
3	0,9	33	4,3	3	0,8	33	3,8
4	1	34	4,4	4	0,9	34	3,9
5	1,2	35	4,5	5	1	35	4
6	1,4	36	4,6	6	1,1	36	4,1
7	1,6	37	4,7	7	1,2	37	4,2
8	1,8	38	4,8	8	1,3	38	4,3
9	1,9	39	4,9	9	1,4	39	4,4
10	2	40	5	10	1,5	40	4,5
11	2,1	41	5,1	11	1,6	41	4,6
12	2,2	42	5,2	12	1,7	42	4,7
13	2,3	43	5,3	13	1,8	43	4,8
14	2,4	44	5,4	14	1,9	44	4,9
15	2,5	45	5,5	15	2	45	5
16	2,6	46	5,6	16	2,1	46	5,1
17	2,7	47	5,7	17	2,2	47	5,2
18	2,8	48	5,8	18	2,3	48	5,3
19	2,9	49	5,9	19	2,4	49	5,4
20	3	50	6	20	2,5	50	5,5
21	3,1	51	6,1	21	2,6	51	5,6
22	3,2	52	6,2	22	2,7	52	5,7
23	3,3	53	6,3	23	2,8	53	5,8
24	3,4	54	6,4	24	2,9	54	5,9
25	3,5	55	6,5	25	3	55	6
26	3,6	56	6,6	26	3,1	56	6,1
27	3,7	57	6,7	27	3,2	57	6,2
28	3,8	58	6,8	28	3,3	58	6,3
29	3,9	59	6,9	29	3,4	59	6,4
30	4	60	7	30	3,5	60	6,5

Lungimea de tamponare a semifabricatului, corespunzator prelucrării unei piese, se determina cu expresia:

$$l_{\text{tamp}} = b_a + b_r + a_{f1} + a_{f2} + l_p \quad [\text{mm}] \quad (1)$$

in care:

b_a -distanța minima dintre buca de strangere si cutitul de retezat, in mm; se recomanda⁹ 6-8 mm pentru SARO 16-25 si 8-10 mm pentru SARO 42- 60;

b_r - latimea cutitului de retezat, in mm;

a_{f1} -adaosul pentru prelucrarea frontala pe suprafata de retezare (cand este necesar), in mm;

a_{f2} -adaosul pentru prelucrarea frontala din fata (cand este necesar), in mm;

l_p - lungimea piesei, in mm;

⁹ Vezi [50]-Indicator SARO, pag.8. In programul SAM valoarea implicita este de 8 mm, dar ea se poate modifica de catre utilizator folosind functia de initializare a datelor.

În cazul în care, din diferite motive, se reia etapa de alegere a semifabricatului după alegerea strungului, se fac două verificări:

-dimensiunea secțiunii semifabricatului (diametru, latura sau cheie) trebuie să nu depășească dimensiunea maximă admisă corespunzătoare strungului ales;

-lungimea de tamponare a semifabricatului trebuie să nu depășească lungimea maximă de alimentare a strungului.

Obs. La un proces la care s-au introdus deja faze de lucru executate cu capul revolver, modificarea lungimii piesei¹⁰ determină erori la calculul lungimilor de închidere. Problema poate fi rezolvată numai dacă pentru fiecare din funcțiile introduse se apelează funcția **Faze|Modifica** fără a face modificări.

2.4.3 Alegerea strungului

Se poate face prin selectarea submeniului **Alege|Strung** numai după alegerea materialului semifabricatului.

În general, strungul automat se alege în funcție de forma secțiunii și dimensiunile semifabricatului, lungimea maximă de alimentare, posibilitățile de realizare a fazelor de prelucrare și seria de fabricație.

Pentru că s-au considerat doar strungurile automate revolver de tip SARO, tehnologul poate alege, pe baza criteriilor de mai sus, unul din strungurile SARO-16, SARO-25, SARO-42 sau SARO-60 (fig.20).

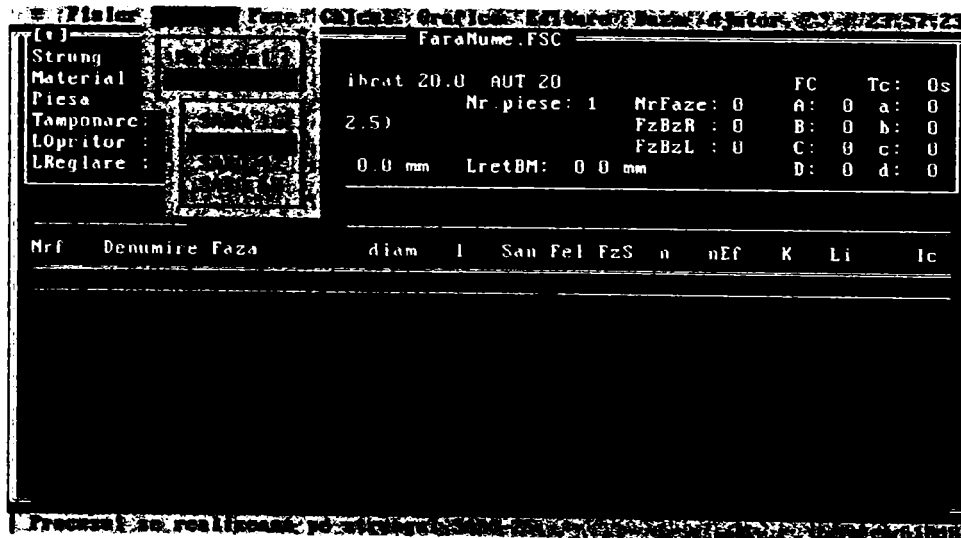


fig. 20 Submeniu Alege|Strung

¹⁰ Modificarea lungimii piesei determină modificarea lungimii de tamponare a semifabricatului și, implicit, a lungimilor de închidere.

tab.2 Caracteristicile tehnice ale strungurilor de tip SARO

Denumirea caracteristicii	Unitate de masura	SARO 16	SARO 25	SARO 42	SARO 60
CAPACITATE					
Lungimea maxima de alimentare	mm	75	75	100	100
Lungimea maxima a cursei suportului din spate	mm	60	60	85	85
Cursa maxima a suportilor transversali	mm	30	30	40	40
CAPUL REVOLVER					
Cursa maxima de lucru	mm	60	60	85	85
Cursa de reglare	mm	40	40	55	55
Reculul	mm	12	12	15	15
Diametrul	mm	110	110	150	150
Distanța maxima dintre capul revolver si bucsa de strangere a semifabricatului din arborele principal	mm	160	160	220	220
Distanța minima dintre capul revolver si bucsa de strangere a semifabricatului din arborele principal	mm	60	60	80	80
Diametrul alezajelor	mm	19,05	19,05	25,4	25,4
Numarul de alezaje					
- normal		6	6	6	6
- la comanda speciala				8	8
ARBORELE PRINCIPAL					
Domeniul turatiilor de "strunjire" pe stanga	rot/min	600-4680	475-3695	91-2310	56-1732
Domeniul turatiilor de "filetare" pe dreapta	rot/min	60-800	50-795	15-2310	10-1732
Numarul de turatii de "strunjire" pe stanga		16	16	38	38
Numarul de turatii de "filetare" pe dreapta		130	137	190	190
Numarul de turatii automate pe ciclul de lucru		2	2	4	4
Rapoarte mari turatie de "strunjire"/turatie de "filetare"		1:2 la 1:10	1:2 la 1:10	1:1a 1:15	1:1a 1:15
PRODUCTIVITATEA					
Productia pe minut	buc/min	0,3 la 20	0,3 la 20	0,1 la 8,5	0,1 la 8,5
Numarul de turatii ale arborelui cu came		45	45	58	58
Timp de alimentare	sec	0,5	0,5	1	1
Timp de rotire a turelei	sec	0,5	0,5	1	1
Timp de schimbare a turatiei AP	sec	0,25	0,25	0,25	0,25
Timp de schimbare a sensului de rotatie a AP	sec	0,25	0,25	0,25	0,25
MOTORUL ELECTRIC					
- putere	kW	4	4	5,5	5,5
- turatie	rot/min	1500	1500	1000	1000
GABARIT					
- lungime	mm	1435	1435	2100	2100
- latime	mm	880	880	1080	1080
- inaltime	mm	1410	1410	1550	1550
GREUTATEA STRUNGULUI					
- neta	kg	1500	1550	2500	2550
- bruta	kg	1700	1750	2900	2950

Strungurile automate de tip SARO sunt strunguri din grupa a III-a de automatizare (SAR - strunguri automate revolver) la care, pe langa arborele de comanda AC (fig.21), mai exista un arbore auxiliar AA cu turatie rapisa prin intermediul caruia se executa o parte din miscarile auxiliare ale masinii (alimentarea cu semifabricat SF, strangerea semifabricatului cu un mecanism de strangere MSSF cu bucsa elastica, rotirea capului revolver CR, schimbarea turatiilor si sensului de rotatie a arborelui principal AP, etc.).

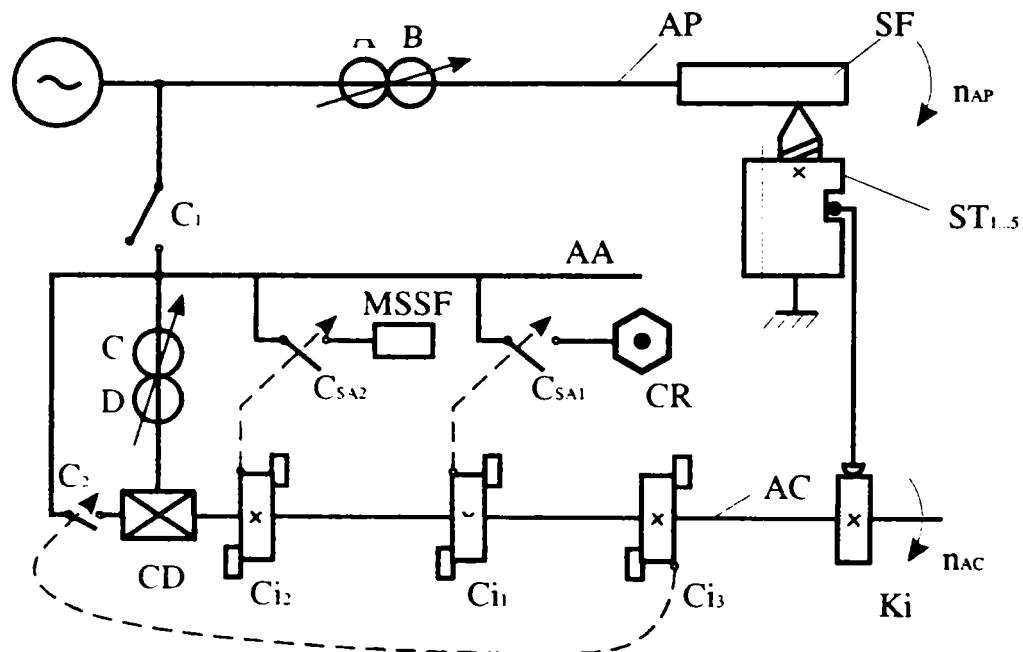


fig.21 Schema cinematica structurala a strungurilor automate revolver

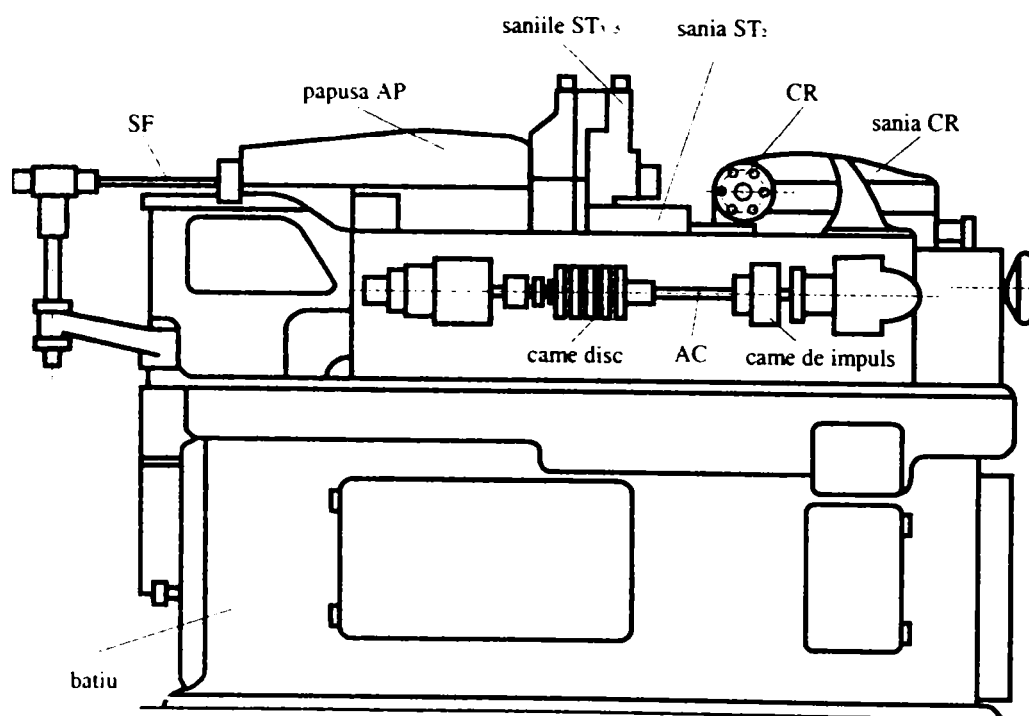


fig.22 Vedere generala a strungurilor automate de tip SARO-16 si SARO-25

Arborele de comanda are rolul transmiterii tuturor comenzilor prin came de impuls C_1 si de realizare a fazelor de lucru, de apropiere si retragere rapida ale sanilor prin came disc K_i . Arborele de comanda are doua turatii: una lenta, reglata cu roțile de schimb C/D, si una rapida prin cuplajul C_1 si cuplajul de depasire CD.

Cuplajele de pe arborele auxiliar sunt semiautomate, cu inchidere comandata si deschidere automata.

Constructia unui strung automat de tip SARO este prezentata in fig.22.

Strungurile de tip SARO-42 si SARO-60 sunt asemenatoare cu cele de mai sus dar mai mari in gabarit.

Toate caracteristicile tehnice ale strungurilor SARO sunt inregistrate intr-un fisier numit CTSTRUNG.DAT si sunt cele prezentate in tab.2. In cazul dezvoltarii programului, prin implementarea de functii si pentru alte strunguri, completarea fisierului este posibila prin utilizarea fisierului MKCARTEH.EXE.

Dupa selectarea unui strung apare o fereastră de dialog (fig.23) in care utilizatorul marcheaza unul din campurile de selectie corespunzatoare modului de alimentare cu semifabricat.

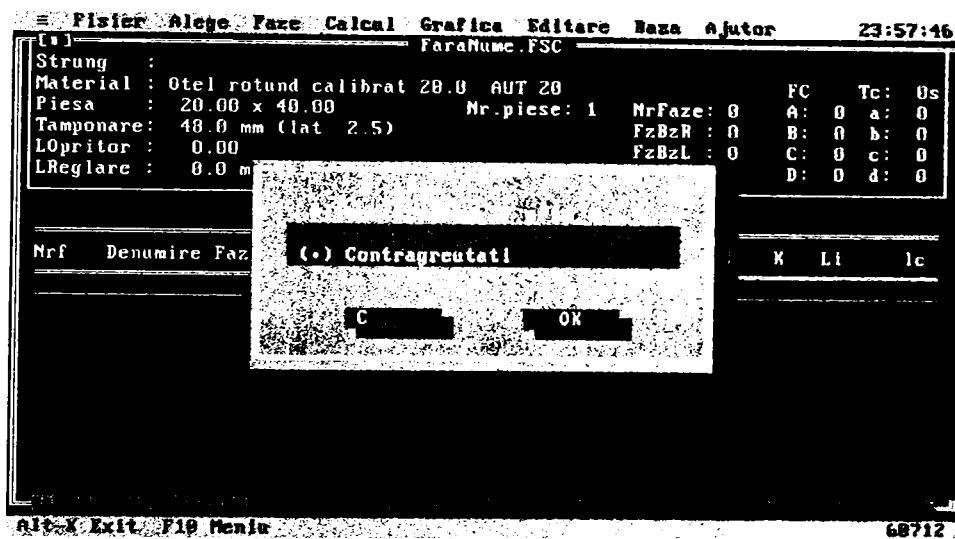


fig. 23 Fereastră pentru alegerea tipului de alimentare cu semifabricat

tab.3 Dimensiunile maxime ale semifabricatelor la alimentarea strungurilor de tip SARO

Tip strung	Mod de alimentare	Dimensiuni maxime admise la SF [mm]		
		Sectiunea SF		
		rotunda	patrata	hexagonala
SARO-16	cu bucsa elastica interioara	12	8	10
	cu bucsa elastica exterioara	16	11	14
SARO-25	cu bucsa elastica interioara	18	12	14
	cu bucsa elastica exterioara	25	17	21
SARO-42	cu bucsa elastica interioara	36	24	30
	cu bucsa elastica exterioara	42	28	36
SARO-60	cu bucsa elastica interioara	52	30	36
	cu bucsa elastica exterioara	60	42	50

Programul deschide fisierul CTSTRUNG.DAT din care citește toate caracteristicile tehnice ale strungului selectat, inclusiv dimensiunile (diametru, latura sau cheie) maxime admise ale secțiunii semifabricatului date în funcție de forma acesteia, tipul strungului și modul de alimentare, conform tab.3.

Se fac în acest moment două verificări:

-dimensiunea secțiunii semifabricatului trebuie să nu fie mai mare decât dimensiunea maximă admisă. În caz contrar, programul atenționează utilizatorul printr-un mesaj de avertizare și reia alegerea strungului și a modului de alimentare cu semifabricat.

-lungimea de tamponare calculată pentru piesa de prelucrat trebuie să nu depășească lungimea maximă de alimentare admisă pentru strungul ales. Altfel, se lansează un mesaj de avertizare: ori lungimea introdusă a piesei este greșită, ori sunt necesare mai multe tamponări.

Dacă verificările dau rezultate favorabile, programul deschide un alt fișier de date, numit PORTSC.DAT, ce conține și bucele de strângere și de avans și le alege, în mod automat, pe cele ce corespund tipului de strung, modului de alimentare, formei și dimensiunii semifabricatului alese. Structura înregistrărilor din fișierul de date permite cunoașterea completă a bucelor elastice:

-denumirea bucei;

-simbolul (marcarea);

-codul strungului la care se folosește;

-grupa portsculei;

-forma secțiunii semifabricatului;

-dimensiunile minimă și maximă ale semifabricatului ce poate fi strans, respectiv alimentat.

Referitor la câmpul "grupa portsculei" trebuie făcută precizarea că portsculele folosite au fost împartite, date fiind informațiile diferite ce trebuie furnizate, în două grupe:

-elemente de alimentare și strângere - din care fac parte bucele elastice;

-portsculele pentru prinderea sculelor pe șanii.

Obs.1 La un proces la care există deja faze de lucru, modificarea strungului ocolește verificările legate de încadrarea lungimilor de cursă și de închidere în limitele admisibile, putând duce astfel la erori. Problema poate fi rezolvată numai dacă pentru fiecare din funcțiile introduse se apelează funcția **Faze|Modifica** fără a face modificări.

Obs.2 În cazul în care, având ales strungul, se dorește re alegerea unui semifabricat cu dimensiunea secțiunii mai mare decât dimensiunea maximă admisă pe strungul ales, este necesară modificarea modului de alimentare sau, dacă nu este posibil, se alege mai întâi un strung mai mare și apoi se face alegerea din nou a semifabricatului. După această etapă sunt prezentate în fereastra de editare elementele de proces alese și calculate: strung, mod de alimentare, codul bucelor elastice de strângere și de avans (dacă este cazul), semifabricatul cu caracteristicile lui, cutitul de retezat, lungimea de tamponare.

2.4.4 Descrierea procesului tehnologic

Pornind de la desenul de executie al piesei, caracteristicile si posibilitatile tehnologice ale strungului ales, fazele de lucru se stabilesc in asa fel incat sa se asigure realizarea conditiilor de precizie si calitate a suprafetei la un pret cat mai mic si cu o productivitate cat mai mare, adica eficienta tehnico-economica maxima.

Tehnologul trebuie sa descrie in fereastra de editare, cu ajutorul meniului "Faze", succesiunea tuturor fazelor, de lucru si auxiliare, in ordinea desfasurarii lor, avand ca strategie principala concentrarea operatiilor, suprapunerea cat mai completa a fazelor procesului.

Optiunea asupra fazelor de lucru si auxiliare, a succesiunii si suprapunerii lor, este numai a proiectantului de proces, bazata pe experienta si capacitatea lui profesionala. Spre deosebire, insa, de proiectarea clasica, aceasta optiune va fi verificata si corectata conversational de catre program, timpul foarte scurt de realizare a proiectarii (efectuarea calculului, intocmirea ciclogramei de lucru si desenarea profilului camelor de comanda) permitand modificarea rapida a procesului tehnologic si incercarea mai multor variante pana la obtinerea celei optime.

Descrierea procesului tehnologic si furnizarea datelor necesare pentru fiecare faza se face prin intermediul unor ferestre de dialog.

2.4.4.1 *Recomandari pentru intocmirea procesului tehnologic*

2.4.4.1.1 **Recomandari generale**

La descrierea procesului tehnologic trebuie avute in vedere cateva recomandari preluate de la proiectarea clasica:

1. Pentru prelucrarea mai multor suprafete simultan se folosesc scule combinate sau profilate;
2. Pentru obtinerea de netezimi ridicate, la suprafetele de lungime $l < 2,5d$ se prelucreaza cu avans transversal, cu o mentinere de finisare la sfarsatul cursei de lucru;
3. Degrosarile nu se fac cu scule profilate scumpe ci universale;
4. La prelucrarea suprafetelor profilate de latimi mari, pentru micșorarea vibratiilor, se folosesc simultan saniile transversale opuse;
5. Suprafetele profilate precise se strunjesc cu doua cutite: de degrosare si de finisare; se maresta astfel durabilitatea cutitelor si se obtine o calitate mai buna a suprafetei;
6. Semifabricatele de sectiune patrata sau hexagonala e bine nu se prelucreze direct cu cutite profilate pentru a proteja taisul acestora; se face mai intai o strunjire cilindrica cu avans longitudinal;

7. La strunjirea longitudinala in trepte se incepe cu diametrul mai mic;
8. La fazele cu degajari mari de aschii, daca sculele se aseaza cu fata de degajare in jos evacuarea aschiilor este mai usoara;
9. Nu este admisa micsorarea brusca a rigiditatii semifabricatului la primele faze de prelucrare, pentru a se evita vibratiile si deformatiile elastice la fazele ulterioare; canalele transversale adanci se vor strunji dupa terminarea intregii prelucrari a piesei;
10. Prelucrarea finala a suprafetelor exterioare la piesele subtiri se face dupa prelucrarea gaurilor, deoarece la gaurire si alezare se observa marirea diametrelor exterioare;
11. Strunjirile longitudinale exterioare realizate cu scule montate in capul revolver se pot suprapune cu gauriri si largiri, dar nu si cu alezari, care se fac cu turatii mici;
12. Tesirea exterioara la capatul adiacent zonei de retezare din bara semifabricat si retezarea nu se executa simultan cu acelasi cutit; piesa se poate rupe din bara inainte de a se termina retezarea datorita solicitarilor mari; inainte de retezare se realizeaza preretezarea la care se face tesirea exterioara;
13. Pentru ca retezarea dureaza mult din cauza avansului foarte mic, se micsoreaza cursa cutitului de retezat prin marirea cursei cutitului de strunjit longitudinal, cand este posibil, sau a adancimii de gaurire, la gauri strapunse, cu latimea cutitului de retezat;
14. Pentru evitarea formarii de bavuri, tesiturile si canalele se executa inainte de filetare;
15. Filetarea cu filiera sau tarodul nu se suprapune cu alte faze, deoarece ea se executa cu turatie redusa care nu asigura viteza de aschiere economica celorlalte faze de lucru;
16. Pentru gauri de diametru mic ($d \leq 5 \text{ mm}$) si/sau lungimi mari ($l \geq 3...5 d$) se realizeaza o centruire prealabila pentru evitarea dezaxarii si ruperii burghiului; in timpul centrurii nu se executa nici o alta prelucrare;
17. La prelucrarea gaurilor in trepte se incepe cu gaura de diametru maxim, in scopul reducerii timpului de prelucrare si a micsorarii solicitarii burghiului cu diametru mic; numai la conditii stranse de coaxialitate se incepe cu gaura de diametru mic;
18. La gauri adanci ($l > 4d$), burghiul se retrage periodic pentru evacuarea aschiilor si pentru racirea sculei; prima patrundere este pana la adancimea $l_1 = (3...4)d$, a doua pe adancimea $l_2 = 2d$, a treia pe adancimea $l_3 = d$; aceasta succesiune de patrunderi se realizeaza cu burghiul fixat intr-un singur locas al capului revolver, scula lucrind dupa ciclul: apropiere rapida, gaurire, retragere rapida periodica;
19. La prelucrarea gaurilor cu diametre foarte mici, daca nu se poate realiza viteza economica de aschiere, se utilizeaza dispozitivul auxiliar da gaurire rapida;
20. Inaintea filetarii cu tarod se teseste suprafata de filetat;
21. Se folosesc dispozitivele suplimentare pentru prelucreaza si in afara zonei de lucru, putandu-se incepe astfel prelucrarea unei alte piese; se micsoreaza timpul pe ciclu;
22. Daca in capul revolver sunt ocupate numai 2, 3 locasuri pentru portscule este necesara indexarea capului revolver din doua in doua pozitii sau, daca este posibil, se prevede prelucrarea a doua piese intr-un ciclu de lucru;
23. Pentru evitarea deteriorarii suprafetei frontale a piesei, in special la aliaje neferoase moi, se foloseste opritorul rotativ la faza de alimentare-tamponare.

2.4.4.1.2 Recomandari specifice proiectarii asistate

La descrierea procesului tehnologic folosind programul prezentat de proiectare asistata trebuie sa se tina seama de urmatoarele recomandari:

1. Pentru prelucrarea unei suprafete care necesita mai multe treceri se introduce cate o faza de lucru pentru fiecare trecere.

2. La gauri adanci, realizate prin patrunderi succesive, se introduc atatea faze de burghiere cate patrunderi sunt necesare.

3. La strunjiri longitudinale realizate cu sania SL1, inaintea fazei de strunjire longitudinala propriu-zisa trebuie introdusa o faza (fictiva) de strunjire transversala de cursa mica pentru positionarea sculei urmata de o faza de mentinere¹¹ la diametrul de prelucrat a saniei ST. Faza de mentinere a saniei ST1 se suprapune peste faza de strunjire longitudinala (principala) a saniei SL1 si dureaza cat aceasta.

4. La rezemarea semifabricatului cu role montate pe o sanie de pe batiu sau cu un varf rotativ montat in CR se foloseste aceeasi succesiune de faze: apropiere rapida a saniei, o faza de lucru fictiva (de ex. strunjire transversala, respectiv burghiere) de cursa mica pentru positionarea rolei de sprijin/varfului, mentinere pentru sprijinul semifabricatului, retragerea rapida. Ca si in cazul precedent, aceasta succesiune de faze se introduce in proces inaintea fazei de lucru propriu-zise, iar faza de mentinere se suprapune peste faza de lucru (principala). In cazul rezemarii, faza de mentinere nu trebuie suprapusa obligatoriu peste faza de lucru imediat urmatoare ci peste ultima faza de lucru pentru care mai este necesara rezemarea. Mentinerea dureaza tot intervalul cuprins intre sfarsitul fazei fictive si sfarsitul fazei de lucru peste care se suprapune.

5. Pentru finisarea unei suprafete la sfarsitul unei faze de lucru se introduce o faza de mentinere pentru finisare a saniei respective¹².

6. Este suficienta introducerea doar a fazelor de lucru si de alimentare cu SF. programul completeaza automat procesul cu fazele auxiliare necesare, toate insa ca faze principale.

7. Daca utilizatorul introduce faze auxiliare, este suficienta doar precizarea denumirii acestora.

2.4.4.2 Adaugarea unei faze noi

Descrierea unui proces nou sau adaugarea, la sfarsit, de faze la un proces existent se face apeland meniul **Faze|Adauga**. Apelarea se poate face:

-cu tastatura - se apasa [Alt]-[Z] si cu tastele [↑] si [↓] se selecteaza meniul **Adauga**; selectarea se poate si face direct cu tasta [F4];

-cu mouse-ul - se face click pe meniul **Faze**, se deschide submeniul atasat din care se selecteaza **Adauga**.

Apare fereastra de introducere a fazelor din fig.24:

¹¹ Vezi Cap. 2.4.4.2.1 - Denumirea fazei

¹² Idem ¹¹

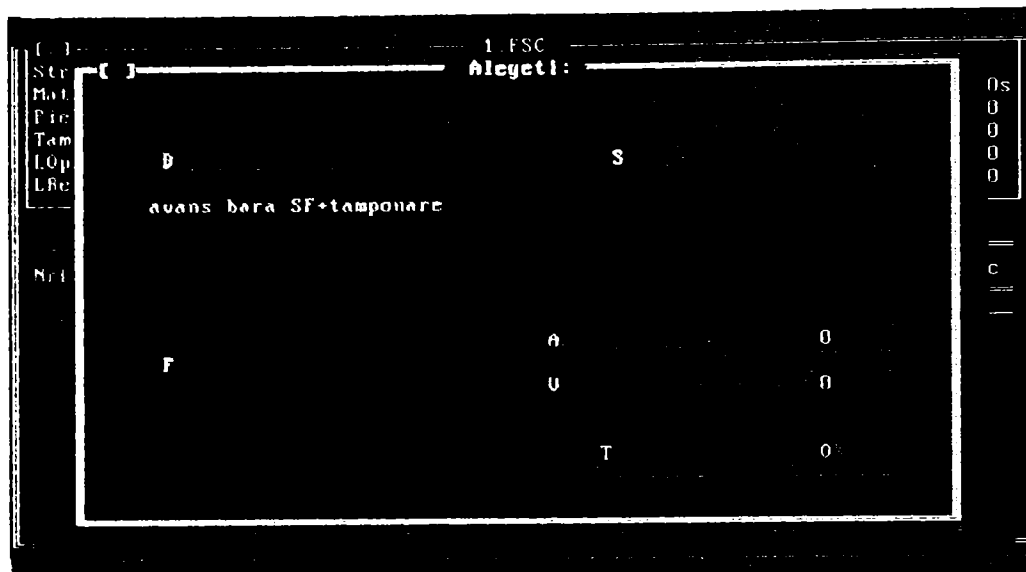


fig.24 Fereastra pentru adaugarea unei faze la proces

Tehnologul trebuie sa completeze campurile din fereastra de dialog:

- denumirea fazei;
- sania cu care se face prelucrarea;
- felul miscarii;
- elementele regimului de aschiere.

Trecerea de la un camp la altul se face cu tasta [Tab], intr-un sens, sau cu [Shift]-[Tab], in celalalt sens. Selectarea optiunilor in cadrul campurilor se face fie cu tastele sageti fie cu *mouse*-ul.

Procesul de adaugare de faze se reia automat pana cand utilizatorul selecteaza butonul [Terminat] sau se apasa tasta [Esc].

2.4.4.2.1 Denumirea fazei

Pentru introducerea de faze, tehnologului i se prezinta in campul "Denumirea fazei" o lista de faze posibile. Din lista prezentata, el alege denumirea fazei pe care doreste sa o introduca in proces. Activarea listei se face cu tasta [Tab]. Pentru a putea afisa intreaga lista, acesteia i s-a atasat o coloana de derulare. Se pot introduce urmatoarele faze de lucru si auxiliare¹³:

- Alezare
- Burghiere:
 - fara gaura de centrare¹⁴
 - cu gaura de centrare
- Burghiere si tesire
- Centruire
- Centruire si tesire

¹³ Pentru alte faze ca burghierea adanca, rezemarea semifabricatului, finisarea suprafetelor la sfarsitul fazelor de lucru, etc. vezi Cap. 2.4.4.1.2 - Recomandari specifice proiectarii asistate

¹⁴ Literele ingrosate reprezinta codul prelucrarii si el se regaseste la afisarea procesului - Cap. 2.4.9.1-Afisarea procesului

- Degajare
- Filetare cu filiera
- Largire:
 - fara tesire sau centruiere anterioara
 - cu tesire sau centruiere anterioara
- Preretezare
- Retezare:
 - fara preretezare
 - cu preretezare
 - cu gaura axiala
- Striere:
 - longitudinala
 - transversala
- Strunjire conica (SL1)
- Strunjire frontala
- Strunjire longitudinala:
 - fara tesire si cu prag
 - cu tesire si degajare
 - pentru tesire
 - cu avans combinat
- Strunjire profilata:
 - cu avans radial
 - cu avans tangential
- Strunjire transversala:
 - canelare / strunjire frontala
 - pentru tesire
- Tarodare
- Tesire
- Tesire cu burghiul
- apropiere rapida sanie¹⁵
- avans bara SF + tamponare:
 - cu opritor montat in CR
 - cu brat oscilant
- mentinere sanie:
 - pentru finisare
 - pentru strunjire longitudinala / sprijin SF
- retragere filiera/tarod
- retragere rapida sanie
- schimbare turatie si sens AP
- schimbare pozitie CR;
- schimbare turatie AP.

¹⁵ Fazele de lucru sunt scrise cu litera initiala mare iar cele auxiliare cu litera mica.

2.4.4.2.1.1 Elementele geometrice ale suprafetelor prelucrate

Pentru fazele de lucru, dupa completarea tuturor campurilor din fereastra de dialog si selectarea butonului [OK] sau apasarea tastei [Enter], trebuie transmise programului modul de realizare a prelucrarii sau scopul acesteia (cand este cazul) si elementele geometrice ce caracterizeaza suprafata prelucrata (tab.4) in vederea calcularii lungimii cursei de lucru si, in cazul folosirii saniei capului revolver, a lungimii de inchidere. Transmiterea se face prin ferestre de dialog specifice fiecarui caz in parte. Pentru exemplificare se prezinta fereastra de dialog pentru transmiterea elementelor geometrice ale unei suprafete prelucrate prin burghiere, cu gaura de centrare executata anterior (fig.26).

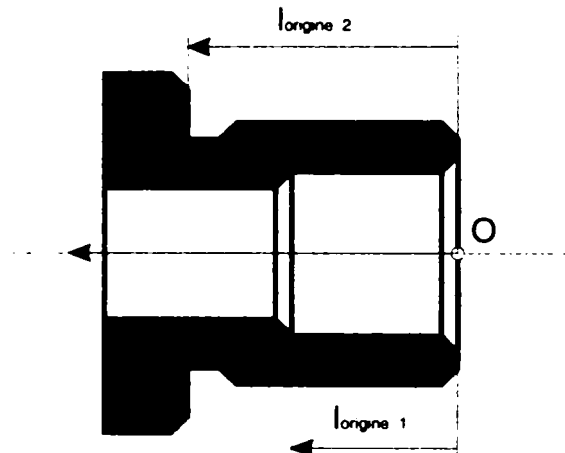


fig.25 Sistemul de referinta al piesei

La fazele de lucru realizate cu sania capului revolver, pentru determinarea corecta a lungimilor de suprapunere a traiectoriilor si a pozitiilor varfurilor sculelor¹⁶, trebuie precizata pozitia reciproca a suprafetelor astfel prelucrate. S-a ales, de aceea, ca origine a unui sistem de referinta punctul axial al piesei cel mai apropiat de capul revolver (fig.25). Odata cu elementele geometrice, utilizatorul va preciza, cand este cazul, si distanta de la aceasta origine pana la suprafata considerata.

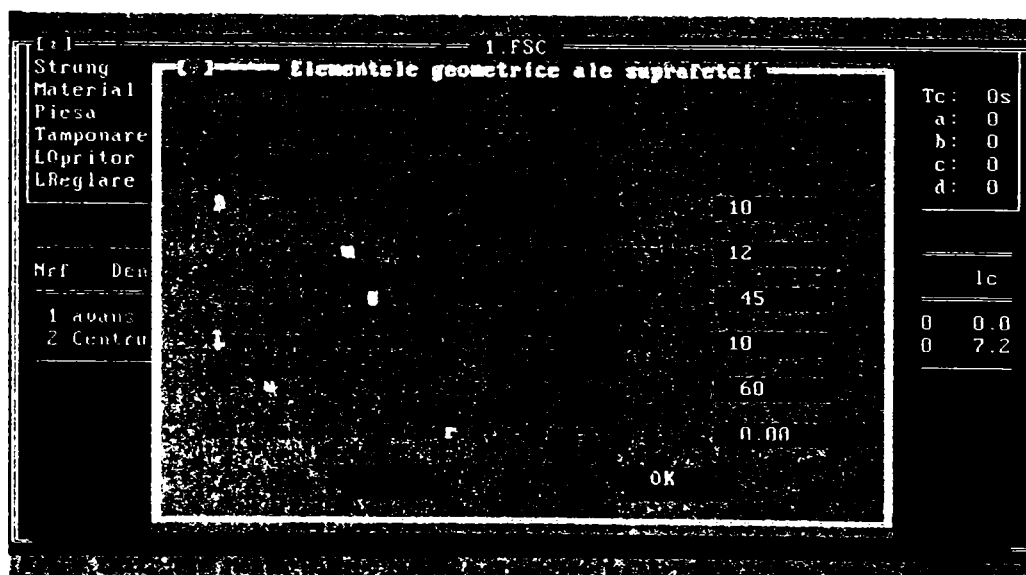


fig.26 Fereastra pentru introducerea elementelor geometrice ale suprafetelor la "Burghierea cu centrare"

¹⁶ Vezi Cap. 2.4.5.9.2 - Faza auxiliara executate cu sania capului revolver

Daca o operatie se poate realiza in mai multe moduri (tab.4), utilizatorul il precizeaza pe cel dorit inaintea introducerii elementelor geometrice ale suprafetei prelucrate. Precizarea se face intr-o fereastra de dialog specifica pe care programul o afiseaza automat. In fig.27 este aratata o astfel de fereastra tot pentru operatia de burghiere.

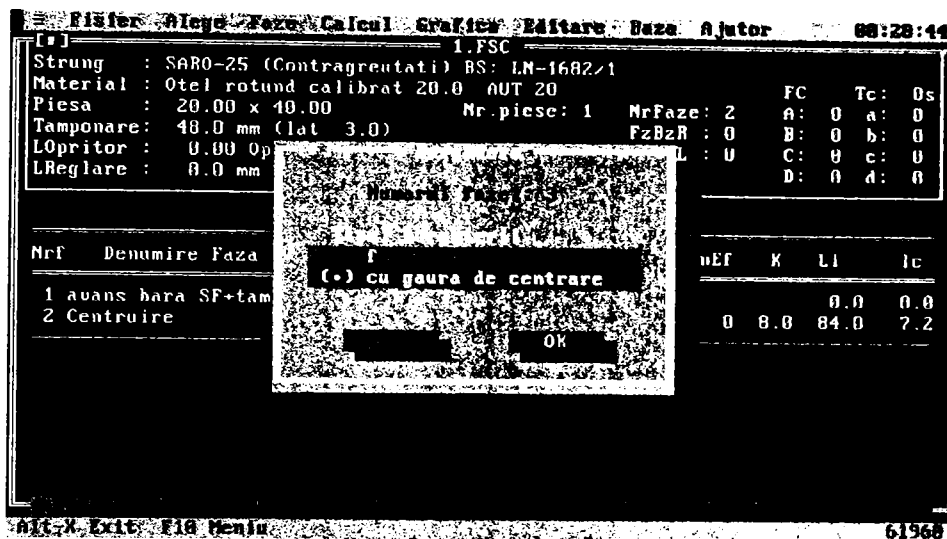


fig.27 Fereastra pentru alegerea modului derealizare a "Burghierii"

2.4.4.2.1.2 Calculul lungimilor curselor de lucru

Lungimea cursei de lucru reprezinta marimea distantei parcurse de scula cu avans de lucru.

Stabilirea corecta a acestei marimi este importanta atat pentru precizia suprafetelor prelucrate, cat si din punctul de vedere al productivitatii. astfel, o cursa prea mica determina fie realizarea incompleta a suprafetei, deci dimensiuni mai mici decat cele din documentatia de executie, fie determina lovirea sculei de semifabricat la apropierea rapida de acesta. O cursa prea mare determina o prelucrare excesiva sau o pierdere de timp daca scula incepe deplasarea cu avans de lucru prea repede.

Lungimea cursei de lucru este o marime care va reveni si in calculul duratei ciclului, la determinarea profilului camelor de comanda, la verificarea lovirii sculelor de semifabricat sau iesirii lor din semifabricat in vederea rotirii capului revolver, la reglarea strungului automat, etc.

Forma cea mai generala pentru expresia lungimii cursei de lucru la o faza oarecare i este:

$$l_{ci} = l_{1i} + l_{pi} + l_{ai} + l_{2i} \quad [\text{mm}] \quad (2)$$

unde:

- l_1 -distanța de siguranță pentru evitarea ciocnirii sculei de semifabricat la sfarsitul cursei de apropiere rapida, in mm;

tab. 4 Fazele de lucru si componentele curselor de lucru

Denumire prelucrării	Mod sau scop	Elemente geometrice	Componentele cursei de lucru			
			l_1 [mm]	l_{pt} [mm]	l_a [mm]	l_d [mm]
Alezare		d-diametrul alezăturii χ -semiunghiul la varf al alezăturii D-diametrul inițial al alezăturii α -unghiul tesiturii l_1 -lungimea tehnologică a alezăturii	1,5..2..2,5	$(D-d)/2 \cdot (\text{ctg } \chi - \text{ctg } \alpha)$	l_1	
	-fara gaura de centrare	d-diametrul burghiului χ -semiunghiul la varf al burghiului l_1 -lungimea tehnologică a gaurii	1...2	$d/2 \cdot \text{ctg } \chi$	l_1	
Burghiere	-cu gaura de centrare	d-diametrul burghiului D-diametrul maxim al gaurii de centrare α -semiunghiul gaurii de centrare l_1 -lungimea tehnologică a gaurii	1...2		$l_1 - (D-d)/2 \cdot \text{ctg } \alpha$	
		D-diametrul maxim al gaurii de centrare χ -semiunghiul la varf al burghiului	1...2		$d/2 \cdot \text{ctg } \chi$	0,3·d
Centruire		d-diametrul filetului p -pasul filetului d_2 -diametrul de fund al filetului χ -unghiul de atac al filierei l_1 -lungimea filetului	(1..1,5..2)p	$(d_2-d_1)/2 \cdot \text{ctg } \chi$	l_1	0,5·p
		d-diametrul largitorului χ -semiunghiul la varf al largitorului D-diametrul inițial al gaurii l_1 -lungimea tehnologică a gaurii	1,5..2..2,5	$(D-d)/2 \cdot \text{ctg } \chi$	l_1	
Largire	-cu tesire/centruire anterioara	d-diametrul largitorului χ -semiunghiul la varf al largitorului D-diametrul inițial al gaurii l_1 -lungimea tehnologică a gaurii	1,5..2..2,5	$(D-d)/2 \cdot (\text{ctg } \chi - \text{ctg } \alpha)$	l_1	
	-cu tesire/centruire anterioara	d-diametrul largitorului χ -semiunghiul la varf al largitorului D-diametrul inițial al gaurii α -unghiul tesiturii l_1 -lungimea tehnologică a gaurii	1,5..2..2,5	$(D-d)/2 \cdot (\text{ctg } \chi - \text{ctg } \alpha)$	l_1	

Denumire prelucrării	Mod sau scop	Elemente geometrice	Componentele cursei de lucru			
			l_1 [mm]	l_{pt} [mm]	l_a [mm]	l_d [mm]
Preretezare		D-diametrul de început al preretezării d-diametrul de sfârșit al preretezării	0,5...1		(D-d)/2	
Retezare	-fara preretezare	D-diametrul barei semifabricat b_r -latimea cutitului de retezat ψ -suplementul unghiului de atac al cutitului de retezat	0,5...1	$b_r \cdot \text{tg}(90-\psi)$	D/2	0,5...1
	-cu preretezare	d-diametrul preretezării b_r -latimea cutitului de retezat ψ -suplementul unghiului de atac al cutitului de retezat	0,5...1	$b_r \cdot \text{tg}(90-\psi)$	d/2	0,5...1
	-cu gaura axiala	D-diametrul exterior d-diametrul interior b_r -latimea cutitului de retezat ψ -suplementul unghiului de atac al cutitului de retezat	0,5...1	$b_r \cdot \text{tg}(90-\psi)$	(D-d)/2	0,5...1
Striere	-longitudinala	l_1 -lungimea suprafeței striate	0,75		l_1	
	-transversala	p-pasul strierii	0,75		p	
Strunjire conica cu SLI		D-diametrul maxim al suprafeței conice d-diametrul minim al suprafeței conice α -unghiul de inclinare a suprafeței conice	0,5...1		(D-d)·tg α	0,5...1
Strunjire longitudinala	-fara tesire si cu prag	d-diametrul suprafeței prelucrate l_1 -lungimea suprafeței prelucrate	0,5...1		l_1	
	-cu tesire si degajare	d-diametrul supraf. cilindrice prelucrate D-diametrul initial al suprafeței χ -unghiul de atac al cutitului h_1 -inaltimea tesiturii l_1 -lungimea supraf. cilindrice prelucrate b_d -latimea degajării	1...2	(D-d)/2·ctg χ	l_1	$b_d - ((D-d)/2 - h_1) \cdot \text{ctg}\chi$
	-pentru tesire	D-diametrul suprafeței cilindrice tesite h_1 -inaltimea tesiturii α -unghiul de inclinare a tesiturii	1...2		$h_1 \cdot \text{tg}\alpha$	
Strunjire profilata	-cu avans radial	D-diametrul initial d_{min} -diametrul minim al profilării	0,5...1		D- d_{min}	

Denumire prelucrării	Mod sau scop	Elemente geometrice	Componentele cursei de lucru			
			l_1 [mm]	l_{pt} [mm]	l_a [mm]	l_d [mm]
Strunjire transversala	-cu avans tangential	D-diametrul initial d_{min} -diametrul minim al profilarii	0,5...1		$\frac{1}{2}\sqrt{D^2 - d_{min}^2}$	0,5...1
	-pt. canelare/frontala	D-diametrul de inceput al strunjirii d-diametrul de sfarsit al strunjirii	0,5...1		$(D-d)/2$	
	-pentru tesire	h_t -inaltimea tesirii	0,5...1		h_t	
Tarodare		d_1 -diametrul filetului p-pasul filetului d_2 -diametrul gaurii inainte de filetare χ -unghiul de atac al tarodului α -unghiul tesiturii l_t -lungimea suprafetei filetate	(1..1,5..2)p	$(d_1 - d_2) / 2 \cdot (\text{ctg } \chi - \text{ctg } \alpha)$	l_t	0,5·p

l_{pt} -lungimea de patrundere, distanta parcursa de muchia aschietoare a sculei din momentul contactului cu semifabricatul pana cand scula efectueaza prelucrarea la intreaga adancime de aschiere, in mm;

l_a -lungimea efectiva de aschiere (conform desenului piesei), in mm;

l_2 -lungimea de depasire, in mm.

Elementele geometrice ale suprafetelor prelucrate si valorile sau expresiile componentelor lungimii cursei de lucru in functie de tipul prelucrarii sunt prezentate in tab.4.

2.4.4.2.1.3 Calculul turatiilor arborelui principal

Pentru a putea determina ulterior turatiile de reglare ale arborelui principal si avand vitezele economice de aschiere, programul calculeaza pentru fazele de lucru turatiile ce asigura aceste viteze cu formula:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} \quad [\text{rot/min}] \quad (3)$$

in care:

n - turatia calculata a arborelui principal;

v - viteza economica transmisa programului de catre utilizator, in m/min;

d - diametrul suprafetei prelucrate, in mm.

2.4.4.2.1.4 Conditii initiale impuse fazelor procesului

Pentru diferitele faze se impun cateva conditii initiale, care nu privesc ansamblul procesului si care se refera mai ales la saniile cu care se executa aceste faze. In cazul in care conditiile nu sunt respectate programul lanseaza mesaje de avertizare ce impun reluarea introducerii de date:

1. Alezarea se poate executa numai cu sania CR;
2. Burghierea se poate executa numai cu sania CR;
3. Filetarea cu filiera se poate executa numai cu sania CR;
4. Largirea se poate executa numai cu sania CR;
5. Preretezarea se poate executa numai cu o sanie transversala;
6. Retezarea se poate executa numai cu o sanie transversala;
7. Strunjirea conica (SL1) se poate realiza numai cu sania SL1, prin inclinarea ei cu maxim 7° ;
8. Strunjirea longitudinala se poate executa numai cu o sanie longitudinala;
9. Strunjirea longitudinala cu avans combinat se poate executa numai cu sania S1: se poate executa si cu sania CR numai daca se foloseste o portscula oscilanta;
10. Strunjirea profilata se poate executa numai cu o sanie transversala sau cu sania CR pentru profilari interioare daca se foloseste portscula oscilanta;
11. Strunjirea transversala se poate executa numai cu o sanie transversala sau cu sania CR daca se foloseste o portscula oscilanta;

12. Tarodarea se poate executa numai cu sania CR;
 13. Avansul si pasul filetului, la filetare, trebuie sa fie egale, la introducerea datelor;
 14. Strierea longitudinala se poate executa numai cu saniile SL1 sau CR;
 15. Strierea transversala se poate executa numai cu o sanie transversala;
 16. Tamponarea semifabricatului se realizeaza cu un tampon montat pe sania CR sau cu bratul oscilant;
 17. Mentinerea pentru strunjire longitudinala / sprijin SF se executa numai cu sania ST1; faza trebuie suprapusa peste faza de lucru imediat urmatoare;
 18. Retragerea filierei/tarodului se executa cu sania CR;
- La strungurile SARO-16 si SARO-25 nu se poate folosi faza "schimbare turatie AP" ci doar "schimbare turatie si sens AP".

2.4.4.2.2 Sania

Strungurile automate cu cap revolver de tip SARO au cinci sanii transversale (fig.28):

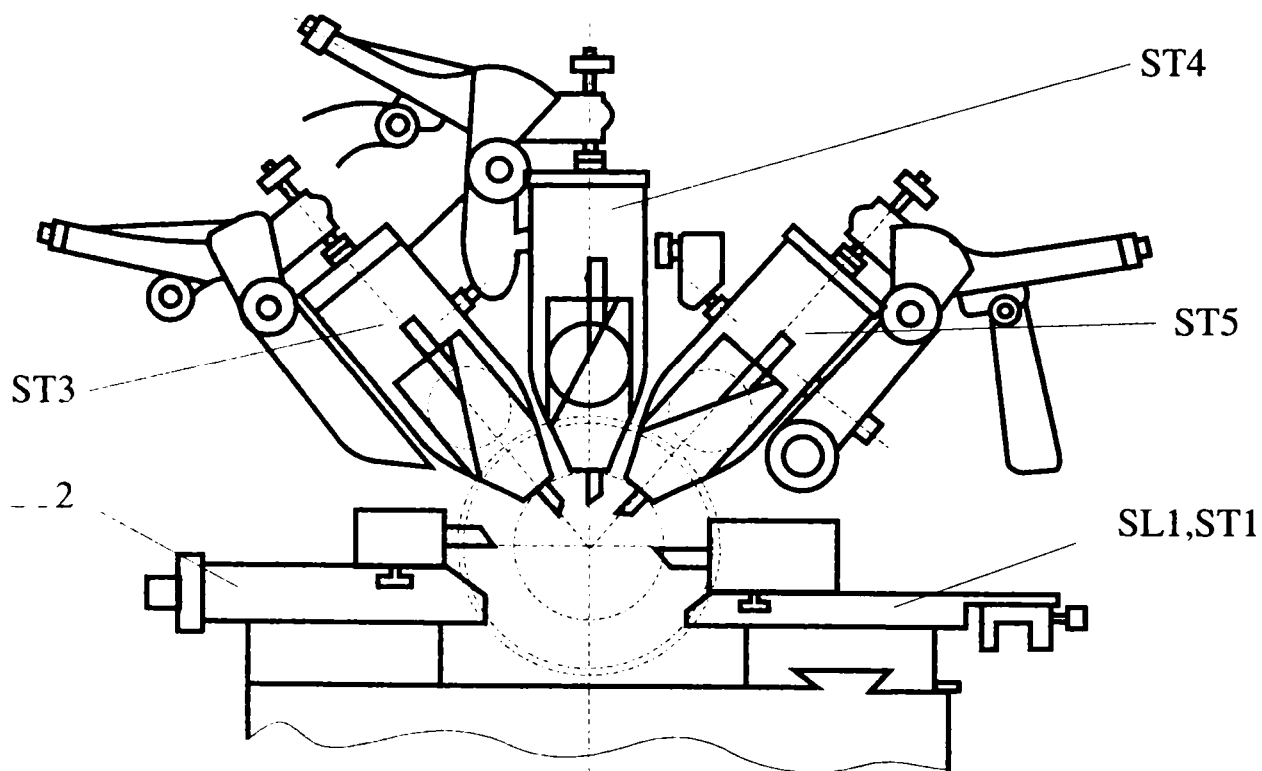


fig.28 Dispunerea saniilor la strungurile automate cu cap revolver de tip SARO

- sania din spate (posteroara) S1, poate executa atat avans longitudinal SL1, cat si transversal ST1;
- sania din fata (anterioara) ST2;
- sania verticala ST4;
- saniile oblice ST3 si ST5, sania ST3 fiind mai aproape de operator.

Mai exista o sanie longitudinala pe care se afla capul revolver, de aceea ea se numeste sania capului revolver. La constructiile normale capul revolver are sase locasuri

pentru instalarea sculelor si portsculelor, putandu-se astfel realiza sase prelucrari diferite.

Pentru fiecare faza de lucru ce se doreste a fi introdusa in procesul tehnologic, tehnologul trebuie sa precizeze sania sau pozitia capului revolver cu ajutorul careia se realizeaza prelucrarea. Vor fi astfel 12 optiuni, tehnologul trebuind sa marcheze unul din campurile de selectie (fig.24):

CR1	SL1
CR2	ST1
CR3	ST2
CR4	ST3
CR5	ST4
CR6	ST5

De mentionat, pozitiile capului revolver trebuie alese in ordine crescatoare, chiar daca nu neaparat consecutive, iar saniile transversale se folosesc, de obicei, o singura data la un ciclu¹⁷. Exista, insa, situatii cand se pot realiza si doua sau mai multe prelucrari cu aceeasi sanie.

Dupa calculul lungimii cursei de lucru pentru fazele de lucru, programul preia din caracteristicile tehnice ale strungului lungimea maxima admisibila a cursei corespunzatoare saniei alese. Daca lungimea cursei de lucru este mai mare decat lungimea maxima a cursei saniei cu care se face prelucrarea, programul lanseaza un mesaj de avertizare, furnizand totodata cele doua valori. Se reia, in acest caz, procesul de introducere a fazei.

2.4.4.2.3 Felul miscarii

Miscarile (fazele) intr-un proces tehnologic pe strunguri automate monoax, indiferent daca sunt de lucru sau auxiliare, pot fi principale, cand ele determina prin insumare marimea timpului pe ciclu, sau suprapuse, cand nu influenteaza acest timp.

O faza suprapusa sau fazele suprapuse consecutive, pentru a asigura o desfasurare corecta a ciclului automat, trebuie sa nu depaseasca in timp faza principala sau sirul de faze principale peste care se suprapun.

Intotdeauna fazele principale trebuie sa fie consecutive.

Pentru fazele suprapuse se pot intalni urmatoarele situatii:

- faza suprapusa incepe odata cu faza peste care se suprapune;
- faza suprapusa se termina odata cu faza peste care se suprapune;
- mai multe faze suprapuse sunt consecutive, deci legate, prima dintre ele incepand odata cu o alta faza;
- mai multe faze suprapuse sunt consecutive, ultima dintre ele terminandu-se odata cu o alta faza.

Aceste situatii se regasesc si in fereastra de dialog sub forma campurilor de selectie (fig.24), fiecare noua faza putand fi:

¹⁷ Vezi Cap.2.4.4.1 - Recomandari pentru intocmirea procesului tehnologic

- principala;
- suprapusa anterior - incepe odata cu faza peste care se suprapune;
- suprapusa posterior - se termina odata cu faza peste care se suprapune;
- legata anterior - este suprapusa si precede o faza principala, o faza suprapusa posterior sau o alta faza legata anterior;
- legata posterior - este suprapusa si este in continuarea unei faze principale, unei faze suprapuse anterior sau a unei faze legate posterior.

In cazul unei faze suprapuse, intr-o fereastra de dialog tehnologul trebuie sa precizeze numarul fazei peste care se suprapune (fig.29).

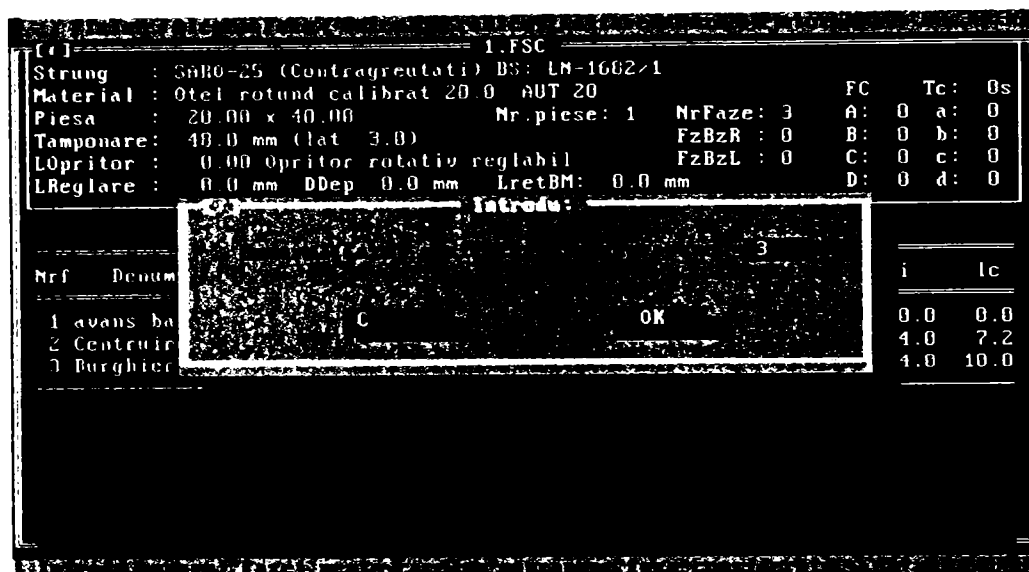


fig.29 Fereastra pentru introducerea numarului fazei principale peste care se suprapune faza curenta

In aceasta etapa, programul face trei verificari:

- o faza nu se poate suprapune peste o faza inexistentă, adica numarul fazei peste care se suprapune faza considerata trebuie sa fie cel mult egal cu numarul de faze existente in proces in acel moment;
- o faza nu se poate suprapune peste ea insasi, adica numarul fazei peste care se suprapune trebuie sa nu fie acelasi cu numarul fazei considerate;
- o faza nu se poate suprapune peste o faza legata.

Obs. Pentru marirea flexibilitatii programului se poate suprapune o faza peste o faza principala dar si peste una suprapusa anterior sau posterior.

In toate cazurile programul lanseaza mesaje corespunzatoare si reia procesul de introducere a numarului fazei peste care se face suprapunerea pana cand fie numarul corespunde celor trei verificari, fie se renunta selectand butonul [**Cancel**].

Daca faza curenta se va suprapune peste o faza neintrodusa inca in proces, ea se va considera initial ca principala si se va modifica dupa introducerea fazei peste care se doreste suprapunerea.

Fazele legate se introduc ca atare, existenta fazei de care se leaga verificandu-se ulterior, la efectuarea procedurii **Fisa de calcul**.

2.4.4.2.4 Elementele regimului de aschiere

Regimul de aschiere trebuie sa asigure durabilitati economice ale sculelor in asa fel incat reascutirea sa se faca simultan pentru toate sculele ce echipeaza strungul automat la prelucrarea piesei considerate.

La aceasta varianta initiala de program, stabilirea a doi dintre parametrii de regim, avansul si viteza de aschiere, se bazeaza pe alegerea valorilor lor de catre tehnolog din tabelele intocmite de intreprinderea constructoare. De asemenea, pentru indeplinirea unor conditii specifice de precizie si calitate a suprafetelor legate de rigiditate, forma, putere de aschiere, etc., tehnologul trebuie sa faca verificarile necesare. Evident, determinarea acestor doi parametri de regim se poate face automat folosind metode analitice si se are in vedere ca urmatoarele versiuni de program sa rezolve in acest fel problema regimului de aschiere, inclusiv efectuarea verificarilor si calculul fortelor si puterii de aschiere.

In ce priveste adancimea de prelucrare, aceasta se determina automat de catre program, tehnologul avand insa obligatia de a repartiza rational adaosul de prelucrare pe fazele de lucru. S-a precizat deja mai inainte, pentru prelucrarea suprafetelor care necesita mai multe treceri se introduce cate o faza de lucru pentru fiecare trecere, diametrul de prelucrare al fiecărei treceri determinand adancimea de aschiere.

Se recomanda ca adaosul de prelucrare sa fie indepartat pe cat posibil intr-o singura trecere, avandu-se in vedere insa ca valoarea maxima a adancimii de aschiere pe faza (trecere) este determinata de natura materialului prelucrat, tipul prelucrării, distanta pana la bucsa de strangere. Se dau orientativ urmatoarele valori:

- la semifabricate cu $d \leq 20$ mm - $a_{p \max} = 3...4$ mm;
- la semifabricate cu $d > 20$ mm - $a_{p \max} = 4...5$ mm.

2.4.4.2.5 Alegerea portsculelor

Toate sculele de prelucrare se instaleaza pe sanii prin intermediul portsculelor. Portsculele au rolul de a fixa si sustine sculele aschietoare. Ele se aleg in functie de scula, sania si strungul folosite.

Pentru a usura alegerea portsculelor, tehnologului i se pune la dispozitie intreaga gama de portscule livrata de firma producatoare a strungurilor de tip SARO. Toate portsculele impreuna cu caracteristicile lor sunt stocate intr-un fisier de date numit PORTSC.DAT.

Obs. Se pot proiecta si portscule specifice aplicatiei. Este posibila utilizarea acestora in program daca datele ce caracterizeaza aceste portscule (vezi mai jos) se introduc in baza de date cu ajutorul programului MKPORTSC.EXE.

Asa cum s-a aratat in Cap.2.4.3, portsculele s-au impartit in doua grupe, din cea de-a doua facand parte portsculele folosite la prinderea sculelor pe sanii. Structura acestor inregistrari este urmatoarea:

- denumirea portsculei;

-simbolul portsculei (marcarea);
 -codul strungului pe care se monteaza;
 -grupa portsculei;
 -tipul saniei pe care se monteaza - sania CR, sania longitudinala SL1 sau o sanie transversala ST;

-lungimea portsculei - daca este reglabila se indica atat lungimea maxima cat si cea minima;

-diametrele minim si maxim ale sculelor ce pot fi folosite cu portscula considerata;

-numarul de scule ce se pot monta pe portscula;

-simbolul bucselor de reducere ce se pot folosi cu portscula;

-simbolul portsculelor cu care lucreaza portscula.

Fisierul nu contine toate dimensiunile portsculelor ci numai pe cele necesare diferitelor calcule (lungimi de inchidere, pozitii ale varfurilor sculelor, etc.).

Dupa introducerea elementelor geometrice ale fiecarei suprafete, programul creaza o lista numai cu portsculele din fisierul de date care se pot folosi pe strungul si sania alese si o afiseaza in cadrul unei ferestre de dialog (fig.30).

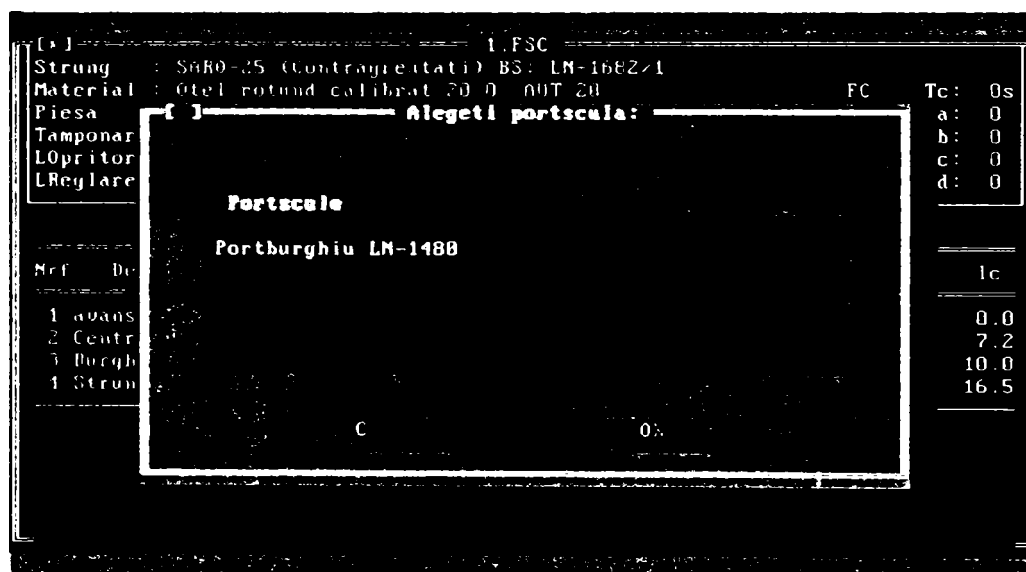


fig.30 Fereastra pentru alegerea portsculei

Prevazuta cu bara de derulare, lista poate fi parcursa in intregime astfel incat tehnologul sa aleaga portscula potrivita.

In cazul in care programul nu gaseste in fisierul de date nici o portscula care sa poata fi montata pe strungul si sania alese, el lanseaza un mesaj de avertizare. Acest lucru se poate intampla numai daca fisierul PORTSC.DAT nu a fost corect si complet creat.

Fisierul PORTSC.DAT poate fi actualizat, pentru corectare sau, in cazul implementarii de functii si pentru alte tipuri de strunguri, prin completare cu portscule noi, folosind programul MKPORTSC.EXE. Modul de utilizare a acestui program este precizat in *help*-ul asociat.

2.4.4.2.5.1 Calculul lungimilor de inchidere

Determinarea profilului camei de comanda a saniei CR presupune cunoasterea pozitiei rolei culegatorului la toate fazele realizate cu aceasta sanie. Pentru faza la care distanta dintre capul revolver si suprafata frontala a bucei elastice de strangere a semifabricatului in arborele principal este minima, rola culegatorului se va gasi pe diametrul maxim al camei de comanda. Distanta poate fi minima numai la sfarsit de cursa de lucru.

Se defineste, astfel, lungimea de inchidere ca fiind distanta dintre suprafata frontala a bucei de strangere a semifabricatului si capul revolver la sfarsitul cursei de lucru.

Lungimea de inchidere pentru o faza de lucru i oarecare (fig.31) se calculeaza:

$$L_{i i} = b_a + b_r + l_p + k_i + L_{PS i} + b_{d i} \quad [\text{mm}] \quad (4)$$

in care:

b_a -distanta minima dintre suprafata frontala a bucei de strangere si cutitul de retezat¹⁸, in mm;

b_r -latimea cutitului de retezat, in mm;

l_p -lungimea piesei de prelucrat, in mm;

k -distanta de siguranta dintre portscula si capatul semifabricatului la

sfarsitul fazei de lucru, in mm;

L_{PS} -lungimea portsculei, in mm;

b_d -iesirea portsculei din capul revolver; s-a adoptat¹⁹ valoarea de 2 mm, ea urmand a fi luata in considerare la reglarea strungului, in mm.

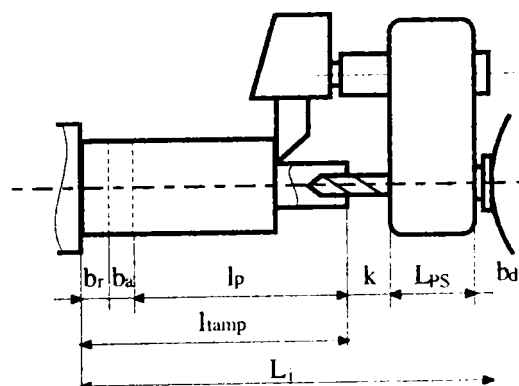


fig.31 Lungimea de inchidere la faza de prelucrare cu portburghiu combinat

Distanta de siguranta k are o valoare implicita, atribuita in mod automat de program si comunicata tehnologului inaintea calculului lungimii de inchidere. Pentru toate fazele de lucru realizate cu sania CR aceasta valoare este de 10 mm, cu exceptia strunjirii longitudinale cand ea este de 2 mm. De fapt, valoarea implicita este doar orientativa si ea poate fi schimbata de catre tehnolog la descrierea itinerariului

¹⁸ Vezi Cap. 2.4.2 - Alegerea semifabricatului.

¹⁹ Vezi [3], pag.153

tehnologic²⁰. De fiecare data, programul solicita, printr-o fereastră de dialog (fig.32), confirmarea sau modificarea acestei valori.

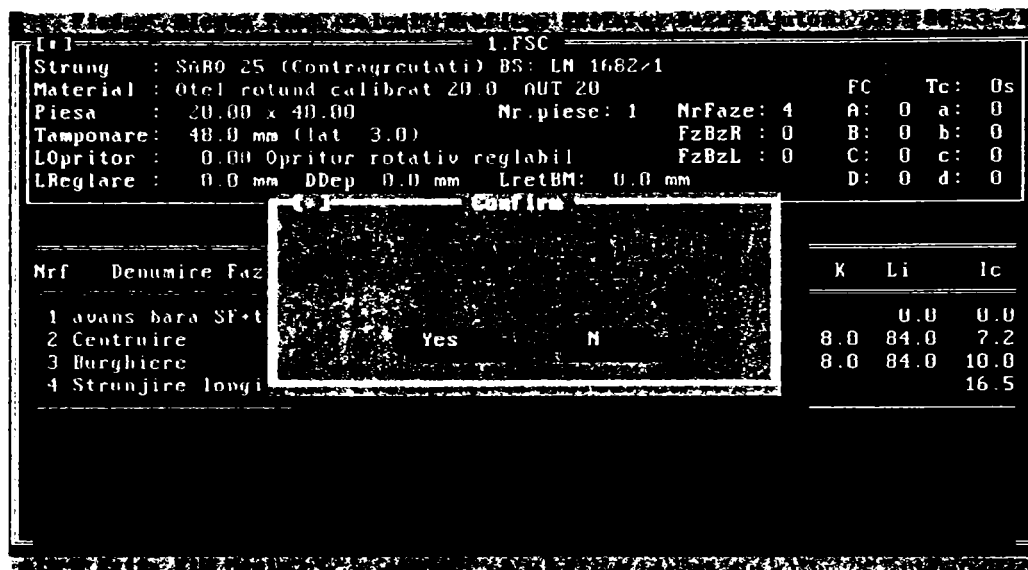


fig.32 Fereastră pentru confirmarea valorii implicite a distanței k

Dacă utilizatorul dorește o altă distanță k, programul prezintă o fereastră de dialog pentru introducerea noii valori (fig.33).

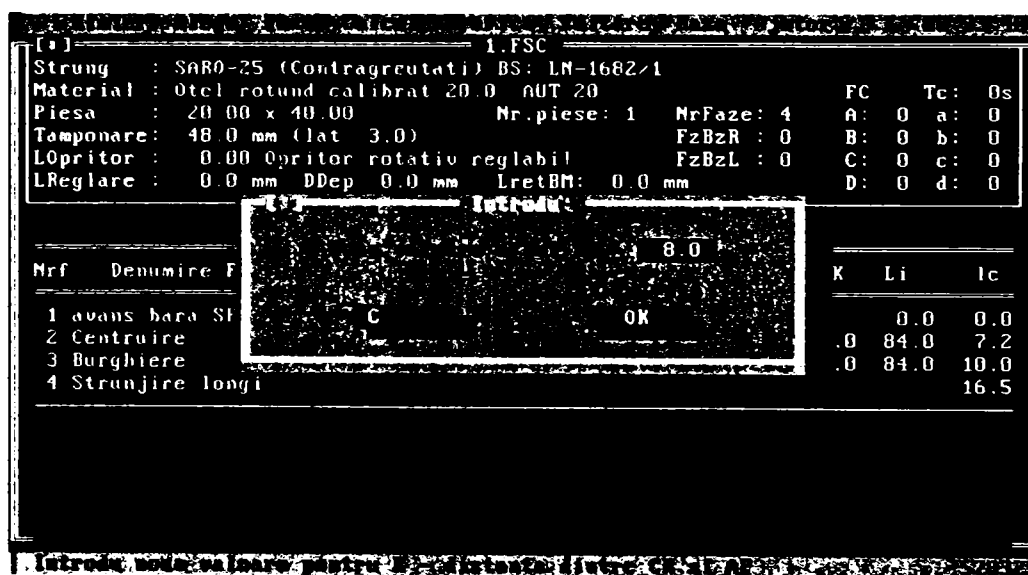


fig.33 Fereastră pentru introducerea noii valori a distanței k

Pentru filetarea cu filiera (fig.34) relația de calcul a lungimii de închidere este următoarea:

$$L_i = l_{\text{tamp}} + l_{\text{filet}} + l_2 + L_{\text{PS}} + b_d = l_{\text{tamp}} + l_{\text{filet}} + 0,5p + L_{\text{PS}} + b_d \quad [\text{mm}] \quad (5)$$

în care:

l_{tamp} -lungimea de tamponare a semifabricatului, în mm;

l_{filet} -lungimea suprafeței filetate, în mm;

p -pasul filetului, în mm;

L_{PS} -lungimea portfilierei, în mm;

b_d -iesirea portsculei din capul revolver, în mm; s-a adoptat și în acest caz valoarea de 2 mm.

²⁰ Valoarea implicite pentru k se poate modifica de către utilizator folosind funcția de inițializare a datelor.

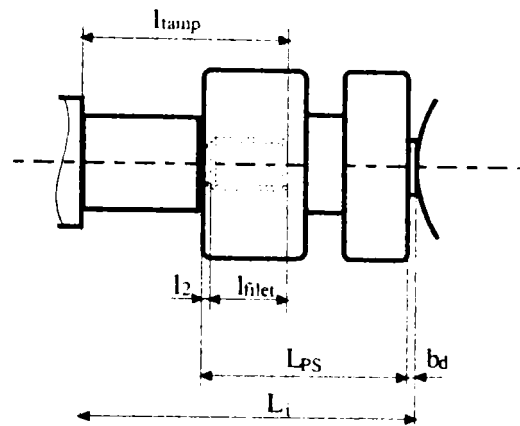


fig.34 Lungimea de închidere la faza de filetare cu filiera

Dupa efectuarea calculului lungimii de închidere, programul face verificarea includerii acesteia in intervalul de valori minima si maxima admisibile pentru strungul ales:

$$L_{\min} \leq L_i \leq L_{\max} \quad (6)$$

unde:

L_{\max} -distanța maximă dintre capul revolver și buca de strângere a semifabricatului în arborele principal, în mm;

L_{\min} -distanța minimă dintre capul revolver și buca de strângere a semifabricatului în arborele principal, în mm.

Daca conditia nu este satisfacuta se lanseaza un mesaj de avertizare, indicandu-se valorile admisibile si calculata. Tehnologului i se pun la dispozitie mai multe variante, in urmatoarea ordine:

- modificarea valorii distantei k (mai puțin în cazul filetării cu filiera);
- alegerea unei alte portscule;
- renunțarea la faza de lucru curentă, prin selectarea butonului [Cancel], și alegerea un alt mod de prelucrare, deci a unei alte faze de lucru.

Obs. Se trateaza in continuare si lungimea de inchidere pentru faza de tamponare, pentru mai buna intelegere. Programul rezolva, insa, efectiv problema in procedura **Fisa de calcul**. De aceea, lungimea de inchidere la tamponare va apare in fereastra de editare a procesului numai dupa apelarea acestei proceduri.

Pentru faza de tamponare s-au considerat doua situatii:

- tamponarea se face cu un opritor reglabil montat in capul revolver;
- tamponarea se face cu bratul oscilant de pe papusa fixa.

In primul caz lungimea de inchidere la tamponare (fig.35) se calculeaza astfel:

$$L_{i \text{ tamp}} = l_{\text{tamp}} + L_{PS} + b_d = l_{\text{tamp}} + L_{op} + b_d \quad [\text{mm}] \quad (7)$$

unde:

l_{tamp} -lungimea de tamponare a semifabricatului, în mm;

L_{op} -lungimea opritorului, în mm;

b_d -iesirea portsculei din capul revolver, in mm; s-a adoptat si in acest caz valoarea de 2 mm.

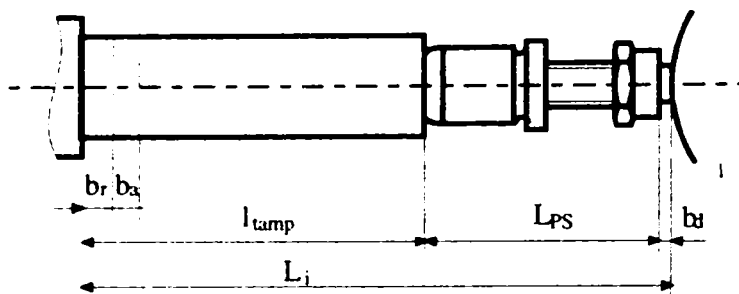


fig.35 Lungimea de închidere la faza de avans bara SF + tamponare

Cum opritorul are lungime reglabila, se incearca determinarea acelei lungimi de închidere care sa permita trecerea de la tamponare la urmatoarea faza de lucru executata cu capul revolver, daca ea este o centruire, burghiere sau largire (la SF teava), doar prin rotirea acestuia, fara a mai fi necesara o retragere sau apropiere rapida a saniei capului revolver pe cama. Aceasta inseamna ca:

$$R_{\text{tamp } i} = R_{\text{ci } i+1} \quad (8)$$

in care:

$R_{\text{tamp } i}$ -raza centrului rolei culegatorului la faza i de tamponare;

$R_{\text{ci } i+1}$ -raza centrului rolei culegatorului la inceputul cursei de lucru a fazei urmatoare tamponarii $i+1$.

Relatia este indeplinita daca:

$$L_{i \text{ tamp}} = L_{i \text{ i}+1} + l_{c \text{ i}+1} \quad [\text{mm}] \quad (9)$$

in care:

$L_{i \text{ tamp}}$ -lungimea de închidere la faza de tamponare, in mm;

$L_{i \text{ i}+1}$ -lungimea de închidere pentru faza urmatoare tamponarii, in mm;

$l_{c \text{ i}+1}$ -lungimea cursei de lucru a fazei $i+1$, in mm.

Rezulta ca lungimea de reglare a opritorului, L_{op} este:

$$L_{op} = L_{i \text{ tamp}} - l_{\text{tamp}} - b_d \quad [\text{mm}] \quad (10)$$

Programul calculeaza aceasta valoarea si verifica daca ea se incadreaza in intervalul de reglare a opritorului [$L_{op \text{ min}} \dots L_{op \text{ max}}$].

Exista trei situatii posibile:

1. $L_{op} > L_{op \text{ max}}$

Programul lanseaza un mesaj de avertizare in care atentioneaza utilizatorul ca lungimea necesara a opritorului, pentru ca dupa tamponare sa nu se faca retragerea rapida pe cama a saniei CR, este prea mare si sugereaza, daca este posibil, sa se micșoreze valoarea distantei k . Utilizatorul poate selecta:

-butonul [Yes] -programul revine la editarea procesului si utilizatorul modifica faza de lucru cu CR ce urmeaza tamponarii, prin micșorarea distantei k , selectand meniul **Faze|Modifica**;

-butonul [No] -data fiind lungimea necesara prea mare a opritorului, dupa tamponare este obligatorie o faza de retragere rapida pe cama a saniei CR. Programul verifica existenta in proces a acesteia:

-daca nu exista -transmite un mesaj utilizatorului de introducere a ei in proces si revine la editare; utilizatorul va insera faza de retragere rapida a saniei CR imediat dupa tamponare apeland meniul **Faze|Insereaza**²¹;

-daca exista - programul incearca adoptarea lungimii maxime a opritorului, pentru ca retragerea pe cama sa fie minima. In acest caz:

$$L_{op} = L_{op \max} \quad (11)$$

$$L_{i \text{ tamp}} = l_{\text{tamp}} + L_{op \max} + b_d \quad [\text{mm}] \quad (12)$$

cu conditia ca $L_{i \text{ tamp}} \leq L_{\max}$, unde L_{\max} este distanta maxima dintre capul revolver si buca de strangere a semifabricatului in arborele principal.

Daca, inasa, $L_{i \text{ tamp}} > L_{\max}$, se micșoreaza lungimea de reglare a opritorului la:

$$L_{op} = L_{\max} - l_{\text{tamp}} - b_d \quad [\text{mm}] \quad (13)$$

corespunzatoare lungimii de inchidere:

$$L_{i \text{ tamp}} = L_{\max} \quad (14)$$

In sfarsit, daca in aceste conditii $L_{op} < L_{op \min}$, programul lanseaza un mesaj prin care atentioneaza utilizatorul ca lungimea de tamponare a semifabricatului este prea mare si, pentru a nu depasi distanta maxima admisa dintre capul revolver si buca de strangere, ar fi necesara reglarea opritorului sub lungimea minima posibila. Se revine la editarea procesului si utilizatorul trebuie sa ia masuri de corectare.

2. $L_{op} < L_{op \min}$

Programul lanseaza un mesaj de avertizare in care atentioneaza utilizatorul ca lungimea necesara a opritorului, pentru ca dupa tamponare sa nu se faca apropierea rapida pe cama a saniei CR, este prea mica si sugereaza, daca este posibil, sa se mareasca valoarea distantei k . Utilizatorul poate selecta:

-butonul [Yes] - programul revine la editarea procesului si utilizatorul modifica faza de lucru cu CR ce urmeaza tamponarii, prin marirea distantei k , selectand meniul **Faze|Modifica**;

-butonul [No] - data fiind lungimea necesara prea mica a opritorului, dupa tamponare este obligatorie o faza de apropiere rapida pe cama a saniei CR. Programul verifica existenta in proces a acesteia:

²¹ Daca se alege modul automat de calcul al fisei (**Calcul|Fisa de calcul|Automat**) operatia este realizata de catre program.

-daca nu exista - transmite un mesaj utilizatorului de introducere a ei in proces si revine la editare; utilizatorul va insera faza de apropiere rapida a saniei CR imediat dupa tamponare, apeland meniul **Faze|Insereaza**²²;

-daca exista - programul adopta lungimea minima de reglare a opritorului, pentru ca apropierea pe cama sa fie minima. In acest caz:

$$L_{op} = L_{op \min} \quad (15)$$

$$L_{i \text{ tamp}} = l_{\text{tamp}} + L_{op \min} + b_d \quad [\text{mm}] \quad (16)$$

cu conditia ca $L_{i \text{ tamp}} \geq L_{\min}$, unde L_{\min} este distanta minima dintre capul revolver si bucsa de strangere a semifabricatului in arborele principal.

Daca, insa, $L_{i \text{ tamp}} < L_{\min}$, se marestea lungimea de reglare a opritorului la:

$$L_{op} = L_{\min} - l_{\text{tamp}} - b_d \quad [\text{mm}] \quad (17)$$

corespunzatoare lungimii de inchidere:

$$L_{i \text{ tamp}} = L_{\min} \quad (18)$$

In sfarsit, daca in aceste conditii $L_{op} > L_{op \max}$, programul lanseaza un mesaj prin care atentioneaza utilizatorul ca lungimea de tamponare a semifabricatului este prea mica si, pentru a nu avea o lungime de inchidere mai mica decat distanta minima admisa dintre capul revolver si bucsa de strangere, ar fi necesara reglarea opritorului peste lungimea maxima posibila. Se revine la editarea procesului si utilizatorul trebuie sa ia masuri de corectare.

3. $L_{op} \in [L_{op \min}, L_{op \max}]$

Faza de lucru de dupa tamponare se poate realiza fara retragerea sau apropierea rapida a saniei capului revolver si lungimea de inchidere la tamponare, respectiv lungimea reglata a opritorului sunt cele de la inceput:

$$L_{i \text{ tamp}} = L_{i \ i+1} + l_{c \ i+1} \quad [\text{mm}] \quad (19)$$

$$L_{op} = L_{i \text{ tamp}} - l_{\text{tamp}} - b_d \quad [\text{mm}] \quad (20)$$

Daca gaseste intre tamponare si faza de lucru urmatoare faze de retragere sau apropiere rapida a saniei CR, programul anunta utilizatorul sa le elimine. Se revine la editarea procesului, iar utilizatorul sterge aceste faze apeland meniul **Faze|Sterge**²³.

Daca dupa faza de avans bara semifabricat + tamponare nu urmeaza, cu sania CR, o faza de burghiere, centruire sau largire (la SF teava), se regleaza la opritor lungimea maxima:

$$L_{op} = L_{op \max} \quad (21)$$

Rezulta pentru lungimea de inchidere la tamponare:

$$L_{i \text{ tamp}} = l_{\text{tamp}} + L_{op \max} + b_d \quad [\text{mm}] \quad (22)$$

Daca $L_{i \text{ tamp}} > L_{\max}$ se micsoreaza lungimea de inchidere la valoarea maxima admisa, rezultand lungimea de reglare a opritorului corespunzatoare:

²² Idem²¹

²³ Idem²¹

$$L_{i \text{ tamp}} = L_{\max} \quad (23)$$

$$L_{\text{op}} = L_{\max} - l_{\text{tamp}} - b_d \quad [\text{mm}] \quad (24)$$

Daca, in acest caz, lungimea de reglare a opritorului rezulta prea mica $L_{\text{op}} < L_{\text{op min}}$, inseamna ca lungimea de tamponare l_{tamp} este prea mare si programul lanseaza un mesaj corespunzator dupa care revine la editarea procesului pentru ca utilizatorul sa ia masurile necesare.

Daca tamponarea se face cu bratul oscilant de pe papusa fixa nu se pune problema lungimii opritorului. Programul considera in acest caz lungimea opritorului ca fiind nula:

$$L_{\text{op}} = 0 \quad (25)$$

Pentru ca spatiul din zona de lucru sa fie liber lungimea de inchidere este:

$$L_{i \text{ tamp}} = L_{\max} \quad (26)$$

2.4.4.3 Modificarea unei faze

Oricare dintre fazele existente ale procesului poate fi modificata, fie pentru ca se doreste corectarea unor date initiale, fie pentru ca tehnologul doreste modificarea procesului.

Modificarea unei faze se face apeland meniul **Faze|Modifica**. Apelarea se poate face:

-cu tastatura - se apasa [Alt]-[Z] si cu tastele [↑] si [↓] se selecteaza meniul **Modifica**; selectarea se poate si face direct cu tasta [F7];

-cu mouse-ul - se face click pe meniul **Faze**, se deschide submeniul atasat din care se selecteaza **Modifica**.

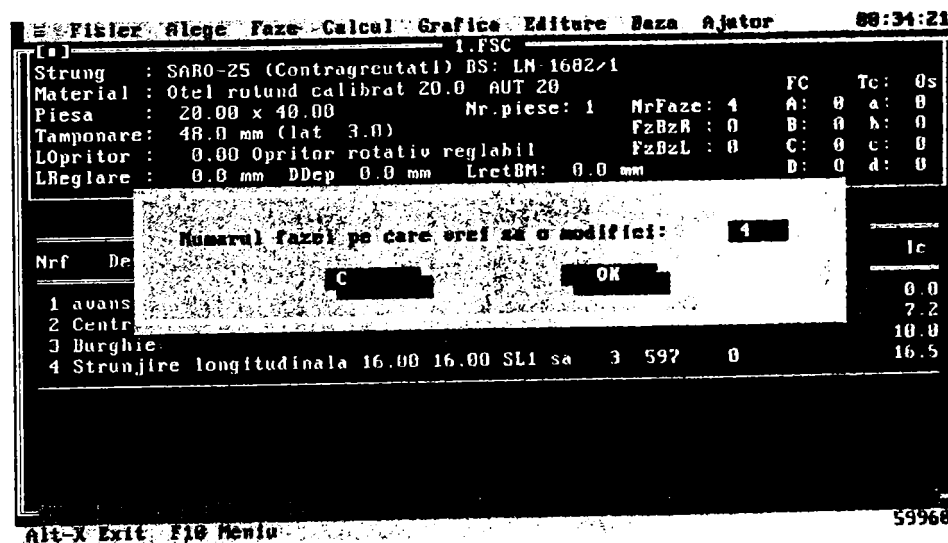


fig.36 Fereastra pentru introducerea numarului fazei din proces ce se doreste a fi modificata

Apare o fereastră de dialog (fig.36) în care utilizatorul trebuie să transmită programului numărul fazei din proces pe care dorește să o modifice. Fereastra rămâne pe ecran până când numărul introdus este cel al unei faze existente (deci nu are voie să fie mai mare decât numărul de faze din proces) sau se renunță la modificare prin selectarea butonului [**Cancel**].

La modificarea fazei se parcurg aceleași etape ca la Cap. 2.4.2.2 “Adăugarea unei faze noi”, pornind de la fereastra de dialog ce conține câmpurile: denumirea fazei, sania, felul mișcării și elementele regimului de aschiere, precizarea elementelor geometrice ale suprafeței prelucrate și până la alegerea portsculei. Deosebirea este că toate câmpurile de date și de selecție din ferestrele de dialog conțin deja valori, cele introduse inițial. Utilizatorul modifică numai valorile dorite, celelalte rămânând aceleași. Evident, calculele legate de lungimea cursei de lucru și lungimea de închidere (dacă este cazul) se refac automat.

2.4.4.4 Stergerea unei faze

Oricând se dorește eliminarea unei faze introduse în proces, ea poate fi stersă apelând meniul **Faze|Sterge**. Apelarea se poate face:

-cu tastatura - se apasă [**Alt**]-[**Z**] și cu tastele [↑] și [↓] se selectează meniul **Sterge**; selectarea se poate face și direct apăsând simultan tastele [**Ctrl**]-[**Delete**];

-cu *mouse*-ul - se face click pe meniul **Faze**, se deschide submeniul atașat din care se selectează **Sterge**.

La apelarea funcției, programul cere mai întâi, printr-o fereastră de dialog, confirmarea stingerii unei faze din proces. După confirmare, utilizatorul precizează numărul fazei pe care dorește să o ștergă, număr care trebuie să fie cel mult egal cu numărul de faze ale procesului. După selectarea butonului [**OK**] sau apăsarea tastei [**Enter**], programul efectuează următoarele operații:

-șterge faza precizată;

-micsorează cu 1 numărul fazei de bază cu turatie rapidă dacă ea a fost aleasă și dacă numărul fazei șterse este mai mic decât numărul fazei de bază;

-pune pe 0 numărul fazei de bază cu turatie rapidă dacă ea a fost aleasă și dacă numărul fazei șterse este egal cu numărul fazei de bază;

-micsorează cu 1 numărul fazei de bază cu turatie lentă dacă ea a fost aleasă și dacă numărul fazei șterse este mai mic decât numărul fazei de bază; se execută numai pentru strungurile SARO-42 și SARO-60;

-pune pe 0 numărul fazei de bază cu turatie lentă dacă ea a fost aleasă și dacă numărul fazei șterse este egal cu numărul fazei de bază;

-reface numerotarea fazelor rămase în proces;

-afisează pe ecran procesul modificat.

2.4.4.5 Inserarea unei faze noi

Inserarea unei faze noi intre fazele introduse deja in proces se face apeland meniul **Faze|Insereaza**. Apelarea se poate face:

-cu tastatura - se apasa [**Alt**]-[**Z**] si cu tastele [**↑**] si [**↓**] se selecteaza meniul **Insereaza**; selectarea se poate face si direct apasand simultan tastele [**Shift**]-[**Insert**];

-cu *mouse*-ul - se face click pe meniul **Faze**, se deschide submeniul atasat din care se selecteaza **Insereaza**.

Programul solicita mai intai pozitia din proces la care utilizatorul doreste sa faca inserarea. In ce priveste inserarea propriu-zisa ea este identica cu "Adaugarea" numai ca nu este repetitiva.

2.4.4.6 Mutarea unei faze

Daca se doreste schimbarea ordinii de desfasurare a fazelor procesului, este mult mai comod sa se mute fazele decat sa se reintroduca prin "Inserare".

Mutarea unei faze se face apeland meniul **Faze|Muta**. Apelarea se poate face:

-cu tastatura - se apasa [**Alt**]-[**Z**] si cu tastele [**↑**] si [**↓**] se selecteaza meniul **Muta**; selectarea se poate face si direct apasand tasta [**F8**];

-cu *mouse*-ul - se face click pe meniul **Faze**, se deschide submeniul atasat din care se selecteaza **Muta**.

Mutarea unei faze necesita parcurgerea catorva etape. Primele doua sunt efectuate de catre utilizator cu ajutorul unor ferestre de dialog:

-introducerea numarului fazei care se doreste a fi mutata;

-introducerea pozitiei la care se doreste a fi mutata faza.

Dupa selectarea butonului [**OK**] sau apasarea tastei [**Enter**] la ultima fereastra, programul efectueaza urmatoarele etape:

-muta faza la pozitia indicata din proces (in fapt se face o stergere si o inserare);

-actualizeaza numarul fazei de baza cu turatie rapida, daca ea a fost aleasa;

-actualizeaza numarul fazei de baza cu turatie lenta, daca ea a fost aleasa; se executa numai pentru strungurile SARO-42 si SARO-60;

-reface numerotarea fazelor ramase in proces;

-afiseaza pe ecran procesul modificat.

2.4.5 Intocmirea fisei de calcul

Fisa de calcul este documentul ce reflecta modul de desfasurare a procesului tehnologic si cuprinde toate datele, livrate de proiectantul de proces sau rezultate in urma calculelor, ce permit executia camelor de comanda si reglarea strungului automat in vederea realizarii piesei propuse:

-tipul strungului, tipul de alimentare a semifabricatului, codul bucselor de strangere si, eventual, de alimentare;

-materialul semifabricatului - notare conform STAS;

-dimensiunile de gabarit ale piesei de prelucrat;

-numarul de piese identice executate pe ciclu (o rotatie a arborelui de comanda)

-lungimea de tamponare a semifabricatului;

-tipul tamponului²⁴;

-latimea cutitului de retezat;

-lungimea opritorului reglabil - daca e cazul;

-lungimea cursei de reglare a saniei capului revolver;

-numarul fazei de baza;

-durata ciclului de lucru;

-numerele de dinti pentru rotile de schimb folosite la reglarea lantului cinematic principal;

-numerele de dinti pentru rotile de schimb folosite la reglare turatiei arborelui de comanda principal.

Pentru fiecare faza apar²⁵:

-numarul fazei (miscarii);

-denumirea fazei;

-diametrul prelucrarii;

-lungimea prelucrarii (la prelucrarile cu avans longitudinal);

-sania;

-felul miscarii;

-elementele regimului de aschiere, initiale si efective;

-turatia arborelui principal, calculata si adoptata (efectiva);

-lungimea cursei de lucru;

-raportul parghiilor saniilor;

-lungimea de inchidere;

-numarul de rotatii echivalente ale arborelui principal, calculate si efective;

-razele camei de comanda la inceputul si sfarsitul fazei;

-valoarea unghiului pe cama aferent fazei, atat pentru miscari de lucru cat si auxiliare;

-limitele intervalului unghiular corespunzator fazei;

²⁴ Se precizeaza doar tamponul de la prima tamponare, in cazul ca exista in proces mai multe.

²⁵ Coloanele ce contin date specifice prelucrarilor cu sania CR nu se completeaza la fazele executate cu saniile laterale.

- distanța până la originea piesei;
- lungimea de suprapunere a traiectoriei varfului sculei peste axa de simetrie a piesei;
- poziția de reglare a varfului sculei față de suprafața cilindrică a capului revolver;
- lungimea portsculei;
- codul portsculei;
- codul camei de comandă folosită din Baza de came.

Programul prezintă în permanentă utilizatorului fișa de calcul în fereastra de editare. Ea cuprinde, de fapt, o parte din informațiile stocate în fișierul atașat procesului tehnologic²⁶ și se completează pe măsura parcurgerii diferitelor etape ale proiectării.

Obs. Necesitatea întocmirii fișei de calcul pentru a definitiva proiectarea unui proces tehnologic sau a refacerii ei în urma unor modificări aduse acestuia este semnalizată pe monitor, în fereastra cu date generale, prin simbolul FC

Etapele de calcul necesare în continuare completării fișei de calcul sunt prezentate în cele ce urmează.

2.4.5.1 Precondiții impuse procesului

Înainte de efectuarea altor calcule, programul verifică respectarea de către utilizator, în etapa de descriere a procesului, a câtorva condiții. Respectarea lor creează premisele unui proces coerent, logic în ce privește succesiunea și suprapunerea fazelor și rațional în folosirea resurselor strungului automat. Unele condiții au fost introduse pentru a se putea efectua calculele în mod automat.

Cunoașterea apriorică a acestor condiții este doar o recomandare și nu o necesitate absolută pentru utilizatorul acestui program. Respectând esența unei proiectări asistate, programul comunică cu utilizatorul prin intermediul unor mesaje. Ori de câte ori una dintre precondiții nu este respectată, programul precizează condiția și furnizează soluții de rezolvare. Ciclul de calcul se reia numai după ce utilizatorul a luat măsurile necesare de corectare.

Se dau în continuare precondițiile impuse procesului în ordinea verificării lor de către program. Chiar dacă, în aparență, unele dintre ele se suprapun, ele sunt totuși necesare și evaluarea lor rapidă și facilă le-a impus.

Precondiții:

1. Procesul trebuie să conțină cel puțin o fază.
2. Fazele procesului se pot suprapune numai peste alte faze principale sau suprapuse anterior sau posterior nu și peste faze legate.
3. Procesul trebuie să conțină cel puțin o fază de lucru efectuată cu turatie mare.
4. Procesul trebuie să conțină cel puțin o retezare.
5. Numărul de retezări trebuie să fie egal cu numărul de piese executate pe ciclu.

²⁶ Vezi Cap.2.4.9.1 - Afisarea procesului

6. Numarul de preretezari, daca exista, trebuie sa fie egal cu numarul de retezari²⁷.
7. Preretezarea trebuie sa preceada retezarea.
8. Diametrul de inceput al retezarii trebuie sa fie egal cu diametrul de sfarsit al preretezarii.
9. Ultima faza de lucru a procesului trebuie sa fie o retezare.
10. Procesul trebuie sa aibe cel putin o faza de avans bara SF + tamponare si ea sa fie principala.
11. Fazele de filetare cu filiera, tarodare, preretezare, retezare, striere, strunjire conica, longitudinala si profilata trebuie precedate de faza de avans bara SF + tamponare.
12. Fazele de centruire, burghiere si strunjire transversala (cu rol de strunjire frontala) pot apare inaintea tamponarii. In acest caz programul cere confirmarea corectitudinii succesiunii fazelor.
13. Filetarea cu filiera si tarodarea trebuie urmate imediat de o faza de schimbare a turatiei si sensului de rotire a arborelui principal si de o faza de retragere filiera/tarod.
14. O retragere a filierei/tarodului este obligatoriu precedata de o faza de filetare cu filiera sau o tarodare si de o schimbare a turatiei si sensului de rotire a AP.
15. O faza de mentinere sanie trebuie precedata de o faza de lucru, dar nu de o filetare cu filiera sau tarodare.
16. Sania fazei de mentinere trebuie sa coincida cu sania fazei de lucru care o precede.
17. Faza de mentinere pentru strunjirea longitudinala/sprijin SF trebuie suprapusa peste o faza de lucru urmatoare. Retragera saniei se leaga posterior (faza suprapusa) de faza de mentinere.
18. O faza de lucru realizata cu o alta sanie decat sania CR trebuie precedata de o apropiere rapida a saniei si urmata de o retragere rapida a saniei, eventual dupa o mentinere.
19. O faza de apropiere rapida sanie trebuie urmata de o faza de lucru cu aceeasi sanie.
20. O retragere rapida sanie trebuie precedata de o faza de lucru sau o mentinere cu aceeasi sanie.
21. Fazele de lucru executate cu sania CR, inclusiv faza de avans bara SF + tamponare, trebuie realizate incepand cu prima pozitie a CR.
22. Locasurile CR se ocupa cu scule la alegerea utilizatorului, deci nu neaparat consecutive, dar in mod crescator.
23. Se realizeaza cu aceeasi pozitie a CR, deci si cu aceeasi portscula, doar fazele succesive de burghiere cu acelasi burghiu (diametru) - burghiere adanca.
24. La o burghiere adanca, intre doua patrunderi succesive trebuie sa existe o retragere si o apropiere rapide ale saniei CR pentru evacuarea aschiilor.
25. Doua burghieri consecutive ce folosesc aceeași scula trebuie executate cu aceeași pozitie a CR.
26. Intre doua faze de lucru succesive realizate cu pozitii consecutive ale CR trebuie sa existe o faza de schimbare a pozitiei CR si numai una. Daca intre pozitiiile CR ocupate

²⁷ Se considera ca se poate face o singura preretezare inaintea unei retezari.

exista locasuri libere atunci trebuie sa existe in plus tot atatea faze de schimbare a pozitiei CR.

27. Intre doua faze de lucru consecutive executate cu aceeaasi pozitie a CR (burghiere adanca, prelucrare + mentinere) trebuie sa nu existe o schimbare a pozitiei CR.

28. Dupa ultima faza de lucru realizata cu sania CR este necesara, pentru reluarea ciclului, schimbarea pozitiei CR pana cand acesta ajunge la primul locas.

29. Faza de schimbare a pozitiei CR se pune dupa o faza de lucru, o mentinere sau o retragere rapida executate cu sania CR, o revenire a filierei/tarodului sau dupa o alta schimbare a pozitiei CR.

30. Fazele de lucru executate cu o aceeaasi sanie laterala folosesc aceleasi scule si portscule.

2.4.5.2 Determinarea turatiilor efective ale arborelui principal si a rotilor de schimb pentru reglarea lantului cinematic principal

Pentru ca la strungurile automate numarul de turatii ale arborelui principal la o reglare este limitat, este evident ca nu se pot obtine toate turatiile rezultate din calcul corespunzatoare vitezelor de aschiere economice.

Astfel, la strungurile SARO-16 si SARO-25, pentru un ciclu se poate folosi o singura turatie de valoare mare, cu rotirea arborelui principal pe stanga pentru fazele de strunjire, burghiere, centruire, largire, si o tuartie de valoare mica, cu rotirea arborelui principal pe dreapta pentru fazele de filetare, alezare, striere.

La strungurile SARO-42 si SARO-60, pentru un ciclu se pot utiliza doua turatii rapide, cu rotirea arborelui principal pe stanga, si doua turatii lente, cu rotirea arborelui principal pe dreapta.

Pentru obtinerea turatiilor efective ale arborelui principal este necesara reglarea lantului cinematic principal. Constructiv, reglarea se face prin introducerea in lantul cinematic principal a doua perechi de roti de schimb. Numerele de dinti ale acestor roti depind de valorile turatiilor efective alese si corespondenta dintre ele este prezentata in tab.5...tab.8 de mai jos.

Alegerea turatiilor si a rotilor de schimb se face in mod automat de catre program.

S-a optat pentru alegerea de catre utilizator a fazei cu turatie rapida considerata de baza, de obicei o strunjire longitudinala. Utilizatorul transmite programului, intr-o fereastră de dialog, numarul fazei de baza. Acesta trebuie sa desemneze o faza de lucru a procesului editat (sa nu depaseasca numarul de faze ale procesului), iar faza sa fie una de lucru care se executa cu turatie rapida (nu filetare, alezare sau striere).

Pentru determinarea turatiilor efective programul deschide fisierul TURAP_RD.DAT care contine toate valorile tab.5...tab.8.

Turatia rapida efectiva se alege din sirul turatiilor rapide corespunzatoare strungului din proces astfel incat ea sa fie mai mica sau sa fie mai mare cu cel mult 5% decat turatia fazei de baza. La strungurile SARO-42 si SARO-60 turatia rapida se alege din prima coloana de turatii rapide (tab.7 si tab.8).

tab. 5 Turatiile arborelui principal si roțile de schimb corespunzatoare pentru strungul SARO-16

Strunjire		Filetare															
		Nr.de dinti ai rotilor dintate		Numarul de dinti ai rotilor dintate													24-116
				70-70	69-71	65-75	61-79	56-84	51-89	47-93	43-97	39-101	35-105	32-108	24-116		
Turatii rapide [rot/min]	A	B	Turatii lente dreapta [rot/min]														
602	39	101	300	291	260	232	200	172	152	133					100	89	62
692	43	97	344	334	298	266	229	197	174			133			115	102	71
789	47	93	392	381	340	303	262	225		174		152			131	116	81
896	57	89	445	432	386	343	297		225	197		172			148	132	92
1040	56	84	518	503	449	400		297	262	229		200			173	153	107
1205	61	79	599	583	520		400	344	303	266		232			200	178	123
1553	65	75	673	654		520	449	386	340	298		260			224	199	139
1608	71	69	800		693	617	533	458	404	354		309			267	237	165
1801	75	65				691	597	513	453	397		346			299	266	185
2022	79	61					670	576	508	446		388			335	298	208
2342	84	56						667	588	516		450			388	345	241
2724	89	51							684	600		525			452	401	280
3089	93	47								682		596			572	455	318
3589	97	43										676			583	518	362
4042	101	39													670	595	415
4683	105	35															

tab. 6 Turatiile arborelui principal si rotile de schimb corespunzatoare pentru strungul SARO-25

Turatii rapide [rot/min]	Strunjire		Filetare													
	Nr.de dinti ai rotilor dintate		Numarul de dinti ai rotilor dintate													
	A	B	70-70	69-71	65-75	61-79	56-84	51-89	47-93	43-97	39-101	35-105	32-108	24-116		
			Turatii lente dreapta [rot/min]													
476	39	101	237	230	205	183	158	136	120	105		79	70	49		
546	43	97	272	264	236	210	181	156	137		105	91	80	56		
622	47	93	310	301	268	239	207	178		137	120	103	92	65		
706	51	89	351	341	304	271	234		178	156	136	117	104	73		
821	56	84	409	397	354	316		234	207	181	158	136	121	85		
951	61	79	473	461	410		316	271	239	210	183	158	140	98		
1067	65	75	531	516		410	354	304	268	234	205	177	157	110		
1267	71	69	631		547	487	420	361	319	280	244	210	187	131		
1421	75	65	707	687		546	471	405	357	313	273	236	210	146		
1594	79	61	794	771	688		529	455	401	352	306	265	235	164		
1847	84	56						527	465	408	355	306	272	190		
2149	89	51							540	474	413	357	317	221		
2437	93	47								537	468	404	359	251		
2778	97	43									533	460	409	286		
3190	101	39										529	470	328		
3695	105	35											544	380		

tab. 7 Turatiile arborelui principal si roțile de schimb corespunzătoare pentru strungul SARO-42

Strungire		Filetare									
Turati rapide [rot/min]	Nr. dinti al roților dintate	Raport de transmisie în cutia de viteze					Numarul de dinti al roților dintate				
		1/1	1/1,25	1/2	1/5	1/3	1/7,5	1/4	1/10	1/6	1/15
		C=84	D=42	C=63	D=63	C=49	D=77	C=42	D=84	C=30	D=96
		Turati lente dreapta [rot/min]									
		A	B								
227	91	30	96	114	46	72	29	57	23	C=32	D=94
245	98	32	94	123	49	77	31	62	25	37	15
290	116	36	90	145	58	92	37	72	29	37	15
338	135	40	86	169	68	108	43	85	34	45	18
362	145	42	84	181	73	118	47	C=40	D=86	52	21
								85	34	57	23
390	156	44	82	195	78	125	50	98	39	60	24
462	165	49	77	231	93	172	D=72	115	46	72	29
							69				
545	218	54	72	272	109	172	69	135	64	85	34
660	264	60	66	330	132	210	84	165	66	102	41
725	290	63	63	C=60	D=56	229	92	182	73	112	45
				330	132						
800	320	66	60	400	160	255	102	200	80	125	50
965	386	72	54	482	193	307	123	240	96	150	60
1140	456	77	49	570	228	C=54	D=72	285	114	180	72
						425	172				
1350	540	82	44	675	270	425	172	338	135	212	85
1450	580	84	42	725	290	462	185	C=40	D=86	227	91
								338	135		
1560	624	86	40	780	312	492	197	390	156	245	98
1812	725	90	36	906	362	575	230	452	181	285	113
2130	852	94	32	1065	426	680	272	532	213	332	133
2310	928	96	30	1155	454	735	295	578	231	C=32	D=94
										395	158

tab. 8 Turatiile arborelui principal si rotile de schimb corespunzatoare pentru strungul SARO-60

Filetare												
Strunjire		Raport de transmisie in cutia de viteze										
Turatii rapide [rot/min]	Nr.dinti al rotilor dintate		1/1	1/1.25	1/2	1/5	1/3	1/7.5	1/4	1/10	1/6	1/15
	A	B	C=84	D=42	C=63	D=63	C=49	D=77	C=42	D=84	C=30	D=94
Turatii lente dreapta [rot/min]												
140	28	98	140	56	70	28	45	18	35	14	24	10
165	32	94	165	66	83	33	52	21	40	16	C=36 33	D=90 13
197	36	90	197	79	100	40	62	25	50	20	33	13
230	40	86	230	92	115	46	72	29	57	23	39	15
248	42	84	C=82 232	D=44 93	124	50	80	32	C=40 57	D=72 23	42	17
265	44	82	265	106	133	53	85	34	67	27	45	18
325	49	77	315	126	158	63	C=54 118	D=72 47	80	32	53	21
370	54	72	370	148	185	74	118	47	92	37	63	25
450	60	66	450	180	225	90	142	57	112	45	76	30
495	63	63	495	198	C=60 225	D=66 90	158	63	125	50	84	34
545	66	60	545	218	273	109	172	69	137	55	93	57
660	72	54	660	264	330	132	210	84	165	66	112	46
778	77	49	778	311	389	156	C=54 292	D=72 117	195	78	132	53
923	82	44	923	369	462	165	295	117	230	92	157	63
990	84	42	C=82 923	D=44 369	495	196	315	126	C=40 230	D=86 92	168	67
1065	86	40	1065	426	532	213	338	135	268	107	181	72
1238	90	36	1238	495	619	248	295	156	310	124	211	84
1452	94	32	1452	581	726	291	462	185	362	145	C=36 290	D=90 116
1732	98	28	1732	693	866	347	550	220	432	173	295	118

Daca exista mai multe faze cu turatii lente, utilizatorul va trebui sa desemneze, si aici, una dintre ele ca fiind cea de baza. Ea trebuie sa fie o filetare, o alezare sau o striere. Daca exista o singura faza cu turatie lenta, evident, ea va fi faza de baza. Alegerea turatiei lente efective se face din sirul de turatii lente efective ce corespund turatiei rapide efective, astfel incat ea sa fie mai mica sau sa fie mai mare cu cel mult 5% decat turatia fazei de baza cu turatie lenta.

Pentru toate tipurile de strunguri automate, perechile de roti dintate ce trebuie introduse in lantul cinematic principal pentru reglare rezulta implicit din turatiile efective.

Implementarea de functii si pentru alte tipuri de strunguri decat cele de tip SARO implica si completarea fisierului TURAP_RD.DAT. Acest lucru este posibil cu ajutorul programului MKTURAP.EXE. Modul de utilizare a programului este precizat in *help*-ul asociat acestuia.

2.4.5.3 Atribuirea turatiilor efective si calculul vitezelor efective de aschiere

Odata alese turatiile efective pentru fazele de baza cu turatii rapide si lente, se pot atribui turatiile efective pentru toate fazele de lucru ale procesului. Pentru ca strungurile de tip SARO sunt impartite in doua grupe in functie de numarul de turatii efective existente la o reglare, modul de atribuire a acestora se face diferit:

SARO-16 si SARO-25:

- fazele de lucru care se executa cu turatii rapide (burghierea, centruierea, largirea, preretezarea, retezarea, strunjirile conica, longitudinala, profilata, transversala) primesc turatia efectiva rapida stanga;

- fazele de lucru care se executa cu turatie lenta (alezarea, filetarea cu filiera, strierea si tarodarea) primesc turatia efectiva lenta dreapta;

- fazele de retragere filiera/tarod primesc turatia fazei de lucru ce urmeaza acestora, daca ea este rapida stanga, sau turatia efectiva rapida stanga a AP daca faza de lucru este lenta dreapta.

SARO-42 si SARO-60:

Pentru ca exista cate doua turatii efective pentru fiecare din tipurile de miscari de lucru, rapide si lente, atribuirea turatiilor efective se face astfel:

- fazele de lucru care se executa cu turatie rapida (burghierea, centruierea, largirea, preretezarea, retezarea, strunjirile conica, longitudinala, profilata, transversala) primesc turatia efectiva rapida stanga de valoare mica daca ea nu depaseste cu mai mult de 15% valoarea calculata a turatiei; altfel primesc turatia efectiva rapida stanga de valoare mare;

- fazele de lucru care se executa cu turatie lenta (alezarea, filetarea cu filiera, strierea si tarodarea) primesc turatia efectiva lenta dreapta de valoare mica daca ea nu depaseste cu mai mult de 15% valoarea calculata a turatiei; altfel primesc turatia efectiva lenta dreapta de valoare mare;

– fazele de retragere filiera/tarod primesc turatia fazei de lucru ce urmeaza acestora, daca ea este rapida stanga, sau turatia mare efectiva rapida stanga a AP daca faza de lucru este lenta dreapta.

Inserarea unei faze de schimbare a turatiei arborelui principal intre doua faze de acelasi tip, lente sau rapide, determina trecerea de la turatia primei faze la cea de a doua turatie efectiva disponibila de acelasi fel.

Pentru toate tipurile de strunguri, fazele de mentinere sanie primesc ca turatie efectiva turatia efectiva a fazei de lucru care o precede, iar fazele de retragere filiera/tarod primesc turatia efectiva de la prima schimbare a turatiei AP de dupa filetare²⁸.

Fazelor de schimbare a turatiei AP si de schimbare a turatiei si a sensului de rotire ale AP li se vor atribui turatii efective numai dupa verificarea conditiilor de la Cap. 2.4.5.4 - "Alte conditii impuse procesului".

Vitezele efective de aschiere se calculeaza numai pentru fazele de lucru folosind formula:

$$v_{ef} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{ef}}{1000} \quad [\text{m/min}] \quad (27)$$

in care:

- v_{ef} - viteza efectiva de aschiere, in m/min;
- d - diametrul suprafetei prelucrate, in mm;
- n_{ef} - turatia efectiva a arborelui principal, in rot/min.

2.4.5.4 Alte conditii impuse procesului

Dupa alegerea turatiilor efective si atribuirea lor fazelor de lucru, se poate face verificarea unor conditii legate de existenta si corecta plasare in procesul tehnologic a schimbarilor de turatie si a schimbarilor de turatie si sens de rotire ale arborelui principal. Aceste conditii sunt:

SARO-16 si SARO-25:

1. Nu se poate folosi faza de schimbare a turatiei AP.
2. Intre doua faze de lucru cu turatii efective diferite, una rapida si una lenta, trebuie sa existe o faza de schimbare turatie si sens de rotire AP si numai una.
3. Intre doua faze de lucru cu turatii efective egale:
 - daca prima faza de lucru nu este o filetare - trebuie sa nu existe nici o faza de schimbare a turatiei si sensului de rotire AP;
 - daca prima faza de lucru este o filetare - trebuie sa existe doua si numai doua faze de schimbare a turatiei si sensului AP; prima faza de schimbare primeste turatia efectiva rapida stanga, cea de-a doua primeste turatia efectiva lenta a celei de-a doua faze de lucru.

²⁸ Vezi Cap. 2.4.5.4 - Alte conditii impuse procesului

SARO-42 și SARO-60:

1. Între două faze de lucru cu turatii efective diferite, una rapidă și una lentă, trebuie să existe o fază de schimbare turatie și sens de rotire AP și numai una.

2. Între două faze de lucru cu turatii efective de același fel (rapide sau lente), de valori diferite:

-dacă prima fază de lucru nu este o filetare - trebuie să existe o fază de schimbare a turatiei AP și numai una;

-dacă prima fază de lucru este o filetare - trebuie să existe două și numai două faze de schimbare a turatiei și sensului de rotire AP; prima fază de schimbare a turatiei și sensului primește turatia mică efectivă rapidă stanga aleasă, cea de-a doua primește turatia efectivă lentă a celei de-a doua faze de lucru.

3. Între două faze de lucru cu turatii efective de același fel (rapide sau lente), de valori egale:

-dacă prima fază de lucru nu este o filetare - trebuie să nu existe nici o fază de schimbare a turatiei AP sau de schimbare a turatiei și sensului de rotire AP;

-dacă prima fază de lucru este o filetare - trebuie să existe două și numai două faze de schimbare a turatiei și sensului de rotire AP; prima fază de schimbare a turatiei și sensului de rotire AP primește turatia mică efectivă rapidă stanga aleasă, cea de-a doua primește turatia efectivă lentă a celei de-a doua faze de lucru.

După introducerea tuturor fazelor necesare și verificarea poziționării lor corecte în proces, se poate verifica și modul de legare a fazelor suprapuse. Astfel, trebuie îndeplinite următoarele două condiții:

-o fază legată anterior trebuie să precedă o fază principală, o fază suprapusă anterior sau posterior sau o altă fază legată anterior;

-o fază legată posterior trebuie să urmeze unei faze principale, unei faze suprapuse anterior sau exterior sau unei faze legate posterior.

În caz contrar, programul lansează un mesaj de avertizare, iar utilizatorul trebuie să facă modificările necesare.

2.4.5.5 Calculul numărului de rotații echivalente ale arborelui principal pentru fazele de lucru

Pentru a putea determina și compara influența fazelor de lucru asupra duratei ciclului (încă nu se cunosc timpurile de desfășurare a fazelor), se calculează numărul de rotații pe care le efectuează arborele principal la fiecare fază de lucru. Dar pentru că turatiile pe faze pot fi diferite, ele se echivalează ajungându-se la numărul de rotații echivalente ale arborelui principal.

Pentru o fază de lucru oarecare i se folosește formula:

$$N_{\sigma} = \frac{l_{ci}}{f_i} \cdot \frac{n_{bef}}{n_{ief}} \quad [\text{rot}] \quad (28)$$

în care:

- N_{ei} -numarul de rotatii echivalente ale arborelui principal la faza i , in rot;
 l_{ci} -lungimea cursei de lucru la faza, in mm;
 f_i -avansul de lucru la faza i , in mm/rot;
 n_{bef} -turatia de baza rapida²⁹ efectiva (turatia fazei de baza³⁰) a arborelui principal, in rot/min;
 n_{ief} - turatia efectiva a fazei de lucru considerate, in rot/min.

Valorile calculate se rotunjesc in sus la valori intregi.

Calculul numarului de rotatii echivalente se face pentru toate fazele de lucru, principale si suprapuse, si pentru fazele de retragere a filierei/tarodului.

In cazul in care unei faze suprapuse ii corespunde un numar de rotatii echivalente mai mare decat fazei principale pe care se suprapune, programul lanseaza un mesaj de avertizare. Daca este necesar (nu intotdeauna) utilizatorul poate modifica modul de suprapunere a fazelor.

Insumarea rotatiilor echivalente ale arborelui principal de la fazele de lucru principale, duce la aflarea numarului total de rotatii echivalente ale arborelui principal realizate la un ciclu:

$$N_{te} = \sum_{i=1}^m N_{ei} \quad [\text{rot}] \quad (29)$$

in care:

- N_{te} -numarul total de rotatii echivalente ale arborelui principal, in rot;
 N_{ei} -numarul de rotatii echivalente ale arborelui principal la o faza i , in rot;
 m -numarul de faze de lucru principale, inclusiv retragerea filierei/ tarodului daca este faza principala.

2.4.5.6 Calculul duratei ciclului

Pentru a putea regla lantul cinematic de comanda, respectiv turatia arborelui cu came de comanda, si a determina deschiderile unghiulare ale curbelor de lucru ale camelor, este necesara cunoasterea duratei fiecarui ciclu de lucru. In acest stadiu al proiectarii, este posibila doar o estimare a acestuia.

Durata ciclului are doua componente:

$$T_c = T_l + T_g \quad [s] \quad (30)$$

in care:

- T_l -timpul de lucru, afectat fazelor de lucru principale, in s;
 T_g -timpul de mers in gol afectat fazelor auxiliare principale: alimentare cu semifabricat si tamponare, schimbarea pozitiei capului revolver, schimbarea turatiei arborelui principal si a sensului lui de rotire, etc., in s;

²⁹ La strungurile SARO-42 si SARO-60 se considera turatia efectiva rapida de valoare mai mare

³⁰ Vezi Cap. 2.4.5.2 - Determinarea turatiilor efective ale arborelui principal si a rotilor de schimb pentru reglarea lantului cinematic principal

Se porneste de la calculul timpului de lucru, avand cunoscute numarul total de rotatii echivalente ale arborelui principal pe intregul ciclu si turatia efectiva de baza fata de care s-a facut echivalenta:

$$T_l = \frac{N_{te}}{n_b} \cdot 60 \quad [s] \quad (31)$$

In ce priveste timpul de mers in gol pe ciclu, acesta se estimeaza in functie de complexitatea piesei, de numarul de miscari auxiliare necesare prelucrării ei, marimea timpului de lucru. Timpul de mers in gol se da ca pondere din timpul de lucru:

$$T_g = (0.15\dots) \cdot T_l \quad [s] \quad (32)$$

Utilizatorul transmite programului, intr-o fereastră de dialog (fig.37), estimarea sa asupra ponderii timpului de mers in gol.

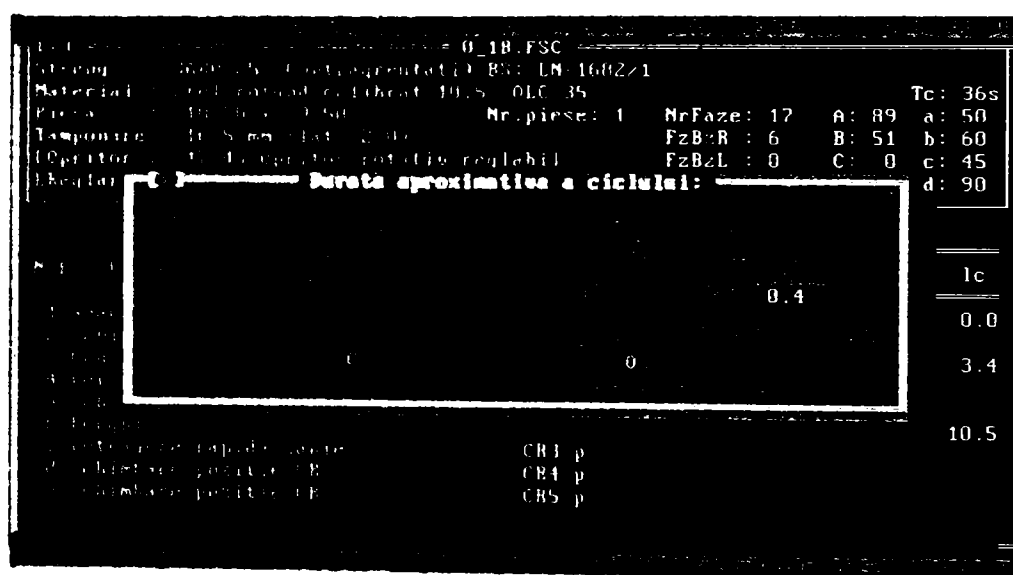


fig.37 Fereastră pentru introducerea ponderii timpului in gol

Deci se poate estima durata intregului ciclu ca fiind:

$$T_c = (1.15\dots) \cdot T_l \quad [s] \quad (33)$$

Obs. La valori foarte mici ale timpului de lucru (3..4s) ponderea fazelor auxiliare creste substantial. Pentru ca unele faze auxiliare au timpi de executie constanti indiferent de timpul pe ciclu, timpi precizati in secunde in cartea masinii, in astfel de cazuri pot apare probleme la calculul numarului de diviziuni aferente fazelor auxiliare³¹.

Programul deschide un fisier de date TC_RD.DAT, care contine toti timpii pe ciclu efectivii posibil de realizat pe strungurile automate avute in vedere si roțile de schimb cu care se face reglarea lantului cinematic al arborelui de comanda. In functie de valoarea calculata a duratei ciclului, se determina intervalul de valori efective in care se incadreaza.

³¹ Vezi Cap.2.4.8.10. Determinarea unghiurilor pentru fazele auxiliare



fig.38 Fereastră pentru alegerea duratei ciclului

tab. 9 Duratele ciclului de lucru si roțile de schimb corespunzatoare pentru strungurile SARO-16 si SARO-25

Durata ciclului [s]	Numarul de dinti ai rotilor de schimb				Durata ciclului [s]	Numarul de dinti ai rotilor de schimb			
	A	B	C	D		A	B	C	D
3	80	40	75	30	34	50	75	60	90
4	80	40	90	50	36	50	60	45	90
5	75	50	80	40	38	40	80	55	70
6	75	60	80	40	40	50	75	45	80
7	60	75	80	30	44	60	70	40	100
8	50	80	90	30	48	50	90	45	80
9	80	40	50	60	52	60	70	30	90
10	40	80	90	30	56	40	75	45	90
11	60	75	85	50	60	45	90	40	80
12	80	70	55	50	65	55	80	30	90
13	80	55	50	65	70	30	70	45	90
14	80	40	50	90	75	30	75	45	90
15	45	90	80	40	80	45	80	30	90
16	75	40	45	90	90	45	75	25	90
17	70	40	45	90	100	30	80	40	100
18	75	45	40	80	110	45	80	24	100
20	70	55	50	85	120	40	80	25	120
22	50	80	60	55	135	40	90	25	100
24	75	60	40	80	150	30	75	25	100
26	75	65	40	80	165	30	80	25	165
28	40	80	75	70	180	30	90	25	100
30	50	80	60	75	200	24	80	25	100
32	75	60	30	80					

tab. 10 Duratele ciclului de lucru si roțile de schimb corespunzătoare pentru strungurile SARO-42 si SARO-60

Durata ciclului [s]	Numarul de dinti ai rotilor de schimb				Durata ciclului [s]	Numarul de dinti ai rotilor de schimb				Durata ciclului [s]	Numarul de dinti ai rotilor de schimb			
	A	in s	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D
7	75	35	60	30	34	70	40	30	60	150	30	75	40	80
8	75	40	60	30	36	75	45	40	80	165	25	70	40	80
9	75	60	80	30	38	55	35	40	80	180	25	75	40	80
10	70	35	60	40	40	50	40	45	75	200	20	80	45	75
11	75	50	55	30	44	50	80	60	55	220	20	80	40	75
12	70	35	75	60	48	75	60	40	80	240	35	70	20	80
13	70	60	80	40	52	75	65	40	80	260	35	75	20	80
14	60	75	80	30	56	70	65	40	80	280	35	75	20	90
15	75	60	80	50	60	50	80	60	75	300	30	75	20	80
16	75	25	50	80	65	40	80	60	65	320	30	70	20	90
17	60	40	65	55	70	40	80	60	70	340	30	75	20	90
18	70	35	50	60	75	40	80	60	75	360	25	75	20	80
20	75	25	40	80	80	40	60	45	80	380	20	70	25	90
22	50	60	65	40	85	30	60	50	70	400	18	75	25	80
24	75	30	40	80	90	40	60	35	75	430	20	80	25	90
26	50	65	60	40	100	30	75	60	80	450	18	75	25	90
28	75	55	40	50	110	40	55	30	80	480	18	80	25	90
30	70	35	40	80	120	35	70	40	80	560	18	75	20	90
32	75	40	35	70	135	30	60	35	80	600	18	80	20	90

S-a lasat si de aceasta data la latitudinea utilizatorului alegerea duratei efective a ciclului, date fiind implicatiile ce decurg, asa cum se va vedea mai departe. De aceea, programul prezinta o noua fereasta de dialog (fig.38) in care afiseaza, pentru a usura alegerea, durata calculata a ciclului si intervalul de valori efective in care se incadreaza.

Dialogul se incheie numai daca valoarea introdusa coincide cu una din limite sau daca se selecteaza butonul [**Cancel**], caz in care se renunta de fapt la finalizarea calculelor si intocmirea fisei de calcul.

Procesul de alegere a duratei ciclului este un proces iterativ. Valoarea optima se determina dupa mai multe incercari, atunci cand nu apar diferente mari intre numarul de rotatii echivalente ale AP calculate si efective.

Odata aleasa durata efectiva a ciclului, se cunosc implicit si rotile de schimb corespunzatoare necesare reglarii lantului cinematic de comanda. Duratele efective ale ciclului de lucru si rotile de schimb pentru strungurile de tip SARO sunt prezentate in tab.9 si tab.10.

Fisierul TC_RD.DAT poate fi actualizat, completat cu timpi pe ciclu efectivi si roti de schimb corespunzatoare in cazul implementarii de functii program si pentru alte tipuri de strunguri automate monoax decat cele de tip SARO. Completarea se face cu ajutorul programului MKTCRD.EXE. Modul de folosire a programului este precizat in *help*-ul asociat.

2.4.5.7 Determinarea pozitiei de reglare a saniei capului revolver

In timpul functionarii strungului, dupa fazele de lucru executate cu sania capului revolver, retragerea sculelor din semifabricat se poate face fie numai prin mecanismul biela-manivela al mecanismului de indexare a capului revolver (fig.39), fie si prin retragerea pe cama CR.

Marimea retragerii datorate mecanismului biela-manivela este influentata de **lungimea cursei de reglare** a pozitiei capului revolver in raport cu suprafata frontala a bucei de strangere a semifabricatului.

Lungimea cursei de reglare se determina astfel:

$$L_{\text{reglare}} = L_{i \text{ min}} - L_{\text{min}} \quad [\text{mm}] \quad (34)$$

in care:

$L_{i \text{ min}}$ -lungimea de inchidere minima calculata pentru fazele de lucru din proces, in mm;

L_{min} -distanța minima dintre capul revolver si buca de strangere a semifabricatului, in mm.

La reglarea strungului automat, reglorul actioneaza asupra surubului care permite deplasarea saniei capului revolver in asa fel incat, atunci cand rola parghiei saniei capului revolver se afla pe diametrul maxim al camei, distanta dintre suprafata frontala a bucei de strangere si capul revolver sa fie egala cu lungimea de inchidere minima calculata. In fapt, reglorul realizeaza o retragere a saniei capului revolver din pozitia ei cea mai avansata permisa de strung, data de L_{min} , egala cu lungimea cursei de reglare.

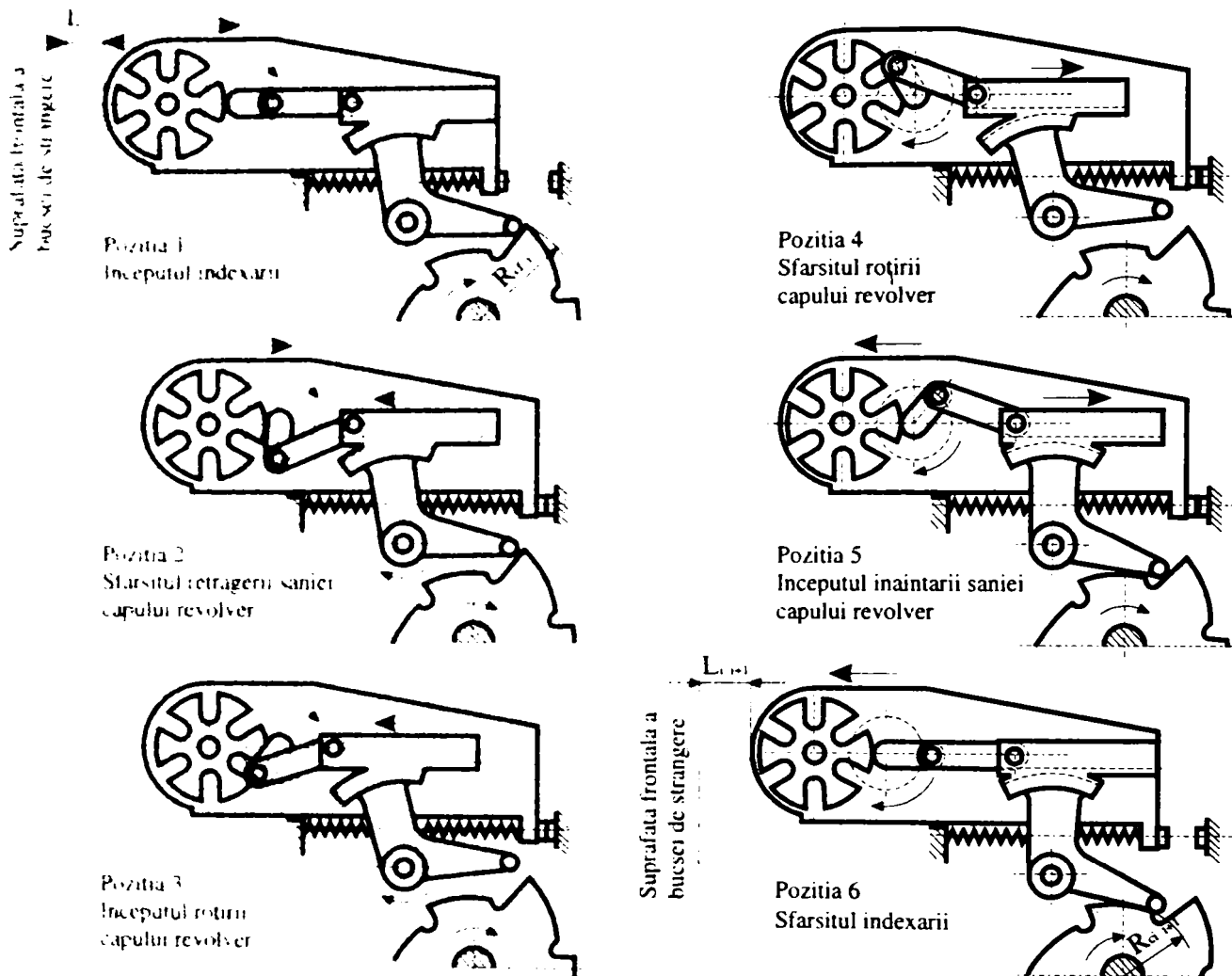


fig.39 Pozitiile caracteristice ale mecanismului de indexare a capului revolver

Pozitiile extreme ale capului revolver fata de buca de strangere si intervalul de reglare sunt prezentate in fig.40.

Notatiile din fig.40 au urmatoarea semnificatie:

- L_{min} -distanța minimă dintre capul revolver și buca de strangere a semifabricatului;
- L_{max} -distanța maximă dintre capul revolver și buca de strangere a semifabricatului;
- $L_{reglare\ max}$ -lungimea maximă a cursei de reglare a capului revolver;
- $L_{lucru\ max}$ -lungimea maximă posibilă a cursei de lucru (obținută ca diferență dintre razele maxime și minime admise ale camei capului revolver).

Valorile specifice strungului cu care se face prelucrarea au fost deja citite de program, la alegerea strungului, din fisierul CTSTRUNG.DAT³².

³² Vezi Cap 2.4.3. Alegerea strungului

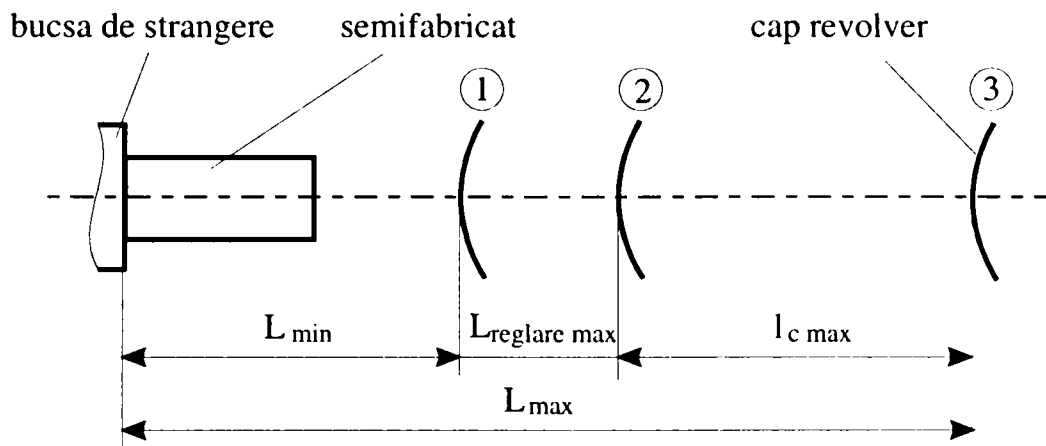


fig.40 Pozitiile capului revolver in raport cu bucsa de strangere

Verificarea incadrarii tuturor lungimilor de inchidere pentru fazele de lucru realizate cu sania capului revolver, deci implicit si pentru $L_{i \min}$, in intervalul $[L_{\min} \dots L_{\max}]$ s-a facut in etapa de introducere a fazelor procesului³³. Capul revolver trebuie sa se afle intre pozitiile 1 si 3 din fig.40.

Mai trebuie verificata lungimea cursei de reglare a capului revolver. Pentru ca aceasta sa nu depaseasca valoarea maxima admisa, capul revolver trebuie sa nu fie la dreapta pozitiei 2 la sfarsitul fazei pentru care lungimea de inchidere este minima. Altfel spus:

$$L_{i \min} \leq L_{\min} + L_{\text{reglare max}} \quad (35)$$

Daca conditia este indeplinita, lungimea cursei de reglare se calculeaza cu formula precizata:

$$L_{\text{reglare}} = L_{i \min} - L_{\min} \quad [\text{mm}] \quad (36)$$

Daca, insa, conditia nu este indeplinita, programul lanseaza un mesaj de avertizare si ofera spre alegere utilizatorului doua variante:

- modificarea fazei a carei lungime de inchidere este minima prin reducerea distantei k (distanta dintre portscula si semifabricat la sfarsitul cursei de lucru), deci micșorarea lungimii neutilizate a sculei, sau prin alegerea unei alte portscule mai scurte;
- diminuarea razei maxime a camei capului revolver cu distanta de depasire calculata astfel:

$$D_d = L_{i \min} + L_{\text{reglare max}} \quad [\text{mm}] \quad (37)$$

Astfel, in pozitia cea mai avansata a capului revolver, rola culegatorului nu se va afla pe raza maxima admisa a camei ci pe o raza mai mica cu distanta de depasire:

$$R_{\text{max ef}} = R_{\text{max}} - D_d \quad [\text{mm}] \quad (38)$$

Lungimea cursei de reglare va fi in acest caz:

$$L_{\text{reglare}} = L_{\text{reglare max}} \quad (39)$$

³³ Vezi Cap.2.4.4.2.5.1 - Calculul lungimilor de inchidere

2.4.5.8 Calculul pozițiilor centrelor rozelor pe came la începutul și sfârșitul curselor de lucru

Lungimile curselor de lucru depind de diferența dintre pozițiile radiale extreme, la începutul și, respectiv, sfârșitul mișcărilor de lucru, ale centrului culegătorului, și de raportul de transmitere a parghiilor ce acționează saniile.

Calculul acestor poziții se face pe baza dimensiunilor, da gabarit ale camelor de comandă și al domeniului de lucru al acestora, D_{min} , D_{max} .

Toate caracteristicile camelor de comandă ale strungurilor de tip SARO sunt conținute în fișierul de date CAMECMD.DAT și sunt cele din fig.41, respectiv tab.11:

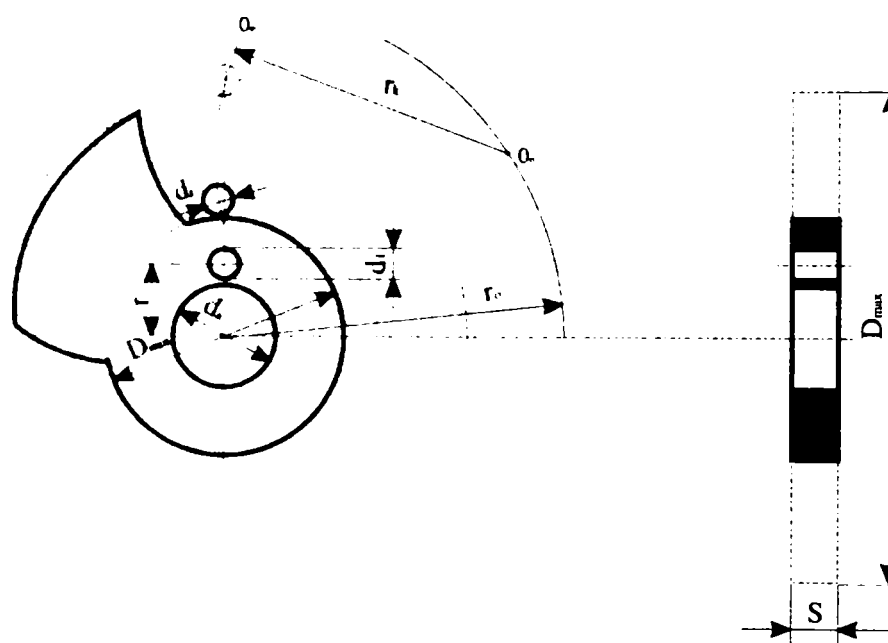


fig.41 Dimensiunile caracteristice ale camelor de comandă

D_{max} - diametrul maxim al camelor; D_{min} - diametrul minim al camelor; d_a - diametrul alezajului camelor; d_1 - diametrul alezajului boltului pentru poziționarea camelor; r - raza poziției axei alezajului de diametru d_1 ; S - lățimea camelor; r_0 - distanța centrului de basculare a bratului culegătorului față de axa camelor; r_1 - lungimea bratului culegătorului; d_r - diametrul rolei culegătorului.

tab. 11 Caracteristicile camelor de comandă la strungurile tip SARO

[mm]	Cama CR SARO 16, 25	Camele saniilor laterale								
		SARO 42.60	SARO-16-25				SARO-42-60			
			S_1		$S_2, S_3,$ S_4	S_5	S_1		$S_2, S_3,$ S_4	S_5
			longit.	transv.			longit.	transv.		
D_{max}	185	250	185	125	125	125	250	160	160	160
D_{min}	65	80	65	65	65	65	80	80	80	80
d_a	32	40	32	28	28	28	40	34	34	34
d_1	7	10	7	6	6	6	10	7	7	7
r	22	29	22	22	22	22	29	26	26	26
α	56°18'	60°23'	93°9'	164°48'	58°11'	164°48'	94°40'	167°42'	59°35'	167°42'
S	8	10	8	8	8	8	10	10	10	10
r_0	120	150	120	105	105	105	150	130	130	130
r_1	95	120	95	85	85	85	120	105	105	105
d_r	14	16	14	14	14	14	16	16	16	16

Caracteristicile care intereseaza in aceasta etapa de calcul sunt D_{max} , D_{min} si d_r .

Fisierul poate fi completat la nevoie si cu caracteristicile altor strunguri automate monoax, folosind programul MKCHCAME.EXE. Modul de utilizare a programului este precizat in *help*-ul asociat.

Modul de determinare a pozitiilor centrului rolor depinde de sania care executa miscarea de lucru.

2.4.5.8.1 Camele saniilor laterale

Au, de obicei, un singur sector de comanda (fig.42) caz in care sculele saniilor comandate de aceste came realizeaza o singura prelucrare, in restul timpului fiind retrase in pozitia de baza, rola culegatorului fiind pe R_{min} .

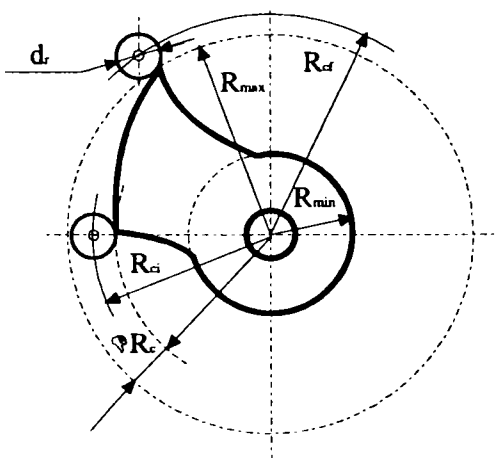


fig.42 Cama de comanda simpla pentru saniile laterale

Pentru usurarea reglarii sculelor si a montarii camelor, raza pozitiei de sfarsit a curbei de comanda a miscarilor de lucru are valoare maxima. Si pentru ca se stabileste pozitia centrului rolei culegatorului, raza pozitiei de sfarsit pentru o faza de lucru i realizata cu o sanie laterala este:

$$R_{cf\ i} = R_{max} + d_r/2 \quad [\text{mm}] \quad (40)$$

Raza pozitiei de inceput se obtine prin scaderea din raza pozitiei de sfarsit a diferentei ΔR_c , adica a lungimii cursei de lucru, eventual impartita cu raportul de transmitere a parghiei i_p daca acesta este diferit de 1:

$$R_{ci\ i} = R_{cf\ i} - \Delta R_c = R_{cf\ i} - \frac{l_{ci}}{i_p} \quad [\text{mm}] \quad (41)$$

Camele saniilor laterale pot avea, inasa, si ele mai multe sectoare de comanda. Un prim caz este cel in care, datorita simplitatii piesei, se realizeaza mai multe piese la o rotatie a arborelui de comanda si camele au, de aceea, mai multe sectoare de comanda, toate identice si echidistante.

Cel de-al doilea caz se datorează folosirii unei sanii laterale la realizarea a două (sau chiar mai multe) faze de lucru³⁴ pentru aceeași piesă. Dacă prelucrările se realizează la același diametru (ex.: relizarea prin strunjire de canelare a două canale identice la capetele piesei; evident, între cele două prelucrări se intercalează o tamponare) razele R_{cf} și R_{ci} pentru cele două sectoare de comandă sunt aceleași și se calculează cu formulele deja precizate.

Dacă, însă, fazele de lucru realizate de sania laterală nu se fac la același diametru, nu mai este posibil ca pentru fiecare dintre ele poziția centrului rolei culegătorului la sfârșitul fazei de lucru să fie pe raza maximă. Aceasta se întâmplă numai la faza de lucru ce realizează:

- diametrul minim prelucrat - dacă este o sanie transversală (ST1...ST5);
- apropierea minimă de buca de strângere - dacă este sania longitudinală SL1 sau, altfel spus, departarea maximă de originea piesei.

Pentru celelalte faze de lucru i executate cu sania considerată:

- dacă este o sanie transversală:

$$R_{cf_i} = R_{\max} + d_r/2 - (d_i - d_{\min})/2 \quad [\text{mm}] \quad (42)$$

$$R_{ci_i} = R_{cf_i} - \frac{l_{ci}}{i_p} \quad [\text{mm}] \quad (43)$$

- dacă este sania longitudinală SL1:

$$R_{cf_i} = R_{\max} + d_r/2 - [(l_{\text{origine}} + l)_{\max} - (l_{\text{origine } i} + L_i)] \quad [\text{mm}] \quad (44)$$

$$R_{ci_i} = R_{cf_i} - \frac{l_{ci}}{i_p} \quad [\text{mm}] \quad (45)$$

unde:

- d_i -diametrul realizat la faza i considerată, în mm;
- d_{\min} -diametrul minim realizat cu sania considerată, în mm;
- l_{origine} -distanța axială de la originea piesei la suprafața prelucrată³⁵, în mm;
- l -lungimea suprafeței prelucrate, în mm.

În mod obișnuit programul de proiectare asistată face retragerea saniei după fiecare fază de lucru până pe R_{\min} a camei. Dacă, însă, cele două faze de lucru sunt consecutive în cadrul procesului tehnologic, pentru scurtarea timpilor auxiliari, retragerea rapidă a saniei ar trebui să fie de valoare mai mică, de doar câțiva milimetri. Programul oferă, de aceea, posibilitatea utilizatorului de a modifica raza de retragere rapidă a saniei (raza camei de sfârșit al fazei de retragere rapidă) după prima fază de lucru cu valoarea dorită și, respectiv, raza camei de început al fazei de apropiere rapidă pentru următoarea fază de lucru. Acest lucru este posibil numai la executia funcției Fisa de calcul în regim manual apelându-se meniul **Calcul | Fisa de calcul | Manual**. În

³⁴ Fazele de lucru sunt de același fel pentru ca se folosește o aceeași sculă montată pe sanie.

³⁵ Vezi Cap. 2.4.4.2.1.1 - Elementele geometrice ale suprafețelor prelucrate

timpul executiei apare o fereastra de dialog in care utilizatorul trebuie sa precizeze numarul fazei de retragere rapida la care vrea sa faca modificarea pozitiei centrului rolei culegatorului la sfarsitul cursei de retragere R_{cf} (similara celei din fig.36, Cap.2.4.4.3), iar apoi o alta fereastra (fig.43) in care apar valorile R_{ci} si R_{cf} normale dintre care numai R_{cf} poate fi modificata.

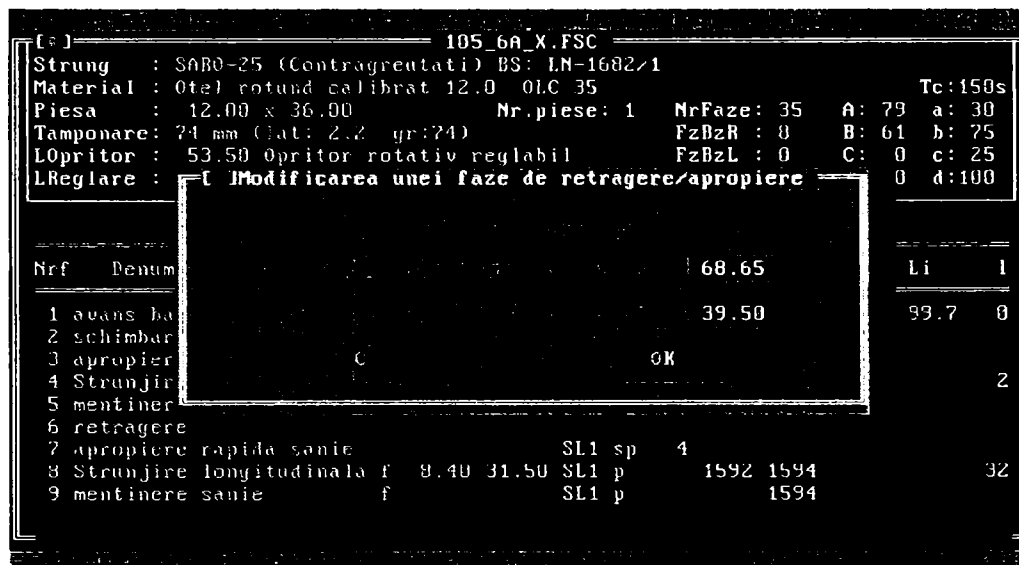


fig.43 Fereastra pentru modificarea razelor la fazele de retragere/apropiere rapida

Modificarea corespunzatoare, la aceeasi valoare, a pozitiei de inceput a rolei R_{ci} pentru faza de apropiere rapida imediat urmatoare la sania considerata se face automat de catre program:

$$R_{ci \text{ apropiere}} = R_{cf \text{ retragere}} \quad (46)$$

Daca este vorba de sania CR, programul modifica automat razele R_{ci} si R_{cf} la toate fazele de schimbare turatie si sens AP, schimbare pozitie CR si schimbare turatie AP (daca este cazul) aflate intre doua faze de retragere si, respectiv, apropiere rapida a saniei CR pe cama:

$$R_{ci} = R_{cf} = R_{cf \text{ retragere}} \quad (47)$$

2.4.5.8.2 Cama saniei capului revolver

Este o cama complexa, cu mai multe curbe de lucru. La acest tip de cama rola culegatorului se afla pe raza maxima a camei saniei capului revolver R_{max} la faza de lucru a carei lungime de inchidere este minima, adica la faza de lucru la care sania CR este in pozitia cea mai apropiata de buca de strangere a semifabricatului in arborele principal.

Daca la calculul lungimii de reglare a saniei CR a aparut o distanta de depasire³⁶ $D_d > 0$, in loc de R_{max} se ia in considerare $R_{max\ ef}$.

O alta observatie este ca, pentru oricare din fazele de lucru i , suma dintre lungimea de inchidere si raza camei pe care se afla culegatorul la sfarsitul cursei de lucru este o constanta:

$$C = L_{i-1} + R_{cf\ i} = L_{i\ min} + R_{max} \quad [\text{mm}] \quad (48)$$

Cunoscandu-se aceasta constanta se pot calcula pozitiile centrului rolei la sfarsitul curselor de lucru:

$$R_{cf\ i} = L_{i\ min} + R_{max} + d_r/2 - L_{i-1} \quad [\text{mm}] \quad (49)$$

si la inceputul curselor de lucru:

$$R_{cii} = R_{cf\ i} - \Delta R_c = R_{cf\ i} - \frac{l_{ci}}{i_p} \quad [\text{mm}] \quad (50)$$

La fazele de filetare cu filiera/tarodul, pentru a elimina supradeterminarea in conducerea sculei, cama se profileaza dupa avansul corespunzator pasului filetelui numai pe o lungime de $2-3p$ (pasul filetelui). In continuare se executa o panta mai mica, pentru un avans de $0,8 \cdot p$, lasand scula sa se autoconduca.

Se stie ca, pentru o faza i de lucru³⁷, deci si pentru filetare, numarul de rotatii echivalente ale AP este:

$$N_{ei} = \frac{l_{ci}}{f_i} \cdot \frac{n_{bef}}{n_{ief}} \quad [\text{rot}] \quad (51)$$

In conditiile in care la filetare acest numar de rotatii echivalente ale arborelui principal ramane neschimbat, se deduce ca avansul efectiv este:

$$f_{ief} = \frac{l_{ci}}{N_{ei}} \cdot \frac{n_{bef}}{n_{ief}} \quad [\text{mm/rot}] \quad (52)$$

Diminuarea avansului efectiv la $0,8 \cdot p$ impune reducerea cursei de lucru, deci si a ΔR_c la $0,8$ din valoarea lor. Rezulta ca, la filetarea cu filiera/tarodul:

$$R_{cf\ ief} = R_{cii} + 0,8 \cdot \Delta R_c = R_{cii} + 0,8 \cdot \frac{l_{ci}}{i_p} \quad [\text{mm}] \quad (53)$$

³⁶ Vezi Cap. 2.4.5.7 - Determinarea pozitiei de reglare a saniei capului revolver

³⁷ Vezi Cap. 2.4.5.5 - Calculul numarului de rotatii echivalente ale AP pentru fazele de lucru

Pentru faza i de retragere a filierei/tarodului, pozitiile centrului rolei la inceputul si sfarsitul retragerii coincid cu pozitiile de sfarsit si, respectiv, de inceput ale fazei $i-1$ de filetare:

$$R_{ci\ i} = R_{cf\ i-1} \quad (54)$$

$$R_{cf\ i} = R_{ci\ i-1} \quad (55)$$

Pentru faza de alimentare cu SF + tamponare, in cazul in care tamponarea se face cu un brat oscilant montat pe papusa fixa, sania CR este in pozitie retrasa extrema, deci rola culegatorului ramane pe cercul de raza minima:

$$R_{ci} = R_{\min} + d_r/2 \quad (56)$$

$$R_{cf} = R_{\min} + d_r/2 \quad (57)$$

2.4.5.9 Calculul pozitiilor centrelor rolelor pe came la inceputul si sfarsitul fazelor auxiliare: mentinere, apropiere rapida si retragere rapida pe cama

2.4.5.9.1 Faze auxiliare executate de saniile laterale

Se au in vedere trei tipuri de faze (i reprezinta numarul fazei curente):

1. **mentinere sanie** - pentru ca sania nu se deplaseaza, pozitiile de inceput si de sfarsit de faza ale rolei culegatorului sunt pe aceeasi raza a camei. Raza camei coincide cu raza pozitiei de sfarsit a fazei $i-1$ de lucru ce precede mentinerea:

$$R_{ci\ i} = R_{cf\ i} = R_{cf\ i-1} \quad (58)$$

2. **apropiere rapida** - porneste de pe diametrul minim al camei:

$$R_{ci\ i} = R_{\min} + d_r/2 \quad (59)$$

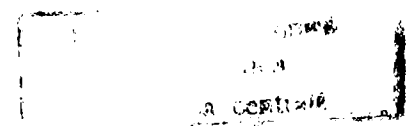
si ajunge in pozitia de inceput a fazei de lucru $i+1$ ce-i urmeaza:

$$R_{cf\ i} = R_{ci\ i+1} \quad (60)$$

3. **retragere rapida** - incepe din pozitia de sfarsit a fazei $i-1$ de lucru sau de mentinere:

$$R_{ci\ i} = R_{cf\ i-1} \quad (61)$$

si sfarseste pe diametrul minim al camei de comanda:



$$R_{cf\ i} = R_{min} + d_r / 2 \quad (62)$$

2.4.5.9.2 Faze auxiliare executate de sania capului revolver

In ce priveste faza i de **mentinere a saniei capului revolver**, ca si la saniile laterale, pentru ca sania nu se deplaseaza, pozitiile de inceput si de sfarsit de faza ale rolei culegatorului sunt pe aceeasi raza a camei. Raza camei coincide cu raza pozitiei de sfarsit a fazei de lucru $i-1$ ce precede mentinerea:

$$R_{ci\ i} = R_{cf\ i} = R_{cf\ i-1} \quad (63)$$

La **retragerea si apropierea rapide ale saniei capului revolver** trebuie avut in vedere: tipul fazei de lucru ce precede retragerea, retragerea saniei datorata mecanismului biela-manivela, posibilitatea rotirii capului revolver.

In cazul tuturor prelucrarilor cu sania capului revolver, mai putin burghiarea adanca, la stabilirea marimii retragerii saniei capului revolver trebuie luata in considerare si retragerea saniei datorata mecanismului biela-manivela din componenta ansamblului saniei capului revolver la schimbarea (rotirea) acestuia.

Aceasta retragere este egala cu dublul manivelei, dar la nivelul saniei capului revolver retragerea este limitata de lungimea cursei de reglare efective³⁸, ceea ce face ca lungimea de retragere a saniei datorate mecanismului biela-manivela $L_{ret\ man}$ sa se determine cu relatia:

$$L_{ret\ man} = 2 r_m - L_{reglare} \quad [mm] \quad (64)$$

in care:

- r_m -marimea razei manivelei; este de 35 mm la SARO-16 si SARO-25 si de 50 mm la SARO-42 si SARO-60, in mm;
- $L_{reglare}$ -lungimea cursei de reglare a pozitiei capului revolver in raport cu suprafata frontala a bucei de strangere a semifabricatului in arborele principal, in mm.

De asemenea, mai trebuie avute in vedere inca doua conditii la retragerea saniei capului revolver:

1. Sculele aschietoare trebuie retrase, dupa cursele de lucru, in afara semifabricatului pentru a putea face rotirea capului revolver. De aceea, este necesara determinarea *lungimii de suprapunere* a traiectoriei varfului sculei aschietoare³⁹ peste axa de simetrie a piesei, l_{suprap} , traiectorie ce poate fi parcursa atat cu avans de lucru, cat si cu avans rapid, in functie de tipul prelucrarii, forma sculei si pozitia suprafetei prelucrate fata de originea piesei (fig.44). Lungimea poate fi marita in functie de forma portsculei.

³⁸ Vezi Cap.2.4.5.7 - Determinarea pozitiei de reglare a saniei capului revolver

³⁹ La sculele cu varf se considera varful imaginar al conului de atac al sculei.

Indeplinirea conditiei $L_{ret\ man} > l_{suprap}$ asigura extragerea completa a sculei in afara semifabricatului, dupa terminarea cursei de lucru, numai datorita mecanismului biela-manivela, , nefiind necesara si o retragere pe cama a saniei capului revolver.

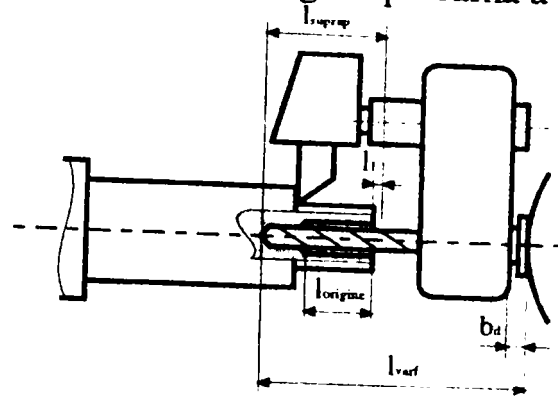


fig.44 Lungimea de suprapunere si pozitia varfului sculei la o prelucrare combinata

2. Sculele aschietoare din pozitia imediat urmatoare, trebuie sa nu loveasca semifabricatul la rotirea capului revolver. Pentru aceasta se determina *pozitia varfului sculei*, l_{varf} , respectiv a celei mai avansate scule la prelucrarea cu mai multe scule montate intr-o portscula combinata, fata de suprafata cilindrica a capului revolver, atat pentru faza de lucru curenta i , cat si pentru cea urmatoare $i+1$.

Relatia generala de calcul a pozitiei varfului sculei l_{varf} , conform fig.44, pentru o faza de lucru i este:

$$l_{varf\ i} = l_{suprap\ i} - l_{1\ i} + k_i + L_{PS\ i} + b_d \quad [\text{mm}] \quad (65)$$

in care:

- l_{suprap} -lungimii de suprapunere a traiectoriei varfului sculei aschietoare peste axa de simetrie a piesei, in mm;
- l_1 -distanța de siguranta pentru evitarea ciocnirii sculei de semifabricat la sfarsitul cursei de apropiere rapida⁴⁰, in mm;
- k -distanța de siguranta dintre portscula si capatul semifabricatului la sfarsitul fazei de lucru⁴¹, in mm;
- L_{PS} -lungimea portsculei, in mm;
- b_d -iesirea portsculei din capul revolver⁴², in mm.

Indeplinirea conditiei $l_{varf\ i} > l_{varf\ i+1}$ asigura evitarea lovirii semifabricatului de catre scula din pozitia urmatoare a capului revolver numai datorita mecanismului biela-manivela, nefiind necesara si o retragere pe cama a saniei capului revolver daca scula s-a retras in afara semifabricatului.

Expresiile de calcul ale celor doua marimi depind de natura prelucrarilor⁴³ si trebuie sa tina seama de distanta fata de originea piesei $l_{origine}$ ⁴⁴ a suprafetei prelucrate cu scula respectiva:

⁴⁰ Vezi Cap. 2.4.4.2.1.2 - Calculul lungimilor curselor de lucru

⁴¹ Vezi Cap. 2.4.4.2.5.1 - Calculul lungimilor de inchidere

⁴² Pentru b_d s-a adoptat valoarea de 2 mm, conform Cap. 2.4.4.2.5.1 - Calculul lungimilor de inchidere

⁴³ Valorile pentru l_1 , folosite si la calculul lungimilor curselor de lucru, sunt cele ingrosate in tab 4.

⁴⁴ Vezi Cap. 2.4.4.2.1.1 - Elementele geometrice ale suprafetei prelucrate

- **alezare** ($l_1 = 2$):

$$l_{\text{suprap}} = 2 + l_{\text{origine}} + l_t + d_{\text{alezor}}/2 \cdot \text{ctg } \chi \quad (66)$$

$$l_{\text{varf}} = l_{\text{suprap}} - 2 + k + L_{\text{PS}} + b_d \quad (67)$$

unde:

l_t -lungimea tehnologica a gaurii;

d_{alezor} -diametrul sculei;

χ -unghiul de atac al sculei;

- **burghiere** ($l_1 = 1$):

$$l_{\text{suprap}} = 1 + l_{\text{origine}} + l_t + d_{\text{burghiu}}/2 \cdot \text{ctg } \chi \quad (68)$$

$$l_{\text{varf}} = l_{\text{suprap}} - 1 + k + L_{\text{PS}} + b_d \quad (69)$$

- **centruire** ($l_1 = 1$):

$$l_{\text{suprap}} = l_{\text{origine}} + l_c \quad (70)$$

$$l_{\text{varf}} = l_{\text{suprap}} - 1 + k + L_{\text{PS}} + b_d \quad (71)$$

- **filetare cu filiera**:

$$l_{\text{suprap}} = l_{\text{origine}} + l_c + 5 \quad (72)$$

$$l_{\text{varf}} = L_{\text{PS}} + b_d \quad (73)$$

Datorita gabariturii mai mare al portfilierii s-a considerat necesara, pentru siguranta, marirea lungimii de suprapunere cu 5 mm.

- **largire** ($l_1 = 2$):

$$l_{\text{suprap}} = 2 + l_{\text{origine}} + l_t + d_{\text{largitor}}/2 \cdot \text{ctg } \chi \quad (74)$$

$$l_{\text{varf}} = l_{\text{suprap}} - 2 + k + L_{\text{PS}} + b_d \quad (75)$$

- **striere longitudinala** ($l_1 = 0,75$);

$$l_{\text{suprap}} = l_{\text{origine}} + l_c + 15 \quad (76)$$

$$l_{\text{varf}} = l_{\text{suprap}} - 0,75 + k + L_{\text{PS}} + b_d \quad (77)$$

Datorita gabariturii mare al portsculei s-a considerat necesara, pentru siguranta, marirea lungimii de suprapunere cu 15 mm.

- **strunjire longitudinala**:

-fara tesire si cu prag ($l_1 = 0,5$):

$$l_{\text{suprap}} = l_{\text{origine}} + l_c \quad (78)$$

$$l_{\text{varf}} = l_{\text{suprap}} - 0,5 + k + L_{\text{PS}} + b_d \quad (79)$$

-cu tesire si degajare sau pentru tesire ($l_1 = 2$):

$$l_{\text{suprap}} = l_{\text{origine}} + l_c + 5 \quad (80)$$

$$l_{\text{varf}} = l_{\text{suprap}} - 2 + k + L_{\text{PS}} + b_d \quad (81)$$

- **tarodare** ($l_1 = 1,5 \cdot p$, unde p este pasul filetelui):

$$l_{\text{suprap}} = 1,5 \cdot p + l_{\text{origine}} + l_{\text{filet}} + d_{\text{tarod}}/2 \cdot \text{ctg } \chi \quad (82)$$

$$l_{\text{varf}} = l_{\text{suprap}} - 1,5 \cdot p + k + L_{\text{PS}} + b_d \quad (83)$$

– **avans bara semifabricat + tamponare:**

-cu opritor reglabil:

$$l_{\text{suprap}} = l_c = 0 \quad (84)$$

$$l_{\text{varf}} = L_{\text{opritor}} \quad (85)$$

-cu brat oscilant:

$$l_{\text{suprap}} = l_c = 0 \quad (86)$$

$$l_{\text{varf}} = 0 \quad (87)$$

– **retragere filiera/tarod:**

$$l_{\text{varf}} = l_{\text{varf filetare}} \quad (88)$$

Programul, avand calculatele cele trei elemente: $l_{\text{ret man}}$, $l_{\text{suprap } i}$ si $l_{\text{varf } i}$, verifica necesitatea existentei sau nu a fazelor de apropiere/retragere rapida pe cama a saniei capului revolver inainte/dupa fazele de lucru si determina pozitiile rolei culegatorului la inceputul si sfarsitul acestor faze.

Sunt, inasa, necesare cateva precizari legate de **schimbarea pozitiei capului revolver**. Pe durata acestei faze, profilul camei este un arc de cerc, asigurandu-se astfel o indexare fara socuri mari.

Apar urmatoarele situatii:

$$1. L_{\text{ret man}} \geq l_{\text{suprap } i}$$

$$l_{\text{varf } i} \geq l_{\text{varf } i+1}$$

Din punctul de vedere al retragerii sculei din semifabricat si al evitarii lovirii acestuia de catre scula aflata in urmatorul locas al capului revolver nu este necesara retragerea rapida pe cama a capului revolver.

Necesitatea existentei acesteia sau a apropierii rapide pe cama este dictata doar de raportul dintre raza de sfarsit a fazei de lucru i considerate, $R_{cf \ i}$, si raza de inceput a fazei de lucru urmatoare, $R_{ci \ i+1}$.

$$a. \text{daca } R_{cf \ i} > R_{ci \ i+1}$$

-este necesara, intre fazele de lucru i si $i+1$, o faza de retragere rapida pe cama a capului revolver. Daca ea nu exista in procesul descris de utilizator, programul lanseaza un mesaj prin care avertizeaza asupra necesitatii introducerii ei dupa faza i . Programul revine la editarea procesului, iar utilizatorul trebuie sa insereze faza de retragere rapida a saniei capului revolver apeland meniul **Faze | Insereaza**. Reluarea calculelor se face apeland din nou meniul **Calcul | Fisa de calcul**⁴⁵.

-nu este necesara, intre fazele de lucru i si $i+1$, o faza de apropiere rapida pe cama a capului revolver. Daca ea exista in procesul descris de utilizator, programul

⁴⁵ In cazul in care se opteaza pentru modul de calcul automat al fisei de calcul - **Calcul | Fisa de calcul | Automat** - introducea sau stergerea de faze auxiliare se face de catre program fara interventia utilizatorului.

lanseaza un mesaj prin care precizeaza faptul ca aceasta faza nu este necesara in proces si cere confirmarea pastrarii ei. Exista doua posibilitati de rezolvare a problemei:

1. Se sterge faza de apropiere rapida a saniei capului revolver apasand pe butonul **No** sau se apasa pe butonul **Cancel** si se apeleaza apoi meniul **Faze | Sterge**⁴⁶. In acest caz pozitiile centrului rolei culegatorului la faza de retragere rapida sunt:

$$R_{ci \text{ retr}} = R_{cf \ i} \quad (89)$$

$$R_{cf \ \text{retr}} = R_{ci \ i+1} \quad (90)$$

Pozitiile centrului rolei culegatorului la faza/fazele de schimbare a pozitiei capului revolver sunt:

$$R_{ci \ \text{schCR}} = R_{ci \ i+1} \quad (91)$$

$$R_{cf \ \text{schCR}} = R_{ci \ \text{schCR}} \quad (92)$$

2. Se pastreaza faza de apropiere rapida pe cama a saniei CR apasand butonul **Yes**, in cazul in care utilizatorul doreste o retragere mai mare (pana pe R_{\min}) a saniei CR dupa faza i . Pozitiile centrului rolei culegatorului sunt in acest caz:

- pentru faza de retragere rapida:

$$R_{ci \ \text{retr}} = R_{cf \ i} \quad (93)$$

$$R_{cf \ \text{retr}} = R_{\min} + d_r / 2 \quad (94)$$

- pentru faza de apropiere rapida:

$$R_{ci \ \text{retr}} = R_{\min} + d_r / 2 \quad (95)$$

$$R_{cf \ \text{retr}} = R_{ci \ i+1} \quad (96)$$

- pentru faza/fazele de schimbare a pozitiei capului revolver intermediare:

$$R_{ci \ \text{schCR}} = R_{\min} + d_r / 2 \quad (97)$$

$$R_{cf \ \text{schCR}} = R_{ci \ \text{schCR}} \quad (98)$$

Obs. Pastrarea fazelor de apropiere/retragere rapida pe cama a saniei CR care nu sunt necesare in proces este posibila numai in regim de calcul "manual" prin apelarea meniului **Calcul | Fisa de calcul | Manual**. In acest caz programul permite chiar modificarea razei minime la o valoare introdusa de utilizator. In regim automat programul sterge toate fazele nenecesare.

b. daca $R_{cf \ i} = R_{ci \ i+1}$

-nu este necesara, intre fazele de lucru i si $i+1$, o faza de retragere rapida pe cama a capului revolver;

-nu este necesara, intre fazele de lucru i si $i+1$, o faza de apropiere rapida pe cama a capului revolver.

⁴⁶ Idem ⁴⁵

Daca exista in procesul descris de utilizator cel putin una dintre ele, programul lanseaza un mesaj de atentionare si cere confirmarea pastrarii ei. Se procedeaza ca in cazul anterior:

1. Se apasa pe butonul [No] si programul sterge faza/fazele de apropiere/retragere rapida a saniei capului revolver. Pozitiile rolei culegatorului la faza/fazele de schimbare a pozitiei capului revolver sunt:

$$R_{ci \text{ schCR}} = R_{cf \ i} \quad (99)$$

$$R_{cf \ \text{schCR}} = R_{ci \ \text{schCR}} \quad (100)$$

2. Se apasa pe butonul [Yes] si programul pastreaza (introduce) cele doua faze. Pozitiile centrului rolei culegatorului la fazele auxiliare dintre fazele de lucru i si $i+1$ se calculeaza la fel, retragerea facandu-se pe raza minima a camei de comanda.

c. daca $R_{cf \ i} < R_{ci \ i+1}$

-nu este necesara, intre fazele de lucru i si $i+1$, o faza de retragere rapida pe cama a capului revolver;

-este necesara, intre fazele de lucru i si $i+1$, o faza de apropiere rapida pe cama a capului revolver.

Se procedeaza la fel ca in cazul a.

2. $L_{ret \ man} < l_{suprap \ i}$

sau

$l_{varf \ i} < l_{varf \ i+1}$

Rotirea capului revolver (schimbarea pozitiei CR) trebuie precedata de o retragere rapida pe cama a acestuia. Daca ea nu exista in procesul descris de utilizator, programul lanseaza un mesaj prin care avertizeaza asupra necesitatii introducerii ei dupa faza i . Utilizatorul trebuie sa insereze faza de retragere rapida a saniei capului revolver apeland meniul **Faze | Insereaza**⁴⁷.

Marimea retragerii Δl_{retr} ia valoarea cea mai mare dintre:

$$\Delta l_{suprap} = l_{suprap \ i} - l_{ret \ man} \quad (101)$$

si:

$$\Delta l_{varf} = l_{varf \ i+1} - l_{varf \ i} \quad (102)$$

$$\Delta l_{retr} = \max (\Delta l_{suprap}, \Delta l_{varf}) \quad (103)$$

realizandu-se astfel atat o iesire a sculelor din semifabricat, cat si o indepartare suficienta de acesta pentru ca rotirea capului revolver sa se efectueze fara pericol de lovire.

⁴⁷ Idem ⁴⁵

Necesitatea existentei sau nu si a unei faze de apropiere rapida pe cama a saniei capului revolver este dictata de raportul dintre $R_{cf\ i}$, Δ_{retr} si raza de inceput a fazei de lucru urmatoare, $R_{ci\ i+1}$

a. daca $R_{cf\ i} - \Delta_{retr} \geq R_{ci\ i+1}$

-retragerea rapida se face la $R_{ci\ i+1}$;

-nu este necesara, intre fazele de lucru i si $i+1$, o faza de apropiere rapida pe cama a capului revolver. Daca ea exista in procesul descris de utilizator, programul lanseaza un mesaj prin care avertizeaza asupra necesitatii stingerii ei. Utilizatorul trebuie sa stearga faza de apropiere rapida a saniei capului revolver apeland meniul **Faze | Sterge**⁴⁸.

Pozitiile rolei culegatorului la faza de retragere rapida sunt:

$$R_{ci\ retr} = R_{cf\ i} \quad (104)$$

$$R_{cf\ retr} = R_{ci\ i+1} \quad (105)$$

Pozitiile rolei culegatorului la faza/fazele de schimbare a pozitiei capului revolver sunt:

$$R_{ci\ schCR} = R_{ci\ i+1} \quad (106)$$

$$R_{cf\ schCR} = R_{ci\ schCR} \quad (107)$$

b. daca $R_{cf\ i} - \Delta_{retr} < R_{ci\ i+1}$

-retragerea rapida se face cu valoarea Δ_{retr} ;

-este necesara, intre fazele de lucru i si $i+1$, o faza de apropiere rapida pe cama a capului revolver la $R_{ci\ i+1}$. Daca ea nu exista in procesul descris de utilizator, programul lanseaza un mesaj prin care avertizeaza asupra necesitatii introducerii ei inaintea fazei $i+1$. Utilizatorul trebuie sa insereze faza de apropiere rapida a saniei capului revolver apeland meniul **Faze | Insereaza**⁴⁹.

Pozitiile rolei culegatorului la faza de retragere rapida sunt:

$$R_{ci\ retr} = R_{cf\ i} \quad (108)$$

$$R_{cf\ retr} = R_{cf\ i} - \Delta_{retr} \quad (109)$$

Pozitiile rolei culegatorului la faza de apropiere rapida sunt:

$$R_{ci\ aprop} = R_{cf\ i} - \Delta_{retr} \quad (110)$$

$$R_{cf\ aprop} = R_{ci\ i+1} \quad (111)$$

Pozitiile rolei culegatorului la faza/fazele de schimbare a pozitiei capului revolver sunt:

⁴⁸ Idem ⁴⁵

⁴⁹ Idem ⁴⁵

$$R_{ci \text{ schCR}} = R_{cf \ i} - \Delta_{retr} \quad (112)$$

$$R_{cf \ schCR} = R_{ci \ schCR} \quad (113)$$

Tamponarea cu brat oscilant trebuie tratata, inasa, diferit chiar daca indeplineste a doua din conditii⁵⁰:

$$l_{varf \ i} < l_{varf \ i+1} \quad (114)$$

considerand ca tamponarea cu brat oscilant este prima faza.

Pentru ca la tamponarea cu brat oscilant sania capului revolver este in pozitie retrasa extrema (rola culegatorului este pe raza minima a camei saniei CR⁵¹), pentru realizarea urmatoarei faze de lucru cu CR:

-nu se face nici o retragere rapida a saniei CR pentru ca s-ar cobori sub raza minima admisa a camei. Daca ea exista in procesul descris de utilizator, programul lanseaza un mesaj prin care avertizeaza asupra necesitatii stingerii ei. Utilizatorul trebuie sa stearga faza de apropiere rapida a saniei capului revolver apeland meniul **Faze | Sterge**⁵².

-este necesara o faza de apropiere rapida pe cama a capului revolver la $R_{ci \ i+1}$. Daca ea nu exista in procesul descris de utilizator, programul lanseaza un mesaj prin care avertizeaza asupra necesitatii introducerii ei inaintea fazei $i+1$. Utilizatorul trebuie sa insereze faza de apropiere rapida a saniei capului revolver apeland meniul **Faze | Insereaza**⁵³.

Pozitiile rolei culegatorului la faza de apropiere rapida sunt:

$$R_{ci \ aprop} = R_{cf \ i} \quad (115)$$

$$R_{cf \ aprop} = R_{ci \ i+1} \quad (116)$$

Pozitiile rolei culegatorului la faza de schimbare a pozitiei capului revolver sunt:

$$R_{ci \ schCR} = R_{cf \ i} \quad (117)$$

$$R_{cf \ schCR} = R_{ci \ schCR} \quad (118)$$

Obs.1 Verificarile se fac si intre ultima faza de lucru si prima faza de lucru ale procesului, faze realizate cu sania capului revolver, pentru ca reluarea ciclului sa se faca cu respectarea conditiilor de mai sus.

Obs.2 Fazele de schimbare a turatiei arborelui principal si de schimbare a turatiei si sensului de rotire a lui nu primesc, in fereastra de editare, valori pentru pozitiile extreme si nici pentru sanie.

⁵⁰ S-a stabilit anterior ca $l_{varf \ tamponare} = 0$

⁵¹ Vezi Cap. 2.4.5.8 - Calculul pozitiilor centrelor rolor pe came la inceputul si sfarsitul curselor de lucru

⁵² Idem ⁴⁵

⁵³ Idem ⁴⁵

Burghiarea adanca constituie un caz aparte de succesiune de faze de lucru (burghieri) realizate cu aceeași poziție a capului revolver, deci aceeași scula. Burghiul trebuie retras periodic pentru a permite evacuarea aschiilor. Intre două burghieri succesive, sania capului revolver executa o retragere rapidă și o apropiere rapidă, fără schimbarea capului revolver. Deci succesiunea fazelor la o burghiere adanca este urmatoarea:

- burghiere 1 (i);
- retragere rapidă sanie cap revolver ($i+1$);
- apropiere rapidă sanie cap revolver ($i+2$);
- burghiere 2 ($i+3$);
- etc.,

numarul burghierilor depinzand de lungimea gaurii.

Marimea unei retrageri rapide este egală cu lungimea de suprapunere a varfului burghiului peste axa de simetrie a piesei, l_{suprap} , de la burghierea ce precede retragerea. Rezulta razele camei capului revolver pentru faza de retragere rapidă:

$$R_{ci\ i+1} = R_{cf\ i} \quad (119)$$

$$R_{cf\ i+1} = R_{ci\ i+1} - l_{suprap\ i} \quad (120)$$

Apropierea rapidă se face până la 1 mm de fundul gaurii executate. Deci razele camei capului revolver la aceasta fază sunt:

$$R_{ci\ i+2} = R_{cf\ i+1} \quad (121)$$

$$R_{cf\ i+2} = R_{ci\ i+2} + l_{suprap\ i} - 1 \quad (122)$$

Doar după ultima dintre patrunderi retragerea rapidă a saniei capului revolver va ține seama și de retragerea datorată mecanismului biela-manivela, iar calculul razelor camei se face conform celor arătate mai sus, în funcție de fază de lucru ce urmează burghierii adanci.

Este evident că pentru toate patrunderile succesive de la o burghiere adanca poziția varfului burghiului l_{varf} față de suprafața cilindrică a capului revolver trebuie să fie aceeași, și anume cea de la ultima patrundere. Pentru aceasta se modifică la fiecare dintre patrunderile anterioare termenul k din expresia lungimilor de închidere astfel:

$$k_i = k_{i+2} + l_{i\ i+2} \quad [\text{mm}] \quad (123)$$

și, implicit, lungimile de închidere L_i :

$$L_{i\ i} = L_{i\ i+2} + l_{i\ i+2} \quad [\text{mm}] \quad (124)$$

unde $l_{i\ i+2}$ este lungimea (tehnologică a) gaurii ce se realizează la urmatoarea patrundere.

2.4.5.10 Determinarea unghiurilor pentru fazele auxiliare

Un ciclu de prelucrare a unei piese este compus din faze de lucru si faze auxiliare (de mers in gol). La strungurile de tip SARO, fazele auxiliare sunt: alimentarea cu semifabricat, schimbarea pozitiei capului revolver, schimbarea turatiei, a sensului de rotatie (la SARO-42 si SARO-60) si schimbarea turatiei si sensului de rotire a arborelui principal (la SARO-16 si SARO-25), apropierea si retragerea rapida a saniilor. S-a considerat faza auxiliara si faza de mentinere, cu cele doua variante⁵⁴, dat fiind faptul ca ea influenteaza nesemnificativ sau deloc durata procesului.

De obicei⁵⁵, o piesa se realizeaza la o rotatie completa a arborelui de comanda. Deci, suma unghiurilor corespunzatoare fazelor de lucru principale $\sum \alpha_{li}$ si a unghiurilor corespunzatoare fazelor auxiliare principale $\sum \alpha_{gi}$ trebuie sa fie egala cu 360°

$$\sum \alpha_{li} + \sum \alpha_{gi} = 360^\circ \quad (125)$$

unde i este faza principala, de lucru sau auxiliara.

Programul atribuie fiecarei faze auxiliare, principale sau suprapuse, numarul de grade in functie de natura ei.

Pentru **alimentarea cu semifabricat, schimbarea pozitiei capului revolver, schimbarea turatiei, a sensului de rotatie** si, respectiv, **schimbarea turatiei si sensului de rotire** a arborelui principal se indica in cartea tehnica (tab.2) timpii necesari executarii acestor faze auxiliare, in functie de tipul strungului.

Cum, la un ciclu, arborele cu came face o rotatie completa, 360° , si ciclul dureaza T_c secunde, rezulta ca numarul de grade corespunzator acestor faze este:

$$\alpha_{gi} = t_{gi} \cdot \frac{360}{T_c} \quad [\text{grade}] \quad (126)$$

unde: t_{gi} -timpul cat dureaza faza auxiliara I , in s.

Pentru fazele de **apropiere si retragere rapida** pe cama a saniilor problema este mai complexa. In vederea evitarii blocarii mecanismelor de comanda, a desprinderii rolei culegatorului de pe cama si asigurarii unei productivitati maxime, este recomandabila folosirea curbilor sablon date de firma producatoare⁵⁶. Valorile deplasarilor unghiulare depind de tipul strungului, tipul saniei, durata ciclului de prelucrare si marimea razelor camei de comanda la inceputul si sfarsitul cursei.

⁵⁴ Vezi Cap. 2.4.4.2.1 - Denumirea fazei

⁵⁵ Se pot realiza si doua sau chiar mai multe piese, identice, la o rotatie completa a arborelui de comanda doar daca sunt folosite putine locasuri ale capului revolver.

⁵⁶ S-a optat pentru curbele sablon, chiar in cazul unei proiectari asistate a procesului tehnologic, si pentru a putea reutiliza, in conditii corecte, came de comanda din magazia de came. Vezi Cap.3 - Reutilizarea camelor de comanda in proiectarea asistata

Deplasările unghiulare pe curbele sablon se determina, la o proiectare manuala a procesului tehnologic, cu ajutorul formularelor de cama si a sabloanelor. La o proiectare asistata, insa, acest lucru nu este posibil. Determinarea trebuie facuta analitic, pe baza documentatiei de executie a sabloanelor.

Astfel, indiferent de tipul saniei, strungului, durata ciclului, atat curbele de urcare (apropiere rapida), cat si cele de coborare (retragere rapida) sunt arce de cerc, de centru si raza precizate (fig.45, tab.12)⁵⁷.

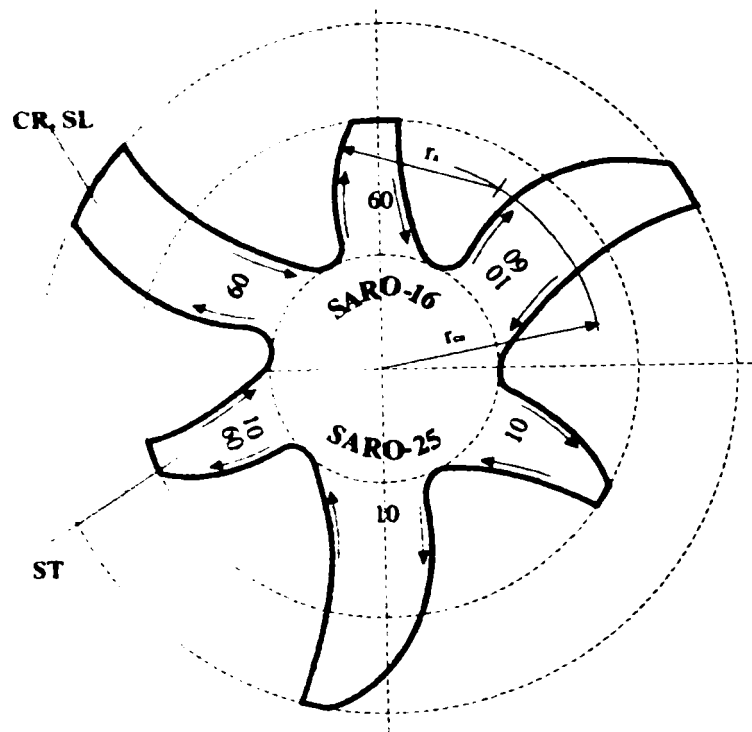


fig.45 Sablon pentru trasat urcarea si coborarea pe cama la SARO-16 si SARO-25
 r_{ca} - raza cercului centrului arcului sablon; r_a - raza arcului sablon;

Din fisa de calcul, despre fazele de apropiere si retragere rapida, pentru oricare dintre sanii, se cunosc in aceasta etapa a intocmirii ei doar pozitiile extreme ale centrului rolei culegatorului la inceputul si sfarsitul fazei, adica raza de inceput R_{ci} si raza de sfarsit R_{cf} de cursa, urmand sa se determine unghiurile pe cama corespunzatoare acestor pozitii, respectiv, intr-o prima faza, valoarea unghiului cuprins intre cele doua pozitii.

Pentru a usura determinarea analitica, se lucreaza in coordonate carteziane.

De asemenea, pentru ca unghiul aferent acestor miscari nu este influentat de pozitia in cadrul ciclului a fazelor de apropiere / retragere rapida (deci de valoarea unghiului de inceput de faza, de ex.) s-a considerat, pentru simplificarea ecuatiilor, cazul in care centrul arcelor corespunzatoare curbelor sablon este pe abscisa unui sistem de coordonate cu centrul in centrul camei de comanda (fig.46).

⁵⁷ Se prezinta numai sablonul pentru strungurile SARO-16 si SARO-25 pentru ca cel pentru SARO42 si SARO-60 este foarte asemanator. De asemenea, in fig.41 s-a cotate literal numai arcul de urcare pentru camele saniilor transversale (ST). Pentru toate curbele sablonului si toate strungurile de tip SARO valorile celor doua raze corespunzatoare r_{ca} si r_a sunt date in tab.12.

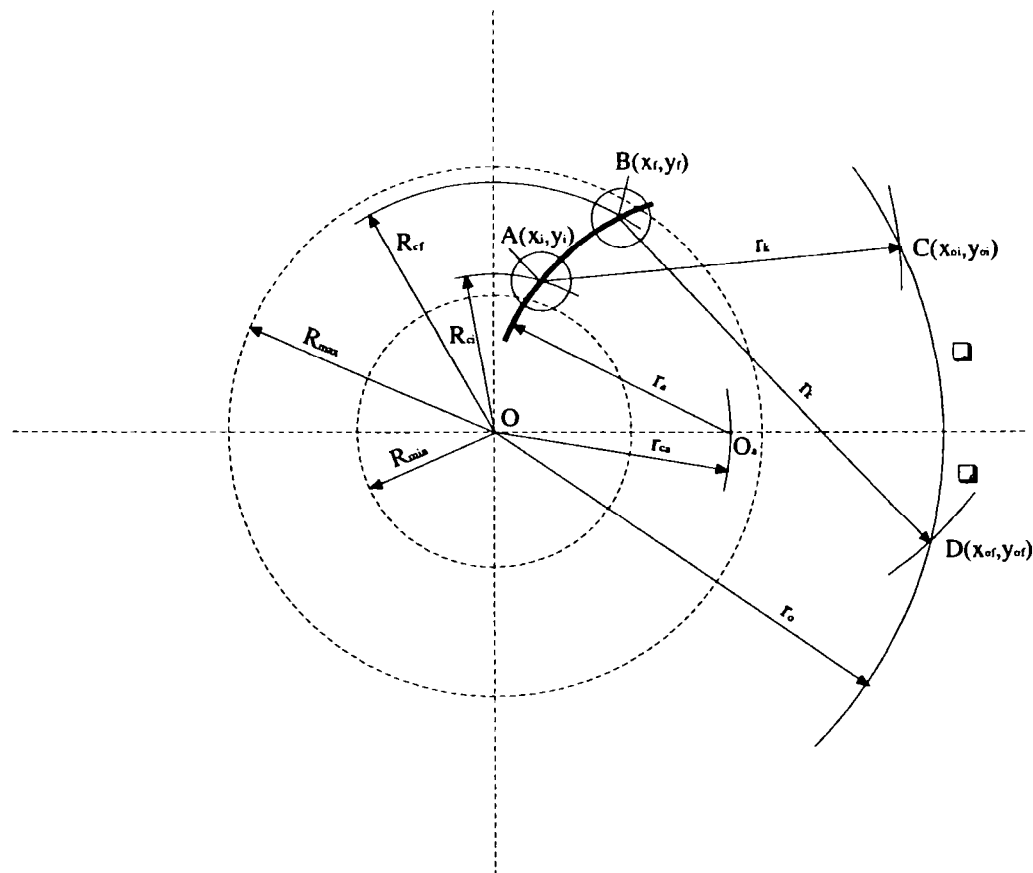


fig.46 Determinarea unghiului aferent fazelor de apropiere/retragere rapida pe cama
 r_0 - distanta centrului de basculare a bratului culegatorului fata de axa camelor; r_k - lungimea bratului culegatorului stabilesc pozitiile unghiulare ale articulatiei .

Se determina mai intai coordonatele carteziene al pozitiilor de inceput si de sfarsit de cursa ale centrului rolei culegatorului. Acestea sunt coordonatele punctelor de intersectie $A(x_i, y_i)$ si $B(x_f, y_f)$ ale arcului corespunzator curbei sablon cu cercurile de raza R_{ci} si, respectiv, R_{cf} .

Astfel, pentru pozitia de inceput de cursa (punctul A) se scriu ecuatiile :

$$\begin{cases} (x-r_{ca})^2 + y^2 = r_a^2 \\ x^2 + y^2 = R_{ci}^2 \end{cases} \quad (127)$$

unde:

r_{ca} - raza cercului centrului arcului sablon;

r_a - raza arcului sablon;

$$\begin{cases} x^2 - 2x \cdot r_{ca} + r_{ca}^2 + y^2 = r_a^2 \\ x^2 + y^2 = R_{ci}^2 \end{cases} \quad (128)$$

$$\begin{cases} 2x \cdot r_{ca} = R_{ci}^2 + r_{ca}^2 - r_a^2 \\ x^2 + y^2 = R_{ci}^2 \end{cases} \quad (129)$$

De unde, coordonatele punctului A de inceput de cursa sunt:

$$\begin{cases} x_i = \frac{R_{ci}^2 + r_{ca}^2 - r_a^2}{r_{ca}} \\ y_i = +\sqrt{R_{ci}^2 - x_i^2} \end{cases} \quad (130)$$

Pentru ordonata y_i se alege soluția pozitivă deoarece se considera doar intersecția celor două cercuri din cadranul I.

Analog, pornind de la ecuația arcului sablon și ecuația cercului de rază R_{cf} :

$$\begin{cases} (x - r_{ca})^2 + y^2 = r_a^2 \\ x^2 + y^2 = R_{cf}^2 \end{cases} \quad (131)$$

se obțin coordonatele punctului B de sfârșit de cursă:

$$\begin{cases} x_f = \frac{R_{cf}^2 + r_{ca}^2 - r_a^2}{r_{ca}} \\ y_f = +\sqrt{R_{cf}^2 - x_f^2} \end{cases} \quad (132)$$

Din modul de construcție a curbelor camelor de comandă se știe că unghiul pe cămașă afectat oricărei mișcări, pentru culegătoare cu brat oscilant cum este și în cazul strungurilor de tip SARO, este egal cu unghiul cuprins între pozițiile extreme, de început și sfârșit de cursă, ale articulației bratului culegătorului pe cercul de rază r_o și centru în centrul cămei (fig.46). Se determină, de aceea, mai întâi coordonatele carteziene ale acestor puncte, $C(x_{oi}, y_{oi})$ și $D(x_{of}, y_{of})$.

Punctul C se află la intersecția cercului articulației culegătorului cu arcul de cerc cu centrul în punctul A, corespunzător poziției centrului rolei culegătorului la început de cursă, și raza r_k egală cu lungimea bratului culegătorului:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 = r_o^2 \\ (x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 = r_k^2 \end{cases} \quad (133)$$

$$\begin{cases} x^2 + y^2 = r_o^2 \\ x^2 - 2x_i \cdot x + x_i^2 + y^2 - 2y_i \cdot y + y_i^2 = r_k^2 \end{cases} \quad (134)$$

Se înlocuiește în a doua ecuație suma $x^2 + y^2$ cu r_o^2 și se obține:

$$r_o^2 + x_i^2 + y_i^2 - r_k^2 - 2x_i \cdot x = 2y_i \cdot y \quad (135)$$

Se notează, pentru simplificare:

$$m = r_o^2 + x_i^2 + y_i^2 - r_k^2 \quad (136)$$

și se obține:

$$2y_i \cdot y = m - 2x_i \cdot x \quad (137)$$

$$y = \frac{m - 2x_i \cdot x}{2y_i} \quad (138)$$

Se înlocuiește y în prima ecuație și se obține o ecuație de gradul 2 în x :

$$x^2 + \left(\frac{m - 2x_i \cdot x}{2y_i} \right)^2 = r_o^2 \quad (139)$$

$$x^2 + \left(\frac{m}{2y_i} - \frac{x_i}{y_i} \cdot x \right)^2 = r_o^2 \quad (140)$$

$$x^2 + \left(\frac{m}{2y_i} - \frac{x_i}{y_i} \cdot x \right)^2 = r_o^2 \quad (141)$$

$$x^2 + \left(\frac{m}{2y_i} \right)^2 - 2 \frac{mx_i}{2y_i^2} \cdot x + \left(\frac{x_i}{y_i} \right)^2 \cdot x^2 = r_o^2 \quad (142)$$

$$\left(1 + \frac{x_i^2}{y_i^2} \right) \cdot x^2 - \frac{mx_i}{y_i^2} \cdot x + \left(\frac{m}{2y_i} \right)^2 - r_o^2 = 0 \quad (143)$$

Pentru ca intereseaza numai intersectia cu abscisa pozitiva, rezulta coordonatele punctului C(x_{oi} , y_{oi}):

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{oi} = \frac{\frac{mx_i}{y_i^2} + \sqrt{\left(\frac{mx_i}{y_i^2} \right)^2 - 4 \cdot \left(1 + \frac{x_i^2}{y_i^2} \right) \cdot \left[\left(\frac{m}{2y_i} \right)^2 - r_o^2 \right]}}{2 \cdot \left(1 + \frac{x_i^2}{y_i^2} \right)} \\ y_{oi} = \frac{m}{2y_i} - \frac{x_i}{y_i} \cdot x_{oi} \end{array} \right. \quad (144)$$

In mod analog se determina coordonatele punctului D(x_{of} , y_{of}), corespunzator pozitiei de sfarsit de cursa a articulatiei bratului culegatorului:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{of} = \frac{\frac{mx_f}{y_f^2} + \sqrt{\left(\frac{mx_f}{y_f^2} \right)^2 - 4 \cdot \left(1 + \frac{x_f^2}{y_f^2} \right) \cdot \left[\left(\frac{m}{2y_f} \right)^2 - r_o^2 \right]}}{2 \cdot \left(1 + \frac{x_f^2}{y_f^2} \right)} \\ y_{of} = \frac{m}{2y_f} - \frac{x_f}{y_f} \cdot x_{of} \end{array} \right. \quad (145)$$

Unghiul aferent fazei de apropiere / retragere rapida se determina ca diferenta, in valoare absoluta, a unghiurilor la centru ale punctelor C si D. Pentru aceasta este necesara trecerea coordonatelor lor carteziene in coordonate polare:

$$\begin{cases} x_{\alpha} = r_o \cdot \cos \theta_C \\ y_{\alpha} = r_o \cdot \sin \theta_C \end{cases} \quad (146)$$

respectiv:

$$\begin{cases} x_{\alpha'} = r_o \cdot \cos \theta_D \\ y_{\alpha'} = r_o \cdot \sin \theta_D \end{cases} \quad (147)$$

unde:

θ_C -unghiul la centru al punctului C, in grade;

θ_D -unghiul la centru al punctului D, in grade.

De unde:

$$\operatorname{tg} \theta_C = \frac{y_{\alpha}}{x_{\alpha}} \Rightarrow \theta_C = \operatorname{arctg} \frac{y_{\alpha}}{x_{\alpha}} \quad (148)$$

$$\operatorname{tg} \theta_D = \frac{y_{\alpha'}}{x_{\alpha'}} \Rightarrow \theta_D = \operatorname{arctg} \frac{y_{\alpha'}}{x_{\alpha'}} \quad (149)$$

Rezulta, in sfarsit:

$$\alpha_g = |\theta_C - \theta_D| = \left| \operatorname{arctg} \frac{y_{\alpha}}{x_{\alpha}} - \operatorname{arctg} \frac{y_{\alpha'}}{x_{\alpha'}} \right| \quad (150)$$

unde:

α_g -unghiul pe cama de comanda aferent unei faze de apropiere / retragere rapida, in grade.

Atribuind in acest fel grade tuturor fazelor de apropiere si retragere rapida si folosind curbele sablon se obtin came unitare din punctul de vedere al curbelor de comanda pentru astfel de faze, influentate doar de tipul strungului si al saniei folosite, de felul miscarii (apropiere sau retragere) si de durata ciclului, nu si de alte particularitati ale procesului tehnologic (de ex. forma piesei). Se poate in acest fel pune problema reutilizarii camelor de comanda fara a exista riscul blocarii mecanismelor de comanda sau a desprinderii rolei culegatorului de pe cama.

Valorile pentru cele doua raze r_{ca} si r_a sunt prezentate in tab.12.

In ce priveste faza de **mentinere**, cele doua variante⁵⁸ trebuie privite separat datorita modului diferit in care influenteaza procesul tehnologic:

- mentinerea saniei pentru finisare - s-a considerat suficienta atribuirea unui singur grad sexagesimal:

$$\alpha_{gi} = 1^\circ \quad (151)$$

unde i este o faza de mentinere pentru finisare;

⁵⁸ Vezi Cap. 2.4.4.2.1 - Denumirea fazei

tab. 12 Valorile razelor r_{ca} si r_a in functie de strung, sanie, durata ciclu si fel miscare

Strung	Sanie	Durata ciclu	Felul miscarii	r_{ca} [mm]	r_a [mm]
SARO 16 SARO 16	CR, SL	< 10''	apropiere rapida	64	50
			retragere rapida	121	85
		10''...60''	apropiere rapida	69	57
			retragere rapida	121	85
		>60''	apropiere rapida	87	75
			retragere rapida	121	88
	ST	< 10''	apropiere rapida	55,5	57
			retragere rapida	115	78
		10''...60''	apropiere rapida	59,3	57
			retragere rapida	112,3	78
		>60''	apropiere rapida	62,2	57
			retragere rapida	111,5	78
SARO 42 SARO 60	CR, SL	< 15''	apropiere rapida	85	85
			retragere rapida	842	812
		15''...60''	apropiere rapida	92	87
			retragere rapida	842	812
		>60''	apropiere rapida	107	97
			retragere rapida	360	332
	ST	< 15''	apropiere rapida	64	61,5
			retragere rapida	132	90
		15''...60''	apropiere rapida	71,5	68
			retragere rapida	132	93
		>60''	apropiere rapida	82	73
			retragere rapida	132	93

– mentinerea saniei pentru strunjire longitudinala / sprijin SF - este o faza suprapusa peste faza de lucru ce o urmeaza⁵⁹ si unghiul aferent mentinerii este egal cu cel al fazei de lucru :

$$\alpha_g = \alpha_l \quad (152)$$

Unghiul total α_{gt} pentru fazele auxiliare principale se obtine prin insumarea unghiurilor aferente acestor faze:

$$\alpha_{gt} = \sum \alpha_{g_i} \quad (153)$$

De unde, timpul din ciclu efectiv afectat acestor faze este:

$$T_{gef} = \frac{\alpha_{gt}}{360} \cdot T_{cales} \quad [s] \quad (154)$$

Cum, la un ciclu, arborele cu came face o rotatie completa, 360° , si ciclul dureaza T_c secunde, rezulta ca numarul de grade corespunzator acestor faze este:

$$\alpha_{g_i} = t_{g_i} \cdot \frac{360}{T_c} \quad [\text{grade}] \quad (155)$$

unde: t_{g_i} -timpul cat dureaza faza auxiliara i , in s.

⁵⁹ Vezi Cap. 2.4.4.1.2 - Recomandari specifice proiectarii asistate

Obs. Pentru ca unele faze auxiliare ca alimentarea cu semifabricat, schimbarea pozitiei capului revolver, schimbarea turatiei, a sensului de rotatie si, respectiv, schimbarea turatiei si sensului de rotire au timpi determinati de executie, neinfluentati de durata ciclului ci doar de tipul strungului, la durate foarte mici ale ciclului, de cateva secunde, numarul de diviziuni aferente acestor miscari devine semnificativ de mare. Este posibil ca unghiul total α_{gt} sa depaseasca chiar valoarea de 360° . In acest caz este necesara o durata a ciclului mai mare, alegandu-se o pondere a fazelor auxiliare mare⁶⁰.

2.4.5.11 Calculul unghiurilor aferente fazelor de lucru

Odata calculat unghiul total α_{gt} pentru fazele auxiliare principale, programul poate calcula unghiul total ramas pentru fazele de lucru principale α_{lef} :

$$\alpha_{lef} = 360^\circ - \alpha_{gt} \quad [\text{grade}] \quad (156)$$

si timpul din ciclu efectiv afectat acestor faze:

$$T_{lef} = \frac{\alpha_{lef}}{360} \cdot T_{cales} \quad [\text{s}] \quad (157)$$

Numarul total de rotatii echivalente efectiv realizate de catre arborele principal in timpul fazelor de lucru principale depinde de acest timp:

$$N_{tef} = \frac{T_{lef} \cdot n_{bef}}{60} \quad [\text{rot}] \quad (158)$$

in care n_{bef} este turatia de baza efectiva a arborelui principal. Valoarea se rotunjeste superior.

Exista doua situatii posibile, cu implicatii diferite si, de aceea, tratate separat de catre program:

a. $N_{tef} < N_{te}$

adica numarul total de rotatii echivalente efective ale arborelui principal este mai mic decat numarul total de rotatii echivalente calculat initial⁶¹. Se reaminteste ca:

$$N_{te} = \sum_{i=1}^m N_{ei} \quad [\text{rot}] \quad (159)$$

⁶⁰ Vezi Cap. 2.4.5.6 - Calculul duratei ciclului

⁶¹ Vezi Cap. 2.4.5.5 - Calculul numarului de rotatii echivalente ale arborelui principal pentru fazele de lucru

in care:

N_{e_i} -numarul de rotatii echivalente ale arborelui principal la o faza i , in rot;

m -numarul de faze de lucru principale, inclusiv retragerea filierei/ tarodului daca este faza principala.

Micsorarea numarului de rotatii echivalente efective la fazele de lucru principale se face cu diferenta:

$$\Delta N_{te} = N_{te} - N_{te\ ef} \quad (160)$$

Micsorarea se poate face la una, la mai multe sau la toate aceste faze si are ca efect marirea avansurilor de lucru efective.

Obs. Daca se considera ca avansurile de lucru efective rezultate sunt prea mari, se poate relua ciclul de calcul, prin selectarea meniului **Calcul|Fisa de calcul**, alegand o pondere a timpului pentru miscarile in gol T_g mai mare⁶². Rezulta, astfel, o crestere a duratei calculate a ciclului $T_{c\ calc}$ si, implicit, o micsorare a diferentei ΔN_{te} sau chiar o inversare a ei. Marirea duratei ciclului are insa dezavantajul scaderii productivitatii. Trebuie, de aceea, realizat un compromis.

Pentru ca influenta reducerii N_{e_j} asupra avansurilor de lucru sa fie minima, fazele de lucru principale la care se face reducerea se iau in ordinea descrescatoare a numarului de rotatii echivalente N_{e_j} ale fiecareia, iar reducerea se face proportional cu marimea N_{e_j} :

$$N_{e\ ef\ j} = N_{e_j} - \frac{N_{e_j}}{\sum N_{e_j}} \cdot \Delta N_{te} \quad [\text{rot}] \quad (161)$$

unde $\sum N_{e_j}$ este suma rotatiilor echivalente ale fazelor de lucru principale la care se face reducerea N_{e_j} .

Nu se au in vedere fazele de filetare cu filiera, tarodare si retragere a filierei/tarodului, faze la care nu este permisa modificarea numarului de rotatii echivalente ale arborelui principal.

Valoarea obtinuta pentru fiecare $N_{e\ ef\ j}$ se rotunjeste la intreg. Datorita acestei rotunjiri s-ar putea ca:

$$\sum N_{e\ ef\ j} \neq \sum N_{e_j} - \Delta N_{te} \quad (162)$$

sau, altfel spus, reducerea numarului de rotatii echivalente nu s-a facut cu diferenta necesara. De aceea se modifica corespunzator $N_{e\ ef\ j}$ cu valoarea cea mai mare, pentru ca influenta modificarii sa fie minima.

In fereastra de editare a procesului apar atat N_{e_i} , cat si $N_{e\ ef\ i}$, pentru a se putea verifica desfasurarea corecta a calculului.

Asa cum s-a aratat deja, la fazele de lucru principale j la care s-a modificat numarul de rotatii echivalente N_{e_j} este afectat corespunzator si avansul efectiv de lucru:

⁶² Vezi Cap. 2.4.5.6 - Calculul duratei ciclului

$$f_{efj} = \frac{l_{cj}}{N_{efj}} \cdot \frac{n_b}{n_{efj}} \quad [\text{mm/rot}] \quad (163)$$

in care:

- N_{efj} -numarul de rotatii echivalente efective ale arborelui principal la faza de lucru principala j , in rot;
- l_{cj} -lungimea cursei de lucru la faza j , in mm;
- n_b -turatia de baza a arborelui principal, in rot/min;
- n_{efj} -turatia efectiva a fazei de lucru considerate, in rot/min.

La fazele de lucru principale la care nu s-a modificat N_e evident nu se modifica nici avansul de lucru:

$$f_{efi} = f_i \quad (164)$$

Micsorarea numarului de rotatii echivalente la fazele de lucru principale peste care se suprapun alte faze de lucru poate crea probleme. Este posibil ca, in noile conditii, faza suprapusa sa dureze mai mult decat faza principala, respectiv numarului de rotatii echivalente ale arborelui principal la faza de lucru suprapusa $N_{e \text{ suprap}}$ sa devina mai mare decat numarului de rotatii echivalente efective la faza de lucru principala $N_{e \text{ ef princip}}$. Daca acest fapt afecteaza negativ desfasurarea procesului utilizatorul poate opta pentru reducerea, in aceeasi proportie, a numarului de rotatii echivalente ale fazei suprapuse:

$$N_{e \text{ ef sup rap}} = N_{e \text{ sup rap}} \cdot \frac{N_{e \text{ ef princip}}}{N_{e \text{ princip}}} \quad [\text{rot}] \quad (165)$$

Exceptie fac fazele de filetare cu filiera, tarodare si retragere a filierei/tarodului la care nu se poate modifica numarului de rotatii echivalente ale arborelui principal. Aceasta mai degraba teoretic, deoarece nu se recomanda ca aceste faze sa se suprapuna peste alte faze de lucru.

La fazele suprapuse la care s-a modificat N_e se modifica si avansul de lucru efectiv la fel ca la fazele de lucru principale.

b. $N_{te \text{ ef}} > N_{te}$

adica numarului total de rotatii echivalente efective ale arborelui principal sa fie mai mare decat numarului total de rotatii echivalente calculat initial.

Pentru a nu afecta insa unul din parametrii regimului de aschiere, avansul de lucru, se lasa:

$$N_{te \text{ ef}} = N_{te} \quad (166)$$

deci valoarea timpului efectiv afectat fazelor de lucru scade la:

$$T_{1 \text{ ef}} = T_{1 \text{ calculat}} = \frac{N_{te}}{n_b} \cdot 60 \quad [\text{s}] \quad (167)$$

Astfel, numarul de rotatii echivalente efective ale arborelui principal pe fazele de lucru principale i ramane cel calculat:

$$N_{e\ ef\ i} = N_{e\ i} \quad (168)$$

si avansul de lucru ramane cel adoptat initial:

$$f_{e\ f\ i} = f_i \quad (169)$$

In schimb, se mareste corespunzator timpul efectiv afectat fazelor auxiliare principale:

$$T_{g\ ef} = T_{c\ ales} - T_{l\ calculat} \quad (170)$$

Pentru ca valoarea efectiva a unghiului total afectat fazelor de lucru principale este:

$$\alpha_{u\ ef} = \frac{T_{l\ ef}}{T_{c\ ales}} \cdot 360 \quad [\text{grade}] \quad (171)$$

rezulta pentru unghiul total efectiv al fazelor auxiliare principale valoarea:

$$\alpha_{gt\ ef} = 360 - \alpha_{lt\ ef} \quad (172)$$

mai mare decat valoarea initial determinata⁶³ cu:

$$\Delta\alpha_{gt} = \alpha_{gt\ ef} - \alpha_{gt} \quad (173)$$

Suplimentul de grade $\Delta\alpha_{gt}$ ar trebui distribuit pe fazele auxiliare principale. Pentru a nu modifica, insa, profilul camelor de comanda la fazele de apropiere si retragere rapida⁶⁴ prin marirea unghiului afectat acestora, distribuirea gradelor suplimentare se face, in mod uniform, pe fazele auxiliare principale, mai putin cele de apropiere si retragere rapida. Fiecarei astfel de faze ii revine in plus:

$$\alpha_+ = \frac{\Delta\alpha_{gt}}{i_{fap}} \quad (174)$$

in care i_{fap} este numarul de faze auxiliare principale din proces, altele decat apropierea si retragerea rapida.

Astfel, valoarea unghiului aferent fiecarei faze auxiliare principale i ajunge la:

$$\alpha_{g\ ef\ i} = \alpha_{g\ i} + \alpha_+ \quad (175)$$

Valoarea se rotunjeste la intreg.

Daca datorita rotunjirii se atribuie mai multe/putine grade decat cele calculate, diferenta se scade/aduna, pentru simplitate, de la fazele auxiliare principale, incepand cu prima.

⁶³ Vezi Cap. 2.4.5.10 - Determinarea unghiurilor pentru fazele auxiliare.

⁶⁴ Idem ⁶³ - S-au adoptat pentru fazele de apropiere si retragere rapida profilurile sablon recomandate de firma producatoare.

Se scade/aduna doar cate un grad pentru ca prin rotunjire nu poate apare un surplus/deficit mai mare/mic pe fiecare faza in cauza. La fiecare faza auxiliara se castiga/pierde cel mult 0,499... grade.

In consecinta, prin scaderea/adunarea cate unui grad, dupa cel mult jumătate din fazele auxiliare principale se epuizeaza surplusul/deficitul.

Prin aceasta metoda se accepta, inasa, o durata a ciclului mai mare decat cea necesara (data de o pondere supraevaluata a timpului pentru miscarile in gol) si, implicit, o productivitate mai mica. De aceea, programul semnalizeaza tehnologul de posibilitatea reducerii acestei ponderi prin refacerea fisei de calcul. Se apeleaza din nou functia **Calcul|Fisa de calcul** si se introduce in fereastra de dialog corespunzatoare ponderii timpului in gol⁶⁵ o valoare mai mica.

$$c. N_{te\ ef} = N_{te}$$

Acest al treilea caz este o doar o particularizare a cazului b., cand numarul total de rotatii echivalente ale arborelui principal in timpul fazelor de lucru principale nu se modifica:

$$N_{te\ ef} = N_{te} \quad (176)$$

deci $T_{g\ ef}$ si $T_{l\ ef}$ raman si ei nemodificati.

Astfel, numarul de rotatii echivalente efective ale arborelui principal pe fazele de lucru principale i ramane cel calculat:

$$N_{e\ ef\ i} = N_{e\ i} \quad (177)$$

si avansul de lucru ramane cel adoptat initial:

$$f_{ef\ i} = f_i \quad (178)$$

Pentru ca nu este necesara modificarea timpului pentru fazele auxiliare principale $T_{g\ ef}$, raman valabile valorile $\alpha_{g\ i}$ ale unghiurilor aferente acestor faze determinate la Cap.2.4.5.10 - "Determinarea unghiurilor pentru fazele auxiliare", deci si suma lor α_{gt} care reprezinta unghiul total al fazelor auxiliare principale.

Rezulta ca unghiul total efectiv al fazelor de lucru principale se determina astfel:

$$\alpha_{te\ ef} = 360^\circ - \alpha_{gt} \quad (179)$$

In toate cazurile, avand determinat $\alpha_{te\ ef}$, calculul unghiurilor aferente fazelor de lucru principale i se face folosindu-se numarul de rotatii echivalente efective ale arborelui principal:

$$\alpha_{li} = \frac{N_{e\ ef\ i}}{N_{te\ ef}} \cdot \alpha_{te} \quad (180)$$

⁶⁵ Vezi Cap. 2.4.5.6 - Calculul duratei ciclului, fig.34

Valorile se rotunjesc la intreg. Daca datorita rotunjirii:

$$\sum \alpha_{l\ ef\ i} \neq \alpha_{l\ t\ ef} \quad (181)$$

la faza de lucru principala cu unghiul cel mai mare se face corectia:

$$\alpha_{l\ ef\ i} = \alpha_{l\ ef\ i} - (\sum \alpha_{l\ ef\ i} - \alpha_{l\ t\ ef}) \quad (182)$$

De remarcat ca unghiurile aferente fazelor de lucru suprapuse se face utilizand aceeasi formula de mai sus.

2.4.5.12 Calculul intervalelor unghiulare aferente fazelor ciclului de lucru

Daca la o rotatie a arborelui de comanda principal se realizeaza un singur ciclu de lucru, atunci acesta incepe la unghiul de 0° pe camele de comanda si se sfarseste la 360° . In cazul realizarii mai multor cicluri, cele 360° se impart in mod egal pe fiecare ciclu.

Fazele principale, de lucru si auxiliare, sunt consecutive in cadrul ciclului. Se pot, de aceea, avand calculate deja unghiurile aferente fiecarei faze, determina intervalele unghiulare corespunzatoare lor.

Obs. Pentru ca, in aceasta etapa, nu mai are importanta daca faza este de lucru sau auxiliara, se va utiliza o notatie simplificata, α_i , pentru unghiul oricarei faze i .

Astfel, prima faza principala se va desfasura in intervalul:

$$u_{i\ 1} = 0^\circ \quad (183)$$

$$u_{f\ 1} = \alpha_1 \quad (184)$$

unde: u_i -unghiul de inceput al fazei;

u_f -unghiul de sfarsit al fazei.

Limitele intervalelor corespunzatoare celorlalte faze principale se determina:

$$u_{i\ i} = u_{f\ i-1} \quad (185)$$

$$u_{f\ i} = u_{i\ i} + \alpha_i \quad (186)$$

Intr-o a doua etapa se face determinarea intervalelor unghiulare pentru:
-fazele suprapuse anterior - incep odata cu faza peste care se suprapun⁶⁶:

$$u_{i\ suprap} = u_{i\ princip} \quad (187)$$

$$u_{f\ suprap} = u_{i\ suprap} + \alpha_{suprap} \quad (188)$$

-fazele suprapuse posterior - se termina odata cu faza peste care se suprapun:

⁶⁶ Vezi Cap. 2.4.4.2.3 - Felul miscarii

$$u_{f \text{ suprap}} = u_{f \text{ princip}} \quad (189)$$

$$u_{i \text{ suprap}} = u_{f \text{ suprap}} - \alpha_{\text{suprap}} \quad (190)$$

-fazele legate posterior - sunt faze suprapuse in continuarea fazelor suprapuse de care sunt legate:

$$u_{i j} = u_{f i - 1} \quad (191)$$

$$u_{f i} = u_{i j} + \alpha_i \quad (192)$$

In sfarsit, intervalele pentru fazele legate anterior, faze suprapuse care preced fazele suprapuse de care sunt legate:

$$u_{f i} = u_{i i+1} \quad (193)$$

$$u_{i i} = u_{f i} - \alpha_i \quad (194)$$

Obs. In urma executarii fara intreruperi a functiei **Calcul|Fisa de calcul** programul construieste fisierele *.FTC pentru camele de comanda ale saniilor folosite in procesul tehnologic. Lipsa acestor fisiere face imposibila crearea fisierelelor *.DXF⁶⁷, cat si cautarea pentru reutilizare a unor came din baza de came⁶⁸

2.4.5.13 Verificarea fisei de calcul

Dupa fiecare intocmire a fisei de calcul, se face automat verificarea rezultatelor obtinute in urma calculelor:

1. Razele camelor de comanda trebuie sa fie in intervalul admis (R_{\min} , R_{\max}) specific strungului folosit;

2. Conturul camelor de comanda trebuie sa fie continuu, adica sa fie indeplinita conditia ca oricare doua faze consecutive (i si $i+1$) realizate cu o aceeaasi sanie (cama) sa aibe:

$$R_{cf i} = R_{ci i+1} \quad (195)$$

unde:

$R_{cf i}$ -raza camei de comanda la sfarsitul fazei i ;

$R_{ci i+1}$ -raza camei de comanda la inceputul fazei urmatoare $i+1$.

3. Daca in proces exista burghieri adanci, fazele de burghiere (patrunderile) trebuie sa aibe aceeaasi pozitie a varfului sculei.

4. Avansurile de lucru trebuie sa nu depaseasca valorile admisibile.

La prima intocmire a fisei de calcul se creaza un fisier cu extensia VER care are numele procesului tehnologic curent. Rezultatele verificarilor se trec in acest fisier si ele pot fi vizualizate apeland functia **Editare|Verificare fisa**. La orice noua reluare a fisei de calcul se actualizeaza si fisierul cu rezultatele verificarii acestei fise.

⁶⁷ Vezi Cap. 2.4.7.2 - Crearea fisierelelor *.DXF

⁶⁸ Vezi Cap. 2.5.1.2 - Editarea bazei de came de comanda

2.4.5.14 Marirea numarului de piese pe ciclu

La procesele tehnologice simple, ce folosesc cel mult jumătate din alezajele capului revolver, pot fi realizate, pentru marirea productivității prelucrării, două sau poate chiar trei piese identice la un ciclu, adică la o rotație completă a arborelui de comandă principal.

Programul poate transforma un proces tehnologic realizat pentru o singură piesă pe ciclu într-unul pentru mai multe piese identice pe ciclu. Utilizatorul selectează funcția **Calcul|Fisa de calcul|Ciclu** și precizează în fereastra de dialog (fig.47) numărul dorit de piese pe ciclu.

Obs. Funcția **Calcul|Fisa de calcul|Ciclu** este activă numai dacă pentru procesul curent s-a întocmit fisa de calcul⁶⁹.

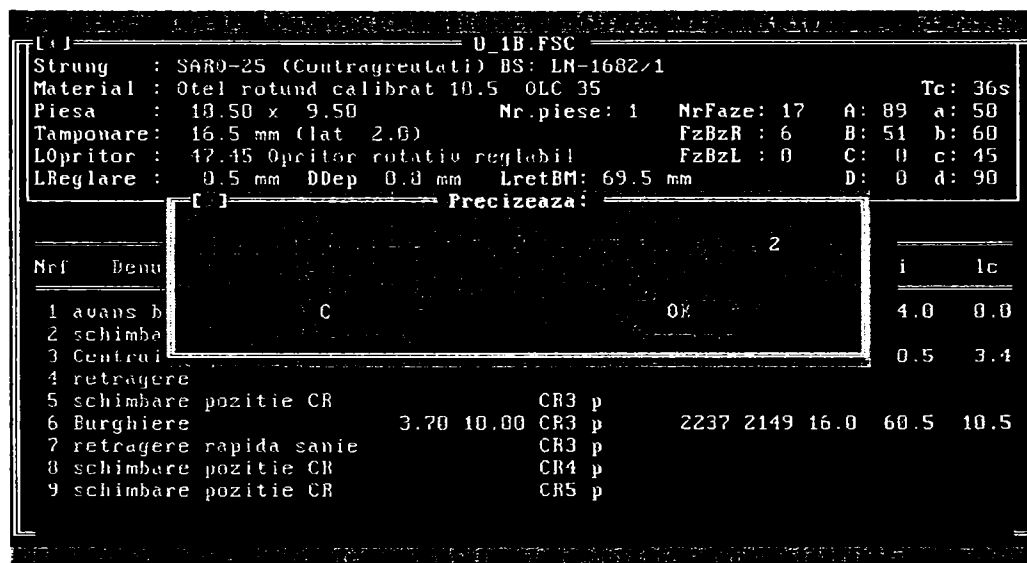


fig.47 Fereastra de introducere a numărului de piese identice pe ciclu

Există trei situații posibile, în funcție de relația dintre numărul introdus de utilizator n_u și numărul de piese realizat de procesul curent n_{piese} :

1. $n_u < n_{piese}$

Presupunând că procesul curent este întocmit pentru mai multe piese identice pe ciclu, problema poate fi rezolvată de utilizator prin stergerea de faze.

2. $n_u = n_{piese}$

Nu are sens pentru că procesul realizează deja acest număr de piese.

3. $n_u > n_{piese}$

Are loc mai întâi o verificare a ultimei poziții ocupate a capului revolver. Numai dacă numărul acesteia verifică condiția:

$$POZ_{CR} < n_{alezaje\ CR} / n_u \quad (196)$$

unde:

POZ_{CR} -ultima poziție (alezaj) ocupată pe capul revolver,

⁶⁹ În fereastra de editare a datelor generale ale procesului nu apare simbolul "FC". Vezi Cap. 2.4.9.1 - Afisarea procesului

Dacă zage CR -numarul de alezaje ale capului revolver se poate realiza numarul de piese dorit.

Se sterg apoi toate fazele auxiliare si se copiaza fazele de lucru ramase de n_u - Zori. Se pastreaza faza de baza initiala, adica faza de lucru care determina turatia rapida a arborelui principal.

Pentru a avea un proces tehnologic complet, utilizatorul trebuie sa apeleze functia **Calcul|Fisa de calcul**.

2.4.6 Intocmirea ciclogramei

Ciclograma prelucrarii pe strunguri automate cu cap revolver este o reprezentare grafica destinata sa puna in evidenta succesiunea si suprapunerea in timp a tuturor fazelor procesului repartizate pe sanii.

Intocmirea si desenarea ciclogramei este posibila numai dupa executia completa, fara mesaje de intrerupere, a procedurii **Fisa de calcul** (altfel aceasta functie este inhibata), cand sunt determinate intervalele unghiulare pentru toate fazele procesului. Ciclograma evidentiaza eventualele greseli in succesiunea si suprapunerea fazelor, utilizarea insuficienta a masini-unelte sau posibilitati de imbunatatire a procesului tehnologic.

Reprezentarea poate fi in coordonate rectangulare (ciclograma desfasurata - fig.48) sau polare (ciclograma polara - fig.49). Vizualizarea ciclogramei se face apeland unul din meniurile:

-Grafica|Ciclograma|Desfasurata (fig.48):

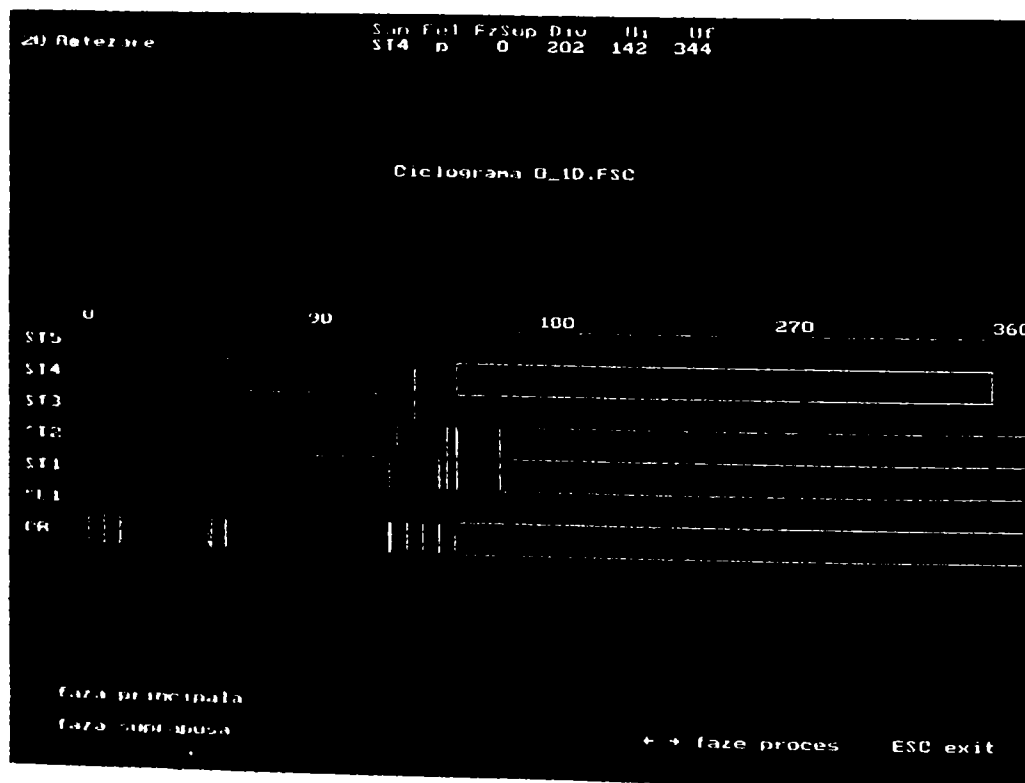
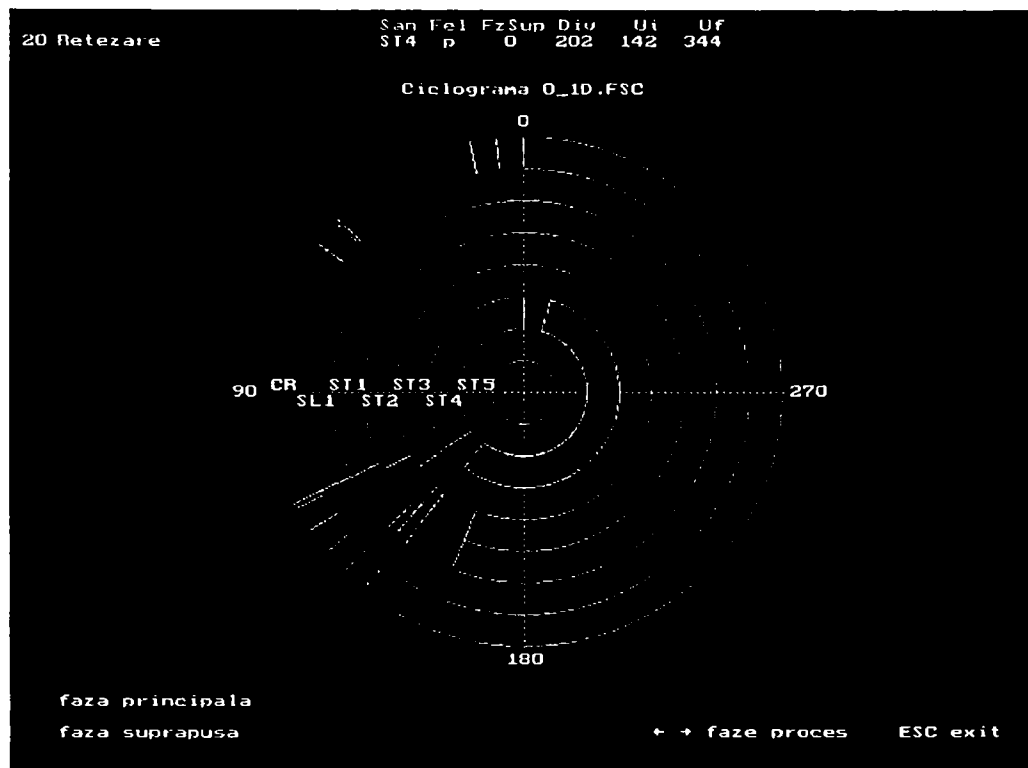


fig.48 Ciclograma desfasurata

-Grafica|Ciclograma|Polara (fig.49)**fig.49 Ciclograma polara**

Pentru o identificare mai usoara:

- fazele principale sunt colorate in albastru, iar cele suprapuse in rosu;
- fazele de lucru sunt desenate cu culoare plina, iar cele auxiliare in dungi.

In ambele cazuri utilizatorul poate urmari secvential intregul proces prin apasarea sagetilor [←] [→]. El primeste astfel informatiile legate de faze necesare verificarii corectitudinii succesiunii si suprapunerii lor:

- numarul fazei
- denumirea fazei
- sania cu care se executa faza
- felul miscarii
- numarul fazei peste care se suprapune, daca este cazul
- numarul de diviziuni ale fazei
- intervalul unghiular al ciclului in care se desfasoara faza: unghiul de inceput si unghiul de sfarsit.

Faza din proces accesata este marcata pe ciclograma cu un chenar de culoare galbena.

2.4.7 Crearea fisierelor de rezultate

2.4.7.1 Crearea fisierelor *.FTC

Fisierele *.FTC sunt create automat de catre program¹ dupa intocmirea fisei de calcul, adica la sfarsitul executiei fara intreruperi a functiei **Calcul|Fisa de calcul**.

Aceste fisiere, unul pentru fiecare cama, cuprind informatiile legate de camele de comanda ale saniilor folosite in procesul tehnologic in curs de proiectare (deschis) necesare executarii lor:

- reperul de prelucrat
- strungul pe care se face prelucrarea
- sania comandata
- tipul camei
- latimea camei, in mm;
- raza la varf a tchetului (raza rolei), in mm
- excentricitatea tchetului
- denumirile fazelor executate cu cama considerata, in succesiunea lor
- pozitiile centrului rolei culegatorului la inceputul si sfarsitul fiecărei faze executate cu cama considerata
- intervalele unghiulare aferente fiecărei faze

Fisierele *.FTC servesc definirii camelor de comanda necesare procesului. Ele sunt folosite la crearea, pentru desenare, a fisierelor *.DXF si la cautarea in baza de came, pentru reutilizare, a unor eventuale came de inlocuire.

Numele fisierelor *.FTC este atribuit in mod automat de catre program astfel:

-avand in curs de proiectare procesul *nume.FSC*, se ataseaza numelui procesului terminatia "*sanie*", unde *sanie* este cate una din saniile folosite in proces. Se obtine in acest fel cate un fisier *nume_sanie.FTC* pentru fiecare sanie. *Sanie* poate fi, in functie de sanie:

- cr* - sania capului revolver
- sl* - sania longitudinala spate SL1
- s1* - sania transversala spate ST1
- s2* - sania transversala verticala ST2
- s3* - sania transversala verticala ST3
- s4* - sania transversala verticala ST4
- s5* - sania transversala verticala ST5

-daca *nume* are mai mult de 6 litere, pentru ca in DOS un nume de fisier nu poate depasi lungimea de 8 litere, el se truncheaza la primele 6.

2.4.7.2 Crearea fisierelor *.DXF

Fisierele *.DXF sunt create de catre program la apelarea functiei **Calcul|Fisiere DXF**. Ele se pot crea numai daca exista fisierele *.FTC. Altfel functia este inactiva. Se creaza cate un fisier *.DXF pentru fiecare fisier *.FTC, deci pentru fiecare cama folosita in procesul tehnologic ce se proiecteaza (curent).

Fisierele *.DXF constituie desenele de contur ale camelor de comanda ale procesului in AutoCAD. Aceste desene trebuie doar completate, in mediul AutoCAD, cu cotele si informatiile din indicator si se obtin desenele de executie ale camelor de comanda.

Numele fisierelor *.DXF este atribuit in mod automat de catre program la fel ca la fisierele *.FTC⁷⁰.

Obs. O modificare adusa procesului tehnologic (*.FSC) urmata de refacerea fisei de calcul nu modifica fisierele create prin apelarea de functii program (*.DXF, *.CNC, *.PLO). Pentru actualizarea lor trebuie apelate functiile respective.

2.4.7.3 Crearea fisierelor *.CNC

Fisierele *.CNC sunt create de catre program la apelarea functiei **Calcul|Fisiere CNC**. Ele se pot crea numai daca exista fisierele *.DXF. Altfel functia este inactiva. Se creaza cate un fisier *.CNC pentru fiecare fisier *.DXF, deci pentru fiecare cama folosita in procesul tehnologic ce se proiecteaza.

Fisierele *.CNC constituie programele neutrale CNC (programul de conturare) ale camelor de comanda ale procesului pentru executia acestora pe masini-unelte cu comanda numerica. Aceste programe trebuie completate (sunt fisiere text) cu celelalte instructiuni necesare functionarii masinii-unelte.

Numele fisierelor *.CNC este atribuit in mod automat de catre program la fel ca la fisierele *.FTC⁷¹.

2.4.7.4 Crearea planului de operatii (fisierul *.PLO)

Fisierul *.PLO este creat de catre program la apelarea functiei **Calcul|Plan de operatii**. El se pot crea numai daca a fost intocmita corect fisa de calcul, adica daca s-a executat fara eroare functia **Calcul|Fisa de calcul**. Altfel functia de creare a fisierului *.PLO este inactiva.

Fisierul *.PLO cuprinde toate informatiile continute intr-un plan de operatii obisnuit pentru strunguri automate.

Numele fisierului *.PLO este atribuit in mod automat de catre program si este acelasi cu al procesului tehnologic.

⁷⁰ Vezi Cap. 2.4.7.1 - Crearea fisierelor *.FTC

⁷¹ Idem ⁷⁰

2.4.7.5 Crearea fisierului *.VER

Fisierul *.VER este creat automat de catre program de la prima intocmire a fisei de calcul corespunzatoare unui proces tehnologic. El contine rezultatele verificarii⁷², de catre program, a fisei de calcul intocmite. Vizualizarea acestor rezultate se poate face de catre utilizator prin apelarea meniului **Editare|Verificare fisa**.

Numele fisierului *.VER este atribuit in mod automat de catre program si este acelasi cu al procesului tehnologic.

2.4.8 Vizualizarea camelor de comanda

Vizualizarea camelor de comanda in vederea analizarii formei, a continuitatii lor, a incadrarii profilului in intervalul $[D_{min}, D_{max}]$ admis se face apeland meniul **Grafica|Came** (fig.50). In lista de sanii prezentata in meniu sunt active doar cele pentru care au rezultat in fisa de calcul came de comanda.

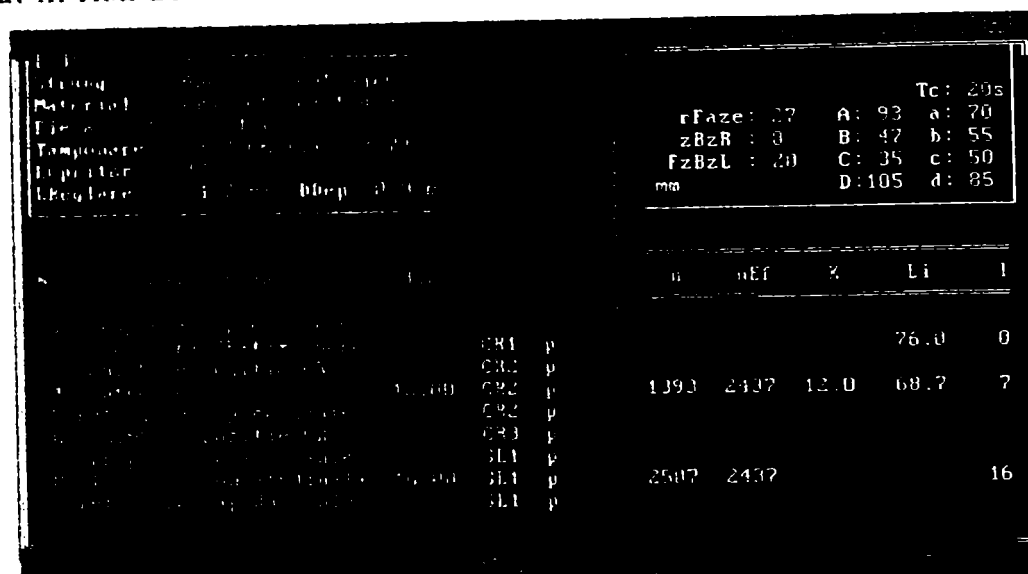


fig.50 Meniul Grafica|Came pentru vizualizarea camelor de comanda din procesul tehnologic activ

Se pot vizualiza numai camele de comanda aferente procesului tehnologic aflat in lucru (deschis) si numai daca fisa de calcul a fost intocmita (folosind functia **Calcul|Fisa de calcul**) corect, fara mesaje de intrerupere. Daca nu este deschis nici un proces tehnologic (fisier *.FSC) toate functiile din meniul **Grafica|Came** sunt inactivate.

Avand in vedere faptul ca se doreste in aceasta faza doar verificarea corectitudinii fisei de calcul, se face reprezentarea grafica a traiectoriei centrului rolei culegatorului, deci se folosesc exact rezultatele din fisa de calcul: tipul fazei, razele de inceput si de sfarsit de faza, intervalul unghiular aferent fiecarei faze.

Pentru verificarea dimensionala a camei, in reprezentarea grafica (fig.51) sunt desenate in culoare rosie cercurile corespunzatoare diametrelor minim si maxim admise pentru profilul de comanda. Se pot identifica pe cama, folosind tastele sageata [\leftarrow] si

⁷² Vezi Cap. 2.4.5.13 - Verificarea fisei de calcul

[→], fazele aferente fiecărei curbe. Itinerariul tehnologic se parcurge secvențial, afișându-se pentru fiecare fază caracteristicile mai importante, cele necesare verificărilor: numărul fazei, denumirea fazei, sania cu care se efectuează, raza centrului rolei la începutul și sfârșitul fazei, numărul de diviziuni aferente fazei, unghiul de început și de sfârșit a fazei.

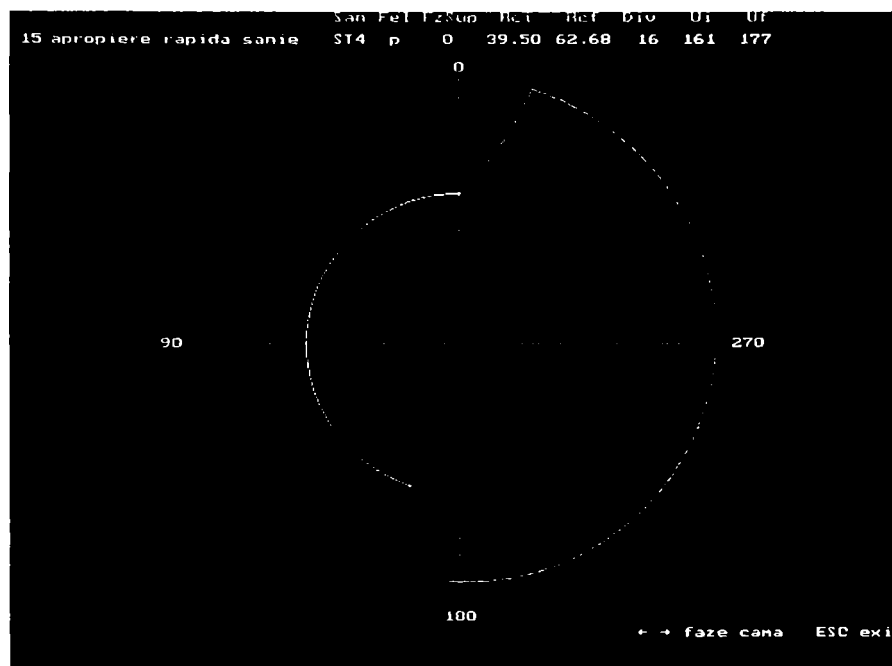


fig.51 Reprezentarea grafică a unei came de comandă

Dacă faza afișată este executată cu cama din reprezentare scrierea caracteristicilor se face cu culoare albă, iar curba aferentă se desenează în albastru, galben sau verde pentru fazele de lucru, respectiv auxiliare. Dacă însă faza nu se execută cu cama reprezentată, scrierea fazei se face cu culoare gri și pentru că, evident, profilul de comandă al fazei nu este reprezentat se marchează cu roșu, pe cercul de rază maximă a poziției rolei culegătorului, intervalul aferent acestei faze.

Profilul curbelor de comandă depinde de tipul fazei și el este reprezentat ca atare:

- arc de cerc - pentru fazele de avans bară SF/tamponare, menținere, schimbare turatie și sens AP, schimbare poziție CR, schimbare turatie AP și repaos;
- spirala arhimedica - pentru toate fazele de lucru și retragere filiera/tarod;
- curba sablon⁷³ - pentru fazele de apropiere și retragere rapidă a saniilor.

Desenarea primelor două tipuri de curbe nu ridică probleme. Ele au centrul în centrul camei și unghiurile de început și de sfârșit sunt cele din fișa de calcul.

Pentru curbele sablon, însă, chiar dacă ele sunt arce de cerc, așa cum s-a arătat în Cap.2.4.5.10, centrul și deschiderea fiecărui arc trebuie determinate prin calcul analitic.

Centrul arcului de cerc al profilului de comandă pentru fazele de apropiere și retragere rapidă a saniilor (fig.52) se află la intersecția cercului de rază r_{ca} cu arcele de rază r_a trasate din punctele extreme ale centrului rolei culegătorului la faza de apropiere sau retragere rapidă considerată⁷⁴.

⁷³ Vezi Cap. 2.4.5.10 - Determinarea unghiurilor pentru fazele auxiliare

⁷⁴ Semnificațiile pentru razele r_{ca} și r_a sunt aceleși de la Cap.2.4.5.10 - Determinarea unghiurilor pentru fazele auxiliare, iar valorile lor sunt date în tab.12

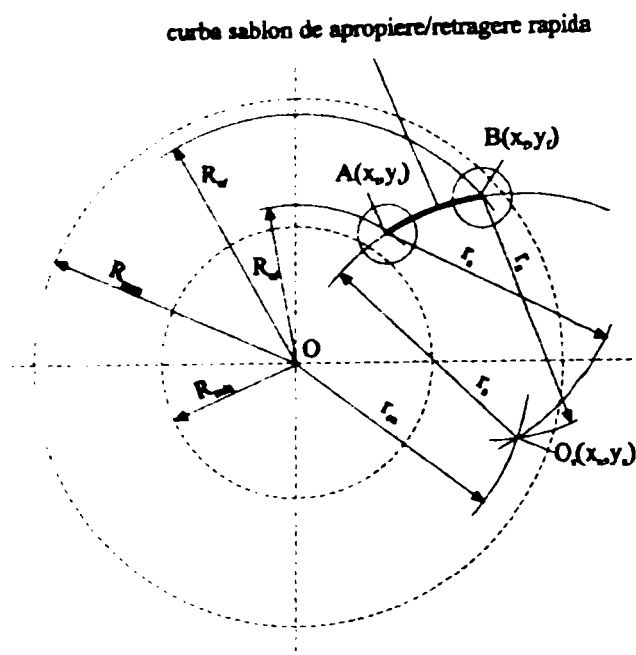


fig.52 Curba sablon pentru comanda fazelor de apropiere și retragere rapidă

Fie $O_a(x_a, y_a)$ centrul arcului AB al curbei de comandă, unde A (x_i, y_i) și B (x_f, y_f) sunt punctele de început și respectiv de sfârșit de cursă pentru care se cunosc, din fișa de calcul, razele pozițiilor centrului rolei culegătorului, R_{ci} și respectiv R_{cf} și unghiurile pe cama aferente, α_i și α_f .

Coordonatele punctelor A și B se pot determina ușor:

$$A \begin{cases} x_i = R_{ci} \cdot \cos \alpha_i \\ y_i = R_{ci} \cdot \sin \alpha_i \end{cases} \quad B \begin{cases} x_f = R_{cf} \cdot \cos \alpha_f \\ y_f = R_{cf} \cdot \sin \alpha_f \end{cases} \quad (197)$$

Coordonatele centrului O_a se determină din sistemul de ecuații:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 = r_{ca}^2 \\ (x-x_i)^2 + (y-y_i)^2 = r_a^2 \\ (x-x_f)^2 + (y-y_f)^2 = r_a^2 \end{cases} \quad (198)$$

$$\begin{cases} x^2 + y^2 = r_{ca}^2 \\ x^2 - 2x_i \cdot x + x_i^2 + y^2 - 2y_i \cdot y + y_i^2 = r_a^2 \\ x^2 - 2x_f \cdot x + x_f^2 + y^2 - 2y_f \cdot y + y_f^2 = r_a^2 \end{cases} \quad (199)$$

Se înlocuiește suma x^2+y^2 cu r_{ca}^2 în ultimele două ecuații și se obține:

$$\begin{cases} r_{ca}^2 - 2x_i \cdot x + x_i^2 - 2y_i \cdot y + y_i^2 = r_a^2 \\ r_{ca}^2 - 2x_f \cdot x + x_f^2 - 2y_f \cdot y + y_f^2 = r_a^2 \end{cases} \quad (200)$$

$$\begin{cases} 2x_i \cdot x + 2y_i \cdot y = r_{ca}^2 - r_a^2 + x_i^2 + y_i^2 \\ 2x_f \cdot x + 2y_f \cdot y = r_{ca}^2 - r_a^2 + x_f^2 + y_f^2 \end{cases} \quad (201)$$

Se noteaza, pentru simplificare:

$$\begin{cases} m_i = r_{ca}^2 - r_a^2 + x_i^2 + y_i^2 \\ m_f = r_{ca}^2 - r_a^2 + x_f^2 + y_f^2 \end{cases} \quad (202)$$

Rezulta:

$$\begin{cases} 2x_i \cdot x + 2y_i \cdot y = m_i \\ 2x_f \cdot x + 2y_f \cdot y = m_f \end{cases} \quad (203)$$

Sistemul se rezolva prin eliminarea cate unei necunoscute:

$$\begin{cases} 2x_i \cdot x + 2y_i \cdot y = m_i & | \cdot y_f \\ 2x_f \cdot x + 2y_f \cdot y = m_f & | \cdot (-y_i) \end{cases} \quad \begin{cases} 2x_i \cdot x + 2y_i \cdot y = m_i & | \cdot x_f \\ 2x_f \cdot x + 2y_f \cdot y = m_f & | \cdot (-x_i) \end{cases} \quad (204)$$

$$\begin{cases} 2x_i \cdot y_f \cdot x + 2y_i \cdot y_f \cdot y = m_i \cdot y_f \\ -2x_f \cdot y_i \cdot x - 2y_f \cdot y_i \cdot y = -m_f \cdot y_i \end{cases} \quad \begin{cases} 2x_i \cdot x_f \cdot x + 2x_f \cdot y_i \cdot y = m_i \cdot x_f \\ -2x_i \cdot x_f \cdot x - 2x_i \cdot y_f \cdot y = -m_f \cdot x_i \end{cases} \quad (205)$$

De unde:

$$2(x_i \cdot y_f - x_f \cdot y_i) \cdot x = m_i \cdot y_f - m_f \cdot y_i \quad 2(x_f \cdot y_i - x_i \cdot y_f) \cdot x = m_i \cdot x_f - m_f \cdot x_i \quad (206)$$

Rezulta coordonatele centrului arcului corespunzator curbei sablon:

$$\begin{cases} x_a = \frac{m_i \cdot y_f - m_f \cdot y_i}{2 \cdot (x_i \cdot y_f - x_f \cdot y_i)} \\ y_a = \frac{m_i \cdot x_f - m_f \cdot x_i}{2 \cdot (x_f \cdot y_i - x_i \cdot y_f)} \end{cases} \quad (207)$$

Trasarea arcului sablon se poate face daca sunt cunoscute unghiurile la centru (O_a) ale capetelor arcului, punctele A si B. Pentru aceasta trebuie facuta schimbarea originii sistemului de referinta din centrul camei $O(0,0)$ in centrul arcului $O_a(x_a, y_a)$. In noul sistem de referinta coordonatele punctelor $A(x_{ia}, y_{ia})$ si $B(x_{fa}, y_{fa})$ devin:

$$A \begin{cases} x_{ia} = x_i - x_a \\ y_{ia} = y_i - y_a \end{cases} \quad B \begin{cases} x_{fa} = x_f - x_a \\ y_{fa} = y_f - y_a \end{cases} \quad (208)$$

Unghiurile la centru pentru cele doua puncte sunt:

$$\text{pentru punctul A:} \quad \alpha_{ia} = \arctg \frac{y_{ia}}{x_{ia}} = \arctg \frac{y_i - y_a}{x_i - x_a} \quad [\text{grade}] \quad (209)$$

$$\text{pentru punctul B:} \quad \alpha_{fa} = \arctg \frac{y_{fa}}{x_{fa}} = \arctg \frac{y_f - y_a}{x_f - x_a} \quad [\text{grade}] \quad (210)$$

2.4.9 Afisarea rezultatelor

2.4.9.1 Afisarea procesului

Programul afiseaza in permanenta datele legate de proces, completate si actualizate pe masura introducerii lor si a efectuarii calculului.

Exista, de fapt, pe ecran doua ferestre de editare a rezultatelor procesului (fig.53):

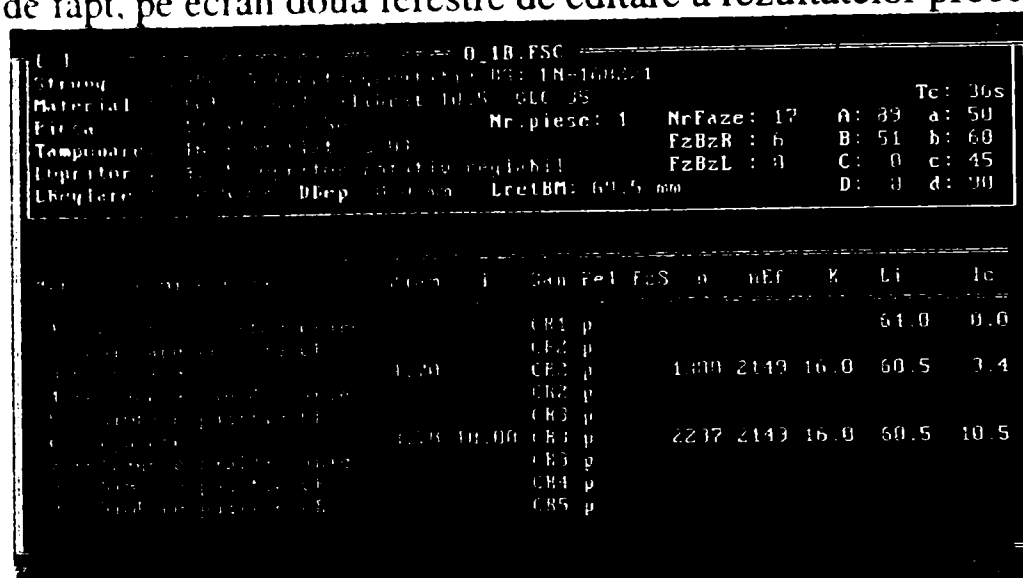


fig.53 Ferestrele de editare a procesului tehnologic

1. fereastra ce cuprinde datele generale ale procesului:

- tipul strungului, tipul de alimentare a semifabricatului, codul bucselor de strangere si, eventual, de alimentare;
- materialul semifabricatului - notare conform STAS;
- dimensiunile de gabarit ale piesei de prelucrat;
- numarul de piese identice executate pe ciclu (o rotatie a arborelui de comanda)
- lungimea de tamponare a semifabricatului;
- tipul tamponului⁷⁵;
- latimea cutitului de retezat corespunzator diametrului semifabricatului si unghiul complementar de atac al taisului principal;
- lungimea opritorului reglabil - daca e cazul;
- lungimea cursei de reglare a saniei capului revolver;
- numarul fazei rapide de baza;
- numarul fazei lente de baza;
- durata ciclului de lucru;
- numerele de dinti pentru rotile de schimb folosite la reglarea lantului cinematic principal;
- numerele de dinti pentru rotile de schimb folosite la reglare turatiei arborelui de comanda principal.

⁷⁵ Se precizeaza doar tamponul de la prima tamponare, in cazul ca exista in proces mai multe.

Obs.1 In aceasta fereastră este precizat cutitul de retezat corespunzator diametrului semifabricatului. Dacă retezarea se face de la un diametru mai mic (datorita unor prelucrari anterioare retezării) se va considera cutitul cu latimea precizata in fereastră 2 in dreptul fazei de retezare.

Obs.2 In aceasta fereastră se semnalizeaza utilizatorului dacă proiectarea procesului nu este completa, respectiv nu s-a intocmit fisa de calcul sau ea trebuie refacuta pentru ca s-au adus modificari procesului tehnologic. Attentionarea se face prin aparitia in fereastră a simbolului "FC" (fig.53).

2. fereastră ce cuprinde tabelul cu datele referitoare la fazele ce compun procesul de prelucrare (fisa de calcul):

- numarul fazei;
- denumirea fazei;
- codul prelucrării⁷⁶;
- diametrul prelucrării;
- data specifica fazei:
 - alezare: lungimea tehnologica;
 - burghiere: lungimea tehnologica
 - burghiere si tesire: inaltimea tesiturii
 - degajare: diametrul inainte de strunjire
 - filetare cu filiera: lungimea filetului
 - largire: lungimea tehnologica
 - preretezare: latimea cutitului de retezat
 - retezare: latimea cutitului de retezat
 - striere longitudinala: lungimea strierii
 - strunjire conica (S1): diametrul minim al strunjirii
 - strunjire frontala: diametrul inainte de strunjire
 - strunjire longitudinala:
 - fara tesire si cu prag:lungimea strunjirii
 - cu tesire si degajare:lungimea strunjirii
 - pentru tesire: inaltimea tesiturii
 - strunjire profilata: diametrul inainte de profilare
 - strunjire transversala:
 - canelare/frontala: diametrul inaintea strunjirii
 - pentru tesire: inaltimea tesiturii
 - tarodare: lungimea filetului
 - tesire: inaltimea tesiturii
- sania folosita;
- felul miscării;
- numarul fazei peste care se suprapune, dacă e cazul;

⁷⁶ Vezi Cap. 2.4.4.2.1 - Denumirea fazei

- avansul de lucru si viteza de aschiere adoptate initial si turatia calculata necesara a arborelui principal;
- avansul de lucru, viteza de aschiere si turatia arborelui principal efective;
- dianta de siguranta dintre portscula din capul revolver si capatul semifabricatului la sfarsitul fazei de lucru, daca este cazul;
- lungimea de inchidere, daca este cazul;
- lungimea cursei de lucru, la fazele de lucru;
- numarul de rotatii echivalente ale arborelui principal calculat initial;
- numarul de rotatii echivalente ale arborelui principal efectiv;
- raza camei de comanda la inceputul fazei;
- raza camei de comanda la sfarsitul fazei;
- unghiul (numarul de diviziuni) aferent fazei;
- limitele intervalului unghiular corespunzator fazei;
- dianta pana la originea piesei;
- lungimea de suprapunere a traiectoriei varfului sculei peste axa de simetrie a piesei;
- pozitia de reglare a varfului sculei fata de suprafata cilindrica a capului revolver;
- lungimea portsculei;
- codul portsculei;
- codul camei de comanda folosita din Baza de came.

Obs. Se trec in coloane separate unghiurile aferente fazelor de lucru si, respectiv, fazelor auxiliare.

Numarul de rotatii echivalente ale arborelui principal calculate si efective, unghiurile si intervalele unghiulare aferente fazelor suprapuse sunt prezentate in paranteza.

In partea de jos a tabelului se dau, pentru verificare, si:

- numarul total de rotatii echivalente ale arborelui principal, calculat si efectiv;
- suma unghiurilor fazelor auxiliare principale;
- suma unghiurilor fazelor de lucru principale.

Pentru ca tabelul depaseste dimensiunile ecranului pe orizontala si, in cazul existentei multor faze in proces, si pe orizontala, s-au atasat ferestrei cate o coloana de derulare pe fiecare directie. In acest fel, vizualizarea intregului tabel se poate face folosind:

- tastele sageti - pentru derulare pas cu pas;
- tastele [PgUp] si [PgDn] - pentru derulare rapida in jos sau in sus;
- tastele [Ctrl][PgUp] si [Ctrl][PgDn] - pentru derulare la inceput si, respectiv, la sfarsit de proces;
- tastele [Home] si [End] - pentru derulare la prima si, respectiv, la ultima coloana a tabelului;
- sageata *mouse*-ului pusa pe una din coloanele de derulare.

Obs. Pe parcursul proiectarii procesului, in orice moment se poate apela functia **Editare|Afisare proces** care are rolul de a sterge ecranul si a afisa din nou procesul in curs de rezolvare cu datele actualizate. Functia isi gaseste utilitatea in cazul intreruperii completarii Fisei de calcul, atunci cand aceasta se realizeaza in mod automat.

2.4.9.2 Afisarea fisierelor de rezultate

Toate fisierele construite de catre program dupa completarea fisei de calcul⁷⁷ pot fi editate pe ecranul monitorului folosind meniul **Editare**. Este posibila editarea simultana a mai multor fisiere, indiferent de tipul lor, cu conditia ca ele sa fi fost elaborate de catre program. Ferestrele de editare au aproape toate calitatile unor astfel de ferestre: pot fi selectate prin numarul lor sau cu *mouse*-ul, pot fi marite sau micorate, mutate, inchise, etc.

De precizat ca editarea se poate face chiar daca nu este deschisa nici o aplicatie proces (*.FSC).

2.4.9.2.1 Editarea fisierelor *.FSC

Pentru editarea fisierelor *.FSC se selecteaza **Editare|Fisiere *.FSC** dupa care apare o fereasta de dialog (fig.54) in care utilizatorul poate alege pentru editare oricare dintre fisierele *.FSC existente, fie dintre cele aferente procesului in curs de proiectare, fie dintre cele rezolvate deja.

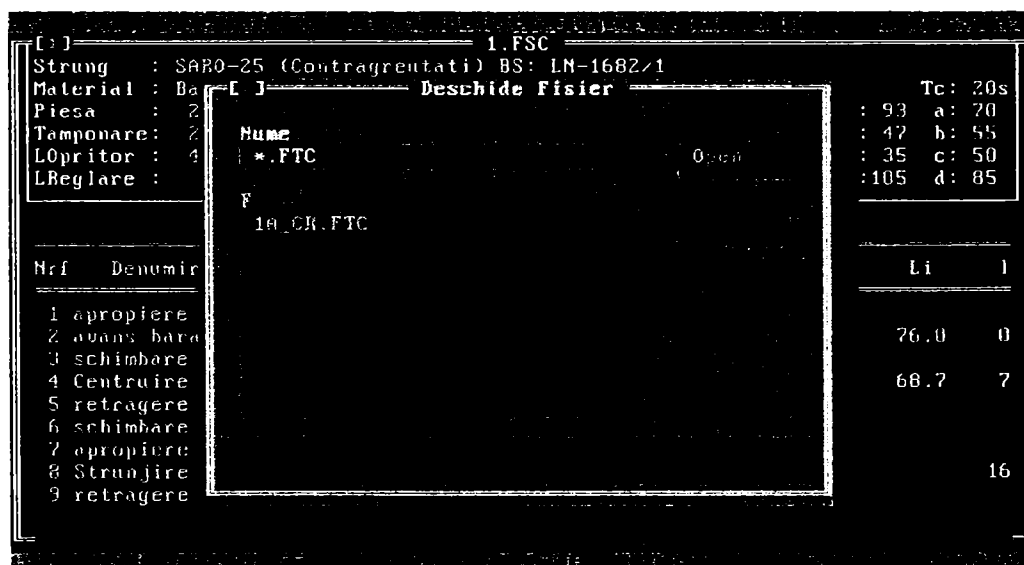


fig.54 Fereasta dialog pentru selectarea fisierului *.FSC pentru editare

⁷⁷ Vezi Cap.2.4.7 - Crearea fisierelor de rezultate

Continutul unui fisier *.FTC a fost descris la Cap. 2.4.7.1 (fig.55).

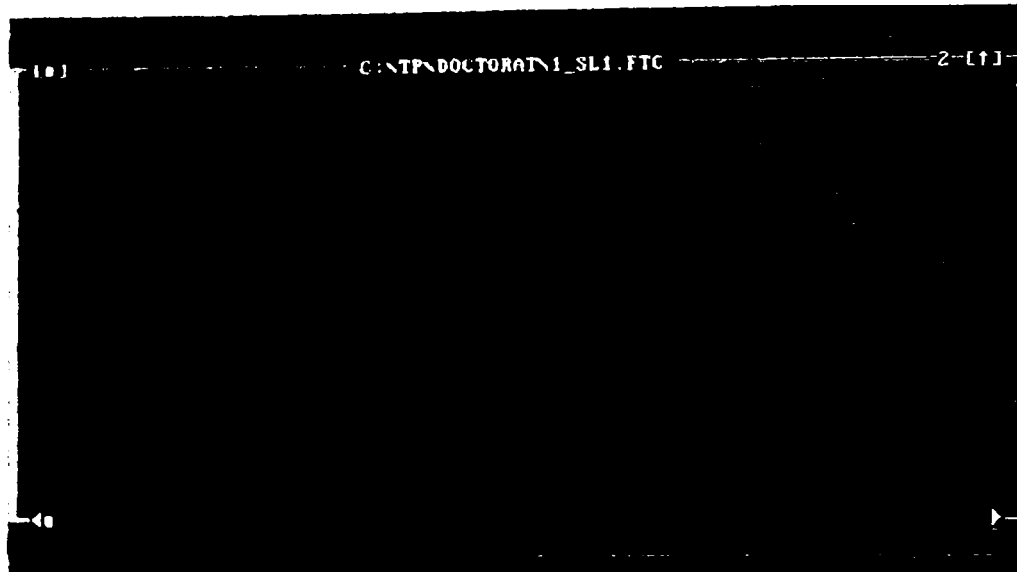


fig.55 Editarea fisierelor *.FTC

2.4.9.2.2 Editarea fisierelor *.DXF

Pentru editarea fisierelor *.DXF (fig.56) se selecteaza **Editare|Fisiere *.DXF**. Apare o fereastră de dialog in care utilizatorul poate alege pentru editare oricare dintre fisierele *.DXF existente.

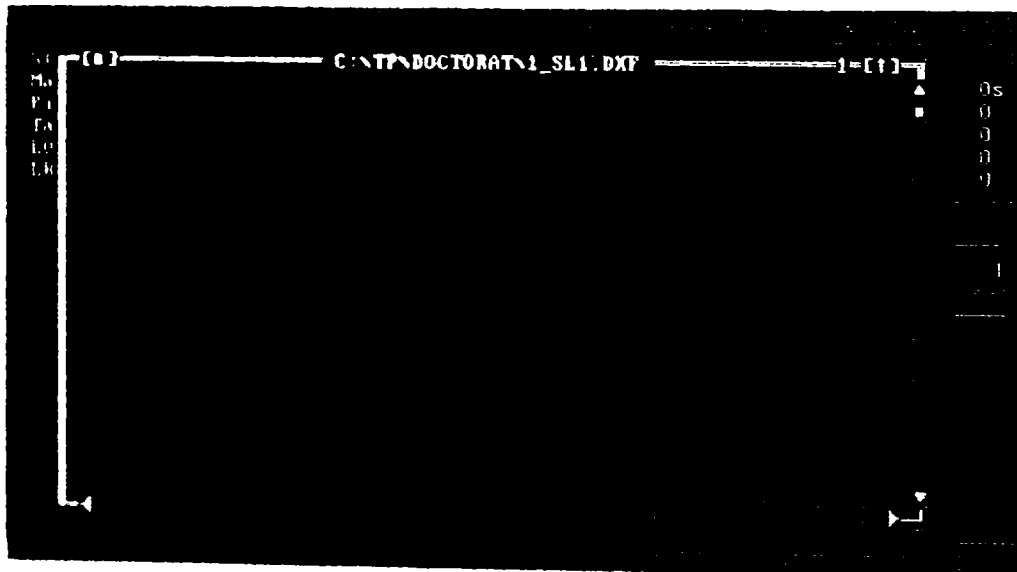


fig.56 Editarea fisierelor *.DXF

2.4.9.2.3 Editarea fisierelor *.CNC

Pentru editarea fisierelor *.CNC (fig.57) se selecteaza **Editare|Fisiere *.CNC**. Apare o aceeași fereastră de dialog, utilizatorul putand alege pentru editare oricare dintre fisierele *.CNC existente.

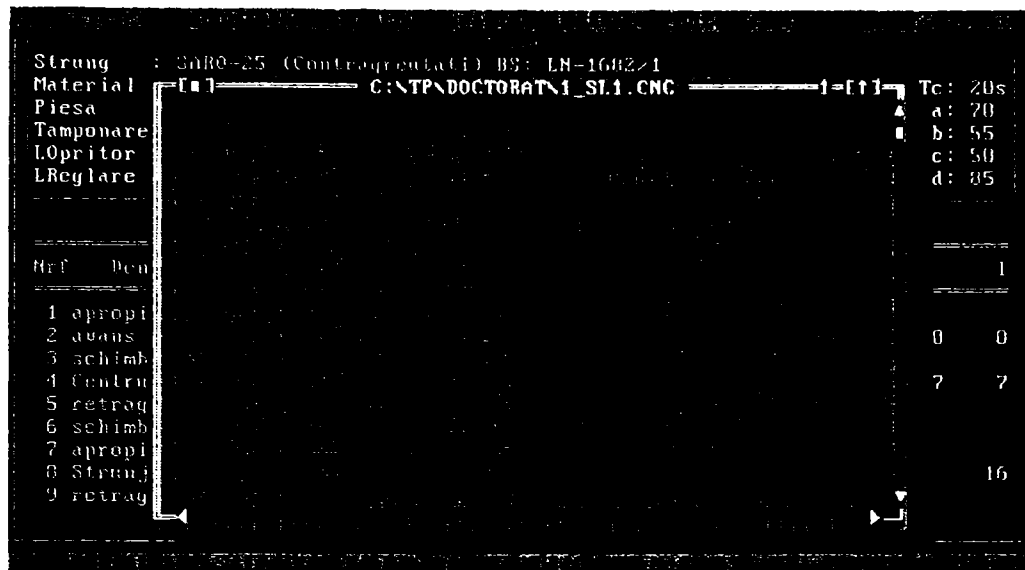


fig. 57 Editarea fisierelor *.CNC

2.4.9.2.4 Editarea planurilor de operatii (fisiere *.PLO)

Se procedeaza ca si la celelalte fisiere, apeland meniul **Editare|Plan de operatii** (fig.58).

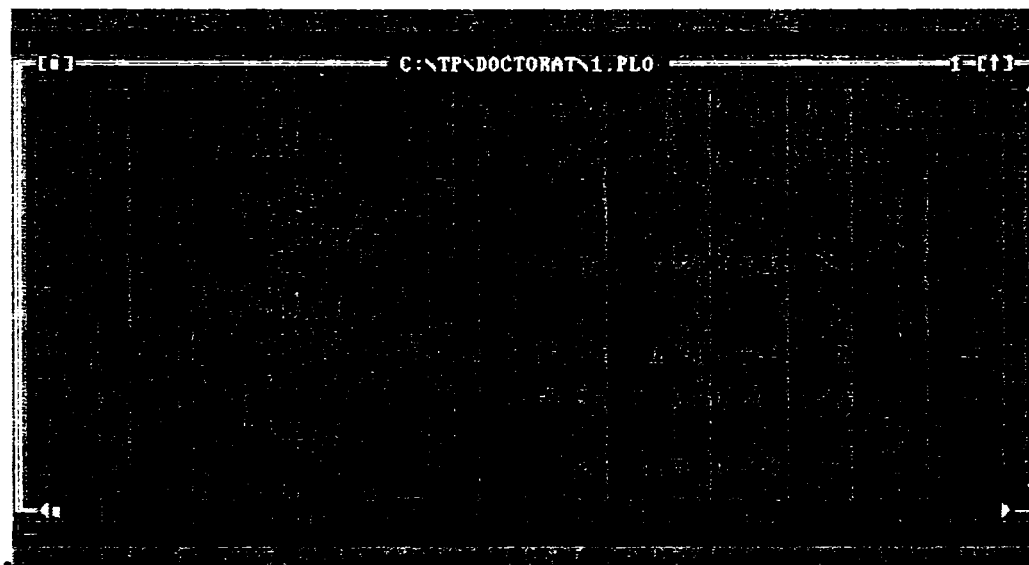


fig.58 Editarea planurilor de operatii (fisierelor *.PLO)

2.4.9.2.5 Editarea rezultatelor verificarii fisei de calcul (fisierul *.VER)

Dupa intocmirea fisei de calcul se face automat verificarea ei⁷⁸. Rezultatele verificarii se trec intr-un fisier care are numele procesului tehnologic curent si extensia VER. Vizualizarea lor se face apeland functia **Editare|Verificare fisa**.

Fisierul se actualizeaza la orice noua intocmire a fisei de calcul.

In final, se prezinta schematic etapele parcurse la proiectarea asistata a procesului tehnologic de prelucrare pe strunguri automate monoax de tip SARO (fig.59). Etapele de calcul economic (costuri, eficienta economica) sunt tratate in Cap.4 si Cap.5 din teza.

⁷⁸ Vezi Cap. 2.4.5.13 - Verificarea fisei de calcul

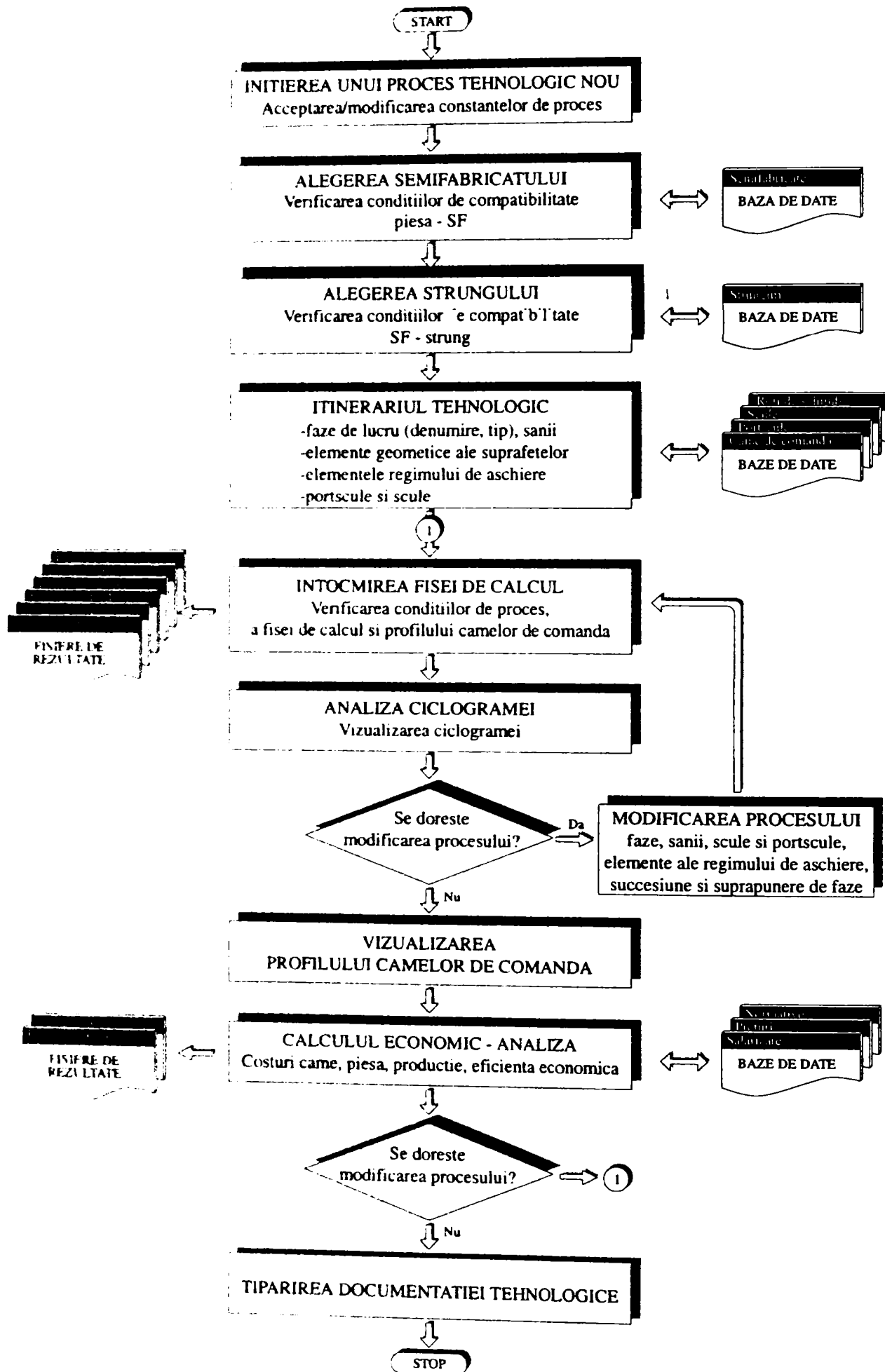


fig.59 Etapele proiectarii asistate a procesului tehnologic pe strunguri automate de tip SARO

2.5 CONCLUZII

Primul obiectiv al tezei se poate considera atins. S-a realizat un program ce da posibilitatea proiectarii asistate a proceselor pe strunguri automate monoax de tip SARO, cu abordarea intregii problematice legate de aceasta proiectare. Programul furnizeaza, in final, toata documentatia necesara pregatirii de fabricatie: fisa de calcul, ciclograma, plan de operatii, fise ale camelor de comanda, desene cu profilul camelor de comanda ce pot fi transformate cu usurinta in desene de executie, reglajul sculelor si al strungului, programul de conturare pe CNC a camelor de comanda.

Programul, data fiind amploarea si complexitatea problemelor pe care le rezolva, este de mari dimensiuni, structurat in 26 subprograme cu 28.530 linii de program. A necesitat tehnici perfectionate de programare si gestionarea dinamica a memoriei calculatorului. Are ca suport logistic 9 baze de date proprii ce se pot actualiza cu ajutorul a 9 programe executabile specifice. Pentru elaborarea acestor programe a fost necesara scrierea altor 5.600 linii de program.

Asa cum se propusese initial, utilizarea programarii orientate pe obiecte la scrierea programului si structura lui modulara face posibila perfectionarea aplicatiei si, eventual, dezvoltarea ei si pentru alte strunguri automate.

Modul in care se poate optimiza procesul de prelucrare, din punct de vedere tehnologic si economic, prin utilizarea proiectarii asistate, este descris in Cap.5.1.

1

3. REUTILIZAREA CAMELOR DE COMANDA IN PROIECTAREA ASISTATA A PROCESELOR TEHNOLOGICE

Utilizarea strungurilor automate este economica, in conditii clasice, numai in cadrul productiilor de serie mare si de masa datorita timpului foarte mare afectat, pe de o parte, pregatirii tehnologice si, pe de alta parte, reglarii strungului.

Pregatirea tehnologica necesita proiectarea si executarea camelor de comanda, ca rezultat final al proiectarii procesului tehnologic.

In cazul strungurilor automate, spre deosebire de cele universale, proiectarea procesului tehnologic se face mult mai detaliat, pana la nivel de miscare (deplasarea unui organ de lucru, sanie, cu o anumita viteza si pe o anumita distanta) sau comanda (schimbarea turatiei arborelui principal, schimbarea sensului de rotire a arborelui principal, alimentarea si strangerea semifabricatului, schimbarea pozitiei capului revolver la strungurile automate cu cap revolver). Complexitatea acestei activitati rezulta din ceea ce s-a prezentat la Cap.2.

In ce priveste reglarea strungului automat in vederea prelucrarii unei piese, aceasta consta in montarea pe masina a ansamblului de came de comanda specifice piesei noi, montarea sculelor aschietoare si a portsculelor pe sanii si verificarea curselor acestora, executarea unei prime piese si definitivarea reglajului sculelor in functiile de dimensiunile acesteia. Activitatea de reglare trebuie realizata cu multa atentie, de catre muncitori cu inalta calificare, deoarece modul de reglare a sculelor aschietoare pe sanii si a camelor de comanda pe arborele de comanda influenteaza in mod direct forma si precizia piesei prelucrate.

Este evident ca atat pregatirea tehnologica a prelucrarii cat si reglarea strungului automat sunt activitati cu consum foarte mare de timp. Acest fapt limiteaza, in conditii obisnuite, utilizarea strungurilor automate la productiile de serie mare si de masa, cand numarul pieselor din lot este suficient de mare ca sa justifice cheltuielile mari cu pregatirea fabricatiei.

Deoarece, insa, cea mai mare parte a pieselor in industrie se prelucreaza in serii mijlocii, se pune problema gasirii unor solutii de utilizare economica eficienta a strungurilor automate si in conditiile unor astfel de productii.

Pentru aceasta trebuie micorati timpii (deci cheltuielile) consumati cu proiectarea procesului tehnologic specific strungurilor automate, cu executia camelor de comanda si cu reglarea masinii. Se identifica doua directii posibile de reducere a timpului necesar pregatirii tehnologice prin:

- proiectarea asistata de calculator⁷⁹ a procesului tehnologic - determina reducerea timpului afectat proiectarii procesului tehnologic si a camelor de comanda;
- reutilizarea camelor de comanda - determina reducerea timpului de executie a camelor de comanda.

Cea de-a doua directie poate fi abordata, la randul ei, in doua moduri:

- prin gruparea tehnologica a pieselor ce urmeaza a fi prelucrate⁸⁰ - da posibilitatea de a utiliza o aceiasi viitoare cama (sau set de came) la prelucrarea mai multor piese care prin complexitatea si configuratia lor, diametrul semifabricatului, calitatea materialului si lungimea prelucrarii permit gruparea tehnologica⁸¹;

- prin reutilizarea camelor de comanda existente deja in magazia intreprinderii. Pentru aceasta magazia de came trebuie, inasa, organizata corespunzator, astfel incat sa fie posibil si facil accesul informational la ea, cautarea de came in magazie si verificarea camei/camelor alese pentru utilizare intr-un proces de prelucrare nou sa se poata face rapid, magazia sa poata fi actualizata permanent. Toate acestea pot fi indeplinite prin utilizarea calculatorului si extinderea programului de proiectare asistata prezentat la Cap.2 cu functii de creare si gestionare a unei baze de came si cu functii de verificare a camelor reutilizabile in noile procese de prelucrare.

3.1 BAZA DE CAME DE COMANDA

In urma prelucrarii fiecarei noi piese pe strunguri automate ramane cate un set de came de comanda ce este depozitat in magazie in asteptarea prelucrarii unui nou lot al aceleiasi piese. Imobilizarea camelor poate dura saptamani, luni sau ani, daca nu cumva productia nu se mai reia niciodata. Se iroseste in acest fel o investitie importanta, fara a-i da o noua utilitate.

Ponderea cheltuielilor legate de executia camelor de comanda in cadrul cheltuielilor totale ale unui proces tehnologic realizat pe strunguri automate este substantiala. Ea este cu atat mai mare cu cat seria de productie este mai mica. De aceea, la procesele tehnologice noi este justificata preocuparea de a diminua aceste cheltuieli prin reutilizarea, in locul cel putin al unora dintre noile came rezultate la intocmirea fisei de calcul, a unor came deja existente in magazie care, altfel, nu se mai folosesc niciodata sau momentul reutilizarii lor pentru un nou lot este nedefinit. Este in practica unor tehnologi aceasta metoda, dar ea se aplica empiric, iar corectitudinea si mai ales eficienta ei depind in mare masura de experienta si competenta lor. Evident, utilizarea camelor de comanda pentru prelucrarea altor piese decat cele pentru care au fost

⁷⁹ Subiectul este tratat pe larg in primele capitole ale tezei (si in primul referat, intitulat "Metodica proiectarii asistate a procesului tehnologic pe strungurile automate monoax").

⁸⁰ Vezi T. Botea - "Gruparea tehnologica a pieselor in vederea reutilizarii camelor de comanda la strungurile automate monoax".

⁸¹ Metoda este de mult utilizata si nu constituie o preocupare a prezentei teze.

proiectate se poate face numai in masura in care ele indeplinesc anumite conditii tehnice si de eficienta economica⁸².

Pentru a putea face o alegere corecta, care sa aiba in vedere totalitatea (sau majoritatea - vezi mai jos) camelor existente la un moment dat in magazie, este necesara constituirea unei baze de came de comanda in care acestea sa poata fi evidentiata, clasificate, ordonate. Pentru ca o astfel de baza de came sa poata fi folosita si in proiectarea asistata, programul prezentat pana acum are prevazute si functii de creare si gestionarea a ei, functii specifice unei baze de date.

Dar nu toate camele pot fi reutilizate si, deci, trecute in baza de came. Cama saniei capului revolver este o cama cu mai multe sectoare de comanda, cate unul pentru fiecare faza de lucru executata cu sania CR. Data fiind complexitatea ei si numarul foarte mare de variante de succesiuni de faze comandate si executate cu ea, este foarte putin probabil ca o cama de comanda a saniei CR sa poata fi folosita in alt proces tehnologic decat cel pentru care a fost proiectata. De aceea, baza de came nu va contine came ale saniei CR.

De aceleasi motive, camele saniilor laterale care au mai multe sectoare de comanda, deci comanda doua sau mai multe faze de lucru cu succesiune unghiulara determinata (rigida), nu se introduc in baza de came.

Programul a fost conceput sa poata reutiliza numai came de comanda simple, care dau urmatoarea succesiune de miscari:

- repaos inferior (cand sania comandata sta in pozitie retrasa);
- apropiere rapida;
- miscare de lucru sau mentinere (repaos superior);
- retragere rapida;
- repaos inferior.

Deci si baza de came va contine numai astfel de came de comanda simple.

3.1.1 Crearea bazei de came de comanda

La crearea bazei de came trebuia stabilita mai intai structura datelor ce vor compune aceasta baza de date. S-au identificat, de aceea:

- elementele ce definesc camele de comanda;
- elementele ce pot fi folosite la diferentierea si ordonarea camelor din bazei de came;
- elementele ce determina posibilitatea introducerii camelor din baza intr-un proces tehnologic nou.

Pe baza acestor elemente si a conditiei de simplitate a camelor din baza s-a stabilit urmatoarea structura a datelor⁸³:

- denumirea strungului pe care se poate folosi cama de comanda considerata ;
- tipul saniei comandate;

⁸² Vezi Cap. 5.2 - Eficienta economica la reutilizarea camelor de comanda

⁸³ Aceasta structura poate fi adaptata in cazul completarii functiilor program si pentru alte tipuri de strunguri automate decat cele de tip SARO.

- numarul sectoarelor de comanda;
- raza camei pe arcul de repaos;
- raza camei la inceputul curbei de lucru;
- raza camei la sfarsitul curbei de lucru;
- numarul de diviziuni afectate curbei de apropiere rapida;
- unghiul de inceput al curbei de lucru a camei;
- unghiul de sfarsit al curbei de lucru a camei;
- numarul de diviziuni afectate curbei de retragere rapida;
- timpul pe ciclu la procesul pentru care a fost proiectata cama;
- starea camei;
- codul camei;
- numarul de ordine al camei.

Sunt necesare cateva precizari legate de campurile de date de mai sus:

1. Avand in vedere dimensiunile camelor de comanda la strungurile de tip SARO, saniile pot fi de tip SL (sanie longitudinala) sau de tip ST (sanie transversala).

2. Daca ciclul de lucru al camei contine o faza de lucru si o mentinere se face urmatoarea diferentiere:

– daca preponderenta este faza de lucru (se urmareste in mod direct realizarea unei prelucrari) atunci faza de mentinere se asimileaza fazei de lucru si unghiul de sfarsit al curbei de lucru a camei se majoreaza cu numarul de diviziuni aferente fazei de mentinere. Altfel spus, unghiul de sfarsit al curbei de lucru a camei coincide cu unghiul de sfarsit al fazei de mentinere.

– daca preponderenta este faza de mentinere (ex.: se realizeaza sprijinirea SF pentru o prelucrare transversala, se face o strunjire longitudinala cu S1) atunci faza de lucru se asimileaza fazei de apropiere rapida si numarul de diviziuni ai fazei de lucru se aduna diviziunilor fazei de apropiere rapida, iar faza de mentinere se considera faza de lucru cu unghiurile de inceput si de sfarsit corespunzatoare.

3. Numarul de sectoare de comanda coincide cu numarul de cicluri realizate la o rotatie completa a arborelui de comanda. Se stie ca pentru piese foarte simple, la prelucrarea carora este necesar un timp pe ciclu mic, se proiecteaza came cu doua sau chiar trei sectoare de comanda identice, echidistante, fiecaruia corespunzandu-i cate un ciclu de prelucrare.

4. Unghiurile la care incepe si se termina curba de lucru a camei, daca exista mai multe sectoare de comanda (identice), se refera la primul dintre acestea.

5. La starea camei se are in vedere eventuala modificare adusa formei initiale a camei la folosirea ei in alte procese tehnologice.

6. Pentru a putea identifica cu usurinta caracteristicile principale ale camei si de catre muncitorii reglori, fara ca ei sa mai faca anumite masuratori, fiecarei came i se asociaza un cod. Acest cod este determinat automat de catre program in momentul introducerii camei in baza de came si el va fi inscriptionat, pentru vizualizare, pe cama. Structura codului contine grupate cele mai importante informatii referitoare la o cama de comanda:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	

poz.

1,2	-codul strungului	-01 - SARO-16 -02 - SARO-25 -03 - SARO-42 -04 - SARO-60
3,4	-tipul saniei comandate	-SL sau ST
5	-numar de sectoare	-1, 2 sau 3
6,7	-diviziuni apropiere rapida	-numar natural
8..10	-diviziuni miscare de lucru/mentinere	-numar natural
11,12	-diviziuni retragere rapida	-numar natural
13..17		-diferenta de raza pe curba de lucru -numar real de forma xx.xx
18..20		-timpul pe ciclu pentru care a fost proiectata cama - numar natural

6. Numarul de ordine al camei este atribuit acesteia, cercscator, in mod automat de catre program la introducerea in baza de came. Are rolul de a identifica suplimentar camele din baza prin inscriptionare.

Crearea bazei de came se poate face in orice moment al rularii programului apeland meniul **Baza|Adaugare**, fie ca este sau nu in curs de proiectare vreun proces tehnologic. Programul va lansa mesajul: "Nu exista baza de came BazaCame.bzc! Vrei sa o creezi?". In cazul apasarii butonului [Yes] se creaza fisierul BAZACAME.BZC, care este numele bazei de came create, si se deschide o fereastra de dialog (fig.60) ce permite utilizatorului sa introduca came in baza prin completarea campurilor cu datele solicitate, specifice camelor de comanda.

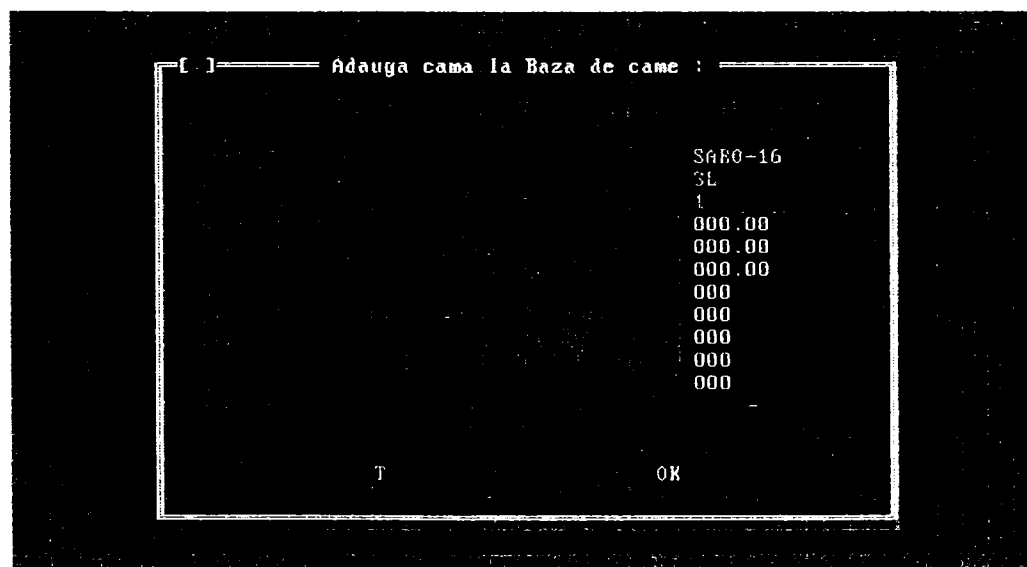


fig.60 Fereastra de dialog pentru introducerea camelor in baza

Primele trei campuri si ultimul sunt de tip lista⁸⁴ pentru a usura introducerea corecta a datelor. Parcurgerea listelor se face cu ajutorul sagetilor [\uparrow] si [\downarrow]. Trecerea de la un camp la altul se face apasand tasta [**Tab**].

Introducerea efectiva a fiecarei came in baza se face dupa completarea tuturor campurilor prin apasarea butonului [**OK**] sau a tastei [**Enter**]. Sesiunea de introducere se termina la apasarea butonului [**Terminat**] sau a tastei [**Esc**].

3.1.2 Editarea bazei de came de comanda

Vizualizarea tuturor camelor din baza se face apeland meniul **Baza|Editare**. Apare o fereastra de dialog (fig.61) in care, intr-o lista derulanta, apar camele de comanda cu aproape toate caracteristicile precizate la introducerea lor in baza:

- numarul de ordine al camei;
- denumirea strungului pe care se poate folosi cama de comanda considerata ;
- tipul saniei comandate;
- diferenta de raza pe curba de lucru ΔR_c ;
- numarul de diviziuni afectate curbei de apropiere rapida;
- numarul de diviziuni afectate curbei de lucru;
- numarul de diviziuni afectate curbei de retragere rapida;
- numarul sectoarelor de comanda;
- codul camei;
- starea camei.

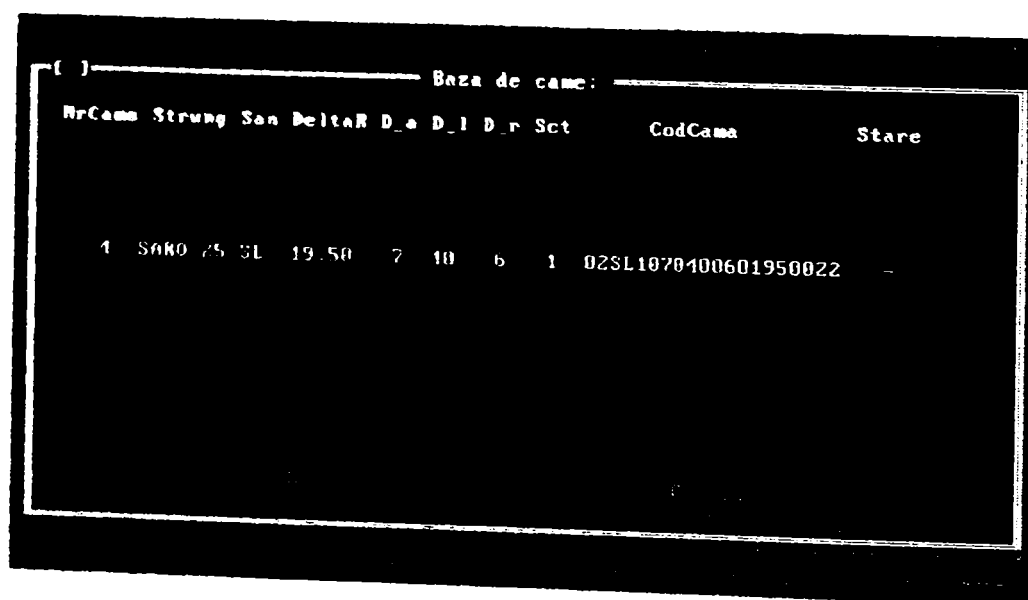


fig.61 Fereastra de editare a camelor de comanda din baza de came

Ordinea camelor in lista de editare este cea de la introducerea lor in baza sau cea rezultata la ultima sortare.

⁸⁴ sunt obiecte TListBox

In cazul in care se doreste editarea bazei de came dar ea nu exista programul lanseaza mesajul “Nu exista fisierul BazaCame.bzc!”.

3.1.3 Actualizarea bazei de came de comanda

Programul permite, asa cum s-a mai spus, intretinerea bazei de came ca la orice alta baza de date. Sunt posibile operatii de:

- completare (adaugare) a bazei cu came noi;
- stergere a camelor iesite din uz sau deteriorate;
- sortarea (ordonarea) camelor in lista de editare.

3.1.3.1 Adaugare

Adaugarea de noi came de comanda in baza de came se face apeland meniul **Baza|Adaugare**. Apare aceasi fereastră de dialog ca la crearea bazei (fig.60), adaugarea facandu-se in mod identic. Noile came introduse sunt puse la sfarsitul listei.

3.1.3.2 Stergere

Orice cama din magazia de came ce nu mai poate fi folosita datorita deteriorarii, uzarii excesive sau pierderii ei poate fi stearsa din baza de came apeland meniul **Baza|Editare**. Apare din nou fereastră de editare a camelor din baza (fig.61). Se selecteaza cu ajutorul tastelor sageti cama care se doreste a fi scoasa din baza si se apasa butonul [**Sterge**]. Daca la mesajul de confirmare se raspunde cu [**Yes**] cama este stearsa.

In cazul in care se incearca stergerea unei came din baza de came dar aceasta nu exista programul lanseaza mesajul “Nu exista fisierul BazaCame.bzc!”.

3.1.3.3 Sortare

S-a aratat mai sus ca lista de came din baza se constituie prin adaugarea la sfarsitul ei a noilor came. Pentru a urmări mai usor continutul bazei de came de comanda programul ofera, prin meniul **Baza|Sortare**, posibilitatea de sortare (ordonare) a camelor dupa trei criterii:

- tipul strungului pe care se folosesc camele- crescator dupa codul strungului;
- tipul saniei comandate de acestea - mai intai pentru saniile de tip SL si apoi cele de tip ST;
- diferenta de raza ΔR_c pe curba de lucru a camelor.

Dupa acest din urma criteriu se poate opta pentru o ordonare crescatoare sau una descrescatoare. Programul afiseaza o fereastră de dialog (fig.62) in care utilizatorul selecteaza modul de ordonare.

Dupa prelucrare programul afiseaza fereastra de editare a bazei de came (fig.61) cu camele ordonate in modul dorit.

In cazul in care se doreste sortarea bazei de came dar ea nu exista programul lanseaza mesajul "Nu exista fisierul BazaCame.bzc!".

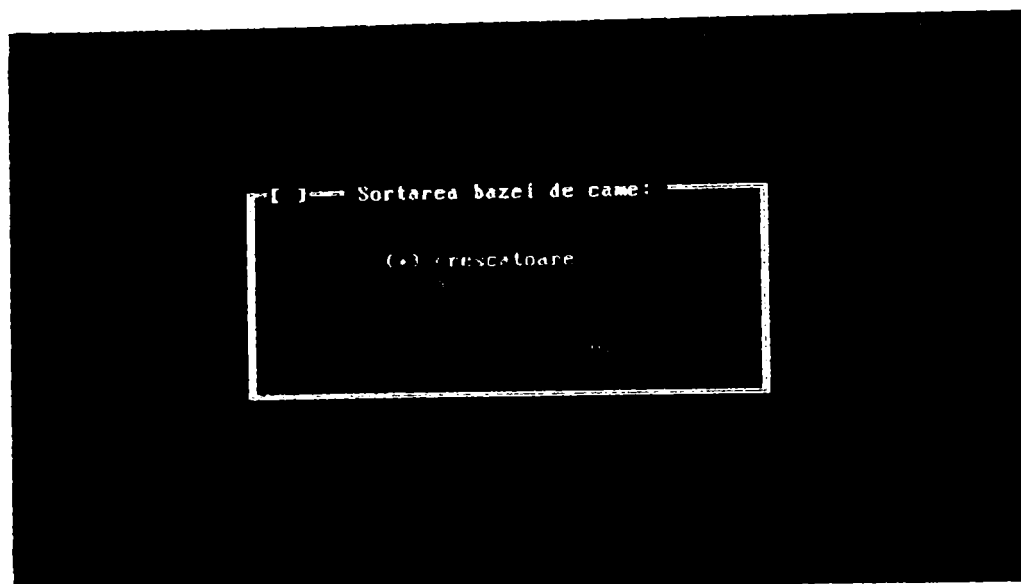


fig.62 Fereastra de dialog pentru alegerea modului de ordonare a bazei de came dupa criteriul diferentei de raza pe curba de lucru

3.2 FOLOSIREA CAMELOR DE COMANDA DIN BAZA DE CAME

Avand acum la dispozitie o baza de came de comanda bine organizata si la care accesul informational se face rapid si facil, se poate pune problema reutilizarii acestor came in procese tehnologice destinate prelucrarii unor piese noi care, fiind de serie mica sau mijlocie, ar putea fi realizate in conditii de eficienta economica pe strunguri automate. Acest demers este considerabil usurat de existenta programului pentru proiectarea proceselor tehnologice pe strunguri automa prezentat in aceasta teza.

3.2.1 Cautarea in baza de came

Problema folosirii unor came din baza de came in locul camelor simple⁸⁵ ale procesului tehnologic se poate pune doar in momentul finalizarii proiectarii acestuia. In cazul de fata, atunci cand s-a executat fara intreruperi functia **Fisa de calcul**. Avand intocmita fisa de calcul rezulta ca sunt calculate toate datele ce definesc camele de comanda ale saniiilor folosite in procesul tehnologic si, deci, s-au creat fisierele *.FTC aferente acestora⁸⁶.

⁸⁵ Vezi Cap. 3.1 - Baza de came de comanda

⁸⁶ Vezi Cap. 2.4.7.1 - Crearea fisiereleor *.FTC

Programul ofera in acest moment utilizatorului posibilitatea de a cauta in baza came care sa le inlocuiasca pe cele simple din proces. Aceasta se face apeland una din functiile active ale meniului **Baza|Cautare** (fig.63). De retinut ca sunt active doar functiile corespunzatoare saniilor ce se folosesc in procesul tehnologic, mai putin sania CR. Daca nu s-a intocmit inca fisa de calcul atunci toate functiile sunt inactivate. Daca cama din proces pentru sania aleasa nu este simpla programul avertizeaza asupra acestui fapt si opreste cautarea.

Nrf	Denumire Faza	diam	San	Fel	FzS	Li	I
1	apropiere rapida sanie		CR1	p			
2	avans bara SF tamponare		CR1	p		76.0	0
3	schimbare pozitie CR		CR2	p			
4	Centruire	12.00	CR2	p	1393 2437 12.0	68.7	7
5	retragere rapida sanie		CR2	p			
6	schimbare pozitie CR		CR3	p			
7	apropiere rapida sanie		SL1	p			
8	Strunjire longitudinala	16.00	SL1	p	2507 2437		16
9	retragere rapida sanie		SL1	p			

fig.63 Meniul de cautare in baza de came

Odata apelata functia de cautare pentru o sanie, programul afiseaza intr-o fereastra de dialog lista cu camele din baza care se pot folosi pe strungul din proces, pot comanda sania aleasa si au fost proiectate pentru procese a caror durata a ciclului se incadreaza in acelasi interval considerat la determinarea curbelor de apropiere-retragere rapida⁸⁷ (fig.64).

CamaProces:	
Strunjire longitudinala	SL1 16.50 7 34 6
18 SAR0-25 SL 16.50 7 32 6 1 02SL1070320601650017	-

fig.64 Lista camelor din baza de came utilizabile pentru sania aleasa

⁸⁷ Vezi Cap. 2.4.5.10 - Determinarea unghiurilor pentru fazele auxiliare

Este focalizata cama din baza care are diferenta de raza ΔR_c pe curba de lucru cea mai apropiata, egala sau mai mare, de cea a camei din proces. Camele care au aceasta diferenta mai mica nu realizeaza o cursa de lucru suficienta, existand probabilitatea de a nu se realiza dimensiunea impusa prin documentatie. Sunt afisate, totusi, si camele cu ΔR_c mai mica pentru a da posibilitatea revenirii, dupa alegerea unei came cu diferenta ΔR_c mai mare, la o cama cu ΔR_c mai apropiata de cea a camei din proces.

In lista sunt prezentate aceleasi caracteristici ale camelor de comanda ca si fereastra de editare a bazei de came (fig.61):

- numarul de ordine al camei;
- denumirea strungului pe care se poate folosi cama de comanda considerata ;
- tipul saniei comandate;
- diferenta de raza pe curba de lucru ΔR_c ;
- numarul de diviziuni afectate curbei de apropiere rapida;
- numarul de diviziuni afectate curbei de lucru;
- numarul de diviziuni afectate curbei de retragere rapida;
- numarul sectoarelor de comanda;
- codul camei;
- starea camei.

Pentru a le putea compara cu cele ale camei din proces, deasupra listei sunt prezentate si acestea.

3.2.2 Introducerea camelor din baza in proces

Odata aleasa o cama din baza, ea se introduce in proces, in locul celei calculate, apasand butonul [**Proces**] in fereastra cu lista camelor din baza utilizabile (fig.64). Programul permite salvarea noului proces astfel obtinut sub acelasi nume sau sub unul nou⁸⁸ si semnalizeaza introducerea camei afisand in tabelul cu datele procesului, in dreptul tuturor fazelor executate cu scula de pe sania comandata de aceasta cama, codul camei din baza.

Pentru ca, existand deja fizic, caracteristicile camei din baza nu pot fi schimbate, se pune intrebarea cum sa se modifice datele initiale in noile conditii pentru ca, reluand intregul proces de intocmire a fisei de calcul⁸⁹, introducerea camei din baza in proces sa afecteze, pe cat posibil, doar fazele procesului comandate si executate cu ea, astfel incat, in final, sa se regaseasca caracteristicile camei din baza.

Astfel, pentru ca se realizeaza aceeaasi piesa, elementele regimului de aschiere din datele initiale (a_p , f si v) raman aceleasi pentru toate fazele procesului tehnologic. La fel turatiile efective si, deci, vitezele de aschiere efective (n_{ef} , v_{ef}) si rotile de schimb pentru reglarea lantului cinematic principal.

Avand, insa, impusa diferenta de raza:

⁸⁸ Precizarea numelui procesului se face intr-o fereastra de dialog de tip **Salveaza ca**

⁸⁹ Vezi Cap. 2.4.5 Intocmirea fisei de calcul

$$\Delta R_c = R_{cf} - R_{ci} \quad [\text{mm}] \quad (211)$$

pe curba de lucru a camei din baza, se modifica lungimea cursei de lucru l_{ci} la faza de lucru i executata cu aceasta cama⁹⁰:

$$l_{ci} = \Delta R_c \cdot i_p \quad [\text{mm}] \quad (212)$$

unde i_p este raportul de transmitere a parghiei saniei.

Aceasta va modifica la randul ei, la intocmirea fisei de calcul, numarul de rotatii echivalente ale arborelui principal pentru faza de lucru respectiva, adica tocmai elementul care determina ponderea fazelor de lucru in proces si, in final, marimea ciclului de prelucrare cu toate consecintele sale.

Pentru toate celelalte faze de lucru ale procesului la care nu s-au inlocuit camele de comanda rotatiile echivalente ale arborelui principal raman aceleasi.

De asemenea, in proces se schimba la fazele realizate cu cama din baza:

- valorile calculate ale diviziunilor cu cele ale camei din baza;
- valorile intervalelor unghiulare, plecand de la 0;
- razele camei R_{ci} si R_{cf} de la inceputul si sfarsitul fazelor cu cele ale camei din baza.

In plus, pentru faza de lucru se anuleaza, nemaifiind corespunzatoare, avansul si viteza de lucru efective si numarul de rotatii echivalente ale arborelui principal, calculate si efective.

Rezulta ca diferenta de raza ΔR_c pe curba de lucru (si, implicit, noua lungime de cursa) constituie factorul de influenta al camei din baza asupra procesului tehnologic.

Obs. Se pot inlocui oricate came simple in proces.

Din acest moment se poate relua intreaga procedura de intocmire a fisei de calcul, pentru care utilizatorul trebuie sa apeleze functia **Calcul|Fisa de calcul**.

3.2.3 Corectarea fisei de calcul

Intocmirea, fara nici o alta restrictie, a fisei de calcul va duce, foarte probabil, la obtinerea unor diviziuni diferite, chiar daca apropiate, de cele ale camelor de comanda din baza pentru fazele executate de acestea. Abaterea este data de alegerea de catre utilizator a ponderii fazelor auxiliare principale in cadrul ciclului⁹¹. Exista doua directii posibile de lucru:

- minimizarea timpului pe ciclu si, implicit, marirea productivitatii, care are ca efect diminuarea diviziunilor fazelor ce nu se executa cu camele din baza - duce la marirea avansurilor de lucru efective;

⁹⁰ l_{ci} este mai mare (in cel mai bun caz egala) decat valoarea calculata initial pentru ca s-a introdus in proces o cama de comanda cu ΔR mai mare.

⁹¹ Vezi Cap. 2.4.5.6 - Calculul duratei ciclului

-obtinerea unor diviziuni pe faze cat mai apropiate de cele din procesul initial, respectiv de cele ale camelor din baza; o apropiere mai mare se poate obtine prin incercari, repetand executarea functiei **Fisa de calcul**.

Neconcordanta dintre valorile calculate si cele reale $\alpha_{i \text{ cama}}$ ale diviziunilor camelor din baza trebuie, evident, corectata prin introducerea in fisa de calcul a diviziunilor efective ale acestora:

$$\alpha_{i \text{ ef}} = \alpha_{i \text{ cama}} \quad (213)$$

Aceasta impune modificarea numarului efectiv de rotatii echivalente ale arborelui principal pentru fazele de lucru respective:

$$N_{ei \text{ ef}} = N_{ei \text{ ef calc}} \cdot \frac{\alpha_{li \text{ cama}}}{\alpha_{li \text{ calc}}} \quad [\text{rot}] \quad (214)$$

unde:

- i -faza de lucru realizata cu o cama din baza;
- $N_{ei \text{ ef}}$ -numarul modificat de rotatii echivalente efective ale arborelui principal la faza i , in rot;
- $N_{ei \text{ ef calc}}$ -numarul calculat de rotatii efective ale AP la faza i , in rot;
- $\alpha_{li \text{ cama}}$ -numarul de diviziuni pe cama aferente fazei i , in grade;
- $\alpha_{li \text{ calc}}$ -numarul calculat de diviziuni aferente fazei i , in grade;

si a avansurilor efective:

$$f_{ef i} = \frac{l_{ci}}{N_{ei \text{ ef}}} \cdot \frac{n_{bef}}{n_{ief}} \quad [\text{mm/rot}] \quad (215)$$

Daca una din fazele realizate cu cama din baza este suprapusa si numarul de diviziuni aferente ei devine mai mare decat cel aferent fazei principale corespondente, programul lanseaza un mesaj pentru corectarea situatiei.

Pentru fazele din proces care nu se executa cu came din baza diviziunile raman nemodificate:

$$\alpha_{i \text{ ef}} = \alpha_{i \text{ calc}} \quad (216)$$

Se stie ca⁹² suma diviziunilor fazelor principale trebuie sa fie obligatoriu 360° :

$$\sum \alpha_{li} + \sum \alpha_{gi} = \alpha_{lt} + \alpha_{gt} = 360^\circ \quad (217)$$

unde:

- α_{li} -diviziunile fazelor de lucru principale, in grade;
- α_{gi} -diviziunile fazelor auxiliare principale, in grade;
- i -numarul de ordine al fazelor de lucru sau auxiliare principale.

Daca fazele realizate cu camele din baza sunt faze principale, prin introducerea diviziunilor efective aceasta suma este afectata:

$$\sum \alpha_{li \text{ ef}} + \sum \alpha_{gi \text{ ef}} = \alpha_{lt \text{ ef}} + \alpha_{gt \text{ ef}} \neq 360^\circ \quad (218)$$

Apar doua abateri:

⁹² Vezi Cap. 2.4.5.10 - Determinarea unghiurilor pentru fazele auxiliare

-o abatere la suma diviziunilor fazelor de lucru principale:

$$\Delta\alpha_{lt} = \alpha_{lt\ ef} - \alpha_{lt} \quad (219)$$

-o abatere la suma diviziunilor fazelor auxiliare principale:

$$\Delta\alpha_{gt} = \alpha_{gt\ ef} - \alpha_{gt} \quad (220)$$

Pentru a reveni la suma de 360° , abaterile se distribuie proportional pe fazele principale de lucru si, respectiv, auxiliare care nu se efectueaza cu came din baza. Distribuirea se face proportional pentru a atenua impactul modificarilor asupra procesului.

Dar:

$$\begin{aligned} \alpha_{lt} + \alpha_{gt} &= (\alpha_{lt\ ef} - \Delta\alpha_{lt}) + (\alpha_{gt\ ef} - \Delta\alpha_{gt}) = & (221) \\ &= \alpha_{lt\ ef} + \alpha_{gt\ ef} - (\Delta\alpha_{lt} + \Delta\alpha_{gt}) = \\ &= 360^\circ \end{aligned}$$

Rezulta ca cele doua abateri $\Delta\alpha_{lt}$ si $\Delta\alpha_{gt}$ nu trebuie tratate neaparat separat si distribuite ca atare pe fazele principale de lucru si, respectiv, auxiliare. Daca sunt privite global, ca suma, exista avantajul ca in cazul in care sunt de semne contrare ele se compenseaza, partial sau total, si astfel modificarile ce trebuie aduse diviziunilor fazelor principale precizate sunt de mai mica amploare. Mai mult, se vor modifica numai diviziunile fazelor de lucru sau numai diviziunile fazelor auxiliare principale, cele pentru care abaterea in valoare absoluta este mai mare.

In general, se pot inalni urmatoarele situatii:

a. daca:

$$\Delta\alpha_{lt} \cdot \Delta\alpha_{gt} < 0 \quad (222)$$

$$|\Delta\alpha_{lt}| > |\Delta\alpha_{gt}| \quad (223)$$

$$\Rightarrow \Delta\alpha_{lt\ c} = \Delta\alpha_{lt} + \Delta\alpha_{gt} \quad (224)$$

$$\Delta\alpha_{gt\ c} = 0 \quad (225)$$

unde:

$\Delta\alpha_{lt\ c}$ -abaterea la suma diviziunilor fazelor de lucru principale compensata;

$\Delta\alpha_{gt\ c}$ -abaterea la suma diviziunilor fazelor auxiliare principale compensata.

dupa compensare trebuie modificate numai diviziunile fazelor de lucru principale, in total cu $\Delta\alpha_{lt\ c}$:

$$\begin{aligned} \alpha_{lt} + \alpha_{gt} &= \alpha_{lt\ ef} + \alpha_{gt\ ef} - (\Delta\alpha_{lt} + \Delta\alpha_{gt}) = & (226) \\ &= \alpha_{lt\ ef} + \alpha_{gt\ ef} - \Delta\alpha_{lt\ c} = \\ &= (\alpha_{lt\ ef} - \Delta\alpha_{lt\ c}) + \alpha_{gt\ ef} = \\ &= 360^\circ \end{aligned}$$

b. daca:

$$\Delta\alpha_{lt} \cdot \Delta\alpha_{gt} < 0 \quad (227)$$

$$|\Delta\alpha_{gt}| > |\Delta\alpha_{lt}| \quad (228)$$

$$\Rightarrow \Delta\alpha_{gt\ c} = \Delta\alpha_{lt} + \Delta\alpha_{gt} \quad (229)$$

$$\Delta\alpha_{ltc} = 0 \quad (230)$$

dupa compensare trebuie modificate numai diviziunile fazelor auxiliare principale, in total cu $\Delta\alpha_{gtc}$:

$$\begin{aligned} \alpha_{lt} + \alpha_{gt} &= \alpha_{ltef} + \alpha_{gtef} - (\Delta\alpha_{lt} + \Delta\alpha_{gt}) = \\ &= \alpha_{ltef} + \alpha_{gtef} - \Delta\alpha_{gtc} = \\ &= \alpha_{ltef} + (\alpha_{gtef} - \Delta\alpha_{gtc}) = \\ &= 360^\circ \end{aligned} \quad (231)$$

c. daca:

$$\Delta\alpha_{lt} \cdot \Delta\alpha_{gt} < 0 \quad (232)$$

$$|\Delta\alpha_{lt}| = |\Delta\alpha_{gt}| \quad (233)$$

$$\Rightarrow \Delta\alpha_{lt} + \Delta\alpha_{gt} = 0 \quad (234)$$

dupa compensare nu trebuie modificate diviziunile la nici o faza principala, de lucru sau auxiliara:

$$\begin{aligned} \alpha_{lt} + \alpha_{gt} &= \alpha_{ltef} + \alpha_{gtef} - (\Delta\alpha_{lt} + \Delta\alpha_{gt}) = \\ &= \alpha_{ltef} + \alpha_{gtef} - 0 = \\ &= 360^\circ \end{aligned} \quad (235)$$

d. daca:

$$\Delta\alpha_{lt} \cdot \Delta\alpha_{gt} > 0 \quad (236)$$

nu se face nici o compensare. Trebuie modificate atat diviziunile fazelor de lucru principale, in total cu $\Delta\alpha_l$, cat si diviziunile fazelor auxiliare principale, in total cu $\Delta\alpha_{gt}$:

$$\alpha_{lt} + \alpha_{gt} = (\alpha_{ltef} - \Delta\alpha_{lt}) + (\alpha_{gtef} - \Delta\alpha_{gt}) = 360^\circ \quad (237)$$

e. daca:

$$\Delta\alpha_{lt} \cdot \Delta\alpha_{gt} = 0 \quad (238)$$

nu se face nici o compensare. Trebuie modificate numai diviziunile fazelor principale pentru care abaterea este diferita de 0.

Trebuie facute cateva observatii legate de operatia de corectare a diviziunilor:

1. Nu se modifica diviziunile la fazele realizate cu came din baza;
2. Nu se modifica, la fazele de lucru principale: filetarea cu filiera, tarodarea si retragerea filierei/tarodului;

3. Daca abaterea $\Delta\alpha_{gt}$ (sau $\Delta\alpha_{gtc}$ dupa compensare, daca se face) este negativa ar trebui sa se micsoreze numarul de diviziuni aferente fazelor auxiliare principale care nu se efectueaza cu camele din baza. Acest lucru nu este posibil pentru ca:

-la fazele de alimentare cu semifabricat, schimbarea pozitiei capului revolver, schimbarea turatiei, schimbarea turatiei si sensului de rotire a arborelui principal, numarul minim de diviziuni alocate este impus in cartea masinii (uneori implicit prin timpul de realizare a fazei);

-la fazele de apropiere/retragere rapida diminuarea numarului de diviziuni determina pante mari la curbele camelor cu posibile implicatii asupra cresterii presiunii de contact si blocarii mecanismului la urcare si desprinderi de pe cama la coborare.

4. Daca este necesara marirea diviziunilor fazelor auxiliare principale ($\Delta\alpha_{gt} > 0$ sau $\Delta\alpha_{gtc} > 0$ daca se face compensare) se vor modifica numai fazele de alimentare cu semifabricat, schimbarea pozitiei capului revolver, schimbarea turatiei, schimbarea turatiei si sensului de rotire a arborelui principal.

5. Compensarea nu este operanta daca:

$$\Delta\alpha_{lt} \cdot \Delta\alpha_{gt} < 0 \quad (239)$$

$$\Delta\alpha_{gt} < 0 \quad (240)$$

$$|\Delta\alpha_{gt}| > \Delta\alpha_{lt} \quad (241)$$

pentru ca dupa compensare $\Delta\alpha_{gtc}$ ramane negativ, ceea ce s-a aratat ca nu se poate admite. Trebuie marit in acest caz timpul pe ciclu T_c .

Metoda compensarii are tocmai acest avantaj ca elimina in multe cazuri situatia unei abateri $\Delta\alpha_{gt}$ negative pe fazele auxiliare principale, deci permite adoptarea unui timp pe ciclu mai mic, adica a unei productivitati mai mari. Nu trebuie uitat faptul ca prin compensare valorile diviziunilor efective sunt mai apropiate de valorile calculate sau impuse de cartea masinii.

Modificarea diviziunilor prin distribuirea proportionala a abaterilor pe fazele principale se face astfel:

-se determina numarul de faze ale caror diviziuni pot fi modificate⁹³;

-se modifica diviziunile acestor faze proportional cu numarul de diviziuni calculat si se rotunjeste la valoare intreaga:

$$\alpha_{li \text{ mod if}} = \alpha_{li \text{ calc}} + \frac{\Delta\alpha_{lt}}{\sum\alpha_{li \text{ mod if}}} \cdot \alpha_{li \text{ calc}} \quad [\text{grade}] \quad (242)$$

$$\alpha_{gi \text{ mod if}} = \alpha_{gi \text{ calc}} + \frac{\Delta\alpha_{gt}}{\sum\alpha_{gi \text{ mod if}}} \cdot \alpha_{gi \text{ calc}} \quad [\text{grade}] \quad (243)$$

- la fazele de lucru se recalculeaza numarul de rotatii echivalente ale arborelui principal $N_{eief \text{ calc}}$ (rotunjit la intreg) si avansul efectiv de lucru $s_{efi \text{ recalc}}$:

$$N_{eief \text{ recalc}} = N_{eief} \cdot \frac{\alpha_{li \text{ mod if}}}{\alpha_{li \text{ calc}}} \quad [\text{rot}] \quad (244)$$

$$f_{efi \text{ recalc}} = \frac{l_{ci}}{N_{eief \text{ recalc}}} \cdot \frac{n_{bef}}{n_{ief}} \quad [\text{mm/rot}] \quad (245)$$

-daca datorita rotunjirii la intreg a valorilor diviziunilor modificate se mentine o abatere, aceasta se elimina prin adunarea/scaderea cate unui grad din fazele principale de lucru, respectiv auxiliare⁹⁴. La fazele de lucru se recalculeaza $N_{eief \text{ calc}}$ si $s_{efi \text{ recalc}}$.

⁹³ Vezi observatiile de mai sus.

⁹⁴ Se utilizeaza aceeasi metoda de eliminare a abaterii ca la Cap. 2.4.5.11 - Calculul unghiurilor aferente fazelor de lucru

Modificarea avansurilor efective impune verificarea incadrarii acestora in valorile admisibile.

Corectarea fisei de calcul se face apeland functia **Calcul|Fisa de calcul|Corectare** (fig.65).

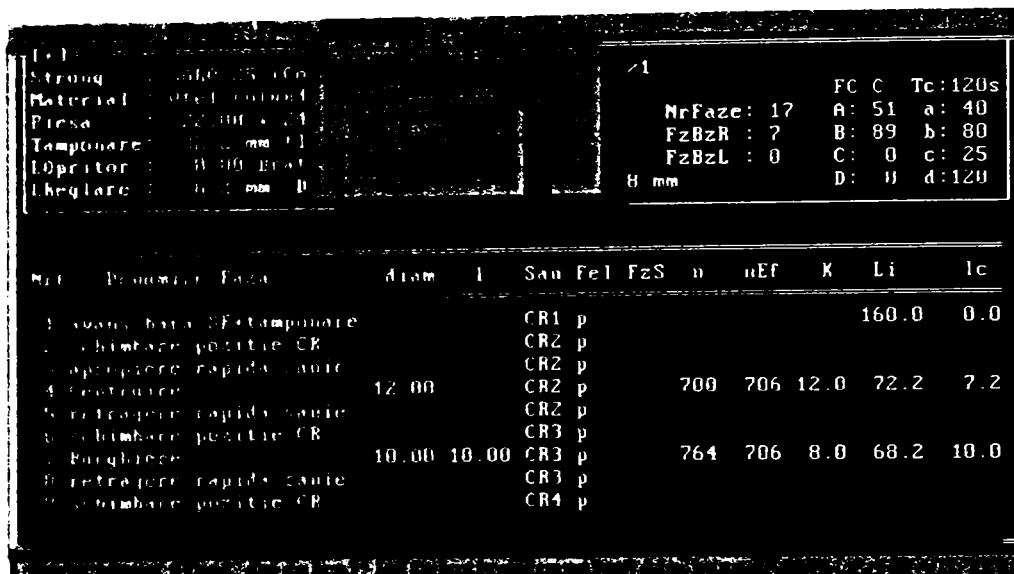


fig.65 Meniul Corectarea fisei de calcul

Obs1. In fereastra de editare a datelor generale se semnalizeaza utilizatorului necesitatea corectarii fisei de calcul prin aparitia simbolului "C" (fig.65).

Obs2. Scoaterea din proces a unei came din baza (meniul **Baza|Came din baza**) impune revenirea la cursa de lucru initiala la faza de lucru. Se apeleaza functia **Faze|Modifica** pentru faza respectiva.

In final, se prezinta schematic etapele ce se parcurg, la proiectarea asistata, cand se reutilizeaza came de comanda (fig.66). Etapele de calcul economic sunt tratate in Cap.4 si Cap.5 ale tezei.

3.3 CONCLUZII

Pentru a putea reutiliza rational came de comanda deja existente, au fost stabilite principiile de organizare a unei baze de came, tipul de came ce pot intra intr-o astfel de baza si modul lor de codificare, astfel incat baza de came sa fie usor accesibila si actualizabila.

S-a realizat, de asemenea, prin implementarea de noi functii program, legatura dintre programul de proiectare asistata a proceselor tehnologice pe strunguri automate de tip SARO si baza de came de comanda. Se pot astfel cauta, in cadrul proiectarii asistate, came in baza a caror configuratie (profil) este apropiat de cel al camelor de comanda rezultate din proiectare, se introduc aceste came in noul proces si se aduc corecturile necesare procesului astfel incat sa existe compatibilitatea acestuia cu cama reutilizata.

Castigul reutilizarii de came de comanda dintr-o baza de came deja existente este ca se elimina etapa de elaborare a documentatiei si de executie a acestora. Beneficiul

priveste atat timpul cat si banii aferenti acestei etape. Se poate realiza, in acest fel, o optimizare din punct de vedere economic a procesului de prelucrare. Reutilizarea de came nu se poate, insa, utiliza in mod eficient in orice conditii. Problema aceasta este tratata pe larg in Cap.5.2.

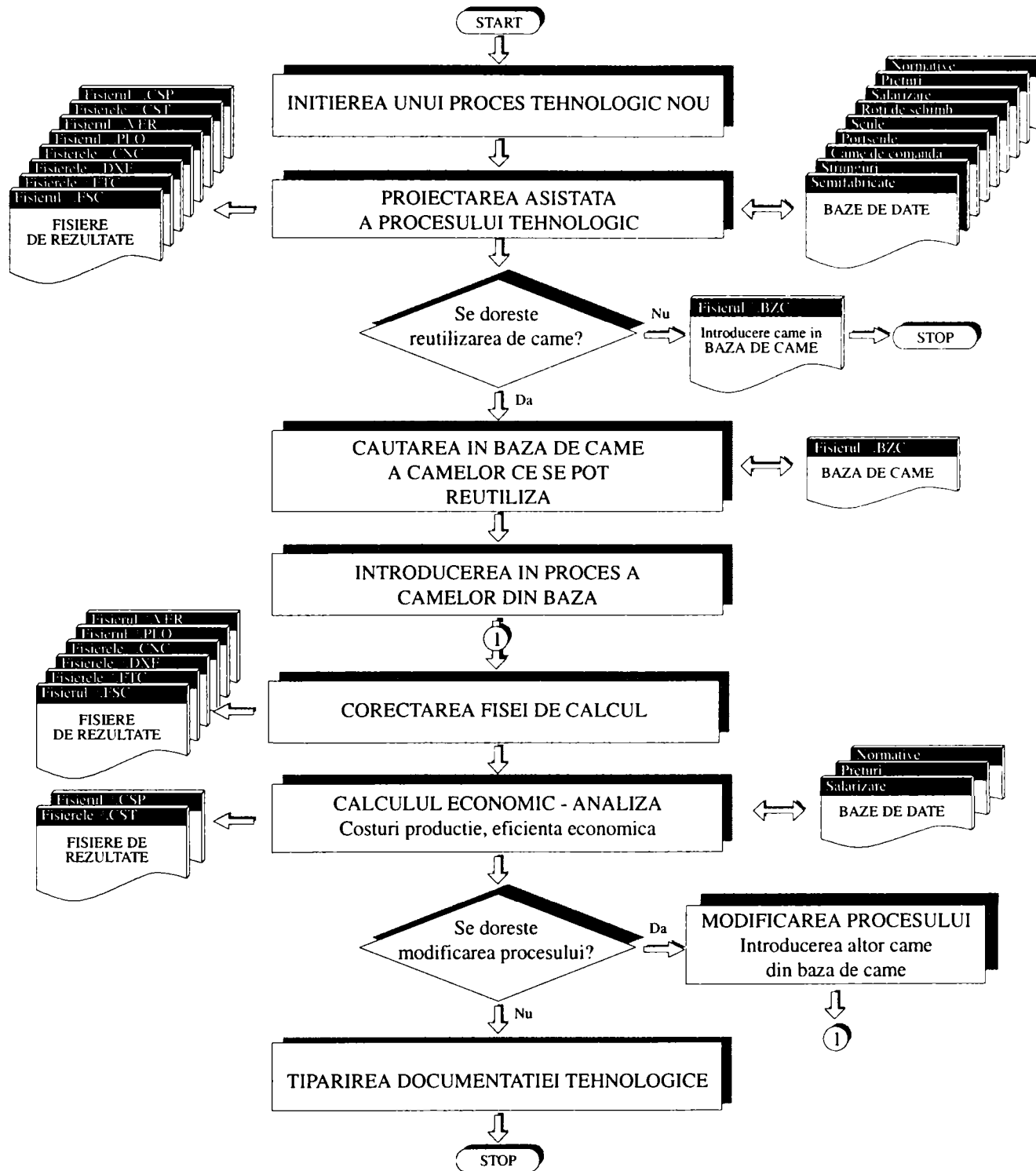


fig.66 Etapele proiectarii asistate cu reutilizarea de came de comanda din baza de came

4. DETERMINAREA ASISTATA A COSTURILOR LA PRELUCRAREA PE STRUNGURI AUTOMATE MONOAX

Pentru a putea determina eficienta economica si, deci, de a optimiza procesul, in cazul folosirii proiectarii asistate a proceselor tehnologice pe strunguri automate si a refolosirii camelor de comanda, a fost necesara, mai intai, realizarea unui model matematic de determinare a costurilor aferente camelor de comanda si reperului de executat, respectiv ale intregii productii a acestuia, evaluarea economiilor determinate de proiectarea asistata fata de cea clasica si a implicatiilor economice generate de reutilizarea la prelucrare a unor came existente in baza de came de comanda, model ce a fost inclus in programul de proiectare asistata.

In metodologia de calcul s-a considerat ca proiectarea procesului tehnologic, executia camelor de comanda si reglarea strungului se fac in regie, dupa exemplul concret al unei unitati economice din Timisoara - S.C. TEHNOMET S.A.

Programul de proiectare asistata a proceselor tehnologice pe strunguri automate a fost conceput astfel incat toate aceste determinari sa poata fi facute cu ajutorul unor functii program cuprinse in meniul **Calcul|Economic** (fig.67). Ele vor fi descrise pe parcursul prezentului capitol.

The screenshot shows a software interface with a menu bar (Fisier, Alege, Faze, Grafica, Editare, Baza, Ajutor) and a clock (28:37:23). The main area displays technical data for a lathe process:

- Strung : SAR0-25 (Co)
- Material : Otel rotund
- Piesa : 12.40 x 19
- Tamponare : 29.3 mm (l)
- Lopritor : 42.00 Opri
- LReglare : 7.3 mm D

Technical parameters on the right:

- NrFaze: 31
- FzBzR : 18
- FzBzL : 0
- A: 51
- B: 89
- C: 0
- D: 0
- a: 45
- b: 80
- c: 24
- d: 100
- Turatii lente: 0
- Tc: 110s

The 'Eficienta economica' sub-menu is open, showing a table of operations:

Nrf	Denumire Faza	S	s	sEf	v	vEf
1	avans bara SF+tamponare o					
2	schimbare pozitie CR					
3	apropiere rapida sanie					
4	Strunjire transversala c	12.40	13.00	0.020	0.020	49.7 27.5
5	retragere rapida sanie					
6	apropiere rapida sanie					
7	Centruire	5.60		0.050	0.050	34.0 12.4
8	retragere rapida sanie					
9	schimbare pozitie CR					

At the bottom, it shows 'Costurile procesului' and the value '115416'.

fig.67 Meniul pentru calculul economic

La apelarea functiei de calcul programul deschide succesiv cate o fereastră (fig.69) pentru fiecare din camele de comanda folosite in procesul tehnologic curent, fereastră ce cuprinde toate elementele precizate mai sus. Utilizatorul completeaza sau modifica unele campuri in functie de modul de executie a camelor si de modificarile aduse legislatiei.

Prima componenta a costurilor aferente fiecarei came de comanda - manopera - este influentata de tipul semifabricatului folosit si tehnologia de prelucrare adoptata, in functie de dotarea unitatii si precizia ceruta camelor. Pentru a acoperi toate posibilitatile de prelucrare s-a intocmit o lista cu operatiile ce pot apare in itinerariul tehnologic de executie a camelor. Utilizatorul trebuie sa completeze in dreptul tuturor operatiilor utilizate categoria de salarizare si numarul de ore afectate fiecareia. Salariul tarifar orar este determinat de program corespunzator fiecarei categorii de salarizare. Valorile salarizarii pot fi modificate ori de cate ori se face reactualizarea acestora, inainte de efectuarea calculelor economice. Pentru aceasta se apeleaza functia **Fisier|Date|Date economice|Salarizare** (fig.70).

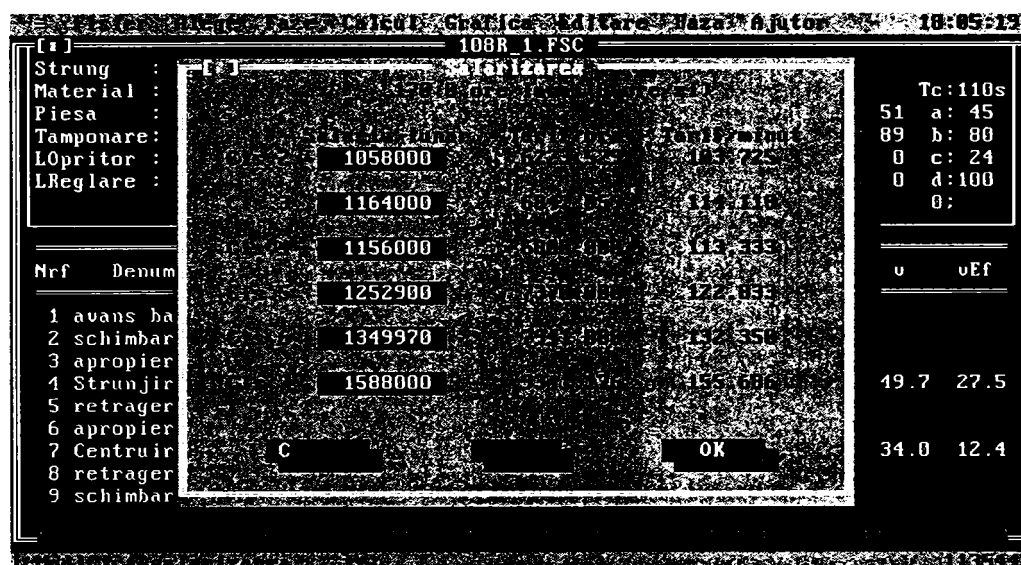


fig.70 Fereastră pentru actualizarea salarizării

Butonul [127.5] se foloseste doar daca se doreste vizualizarea salariilor tarifare orare si pe minut la incadrările cu 6 ore/zi, folosite la unele operatii ca de exemplu tratamentul termic si rectificare plana.

Costul operatiilor C_{op} este produsul dintre salariul tarifar orar sal_{to} si durata orara de realizare a operatiei t_{op} :

$$C_{op} = sal_{to} \cdot t_{op} \quad [lei] \quad (246)$$

Costul total cu manopera se obtine prin insumarea costurilor operatiilor din itinerariul tehnologic:

$$C_{manopera} = \sum C_{op} = \sum sal_{to} \cdot t_{op} \quad [lei] \quad (247)$$

Pentru calculul costului cu materialul trebuie precizat materialul folosit (se alege din lista), unitatea de masura (*kg* sau *ml*) si pretul unitar. In functie de unitatea de masura, costul materialului se calculeaza:

– daca unitatea de masura este *kg*:

$$C_{\text{material}} = M_{\text{SF}} \cdot \text{PU}_{\text{kg}} = V_{\text{SF}} \cdot \rho \cdot \text{PU}_{\text{kg}} = \pi \cdot D_{\text{max cama}}^2 / 4 \cdot g_{\text{SF}} \cdot 10^{-6} \cdot \rho \cdot \text{PU}_{\text{kg}} \quad [\text{lei}] \quad (248)$$

unde:

- M_{SF} -masa semifabricatului camei, in kg;
- PU_{kg} -pretul pe kg al semifabricatului camei, lei/kg;
- V_{SF} -volumul semifabricatului camei, in mm^3 ;
- ρ -densitatea specifica a materialului, in kg/dm^3 ;
- $D_{\text{max cama}}$ -diametrul maxim posibil al camei⁹⁵, in mm;
- g_{SF} -grosimea semifabricatului, in mm.

– daca unitatea de masura este *ml*:

$$C_{\text{material}} = g_{\text{SF}} \cdot \text{PU}_{\text{ml}} \cdot 10^{-3} \quad [\text{lei}] \quad (249)$$

unde:

- PU_{ml} -pretul pe ml al semifabricatului camei, in lei/ml.

Obs. In fereastra din fig.69 toate valorile din afara campurilor de introducere a datelor sunt valori calculate dupa apasarea butonului [OK]. De aceea, daca se fac modificari in fereastra, pentru a vizualiza valorile reale trebuie deschisa din nou fereastra apeland functia **Calcul|Economic|Costuri|Came**.

Toate celelalte cheltuieli, legate de transport si aprovizionare, contributi la asigurarile sociale si fond de sanatate⁹⁶, fond de somaj, cheltuielile generale ale sectiei si cheltuielile generale ale societatii, ce se calculeaza pe baza procentuala, au precizate valorile implicite pentru procentaje (*val%*), dar ele pot fi modificate de catre utilizator daca legislatia o permite sau aceasta s-a modificat.

Programul calculeaza:

– cheltuieli de transport si aprovizionare:

$$C_{\text{ta}} = \text{val}\% \cdot C_{\text{material}} \quad [\text{lei}] \quad (250)$$

– contributi la asigurarile sociale si fond sanatate:

$$C_{\text{CAS}} = \text{val}\% \cdot C_{\text{manopera}} \quad [\text{lei}] \quad (251)$$

⁹⁵ Vezi tab 11, Cap. 2.4.5.8 - Calculul pozitiiilor centrelor rolor pe came la inceputul si sfarsitul curselor de lucru
⁹⁶ In fereastra, contributia la asigurarile sociale si fondul de sanatate sunt cumulate.

– fond de somaj:

$$C_{\text{somaj}} = \text{val}\% \cdot C_{\text{manopera}} \quad [\text{lei}] \quad (252)$$

– cheltuieli generale ale sectiei:

$$C_{\text{gsect}} = \text{val}\% \cdot (C_{\text{manopera}} + C_{\text{CAS}} + C_{\text{somaj}}) \quad [\text{lei}] \quad (253)$$

– cost sectie:

$$C_{\text{sectie}} = C_{\text{manopera}} + C_{\text{material}} + C_{\text{ta}} + C_{\text{CAS}} + G_{\text{somaj}} + C_{\text{gsect}} \quad [\text{lei}] \quad (254)$$

– cheltuieli generale ale societatii:

$$C_{\text{gsoc}} = \text{val}\% \cdot C_{\text{sectie}} \quad [\text{lei}] \quad (255)$$

Avand toate aceste elemente se poate, in sfarsit, calcula costul complet de productie:

$$C_{\text{productie}} = C_{\text{sectie}} + C_{\text{gsoc}} \quad [\text{lei}] \quad (256)$$

Se merge chiar mai departe si se calculeaza, tinand seama de beneficiu:

$$B = \text{val}\% \cdot C_{\text{productie}} \quad [\text{lei}] \quad (257)$$

– pretul de productie al camei de comanda:

$$P_{\text{productie}} = C_{\text{productie}} + B \quad [\text{lei}] \quad (258)$$

Pentru fiecare cama de comanda folosita in proces se creaza cate un fisier *.CST ce cuprinde toate informatiile din fereastra din fig.69.

Numele fisierelor *.CST este atribuit in mod automat de catre program sub forma *nume_sanie.CST*⁹⁷.

Obs. O modificare adusa procesului tehnologic (*.FSC) urmata de refacerea fisei de calcul nu modifica fisierele create prin apelarea de functii program. Pentru actualizarea fisierelor *.CST trebuie apelata functia de calcul al costurilor cu camele dupa fiecare modificare a fisei de calcul.

⁹⁷ Vezi Cap. 2.4.7.1 - Crearea fisierelor *.FTC

4.2 COSTURILE CU PIESA

Determinarea costurilor pentru o piesa urmareste aceeasi metodologie ca in cazul camelor de comanda. Apar, in plus, repartizate pe fiecare piesa in parte, cheltuielile cu executia camelor.

Calculul se face apeland functia **CalculEconomicCosturiPiesa** (fig.68). Programul deschide o fereastră (fig.71) in care utilizatorul precizeaza marimea productiei (lotului), unitatea de masura la care este raportat pretul semifabricatului⁹⁸ (*kg* sau *ml*), pretul unitar si valorile procentuale pentru celelalte componente (transport si aprovizionare, CAS, etc.), daca cele implicite nu sunt corecte.

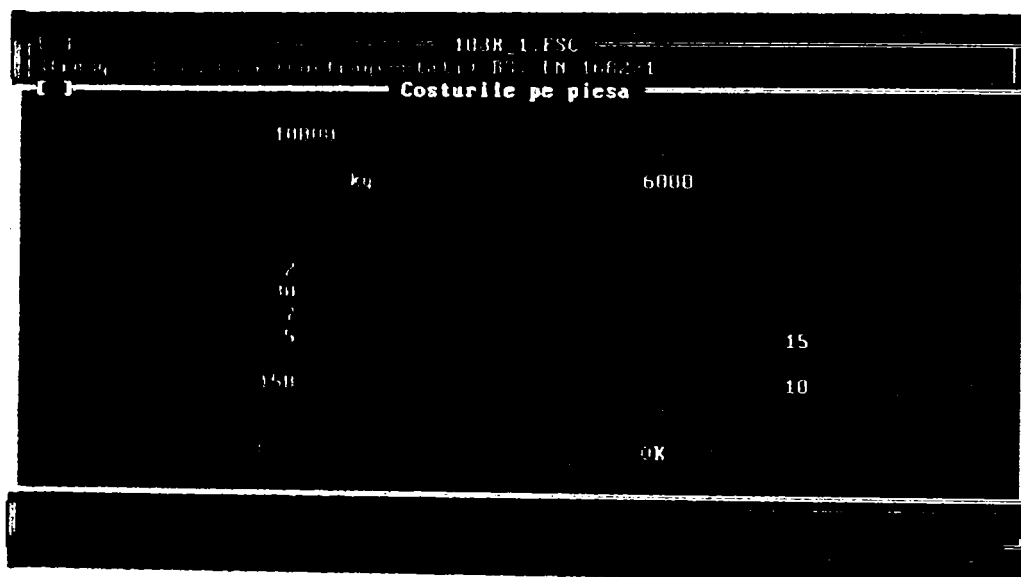


fig.71 Fereastră pentru determinarea costurilor cu o piesa

Costul cu manopera se calculeaza ca produs dintre norma tehnica⁹⁹ N_T si salariul tarifar sal_t , in lei/min, pentru o categorie medie de salarizare, respectiv clasa 4.

$$C_{\text{manopera}} = N_T \cdot sal_t \quad [\text{lei}] \quad (259)$$

Daca reglorul lucreaza in regie, asa cum s-a precizat la inceput:

$$N_T = 1,12 \cdot k \cdot T_{\text{op}} = 1,12 \cdot k_d \cdot \left(T_c + \frac{t_a}{n_1} \right) \quad [\text{min}] \quad (260)$$

unde:

- k_d -coeficient de deservire, intre 1/3...1/4, in functie de numarul de masini deservite de un reglor;
- T_{op} -timpul operativ, in min;
- T_c -durata ciclului de prelucrare, in min;
- t_a -timpul ajutorator pentru alimentarea cu bara semifabricat, in min;
- n_1 -numarul de piese executate dintr-o bara semifabricat.

⁹⁸ Materialul semifabricatului a fost deja stabilit la inceputul proiectarii procesului tehnologic - Cap. 2.4.2 - Alegerea semifabricatului

⁹⁹ Vezi [32], pag 190

Pentru calculul costului cu materialul semifabricat trebuie precizate unitatea de masura (*kg* sau *ml*) si pretul unitar. In functie de unitatea de masura, costul materialului se calculeaza:

– daca unitatea de masura este *kg*:

$$C_{\text{material SF}} = M_{\text{SF}} \cdot \text{PU}_{\text{kg}} = V_{\text{SF}} \cdot \rho \cdot \text{PU}_{\text{kg}} \quad [\text{lei}] \quad (261)$$

unde:

- M_{SF} -masa semifabricatului, in kg;
- PU_{kg} -pretul pe kg al semifabricatului, in lei/kg;
- V_{SF} -volumul semifabricatului, in dm^3 ;
- ρ -densitatea specifica a materialului, in kg/dm^3 .

– daca unitatea de masura este *ml*:

$$C_{\text{material}} = (l_{\text{tamp}} - b_a) \cdot \text{PU}_{\text{ml}} \cdot 10^{-3} \quad [\text{lei}] \quad (262)$$

unde:

- l_{tamp} -lungimea de tamponare¹⁰⁰ a semifabricatului, in mm;
- b_a -distanța minima dintre buca de strangere si cutitul de retezat¹⁰¹, in mm;
- PU_{ml} -pretul pe ml al semifabricatului, in lei/ml.

Obs. In fereastra din fig.71 toate valorile din afara campurilor de introducere a datelor sunt valori calculate dupa apasarea butonului [OK]. De aceea, daca se fac modificari in fereastra, pentru a vizualiza valorile reale trebuie deschisa din nou fereastra apeland functia **Calcul|Economic|Costuri|Piesa**.

Toate celelalte cheltuieli, legate de transport si aprovizionare, contributi la asigurarile sociale si fond de sanatate, fond de somaj, cheltuielile generale ale sectiei si cheltuielile generale ale societatii, ce se calculeaza pe baza procentuala, au precizate valorile implicite pentru procentaje (*val%*), dar ele pot fi modificate de catre utilizator daca legislatia o permite sau aceasta s-a modificat. Formulele de calcul sunt aceleasi ca si in cazul costurilor cu camele de comanda. Apar in plus, la cheltuielile generale ale sectiei si costul sectiei, costurile specifice cu camele:

$$C_{\text{spec came}} = \frac{C_{\text{totalcame}}}{n_{\text{lot}}} \quad [\text{lei/piesa}] \quad (263)$$

unde:

- $C_{\text{spec came}}$ -costul camelor de comanda repartizat pe piesa;
- $C_{\text{total came}}$ -costul total cu camele de comanda, obtinut prin insumarea costurilor cu fiecare cama de comanda¹⁰², daca ea nu este din baza de came, in lei;
- n_{lot} -numarul de piese ce trebuie executate.

Rezulta:

¹⁰⁰ Vezi Cap. 2.4.2 - Alegerea semifabricatului.

¹⁰¹ Idem ¹⁰⁰

¹⁰² S-au calculat la Cap. 4.1 - Costurile cu camele de comanda

– cheltuielile generale ale sectiei:

$$C_{gsect} = val\% \cdot (C_{manopera} + C_{CAS} + C_{sanatate} + C_{somaj} + C_{spec\ came}) \quad [lei] \quad (264)$$

– cost sectie:

$$C_{sectie} = C_{manopera} + C_{material} + C_{la} + C_{CAS} + C_{sanatate} + G_{somaj} + C_{spec\ came} + C_{gsect} \quad [lei] \quad (265)$$

– cheltuieli generale ale societatii:

$$C_{gsoc} = val\% \cdot C_{sectie} \quad [lei] \quad (266)$$

Avand toate aceste elemente se poate, in sfarsit, calcula costul complet de productie raportat la o piesa:

$$C_{productie} = C_{sectie} + C_{gsoc} \quad [lei] \quad (267)$$

Tinand seama de beneficiu:

$$B = val\% \cdot C_{productie} \quad [lei] \quad (268)$$

– pretul de productie al unei piese:

$$P_{productie} = C_{productie} + B \quad [lei] \quad (269)$$

Programul creaza un fisier *nume.CSP* ce cuprinde toate informatiile din fereastra din fig.71, unde *nume* este numele procesului tehnologic curent (afisat).

Obs. O modificare adusa procesului tehnologic (*.FSC) urmata de refacerea fisei de calcul nu modifica fisierele create prin apelarea de functii program. Pentru actualizarea fisierului *.CSP trebuie apelata functia de calcul al costurilor cu piesa dupa fiecare modificare a fisei de calcul.

4.3 COSTURILE CU PRODUCTIA

Evaluarea costurilor cu intreaga productie este posibila prin apelarea functiei **Calcul|Economic|Costuri|Productie**. Programul prezinta utilizatorului (fig.72) rezultatele calculelor economice legate de costurile cu productia, pornind de la costurile aferente unei singure piese si marimea lotului de prelucrat. Se regasesc toate componentele costurilor de la piesa, valorile lor determinandu-se prin inmultirea cu valorii de la piesa cu marimea lotului. De exemplu, costul complet de productie pentru toate piesele este:

$$C_{productie} = C_{productie\ piesa} \cdot n_{lot} \quad (270)$$

Apar in plus:

– durata productiei T_p :

$$T_p = 1,12 \cdot T_{op} = 1,12 \cdot \left(T_c + \frac{t_a}{n_1} \right) \cdot n_{lot} \quad [min] \quad (271)$$

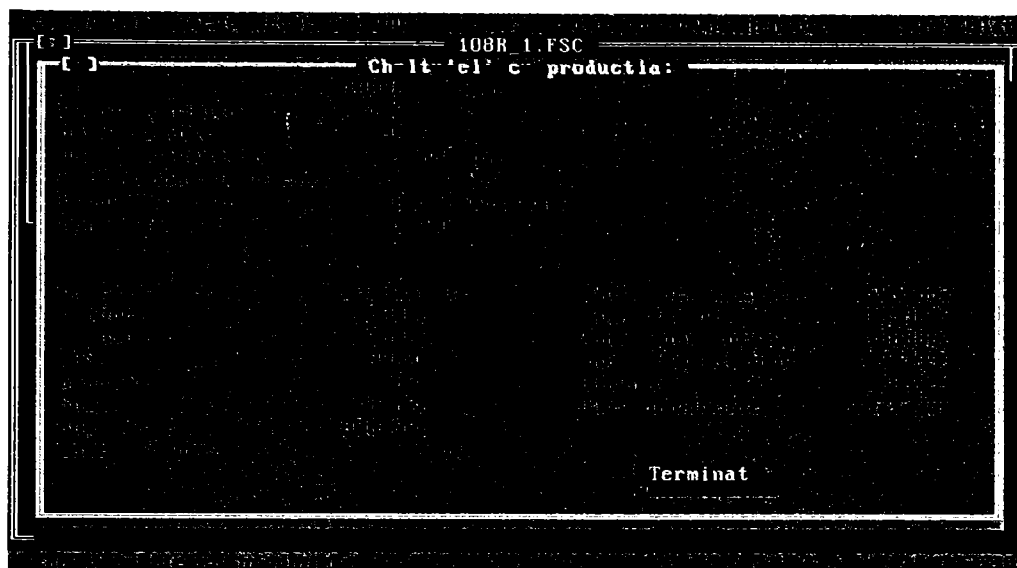


fig.72 Costurile cu productia

unde variabilele au aceeasi semnificatie ca la norma tehnica:

T_{op} -timpul operativ, in min;

T_c -durata ciclului de prelucrare, in min;

t_a -timpul ajutorator pentru alimentarea cu bara semifabricat, in min;

n_1 -numarul de piese executate dintr-o bara semifabricat.

N_{lot} -numarul de piese din lot.

– productivitatea prelucrării:

$$P = \frac{60}{T_c} \quad [\text{buc/min}] \quad (272)$$

– rentabilitatea:

$$R = \frac{P_{\text{productie}}}{C_{\text{productie}}} \quad (273)$$

4.4 CONCLUZII

Modelul matematic realizat pentru calculul costurilor cu camele de comanda, cu piesa luata individual si cu intreaga productie, inclus in programul de proiectare asistata a proceselor tehnologice pe strunguri automate, permite evaluarea rapida si exacta, inaintea lansarii pregatirii de fabricatie, a costurilor.

Posibilitatea proiectarii in timp foarte scurt (cateva minute) a multor variante de proces si cunoasterea imediata a costurilor aferente fiecărei variante, permite optimizarea din punct de vedere economic a proceselor de prelucrare pe strunguri automate monoax de tip SARO. Modul concret in care se poate face aceasta optimizare este descris in Cap.5.

1

5. EFICIENTA ECONOMICA LA PROIECTAREA ASISTATA A PROCESULUI TEHNOLOGIC PE STRUNGURI AUTOMATE SI REUTILIZAREA CAMELOR DE COMANDA

Utilizarea proiectarii asistate a proceselor tehnologice la strungurile automate si reutilizarea de came de comanda sunt utile numai in cazul in care ele produc efecte economice pozitive, adica eficienta economica.

Eficienta economica a proiectarii asistate, in raport cu proiectarea clasica, e data de reducerea substantiala a timpului de intocmire a fisei de calcul, a planelor de operatii si a desenelor de executie ale camelor de comanda si SDV-urilor. Daca la proiectarea clasica timpul de proiectare a procesului tehnologic variaza, conform normativelor, in functie de numarul de faze, de la 32 ore pentru piese simple (15...20 faze), pana la 110 ore pentru piese complexe (mai mult de 50 faze), la proiectarea asistata timpul de proiectare nu depaseste 1 ora, chiar in cazul celor mai complicate piese. In plus, optimizarea procesului, aproape imposibila la proiectarea clasica datorita necesitatii reluarii intregului calcul de completare a fisei de calcul la orice modificare a procesului, este absolut fireasca la proiectarea asistata. Se pot incerca o multime de variante de proces (date de modificarea elementelor de regim sau a suprapunerilor fazelor) in timp extrem de scurt (cateva minute), proiectantul putand alege, astfel, varianta optima din punct de vedere economic prin compararea costurilor.

In cazul refolosirii unor came de comanda din baza de came, se pune problema daca aceasta reutilizare este eficienta economic. Folosirea altor came decat cele rezultate din calculele initiale determina, foarte probabil, cresterea duratei ciclului de prelucrare, dar elimina cheltuielile cu executia lor. Pentru a stabili eficienta economica, influentata de marimea productiei, numarul de came reutilizate, marimea cursei de lucru suplimentare, comparatia trebuie facuta cu procesul tehnologic initial, la care nu s-au folosit came din baza, sau cu un proces, pentru acelasi reper, la care s-au reutilizat un numar diferit de came de comanda.

Eficienta economica se poate determina prin apelarea functiei **Calcul|Economic|Eficienta economica**. Alegerea procesului tehnologic (fisierului) cu care se face comparatia costurilor este posibila prin intermediul unei fereastre deja cunoscute de la deschiderea fisierelor. Odata ales procesul, programul afiseaza o alta fereastra (fig.73) in care sunt prezentate principalele date economice ale celor doua procese tehnologice comparate si diferentele de costuri pentru lotul considerat.

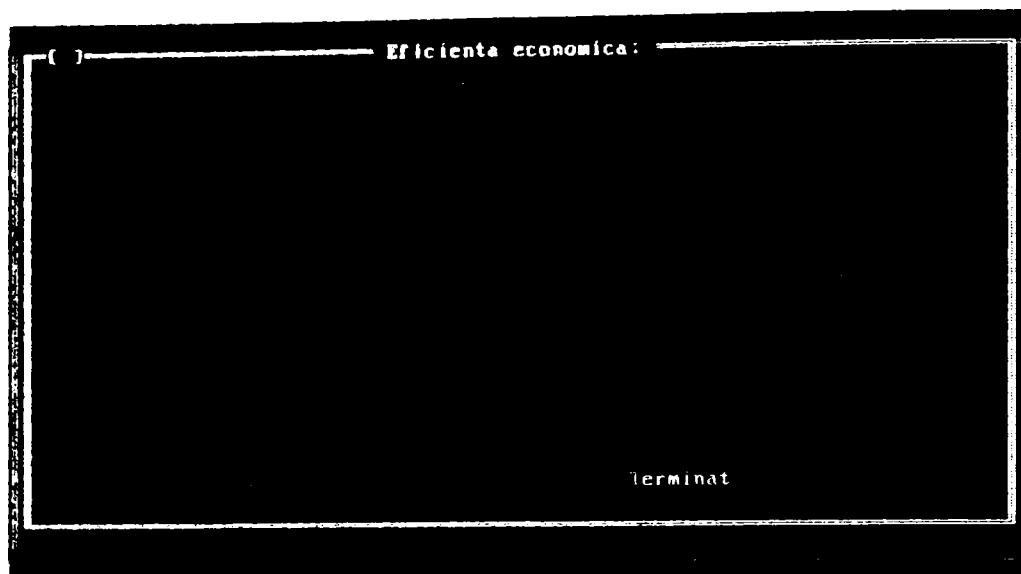


fig.73 Eficienta economica in cazul reutilizarii camelor de comanda

Poate fi interesant a se determina pana la ce marime a productiei (lotul critic) este avantajoasa reutilizarea de came din baza, respectiv de la care este mai avantajoasa executia de came noi.

Prin apasarea butonului [Lot critic] programul calculeaza numarul de piese din lot pentru care costurile complete de productie sunt egale la cele doua procese tehnologice comparate si afiseaza rezultatul, impreuna cu celelalte date economice, in fereastra din fig.74.

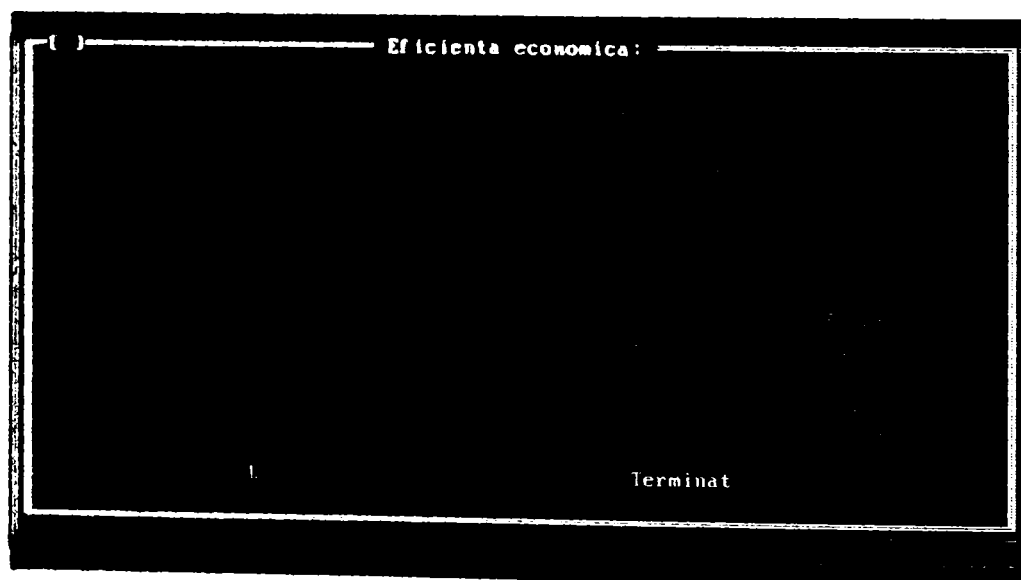


fig.74 Marimea lotului critic la reutilizarea camelor de comanda

5.1 EFICIENȚA ECONOMICĂ LA PROIECTAREA ASISTATĂ A PROCESULUI TEHNOLOGIC PE STRUNGURI AUTOAMATE

5.1.1 Studiu de caz

Avantajele proiectării asistate se pot pune în evidență analizând două reperi din producția S.C. TEHNOMET S.A destinată utilizării autoturismelor Dacia. S-au considerat două reperi de complexități diferite:

- Opritor fata - 108.4 - reper de complexitate ridicată
- Opritor spate - 108.5 - reper de complexitate scăzută

În cazul primului reper, procesul tehnologic (4T150.FSC) după care se face prelucrarea în întreprindere are o durată a ciclului $T_c=150s$. Din ciclograma desfășurată a procesului (fig.75) se observă o bună și completă suprapunere a fazelor.

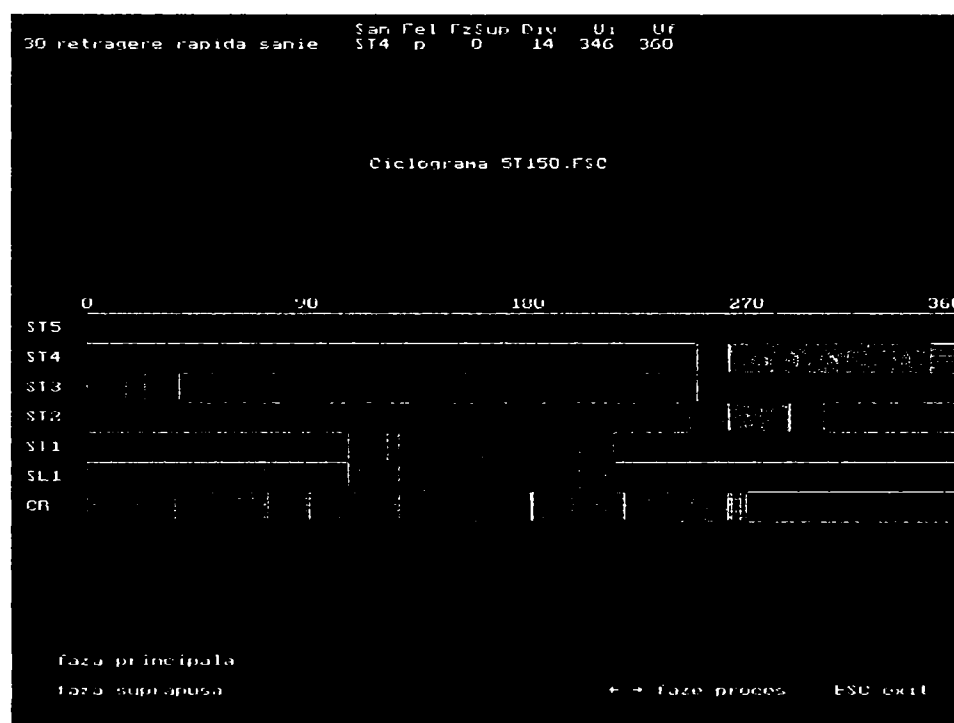


fig.75 Ciclograma procesului tehnologic la reperul 108.5 - $T_c = 150 s$

La o primă rulare a programului de proiectare asistată, păstrând identic procesul tehnologic (nu s-au modificat succesiunea și suprapunerea fazelor și nici elementele de regim, avansuri și viteze de așchiere efective; s-a păstrat turatia de 706 rot/min folosită în procesul existent), durata ciclului scade la $T_c = 90s$. Motivul este reducerea, prin program, la valorile recomandate în documentația tehnică a strungului SARO-25 folosit la prelucrare, a duratelor (unghiurilor) fazelor auxiliare (fig.76): alimentarea cu semifabricat și schimbarea poziției capului revolver. De asemenea, pentru fazele de apropiere și retragere rapidă a saniilor s-au folosit curbele sablon recomandate de firma producătoare¹⁰³.

¹⁰³ Vezi Cap. 2.4.5.10 - Determinarea unghiurilor pentru fazele auxiliare

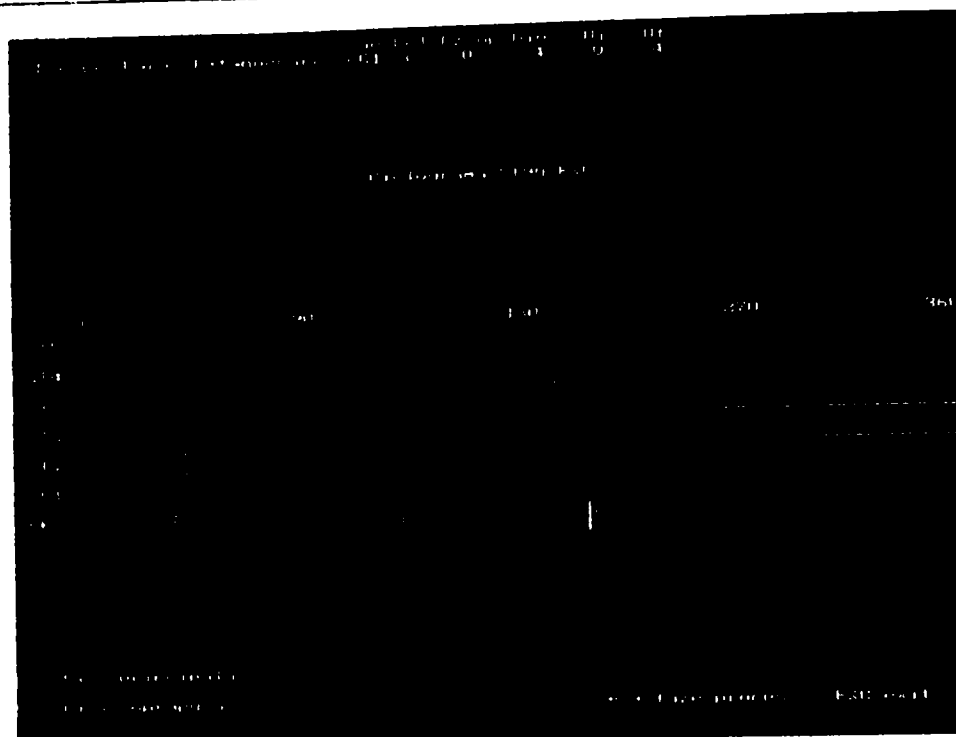


fig.76 Ciclograma procesului tehnologic la reperul 108.5 - $T_c = 90$ s

Din punct de vedere al eficienței economice, castigul este semnificativ. La o producție obișnuită a întreprinderii de 100.00 bucati pe an, reducerea costului de producție este de 24.34%, sau în valori absolute, la nivelul prețurilor și salariilor din noiembrie 1999, reducerea este de 17.012.018 lei (fig.77).

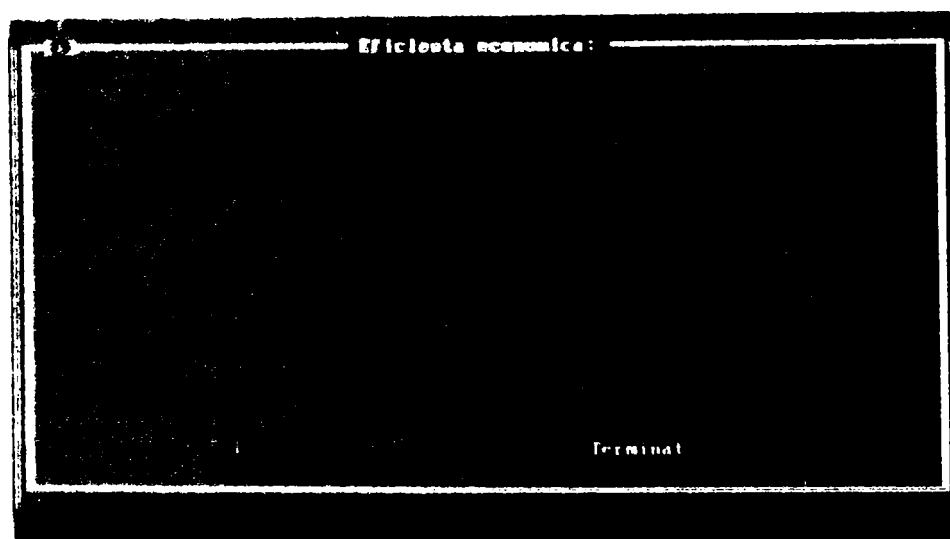


fig.77 Eficiența economică determinată de proiectarea corectă a fazelor auxiliare, $T_c=90$ s

Asa cum s-a precizat deja, se constata în procesul tehnologic folosit o succesiune logică a fazelor și o suprapunere maximă a lor. Corectitudinea întocmirii itinerariului tehnologic e determinată, cu siguranță, de experiența proiectantului de proces. Insa, dificultatea efectuării manuale a calculelor laborioase necesare completării fișei de calcul nu a permis optimizarea procesului, adică reproiectarea lui și în alte variante pentru a atinge varianta optimă. Având ca suport programul de proiectare asistată, se poate

elabora, in cateva minute, documentatia completa la foarte multe variante. S-a ajuns, astfel, la varianta optima la care s-au utilizat valori recomandate in literatura pentru elementele de regim, putandu-se adopta o turatie mai mare a arborelui principal, de 1267 rot/min. Durata ciclului este in acest caz $T_c = 52s$. Din ciclograma desfasurata (fig.78) se poate observa o pondere rationala a fazelor auxiliare in comparatie cu procesul tehnologic actual.

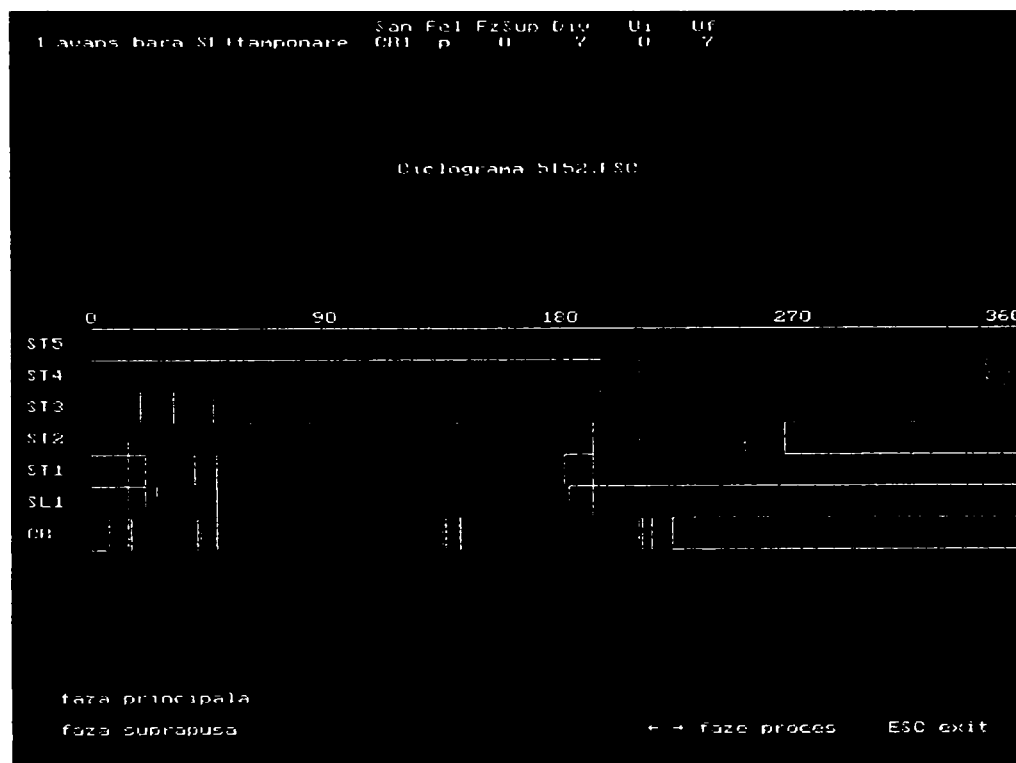


fig.78 Ciclograma procesului tehnologic la reperul 108.5 cu $T_c = 52 s$

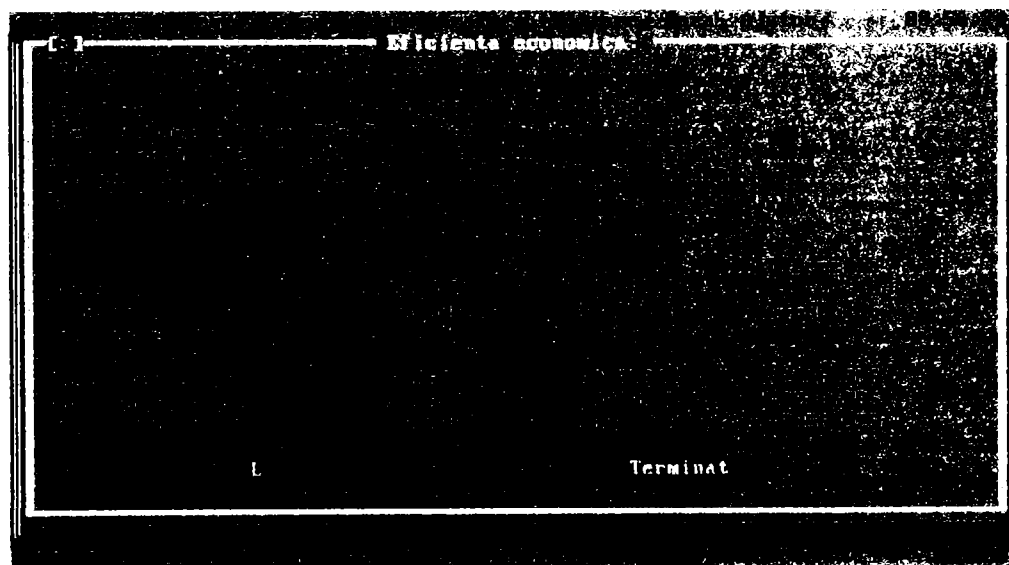


fig.79 Eficienta economica a procesului tehnologic la reperul 108.5 - $T_c = 52 s$

Efectul economic este spectaculos (fig.79). Se realizeaza o reducere cu 65,33% a duratei ciclului, deci o marire de la 0,400 la 1,154 buc/min (288,5%) a productivitatii. Costul de productie scade cu 39,76%. In valori absolute, la nivelul preturilor si salariilor din noiembrie 1999, scaderea este de la 69.883.017 lei la 42.096.722 lei, adica 27.786.295 lei.

La al doilea reper, procesul de prelucrare (5T56.FSC) existent are o durata a ciclului $T_c = 56s$. Data fiind simplitatea reperului si numarul redus de locasuri folosite la capul revolver, se prelucreaza 2 piese pe ciclu. Conform ciclogramei desfasurate a procesului (fig.80), se remarca o marime nejustificata a fazelor auxiliare.

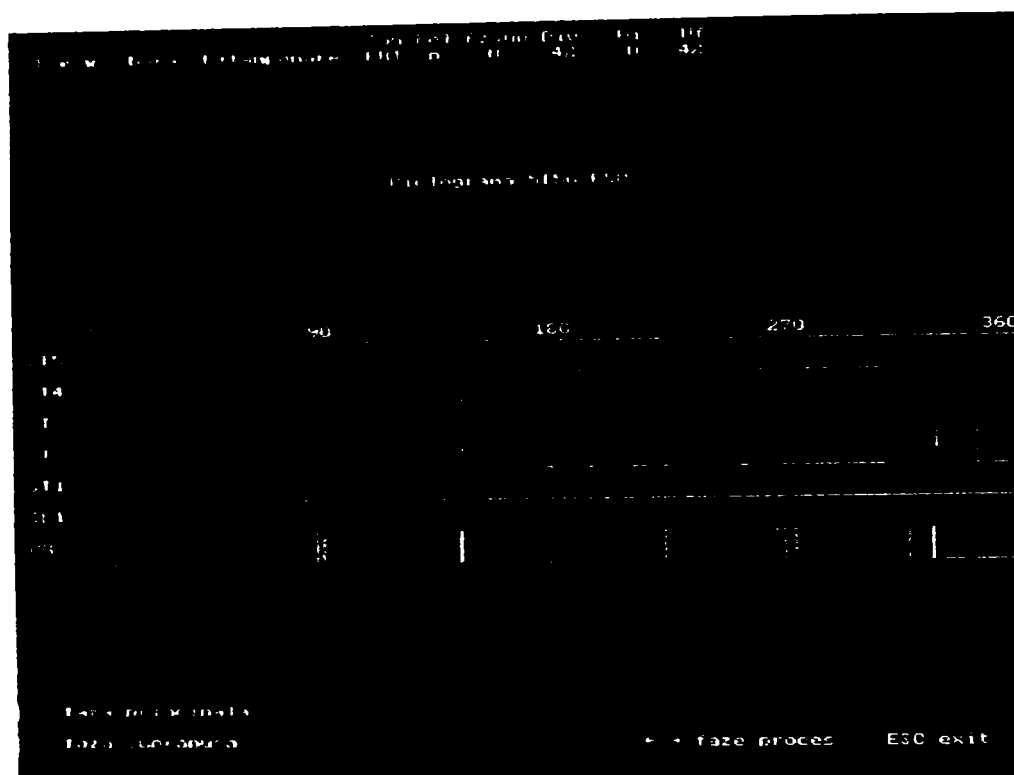


fig.80 Ciclograma procesului tehnologic la reperul 108.4 cu $T_c = 56 s$

Intr-o prima varianta de proces analizata, s-au redus la valorile recomandate in documentatia tehnica a strungului SARO-16 folosit la prelucrare, duratele fazelor auxiliare: alimentarea cu semifabricat si schimbarea pozitiei capului revolver. De asemenea, pentru fazele de apropiere si retragere rapida a saniilor s-au folosit curbele sablon recomandate de firma producatoare¹⁰⁴.

De mentionat ca s-au pastrat elementele de regim folosite anterior: s-au folosit aceleasi valori la avansurile de lucru efective si la vitezele de aschiere efective, respectiv turatia arborelui principal.

A rezultat un proces (5T15.FSC) a carui durata a ciclului a scazut substantial la $T_c = 15s$. Se observa pe ciclograma desfasurata (fig.81) reducerea duratelor fazelor auxiliare, cu efect direct asupra reducerii duratei ciclului, determinand astfel o marire a productivitatii.

Vezi Cap. 4.5.10 - Determinarea unghiurilor pentru fazele auxiliare

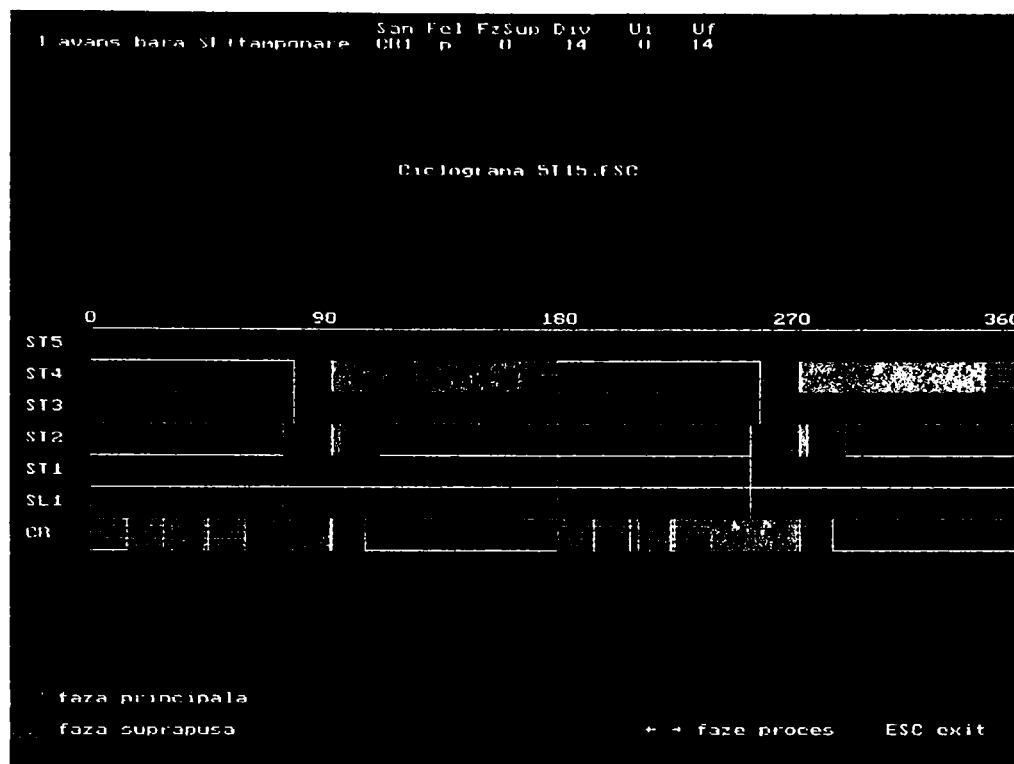


fig.81 Ciclograma procesului tehnologic la reperul 108.4, $T_c = 15$ s

Din punct de vedere al eficienței economice, castigul reprojectării procesului tehnologic este semnificativ. La o producție obișnuită a întreprinderii de 100.00 bucati pe an, reducerea costului de producție este cu 38,33%, sau în valori absolute, la nivelul preturilor și salariilor din noiembrie 1999, reducerea este de 12.787.366 lei (fig.82).

= Fisiere Alege Faze Calcul Grafica Editare Baza Ajutor 88:52:21			
Proces	5T15	5T56	
Lot [buc]	188888	188888	
Fret productie/piesa [lei]	286	334	
Durata productie [ore]	416.667	1555.55	
Productivitate [buc/min]	1.888	1.871	
Rentabilitate	1.188	1.188	
			Diferenta
Material	6767926	6767926	0
Manopera	1864828	3911518	-2047490
Cost case	2233472	2233472	0
Case din baza	0	0	0
Cost sectie	16264234	26372824	-10108590
Cost complet prod.	18783869	30328747	-11624878
Fret productie	28574256	33361622	-12787366

Efficienta economica a procesului tehnologic 112528

fig.82 Eficienta economica a procesului tehnologic la reperul 108.4, $T_c = 15$ s

O analiza mai atenta a procesului tehnologic existent scoate în evidență utilizarea unei turatii a arborelui principal de valoare mare, ce determina viteze efective prea mari de aschiere la unele faze de lucru. Într-o varianta optima (5T16.FSC), s-a adoptat de aceea o turatie mai mica (s-a coborat de la 3089 rot/min la 2724 rot/min), rezultand viteze de aschiere efective mai apropiate de valorile recomandate. Modificarile în ciclograma sunt nesemnificative (fig.83). Durata ciclului creste cu 1s ($T_c = 16$ s).

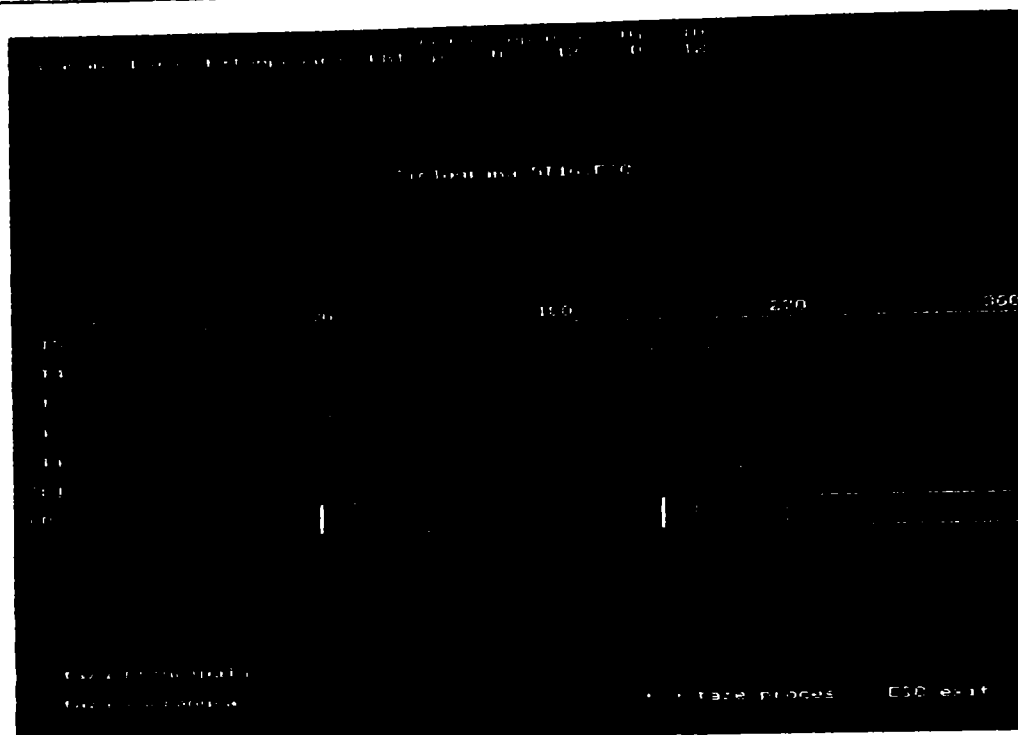


fig.83 Ciclograma procesului tehnologic la reperul 108.4, $T_c = 16$ s

Chiar și în acest caz, economiile raportate la producția anuală sunt de 11.341.345 lei. Costul de producție scade cu 37,39%.

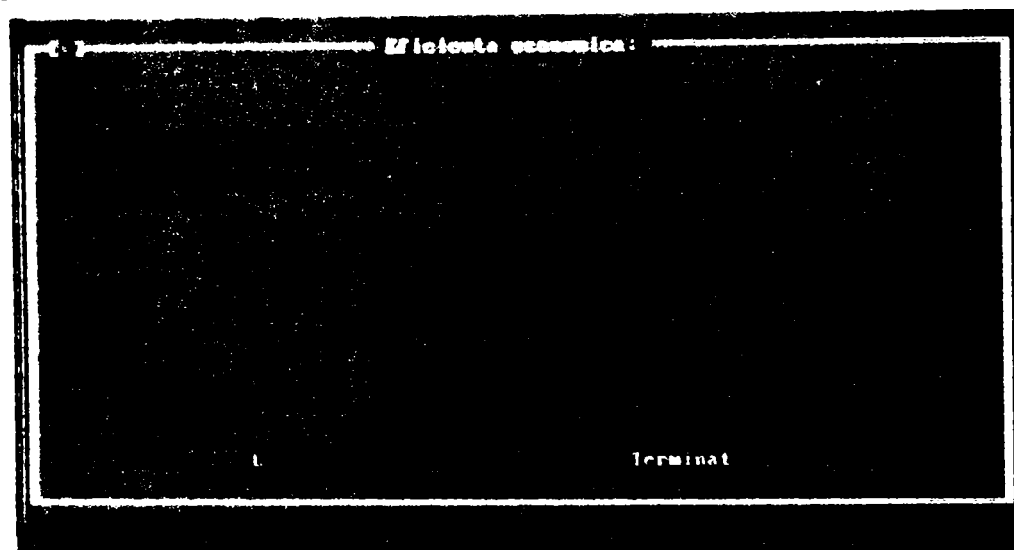


fig.84 Eficiența economică a procesului tehnologic la reperul 108.4, $T_c = 16$ s

5.1.2 Concluzii

Utilizarea proiectării asistate la procesele de prelucrare pe strunguri automate de tip SARO se dovedește, prin acest studiu de caz, extrem de utilă. Față de variantele de proces realizate printr-o proiectare clasică, proiectarea asistată a permis, datorită puterii și vitezei mari de calcul a programului, obținerea, în pași, a variantei optime. Castigul substanțial privește atât latura tehnologică (fazele auxiliare sunt optime din punctul de vedere al întinderii lor, suprapunerea fazelor este posibilă, rațională și maximă), cât și latura economică, obținându-se o durată a ciclului mult mai mică, deci o productivitate mare și un cost de producție scăzut. Scăderea costului, în ambele situații analizate, este impresionantă: aproape 40%.

5.2 EFICIENȚA ECONOMICĂ LA REUTILIZAREA CAMELOR DE COMANDĂ

Reutilizarea camelor de comandă poate fi luată în considerare numai în măsura în care ea produce efecte economice pozitive. În mod obișnuit, un proces tehnologic pe strunguri automate se desfășoară conform programului dat de profilul camelor de comandă rezultate în urma calculelor din faza de proiectare. Dacă, însă, una sau mai multe dintre aceste came¹⁰⁵ se înlocuiesc cu alte came deja existente într-o bază de came, se elimină costurile legate de execuția acestora, cu efect direct asupra costurilor de producție. Este foarte important, din punct de vedere economic, până la ce volum al producției (lotul critic) este avantajoasă reutilizarea de came din bază, respectiv de la care este mai avantajoasă execuția de came noi, specifice.

Pentru a determina efectul economic al reutilizării camelor de comandă s-a realizat, pe baza modelului experimental de la Cap.4, o cercetare experimentală cu două funcții obiectiv:

- costul complet de producție;
- lotul critic.

5.2.1 Funcția obiectiv - Costul complet de producție

Pentru funcția obiectiv - costul complet de producție¹⁰⁶:

$$y_1 = C_{\text{producție}} \quad (274)$$

au fost identificați șase factori de influență:

- $x_1 \Rightarrow \Delta R$ [mm] - cursa de lucru suplimentară pe cama de comandă din bază de came față de cama specifică procesului¹⁰⁷;
- $x_2 \Rightarrow n_{\text{came}}$ [buc] - numărul de came din bază utilizate în proces;
- $x_3 \Rightarrow \alpha$ [°] - ponderea unghiulară, în raport cu întregul proces, a fazei de lucru pentru care se folosește cama de comandă din bază;
- $x_4 \Rightarrow C_{\text{material}}$ [lei] - costul materialului semifabricatului;
- $x_5 \Rightarrow \text{Sal}$ [lei] - salariul tarifar pentru o categorie medie de salarizare¹⁰⁸;
- $x_6 \Rightarrow \text{Lot}$ [buc] - mărimea producției¹⁰⁹.

¹⁰⁵ Vezi Cap.3 - Reutilizarea camelor de comandă în proiectarea asistată a proceselor tehnologice

¹⁰⁶ Vezi Cap.4.3 - Costurile cu producția

¹⁰⁷ Considerând un raport de transmitere al parghiilor $i_p = 1$, $\Delta l_{c \text{ suplimentar}} = \Delta R_{\text{suplimentar}}$

¹⁰⁸ Vezi Cap.4.2 - Costurile cu piesa

¹⁰⁹ Pentru ca se analizează utilizarea strungurilor automate și la producții mai mici, se consideră că acestea se realizează într-un singur lot.

Ecuatia modelului de ordinul 1 ce urmeaza a fi explicitata in urma prelucrării rezultatelor experimentale are forma:

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^6 b_j \cdot x_j + \sum_{\substack{u,j=1 \\ u \neq j}}^6 b_{uj} \cdot x_u \cdot x_j \quad (275)$$

Din forma modelului polinomial rezulta ca se considera ca interactiunile superioare celor de ordinul 2. intre factorii de influenta, produc efecte neglijabile asupra functiei obiectiv.

Intervalele de variatie ale celor sase factori de influenta si, implicit, valorile nivelelor inferior si superior pentru fiecare factor au fost stabilite conform tab.13, pentru o piesa de complexitate ridicata, si tab.14, pentru o piesa de complexitate redusa. S-au utilizat aceleasi doua repere din productia S.C. TEHNOMET S.A. Timisoara:

- Opritor fata - 108.4 - reper de complexitate ridicata
- Opritor spate - 108.5 - reper de complexitate scazuta

tab.13 Intervalele de variatie ale factorilor de influenta la piesa de complexitate ridicata

Parametru	Valoare codificata	Valoare fizica					
		$x_1 \Leftrightarrow \Delta R$ [mm]	$x_2 \Leftrightarrow n_{cam}$ e [buc]	$x_3 \Leftrightarrow \alpha$ [°]	$x_4 \Leftrightarrow C_{mat}$ [lei]	$x_5 \Leftrightarrow Sal$ [lei]	$x_6 \Leftrightarrow Lot$ [buc]
Interval de variatie, D_j	Δ_j	29.2	3	194	600	117000	195000
Nivel superior, $x_{j,sup}$	+1	29.2	4	199	5800	1518000	200000
Nivel inferior, $x_{j,inf}$	-1	0	1	5	5200	1401000	5000

tab.14 Intervalele de variatie ale factorilor de influenta la piesa de complexitate redusa

Parametru	Valoare codificata	Valoare fizica					
		$x_1 \Leftrightarrow \Delta R$ [mm]	$x_2 \Leftrightarrow n_{cam}$ e [buc]	$x_3 \Leftrightarrow \alpha$ [°]	$x_4 \Leftrightarrow C_{mat}$ [lei]	$x_5 \Leftrightarrow Sal$ [lei]	$x_6 \Leftrightarrow Lot$ [buc]
Interval de variatie, D_j	Δ_j	29.3	1	129	600	117000	195000
Nivel superior, $x_{j,sup}$	+1	29.3	2	135	5800	1518000	200000
Nivel inferior, $x_{j,inf}$	-1	0	1	6	5200	1401000	5000

Structura matricii-program a experimentului factorial si valorile masurate ale functiei obiectiv $y = C_{productie}$ sunt date in tab.15, pentru cazul piesei de complexitate ridicata, si in tab.16, pentru cazul piesei de complexitate redusa.

tab.15 Valorile functiei obiectiv - Costul complet de productie $C_{productie}$ la o piesa de complexitate ridicata

	ΔR x_1	n_{came} x_2	α x_3	C_{mat} x_4	Sal x_5	Lot x_6	$C_{productie}$ [lei] y_1
1.	-1	-1	-1	-1	-1	-1	12.362.057
2.	+1	-1	-1	-1	-1	-1	13.042.537
3.	-1	+1	-1	-1	-1	-1	6.057.185
4.	+1	+1	-1	-1	-1	-1	8.155.333
5.	-1	-1	+1	-1	-1	-1	12.012.974
6.	+1	-1	+1	-1	-1	-1	12.409.921
7.	-1	+1	+1	-1	-1	-1	6.057.185
8.	+1	+1	+1	-1	-1	-1	8.155.333
9.	-1	-1	-1	+1	-1	-1	12.462.158
10.	+1	-1	-1	+1	-1	-1	13.142.639
11.	-1	+1	-1	+1	-1	-1	6.162.455
12.	+1	+1	-1	+1	-1	-1	8.242.661
13.	-1	-1	+1	+1	-1	-1	12.113.075
14.	+1	-1	+1	+1	-1	-1	12.510.022
15.	-1	+1	+1	+1	-1	-1	6.144.512
16.	+1	+1	+1	+1	-1	-1	8.242.661
17.	-1	-1	-1	-1	+1	-1	12.406.872
18.	+1	-1	-1	-1	+1	-1	13.087.353
19.	-1	+1	-1	-1	+1	-1	6.075.122
20.	+1	+1	-1	-1	+1	-1	8.173.271
21.	-1	-1	+1	-1	+1	-1	12.057.801
22.	+1	-1	+1	-1	+1	-1	12.454.748
23.	-1	+1	+1	-1	+1	-1	6.075.122
24.	+1	+1	+1	-1	+1	-1	8.173.271
25.	-1	-1	-1	+1	+1	-1	12.506.985
26.	+1	-1	-1	+1	+1	-1	13.187.466
27.	-1	+1	-1	+1	+1	-1	6.162.455
28.	+1	+1	-1	+1	+1	-1	8.260.604
29.	-1	-1	+1	+1	+1	-1	12.157.911
30.	+1	-1	+1	+1	+1	-1	12.554.858
31.	-1	+1	+1	+1	+1	-1	6.162.455
32.	+1	+1	+1	+1	+1	-1	8.260.604

	ΔR x_1	$n_{c\text{ame}}$ x_2	α x_3	C_{mat} x_4	Sal x_5	Lot x_6	$C_{\text{productie}}$ [lei] y
33.	-1	-1	-1	-1	-1	+1	67.617.122
34.	+1	-1	-1	-1	-1	+1	94.836.350
35.	-1	+1	-1	-1	-1	+1	61.312.250
36.	+1	+1	-1	-1	-1	+1	145.238.204
37.	-1	-1	+1	-1	-1	+1	67.268.040
38.	+1	-1	+1	-1	-1	+1	83.145.923
39.	-1	+1	+1	-1	-1	+1	61.312.250
40.	+1	+1	+1	-1	-1	+1	145.238.204
41.	-1	-1	-1	+1	-1	+1	70.743.681
42.	+1	-1	-1	+1	-1	+1	97.962.910
43.	-1	+1	-1	+1	-1	+1	64.426.036
44.	+1	+1	-1	+1	-1	+1	148.351.989
45.	-1	-1	+1	+1	-1	+1	70.394.599
46.	+1	-1	+1	+1	-1	+1	86.272.482
47.	-1	+1	+1	+1	-1	+1	64.426.036
48.	+1	+1	+1	+1	-1	+1	148.351.989
49.	-1	-1	-1	-1	+1	+1	67.661.938
50.	+1	-1	-1	-1	+1	+1	94.881.166
51.	-1	+1	-1	-1	+1	+1	61.330.187
52.	+1	+1	-1	-1	+1	+1	145.256.141
53.	-1	-1	+1	-1	+1	+1	67.312.867
54.	+1	-1	+1	-1	+1	+1	83.190.750
55.	-1	+1	+1	-1	+1	+1	61.330.187
56.	+1	+1	+1	-1	+1	+1	145.256.141
57.	-1	-1	-1	+1	+1	+1	70.788.508
58.	+1	-1	-1	+1	+1	+1	98.007.737
59.	-1	+1	-1	+1	+1	+1	64.443.978
60.	+1	+1	-1	+1	+1	+1	148.369.932
61.	-1	-1	+1	+1	+1	+1	70.439.434
62.	+1	-1	+1	+1	+1	+1	86.317.318
63.	-1	+1	+1	+1	+1	+1	64.443.978
64.	+1	+1	+1	+1	+1	+1	148.369.932

tab.16 Valorile functiei obiectiv - Costul complet de productie $C_{productie}$ la o piesa de complexitate redusa

	ΔR x_1	n_{came} x_2	α x_3	C_{mat} x_4	Sal x_5	Lot x_6	$C_{productie}$ [lei] y_1
1.	-1	-1	-1	-1	-1	-1	4.410.828
2.	+1	-1	-1	-1	-1	-1	4.481.712
3.	-1	+1	-1	-1	-1	-1	2.280.902
4.	+1	+1	-1	-1	-1	-1	2.479.375
5.	-1	-1	+1	-1	-1	-1	4.061.746
6.	+1	-1	+1	-1	-1	-1	4.189.336
7.	-1	+1	+1	-1	-1	-1	2.280.902
8.	+1	+1	+1	-1	-1	-1	2.479.375
9.	-1	-1	-1	+1	-1	-1	4.463.083
10.	+1	-1	-1	+1	-1	-1	4.533.967
11.	-1	+1	-1	+1	-1	-1	2.330.109
12.	+1	+1	-1	+1	-1	-1	2.528.583
13.	-1	-1	+1	+1	-1	-1	4.114.001
14.	+1	-1	+1	+1	-1	-1	4.241.591
15.	-1	+1	+1	+1	-1	-1	2.330.109
16.	+1	+1	+1	+1	-1	-1	2.528.583
17.	-1	-1	-1	-1	+1	-1	4.428.757
18.	+1	-1	-1	-1	+1	-1	4.499.640
19.	-1	+1	-1	-1	+1	-1	2.289.875
20.	+1	+1	-1	-1	+1	-1	2.488.349
21.	-1	-1	+1	-1	+1	-1	4.079.686
22.	+1	-1	+1	-1	+1	-1	4.207.276
23.	-1	+1	+1	-1	+1	-1	2.289.875
24.	+1	+1	+1	-1	+1	-1	2.488.349
25.	-1	-1	-1	+1	+1	-1	4.481.018
26.	+1	-1	-1	+1	+1	-1	4.551.901
27.	-1	+1	-1	+1	+1	-1	2.339.085
28.	+1	+1	-1	+1	+1	-1	2.537.559
29.	-1	-1	+1	+1	+1	-1	4.131.944
30.	+1	-1	+1	+1	+1	-1	4.259.534
31.	-1	+1	+1	+1	+1	-1	2.339.085
32.	+1	+1	+1	+1	+1	-1	2.537.559

	ΔR x_1	$n_{c\text{ame}}$ x_2	α x_3	C_{mat} x_4	Sal x_5	Lot x_6	$C_{\text{productie}}$ [lei] y
33.	-1	-1	-1	-1	-1	+1	23.385.978
34.	+1	-1	-1	-1	-1	+1	26.221.314
35.	-1	+1	-1	-1	-1	+1	21.256.051
36.	+1	+1	-1	-1	-1	+1	29.194.993
37.	-1	-1	+1	-1	-1	+1	23.036.895
38.	+1	-1	+1	-1	-1	+1	28.140.500
39.	-1	+1	+1	-1	-1	+1	21.256.051
40.	+1	+1	+1	-1	-1	+1	29.194.993
41.	-1	-1	-1	+1	-1	+1	25.096.870
42.	+1	-1	-1	+1	-1	+1	27.932.206
43.	-1	+1	-1	+1	-1	+1	22.963.896
44.	+1	+1	-1	+1	-1	+1	30.902.838
45.	-1	-1	+1	+1	-1	+1	24.747.788
46.	+1	-1	+1	+1	-1	+1	29.851.393
47.	-1	+1	+1	+1	-1	+1	22.963.896
48.	+1	+1	+1	+1	-1	+1	30.902.838
49.	-1	-1	-1	-1	+1	+1	23.403.906
50.	+1	-1	-1	-1	+1	+1	26.239.242
51.	-1	+1	-1	-1	+1	+1	21.265.024
52.	+1	+1	-1	-1	+1	+1	29.203.966
53.	-1	-1	+1	-1	+1	+1	23.054.835
54.	+1	-1	+1	-1	+1	+1	28.158.440
55.	-1	+1	+1	-1	+1	+1	21.265.024
56.	+1	+1	+1	-1	+1	+1	29.203.966
57.	-1	-1	-1	+1	+1	+1	25.114.804
58.	+1	-1	-1	+1	+1	+1	27.950.141
59.	-1	+1	-1	+1	+1	+1	22.972.872
60.	+1	+1	-1	+1	+1	+1	30.911.814
61.	-1	-1	+1	+1	+1	+1	24.765.731
62.	+1	-1	+1	+1	+1	+1	29.869.336
63.	-1	+1	+1	+1	+1	+1	22.972.872
64.	+1	+1	+1	+1	+1	+1	30.911.814

Valorile coeficientilor polinomului de regresie au fost determinate cu ajutorul programului STATGRAPHICS (tab.17). In tabel au fost mentinuti numai coeficientii corespunzatori factorilor de influenta sau interactiunilor semnificativi pentru functia obiectiv analizata. Acest aspect este pastrat si pentru celelalte tabele cu coeficienti.

tab.17 Valorile coeficientilor de regresie pentru $C_{productie}$

Piesa de complexitate ridicata				Piesa de complexitate redusa			
siguranta estimatiei: 97,19%				siguranta estimatiei: 99,73%			
Coef.	Val. ·10 ⁶	Coef.	Val. ·10 ⁶	Coef.	Val. ·10 ⁶	Coef.	Val. ·10 ⁶
b_0	51,0832	b_{16}	12.8550	b_0	14,7187	b_{12}	0,5086
b_1	13,5136	b_{26}	7.60196	b_1	1,52577	b_{16}	1,45134
b_2	4,9173	-	-	b_2	-0,4721	b_{26}	0,4838
b_6	41,2386	-	-	b_4	0,4400	b_{46}	0,4147
b_{12}	7,99182	-	-	b_6	11,3536	-	-

Pentru cazul productiilor mari valorile coeficientilor polinomului de regresie (care permit calculul costului complet de productie) sunt date in tab.18, iar pentru productii mici in tab.19.

tab.18 Valorile coeficientilor de regresie pentru $C_{productie}$ - Lot mare

Piesa de complexitate ridicata				Piesa de complexitate redusa			
siguranta estimatiei: 99,82%				siguranta estimatiei: 99,26%			
Coef.	Val. ·10 ⁶	Coef.	Val. ·10 ⁶	Coef.	Val. ·10 ⁶	Coef.	Val. ·10 ⁶
b_0	92,3218	b_4	1,56009	b_0	26,0723	b_{12}	0,99237
b_1	26,3686	b_{12}	15,5943	b_1	2,9771	b_{13}	0,28353
b_2	12,5193	b_{13}	-1,4177	b_3	0,19626	b_{23}	-0,19626
b_3	-1,5049	b_{23}	1,5049	b_4	0,85468	-	-

tab.19 Valorile coeficientilor de regresie pentru $C_{productie}$ - Lot mic

Piesa de complexitate ridicata				Piesa de complexitate redusa			
siguranta estimatiei: 97,19%				siguranta estimatiei: 99,73%			
Coef.	Val. ·10 ⁶	Coef.	Val. ·10 ⁶	Coef.	Val. ·10 ⁶	Coef.	Val. ·10 ⁶
b_0	9,84468	b_4	0,04742	b_0	3,36512	b_{12}	0,02537
b_1	0,65866	b_{12}	0,38993	b_1	0,07443	b_{13}	0,02481
b_2	-2,68466	b_{13}	-0,03488	b_3	-0,95589	b_{23}	0,08018
b_3	-0,12327	b_{23}	0,12215	b_4	-0,08018	-	-

5.2.2 Funcția obiectiv - Lotul critic

Deoarece valorile lotului critic nu depind de x_6 (marimea producției - *Lot*), iar factorul x_7 (ΔR) influențează foarte puternic mărimea lotului critic, experimentul factorial conceput pentru studierea funcției obiectiv $y = Lot_{critic}$ este de tip EFC 2^4 cu patru factori de influență (renotați):

- $x_1 \Rightarrow n_{cama}$ [buc] - numărul de came din baza utilizate în proces;
- $x_2 \Rightarrow \alpha$ [°] - ponderea unghiulară a fazei de lucru pentru care se folosește cama de comandă din baza;
- $x_3 \Rightarrow C_{material}$ [lei] - costul materialului semifabricatului;
- $x_4 \Rightarrow Sal$ [lei] - salariul tarifar pentru o categorie medie de salarizare;

factori care au valorile fizice și codificate corespunzătoare tab.20, pentru piesa de complexitate ridicată, și tab.21, pentru piesa de complexitate redusă.

tab.20 Intervalele de variație ale factorilor de influență la piesa de complexitate ridicată

Parametru	Valoare codificată	Valoare fizică			
		$x_1 \Leftrightarrow n_{cama}$ [buc]	$x_2 \Leftrightarrow \alpha$ [°]	$x_3 \Leftrightarrow C_{mat}$ [lei]	$x_4 \Leftrightarrow Sal$ [lei]
Interval de variație, D_j	Δ_j	3	194	600	117000
Nivel superior, $x_{j\ sup}$	+1	4	199	5800	1518000
Nivel inferior, $x_{j\ inf}$	-1	1	5	5200	1401000

tab.21 Intervalele de variație ale factorilor de influență la piesa de complexitate redusă

Parametru	Valoare codificată	Valoare fizică			
		$x_1 \Leftrightarrow n_{cama}$ [buc]	$x_2 \Leftrightarrow \alpha$ [°]	$x_3 \Leftrightarrow C_{mat}$ [lei]	$x_4 \Leftrightarrow Sal$ [lei]
Interval de variație, D_j	Δ_j	1	129	600	117000
Nivel superior, $x_{j\ sup}$	+1	2	135	5800	1518000
Nivel inferior, $x_{j\ inf}$	-1	1	6	5200	1401000

Structura matricii-program a experimentului factorial și valorile măsurate ale funcției obiectiv $y = Lot_{critic}$ sunt date:

- pentru ΔR mare în:
 - tab.22, pentru piesa de complexitate ridicată;
 - tab.23, pentru piesa de complexitate redusă;
- pentru ΔR mică în:
 - tab.24, pentru piesa de complexitate ridicată;
 - tab.25, pentru piesa de complexitate redusă.

tab.22 Valorile functiei obiectiv - Lot_{critic} pentru ΔR mare, la o piesa complexitate ridicata

	n_{came} x_1	α x_2	C_{mat} x_3	Sal x_4	Lot_{critic} [buc] y_2
1.	-1	-1	-1	-1	13.080
2.	+1	-1	-1	-1	19.270
3.	-1	+1	-1	-1	26.820
4.	+1	+1	-1	-1	19.270
5.	-1	-1	+1	-1	13.105
6.	+1	-1	+1	-1	19.305
7.	-1	+1	+1	-1	26.860
8.	+1	+1	+1	-1	19.305
9.	-1	-1	-1	+1	13.145
10.	+1	-1	-1	+1	19.355
11.	-1	+1	-1	+1	26.935
12.	+1	+1	-1	+1	19.355
13.	-1	-1	+1	+1	13.170
14.	+1	-1	+1	+1	19.390
15.	-1	+1	+1	+1	26.970
16.	+1	+1	+1	+1	19.390

tab.23 Valorile functiei obiectiv - Lot_{critic} pentru ΔR mare, la o piesa complexitate redusa

	n_{came} x_1	α x_2	C_{mat} x_3	Sal x_4	Lot_{critic} [buc] y_2
1.	-1	-1	-1	-1	125.555
2.	+1	-1	-1	-1	98.500
3.	-1	+1	-1	-1	83.435
4.	+1	+1	-1	-1	98.500
5.	-1	-1	+1	-1	125.770
6.	+1	-1	+1	-1	98.655
7.	-1	+1	+1	-1	83.555
8.	+1	+1	+1	-1	98.655
9.	-1	-1	-1	+1	126.190
10.	+1	-1	-1	+1	98.950
11.	-1	+1	-1	+1	83.785
12.	+1	+1	-1	+1	98.950
13.	-1	-1	+1	+1	126.405
14.	+1	-1	+1	+1	99.105
15.	-1	+1	+1	+1	83.905
16.	+1	+1	+1	+1	99.105

tab.24 Valorile funcției obiectiv - Lot_{critic} pentru ΔR mica, la o piesă complexitate ridicată

	$n_{c\grave{a}me}$ x_1	α x_2	C_{mat} x_3	Sal x_4	Lot_{critic} [buc] y_2
1.	-1	-1	-1	-1	156.945
2.	+1	-1	-1	-1	356.435
3.	-1	+1	-1	-1	187.725
4.	+1	+1	-1	-1	356.435
5.	-1	-1	+1	-1	157.215
6.	+1	-1	+1	-1	357.130
7.	-1	+1	+1	-1	187.995
8.	+1	+1	+1	-1	357.130
9.	-1	-1	-1	+1	157.735
10.	+1	-1	-1	+1	358.015
11.	-1	+1	-1	+1	188.515
12.	+1	+1	-1	+1	358.015
13.	-1	-1	+1	+1	158.005
14.	+1	-1	+1	+1	358.710
15.	-1	+1	+1	+1	188.785
16.	+1	+1	+1	+1	358.710

tab.25 Valorile funcției obiectiv - Lot_{critic} pentru ΔR mica, la o piesă complexitate redusă

	$n_{c\grave{a}me}$ x_1	α x_2	C_{mat} x_3	Sal x_4	Lot_{critic} [buc] y_2
1.	-1	-1	-1	-1	627.770
2.	+1	-1	-1	-1	459.660
3.	-1	+1	-1	-1	357.445
4.	+1	+1	-1	-1	459.660
5.	-1	-1	+1	-1	628.845
6.	+1	-1	+1	-1	460.380
7.	-1	+1	+1	-1	375.985
8.	+1	+1	+1	-1	460.380
9.	-1	-1	-1	+1	630.935
10.	+1	-1	-1	+1	461.770
11.	-1	+1	-1	+1	377.025
12.	+1	+1	-1	+1	461.770
13.	-1	-1	+1	+1	632.010
14.	+1	-1	+1	+1	462.485
15.	-1	+1	+1	+1	377.565
16.	+1	+1	+1	+1	462.485

Valorile coeficientilor de regresie ai modelelor polinomiale pentru calculul lotului critic au fost determinate prin calcul cu ajutorul programului STATGRAPHICS si apar:

- pentru ΔR mare, in tab.26;
- pentru ΔR mica, in tab.27.

tab.26 Valorile coeficientilor de regresie pentru Lot_{critic} - ΔR mare

Piesa de complexitate ridicata				Piesa de complexitate redusa			
siguranta estimatiei: 99,99%				siguranta estimatiei: 99,99%			
Coef.	Val. $\cdot 10^6$	Coef.	Val. $\cdot 10^6$	Coef.	Val. $\cdot 10^6$	Coef.	Val. $\cdot 10^6$
b_0	19670,3	b_4	43,44	b_0	101814	b_4	235,625
b_1	-340,3	b_{12}	-3442,8	b_1	-3011,3	b_{12}	10577,5
b_2	3442,8	-	-	b_2	-10577,5	-	-

tab.27 Valorile coeficientilor de regresie pentru Lot_{critic} - ΔR mica

Piesa de complexitate ridicata				Piesa de complexitate redusa			
siguranta estimatiei: 97,99%				siguranta estimatiei: 99,99%			
Coef.	Val. $\cdot 10^6$	Coef.	Val. $\cdot 10^6$	Coef.	Val. $\cdot 10^6$	Coef.	Val. $\cdot 10^6$
b_0	265231	-	-	b_0	482136	b_{12}	63346,3
b_1	92366,3	-	-	b_1	-21061,9	-	-
b_2	7707,5	-	-	b_3	-63346,3	-	-
b_{12}	-7682,5	-	-	b_4	1120	-	-

5.2.3 Concluzii

Au fost reprezentate grafic (fig.85...fig.114), cu ajutorul programului STATGRAPHICS, histogramele efectelor provocate de factorii de influenta asupra functiilor obiectiv, precum si suprafetele de raspuns si curbele de nivel pentru primii doi factori de influenta, in ordinea importantei lor, pentru fiecare dintre cazurile analizate.

In urma prelucrarii rezultatelor experimentale, pot fi formulate urmatoarele concluzii:

1. Cu ajutorul poligoanelor de regresie, ai caror coeficienti au fost explicitati in tab.17...19, tab.26...27, pot fi estimate, in domeniul acoperit de nivelele maxim si minim ale factorilor de influenta, cu o foarte buna siguranta a estimatiei (de peste 99% in majoritatea cazurilor), valorile pe care le pot lua functiile obiectiv $C_{productie}$ si Lot_{critic} .

2. Pentru functia obiectiv $C_{productie}$ rezulta ca atat pentru piese de complexitate ridicata, cat si (mai ales) pentru piese simple, marimea lotului este de departe factorul cel mai important (care contribuie, in medie, cu peste 80 mil. lei la modificarea costurilor in cazul pieselor de complexitate ridicata si cu peste 20 mil. lei in cazul pieselor simple), data fiind dependenta directa a costului productiei de marimea ei.

3. De importanta semnificativa pentru $C_{productie}$ sunt si factorii ΔR si, respectiv, numarul de came din baza reutilizate n_{came} (in aceasta ordine). Se aminteste ca ΔR reprezinta cursa suplimentara pe cama de comanda reutilizata din baza, fata de cama specifica procesului pe care o inlocuieste. Cu cat aceasta cursa suplimentara (de fapt, o cursa in gol realizata cu avans de lucru, deci mic) este mai mare cu atat durata ciclului este mai mare, deci si costul de productie creste datorita componentei $C_{manopera}$. In ce

priveste factorul n_{came} , cu cât se refolosesc mai multe came din baza de came cu atât costul de producție scade mai mult, prin componenta sa $C_{total\ came}$.

4. Costul complet de producție $C_{producție}$ este influențat și de interacțiunile: ΔR - Lot , ΔR - n_{came} , Lot - n_{came} .

5. Pentru piese simple devine semnificativ și costul materialului $C_{material}$, respectiv interacțiunea $C_{material}$ - Lot . Aceasta se datorează ponderii mari a costului materialului în costul complet de producție la piese simple (cu puțină manoperă).

6. Dacă se studiază influența factorilor separat pentru loturi mici și, respectiv, loturi mari, concluziile pot fi formulate pe baza histogramelor și coeficienților de regresie. Se dau doar câteva exemple:

- pentru piese simple și lot mic, factorul de influență cel mai important este, de departe, n_{came} pentru că ponderea costului cu camele de comandă $C_{total\ came}$ în $C_{producție}$ este mare; urmează α , ΔR și $C_{material}$ în această ordine. Cu cât α este mai mare și ΔR , respectiv $C_{material}$ mai mici, cu atât costul de producție scade;

- pentru piese simple și lot mare, costul de producție scade odată cu scăderea ΔR , scăderea costului materialului, creșterea valorii lui α , și creșterea n_{came} . De data aceasta, factorul cel mai important este mărimea cursei suplimentare pe camă ΔR . Se justifică influența scăzută a numărului de came reutilizate prin faptul că, piesa fiind simplă, sunt necesare puține faze de lucru pentru realizarea configurației piesei, deci numărul de came de comandă este limitat la valori mici;

- pentru piese de complexitate ridicată și lot mic, n_{came} rămâne factorul de influență cel mai important, ca și la piese simple. Se inversează, însă, ca importanță, următorii doi factori, ΔR și α . Sensul influenței este, evident, același;

- pentru piese de complexitate ridicată și lot mare factorul cel mai important este ΔR , urmat îndeaproape de n_{came} și interferența dintre ele. Ceilalți doi factori, $C_{material}$ și α sunt mai puțin importanți, data fiind ponderea lor redusă în costul de producție și, respectiv, durata ciclului de prelucrare.

7. Se poate considera că mărimea lotului critic este influențată practic de doi parametri (dacă se impune valoarea pentru ΔR): n_{came} și α , precum și de interacțiunea dintre aceștia;

8. În toate cazurile, pentru ambele funcții obiectiv, salariile nu reprezintă (în intervalul studiat) un factor de influență semnificativ.

Urmarind evoluția valorilor costului complet de producție și ale lotului critic în diversele situații analizate, se poate concluziona că, în condițiile utilizării proiectării asistate și ale existenței unei baze de came de comandă bine organizată și ușor accesibilă, reutilizarea de came de comandă poate fi o soluție în proiectarea proceselor tehnologice pe strunguri automate de tip SARO, largind aplicabilitatea acestora și spre producții de volum mai mic.

Instrumentul de calcul propus în teza permite optimizarea, din punct de vedere al eficienței economice, a procesului de prelucrare în funcție de complexitatea piesei, mărimea volumului producției, camele disponibile în bază (magazia) de came de comandă, precizând clar limita (lotul critic) până la care reutilizarea de came este ratională.

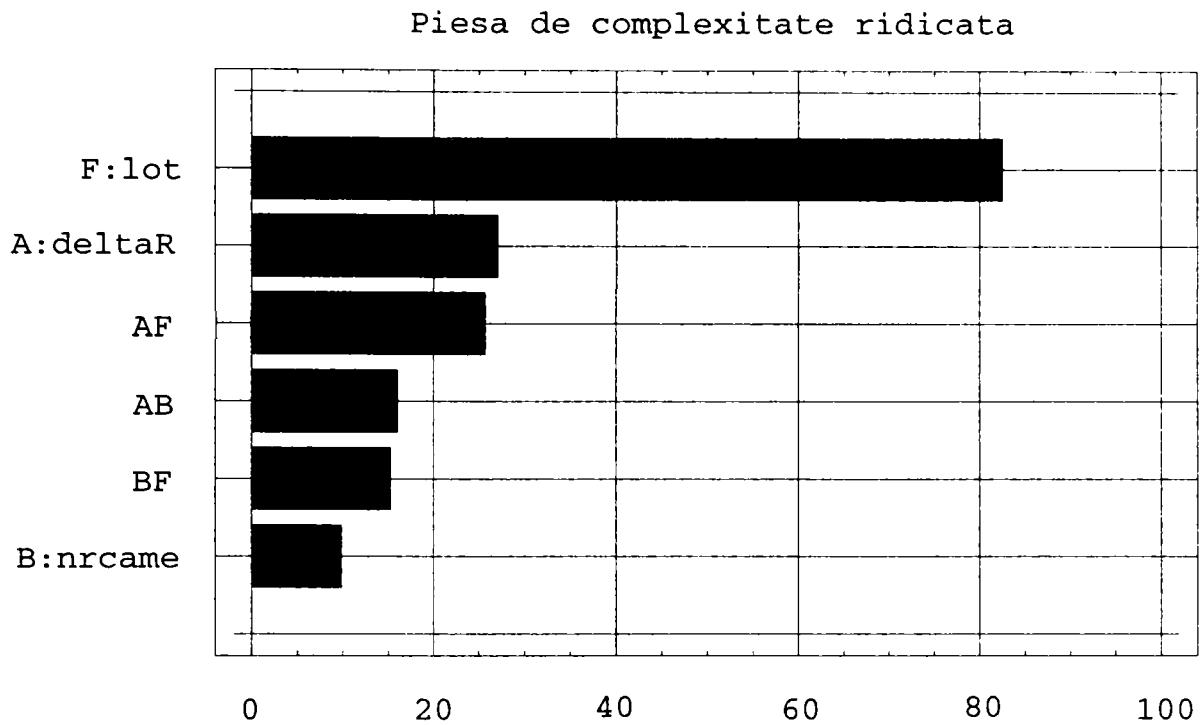


fig.85 Ierarhizarea factorilor de influenta in ordinea importantei lor (efectelor produse) asupra costului de productie [lei x 10⁶] pentru piese de complexitate ridicata

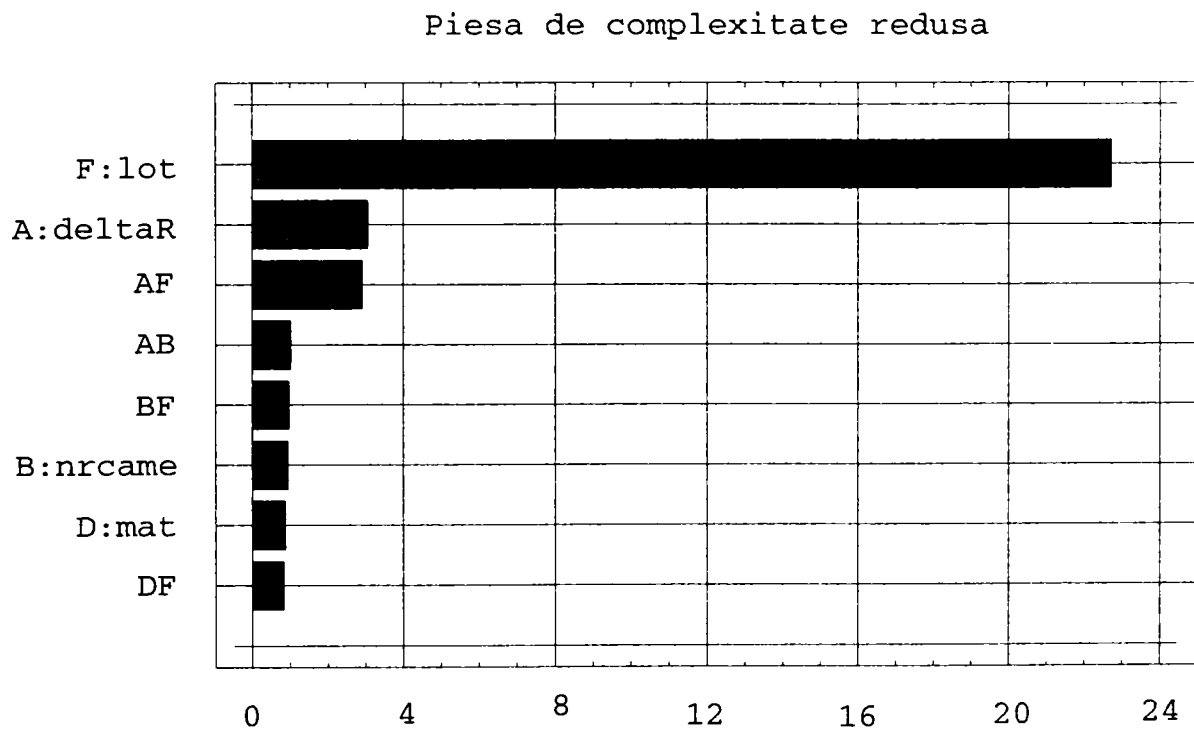


fig.86 Ierarhizarea factorilor de influenta in ordinea importantei lor (efectelor produse) asupra costului de productie [lei x 10⁶] pentru piese de complexitate redusa

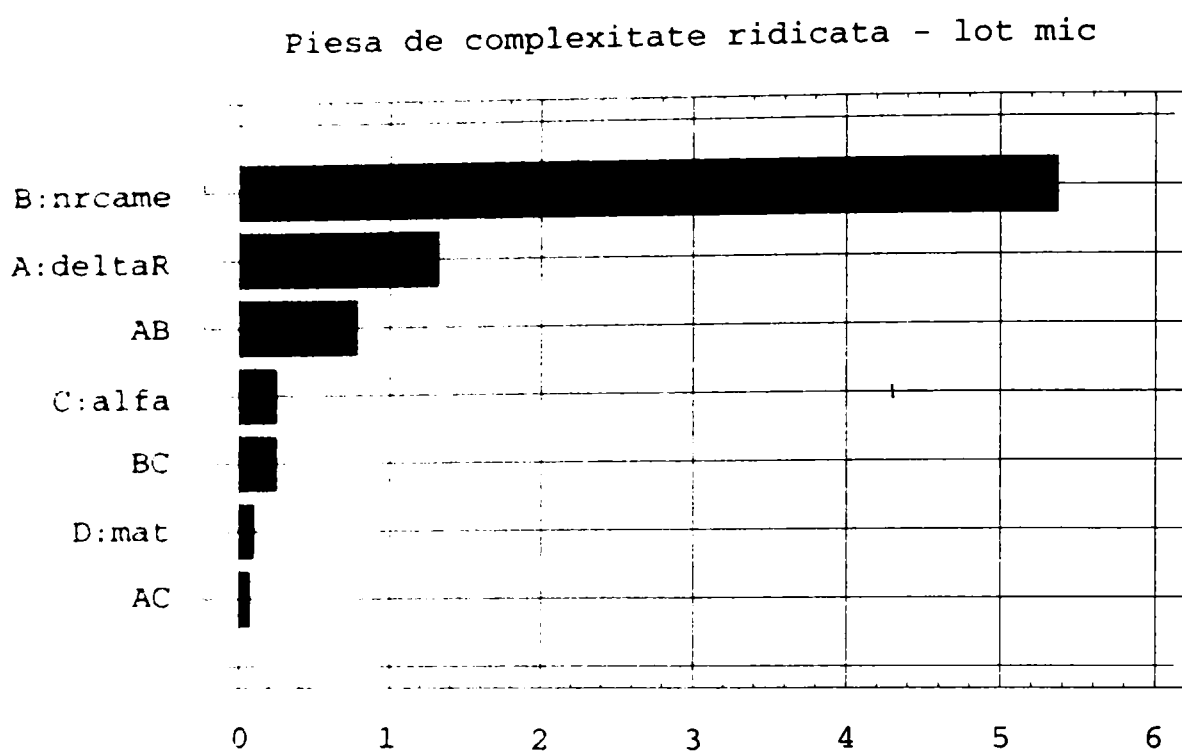


fig.87 Ierarhizarea factorilor de influență în ordinea importanței lor asupra costului de producție [lei x 10⁶] pentru piese de complexitate ridicată și lot mic

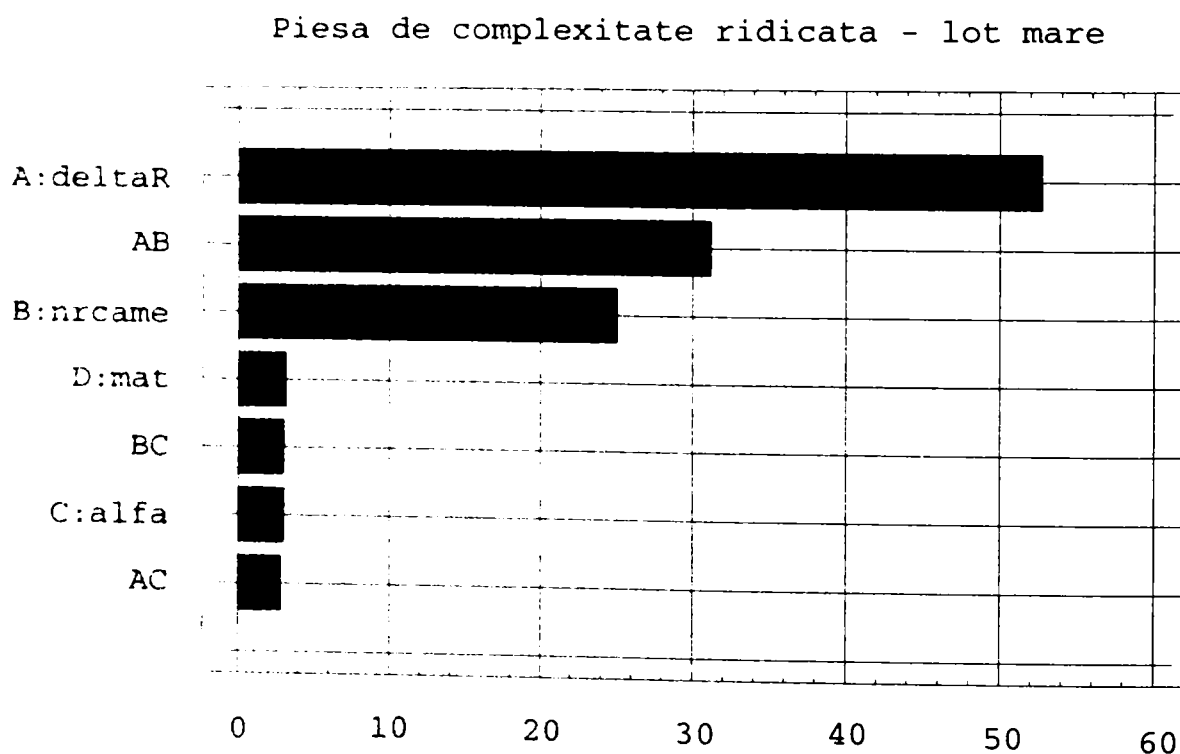


fig.88 Ierarhizarea factorilor de influență în ordinea importanței lor asupra costului de producție [lei x 10⁶] pentru piese de complexitate ridicată și lot mare

Piesa de complexitate redusa - lot mic

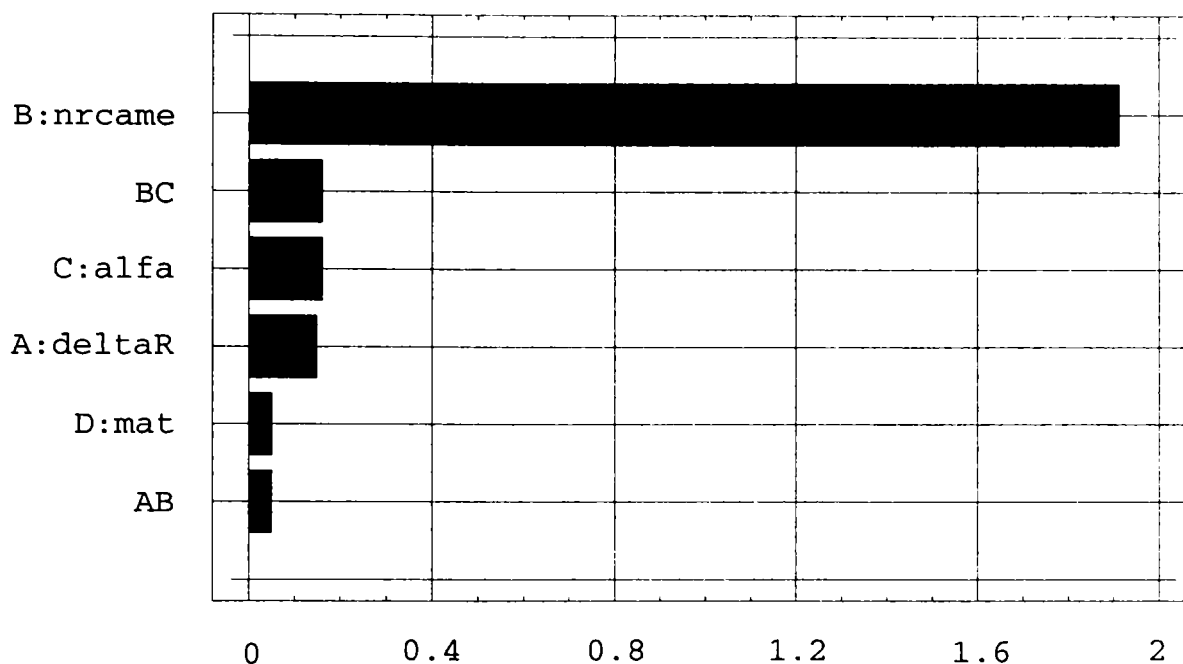


fig.89 Ierarhizarea factorilor de influenta in ordinea importantei lor asupra costului de productie [lei x 10⁶] pentru piese de complexitate redusa si lot mic

Piesa de complexitate redusa - lot mare

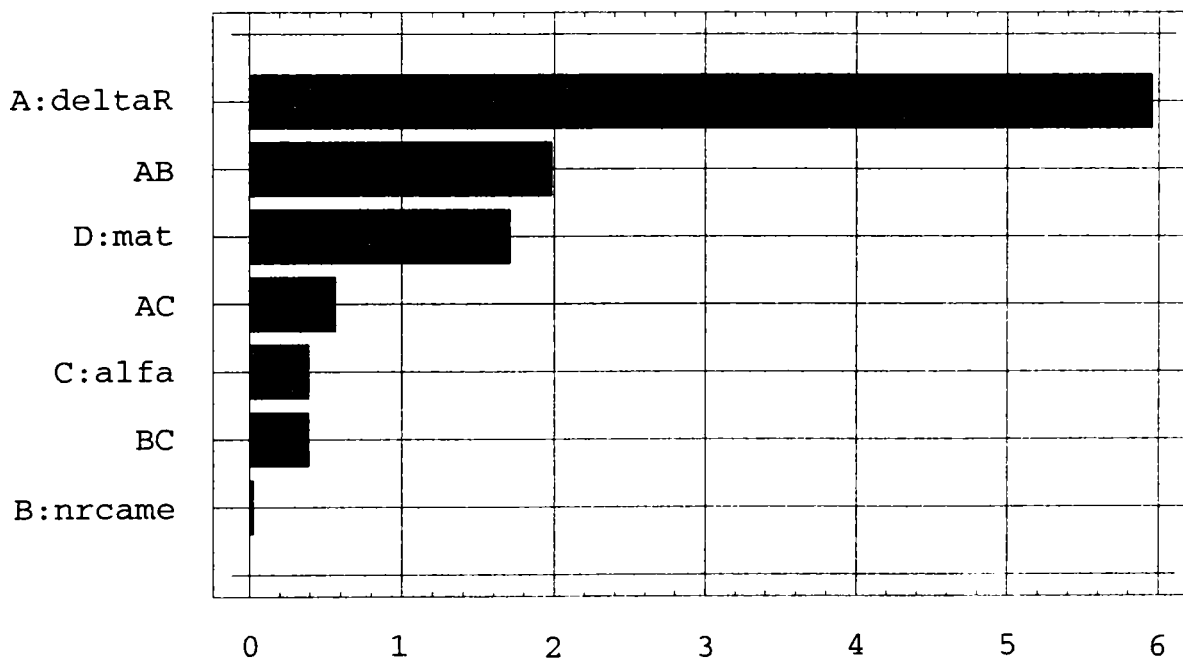


fig.90 Ierarhizarea factorilor de influenta in ordinea importantei lor asupra costului de productie [lei x 10⁶] pentru piese de complexitate redusa si lot mare

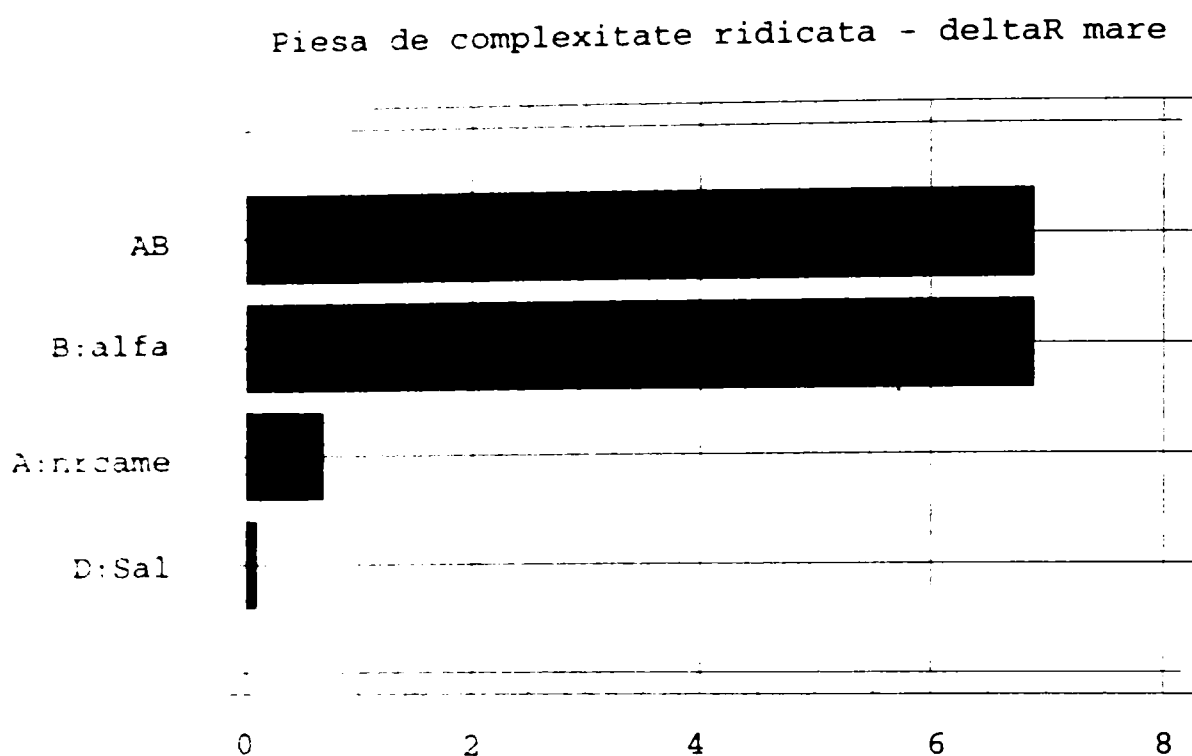


fig.91 Ierarhizarea factorilor de influență în ordinea importanței lor asupra mărimii lotului critic [piese x 10³] pentru piese de complexitate ridicată și ΔR mare

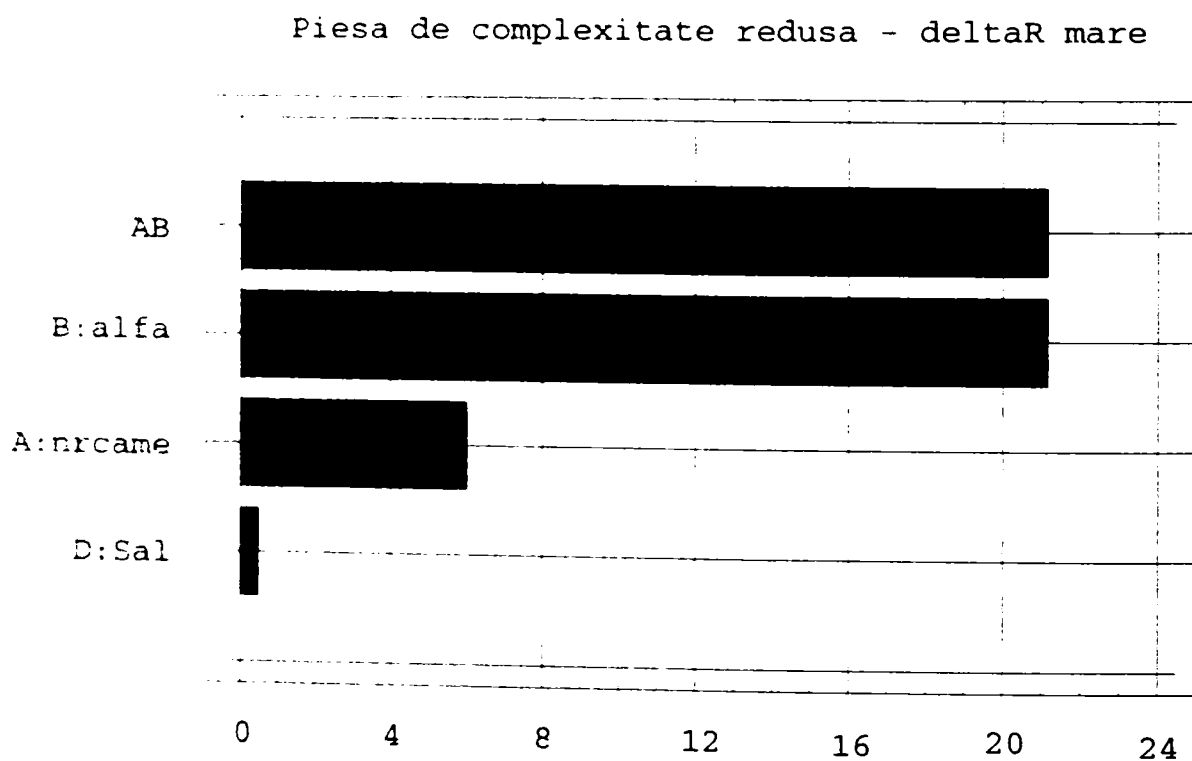


fig.92 Ierarhizarea factorilor de influență în ordinea importanței lor asupra mărimii lotului critic [piese x 10³] pentru piese de complexitate redusă și ΔR mare

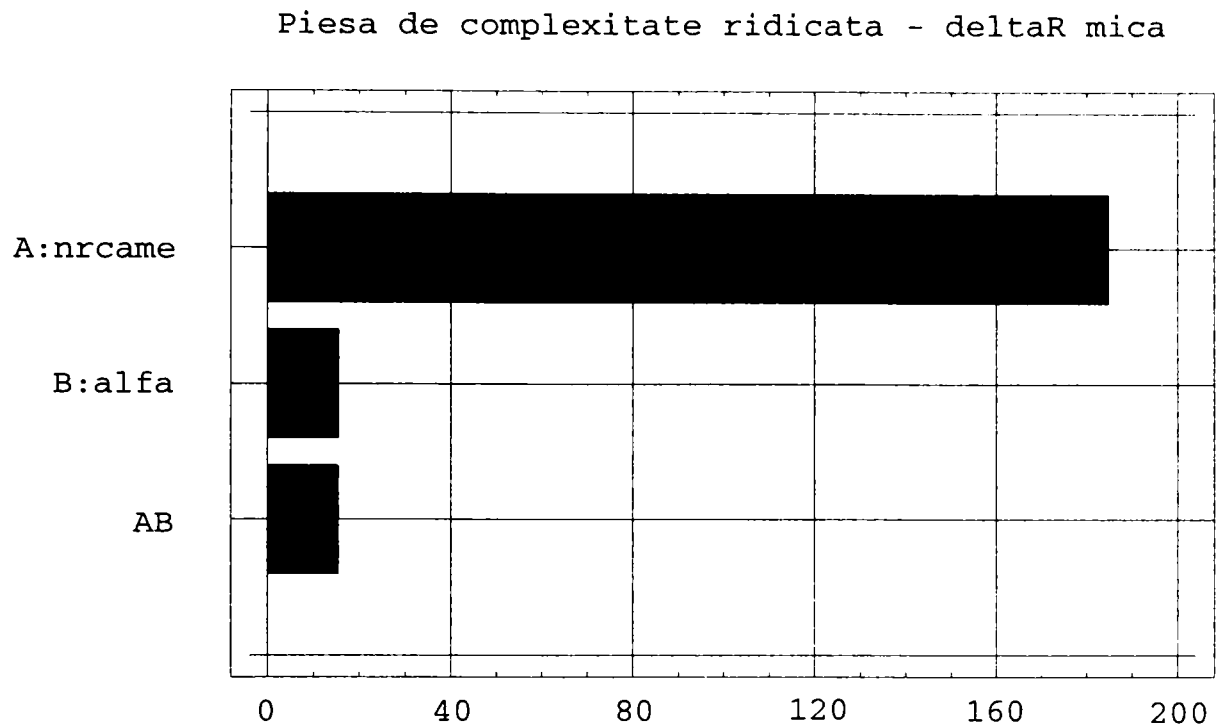


fig.93 Ierarhizarea factorilor de influenta in ordinea importantei lor asupra marimii lotului critic [piese x10³] pentru piese de complexitate ridicata si ΔR mica

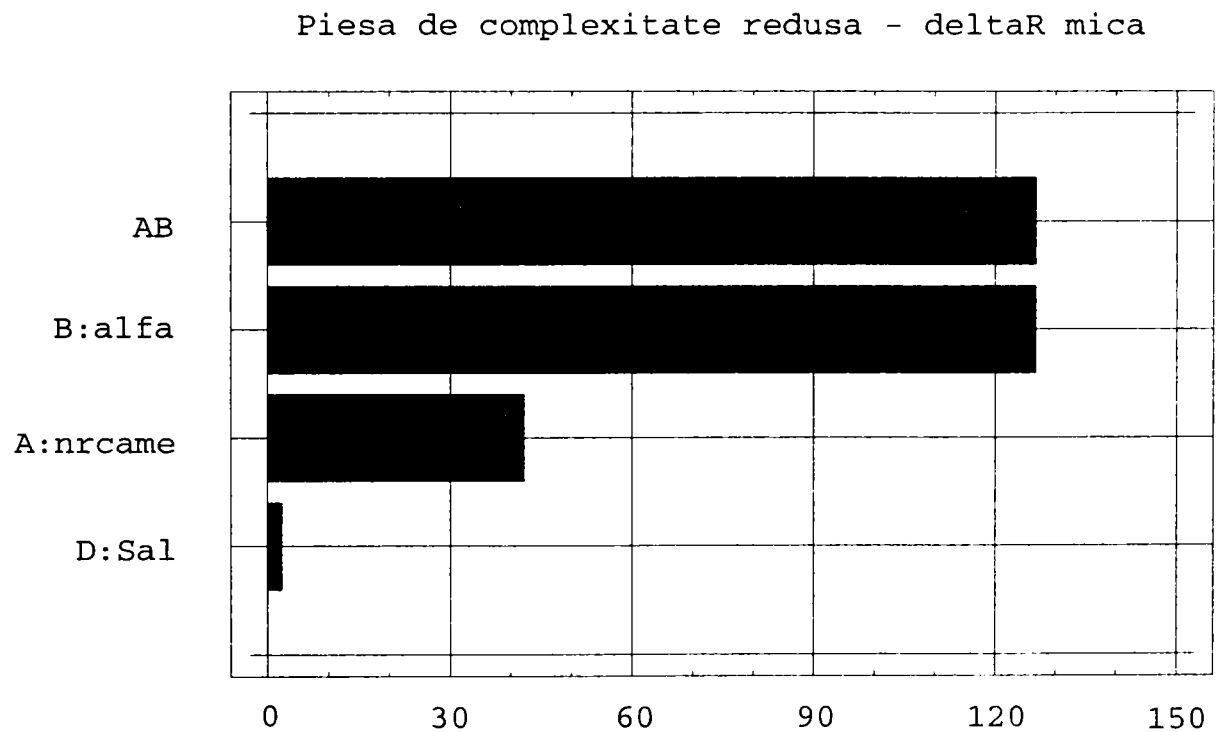


fig.94 Ierarhizarea factorilor de influenta in ordinea importantei lor asupra marimii lotului critic [piese x10³] pentru piese de complexitate redusa si ΔR mica

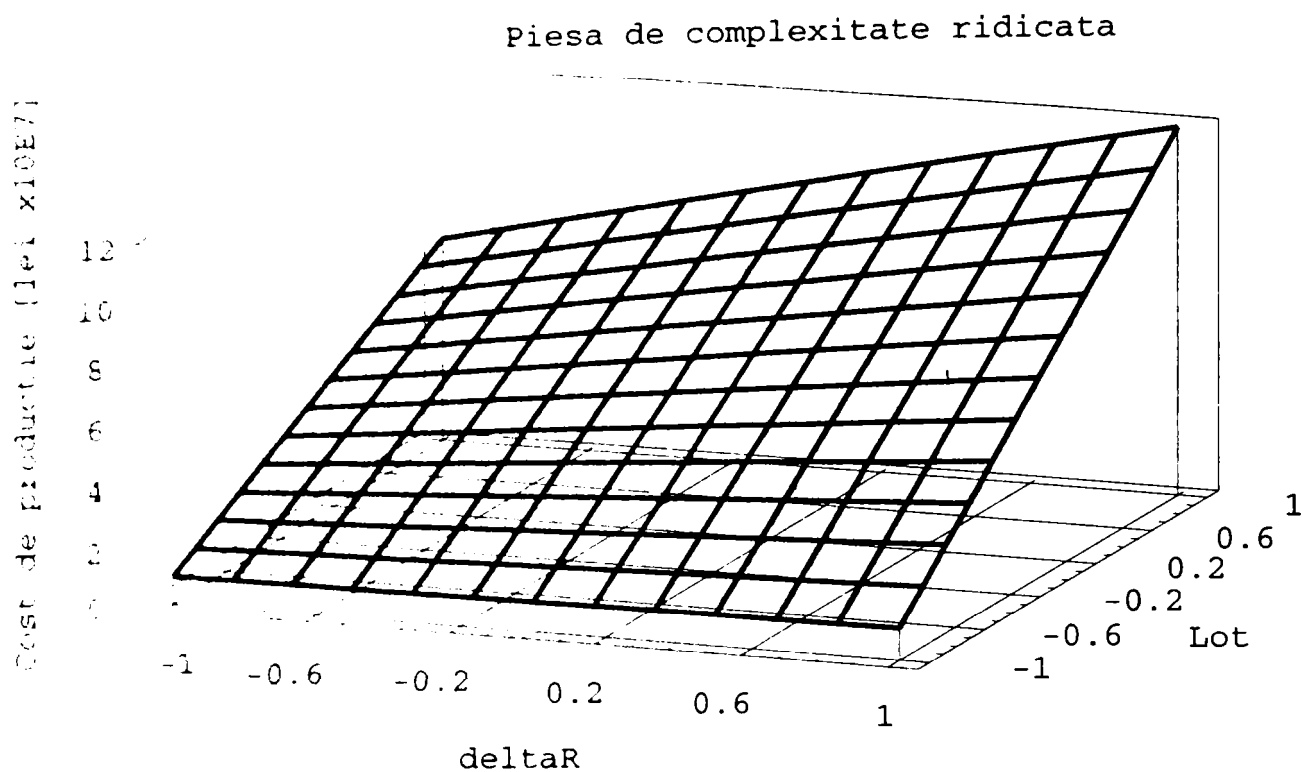


fig.95 Suprafata de raspuns corespunzatoare dependentei costului de productie al unei piese de complexitate ridicata fata de ΔR si marimea lotului, factorii de influenta avand valori codificate

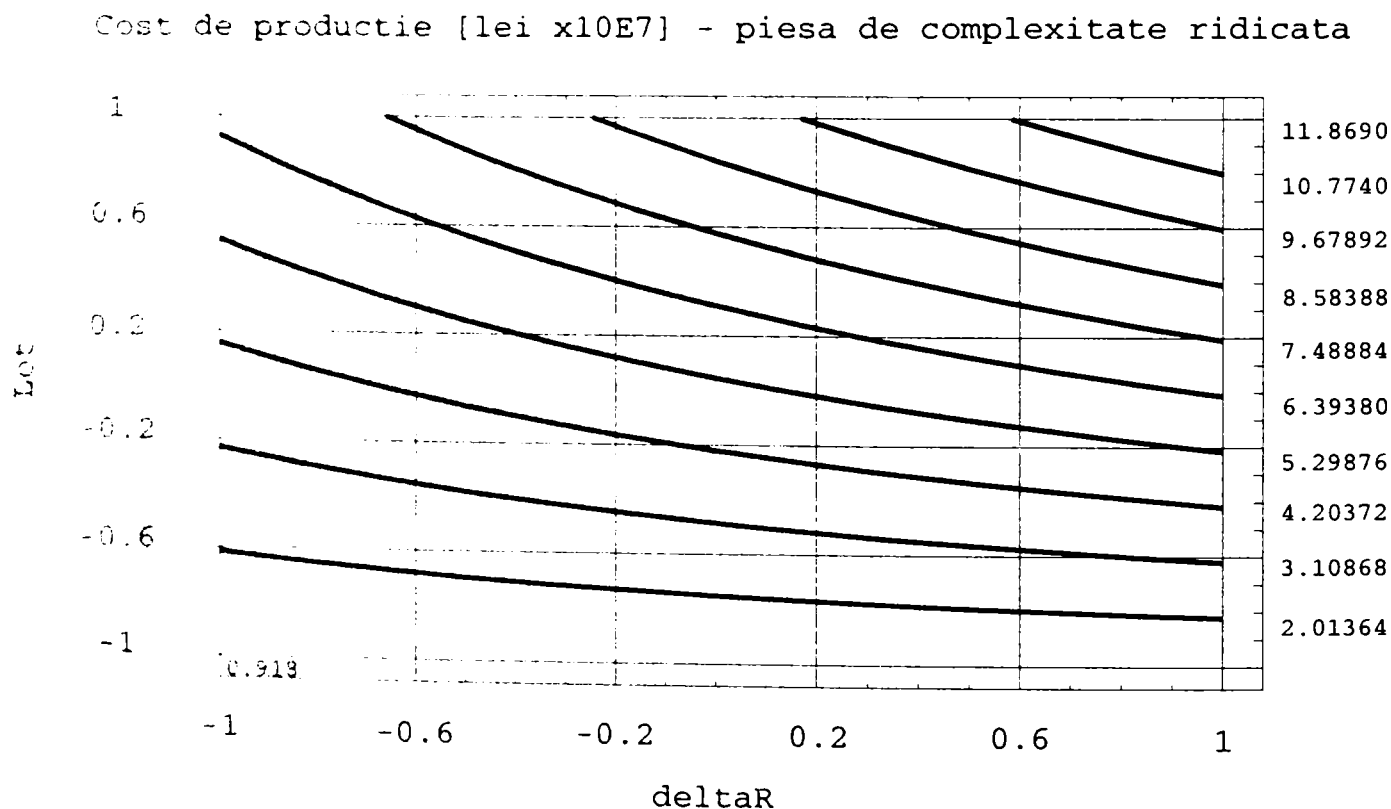


fig.96 Curbele de nivel constant corespunzatoare dependentei costului de productie al unei piese de complexitate ridicata fata de ΔR si marimea lotului, factorii de influenta avand valori codificate

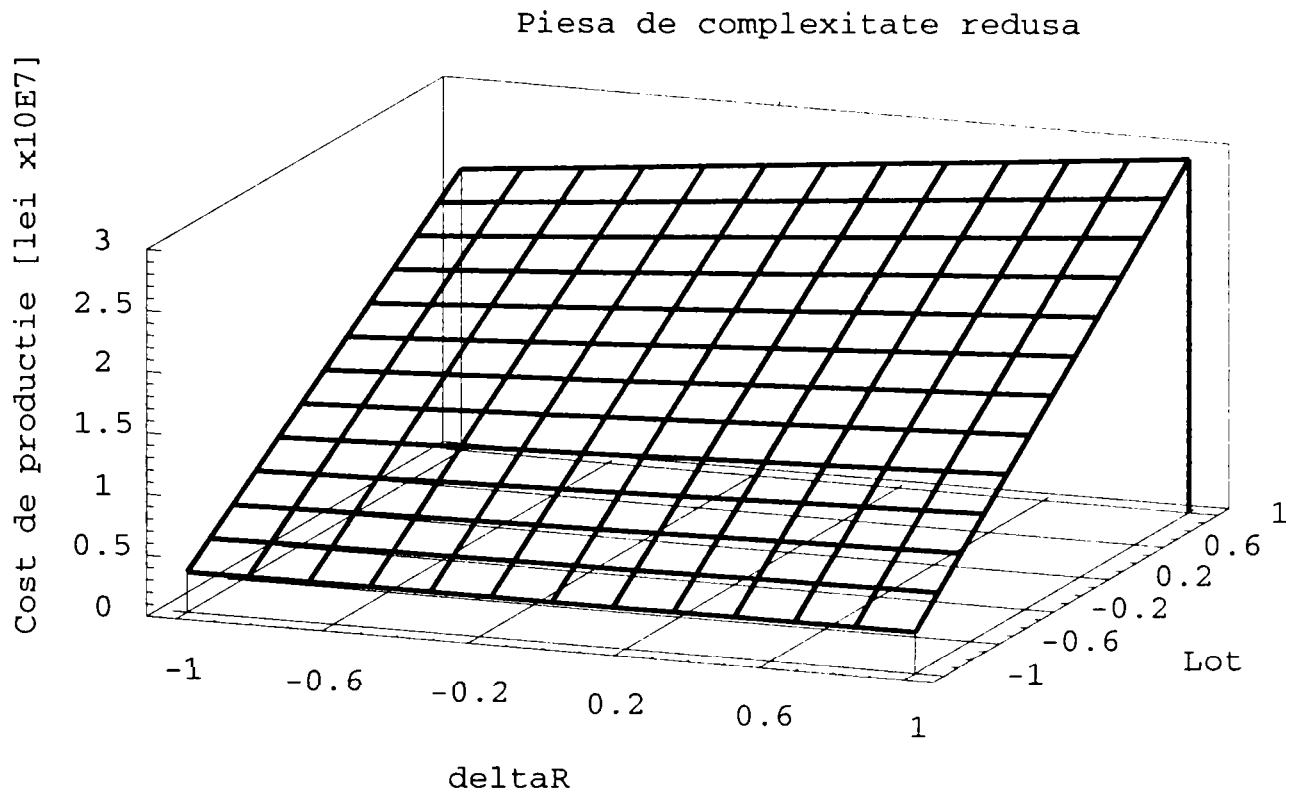


fig.97 Suprafata de raspuns corespunzatoare dependentei costului de productie al unei piese de complexitate redusa fata de ΔR si marimea lotului, factorii de influenta avand valori codificate

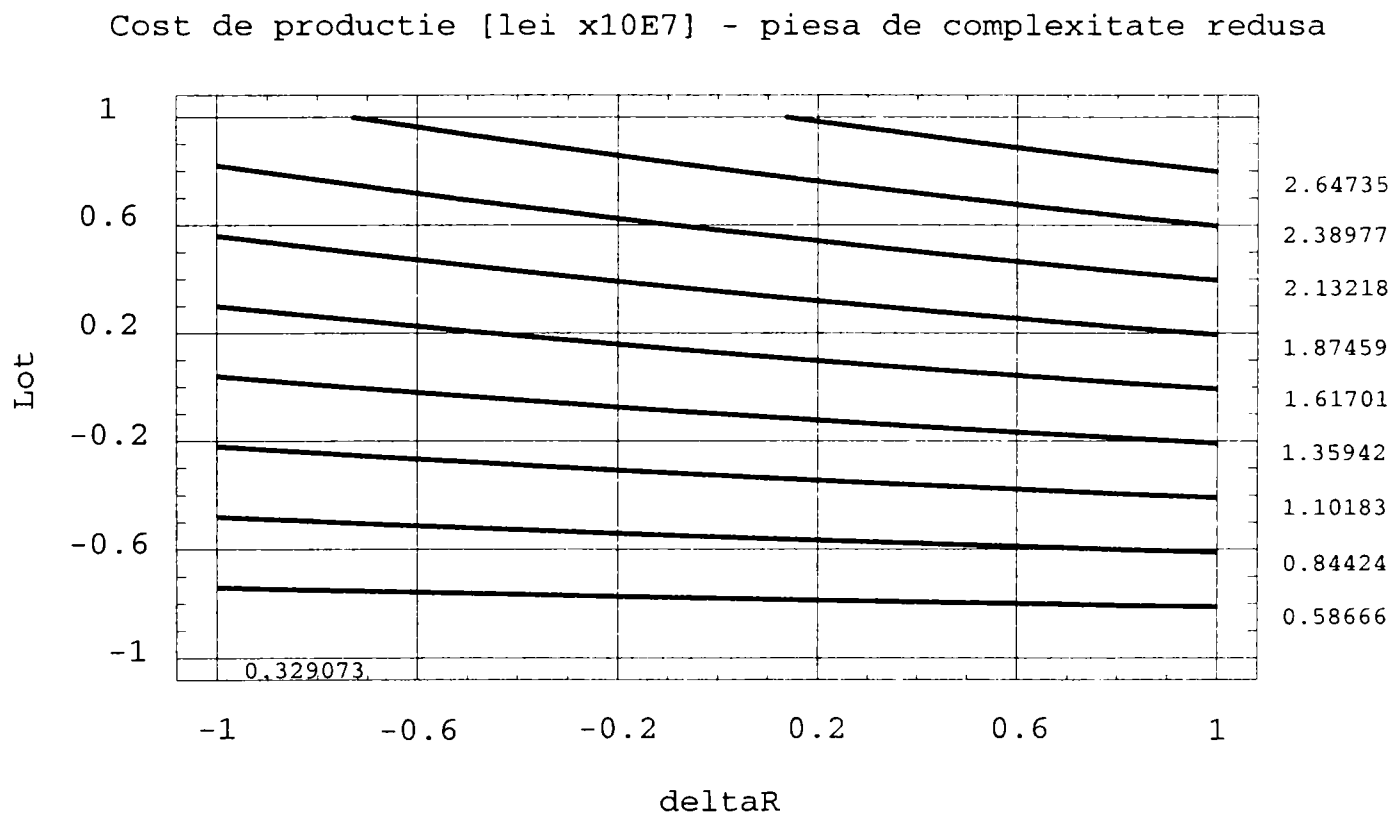


fig.98 Curbele de nivel constant corespunzatoare dependentei costului de productie al unei piese de complexitate redusa fata de ΔR si marimea lotului, factorii de influenta avand valori codificate

Piesa de complexitate ridicată - Lot mic

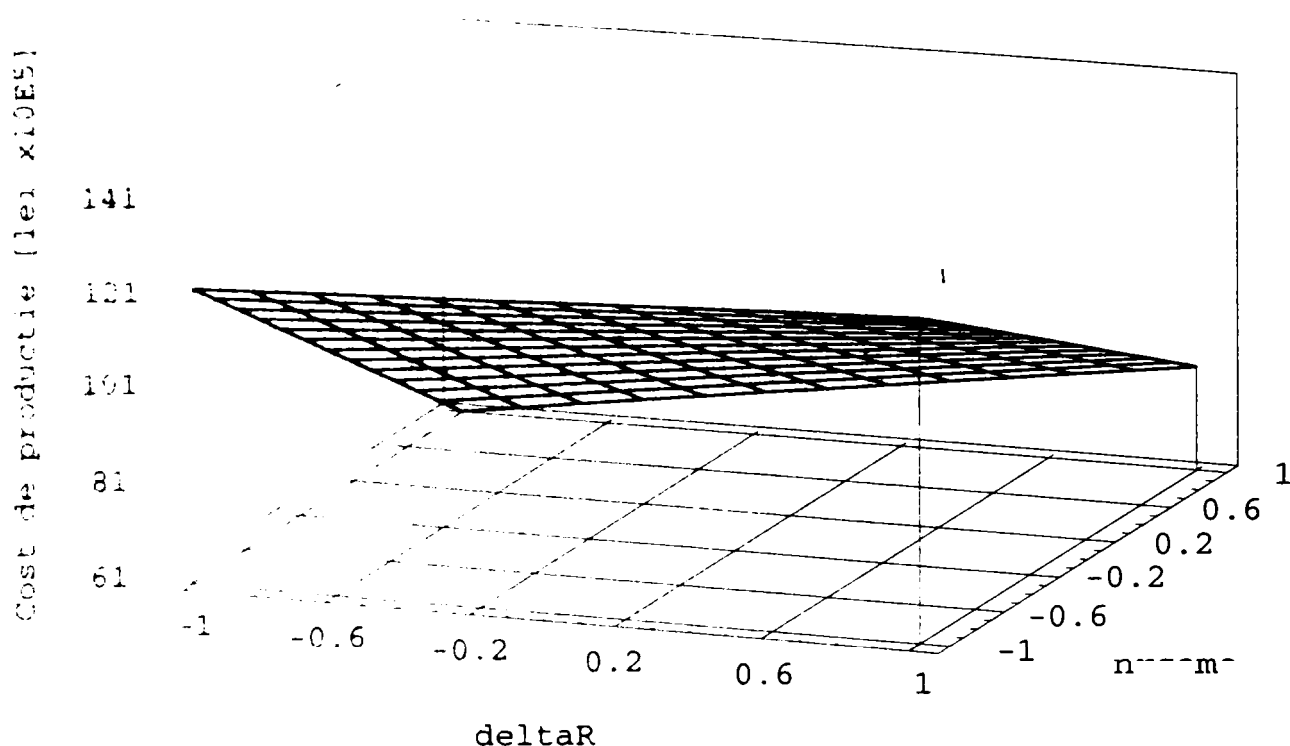


fig.99 Suprafața de răspuns corespunzătoare dependenței costului de producție al unei piese de complexitate ridicată, produsă în lot mic, față de ΔR și număr de came reutilizate, factorii de influență având valori codificate

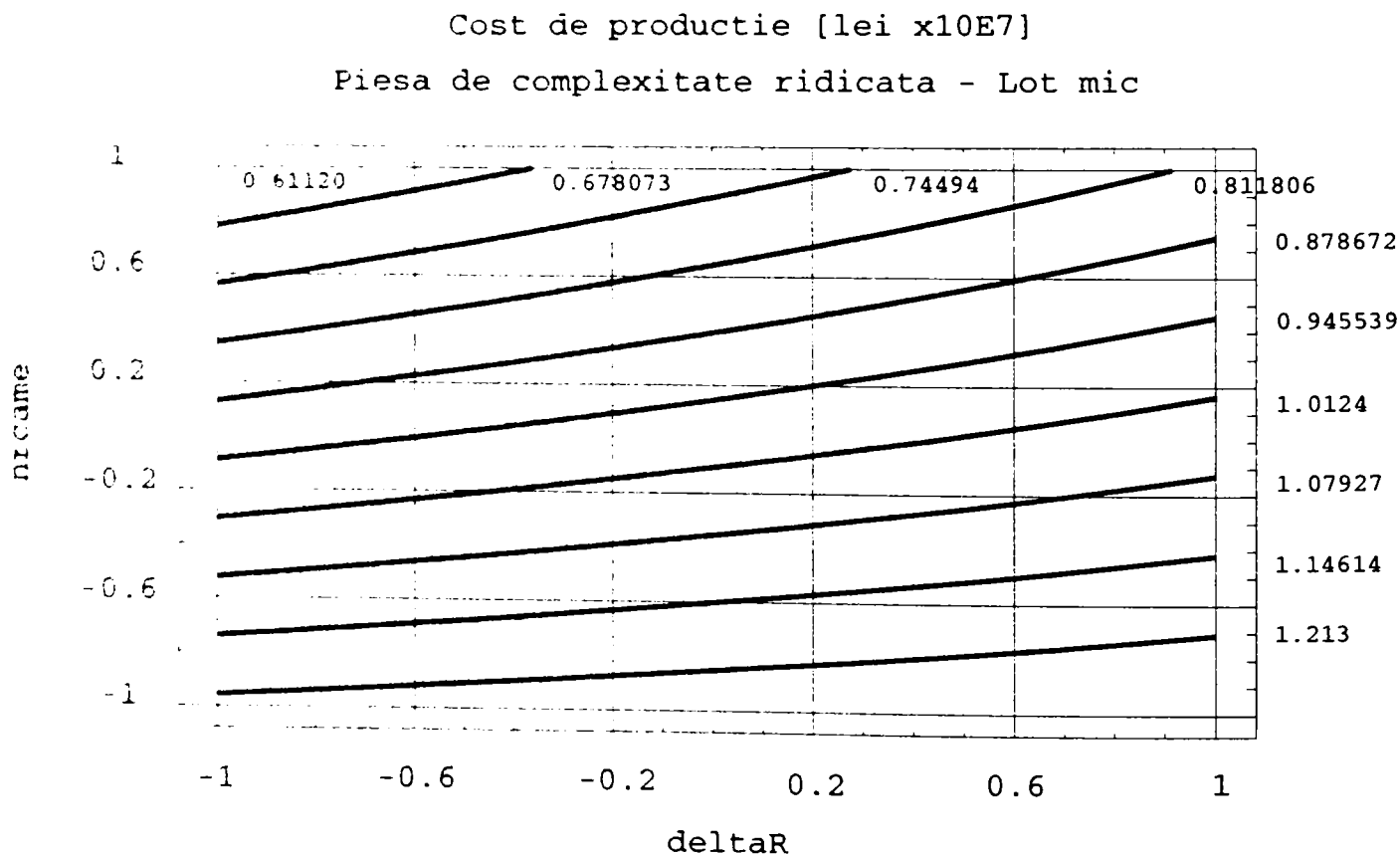


fig.100 Curbele de nivel constant corespunzătoare dependenței costului de producție al unei piese de complexitate ridicată, produsă în lot mic, față de ΔR și numărul de came reutilizate, factorii de influență având valori codificate

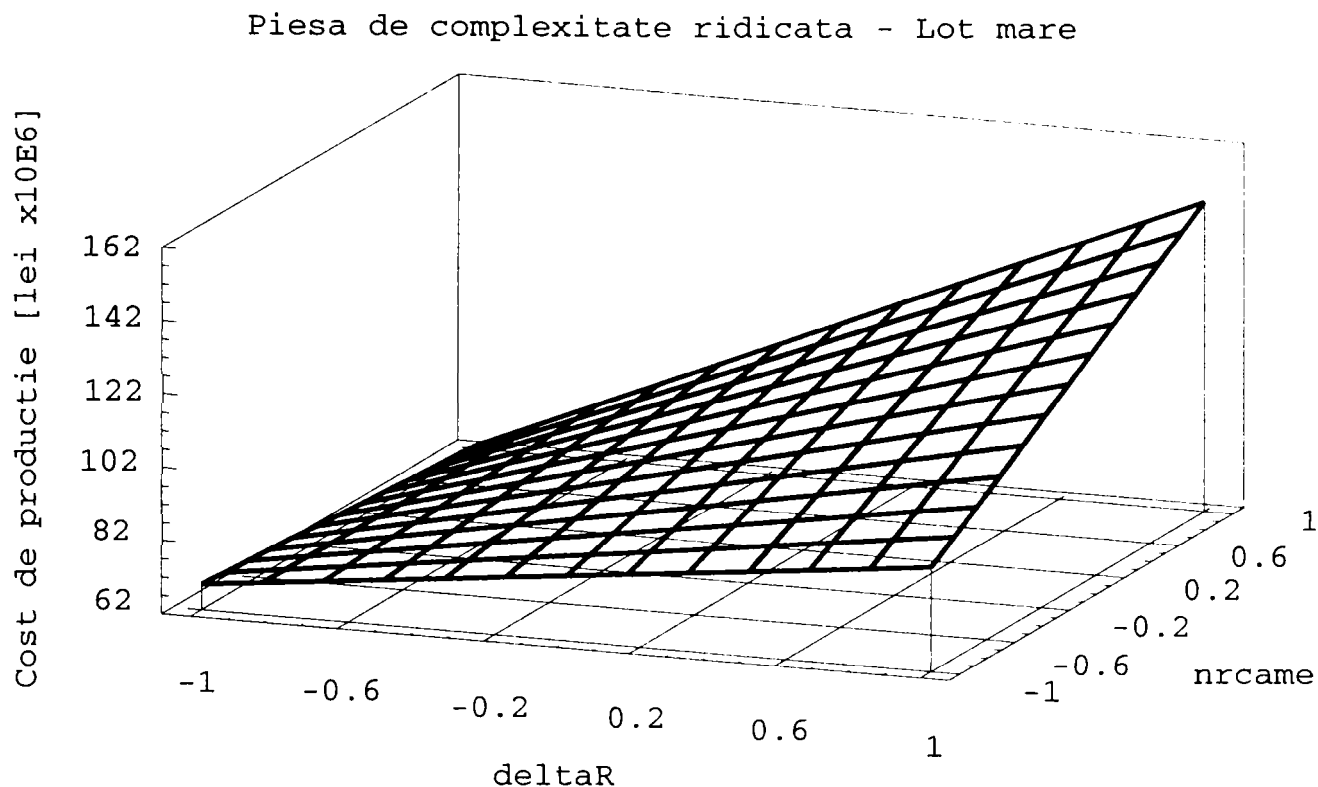


fig.101 Suprafata de raspuns corespunzatoare dependentei costului de productie al unei piese de complexitate ridicata, produsa in lot mare, fata de ΔR si numar de came reutilizate, factorii de influenta avand valori codificate

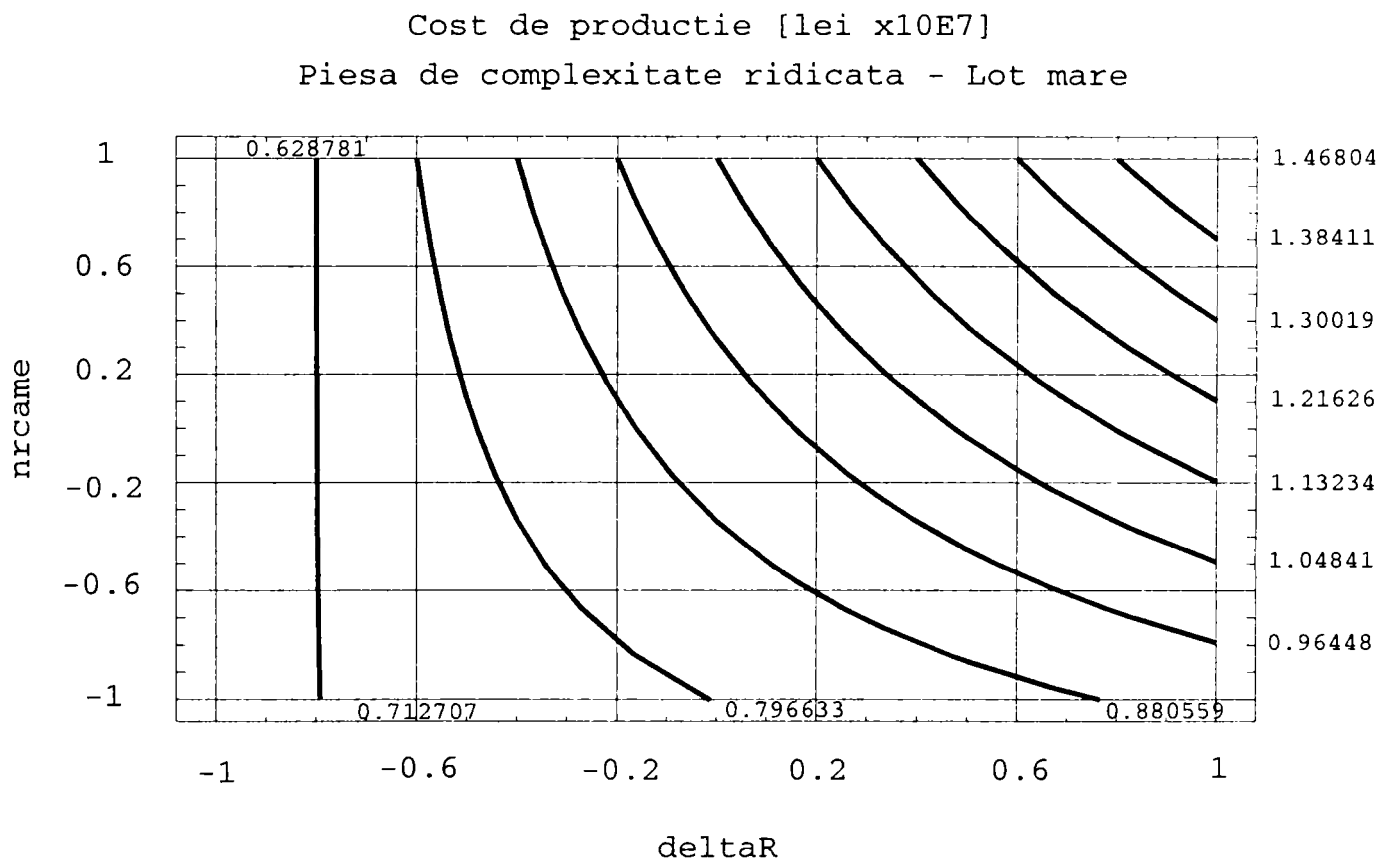


fig.102 Curbele de nivel constant corespunzatoare dependentei costului de productie al unei piese de complexitate ridicata, produsa in lot mare, fata de ΔR si numarul de came reutilizate, factorii de influenta avand valori codificate

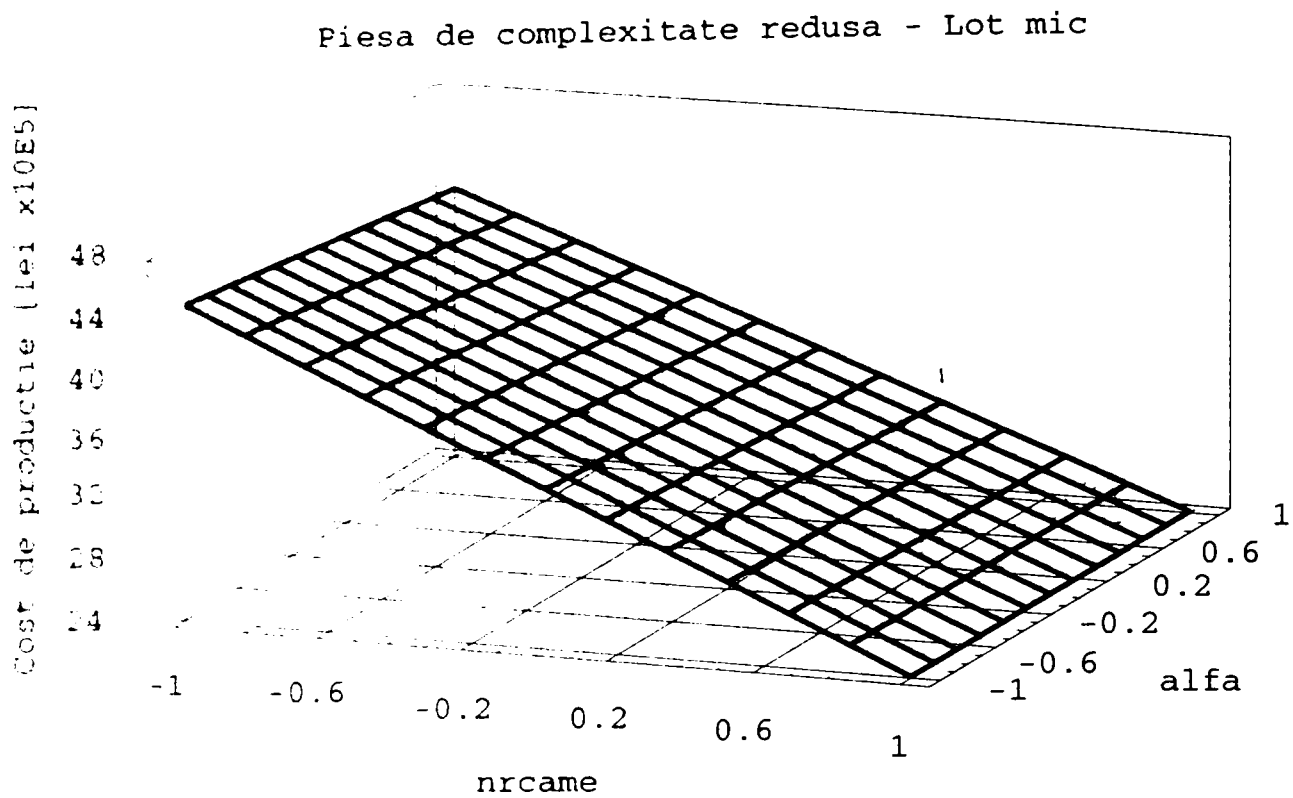


fig.103 Suprafata de raspuns corespunzatoare dependentei costului de productie al unei piese de complexitate redusă, produsă în lot mic, față de numărul de came reutilizate și ponderea unghiului α al fazei de lucru, factorii de influență având valori codificate

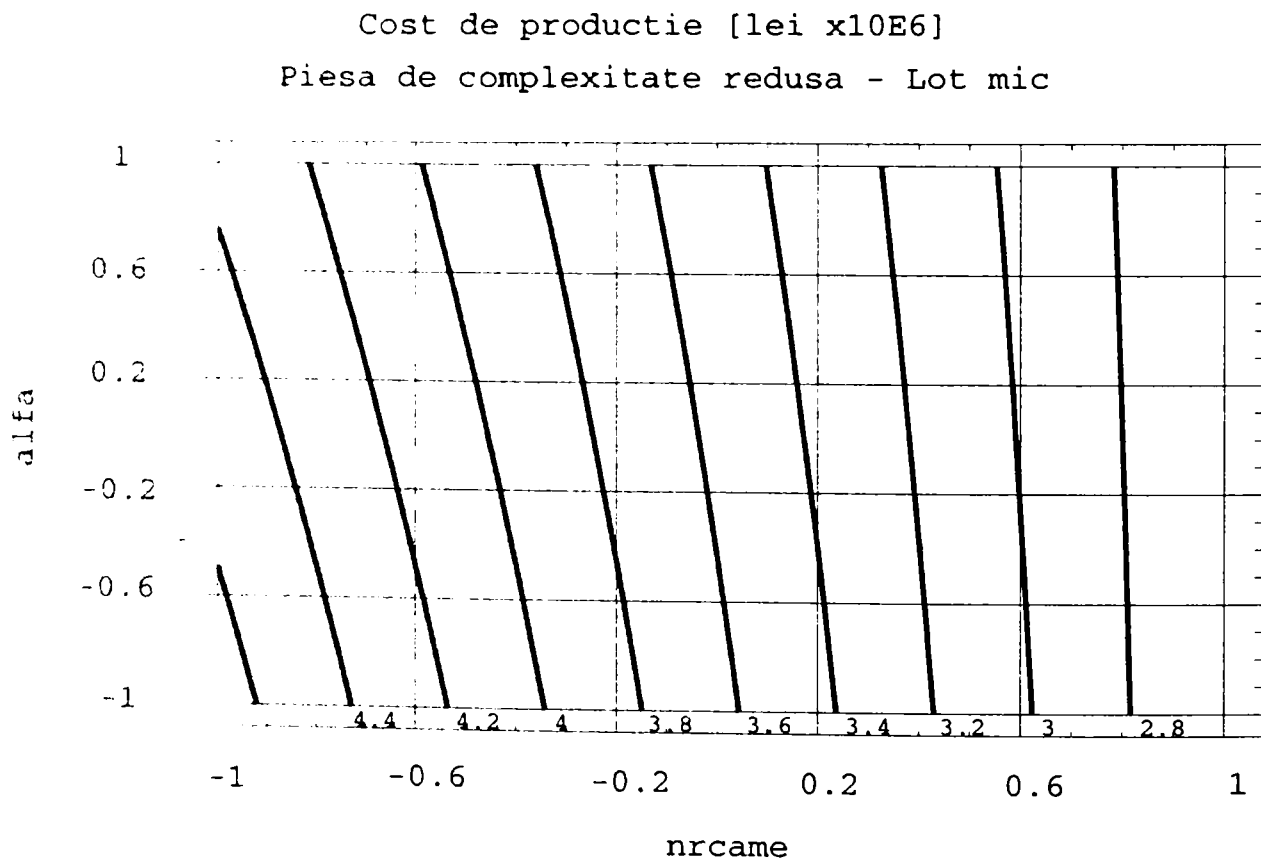


fig.104 Curbele de nivel constant corespunzatoare dependentei costului de productie al unei piese de complexitate redusă, produsă în lot mic, față de numărul de came reutilizate și ponderea unghiului α al fazei de lucru, factorii de influență având valori codificate

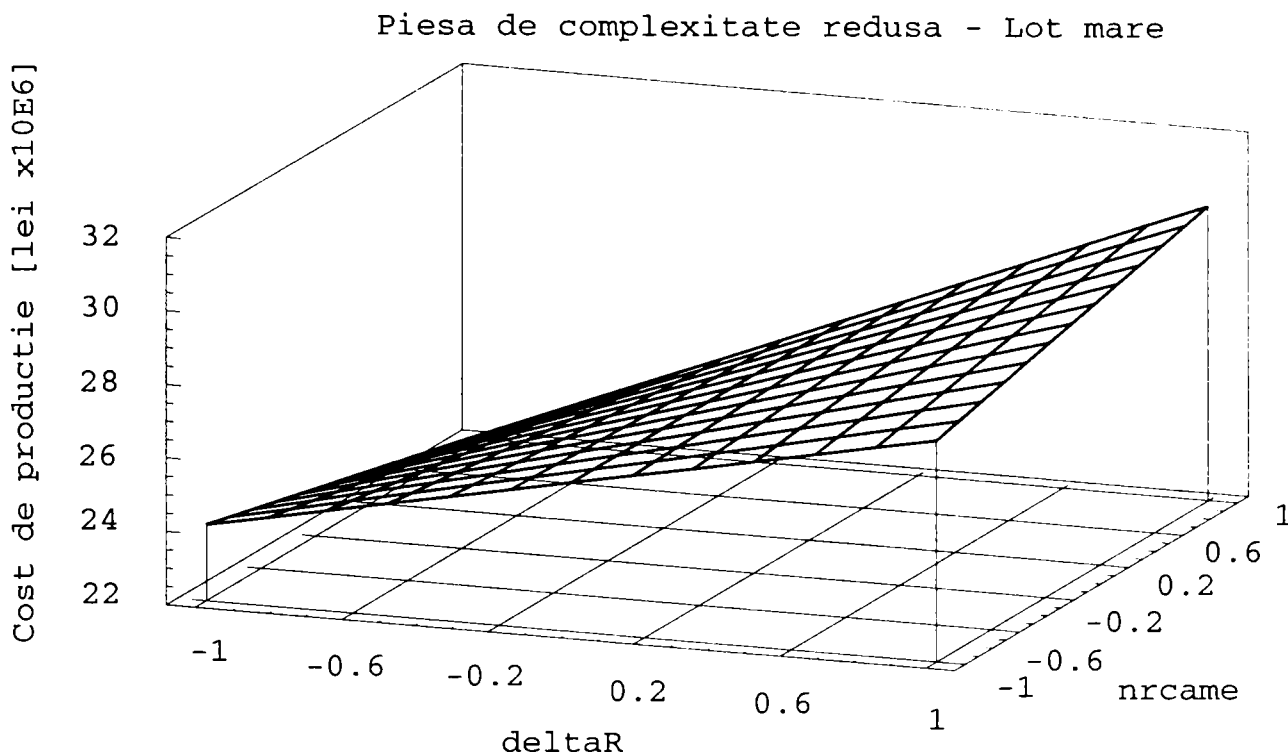


fig.105 Suprafata de raspuns corespunzatoare dependentei costului de productie al unei piese de complexitate redusa, produsa in lot mare, fata de ΔR si numar de came reutilizate, factorii de influenta avand valori codificate

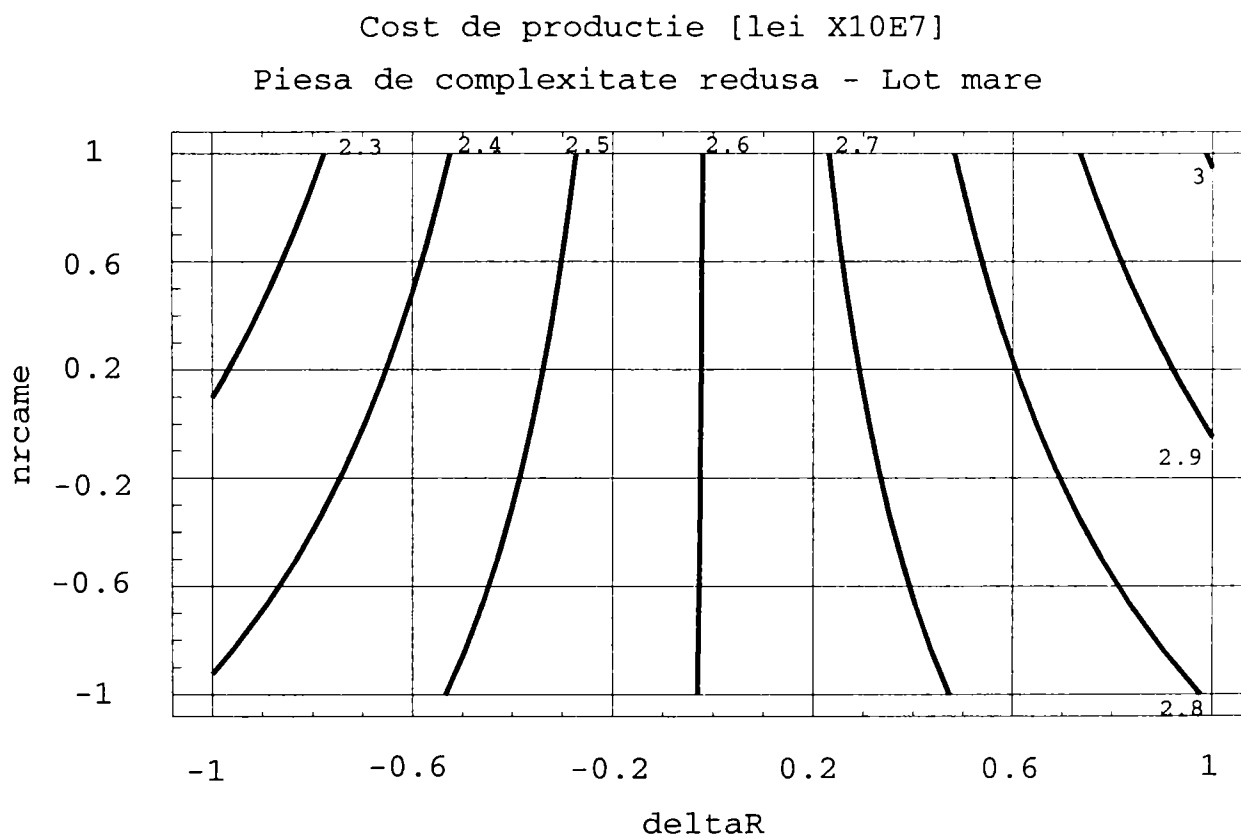


fig.106 Curbele de nivel constant corespunzatoare dependentei costului de productie al unei piese de complexitate redusa, produsa in lot mare, fata de ΔR si numarul de came reutilizate, factorii de influenta avand valori codificate

Piesa de complexitate ridicată - ΔR mare

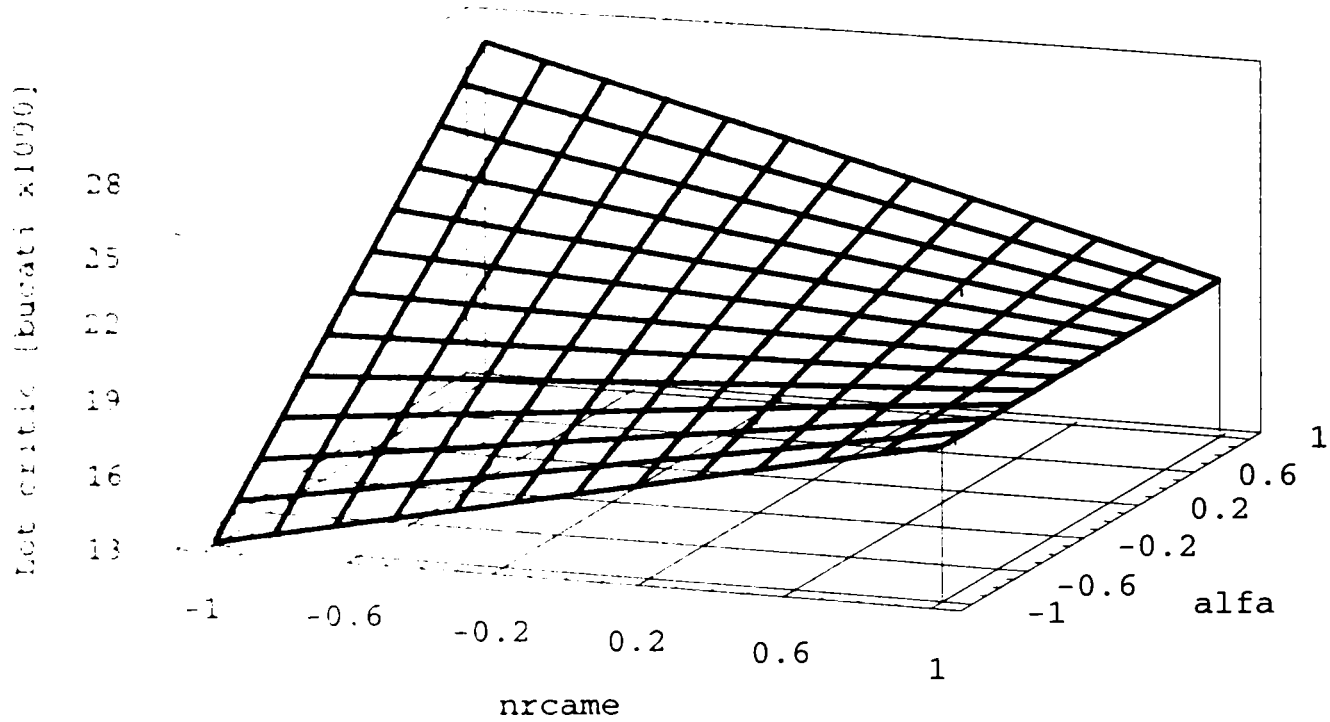


fig.107 Suprafața de răspuns corespunzătoare dependenței lotului critic al unei piese de complexitate ridicată și ΔR mare față de numărul de came reutilizate și ponderea unghiului α al fazei de lucru, factorii de influență având valori codificate

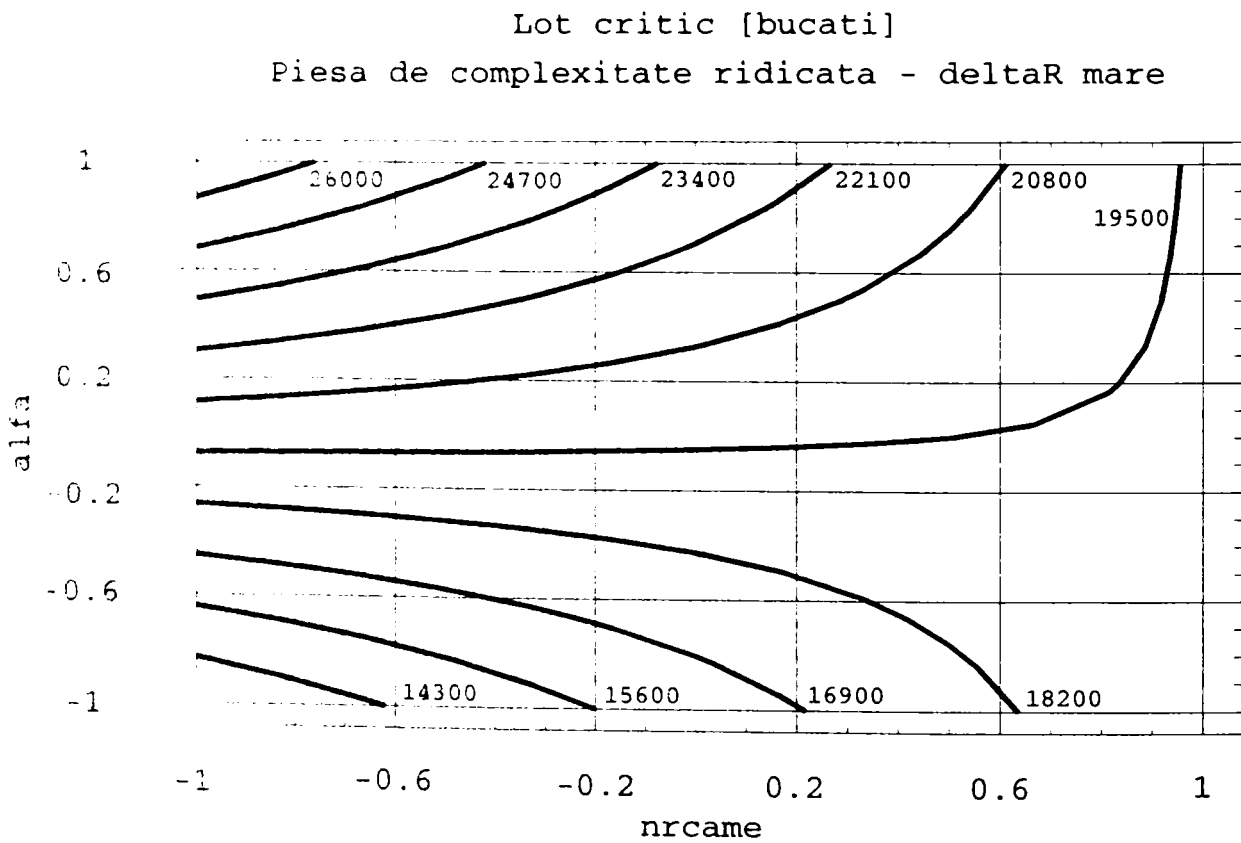


fig.108 Curbele de nivel constante corespunzătoare dependenței lotului critic al unei piese de complexitate ridicată și ΔR mare față de numărul de came reutilizate și ponderea unghiului α al fazei de lucru, factorii de influență având valori codificate

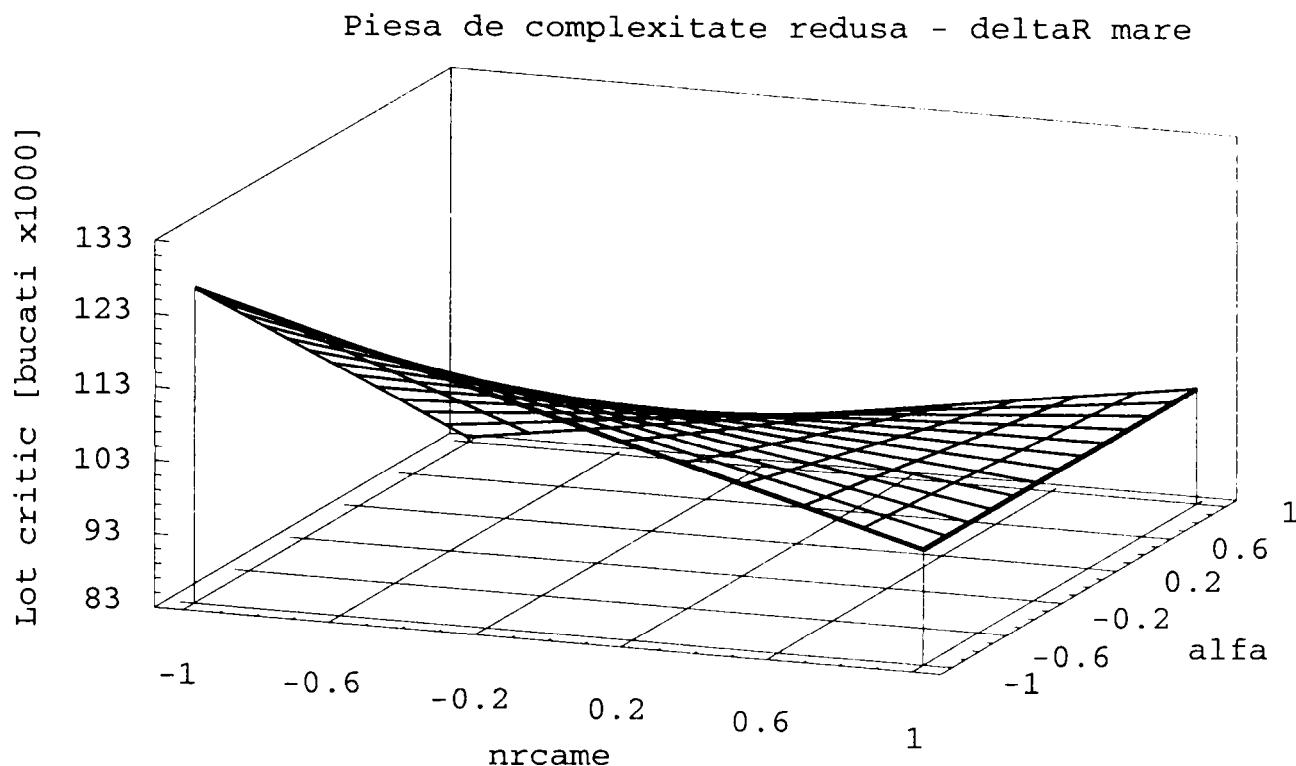


fig.109 Suprafata de raspuns corespunzatoare dependentei lotului critic al unei piese de complexitate redusa si ΔR mare fata de numarul de came reutilizate si ponderea unghiului α al fazei de lucru, factorii de influenta avand valori codificate

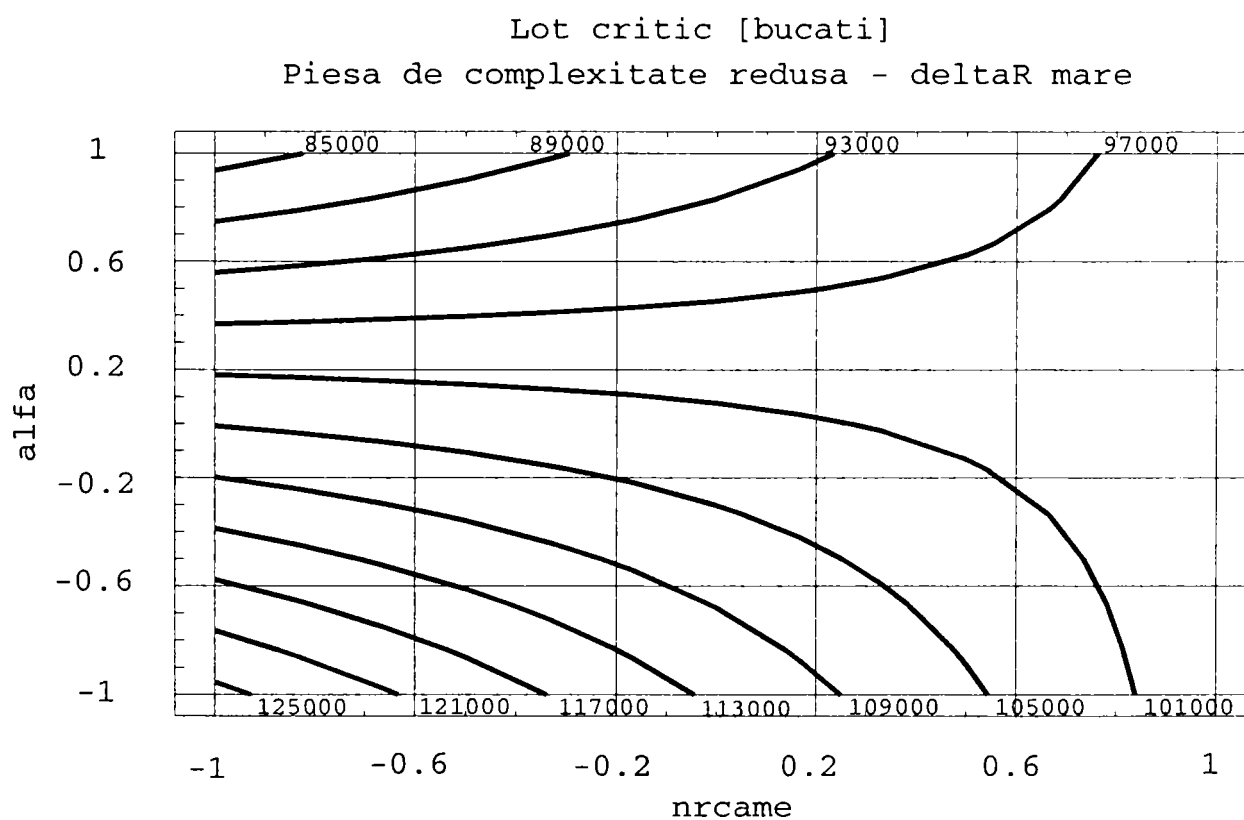


fig.110 Curbele de nivel constant corespunzatoare dependentei lotului critic al unei piese de complexitate redusa si ΔR mare fata de numarul de came reutilizate si ponderea unghiului α al fazei de lucru, factorii de influenta avand valori codificate

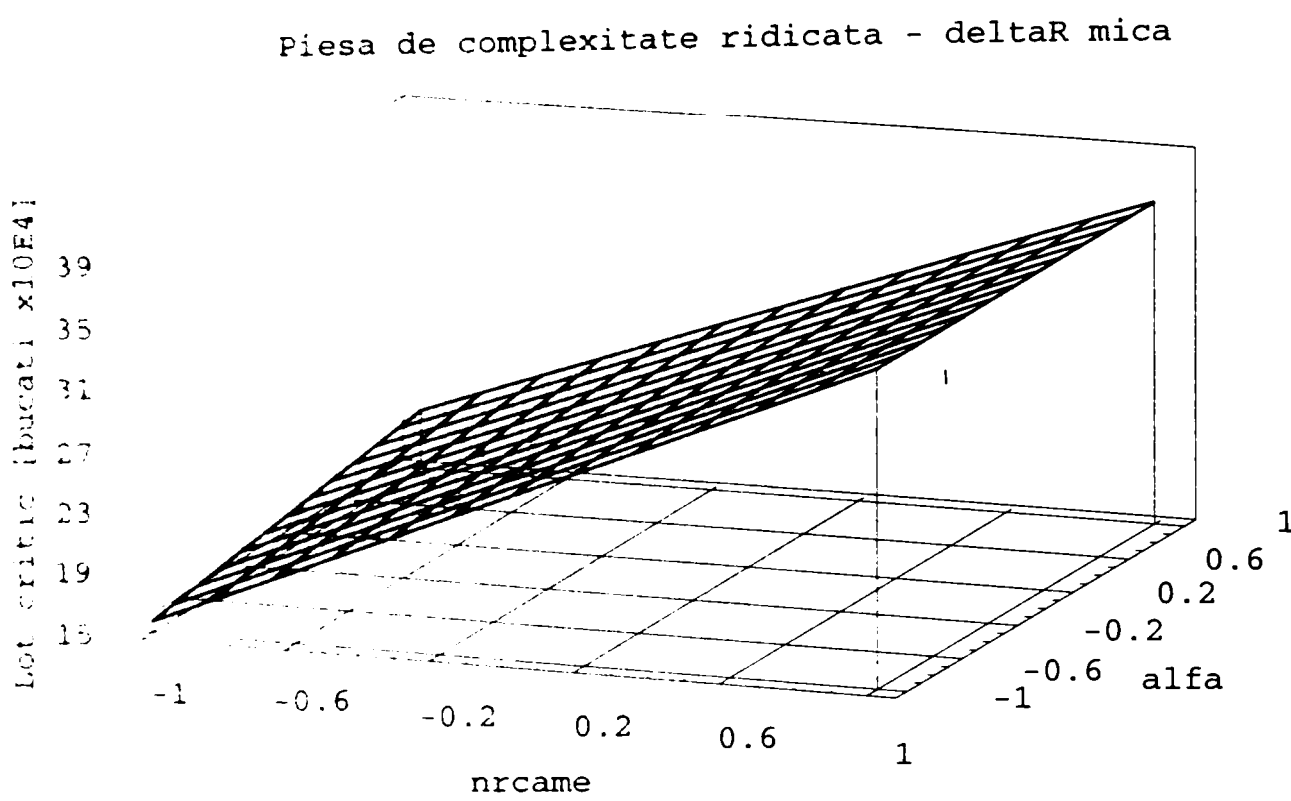


fig.111 Suprafata de raspuns corespunzatoare dependentei lotului critic al unei piese de complexitate ridicata si ΔR mica fata de numarul de came reutilizate si ponderea unghiului α al fazei de lucru, factorii de influenta avand valori codificate

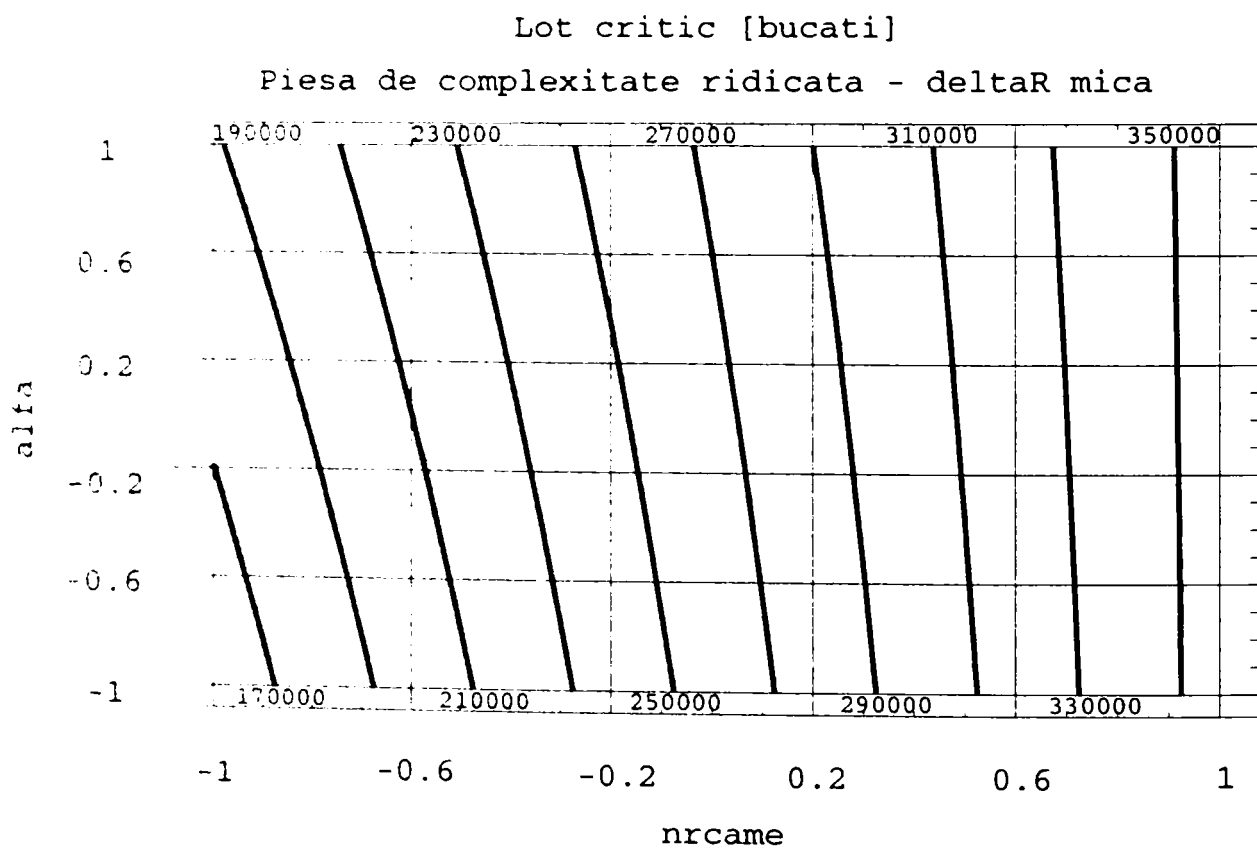


fig.112 Curbele de nivel constant corespunzatoare dependentei lotului critic al unei piese de complexitate ridicata si ΔR mica fata de numarul de came reutilizate si ponderea unghiului α al fazei de lucru, factorii de influenta avand valori codificate

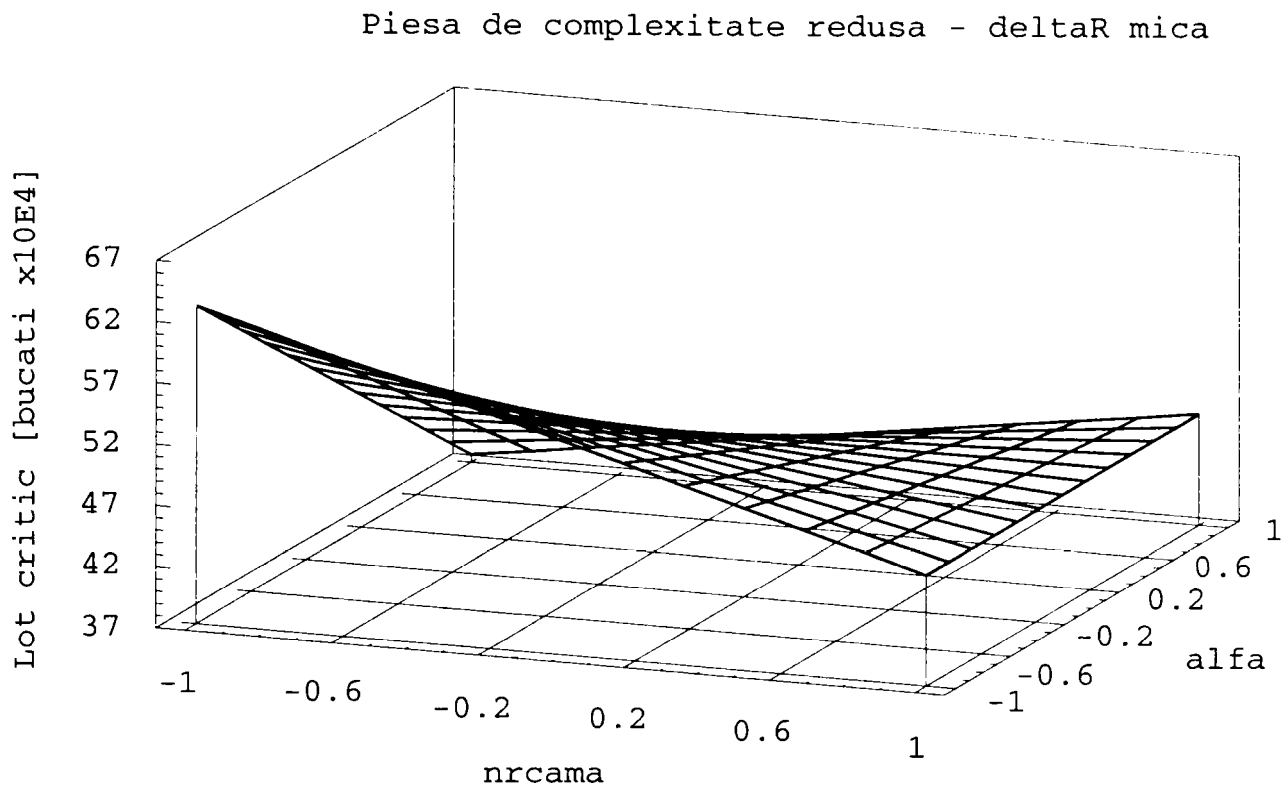


fig.113 Suprafata de raspuns corespunzatoare dependentei lotului critic al unei piese de complexitate redusa si ΔR mica fata de numarul de came reutilizate si ponderea unghiului α al fazei de lucru, factorii de influenta avand valori codificate

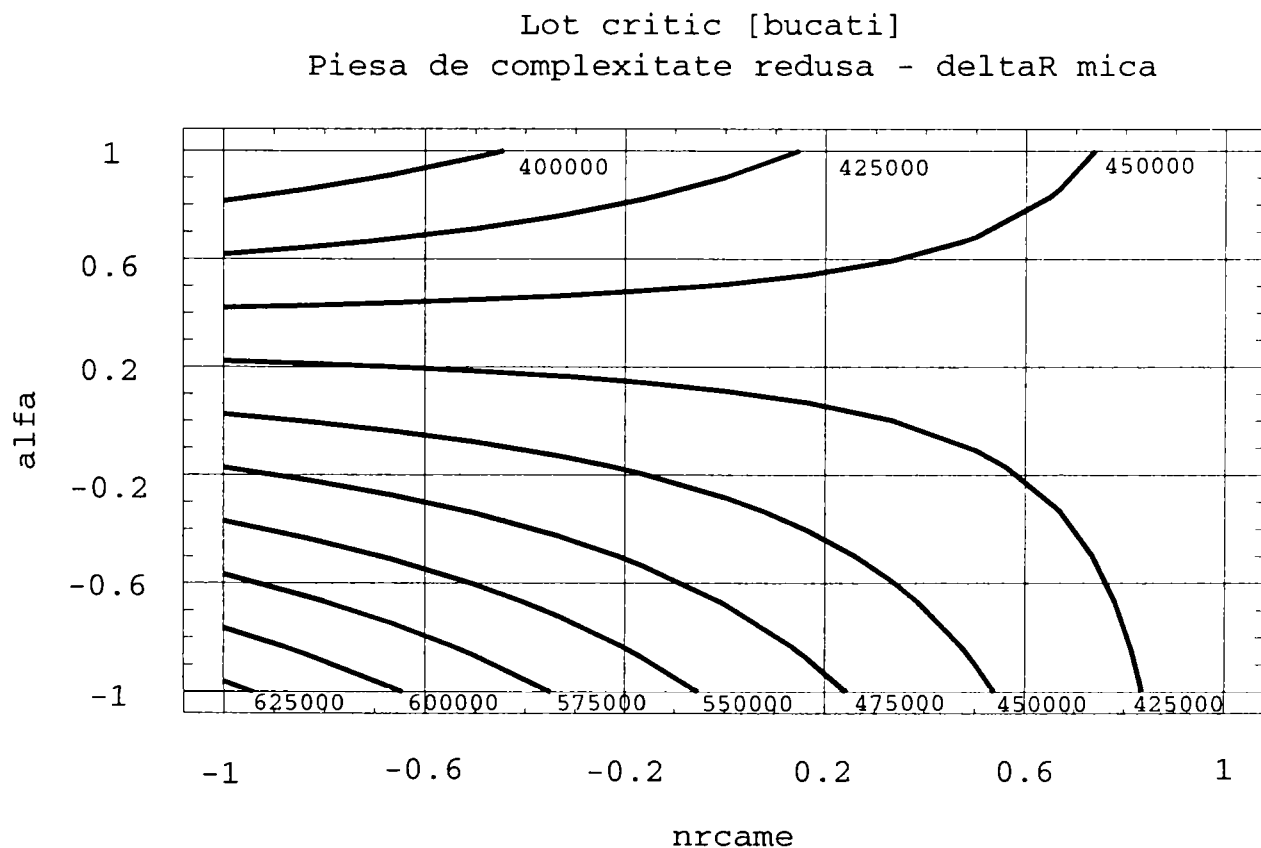


fig.114 Curbele de nivel constant corespunzatoare dependentei lotului critic al unei piese de complexitate redusa si ΔR mica fata de numarul de came reutilizate si ponderea unghiului α al fazei de lucru, factorii de influenta avand valori codificate

1

6. CONCLUZII FINALE

6.1 APRECIERI DE SINTEZA

Sub titlul “*Optimizarea prin proiectare asistata a proceselor tehnologice de prelucrare pe strunguri automate monoax*”, prezenta lucrare propune un mod de abordare modern al proiectarii, cel al proiectarii asistate a procesului tehnologic pentru strungurile automate monoax, cu aplicatie directa la strungurile de tip SARO, dar cu posibilitatea largirii domeniului de aplicabilitate si la celelalte strunguri automate monoax.

Lucrarea trateaza in intregul sau procesul de prelucrare, pornind de la proiectarea procesului, elaborarea documentatiei de executie a camelor de comanda si reglarea strungului, pana la calculul si analiza costurilor si a eficientei economice, prezentand posibilitatile de optimizare a procesului atat din punct de vedere tehnologic, cat si economic.

Pentru atingerea dezideratelor stabilite initial, lucrarea propune:

- un instrument (program) de proiectare asistata a procesului tehnologic;
- un concept de organizare si gestionare a unei baze de came de comanda;
- o metodologie de reutilizare a camelor de comanda;
- un model matematic de calcul al costurilor si de determinare a eficientei economice;
- un studiu de caz privind optimizarea prin proiectare asistata a unor procese tehnologice reale;
- un studiu privind factorii ce influenteaza costul de productie la prelucrarea pe strunguri automate cu reutilizarea de came de comanda;
- un studiu privind factorii ce influenteaza marimea lotului critic, limita de reutilizare eficienta a camelor de comanda.

6.2 CONCLUZII PRIVIND ATINGEREA OBIECTIVULUI TEZEI SI DE RESPECTARE A DIRECTIILOR DE CERCETARE PROPUSE.

Obiectivul propus la inceputul tezei, de optimizare prin proiectare asistata a proceselor tehnologice de prelucrare pe strunguri automate monoax, se poate considera atins, avand in vedere urmatoarele:

- s-a adaptat metodologia de proiectare clasica a proceselor tehnologice de prelucrare pe strunguri automate monoax la posibilitatile oferite de utilizarea calculatorului, elaborandu-se un program de proiectare asistata pentru strungurile automate de tip SARO, program care prin puterea si viteza de calcul, conditiile de proces verificate, bazele de date oferite ca suport logistic, ofera posibilitatea proiectarii, in timp foarte scurt (de ordinul minutelor), a multor variante de proces din care, pe baza informatiilor tehnologice si economice furnizate de program, utilizatorul o poate alege pe cea optima;

- s-a elaborat o metodologie ce da posibilitatea reutilizarii rationale si eficiente, pe baze stiintifice, a camelor de comanda si la alte procese decat cele pentru care au fost proiectate, permitand astfel o optimizare a costurilor la productiile de mai mica amploare;

- prin studiile experimentale efectuate, s-au identificat factorii ce influenteaza costurile si marimea lotului critic (limita de reutilizare a camelor de comanda), oferindu-se criterii de optimizare suplimentare a proceselor de prelucrarea pe strunguri automate monoax;

- studiul de caz efectuat in conditii reale a confirmat posibilitatea optimizarii proceselor de prelucrare prin proiectare asistata;

- studiile experimentale au confirmat ca reutilizarea de came de comanda poate constitui, in conditiile proiectarii asistate, o metoda extrem de eficace de optimizare a costurilor in cazul prelucrarii pe strunguri automate monoax, chiar si la productii de serie mai mare.

6.3 CONCLUZII PRIVIND CONTRIBUTIILE ORIGINALE ALE LUCRARI IN DOMENIUL TEORETIC SI APLICATIV.

Sistemele CAD/CAM/CAE constituie, in toate domeniile, mai ales dupa anii '90, tendinta de dezvoltare in scopul analizei si optimizarii sistemelor si proceselor. Prezenta teza incearca sa apropie si prelucrarea pe strungurile automate monoax de aceasta tendinta, aducand cateva contributii originale:

- elaborarea unei metodologii de proiectare a proceselor de prelucrare pe strunguri automate monoax adaptata utilizarii calculatorului;

- identificarea si gruparea functiilor program necesare unei proiectari asistate a acestor procese;
- identificarea si verificarea conditiilor ce trebuie indeplinite astfel incat sa fie realizabila proiectarea asistata, iar procesul tehnologic sa fie posibil si rational din punct de vedere tehnologic; s-au identificat 216 conditii ce sunt verificate in mod automat in timpul proiectarii asistate;
- crearea a 9 baze de date ce asigura sprijinul logistic al proiectarii asistate si acopera necesitatile de materiale si semifabricate, strunguri si caracteristicile lor tehnice, roti de schimb, caracteristici ale camelor de comanda, salarizare, preturi, normative;
- determinarea analitica a ecuatiilor curbelor sablon de apropiere-retragere rapida;
- elaborarea unei metodologii ce permite reutilizarea rationala si eficienta a camelor de comanda;
- elaborarea unui concept de organizare si gestionare a unei baze de came de comanda;
- elaborarea unui model matematic de calcul al costurilor si de determinare a eficientei economice la prelucrarea pe strunguri automate monoax;
- elaborarea unui program pentru proiectarea asistata a proceselor tehnologice de prelucrare pe strunguri automate monoax de tip SARO; programul este de mari dimensiuni, structurat in 26 subprograme cu 22.825 linii de program;
- elaborarea a 9 programe executabile specifice pentru crearea, gestionarea si actualizarea celor 9 baze de date, pentru care a fost necesara scrierea altor 5.527 linii de program;
- stabilirea si ierarhizarea, pe baza unor experimente factoriale, a factorilor de influenta asupra costurilor si lotului critic in cazul reutilizarii camelor de comanda;
- stabilirea criteriilor de optimizare a proceselor de prelucrare pe baza eficientei economice in cazul reutilizarii camelor de comanda.

Rezultatele obtinute in cadrul cercetarii si analiza studiilor de caz efectuate la S.C. TEHNOMET S.A. au determinat initierea unui contract de cercetare, implementare a proiectarii asistate si instruirea personalului in aceasta societate.

BIBLIOGRAFIE

1. Balanescu, T., s.a. Pascal si Turbo Pascal, Ed. Tehnica, Bucuresti, 1992
2. Ben Ezzel Obiect-Oriented Programming in Turbo Pascal, Addison-Wesley Publishing Co.Inc., 1989
3. Bohosievici, C., s.a. Tehnologia prelucrarii pe strunguri automate monoax tip SARO, I.P.I., Iasi 1986
4. Boian, F., s.a. Programarea in Pascal, Univ.Cluj-Napoca, 1995
5. Boncoi, Gh. Contributii la stabilirea legilor de profilare a camelor disc utilizate in constructia masinilor-unelte automate, Univ.Brasov, 1971
6. Boncoi, Gh. Indrumar de lucrari practice de laborator si de proiectare. Masini-unelte automate, vol.I-II, U.B., Brasov 1980
7. Burdescu, D., s.a. Algoritmi si structuri de date in Pascal si C, Univ.Craiova, 1994
8. Buricea, M. Gestionarea fisierelor in Turbo Pascal, Univ.Craiova, 1994
9. Catrina, D., s.a. Programare CNC 2 asistata de calculator, U.P.B., Bucuresti, 1991
10. Cefranov, E., s.a. Proiectarea proceselor tehnologice pentru strungurile automate de tip SARO. Indrumar de proiectare, Univ. "Stefan cel Mare", Suceava, 1993
11. Cojocaru, G, s.a. Robotii in actiune, Ed. Facla, Timisoara, 1985
12. Coleman, D. Object-Oriented Graphics, New Jersey P.H., 1994
13. Corici, A., s.a. Programarea interfetelor utilizator folosind Turbo Vision, Ed.Mirton, Timisoara, 1995
14. Cristea, V., s.a. Tehnici de programare, Ed. Teora, Bucuresti, 1993
15. Cristea, V., s.a. Turbo Pascal 6.0, Ed. Teora, Bucuresti, 1992
16. Dale, N., s.a. Pascal Plus Data Structures, Algorithms and Advanced Programming, Lexington, Mass., Toronto, D.C.Heath, 1985
17. David, K.Z. Turbo Vison. Programare orientata pe obiecte in Turbo Pascal. Ed.Promedia Plus, Cluj-Napoca, 1995
18. Dogaru, O.G. Turbo Pascal. Teorie si practica. Ed.de Vest, Timisoara, 1995
19. Draghici, G. Tehnologia constructiilor de masini, E.D.P., Bucuresti, 1984
20. Dumitru, C., s.a. Proiectarea masinilor-unelte automate, Univ.Craiova, 1996
21. Duse, D.M., s.a. Tehnologii de prelucrare tipizate, Univ. Sibiu, 1995

22. Frentiu, M., s.a. Elaborarea algoritmilor, metode si tehnici moderne, Ed.Promedia, Cluj-Napoca, 1994
23. Ivan, N.V. Bazele optimizarii proceselor tehnologice, Univ.Brasov, 1984
24. Khoshafian, S., s.a. Object Orientation: Concepts, Languages, Databases, User Interfaces, John Wiley & Sons, New York, 1990
25. Leidhold, H.P., s.a. Turbo Pascal, Leipzig VEB, 1990
26. Lustrea, B. Turbo Vision pentru Turbo Pascal 6.0, U.P.T., Timisoara, 1996
27. Martin, J. Principles of Object-Oriented Analysis and Design, New Jersey P.H., 1993
28. Martins, J.P. Introduction in Computer Science Using Pascal, Belmont WPC, 1989
29. Muslea, I. Programare orientata pe obiecte, Ed.Microinformatica, Cluj-Napoca, 1992
30. Nichici, A., s.a. Prelucrarea datelor experimentale, U.P.T., Timisoara, 1996
31. Oprean, A., s.a. Fiabilitatea masinilor-unelte, Ed.Tehnica, Bucuresti, 1979
32. Petriceanu, Gh., s.a. Proiectarea proceselor tehnologice si reglarea strungurilor automate, E.T., Bucuresti 1979.
33. Petriceanu, Gh., s.a. Tehnologia constructiei de masini. Indrumator pentru proiectarea proceselor tehnologice pe strunguri automate, I.P.Cluj, 1978
34. Picos, C., s.a. Proiectarea tehnologiilor de prelucrare mecanica prin aschiere, Ed.Universitas, Chisinau, 1992
35. Picos, C., s.a. Tehnologia constructiei de masini - Probleme, E.D.P., Bucuresti, 1976
36. Popescu, I., s.a. Reglarea strungurilor revolver automate monoax, I.D.T., Bucuresti, 1964
37. Pruteanu, O., s.a. Tehnologia fabricarii masinilor, E.D.P., Bucuresti 1981
38. Rosca, I., s.a. Introducere in programare. Teorie si practica Pascal, Ed.Viata Romaneasca, Bucuresti, 1996
39. Spiricu, C., s.a. Analiza, proiectarea si programarea orientata pe obiecte, Ed.Teora, Bucuresti, 1995
40. Taloi, D. Optimizarea proceselor tehnologice, Ed. Academiei R.S.R., Bucuresti, 1987
41. Tauru, Gh., s.a. Masini-unelte si agregate, teoria si proiectarea masinilor-unelte, Univ. Craiova, 1995
42. VasIU, L., s.a. Programare avansata in Turbo Pascal 6.0, Ed.Microinformatica, Cluj-Napoca, 1993
43. VasIU, L., s.a. Turbo Pascal 6.0 programe, Ed.Microinformatica, Cluj-Napoca, 1994
44. Vlad, A. Reglarea strungurilor automate, Ed.Tehnica., Bucuresti, 1965
45. Vlada, M., s.a. Grafica pe calculator in limbajele Pscal si C, Ed.Tehnica, Bucuresti, 1992

46. Vlase, A. Calculul analitic al regimurilor de aschiere la strunjire, I.P.B., Bucuresti 1983
47. Wisskirchen, P. Object-Oriented Development, Berlin-New York Springer, 1990
48. Zetu, D. Masini-unelte automate, E.D.P., Bucuresti 1976
49. Zetu, D., s.a. Masini-unelte automate si cu comanda numerica, E.D.P., Bucuresti 1982
50. *** Indicator pentru calculul camelor la strungurile SARO 16-60B, I.S.SARO Targoviste, 1982
51. *** Instructiuni de folosire accesorii speciale SARO, I.S.SARO Targoviste, 1982
52. *** Theoretical aspects of object-oriented programming, Cambridge, Mass., 1994.
53. *** Turbo Pascal Version 6.0. Programmer's Guide, Borland Internatinal Inc., 1990
54. *** Turbo Pascal Version 6.0. Turbo Vision Guide, Borland Internatinal Inc., 1990
55. *** Turbo Pascal Version 6.0. User's Guide, Borland Internatinal Inc., 1990