

PROGRAMAREA TRAIECTORIILOR SCULELOR ȘI PROCESELOR DE PRELUCRARE ÎN MEDIUL CAM

DUMITRU Sorin¹

Conducător științific: Șef lucr. Dr. ing. **Ionuț-Gabriel GHIONEA**

REZUMAT: În această lucrare se va demonstra utilitatea programului CATIA prin prezentarea unor strategii de prelucrare a piesei alese, optimizarea duratelor operațiilor de frezare și găurire. Se vor alege sculele care pot prelucra piesa, se va realiza programul CNC cu ajutorul programului CAD/CAM CATIA, se vor prezenta caracteristicile tehnice ale unor centre de prelucrat CNC care pot realiza acest reper. Scopul principal este evidențierea avantajelor aduse de utilizarea computerului în simularea traiectoriilor sculelor așchietoare cât și conceperea propriu-zisă a programului pentru mașina-unelte cu comandă numerică.

CUVINTE CHEIE: CATIA, program CAD/CAM, CNC, traiectorii, scule.

1 INTRODUCERE

Proiectarea proceselor tehnologice este activitatea care se referă la proiectarea sau alegerea procedeelelor/metodelor de prelucrare, a parametrilor de lucru aferenți, a MU compatibile, a sculelor și dispozitivelor, în scopul transformării unui semifabricat în piesă finită. Programarea asistată cu comandă numerică are drept obiectiv elaborarea programului-piesă pornind de la planul de operații al reperului ce urmează a fi executat utilizând pentru aceasta calculatorul electronic în regim conversional.

2 STADIUL ACTUAL

Dezvoltarea în mai multe direcții a programării asistate de calculator a dus la apariția mai multor limbaje de programare implementate pe diferite sisteme de calculatoare. Sistemele integrate CAD/CAM s-au dezvoltat și s-au impus în ultimii ani, acestea îmbinând două laturi:

Latura de proiectare constructivă – CAD (Computer Aided Design);

Latura de proiectare tehnologică – CAM (Computer Aided Manufacturing).

Software-ul CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Applications) Version5, realizat de către IBM și Dassault Systems, reprezintă la ora actuală liderul mondial pe piața software CAD/CAM, având aplicații în diferite domenii, de la industria construcțiilor de mașini, la industria aeronautică și de automobile.

Programul dispune de un manual de utilizare on-line, a cărui pagină de început familiarizează de la bun început utilizatorul cu modulele sale, acestea fiind prezentate în figura 1. [1]



Fig. 1. Documentația on-line – Pagina de început

2.1 Proiectarea asistată de calculator a proceselor tehnologice

În cadrul unui sistem CAD/CAM activitatea de proiectare tehnologică reprezintă o etapă foarte importantă și indispensabilă.

Elementul determinant în ceea ce privește pregătirea tehnologică a fabricației este furnizat de proiectarea proceselor tehnologice. După proiectarea constructivă urmează proiectarea tehnologică, această etapă având drept scop stabilirea instrucțiunilor și a modurilor în care trebuie utilizate resursele din sectoarele de fabricație pentru realizarea produsului.

¹ Specializarea Inginerie Economică și Managementul Afacerilor, Facultatea IMST;

E-mail: sorin.dumitru93@yahoo.com;

2.2 Optimizarea prin simulare a prelucrărilor

Simularea este unul dintre cele mai utilizate mijloace de analiză, aplicat cu succes în proiectarea, planificarea și controlul sistemelor complexe. De asemenea, simularea se definește ca fiind procesul de proiectare și realizare a unui model sau experiment în scopul înțelegerii comportării sistemului și al evaluării unui număr mare de strategii posibile privind funcționarea acestuia. În multe analize prin simulare se apelează la modelarea pe baze fizice și animații pe calculator. Astfel, cu ajutorul tehnicii de calcul moderne și a dezvoltării produselor software performante s-au creat modele mai bune, animația având la bază tipuri de modele din ce în ce mai complexe, cum ar fi modelarea evenimentelor, modelarea funcțională sau modelarea condiționată. În domeniul tehnic, simularea reprezintă o etapă intermediară între proiectare și fabricație. În foarte multe cazuri se cere să se asigure performanțele impuse produsului de către client, la un preț rezonabil și în termene de livrare stricte. Satisfacerea acestor condiții se realizează cu dificultate, dar nu este imposibilă. În acest sens, condițiile se evaluează după criterii de natură tehnică, economică sau durată de producție.

De cele mai multe ori, se realizează o optimizare la nivelul întregului sistem pe baza criteriilor tehnico-economice. Ipotezele adoptate în simulare au la bază date tehnice, experimentale și teoretice acumulate din experiența anterioară. Rezultatele obținute vor fi și mai mult în concordanță cu realitatea. În acest mod, anumite caracteristici pot fi îmbunătățite continuu prin varierea sistematică a parametrilor de dependență.

Optimizarea, este acțiunea de obținere a celor mai bune rezultate în condiții date. Deciziile privind proiectarea, cele tehnologice și manageriale se iau la diferite niveluri, scopul acestora fiind de minimizare a oricăror eforturi necesare, sau de maximizare a beneficiului. Metodele de optimizare sunt cunoscute ca tehnici de programare matematică și sunt studiate, în general, ca parte a cercetării operaționale. Optimizarea poate fi aplicată oricăror probleme ingineresti. Pentru a indica scopul său, sunt prezentate în continuare câteva domenii de aplicații, tipice sistemelor de fabricație:

- alegerea condițiilor de prelucrare în procese și procedee tehnologice pentru reducerea costurilor de fabricație;
- alegerea structurii sistemului tehnologic în concordanță cu cerințele fabricației;
- analiza datelor statistice și construcția de modele empirice din rezultatele experimentale,

pentru obținerea unei reprezentări cât mai corecte a diferitelor fenomene fizic.

Majoritatea programelor de proiectare asistată moderne permit simulări a prelucrărilor pe mașini cu comandă numerică, dispunând de numeroase opțiuni, variante de lucru, criterii de optimizare în procesul de fabricație. Ca rezultat, în urma simulării, sunt obținute codurile mașină, dar și alte tipuri de documentații necesare: lista componentelor care vor fi prelucrate, a sculelor și mașinilor de lucru necesare etc. Cu ajutorul simulării CAM se pot verifica traseele sculelor pentru a exista siguranța că nu apar coliziuni între scule și componentele dispozitivului de fixare sau alte echipamente aflate în vecinătatea semifabricatului, dar și că traiectoriile sculelor sunt optimizate. Optimizarea trebuie să conducă în cazul prelucrării reale la o uzură redusă a sculelor, la scurtarea timpilor de lucru, la minimizarea numărului de piese rebut, la un consum redus de energie etc. [2]

3 PREZENTAREA APLICAȚIEI DE SIMULARE CAD/CAM

3.1 Analiza desenului de execuție

Simularea proceselor de prelucrare și programarea sculelor se va face pentru prelucrarea piesei din desenul de execuție din figura 2

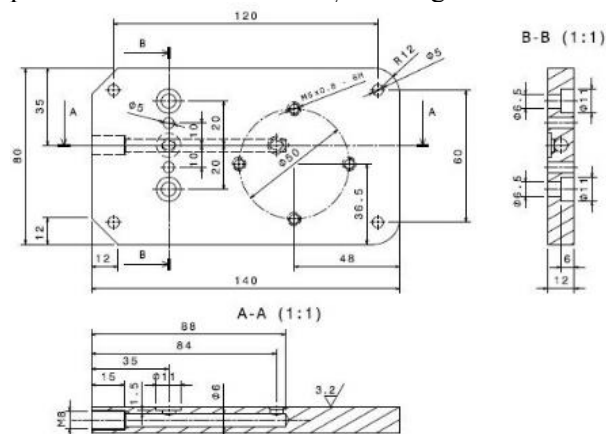


Fig. 2. Desen de execuție "Placă"

Semifabricatul provine din turnare în matriță, schița semifabricatului se prezintă în figura 3.

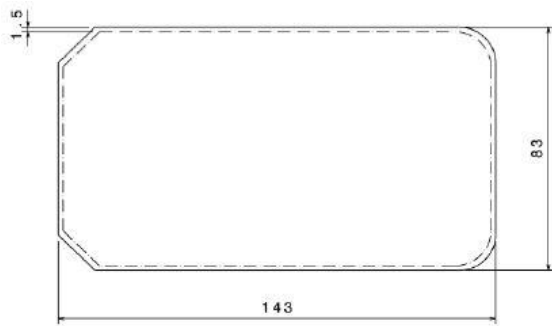


Fig. 3. Schița semifabricatului turnat



3.2 Etape pregătitoare

3.1.1 Modelarea semifabricatului

Semifabricatul rezultat din turnare este prezentat în figura 4.

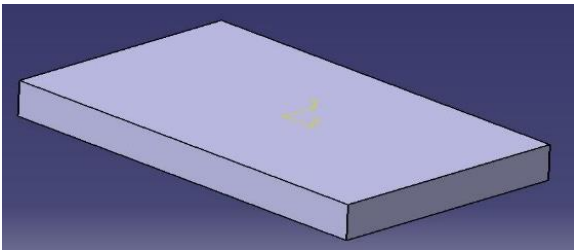


Fig. 4. Semifabricat turnat

3.1.2 Modelarea semifabricatului

Piesa rezultată în urma operațiilor de prelucrare este prezentată în figura 5.

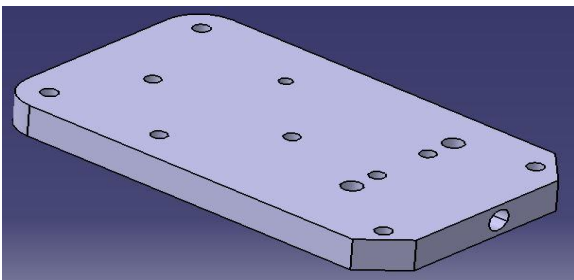


Fig.5. Piesa prelucrată

3.1.3 Realizarea ansamblului semifabricat - piesă

Primul pas în crearea simulării prelucrărilor constă în realizarea ansamblului semifabricat – piesă, acesta fiind prezentat în figura 6.

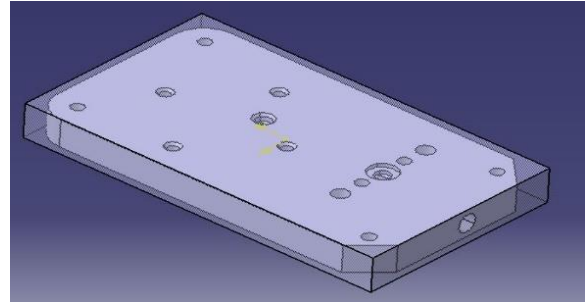


Fig. 6. Ansamblul semifabricat - piesă

Suprafața superioară este supusă operațiilor de frezare, găurire, adâncire, filetare, mai puțin cele laterale și suprafața de jos. Piesa fiind supusă ulterior la alte operații: frezare, racordare, teșire, găurire, adâncire, filetare.

3.3 Etapele simulării

3.3.1 Simularea prelucrării prin frezare plană a unei suprafețe

După lansarea software-ului CATIA, din meniul Start→Machining se alege modului Prismatic Machining, conform figurii 7.

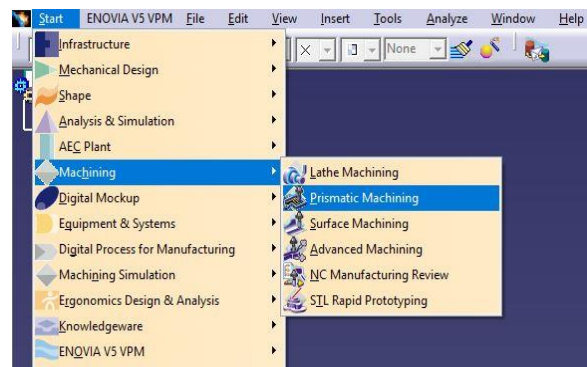


Fig. 7. Modulul Prismatic Machining

După accesarea modului Prismatic Machining este afișat arborele de specificații, conform figurii 8, acesta conținând un prim set implicit de operații (Part Operation 1) în care se află și un program de prelucrare (Manufacturing Program. 1). Nu a fost definită nici o operație și nu au fost alese mașina – uneltă și scula așchietoare.

Aceste se vor afla într-o listă din cadrul elementului Resources List.



Fig. 8. Arborele de specificații

În continuare se va prezenta simularea prelucrării piesei de tip placă turnată și pașii necesari definirii parametrilor regimului de așchiere, dar și unitățile de măsură ale acestora.

Din meniul Tools→Options, categoria General→Parameters and Measures, se accesează tab-ul Units unde se stabilesc unitățile de măsură, conform figurii 9:

- Lungime [mm];
- Viteza în mișcare pe avans pe traiectorie liniară (Linear feed rate) [mm / min];
- Avansul pe traiectorie circulară a sculei sau a piesei (Angular feed rate) [mm / rot];
- Viteza de avans pe traiectorie liniară a arborelui principal al mașinii (Linear spindle speed) [m / min];
- Turația arborelui principal (Angular spindle speed) [rot / min].

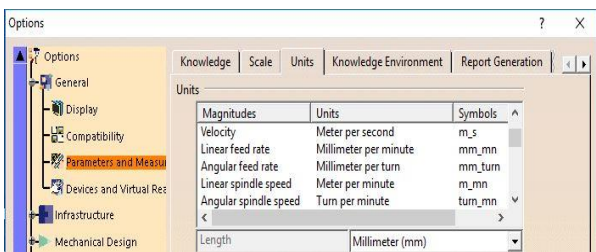


Fig. 9. Parametrii și unitățile de măsură

Pentru a defini timpul mașinii – unelte, sistemul de axe comandate numeric al acestora și piesele ce urmează a fi prelucrate se execută dublu click pe Part Operation. 1 din arborele de specificații, afișându-se astfel fereastra de dialog cu același nume (Part Operation. 1), conform figurii 10.

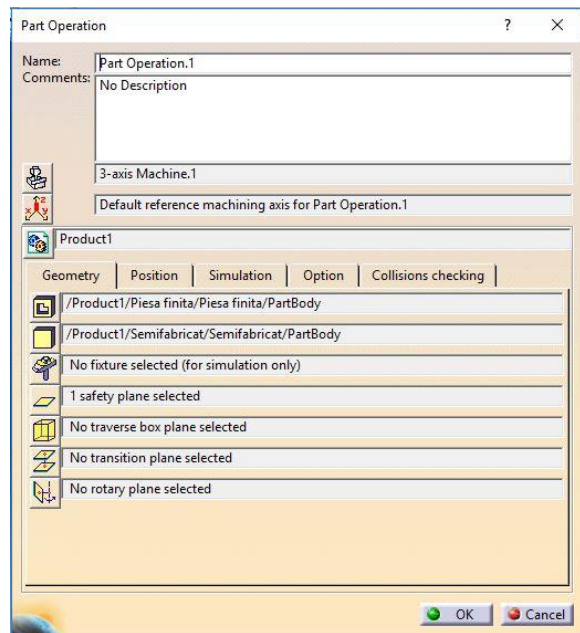


Fig. 10. Definirea MU, sistemului de axe și a pieselor prelucrate

În câmpul Name se stabilește numele operației, iar în câmpul Comments utilizatorul poate introduce o descriere sau comentarii referitoare la operația respectivă.

Prin accesarea butonului Machine se afișează fereastra de dialog Machine Editor, aceasta permițând alegerea MU cu comandă numerică, conform figurii 11.

Se are în vedere piesa ce urmează a fi prelucrată, asupra căreia se vor efectua unele procedee tehnologice de frezare, găurire, adâncire, filetare, stabilindu-se astfel o MU CNC cu 3 axe (Z, X, Y) denumită 3-axis Machine. 1. Utilizatorul specifică în tab-ul Spindle coordonatele unui punct de schimbare a sculei (Home point X=0, Home point Y=0, Home point Z=150) ținându-se cont de lungimea sculei și a portsculei, grosimea piesei, dimensiunile și forma dispozitivului de prindere a semifabricatului.

În tab-ul Tooling se poate încărca un catalog de scule așchietoare alese corespunzător procedeelelor tehnologice de prelucrare a piesei pe mașina-unelte.

În tab-ul Compensation există posibilitatea stabilirii dacă pentru sculele utilizate se vor aplica sau nu corecții.

În tab-ul Numerical Control, utilizatorul va alege unele operațiuni de personalizare a mașinii-unelte simulate în aplicație pentru a fi similară celei reale.

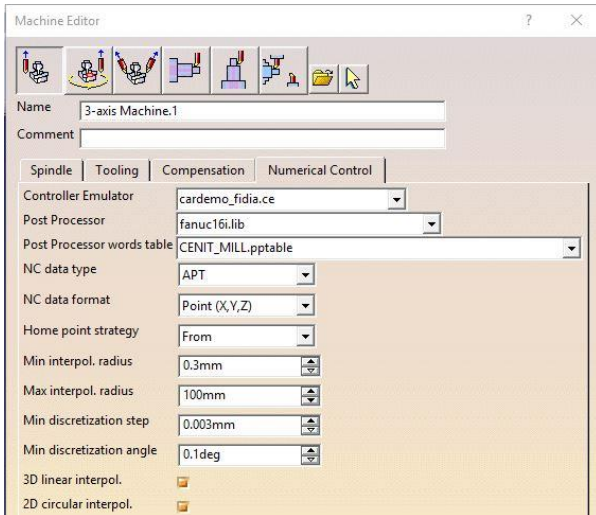


Fig. 11. Alegerea MU și stabilirea punctului de schimbare a sculei

În etapa următoare, utilizatorul va indica un plan de siguranță poziționat deasupra semifabricatului. Până la acest plan scula se deplasează în mișcare de poziționare, apoi, dincolo de plan, scula intră pe traiectoria de lucru, cu parametrii de prelucrare specifici (viteză de avans, turație de așchiere, direcție de mișcare). Semifabricatul se considera fix pe masa mașinii.

După apăsarea butonului Safety plane din fereastra de dialog Part Operation, se selectează suprafața plană superioară a semifabricatului, iar programul CATIA creează implicit un plan pe aceasta.

Apoi, utilizatorul va face click dreapta pe planul respectiv, din meniul contextual apărut se alege opțiunea Offset, conform figurii 12, și se introduce valoarea de 25 mm în câmpul Thickness al casetei de dialog Edit Parameter.

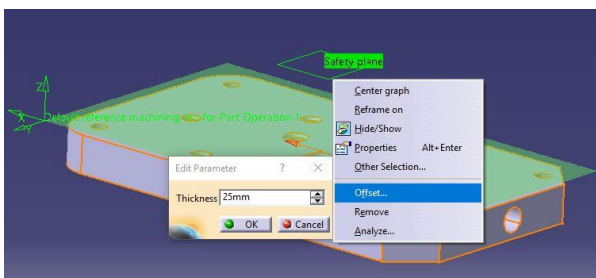


Fig. 12. Definirea unui plan de siguranță

Pentru definirea geometriei piesei de prelucrat se selectează în arborele de specificații elementul Manufacturing Program. 1., apoi se apasă pictograma Facing (frezare plană), conform figurii 13, de pe bara de instrumente Machining Operations. Este afișată fereastra de dialog Facing. 1, dar numele acesteia se modifică odată cu schimbarea numelui operației (câmpul Name) în Frezare plană.



Fig. 13. Definirea operației de frezare plană

În fereastra de dialog, conform figurii 14, sunt prezentate 5 tab-uri (Strategy, Geometry, Tool Selection, Feeds and Speeds și Macro Definition), fiecare dintre acestea având un indicator de statut simbolizat prin trei led-uri (roșu, galben și verde).

Opțiunile și parametrii conținuți în aceste tab-uri permit utilizatorului să stabilească diferite setări pentru procesul de prelucrare (dimensiunile și traiectoria sculei, suprafețele de prelucrat, vitezele de avans, turațiile de așchiere, calitatea suprafeței etc.)

Primul pas constă în alegerea sculei așchietoare (cap frezat cu plăcuțe din carbură metalică tip P) Denumirea sculei se alege T1 Face Mill D50, conform figurii 14.

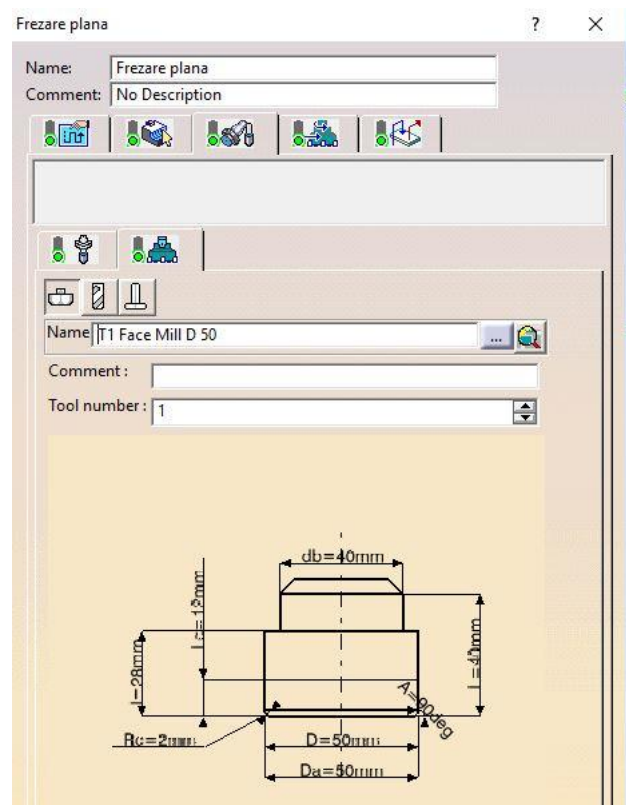


Fig. 14. Definirea sculei

Pentru prelucrare se consideră parametrii: avansul pe dinte $f_z=0.12$ mm/dinte, adâncimea de așchiere $a_p=2.5$ mm, lățimea de așchiere $a_e=30$ mm. În condițiile indicate mai sus, se determină, utilizând metodologiile de calcul indicate în literatura de specialitate și cataloage, următoarele date, menționate în tabelul 1. [5]

Tabelul 1

Parametrii	Valori	u.m.
Cutting speed (vc)	230	m/min
Spindle speed (n)	1464	rpm
Feed speed (vf)	879	mm/min
Cutting power for removal of chips (Pc)	3.7	kW
Metal removal rate (Q)	66	cm ³ /min
Cutting torque (Mc)	24	Nm

Pentru următoarea etapă, în tab-ul Feeds and Speed, conform figurii 15, se introduc valorile pentru viteza de apropiere/retragere rapidă (Approach/Retract), viteza de avans pentru degroșare/finisare (Machining/Finishing), turația de așchiere a arborelui principal (Spindle output Machining).

Calitatea suprafeței (Rough) este stabilită în lista derulantă a câmpului Quality.

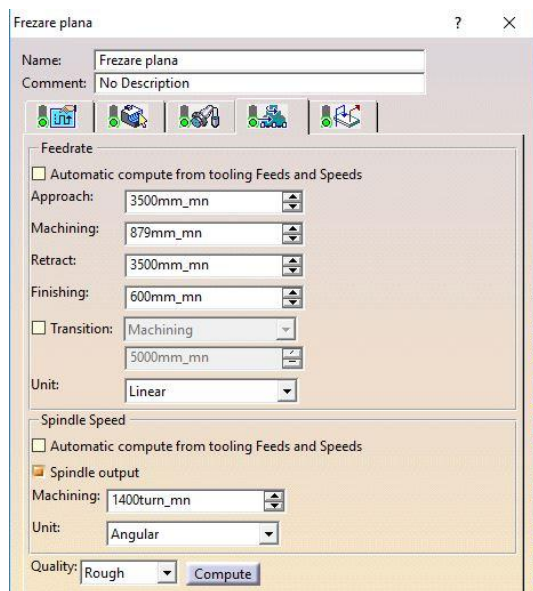


Fig. 15. Definirea vitezei de apropiere/retragere, avans și turație

Pentru a selecta suprafața plană de prelucrat se accesează tab-ul Geometry, conform figurii 16. Pe imaginea sugestivă din figură sunt marcate principalele elemente geometrice selectabile ale piesei. Astfel, zona Check va fi ocolită de sculă în timpul simulării prelucrării fiindcă reprezintă zona în care se poate afla un element (bridă) care fixează piesa într-

un dispozitiv. Zona Top determină suprafața de la care începe prelucrarea piesei (se alege pe semifabricat), iar zona Bottom reprezintă suprafața până la care se efectuează prelucrarea (se alege piesa finită). Distanța între cele două suprafețe este denumită adâncime de așchiere. Zonele Boundary of faces stabilesc limitele de prelucrare ale suprafeței.

Pentru a alege zona Bottom, se execută click pe aceasta în reprezentarea din figura 16, fereastra de dialog dispare, iar utilizatorul trebuie să selecteze suprafața superioară a piesei finite. Pentru a o selecta se ascunde semifabricatul folosind opțiunea Hide/Show.

Pentru a alege limitele suprafeței de prelucrat se execută click dreapta cu mouse-ul în zona Boundary of faces, iar din meniul contextual, conform figurii 17, se alege opțiunea cu același nume. Fereastra de dialog dispare pentru a permite utilizatorului efectuarea selecțiilor. Se observă apariția barei de instrumente Face selection (figura 17) având unele pictograme activate, se execută click pe suprafața exterioară a semifabricatului, se selectează pictograma Preview the Contour și se observă proiecția suprafeței semifabricatului pe suprafața plană a piesei finite. Confirmarea selecției se face prin apăsarea pictogramei Ok.

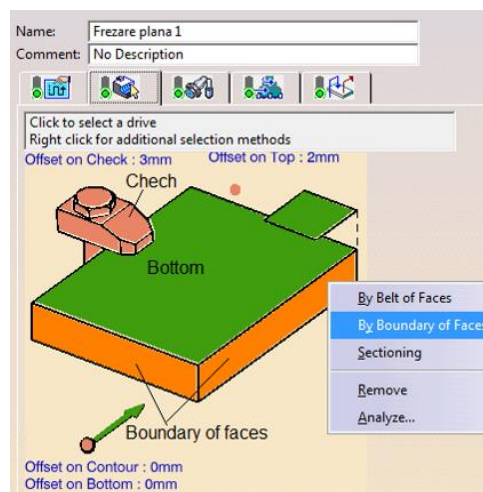


Fig. 16. Definirea suprafeței de prelucrat

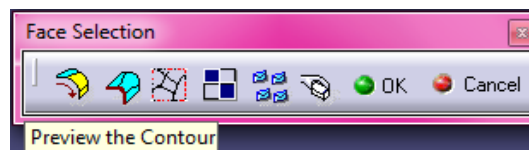


Fig. 17. Vizualizarea conturului

În tab-ul Strategy, conform figurii 18, al ferestrei de dialog Frezare plana, se stabilește tipul traiectoriei sculei pe parcursul prelucrării. Din lista derulantă a câmpului Tool Path style se alege unul din cele trei tipuri de traiectorii (path), astfel: Inward helical, conform figurii 19, Back and forth, conform figurii 20 sau One way (cel ales în aplicație), conform figurii 18.

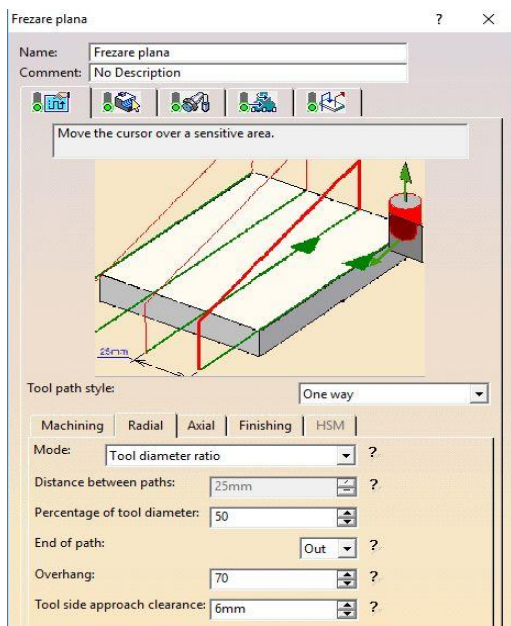


Fig. 18. Definirea strategiilor de prelucrare – One way

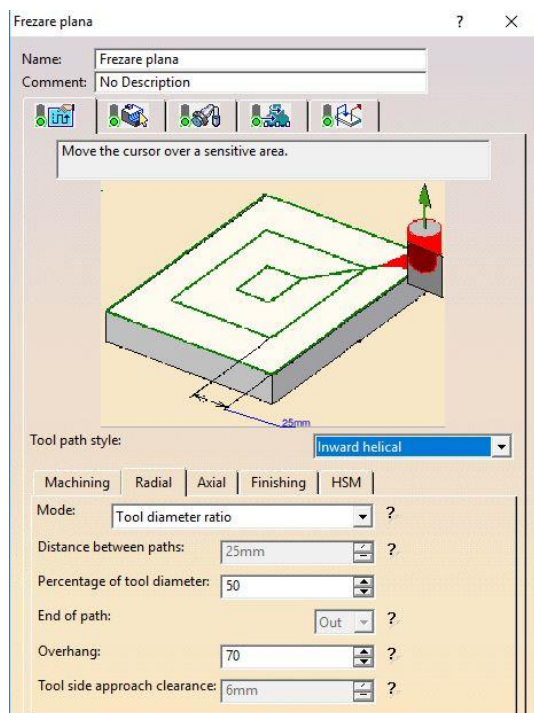


Fig. 19. Definirea strategiilor de prelucrare – Inward helical

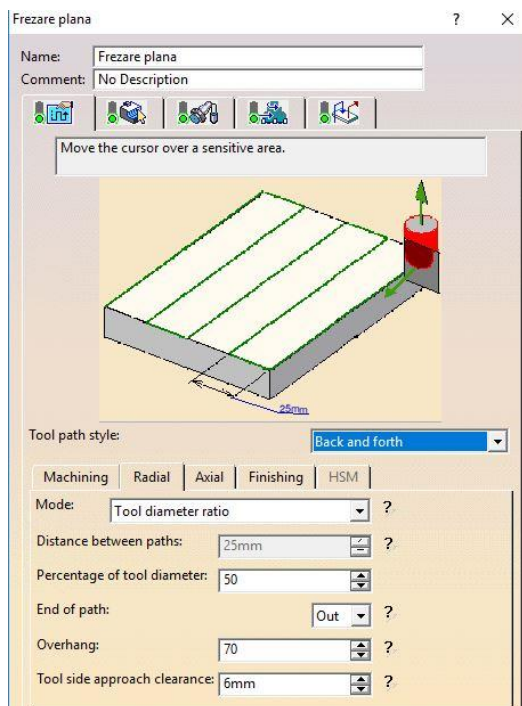


Fig. 20. Definirea strategiilor de prelucrare – Back and forth

După fiecare trecere, scula iese în afara piesei la o distanță de 6 mm (câmpul Tool side approach clearance). Desigur, această distanță se poate modifica, iar deplasarea sculei mai departe sau mai aproape de piesă după o trecere va influența timpul total al prelucrării.

Opțiunea Percentage of tool diameter definește distanța maximă între traseele a două treceri consecutive ca fiind un anumit procent din diametrul nominal al sculei.

Opțiunea Out impune sculei să iasă în afara piesei la fiecare trecere, în cazul în care utilizatorul ar fi ales opțiunea In în lista derulantă a câmpului End of path, scula ar ieși numai parțial în afara suprafeței de prelucrat.

Pentru a poziționa inițial scula în momentul începerii prelucrării se folosește valoarea Overhang.

Înainte de a începe prelucrarea, utilizatorul trebuie să specifice o distanță minimă (Tool side approach clearance) între sculă și piesă, atât la intrarea, cât și la ieșirea din material.

În tab-ul Axial, conform figurii 21, se stabilește modul în care este prelucrată suprafața pe direcție axială. Se poate alege numărul de treceri (opțiunea Number of levels) în câmpul Mode, câmpul Maximum depth of cut se completează automat cu adâncimea maximă de așchiere (1.3 mm în acest caz, această valoare reprezentând adaosul de degroșare).

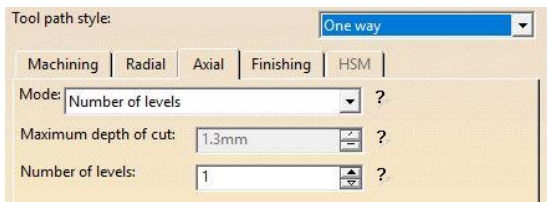


Fig. 21. Stabilirea modului de prelucrare

Tab-ul Finishing, conform figurii 22, prezintă unele setări specifice trecerilor de finisare. Câmpul Mode conține două opțiuni: No finishing pass și Finish bottom only (selectată în această aplicație, caz în care se efectuează prelucrarea), pentru care utilizatorul poate indica grosimea stratului de material.

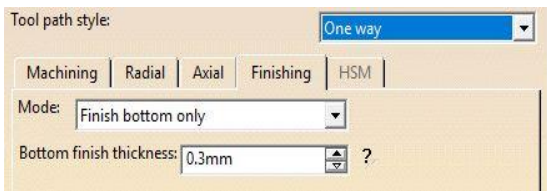


Fig. 22. Setări specifice trecerilor de finisare

Aceste opțiuni permit optimizarea procedurii de prelucrare modificând strategia de prelucrare și parametrii regimului de așchiere.

Cum s-a menționat și în rezumatul lucrării, scopul principal al acestei cercetări științifice este evidențierea avantajelor aduse de utilizarea computerului în simularea traiectoriilor sculelor așchietoare, iar criteriul asupra căruia se axează această cercetare este productivitatea, mai precis micșorarea timpilor de prelucrare prin alegerea și compararea strategiilor de prelucrare menționate anterior (figura 18, figura 19, figura 20). Astfel, respectând toți pașii menționați anterior, se va realiza pe rând fiecare procedeu de frezare, găurire, adâncire, filetare se vor efectua simulările 3D ale proceelor, se vor nota și compara timpii aferenți fiecărei strategii.

Vizualizarea simulării operației de prelucrare se realizează prin apăsarea butonului Tool Path Replay aflat deasupra butonului Cancel. Fereastra de dialog Frezare plană dispăre, locul ei fiind luat de o fereastră de control având același nume. În figura 23, figura 24 și figura 25 se prezintă arborele de specificații al prelucrării, semifabricatul și piesa finită, scula (freza cu parametrii dimensionali definiți anterior), traseul acesteia și controalele de animație și vizualizarea simulării.

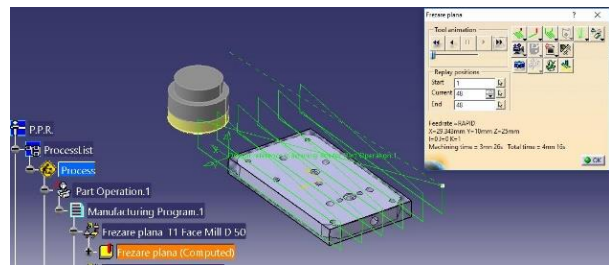


Fig. 23. Frezare plană – One way

Se poate observa că în urma simulării (figura 23) timpul de prelucrare este de 4 minute și 16 secunde.

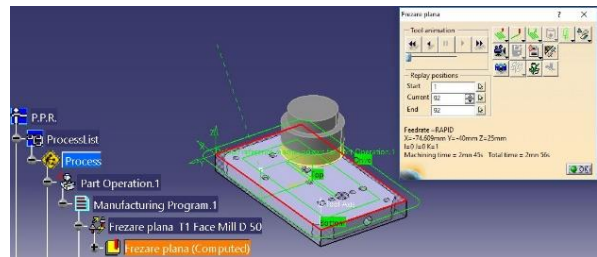


Fig. 24. Frezare plană – Inward helical

Se poate observa că în urma simulării (figura 24) timpul de prelucrare este de 2 minute și 56 de secunde.

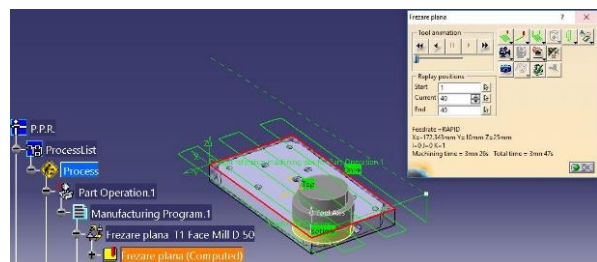


Fig. 25. Frezare plană – Back and forth

Se poate observa că în urma simulării (figura 25) timpul de prelucrare este de 3 minute și 47 de secunde.

3.3.2 Simularea prelucrării prin centruire a unei suprafețe

Simularea anterioară continuă cu realizarea pe aceeași piesă a operației de centruire cu un centruirotor. Similar prelucrării anterioare se definesc atât suprafața de prelucrat cât și toate celelalte elemente necesare operației de centruire (pozițiile de realizare a centrurii, geometria și dimensiunile sculei, parametrii regimului de așchiere, traiectoria sculei etc.).

În figura 26 este prezentată simularea operației de centruire.

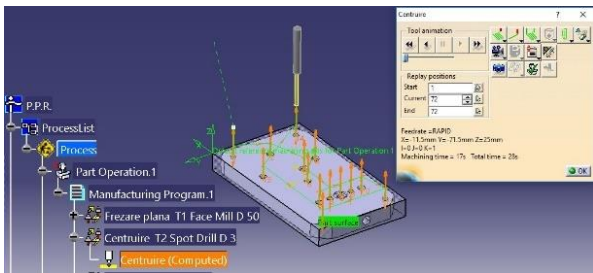


Fig. 26. Centruire

Se poate observa că în urma simulării (figura 26) timpul de prelucrare este de 28 de secunde.

3.3.3 Simularea prelucrării prin găurire a unei suprafețe

Simularea anterioară continuă cu realizarea pe aceeași piesă a operațiilor de găurire cu burghie de diferite dimensiuni. Similar prelucrării anterioare se definesc atât suprafața de prelucrat cât și toate celelalte elemente necesare operațiilor de găurire (pozițiile de realizare a găuririi, geometria și dimensiunile sculei, parametrii regimului de așchiere, traiectoria sculei etc.).

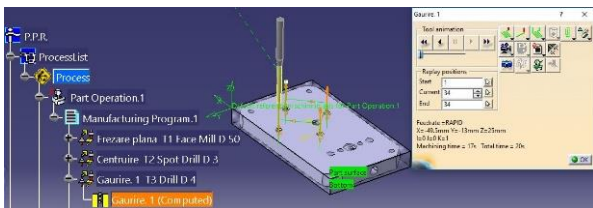


Fig. 27. Găurire 1

Se poate observa că în urma simulării (figura 27) timpul de prelucrare al celor 4 găuri de $\varnothing 4 \times 13.6$ este de 20 de secunde, aceste găuri vor fi supuse ulterior mai multor operații și anume: adâncire, filetare.

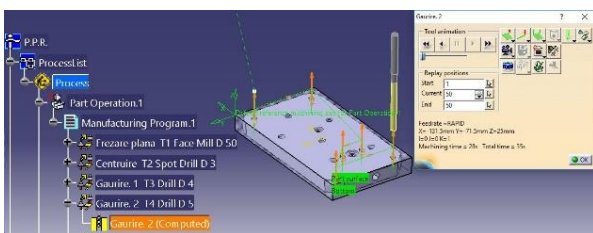


Fig. 28. Găurire 2

Se poate observa că în urma simulării (figura 28) timpul de prelucrare al celor 6 găuri de $\varnothing 5 \times 13.6$ este de 35 de secunde, aceste găuri nu vor mai fi supuse altor operații de prelucrare.

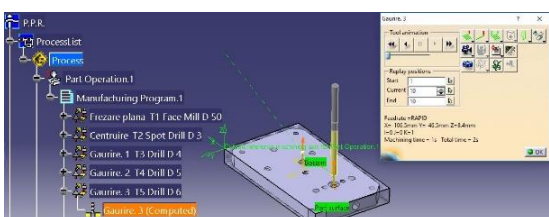


Fig. 29. Găurire 3

Se poate observa că în urma simulării (figura 29) timpul de prelucrare al celor 2 găuri de $\varnothing 6 \times 6$ este de 2 de secunde, aceste găuri vor fi supuse ulterior altei operații de prelucrare și anume adâncire.

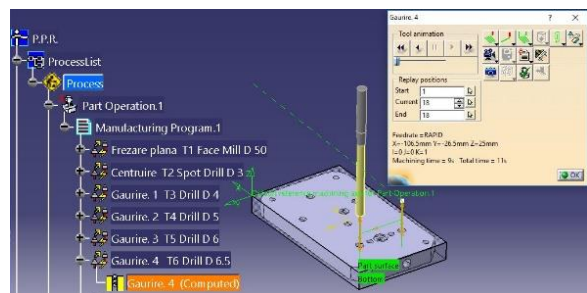


Fig. 30. Găurire 4

Se poate observa că în urma simulării (figura 30) timpul de prelucrare al celor 2 găuri de $\varnothing 6.5 \times 13.6$ este de 11 secunde, aceste găuri vor fi supuse ulterior altei operații de prelucrare și anume adâncire.

3.3.4 Simularea prelucrării prin adâncire a unei suprafețe

Simularea anterioară continuă cu realizarea pe aceeași piesă a operațiilor de adâncire cu adâncitoare de diferite dimensiuni. Similar prelucrării anterioare se definesc atât suprafața de prelucrat cât și toate celelalte elemente necesare operațiilor de adâncire (pozițiile de realizare a adâncirii, geometria și dimensiunile sculei, parametrii regimului de așchiere, traiectoria sculei etc.).

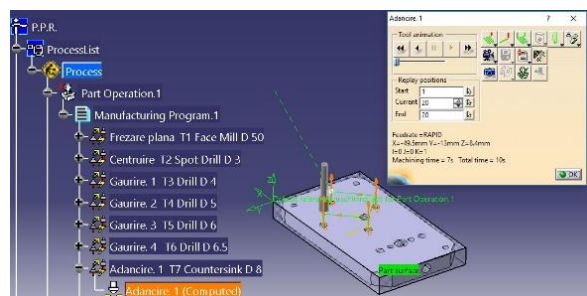


Fig. 31. Adâncire 1x45°

Se poate observa că în urma simulării (figura 31) timpul de prelucrare al celor 4 găuri de $\varnothing 4 \times 13.6$, realizate anterior (figura 27), este de 10 secunde.

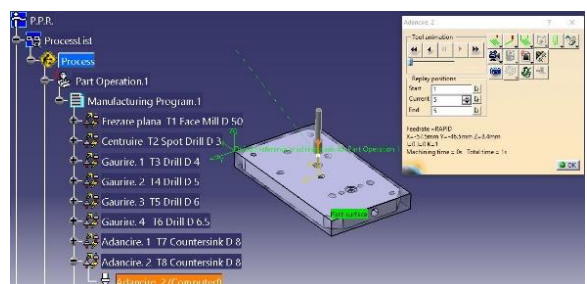


Fig. 32. Adâncire 1.5x45°

Se poate observa că în urma simulării (figura 32) timpul de prelucrare al unei găuri de $\phi 6 \times 6$, realizate anterior (figura 29), este de o secundă.

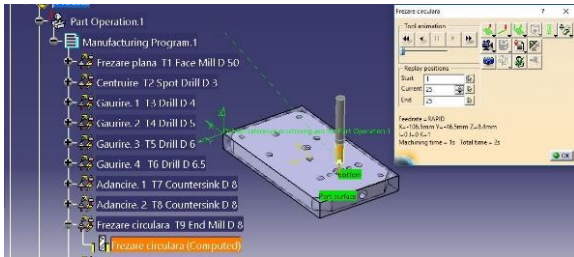


Fig. 33. Adâncire cu o freză cilindro-frontală

Se poate observa că în urma simulării (figura 33) timpul de prelucrare al celor unei găuri de $\phi 6 \times 6$, realizate anterior (figura 29), este de 2 secunde. În urma prelucrării se obține o gaură $\phi 11/\phi 6$.

3.3.5 Simularea prelucrării prin filetare a unei suprafețe

Simularea anterioară continuă cu realizarea pe aceeași piesă a operațiilor de filetare cu tarod. Similar prelucrării anterioare se definesc atât suprafața de prelucrat cât și toate celelalte elemente necesare operațiilor de filetare (pozițiile de realizare a filetului, geometria și dimensiunile sculei, parametrii regimului de așchiere, traiectoria sculei etc.).

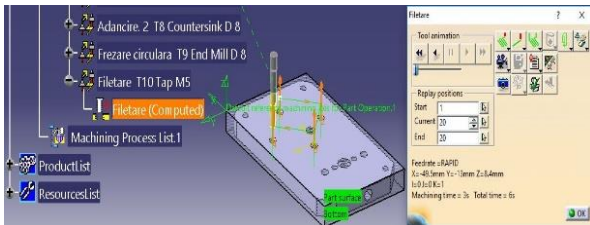


Fig. 34 Filetare

Se poate observa că în urma simulării (figura 34) timpul de prelucrare al celor 4 găuri de $\phi 4 \times 13,6$, prelucrate anterior (figura 27 și figura 31), este de 6 secunde. În urma prelucrării se obțin 4 găuri $M5 \times 0,8 - 6H$.

3.4 ELABORAREA PROGRAMULUI M.U.

Pe baza configurațiilor anterioare și în urma verificării vizuale a prelucrărilor prin rularea simulării video, s-a elaborat programul de lucru în limbaj APT.

Pentru conversia datelor în comenzile mașinii unelte s-a folosit post-procesorul Cenit, iar în figura 35 se poate observa o mostră a programului generat de software-ul CATIA.

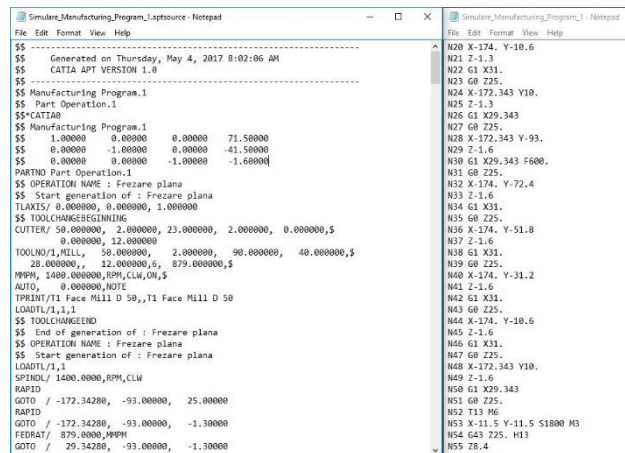


Fig. 35

4 SCULE ALESE ȘI PARAMETRII PROCESULUI DE PRELUCRARE

Informațiile inițiale și parametrii procesului de prelucrare s-au obținut în urma cercetărilor teoretice și cu ajutorul aplicațiilor puse la dispoziție de firme precum Sandvik Coromant și Iscar.

În figura 36 sunt prezentate datele de intrare ale acestor aplicații și anume:

- Materialul din care se execută piesa;
- MU și caracteristicile acesteia;
- Parametrii ce definesc prelucrarea (tipul operației respective, dimensiunile generale ale prelucrării, adâncimea de prelucrare, diametrul maxim al sculei).

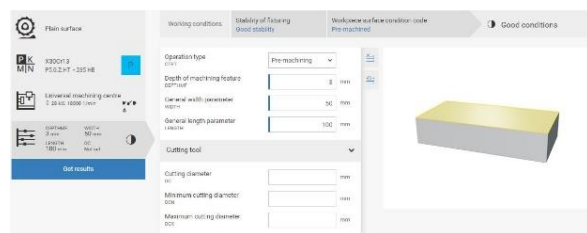


Fig. 36. Datele de intrare ale aplicației

În urma calculului efectuate de către aplicație ni se oferă anumite recomandări privind valori posibile pentru parametrii definiți anterior în tabelul 1. De asemenea, pe baza parametrilor de intrare, aplicația oferă recomandări cu privire la diferite variante posibile de scule și dispozitive necesare prelucrării. Un astfel de exemplu este prezentat în figura 37.



Fig. 37. Scula recomandată și dispozitivul aferent

O altă variantă este prezentată în figura 35.

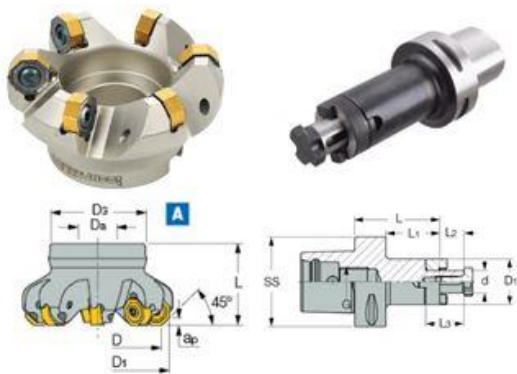


Fig. 38. Scula recomandată și dispozitivul aferent

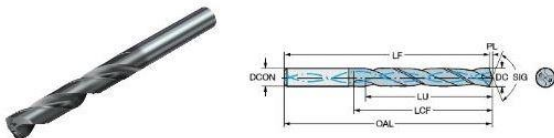


Fig. 39. Scula recomandată



Fig. 40. Scula recomandată

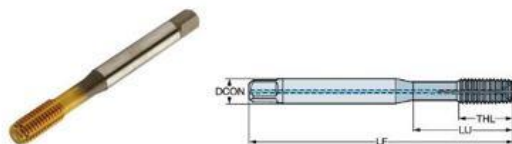


Fig. 41. Scula recomandată

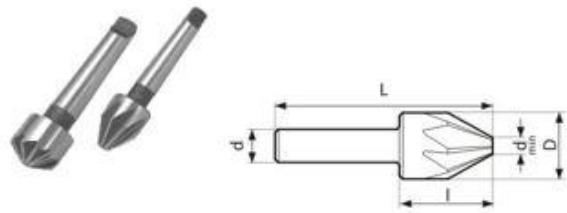


Fig. 42. Scula recomandată

4.1 M.U. ALESE PENTRU PRELUCRAREA PIESEI

Pentru prelucrarea piesei se vor folosi centre C.N.C. verticale, printre care amintim:

- Centru vertical DMG – NV 4000 DCG (figura 43)

Caracteristici	Valoare
Mărimea mesei [mm]	700x450
Cursele X-Y-Z [mm]	600x400x400
Tura Ța arborelui principal [rot/min]	12000/20000
Numar de scule	20/40/60
Motor [kW]	25
Mărimea ma Ținii [mm]	4280x3644x3167

Fig. 43. Centru vertical DMG – NV 4000 DCG

- Centru vertical Mazak Nexus 430A II HS (figura 44)

Caracteristici	Valoare
Mărimea mesei [mm]	900x430
Cursele X-Y-Z [mm]	560x430x510
Tura Ța arborelui principal [rot/min]	12000
Numar de scule	30
Motor [kW]	25
Mărimea ma Ținii [mm]	2000x2868

Fig. 44. Centru vertical Mazak Nexus 430A II HS

5 CONCLUZII

În concluzie, cu ajutorul unui software CAD/CAM precum CATIA, se pot realiza optimizări importante din punct de vedere al reducerii timpului prelucrărilor acest lucru conducând implicit la reducerea costului de fabricare. Optimizările se pot face în mod principal prin schimbările traiectoriilor sculelor și a regimurilor de prelucrare, cu menȚiunea că cele din urmă nu fac obiectul cercetării actuale.

În final, pe baza informaȚiilor de la capitolul 3.2, s-a realizat o optimizare importantă a timpului de prelucrare, iar la o producȚie de serie mijlocie sau serie mare timpul salvat va duce la o reducere considerabilă a costurilor de producȚie. Aceste rezultate se pot observa în tabelul 2.

Tabelul 2

Nr. crt.	Denumirea variantei	Timpul total [min]
1	One way	5.31
2	Inward helical	4.11
3	Back and forth	5.2

Pe baza informațiilor din tabelul 2 se alege ca variantă optimă de prelucrare strategia Inward helical deoarece timpul rezultat este cel mai mic.

6 MULȚUMIRI

Mulțumiri dlui. Șef lucr. Dr. ing. Ionuț-Gabriel Ghionea pentru asistență, îndrumarea cât și pentru materialele acordate spre realizarea cercetării și documentării în domeniul CAD/CAM și firmelor Sandvik Coromat, Iscar, DMG MORI și Mazak.

7 BIBLIOGRAFIE

[1]. Slavici, T. și Gubencu, D. (2010), *Tehnici moderne de utilizare a comenzii asistate de calculator pentru optimizarea prelucrării materialelor*, Editura Fundația Ioan Slavici, Timișoara, disponibil la:

<http://www.islavici.ro/spin-off/BROSURASPINN-OFF.pdf>

Accesat la data de: 27.04.2017

[2]. Ghionea, I.-G. (2010), Rezumatul Tezei de doctorat “Cercetări privind optimizarea prin simulare a concepției produselor industriale”, Editura București, București, disponibil la:

http://ghionea.ro/data/uploads/rezumat_teza_ionut_ghionea.pdf

Accesat la data de: 27.04.2017

[3]. Manual de utilizare on-line CATIA Version5, disponibil la:

http://catiadoc.free.fr/online/CATIA_P3_default.htm

Accesat la data de: 28.04.2017

[4]. Neagu, C. (2016), “Notițe curs”,
[5]. Ghionea, I.-G. (2009), *Aplicații în inginerie mecanică*, Editura BREN, ISBN 978-973-648-843-6, București, disponibil la:

<http://www.catia.ro/download/democratia3.pdf>

Accesat la data de: 28.04.2017

[6]. Catalog on-line Sandvik Coromant, disponibil la: <http://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/pages/tools.aspx>

Accesat la data de: 29.04.2017

[7]. Catalog on-line Iscar, disponibil la: <http://www.iscar.com/ita/mainpage.aspx>

Accesat la data de: 29.04.2017