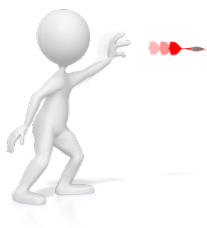
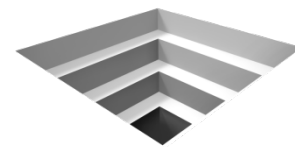


LUCRAREA NR. 5

# PROGRAMAREA OPERAȚIILOR PENTRU CREAREA BUZUNARELOR



Lucrarea prezintă modul de programare a operațiilor de frezare specifice creării buzunarelor rectangulare și circulare.



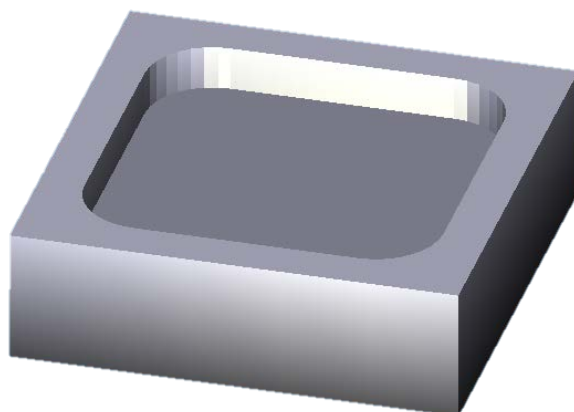
## CE TREBUIE SĂ CUNOAȘTEM ?



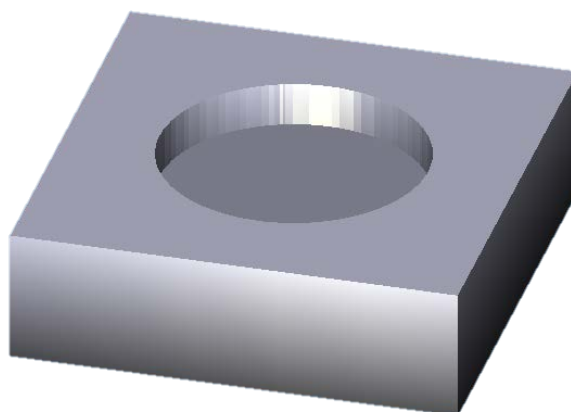
### ***Ce este un buzunar?***

Un buzunar este o cavitate frezată într-un material. Aceasta poate avea o formă regulată (dreptunghiulară, pătrată, circulară, etc.) sau una neregulată (obținută practic prin combinarea mai multor forme regulate).

În figura 5.1 este prezentat un exemplu de buzunar rectangular, iar în figura 5.2 un exemplu de buzunar circular.



**Figura 5.1** Buzunar rectangular



**Figura 5.2** Buzunar circular



### ***Ce tipuri de freze se folosesc pentru crearea buzunarelor?***

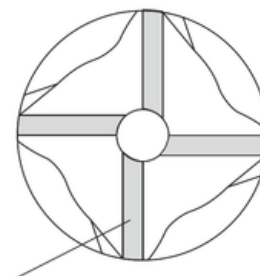
Pentru realizarea unui buzunar se pot folosi două tipuri de freze (vezi figura 5.3):

- freză cilindro-frontală (de tip deget cu vârful plat) cu tăiere centrală;
- freză cilindro-frontală (de tip deget cu vârful plat) fără tăiere centrală.



muchie așchietoare

(a)



muchie așchietoare

(b)

**Figura 5.3** Freze folosite pentru frezarea buzunarelor:  
(a) cu tăiere centrală, (b) fără tăiere centrală



*Pentru simplificarea calculelor de programare a frezării unui buzunar și implicit reducerea lungimii programului, este indicat să se utilizeze o freză cilindro-frontală cu tăiere centrală.*



### ***Care sunt factorii de care trebuie ținut cont pentru programarea operațiilor de realizare a unui buzunar?***

Pornind de la desenul de execuție a buzunarului, este necesar pentru scrierea programului să se țină cont de următorii factori:

1. numărul de scule necesare;
2. dimensiunea sculelor;
3. viteza de rotație și avansul;
4. adâncimea maximă de așchiere;
5. metoda de așchiere;
6. modul de atac al muchiei.



### **Numărul de scule necesare**

În funcție de gradul de finisare necesar, se pot folosi una sau mai multe freze. Dacă gradul de finisare nu trebuie să fie unul foarte ridicat, pentru realizarea buzunarului se poate folosi o singură freză.

În cazul în care gradul de finisare trebuie să fie unul ridicat se folosesc în general două sau trei operații: o frezare grosieră, o semifinisare (uneori lipsește) și o finisare.

În unele situații toate trei operațiile se pot realiza cu aceeași freză, ajustând viteza de rotație a frezei și avansul.



### **Dimensiunea frezelor**

Este indicat să se aleagă freze a căror dimensiuni (diametru și lungime) să fie cât mai apropiate de dimensiunile finale ale buzunarului, reducându-se numărul de deplasări necesare a fi programate și implicit timpul de prelucrare. Din păcate nu întotdeauna acest lucru este posibil. Ca o regulă generală însă, raza sculei nu poate să fie mai mare decât raza maximă acceptată pentru colțurile buzunarului (în cazul unui buzunar rectangular), respectiv decât raza buzunarului în cazul unui buzunar circular).



### **Viteza de rotație și avansul**

Acești parametri se aleg în funcție de materialul care trebuie prelucrat, de specificațiile producătorului frezei și de gradul de finisare dorit.

Cu cât se dorește un grad de finisare mai mare se va opta pentru o viteză de rotație mai mare și un avans mai mic.



### **Adâncimea maximă de așchiere**

Acest parametru este specificat de producătorul frezei. Dacă adâncimea maximă de așchiere este mai mică decât adâncimea finală a buzunarului, vor fi necesare două sau mai multe treceri.



### **Metoda de așchiere**

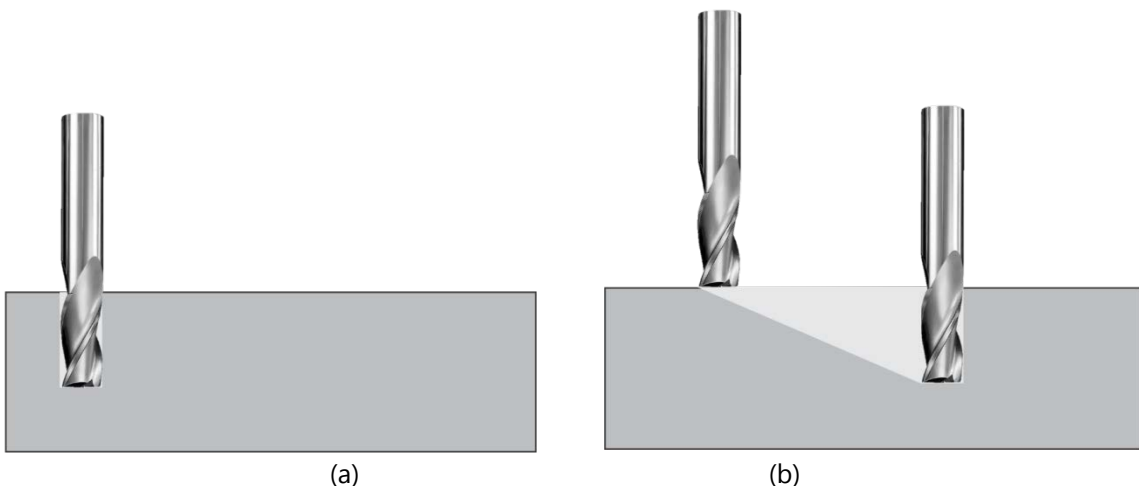
Depinde de tipul de freză folosit și are legătură cu modul de inițiere a buzunarului și cu modul de generare a traiectoriei necesare creării buzunarului.



## Cum se programează inițierea unui buzunar?

În funcție de tipul frezei folosite, putem avea două situații diferite:

1. Dacă se folosește o freză cilindro-frontală cu tăiere centrală, intrarea în material se face printr-o deplasare liniară de-a lungul axei Z (presupunând că se lucrează în planul XOY) (vezi figura 5.4a)
2. Dacă se folosește o freză cilindro-frontală fără tăiere centrală, intrarea în material se poate face:
  - a. printr-o deplasare liniară pe axa Z numai dacă în prealabil a fost realizată o gaură cu o altă freză, având adâncimea egală cu cea finală a buzunarului;
  - b. printr-o deplasare în rampă (vezi figura 5.4b), adică o deplasare simultană pe axa Z și pe una dintre axele X sau Y, sau chiar simultană pe toate trei axele.



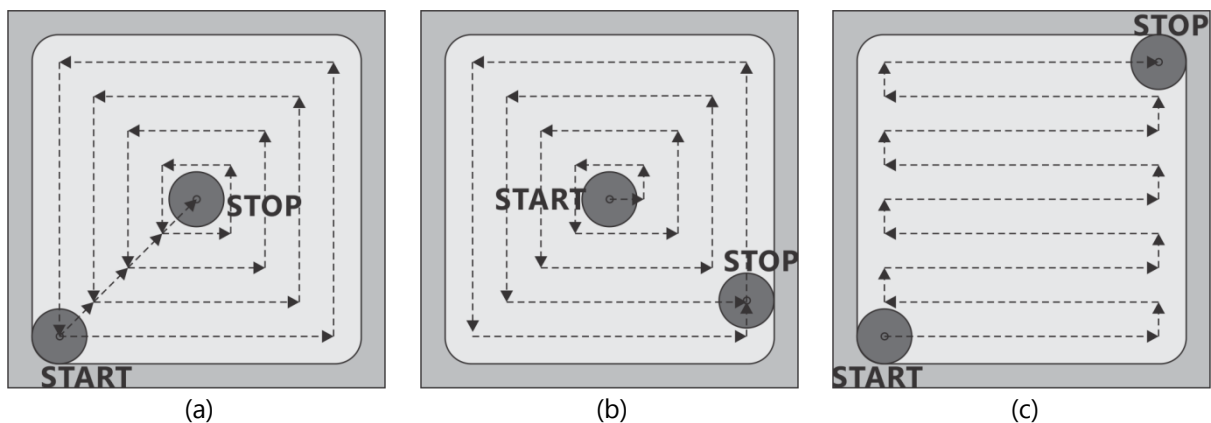
**Figura 5.4** Inițierea unui buzunar folosind o freză cilindro-frontală:  
(a) cu tăiere centrală, (b) fără tăiere centrală



## Ce traiectorii pot fi programate pentru realizarea unui buzunar rectangular?

Frezarea unui buzunar rectangular se poate face în mai multe moduri, însă cel mai des utilizate sunt cele descrise în continuare:

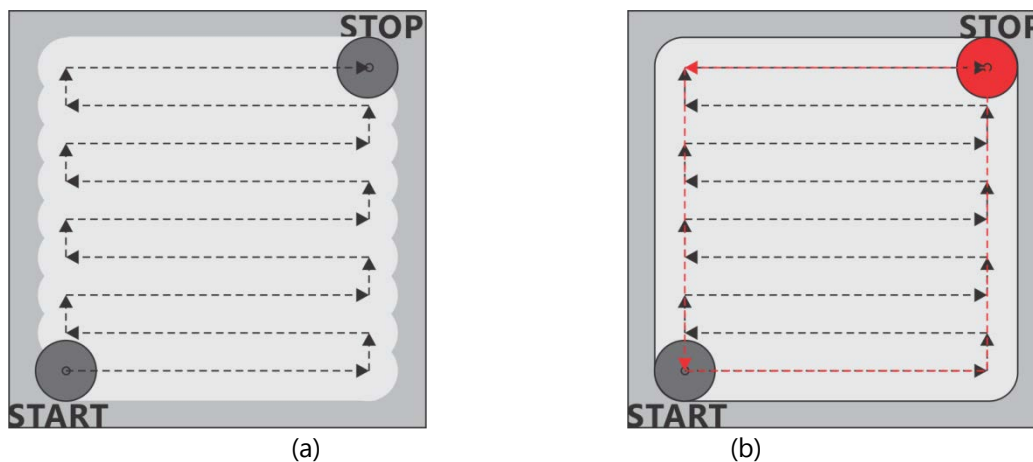
- a. pornind dintr-un colț al buzunarului și urmând traiectoria prezentată în figura 5.5a;
- b. pornind din centrul buzunarului și urmând traiectoria prezentată în figura 5.5b;
- c. pornind dintr-un colț al buzunarului și urmând traiectoria prezentată în figura 5.5c.



**Figura 5.5** Traiectorii pentru realizarea unui buzunar rectangular



Folosirea traiectoriei prezentate în figura 5.5c, va necesita o operație suplimentară de conturare (operație de semifinisare), pentru a înlătura resturile de material rezultate din frezarea grosieră. Grosimea acestor resturi este destul de mare comparativ cu grosimea stratului de material lăsat pentru operația de finisare, de aceea calitatea finisării va avea de suferit, dacă nu se realizează și o operație de prefinisare. În figura 5.6 este prezentat comparativ, buzunarul obținut doar prin frezarea grosieră și cel obținut prin frezarea grosieră urmată de o operație de prefinisare.

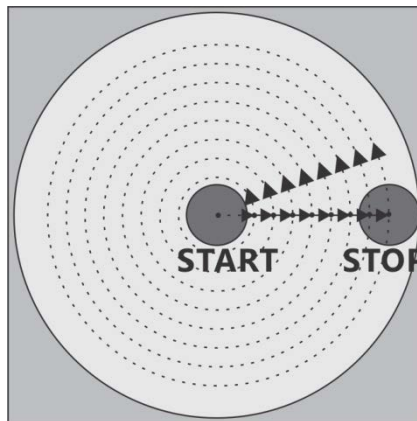


**Figura 5.6** Crearea unui buzunar rectangular folosind o traiectorie zig-zag: (a) fără operație de prefinisare, (b) cu operație de prefinisare



### **Ce traiectorii pot fi programate pentru realizarea unui buzunar circular?**

Frezarea unui buzunar circular se realizează în general programând o combinație de traiectorii liniare și circulare, având punctul de start în centrul buzunarului (vezi figura 5.7).



**Figura 5.7** Traiectoria pentru realizarea unui buzunar circular



### **Modul de atac al muchiei**

Se referă la traiectoria după care muchia sculei intră în contact cu peretele buzunarului.

Există două moduri de atac:

- liniar – se programează mai ușor însă nu este recomandat pentru operațiile de finisare, sau atunci când buzunarul este frezat grosier și nu se mai execută o operație de finisare, dar totuși se dorește un grad acceptabil al finisării buzunarului.*
- după un arc de cerc – necesită calcule mai laborioase, dar asigură un nivel superior al finisării. De multe ori, dacă se folosește acest mod de atac nu mai este necesară o operație de finisare.*

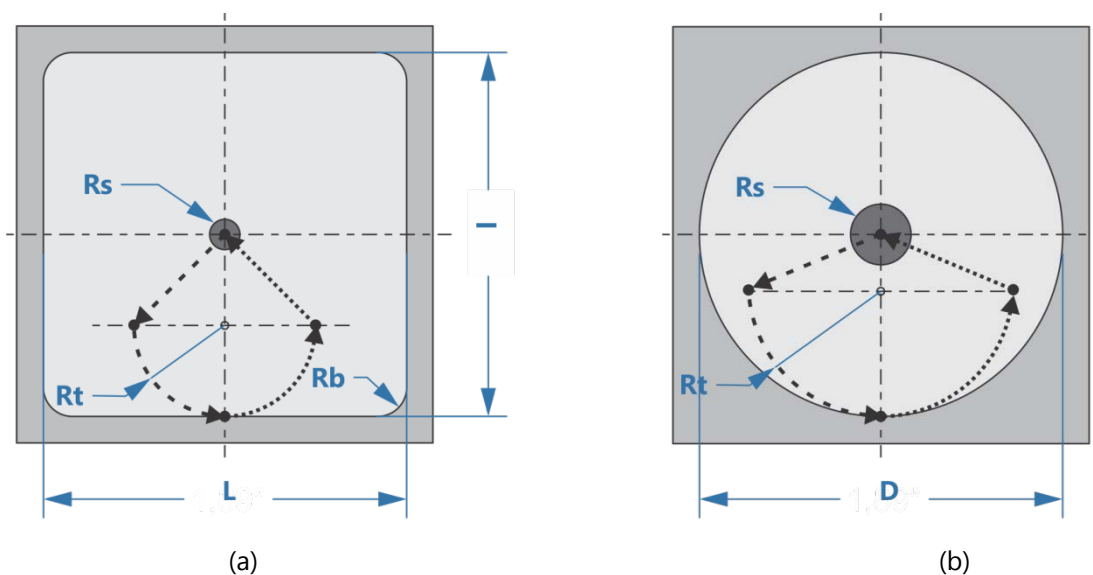


### **Cum se programează intrarea în piesă după un arc de cerc?**

În figura 5.8 este prezentată schematic modalitatea de descriere a traiectoriei de intrare pe conturul buzunarului rectangular sau circular, după un arc de cerc.



*Datorită faptului că în cazul folosirii compensării automate a razei sculei (comenzile G41 și G42), traiectoria nu poate începe cu o mișcare circulară, este necesară adăugarea unei deplasări liniare înainte și după deplasarea circulară.*



**Figura 5.8** Exemplificarea traiectoriei de atac pentru un buzunar: (a) rectangular, (b) circular.

În figura 5.8 s-au făcut următoarele notații:

$R_s$  – raza sculei;

$R_t$  – raza traiectoriei circulare pentru atingerea, respectiv depărtarea de peretele buzunarului;

$R_b$  – raza colțurilor buzunarului rectangular;

$L$  – lungimea buzunarului rectangular;

$l$  – lățimea buzunarului rectangular;

$D$  – diametrul buzunarului circular.

În cazul buzunarului rectangular trebuie respectată următoarea relație între parametrii  $R_s$ ,  $R_t$  și  $R_b$ :

$$R_t > R_s \leq R_b \quad (1)$$

În cazul buzunarului circular trebuie respectată următoarea relație între parametrii  $R_s$ ,  $R_t$  și  $D$ :

$$\frac{D}{2} > R_t > R_s \quad (2)$$



*Este indicat, ca cel mult 80% din diametrul sculei să fie angajat în operația de frezare. Restul de minim 20% trebuie să rămână pentru evacuarea șpanului rezultat din operația de frezare.*



**EXEMPLUL 1**

Se urmărește realizarea unui buzunar dreptunghiular după schița din figura 5.9, dacă se cunosc următoarele:

- se folosește o freză de tip deget cu tăiere centrală, cu diametrul de 10 mm și lungimea părții tăietoare de 24 mm;
- buzunarul se prelucrează într-un bloc de aluminiu cu lungimea de 100 mm, lățimea de 60 mm și înălțimea de 30 mm;
- adâncimea buzunarului este de 10 mm;
- se lasă 1 mm pentru operația de finisare;
- intrarea și ieșirea frezei de finisare se face după un arc de cerc.

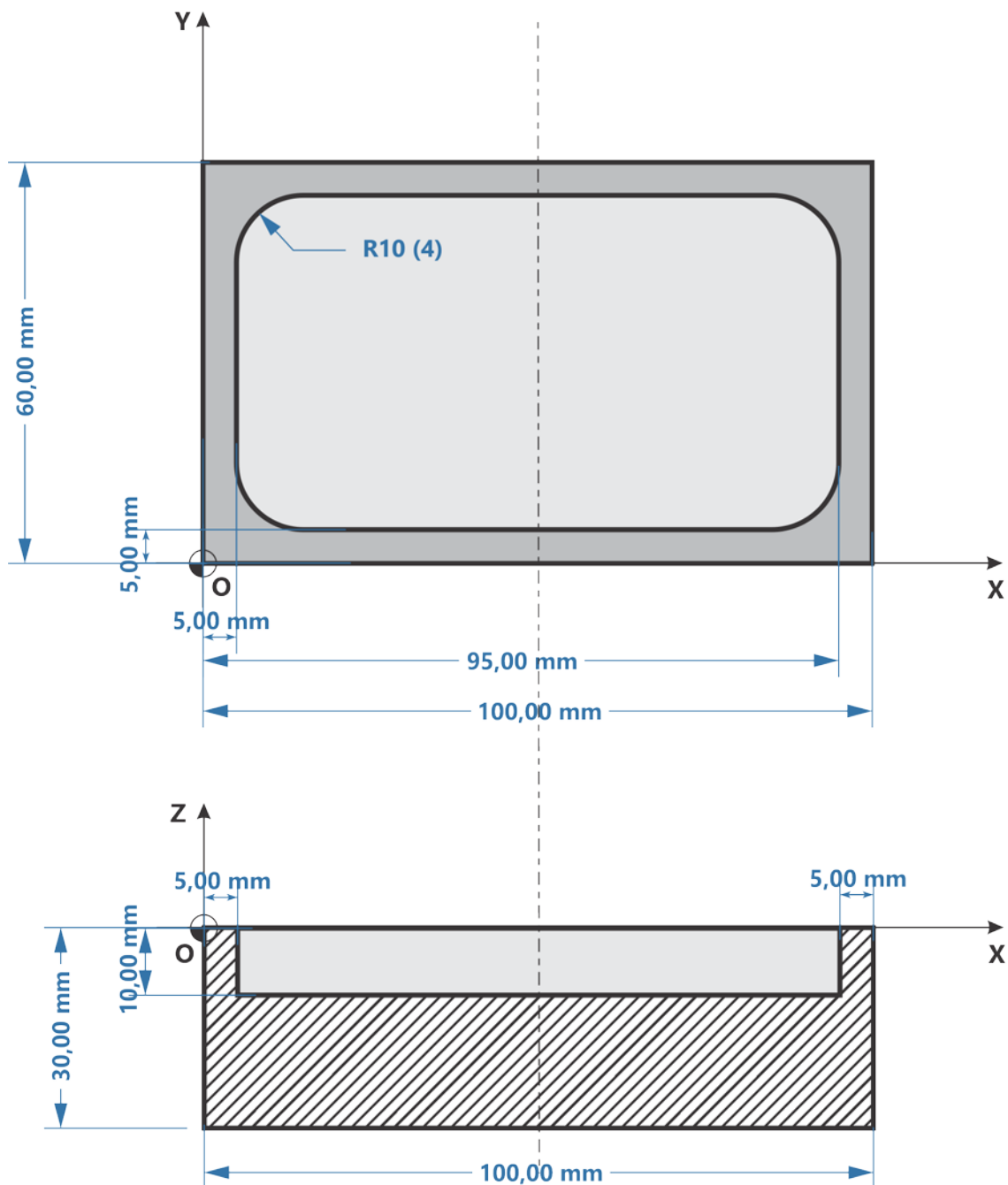


Figura 5.9 Realizarea unui buzunar dreptunghiular



Să se analizeze și simuleze secvența de program prezentată mai jos, care respectă specificațiile anterior enunțate.

```
N1 G00 G54 G90 T1 M3 F20 S100  
N2 G00 X50 Y30  
N3 G01 Z-10  
N4 G01 X58  
N5 G01 Y38  
N6 G01 X42  
N7 G01 Y22  
N8 G01 X66  
N9 G01 Y46  
N10 G01 X34  
N11 G01 Y14  
N12 G01 X74  
N13 G01 Y49  
N14 G01 X26  
N15 G01 Y11  
N16 G01 X82  
N17 G01 Y49  
N18 G01 X18  
N19 G01 Y11  
N20 G01 X89  
N21 G01 Y49  
N22 G01 X11  
N23 G01 Y11  
N24 G01 X25  
N25 G03 X40 Y26 I0 J15  
(frezare pentru finisare)  
N26 F10 S500  
N27 G01 X25 Y45  
N28 G03 X10 Y30 I0 J-15  
N29 G01 Y10  
N30 G01 X90  
N31 G01 Y50  
N32 G01 X10  
N33 G01 Y30  
N34 G03 X25 Y15 I15 J0  
N35 G00 X150 Y150 Z50  
N36 M30
```

Să se rescrie programul, astfel încât să se lucreze în coordonate relative.  
Se va folosi compensarea manuală a razei sculei.

**EXEMPLUL 2**

Se urmărește realizarea unui buzunar circular după schița din figura 5.10, dacă se cunosc următoarele:

- se folosește o freză de tip deget cu tăiere centrală, cu diametrul de 10 mm și lungimea părții tăietoare de 24 mm;
- prelucrarea se face într-un bloc de aluminiu cu lungimea de 60 mm, lățimea de 60 mm și înălțimea de 30 mm;
- adâncimea buzunarului este de 10 mm;
- se lasă 1 mm pentru operația de finisare;
- intrarea și ieșirea frezei de finisare se face după un arc de cerc.

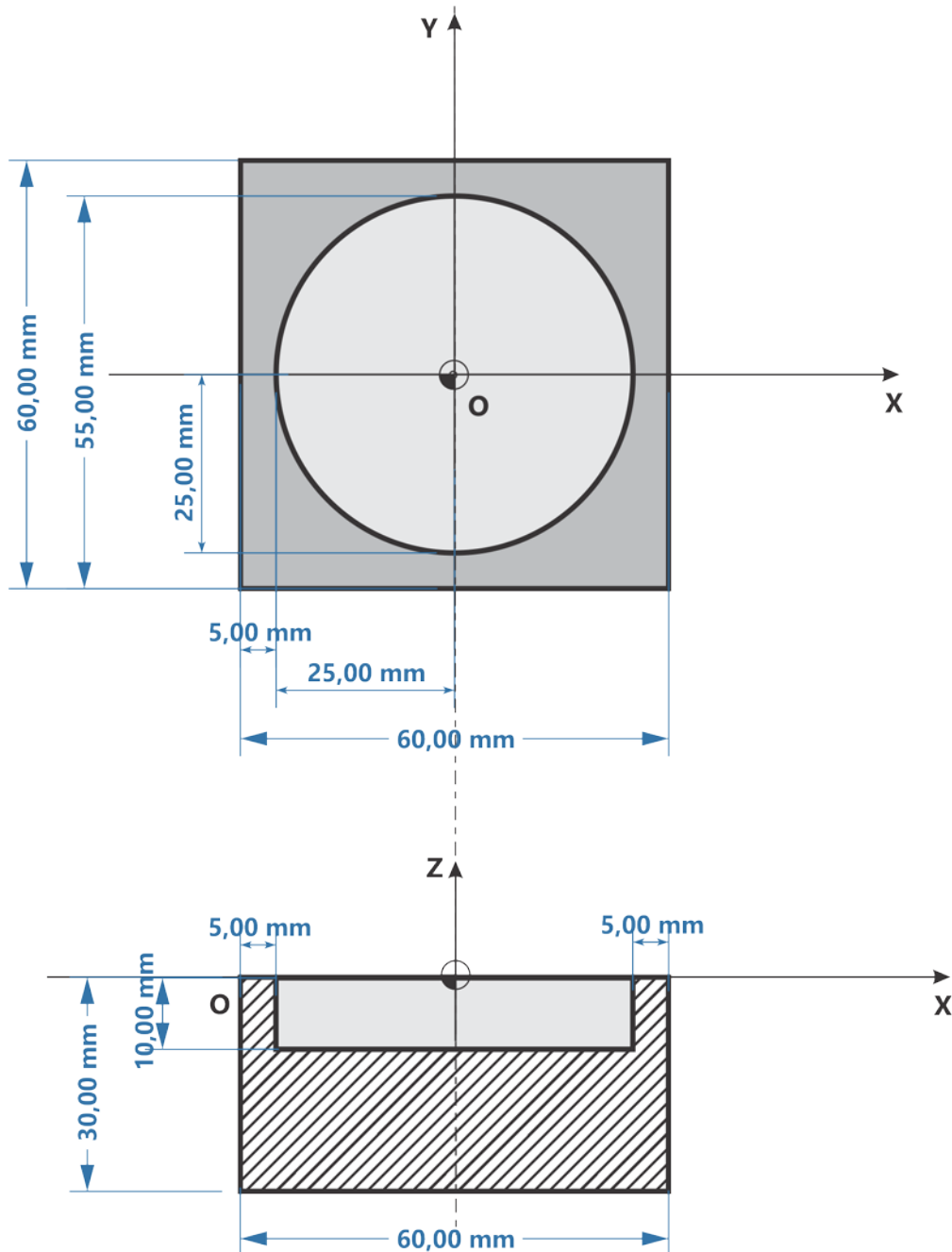


Figura 5.10 Realizarea unui buzunar circular



Să se analizeze și simuleze secvența de program prezentată mai jos, care respectă specificațiile anterior enumerate.

```
N1 G00 G54 G90 T1 M03 F20 S100
N2 G00 X0 Y0
N3 G01 Z-10
N4 G91
N5 G01 X8
N6 G02 X0 Y0 I-8 J0
N7 G01 X8
N8 G02 X0 Y0 I-16 J0
N9 G01 X3
N10 G02 X0 Y0 I-19 J0
N11 G01 X-19
N12 G01 X5 Y15
N13 G02 X15 Y-15 I0 J-15
N14 G02 X0 Y0 I-20 J0
N15 G02 X-15 Y-15 I-15 J0
N16 G01 X-5 Y15
N17 G00 X100 Y100 Z50
N18 M30
```

Să se rescrie programul astfel încât să se lucreze în coordonate absolute. Se va folosi compensarea manuală a razei sculei.



## APLICAȚIE

### Programarea operațiilor pentru frezarea buzunarelor



Se consideră desenul din figura 5.11.  
Se pornește de la un bloc de aluminiu cu lungimea de 200 mm, lățimea de 120 mm și înălțimea de 50 mm.

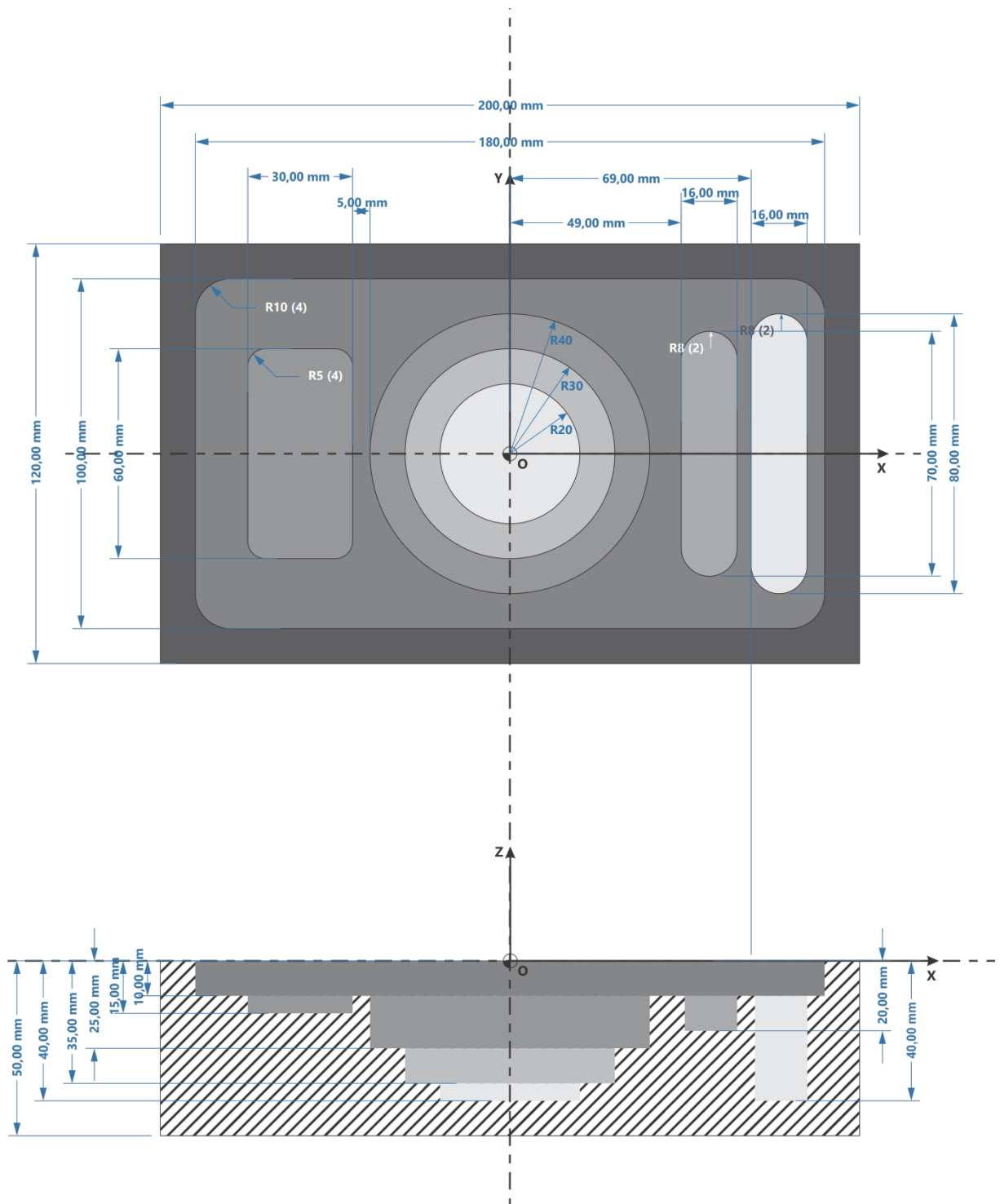


Figura 5.11 Vedere frontală și în secțiune longitudinală a piesei de prelucrat



**Cerința 1:** Să se frezeze buzunarul cu dimensiunile 180 mm x 100 mm x 10 mm, folosind o freză cilindro-frontală cu diametrul de 10 mm și lungimea părții așchietoare de 24 mm. Se va realiza o frezare grosieră și una de finisare, cu aceeași sculă, dar la finisare se va modifica turația și avansul. Pentru finisare se va lăsa un strat de 1 mm de jur împrejurul buzunarului. Intrarea și ieșirea din piesă în cazul frezării de finisare se va face după un arc de cerc.

**Cerința 2:** Să se frezeze buzunarul circular care are 3 nivele de adâncime, folosind o freză cilindro-frontală cu diametrul de 10 mm și lungimea părții așchietoare de 24 mm. Se va realiza o frezare grosieră pentru întregul buzunar și una de finisare, numai pentru prima parte a buzunarului (cea cu diametrul de 80 mm), cu aceeași sculă, dar la finisare se va modifica turația și avansul. Pentru finisare se va lăsa un strat de 1 mm de jur împrejurul buzunarului. Intrarea și ieșirea din piesă în cazul frezării de finisare se va face după un arc de cerc.

**Cerința 3:** Să se frezeze buzunarul cu dimensiunile 60 x 30 x 5 mm, folosind o freză cilindro-frontală cu diametrul de 5 mm și lungimea părții așchietoare de 12 mm. Se va realiza numai o frezare grosieră.

**Cerința 4:** Să se frezeze cele două canale (doar operații de frezare grosieră), alegând o freză cu cel mai mare diametru posibil, care să permită cel mai scurt ciclu de frezare, Intrarea în canale se va face în rampă.



| Nr. | Enunț                                                                                                                                                                                                    | Răspuns |   |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---|
|     |                                                                                                                                                                                                          | A       | F |
| 1.  | La finisarea unui buzunar rectangular intrarea în piesă din lateral este indicat să se facă după o traiectorie liniară.                                                                                  |         |   |
| 2.  | În cazul unui buzunar rectangular raza de curbură a colțurilor va fi întotdeauna mai mare sau cel mult egală cu raza sculei.                                                                             |         |   |
| 3.  | Folosirea traiectoriei liniare pentru intrarea în piesă, în cazul unei operații de finisare a unui buzunar, indiferent de forma acestuia, este de preferat în detrimentul celei circulare.               |         |   |
| 4.  | Intrarea verticală în piesă la inițierea unui buzunar este posibilă numai în cazul frezelor cilindro-frontale fără tăiere centrală.                                                                      |         |   |
| 5.  | În cazul unui buzunar circular raza arcului de cerc care descrie traiectoria de intrare respectiv de ieșire, în cazul unei operații de finisare, este întotdeauna mai mare decât raza buzunarului.       |         |   |
| 6.  | La finisarea unui buzunar circular intrarea în marginea laterală este indicat să se facă după o traiectorie circulară.                                                                                   |         |   |
| 7.  | În cazul unui buzunar circular raza sculei va fi întotdeauna mai mare sau cel mult egală cu raza buzunarului.                                                                                            |         |   |
| 8.  | În cazul unui buzunar rectangular raza arcului de cerc care descrie traiectoria de atac a piesei este întotdeauna mai mică decât raza sculei.                                                            |         |   |
| 9.  | Intrarea în rampă la inițierea unui buzunar se poate folosi indiferent dacă freza cilindro-frontală este cu sau fără tăiere centrală.                                                                    |         |   |
| 10. | În cazul folosirii compensării automate pentru raza sculei, traiectoria circulară de intrare și ieșire din piesă trebuie să fie combinată cu una liniară, în cazul operației de finisare a unui buzunar. |         |   |



| Problema   | Puncte  | Total |
|------------|---------|-------|
| Exemplul 1 | 1+1     | 2     |
| Exemplul 2 | 1+1     | 2     |
| Aplicația  | 2+2+1+1 | 6     |
| Test       | 1       | 1     |

