

# Proiect

## Deformare plastică



Nume și prenume student: Bilan Alexia-Iuliana

Grupa: 631AD

An universitar 2024-2025

Licență III

## **Etape (Cuprins):**

### **1. Analiza piesei**

1.1 Verificarea desenului de execuție al piesei.....	Pag.3
1.2 Materialul piesei.....	Pag.3
1.3 Stabilirea formelor și a dimensiunilor semifabricatului plan (desfășurata piesei).....	Pag.4

### **2.Studiul tehnologicității piesei**

2.1 Tehnologicitatea condițiilor tehnice impuse.....	Pag.5
2.2 Tehnologicitatea suprafețelor obținute prin decupare.....	Pag.7
2.3 Tehnologicitatea suprafețelor obținute prin perforare.....	Pag.8
2.4 Tehnologicitatea formelor îndoite.....	Pag.8

### **3. Analiza diferitelor variante de proces tehnologic pentru obținerea piesei**

3.1 Analiza pe scule simple, complexe și combinate.....	Pag.10
3.2 Analiza croirii semifabricatului.....	Pag.11

### **4. Proiectarea schemei tehnologice de prelucrare (perforare).....**

Pag.15

### **5. Calculul forțelor de prelucrare pentru procesul de perforare și alegerea presei.....**

Pag.17

## Etapa 1

### 1. Analiza piesei

Prin forma și dimensiunile piesei, aceasta îndeplinește rolul de **conector structural pentru două suprafețe plane, posibil aflate la nivele diferite**.

#### 1.1 Verificarea desenului de execuție al piesei

În ceea ce privește înțelegerea formei constructive a piesei, toate condițiile sunt îndeplinite, aceasta având toate vederile și secțiunile necesare pentru proiectare.

Desenul de execuție inițial este reprezentat în Fig. 1.1.

Cotele lipsă din desenul de execuție inițial al piesei au fost marcate cu roșu în Fig. 1.2, deoarece pot crea potențiale ambiguități în timpul procesului de proiectare.

Desenul dispune de **scara 2:1**, potrivită cerințelor, asigurând astfel o reprezentare corectă a dimensiunilor reale.

**Rugozitățile suprafețelor** piesei sunt de 1.6, respectiv 3.2, fiind menționate în Fig.1.1.

Desenul de execuție indică și **grosimea piesei**, care este de 1 mm, aceasta fiind o dimensiune esențială pentru definirea corectă a materialului.

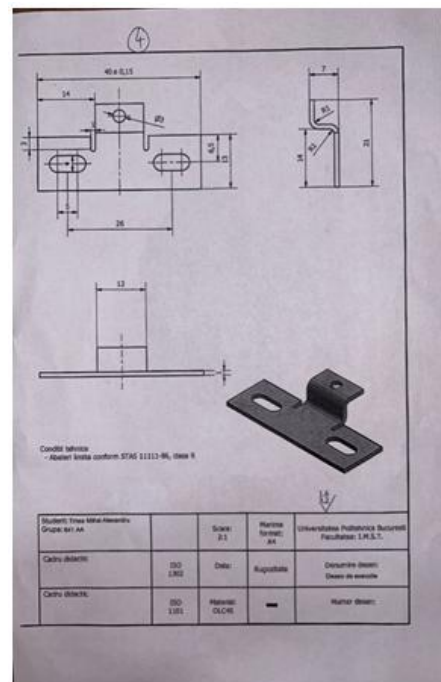


Fig 1.1 Desenul de execuție inițial

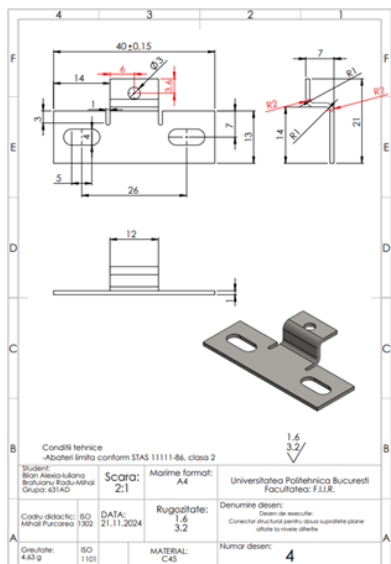


Fig.1.2 Desenul de execuție final

**Standardul corect este 1111-86, clasa 2.** În ceea ce privește clasa de precizie, s-a efectuat o rectificare, deoarece în Fig. 1.1 nu era indicată o clasă de precizie specifică.

**Materialul piesei** este OLC45, informație specificată și pe desenul inițial de execuție (Fig. 1.1).

**Masa piesei** este 4.63 g, acest aspect fiind esențial în procesul de fabricare.

#### 1.2 Materialul piesei

Informațiile despre materialul din care este realizată piesa vor fi extrase din tabelul 1.2.

Material STAS	Stare de livrare	Rezistența la rupere Rm [N/mm <sup>2</sup> ]	Compoziție chimică [%]	Greutate specifică γ [kg/dm <sup>3</sup> ]	Forme și dimensiuni de livrare	
					benzi	Foi de tablă
0	1	2	3	4	5	6
A1 STAS 9485-80	-	270-410	C-0.15-0.13 Mn-0.5-0.45 Si max 0.5 P- 0.05-0.03 S- 0.05-0.04 A- 0.01-0.1 Fe-restul	7.85	20,25,26,30,35,40,45,46,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100,110,115,120,130,140,150	800x1500 800x2000 800x2500 800x3000 800x4000 1500x1500 1500x2000 1500x2500 1500x3000 1500x4000

**Tabelul 1.2**

### 1.3 Stabilirea formei și a dimensiunilor semifabricatului plan (Lungimea piesei desfășurate)

Profilul unei piese îndoită este format din **secțiuni rectilinii și secțiuni îndoite**. Determinarea lungimii semifabricatului care urmează a fi îndoit se face prin calcularea lungimii fibrei neutre a deformațiilor, folosind relația (1):

$$L = \sum_{i=1}^n l_i + \sum_{i=1}^n l_{\varphi_i} \quad (1)$$

Unde:  $l_i$  - lungimile porțiunilor rectilinii,  $l_{\varphi_i}$  - lungimi ale porțiunilor îndoite.

Pentru a determina lungimea unei porțiuni îndoite, se folosește relația (2) :

$$l_{\varphi_i} = \frac{\pi \cdot \varphi_i}{180^\circ} (r_i + x_i \cdot g) \quad (2)$$

Unde:  $\varphi_i$  - unghiul de încovoiere,  $x_i$  - coeficient care se alege din tabel (Fig. 1.3) în funcție de raportul  $r/g$ .

r/g	1,0
x	0,421

Fig. 1.3

Pornind de la piesa cotoată în desenul din Fig. 1.4, se va stabili **lungimea totală a semifabricatului**. Piesa a fost recotoată, iar profilul său a fost împărțit în secțiuni rectilinie și secțiuni îndoite (Fig. 1.5).

$$L_T = \sum_{i=1}^n l_i + \sum_{i=1}^n l_{\varphi_i}$$

$$l_1 = 21 - (14 + 1) = 6mm$$

$$l_2 = 7 - (1 + 1) = 5mm$$

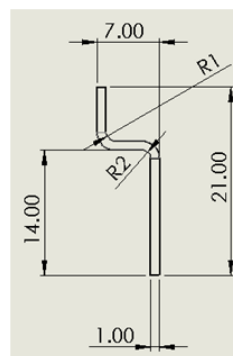


Fig. 1.4 Piesa cotoată conform desenului

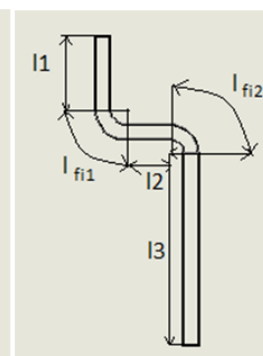


Fig. 1.5 Piesa recotoată

$$l_3 = 14 - 1 = 13mm$$

$$l_{\varphi} = \frac{\pi * \varphi}{180} * (r + x * g), \text{ unde } x=0,421 \text{ conform Fig. 1.3}$$

$$l_{\varphi 1} = \frac{\pi * 90}{180} * (1 + 0,421 * 1) = 2,23mm$$

$$l_{\varphi 2} = \frac{\pi * 90}{180} * (1 + 0,421 * 1) = 2,23mm \Rightarrow l_{\varphi 1} = l_{\varphi 2} = 2,23mm$$

$$L_T = \sum_{i=1}^n l_i + \sum_{i=1}^n l_{\varphi i} = (l_1 + l_2 + l_3) + (l_{\varphi 1} + l_{\varphi 2}) = 6 + 5 + 13 + 2 * 2,23 = 28,46mm \Rightarrow$$

$$L_T = 28,46 \text{ mm}$$

## Etapa 2

### 2. Studiul tehnologicitatii piesei

#### 2.1 Tehnologicitatea conditiilor tehnice impuse

Tabelul 2.2.1 include dimensiunile nominale din desenul de execuție, precizând și informațiile legate de precizia piesei. Coloana „Abateri dimensionale” nu conține valori, deoarece dimensiunile sunt cotate libere, iar abaterile sunt preluate din standardul STAS 11111-86. Astfel, valoarea  $\pm 0,15$  este menționată pentru dimensiunea nominală de 40 mm, iar în coloana „Rugozitatea suprafeței” sunt indicate valorile 1,6 și 3,2  $\mu m$ , corespunzătoare rugozităților generale.

Dimensiunea nominala [mm]	Precizia impusa prin desenul de executie				Precizia posibil de realizat prin procedee de deformare plastica la rece				Concluzii
	Abateri dimensionale	Abateri la cote libere STAS 11111-86 [mm]	Abateri de forma	Rugozitatea suprafetei [μm]	Abateri dimensionale		Abateri de forma	Rugozitatea suprafetei [μm]	
					Deformare normala [mm]	Deformare de precizie [mm]			
40	±0,15	±0.5	-	3.2	±0.07	±0.02	-	3.2	DN
14	-	±0.4	-	3.2	±0.07	±0.02	-	3.2	DN
3	-	±0.2	-	1.6	±0.07	±0.02	-	3.2	DN
5	-	±0.2	-	1.6	±0.07	±0.02	-	3.2	DN
4	-	±0.2	-	1.6	±0.07	±0.02	-	3.2	DN
1	-	±0.2	-	1.6	±0.07	±0.02	-	3.2	DN
26	-	±0.5	-	3.2	±0.07	±0.02	-	3.2	DN

7	-	±0.3	-	3.2	±0.07	±0.02	-	3.2	DN
13	-	±0.4	-	3.2	±0.07	±0.02	-	3.2	DN
3.6	-	±0.2	-	3.2	±0.07	±0.02	-	3.2	DN
3	-	±0.2	-	1.6	±0.07	±0.02	-	3.2	DN
6	-	±0.2	-	3.2	±0.07	±0.02	-	3.2	DN
7	-	±0.3	-	3.2	±0.07	±0.02	-	3.2	DN
1	-	±0.2	-	1.6	±0.07	±0.02	-	3.2	DN
21	-	±0.4	-	3.2	±0.07	±0.02	-	3.2	DN
14	-	±0.4	-	3.2	±0.07	±0.02	-	3.2	DN
12	-	±0.4	-	3.2	±0.07	±0.02	-	3.2	DN
1	-	±0.2	-	1.6	±0.07	±0.02	-	3.2	DN

Tabelul. 2.2.1

Valorile abaterilor dimensionale, atât pentru deformarea standard, cât și pentru deformarea de precizie, sunt preluate din tabelele 3.20, 3.21, 3.22, 3.23 și 3.57, în funcție de procedeul aplicat. Pentru suprafețele obținute prin perforare, dimensiunile nominale corespunzătoare sunt 4 mm și Ø3 mm.

cu precizie nominală sau indicată (mm):

Tabelul 3.21

Grosimea materialului g, [mm]	Dimensiunile piesei, [mm]													
	< 50		50...120				120...260				260...500			
	Nivelul de precizie al ștanței													
	normal	ridicat	normal	ridicat	normal	ridicat	normal	ridicat	normal	ridicat	normal	ridicat	normal	ridicat
0	1	2	3	4	5	6	7	8						
< 0,5	± 0,05	± 0,015	± 0,07	± 0,025	± 0,10	± 0,04	± 0,15	± 0,05						
0,5...1,0	± 0,07	± 0,02	± 0,10	± 0,03	± 0,15	± 0,05	± 0,20	± 0,06						
1,0...2,0	± 0,10	± 0,03	± 0,15	± 0,05	± 0,20	± 0,06	± 0,25	± 0,07						
2,0...3,0	± 0,15	± 0,05	± 0,20	± 0,06	± 0,25	± 0,07	± 0,30	± 0,10						
3,0...4,0	± 0,20	± 0,06	± 0,25	± 0,07	± 0,30	± 0,10	± 0,40	± 0,20						
4,0...6,0	± 0,25	± 0,15	± 0,30	± 0,20	± 0,40	± 0,25	± 0,50	± 0,35						
6,0...10,0	± 0,35	± 0,25	± 0,40	± 0,25	± 0,50	± 0,35	± 0,60	± 0,40						

Tabelul 3.20

Grosimea materialului g, [mm]	Dimensiunile orificiului, [mm]					
	< 10		10...50		50...100	
	Nivelul de precizie al ștanței					
	normal	ridicat	normal	ridicat	normal	ridicat
< 1,0	± 0,03	± 0,01	± 0,04	± 0,02	± 0,05	± 0,04
1,0...< 4,0	± 0,04	± 0,02	± 0,05	± 0,03	± 0,06	± 0,05
4,0...10	± 0,05	± 0,03	± 0,06	± 0,05	± 0,10	± 0,07

taurul (0,65):

Tabelul 3.22

Grosimea materialului g, [mm]	Distanța între orificii, [mm]					
	< 50		50...150		150...300	
	Nivelul de precizie al ștanței					
	normal	ridicat	normal	ridicat	normal	ridicat
< 1,0	± 0,10	± 0,03	± 0,15	± 0,05	± 0,20	± 0,08
1,0...2,0	± 0,12	± 0,04	± 0,20	± 0,06	± 0,30	± 0,10
2,0...4,0	± 0,15	± 0,06	± 0,25	± 0,08	± 0,35	± 0,12
4,0...6,0	± 0,20	± 0,08	± 0,30	± 0,10	± 0,40	± 0,15

precizie nominală sau indicată (mm):

Tabelul 3.23

Grosimea materialului g, [mm]	Distanța între orificii și conturul piesei, [mm]					
	< 50		50...150		150...300	
	Nivelul de precizie al ștanței					
	normal	ridicat	normal	ridicat	normal	ridicat
< 1,0	± 0,50	± 0,25	± 0,60	± 0,30	± 0,70	± 0,35
1,0...2,0	± 0,52	± 0,25	± 0,60	± 0,30	± 0,70	± 0,35
2,0...4,0	± 0,60	± 0,30	± 0,70	± 0,35	± 0,80	± 0,40
4,0...6,0	± 0,70	± 0,40	± 0,80	± 0,40	± 1,00	± 0,50

Tabelul 3.22							Tabelul 3.23						
Grosimea materialului g, [mm]	Distanța între orificii, [mm]						Grosimea materialului g, [mm]	Distanța între orificii și conturul piesei, [mm]					
	< 50		50...150		150...300			< 50		50...150		150...300	
	Nivelul de precizie al ștanței							Nivelul de precizie al ștanței					
	normal	ridicat	normal	ridicat	normal	ridicat		normal	ridicat	normal	ridicat	normal	ridicat
< 1,0	± 0,10	± 0,03	± 0,15	± 0,05	± 0,20	± 0,08	< 1,0	± 0,50	± 0,25	± 0,60	± 0,30	± 0,70	± 0,35
1,0...2,0	± 0,12	± 0,04	± 0,20	± 0,06	± 0,30	± 0,10	1,0...2,0	± 0,52	± 0,25	± 0,60	± 0,30	± 0,70	± 0,35
2,0...4,0	± 0,15	± 0,06	± 0,25	± 0,08	± 0,35	± 0,12	2,0...4,0	± 0,60	± 0,30	± 0,70	± 0,35	± 0,80	± 0,40
4,0...6,0	± 0,20	± 0,08	± 0,30	± 0,10	± 0,40	± 0,15	4,0...6,0	± 0,70	± 0,40	± 0,80	± 0,40	± 1,00	± 0,50

Tabelul 3.57

Precizia de realizare a razei de îndoire				
Raza de îndoire [mm]	< 3	3...6	6...20	> 20
Abaterile [mm]	± 0,5	± 1,0	± 2,0	± 3,0

## 2.2 Tehnologicitatea suprafețelor obtinute prin decupare

Înainte de a efectua procedeul de decupare, este necesară compararea formei și dimensiunilor desfășuratei piesei (Fig. 2.2.2) cu forma și dimensiunile unei piese model (Fig. 2.2.3).

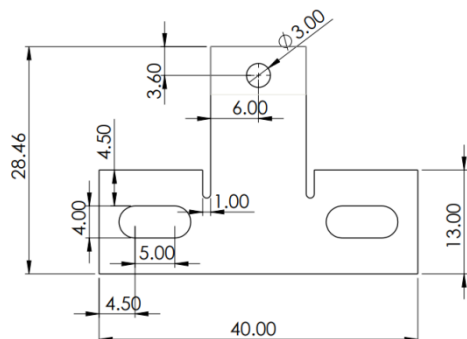


Fig. 2.2.2 Desfășurata piesei

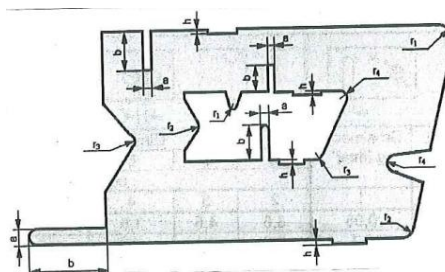


Fig. 2.2.3 Piesa model

Pentru a fi tehnologică, din punct de vedere al formei, piesa trebuie să îndeplinească următoarele condiții:  $a > 1,2g$  ;  $b < 15g$ , unde  $g$  este grosimea piesei, iar  $a$  și  $b$  sunt cote din piesa model.

În cazul primei suprafețe careia îi trebuie verificată tehnologicitatea, valorile lui  $a$  și  $b$  se vor determina din Fig. 2.2.4.

Din această figură rezultă faptul că  $b = (40 - 6 \cdot 2) / 2 = 14 \text{ mm}$ , unde 40 este lățimea suprafeței din partea inferioară a piesei și 6 este jumătatea lățimii suprafeței din partea superioară a piesei.

Din desenul de execuție rezultă faptul că  $a = 13 \text{ mm}$ .

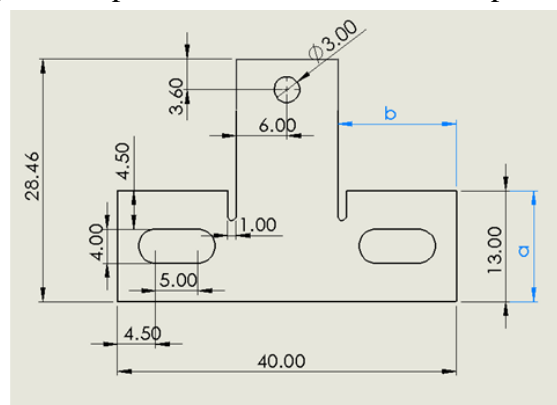


Fig. 2.2.4 Cazul primei suprafețe

Se verifică condiția de tehnologicitate:  $a > 1,2 \cdot g \Rightarrow 13 > 1,2 \cdot 1 \Rightarrow 13 > 1,2$  ;

$b < 15 \cdot g \Rightarrow 14 < 15 \cdot 1 \Rightarrow 14 < 15$ , **îndeplinește condiția.**

În cazul celei de-a doua suprafețe valorile lui  $a$  și  $b$  se vor determina din Fig. 2.2.5.

Din această figură rezultă faptul că valorile lui  $a$  și  $b$  sunt egale cu valorile aflate în primul caz efectuat pentru prima suprafață, acestea îndeplinind condițiile de tehnologicitate:

$a > 1,2 \cdot g \Rightarrow 13 > 1,2 \cdot 1 \Rightarrow 13 > 1,2$  ;  $b < 15 \cdot g \Rightarrow 14 < 15 \cdot 1 \Rightarrow 14 < 15$ , **îndeplinește condiția.**

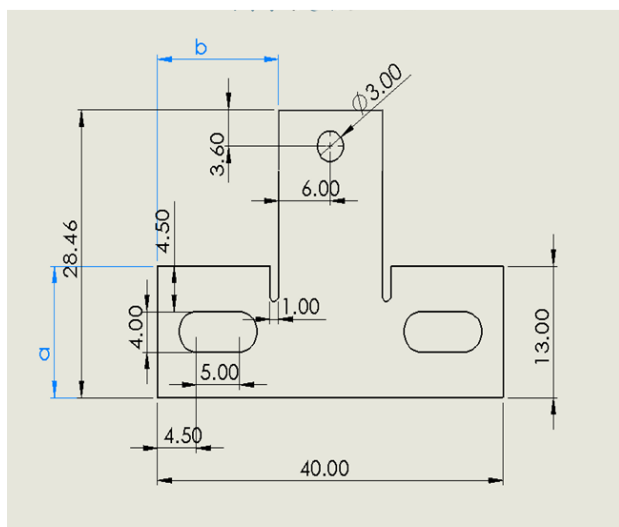


Fig. 2.2.5 Cazul celei de-a doua suprafețe

## 2.3 Tehnologicitatea suprafețelor obținute prin perforare

Conform cerințelor de poziție relativă (Fig. 2.3.1), contururile interioare rezultate în urma perforării se încadrează în categoria celor cu formă circulară.

Din desenul de execuție se poate observa un orificiu care trebuie analizat conform condițiilor din Fig. 2.3.1.

Se va face analiza asupra orificiului de  $\varnothing 3\text{mm}$ . (Fig. 2.3.2)

Suprafata se incadreaza in prima situatie unde conditia tehnologicitatii este  $a > g$ . Se vor nota orificiile  $a_1$  (distanța orizontală), respectiv  $a_2$  (distanța verticală) având în vedere condițiile impuse.

$g = 1\text{ mm}$

$a_1 = 6 - 1,5 = 4,5\text{ mm}$ , unde  $6\text{ mm}$  este distanța de la marginea verticală a suprafeței până la centrul orificiului, iar  $1,5$  reprezintă raza orificiului.

$a_2 = 3,6 - 1,5 = 2,1\text{ mm}$ , unde  $3,6\text{ mm}$  este distanța de la marginea orizontală a suprafeței până la centrul orificiului, iar  $1,5$  reprezintă raza orificiului.

Din calculele rezultate se poate observa faptul că atât  $a_1$ , cât și  $a_2$  îndeplinesc condițiile de tehnologicitate impuse, adică  $a_1 > g \Rightarrow 4,5\text{mm} > 1\text{mm}$ ;  $a_2 > g \Rightarrow 2,1\text{mm} > 1\text{mm}$ .

## 2.4 Tehnologicitatea formelor îndoite

Principalele condiții care trebuie respectate sunt:

- poziționarea liniei de îndoire,
- lungimea minimă a laturii îndoite,
- raza minimă de îndoire,
- distanța minimă dintre marginea unei găuri și latura îndoită.

Se va consulta figura 2.4 pentru a încadra piesa într-unul dintre cele trei cazuri prezentate.

În urma analizei piesei, realizată conform figurii de mai sus, s-a constatat că aceasta se încadrează în al treilea caz descris. Conform desenului de execuție, raza de îndoire este  $R = 1\text{ mm}$ , iar grosimea piesei este  $g = 1\text{ mm}$ .

De asemenea, se va analiza precizia obținerii unghiului de îndoire utilizând tabelul 3.56.

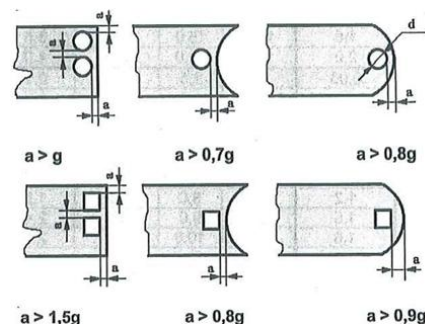


Fig. 2.3.1 Condiții de poziție relativă

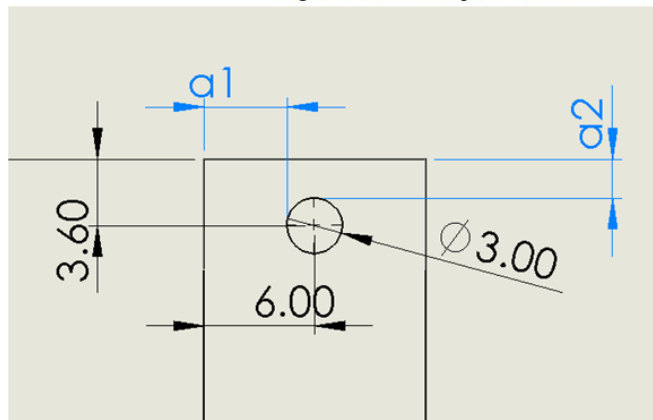


Fig. 2.3.2 Orificiul de  $\varnothing 3\text{mm}$

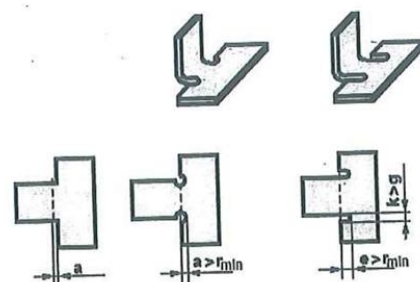


Fig. 2.4 Poziția liniei de îndoire

Materialul piesei	Precizia de realizare a unghiului
	Raza relativă de îndoire, $r/g$
Oțeluri cu duritate medie $\sigma_r = 40\text{ daN/mm}^2$	1
	$\pm 1^\circ 30'$

Tabelul 3.56



Raza relativă de îndoire se afla cu formula  $r/g$ , unde  $r$  este raza de îndoire a piesei, iar  $g$  este grosimea acesteia. În acest caz  $r/g=1/1=1$ .

Conform tabelului de mai sus, precizia de realizare a unghiului, atunci când materialul folosit este un oțel cu duritate medie (OLC45/C45), va avea valoarea de  $\pm 1^{\circ}30'$ .

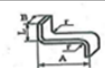
În continuare se va analiza precizia de realizare a razei de îndoire utilizând tabelul 3.57.

Precizia de realizare a razei de îndoire	
Raza de îndoire [mm]	<3
Abaterea [mm]	$\pm 0,5$

Tabelul 3.57

Pentru raza de îndoire  $R=1\text{mm}$ , abaterea preciziei de realizare a razei de îndoire va avea valoarea de  $\pm 0.5\text{ mm}$ .

Pentru a analiza precizia dimensională a unor dimensiuni ale pieselor îndoite, se va utiliza tabelul 3.58, iar în funcție de situație, se vor determina valorile cotelor  $A$ ,  $B$ ,  $L$  și  $r$ . Conform desenului de execuție, piesa se încadrează în primul scenariu, iar valorile cotelor necesare sunt înscrise pe desen. Asadar,  $A=40\text{mm}$ ,  $B=21\text{mm}$ ,  $L=5.09\text{mm}$ ,  $r=1\text{mm}$ .

Precizia dimensională a unor dimensiuni ale pieselor îndoite		
		
Latimea B [mm]	Grosimea g [mm]	Dimensiunea A a piesei [mm]
<100	1	<50
		$\pm 0,5$

Tabelul 3.58

Din tabel reiese faptul că precizia dimensională a unor dimensiuni ale pieselor îndoite este de  $\pm 0.5\text{mm}$ .

În plus, se vor lua în considerare condițiile tehnologice referitoare la raza minimă de îndoire, distanța minimă între marginea orificiilor și liniile de îndoire, precum și lungimea minimă a laturii îndoite. Acești parametri, obținuți din piesa reală (Fig. 2.4.2), vor fi comparați cu valorile ce pot fi realizate în condiții normale de prelucrare (Fig. 2.4.1).

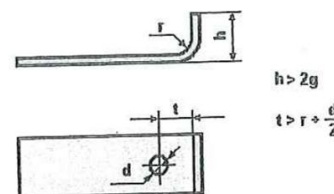


Fig. 2.4.1 Piesa model

Din desenul de execuție rezulta că  $h$  are valoarea de  $21\text{mm}$ , se știe că  $g=1\text{mm}$ , rezulta că ecuația  $h>2g$  devine :  $21>2*1 \Rightarrow 21>2$ .

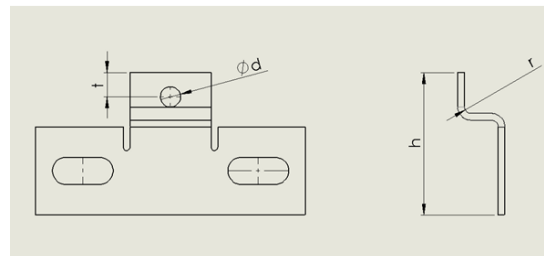


Fig 2.4.2 Piesa reala

Anterior s-a calculat valoarea lui  $t$  ca fiind  $3.6\text{mm}$ , și din formula din figura 2.4.1 rezulta că  $t>r+d/2 \Rightarrow 3.6>1+(3/2) \Rightarrow 3.6>1+1.5 \Rightarrow 3.6>2.5$ .

Ambele condiții sunt îndeplinite, ceea ce confirmă tehnologicitatea piesei la îndoire în acest caz.

Pentru situațiile practice, raza minimă de îndoire se calculează folosind relația:  $R_{\min}=k_r*g$ , unde  $k_r$  este un coeficient al cărui valori depind de natura materialului, gradul de ecruisare și poziția liniei de îndoire față de direcția de laminare, fiind specificate în tabelul 3.54.

Valorile coeficientului $k_r$ pentru determinarea razei minime de indoire				
Materialul prelucrat	Recopt sau normalizat		Ecruisat	
	Poziția liniei de indoire față de direcția de laminare			
	Perpendiculara	Paralela	Perpendiculara	Paralela
OLC 45	0,5	1,0	0,8	1,5

Tabelul 3.54

Determinarea razei minime de îndoire pentru un **material recopt sau normalizat**:

a) **perpendiculară**:  $k_r=0,5 \Rightarrow r_{\min}=0,5*1=0,5$

b) **paralelă**:  $k_r=1 \Rightarrow r_{\min}=1*1=1$

Determinarea razei minime de îndoire pentru un **material ecruisat**:

a) **perpendiculara**:  $kr=0,8 \Rightarrow r_{min}=0,8*1=0,8$

b) **paralela**:  $kr=1,5 \Rightarrow r_{min}=1,5*1=1,5$

### Etapa 3

## 3. Analiza diferitelor variante de proces tehnologic pentru obținerea piesei

### 3.1 Analiza pe scule simple, complexe și combinate

În cazul specific al prelucrării prin procedee de deformare plastică, procesul tehnologic se poate desfășura, în general, prin următoarele variante: **utilizarea ștanțelor și matrițelor simple, utilizarea ștanțelor și matrițelor complexe, utilizarea matrițelor combinate.**

Ținând cont de cele menționate, piesa ilustrată în figura 3.1.1 poate fi realizată prin următoarele variante de proces tehnologic:

#### Varianta 1:

- decuparea conturului exterior al piesei pe o șanță simplă de decupat (Fig. 3.1.2 );
- perforarea semifabricatului astfel obținut (Fig. 3.1.3) pe o șanță simplă de perforat;
- îndoirea de doua ori în L (Fig. 3.1.4) a semifabricatului perforat, pe o matriță simplă de îndoit.

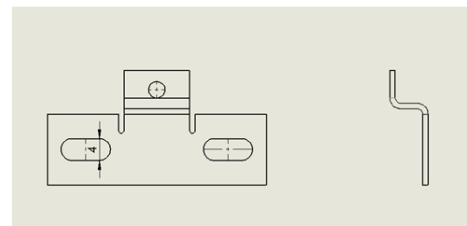


Fig. 3.1.1 Piesa

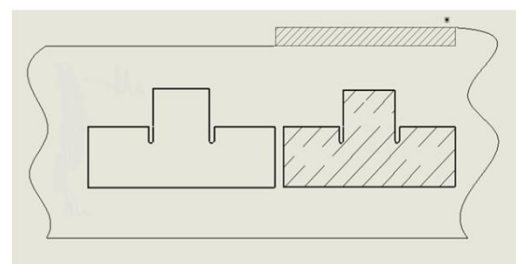


Fig. 3.1.2 Decuparea piesei

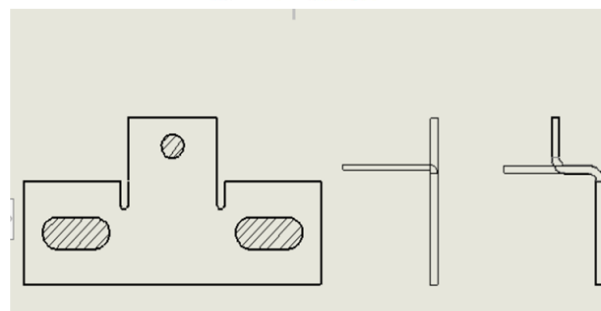
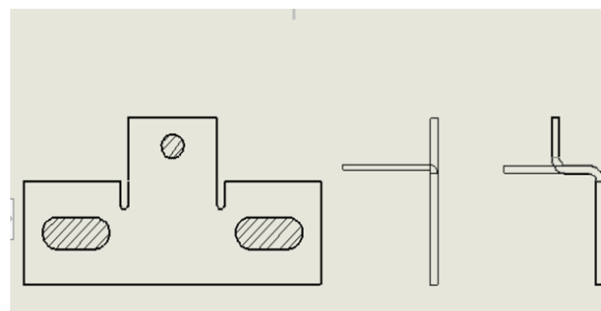


Fig. 3.1.3 Perforarea piesei

Fig. 3.1.4 Îndoirea piesei



#### Varianta 2:

- perforarea și decuparea se pot realiza pe o șanță cu acțiune succesivă (Fig. 3.1.5);
- îndoirea de doua ori în L (Fig. 3.1.6) a semifabricatului perforat, pe o matriță simplă de îndoit.

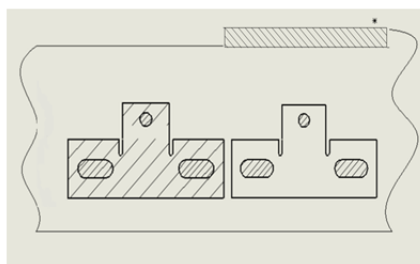


Fig. 3.1.5 Perforarea și decuparea succesivă a piesei

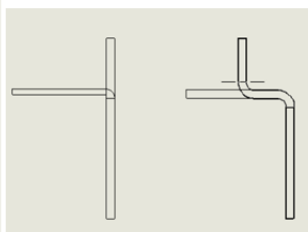
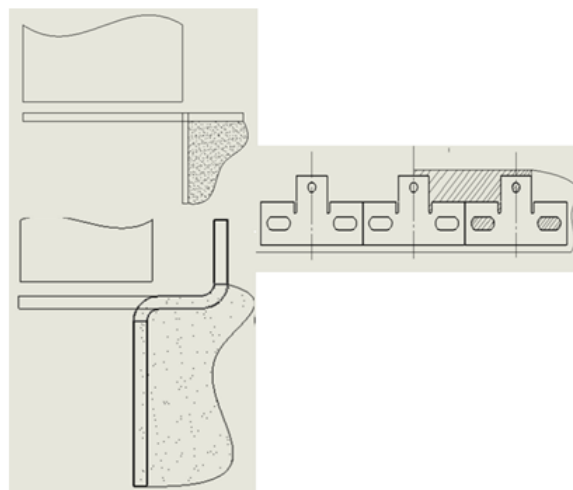


Fig. 3.1.6 Îndoirea piesei

### Varianta 3:

- toate prelucrările se realizează pe o aceeași matriță combinată cu acțiune succesivă (Fig. 3.1.7).

Pentru o prezentare succintă și ordonată a variantelor de mai sus, este prezentat **tabelul 4**.



**Tabelul 4**

Fig. 3.1.7 Realizarea piesei pe matriță combinată

Nr. Crt.	Varianta tehnologica	Denumirea operatiei	Denumirea fazei	Schita operatiei	Denumirea sculei
0	1	2	3	4	5
1	Pe scule simple	Decupare	a.Introducerea benzii; 1.Decuparea b.Avansul benzii; c.Scos piesa.	Fig. 3.1.2	Ștanță simplă de decupat
		Perforare	a.Introdus semifabricatul în ștanță; b.Orientarea semifabricatului; 1.Perforare; c. Scos piesa.	Fig. 3.1.3	Ștanță simplă de perforat
		Îndoire	a. Introdus piesa în matriță; b.Orientare; 1.Îndoire; c. Scos piesa.	Fig. 3.1.4	Matriță simplă de îndoit
2	Pe scule complexe	Perforare+decupare	a.Introdus banda; 1.Perforare; b.Avans; 2.Decupare; c. Scos piesa.	Fig. 3.1.5	Ștanță complexă cu acțiune succesivă
		Îndoire	a. Introdus piesa; b.Orientare; 1.Îndoire; c. Scos piesa	Fig. 3.1.6	Matriță simplă de îndoit
3	Pe scule combinate	Perforare+șlițuire + îndoire + retezare	a.Introdus banda; 1.Perforare; 2.șlițuire; 3.Îndoire; 4.Retezare; b. Scos piesa	Fig. 3.1.7	Matriță combinată cu acțiune succesivă

### 3.2. Analiza croirii semifabricatului

În acest context, este necesar să se evalueze toate variantele posibile de croire și să se selecteze, pe baza unor criterii tehnice, cele mai eficiente soluții. Astfel,

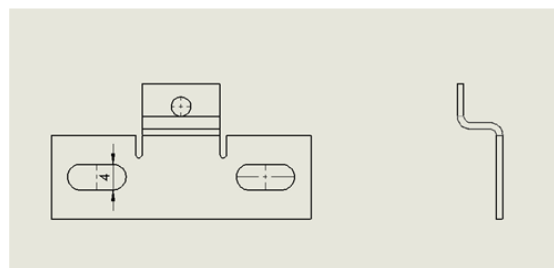


Fig. 3.1.1 Piesa

pentru piesa ilustrată în figura 3.1.1, pot fi luate în considerare următoarele scheme de croire:

**- croire dreaptă, cu deșeuri, pe un rând, cu asigurarea pasului prin intermediul poansonului de pas (Fig.3.2.1).**

Această metodă de croire este cea mai frecvent utilizată și este recomandată pentru piese cu forme complexe. În astfel de cazuri, semifabricatul folosit este banda, iar avansul acesteia este gestionat automat prin dispozitive specializate.

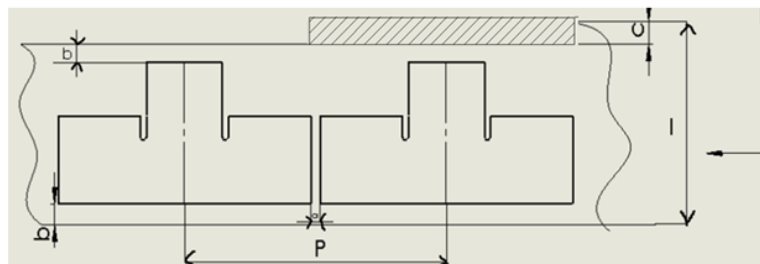


Fig. 3.2.1 Croire dreaptă cu deșeuri

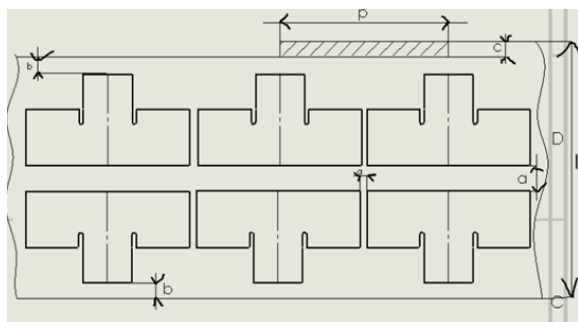


Fig. 3.2.2 Croire pe două rânduri

**- croire pe două rânduri, cu deșeuri, cu poanson de pas (Fig.3.2.2).**

Pentru piesele mici și cu forme simple, se recomandă dispunerea acestora pe semifabricat în mai multe rânduri. Deși creșterea numărului de rânduri optimizează utilizarea materialului, aceasta complică ștanța sau matrița prin înmulțirea numărului de poansoane (fiecare rând suplimentar necesită un set corespunzător de poansoane).

**Marimea puntilor** - Aceste punți trebuie să fie cât mai mici pentru a minimiza consumul de material, dar suficient de mari pentru a garanta rigiditatea semifabricatului. La stabilirea dimensiunilor punților, este important să se țină cont de următoarele aspecte:

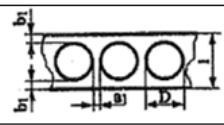
- grosimea și natura materialului;
- configurația și dimensiunile piesei;
- tipul de croire;
- modalitatea de realizare a avansului (manual sau automat);
- tipul elementului de asigurare a pasului (poanson de pas, opritor etc.).

Pentru calculul punților laterale  $b$  și al celor intermediare  $a$ , se sugerează utilizarea următoarelor relații (1 și 2):

$$a = k_1 * k_2 * k_3 * a_1 \quad (1)$$

$$b = k_1 * k_2 * k_3 * b_1 \quad (2)$$

Unde:  $k_1$  coeficient care ține seama de natura materialului și are următoarele valori pentru oțeluri: 0,8...0,9;  $k_2$  coeficient care ține seama de numărul de treceri ale semifabricatului prin interiorul ștanței, având valoarea 1 pentru o singură trecere;  $k_3$  coeficient care ține seama de modul de orientare a semifabricatului în interiorul ștanței sau matriței, precum și de elementul de asigurare a pasului de avans, având valoarea 0,8 pentru o ghidare;  $b_1$ ,  $a_1$  puntitele minime, laterale și intermediare, obținute pe cale experimentală la ștanțarea unor piese circulare sau dreptunghiulare (tab 4.1), având valorile  $a_1 = 1.1\text{mm}$  și  $b_1 = 1.5\text{mm}$ .

Grosimea materialului $g$ [mm]		
	Piese rotunde și ovale de dimensiune $D$ [mm]	
	<50	
	$a_1$	$b_1$
1	1,1	1,5

Tabelul 4.1

Pentru variantele de croire alese, calculele sunt:

**Croire 1:**  $a = 0.85 * 1 * 0.8 * 1.1 = 0.748mm = 0.8mm$

$b = 0.85 * 1 * 0.8 * 1.5 = 1.02mm = 1.1mm$

**Croire 2:**  $a = 0.85 * 1.2 * 0.8 * 1.1 = 0.8976mm = 0.9mm$

$b = 0.85 * 1.2 * 0.8 * 1.5 = 1.224mm = 1.3mm$

Valoarea punctitei c pe care poansonul de pas o transforma in deseu este determinata pe cale experimentală și este data în tabelul 4.3.

Tabelul 4.3

Grosimea materialului g, [mm]	Punctita c, [mm]
< 1,0	1,5

### Calculul lățimii benzii sau fâșiei

Determinarea lățimii semifabricatului (bandă sau fâșie) se face având în vedere:

- aceea dimensiune a piesei dispusă transversal pe lungimea semifabricatului;
- mărimea punților;
- existența sau nu a împingerii laterale;
- numărul rândurilor de croire;
- abaterile la lățime ale semifabricatului, date în tabelul 4.4.

Tabelul 4.4

Lățime fâșiei B, [mm]	Abaterile la lățime Δl, [mm]			
	Grosimea materialului g, [mm]			
	< 1	1...2	2...3	3...5
<100	± 0,3	± 0,4	± 0,6	± 1,0
>100	± 0,4	± 0,6	± 1,0	± 1,5

Cunoscând schema de croire, se poate determina lățimea semifabricatului l, în cazul existenței apăsării laterale, folosind relația (3):

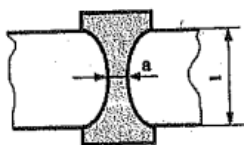
$$L_c = n * D + (n - 1) * a + 2 * b + \Delta l + k * c \quad (3)$$

Unde: **n** este numărul rândurilor de croire, **D** este dimensiunea piesei transversala pe lungimea semifabricatului, **a** este punctita intermediara, **b** este punctita laterala, **c** este punctita taiata de poansonul de pas, **Δl** este abaterea inferioara la latime a semifabricatului, **k** este numărul poansonelor de pas.

Pentru variantele de croire alese, calculele sunt:

**Croire 1:**  $L_c = 1 * 40 + (1 - 1) * 0.8 + 2 * 1.1 - 0.4 + 1 * 1.5 = 43.3mm$

**Croire 2:**  $L_c = 2 * 40 + (2 - 1) * 0.9 + 2 * 1.3 - 0.4 + 1 * 1.5 = 84.6mm$



Dacă procesul tehnologic este conceput astfel încât piesa să fie obținută prin retezarea semifabricatului (fig. 4.38), atunci, din motive de rezistență a poansonului de rețezat, punctita intermediară

**Fig.4.38 Punctita de retezare**

va avea una dintre valorile prezentate în tabelul 4.5.

Tabelul 4.5

Grosimea benzii, g [mm]	Lățimea l, a benzii [mm]					Grosimea benzii, g [mm]	Lățimea l, a benzii [mm]				
	<10	25	40	63	100		100	160	250	400	630
<1,0						0,75					
1,5	3	3,5	4,0	4,5	4,0	0,88	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
2,0					5,5	1,00					10
2,5					5,5	1,13					
3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	1,25	5,5	6,5	7,5	8,5	10
4,0					6,0	1,50				9,0	11
5,0	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	1,75		6,5	8,0	9,0	11
6,0	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	2,00	6,5	7,0		10	12
7,0						2,50					
8,0						3,00	7,0	8,0	9,0	10	12
9,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	3,50		8,5	9,5	11	13
10,0						4,00	8,0	9,0	10	11	14
12,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10	5,00		9,5	11	13	15
14,0	7,0	8,0	9,0	10	12						
16,0	8,0	9,0	10	11	14						

Pentru a înțelege în detaliu procesul de analiză a croirii, este esențial să se pună în evidență elemente precum pasul de croire  $p$ , punțița  $c$ , punțița intermediară  $a$  și punțița laterală  $b$ . Informațiile relevante despre aceste aspecte sunt centralizate în tabelul 3.2.

Tab. 3.2 Tabel centralizator elemente analiza schema de croire

Varianta croire	Schita croire	Elemente calcul latime banda										$a_{ret}$	$p$	Latime calculata $L_c$	L STAS
		$a_1$	$b_1$	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$a$	$b$	$c$	$\Delta l$	$n$				
1	Fig. 3.2.1	1.1	1.5	0.85	1	0.8	0.8	1.1	1.5	$\pm 0.4$	1	4	40.748	43.3mm	45
2	Fig. 3.2.2	1.1	1.5	0.85	1.2	0.8	0.9	1.3	1.5	$\pm 0.4$	2	4	40.8976	84.6mm	85

**Apresiasi eficienței croirii** se face cu relația(4):

$$k_c = \frac{n \cdot A}{p \cdot l_s} * 100 [\%] (4)$$

Unde:  $n$  este numărul de piese care rezulta dintr-un semifabricat,  $A$  este aria piesei determinată de conturul exterior al acesteia,  $p$  este pasul de croire,  $l_s$  este latimea calculată a fasiei sau standardizată a benzii.

Aria piesei determinată de conturul exterior al acesteia este  $1476.18 \text{ mm}^2$  și a fost determinată folosind programul SolidWorks2023.(fig 3.2.3)

Volume = 665.79 cubic millimeters  
Surface area = 1476.18 square millimeters

Fig. 3.2.3 Aria piesei determinate de conturul exterior al acesteia

Apresiasi eficienței croirii pentru cele două variante este:

**Croire 1:**  $k_{c1} = \frac{1 \cdot 1476.18}{40.748 \cdot 45} * 100 = 80.50\%$

**Croire 2:**  $k_{c2} = \frac{2 \cdot 1476.18}{40.8976 \cdot 85} * 100 = 84.92\%$

Apresiasi modului în care se utilizează materialul se face prin intermediul relației (5):

$$k_u = \frac{N \cdot A_0}{L \cdot l_s} * 100 [\%] (5)$$

Unde:  $N$  este numărul de piese care rezulta dintr-un semifabricat (banda sau fasie  $N=L/p$ ),  $A_0$  este aria efectivă a piesei (cuprinsă între conturul exterior și contururile interioare),  $l_s$  este latimea calculată a fasiei sau latimea standardizată a benzii, cu o valoare egală cu cea rezultată din calcul sau standardizată, imediat superioară acesteia,  $L$  este lungimea semifabricatului.

Aria efectivă a piesei este  $1386.33 \text{ mm}^2$  și a fost determinată folosind programul SolidWorks2023.(fig 3.2.4)

Volume = 593.59 cubic millimeters  
Surface area = 1386.33 square millimeters

Apresiasi modului în care se utilizează materialul pentru cele două variante este:

Fig. 3.2.4 Aria efectivă a piesei

**Croire 1:**  $N = \frac{L}{p} = \frac{45}{40.748} = 1.10 \Rightarrow$  numărul de piese care rezulta este 1

$$k_{u1} = \frac{1 \cdot 1386.33}{40 \cdot 45} * 100 = 77.01\%$$

**Croire 2:**  $N = \frac{L}{p} = \frac{85}{40.8976} = 2.07 \Rightarrow$  numărul de piese care rezulta este 2

$$k_{u2} = \frac{2 * 1386.33}{40 * 85} * 100 = 81.54\%$$

### Alegerea variantei optime de croire

Pentru a stabili varianta optimă de croire, se analizează diferite opțiuni în funcție de caracteristicile piesei și semifabricatului. (relatia 6)

$$V_i = k_c * 0.3 + k_u * 0.3 + CTI * 0.4 \quad (6)$$

Pentru complexitatea tehnologica se atribuie note pe baza gradului de dificultate, utilizand o scara conventionala, iar pentru un grad de dificultate scazut, se va alege o nota intre 1 si 3(CTI=2).

Varianta optima de croire pentru cele doua variante este:

$$\text{Croire1: } V_i = 0.81 * 0.3 + 0.77 * 0.3 + 2 * 0.4 = 1.274$$

$$\text{Croire2: } V_i = 0.85 * 0.3 + 0.82 * 0.3 + 2 * 0.4 = 1.301$$

Tabelul (tab 3.2.a) prezintă variantele propuse, evidențiind elementele esențiale pentru selectarea soluției adecvate.

Varianta	1		2	
Criteriu				
$k_c[\%]$	$k_{c1}$	Pondere	$k_{c2}$	Pondere
	80.50	0.3	84.92	0.3
$k_u[\%]$	$k_{u1}$	Pondere	$k_{u2}$	Pondere
	77.01	0.3	81.54	0.3
Complexitate tehnologica	2	Pondere	2	Pondere
		0.4		0.4
$V_i$	1.274		1.301	
	$V_{i\max} = 1.301$			

Tabelul 3.2.a

În urma analizei variantelor de croire, s-a stabilit că a doua variantă este cea mai optimă pentru cerințele tehnice ale piesei.

## Etapă 4

### 4. Scheme tehnologice realizate pentru perforare

Din desenul piesei (Fig. 4.1) se remarcă prezența a 3 orificii, toate acestea fiind circulare și având diametrele de Ø3 și Ø9. Aceste perforații sunt amplasate la distanțe precise, iar, conform cerințelor geometrice, distanța dintre orificii este de 17 mm, respectiv 11 mm. Dimensiunile și poziționarea acestora au fost stabilite pentru a asigura funcționalitatea piesei și pentru a respecta normele tehnologice, contribuind astfel la eficiența procesului de perforare și la

menținerea integrității structurale a materialului.

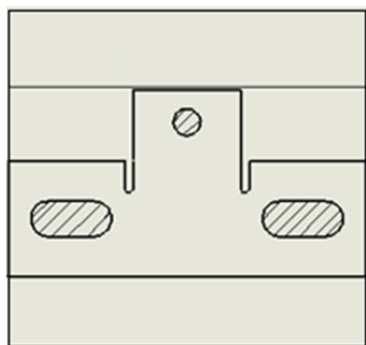


Fig. 4.2 Pozitionarea semifabricatului pe placa activa

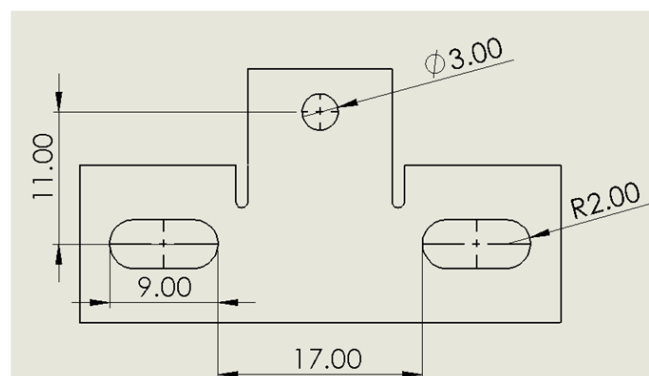


Fig. 4.1 Distanța dintre muchiile orificiilor piesei

În cadrul procesului de perforare, semifabricatul plan este așezat pe placa activă a ștanței, care asigură alinierea corectă a piesei. Astfel, orificiile sunt perforate conform dimensiunilor și distanțelor specificate în desenul tehnic. În această etapă, se urmărește poziționarea exactă a semifabricatului, pentru a garanta desfășurarea procesului fără abateri și respectarea toleranțelor impuse (Fig. 4.2).



Criteriile tehnologice se refera la:

- **Respectarea conditiei de distanta minima intre orificiile executate in placa activa** (Fig.4.98);

In cazul in care distanta  $d$ , dintre orificiile din placa activa este mai mica decat valoarea recomandata, exista pericolul ca puncta dintre orificii sa nu reziste la sollicitarile ce apar in timpul functionarii stantei si sa se rupe. Ca urmare, din totalitatea variantelor prezentate se vor elimina variantele in care distanta  $d$  este mai mica decat valorile minime recomandate.

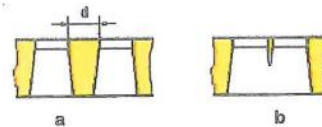


Fig.4.98 Distanță între orificiile din placa activă

Pentru etapa de perforare, piesa proiectată prezintă muchiile orificiilor dispuse la o distanță de 17 mm, respectiv 11 mm.

Tabelul 4.15 prezintă distanțele minime între muchiile orificiilor în funcție de grosimi diferite. In cazul nostru grosimea piesei este de  $g=1\text{ mm}$ , rezultand faptul ca distanta minima dintre muchiile orificiilor din placa activa va fi  $d = 2,7\text{ mm}$ .

$g\text{ [mm]}$	1
$d\text{ [mm]}$	2,7

Tabelul 4.15

Distanța de 17 mm, dar si cea de 11 mm, sunt evident mai mari decat distanta minima impusa, astfel incat acestea respecta conditiile necesare.

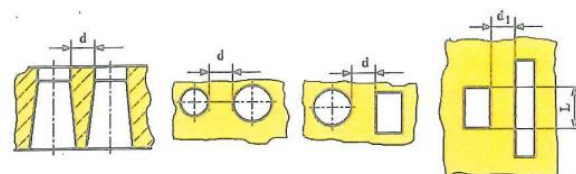


Fig.4.99 Orificii în placa activă

Figura 4.99 ilustrează configurația orificiilor din placa activă pentru mai multe tipuri de orificii, dar si distanta  $d$  dintre muchiile acestora.

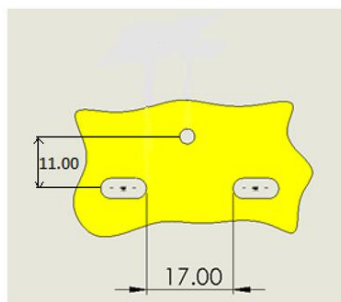


Fig.4.3 Orificiile din placa activa

In figura 4.3 este reprezentata configurația orificiilor din placa activă pentru piesa propusa, evidențiind dimensiunile și poziționările necesare pentru procesul de perforare.

## Construcția elementelor de orientare a semifabricatelor individuale

Pentru a reduce influența negativă a erorilor de orientare, se vor utiliza elemente de orientare reglabile. În acest sens, prisma mobilă (1), montată pe placa activă (3), prezentată în Fig. 4.4, va asigura în permanență poziționarea semifabricatului (1) în planul de simetrie longitudinală.

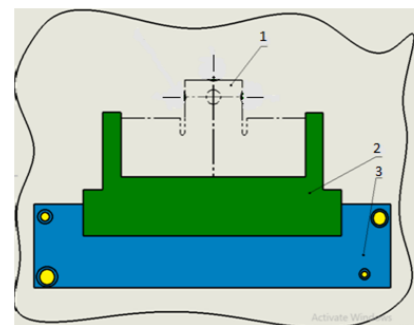


Fig.4.4 Fixarea semifabricatului pe placa activa



În cadrul figurii de mai jos (Fig.4.5) sunt prezentate matrita și poansonul în poziție de lucru.

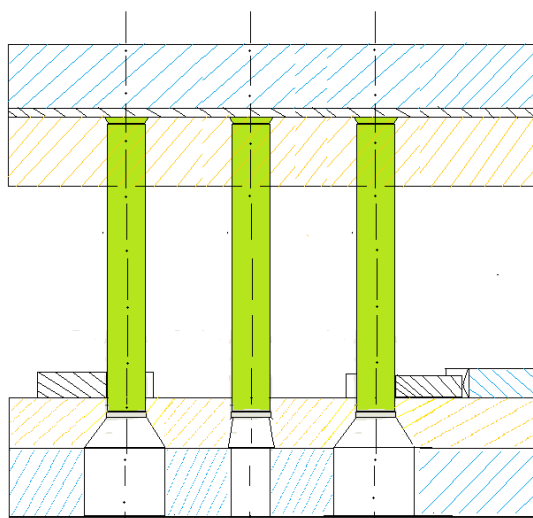


Fig.4.5 Matrita și poansonul în poziție de lucru

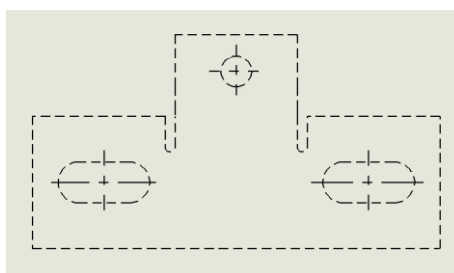


Fig.4.6 Semifabricatul perforat

## Etapa 5

### 5. Calculul forțelor pentru procesul de perforare

Pentru a oferi o imagine de ansamblu asupra procesului de perforare, dar și a valorilor forțelor necesare acestuia, sunt prezentate **schema tehnologică** (fig. 5.1) și **tabelul 4.16**.

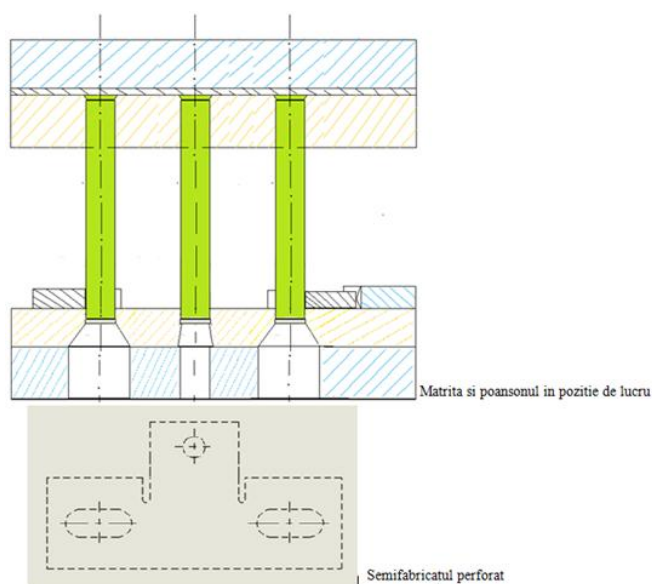
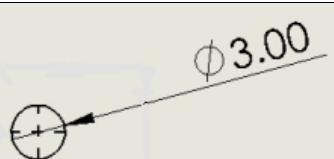
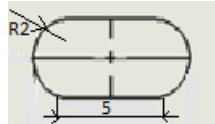
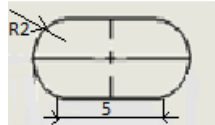


Fig. 5.1 Schema tehnologică

Tabelul 4.16 Calculul forțelor

Nr. Crt.	Formele și dimensiunile secțiunii transversale ale părților active ale poansonelor	Formula de calcul	Forța de deformare					Forța totală pe poansonul "I" [N]
			F <sub>st</sub> [N]	F <sub>ind</sub> [N]	F <sub>sc</sub> [N]	F <sub>imp</sub> [N]	F <sub>el</sub> [N]	
1.		$F_{st} = k * L1 * g * \tau$	2402	-	103	89	-	2594
2.		$F_{st} = k * L2 * g * \tau$	4478	-	193	166	-	4873
3.		$F_{st} = k * L2 * g * \tau$	4478	-	193	166	-	4873
Forța totală de deformare								12340

Formula forței de ștanțare este:

$F_{st} = k * L * g * \tau$ , unde: **L** – lungimea conturului tăiat; **g** - grosimea semifabricatului; **k** – coeficient de corecție 1,2-1,3 => k=1,25; **τ** - rezistența de rupere la forfecare;  $\tau = k_f * R_m = 0.6 * 340 = 204$  ( $k_f = [0.5; 0.75]$ ); **R<sub>m</sub>** – rezistența la rupere = 340.

Valoarea rezistenței la rupere **R<sub>m</sub>** a fost preluată din tabelul 1.2, din intervalul [270-410] [N/mm<sup>2</sup>]. Acest tabel se regăsește, de asemenea, la capitolul 1.

Rezistența la rupere <b>R<sub>m</sub></b> [N/mm <sup>2</sup> ]
2
270-410

**Formula forței de scoatere:**  $F_{sc} = k_{sc} * F_{st}$

**Formula forței de împingere:**  $F_{imp} = k_{imp} * F_{st}$

În tabelul 3.7 sunt prezentate diferite valori ale coeficienților  $k_{sc}$  și  $k_{imp}$  în funcție de materialul semifabricatului. Materialul semifabricatului, în acest caz, este oțelul, de unde rezultă faptul că vor fi alese valorile corespunzătoare ( $k_{sc} = 0,043$ ;  $k_{imp} = 0,037$ ).

Material	$k_{sc}$	$k_{imp}$
Oțel	0,005...0,081	0,010...0,063

Tabelul 3.7 Alegerea coeficienților după materialul semifabricatului

**Poansonul 1:** D1= 3 mm

$$L1 = \pi * D1 = 3,14 * 3 = 9,42 \text{ mm}$$

$$F_{st1} = k * L1 * g * \tau = 1,25 * 9,42 * 1 * 204 = 2402 \text{ N}$$

$$F_{sc1} = k_{sc} * F_{st1} = 0,043 * 2402 = 103 \text{ N}$$

$$F_{imp1} = k_{imp} * F_{st1} = 0,037 * 2402 = 89 \text{ N}$$

### Poansonul 2:

$$L_2 = 2 * \frac{2\pi R}{2} + 5 = 2 * \frac{4\pi}{2} + 5 = 4\pi + 5 = 12,56 + 5 = 17,56 \text{ mm}$$

$$F_{st2} = k * L_2 * g * \tau = 1,25 * 17,56 * 1 * 204 = 4478 \text{ N}$$

$$F_{sc2} = k_{sc} * F_{st2} = 0,043 * 4478 = 193 \text{ N}$$

$$F_{imp2} = k_{imp} * F_{st2} = 0,037 * 4478 = 166 \text{ N}$$

### Alegerea utilajului de presare

Forța totală de deformare este de 12.340 N, iar pe baza acesteia se va selecta utilajul de presare din tabelul 7.71, respectând condiția:  $F_N \geq F_T$ .

Așadar, utilajul ales este PAI 6.

**Tabelul 7.71**

**Prese cu excentric cu simplu efect, de fabricație românească**

Caracteristici tehnice	Tipul prese	
	Cuplei cu pană rotitoare	Unitate de măsură
	PAI 6	
Forța nominală, $F_N$	6	10 <sup>3</sup> N
Număr de curse duble, n	160	mm <sup>-1</sup>
Domeniul de reglare al cursei, C	8...48	mm
Reglarea lungimii blei, M	40	mm
Distanță maximă între masă și berbec	180	mm
Inclinarea maximă a prese	30	grade
Locașul pentru cap (φ x l)	25 x 60	mm
Dimensiunile mesei (A x B)	380 x 250	mm
Dimensiunile orificiului din masă (φ)	125	mm
Grosimea plăcii de înălțare	40	mm
Dimensiunile orificiului plăcii	60	mm
Puterea motorului	0,75	kW
Lungimea	660	mm
Lățimea neîncălzită	950	mm
Lățimea încălzită	1090	mm
Înălțimea	1650	mm