

Facultatea *IIR*
Specializarea *IAII*



Proiect

Deformare plastica

Nume si prenume: Filimon Gabriela-Denisa

Indrumator: Purcarea Mihail

Grupa: 631AD

An universitar 2024-2025

Cuprins

1. Analiza piesei.....	3
1.1 Verificarea desenului de execuție al piesei.....	4
1.2 Materialul piesei.....	5
1.3 Stabilirea formelor și a dimensiunilor semifabricatului plan (desfășurata piesei)	5
2.Studiul tehnologicității piesei.....	6
2.1 Tehnologicitatea condițiilor tehnice impuse.....	6
2.2 Tehnologicitatea suprafețelor obținute prin decupare.....	7
2.3 Tehnologicitatea suprafețelor obținute prin perforare.....	8
2.4 Tehnologicitatea formelor îndoite.....	9
3. Analiza diferitelor variante de proces tehnologic pentru obținerea piesei..	10
3.1 Analiza pe scule simple, complexe și combinate.....	10
3.2 Analiza croirii semifabricatului.....	11
4. Proiectarea schemei tehnologice de prelucrare (îndoire).....	14
5. Calculul forțelor de prelucrare pentru procesul de îndoire și alegerea preseii.....	16

Etapa 1. Analiza piesei

În figura 1.1 este prezentat desenul de execuție inițial care este incomplet, iar în figura 1.2 este desenul de execuție al piesei cu modificările necesare.

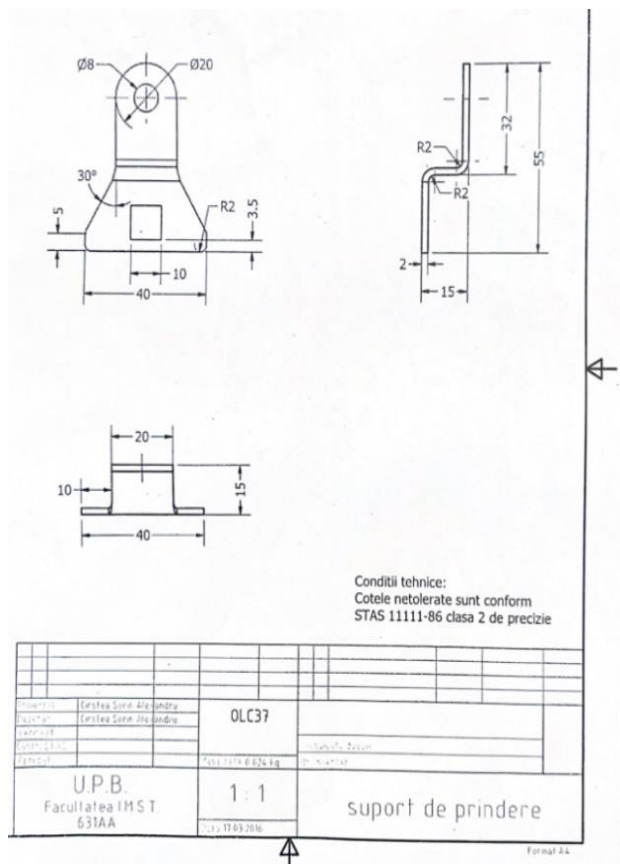


Fig. 1.1 Desenul de execuție inițial

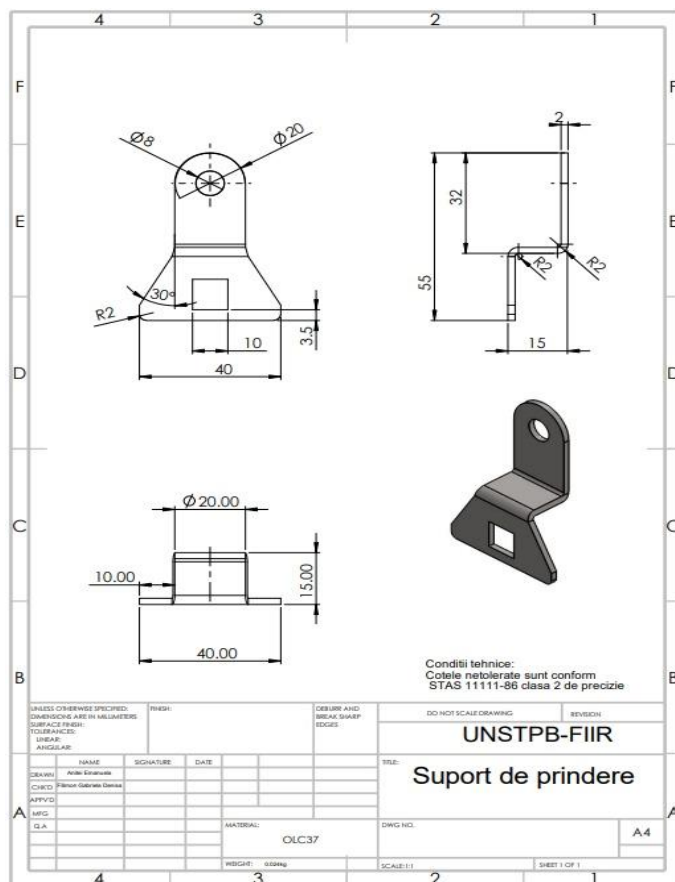


Fig. 1.2 Desenul de execuție al piesei

Având în vedere forma și dimensiunile piesei, aceasta îndeplinește rolul funcțional de suport de prindere.

Pentru realizarea piesei se va folosi o bandă cu dimensiunile de 80x80 mm (Fig. 1.3), din oțel laminat la rece OLC 37.

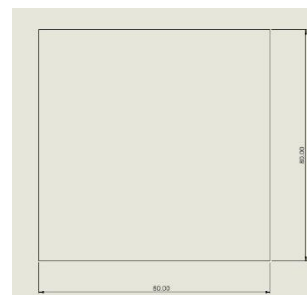


Fig. 1.3 Banda din oțel OLC37

Prima prelucrare va consta în realizarea a două orificii perforate de forme diferite, utilizând o ștanță. Primul orificiu va fi circular, cu diametrul de Ø8 mm (Fig. 1.4), iar al doilea va avea formă pătrată, cu latura de 10 mm (Fig. 1.5), acestea fiind situate la o distanță de 49,5 mm între ele.

Al doilea procedeu este decuparea unui contur închis din banda de oțel, reprezentând semifabricatul piesei (Fig. 1.6). În continuare se realizează două îndoiri succesive cu raza de 2 mm (Fig. 1.7).



Fig. 1.4 Perforarea orificiului circular

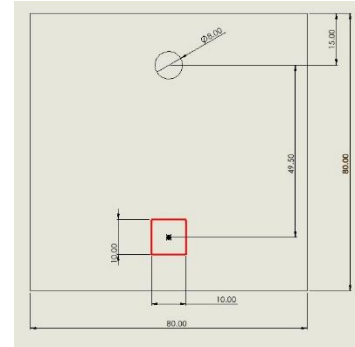


Fig. 1.5 Perforarea orificiului de forma patrata

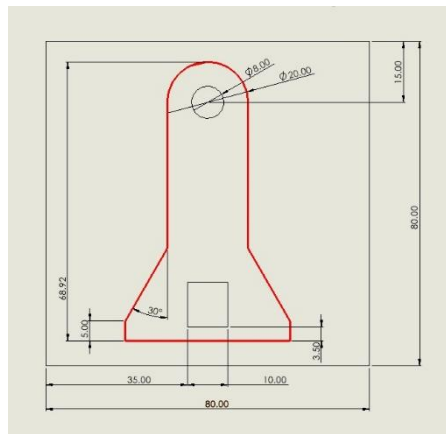


Fig. 1.6 Decuparea semifabricatului

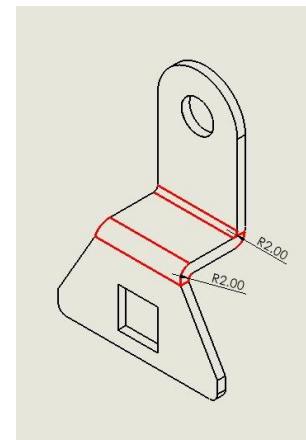


Fig. 1.7 Îndoirea piesei

1.1 Verificarea desenului de executie al piesei

- Piesa prezintă inițial o deficiență, lipsind vederea izometrică. Aceasta va fi adăugată pentru o reprezentare geometrică completă.
- Dimensiunile înscrise pe desen sunt corecte și suficiente pentru proiectare.
- Desenul este realizat la scara 1:1, asigurând fidelitatea dimensiunilor reale.
- Razele de îndoire sunt clar indicate, facilitând fabricația corectă.
- Grosimea piesei este cotată, definind materialul și precizia procesului de fabricație.
- Cotele netolerate respectă STAS 1111-86, clasa de precizie 2, oferind limite admisibile clare.
- Lipsa specificațiilor de rugozitate implică aplicarea standardelor generale pentru suprafețe netolerate.
- Rubrica „Condiții tehnice” menționează STAS 1111-86, clasa de precizie 2, garantând precizia și interschimbabilitatea.
- Masa piesei este de 0.024 kg, importantă pentru montaj și transport.

-Materialul piesei este specificat ca OLC37, iar semifabricatul este notat conform standardelor.

Tabel 1.2

1.2 Materialul piesei

Materialul din care se va executa piesa este A1 STAS 9485-80, iar conform tabelului 1.2 acesta are urmatoarele proprietati specifice:

Material STAS	Stare de livrare	Rezistenta la rupere Rm [N/mm ²]	Compozitie chimica [%]	Greutate specifica γ [kg/dm ³]	Forme si dimensiuni de livrare	
					benzi	Foi de tabla
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

1.3 Stabilirea formei si a dimensiunilor semifabricatului plan(desfasurata piesei)

Lungimea semifabricatului care urmează să fie îndoită se determină prin calculul lungimii fibrei neutre a deformațiilor. Profilul unei piese îndoite este compus din portțiuni rectilinii și portțiuni îndoite, lungimea totală a semifabricatului se va determina, adunând toate aceste portțiuni, folosind relația (1): $L_T = \sum l_i + \sum l\varphi_i$ (1)

Unde: l_i - reprezintă lungimile portțiunilor rectilinii, $l\varphi_i$ - reprezintă lungimi ale portțiunilor îndoite

Lungimea unei portțiuni îndoite se determina folosind relația (2): $l\varphi_i = \frac{\pi \cdot \varphi}{180} * (r + x * g)$ (2)

Unde: φ_i - reprezintă unghiul de încovoiere, x_i - reprezintă un coeficient care se alege din tabel (Fig. 1.3.1) în funcție de raportul r/g

Se porneste de la piesa cotată ca în desen (Fig. 1.3.2) pentru a stabili lungimea totală a semifabricatului. Piesa a fost recotată, iar profilul acesteia se împarte în portțiuni rectilinii și portțiuni îndoite (Fig. 1.3.3).

Determinarea lungimilor portțiunilor rectilinii l_1, l_2 și l_3 :

$$l_1 = 55 - 32 - 2 = 21 \text{ mm} \quad l_2 = 15 - 2 - 2 - 2 = 9 \text{ mm} \quad l_3 = 32 - 2 = 30 \text{ mm}$$

Fig. 1.3.2 Piesa cotată ca în desen

Fig. 1.3.3 Piesa recotată

Determinarea lungimii portțiunii îndoite:

$x = f\left(\frac{r}{g}\right)$, se alege din tabelul 1.3.1

Tab.1.3.1 Raportul r/g

r/g	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
x	0,323	0,340	0,356	0,367	0,379	0,389	0,400	0,418	0,421	0,426
r/g	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
x	0,441	0,445	0,463	0,469	0,477	0,480	0,485	0,490	0,495	0,500

$g=2\text{mm}$, grosimea piesei, $r=2\text{mm}$, raza de îndoire

$$\frac{r}{g} = \frac{2}{2} = 1 \Rightarrow x = 0.421$$

$$\varphi = 90^\circ, \text{ unghiul de îndoire} \Rightarrow l\varphi_1 = \frac{\pi \cdot 90}{180} * (2 + 0.421 * 2) = 4.46 \text{ mm}$$

$$(2 + 0.421 * 2) = 4.46 \text{ mm}$$

$$l\varphi_2 = \frac{\pi \cdot 90}{180} *$$

Lungimea totala se calculeaza inlocuind valorile obtinute in formula (1): $L_T = 21 + 9 + 30 + 4.46 + 4.46 = 68.92mm$

Astfel se obtine lungimea totala a semifabricatului plan, fiind 68.92 mm. Abaterile cotei desfasuratei preluate din STAS 11111-86 sunt $\pm 0.8mm$.

In continuare se vor calcula lungimea maxima si minima (relatia 3) a semifabricatului, lungimea semifabricatului eliminand partea fractionara (relatia 4) si abaterile (relatia 5) rezultate dupa introducerea partii fractionare a cotei calculate folosind formula (1).

$$L_{max,min} = L_T + A_{s,i} \quad (3) \quad L_{max} = 68.92 + 0.8 = 69.72mm$$

$$L_{min} = 68.92 - 0.8 = 68.12mm$$

$$L = L_T - \{L_T\} \quad (4) \quad L = 68.92 - 0.92 = 68mm$$

$$A_{s1,i1} = L_{max,min} - L \quad (5) \quad A_{s1} = 69.72 - 68 = 1.72mm$$

$$A_{i1} = 68.12 - 68 = 0.12mm$$

In figura 1.3.4 este prezentata schita semifabricatului plan cu cota si abaterile calculate.

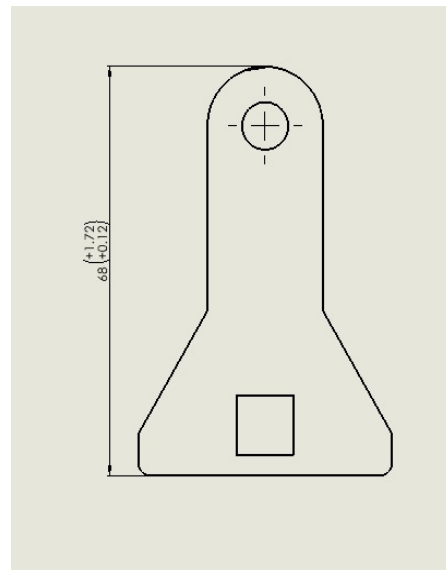


Fig.1.3.4 Schita semifabricatului plan

Etapă 2. Studiul tehnologicitatii piesei

2.1 Tehnologicitatea condițiilor tehnice impuse

Tabelul 2.1 se completează cu valori din desenul de execuție (fig. 2), iar concluziile se notează ca DN (deformare normală), DP(deformare de precizie) sau IMP(deformare plastică la rece). Analiza arată că piesa este realizabilă prin procedee cu precizie standard. In concluzie, piesa poate fi fabricată în condiții obișnuite de lucru.

Tabel 2.1

Dimensiunea nominală	Precizia impusă piesei prin desenul de execuție				Precizia posibil de realizat prin PDPR				Concluzii
	Abateri dimensionale	Abateri la cote libere STAS 11111-86	Abateri de forma	Rugozitatea suprafeței	Abateri dimensionale		Abateri de formă	Rugozitatea suprafeței	
					Deformare normală	Deformare de precizie			
55	-	±1,2	-	Conform procedurii de prelucrare Ra 3,2	±0,15	±0,05	-	Conform procedurii uide prelucrare Ra 3,2	DN
40	-	±0,6	-		±0,10	±0,03	-		DN
32	-	±1,2	-		±0,10	±0,03	-		DN
Ø20	-	±0,5	-		±0,10	±0,03	-		DN
15	-	±1,0	-		±0,10	±0,03	-		DN
10	-	±0,4	-		±0,10	±0,03	-		DN
Ø8	-	±0,4	-		±0,07	±0,02	-		DN
3.5	-	±0,3	-		±0,10	±0,03	-		DN
R2	-	±0,6	-		±0,07	±0,02	-		DN
30°	-	±2°	-		±1°	±0.1°	-		DN
68.92	-	±0,8	-						

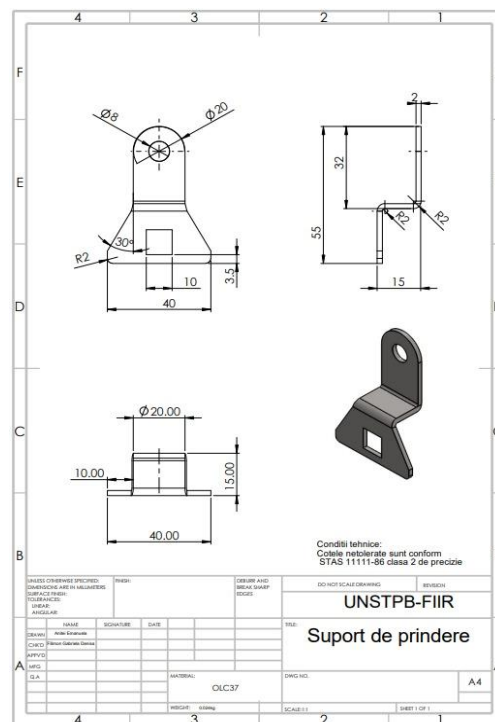


Fig. 2 Desenul de execuție al piesei

2.2 Tehnologicitatea suprafetelor obtinute prin decupare

Înainte de a realiza procedeul de decupare trebuie comparată forma și dimensiunile desfășuratei piesei (Fig. 2.2.1) cu forma și dimensiunile unei piese model (Fig. 2.2.2).

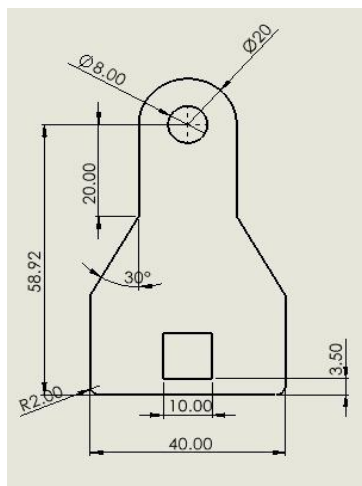


Fig. 2.2.1 Desfășurata piesei

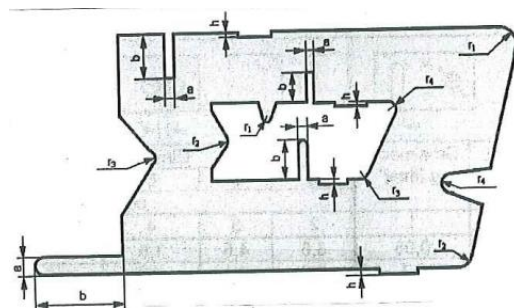


Fig. 2.2.2 Piesa model

Pentru a respecta criteriile de tehnologicitate, piesa trebuie să îndeplinească condițiile $a > 1.2g$ și $b < 15g$, unde g este grosimea piesei, iar a și b sunt dimensiuni caracteristice. Valorile pentru a și b se determină din figura 2.2.3 de unde reiese că: $b = 20 + 10 = 30\text{mm}$, unde 10 reprezintă raza de racordare din partea superioară a piesei, iar 20 lungimea suprafeței din partea superioară a piesei, iar $a = 20\text{mm}$ (conform desenului de execuție).

Se verifică condiția de tehnologicitate:

$$1. a > 1.2 * g \Rightarrow 20 > 1.2 * 2 \Rightarrow 20 > 2.4 \text{ DA}$$

2. $b < 15 * g \Rightarrow 30 < 15 * 2 \Rightarrow 30 < 30$, condiția nu este îndeplinită \Rightarrow cele două inecuații sunt integrate într-un sistem, iar prin rezolvarea acestuia determinăm valoarea lui b în funcție de a .

$$\frac{b}{15} < g < \frac{a}{1.2} \Rightarrow b < \frac{15 * a}{1.2} \Rightarrow b < \frac{15 * 20}{1.2} \Rightarrow b < 250$$

Din sistemul de inecuații de mai sus rezultă faptul că b trebuie să fie mai mic decât 250, iar condiția necesară este îndeplinită. ($30 < 250$)

Pentru cea de-a doua suprafață, valorile lui a și b vor fi determinate pe baza figurii următoare (Fig. 2.2.4)

Din figura 2.2.4 rezultă că: $b = (58.92 + 10) - 20 = 48.92\text{mm}$, unde 58.92 reprezintă lungimea suprafeței piesei până la raza de racordare, 10 reprezintă raza de racordare din partea superioară a piesei, iar 20 este lungimea suprafeței din partea superioară a piesei.

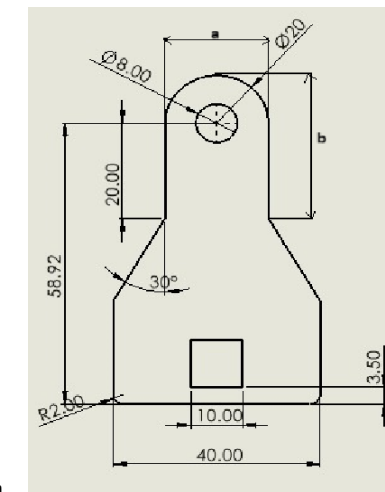


Fig. 2.2.3 Cazul primei suprafețe

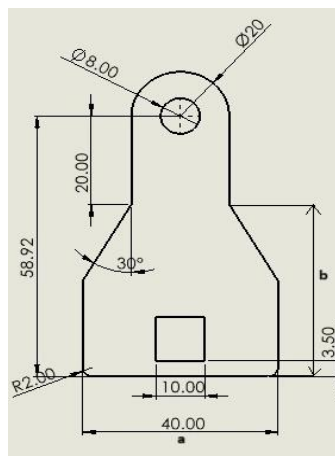


Fig. 2.2.4 Cazul celei de-a doua suprafețe

Din desenul de execuție rezulta ca: $a=40\text{mm}$, latimea suprafeței inferioare a piesei

Se verifica condițiile de tehnologicitate:

1. $a > 1.2 * g \Rightarrow 40 > 1.2 * 2 \Rightarrow 40 > 2.4$ DA și 2. $b < 15 * g \Rightarrow 48.92 < 15 * 2 \Rightarrow 48.92 < 30 \Rightarrow$ condiția nu este îndeplinită \Rightarrow cele două inecuații sunt integrate într-un sistem, iar prin rezolvarea acestuia determinăm valoarea lui b în funcție de a : $\frac{b}{15} < g < \frac{a}{1.2} \Rightarrow b < \frac{15 * a}{1.2} \Rightarrow b < \frac{15 * 40}{1.2} \Rightarrow b < 500$

Din sistemul de inecuații rezultă că $b < 500$, iar condiția este îndeplinită ($48.92 < 500$). Analiza suprafețelor decupate confirmă că toate proeminențele piesei sunt tehnologic realizabile, conform contururilor piesei model.

2.3 Tehnologicitatea suprafețelor obținute prin perforare

Contururile interioare obținute prin perforare respectă condițiile tehnologice. Conturul superior este circular, iar cel inferior este pătrat, conform Fig. 2.3.1.

Din desenul de execuție reiese ca sunt două orificii care trebuie analizate în funcție de condițiile din figura de mai sus.

În primul caz, analiza va fi realizată pentru orificiul cu diametrul de $\varnothing 8$ mm. (Fig. 2.3.2). În acest caz, suprafața se încadrează în a treia situație, unde condiția necesară pentru tehnologicitate este ca $a > 0.8 * g$, cu $g = 2\text{mm}$.

$a > 0.8 * 2 \Rightarrow a > 1.6\text{mm}$ (condiția necesară pentru tehnologicitate)

Din desenul de execuție rezultă $10 - 4 = 6\text{mm}$, valoare mai mare decât 1.6mm , respectând condiția de tehnologicitate. Pentru orificiul pătrat cu latura de 10mm (Fig. 2.3.3), suprafața se încadrează în situația a șasea, unde condiția $a > 0.9 * g$, cu $g = 2\text{mm}$, este îndeplinită.

Din desenul de execuție al piesei rezulta ca $a = 3.5\text{mm}$, valoare care este mai mare decât 1.8mm , asadar condiția de tehnologicitate este respectată.

Dimensiunea minimă a orificiului va fi determinată în funcție de materialul piesei, utilizând tabelul 3.17.

Materialul piesei, OLC37, permite calcularea dimensiunii minime a orificiilor astfel: pentru orificiul circular $d = 1.0 * g = 1.0 * 2 = 2\text{mm}$, iar pentru cel pătrat $a = 0.9 * g = 0.9 * 2 = 1.8\text{mm}$, unde $g = 2\text{mm}$ este grosimea piesei.

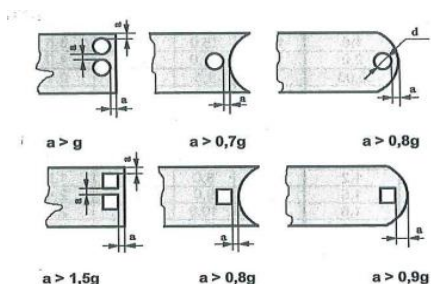


Fig. 2.3.1 Condiții de pozitie relativa

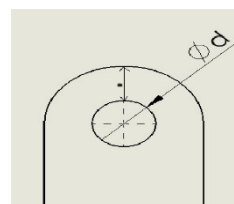


Fig. 2.3.2 Orificiul de $\varnothing 8$ mm

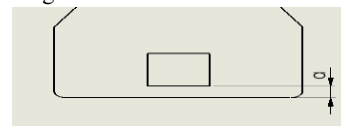


Fig. 2.3.3 Orificiul pătrat ($l=10\text{mm}$)

Tabelul 3.17

Forma orificiului	Dimensiunea minimă a orificiului	Materialul piesei			
		Oțel		Cupru, alamă	Aluminiu
Circulară	Diametrul d	1,2g	1,0g	0,8g	0,7g
Pătrată	Latura a	1,1g	0,9g	0,7g	0,5g
Dreptunghiulară	Latura mică b	0,9g	0,9g	0,6g	0,5g
Ovală	Lățimea b	1,0g	0,9g	0,65g	0,55g

Observații: În cazul poansonelor ghidate pe toată lungimea lor se obțin și orificii cu dimensiuni minime de (0,3...0,55)g.

Verificarea razelor minime de racordare, conform tabelului 3.19, arată că piesa are trei raze: două cu unghiul $\alpha = 90^\circ$ și una cu unghiul $\alpha = 180^\circ$. Raza minimă, calculată ca $r = 0.3 * g = 0.3 * 2 = 0.6 \text{ mm}$, unde g este grosimea piesei, respectă condiția, întrucât raza de racordare cu valoarea cea mai mică este $R2 \text{ mm}$. Pentru perforări, raza minimă se calculează cu $r_{\min} = 0.4 * g \Rightarrow r_{\min} = 0.8 \text{ mm} \Rightarrow$ condiția de tehnologicitate a orificiilor este îndeplinită.

Tabelul 3.19

Material	Raze minime de racordare			
	Decupare		Perforare	
	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha < 90^\circ$	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha < 90^\circ$
Oțel, aluminiu, alamă	0,3g	0,5g	0,4g	0,7g

2.4 Tehnologicitatea pieselor indoite

Analiza piesei arată că linia de îndoire este aproape de o variație bruscă de dimensiune, încadrând piesa în primul caz din figura 2.4.1.

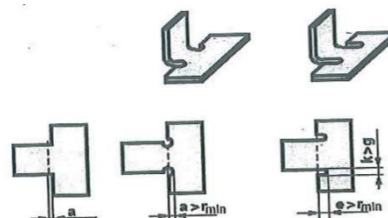


Fig.2.4.1

Din desenul de execuție reiese că raza de îndoire este 2mm, iar grosimea piesei este 2mm. Astfel, se concluzionează că linia de îndoire a piesei este plasată pe un traseu optim, având în vedere condițiile de tehnologice ale piesei.

sunt date în tabelele (3.56), (3.57), (3.58).

Tabelul 3.56

Materialul piesei	Precizia de realizare a unghiului		
	Raza relativă de îndoire, r/g		
	< 1	1...2	2...4
Oțel moale, alamă moale etc. $\sigma_r \leq 30 \text{ daN/mm}^2$	$\pm 15'$	$\pm 30'$	$\pm 1^\circ$
Oțel cu duritate medie $\sigma_r = 40 \text{ daN/mm}^2$	$\pm 30'$	$\pm 1^\circ 30'$	$\pm 3^\circ$
Alamă tare cu $\sigma_r = 35 \text{ daN/mm}^2$ sau oțel tare cu $\sigma_r = 60 \text{ daN/mm}^2$	-	$\pm 3^\circ$	$\pm 5^\circ$

Precizia unghiului de îndoire se analizează folosind tabelul 3.56. Raza relativă de îndoire este $r/g = 2/2 = 1 \text{ mm}$. Conform tabelului, pentru materialul OLC37, precizia este de $\pm 30'$.

Precizia razei de îndoire $R = 2 \text{ mm}$ se analizează conform tabelului 3.57, iar abaterea este de $\pm 0.5 \text{ mm}$.

Tabelul 3.57

Precizia de realizare a razei de îndoire			
Raza de îndoire [mm]	< 3	3...6	6...20
Abaterea [mm]	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$

Pentru verificarea preciziei dimensionale conform tabelului 3.58, piesa se încadrează în situația a patra. Valorile cotelor sunt: $A = 55 - 32 - 2 = 21 \text{ mm}$, $B = 20 \text{ mm}$, $L = 32 - 2 = 30 \text{ mm}$, $r = 2 \text{ mm}$. Din tabelul rezulta că precizia dimensională a unor dimensiuni ale pieselor indoite este de $\pm 0.5 \text{ mm}$.

Tabelul 3.58

Precizia dimensională a unor dimensiuni ale pieselor indoite							
Dimensiunea A a piesei, [mm]							
Lățimea B, [mm]	Grosimea g, [mm]	< 50	50...100	100...150	150...250	250...400	400...700
0	1	2	3	4	5	6	7
< 100	< 1	$\pm 0,3$	$\pm 0,4$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$
	1...3	$\pm 0,5$	$\pm 0,6$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$
	3...6	$\pm 0,6$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	$\pm 1,5$
	6...10	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	$\pm 1,4$	$\pm 1,7$	$\pm 2,0$

Condițiile tehnologice privind raza minimă de îndoire, distanța minimă între marginea orificiilor și liniile de îndoire, precum și lungimea minimă a laturii îndoite vor fi analizate. Parametrii piesei reale (Fig. 2.4.3) vor fi comparați cu valorile standard din Fig. 2.4.2.

Conform desenului de execuție, $h = 32 \text{ mm}$ și $g = 2 \text{ mm}$, astfel $h > 2g$ devine $32 > 4$. Pentru $t = 20 \text{ mm}$, inecuația $t > r + d/2$ devine $20 > 6$. Ambele condiții sunt îndeplinite, confirmând că piesa este realizabilă tehnologic pentru îndoire.

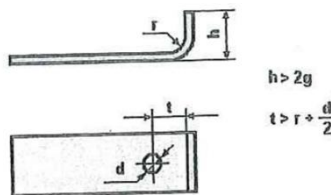


Fig.2.4.2 Piesa model

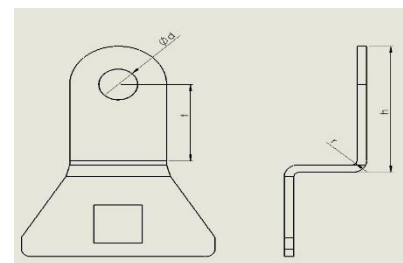


Fig.2.4.3 Piesa reală

Conform tabelului 3.54, raza minimă de îndoire pentru material recopt sau normalizat este $r_{min}=0.1*2=0.2$ mm, atunci când linia de îndoire este perpendiculară pe direcția de laminare și $r_{min}=0.5*2=1$ mm, când linia este paralelă. Pentru material ecruisat, $r_{min}=0.5*2=1$ mm, în cazul liniei perpendiculare și $r_{min}=1*2=2$ mm, în cazul liniei paralele. Raza de îndoire din desen este mai mică sau egală cu raza minimă calculată, permițând realizarea într-o singură operație, fără probleme tehnologice.

Valorile coeficientului k_r pentru determinarea razei minime de indoire				
Materialul prelucrat	Recopt sau normalizat		Ecruisat	
	Poziția liniei de indoire fata de direcția de laminare			
	Perpendiculara	Paralela	Perpendiculara	Paralela
OL37	0,1	0,5	0,5	1,0

Etapa 3

3.1. Analiza diferitelor variante de proces tehnologic

Piesa din figura 3.1.1 poate fi obținută pe baza următoarelor variante de proces tehnologic:

Varianta 1:

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

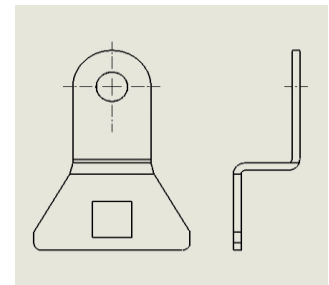


Fig. 3.1.1 Piesa

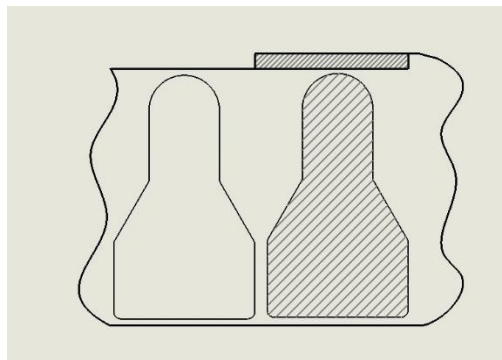


Fig. 3.1.2 Decuparea piesei

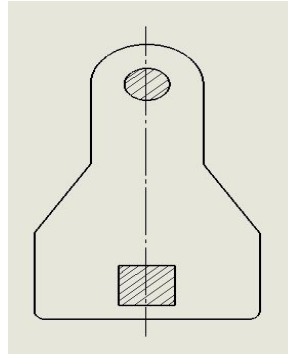


Fig. 3.1.3 Perforarea piesei

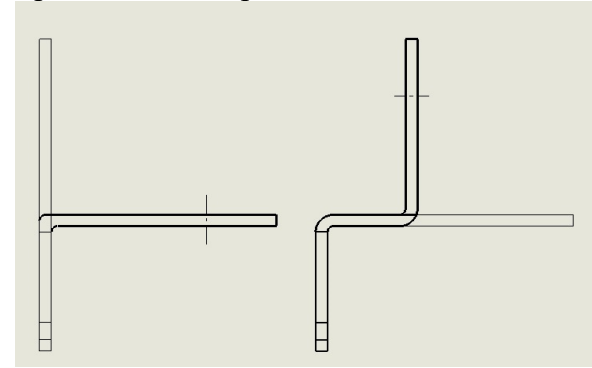


Fig. 3.1.4 Îndoirea piesei

Varianta 2:

- perforarea și decuparea se pot realiza pe o ștanță 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.

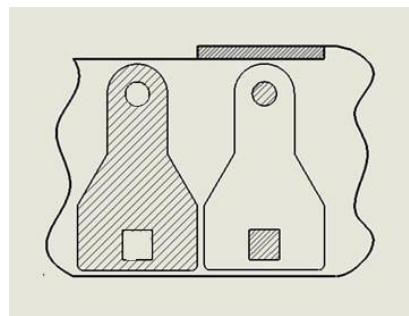


Fig. 3.1.5 Perforarea și decuparea succesivă a piesei

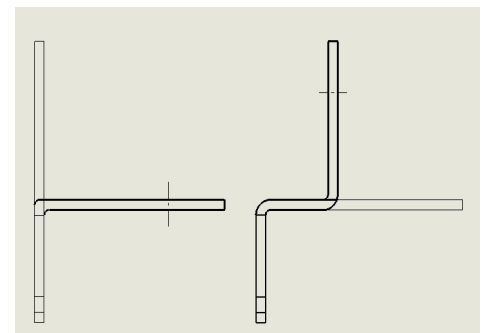


Fig. 3.1.6. Îndoirea piesei

Varianta 3:

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

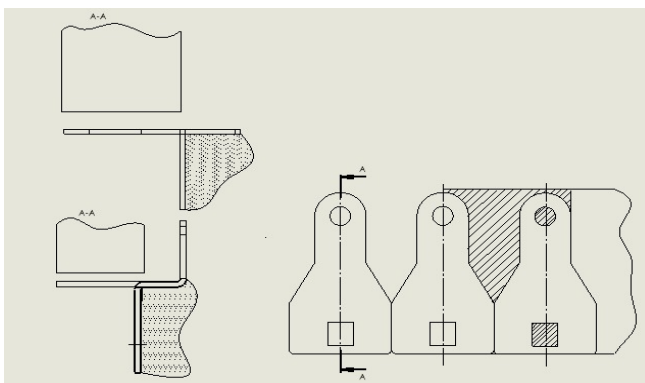


Fig. 3.1.7 Realizarea piesei pe matriță combinată

Cele trei variante sunt centralizate in tabelul 3.1.

Tab. 3.1

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

Pentru piesa reprezentată în figura 3.1.1, se pot lua 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).

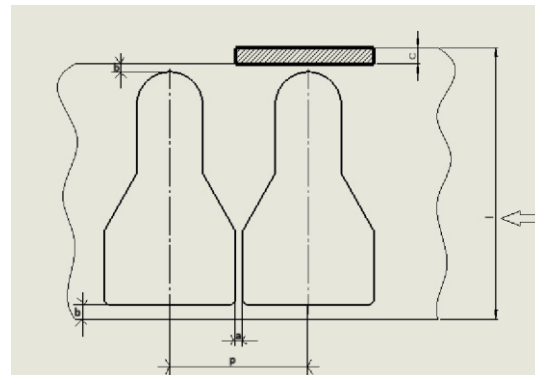


Fig. 3.2.1 Croire dreaptă cu deșeuri

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

Pentru calculul punților laterale b și al celor intermediare a se folosesc următoarele relații (1 și 2): $a = k_1 * k_2 * k_3 * a_1$ (1) și $b = k_1 * k_2 * k_3 * b_1$ (2)

Unde: k_1 : Coeficient ce reflectă natura materialului: 0,8–0,9 pentru oțeluri; 1,2–1,3 pentru cupru și aluminiu; 1,0–1,2 pentru alamă, duraluminiu și bronzuri; 1,5–2,0 pentru aliaje de magneziu și nemetalice; 1,2–2,0 pentru aliaje de titan;

k_2 : Coeficient pentru numărul de treceri: 1 pentru o singură trecere; 1,2 pentru două treceri (poansoane pe un rând sau două rânduri); k_3 : Coeficient pentru orientarea semifabricatului: 0,8 pentru ghidare precisă; 1 pentru orientare mai puțin precisă; b_1 , a_1 : Puntite minime laterale și intermediare stabilite experimental (tab. 4.1).

Pentru variantele de croire alese, calculele sunt:

Croire 1: $a = 0.85 * 1 * 0.8 * 1.6 = 1.088 \text{ mm} \approx 1.1 \text{ mm}$ și $b = 0.85 * 1 * 0.8 * 1.9 = 1.292 \text{ mm} \approx 1.3 \text{ mm}$

Croire 2: $a = 0.85 * 1.2 * 0.8 * 1.6 = 1.3056 \text{ mm} \approx 1.3 \text{ mm}$ și $b = 0.85 * 1.2 * 0.8 * 1.9 = 1.5504 \text{ mm} \approx 1.6 \text{ mm}$

Valoarea puntitei c pe care poansonul de pas o transforma în deșeu este determinată pe cale experimentală și este dată în tabelul 4.3.

Calculul lățimii benzii sau fâșiei:

Lățimea semifabricatului se determină în funcție de dimensiunea piesei transversală pe semifabricat, mărimea punților, existența împingerii laterale, numărul rândurilor de croire și abaterile standardizate sau experimentale ale lățimii (tab. 4.4).

Cunoscând schema de croire, se poate determina lățimea semifabricatului l , în cazul existenței apăsării laterale, folosind relația 3: $L_c = n * D + (n - 1) * a + 2 * b + \Delta l + k * c$ (3), unde: n este numărul rândurilor de croire, D este dimensiunea piesei transversale pe lungimea semifabricatului, a este puntita intermediară, b este puntita laterală, c este puntita tăiată de

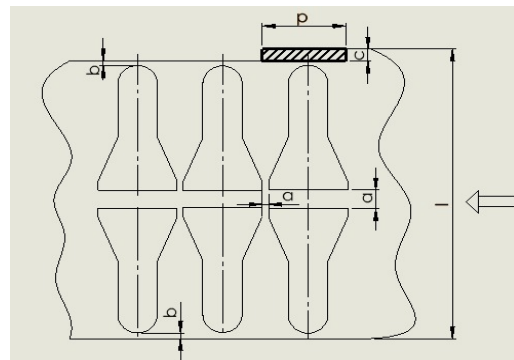


Fig.3.2.2 Croire pe două rânduri cu deșeuri

Tabelul 4.1

Grosimea materialului g , [mm]	Piese rotunde și ovale de dimensiune D , [mm]												Piese pătrate și dreptunghiulare de dimensiune L , [mm]											
	<50						50...100						<50						50...100					
	a ₁		b ₁		a ₁		a ₁		b ₁		a ₁		a ₁		b ₁		a ₁		b ₁		a ₁		b ₁	
	a ₁	b ₁	a ₁	b ₁	a ₁	b ₁	a ₁	b ₁	a ₁	b ₁	a ₁	b ₁	a ₁	b ₁	a ₁	b ₁	a ₁	b ₁	a ₁	b ₁	a ₁	b ₁	a ₁	b ₁
< 0,2	1,5	2,0	1,7	2,2	2,0	2,5	2,2	2,8	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0								
0,2...0,5	1,2	1,5	1,4	1,7	1,6	1,9	1,8	2,2	1,5	1,8	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0								
0,5...1,0	0,8	1,2	1,0	1,4	1,2	1,6	1,4	1,8	1,0	1,5	1,2	1,7	1,7	2,2	2,2	2,7								
1,0...1,5	1,1	1,5	1,3	1,7	1,5	1,9	1,7	2,1	1,4	1,9	1,6	2,1	2,1	2,6	2,6	3,1								
1,5...2,0	1,5	1,9	1,7	2,1	1,9	2,3	2,1	2,5	1,7	2,2	1,9	2,4	2,5	3,0	2,9	3,4								
2,0...2,5	1,8	2,3	2,0	2,5	2,2	2,7	2,4	2,9	2,2	2,6	2,4	2,8	2,9	3,3	3,4	3,8								
2,5...3,0	2,1	2,6	2,3	2,8	2,5	3,0	2,7	3,2	2,5	3,0	2,7	3,2	3,2	3,7	3,7	4,2								
3,0...3,5	2,5	3,0	2,7	3,2	2,9	3,4	3,1	3,6	2,9	3,4	3,1	3,6	3,6	4,1	4,1	4,6								
3,5...4,0	2,6	3,3	3,0	3,5	3,2	3,7	3,4	3,9	3,2	3,7	3,4	3,9	3,9	4,4	4,4	4,9								
4,0...5,0	3,1	3,8	3,3	3,8	3,5	4,0	3,7	4,2	3,6	4,0	3,8	4,2	4,2	4,5	4,5	5,0								
5,0...6,0	3,5	4,2	3,9	4,5	4,2	4,8	4,5	5,0	4,0	4,5	4,5	5,0	5,0	5,5	5,5	6,0								
6,0...7,0	3,8	4,5	4,0	5,0	4,5	5,5	4,8	5,5	4,5	5,0	4,8	5,3	5,5	6,0	6,0	6,5								
7,0...8,0	4,2	5,0	4,5	5,5	4,8	5,8	5,0	6,0	4,8	5,3	5,5	6,0	6,0	7,0	6,5	7,5								
8,0...9,0	4,5	5,5	5,0	6,0	5,2	6,3	5,5	6,5	5,3	6,5	6,0	7,0	6,5	7,5	7,0	8,0								
9,0...10	5,0	6,0	6,0	7,0	6,5	7,5	7,0	8,0	6,8	7,5	7,5	8,0	7,5	8,5	8,0	9,0								

Tabelul 4.3

Grosimea materialului g , [mm]	Puntita c , [mm]
< 1,0	1,5
1,5...2,5	2,0
2,5...3,5	2,5

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

poansonul de pas, Δl este abaterea inferioara la latime a semifabricatului, k este numarul poansoanelor de pas

Pentru variantele de croire alese, calculele sunt:

Croire 1: $L_c = 1 * 68 + (1 - 1) * 1.1 + 2 * 1.3 - 0.4 + 1 * 2 = 72.2mm$

Croire 2: $L_c = 2 * 68 + (2 - 1) * 1.3 + 2 * 1.6 - 0.6 + 1 * 2 = 141.9mm$

Dacă procesul tehnologic prevede obținerea piesei prin retezarea semifabricatului (fig. 4.38), punctia intermediară a se stabilește conform valorilor din tabelul 4.5, pentru a asigura rezistența poansonului de retezat.

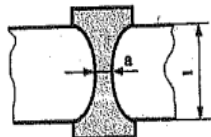


Fig. 4.38 Punctia de retezare

Tabelul 4.5

Grosimea benzii, g [mm]	Latimea l, a benzii [mm]					Grosimea benzii, g [mm]	Latimea 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						1,13					
3,0		3,5	4,0	4,5	5,0	1,25	5,5	6,5	7,5	8,5	10
4,0					6,0	1,50				9,0	11
5,0						1,75					
6,0		4,0	4,5	5,0	5,5	2,00	6,5	6,5	8,0	9,0	11
7,0					7,0	2,50		7,0		10	12
8,0		5,0	5,5	6,0	6,5	3,00	7,0	8,0	9,0	10	12
9,0						3,50			8,5	9,5	11
10,0		5,5	6,0	6,5	7,0	4,00	8,0	8,5	9,0	10	11
12,0						5,00		9,5	11	13	15
14,0		6,0	7,0	8,0	9,0						
16,0											

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	Δl	n				
1	Fig. 3.2.1	1.6	1.9	0.85	1	0.8	1.088	1.292	2	± 0.4	1	5.5	41.088	72.2	75
2	Fig. 3.2.2	1.6	1.9	0.85	1.2	0.8	1.3056	1.5504	2	± 0.6	2	6.5	41.3056	141.9	150

Aprecierea eficientei croirii se face cu relatia(4): $k_c = \frac{n \cdot A}{p \cdot l_s} * 100[\%]$ (4), unde: n este numarul de piese care rezulta dintr-un semifabricat, A este aria piesei determinata de conturul exterior al acesteia, p este pasul de croire, l_s este latimea calculata a fasiei sau standardizata a benzii

Aria piesei determinata de conturul exterior al acesteia este $1751.178134mm^2$ si a fost determinata folosind programul SolidWorks2023.(fig 3.2.3)

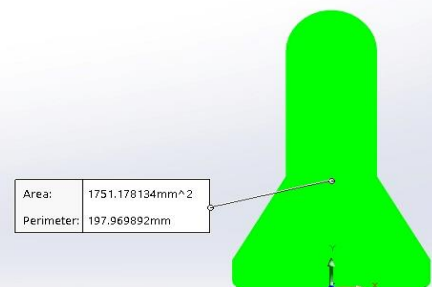


Fig. 3.2.3 Aria piesei determinate de conturul exterior al acesteia

Aprecierea eficientei croirii pentru cele doua variante este:

Croire 1: $k_{c1} = \frac{1 \cdot 1751.178134}{41.088 \cdot 72.2} * 100 = 59.03\%$

Croire 2: $k_{c2} = \frac{2 \cdot 1751.178134}{41.3056 \cdot 141.9} * 100 = 59.75\%$

Aprecierea modului in care se utilizeaza materialul se face prin intermediul relatiei (5): $k_u = \frac{N \cdot A_0}{L \cdot l_s} * 100 [\%]$ (5), unde: N este numarul de piese care rezulta dintr-un semifabricat (banda sau fasie $N=L/p$); A_0 este aria efectiva a piesei (cuprinsa intre conturul exterior si contururile

interioare); l_s este latimea calculata a fasiei sau latimea standardizata a benzii, cu o valoare egala cu cea rezultata din calcul sau standardizata, imediat superioara acesteia; L este lungimea semifabricatului;

Aria efectiva a piesei este $1600.912652mm^2$ si a fost determinata folosind programul SolidWorks2023.(fig 3.2.4)

Aprecierea modului in care se utilizeaza materialul pentru cele doua variante este:

Croire 1:

$$N = \frac{L}{p} = \frac{72.2}{41.088} = 1.76 \Rightarrow \text{numarul de piese care rezulta este 1}$$

$$k_{u1} = \frac{1 \cdot 1600.912652}{68 \cdot 72.2} \cdot 100 = 32.6\%$$

Croire 2:

$$N = \frac{L}{p} = \frac{141.9}{41.3056} = 3.43 \Rightarrow \text{numarul de piese care rezulta este 3}$$

$$k_{u2} = \frac{3 \cdot 1600.912652}{68 \cdot 141.9} \cdot 100 = 49.77\%$$

Etapa 4. Scheme tehnologice-Îndoire

Semifabricatul plan (Fig. 4.1), pregătit cu perforarile necesare, este baza procesului de îndoire pentru obținerea piesei finale conform cerințelor.

Urmează etapa de îndoire în formă de Z, necesară pentru obținerea piesei finale (Fig. 4.2). Procesul se realizează cu ajutorul unei matrițe complexe, care permite efectuarea îndoirilor precise în mai multe planuri, asigurând respectarea cerințelor geometrice și funcționale ale piesei finale.

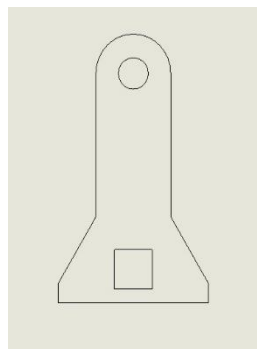


Fig.4.1 Semifabricatul piesei

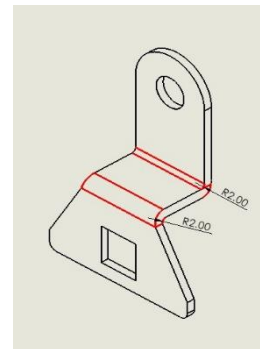


Fig. 4.2 Piesa indoita

Construcția elementelor de orientare a semifabricatelor individuale

În procesul de îndoire, semifabricatul plan este poziționat precis pe placa activă a matriței pentru aliniere corectă conform desenului tehnic și toleranțelor impuse. Pentru semifabricatul piesei din figura 4.1, orientarea este asigurată de o șaibă crestată (element 1) montată în placa activă (element 3), poziționând corect semifabricatul (element 2) față de muchiile active (Fig. 4.3).

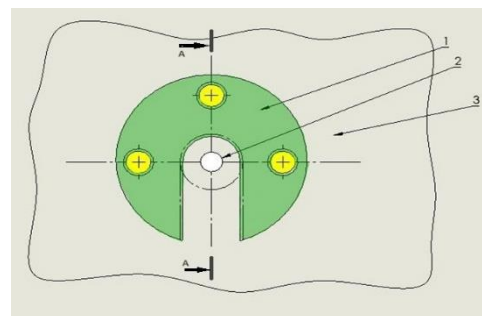


Fig. 4.3 Construcția elementelor de orientare

Procedee de îndoire a pieselor din semifabricate individuale

Cazul de îndoire în formă de Z presupune utilizarea matrițelor simple sau complexe, într-o fază sau mai multe, în funcție de precizie, dimensiuni, volum de producție și raportul între laturi. Deoarece latura mijlocie a piesei este mai mică, matrița trebuie să blocheze una dintre laturile lungi înainte de îndoire (fig. 4.5). Semifabricatul 3 este fixat între elementul de apăsare 6 și placa activă 1, iar la coborârea pachetului superior, arcurile 5 se comprimă, permițând poansonului 4 să realizeze îndoirea în Z a piesei 2.

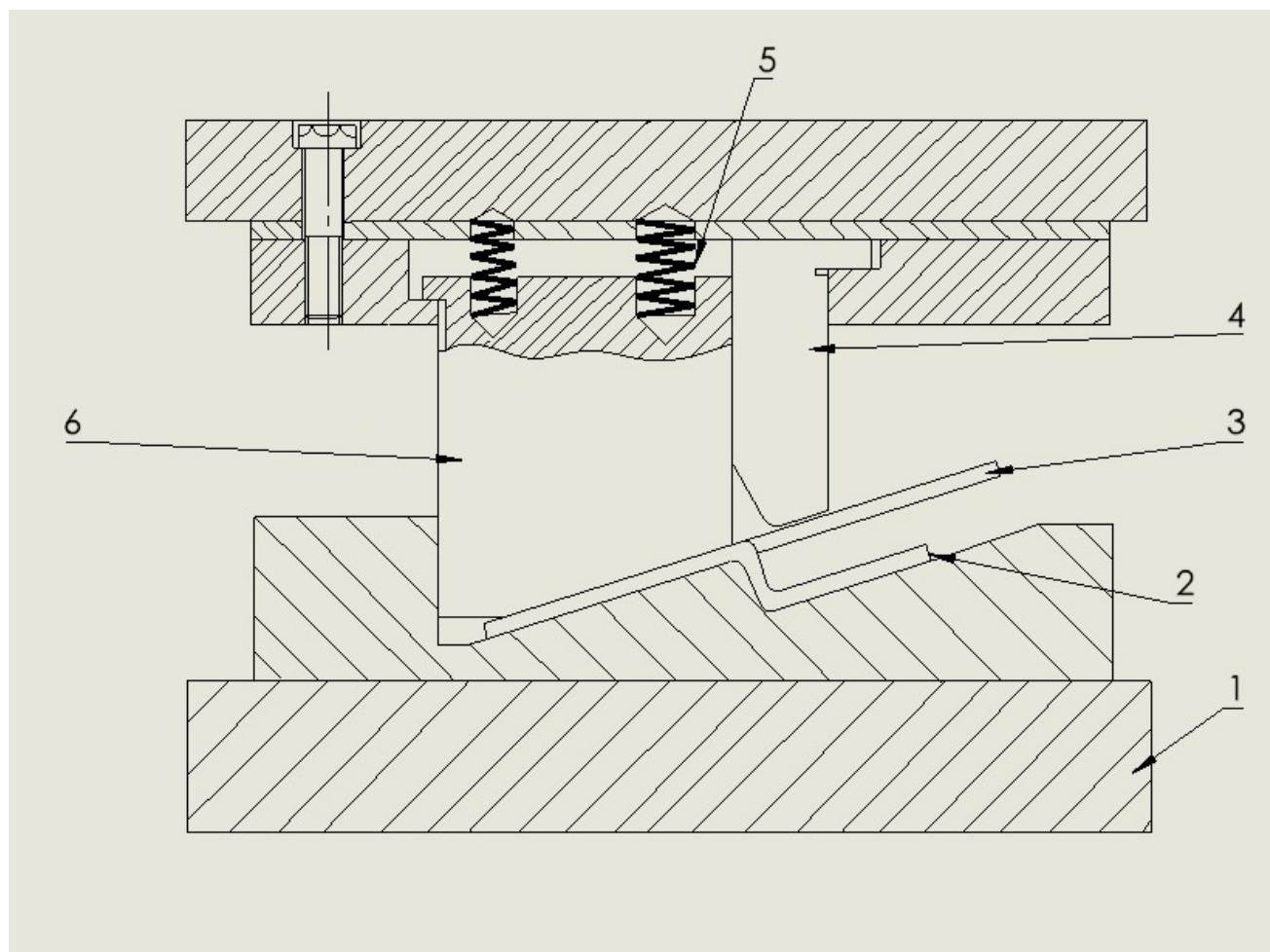


Fig. 4.5 Îndoirea piesei în Z pe o matriță complexă

Etapa 5. Calculul fortelor- Indoire

În figura 5.1 este prezentat desenul de execuție al piesei îndoită de pe care se vor prelua cotele folosite ulterior în calcul.

Pentru prima îndoire la 90° , forța se va calcula cu relația: $F = \frac{\sigma_r * b * g^2}{4 * l_0}$ (g - grosimea materialului, b - lățimea piesei, $l_0 = r_p + r_{pl} + g$ - bratul fortei, σ_r - rezistența la rupere), iar pentru a doua îndoire, cu calibrare, forța se va calcula folosind relația: $F = q * A$ (A - aria piesei aflată sub poanson care urmează să fie îndoită, q - presiunea de calibrare preluată din tabelul 7.14).

În figura 5.2 este reprezentată schema tehnologică a procesului de îndoire.

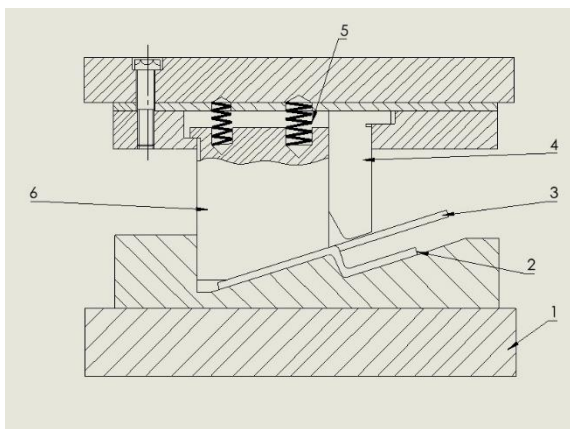


Fig.5.2 Schema tehnologică a procesului de îndoire

Pentru a evita rotirea materialului în jurul punctului A asupra materialului, care rămâne nedeformat, se acționează cu o forță Q cel puțin egală cu forța de deformare F . Deci, pentru procesul de îndoire, presa trebuie să dezvolte o forță F_p , care să asigure atât deformarea propriu-zisă, cât și menținerea orizontală a semifabricatului, conform relației: $F_p > F + Q \Rightarrow Q \geq F$

Îndoirea 1: $F_1 = \frac{\sigma_r * b * g^2}{4 * l_{01}}$

$\sigma_r = 425 [N/mm^2]$, valoare preluată din tabelul 11.10, corespunzătoare materialului OL 37; $b=20mm$, lățimea piesei preluată din desenul de execuție (fig.5.1); $g=2mm$; $r_p = 2mm = r_{pl}$, valori preluate din desenul de execuție (fig. 5.1) $\Rightarrow l_{01} = 2 + 2 + 2 = 6mm$

$$\Rightarrow F_1 = \frac{425 * 20 * 2^2}{4 * 6} = 1416 N \Rightarrow F_{1final} = F_1 + Q = 1416 + 1416 = 2832N$$

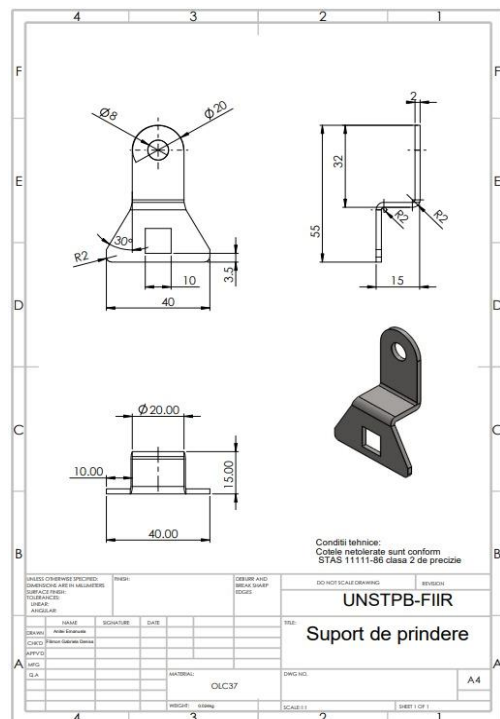


Fig.5.1 Desenul de execuție al piesei

Tabelul 11.10

Proprietățile mecanice ale tabelor de oțel folosite la ștanțare

Denumirea oțelului	Marca oțelului	Rezistența la forfecare τ N/mm ²	Rezistența la rupere σ_r N/mm ²	Alungirea relativă δ_2 minim %
Tăbli subțiri de oțel carbon obișnuit, STAS 500; $g=0,5-4 mm$	OL 32	280-340	320-400	33-28
	OL 34	290-380	340-420	31-26
	OL 37	330-400	380-470	25-21
	OL 42	360-450	420-520	23-19
	OL 50	520-620	600-720	14-11
	OL 60k	≥ 600	≥ 700	10-8
	OL 70k			

Indoirea 2: $F_2 = q * A$

A=Aria efectiva a piesei este $1600.912652mm^2$,determinata folosind programul SolidWorks2023

$q=6 daN/mm^2$, valoare preluata din tabelul 7.14 corespunzatoare grosimii $g=2mm$ a materialului

Tabelul 7.14

Material	Presiunea de calibrare q , în funcție de grosimea materialului [daN/mm^2]			
	<1	1...2	2...5	5...10
Aluminiu	1,0...1,5	1,5...2,0	2...3	3...4
Alamă	1,5...2,0	2,0...3,0	3...4	4...6
OLC10, OLC16	2,0...3,0	3,0...4,0	4...6	6...8
OLC25, OLC35	3,0...4,0	4,0...5,0	5...7	7...10

$$\Rightarrow F_2 = 6 * 1600.912652 = 96050 N$$

Forta totala de indoire:

$$F_t = F_{1final} + F_2 = 2832 + 96050 = 98882 N$$

Alegerea utilajului de presare

Forța totală de indoire este de 98882 N, iar pe baza acesteia se va selecta utilajul de presare din tabelul 7.71.

Asadar, utilajul ales este PAI 10.

Tab. 7.71

Prese cu excentric cu simplu efect, de fabricatie romaneasca		
Caracteristici tehnice	Tipul presei	Unitatea de masura
	Cuplaj cu pana rotitoare	
	PAI 10	
Forta nominala, Fn	10	10^4N
Număr de curse duble, n	150	mm^{-1}
Domeniul de reglare al cursei, C	8...60	mm
Reglarea lungimii bielei, M	45	mm
Distanța maximă între masă și berbec	200	mm
Înclinarea maximă a presei	30	grade
Locașul pentru cep ($\phi \times l$)	32x60	mm
Dimensiunile mesei (A x B)	400x270	mm
Dimensiunea orificiului din masă (ϕ)	150	mm
Grosimea plăcii de înălțare	45	mm
Dimensiunea orificiului plăcii	90	mm
Puterea motorului	1,5	kW
Lungimea	750	mm
Lățimea neînclinată	1050	mm
Lățimea înclinată	1250	mm
Înălțimea	1760	mm