



**Universitatea POLITEHNICA
București Facultatea de
Inginerie Industrială Și
Robotică**

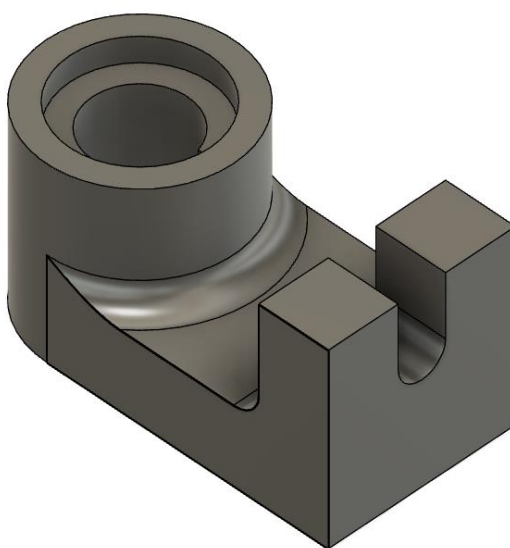
Splaiul Independenței, no. 313,
Bucharest– RO-060042, ROMANIA
Tel: +4021 3171001 Fax: +4021
3171002
www.upb.ro



Proiect Procese Industriale 1

Studii universitare de Licență

2023-2024



Student: Vasile Mihai - Adrian

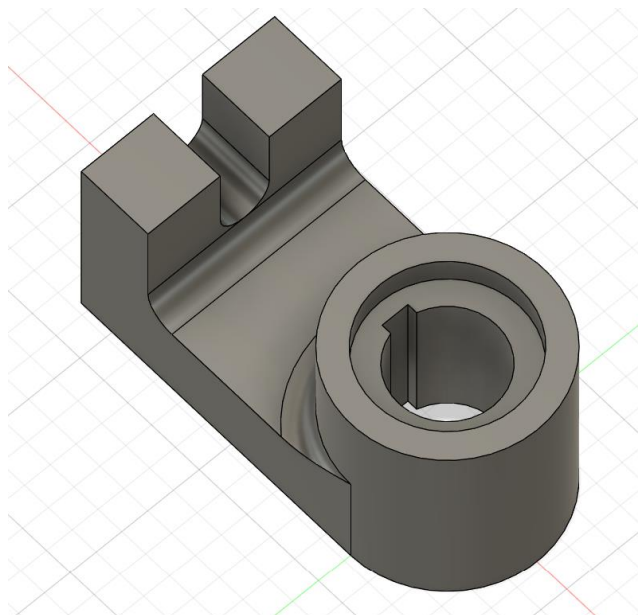
Coordonatori: SL. Dr. Ing. Daniel MANOLACHE

Prof. Dr. Ing. Nicolae IONESCU

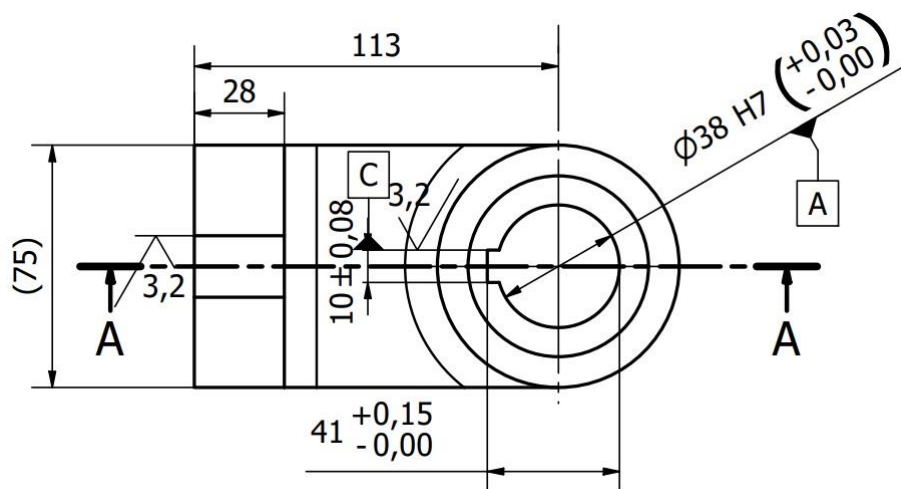
Cuprins:

1. Date inițiale generale	3
1.1. Produsul	3
2. Date constructive	3
2.1. Analiza desenului de execuție al reperului	3
2.2. Analiza caracteristicilor constructive prescrise piesei	6
2.2.1. Marcarea suprafețelor	6
2.2.2. Tipologie și caracteristici prescrise suprafețelor piesei	7
2.2.3. Interpretarea preciziei dimensionale prescrise suprafețelor piesei	9
3. Analiza preciziei geometrice	14
3.1. Precizia formei suprafețelor piesei	14
3.1.1. Precizia de formă macrogeometrică	14
3.1.2. Precizia de formă micro geometrică	16
3.1.3. Precizia de poziție relativă.....	17
4. Calcul ajustaje	19
5. Lanțuri de dimensiuni	23
7. Realizarea unei aplicații informatice	26

După examinarea atentă a desenului tehnic, am reușit să modelez piesa corespunzător în programul Fusion 360 (figura 1.2). Este evident numărul specific de secțiuni și vederi prezentate pentru a ilustra integral piesa în cauză. Având în vedere aceste secțiuni și vederi, putem înțelege cu claritate structura și utilizarea acestei piese. Desenul tehnic cuprinde vederea principală de sus (figura 1.3) a piesei și secțiunea: A-A, redată la scară 1:2. Secțiunea A-A intersectează corpul pe plan orizontal central.



Figură 1.2 Piesa modelată în Fusion

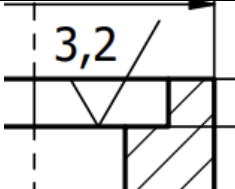
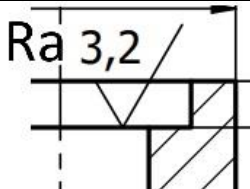


Figură 1.3 Vederea principală a piesei

În urma modelării 3D, s-a concluzionat că cotele și vederile disponibile sunt suficiente pentru a finaliza întreaga piesă și pentru a înțelege configurația acesteia. Modelul a fost verificat prin introducerea materialelor utilizate, în acest caz AlSi9Cu3, greutatea fiind neprecizată în subsolul paginii (tabelul cu detalii). Scara piesei este de 1:2.

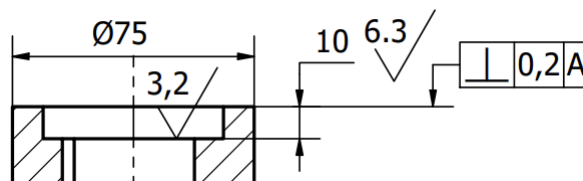
Documentul de proiectare precizează condițiile tehnice, incluzând toleranțele generale conform standardului SR EN 22768:1995 – fK, unghiurile necotate de 0,5x45°, razele necotate R1 și materialul folosit.

Conform standardului ISO 21920-1:2021, rugozitatea se notează în concordanță cu exemplul următor: $\sqrt{Ra\ 3,2}$, unde 3.2 este un exemplu care reprezintă valoarea numerică pentru rugozitate, iar Ra este abaterea medie aritmetică, cea mai folosită dintre toți parametrii de rugozitate. Se mai folosește în unele cazuri și Rz ($Rz \approx 4 \cdot Ra$). Astfel se observă că rugozitatea este reprezentată greșit, conform exemplului de mai jos.

Notare greșită a rugozității	Notare corectă a rugozității
	

Prin interpretarea și analiza atentă a dimensiunilor specificate în desenul tehnic, avem capacitatea de a determina dimensiunile exacte ale piesei. Aceasta se datorează faptului că pe desen sunt înscrise dimensiunile de gabarit ale piesei, oferindu-ne un cadru precis pentru determinarea mărimilor și formei acesteia. De exemplu, lungimea este de 150,5 mm, lățimea maximă 75 mm, iar înălțimea maximă este 75,1 mm.

- Existența următoarelor elemente pe desen și notarea în conformitate cu standardele actuale:
 - Indicarea scării de desenare și verificarea respectării acesteia: scara de desenare este 1:2 și se respectă;
 - Prezența simbolizării liniilor / planelor de simetrie: În desenul tehnic există prezența simbolizării liniilor / planelor de simetrie, exemplul în figura de mai jos;



Figură 1.1 simbol perpendicularitate

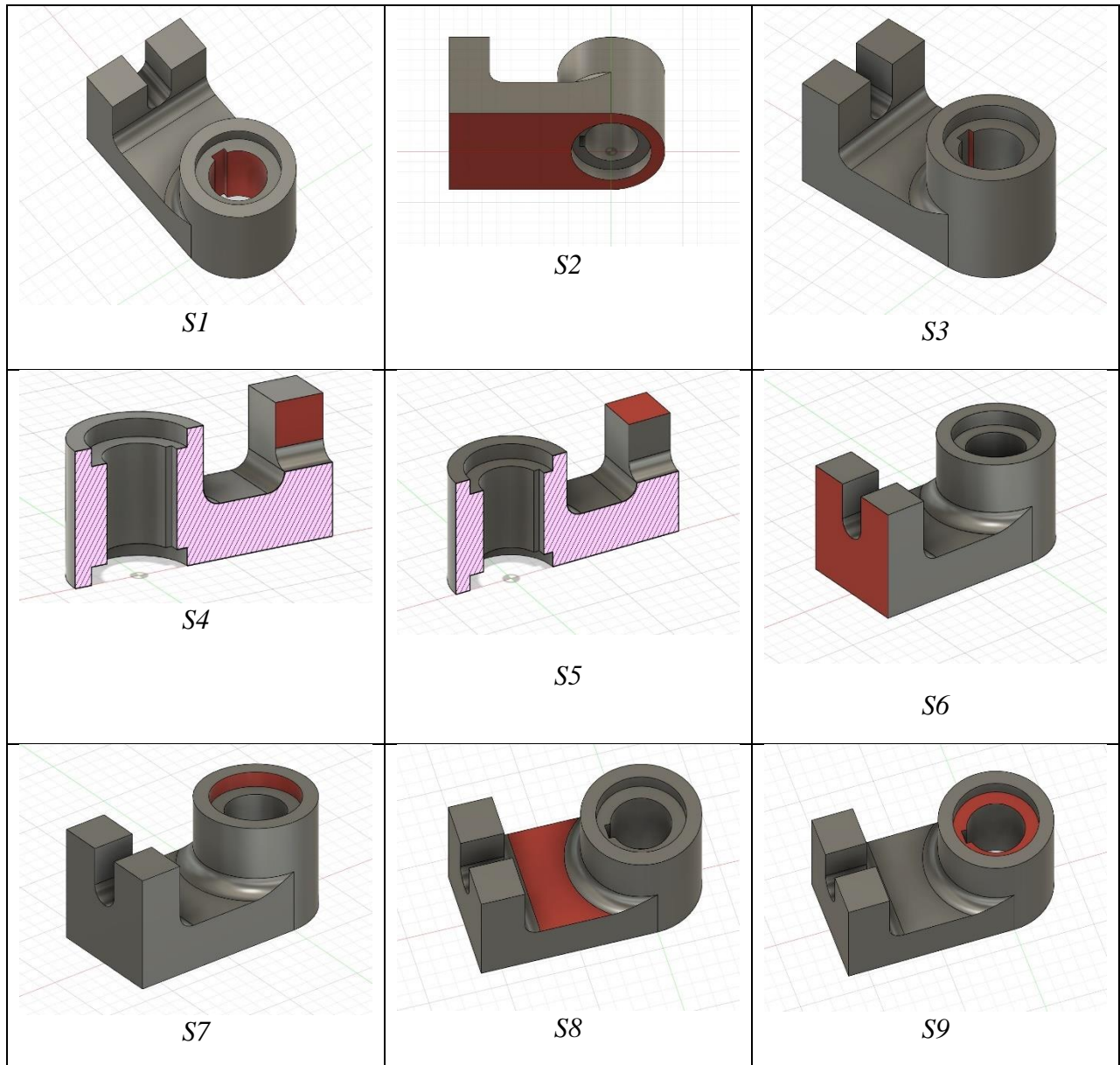
- Reprezentarea corectă a diferitelor entități: În desenul tehnic sunt reprezentate corect toate entitățile prezente.
- Indicarea razelor și/sau teșiturilor și precizarea celor necotate: În desen putem observa teșituri cu cote particulare și cu cote generale. În programul Fusion, se folosește standard diametrul, însă putem modifica în rază, la fel ca la teșituri se observă ambele cote: particulare și generale.
- Indicații în legătură cu dimensiunile netolerate: Toleranțe generale SR EN 22768:1995 – fK. În desen există și toleranțe individuale, notate conform ultimelor două moduri prezentate în secțiunea 2.2.3.
- Indicații referitoare la calitatea suprafețelor ce compun piesa: Rugozitatea generală: 12,5. Pe desenul tehnic sunt prezente și rugozități individuale: generale și rugozități care ne indică că suprafața a fost realizată prin așchiere.

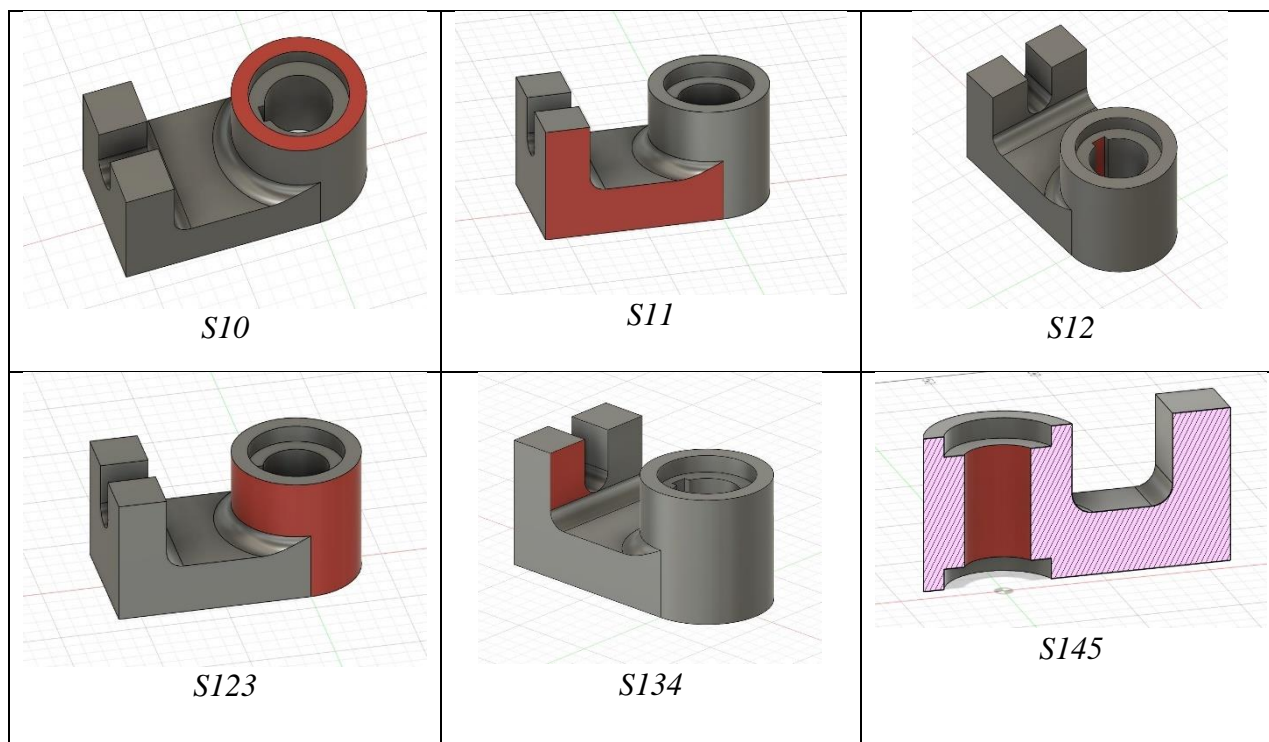
Din evaluarea detaliată a componentelor, se constată că desenul în prezent nu evidențiază deficiențe în procesul de execuție.

2.2. Analiza caracteristicilor constructive prescrise piesei

2.2.1. Marcarea suprafețelor

În etapa inițială a procesului de fabricație a componentei, se va începe prin definirea și marcarea suprafețelor exterioare și interioare care delimitează piesa. Această marcă se va realiza folosind simbolul 'Si' și linii de poziționare, dispuse pe vederile sau secțiunile componente din desenul tehnic. Schemele care evidențiază numerotarea acestor suprafețe sunt prezentate în figura.





2.2.2. Tipologie și caracteristici prescrise suprafețelor piesei

Pe baza identificării suprafețelor, se vor centraliza următoarele informații asociate conform tabelului.

S_i	Forma suprafeței	Dimensiune	Precizia dimensională (toleranțe individuale)	Precizia dimensională (toleranțe generale)	Frecvență utilizare ca bază de cotate	Alte condiții
S1	Secțiune circulară cu canal de pană	Diametru: $\varnothing 41 \pm 0,15$ Lung: 55	+0,15 Dia: -0,00 IT8 – IT9	Lung: $\frac{\pm 0,15}{f}$	1	Pentru lejeritatea procesului de fabricare și citire a datelor putem să trecem la clasa de toleranță IT9
S2	Plană exterioară	Lung: $150,5 \pm 0,10$ Lat: 75	-	-	1	Suprafețele plane nu au precizie de dimensiune pentru că un plan nu are dimensiune
S3	Plană interioară (canal de pana)	Lung: 55 Lat: $3 \pm 0,15$	-	-	2	-

S4	Plană exterioară	Lung: 28 Lat: 25	-	-	2	-
S5	Plană exterioară	Lung: 28 Lat: 28	-	-	2	-
S6	Plană exterioară	Lung: 75 Lat: 75±0,15	+0,15 Dia: -0,15 IT9	Lung: $\frac{\pm 0.15}{f}$	1	IT9
S7	Cilindrică interioară	Diametru: Ø56±0,1 Lung: 10	+0,1 Dia: -0,1 IT8 – IT9	Lung: $\frac{\pm 0.15}{f}$	2	Pentru lejeritatea procesului de fabricare și citire a datelor putem să trecem la clasa de toleranță IT9
S8	Plană exterioară	Lung: 75 Lat: 46±0,15	-	-	1	-
S9	Plană interioară	Dia. mic: Ø38±0,03 Dia. mare: Ø56±0,1	-	-	1	-
S10	Plană exterioară	Dia. mare: Ø75 Dia. mic: Ø56±0,1	-	-	1	-
S11	Plană exterioară	Lung: 113 Lat: 75	-	-	2	-
S12	Plană interioară (canal de pana)	Lung: 55 Lat: 10±0,08	-	-	1	-
S13	Cilindrică exterioară	Diametru: Ø75 Lung: 75	-	Lung: $\frac{\pm 0.15}{f}$	1	Suprafața S13 nu prezintă toleranțe individuale. Nu are o importanță tehnică la fel de ridicăată ca primele suprafețe

S14	Plană exterioară	Lung: 37.5 Lat: 34.5	-	-	2	-
S15	Cilindrică interioară	Diametru: $\varnothing 38 \pm 0,03$ Lung: 55	$+0,03$ Dia: $-0,00$ $IT7 - IT8$	Lung: $\frac{\pm 0,15}{f}$	1	Pentru lejeritatea procesului de fabricare și citire a datelor putem să trecem la clasa de toleranță IT8

2.2.3. Interpretarea preciziei dimensionale prescrise suprafețelor piesei

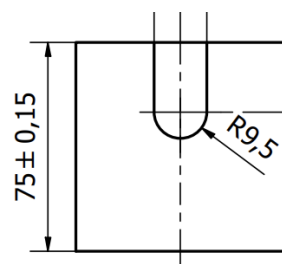
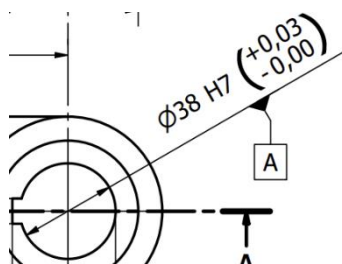
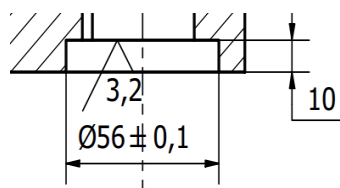
Numărul de cote pentru fiecare modalitate de prescriere din desen					
Arbori (a)			Alezaie (b)		
I	II	III	I	II	III
0	0	3	0	1	2

În următoarele pagini am prezentat și detaliat 3 dimensiuni tolerate individual.

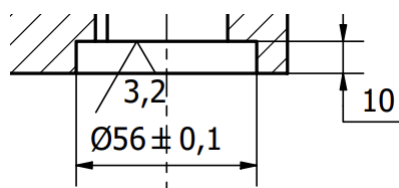
EX1: Alezaj $\varnothing 56 +0.10 -0.10$

EX2: Alezaj $\varnothing 38 +0.03 -0.00$

EX3: Arbore 75mm $+0.15 -0.15$



Dimensiunea 1 (alezaj):



- Dimensiunea nominală – Dnom: 56;
- Abateri dimensionale:
 - Abateri superioare: +0.1; (ES = Dmax – Dnom)
 - Abateri inferioare: -0.1; (EI = Dmin – Dnom)
- După limitele intervalului de dimensiuni pe care îl determină, există dimensiunile limită:
 - Dimensiunea maximă – Dmax: 56.1;
 - Dimensiunea minimă – Dmin: 55.9;

- Toleranțe dimensionale:

$$TD = ES - EI = 0.1 - (-0.1) = 0.2 \text{ mm}$$

$$T_n = K_n \cdot i = K_n \cdot (0.45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0.001 \cdot D) [\mu\text{m}]$$

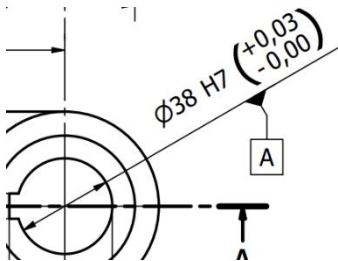
$$D = \sqrt[3]{D_1 \cdot D_2} = \sqrt[3]{(50 \cdot 80)} = \sqrt[3]{(4000)} = 63.25 \Rightarrow D = 63.25 \Rightarrow \sqrt[3]{D} = \sqrt[3]{63.25} = 3.98 \mu\text{m}$$

$$T_n = 40 \cdot i = 40 \cdot (0.45 \cdot 3.98 + 0.001 \cdot 63.25) = 74.17 \mu\text{m} \Rightarrow \text{treapta de toleranță fundamentală este IT9}$$

Nominal size D mm
 Tolerance hub
 Upper limit deviation ES mm
 Lower limit deviation EI mm



Dimensiunea 2 (alezaj):



- Dimensiunea nominală – Dnom: 38;
- Abateri dimensionale:
 - Abateri superioare: +0.03; (ES = Dmax – Dnom)
 - Abateri inferioare: -0.00; (EI = Dmin – Dnom)
- După limitele intervalului de dimensiuni pe care îl determină, există dimensiunile limită:
 - Dimensiunea maximă – Dmax: 38.03;
 - Dimensiunea minimă – Dmin: 38.00;

- Toleranțe dimensionale:

$$TD = ES - EI = 0.03 - (-0.00) = 0.03 \text{ mm}$$

$$T_n = K_n \cdot i = K_n \cdot (0.45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0.001 \cdot D) [\mu\text{m}]$$

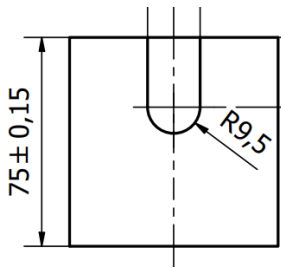
$$D = \sqrt[3]{D_1 \cdot D_2} = \sqrt[3]{(30 \cdot 50)} = \sqrt[3]{(1500)} = 38.72 \Rightarrow D = 38.72 \Rightarrow \sqrt[3]{D} = \sqrt[3]{38.72} = 3.38 \mu\text{m}$$

$$T_n = 25 \cdot i = 25 \cdot (0.45 \cdot 3.38 + 0.001 \cdot 38.72) = 38.99 \mu\text{m} \Rightarrow \text{treapta de toleranță fundamentală este IT8}$$

Nominal size D mm
 Tolerance hub
 Upper limit deviation ES mm
 Lower limit deviation EI mm



Dimensiunea 3 (arbore):



- Dimensiunea nominală – Dnom: 75;
- Abateri dimensionale:
 - Abateri superioare: +0.15; (ES = Dmax – Dnom)
 - Abateri inferioare: -0.15; (EI = Dmin – Dnom)
- După limitele intervalului de dimensiuni pe care îl determină, există dimensiunile limită:
 - Dimensiunea maximă – Dmax: 75.15;
 - Dimensiunea minimă – Dmin: 74.85;
- Toleranțe dimensionale:

$$TD = ES - EI = 0.15 - (-0.15) = 0.35 \text{ mm}$$

$$T_n = K_n \cdot i = K_n \cdot (0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D) [\mu\text{m}]$$

$$D = \sqrt[3]{D_1 \cdot D_2} = \sqrt[3]{(50 \cdot 80)} = \sqrt[3]{4000} = 63,25 \Rightarrow D = 63,25 \Rightarrow \sqrt[3]{D} = \sqrt[3]{63,25} = 3,98 \mu\text{m}$$

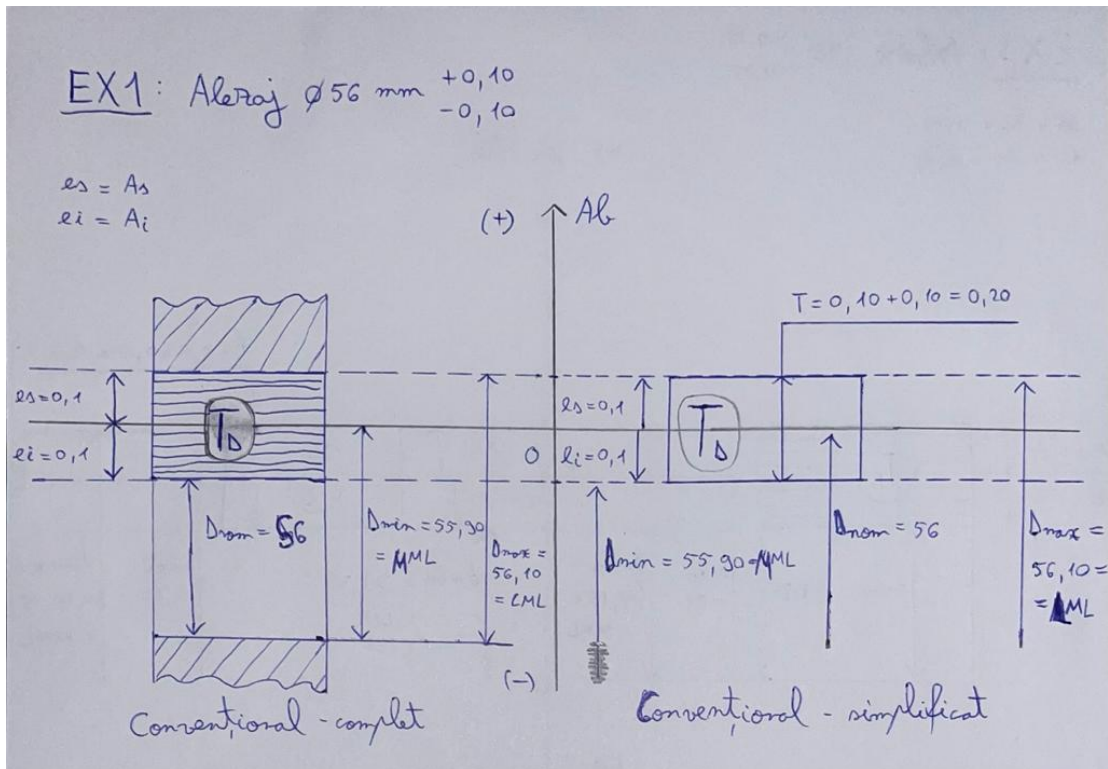
$$T_n = 40 \cdot i = 16 \cdot (0,45 \cdot 3,98 + 0,001 \cdot 63,25) = 74,17 \mu\text{m} \Rightarrow \text{treapta de toleranță fundamentală este IT9}$$

Nominal size	D	<input type="text" value="75"/>	mm
Tolerance hub		<input type="text" value="C"/> <input type="text" value="9"/>	
Upper limit deviation ES		<input type="text" value="0.224"/>	mm
Lower limit deviation EI		<input type="text" value="0.15"/>	mm

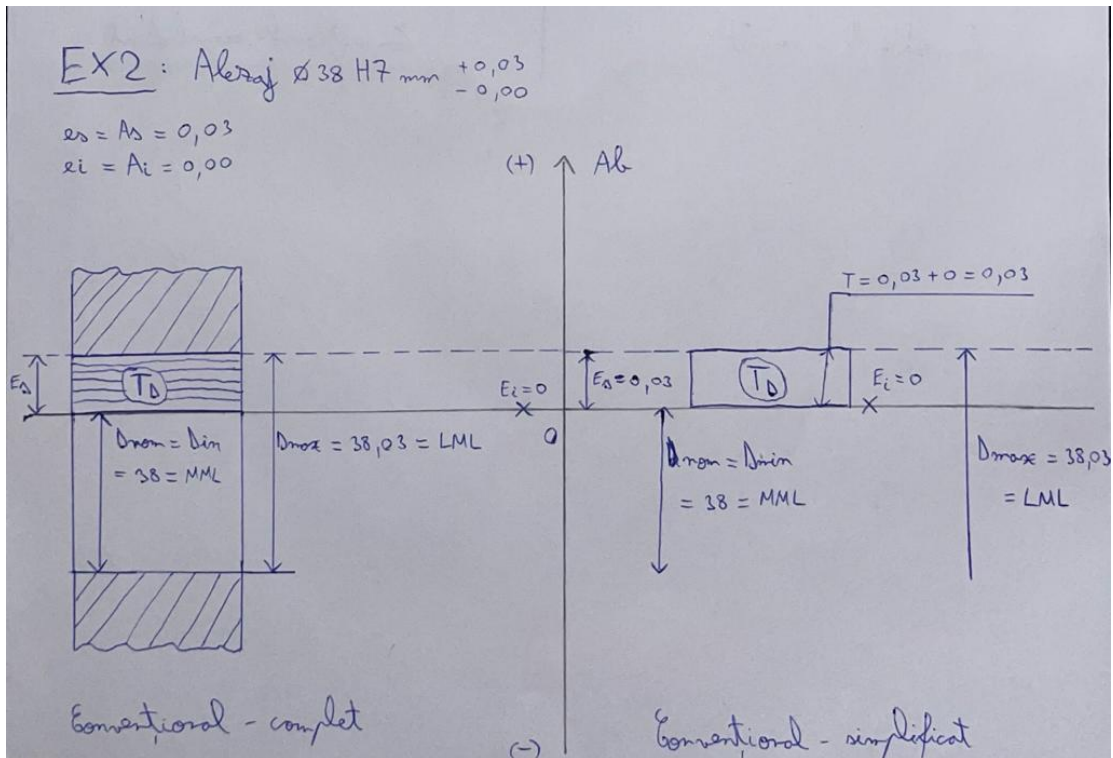


Rezolvare:

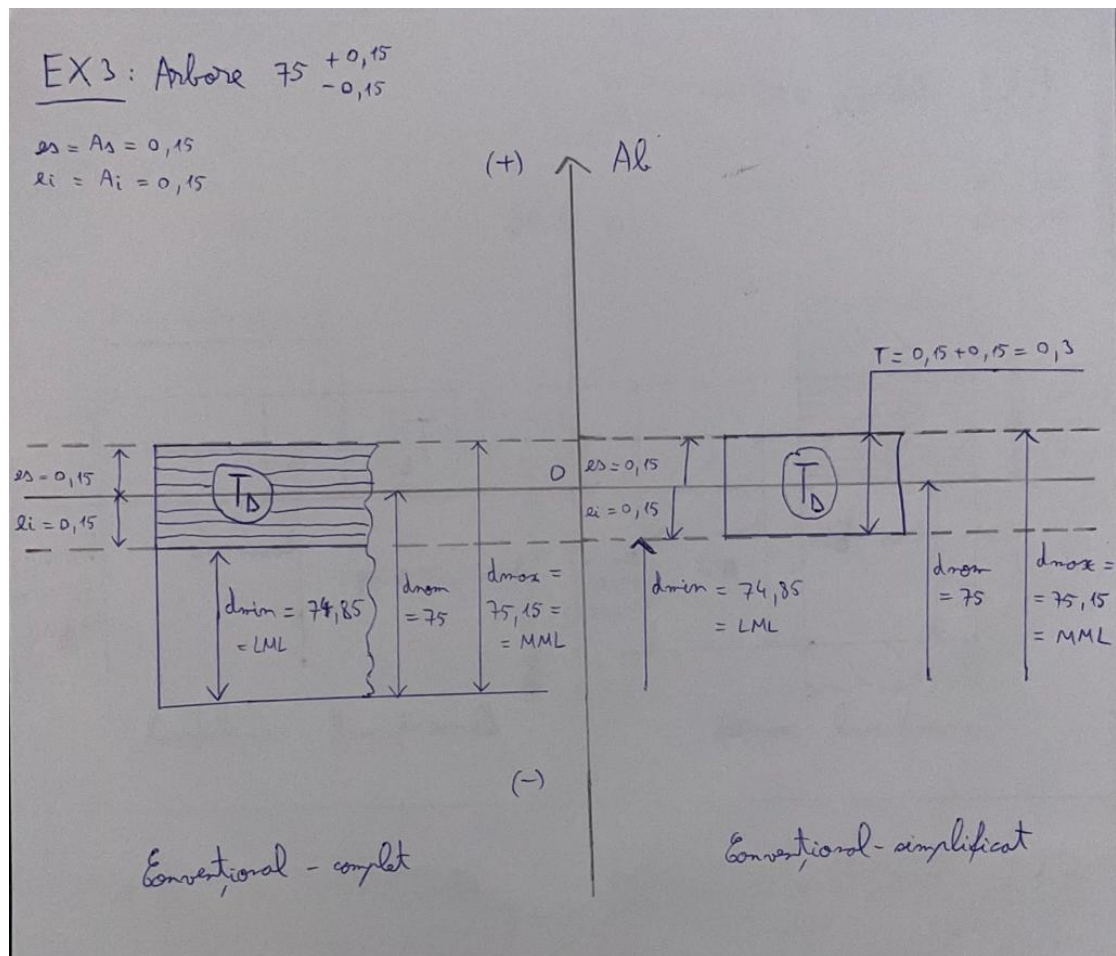
EX1: Alezaj $\varnothing 56 +0.10 -0.10$



EX2: Alezaj $\varnothing 38 +0.03 -0.00$



EX3: Arbore 75mm +0.15 -0.15



3. Analiza preciziei geometrice

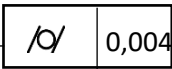
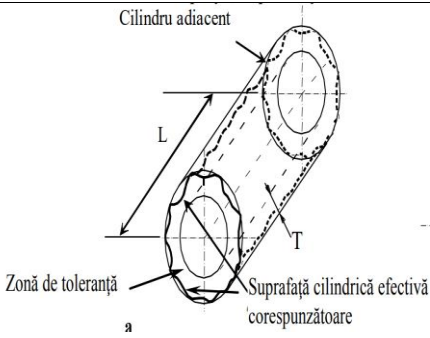
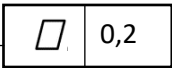
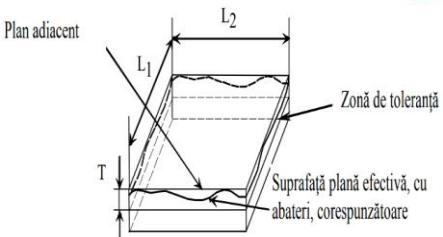
3.1. Precizia formei suprafețelor piesei

Precizia formei suprafețelor reprezintă gradul de corespondență dintre forma suprafețelor reale/efective, obținute în urma prelucrării și forma suprafețelor prescrisă de proiectant pe desenul de execuție al piesei. Abaterile de la forma suprafețelor sunt diferențele cu care se obține forma suprafețelor prelucrate față de forma nominală a acelorași suprafețe, specificată în documentația de execuție.

3.1.1. Precizia de formă macrogeometrică

Si	Forma suprafeței	Dimensiune (mm)	Precizie de formă macrogeometrică (toleranțe individuale)	Precizie de formă macrogeometrică (toleranțe generale)	Obs.
S1	Secțiune circulară cu canal de pană	Diametru: $\varnothing 41 \pm 0,15$ Lung: 55	$\left(\frac{ Q }{V} 0,004 \right)$	-	Se poate observa rolul funcțional important ale suprafețelor S1 și S15, consider că se poate adăuga o toleranță individuală dintr-o clasă de precizie mai mare, se propune clasa V (0,004)
S2	Plană exterioară	Lung: $150,5 \pm 0,10$ Lat: 75	-	$\frac{ \square }{K} 0,4 $	Având în vedere lipsa înscriserii în desen a preciziei la planitate, scriem precizia pe baza toleranțelor generale (K).
S3	Plană interioară (canal de pana)	Lung: 55 Lat: $3 \pm 0,15$	-	$\frac{ \square }{K} 0,05 $	Având în vedere lipsa înscriserii în desen a preciziei la planitate, scriem precizia pe baza toleranțelor generale (K).
S4	Plană exterioară	Lung: 28 Lat: 25	-	$\frac{ \square }{K} 0,1 $	Având în vedere lipsa înscriserii în desen a preciziei la planitate, scriem precizia pe baza toleranțelor generale (K).
S5	Plană exterioară	Lung: 28 Lat: 28	-	$\frac{ \square }{K} 0,1 $	Având în vedere lipsa înscriserii în desen a preciziei la planitate, scriem precizia pe baza toleranțelor generale (K).

S6	Plană exterioară	Lung: 75 Lat: 75±0,15	-	$\frac{ \square 0,2}{K}$	Având în vedere lipsa înscrierii în desen a preciziei la planitate, scriem precizia pe baza toleranțelor generale (K).
S7	Cilindrică interioară	Diametru: Ø56±0,1 Lung: 10	$\left(\frac{ \oslash 0,005}{V}\right)$	-	Datorită rolului funcțional important, consider că se poate adăuga o toleranță individuală dintr-o clasă de precizie mai mare, se propune clasa V (0,005)
S8	Plană exterioară	Lung: 75 Lat: 46±0,15	-	$\frac{ \square 0,2}{K}$	Având în vedere lipsa înscrierii în desen a preciziei la planitate, scriem precizia pe baza toleranțelor generale (K).
S9	Plană interioară	Dia. mic: Ø38±0,03 Dia. mare: Ø56±0,1	-	$\frac{ \square 0,2}{K}$	Având în vedere lipsa înscrierii în desen a preciziei la planitate, scriem precizia pe baza toleranțelor generale (K).
S10	Plană exterioară	Dia. mare: Ø75 Dia. mic: Ø56±0,1	-	$\frac{ \square 0,2}{K}$	Având în vedere lipsa înscrierii în desen a preciziei la planitate, scriem precizia pe baza toleranțelor generale (K).
S11	Plană exterioară	Lung: 113 Lat: 75	-	$\frac{ \square 0,4}{K}$	Având în vedere lipsa înscrierii în desen a preciziei la planitate, scriem precizia pe baza toleranțelor generale (K).
S12	Plană interioară (canal de pana)	Lung: 55 Lat: 10±0,08	-	$\frac{ \square 0,05}{K}$	Având în vedere lipsa înscrierii în desen a preciziei la planitate, scriem precizia pe baza toleranțelor generale (K).
S13	Cilindrică exterioară	Diametru: Ø75 Lung: 75	$\left(\frac{ \oslash 0,012}{VII}\right)$	-	Ținând cont de importanța tehnică a suprafeței în componența piesei este important să propunem o clasă de precizie scăzută, precum VII.
S14	Plană exterioară	Lung: 37.5 Lat: 34.5	-	$\frac{ \square 0,2}{K}$	Având în vedere lipsa înscrierii în desen a preciziei la planitate, scriem precizia pe baza toleranțelor generale (K).
S15	Cilindrică interioară	Diametru: Ø38±0,03 Lung: 55	$\left(\frac{ \oslash 0,004}{V}\right)$	-	-

Si	Denumirea toleranței	Simbolizare grafică toleranță prescrisă	Formă și dimensiune zona de toleranță	Reprezentare zonă de toleranță
S1/S15	Cilindrică		Suprafața tolerată trebuie să se încadreze într-un interval definit de doi cilindri coaxiali, ale căror diametre diferă cu o valoare radială echivalentă cu toleranța specificată pentru cilindricitate, stabilită la 0,004 mm.	
S10	Plană		Situată între un plan adiacent, tangent la suprafața plană reală și un plan paralel, ambele la o distanță echivalentă cu toleranța de planitate de 0,2 mm față de planul adiacent.	

3.1.2. Precizia de formă micro geometrică

Prin identificarea suprafețelor conform punctelor 2.2.1 și 2.2.2, însoțită de analiza desenului de execuție a piesei, se propune centralizarea unor informații esențiale, precum:

1. **Numărul de simboluri individuale de rugozitate prescrisă:** Acest aspect va fi detaliat și cuantificat în vederea unei înțelegeri exhaustive a necesităților de prelucrare ale suprafețelor relevante.
2. **Rugozitatea generală prescrisă pentru celelalte suprafețe:** Se va realiza o sinteză a cerințelor generale privind rugozitatea, astfel încât să ofere o perspectivă completă asupra standardelor aplicate.
3. **Analiza conformității simbolurilor cu regulile generale de înscriere pe desen:** Se va efectua o evaluare amănunțită a simbolurilor de rugozitate în raport cu normele stabilite. În situația identificării abaterilor de la standard, se vor propune soluții de corectare eficiente.
4. **Centralizarea tabulară a rugozităților individuale și a celei generale:** Toate informațiile referitoare la rugozitățile individuale vor fi prezentate într-un format tabelar coerent și comprehensiv. Aceasta va oferi o imagine sintetică a cerințelor specifice pentru fiecare suprafață în parte, facilitând astfel o gestionare mai eficientă a proceselor ulterioare de prelucrare.

Prin aplicarea acestui proces de centralizare și analiză detaliată, se vizează asigurarea unei conformități riguroase la standardele stabilite, cu posibilitatea de a propune îmbunătățiri sau corectări în cazul identificării unor devieri semnificative.

Tip condiție prescrisă	Parametrul	Suprafețele asociate	Obs.
Rugozități individuale	Ra 3,2 / IT11, N8	S5,S7	Procedeul de prelucrare: Forjare și Matrițare
	Ra 1,60 / IT10, N7	S1/S15	
	Ra 6,3 / IT12, N9	Nu se precizează	
Rugozitate generală	Ra 12,5 / IT13, N10	Nu se precizează	Procedeul de prelucrare: Forjare

3.1.3. Precizia de poziție relativă

Si	Forma suprafeței	Dimensiune	Precizie de precizie relativă (toleranțe individuale de orientare, poziție, bătaie)	Precizie de precizie relativă (toleranțe generale de orientare, poziție, bătaie)	Obs.
S1	Secțiune circulară cu canal de pană	Diametru: $\varnothing 41 \pm 0,15$ Lung: 55	-	-	-
S2	Plană exterioară	Lung: $150,5 \pm 0,10$ Lat: 75	-	$\frac{\perp 0,4}{K}$	-
S3	Plană interioară (canal de pana)	Lung: 55 Lat: $3 \pm 0,15$	-	$\frac{\equiv 0,6}{K}$	-
S4	Plană exterioară	Lung: 28 Lat: 25	$\frac{\equiv 0,15}{X}$	-	-
S5	Plană exterioară	Lung: 28 Lat: 28	-	$\frac{\equiv 0,6}{K}$	-
S6	Plană exterioară	Lung: 75 Lat: $75 \pm 0,15$	-	$\frac{\perp 0,4}{K}$	-
S7	Cilindrică interioară	Diametru: $\varnothing 56 \pm 0,1$ Lung: 10	-	-	-
S8	Plană exterioară	Lung: 75 Lat: $46 \pm 0,15$	-	$\frac{\perp 0,4}{K}$	-
S9	Plană interioară	Dia. mic: $\varnothing 38 \pm 0,03$ Dia. mare: $\varnothing 56 \pm 0,1$	-	$\frac{\perp 0,4}{K}$	-

S10	Plană exterioară	Dia. mare: Ø75 Dia. mic: Ø56±0,1	-	$\frac{\perp 0,4}{K}$	-
S11	Plană exterioară	Lung: 113 Lat: 75	-	$\frac{\perp 0,4}{K}$	-
S12	Plană interioară (canal de pana)	Lung: 55 Lat: 10±0,08	-	$\frac{\perp 0,4}{K}$	-
S13	Cilindrică exterioară	Diametru: Ø75 Lung: 75	$\frac{\perp 0,2}{XII}$	-	-
S14	Plană exterioară	Lung: 37.5 Lat: 34.5	-	$\frac{\equiv 0,6}{K}$	-
S15	Cilindrică interioară	Diametru: Ø38±0,03 Lung: 55	-	-	-

Si	Denumirea toleranței	Simbolizare grafică	Tip element tolerat	Tip bază de referință	Formă, dimensiune, orientare / poziție zona de toleranță	Reprezentare zonă de toleranță
S1	Perpendicularitate		Cilindru	Axă de simetrie	Volumul restrâns al unui cilindru de diametru de 38mm, cu axa perpendiculară pe baza de referință A- A ce are un diametru egal, cu toleranța de 0,2 mm.	
S14	Simetrie		Cilindru	Axă de simetrie	Se pune în evidență simetria suprafeței S14 cu suprafața aflată pe partea exterioară a piesei; cu o distanță de 19 mm față de axa de simetrie a vederii din spate a schiței prezentate.	

4. Calcul ajustaje

Prin examinarea atentă a desenului de execuție a piesei, cu focalizare pe identificarea dimensiunilor entităților de tip arbore sau alezaj, exprimate în format specific care include abaterea fundamentală și treapta de precizie (de exemplu, 20 H7 sau 30 g6), propunem inițierea și analizarea a două tipuri distincte de ajustaje (de exemplu, alunecător și presat sau cu joc și presat). Aceste ajustaje vor fi supuse unui calcul meticulos al parametrilor corespunzători, iar rezultatele vor fi prezentate printr-o diagramă simplificată a ajustajului.

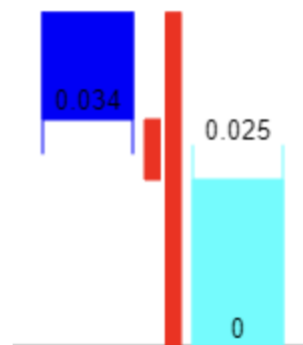
Procesul de analiză va aborda următoarele aspecte:

1. Identificarea și extragerea dimensiunilor relevante: se vor identifica dimensiunile asociate entităților de tip arbore sau alezaj, inclusiv abaterea fundamentală și treapta de precizie, în conformitate cu indicațiile din desen;
2. Generarea a două tipuri de ajustaje: se vor formula și detalia două tipuri de ajustaje distincte, cum ar fi alunecător și presat sau cu joc și presat, în concordanță cu specificațiile desenului;
3. Calculul parametrilor ajustajului: pentru fiecare tip de ajustaj generat, se vor efectua calculul detaliat al parametrilor corespunzători, asigurându-se astfel o adaptare precisă la cerințele de precizie stabilite;
4. Reprezentarea simplificată a ajustajului: rezultatele calculului vor fi sintetizate și prezentate printr-o diagramă simplificată a ajustajului, furnizând o înțelegere vizuală clară a relațiilor dintre componentele implicate și a caracteristicilor ajustajului.

Rezolvare:

Alezaj: $\varnothing 38 \text{ H7 } \left(\begin{smallmatrix} +0.025 \\ -0.00 \end{smallmatrix} \right) \rightarrow \frac{\text{H7}}{r6}$

Nominal size	D	<input type="text" value="38"/>	mm
Tolerance hub		<input type="text" value="H"/> <input type="text" value="7"/>	
Upper limit deviation	ES	<input type="text" value="0.025"/>	mm
Lower limit deviation	EI	<input type="text" value="0"/>	mm
Tolerance shaft		<input type="text" value="r"/> <input type="text" value="6"/>	
Upper limit deviation	es	<input type="text" value="0.05"/>	mm
Lower limit deviation	ei	<input type="text" value="0.034"/>	mm
<input type="button" value="Calculate"/>			
Interference fit			
Minimum interference	imin	<input type="text" value="0.009"/>	mm
Maximum interference	imax	<input type="text" value="0.05"/>	mm



a)

Alezaj: $\varnothing 38 \text{ H7 } \left(\begin{smallmatrix} +0.025 \\ -0.00 \end{smallmatrix} \right)$

$$D_{\text{nom}} = 38 \text{ mm}$$

$$E_i = 0 \text{ mm}$$

$$E_s = 0,025 \text{ mm}$$

$$TD = E_s - E_i = 0,025 \text{ mm}$$

$$D_{\text{min}} = D_{\text{nom}} + E_i = 38 + 0 = 38 \text{ mm}$$

$$D_{\text{max}} = D_{\text{nom}} + E_s = 38 + 0,025 = 38,025 \text{ mm}$$

Arbore: $\varnothing 38 \text{ r6 } \left(\begin{smallmatrix} -0.05 \\ -0.034 \end{smallmatrix} \right)$

$$d_{\text{nom}} = 38 \text{ mm}$$

$$e_s = -0,05 \text{ mm}$$

$$e_i = -0.034 \text{ mm}$$

$$T_d = e_s - e_i = -0.05 - (-0.034) = -0.016$$

$$d_{\text{min}} = d_{\text{nom}} + e_i = 38 + (-0.034) = 37,966 \text{ mm}$$

$$d_{\text{max}} = d_{\text{nom}} + e_s = 38 + (-0,05) = 37,95 \text{ mm}$$

b) În cazul ales ajustajul este cu strângere.

c) Jocul maxim și minim reies din figura de mai sus ca fiind:

$$J_{\text{max}} = 0.05 \text{ mm}$$

$$J_{\text{min}} = 0.009 \text{ mm}$$

$$J_{\text{med}} = \frac{J_{\text{max}} + J_{\text{min}}}{2} = \frac{0.05 + 0.009}{2} = 0.0295 \text{ mm (jocul mediu)}$$

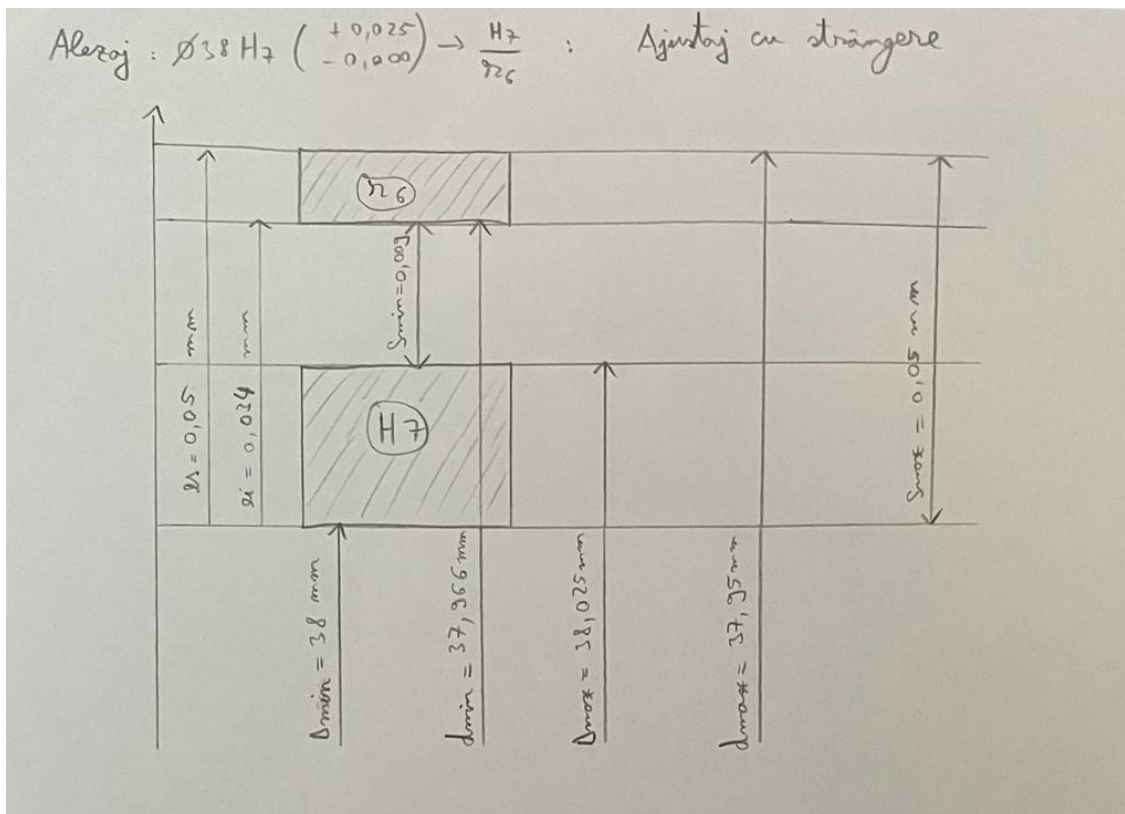
$$T_j = T_{aj} = J_{\text{max}} - J_{\text{min}} = TD + T_d = 0.05 - 0.009 = 0.041 \text{ mm (toleranța jocului / toleranța ajustajului)}$$

$$T_{j \text{ prob}} = T_{aj \text{ prob}} = \sqrt{TD^2 + T_d^2} = \sqrt{0.03^2 + 0.016^2} = 0.034 \text{ mm (toleranța probabilă a ajustajului)}$$

$$J_{\text{max prob}} = J_{\text{max}} - \frac{T_j - T_{j \text{ prob}}}{2} = 0.05 - \frac{0.041 - 0.034}{2} = 0.0465 \text{ mm (jocul maxim probabil)}$$

$$J_{\text{min prob}} = J_{\text{min}} + \frac{T_j - T_{j \text{ prob}}}{2} = 0.009 + \frac{0.041 - 0.034}{2} = 0.0125 \text{ mm (jocul minim probabil)}$$

d) Reprezentarea grafică simplificată a ajustajului cu strângere:



Alezaj: $\varnothing 38 \text{ H7 } \left(\begin{smallmatrix} +0.025 \\ -0.000 \end{smallmatrix} \right) \rightarrow \frac{\text{H7}}{\text{m6}}$

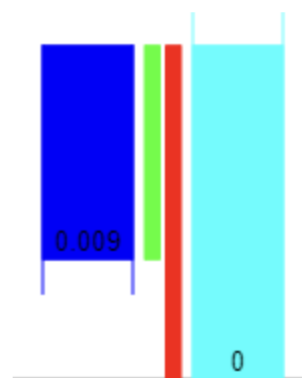
Nominal size	D	<input type="text" value="38"/>	mm
Tolerance hub		<input type="text" value="H"/> <input type="text" value="7"/>	
Upper limit deviation	ES	<input type="text" value="0.025"/>	mm
Lower limit deviation	EI	<input type="text" value="0"/>	mm
Tolerance shaft		<input type="text" value="m"/> <input type="text" value="6"/>	
Upper limit deviation	es	<input type="text" value="0.025"/>	mm
Lower limit deviation	ei	<input type="text" value="0.009"/>	mm
<input type="button" value="Calculate"/>			
Transition fit			
Maximum clearance	cmax	<input type="text" value="0.016"/>	mm
Maximum interference	imax	<input type="text" value="0.025"/>	mm

©MESYS AG

a)

Alezaj: $\varnothing 38 \text{ H7 } \left(\begin{smallmatrix} +0.025 \\ -0.000 \end{smallmatrix} \right)$

$D_{nom} = 38 \text{ mm}$



$$E_i = 0 \text{ mm}$$

$$E_s = 0,025 \text{ mm}$$

$$TD = E_s - E_i = 0,025 \text{ mm}$$

$$D_{\min} = D_{\text{nom}} + E_i = 38 + 0 = 38 \text{ mm}$$

$$D_{\max} = D_{\text{nom}} + E_s = 38 + 0,025 = 38,025 \text{ mm}$$

$$\text{Arbore: } \varnothing 38 \text{ m6}_{(-0.009, -0.025)}$$

$$d_{\text{nom}} = 38 \text{ mm}$$

$$e_i = +0,009 \text{ mm}$$

$$e_s = +0,025 \text{ mm}$$

$$T_d = e_s - e_i = 0,025 - 0,009 = 0,016$$

$$d_{\min} = d_{\text{nom}} + e_i = 38 + 0,009 = 38,009 \text{ mm}$$

$$d_{\max} = d_{\text{nom}} + e_s = 38 + 0,025 = 38,025 \text{ mm}$$

b) În cazul ales ajustajul este intermediar.

c) Jocul maxim și Strângerea maximă reies din figura de mai sus ca fiind:

$$J_{\max} = 0.016 \text{ mm}$$

$$S_{\max} = 0.025 \text{ mm} = -J_{\min}$$

$$J_{\text{med}} = \frac{J_{\max} + J_{\min}}{2} = \frac{J_{\max} - S_{\max}}{2} = \frac{0.016 - 0.025}{2} = -0.0045 \text{ mm (jocul mediu)}$$

$$S_{\text{med}} = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{S_{\max} - J_{\max}}{2} = \frac{0.025 - 0.016}{2} = 0.0045 \text{ mm} = -J_{\text{med}} \text{ (strângerea medie)}$$

$$T_{aj.i} = T_j = TD + T_d = 0.03 + 0.016 = 0.046 \text{ mm (toleranta ajustajului intermediar)}$$

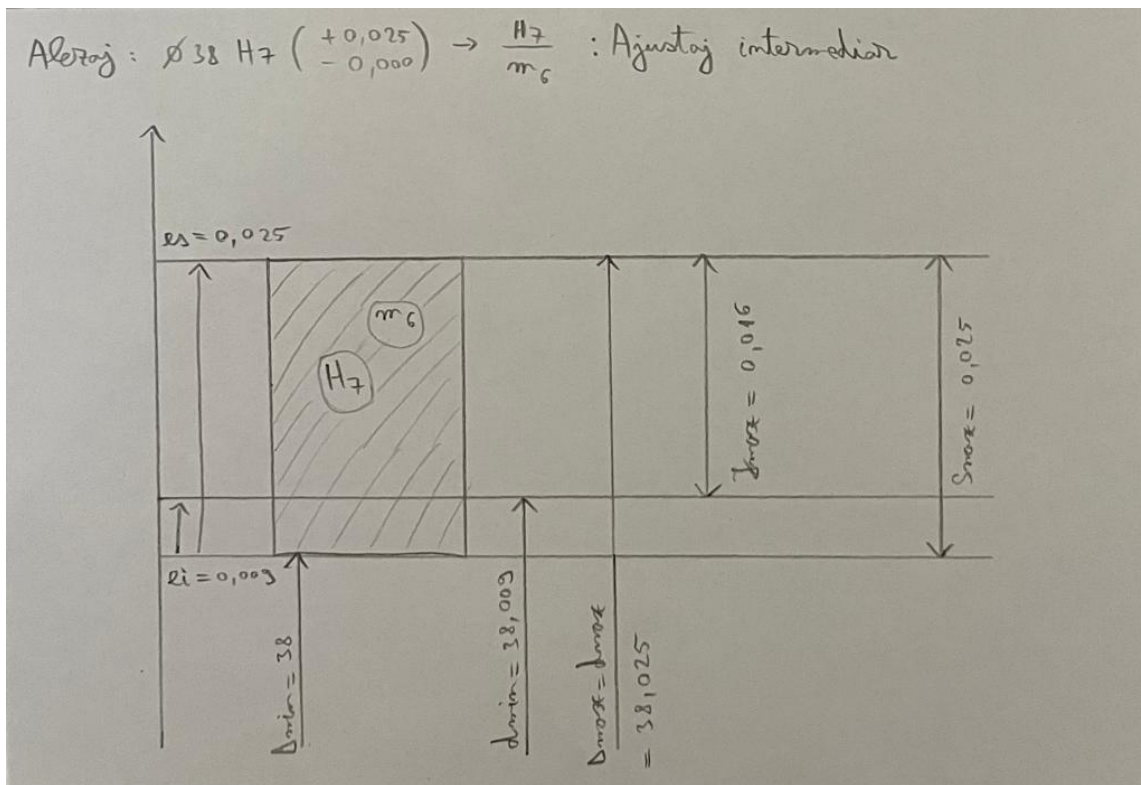
Pentru ca $S_{\max} > J_{\max} \rightarrow$ ajustajul se consideră preponderent cu strângere.

$$T_{aj.i \text{ prob}} = T_j \text{ prob} = \sqrt{TD^2 + T_d^2} = \sqrt{0.03^2 + 0.016^2} = 0.0343 \text{ mm (toleranta probabilă a ajustajului intermediar)}$$

$$J_{\max \text{ prob}} = J_{\max} - \frac{T_{aj.i} - T_{aj.i \text{ prob}}}{2} = 0.016 - \frac{0.046 - 0.0343}{2} = 0.01015 \text{ mm (jocul maxim probabil)}$$

$$S_{\max \text{ prob}} = S_{\max} - \frac{T_{aj.i} - T_{aj.i \text{ prob}}}{2} = 0.025 - \frac{0.046 - 0.0343}{2} = 0.01915 \text{ mm (strângerea maximă probabilă)}$$

d) Reprezentarea grafică simplificată a ajustajului intermediar:

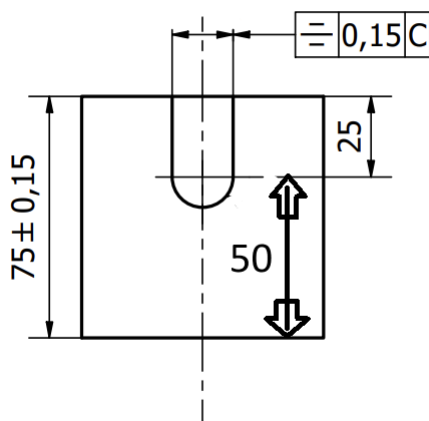


5. Lanțuri de dimensiuni

Se va identifica pe desen cel puțin un lanț de dimensiuni pentru problema directă și cel puțin unul pentru problema inversă. În cazul în care nu se poate identifica nici un asemenea lanț de dimensiuni atunci se propune câte o variantă pornind de la elementele existente în desen. Se va rezolva unul dintre cele două lanțuri de dimensiuni după schema următoare:

- studenții cu numere pare de desen vor rezolva problema directă prin metoda probabilistică;
- studenții cu ultima cifră de la numărul desenului impară, egală cu 1, 3 sau 5, vor rezolva problema inversă prin metoda toleranței medii;
- studenții cu ultima cifră de la numărul desenului impară, egală cu 7 sau 9, vor rezolva problema inversă prin metoda determinării treptei de precizie a lanțului;

I. Rezolvarea inversă a lanțului de dimensiuni prin metoda determinării treptei de precizie a lanțului:



Date de intrare:

$$RC = 75^{+0,15}_{-0,15}$$

$$C1 = 50 \begin{matrix} As=? \\ Ai=? \end{matrix}$$

$$C2 = 25 \begin{matrix} As=? \\ Ai=? \end{matrix}$$

$$n = 3;$$

Rezolvare:

$$TRC = 0.15 + 0.15 = 0.30 \text{ mm}$$

$$TC = kstas * i1 \quad TC2 = kstas * i2 \dots \dots \dots TCn - 1 = kstas * in - 1$$

$$i = 0.45 * \sqrt[3]{D} + 0.001 * D [\mu m]$$

$$i_{50} = 0.45 * \sqrt[3]{30 * 50} + 0.001 * \sqrt{30 * 50} = 1.561 \mu m$$

$$i_{25} = 0.45 * \sqrt[3]{18 * 30} + 0.001 * \sqrt{18 * 30} = 1.307 \mu m$$

$$kC = \frac{TRC}{\sum_{k=1}^{n-1} ik} = \frac{300}{1.561 + 1.307} = 104,602, kstas = 100$$

$$T_{50} = kstas * i_{50} = 100 * 1.561 \approx 156.1 \mu m$$

$$T_{25} = kstas * i_{25} = 100 * 1.307 \approx 130.7 \mu m$$

Pe baza acestor rezultate se observă că nu se respectă ecuația fundamentală a toleranțelor lanțului, adică:

$$TRC \neq TC1 + TC2 \text{ adică } 0.156 + 0.130 = 0.286 \neq 0.3$$

Obs: pentru kSTAS = 100 , rezultă treapta de precizie sau de toleranță IT10 și se obțin toleranțele: $T_{50} = 0.156 \text{ mm}$ și $T_{25} = 0.130 \text{ mm}$

Pentru verificarea ecuației $TRC = \sum TCk$, se propun valorile:

$$- T_{50} = 0.156 \text{ și } T_{25} = 0.144, \text{ astfel încât să se respecte ecuația fundamentală, respectiv}$$

$$-TRC = 0.3 = T_{50} + T_{25} = 0.156 + 0.144 = 0.3 \text{ mm}$$

$$AsRc = \alpha * TRC; \alpha = \frac{AsRc}{TRC} \text{ și } AiRc = (\alpha - 1) * TRC \rightarrow \alpha = \frac{3}{3} = 1$$

Calculul abaterilor limită ale dimensiunii primare măritoare C1 cu relațiile:

$$AsC1 \text{ mar} = \alpha * TC1 \text{ mar} = 3 * 0.156 = 0.468 \text{ mm}$$

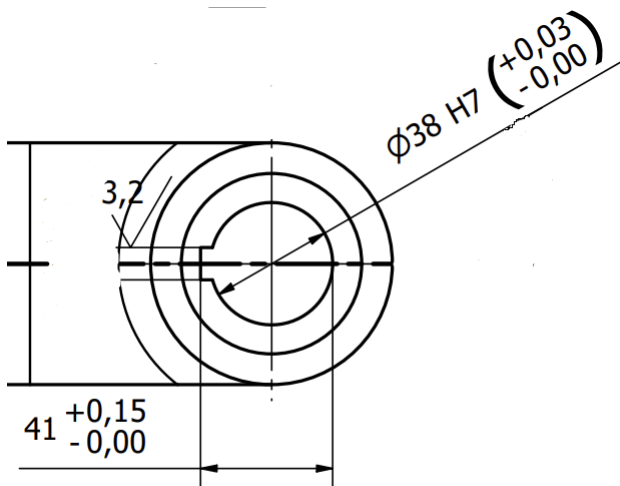
$$AiC1 \text{ mar} = (\alpha - 1) * TC1 \text{ mar} = (3 - 3) * 0.156 = 0 \text{ mm}$$

Calculul abaterilor limită ale dimensiunii primare reducătoare C2 cu relațiile:

$$AsC2 \text{ red} = (1 - \alpha) * TC2 \text{ red} = 0 * 0.144 = 0 \text{ mm}$$

$$AiC2 \text{ red} = -\alpha * TC2 \text{ red} = -1 * 0.144 = -0.144 \text{ mm}$$

II. Rezolvarea problemei directe a lanțului de dimensiuni prin metoda de maxim și minim



Date de intrare:

$$C1 = 41 \quad \begin{array}{l} As = +0.15 \\ Ai = -0.00 \end{array}$$

$$C2 = 38 \quad \begin{array}{l} As = +0.03 \\ Ai = -0.00 \end{array}$$

Rezolvare:

$$Rc = C1 - C2 \Leftrightarrow Rc \text{ nom} = C1 \text{ nom} - C2 \text{ nom} \Rightarrow Rc = 41 - 38 = 3 \text{ mm}$$

$$AsRc = AsC1 - AiC2 = 0.15 - (-0.03) = 0.12 \text{ mm (abaterea superioară a dimensiunii rezultante)}$$

$$AiRc = AiC1 - AsC2 = -0.00 - 0.00 = -0.00 \text{ mm (abaterea inferioară a dimensiunii rezultante)}$$

$$Rc \text{ max} = Rc \text{ nom} + AsRc = 3 + 0.12 = 3.12 \text{ mm}$$

$$Rc \text{ min} = Rc \text{ nom} + AiRc = 3 + (-0.00) = 3.00 \text{ mm}$$

$$TRc = Rc_{\max} - Rc_{\min} = 3.12 \text{ mm} - 3 \text{ mm} = 0.12 \text{ mm}$$

7. Realizarea unei aplicații informatice

Se vor prezenta următoarele:

- datele de intrare necesare programului de calcul

```

9   int main()
10  {
11      // Declarațiile variabilelor
12      float dimensiune;
13      do {
14          std::cout<<"\nIntroduceti dimensiunea 0 daca vreti sa opriti programul "<<std::endl;
15          std::cout << "\nIntroduceti dimensiunea: ";
16          std::cin >> dimensiune;
17          if (dimensiune == 0 ) break;
18          while (dimensiune >3150 || dimensiune<0) {
19              std::cout << "\nIntroduceti dimensiuni mai mici decat 3150, dar mai mari ca 0" << std::endl;
20              std::cout << "\nIntroduceti dimensiunea: ";
21              std::cin >> dimensiune;
22          }
23      }
24      if (dimensiune == 0 ) break;
25      float toleranta;
26      float As;
27      float Ai;
28      float as;
29      float ai;
30      float D1;
31      float D2;
32      float dim_rotunjita;
33      float dmin,dmax,Dmin,Dmax;
34      float Jmax, Jmin;

```

- datele de ieșire obținute cu ajutorul programului de calcul

```

39      std::cout << "\nAbaterea inferioara pentru alezaj este: ";
40      std::cin >> Ai;
41      std::cout << "\nAbaterea superioara pentru alezaj este: ";
42      std::cin >> As;
43      std::cout<<std::endl;
44      toleranta = As - Ai;
45      std::cout << "Toleranta este " << toleranta<<std::endl;
46      std::cout << "\nAbaterea inferioara pentru arbore este: ";
47      std::cin >> ai;
48      std::cout << "\nAbaterea superioara pentru arbore este: ";
49      std::cin >> as;

```

```

194     if (treapta_de_toleranta < 5)
195     {
196         std::cout << "Nu se calculeaza pentru trepte de toleranta mai mici decat treapta IT-5";
197     }
198     else
199     {
200         std::cout << "\nD1 = " << D1;
201         std::cout << "\nD2 = " << D2;
202         std::cout<<std::endl;
203     }
204
205     // Afisarea valorii val_rotunjita
206     std::cout << "Valoarea rotunjita: " << val_rotunjita << std::endl;
207
208     // Afisarea valorii treapta_de_toleranta
209     std::cout << "Treapta de toleranta corespunzatoare este IT-" << treapta_de_toleranta << std::endl;
210
211     std::cout<<std::endl;
212     std::cout << "Dmax: " << Dmax << std::endl;
213     std::cout << "Dmin: " << Dmin << std::endl;
214     std::cout << "dmax: " << dmax << std::endl;
215     std::cout << "dmin: " << dmin << std::endl;
216
217     std::cout << "Jocul maxim este: " << Jmax << std::endl;
218     std::cout << "Jocul minim este: " << Jmin << std::endl;

```

- modelul / formulele de calcul utilizate pentru a obține valori ale parametrilor de ieșire pe baza celor de intrare

```

51     Dmin = dimensiune + Ai;
52     Dmax = dimensiune + As;
53     dmin = dimensiune + ai;
54     dmax = dimensiune + as;
55     Jmin = Ai - as;
56     Jmin = Ai - as;

```

```

131     // Rotunjirea dimensiunii la următoarea valoare din val_lim_sup
132     auto it = std::lower_bound(val_lim_sup.begin(), val_lim_sup.end(), dimensiune);
133     if (dimensiune > 2500 && dimensiune <= 3150) {
134         dim_rotunjita = 3150.0;
135         D1 = 2500.0;
136         D2 = dim_rotunjita;
137     } else {
138         // Determinarea dim_rotunjita
139         dim_rotunjita = (it != val_lim_sup.end()) ? *it : 0.0;
140         auto index_dim_rotunjita = std::distance(val_lim_sup.begin(), it);
141         if (dim_rotunjita == val_lim_sup[0]) {
142             D2 = dim_rotunjita;
143             D1 = 0;
144         } else if (dim_rotunjita != val_lim_sup[0]) {
145             D2 = dim_rotunjita;
146             D1 = val_lim_sup[index_dim_rotunjita - 1];
147         }
148     }

```

```

160     // Găsirea indexului corespunzător valorii rotunjite
161     auto index = std::distance(val_lim_sup.begin(), it);

```

```

175 // Calcularea diferenteiei minime sisi actualizarea tol_dif
176 double tol_dif = std::numeric_limits<double>::infinity();
177 double val_rotunjita;
178 int index_valoare_rotunjita = 0;
179
180 for (int i = 0; i < vector_valori[index - 1].size(); ++i) {
181     double valoare = vector_valori[index - 1][i];
182     double diferenta = std::abs(valoare - toleranta);
183
184     if (diferenta < tol_dif) {
185         tol_dif = diferenta;
186         val_rotunjita = valoare;
187         index_valoare_rotunjita = i;
188     }
189 }

```

- algoritmul de calcul sub forma unei diagrame grafice de tip flowchart sau sub formă textuală de tip pseudocod

1. Citeste dimensiunea
2. Cat timp dimensiunea este mai mica sau egala cu 3150
 - a. Afiseaza mesajul pentru introducerea dimensiunii
 - b. Citeste dimensiunea
 - c. Daca dimensiunea este 0, iesi din bucla
 - d. Cat timp dimensiunea este mai mare decat 3150 sau mai mica decat 0
 - i. Afiseaza mesajul pentru introducerea corecta a dimensiunii
 - ii. Citeste dimensiunea
 - e. Daca dimensiunea este 0, iesi din bucla
 - f. Citeste Ai si As
 - g. Calculeaza toleranta = As - Ai
 - h. Citeste ai si as
 - i. Calculeaza $D_{min} = dimensiune + A_i$, $D_{max} = dimensiune + A_s$, $d_{min} = dimensiune + a_i$, $d_{max} = dimensiune + a_s$
 - j. Calculeaza $J_{min} = A_i - a_s$, $J_{max} = A_i - a_s$
 - k. Deschide fisierul "tabelIT.csv"
 - l. Ignora prima linie (titlurile coloanelor)
 - m. Citeste valorile de pe prima linie (ignorand primele doua coloane)
 - n. Inchide fisierul

- o. Deschide din nou fisierul "tabelIT.csv"
- p. Ignora prima linie
- q. Pentru fiecare linie in fisier
 - i. Citeste dim_sup
 - ii. Adauga dim_sup in val_lim_sup
 - iii. Pentru fiecare valoare de pe linie (incepand de la a treia coloana)
 - 1. Citeste valoare
 - 2. Adauga valoare in vectorul v_valori
 - iv. Adauga v_valori in vectorul vector_valori
- r. Inchide fisierul
- s. Determina dim_rotunjita utilizand lower_bound
- t. Daca dimensiunea este intre 2500 si 3150
 - i. dim_rotunjita = 3150, D1 = 2500, D2 = dim_rotunjita
- u. Altfel, determina D1 si D2 in functie de dim_rotunjita
- v. Deschide fisierul "tabelIT.csv"
- w. Cauta indexul valorii rotunjite
- x. Reseteaza cursorul la inceputul fisierului
- y. Sareste peste liniile pana la linia cu indexul corespunzator
- z. Citeste linia anterioara (linia corespunzatoare dim_rotunjita - 1)
- aa. Calculeaza val_rotunjita si actualizeaza tol_dif
- bb. Pentru fiecare valoare in linia anterioara
 - i. Calculeaza diferenta fata de toleranta
 - ii. Daca diferenta este mai mica decat tol_dif, actualizeaza tol_dif si val_rotunjita
- cc. Obtine treapta_de_toleranta din scara_it
- dd. Afiseaza rezultatele
- ee. Afiseaza D1, D2 daca treapta_de_toleranta ≥ 5
- ff. Afiseaza val_rotunjita
- gg. Afiseaza treapta_de_toleranta
- hh. Afiseaza Dmax, Dmin, dmax, dmin, Jmax, Jmin

- interfața utilizator rezultată și programul generat

Introduceti dimensiunea 0 daca vreti sa opriti programul

Introduceti dimensiunea: 100

Abaterea inferioara pentru alezaj este: 0.1

Abaterea superioara pentru alezaj este: 0.2

Toleranta este 0.1

Abaterea inferioara pentru arbore este: 0.1

Abaterea superioara pentru arbore este: 0.2

D1 = 80

D2 = 120

Valoarea rotunjita: 0.087

Treapta de toleranta corespunzatoare este IT-9

Dmax: 100.2

Dmin: 100.1

dmax: 100.2

dmin: 100.1

Jocul maxim este: 0

Jocul minim este: -0.1

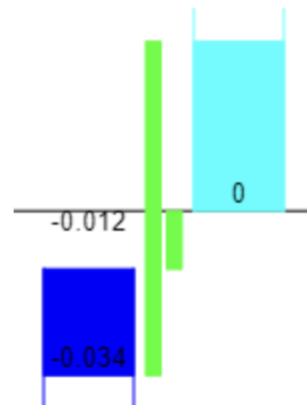
Introduceti dimensiunea 0 daca vreti sa opriti programul

Introduceti dimensiunea:

- exemplu de calcul / utilizare a programului generat

```
C:\Users\Mihai\Desktop\Facu x + v
Introduceti dimensiunea 0 daca vreti sa opriti programul
Introduceti dimensiunea: 89.7
Abaterea inferioara pentru alezaj este: 0
Abaterea superioara pentru alezaj este: 0.035
Toleranta este 0.035
Abaterea inferioara pentru arbore este: -0.034
Abaterea superioara pentru arbore este: -0.012
D1 = 80
D2 = 120
Valoarea rotunjita: 0.035
Treapta de toleranta corespunzatoare este IT-7
Dmax: 89.735
Dmin: 89.7
dmax: 89.688
dmin: 89.666
Jocul maxim este: 0.069
Jocul minim este: 0.012
Introduceti dimensiunea 0 daca vreti sa opriti programul
Introduceti dimensiunea: |
```

Nominal size	D	<input type="text" value="89.7"/>	mm
Tolerance hub		<input type="text" value="H"/> <input type="text" value="7"/>	
Upper limit deviation ES		<input type="text" value="0.035"/>	mm
Lower limit deviation EI		<input type="text" value="0"/>	mm
Tolerance shaft		<input type="text" value="g"/> <input type="text" value="6"/>	
Upper limit deviation es		<input type="text" value="-0.012"/>	mm
Lower limit deviation ei		<input type="text" value="-0.034"/>	mm
		<input type="button" value="Calculate"/>	
		Clearance fit	
Maximum clearance cmax		<input type="text" value="0.069"/>	mm
Minimum clearance cmin		<input type="text" value="0.012"/>	mm



©MESYS AG