

Precizia prelucrării și a asamblării pieselor

1. Precizia dimensională

1.1. Dimensiuni, abateri, toleranțe

2. Precizia formei geometrice și a poziției suprafețelor.

3. Rugozitatea suprafețelor

1. Precizia dimensională

Calitatea asamblării este direct legată de calitatea realizării reperelor componente. Reperele care nu corespund condițiilor tehnice impuse în desenul de execuție influențează negativ calitatea asamblării și periclitează buna funcționare, precum și durata de funcționare a ansamblului.

Organele de mașini sunt corpuri geometrice care au anumite forme și care depind de:

- tipul suprafețelor care le compun;
- dimensiuni;
- poziția reciprocă a pieselor;
- distanțele dintre suprafețe;
- gradul de netezime a suprafețelor.

În procesul tehnologic de asamblare, din mai multe piese finite se obține un produs finit (aparate, mașini, instalații). Din cauza că în timpul obținerii unui produs finit intervin un număr mare de factori obiectivi și subiectivi (imperfecțiunea mijloacelor de lucru sau de control), piesele și produsele identice se deosebesc unele de altele, dar și de piesa sau de produsul teoretic.

Precizia de prelucrare reprezintă gradul de asemănare a piesei sau a produsului realizat, față de piesa sau produsul proiectat. Creșterea gradului de apropiere, deci creșterea preciziei, se face prin impunerea în proiect a unui număr de condiții funcționale.

Precizia de prelucrare se referă la:

- forma geometrică a piesei;
- precizia dimensională;
- pozițiile reciproce ale suprafețelor;
- rugozitatea (calitatea) suprafețelor.

1.1. Dimensiuni, abateri, toleranțe

Pentru ca o piesă să poată fi montată în ansamblul din care face parte este absolut necesar ca dimensiunile ei reale să fie cuprinse între anumite limite dinainte stabilite.

Prin **dimensiune** se înțelege mărimea care exprimă valoarea numerică a unei lungimi, în unitatea de măsură aleasă.

Cota este dimensiunea înscrisă pe desenul de execuție.

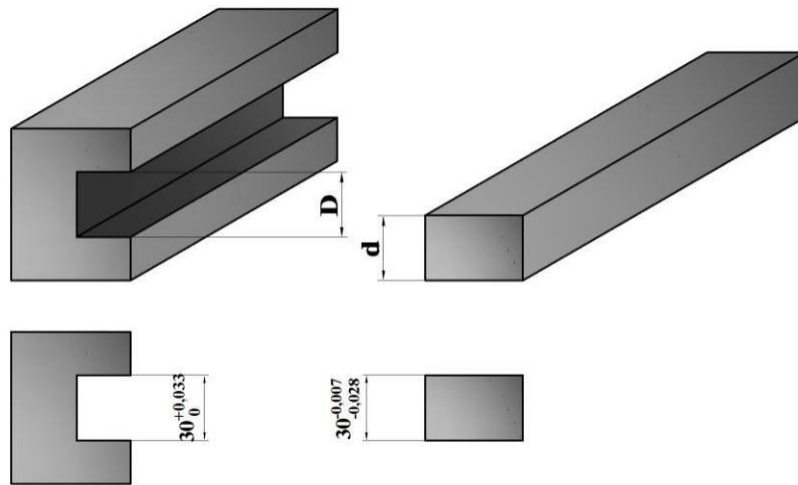
Dimensiunile, în general, pot fi de mai multe tipuri:

1. Dimensiunea nominală N reprezintă dimensiunea care corespunde ca exactitate dimensiunii (cotei) indicate pe desenul piesei (stabilită prin calcul).

2. Dimensiunea efectivă E reprezintă dimensiunea reală a piesei executată. Ea se obține prin măsurarea directă a piesei cu ajutorul unui instrument sau aparat de măsurat. Dimensiunea efectivă trebuie să aibă valoarea cuprinsă între dimensiunile limită sau să fie egală cu una dintre acestea.

3. Dimensiunile limită reprezintă cele două dimensiuni extreme pe care le poate avea piesa. Între aceste două dimensiuni poate varia dimensiunea efectivă a piesei și anume dimensiunea limită maximă D_{\max} (d_{\max}) și dimensiunea limită minimă d_{\min} (d_{\min}).

$$D_{\min} \leq E \leq D_{\max}$$



Piese prelucrate

!!! Prin asamblarea a două piese cu aceeași dimensiune nominală N se obține un **AJUSTAJ**.

!!! Suprafețele ce formează ajustajul se numesc **ARBORE**, respectiv **ALEZAJ**.

ARBORE este un termen utilizat convențional pentru a descrie o caracteristică dimensională exterioară a unei piese, inclusiv a unei piese care nu este neapărat cilindrică.

ALEZAJ este un termen utilizat convențional pentru a descrie o caracteristică dimensională interioară a unei piese, inclusiv a unei piese care nu este neapărat cilindrică.

!!! Simbolurile pentru alezaje se scriu cu litere mari, iar pentru arbori cu litere mici.

Abaterea efectivă A reprezintă diferența dintre dimensiunea efectivă E și dimensiunea nominală N

$$A = E - N \quad A \text{ poate fi } >0, <0 \text{ sau } =0$$

Ex: $E = 34,214\text{mm}$
 $N = 34 \text{ mm}$
 $A = 34,214\text{mm} - 34 \text{ mm} = 0,214\text{mm}$

Prin **abateri limită** se înțeleg cele două abateri extreme de la dimensiunea nominală pe care le poate avea piesa. Deci, abaterea efectivă poate varia între aceste abateri limită, care sunt **abaterea superioară $A_s(E_s)$** și **abaterea inferioară $A_i(E_i)$**

Abaterea superioară reprezintă diferența dintre dimensiunea maximă admisibilă și dimensiunea nominală

- pentru alezaje : $A_s(E_s) = D_{\max} - N$; se obține: $D_{\max} = N + A_s(E_s)$.
- pentru arbori : $a_i(e_s) = d_{\max} - N$; se obține: $d_{\max} = N + a_i(e_s)$;

Abaterea inferioară reprezintă diferența dintre dimensiunea minimă admisibilă și dimensiunea nominală

- pentru alezaje : $A_i(E_i) = D_{\min} - N$; se obține: $D_{\min} = N + A_i(E_i)$.
- pentru arbori: $a_i(e_i) = d_{\min} - N$; se obține: $d_{\min} = N + a_i(e_i)$;

Toleranța T reprezintă diferența dintre dimensiunea limită maximă și dimensiunea limită minimă

Toleranța dimensională se calculează cu două relații echivalente.

Pentru **arbori** (dimensiuni exterioare):

$$\text{Relația 1: } T_a = d_{\max} - d_{\min}$$

$$\text{Relația 2: } T_a = a_s - a_i$$

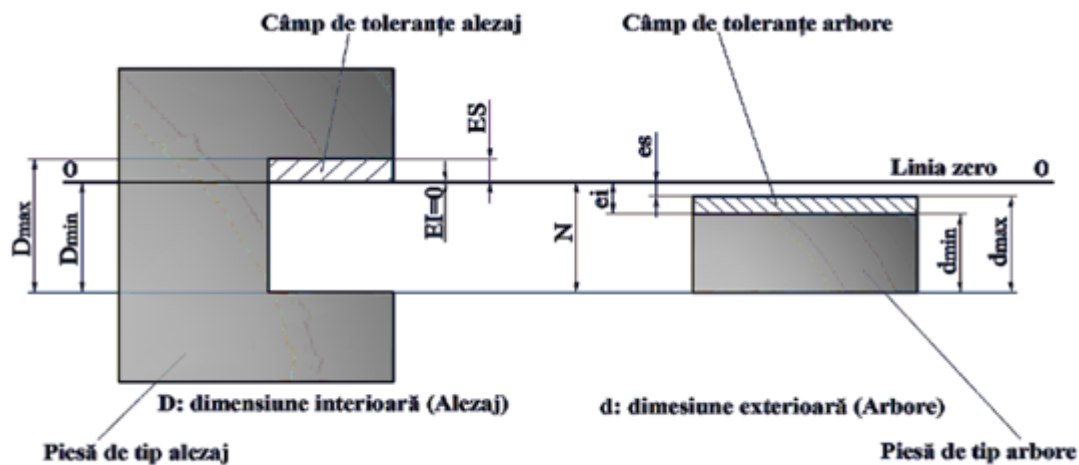
Pentru **alezaje** (dimensiuni interioare):

$$\text{Relația 1: } T_A = D_{\max} - D_{\min}$$

$$\text{Relația 2: } T_A = A_s - A_i$$

Notă: toleranța are o valoare pozitivă, întotdeauna (deoarece reprezintă diferența dintre o dimensiune maximă și o dimensiune minimă, respectiv, diferența algebrică a abaterilor limită, chiar dacă acestea sunt negative).

Câmpul de toleranțe se reprezintă sub forma unui dreptunghi cu înălțimea egală cu toleranța dimensiunii și lungimea atât cât permite câmpul desenului.



Reprezentare grafică pe desen

Clasificarea ajustajelor:

1. Ajustaje cu joc în care diametrul minim al alezajului este mai mare decât diametrul maxim al arborelui.

$$J = D_{\text{alezaj}} - d_{\text{arbore}}$$

$$d_{\max} < D_{\min}$$

$$\text{Joc maxim: } J_{\max} = D_{\max} - d_{\min}$$

$$\text{Joc minim: } J_{\min} = D_{\min} - d_{\max}$$

2. Ajustaje cu strângere în care diametru maxim al alezajului este mai mic decât diametrul minim al arborelui

$$S = d_{\text{arbore}} - D_{\text{alezaj}}$$

$$d_{\min} > D_{\max}$$

Strângere maximă: $S_{\max} = d_{\max} - D_{\min}$

Strângere minimă: $S_{\min} = d_{\min} - D_{\max}$

3. Ajustaje intermediare utilizate în situația când se pot realiza fie asamblări cu joc redus, fie asamblări cu strângere mică

	Joc	Strângere	Intermediare	
$D_{\max} - d_{\min}$	>	<	>	<
$D_{\min} - d_{\max}$	>	<	<	<

Dacă în urma execuției piesei, dimensiunea efectivă nu se încadrează în toleranța impusă, piesa poate fi:

➤ **rebut recuperabil**, dacă:

- dimensiunea efectivă > dimensiunea maximă, pentru arbori
- dimensiunea efectivă < dimensiunea minimă, pentru alezaje

➤ **rebut nerecuperabil**, dacă:

- dimensiunea efectivă < dimensiunea minimă, pentru arbori
- dimensiunea efectivă > dimensiunea maximă, pentru alezaje

2. Precizia formei geometrice și a poziției suprafețelor.

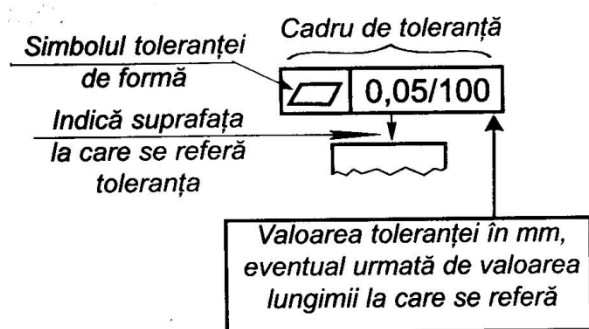
Prin **precizie geometrică** se înțelege gradul de apropiere a formei geometrice, poziției, orientării și bătăii suprafețelor piesei executate față de modelul său teoretic, sub aspectul geometric considerat.

Forma geometrică a suprafeței, la fel ca și dimensiunile, este impusă de condițiile în care trebuie să funcționeze piesa. Imperfecțiunea sistemului tehnologic mașină – unealtă – sculă – dispozitiv – piesă provoacă modificarea formei geometrice de la o piesă la alta și în raport cu forma geometrică nominală. Această modificare (**abatere geometrică**) admisibilă se stabilește prin impunerea unei toleranțe geometrice.

Toleranța geometrică aplicată unui element (punct, linie, axă, suprafață sau plan de simetrie) definește **câmpul de toleranță** în interiorul căruia trebuie să fie cuprins elementul respectiv.

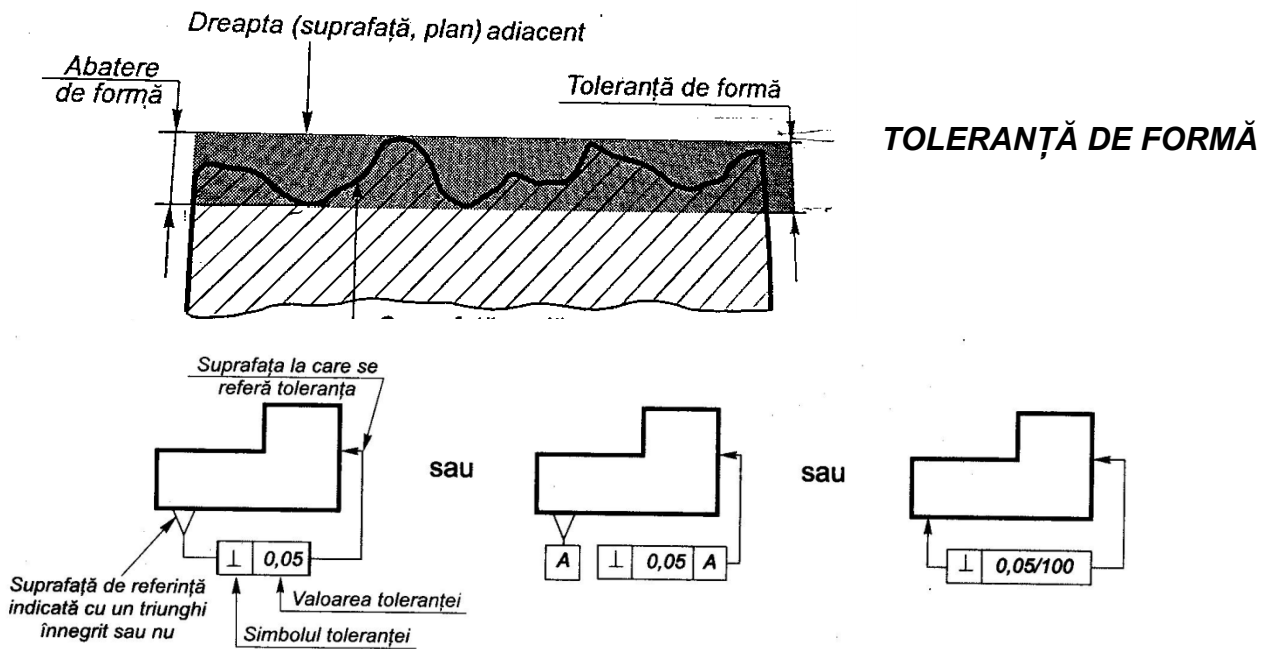
Abaterile geometrice sunt:

- a. abaterile de formă – abaterea formei suprafeței reale față de forma geometrică a suprafeței
- b. abatere de orientare – abatere de la poziția teoretică între două suprafețe
- c. abatere de poziție
- d. abateri de bătaie



ÎNSCRIEREA TOLERANȚEI DE FORMĂ

!!! Toleranța de formă este egală cu abaterea superioară de formă (abaterea inferioară fiind egală cu zero)

















ÎNSCRIEREA TOLERANȚEI DE ORIENTARE ȘI POZIȚIE

Noțiunile necesare definirii abaterilor macrogeometrice de la forma suprafețelor:

Noțiunea	Definirea noțiunii
Suprafață nominală (geometrică)	Suprafața ideală, teoretică, definită în documentația tehnică (desenul de reper)
Profil nominal (geometric)	Conturul obținut prin intersectarea unei suprafețe cu un plan
Suprafață reală	Suprafața care limitează piese separând - o de mediul înconjurător
Profil real	Profilul obținut prin intersectarea suprafeței reale c u un plan
Muchie reală	Muchia obținută prin intersectarea a două suprafețe reale
Suprafață efectivă	Suprafața rezultată în urma măsurării suprafeței reale
Profil efectiv	Profilul rezultat în urma măsurării profilului real
Suprafață sau lungime de referință	Suprafața sau lungimea în limitele căreia se definesc și se măsoară abaterile de formă; poate fi întreaga suprafață/profil sau o porțiune a acestora
Suprafață adiacentă	Suprafața cu aceeași formă cu a suprafeței nominale, tangentă la suprafața reală astfel încât distanța dintre ele să fie minimă
Profil adiacent	Profilul cu aceeași formă cu a profilului nominal, tangent la profilul real astfel încât distanța dintre ele să fie minimă
Dreaptă adiacentă	Dreapta tangentă la profilul real, situată astfel încât distanța cea mai mare dintre ele să fie minimă, în limitele lungimii de referință
Plan adiacent	Planul tangent la suprafața reală, situat astfel încât distanța cea mai mare dintre ele să fie minimă, în limitele suprafeței de referință

M1 Măsurări tehnice

Cerc adiacent	Cercul cu diametrul minim circumscris secțiunii transversale a suprafeței cilindrice exterioare reale, respectiv cercul cu diametrul maxim înscris secțiunii transversale a suprafeței cilindrice interioare reale
Abatere de formă	Distanța maximă dintre suprafața(profilul) efectivă și suprafața(profilul) reală, măsurată în limitele suprafeței(lungimii) de referință
Abatere limită de formă	Valoarea maximă admisă a abaterii de formă
Toleranța de formă	Abaterea limită de formă
Zonă de toleranță	Zona delimitată de suprafața(profilul) adiacentă și o suprafață(profil) de aceeași formă, ambele aflate la o distanță egală cu valoarea toleranței de formă

<i>Toleranțe de formă</i>	<i>Simbol</i>
Toleranța la rectilinitate	
Toleranța la planitate	
Toleranța la circularitate	
Toleranța la cilindricitate	
Toleranța la formă	
Toleranța la formă	
<i>Toleranțe de orientare</i>	
Toleranța la paralelism	
Toleranța la perpendicularitate	
Toleranța la înclinare	
<i>Toleranțe de poziție</i>	
Toleranța la poziția nominală	
Toleranța la concentricitate și la coaxialitate	
Toleranța la simetrie	
Toleranța bății circulare frontale și radiale	
Toleranța bății totale frontale și radiale	

3. Rugozitatea suprafețelor

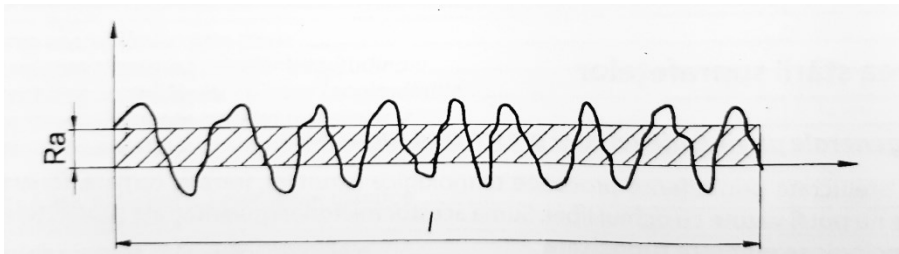
Rugozitatea reprezintă ansamblul neregularităților unei suprafețe, dar care nu sunt abateri de formă.

Rugozitatea este determinată de structura cristalină a stratului superficial al materialului din care este confecționată piesa. Ea este pusă în evidență cu ajutorul microscopului electronic. Rugozitatea se exprimă în micrometri.

Caracteristicile rugozității sunt:

- relieful suprafeței;
- dimensiunile neregularităților;
- poziția față de direcțiile importante ale suprafeței.

Parametrul fundamental pentru evaluarea rugozității este abaterea medie aritmetică a profilului în raport cu linia medie, notat **Ra**. Ra se definește ca fiind raportul dintre suma înălțimilor de pe o anumită suprafață dată și numărul neregularităților. Valorile numerice ale parametrului Ra se găsesc în standarde.



Măsurarea rugozităților suprafețelor

Se face prin mai multe metode:

1. Măsurarea prin comparare

La această metodă se folosesc mostre etalon de rugozitate. Etaloanele prelucrate în acest mod se montează, în ordinea valorilor parametrului de rugozitate, în rame, numite port etalon, care se păstrează în truse.

Măsurarea prin comparare se poate face:

- cu ochiul liber;
- cu lupa;
- cu microscopul.

2. Metoda de determinare a reliefului prin palpare

Această metodă utilizează un profilograf cu palpator cu ajutorul căruia se înregistrează profiluri paralele și foarte apropiate. Cu valorile obținute, prelucrate pe un calculator, se trasează harta reliefului suprafeței.

Fișă de lucru

- 1.** Pe desenul de execuție al unei piese este trecută cota: $\Phi 76_{-0,09}^0$ mm
 - a. Identificați dimensiunea nominală **N**, abaterea limită superioară și abaterea limită inferioară.
 - b. Calculați dimensiunea limită d_{\max} și d_{\min} .
 - c. Calculați toleranța **T**.

- 2.** Pe desenul de execuție al unui arbore este înscrisă cota $\Phi 40 \pm 0,25$ mm
 - a. Identificați **N**, a_s și a_i
 - b. Calculați d_{\max} și d_{\min}
 - c. Calculați toleranța **T**
 - d. Dacă în urma prelucrării a rezultat diametrul $d = 39,92$ mm, precizați dacă piesa este bună sau nu.

- 3.** Pe desenul de execuție al unui arbore este înscrisă cota $\Phi 25_{-0,15}^{+0,235}$ mm
 - a. Identificați **N**, a_s și a_i
 - b. Calculați d_{\max} și d_{\min}
 - c. Calculați toleranța **T**
 - d. Dacă dimensiunea efectivă **E** este de **25,80** mm, precizați dacă piesa este bună sau rebut.

- 4.** Pe desenul de execuție al unui arbore este înscrisă cota $\Phi 78_{-0,245}^{+0,124}$ mm
 - a. Identificați **N**, a_s și a_i
 - b. Calculați d_{\max} și d_{\min}
 - c. Calculați toleranța **T**
 - d. Dacă dimensiunea efectivă **E** este de **78,54** mm, precizați dacă piesa este bună sau rebut.

- 5.** Pentru executarea unui alezaj se cunosc diametrul nominal de **38** mm, abaterea superioară de 0,250 mm și abaterea inferioară de -0,150 mm. Calculați:
 - a. Diametrul minim
 - b. Diametrul maxim
 - c. Toleranța
 - d. Dacă dimensiunea efectivă obținută în urma prelucrării este de **37,80** mm, să se precizeze dacă piesa în care s-a prelucrat alezajul este bună sau este rebut.

- 6.** Pe desenul de execuție al unui alezaj este înscrisă cota $\Phi 45_{-0,125}^{+0,135}$ mm
 - a. Identificați **N**, A_s și A_i
 - b. Calculați D_{\max} și D_{\min}
 - c. Calculați toleranța **T**
 - d. Dacă dimensiunea efectivă **E** este de **44,870** mm, precizați dacă piesa este bună sau rebut.

- 7.** Pentru executarea unui arbore, se cunosc diametrul nominal **N** = 48 mm, abaterea superioară a_s = 0,25 mm și abaterea inferioară a_i = -0,05 mm. Să se calculeze dimensiunile limită și toleranța.

- 8.** Pe desenul de execuție al unei piese este trecută cota $\Phi 100_{-0,005}^{+0,01}$ mm
 - a. Identificați dimensiunea nominală **N**, abaterea limită superioară și abaterea limită inferioară;
 - b. Calculați dimensiunile limită d_{\max} și d_{\min} ;
 - c. Calculați toleranța **T**.

9. Pe desenul de execuție a unui alezaj este înscrisă cota $\Phi 98_{-0,115}^{+0,025}$ mm

- Identificați N , A_s și A_i
- Calculați D_{\max} și D_{\min} , precizând și relația de calcul;
- Calculați toleranța T , precizând și relația de calcul;
- Dacă dimensiunea efectivă E este de **97,983** mm, precizați dacă piesa este bună sau rebut. Justificați alegerea răspunsului.

10. Pe desenul de execuție al unei piese este trecută cota: $\Phi 80_{-0,09}^0$ mm

- Identificați dimensiunea nominală N , abaterea limită superioară și abaterea limită inferioară.
- Calculați dimensiunea limită d_{\max} și d_{\min} .
- Calculați toleranța T .

11. Pe desenul de execuție a unui alezaj este înscrisă cota $\Phi 45_{-0,021}^{+0,009}$ mm

- Identificați N , A_s și A_i
- Calculați D_{\max} și D_{\min} , precizând și relația de calcul
- Calculați toleranța T , precizând și relația de calcul
- Dacă dimensiunea efectivă E este de **45,968** mm, precizați dacă piesa este bună sau rebut. Justificați alegerea răspunsului

12. Se aplică asamblarea cu strângere la dimensiunea nominală, pentru montarea unei roți cu diametrul alezajului este înscrisă cota $D = 60_{-0,090}^{-0,050}$ mm, pe un arbore cu diametru

$$d = 60_{-0,025}^0 \text{ mm}$$

Să se calculeze:

- Dimensiunile limită, maximă și minimă ale arborelui și alezajului roții;
- Toleranța arborelui și alezajului
- Strângerea maximă și minimă
- Precizați cum pot fi considerate piesele cu dimensiunile efective:

Arbore cu $d = 60,50$ mm

Alezaj cu $D = 60$ mm

- Justificați răspunsurile de la punctul d

13. Pe desenul de execuție al unei piese este trecută cota $\Phi 80_{-0,01}^{+0,15}$ mm

- Identificați N , a_s și a_i ;
- Calculați dimensiunile limită d_{\max} și d_{\min} ;
- Calculați toleranța;
- Alegeți alezajele care împreună cu arborii dați formează un ajustaj cu joc cu $j_{\min} = 0,02$ mm și $j_{\max} = 0,09$ mm