

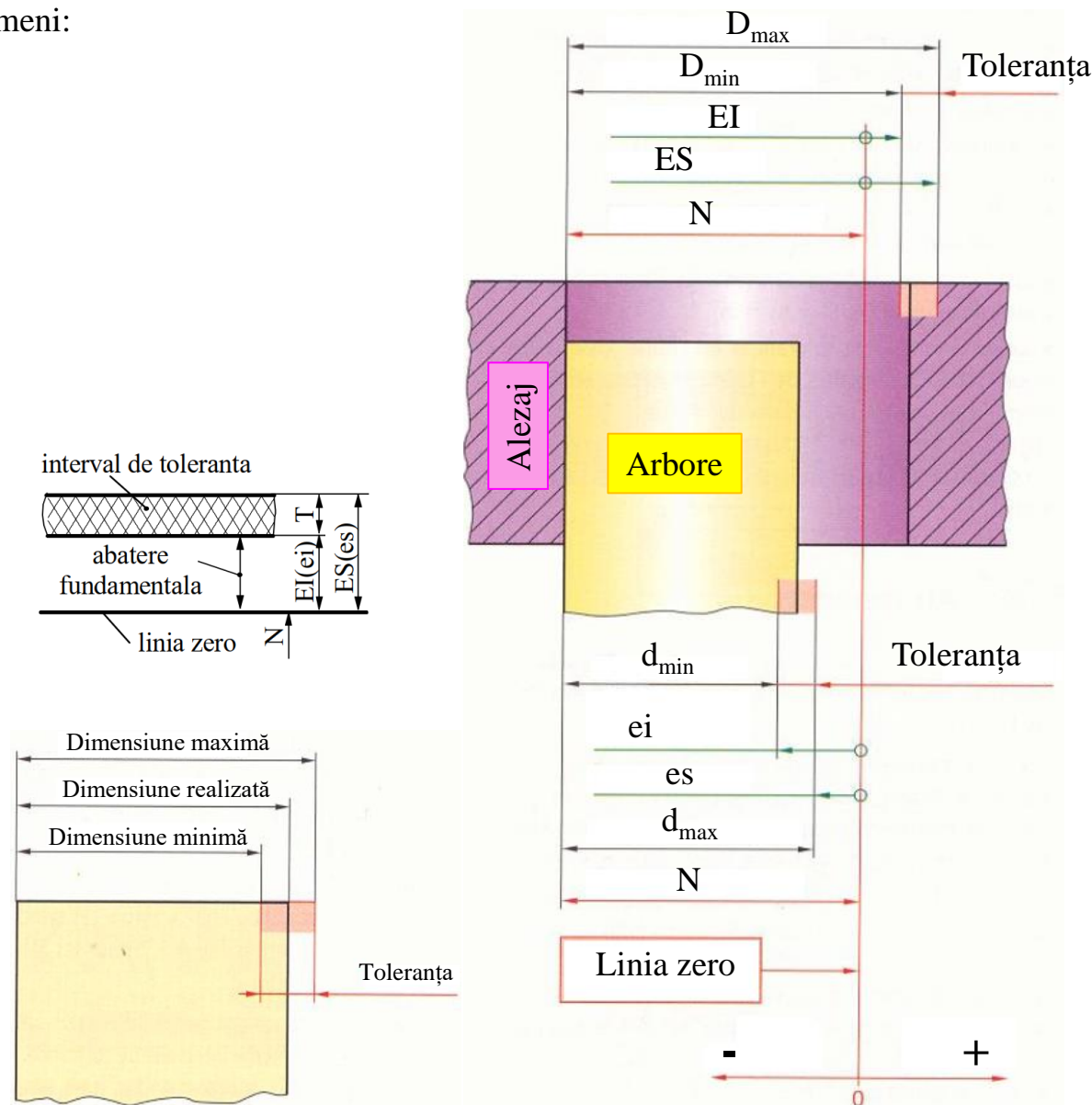
Curs VIII - DTI

Abateri dimensionale. Abateri geometrice.

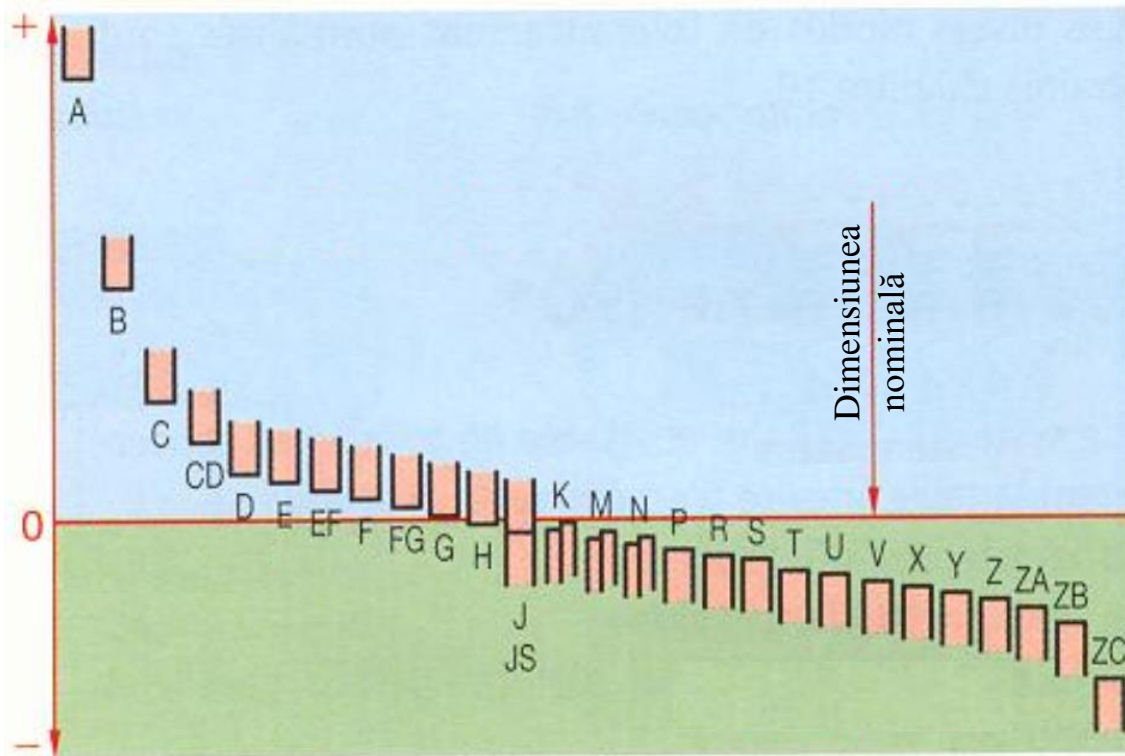
Abateri dimensionale

Din terminologia referitoare la toleranțe și abateri, pentru cele două piese care intră în contact, piesa cuprinzătoare (suprafața interioară) și pentru piesa cuprinsă (suprafața exterioară), se definesc următorii termeni:

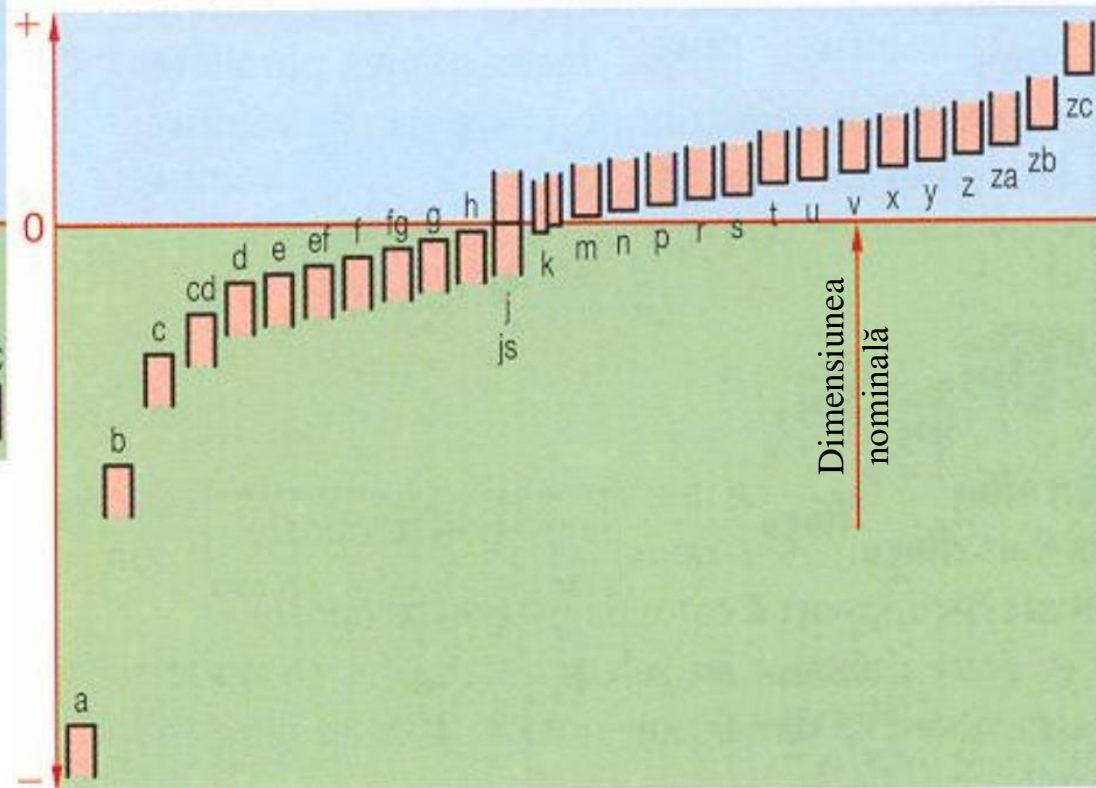
- **Dimensiunea nominală (N)** – mărime a unei caracteristici dimensionale de formă ideală așa cum este definită de specificația desenului;
- **Dimensiunea efectivă (E)** – mărime rezultată la măsurarea piesei.
 $D_{\max} > E > D_{\min}$, respectiv $d_{\max} > E > d_{\min}$;
- **Linia zero** – este linia de referință față de care se definesc abaterile; reprezintă linia de abatere nulă și corespunde dimensiunii nominale;
- **Abaterea efectivă (A)**, $A = E - N$;
- **Abateri limită** – reprezintă abaterile limită admisibile între care poate varia abaterea efectivă;
- **Abaterea superioară (ES, es)**, $ES = D_{\max} - N$ (pentru alezaj),
 $es = d_{\max} - N$ (pentru arbore);
- **Abaterea inferioară (EI, ei)**, $EI = D_{\min} - N$ (pentru alezaj),
 $ei = d_{\min} - N$ (pentru arbore);
- **Toleranța (T)**, $T = ES - EI = D_{\max} - D_{\min}$ - pentru alezaj,
 $T = es - ei = d_{\max} - d_{\min}$ - pentru arbore;
- **Toleranță standardizată (IT)** – orice toleranță care aparține sistemului de codificare ISO pentru toleranțe la dimensiuni liniare (literele abrevierii IT provin de la „International Tolerance”);
- **Abaterea fundamentală** – este abaterea limită care definește amplasarea intervalului de toleranță în raport cu dimensiunea nominală (linia zero). Prin convenție, se consideră abaterea fundamentală ca fiind abaterea cea mai apropiată de linia zero (abaterea inferioară sau superioară).
- **Clasă de toleranță** – combinație a unei abateri fundamentale și a unei trepte de toleranță standardizate (ex.: $\phi 30H7$).



Clase de toleranțe



Alezaje – caracteristici dimensionale interioare



Arbori – caracteristici dimensionale exterioare

Ajustajul - relația stabilită între două piese, numite convențional arbore și alezaj.

În funcție de poziția relativă a intervalurilor de toleranță, distingem:

- **Ajustaj cu joc**

Asigură întotdeauna un joc între alezaj și arbore, în asamblare, adică limita inferioară a dimensiunii alezajului este mai mare sau egală cu limita superioară a dimensiunii arborelui.

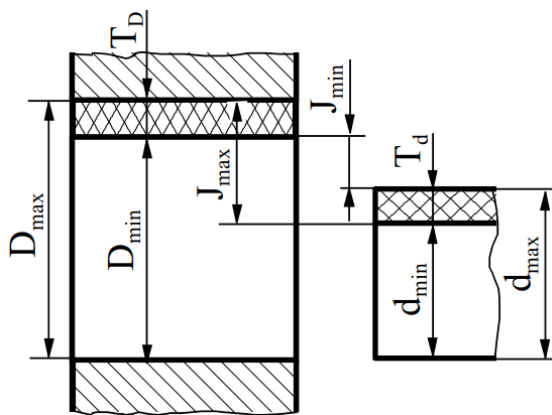
Valoarea jocului obținut este cuprins între două valori limită:

$$J_{\max} = D_{\max} - d_{\min}$$

$$J_{\min} = D_{\min} - d_{\max}$$

Toleranța ajustajului cu joc T_j este dată de diferența dintre aceste două valori, sau de suma toleranțelor alezajului T_D și arborelui T_d :

$$T_j = J_{\max} - J_{\min} = (D_{\max} - d_{\min}) - (D_{\min} - d_{\max}) = (D_{\max} - D_{\min}) + (d_{\max} - d_{\min}) = T_D + T_d$$



- **Ajustaj cu strângere**

Asigură întotdeauna o strângere între alezaj și arbore, în asamblare, adică limita superioară a dimensiunii alezajului este mai mică sau egală cu limita inferioară a dimensiunii arborelui.

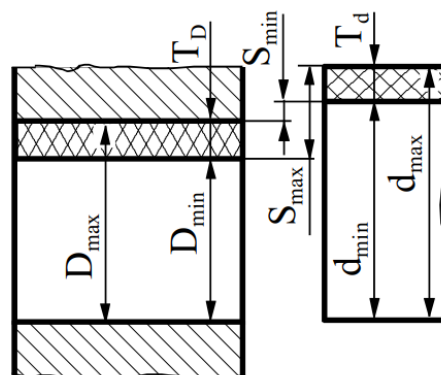
Valoarea strângerii obținute este cuprinsă între două valori limită:

$$S_{\max} = d_{\max} - D_{\min}$$

$$S_{\min} = d_{\min} - D_{\max}$$

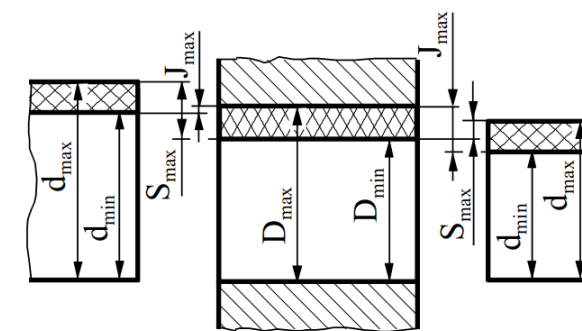
Toleranța ajustajului cu strângere T_s este dată de diferența dintre aceste două valori, sau de suma toleranțelor alezajului T_D și arborelui T_d :

$$T_s = S_{\max} - S_{\min} = (d_{\max} - D_{\min}) - (d_{\min} - D_{\max}) = (D_{\max} - D_{\min}) + (d_{\max} - d_{\min}) = T_D + T_d$$



- **Ajustaj intermediar**

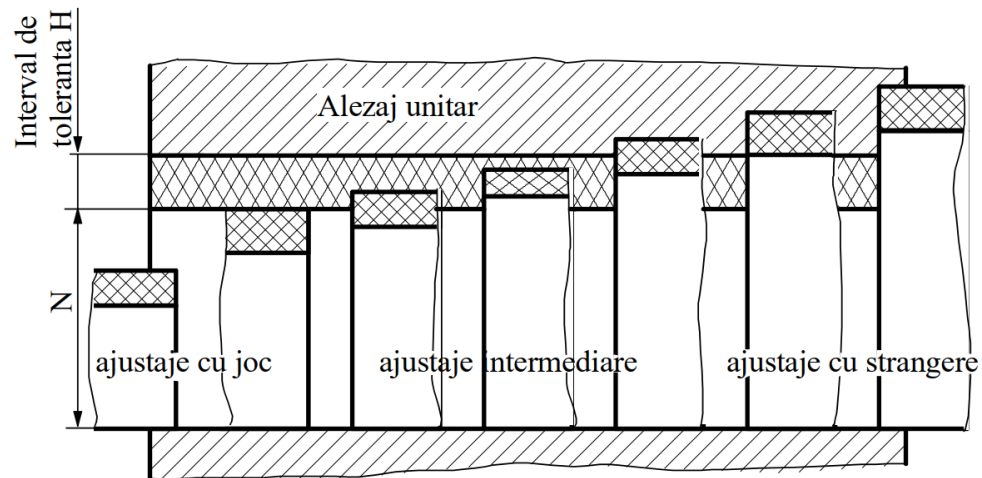
Intervalul de toleranță al alezajului se suprapune parțial sau total peste intervalul de toleranță al arborelui, rezultând asamblări cu joc redus sau asamblări cu strângere mică.



Mai multe ajustaje cu jocuri și strângeri diferite alcătuiesc un sistem de ajustaje. În construcția de mașini se utilizează două sisteme de ajustaje:

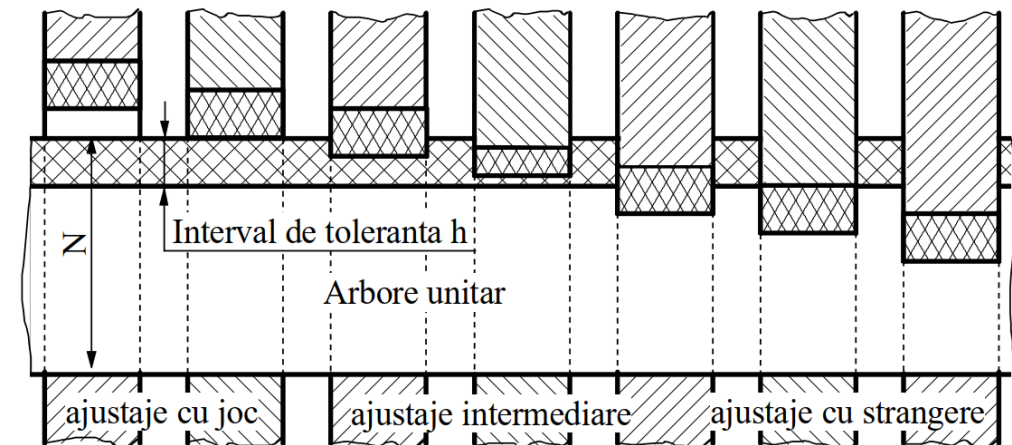
- **Sistemul alezaj unitar**

Alezajul are abaterea inferioară nulă, $EI = 0$, $D_{\min} = N$.



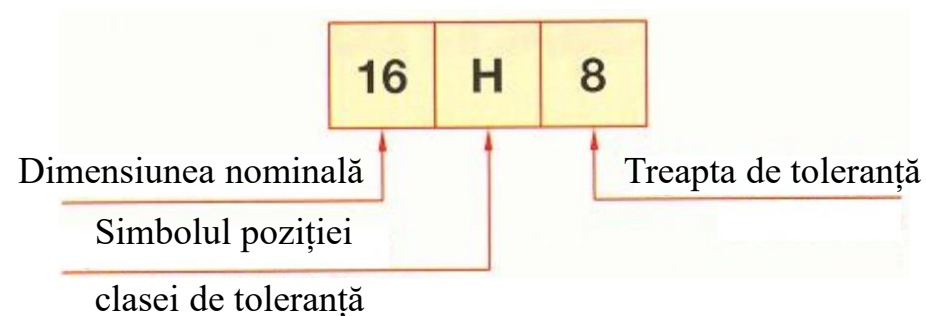
- **Sistemul arbore unitar**

Arborele are abaterea superioară nulă, $es = 0$, $d_{\max} = N$.



Clase de toleranțe preferențiale

Arbore unitar	Clase de toleranțe pentru alezaje		
	Ajustaje cu joc	Ajustaje intermediare	Ajustaje cu strângere
h5		G6 H6 JS6 K6 M6	N6 P6
h6		F7 G7 H7 JS7 K7 M7 N7	P7 R7 S7 T7 U7 X7
h7		E8 F8 H8	
h8	D9 E9 F9 H9		
h9	E8 F8 H8		
	D9 E9 F9 H9		
	B11 C10 D10 H10		



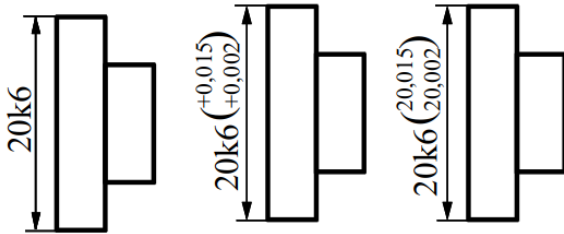
Clasa de precizie	Dimensiunea nominală N [mm]						
	0,5 < N ≤ 3	3 < N ≤ 6	6 < N ≤ 30	30 < N ≤ 120	120 < N ≤ 400	400 < N ≤ 1000	1000 < N ≤ 2000
	Abateri limită la dimensiuni liniare [mm]						
f	± 0,05	± 0,05	± 0,10	± 0,15	± 0,20	± 0,30	± 0,50
m	± 0,10	± 0,10	± 0,20	± 0,30	± 0,50	± 0,80	± 1,20
c	± 0,20	± 0,30	± 0,50	± 0,80	± 1,20	± 2,00	± 3,00
v	-	± 0,50	± 1,00	± 1,50	± 2,50	± 4,00	± 5,00

Alezaj unitar	Clase de toleranțe pentru arbori		
	Ajustaje cu joc	Ajustaje intermediare	Ajustaje cu strângere
H6		g5 h5 js5 k5 m5	n5 p5
H7		f6 g6 h6 js6 k6 m6 n6	p6 r6 s6 t6 u6 x6
H8		e7 f7 h7 js7 k7 m7	s7 u7
H9		d8 e8 f8 h8	
H10	b9 c9 d9 e9 h9		
H11	b11 c11 d10 h10		

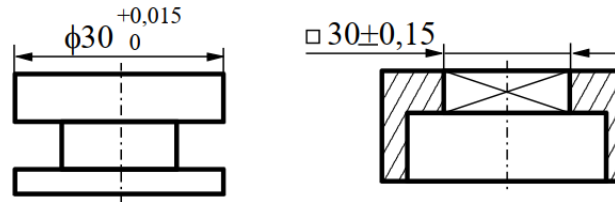
Înscrierea toleranțelor la dimensiuni liniare pe desenele de execuție

Înscrierea pe desene a toleranțelor la dimensiuni liniare este reglementată prin standardul SR EN ISO 14405 - 1: 2011 Tolerare dimensională. Partea 1: Dimensiuni liniare.

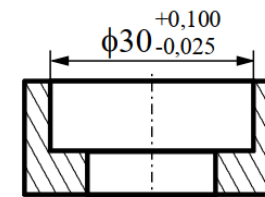
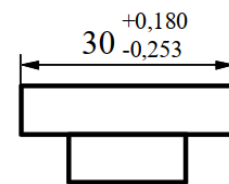
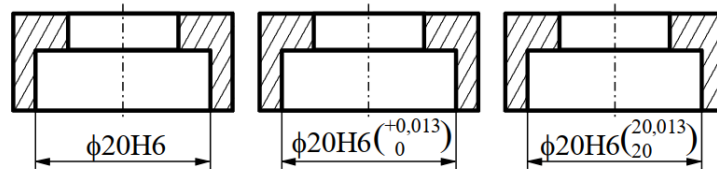
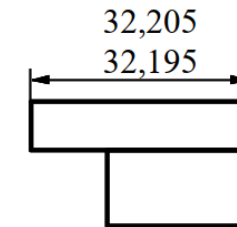
1. Prin dimensiunea nominală urmată de simbolul toleranței format din simbolul intervalului de toleranță + clasa de precizie



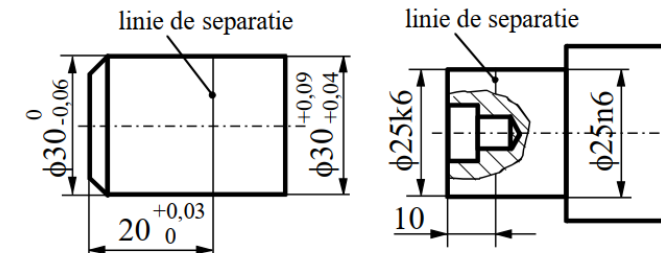
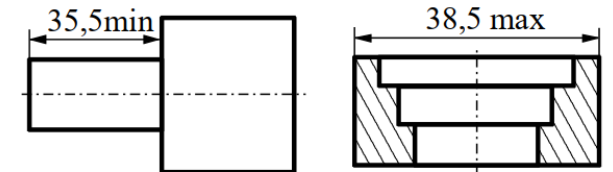
2. Prin dimensiunea nominală urmată de valorile abaterilor limită



3. Prin dimensiuni limită Dimensiunile limită se indică prin dimensiunea maximă și minimă, notate una sub alta pe linia de cotă.



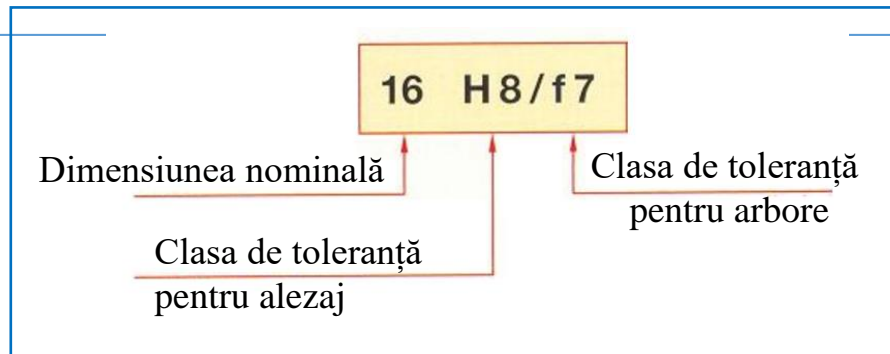
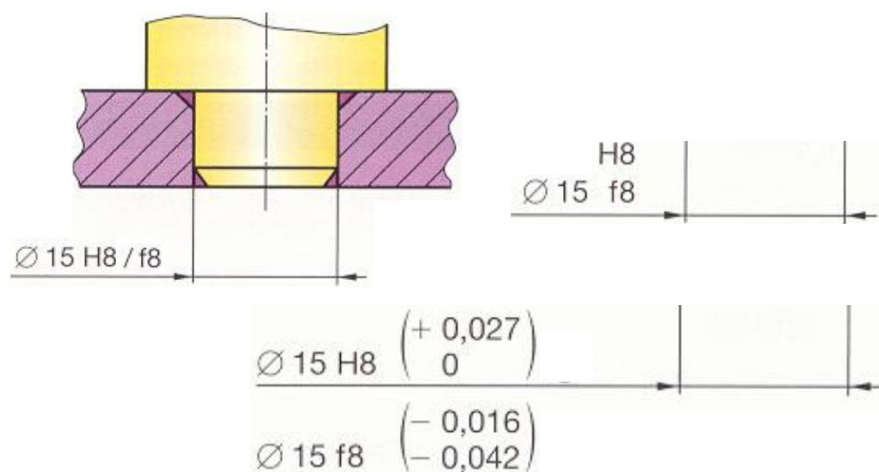
4. Prin dimensiuni limită într-o singură direcție.



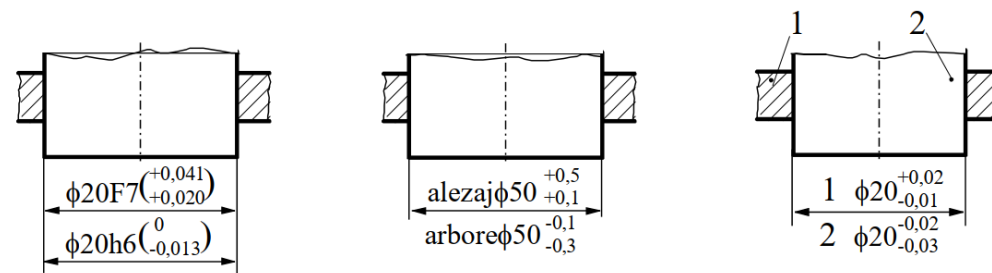
Înscrierea toleranțelor la dimensiuni liniare pe desenul de ansamblu

Dimensiunile tolerate în cazul unui ansamblu se referă la dimensiunile ajustajului format între două piese ale unui ansamblu.

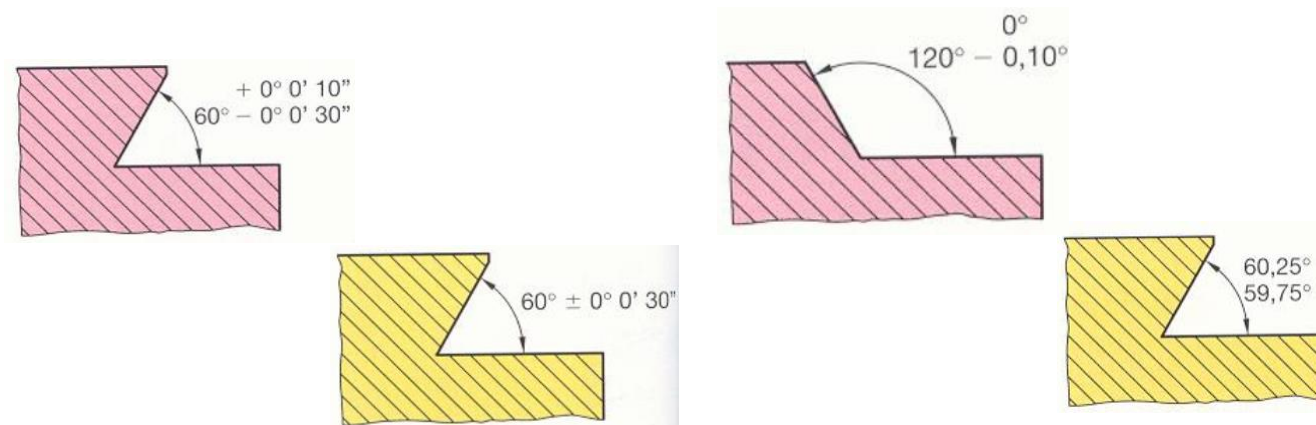
1. Prin dimensiunea nominală urmată de simbolurile toleranțelor. Simbolul toleranței alezajului se înscrie înaintea celui pentru arbore, despărțite printr-o linie oblică sau deasupra, în cazul notării acestora pe verticală. Când se explicitează valorile numerice ale abaterilor, acestea se înscriu în paranteză și se notează dimensiunile alezajului și arborelui pe linii de cotă individuale.



2. Prin dimensiunea nominală urmată de valorile abaterilor limită. Dimensiunea alezajului și arborelui se înscriu precedate de denumire sau de numărul de poziție, deasupra (alezajul) și dedesubtul (arborele) aceleiași linii de cotă.



Înscrierea toleranțelor la dimensiuni unghiulare

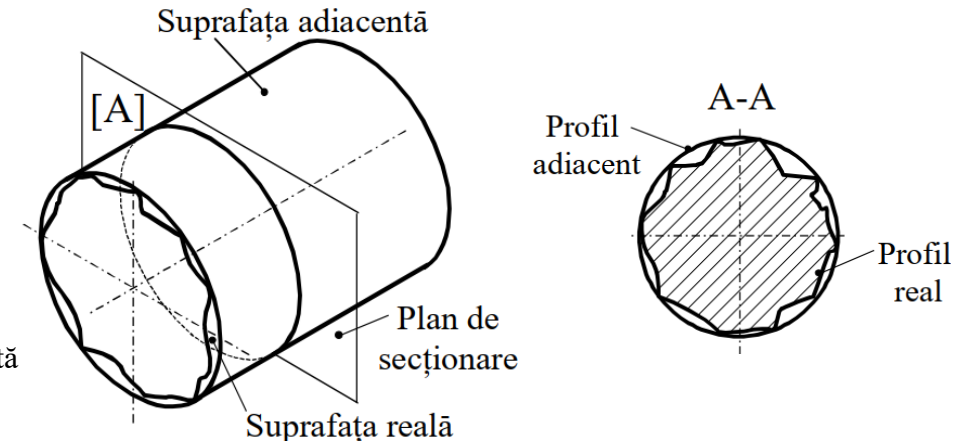


Abateri geometrice

Standardele **SR EN ISO 7083: 2002** Simboluri pentru tolerare geometrică. Proportii și dimensiuni și **SR EN ISO 1101: 2013** Tolerare geometrică. Toleranțe de formă, de orientare, de poziție și de bătaie, stabilesc simbolurile și reglementează înscrierea pe desene a toleranțelor geometrice.

Termeni generali utilizați pentru definirea toleranțelor geometrice:

- **Suprafața geometrică** (nominală) – suprafața ideală prevăzută în desenul de execuție al piesei;
- **Suprafața reală** – suprafața care limitează piesa și o separă de mediul înconjurător;
- **Suprafața efectivă** – reprezintă suprafața care se obține la măsurare, cea mai apropiată de suprafața reală;
- **Suprafața adiacentă** – reprezintă suprafața cu aceeași formă cu suprafața geometrică (ideală), tangentă exterioară la suprafața reală, așezată astfel încât distanța dintre aceasta și suprafața reală să fie minimă



Înscrierea toleranțelor geometrice pe desene se face conform regulilor stabilite în **SR EN ISO 1101: 2013**, indicând elementul tolerat și baza de referință.

Se utilizează un cadru dreptunghiular (trasat cu linie continuă subțire), împărțit în două sau mai multe celule, în care se notează de la stânga la dreapta:

- **simbolul toleranței;**
- **valoarea toleranței** exprimată în milimetri, precedată la nevoie de simbolul ϕ ;
- **litera sau literele** de identificare a **bazei de referință**, dacă este necesar.

\perp 0,5

a)

M \odot 0,01 A

b)

\parallel 0,1 A B

c)

\parallel 0,05/100

d)

\frown 0,5/100 x 200

e)

\odot 0,05
 \perp 0,1 A

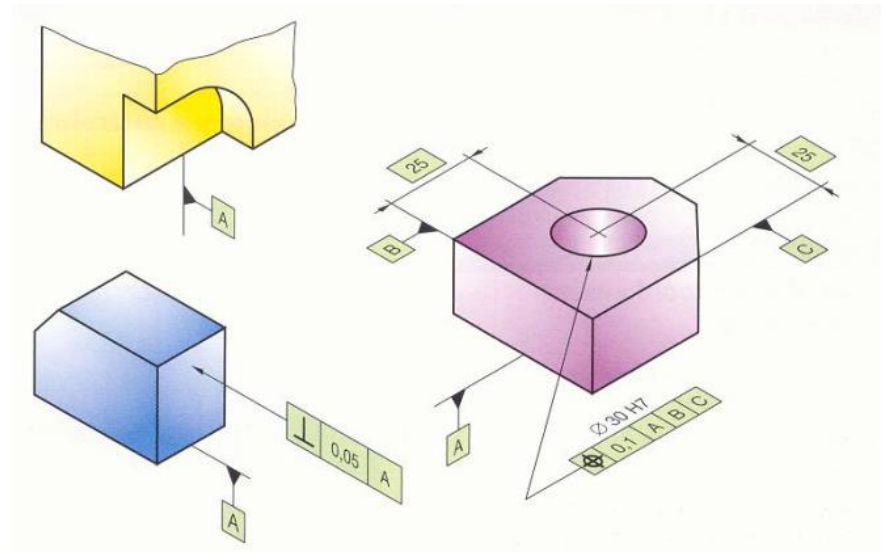
f)

4 gauri
 \oplus ϕ 0,3

g)

4 x
 \oplus ϕ 0,3

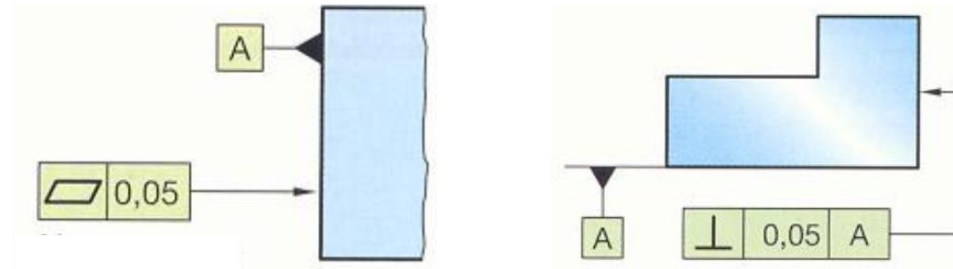
Cadru pentru înscrierea toleranțelor geometrice



Abateri geometrice

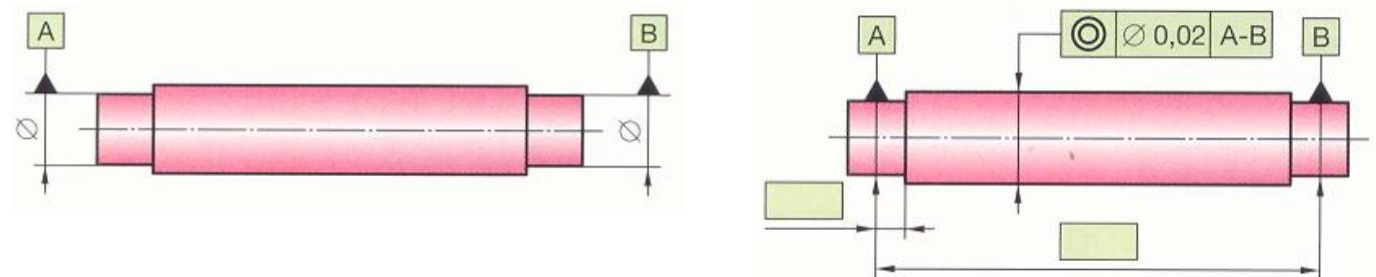
Baza de referință

•forma geometrică teoretic exactă (axă, plan, punct, etc.) la care se raportează poziția elementului tolerat;



Sistem de baze de referință

•este un ansamblu de două sau mai multe baze de referință separate, folosit ca element de referință combinat pentru un element tolerat;

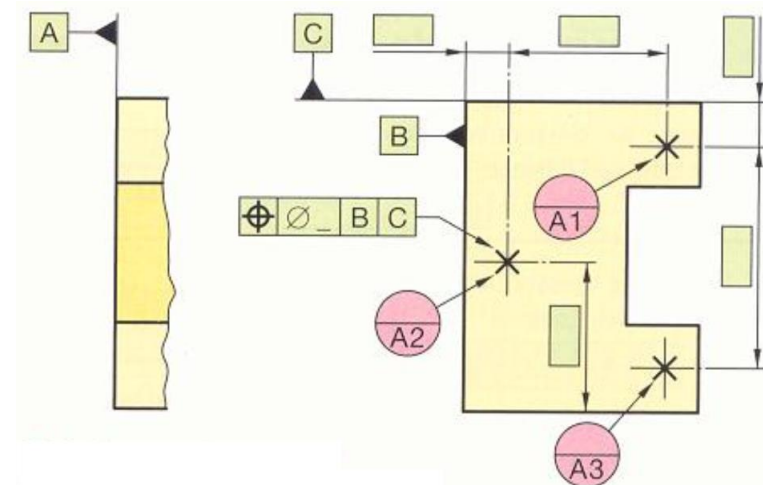


Baza de referință parțială

•reprezintă punctul, linia sau o zonă de pe suprafața piesei, care definește bazele de referință necesare, astfel încât să fie satisfăcute cerințele funcționale.

Baza de referință parțială	Simbol
Un punct	×
O linie	×—×
O zonă	▨ ○

Specificarea dimensiunii
de la zona de referință



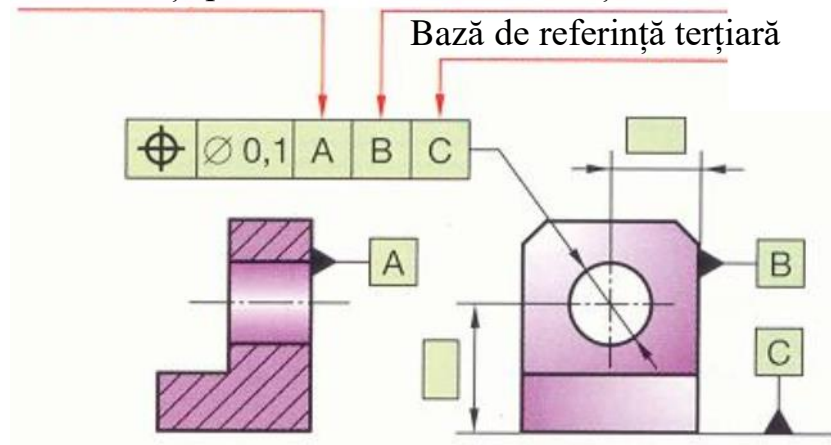
Simbolurile toleranțelor geometrice

Tipul toleranței	Denumire	Simbol	Tipul toleranței	Denumire	Simbol
Toleranțe de formă	Toleranță la rectilinitate	—	Tol. de orientare	Toleranță la paralelism	//
	Toleranță la planitate	▭		Tol. la perpendicularitate	⊥
	Toleranță la circularitate	○		Toleranță la înclinare	∕
	Toleranță la cilindricitate	⊘	Tol. de poziție	Tol. la poziția nominală	⊕
	Toleranță de la forma dată a profilului	⌒		Tol. la concentricitate și la coaxialitate	◎
	Toleranță de la forma dată a suprafeței	∩		Toleranță la simetrie	≡
Tol. de bătaie	Toleranța bătaii circulare radiale sau frontale	↗	Toleranța bătaii totale radiale sau frontale	↗↘	

	0,1				
▭	0,05		//	0,1	A
	∅ 0,1				
	S ∅ 0,1				
	0,1 / 120		//	0,1	A
				0,05 / 60	

Simboluri suplimentare toleranțe geometrice

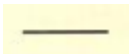
Bază de referință primară Bază de referință secundară



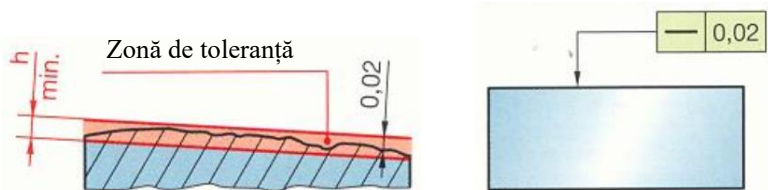
Denumire		Simbol
Indică elementul tolerat	direct	
	indirect (printr-o literă)	
Indică baza de referință	direct	
	indirect (printr-o literă)	
Bază de referință parțială		
Cotă teoretic exactă		
Zonă de toleranță prelungită		
Condiție de maximum de material		

Toleranțe de formă

Toleranța la rectilinitate



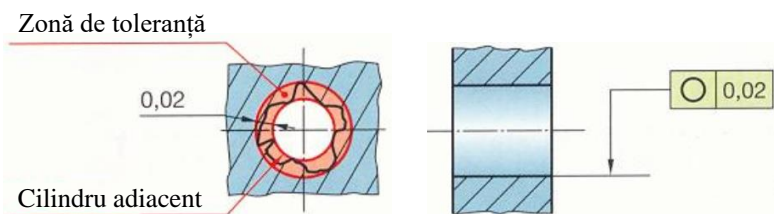
Toleranța la rectilinitate reprezintă valoarea maximă admisă a abaterii de la rectilinitate. Orice linie de pe suprafața inferioară a piesei trebuie să fie situată între două drepte paralele situate la distanța de 0,02 mm.



Toleranța la circularitate



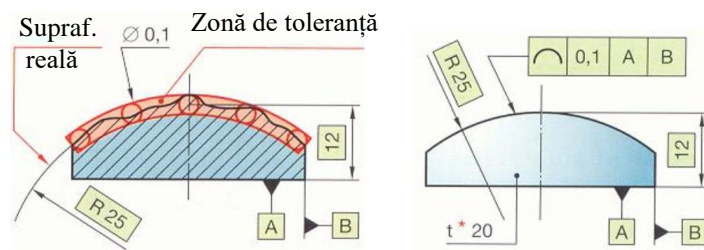
Toleranța la circularitate reprezintă valoarea maximă admisă a abaterii de la circularitate. Profilul real al secțiunii transversale trebuie să fie cuprins între cercul adiacent și un cerc concentric cu acesta, de rază mai mică (la arbori) sau mai mare (la alezaje) cu 0,02 mm.



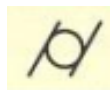
Toleranța la forma dată a profilului



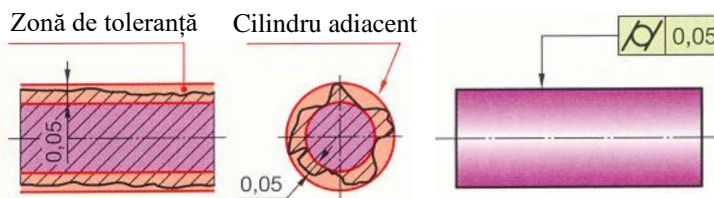
Toleranța la forma dată a profilului reprezintă valoarea maximă admisă a abaterii de la forma dată a profilului. Pentru profilul prezentat, zona de toleranță este de 0,1 mm și este cuprinsă între profilul adiacent și înfășurătoarea cercului de diametru 0,1 mm, care se rostogolește pe profilul adiacent.



Toleranța la cilindricitate



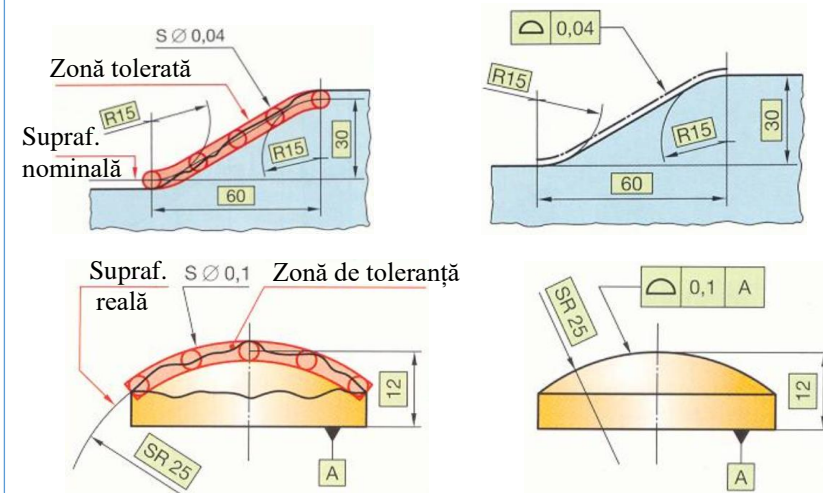
Toleranța la cilindricitate reprezintă valoarea maximă admisă a abaterii de la cilindricitate. Suprafața tolerată este cuprinsă între cilindrul adiacent și un cilindru coaxial cu acesta, a cărui rază este mai mică, la arbori și mai mare, la alezaje, cu valoarea toleranței 0,05 mm.



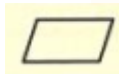
Toleranța la forma dată a suprafeței



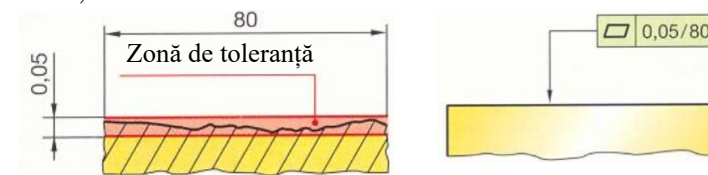
Toleranța la forma dată a suprafeței reprezintă valoarea maximă admisă a abaterii de la forma dată a suprafeței. Pentru suprafața indicată zona de toleranță este de 0,04 mm și este cuprinsă între suprafața adiacentă și înfășurătoarea sferei de diametru 0,04 mm, care se rostogolește pe suprafața adiacentă.



Toleranța la planitate



Toleranța la planitate reprezintă valoarea maximă admisă a abaterii de la planitate. În figură suprafața superioară a piesei este suprafața tolerată și poate fi situată între două plane paralele, cu distanța între ele de 0,05 mm.

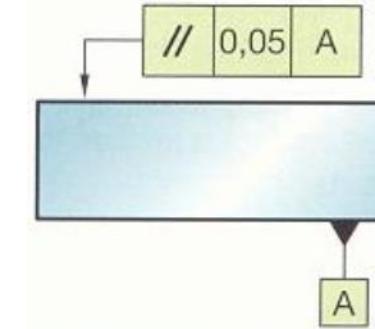
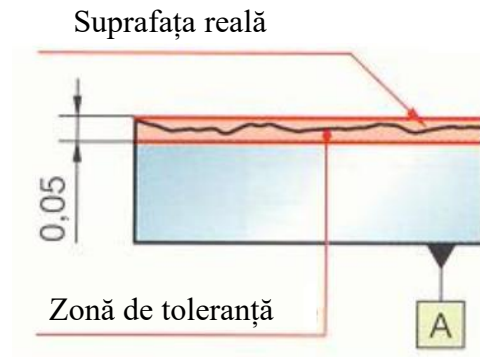


Toleranțe de orientare

Toleranța la paralelism



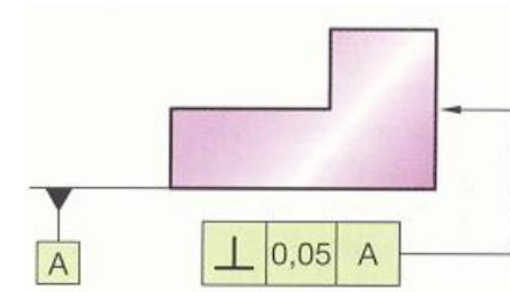
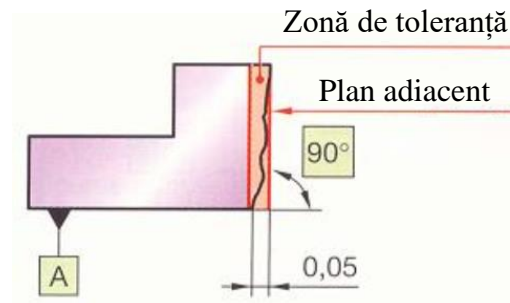
Toleranța la paralelism reprezintă valoarea maximă admisă a abaterii de la paralelism. În figura toleranța la paralelism a planului superior al piesei este de 0,05 mm și este cuprinsă între două plane paralele cu baza de referință A (planul adiacent).



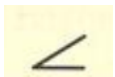
Toleranța la perpendicularitate



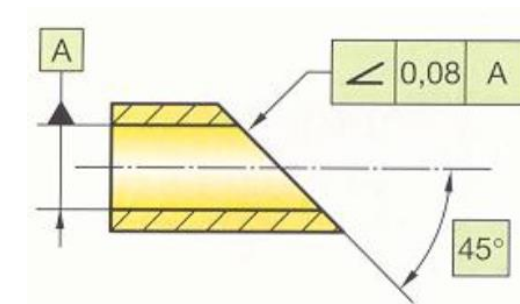
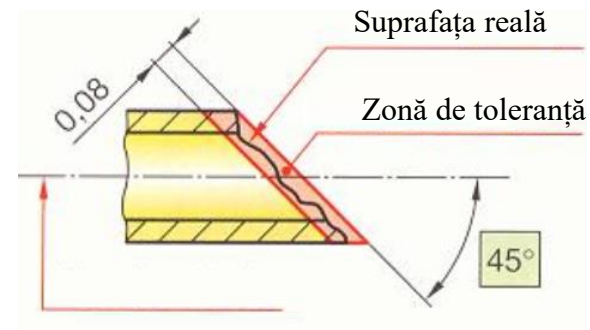
Toleranța la perpendicularitate reprezintă valoarea maximă admisă a abaterii de la perpendicularitate. În figura planul vertical al piesei, are o toleranță la perpendicularitate de 0,05 mm, materializată prin distanța dintre două plane perpendiculare pe baza de referință A.



Toleranța la înclinare



Toleranța la înclinare reprezintă valoarea maximă admisă a abaterii de la înclinare. În figura toleranța de 0,08 mm este distanța dintre două plane paralele și înclinate cu unghiul de 45° nominal față de baza de referință A și între ele este cuprinsă suprafața înclinată a piesei.

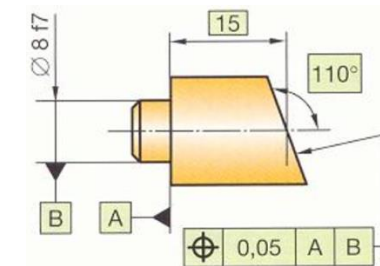
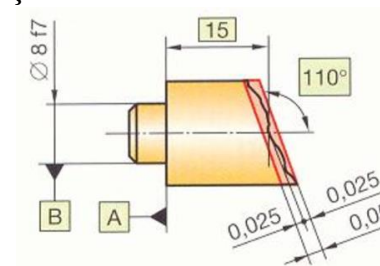
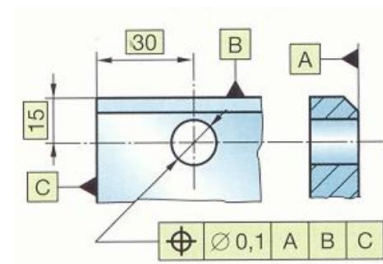
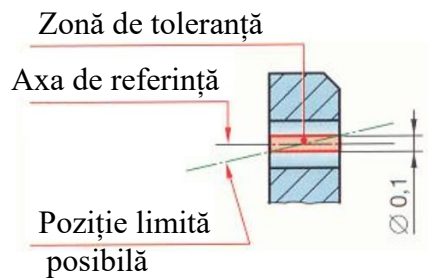


Toleranțe de poziție

Toleranța la poziția nominală



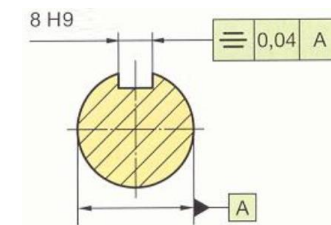
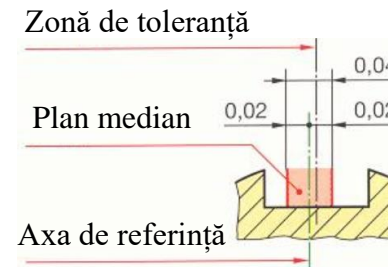
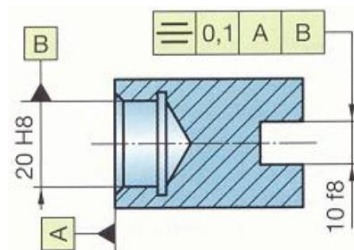
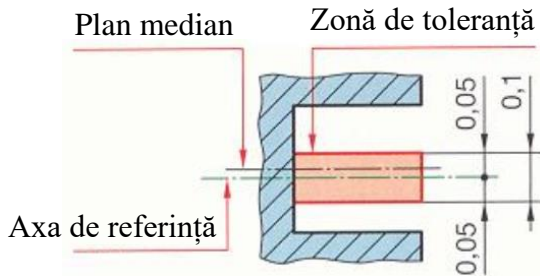
Toleranța la poziția nominală reprezintă dublul valorii maxime admise a abaterii de la poziția nominală.



Toleranța la simetrie



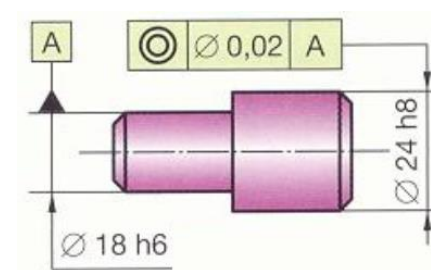
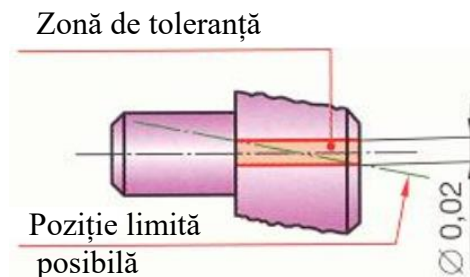
Toleranța la simetrie reprezintă dublul valorii maxime admise a abaterii de la simetrie. Poate fi prescrisă pentru o axă într-o singură direcție sau în două direcții reciproc perpendiculare și pentru un plan față de o axă sau un plan de simetrie.



Toleranța la concentricitate și coaxialitate



Toleranța la concentricitate și la coaxialitate reprezintă dublul valorii maxime a abaterii de la concentricitate și de la coaxialitate. Axa cilindrului tolerat din figura este cuprinsă într-o zonă cilindrică de diametru 0,02 mm, coaxial cu baza de referință, axa cilindrului de diametru 18 mm.

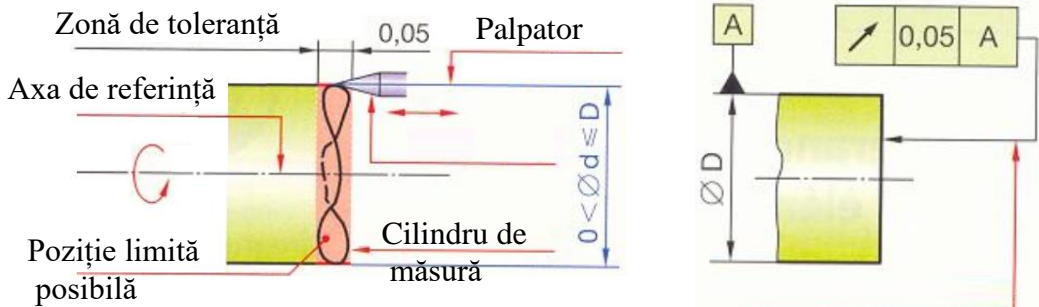


Toleranțe de bătaie

Toleranța bătaii circulare frontale

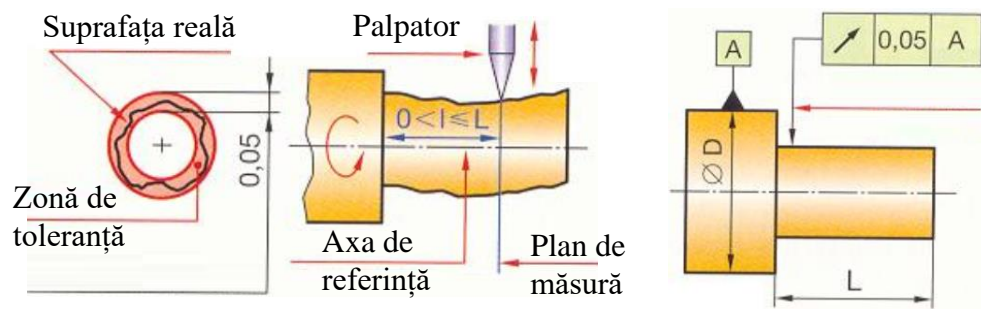


Bătaia circulară frontală este diferența dintre distanța maximă și distanța minimă de la suprafața frontală reală la un plan perpendicular pe axa de rotație, pentru un diametru dat.

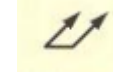


Toleranța bătaii circulare radiale

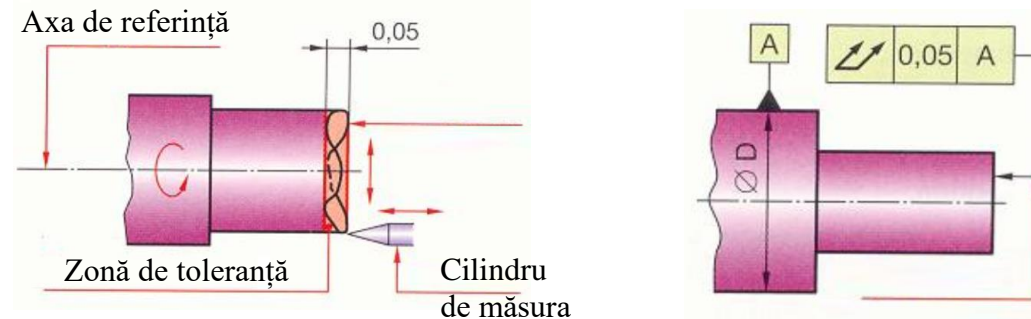
Bătaia circulară radială este diferența dintre distanța maximă și distanța minimă de la suprafața reală la axa de rotație, pe lungimea de referință, determinată în plane perpendiculare pe axa de referință.



Toleranța bătaii totale frontale

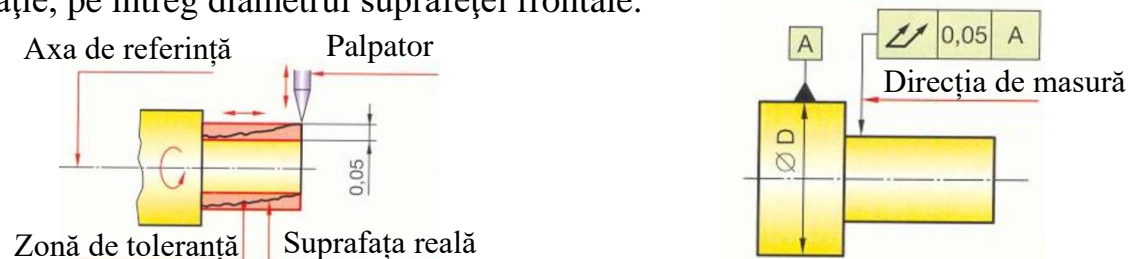


Bătaia totală radială este diferența dintre distanța maximă și distanța minimă de la suprafața reală la axa de rotație de referință, pe lungimea de referință.



Toleranța bătaii totale radiale

Bătaia totală frontală este diferența dintre distanța maximă și distanța minimă de la suprafața frontală reală la un plan perpendicular pe axa de rotație, pe întreg diametrul suprafeței frontale.



Toleranța bătaii pentru o direcție specificată

