**FACULTATEA DE CONSTRUCŢII DE MAŞINI
ŞI MANAGEMENT INDUSTRIAL**

Florentin Cioată **Adriana Munteanu**

Păduraru Emilian

TOLERANŢE ŞI CONTROL DIMENSIONAL

Lucrarea de laborator nr. 5

Lucrare de laborator informativă- TOLERANŢE

(pentru studiu individual)

Iaşi, 2020

LUCRAREA NR. 5.

LUCRARE INFORMATIVĂ- TOLERANTE.

TOLERANŢE DIMENSIONALE PENTRU PIESE CU FORMĂ SIMPLĂ

Aplicaţii care se vor efectua la lucrarea de laborator nr. 5:

- stabilirea abaterilor limită pentru o dimensiune tolerată, cu ajutorul standardelor ISO;
- calcularea valorilor limită şi a toleranţei pentru o dimensiune tolerată;
- reprezentarea grafică a ajustajelor ISO;
- identificarea tipului de ajustaj într- o îmbinare şi a sistemului de ajustaje;
- calcularea jocurilor şi/sau strângerilor limită ale unui ajustaj şi a toleranţei ajustajului;

1. Scopurile lucrării de laborator.

- cunoaşterea elementelor de identificare a dimensiunilor tolerate, cunoaşterea calcului cu toleranţe dimensionale, reprezentarea grafică a câmpului de toleranţe al unei dimensiuni tolerate, cunoaşterea modului de utilizare a standardului cu abateri limită, abateri fundamentale şi toleranţe fundamentale ISO.
- cunoaşterea tipurilor de ajustaje din îmbinări, a modalităţilor de identificare a tipului de ajustaj, a modului de identificare a sistemului de ajustaje, reprezentarea grafică a unui ajustaj, calcularea jocurilor sau strângerilor limită pentru un ajustaj, calcularea toleranţei ajustajului.

2. Consideraţii generale

Pentru a asigura funcţionarea corectă a pieselor în ansamblurile în care sunt montate, sunt stabilite intervale de valori pentru parametrii dimensionali şi geometrici, care se înscriu pe desenele de reper sub formă de toleranţe.

Toleranţele prescrise pentru dimensiuni sunt numite toleranţe dimensionale, iar dimensiunile care primesc toleranţe sunt dimensiuni tolerate.

Toleranţele dimensionale nu se aleg la întâmplare, ci se stabilesc astfel încât să satisfacă două condiţii de bază:

- să fe cât mai mici, pentru a asigura funcţionarea corectă a piesei;
- să fie cât mai mari, pentru prelucrarea cât mai economică a piesei.

Pentru o utilizare unitară a toleranţelor dimensionale de către toţi proiectanţii şi utilizatorii, toleranţele dimensionale au fost grupate într-un ansamblu de toleranţe numit sistem de toleranţe dimensionale.

În ţara noastră este utilizat sistemul ISO de toleranţe dimensionale, general şi obligatoriu de respectat la toate nivelele: naţional, departamental, etc.

3. Dimensiuni tolerate individual.

Dimensiunea liniară exprimă valoarea numerică a unei lungimi, în unitatea de măsură a lungimii.

Conform SI (sistemul internațional de mărimi și unități), unitatea de măsură a lungimii este metrul [m]

Notă: în construcţia de maşini, pentru exprimarea dimensiunilor liniare se utilizează ca unitate de măsură milimetrul [mm].

Notă: în calculele cu toleranţe, pentru exprimarea abaterilor limită, a toleranţelor dimensionale, a jocurilor şi strângerilor limită şi a toleranţei ajustajului se poate utiliza drept unitate de măsură micrometrul [μm].

Se poate considera că dimensiunea liniară reprezintă caracteristica liniară a unui element geometric (muchie, plan, suprafață) al unei piese, respectiv, distanţa dintre două plane paralele opuse.

Abaterile limită, abaterile fundamentale, toleranţele fundamentale şi treptele de toleranţe ale dimensiunilor tolerate sunt stabilite de sistemul de toleranţe dimensionale ISO, care este reglementat prin două standarde principale: SR EN 20286-1:1997 şi SR EN 20286-2: 1997.

În standardul SR EN 20286-1:1997 sunt reglementate şi definite elementele prin care se definesc dimensiunile tolerate şi sunt prezentate valorile numerice ale toleranţelor fundamentale şi valorile numerice ale abaterilor fundamentale pentru arbori şi alezaje.

În standardul SR EN 20286-2:1997 sunt prezentate valorile numerice ale abaterilor limită pentru arbori şi alezaje.

3.1. Calcularea valorilor limită ale dimensiunii.

Valorile limită ale unei dimensiuni tolerate sunt dimensiunile maximă şi minimă ale intervalului de valori în care se află dimensiunea efectivă.

Cele două dimensiuni limită se calculează cu relaţiile:

pentru arbori (dimensiuni exterioare):		*pentru alezaje (dimensiuni interioare):*	
$\mathbf{d_{max} = N + es}$	(1)	$\mathbf{D_{max} = N + ES}$	(3)
$\mathbf{d_{min} = N + ei}$	(2)	$\mathbf{D_{min} = N + EI}$	(4)

3.2. Calcularea toleranţei dimensionale.

Toleranţa unei dimensiuni este diferenţa dintre dimensiunile limită sau diferenţa dintre abaterile limită.

Notă: toleranţa are o valoare pozitivă, întotdeauna (deoarece reprezintă diferenţa dintre o dimensiune maximă şi o dimensiune minimă, respectiv, diferenţa algebrică a abaterilor limită, chiar dacă abaterile limită sunt negative).

Toleranţa dimensională se calculează cu două relaţii echivalente.

Pentru arbori (dimensiuni exterioare):

Relaţia 1: $\mathbf{ITa = d_{max} - d_{min}}$ (5)

Relaţia 2: **ITa = es – ei** (6)

Pentru alezaje (dimensiuni interioare):

Relaţia 1: $\mathbf{ITA = D_{max} - D_{min}}$ (7)

Relaţia 2: **ITA = ES – EI** (8)

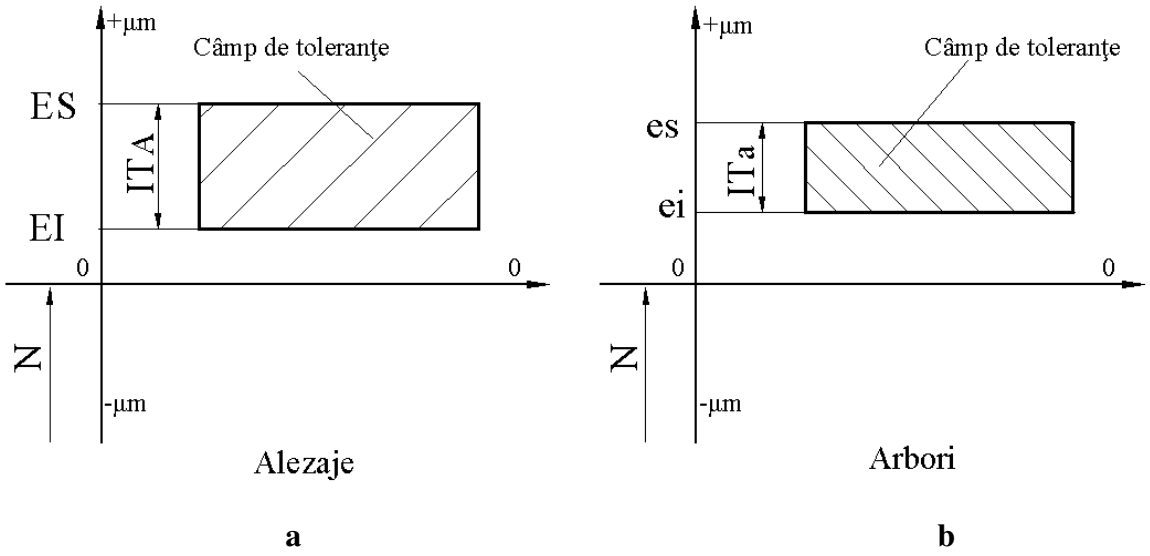
Notă: în calculele cu toleranţe, pentru determinarea toleranţei, se va folosi relaţia 2 (în funcţie de abaterile limită).

3.3. Reprezentarea grafică a câmpului de toleranţe pentru o dimensiune tolerată

În calculele cu toleranţe, valoarea nominală, abaterile limită şi câmpul de toleranţe ale unei dimensiuni se reprezintă grafic într-un sistem de coordonate rectangulare, în care se ia, ca axă a absciselor, linia *zero,* iar ca axă a ordonatelor, linia abaterilor exprimate în µm.

Această reprezentare este cunoscută drept reprezentarea grafică simplificată); pe această reprezentare grafică se trec liniile abaterilor superioară şi inferioară care se notează în stînga ordonatei abaterilor (fig. 1).

Câmpul de toleranţe se reprezintă sub forma unui dreptunghi cu înălţimea egală cu toleranţa dimensiunii şi lungimea atât cât permite câmpul desenului.



a **b**

Fig. 1.
Reprezentarea grafică a câmpului de toleranţe
a.- pentru un alezaj; b.- pentru un arbore

Câmpul de toleranţe se haşurează astfel:

- ***pentru alezaje***: cu linii înclinate de la dreapta la stânga, mai depărtate între ele (fig. 1.a);
- ***pentru arbori:*** cu linii înclinate de la stânga la dreapta, mai apropiate între ele (fig. 1.b).

3.4. Determinarea abaterilor limită cu ajutorul standardului SR EN 20286: 1997

O dimensiune este complet caracterizată dacă se cunosc elementele:

- valoarea nominală a dimensiunii;
- clasa de toleranţe (asocierea dintre abaterea fundamentală şi treapta de toleranţe).

Cu aceste elemente se pot determina:

- valorile abaterilor limită ale dimensiunii considerate: abaterea superioară şi abaterea inferioară;
- valorile limită ale dimensiunii considerate: dimensiunea maximă şi dimensiunea minimă;
- valoarea toleranţei dimensiunii considerate.

Abaterile limită se pot stabili în două moduri:

- direct din standardul SR EN 20286-2: 1997, în care sunt date valorile numerice ale abaterii superioare şi ale abaterii inferioare (în μm), pentru arbori şi pentru alezaje, în funcţie de dimensiunea nominală şi clasa de toleranţe;

- prin calcul, cu ajutorul standardului SR EN 20286-1: 1997, în care sunt date valorile abaterilor fundamentale pentru arbori şi alezaje (în μm) şi valorile treptelor de toleranţe fundamentale (în μm), în funcţie de dimensiunea nominală şi treapta de toleranţe.

Obţinerea abaterilor limită cu ajutorul standardului cu abateri limită pentru arbori şi alezaje- SR EN 20286-2: 1997

În standardul SR EN 20286-2: 1997 sunt prezentate abaterile limită pentru toţi arborii **a,…,zc** şi pentru toate alezajele **A, …,ZC**, din sistemul de toleranţe dimensionale ISO, pentru dimensiuni nominale până la 500 mm.

În ANEXA I sunt date extrase din standard cu abateri limită pentru arbore, iar în ANEXA II, I sunt date extrase din standard cu abateri limită pentru alezaje.

Modul de lucru cu acest standard se prezintă prin două exemple.

Exemplul I. Să se stabilească abaterile limită pentru arborele **30g6.**

Pentru stabilirea abaterilor limită a arborelui **30g6**, se parcurg etapele:

E1: se identifică elementele care definesc arborele dat:

- valoarea nominală este **N = 30** mm;
- clasa de toleranţe este **g6**, formată din abaterea fundamentală cu simbolul **g** şi treapta de toleranţe **6**.

E2: în ANEXA I (extras cu abaterile limită pentru arbori), se caută coloana corespunzătoare abaterii fundamentale **g** şi apoi, coloana treptei de toleranţe **6** (fig. 2);

E3: se identifică linia cu intervalul de dimensiuni nominale în care se încadrează valoarea nominală a arborelui considerat (intervalul peste 18 până la 30 mm inclusiv).

E4: se urmăreşte caseta aflată la intersecţia coloanei pentru clasa de toleranţe **g6**, cu linia intervalului de dimensiuni nominale peste 18 până la 30 mm inclusiv. În caseta identificată sunt două valori numerice, una sub alta. Valoarea de deasupra este abaterea superioară, ***es***, iar valoarea de jos este abaterea inferioară ei. Ambele valori sunt în micrometri.

ANEXA I

Abateri limită pentru arbori

Abateri in micrometri

Dimensiuni nominale [mm]		e			f			g				
Intervale principale	Intervale secundare	5	6	7	5	6	7	5	6	7	4	5
Până la 3 1)		-14 -18	-14 -20	-14 -24		-6 -10	-6 -12	-2 -6	-2 -8	-2 -12	0 -3	0 -4
(3 - 6]		-20 -25	-20 -28	-20 -32		-10 -15	-10 -18	-4 -9	-4 -12	-4 -16	0 -4	0 -5
(6 - 10]		-25 -31	-25 -34	-25 -40		-13 -19	-13 -22	-5 -11	-5 -14	-5 -20	0 -4	0 -6
(10 - 18]		-32 -40	-32 -43	-32 -50		-16 -24	-16 -27	-6 -14	-6 -17	-6 -24	0 -5	0 -8
(18 - 30]		-40 -49	-40 -53	-40 -61		-20 -29	-20 -33	-7 -16	-7 -20	-7 -28	0 -6	0 -9
	(30 - 40]	-50	-50	-50	-25	-25	-25	-9	-9	0	0	0

Fig. 2

Deci, abaterile limită pentru arborele **30g6** sunt:

es = -7 µm, ei = -20 µm.

<u>Exemplul al II- lea.</u> Să se stabilească abaterile limită pentru alezajul **30H7.**

Pentru stabilirea abaterilor limită a alezajului **30H7**, se parcurg etapele:

E1: se identifică elementele care definesc alezajul dat:

- valoarea nominală este **N = 30** mm;
- clasa de toleranţe este **H7**, formată din abaterea fundamentală cu simbolul **H** şi treapta de toleranţe **7**.

E2: în ANEXA II (extras cu abaterile limită pentru alezaje), se caută coloana corespunzătoare abaterii fundamentale **H** şi apoi, coloana treptei de toleranţe **7** (fig. 3);

E3: se identifică linia cu intervalul de dimensiuni nominale în care se încadrează valoarea nominală a arborelui considerat (intervalul peste 18 până la 30 mm inclusiv).

E4: se urmăreşte caseta aflată la intersecţia coloanei pentru clasa de toleranţe **H7**, cu linia intervalului de dimensiuni nominale peste 18 până la 30 mm inclusiv. În caseta

identificată sunt două valori numerice, una sub alta. Valoarea de deasupra este abaterea superioară, ***ES***, iar valoarea de jos este abaterea inferioară ***EI***. Ambele valori sunt în micrometri.

ANEXA II

Abateri limită pentru alezaje

Abateri in micrometri

Dimensiuni nominale [mm]		E			F			G			H					
Intervale principale	Intervale secundare	6	7	8	6	7	8	6	7	8	5	6	7	8	9	5
Până la 3 [1)]		+20 +14	+24 +14	+28 +14	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+8 +2	+12 +2	+16 +2	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	
(3 - 6]		+28 +20	+32 +20	+38 +20	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+12 +4	+16 +4	+22 +4	+6 0	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	
(6 - 10]		+34 +25	+40 +25	+47 +25	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+14 +5	+20 +5	+27 +5	+6 0	+9 0	+15 0	+22 0	+38 0	
(10 - 18]		+43 +32	+50 +32	+59 +32	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+17 +6	+24 +6	+33 +6	+8 0	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	
(18 - 30]		+53 +40	+51 +40	+73 +40	+33 +20	+41 +20	+53 +20	+20 +7	+28 +7	+40 +7	+9 0	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	
	(30 – 40)	+66	+75	+89	+41	+50	+64	+25	+34	+48	+11	+16	+25	+39	+62	

Fig. 3

Pentru alezajul **30H7** s- au obţinut abaterile limită:

ES = +21 µm, ei = 0 µm.

Cu abaterile limită obţinute din standard, se pot scrie toate elementele care definesc cele două dimensiuni considerate:

Pentru arbore: $30g6=30^{0,007}_{-0,020}$ mm

Pentru alezaj: $30H7=30^{+0,021}_{0}$ mm

Notă: abaterile limită se alătură valorii nominale a dimensiunii, în dreapta acesteia, una sub alta (abaterea superioară se scrie deasupra, abaterea inferioară se scrie dedesubt).

Atenţie! Lângă valoarea nominală a dimensiunii (care este dată în mm), abaterile limită se vor da în aceeaşi unitate de măsură (deci se va face transformarea abaterilor limită din µm, în mm).

Discuţie:

- se consideră dimensiunea **30g6**; dimensiunea nominală N=30 mm, se încadrează în intervalul de dimensiuni: peste 18 până la 30 mm inclusiv; din ANEXA I (abateri limită pentru arbori), pentru acest interval de dimensiuni şi pentru **g6**, se obţin abaterile limită: es=-7 µm, ei=-20 µm.

Abaterea fundamentală este es=-7 µm (cea mai apropiată de linia zero); această valoare o au toţi arborii **g**, pentru toate treptele de toleranţe şi pentru toate valorile nominale cuprinse în intervalul de dimensiuni specificat.

Toleranţa fundamentală corespunzătoare arborelui **30g6**, este: IT6=es-ei=13 µm; această valoare o au toţi arborii din treapta de toleranţe **6**, pentru toate abaterile fundamentale (câmpurile) de la **a** până la **zc** şi pentru toate valorile nominale cuprinse în intervalul de dimensiuni specificat;

- se consideră dimensiunea **30H7**; dimensiunea nominală N=30 mm, se încadrează în intervalul de dimensiuni: peste 18 până la 30 mm inclusiv; din ANEXA II (abateri limită pentru alezaje), pentru acest interval de dimensiuni şi pentru **H7**, se obţin abaterile limită: ES=21 µm, EI=0 µm.

Abaterea fundamentală este EI=0 µm (cea mai apropiată de linia zero); această valoare o au toate alezajele **H**, pentru toate treptele de toleranţe şi pentru toate valorile nominale cuprinse în intervalul de dimensiuni specificat.

Toleranţa fundamentală corespunzătoare alezajului **30H7**, este: IT7=ES-EI=21 µm; această valoare o au toate alezajele din treapta de toleranţe **7**, pentru toate abaterile fundamentale (câmpurile) de la **A** până la **ZC** şi pentru toate valorile nominale cuprinse în intervalul de dimensiuni specificat;

Concluzii:

- abaterea fundamentală este calculată pentru fiecare interval de dimensiuni nominale şi este aceeaşi pentru toate treptele de toleranţe (nu depinde de treapta de toleranţe);
- toleranţa fundamentală este calculată pentru fiecare interval de dimensiuni şi pentru fiecare treaptă de toleranţe, fiind aceeaşi pentru toate abaterile fundamentale (câmpuri) cu aceeaşi treaptă de toleranţe (nu depinde de abaterea fundamentală).

4. Ajustaje

Un produs format din mai multe piese reprezintă un ansamblu sau subansamblu; piesele asociate pot fi cuprinse şi cuprinzătoare, formând îmbinări sau ansamblări.

Imbinările dintre piese pot fi:

a. ***îmbinări mobile,*** care permit deplasarea relativă dintre piesele îmbinate, fiind caracterizate printr-un joc între piese;

b. ***îmbinări fixe,*** care nu permit deplasarea relativă dintre piesele îmbinate şi care pot fi:

- ***îmbinări greu demontabile***, la care există o strângere puternică între piesele îmbinate;
- ***îmbinări uşor demontabile*****,** caracterizate prin existenţa unui joc foarte mic sau a unei strângeri foarte mici,

Îmbinarea a două piese se poate realiza dacă ambele au aceeaşi dimensiune nominală a suprafeţelor după care vin în contact; datorită faptului că dimensiunile efective ale pieselor conjugate nu sunt egale, între suprafeţele în contact poate apare un joc sau o strângere.

Joc într-o îmbinare este diferenţa, înainte de montare între valorile efective ale alezajului şi arborelui(fig. 4.a.)

Strângere într-o îmbinare este diferenţa (în valoare absolută), înainte de montare, între valorile efective ale alezajului şi arborelui, atunci când aceasta este negativă (fig. 4.b.)

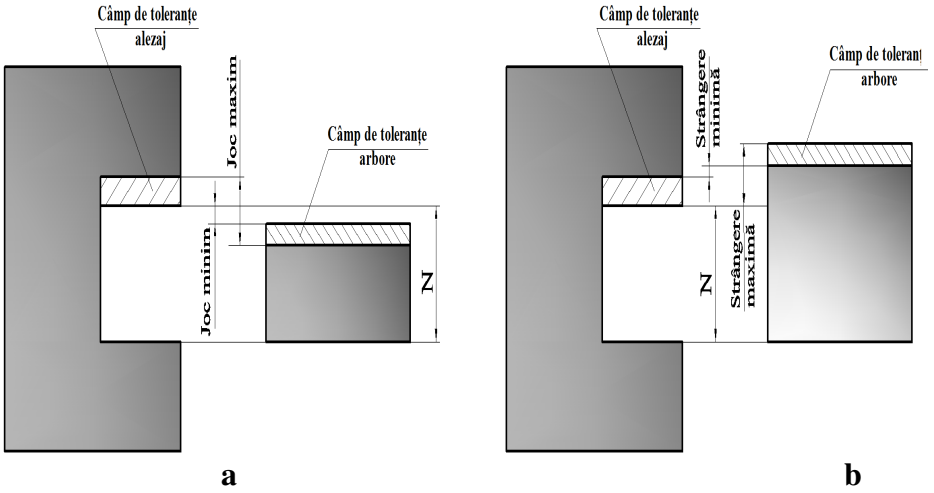


Fig. 4

Ajustajul este o relaţie care rezultă din diferenţa, înainte de montare, între dimensiunile efective ale pieselor dintr-o îmbinare; se referă la mărimea jocului sau a strângerii care apare între două piese care se îmbină.

Ajustajul este caracterizat prin următoarele elemente:

- ***dimensiunea nominală a ajustajului:*** dimensiunea nominală comună a pieselor care se îmbină (valoarea nominală comună a arborelui şi alezajului);
- ***toleranţa ajustajului***, IT_{aj}: suma toleranţelor arborelui şi alezajului:

$$IT_{aj} = IT_a + IT_A. \quad (9)$$

4.1. Tipuri de ajustaje. Reprezentarea grafică a ajustajelor

În imbinările dintre organele de maşini, între dimensiunile pieselor care formează îmbinări, se pot forma trei tipuri de ajustaje distincte:

- ajustaje cu joc;
- ajustaje cu strângere;
- ajustaje intermediare.

a. <u>Ajustaje cu joc</u>: sunt ajustajele care asigură totdeauna un joc. În reprezentarea grafică, la ajustajele cu joc, câmpul de toleranţă al alezajului se află deasupra câmpului de toleranţă al arborelui, la distanţa egală cu jocul minim (fig. 5.).

Se determină jocurile limită, jocul maxim şi jocul minim şi toleranţa ajustajului:

Jocul maxim este diferenţa, înainte de montare, dintre valoarea maximă a alezajului şi valoarea minimă a arborelui, respectiv, diferenţa dintre abaterea superioară a alezajului şi abaterea inferioară a arborelui:

$$\mathbf{J_{max} = D_{max} - d_{min} = ES - ei.} \qquad (10)$$

Jocul minim este diferenţa, înainte de montare, dintre valoarea minimă a alezajului şi valoarea maximă a arborelui, respectiv, diferenţa dintre abaterea inferioară a alezajului şi abaterea superioară a arborelui:

$$\mathbf{J_{min} = D_{min} - d_{max} = EI - es.} \qquad (11)$$

Toleranţa ajustajului cu joc $\boldsymbol{IT_j}$, se determină pornind de la relaţia toleranţei ajustajului (relaţia 9):

$$\mathbf{IT_{aj} = IT_j = IT_A + IT_a = ES - EI + es - ei = (ES - ei) - (EI - es)}$$

$$\mathbf{IT_{aj} = J_{max} - J_{min}.} \qquad (12)$$

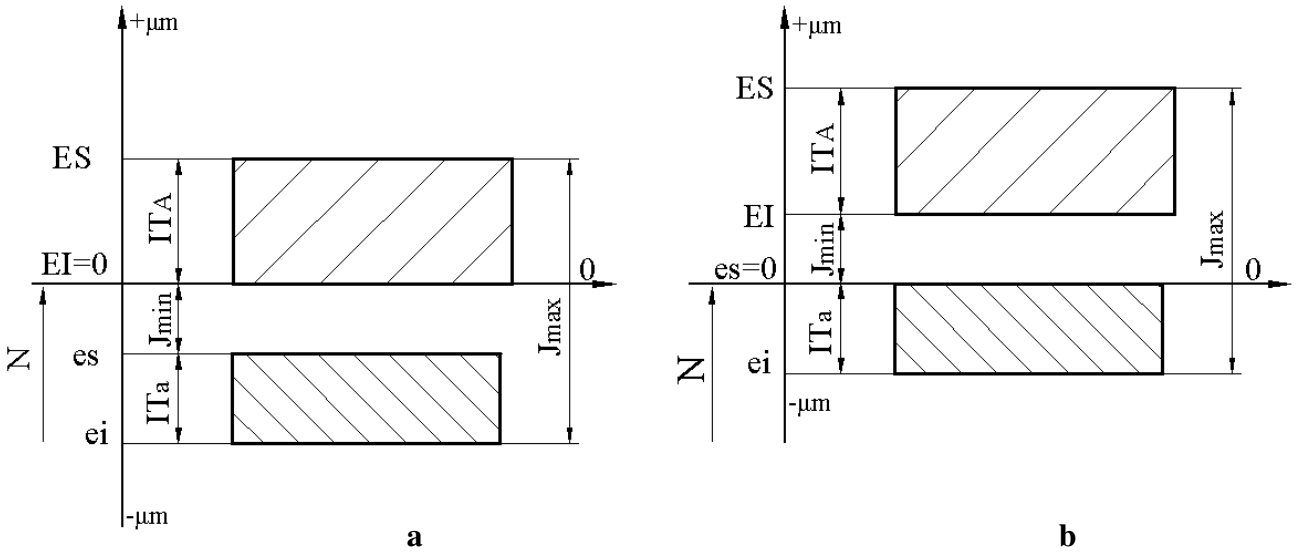


Fig. 5.
Reprezentarea grafică a unui ajustaj cu joc
a.- în sistem de ajustaje alezaj unitar; b.- în sistem de ajustaje alezaj unitar;

b. <u>Ajustaje cu strângere</u>: sunt ajustajele care asigură totdeauna o strângere. În reprezentarea grafică, la ajustajele cu strângere, câmpul de toleranţă al alezajului se află sub câmpul de toleranţă al arborelui, la distanţa egală cu strângerea minimă (fig.6.).

Se determină strângerile limită, strângerea maximă şi strângerea minimă şi toleranţa ajustajului:

Strângerea maximă este diferenţa, înainte de montare, dintre valoarea maximă a arborelui şi valoarea minimă a alezajului, respectiv, diferenţa dintre abaterea superioară a arborelui şi abaterea inferioară a alezajului:

$$S_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI. \quad (13)$$

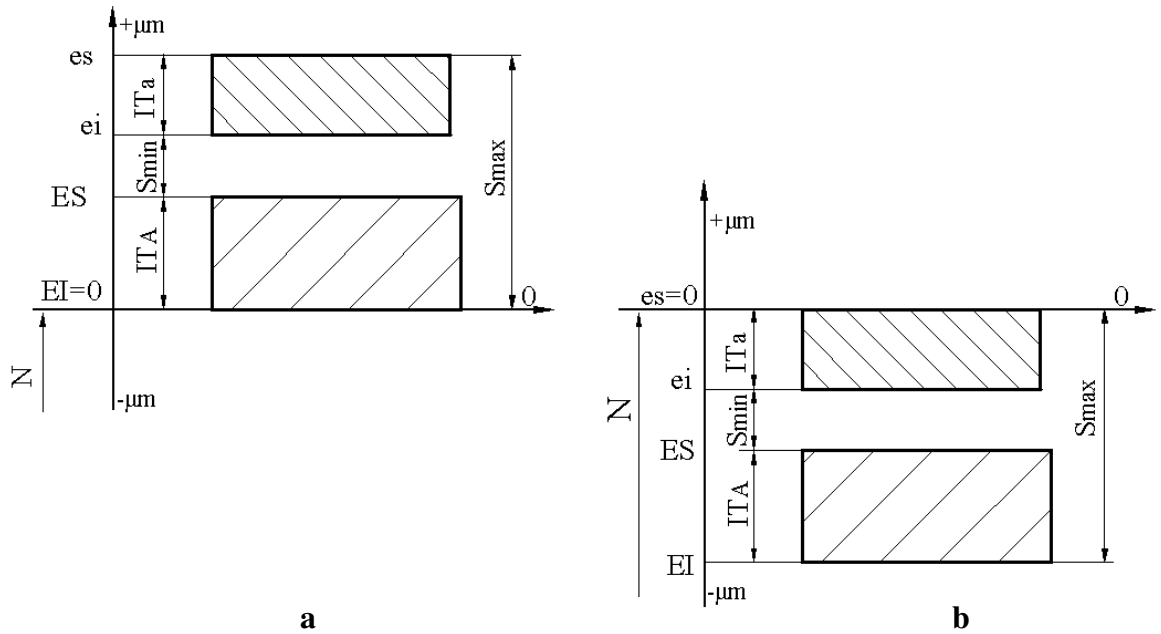


Fig. 6.
Reprezentarea grafică a unui ajustaj cu strângere
a.- în sistem de ajustaje alezaj unitar; b.- în sistem de ajustaje alezaj unitar;

Strângerea minimă este diferenţa, înainte de montare, dintre valoarea minimă a arborelui şi valoarea maximă alezajului, respectiv, diferenţa dintre abaterea inferioară a arborelui şi abaterea superioară a alezajului:

$$S_{min} = d_{min} - D_{max} = ei - ES. \quad (14)$$

Toleranţa ajustajului cu strângere IT_s, se determină pornind de la relaţia toleranţei ajustajului:

$$IT_{aj} = IT_s = IT_A + IT_a = ES - EI + es - ei = (es - EI) - (ei - ES)$$

$$IT_{aj} = IT_s = S_{max} - S_{min} \quad (15)$$

c. <u>Ajustaje intermediare</u>: sunt ajustajele care asigură un joc mic sau o strângere mică, între piesele din îmbinare. În reprezentarea grafică, la ajustajele cu strângere, câmpurile de toleranţă al alezajului şi al arborelui se suprapun parţial (fig.7.a şi b) sau total (fig. 7.c şi d).

Ajustajul intermediar se caracterizează prin strângere maximă şi joc maxim.

Toleranţa ajustajului intermediar se calculează pornind de la relaţia toleranţei ajustajului:

$$IT_{aj} = IT_A + IT_a = ES - EI + es - ei = (ES - ei) - (ei - ES)$$

$$IT_{aj} = J_{max} + S_{max}. \quad (16)$$

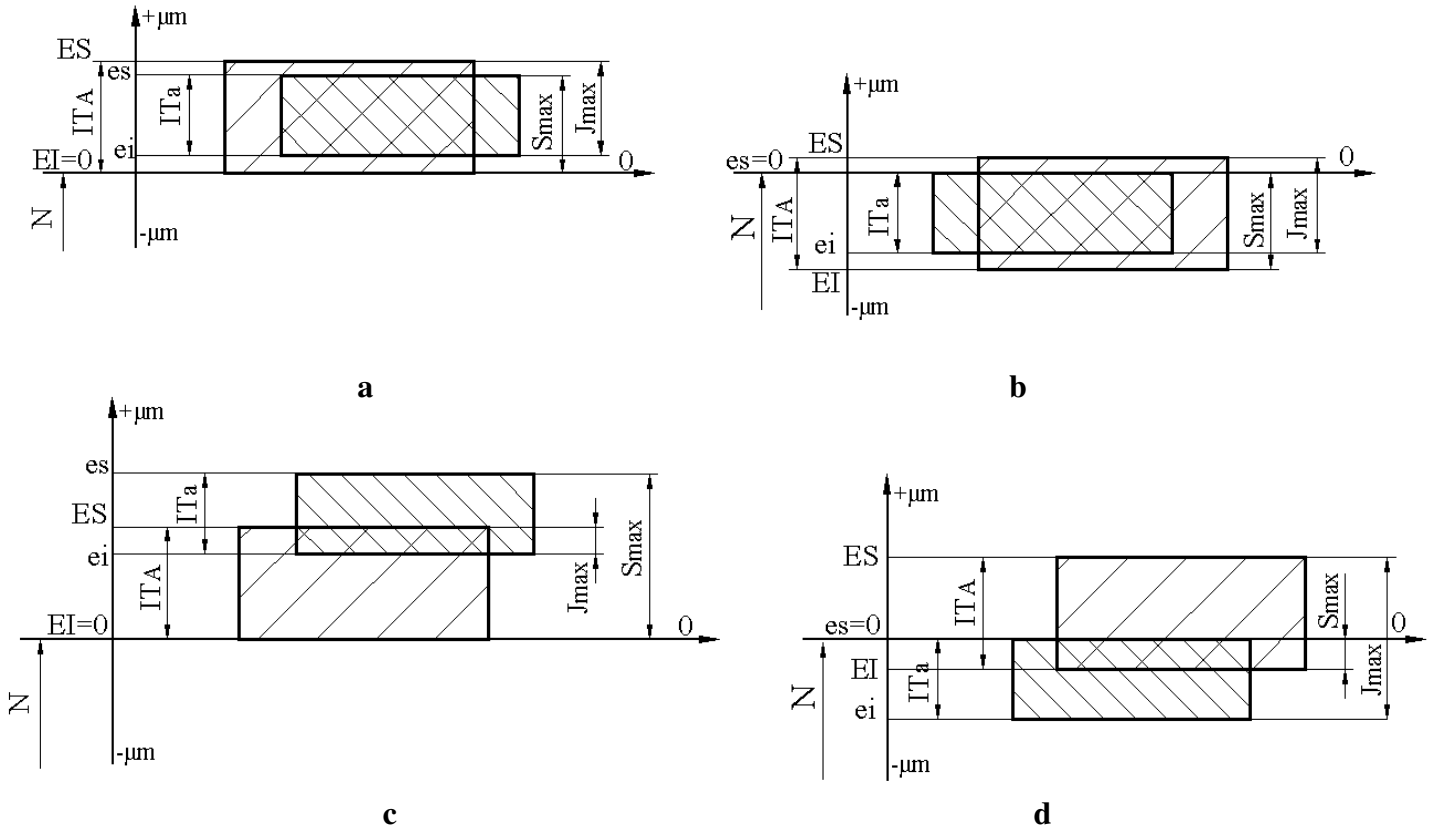


Fig. 7.
Reprezentarea grafică a unui ajustaj intermediar
a, c.- în sistem de ajustaje alezaj unitar; b, d.- în sistem de ajustaje alezaj unitar;

4.2. Sisteme de ajustaje.

În sistemul ISO de toleranţe şi ajustaje, ajustajele se pot forma în două feluri:

- prin asocierea unui singur arbore cu toate cele 28 de alezaje din sistemul ISO; ajustajele formate în acest mod formează sistemul de ajustaje cu arbore unitar sau ***sistemul de ajustaje arbore unitar***.

  Arborele luat ca bază în acest sistem de ajustaje se numeşte ***arbore unitar.***

- prin asocierea unui singur alezaj toţi cei 28 de arori din sistemul ISO; ajustajele formate în acest mod formează sistemul de ajustaje cu alezaj unitar sau sistemul de ajustaje ***alezaj unitar***.

  Alezajul luat ca bază în acest sistem de ajustaje se numeşte ***alezaj unitar.***

Deci, se poate considera că, în sistemul ISO, sunt două sisteme (subsisteme) de ajustaje:

a. sistem de ajustaje arbore unitar, constituit din totalitatea ajustajelor obţinute prin asocierea unui arbore unic, numit ***arbore unitar,*** cu toate alezajele din sistemul ISO;

b. sistem de ajustaje alezaj unitar, constituit din totalitatea ajustajelor obţinute prin asocierea unui alezaj unic, numit ***alezaj unitar,*** cu toţi arborii din sistemul ISO.

Se definesc, astfel două câmpuri unitare:

a. ***arborele unitar,*** care este arborele luat ca bază în subsistemul de ajustaje arbore unitar; câmpul de toleranţă al ***arborelui unitar*** are o poziţie particulară faţă de linia *zero,* fiind situat sub aceasta şi alăturat ei;

În sistemul ISO, arborele unitar este arborele **h.**

b. ***alezaj unitar,*** care este alezajul luat ca bază în subsistemul de ajustaje alezaj unitar; câmpul de toleranţă al ***alezajului unitar*** are o poziţie particulară faţă de linia *zero,* fiind situat deasupra acesteia şi alăturat ei.

În sistemul ISO, alezajul unitar este alezajul **H.**

5. Identificarea tipului de ajustaj şi a sistemului de ajustaje din care face parte un ajustaj specificat.

5.1. Metode de identificare a tipului de ajustaj.

Pentru a identifica ce tip de ajustaj este un ajustaj dat (ajustaj cu joc, un ajustaj cu strângere sau un ajustaj intermediar), se pot aplica următoarele metode:

- pe reprezentarea grafică a ajustajului;
- prin compararea valorilor limită ale alezajului şi arborelui;
- prin compararea abaterilor limită ale alezajului şi arborelui;
- prin observarea semnului jocurilor şi strângerilor limită.

5.1.1. Identificarea tipului de ajustaj pe reprezentarea grafică a ajustajului.

Această metodă asigură identificarea rapidă a tipului de ajustaj, prin observarea poziţiei câmpurilor de toleranţe ale celor două dimensiuni (alezaj şi arbore), unul faţă de celălalt, pe reprezentarea grafică a ajustajului.

Pot exista trei posibilităţi, corespunzătoare celor trei tipuri de ajustaje: cu joc, cu strângere şi intermediare:

- câmpul de toleranţe al alezajului este situat deasupra câmpului de toleranţe al arborelui; în această situaţie, ajustajul considerat este ajustaj cu joc (fig. 5.);
- câmpul de toleranţe al alezajului este situat sub câmpul de toleranţe al arborelui; atunci, ajustajul considerat este ajustaj cu strângere (fig. 6.);
- câmpurile de toleranţe ale alezajului şi arborelui se interpătrund total sau parţial; în această situaţie, ajustajul considerat este ajustaj intermediar (fig. 7).

Aceste trei situaţii sunt prezentate, sintetic, în tabelul 1.

Tabelul 1.

Tipul ajustajului	Poziţia corespunzătoare a câmpurilor de toleranţe	Dimensiuni limită comparate
Ajustaj cu joc	Câmpul de toleranţe al alezajului este complet deasupra câmpului de toleranţe al arborelui.	$\mathbf{D_{max} > d_{min}}$ (relaţie evidentă); $\mathbf{D_{min} > d_{max}}$
Ajustaj cu strângere	Câmpul de toleranţe al alezajului este complet sub câmpul de toleranţe al arborelui.	$\mathbf{D_{max} < d_{min}}$; $\mathbf{D_{min} < d_{max}}$ (relaţie evidentă)
Ajustaj intermediar	Câmpul de toleranţe al alezajului se interpătrunde complet cu câmpul de toleranţe al arborelui.	$\mathbf{D_{max} > d_{max}}$; $\mathbf{D_{min} < d_{max}}$
	Câmpul de toleranţe al alezajului se interpătrunde parţial cu câmpul de toleranţe al arborelui (îl intersectează în partea de sus a acestuia)	$\mathbf{D_{max} > d_{max}}$; $\mathbf{D_{min} > d_{min}}$
	Câmpul de toleranţe al alezajului se interpătrunde parţial cu câmpul de toleranţe al arborelui (îl intersectează în partea de jos a acestuia)	$\mathbf{D_{max} < d_{max}}$; $\mathbf{D_{min} > d_{min}}$

Notă: pe reprezentarea grafică a unui ajustaj intermediar, se observă trei situaţii posibile:

- cele două câmpuri de toleranţe (alezaj, arbore) se interpătrund total (fig. 7.a şi b); este cazul ajustajului intermediar în care jocul este aproximativ egal su strângerea.
- cele două câmpuri de toleranţe (alezaj, arbore) se interpătrund parţial, iar câmpul de toleranţe al alezajului este poziţionat în partea de jos a câmpului de toleranţe al arborelui (fig. 7.c); este cazul ajustajului intermediar în care predomină strângerea;
- cele două câmpuri de toleranţe (alezaj, arbore) se interpătrund parţial, iar câmpul de toleranţe al alezajului este poziţionat în partea de sus a câmpului de toleranţe al arborelui (fig. 7.d); este cazul ajustajului intermediar în care predomină jocul;

5.1.2. Identificarea tipului de ajustaj prin compararea dimensiunilor limită.

Metoda de comparare a dimensiunilor limită ale alezajului şi arborelui nu necesită reprezentarea grafică a ajustajului, fiind suficientă calcularea valorilor limită pentru alezaj ($\mathbf{D_{max}}$ şi $\mathbf{D_{min}}$) şi pentru arbore ($\mathbf{d_{max}}$ şi $\mathbf{d_{min}}$), dimensiunile care formează ajustajul considerat.

Tabelul 2.

Tipul ajustajului	Abateri limită comparate	Poziţia corespunzătoare a câmpurilor de toleranţe
Ajustaj cu joc	**ES > ei** (relaţie evidentă); **EI > es**.	Câmpul de toleranţe al alezajului este complet deasupra câmpului de toleranţe al arborelui.
Ajustaj cu strângere	**ES < ei**; **EI < es** (relaţie evidentă)	Câmpul de toleranţe al alezajului este complet sub câmpul de toleranţe al arborelui.
Ajustaj intermediar	**ES > es**; **EI < ei**	Câmpul de toleranţe al alezajului se interpătrunde complet cu câmpul de toleranţe al arborelui.
	ES > es; **EI > ei**	Câmpul de toleranţe al alezajului se interpătrunde parţial cu câmpul de toleranţe al arborelui (îl intersectează în partea de sus a acestuia)
	ES <es; **EI > ei**	Câmpul de toleranţe al alezajului se interpătrunde parţial cu câmpul de toleranţe al arborelui (îl intersectează în partea de jos a acestuia)

În urma comparării valorilor limită ale alezajului cu valorile limită ale arborelui, se evidenţiază trei situaţii posibile, corespunzătoare celor trei tipuri de ajustaje: cu joc, cu strângere şi intermediare.

Aceste situaţii sunt prezentate în tabelul 2

Notă: din raportul valorilor limită ale alezajului şi arborelui, se pot identifica cele trei cazuri ale ajustajului, corespunzătoare poziţiei de suprapunere totală sau parţială a celor două câmpuri de toleranţe.

5.1.3. Identificarea tipului de ajustaj prin compararea abaterilor limită.

Metoda de comparare a abaerilor limită ale alezajului şi arborelui este asemănătoare cu metoda de comparare a valorilor limită, deoarece, în relaţiile dimensiunilor limită (**D_{max}, D_{min},** respectiv, **d_{max}, d_{min}**), unul din termeni este dimensiunea nominală **N**.

În urma comparării abaterilor limită ale alezajului cu abaterile limită ale arborelui, se evidenţiază trei situaţii posibile, corespunzătoare celor trei tipuri de ajustaje: cu joc, cu strângere şi intermediare.

Aceste situaţii sunt prezentate în tabelul 2.

Notă: din raportul valorilor limită ale alezajului şi arborelui, se pot identifica cele trei cazuri ale ajustajului, corespunzătoare poziţiei de suprapunere totală sau parţială a celor două câmpuri de toleranţe.

5.1.4. Identificarea tipului de ajustaj după semnul jocurilor şi strângerilor limită.

Această metodă necesită calcularea jocurilor sau strângerilor limită pentru ajustajul considerat.

Între jocurile limită şi strângerile limită există anumite legături, evidenţiate de relaţiile acestora:

$$\mathbf{J_{max} = ES - ei = -S_{min};}$$

$$\mathbf{J_{min} = EI - es = -S_{max};}$$

$$\mathbf{S_{max} = es - EI = -J_{min};}$$

$$\mathbf{S_{min} = ei - ES = -J_{max}:}$$

Din relaţiile jocurilor şi strângerilor limită, se observă următoarele legături între acestea:

- jocul maxim al unui ajustaj este egal şi de semn contrar cu strângerea minimă;
- jocul minim al unui ajustaj este egal şi de semn contrar cu strângerea maximă;

Pe această relaţie dintre jocurile şi strângerile limită, se bazează şi metoda de identificare a tipului de ajustaj

Metoda constă în calcularea jocurilor limită (sau a strângerilor limită) pentru ajustajul considerat şi observarea semnului acestora (pozitiv sau negativ).

În funcţie de semnul jocurilor limită (sau strângerilor limită) calculate, se evidenţiază trei situaţii posibile, corespunzătoare celor trei tipuri de ajustaje: cu joc, cu strângere şi intermediare.

Aceste situaţii sunt prezentate în tabelul 3.

Tabelul 3.

Tipul ajustajului	**Aplicarea metodei prin calcularea jocurilor limită**	**Aplicarea metodei prin calcularea strângerilor limită**
Ajustaj cu joc	$\mathbf{J_{max} > 0;}$ $\mathbf{J_{min} > 0.}$	$\mathbf{S_{max} < 0;}$ $\mathbf{S_{min} < 0.}$
Ajustaj cu strângere	$\mathbf{J_{max} < 0;}$ $\mathbf{J_{min} < 0.}$	$\mathbf{S_{max} > 0;}$ $\mathbf{S_{min} > 0.}$
Ajustaj intermediar	$\mathbf{J_{max} > 0;}$ $\mathbf{J_{min} < 0.}$	$\mathbf{S_{max} > 0;}$ $\mathbf{S_{min} < 0.}$

5.2. Identificarea sistemului de ajustaje din care face parte un ajustaj dat.

Pentru a identifica din ce sistem de ajustaje face parte un ajustaj dat, se observă care din cele două câmpuri (alezaj sau arbore) este câmp unitar:

- dacă ajustajul dat conţine alezajul unitar **H**, atunci ajustajul considerat este format în sistemul de ajustaje alezaj unitar.

Exemplu: 50H8/f7; 200H7/s6; 110H8/m7.

- dacă ajustajul dat conţine arborele unitar **h**, atunci ajustajul considerat este format în sistemul de ajustaje arbore unitar.

Exemplu: 50F8/h7; 200S7/h6; 110M8/h7.

Notă: Există un ajustaj care face parte din ambele sisteme de ajustaje: aparţine atât sistemului de ajustaje alezaj unitar, cât şi sistemului arbore unitar. Acest ajustaj este ajustajul **H/h.**

Argumentare:

- face parte din sistemul de ajustaje alezaj unitar deoarece conţine alezajul unitar **H;**
- face parte din sistemul de ajustaje arbore unitar deoarece conţine arborele unitar **h;**

Notă: în construcţia generală de maşini, ajustajele care se formează în îmbinările obişnuite, aparţin unuia din cele două sisteme de ajustaje, conţinând unul din cele două câmpuri unitare: alezajul unitar sau arborele unitar (sau ambele, ca la ajustajul **H/h**).

6. Modul de efectuare a lucrării de laborator.

Lucrarea de laborator nr. 5, constă în aplicaţii numerice la partea de toleranţe; deci se vor efectua calcule cu toleranţe dimensionale, pornind de la un alezaj şi un arbore specificate prin următoarele elemente: valoarea nomială, **N** şi clasa de toleranţe.

Pentru efecuarea lucrării de laborator, se parcurg următoarele etape:

E1. Se stabilesc abaterile limită ale celor două dimensiuni tolerate, folosindu-se standardul cu abateri limită pentru arbori şi alezaje ISO.

E2. Se calculează valorile limită şi toleranţa pentru alezajul şi arborele specificate.

E3. Se reprezintă grafic câmpurile de toleranţe pentru cele două dimensiuni.

Notă: se va utiliza reprezentarea grafică simplificată; ambele câmpuri de toleranţe se vor reprezenta pe acelaşi grafic.

E4. Se identifică tipul de ajustaj pe care îl formează alezajul şi arborele specificate şi sistemul de ajustaje din care face parte ajustajul format. Se cotează jocurile/ strângerile limită ale ajustajului, pe reprezentarea grafică.

E5. Se calculează jocurile/strângerile limită pentru ajustajul format.

E6. Se calculează toleranţa ajustajului format.

Notă: la efectuarea calculelor se vor scrie şi relaţiile literale utilizate.

Toate calculele, valorile numerice, reprezentarea grafică, se trec în REFERATUL STUDENTULUI, ÎN CONTINUAREA CONSPECTULUI.

CONŢINUTUL REFERATULUI PENTRU LUCRAREA DE LABORATOR NR. 5

Referatul întocmit de student va cuprinde:

1. **Conspectul lucrării de laborator** cu următoarele puncte:
   - calcularea valorilor limită ale dimensiunii;
   - calcularea toleranţei dimensionale;
   - reprezentarea grafică a câmpului de toleranţe pentru o dimensiune tolerată (un alezaj şi un arbore) şi fig. 1;
   - elementele caracteristice ale ajustajului;
   - tipuri de ajustaje: reprezentarea grafică a unui ajustaj cu joc (fig. 5), a unui ajustaj cu strângere (fig. 6), a unui ajustaj intermediar (fig. 7);
   - calcularea jocurilor și strângerilor limită, calcularea toleranței ajustajului cu joc, cu strângere, intermediar;
   - sisteme de ajustaje;
   - modul de efectuare a lucrării de laborator;
2. **Aplicaţiile numerice** efectuate în laborator:

Notă: **conspectul va fi scris de mână, iar desenele vor fi făcute sub formă de schiţă de mână.**

ANEXA I

Abateri limită pentru arbori

Abateri in micrometri

Extras din SR EN 20268- 2

Dimensiuni nominale [mm]		e			f			g			h					js					
Intervale principale	Intervale secundare	5	6	7	5	6	7	5	6	7	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8	9
Până la 3 [1]		-14 -18	-14 -20	-14 -24		-6 -10	-6 -12	-2 -6	-2 -8	-2 -12	0 -3	0 -4	0 -6	0 -10	0 -14	±1.5	±2	±3	±5	±7	±12.5
(3 - 6]		-20 -25	-20 -28	-20 -32		-10 -15	-10 -18	-4 -9	-4 -12	-4 -16	0 -4	0 -5	0 -8	0 -12	0 -18	±2	±2.5	±4	±6	±9	±15
(6 - 10]		-25 -31	-25 -34	-25 -40		-13 -19	-13 -22	-5 -11	-5 -14	-5 -20	0 -4	0 -6	0 -9	0 -15	0 -22	±2	±3	±4.5	±7.5	±11	±18
(10 - 18]		-32 -40	-32 -43	-32 -50		-16 -24	-16 -27	-6 -14	-6 -17	-6 -24	0 -5	0 -8	0 -11	0 -18	0 -27	±2.5	±4	±5.5	±9	±13.5	±21.5
(18 - 30]		-40 -49	-40 -53	-40 -61		-20 -29	-20 -33	-7 -16	-7 -20	-7 -28	0 -6	0 -9	0 -13	0 -21	0 -33	±3	±4.5	±6.5	±10.5	±16.5	±26
(30 - 50]	(30 - 40]	-50 -61	-50 -66	-50 -75	-25 -36	-25 -41	-25 -50	-9 -20	-9 -25	0 -7	0 -11	0 -16	0 -25	0 -39	0 -39	±3.5	±5.5	±8	±12.5	±19.5	±31
	(40 - 50]	-50 -61	-50 -66	-50 -75	-25 -36	-25 -41	-25 -50	-9 -20	-9 -25	0 -7	0 -11	0 -16	0 -25	0 -39	0 -39	±3.5	±5.5	±8	±12.5	±19.5	±31
(50 - 80]	(50 - 65]	-60 -73	-60 -79	-60 -90	-30 -43	-30 -49	-30 -60	-10 -23	-10 -29	0 -8	0 -13	0 -19	0 -30	0 -46	0 -46	±4	±6.5	±9.5	±15	±23	±37
	(65 - 80]	-60 -73	-60 -79	-60 -90	-30 -43	-30 -49	-30 -60	-10 -23	-10 -29	0 -8	0 -13	0 -19	0 -30	0 -46	0 -46	±4	±6.5	±9.5	±15	±23	±37
(80 - 120]	(80 - 100]	-72 -87	-72 -94	-72 -107	-36 -51	-36 -58	-36 -71	-12 -27	-12 34	0 -10	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -54	±5	±7.5	±11	±17.5	±27	±43.5
	(100 - 120]	-72 -87	-72 -94	-72 -107	-36 -51	-36 -58	-36 -71	-12 -27	-12 34	0 -10	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -54	±5	±7.5	±11	±17.5	±27	±43.5
(120 - 180]	(120 - 140]	-85 -103	-85 -110	-85 -125	-43 -61	-43 -68	-43 -83	-14 -32	-14 -39	0 -12	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -63	±6	±9	±12.5	±20	±31.5	±50
	(140 - 160]	-85 -100	-85 -110	-85 -125	-43 -61	-43 -68	-43 -83	-14 -32	-14 -39	0 -12	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -63	±6	±9	±12.5	±20	±31.5	±50
	(160 - 180]	-85 -103	-85 -110	-85 -125	-43 -61	-43 -68	-43 -83	-14 -32	-14 -39	0 -12	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -63	±6	±9	±12.5	±20	±31.5	±50
(180 - 250]	(180 - 200]	-100 -120	-100 -129	-100 -146	-50 -70	-50 -79	-50 -96	-15 -35	-15 -44	0 -14	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -72	±7	±10	±14.5	±23	±36	±57.5
	(200 - 225]	-100 -120	-100 -129	-100 -146	-50 -70	-50 -79	-50 -96	-15 -35	-15 -44	0 -14	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -72	±7	±10	±14.5	±23	±36	±57.5
	(225 - 250]	-100 -120	-100 -129	-100 -146	-50 -70	-50 -79	-50 -96	-15 -35	-15 -44	0 -14	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -72	±7	±10	±14.5	±23	±36	±57.5
(250 - 315]	(250 - 280]	-110 -133	-110 -142	-110 -162	-56 -79	-56 -88	-56 -108	-17 -40	-17 -49	0 -16	0 -23	0 -32	0 -52	0 -81	0 -81	±8	±11.5	±16	±26	±40.5	±65
	(280 - 315]	-110 -133	-110 -142	-110 -162	-56 -79	-56 -88	-56 -108	-17 -40	-17 -49	0 -16	0 -23	0 -32	0 -52	0 -81	0 -81	±8	±11.5	±16	±26	±40.5	±65
(315 - 400]	(315 - 355]	-125 -150	-125 -161	-125 -182	-62 -87	-62 -98	-62 -119	-18 -43	-18 -54	0 -18	0 -25	0 -36	0 -57	0 -89	0 -89	±9	±12.5	±18	±28.5	±44.5	±70

	(355 - 400]	-110 -133	-110 -142	-110 -162	-62 -87	-62 -98	-62 -119	-18 -43	-18 -54	0 -18	0 -25	0 -36	0 -57	0 -89	0 -89	±9	±12.5	±18	±28.5	±44.5	±70

Abateri limită pentru arbori (continuare)

Abateri in micrometri

Extras din SR EN 20268- 2

Dimensiuni nominale [mm]		j			k			m			n			p		r		s		t	
Intervale principale	Intervale secundare	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	7	5	6	5	6	5	6	5	7
Până la 3 1)		±2	+4 -2	+6 -4	+4 0	+6 0	+10 0	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+8 +4	+10 +4	+14 +4	+10 +6	+12 +6	+14 +10	+16 +10	+18 +14	+20 +14	-	-
(3 - 6]		+3 -2	+6 -2	+8 -4	+6 +1	+9 +1	+13 +1	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+13 +8	+16 +8	+20 +8	+17 +12	+20 +12	+20 +15	+23 +15	+24 +19	+27 +19	-	-
(6 - 10]		+4 -2	+7 -2	+10 -5	+7 +1	+10 +1	+16 +1	+12 +6	+15 +6	+21 +6	+16 +10	+19 +10	+25 +10	+21 +15	+24 +15	+25 +19	+28 +19	+29 +23	+32 +23	-	-
(10 - 18]		+5 -3	+8 -3	+12 -6	+9 +1	+12 +1	+19 +1	+15 +7	+18 +7	+25 +7	+20 +12	+23 +12	+30 +12	+26 +18	+29 +18	+31 +23	+34 +23	+36 +28	+39 +28	-	--
(18 - 30]		+5 -4	+9 -4	+13 -8	+11 +2	+15 +2	+23 +2	+17 +8	+21 +8	+29 +8	+24 +15	+28 +15	+36 +15	+31 +22	+35 +22	+37 +28	+41 +28	+44 +35	+48 +35	+50 +41	+54 +41
(30 - 50]	(30 - 40]	+6 -5	+11 -5	+15 -10	+13 +2	+18 +2	+27 +2	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+28 +17	+33 +17	+42 +17	+37 +26	+42 +26	+45 +34	+50 +34	+54 +43	+59 +43	+59 +48	+64 +48
	(40 - 50]	+6 -5	+11 -5	+15 -10	+13 +2	+18 +2	+27 +2	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+28 +17	+33 +17	+42 +17	+37 +26	+42 +26	+45 +34	+50 +34	+54 +43	+59 +43	+65 +54	+70 +54
(50 - 80]	(50 - 65]	+6 -7	+12 -7	+18 -12	+15 +2	+21 +2	+32 +2	+24 +11	+30 +11	+41 +11	+33 +20	+39 +20	+50 +20	+32	+32	+54 +41	+60 +41	+66 +53	+72 +53	+79 +66	+85 +66
	(65 - 80]	+6 -7	+12 -7	+18 -12	+15 +2	+21 +2	+32 +2	+24 +11	+30 +11	+41 +11	+33 +20	+39 +20	+50 +20	+32	+32	+56 +43	+62 +43	+72 +59	+78 +59	+88 +75	+94 +75
(80 - 120]	(80 - 100]	+6 -9	+13 -9	+20 -15	+18 +3	+25 +3	+38 +3	+28 +13	+35 +13	+48 +13	+38 +23	+45 +23	+58 +23	+52 +37	+59 +37	+66 +51	+73 +51	+86 +71	+93 +71	+106 +91	+113 +91
	(100 - 120]	+6 -9	+13 -9	+20 -15	+18 +3	+25 +3	+38 +3	+28 +13	+35 +13	+48 +13	+38 +23	+45 +23	+58 +23	+52 +37	+59 +37	+69 +54	+76 +54	+94 +79	+101 +79	+119 +104	+126 +104
(120 - 180]	(120 - 140]	+7 -11	+14 -11	+22 -18	+21 +3	+28 +3	+43 +3	+33 +15	+40 +15	+55 +15	+45 +27	+52 +27	+67 +27	+61 +43	+68 +43	+81 +63	+88 +63	+110 +92	+117 +92	+140 +122	+147 +122
	(140 - 160]	+7 -11	+14 -11	+22 -18	+21 +3	+28 +3	+43 +3	+33 +15	+40 +15	+55 +15	+45 +27	+52 +27	+67 +27	+61 +43	+68 +43	+83 +65	+90 +65	+118 +100	+125 +100	+152 +134	+159 +134
	(160 - 180]	+7 -11	+14 -11	+22 -18	+21 +3	+28 +3	+43 +3	+33 +15	+40 +15	+55 +15	+45 +27	+52 +27	+67 +27	+61 +43	+68 +43	+86 +68	+93 +68	+126 +108	+133 +108	+164 +146	+171 +146
(180 - 250]	(180 - 200]	+7 -13	+16 -13	+25 -21	+24 +4	+33 +4	+50 +4	+37 +17	+46 +17	+63 +17	+51 +31	+60 +31	+77 +31	+70 +50	+79 +50	+97 +77	+106 +77	+142 +122	+151 +122	+186 +166	+195 +166
	(200 - 225]	+7 -13	+16 -13	+25 -21	+24 +4	+33 +4	+50 +4	+37 +17	+46 +17	+63 +17	+51 +31	+60 +31	+77 +31	+70 +50	+79 +50	+100 +80	+109 +80	+150 +130	+159 +130	+200 +180	+209 +180
	(225 - 250]	+7 -13	+16 -13	+25 -21	+24 +4	+33 +4	+50 +4	+37 +17	+46 +17	+63 +17	+51 +31	+60 +31	+77 +31	+70 +50	+79 +50	+104 +84	+113 +84	+160 +140	+169 +140	+216 +196	+225 +196
(250 - 315]	(250 - 280]	+7 -16	± 16	± 26	+27 +4	+36 +4	+56 +4	+43 +20	+52 +20	+72 +20	+57 +34	+66 +34	+86 +34	+79 +56	+88 +56	+117 +94	+126 +94	+181 +158	+190 +158	+241 +218	+250 +218
	(280 - 315]	+7 -16	± 16	± 26	+27 +4	+36 +4	+56 +4	+43 +20	+52 +20	+72 +20	+57 +34	+66 +34	+86 +34	+79 +56	+88 +56	+121 +98	+130 +98	+193 +170	+202 +170	+263 +240	+272 +240
(315 - 400]	(315 - 355]	+7 -18	± 18	+29 -28	+29 +4	+40 +4	+61 +4	+46 +21	+57 +21	+78 +21	+62 +37	+73 +37	+94 +37	+87 +62	+98 +62	+133 +108	+144 +108	+215 +190	+226 +190	+293 +268	+304 +268
	(355 - 400]	+7 -18	± 18	+29 -28	+29 +4	+40 +4	+61 +4	+46 +21	+57 +21	+78 +21	+62 +37	+73 +37	+94 +37			+139 +114	+150 +114	+233 +208	+244 +208	+319 +294	+330 +294

ANEXA II

Abateri in micrometri

Abateri limită pentru alezaje

Extras din SR EN 20268- 2

Dimensiuni nominale [mm]		E			F			G			H					JS					
Intervale principale	Intervale secundare	6	7	8	6	7	8	6	7	8	5	6	7	8	9	5	6	7	8	9	10
Până la 3 [1)]		+20 +14	+24 +14	+28 +14	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+8 +2	+12 +2	+16 +2	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	±2	±3	±5	±7	±12.5	±20
(3 - 6]		+28 +20	+32 +20	+38 +20	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+12 +4	+16 +4	+22 +4	+6 0	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	±2.5	±4	±6	±9	±15	±24
(6 - 10]		+34 +25	+40 +25	+47 +25	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+14 +5	+20 +5	+27 +5	+6 0	+9 0	+15 0	+22 0	+38 0	±3	±4.5	±7.5	±11	±18	±29
(10 - 18]		+43 +32	+50 +32	+59 +32	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+17 +6	+24 +6	+33 +6	+8 0	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	±4	±5.5	±9	±13.5	±21.5	±35
(18 - 30]		+53 +40	+51 +40	+73 +40	+33 +20	+41 +20	+53 +20	+20 +7	+28 +7	+40 +7	+9 0	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	±4.5	±6.5	±10.5	±16.5	±26	±42
(30 - 50]	(30 – 40)	+66 +50	+75 +50	+89 +50	+41 +25	+50 +25	+64 +25	+25 +9	+34 +9	+48 +9	+11 0	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	±5.5	±8	±12.5	±19.5	±31	±50
	(40 - 50]	+66 +50	+75 +50	+89 +50	+41 +25	+50 +25	+64 +25	+25 +9	+34 +9	+8 0	+11 0	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	±5.5	±8	±12.5	±19.5	±31	±50
(50 - 80]	(50 - 65]	+79 +60	+90 +60	+106 +60	+49 +30	+60 +30	+76 +30	+29 +10	+40 +10	+56 +10	+13 0	+19 0	+30 0	+48 0	+74 0	±6.5	±9.5	±15	±23	±37	±60
	(65 - 80]	+79 +60	+90 +60	+106 +60	+49 +30	+60 +30	+76 +30	+29 +10	+40 +10	+56 +10	+13 0	+19 0	+30 0	+48 0	+74 0	±6.5	±9.5	±15	±23	±37	±60
(80 - 120]	(80 - 100]	+94 +72	+107 +72	+125 +72	+58 +36	+71 +36	+90 +36	+34 +12	+47 +12	+66 +12	+16 0	+22 0	+36 0	+54 0	+84 0	±7.5	±11	±17.5	±27	±43.5	±70
	(100 - 120]	+94 +72	+107 +72	+125 +72	+58 +36	+71 +36	+90 +36	+34 +12	+47 +12	+66 +12	+16 0	+22 0	+36 0	+54 0	+84 0	±7.5	±11	±17.5	±27	±43.5	±70
(120 - 1805]	(120 - 140]	+110 +85	+125 +85	+148 +85	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+39 +14	+54 +14	+77 +14	+18 0	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	±9	±12.5	±20	±31.5	±50	±80
	(140 - 160]	+110 +85	+125 +85	+148 +85	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+39 +14	+54 +14	+77 +14	+18 0	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	±9	±12.5	±20	±31.5	±50	±80
	(160 - 180]	+110 +85	+125 +85	+148 +85	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+39 +14	+54 +14	+77 +14	+18 0	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	±9	±12.5	±20	±31.5	±50	±80
(180 - 250]	(180 - 200]	+129 +100	+146 +100	+172 +100	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+44 +15	+61 +15	+87 +15	+20 0	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	±10	±14.5	±23	±36	±57.5	±92.5
	(200 - 225]	+129 +100	+146 +100	+172 +100	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+44 +15	+61 +15	+87 +15	+20 0	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	±10	±14.5	±23	±36	±57.5	±92.5
	(225 - 250]	+129 +100	+146 +100	+172 +100	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+44 +15	+61 +15	+87 +15	+20 0	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	±10	±14.5	±23	±36	±57.5	±92.5
(250 - 315]	(250 - 280]	+142 +110	+162 +110	+191 +110	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+49 +17	+69 +17	+98 +17	+23 0	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	±11.5	±16	±26	±40.5	±65	±105
	(280 - 315]	+142 +110	+162 +110	+191 +110	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+49 +17	+69 +17	+98 +17	+23 0	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	±11.5	±16	±26	±40.5	±65	±105
(315 - 400]	(315 - 355]	+161 +125	+182 +125	+214 +125	+98 +62	+119 +62	+151 +62	+54 +18	+75 +18	+107 +18	+25 0	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	±12.5	±18	±28.5	±44.5	±70	±115

	(355 - 400]	+161 +125	+182 +125	+214 +125	+98 +62	+119 +62	+151 +62	+54 +18	+75 +18	+107 +18	+25 0	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	±12.5	±18	±28.5	±44.5	±70	±115

Abateri limită pentru alezaje (continuare)

Abateri in micrometri

Extras din SR EN 20268- 2

Dimensiuni nominale [mm]		J			K			M			N			P		R		S		T	
Intervale principale	Intervale secundare	6	7	8	6	7	8	6	7	8	6	7	8	6	7	6	7	6	7	6	7
Până la 3 [1)]		+2 -4	+4 -6	+6 -8	0 -6	0 -10	0 -14	-2 -8	-2 -12	-2 -16	-4 -10	-4 -14	-4 -18	-6 -12	-6 -16	-10 -16	-10 -20	-14 -20	-14 -24		
(3 - 6]		+5 -3	±6	+10 -8	+2 -6	+3 -9	+5 -13	-1 -9	0 -12	+2 -16	-5 -13	-4 -16	-2 -20	-9 -17	-8 -20	-12 -20	-11 -23	-16 -24	-15 -27		
(6 - 10]		+5 -4	+8 -7	+12 -10	+2 -7	+5 -10	+6 -16	-3 -12	0 -15	+1 -21	-7 -16	-4 -19	-3 -25	-12 -21	-9 -24	-16 -25	-13 -28	-20 -29	-17 -32		
(10 - 18]		+6 -5	+10 -8	+15 -12	+2 -9	+6 -12	+8 -19	-4 -15	0 -18	+2 -25	-9 -20	-5 -23	-3 -30	-15 -26	-11 -29	-20 -31	-16 -34	-25 -36	-21 -39		
(18 - 30]		+8 -5	+12 -9	+20 -13	+2 -11	+6 -15	+10 -23	-4 -17	0 -21	+4 -29	-11 -24	-7 -28	-3 -36	-18 -31	-14 -35	-24 -37	-20 -41	-31 -44	-27 -48	-37 -50	-33 -54
(30 - 50]	(30 - 40]	+10 -6	+14 -11	+24 -15	+3 -13	+7 -18	+12 -27	-4 -20	0 -25	+5 -34	-12 -28	-8 -33	-3 -42	-21 -37	-17 -42	-29 -45	-25 -50	-38 -54	-34 -59	-43 -59	-39 -64
	(40 - 50]	+10 -6	+14 -11	+24 -15	+3 -13	+7 -18	+12 -27	-4 -20	0 -25	+5 -34	-12 -28	-8 -33	-3 -42	-21 -37	-17 -42	-29 -45	-25 -50	-38 -54	-34 -59	-49 -65	-45 -70
(50 - 80]	(50 - 65]	+13 -6	+18 -12	+28 -18	+4 -15	+9 -21	+14 -32	-5 -24	0 -30	+5 -41	-14 -33	-9 -39	-4 -50	-26 -45	-21 -51	-35 -54	-30 -60	-47 -66	-42 -72	-60 -79	-55 -85
	(65 - 80]	+13 -6	+18 -12	+28 -18	+4 -15	+9 -21	+14 -32	-5 -24	0 -30	+5 -41	-14 -33	-9 -39	-4 -50	-26 -45	-21 -51	-37 -56	-32 -62	-53 -72	-48 -78	-69 -83	-64 -94
(80 - 120]	(80 - 100]	+16 -6	+22 -13	+34 -20	+4 -18	+10 -25	+16 -38	-6 -28	0 -35	+6 -48	-16 -38	-10 -45	-4 -58	-30 -52	-24 -59	-44 -66	-38 -73	-64 -86	-58 -93	-84 -106	-78 -113
	(100 - 120]	+16 -6	+22 -13	+34 -20	+4 -18	+10 -25	+16 -38	-6 -28	0 -35	+6 -48	-16 -38	-10 -45	-4 -58	-30 -52	-24 -59	-47 -89	-41 -76	-72 -94	-66 -101	-97 -119	-91 -126
(120 - 180]	(120 - 140]	+18 -7	+26 -14	+41 -22	+4 -21	+12 -28	+20 -43	-8 -33	0 -40	+8 -55	-20 -45	-12 -52	-4 -67	-36 -61	-28 -68	-56 -81	-48 -88	-85 -110	-77 -117	-115 -140	-107 -147
	(140 - 160]	+18 -7	+26 -14	+41 -22	+4 -21	+12 -28	+20 -43	-8 -33	0 -40	+8 -55	-20 -45	-12 -52	-4 -67	-36 -61	-28 -68	-58 -83	-50 -90	-93 -118	-85 -125	-127 -152	-119 -159
	(160 - 180]	+18 -7	+26 -14	+41 -22	+4 -21	+12 -28	+20 -43	-8 -33	0 -40	+8 -55	-20 -45	-12 -52	-4 -67	-36 -61	-28 -68	-61 -85	-53 -93	-101 -126	-93 -133	-139 -164	-131 -171
(180 - 250]	(180 - 200]	+22 -7	+30 -16	+47 -25	+5 -24	+13 -33	+22 -50	-8 -37	0 -46	+9 -63	-22 -51	-14 -60	-5 -77	-41 -70	-33 -79	-68 -97	-60 -106	-113 -142	-105 -151	-157 -186	-149 -195
	(200 - 225]	+22 -7	+30 -16	+47 -25	+5 -24	+13 -33	+22 -50	-8 -37	0 -46	+9 -63	-22 -51	-14 -60	-5 -77	-41 -70	-33 -79	-71 -100	-63 -109	-121 -150	-113 -159	-171 -200	-163 -209
	(225 - 250]	+22 -7	+30 -16	+47 -25	+5 -24	+13 -33	+22 -50	-8 -37	0 -46	+9 -63	-22 -51	-14 -60	-5 -77	-41 -70	-33 -79	-75 -104	-67 -113	-131 -160	-123 -169	-187 -216	-179 -225
(250 - 315]	(250 - 280]	+25 -7	+36 -16	+55 -26	+5 -27	+16 -36	+25 -56	-9 -41	0 -52	+9 -72	-25 -57	-14 -66	-5 -86	-47 -79	-36 -88	-85 -117	-74 -126	-149 -181	-138 -190	-209 -241	-198 -250
	(280 - 315]	+25 -7	+36 -16	+55 -26	+5 -27	+16 -36	+25 -56	-9 -41	0 -52	+9 -72	-25 -57	-14 -66	-5 -86	-47 -79	-36 -88	-89 -121	-78 -130	-161 -193	-150 -202	-231 -263	-220 -272
(315 - 400]	(315 - 355]	+29 -7	+39 -18	+60 -29	+7 -29	+17 -40	+28 -61	-10 -46	0 -57	+11 -78	-26 -62	-16 -73	-5 -94	-51	-41	-97	-87	-179	-169	-257	-247

														-87	-98	-133	-144	-215	-226	-293	-304
	(355 - 400]	+29 -7	+39 -18	+60 -29	+7 -29	+17 -40	+28 -61	-10 -46	0 -57	+11 -78	-26 -62	-16 -73	-5 -94	-51 -87	-41 -98	-103 -139	-93 -150	-197 -233	-187 -244	-283 -319	-273 -330