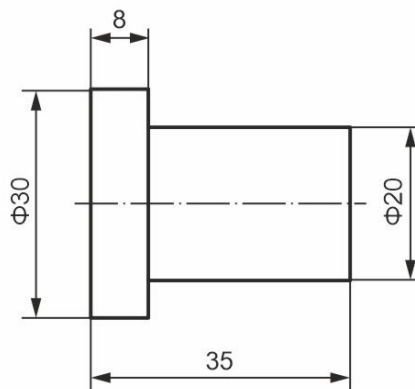
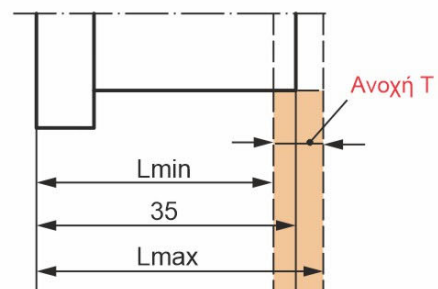


- Ανοχές διαστάσεων
- Συναρμογές
- Ανοχές μορφής και θέσης



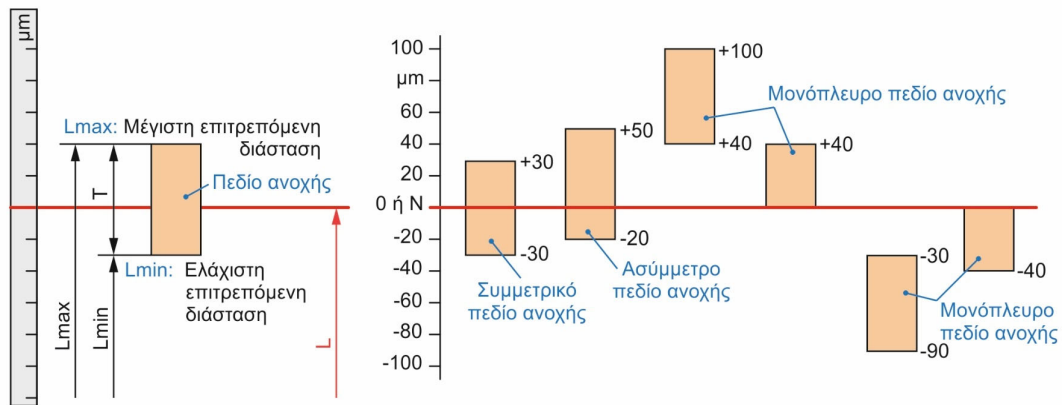
$L_{max}$ : Μέγιστη επιτρεπόμενη διάσταση  
 $L_{min}$ : Ελάχιστη επιτρεπόμενη διάσταση

$$\text{Ανοχή } T = L_{max} - L_{min}$$



Η διαφορά ανάμεσα στην μέγιστη και την ελάχιστη επιτρεπόμενη διάσταση κατά την κατασκευή ονομάζεται **ανοχή διάστασης** και παίρνει τιμές μερικών μικρών ( $\mu$ )

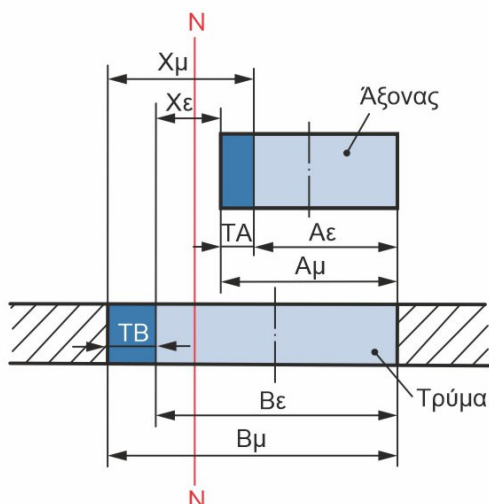




Για κάθε διάσταση ορίζεται γραφικά ένα ορθογώνιο που χαρακτηρίζει ένα πεδίο τιμών για τη διάσταση αυτή που ονομάζεται **πεδίο ανοχής**.

Τα πεδία ανοχών χαρακτηρίζονται σε **συμμετρικά**, **ασύμμετρα** και **μονόπλευρα**, ανάλογα με τη θέση τους ως προς την κεντρική γραμμή που αντιπροσωπεύει είτε το μηδέν, είτε την διάσταση  $N$ .

Η συνεργασία ανάμεσα σε δύο διαφορετικά εξαρτήματα που συνήθως το ένα χαρακτηρίζεται ως **αρσενικό** (για κυλινδρικά τεμάχια ονομάζεται **άξονας**) ενώ το άλλο ως **θηλυκό** (για κυλινδρικά τεμάχια ονομάζεται **τρύμα**) καλείται **συναρμογή**.



**Όνομαστική διάσταση  $N$  [mm]:** Είναι η επιθυμητή διάσταση, δηλαδή αυτή που αναγράφεται στο μηχανολογικό σχέδιο.

**Οριακές διαστάσεις άξονα  $A\mu$  και  $A\epsilon$ :** Είναι η μέγιστη και η ελάχιστη διάσταση του άξονα. Ανάμεσα σε αυτές τις δύο διαστάσεις πρέπει να βρίσκεται η διάσταση του άξονα μετά την κατασκευή του.

**Οριακές διαστάσεις τρύματος  $B\mu$  και  $B\epsilon$ :** Είναι η μέγιστη και η ελάχιστη διάσταση του τρύματος. Ανάμεσα σε αυτές τις δύο διαστάσεις πρέπει να βρίσκεται η διάσταση του τρύματος μετά την κατασκευή του.

**Χάρη:** Είναι η διαφορά στις διαστάσεις εξαρτημάτων που πρόκειται να συναρμολογηθούν. Στην περίπτωση συστήματος άξονα-τρύμα, χάρη είναι η διαφορά της πραγματικής διάστασης του άξονα από την πραγματική διάσταση του τρύματος, στην περίπτωση που η διάσταση του τρύματος είναι μεγαλύτερη από εκείνη του άξονα.

**Μέγιστη χάρη συναρμογής  $X\mu$ :** Είναι η διαφορά ανάμεσα στη μέγιστη διάσταση του τρύματος και την ελάχιστη διάσταση του άξονα.  $X\mu = B\mu - A\epsilon$

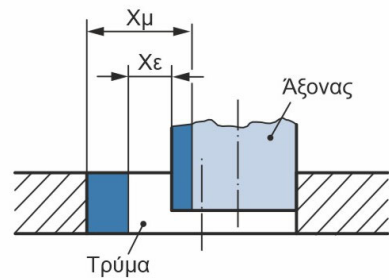
**Ελάχιστη χάρη συναρμογής  $X\epsilon$ :** Είναι η διαφορά ανάμεσα στην ελάχιστη διάσταση του τρύματος και την μέγιστη διάσταση του άξονα.  $X\epsilon = B\epsilon - A\mu$

**Μέση χάρη  $XM$ :** Είναι η τιμή της χάρης όταν οι πραγματικές διαστάσεις του άξονα και του τρύματος είναι στη μέση του πεδίου ανοχής. Η μέση χάρη είναι γενικά επιθυμητή μια και με αυτόν τον τρόπο δεν προκύπτουν ελαττωματικές διαστάσεις.  $XM = (X\epsilon + X\mu) / 2$

Τα είδη των συναρμογών που εμφανίζονται στη μηχανολογία είναι τέσσερα:

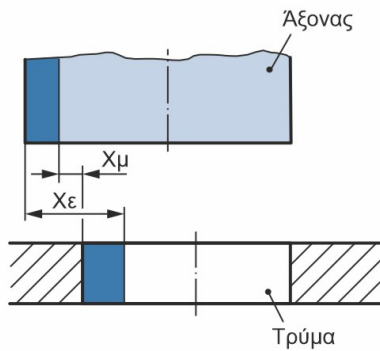
- οι ελεύθερες συναρμογές,
- οι συναρμογές ολίσθησης ( $X_e=0, X_M>0$ )
- οι συναρμογές αμφίβολης σύσφιξης και
- οι σφικτές συναρμογές

**Ελεύθερη συναρμογή**



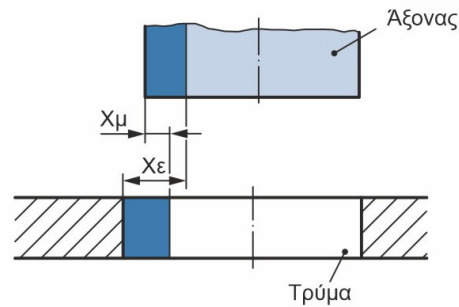
$X_\mu > 0$   
 $X_\epsilon > 0$

**Σφικτή συναρμογή**

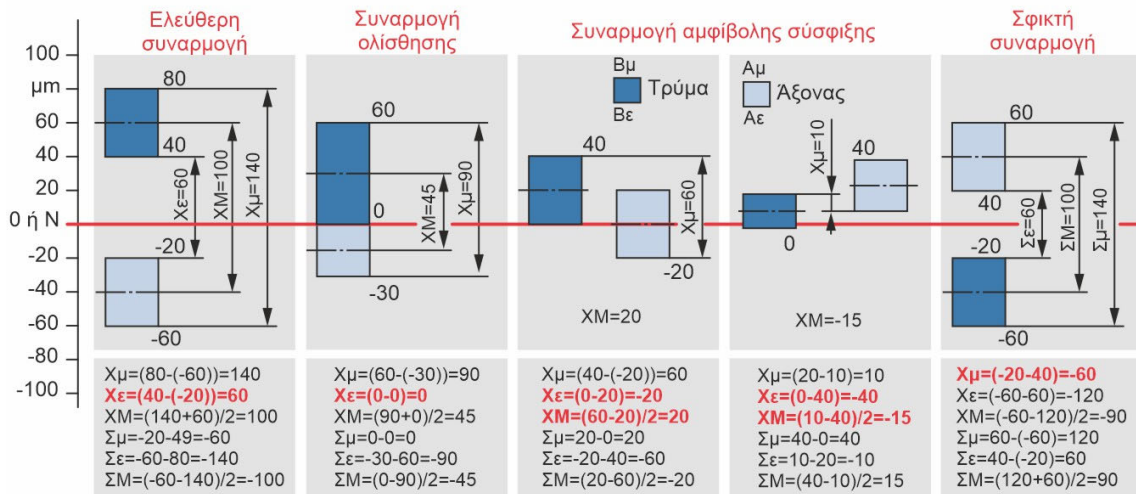


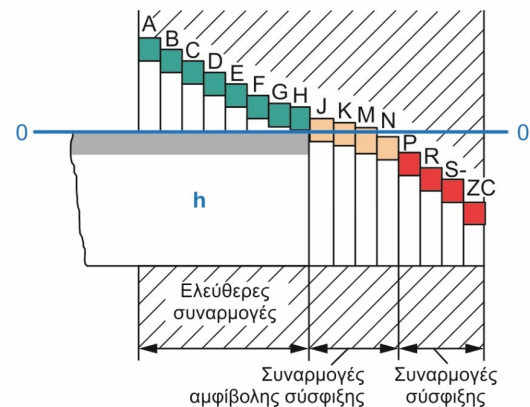
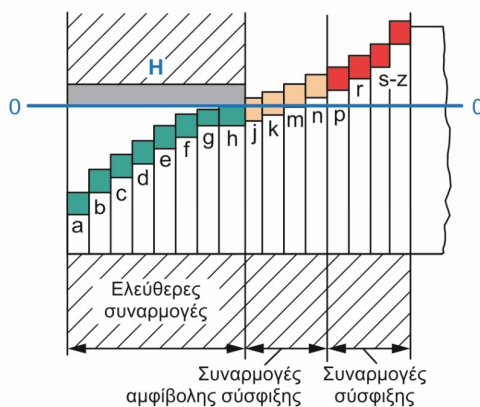
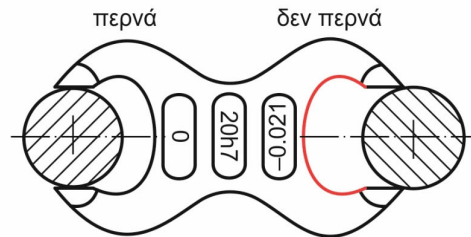
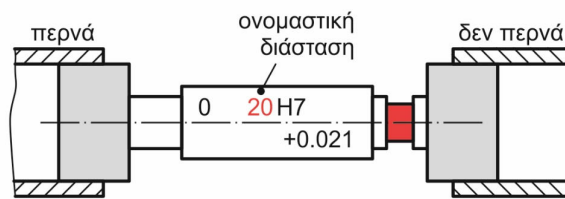
$X_\mu < 0$   
 $X_\epsilon < 0$

**Συναρμογή αμφίβολης σύσφιξης**



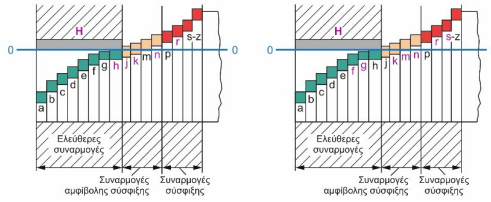
$X_\mu > 0$   
 $X_\epsilon < 0$



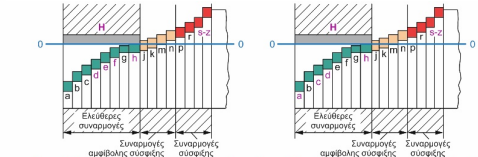


Για τη θέση του πεδίου ανοχής, ως προς την μηδενική γραμμή, έχουν καθορισθεί **είκοσι οχτώ κατηγορίες** που χαρακτηρίζουν το είδος της συναρμογής. Από τις κατηγορίες αυτές **οι ένδεκα είναι ελεύθερες συναρμογές, οι επτά είναι συναρμογές αμφίβολης σύσφιξης και δέκα είναι σφικτές συναρμογές**. Για το συμβολισμό αυτών των κατηγοριών χρησιμοποιούνται Λατινικά γράμματα, κεφαλαία όταν αφορούν τα τρύματα και μικρά γράμματα όταν αφορούν άξονες. Οι χρησιμοποιούμενοι ανά περίπτωση Λατινικοί χαρακτήρες είναι :

**Τρύματα:** A, B, C, (CD), D, E, (EF), F, (FG), G, H, J, (Js), K, M, N, P, R, S, T, U, (V), X, (Y), Z, ZA, ZB, ZC  
**Άξονες:** a, b, c, (cd), d, e, (ef), f, (fg), g, h, j, (js), k, m, n, p, r, s, t, u, (v), x, (y), z, za, zb, zc.



N	H8	h8	g8	k8	s8	r8	t8	u8	v8	w8	x8	y8	z8	
...3	+6	0	-4	+6	+8	+14	+10	-6	-2	0	+6	+8	+10	+20
3..6	+8	0	-5	+8	+9	+13	+20	+12	-10	-4	0	+9	+12	+23
6..10	+8	0	-6	+7	+10	+16	+25	+15	-13	-5	0	+10	+15	+28
10..14	+11	0	-8	+9	+12	+20	+31	+18	-16	-6	0	+12	+18	+34
14..18	+13	0	-9	+11	+15	+24	+37	+21	-20	-7	0	+15	+21	+41
18..24	+16	0	-11	+14	+18	+28	+45	+25	-25	-9	0	+18	+25	+50
24..30	+19	0	-13	+17	+22	+34	+54	+30	-30	-11	0	+21	+30	+60
30..40	+23	0	-16	+21	+27	+41	+67	+36	-36	-14	0	+24	+36	+72
40..50	+28	0	-20	+26	+33	+50	+81	+44	-44	-18	0	+28	+44	+88
50..65	+34	0	-25	+32	+40	+60	+99	+54	-54	-23	0	+33	+54	+108
65..80	+40	0	-30	+39	+48	+70	+111	+63	-63	-28	0	+39	+63	+126
80..100	+48	0	-36	+47	+57	+82	+133	+76	-76	-34	0	+47	+76	+152
100..120	+56	0	-43	+56	+67	+96	+159	+88	-88	-41	0	+56	+88	+176
120..140	+65	0	-50	+65	+77	+110	+181	+101	-101	-48	0	+65	+101	+202
140..160	+75	0	-58	+75	+88	+124	+207	+119	-119	-56	0	+75	+119	+238
160..180	+86	0	-67	+86	+101	+144	+237	+133	-133	-64	0	+86	+133	+266
180..200	+98	0	-77	+98	+117	+167	+271	+153	-153	-73	0	+98	+153	+306
200..225	+110	0	-88	+110	+133	+194	+311	+176	-176	-83	0	+110	+176	+352
225..250	+125	0	-100	+125	+157	+224	+354	+201	-201	-94	0	+125	+201	+402
250..280	+140	0	-114	+140	+181	+259	+407	+231	-231	-106	0	+140	+231	+462
280..315	+157	0	-130	+157	+207	+294	+450	+261	-261	-120	0	+157	+261	+522
315..355	+176	0	-148	+176	+233	+333	+504	+291	-291	-136	0	+176	+291	+582
355..400	+197	0	-168	+197	+267	+384	+570	+330	-330	-154	0	+197	+330	+660
400..450	+220	0	-190	+220	+309	+444	+651	+370	-370	-174	0	+220	+370	+740
450..500	+246	0	-216	+246	+359	+510	+750	+420	-420	-198	0	+246	+420	+840



N	H8	h8	g8	k8	s8	r8	t8	u8	v8	w8	x8	y8	z8
...3	+14	0	-4	+14	+16	+24	+18	-8	-2	0	+14	+16	+20
3..6	+18	0	-5	+18	+20	+30	+22	-10	-4	0	+18	+20	+27
6..10	+22	0	-6	+22	+25	+36	+27	-12	-5	0	+22	+25	+33
10..14	+27	0	-8	+27	+30	+42	+33	-15	-6	0	+27	+30	+39
14..18	+33	0	-9	+33	+36	+48	+39	-18	-7	0	+33	+36	+45
18..24	+39	0	-11	+39	+42	+54	+45	-21	-8	0	+39	+42	+51
24..30	+46	0	-13	+46	+50	+63	+54	-24	-9	0	+46	+50	+59
30..40	+54	0	-15	+54	+58	+72	+63	-27	-10	0	+54	+58	+67
40..50	+63	0	-17	+63	+67	+84	+75	-30	-11	0	+63	+67	+77
50..65	+74	0	-20	+74	+80	+96	+87	-34	-13	0	+74	+80	+90
65..80	+86	0	-24	+86	+94	+114	+105	-38	-15	0	+86	+94	+104
80..100	+100	0	-28	+100	+109	+132	+123	-42	-17	0	+100	+109	+119
100..120	+116	0	-33	+116	+126	+150	+141	-46	-19	0	+116	+126	+136
120..140	+134	0	-39	+134	+144	+170	+161	-50	-21	0	+134	+144	+154
140..160	+154	0	-46	+154	+164	+192	+183	-54	-23	0	+154	+164	+174
160..180	+176	0	-54	+176	+186	+216	+207	-58	-25	0	+176	+186	+196
180..200	+200	0	-63	+200	+210	+240	+231	-62	-27	0	+200	+210	+220
200..225	+226	0	-73	+226	+236	+270	+261	-66	-29	0	+226	+236	+246
225..250	+254	0	-84	+254	+264	+300	+291	-70	-31	0	+254	+264	+274
250..280	+284	0	-96	+284	+294	+330	+321	-74	-33	0	+284	+294	+304
280..315	+316	0	-110	+316	+326	+360	+351	-78	-35	0	+316	+326	+336
315..355	+350	0	-126	+350	+360	+400	+391	-82	-37	0	+350	+360	+370
355..400	+390	0	-144	+390	+400	+450	+441	-86	-39	0	+390	+400	+410
400..450	+436	0	-164	+436	+446	+500	+491	-90	-41	0	+436	+446	+456
450..500	+486	0	-186	+486	+496	+550	+541	-94	-43	0	+486	+496	+506

ΑΝΟΧΕΣ

<http://www.m3.tuc.gr>

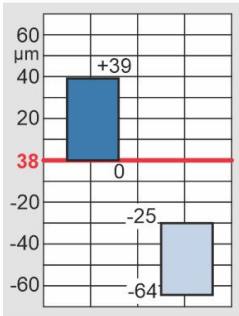
Απόσπασμα από DIN ISO 286-2



Σχολή Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης  
Εργαστήριο Μικροκοπής & Κατασκευαστικής Προσομοίωσης  
Καθηγητής Αριστομένης Αντωνιάδης

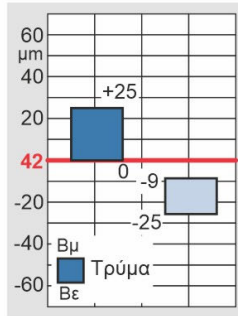
www.antoniadis.gr  
aantoniadis@tuc.gr

$$\Phi 38 \begin{matrix} H8 \\ f8 \end{matrix} = \begin{matrix} +39 \\ 0 \\ -25 \\ -64 \end{matrix}$$



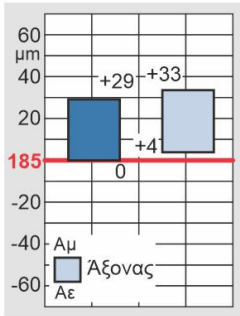
$X_e = (0 - (-25)) = 25$   
εφόσον  $X_e > 0$  η συναρμογή είναι ελεύθερη

$$\Phi 42 \begin{matrix} H7 \\ g6 \end{matrix} = \begin{matrix} +25 \\ 0 \\ -9 \\ -25 \end{matrix}$$



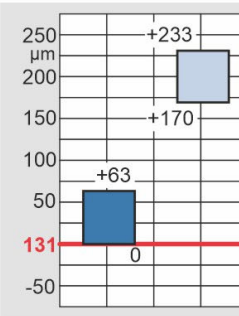
$X_e = (0 - (-9)) = 9$   
εφόσον  $X_e > 0$  η συναρμογή είναι ελεύθερη

$$\Phi 185 \begin{matrix} H6 \\ k6 \end{matrix} = \begin{matrix} +29 \\ 0 \\ +33 \\ +4 \end{matrix}$$



$X_h = (29 - 4) = 25$   
 $X_e = (0 - 33) = -33$   
άρα η συναρμογή είναι αμφιβόλης σύμφιξης

$$\Phi 131 \begin{matrix} H8 \\ u8 \end{matrix} = \begin{matrix} +63 \\ 0 \\ +233 \\ +170 \end{matrix}$$



$X_h = 63 - 170 = -107$   
εφόσον  $X_h < 0$  η συναρμογή είναι σφικτή

ΑΝΟΧΕΣ

<http://www.m3.tuc.gr>

Παραδείγματα συμβολισμών ανοχής σε συναρμογές



Σχολή Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης  
Εργαστήριο Μικροκοπής & Κατασκευαστικής Προσομοίωσης  
Καθηγητής Αριστομένης Αντωνιάδης

www.antoniadis.gr  
aantoniadis@tuc.gr

Σύμφωνα με την τυποποίηση κατά ISO, για το μέγεθος της ανοχής σε μία συναρμογή χρησιμοποιείται η ποιότητα της ανοχής ενώ για τη θέση του πεδίου ανοχής, ως προς την μηδενική γραμμή, έχουν καθορισθεί **κατηγορίες ανοχής**.

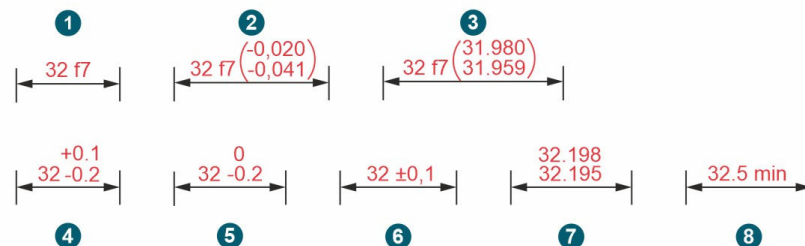
Ποιότητες Ανοχών κατά DIN-ISO 286-1,2													
	Διαστάσεις σε mm												
	έως 3	3 έως 6	6 έως 10	10 έως 18	18 έως 30	30 έως 50	50 έως 80	80 έως 120	120 έως 180	180 έως 250	250 έως 315	315 έως 400	400 έως 500
IT01	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1,2	2	2,5	3	4
IT0	0,5	0,6	0,6	0,8	1	1	1,2	1,5	2	3	4	5	6
IT1	0,8	1	1	1,2	1,5	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6	7	8
IT2	1,2	1,5	1,5	2	2,5	2,5	3	4	5	7	8	9	10
IT3	2	2,5	2,5	3	4	4	5	6	8	10	12	13	15
IT4	3	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
IT5	4	5	6	8	9	11	13	15	18	20	23	26	27
IT6	6	8	9	11	13	16	19	22	25	29	32	36	40
IT7	10	12	15	18	21	25	30	35	40	46	52	57	63
IT8	14	18	22	27	33	39	46	54	63	72	81	89	97
IT9	25	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155
IT10	40	48	58	70	84	100	120	140	160	185	210	230	250
IT11	60	75	90	110	130	160	190	220	250	290	320	360	400
IT12	100	120	150	180	210	250	300	350	400	460	520	570	630
IT13	140	180	220	270	330	390	460	540	630	720	810	890	970
IT14	250	300	360	430	520	620	740	870	1000	1150	1300	1400	1550
IT15	400	480	580	700	840	1000	1200	1400	1600	1850	2100	2300	2500
IT16	800	750	900	1100	1300	1600	1900	2200	2500	2900	3200	3600	4000
IT17	1000	1200	1500	1800	2100	2500	3000	3500	4000	4600	5200	5700	6300
IT18	1400	1800	2200	2700	3300	3900	4600	5400	6300	7200	8100	8900	9700

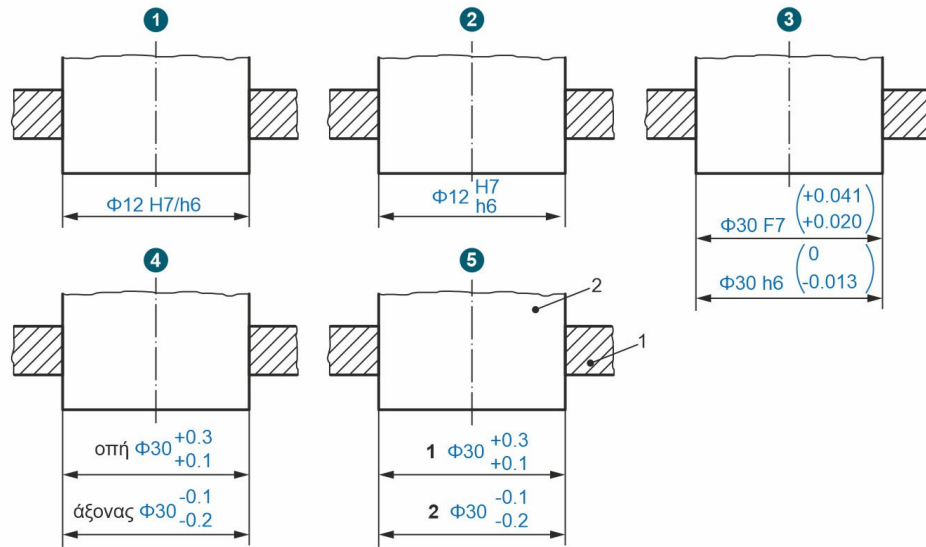
Το μέγεθος της ανοχής οριοθετείται σε 20 **ποιότητες ανοχών** που χαρακτηρίζονται με τους συμβολισμούς IT01, IT0, IT1, IT2 έως IT18.



Οι βασικοί κανόνες τοποθέτησης ανοχών σε διαστάσεις είναι:

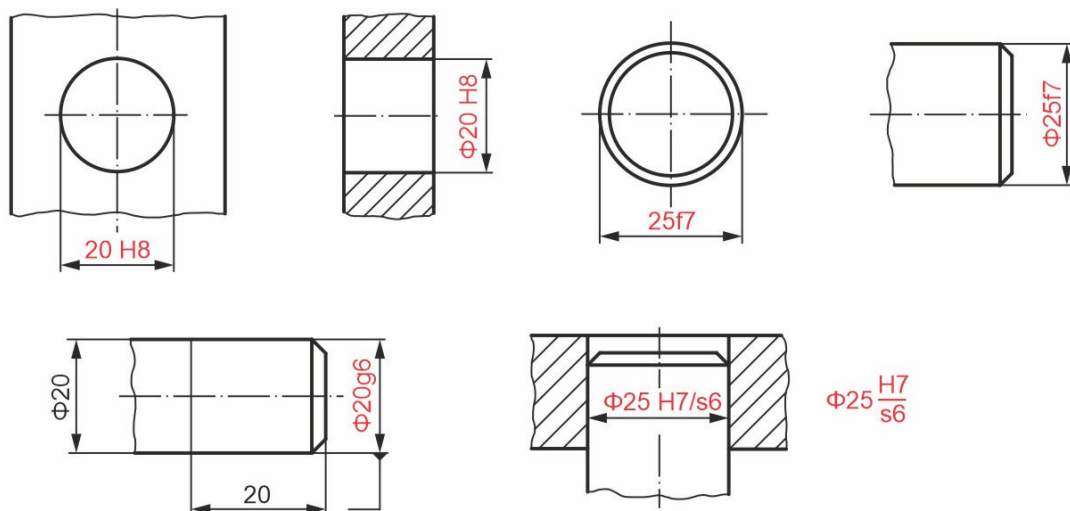
- Γενικά μια διάσταση που περιλαμβάνει ανοχή πρέπει να καταχωρείται με κατάλληλη σειρά, πρώτα η βασική διάσταση ακολουθούμενη από το συμβολισμό της ανοχής (**περίπτωση 1**) ή πρώτα η βασική διάσταση ακολουθούμενη από τις οριακές τιμές της ανοχής (**περίπτωση 4**).
- Εάν, συμπληρωματικά με το συμβολισμό της ανοχής είναι απαραίτητο να δοθούν και οι οριακές τιμές της τότε αυτές τοποθετούνται μέσα σε παρένθεση (**περίπτωση 2**).
- Το ίδιο συμβαίνει εάν αντί των οριακών τιμών της ανοχής χρειάζεται να δοθούν οι οριακές τιμές της διάστασης (**περίπτωση 3**).
- Στην περίπτωση που ένα από τα δύο όρια είναι ίσο με μηδέν, στην κατάλληλη θέση τοποθετείται το ψηφίο 0 (**περίπτωση 5**).
- Όταν η ανοχή είναι συμμετρική γύρω από τη βασική διάσταση, τότε οι οριακές τιμές της ανοχής μπορούν να τοποθετηθούν σε μία σειρά με τη χρήση του συμβόλου ± ακολουθούμενο από την τιμή του ορίου (**περίπτωση 6**).
- Αντί της βασικής διάστασης μπορεί να τοποθετηθούν το κάτω και το πάνω όριο της διάστασης όπως στην **περίπτωση 7** του σχήματος.
- Αν η διάσταση πρέπει να περιοριστεί σε μία κατεύθυνση αυτό μπορεί να καταχωρηθεί με τη χρήση του συμβόλου «min» ή «max», όπως φαίνεται στην **περίπτωση 8** του σχήματος.

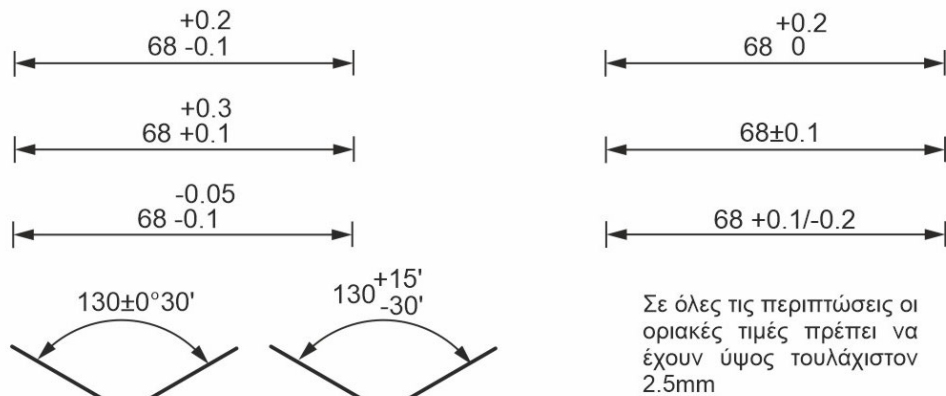
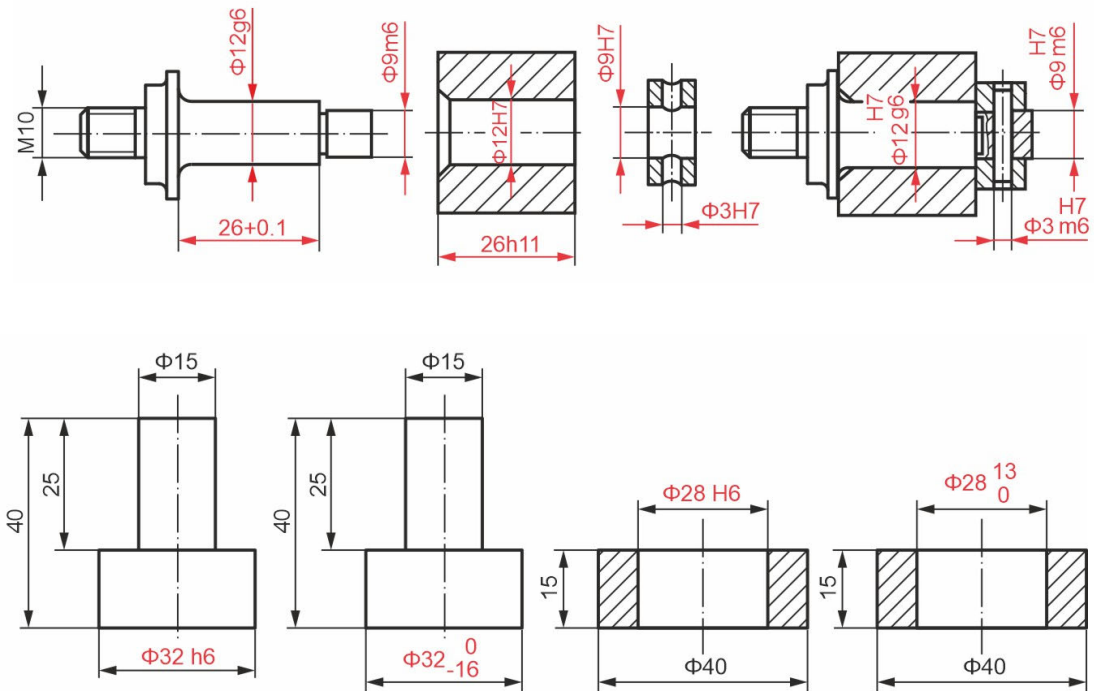




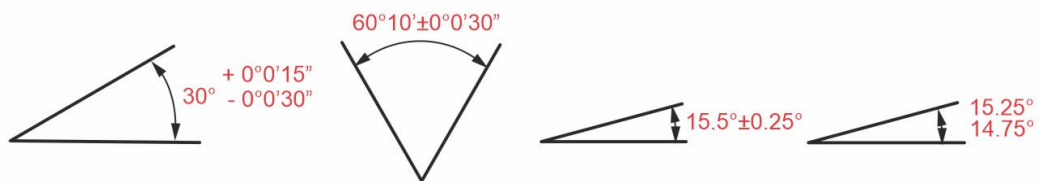
Οι βασικοί κανόνες καταχώρησης ανοχών σε συναρμολογημένα εξαρτήματα είναι:

- Το σύμβολο ανοχής για την οπή (τρύμα) τοποθετείται πριν από το αντίστοιχο σύμβολο του άξονα (**περίπτωση 1**) ή από πάνω του (**περίπτωση 2**).
- Εάν, συμπληρωματικά με το συμβολισμό της ανοχής είναι απαραίτητο να δοθούν και οι οριακές τιμές της, τότε αυτές τοποθετούνται μέσα σε παρένθεση (**περίπτωση 3**).
- Πριν από τη διάσταση μπορεί να τοποθετείται η ονομασία (**περίπτωση 4**) ή ο χαρακτηριστικός αριθμός (**περίπτωση 5**) του αντικειμένου για το οποίο καταχωρείται η ανοχή.





Τοποθέτηση ανοχών σε διαστάσεις γωνιών





### Οριακές τιμές γενικών ανοχών σε διαστάσεις μηκών

Κλίμακα ακριβείας		Επιτρεπόμενες αποκλίσεις για περιοχές διαστάσεων [mm]							
		από 0.5 έως 3	από 3 έως 6	από 6 έως 30	από 30 έως 120	από 120 έως 400	από 400 έως 1000	από 1000 έως 2000	από 2000 έως 4000
f	μεγάλη	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2	± 0.3	± 0.5	-
m	μέση	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2
c	μικρή	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	± 4
v	πολύ μικρή	-	± 0.5	± 1	± 1.5	± 2.5	± 4	± 6	± 8

Για ονομαστικές διαστάσεις μικρότερες από 0.5mm, οι αποκλίσεις πρέπει να αναγράφονται δίπλα στη διάσταση

### Γενικές ανοχές για ακτίνες καμπυλότητας και ύψη άμβλυσης ακμών

Κλίμακα ακριβείας		Επιτρεπόμενες αποκλίσεις για περιοχές διαστάσεων [mm]		
		από 0.5 έως 3	από 3 έως 6	πάνω από 6
f	μεγάλη	± 0.2	± 0.5	± 1
m	μέση	± 0.2	± 0.5	± 1
c	μικρή	± 0.2	± 1	± 2
v	πολύ μικρή	± 0.2	± 1	± 2

Για ονομαστικές διαστάσεις μικρότερες από 0.5mm, οι αποκλίσεις πρέπει να αναγράφονται δίπλα στη διάσταση

### Οριακές τιμές γενικών ανοχών σε διαστάσεις γωνιών

Κλίμακα ακριβείας		Επιτρεπόμενες αποκλίσεις για περιοχές μήκους σε mm της μικρότερης πλευράς της γωνίας				
		από 10	από 10 έως 50	από 50 έως 120	από 120 έως 400	πάνω από 400
f	μεγάλη	± 1°	± 0° 30'	± 0° 20'	± 0° 10'	± 0° 5'
m	μέση	± 1°	± 0° 30'	± 0° 20'	± 0° 10'	± 0° 5'
c	μικρή	± 1° 30'	± 1°	± 0° 30'	± 0° 15'	± 0° 10'
v	πολύ μικρή	± 3°	± 2°	± 1°	± 0° 30'	± 0° 30'



Οι γενικές ανοχές τοποθετούνται στο υπόμνημα του σχεδίου ορίζοντας τις οριακές τιμές στις διαστάσεις. Οι γενικές ανοχές δεν ισχύουν:

1. για διαστάσεις μηκών και γωνιών για τις οποίες στο μηχανολογικό σχέδιο καταχωρούνται ξεχωριστά ανοχές,
2. για διαστάσεις στις οποίες καταχωρούνται άλλες γενικές ανοχές,
3. για βοηθητικές διαστάσεις,
4. για θεωρητικές διαστάσεις εντός ορθογώνιου πλαισίου,
5. για διαστάσεις που προκύπτουν από τη συναρμολόγηση διαφόρων εξαρτημάτων,
6. για διαστάσεις γωνιών σε υποδιαίρεσεις κύκλου

INTERNATIONAL STANDARD







ISO 2768-1

First edition  
1989-11-15

INTERNATIONAL STANDARD

ISO 2768-2

First edition  
1989-11-15

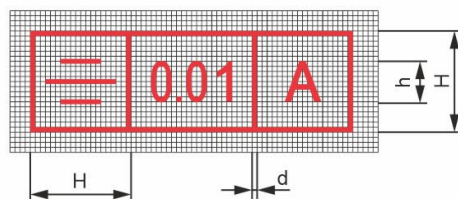
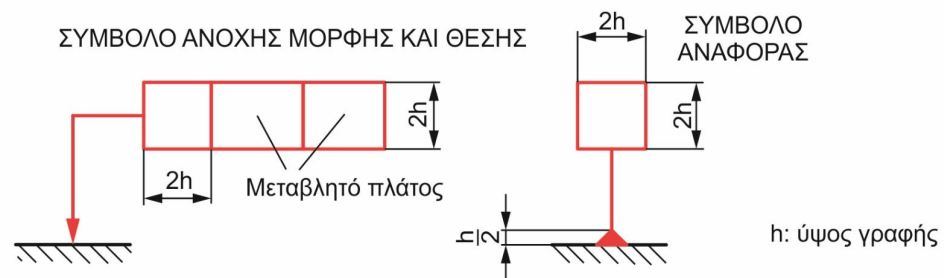
Ανοχή μορφής	Σύμβολο	Περιγραφή
Ευθυγραμμότητα		Ορίζει την ανοχή βάσει της οποίας μια γραμμή, ακμή ή γενέτειρα μιας επιφάνειας γίνεται αποδεκτή ως ευθεία γραμμή
Επιπεδότητα		Ορίζει την ανοχή βάσει της οποίας μια επιφάνεια γίνεται αποδεκτή ως επίπεδη επιφάνεια
Κυκλικότητα		Ορίζει την ανοχή βάσει της οποίας μια κυκλική γραμμή ή ακμή που μπορεί να είναι περιφέρεια ή τόξο γίνεται αποδεκτή ως κύκλος ή τόξο κύκλου
Κυλινδρική		Ορίζει την ανοχή βάσει της οποίας μια επιφάνεια γίνεται αποδεκτή ως κυλινδρική
Μορφή γραμμής		Ορίζει την ανοχή βάσει της οποίας μια γραμμή γίνεται αποδεκτή σύμφωνα με καθορισθείσα γεωμετρικά ιδανική γραμμή
Μορφή επιφάνειας		Ορίζει την ανοχή βάσει της οποίας μια επιφάνεια γίνεται αποδεκτή σύμφωνα με καθορισθείσα γεωμετρικά ιδανική επιφάνεια



Ευθυγραμμότητα	Αναφέρεται στην απόσταση δύο παράλληλων επιπέδων ανάμεσα στα οποία πρέπει να βρίσκονται όλα τα σημεία μιας γραμμής. Χρησιμοποιείται όταν δίνεται η ανοχή σε μία κατεύθυνση.
	Αναφέρεται στην διατομή ενός ορθογώνιου παραλληλεπίπεδου μέσα στο οποίο πρέπει να βρίσκονται όλα τα σημεία μιας γραμμής. Χρησιμοποιείται όταν δίνεται η ανοχή σε δύο κατευθύνσεις
	Αναφέρεται στη διάμετρο ενός κυλίνδρου μέσα στον οποίο πρέπει να βρίσκονται όλα τα σημεία μιας γραμμής. Χρησιμοποιείται όταν δίνεται η τιμή της ανοχής συνοδευόμενη από το χαρακτηριστικό γράμμα Φ που υποδηλώνει διάμετρο.
Επιπεδότητα	Αναφέρεται στην απόσταση δύο παράλληλων επιπέδων ανάμεσα στα οποία πρέπει να βρίσκονται όλα τα σημεία μιας επιφάνειας.
Κυκλικότητα	Αναφέρεται στην απόσταση δύο συνεπίπεδων και ομόκεντρων περιφερειών μέσα στις οποίες πρέπει να βρίσκονται όλα τα σημεία μιας γραμμής.
	Αναφέρεται στην απόσταση δύο ομοαξονικών κυλίνδρων μεταξύ των οποίων πρέπει να βρίσκονται όλα τα σημεία μιας γραμμής.
Κυλινδρική	Αναφέρεται στην απόσταση δύο ομοαξονικών κυλίνδρων ανάμεσα στους οποίους πρέπει να βρίσκονται όλα τα σημεία της εξωτερικής επιφάνειας ενός κυλίνδρου.
Μορφή γραμμής	Αναφέρεται στην απόσταση δύο συνεπίπεδων γραμμών ανάμεσα στις οποίες πρέπει να βρίσκονται όλα τα σημεία μιας γραμμής. Οι γραμμές αυτές είναι οι περιβάλλουσες κύκλων διαμέτρου ίσης με την ανοχή που καταχωρείται και των οποίων τα κέντρα βρίσκονται πάνω στη γεωμετρικά ιδανική γραμμή. Η γεωμετρικά ιδανική γραμμή περιγράφεται με τη χρήση των θεωρητικών διαστάσεων.
Μορφή επιφάνειας	Αναφέρεται στην απόσταση των δύο επιφανειών ανάμεσα στις οποίες πρέπει να βρίσκονται όλα τα σημεία μιας επιφάνειας. Οι επιφάνειες αυτές θα είναι περιβάλλουσες σφαιρών διαμέτρου ίσης με την ανοχή που καταχωρείται και των οποίων τα κέντρα βρίσκονται πάνω στην γεωμετρικά ιδανική επιφάνεια. Η γεωμετρικά ιδανική επιφάνεια περιγράφεται με τη χρήση των θεωρητικών διαστάσεων.



Ανοχή μορφής	Σύμβολο	Περιγραφή
Παράλληλότητα		Ορίζει την ανοχή βάσει της οποίας μια γραμμή, ένας άξονας, γενέτεira μιας επιφάνειας ή επιφάνεια, γίνονται αποδεκτά ως παράλληλα με γραμμή ή επιφάνεια αναφοράς
Καθετότητα		Ορίζει την ανοχή βάσει της οποίας μια γραμμή, ένας άξονας, γενέτεira μιας επιφάνειας ή επιφάνεια, γίνονται αποδεκτά ως κάθετα με γραμμή ή επιφάνεια αναφοράς
Κλίση		Ορίζει την ανοχή βάσει της οποίας μια γραμμή, ένας άξονας, γενέτεira μιας επιφάνειας ή επιφάνεια, γίνονται αποδεκτά έχοντας συγκεκριμένη κλίση ως προς γραμμή ή επιφάνεια αναφοράς
Τοποθέτηση		Ορίζει την ανοχή βάσει της οποίας μια γραμμή, ένας άξονας, ή επίπεδη επιφάνεια, γίνονται αποδεκτά έχοντας συγκεκριμένη τοποθέτηση ως προς γραμμή ή επιφάνεια αναφοράς
Ομοκεντρικότητα & Ομοαξονικότητα		Ορίζει την ανοχή βάσει της οποίας ένας άξονας είναι αποδεκτός ως ομοαξονικός με άξονα αναφοράς
Συμμετρία		Ορίζει την ανοχή βάσει της οποίας ένας άξονας ή επίπεδο συμμετρίας γίνονται αποδεκτά ως συμμετρικά με άλλο επίπεδο αναφοράς ή αναφοράς και συμμετρίας
Κυκλική κίνηση		Ορίζει την ανοχή βάσει της οποίας γίνεται αποδεκτή μία περιστρεφόμενη κυλινδρική επιφάνεια ως προς άξονα αναφοράς,
Γενική κίνηση		Ορίζει την ανοχή βάσει της οποίας γίνεται αποδεκτή επίπεδη επιφάνεια πλευρική σε περιστρεφόμενη επιφάνεια ως προς άξονα αναφοράς,



	Συνιστώμενες διαστάσεις [mm]						
ύψος πλαισίου H	5	7	10	14	20	28	40
ύψος γραφής h	2.5	3.5	5	7	10	14	20
διάμετρος D	10	14	20	28	40	56	80
πάχος γραφής d	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2



Τοποθετούνται κατά σειρά από αριστερά προς τα δεξιά:

- το σύμβολο ανοχής,  
- η τιμή της ανοχής και σε περίπτωση κυλινδρικών ή κυκλικών μορφών με συνοδεία του Φ,

- το γράμμα ή τα γράμματα των στοιχείων αναφοράς

Επιτρέπεται η τοποθέτηση περισσότερων χαρακτηριστικών ανοχής με σύμβολα ανοχής το ένα κάτω από το άλλο

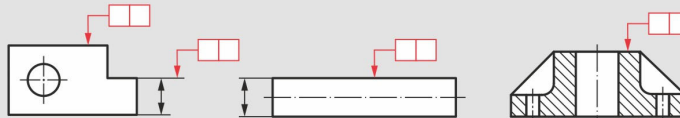
Επιτρέπεται ο χαρακτηρισμός επιφανειών με τοποθέτηση σχολίου κοντά στο σύμβολο ή με τη χρήση ενδεικτικής γραμμής

4 σπές

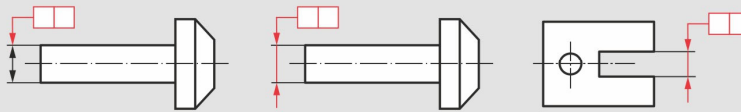
Επιτρέπεται η τοποθέτηση σχολίων πάνω από το σύμβολο ανοχής

4x

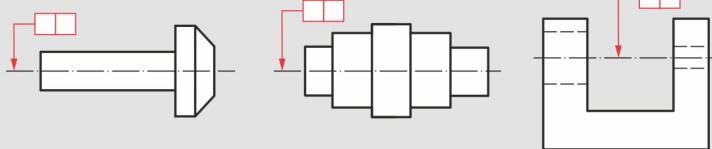
Σύμβολα ανοχής σε περιγράμματα



Σύμβολα ανοχής σε προέκταση γραμμών διάστασης



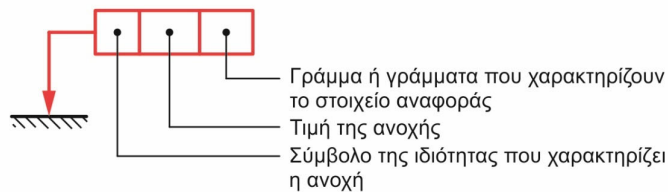
Σύμβολα ανοχής σε άξονες συμμετρίας



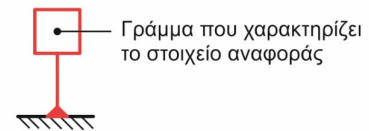
Η τοποθέτηση του συμβόλου ανοχής μορφής και θέσης μπορεί να γίνεται στις παρακάτω θέσεις:

- σε **περιγράμματα** ή σε **επεκτάσεις τους** με ιδιαίτερη προσοχή να μην έρχεται σε επαφή με γραμμές διάστασης, καταδεικνύοντας την ανοχή μορφής ή θέσης σε γραμμή ή επιφάνεια,
- ως **προεκτάσεις των γραμμών διάστασης** στην περίπτωση που η ανοχή αφορά τον **άξονα συμμετρίας** ή ένα μέσο επίπεδο του στοιχείου που διαστασιολογείται,
- σε **άξονες συμμετρίας**, όταν η ανοχή αφορά τον ίδιο τον άξονα ή ένα μέσο επίπεδο για όλες όμως τις διαμορφώσεις τις οποίες χαρακτηρίζει ο άξονας συμμετρίας.

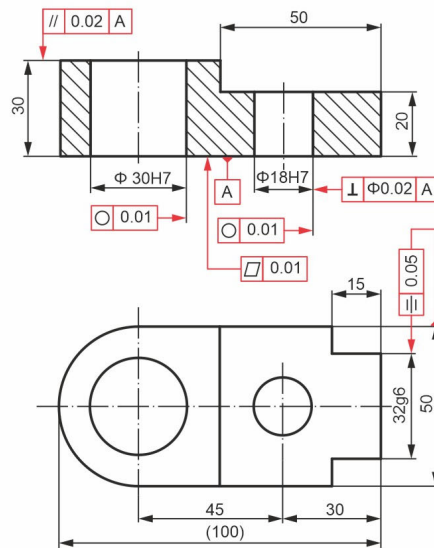
## ΣΥΜΒΟΛΟ ΑΝΟΧΗΣ ΜΟΡΦΗΣ ΚΑΙ ΘΕΣΗΣ



## ΣΥΜΒΟΛΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ



Στο σύμβολο ανοχής μορφής και θέσης τοποθετούνται στοιχεία που αφορούν το **είδος** και την **τιμή** της ανοχής για το γεωμετρικό στοιχείο το οποίο αφορά η ανοχή, ενώ για την περίπτωση που η ανοχή σχετίζεται με άλλο γεωμετρικό στοιχείο, δηλαδή στοιχείο αναφοράς, τοποθετείται και η **ένδειξη του στοιχείου** αυτού στο δεξί χώρο του συμβόλου



ISO 2768 - m	
32g6	-0.009 -0.025
30H7	+0.021 0
18H7	+0.018 0

// 0.02 A

Ανοχή **παραλληλότητας** 0.02mm της επίπεδης επιφάνειας ως προς την επιφάνεια A. Ουσιαστικά σημαίνει ότι όλα τα σημεία της επιφάνειας που χαρακτηρίζεται, πρέπει να βρίσκονται μεταξύ δύο επιπέδων που απέχουν απόσταση 0.02mm και είναι παράλληλα με το επίπεδο αναφοράς A

⊥ 0.02 A

Ανοχή **καθετότητας** 0.02mm του άξονα της οπής Φ18 ως προς την επιφάνεια A. Ουσιαστικά σημαίνει ότι ο άξονας της οπής για την οποία γίνεται η καταχώρηση της ανοχής, πρέπει να βρίσκεται μέσα σε έναν κύλινδρο διαμέτρου 0.02mm με άξονα κάθετο στην επιφάνεια αναφοράς A

○ 0.01

Ανοχή **κυκλικότητας** 0.01mm. Σημαίνει ότι σε οποιοδήποτε εγκάρσιο επίπεδο τομής της οπής, η τομή που προκύπτει πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα σε δύο ομόκεντρους κύκλους που απέχουν 0.01mm μεταξύ τους

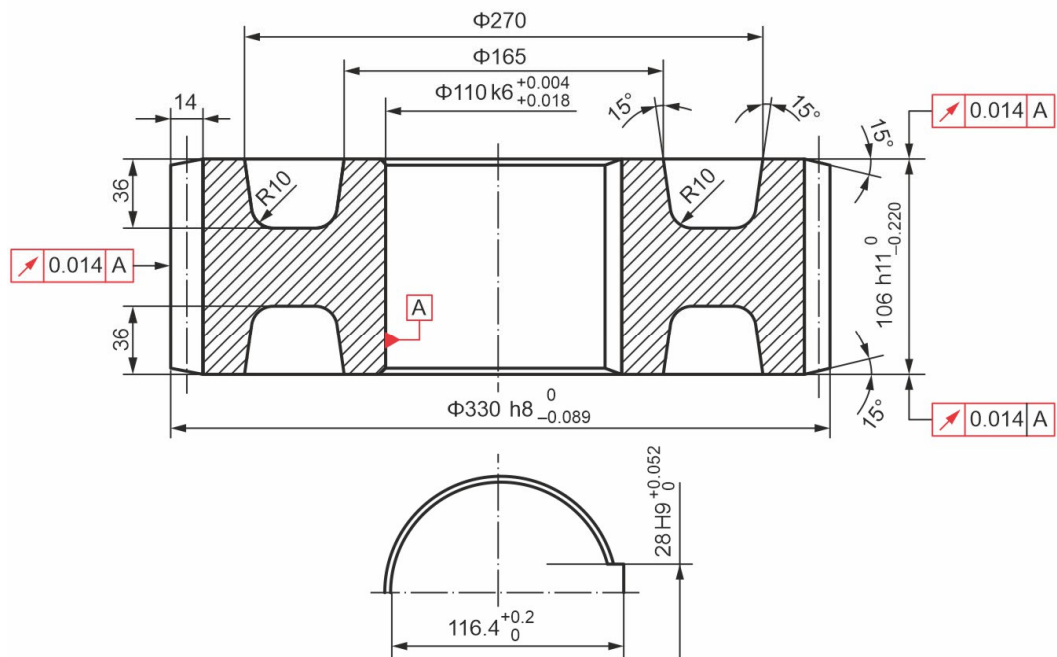
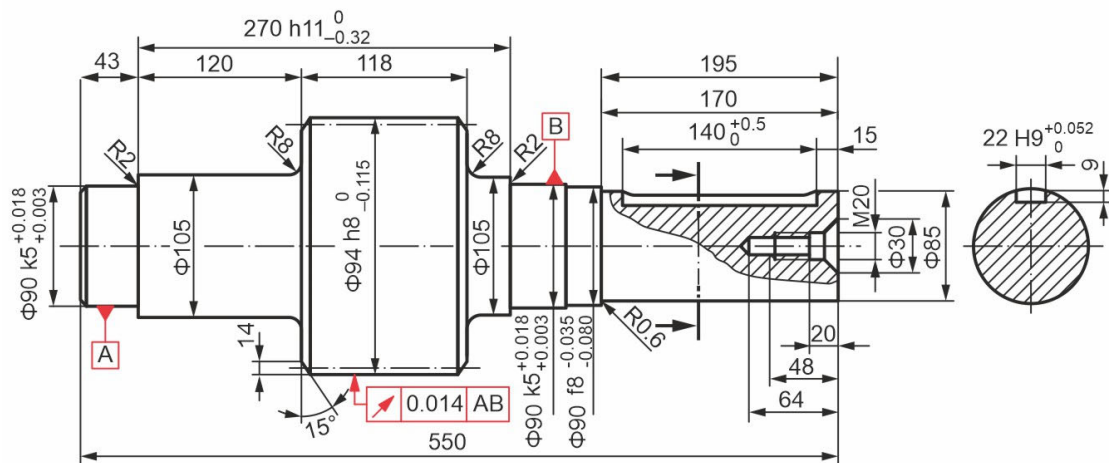
□ 0.01

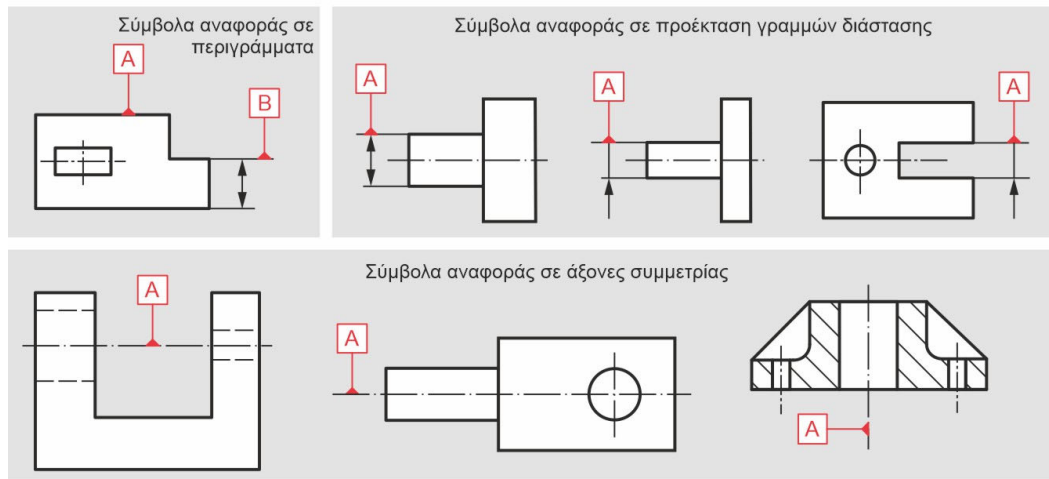
Ανοχή **επιπεδότητας** της βάσης του εξαρτήματος 0.01mm. Σημαίνει πως η βάση του εξαρτήματος πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα σε δύο παράλληλα επίπεδα που απέχουν μεταξύ τους 0.01mm

≡ 0.05

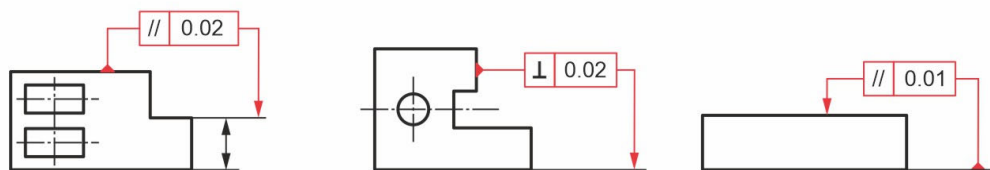
Ανοχή **συμμετρίας** 0.05mm μεταξύ των δύο αξόνων. Σημαίνει πως το κεντρικό επίπεδο της διαμόρφωσης διάστασης 32g6 πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα σε δύο παράλληλα επίπεδα που απέχουν μεταξύ τους 0.05mm και είναι συμμετρικά τοποθετημένα ως προς το κεντρικό επίπεδο συμμετρίας της διαμόρφωσης διάστασης 50mm





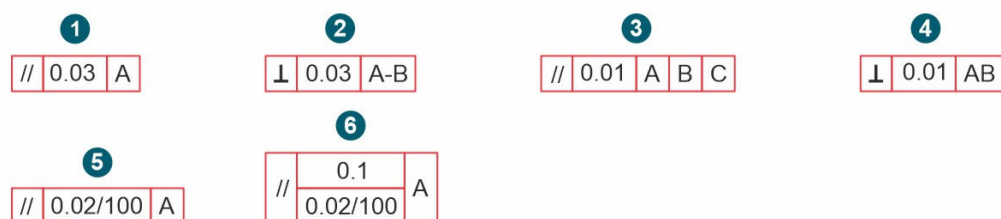


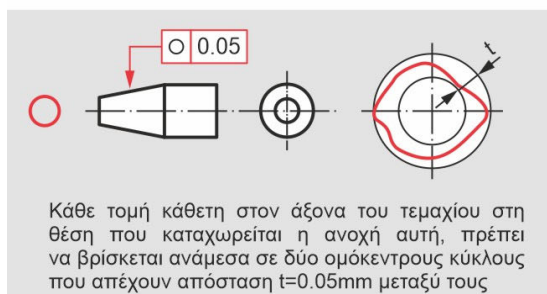
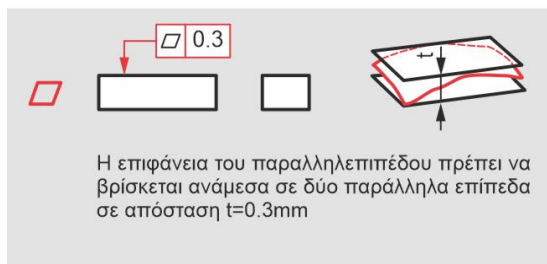
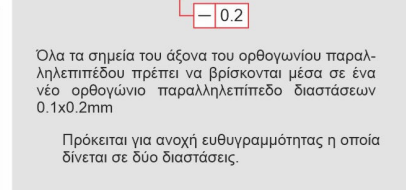
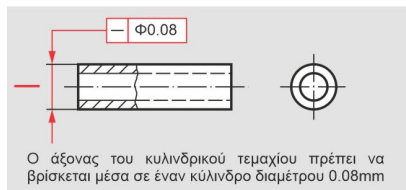
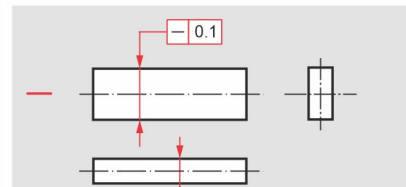
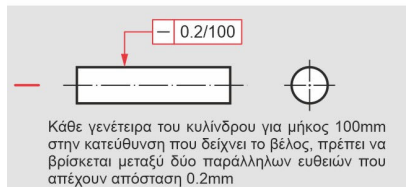
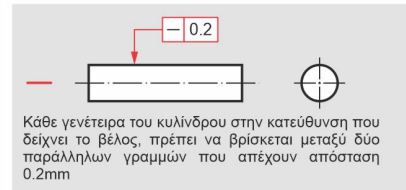
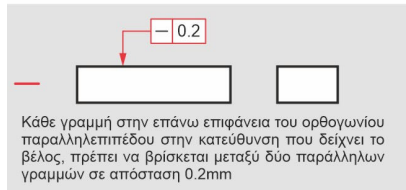
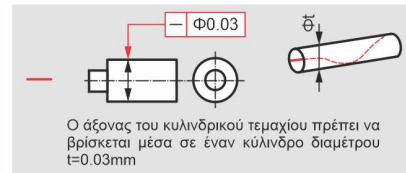
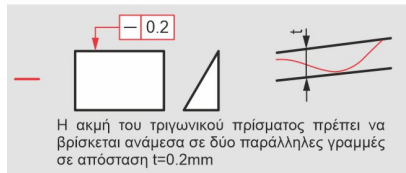
Όταν το σύμβολο ανοχής μορφής και θέσης μπορεί να συνδεθεί άμεσα με το στοιχείο αναφοράς της ανοχής αυτής, τότε μπορεί να παραληφθεί το πλαίσιο με το γράμμα αναφοράς και να αντικατασταθεί μόνο από την ενδεικτική γραμμή με το ενδεικτικό τρίγωνο.



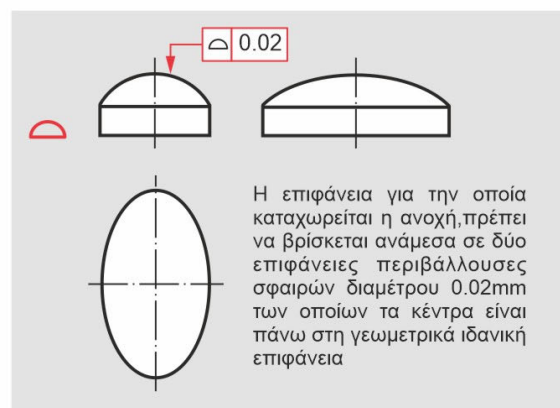
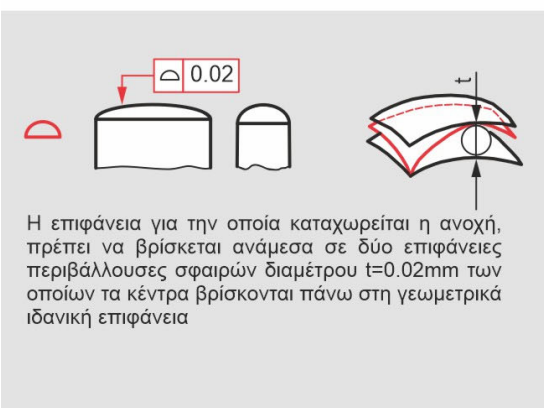
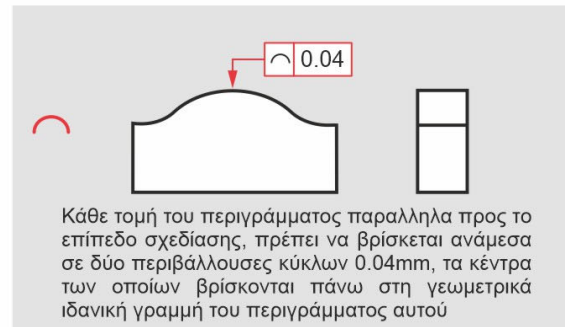
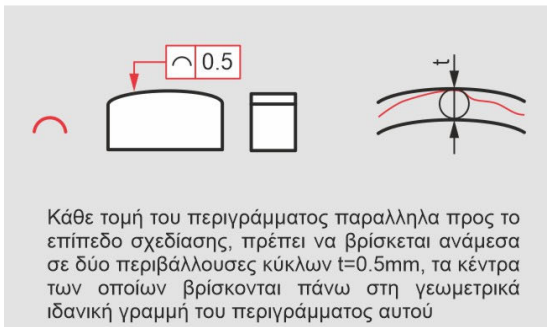
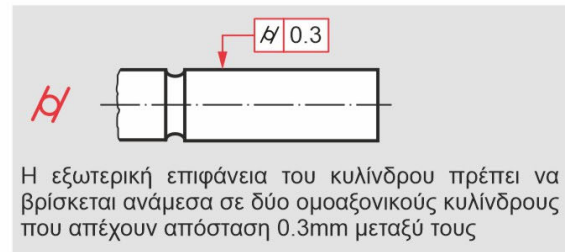
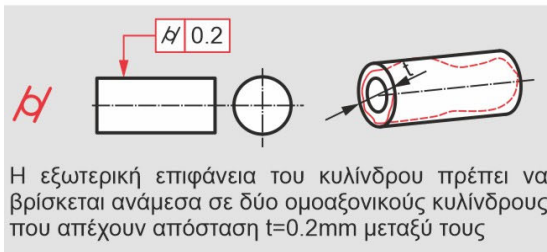
**Ειδικές περιπτώσεις τοποθέτησης των γραμμάτων που καταδεικνύουν τα στοιχεία αναφοράς είναι:**

- Η περίπτωση που μια ανοχή αναφέρεται σε δύο στοιχεία αναφοράς, τα αντίστοιχα γράμματα αναφοράς μπορούν να τοποθετηθούν στο ίδιο πλαίσιο χωρισμένα με παύλα (2).
- Όταν η ανοχή σχετίζεται με δύο ή περισσότερα στοιχεία αναφοράς για τα οποία υπάρχει προτεραιότητα, τα αντίστοιχα γράμματα τοποθετούνται σε ξεχωριστά πλαίσια καθορίζοντας τη φθίνουσα προτεραιότητα από αριστερά προς τα δεξιά (3).
- Η περίπτωση που η ανοχή σχετίζεται με δύο ή περισσότερα στοιχεία αναφοράς για τα οποία δεν υπάρχει προτεραιότητα, αυτά μπορούν να τοποθετούνται σε κοινό πλαίσιο (4).
- Όταν η ανοχή αφορά μια περιορισμένη περιοχή ενός στοιχείου, αλλά ισχύει για κάθε δυνατή θέση αυτής της περιοχής, η τιμή του μήκους της περιοχής αυτής τοποθετείται μετά την τιμή της ανοχής χωρισμένα από αυτήν με κεκλιμένη γραμμή (/) (5).
- Όταν πρέπει να τοποθετηθεί μία μικρότερη τιμή ανοχής για μια περιορισμένη περιοχή ενός στοιχείου το οποίο έχει συνολικά μία μεγαλύτερη τιμή της ίδιας ανοχής. Στην περίπτωση αυτή, η ανοχή του περιορισμένου διαστήματος μπορεί να τοποθετηθεί στο κάτω μέρος του πλαισίου του συμβόλου ανοχής μορφής και θέσης, το οποίο για το σκοπό αυτό χωρίζεται σε δύο γραμμές (6).









Ο άξονας της πάνω οπής του τεμαχίου πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα σε δύο επίπεδα που απέχουν μεταξύ τους  $t=0.2\text{mm}$  και είναι παράλληλα με τον άξονα αναφοράς που είναι ο άξονας της κάτω οπής

Ο άξονας της πάνω οπής του τεμαχίου πρέπει να βρίσκεται μέσα σε έναν κύλινδρο διαμέτρου  $t=0.1\text{mm}$  του οποίου ο άξονας πρέπει να είναι παράλληλος με τον άξονα αναφοράς που είναι ο άξονας της κάτω οπής

Η επιφάνεια του τεμαχίου πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα σε δύο επίπεδα που απέχουν μεταξύ τους  $t=0.3\text{mm}$  και είναι παράλληλα με το επίπεδο αναφοράς που είναι η κάτω επιφάνεια του τεμαχίου

Ο άξονας της πάνω οπής του τεμαχίου πρέπει να βρίσκεται μέσα σε ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο διαστάσεων  $t_1(0.2\text{mm})$  και  $t_2(0.1\text{mm})$  του οποίου ο άξονας συμμετρίας πρέπει να είναι παράλληλος με τον άξονα αναφοράς που είναι ο άξονας της κάτω οπής

Οποιοδήποτε σημείο της επιφάνειας για την οποία καταχωρείται η ανοχή, σε διάστημα 150mm σε οποιαδήποτε θέση της επιφάνειας, πρέπει να είναι μεταξύ δύο παράλληλων επιπέδων που απέχουν 0.01mm και είναι παράλληλα με την επιφάνεια αναφοράς A

Η επιφάνεια του τεμαχίου πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα σε δύο επίπεδα που απέχουν μεταξύ τους 0.2mm και είναι παράλληλα με τον άξονα του τεμαχίου

Η επιφάνεια πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα σε δύο επίπεδα παράλληλα μεταξύ τους και κάθετα προς τον άξονα αναφοράς, τα οποία απέχουν απόσταση 0.07mm μεταξύ τους

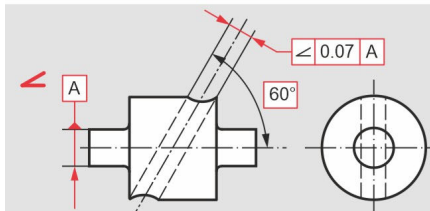
Η επιφάνεια πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα σε δύο επίπεδα παράλληλα μεταξύ τους και κάθετα προς την επιφάνεια αναφοράς, τα οποία απέχουν απόσταση 0.07mm μεταξύ τους

Ο άξονας για τον οποίο καταχωρείται η ανοχή πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα σε δύο επίπεδα παράλληλα μεταξύ τους και κάθετα προς τον άξονα αναφοράς, τα οποία απέχουν απόσταση 0.04mm μεταξύ τους

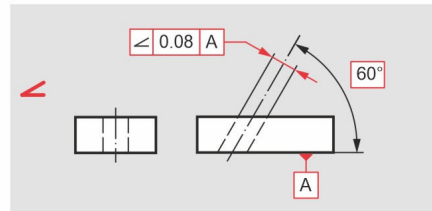
Ο άξονας πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα σε δύο επίπεδα παράλληλα μεταξύ τους και κάθετα προς την επιφάνεια αναφοράς, τα οποία απέχουν απόσταση 0.1mm μεταξύ τους

Ο άξονας του κύλινδρου πρέπει να βρίσκεται μέσα σε ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο, κάθετο στην επιφάνεια αναφοράς το οποίο θα έχει διαστάσεις 0.1x0.2 mm

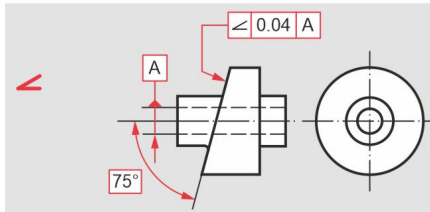
Ο άξονας του κύλινδρου πρέπει να βρίσκεται μέσα σε έναν κύλινδρο διαμέτρου 0.03mm ο οποίος έχει άξονα κάθετο στην επιφάνεια αναφοράς



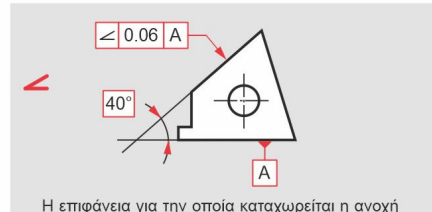
Ο άξονας της οπής πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα σε δύο παράλληλα επίπεδα που είναι κεκλιμένα με 60° ως προς τον άξονα αναφοράς A. Τα επίπεδα απέχουν απόσταση 0.07mm μεταξύ τους



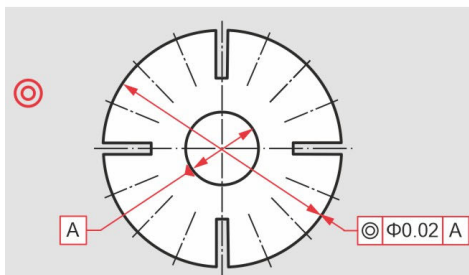
Ο άξονας της οπής πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα σε δύο παράλληλα επίπεδα που είναι κεκλιμένα με 60° ως προς την επιφάνεια αναφοράς A. Τα επίπεδα απέχουν απόσταση 0.08mm μεταξύ τους



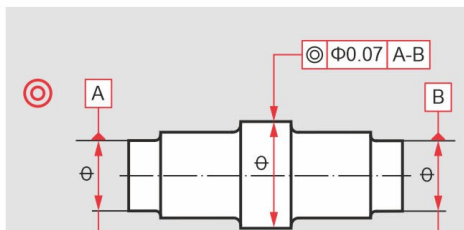
Η επιφάνεια που χαρακτηρίζει η ανοχή πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα σε δύο παράλληλα επίπεδα που είναι κεκλιμένα με 75° ως προς τον άξονα αναφοράς. Τα επίπεδα απέχουν απόσταση 0.04mm μεταξύ τους



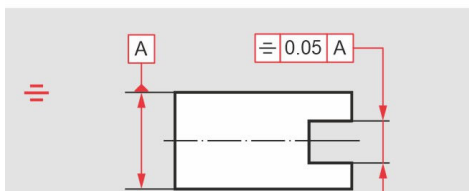
Η επιφάνεια για την οποία καταχωρείται η ανοχή πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα σε δύο παράλληλα επίπεδα που είναι κεκλιμένα με 40° ως προς την επιφάνεια αναφοράς. Τα επίπεδα απέχουν απόσταση 0.06mm μεταξύ τους



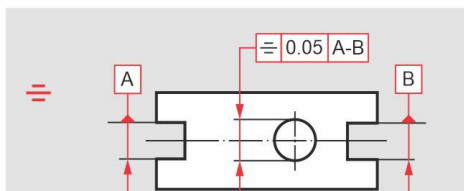
Το κέντρο του κύκλου για το οποίο τοποθετείται η ανοχή, θα πρέπει να βρίσκεται μέσα σε ένα κύκλο διαμέτρου 0.02mm ο οποίος είναι ομοκεντρικός με τον κύκλο αναφοράς A



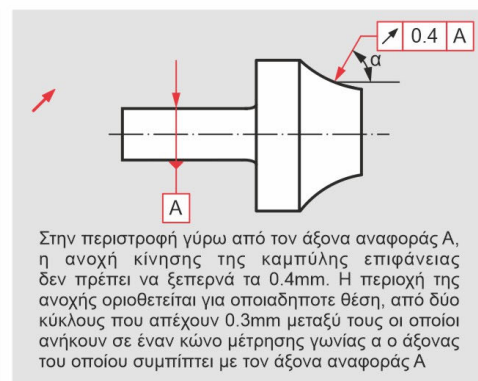
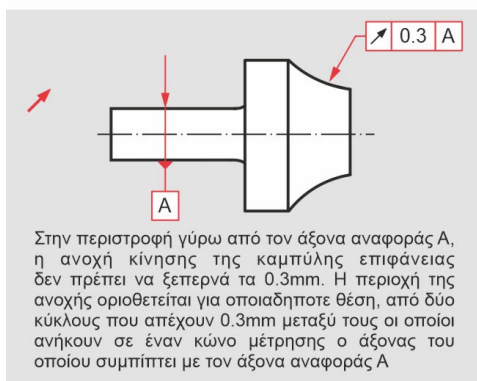
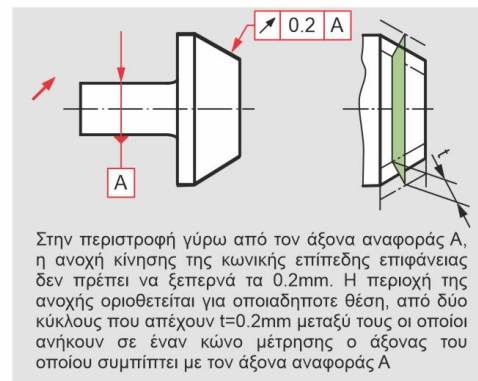
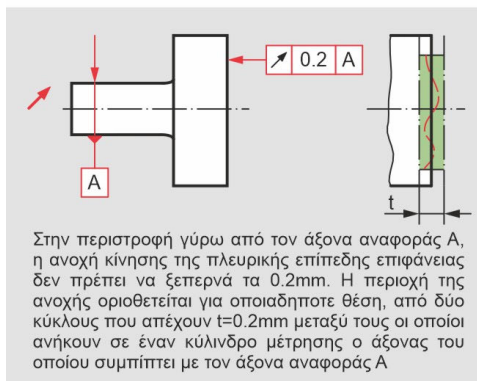
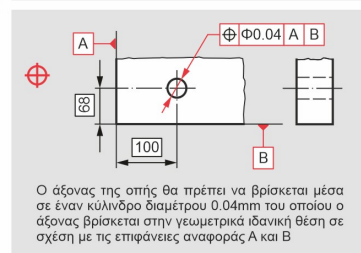
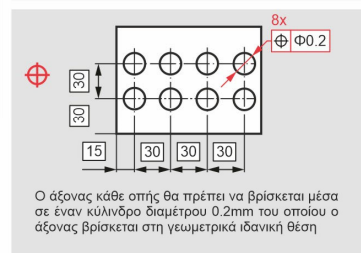
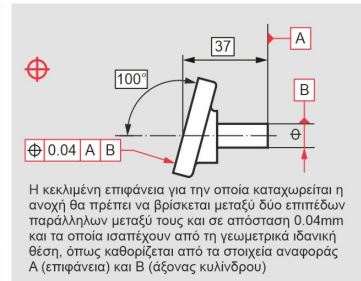
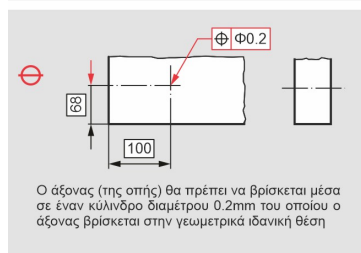
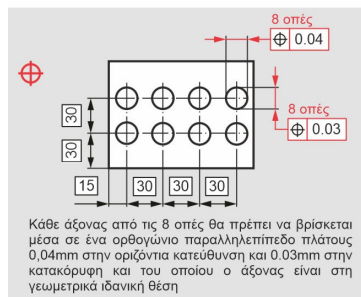
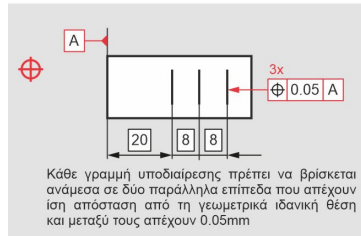
Ο άξονας του κυλίνδρου για τον οποίο τοποθετείται η ανοχή, θα πρέπει να βρίσκεται μέσα σε κύλινδρο διαμέτρου 0.07mm ο οποίος είναι ομοαξονικός με τον άξονα αναφοράς A-B

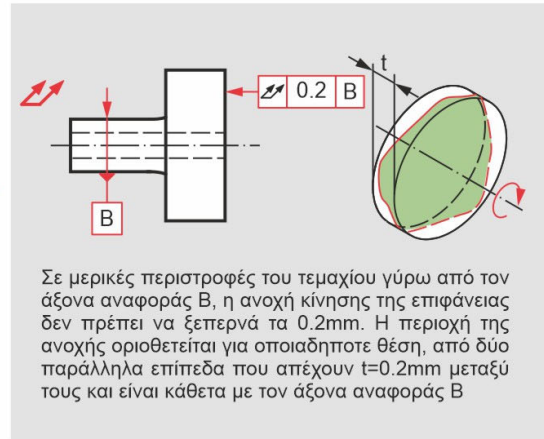
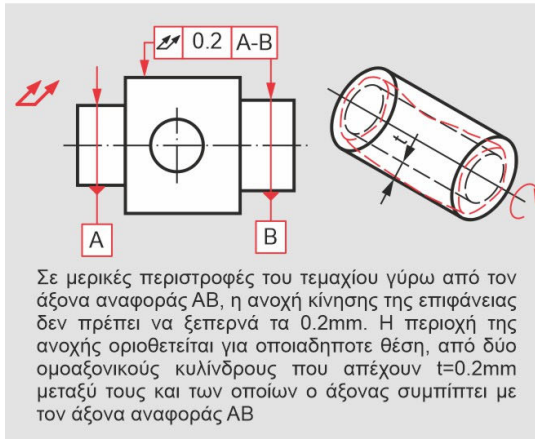


Το κεντρικό επίπεδο της διαμόρφωσης πρέπει να βρίσκεται μεταξύ δύο παράλληλων επιπέδων τα οποία απέχουν 0.05mm μεταξύ τους και είναι συμμετρικά τοποθετημένα γύρω από το κεντρικό επίπεδο συμμετρίας των επιφανειών αναφοράς

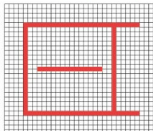


Ο άξονας της οπής πρέπει να βρίσκεται μεταξύ δύο παράλληλων επιπέδων τα οποία απέχουν 0.05mm μεταξύ τους και είναι συμμετρικά τοποθετημένα γύρω από το κεντρικό επίπεδο των διαμορφώσεων A και B

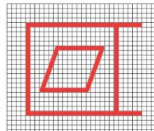




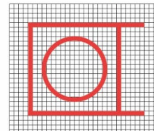
ευθυγραμμότητα



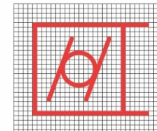
επιπεδότητα



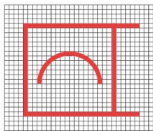
κυκλικότητα



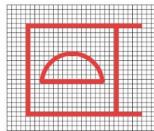
κυλινδρικότητα



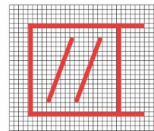
μορφή γραμμής



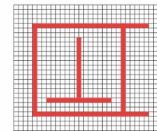
μορφή επιφάνειας



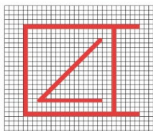
παράλληλότητα



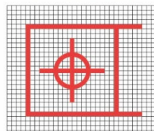
καθετότητα



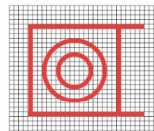
κλίση



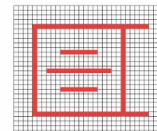
τοποθέτηση



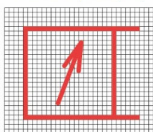
ομοκεντρικότητα & ομοαξονικότητα



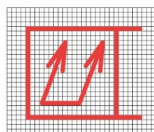
συμμετρία



κυκλική κίνηση

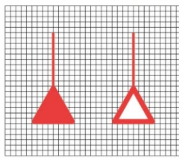


γενική κίνηση

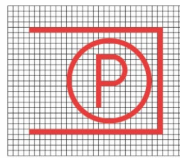


ISO 7083-1983

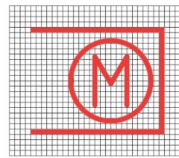
θέση αναφοράς



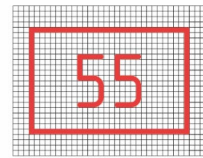
προβαλλόμενη ανοχή



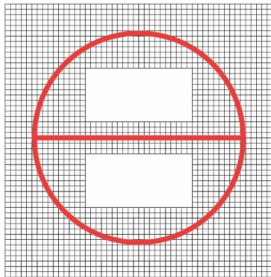
μέγιστη απαίτηση υλικού



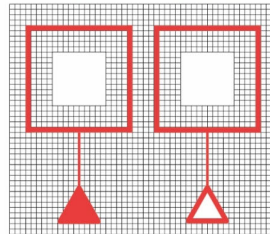
θεωρητικές διαστάσεις



στόχος αναφοράς (ISO 5459)



σύμβολο αναφοράς



ISO 7083-1983

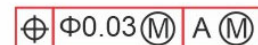
<http://www.m3.tuc.gr>

## Παραδείγματα σχεδίασης συμβόλου αναφοράς και ειδικών ανοχών



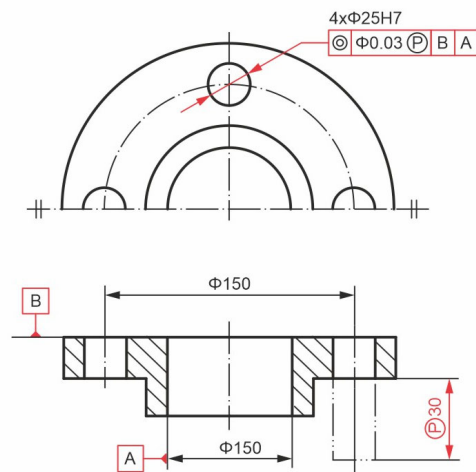
Σχολή Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης  
Εργαστήριο Μικροκοπής & Κατασκευαστικής Προσομοίωσης  
Καθηγητής Αριστομένης Αντωνιάδης

www.antoniadis.gr  
aantoniadis@tuc.gr



Εάν οι πραγματικές διαστάσεις ενός εξαρτήματος δε φθάνουν στο μέγιστο υλικό του, η καταχωρημένη γεωμετρική ανοχή μπορεί να αυξηθεί χωρίς να κινδυνεύσει η συναρμολόγηση. Αυτό καλείται «**απαίτηση μέγιστου υλικού**» και καταδεικνύεται στα μηχανολογικά σχέδια από το **σύμβολο (M)**. Σύμφωνα με τον κανονισμό ISO 1101, **ορίζεται σαν μέτρο για την μέγιστη απαίτηση σε υλικό η οριακή τιμή που αναφέρεται στη μέγιστη διάσταση του κατεργαζόμενου τεμαχίου**. Με τον τρόπο αυτό, η μέγιστη απαίτηση σε υλικό δίνει τη δυνατότητα να ξεπεραστεί η καταχωρημένη ανοχή κάποιας διάστασης κατά την τιμή της διαφοράς μεταξύ της οριακής τιμής του πεδίου ανοχής της διάστασης αυτής και του καθορισμένου μέτρου της μέγιστης απαίτησης σε υλικό.

Σε μερικές περιπτώσεις οι ανοχές θέσης αφορούν όχι το ίδιο το γεωμετρικό στοιχείο στο οποίο έχουν καταχωρηθεί αλλά την προβολή του. Τέτοιες προβαλλόμενες ζώνες ανοχής χαρακτηρίζονται με το **σύμβολο P**

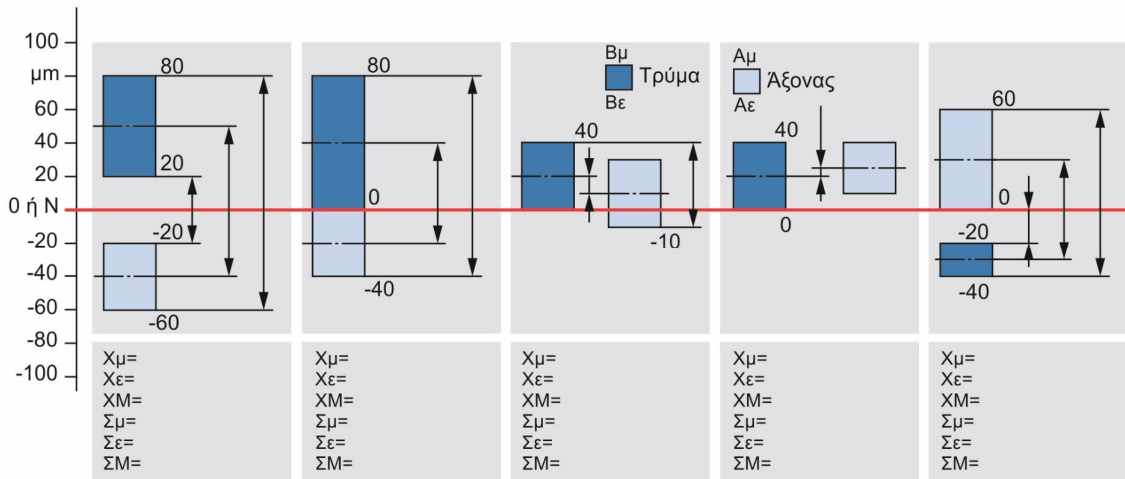
<http://www.m3.tuc.gr>

## Τοποθέτηση συμβόλου μέγιστης απαίτησης σε υλικό &amp; συμβόλου προβαλλόμενης ανοχής

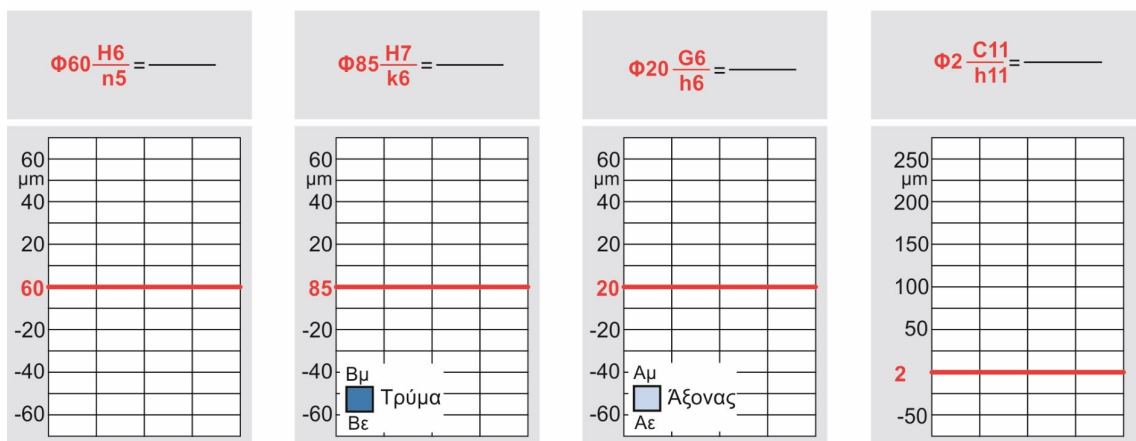


Σχολή Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης  
Εργαστήριο Μικροκοπής & Κατασκευαστικής Προσομοίωσης  
Καθηγητής Αριστομένης Αντωνιάδης

www.antoniadis.gr  
aantoniadis@tuc.gr

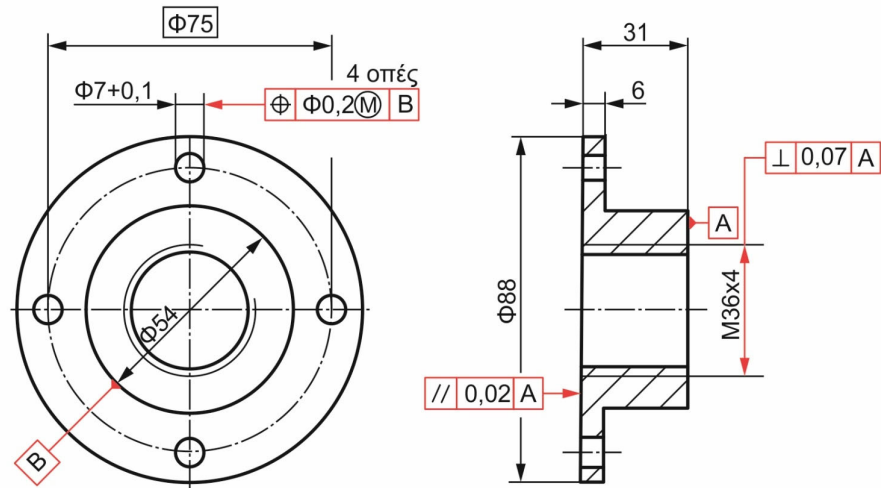


Να προσδιοριστούν τα όρια των ανοχών, οι χαρακτηριστικές τιμές τους και το είδος κάθε συναρμογής



Χρησιμοποιώντας τους πίνακες ανοχών, να συμπληρωθούν τα πεδία ανοχών στις παραπάνω συναρμογές και να καταχωρηθεί το είδος κάθε συναρμογής





Να επεξηγηθούν και να αναλυθούν οι παραπάνω καταχωρήσεις ανοχών θέσης