МЕРНИ ЛАНЦИ

Проблеми толеранција при конструисању

Сложена одступања и мерни ланци

Сложена одступања су резултати сабирања или одузимања двеју или више толерисаних кота које се у виду ланца настављају једна на другу у једном или другом смеру.

Проблем сложених одступања се појављује у два вида:

• код налегања двају цилиндричних делова истих називних мера зазори и преклопи

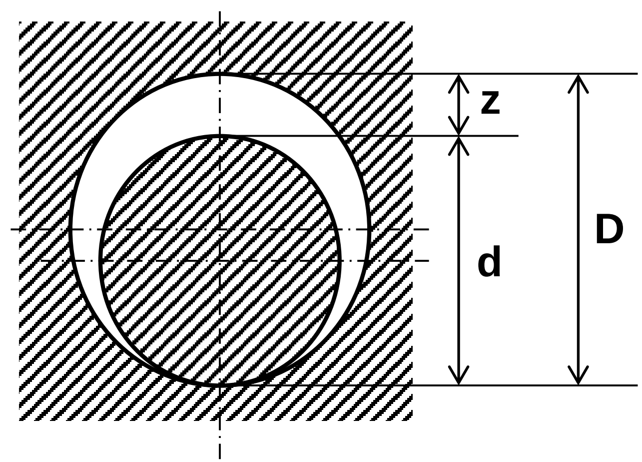
• код ређања двају или више толерисаних кота у виду ланаца на једном машинском делу или као налегање двеју равни које припадају различитим деловима једног склопа.

Код сваког склопа разликују се:

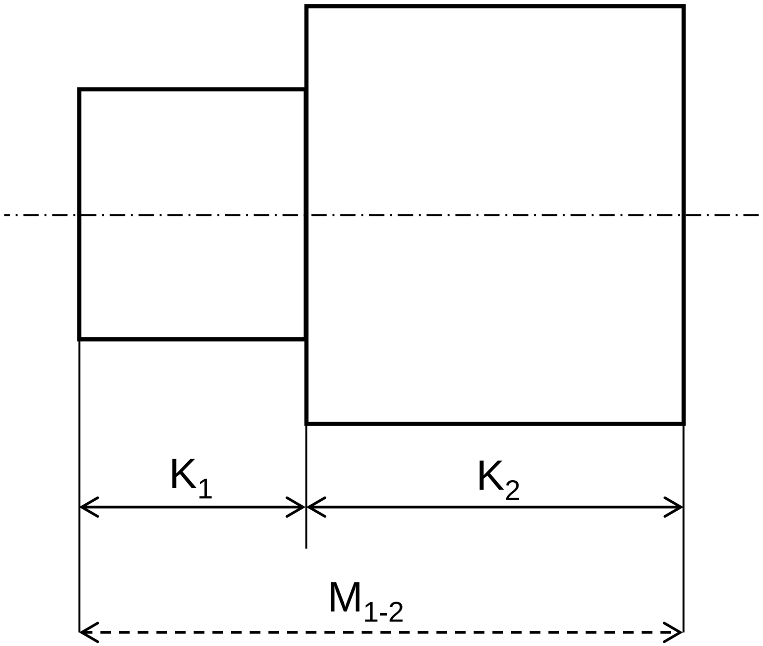
• толерисане коте, K_1, K_2 , као дужинске мере које се прописују да би се оствариле обрадом и које се морају контролисати (да ли задовољавају дате толеранције)

• резултујућа или функционална мера M која се не контролише већ настаје у резултату.

толерисане коте: *д, Д*
резултујућа мера: *з*
толерисана ≡ контролисана кота



Пример редног котирања



$M_{1\text{-}2\,max} = K_{1max} + K_{2max}$

$M_{1\text{-}2min} = K_{1min} + K_{2min}$

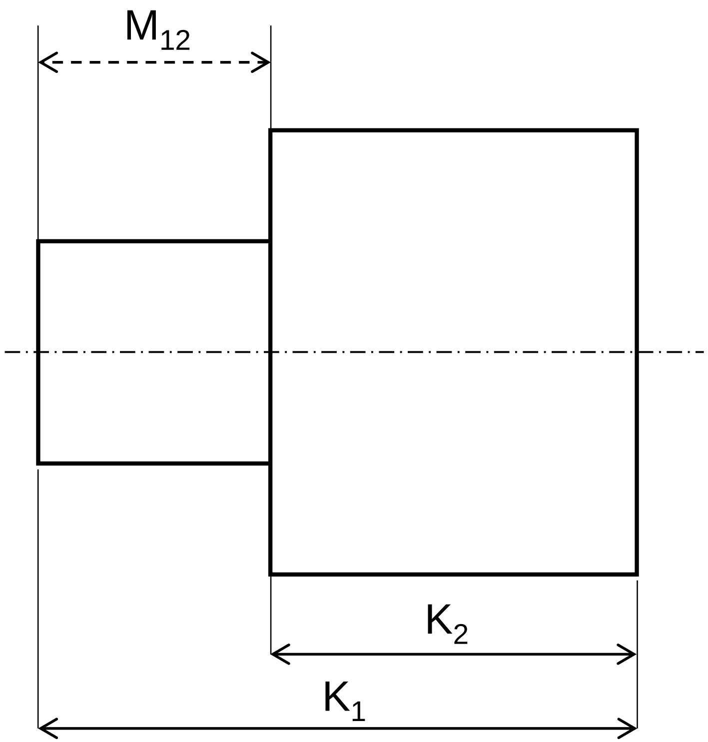
$A_M = T_1 + T_2 = M_{12max} - M_{12min}$

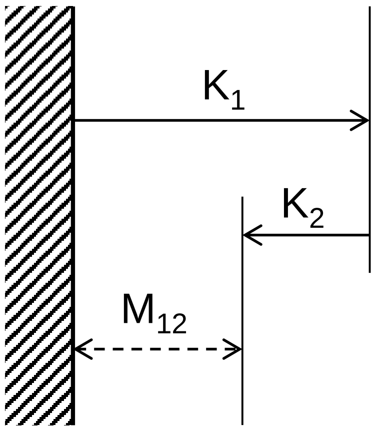
- где је *A_M* - висина поља одступања резултујуће мере

Пример:

$$K_1 = 50 \pm 0,300$$
$$K_2 = 20 \pm 0,100 \quad \longrightarrow \quad M_{12} = 70 \pm 0,400$$

Пример паралелног котирања





$M_{12max}=K_{1max} – K_{2min}$
$M_{12min}=K_{1min} – K_{2max}$

$A_M= T_1+T_2= M_{12max} - M_{12min}$

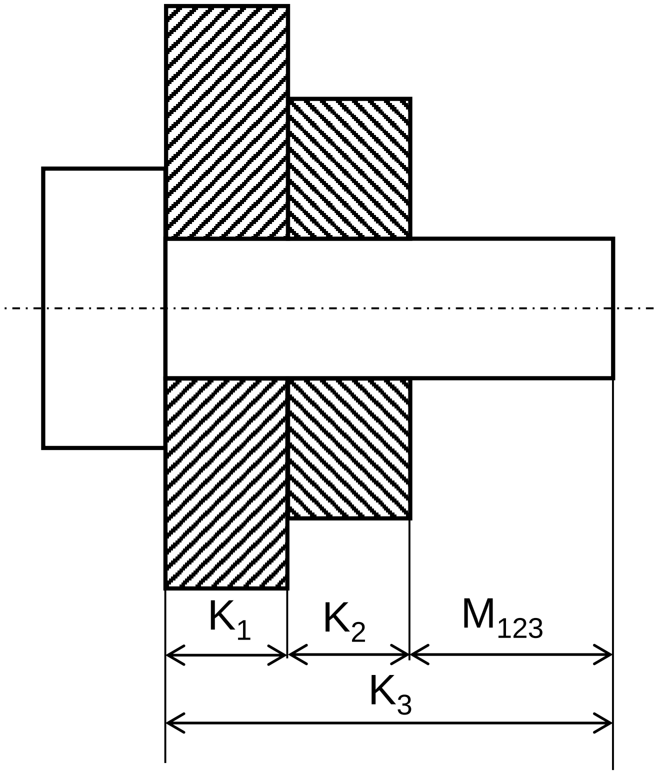
A_M – Висина поља одступања резултујуће мере

Пример : $K_1= 700{,}300$
$K_2=200{,}100$

$M_{12}=500{,}400$

Резултујућа мера је често растојање крајњих површина које припадају различитим деловима једног склопа.

Пример:



K_1= 100,100
K_2= 150,150
K_3= 300,300

M_{max}= K_{3max} – K_{2min} – K_{1min}=
= (30+0,300)-(15-0,150)-(10-0,100)

M_{max}= 5+0,550

M_{min}= K_{3min} - K_{2max} – K_{1max}=
= (30-0,300)-(15+0,150)-(10+0,100)

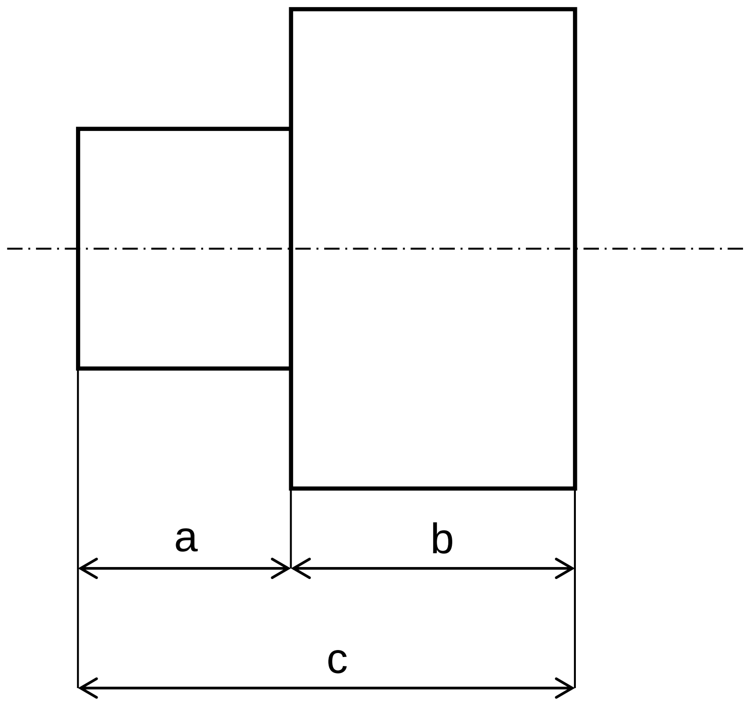
M_{min}= 5 - 0,550

$$A_M = 2\times 0,550 = 1100\,\mu m$$

$$T_1 + T_2 + T_3 = 0,600 + 0,300 + 0,200 = 1100\,\mu m$$

Из претходно изложеног произилази да све дужинске мере које образују мерни ланац нису равноправне.

I.Мере апсолутно тачне



$$c = a + b$$

$$\Downarrow$$

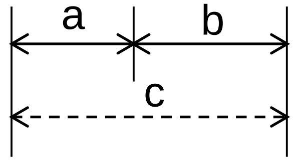
$$a = c - b$$

$$b = c - a$$

Уношење треће мере непотребно, али не доводи до контрадикторних резултата

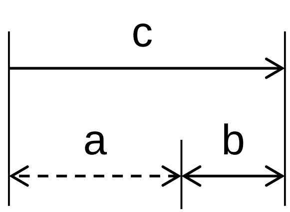
II. Ако се ради о толерисаним котама

1. c – резултујућа мера



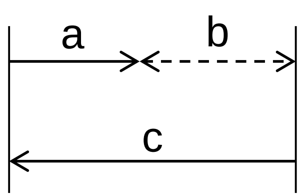
$$c_{max} = a_{max} + b_{max}$$
$$c_{min} = a_{min} + b_{min}$$

2. a – резултујућа мера



$$a_{max} = c_{max} - b_{min}$$
$$a_{min} = c_{min} - b_{max}$$

3. c – резултујућа мера



$$b_{max} = c_{max} - a_{min}$$
$$b_{min} = c_{min} - a_{max}$$

Добијају се три групе резултата који не следе један из другог.

Закључак:

Од три коте (дужине) могу се толерисати само две → то су толерисане коте, а трећа се не може и не сме прописивати, већ настаје у резултату, као резултујућа или функционална мера.

Мерни ланац, дакле, представља већи број толерисаних кота које се настављају једна на другу у једном или другом смеру а затвара их резултујућа или функционална мера.

- **Max резултујућа мера → сабирање горњих а одузимање доњих граничних мера толерисаних кота.**
- **Мин резултујућа мера → сабирање доњих а одузимање горњих граничних мера толерисаних кота**
- **Висина поља одступања → (резултујуће мере) једнака је збиру висина толерисаних поља компонентних кота**

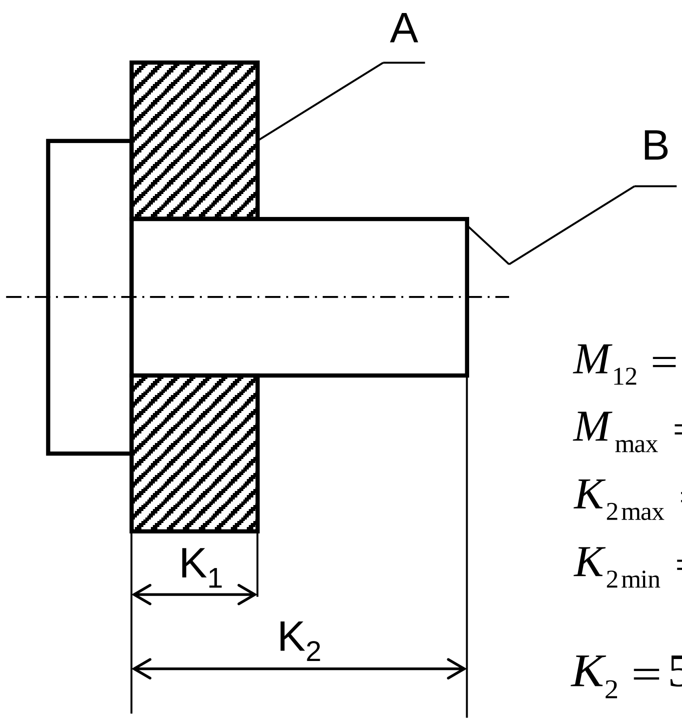
Инверзни задатак

Задато: резултујућа мера и једна или више компоненталних кота.
Тражи се: компонентна кота која недостаје.

Одступања резултујућих мера треба да остану у одређеним, унапред прописаним границама, али се ове границе не могу унети на цртеж као толеранције одређених кота било зато што представљају растојање различитих делова склопа или што је мерење ових кота незгодно → "замена кота".

Растојање различитих делова склопа

а) Пример:



Дато:
толерисана кота
Одредити толеранције коте *К*$_2$
тако да растојање површине *А* и *Б*
износи:

Растојање *А* - *Б* → резултујућа мера

$$M_{12} = 30 \pm 0,300$$

$$M_{\max} = K_{2\max} - K_{1\min}; M_{\min} = K_{2\min} - K_{1\max};$$

$$K_{2\max} = M_{\max} + K_{1\min} = (30 + 0,300) + (20 - 0,100) = 50 + 0,200$$

$$K_{2\min} = M_{\min} + K_{1\max} = (30 - 0,300) + (20 + 0,100) = 50 - 0,200$$

$$K_2 = 50 \pm 0,200$$

$$T_1 = 0,200; T_2 = 0,400; T_1 + T_2 = 0,600 = A_M$$

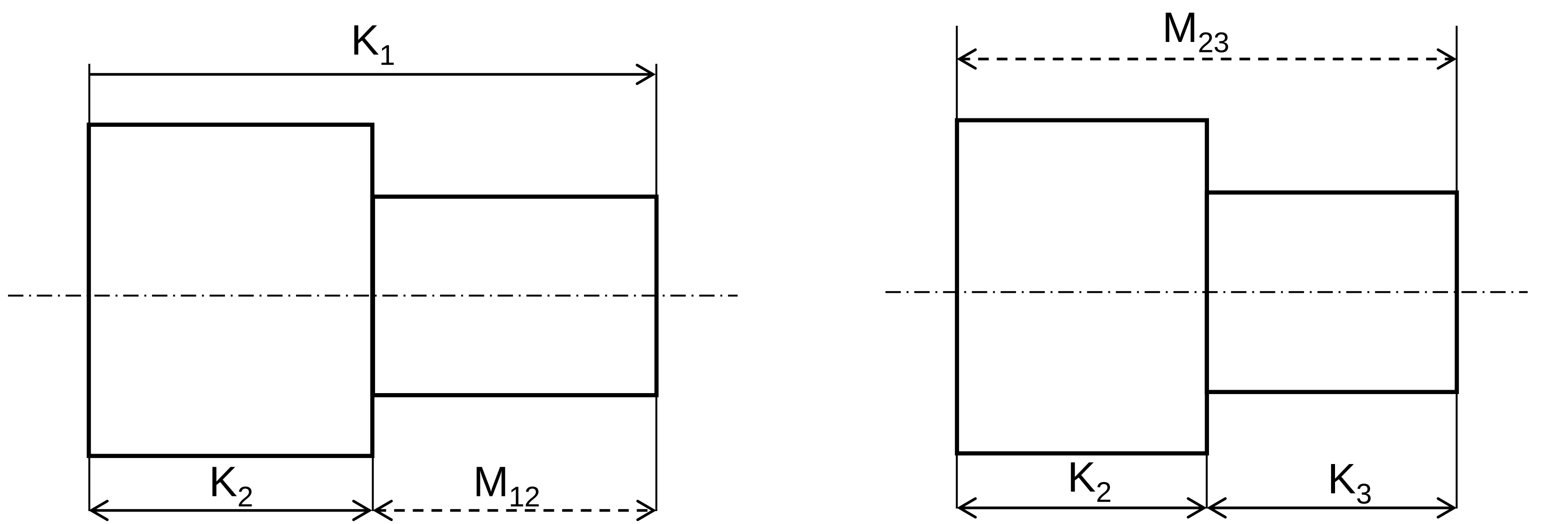
Задатак је могуће решити ако је *А*$_М$ > *Т*$_1$

б) “Замена кота”

Прелаз са паралелног на редно котирање

Задато: две толерисане коте *К1 и К2* (паралелно котирање) везане за исту раван.

Извршити замену кота тако да се уместо паралелног добије редно котирање (а да се при томе толеранције задатих кота *К1 и К2* не промене)



$$M_{23} = K_1$$

$$K_3 = ?$$

$$K_3 \neq M_{12}$$

Замена кота само ако су висине толеранцијских поља кота *K1 и K2* различите;

Кота којој одговара већа висина толеранцијског поља претвара се у резултујућу меру, а уместо резултујуће мере уводи се толерисана кота.

Ако је $T_1 > T_2$ задатак се своди на одређивање коте *K3* тако да резултујућа мера има одступања која су једнака одступањима толерисане коте *K1*.

$$M_{23} = K_1$$

$$M_{23\max} = K_{2\max} + K_{3\max} = K_{1\max}$$

$$M_{23\min} = K_{2\min} + K_{3\min} = K_{1\min}$$

одавде је: $K_{3\max} = K_{1\max} - K_{2\max}$

$$K_{3\min} = K_{1\min} - K_{2\min}$$

Пример: $K_1 = 50 \pm 0,300; K_2 = 20 \pm 0,100; M_{12} = 30 \pm 0,400$

$$K_{3\max} = (50 + 0,300) - (20 + 0,100) = 30 + 0,200$$

$$K_{3\min} = (50 - 0,300) - (20 - 0,100) = 30 - 0,200$$

$$K_3 = 30 \pm 0,200$$

$$K_3 \neq M_{12}$$

Ако би задатак био формулисан следећим подацима:

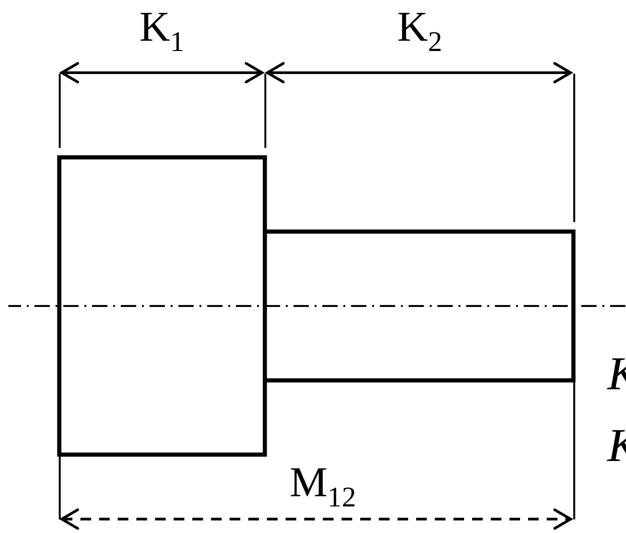
a) $K_1 = 50 \pm 0,100$, $K_2 = 20 \pm 0,300$

$$K_{3\max} = (50 + 0,100) - (20 + 0,300) = 30 - 0,200; -\min$$

$$K_{3\min} = (50 - 0,300) - (20 - 0,100) = 30 + 0,200; -\max$$

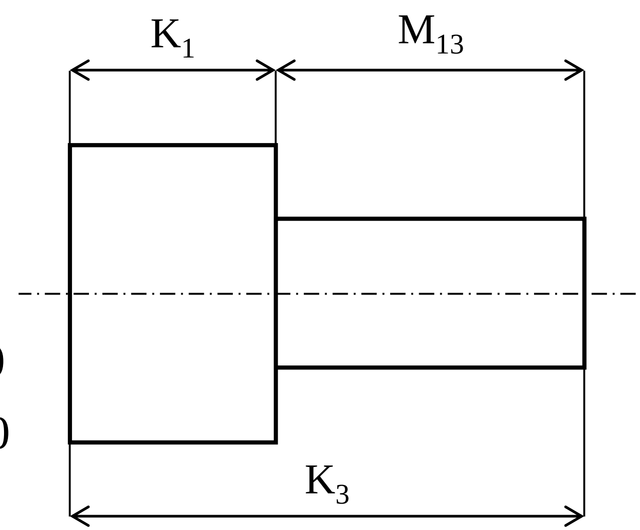
b) $K_1 = 50 \pm 0,200$, $K_2 = 20 \pm 0,200$ $\longrightarrow$ $K_{3\max} = 30$, $K_{3\min} = 30$

Прелаз са редног на паралелно котирање



$K_1<K_2$

$$K_1 = 30 \pm 0,200$$
$$K_2 = 40 \pm 0,500$$



$$M_{12} = 70 \pm 0,700 \neq K_3$$
$$M_{13} = K_2$$
$$M_{13\max} = K_{3\max} - K_{1\min} = K_{2\min}$$
$$M_{13\min} = K_{3\min} - K_{1\max} = K_{2\min}$$
$$K_{3\max} = K_{2\max} + K_{1\min} = (40+0,500)+(30-0,200) = 70+0,300$$
$$K_{3\min} = K_{2\min} + K_{1\max} = (40-0,500)+(30+0,200) = 70-0,300$$

$$K_3 = 70 \pm 0,300$$
$$M_{12} = 70 \pm 0,700$$
$$K_3 \neq M_{12}$$

Уместо уских толеранција → Компензовати

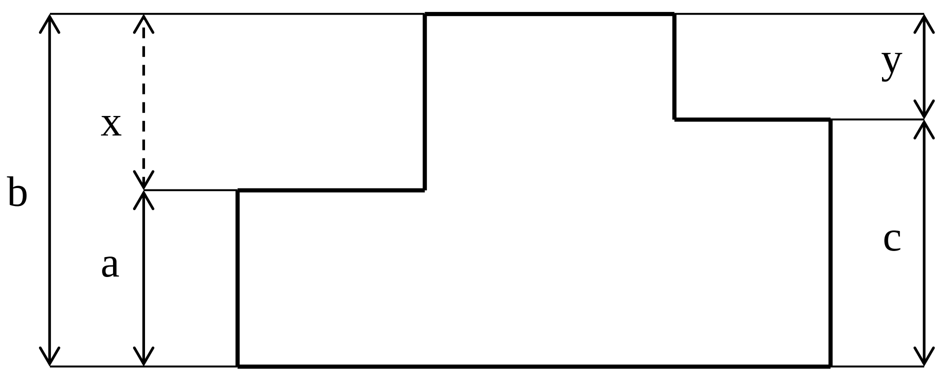
- еластични елементи

- плочице од танких лимова

Мерни Ланац

Пример:

За плочицу приказану на слици одредити толеранције које треба прописати за дужинске мере *а* и *ц* које ће обезбедити исправну функцију плочице ?

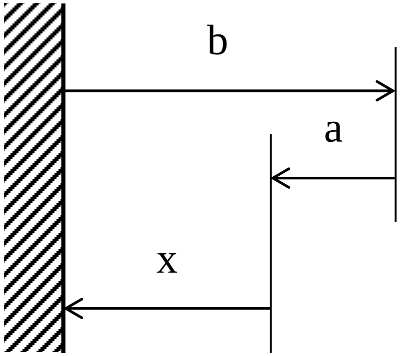


$$x = 60^{+0.5}_{-0.2}$$

$$y = 40 \pm 0,4$$

$$b = 70 \pm 0,1$$

a)



Толерисане коте: a i b
Резултујућа мера: x

b + a + x = 0
b – a – x = 0

$$\mathbf{x = b - a}$$

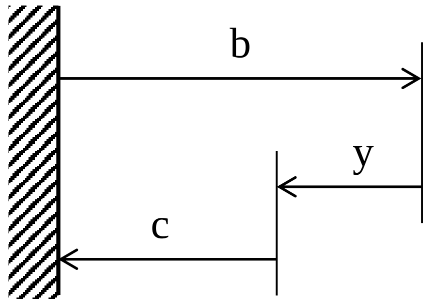
$$x_{max} = b_{max} - a_{max}$$
$$x_{min} = b_{min} - a_{min}$$

$$a_{max} = b_{max} - x_{max}$$
$$a_{min} = b_{min} - x_{min}$$

$$a_{min} = 70^{+0,1} - 60^{+0,5} = 10^{+0,1-0,5} = 10^{-0,4}$$
$$a_{max} = 70^{-0,1} - 60^{-0,2} = 10^{-0,1-0,2} = 10^{+0,1}$$

$$\boxed{\mathbf{a = 10}}$$

b)



Толерисане коте: b i y
Резултујућа мера: c

b + y + c = 0
b – y – c = 0

c = b – y

$$y_{max} = b_{max} - c_{min}$$
$$y_{min} = b_{min} - c_{max}$$

$$c_{min} = b_{max} - y_{min} = 70^{+0,1} - 40^{+0,4} = 30^{-0,3}$$
$$c_{max} = b_{min} - y_{min} = 70^{-0,1} - 40^{-0,4} = 30^{+0,3}$$

$\boxed{c = 30}$