



BAGSZ14NNF

Szereléstechológia

2. Szerelhetőségi elemzés DFA

Magyarkúti József
magyarkuti.jozsef@bgk.uni-obuda.hu

Alapkérdések

A szerelés hatékonyságának növelése érdekében a szerelésorientált termékfejlesztés alapkérdései:

- Az alkatrész költsége és minősége
- Alapanyag ellátás hatékonysága
- Az alkatrész kezelhetősége
- Az alkatrész szerelhetősége
- A szerelés ideje
- A szerelés költsége

A szerelhetőség megítélése alapvetően három fő szempontból történik:

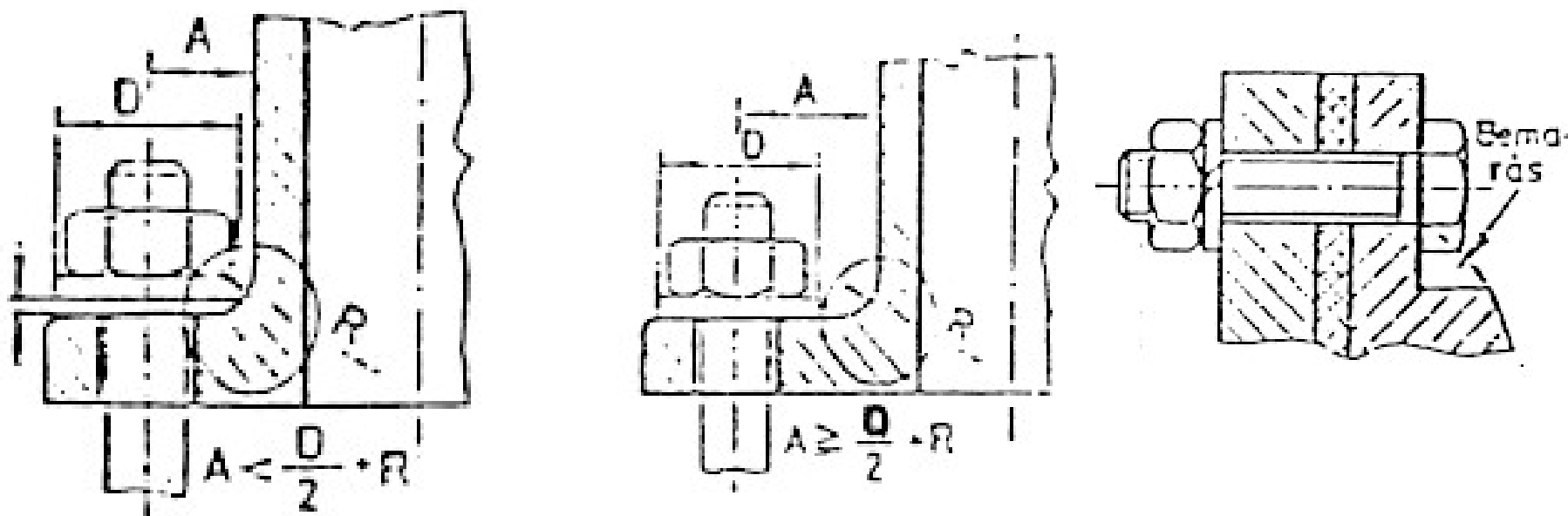
- hozzáférés az illesztési ponthoz (akadályozottság)
- illesztési irány
- illesztési mód

A három szempont egyidejűleg és összhangban tervezhető és végezhető

Hozzáféérés

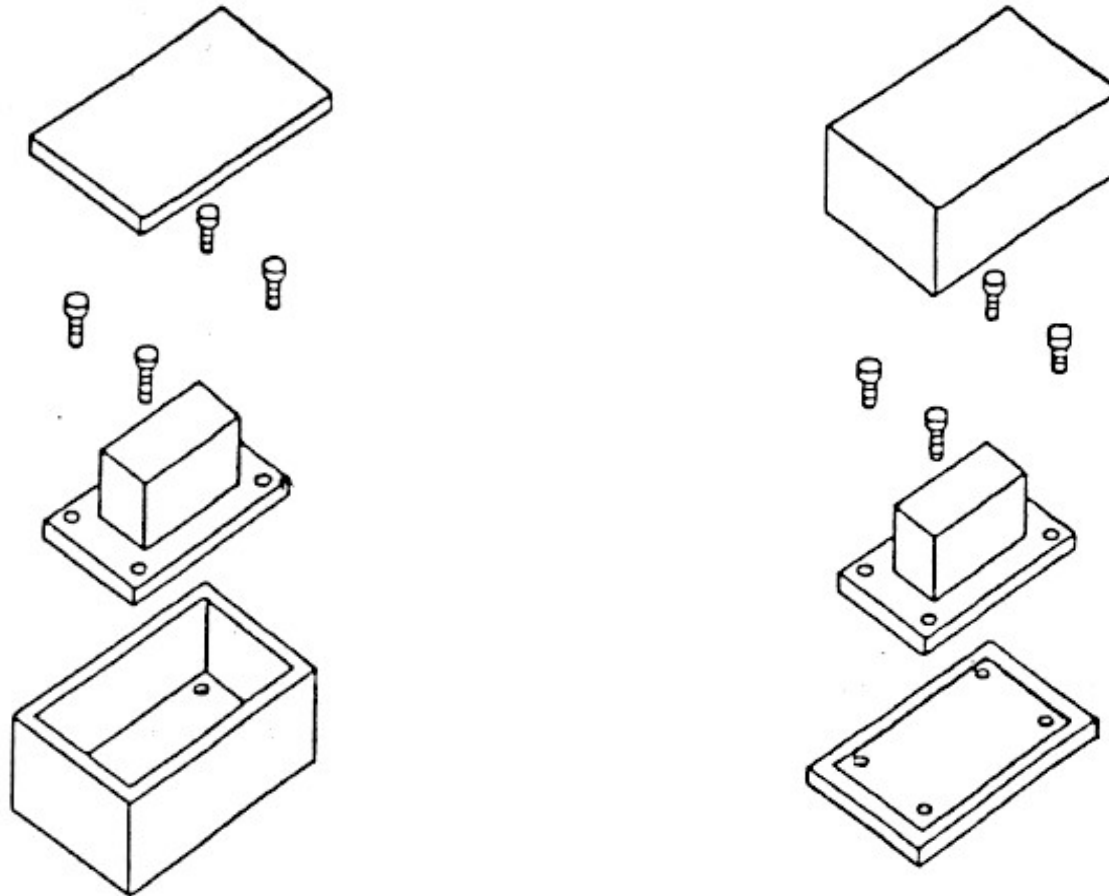
Hozzáféérés alatt azt értjük, hogy az alkatrész illesztési helyének környezete *mennyire megközelíthető, avagy akadályozott, szükséges-e, avagy lehetséges-e egyedi szerszám (célszerszám) alkalmazása.*

Konstrukciós példa 1



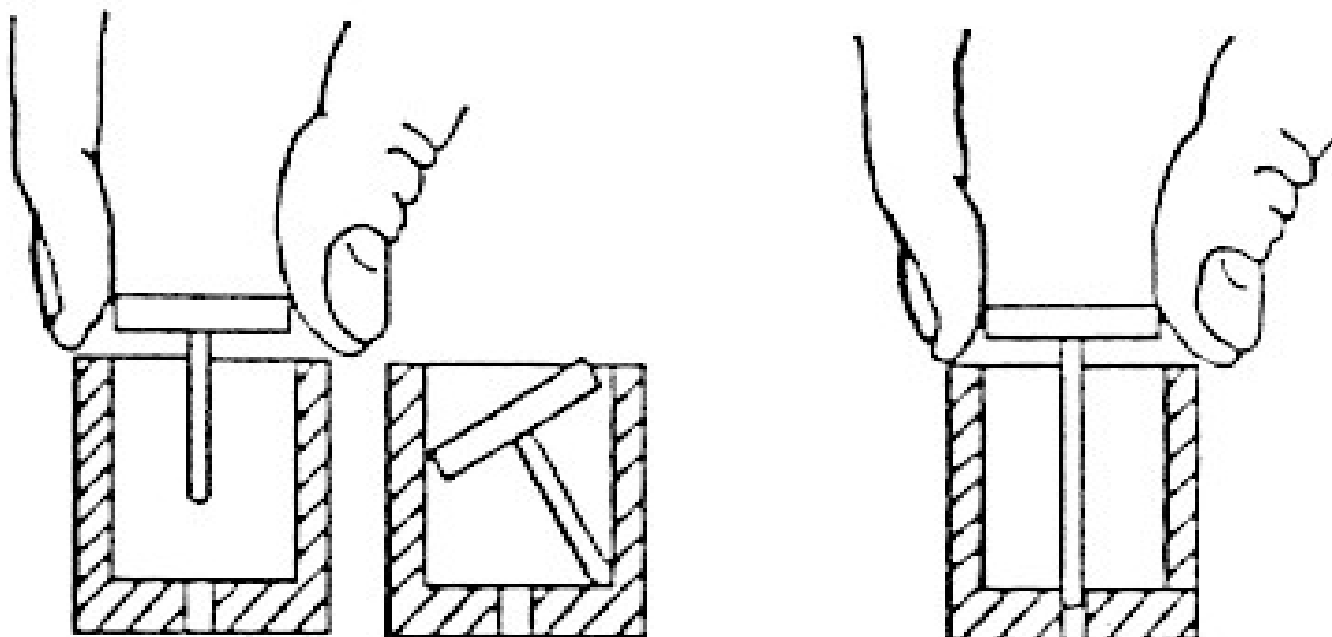
Biztosítsunk könnyű hozzáférhetőséget! Az eredeti konstrukción az „A” méret korlátozott hozzáférést eredményezett

Konstrukciós példa 2



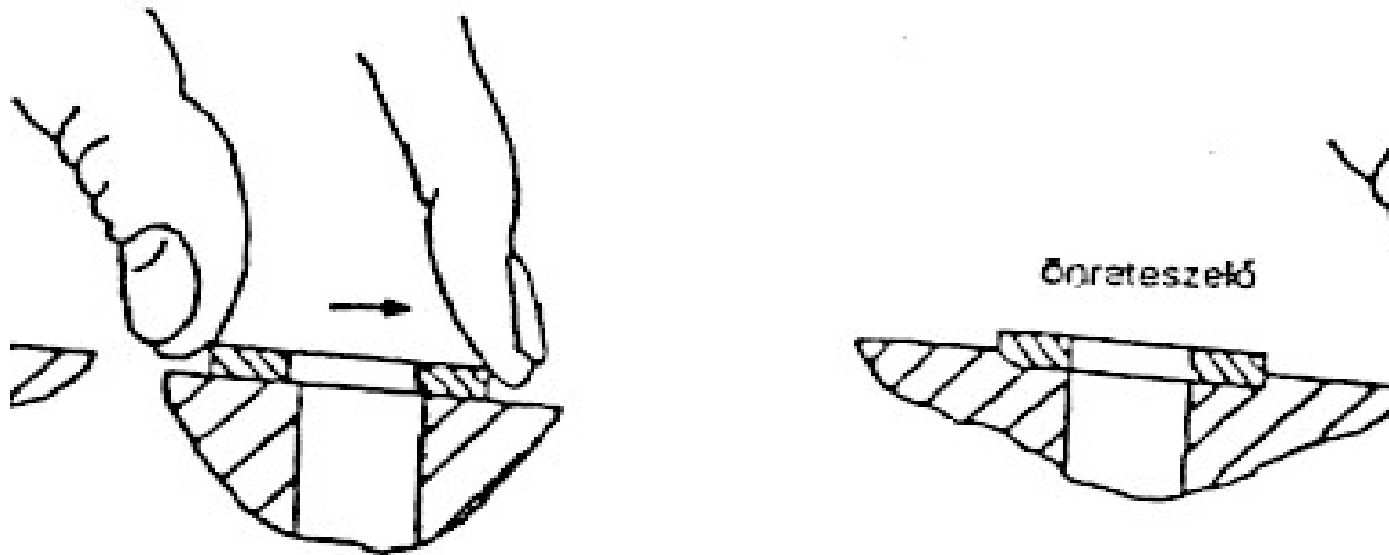
Változtassunk a konstrukción, ha kell, az akadályok megszüntetése érdekében! A konkáv sarokba helyezett kötőelemek elérése nem csupán akadályozott, hanem egyedi szerszámozást is igényel

Konstrukciós példa 3



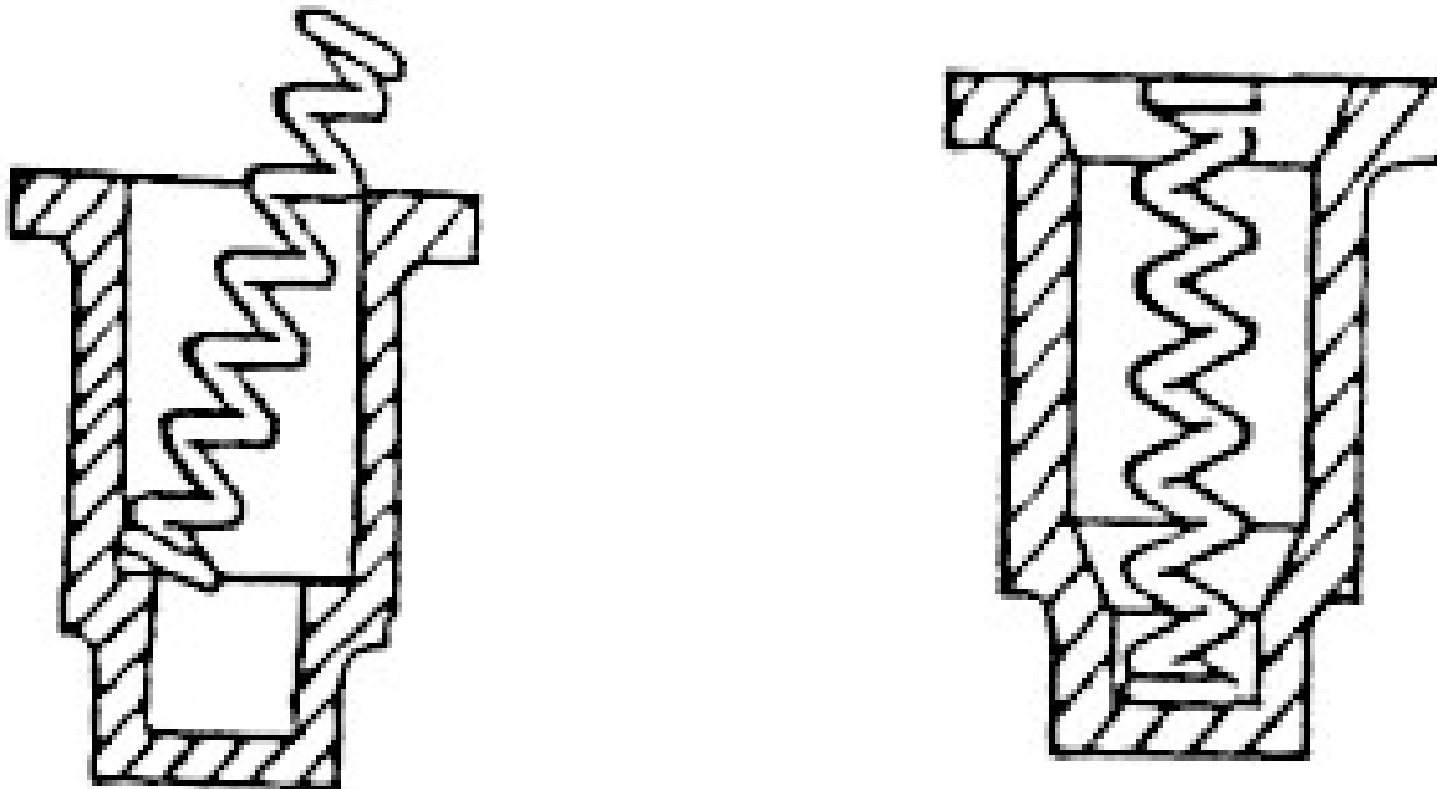
Az alkatrészek érik el az illeszkedő helyeket! Az eredeti konstrukció esetén az alkatrészt még az elérés előtt kell elengedni.

Konstrukciós példa 4



*Tervezzünk önhelyező, önreteszelő megoldásokat, alkatrészeket!
Az ábrán látható alátétet, ha ideiglenesen is, de a megfelelő
pozícióban kell tartani*

Konstrukciós példa 5



Tervezzünk önbeálló, önbevezető kialakításokat, alkatrészeket! A zárt rugóvég megkönnyíti ugyan az illesztést, de önmagában nem elegendő

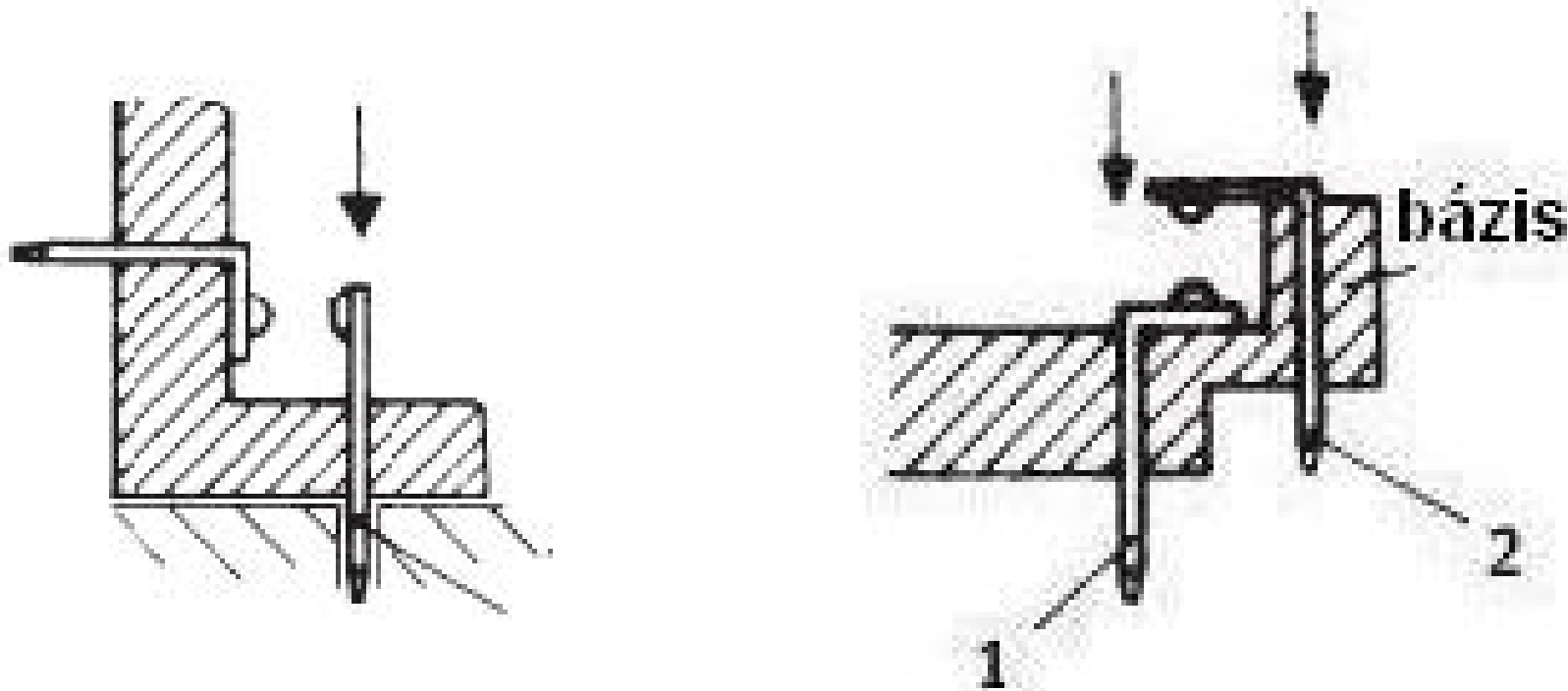
Illesztési irány

A rosszul megválasztott *illesztési irány* tovább fokozhatja a nehézségeket.

Az *optimális irány* a legkisebb erőt igénylő és deformációt okozó irány. Általában éppen *azonos az illesztett helyzettel*

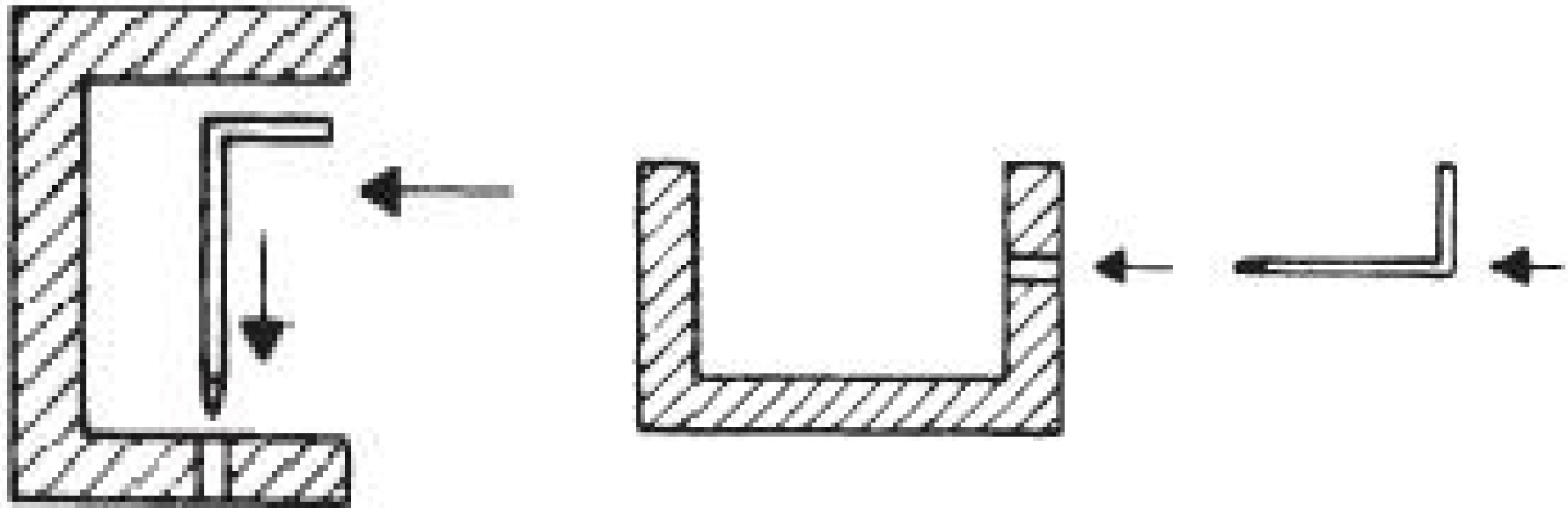
Nagyobb tömegű alkatrészek illesztésénél lehetőleg *függőleges*

Konstrukciós példa 1



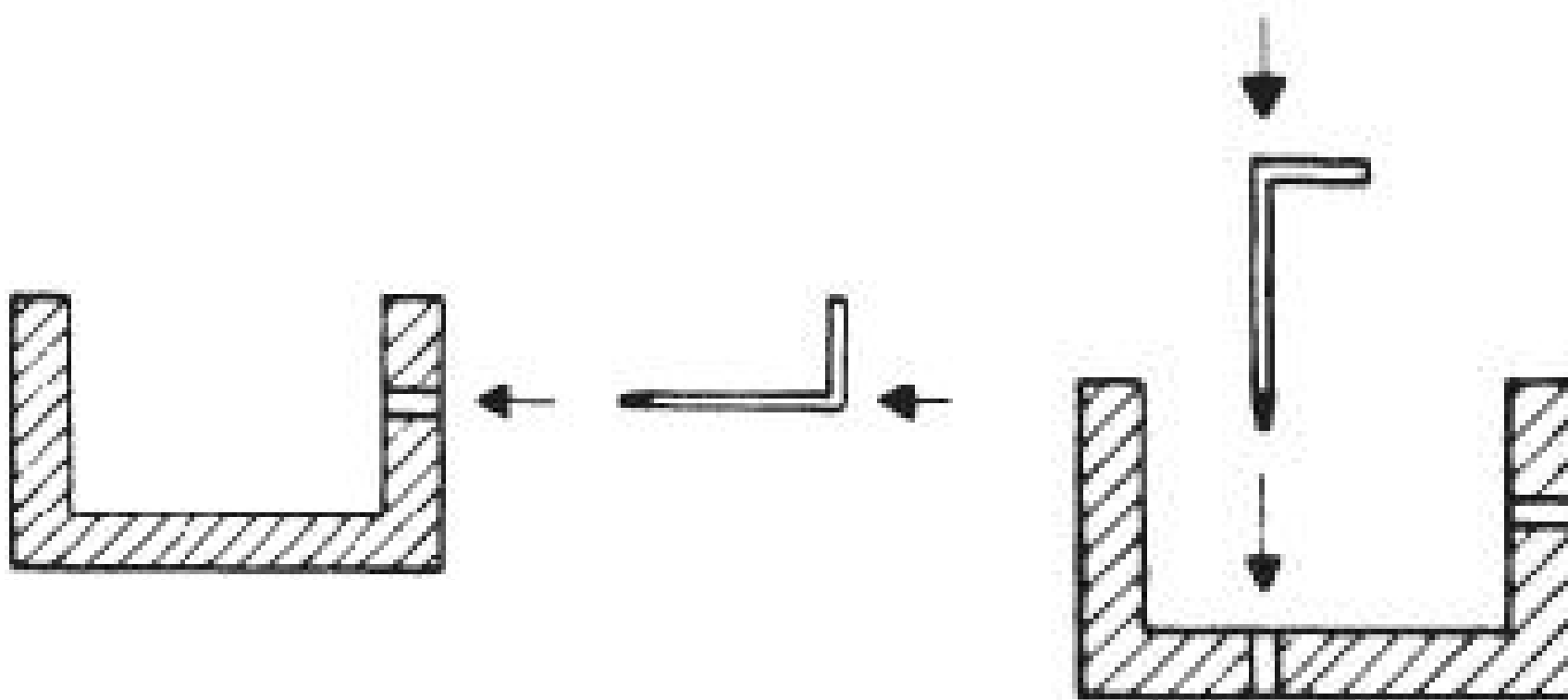
Tervezzünk azonos irányban szerelhető alkatrészeket! Az eredeti konstrukcióban az egymáshoz tájolt alkatrészek különböző irányból illesztettek.

Konstrukciós példa 2



Tervezzünk azonos illesztési irányt és helyzetet és kerüljük a fordítást! Az eredeti esetben az illesztési irány nem azonos az illesztési helyzettel, pontosabban irányváltás szükséges.

Konstrukciós példa 3



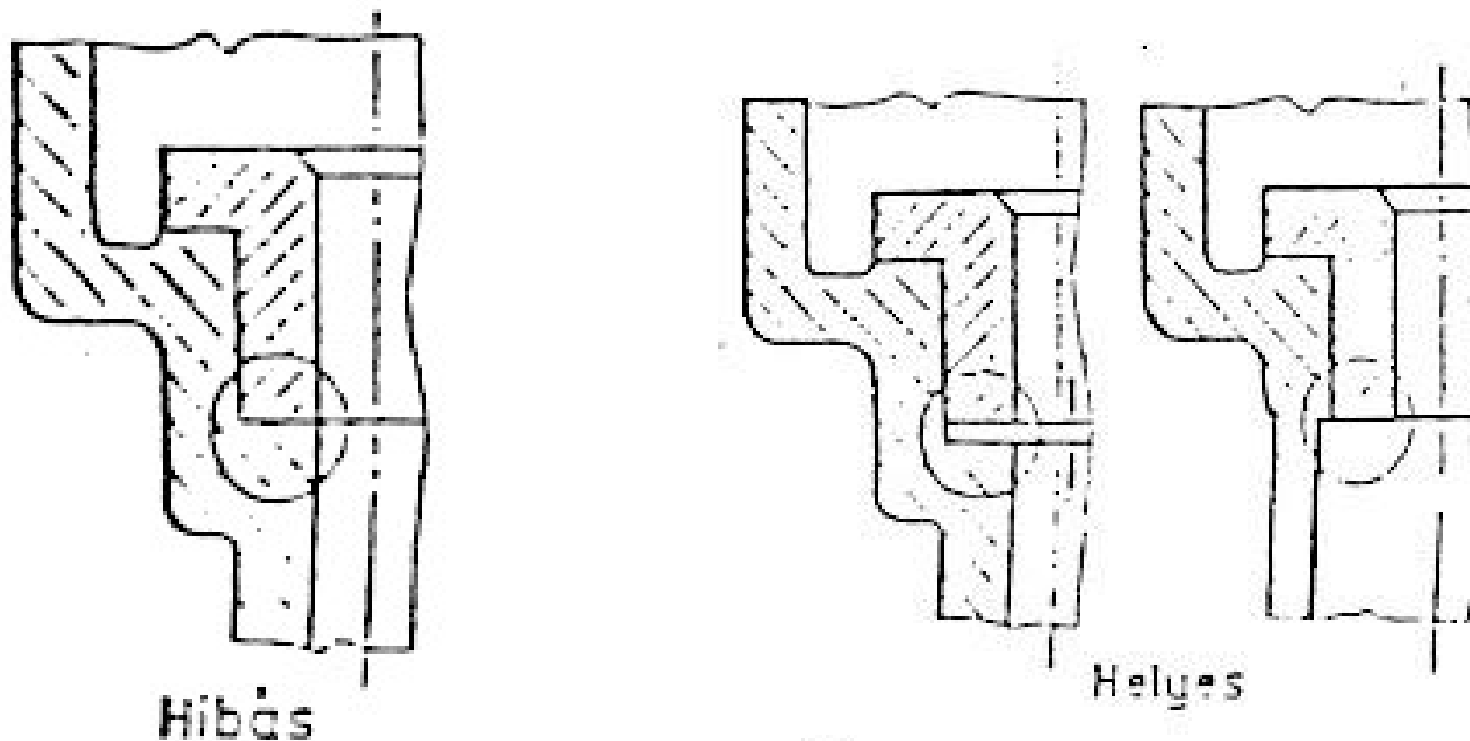
*Részesítsük előnyben, ha lehet, a függőleges (vertikális) illesztési irányt!
A vízszintes (horizontális) illesztés mindig kisebb iránystabilitást jelent.*

Illesztési mód

Feladat:

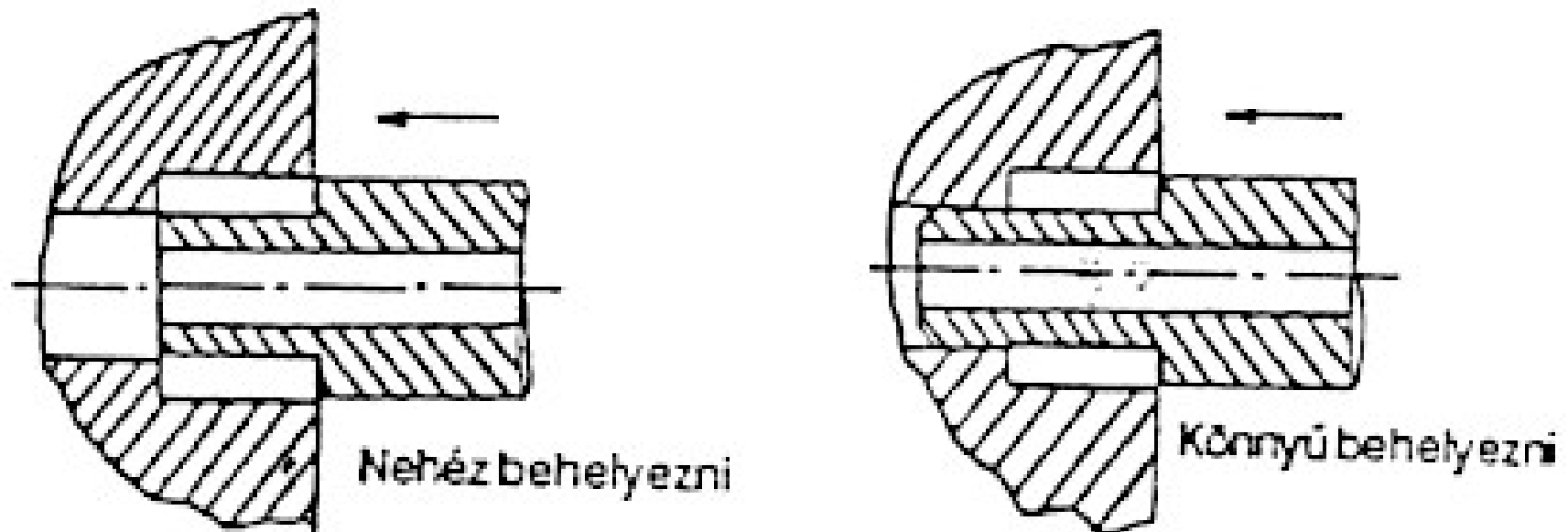
- az illesztési *irány* megtartása
- az alkatrész végső *helyzetbe hozása*

Konstrukciós példa 1



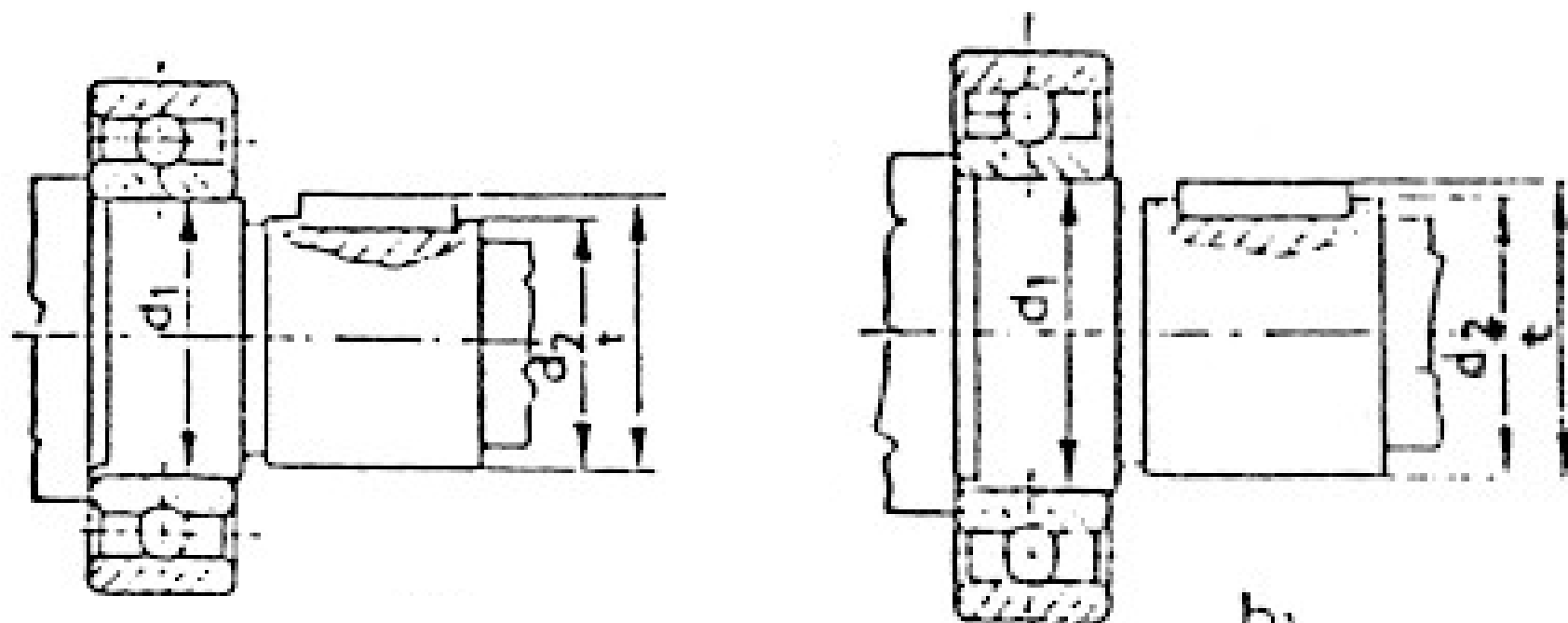
Kerüljük a túl- vagy alulhatározott illeszkedéseket! Az eredeti tervben nem egyértelmű az alkatrész ütköző felülete

Konstrukciós példa 2



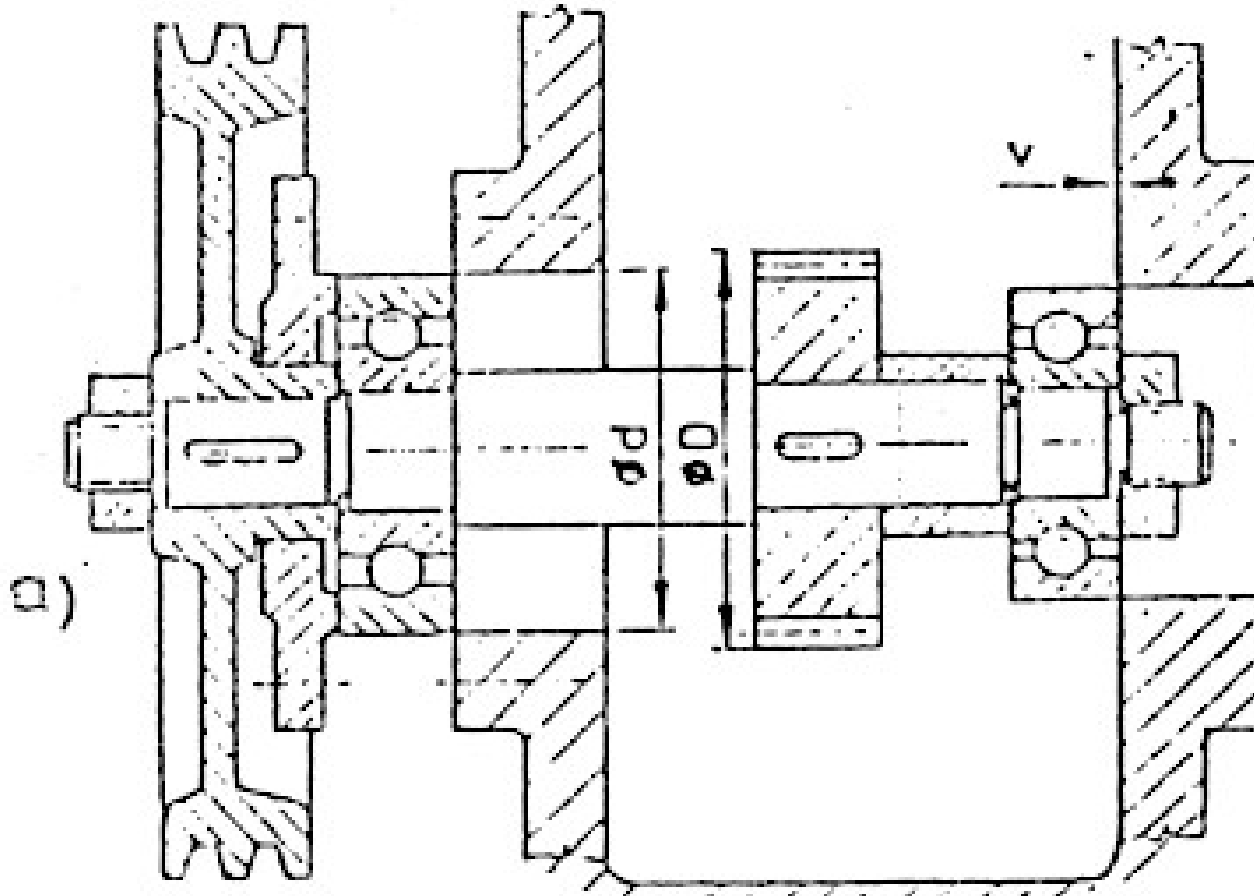
Kerüljük az azonos idejű találkozásokat az illesztésben! Tervezzünk egyértelmű illeszkedéseket, bevezető felületeket, letörést!

Konstrukciós példa 3



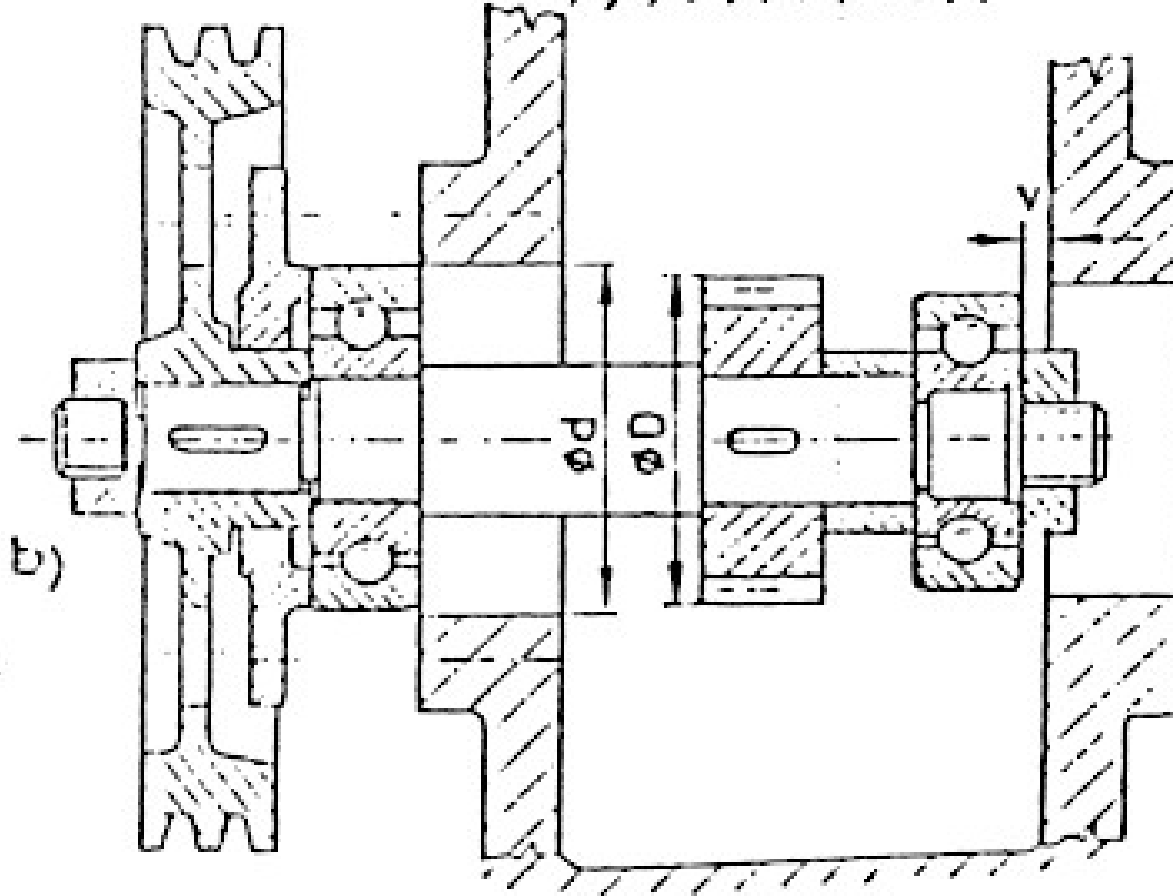
Biztosítsunk könnyű össze- és szétszerelhetőséget egyaránt! Az eredeti konstrukcióban a csapágy csak a retesz eltávolításával leszerelhető ($d_1 < t$).

A hozzáférés, az illesztési irány és mód összhangja 1



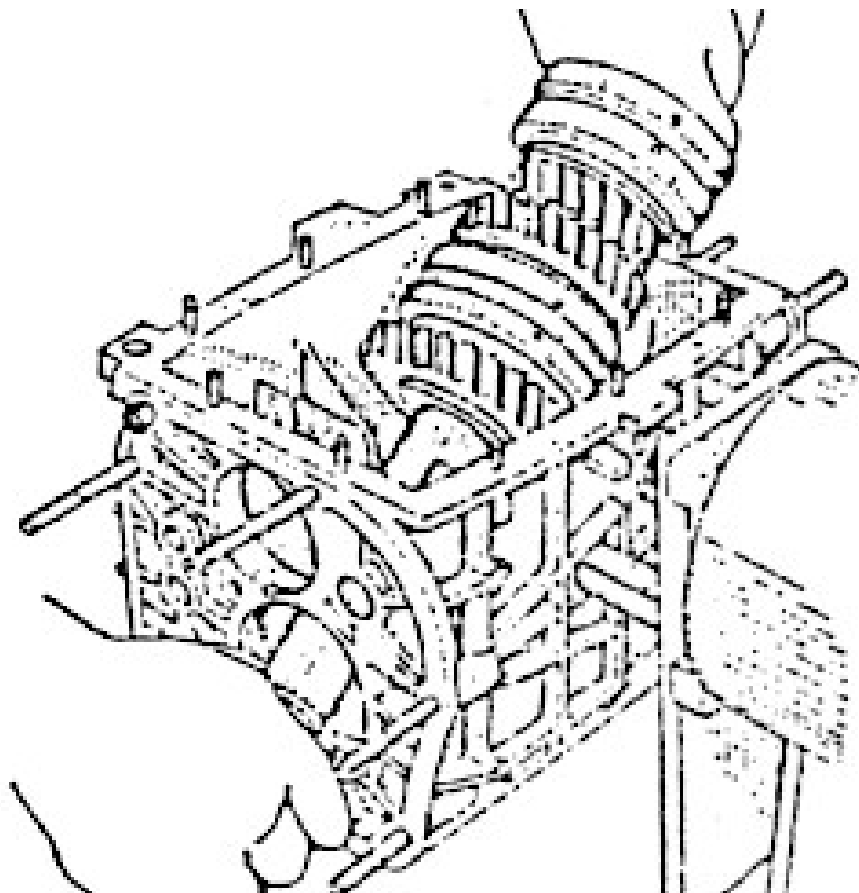
Hibás kialakítás: $d < D$, a D átmérőjű fogaskerekes tengelyvég a d átmérőjű csapágyfészken nem fűzhető át és a két csapág egyidejűleg illeszkedik a fészkébe ($v=0$)

A hozzáférés, az illesztési irány és mód összhangja 2



Helyes kialakítás: $d > D$, a tengelyvég a csapágyfészken átfűzhető, és a $v = 3..5\text{mm}$ hézaggal a jobboldali csapágy csak akkor kezd illeszkedni, mikor a baloldali egy része már felfeküdt a csapágy fészekben

A hozzáférés, az illesztési irány és mód összhangja 3



Kényelmetlen kialakítás: a konstrukciós megoldás nem teszi lehetővé a tengelyszerelvény tengelyhelyzetű szerelését

Gazdaságos (költség-hatékony) a szerelés

- A szerelés hatékonysága és gazdaságossága a szerelés teljes témakörének **átfogó elemzését** igényli.
- A szerelésre is érvényes, hogy **már a tervezés első fázisában** kell olyan **becslésekbe** bocsátkoznunk, melyek biztonsággal csupán a teljes és részletes szerelésterv ismeretében számolhatók.
- A **szerelés**, sőt annak tervezési ideje **maga is költségtényező**, illetve sokszor a legköltségesebb megoldások hozhatják meg csupán a szerelési idő drasztikus csökkentését vagy éppen fordítva, az időigényesebb részletes tervezés nyújtja a legkisebb költséggel járó megoldást.
- A különböző szerelési eljárások eltérő konstrukciós megoldásokhoz vezetnek, melyek esetén az **optimális pont meghatározása** még egyszerűsítések mellett is bonyolult esetekhez vezethet.

DFMA

Lehetővé teszi a tervező számára a termékek gyártás és szerelés szempontjából történő **elemzését** és korai **költségbecslését**.

A gyártmánytervezői munkát a következőkkel támogatja:

- meglévő gyártmánytervek értékelése a szerelhetőség és gyárthatóság, versenyképesség szempontjából.
- A kézi, automatikus vagy robotos szerelés alkalmazhatóságának vizsgálata adott termékre,
- Az elemzett gyártmánytervek struktúrájának elemzése, egyszerűsítése,
- A szükséges minimális alkatrész-szám meghatározása a termék funkcióihoz,
- A szerelhetőség hatékonysági mutatójának meghatározása,
- A szerelés és a gyártás várható költségének becslése,
- a konkurens termékekkel való összehasonlítás,
- a lehetséges hibák, hibaokok vizsgálata,
- gyártmányfejlesztési feladatok meghatározása,
- célszerű fejlesztési irányok, trendek feltárása.

DFMA = DFA + DFM

Design for Assembly - szerelэшhelyes tervezés (DFA)

Design for Manufacture - gyártáshelyes tervezés (DFM)

Design for Assembly - szerelэшhelyes tervezés (DFA)

- A szereléssel előállított gyártmányok analízise és a szerelési folyamat megtervezése
- Kézi szerelés tervezés [Design for Manual Assembly - DF (M) A]
- konstrukciós jellemzők kiértékelése,
- a szerelés nehézségeit jelentő problémák vizsgálata,
- struktúra egyszerűsítés lehetőségeinek feltárása,
- szerelési időszükséglet és költség meghatározása,
- hatékonysági mutatók számítása,
- a várható minimális alkatrész szám meghatározása,
- a konstrukciós fejlesztési feladatok tervezése a hozzájuk tartozó hatékonyságjavulás meghatározásával.

DFA almodulok

- Kézi szereléstervezés
- Automatikus szereléstervezés
- Robotos szerelés
- Szerelés-szervezési forma elemzése
- Szerelősorok tervezése és szimulációja

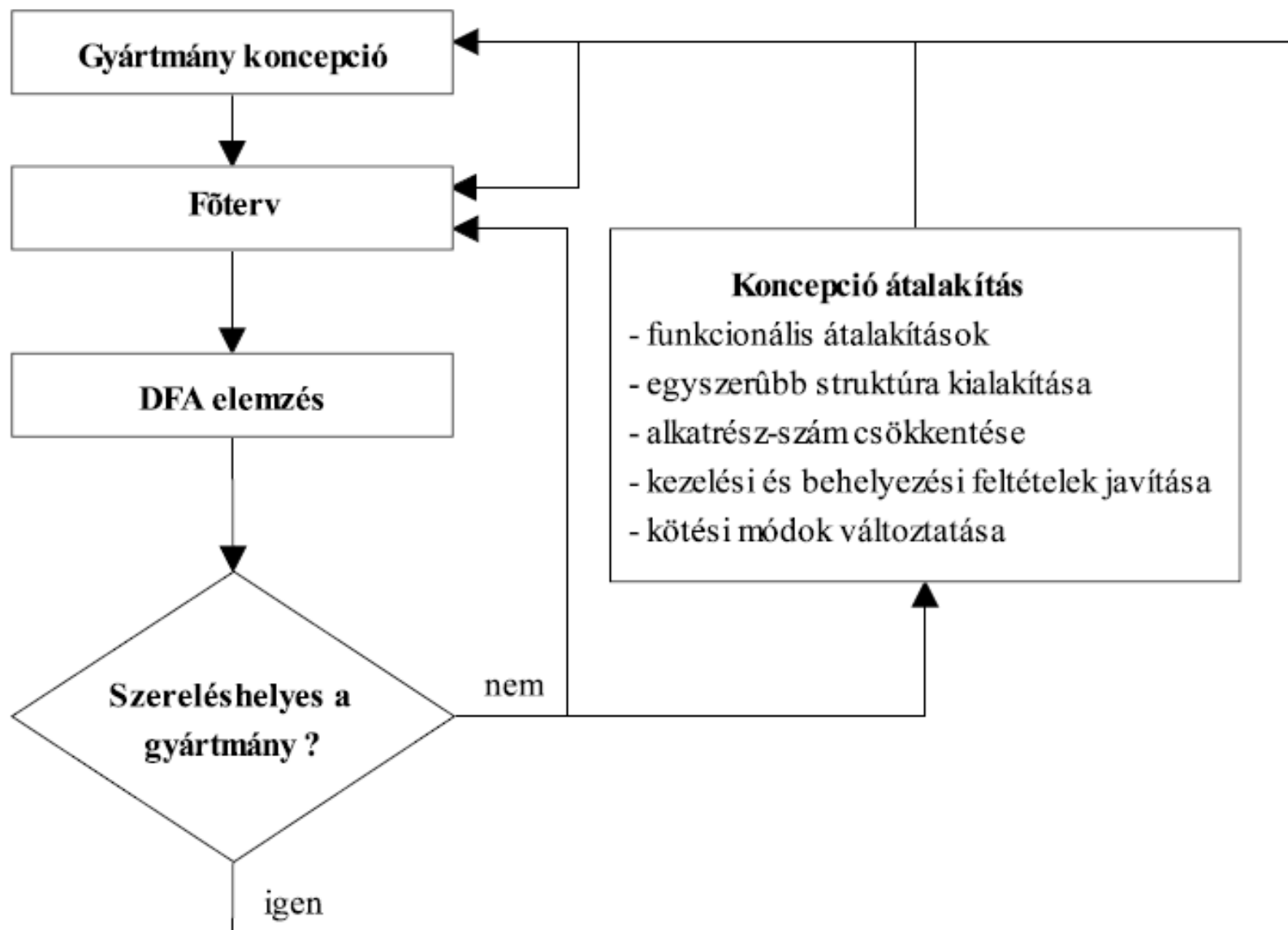
Design for Manufacture - gyártáshelyes tervezés (DFM)

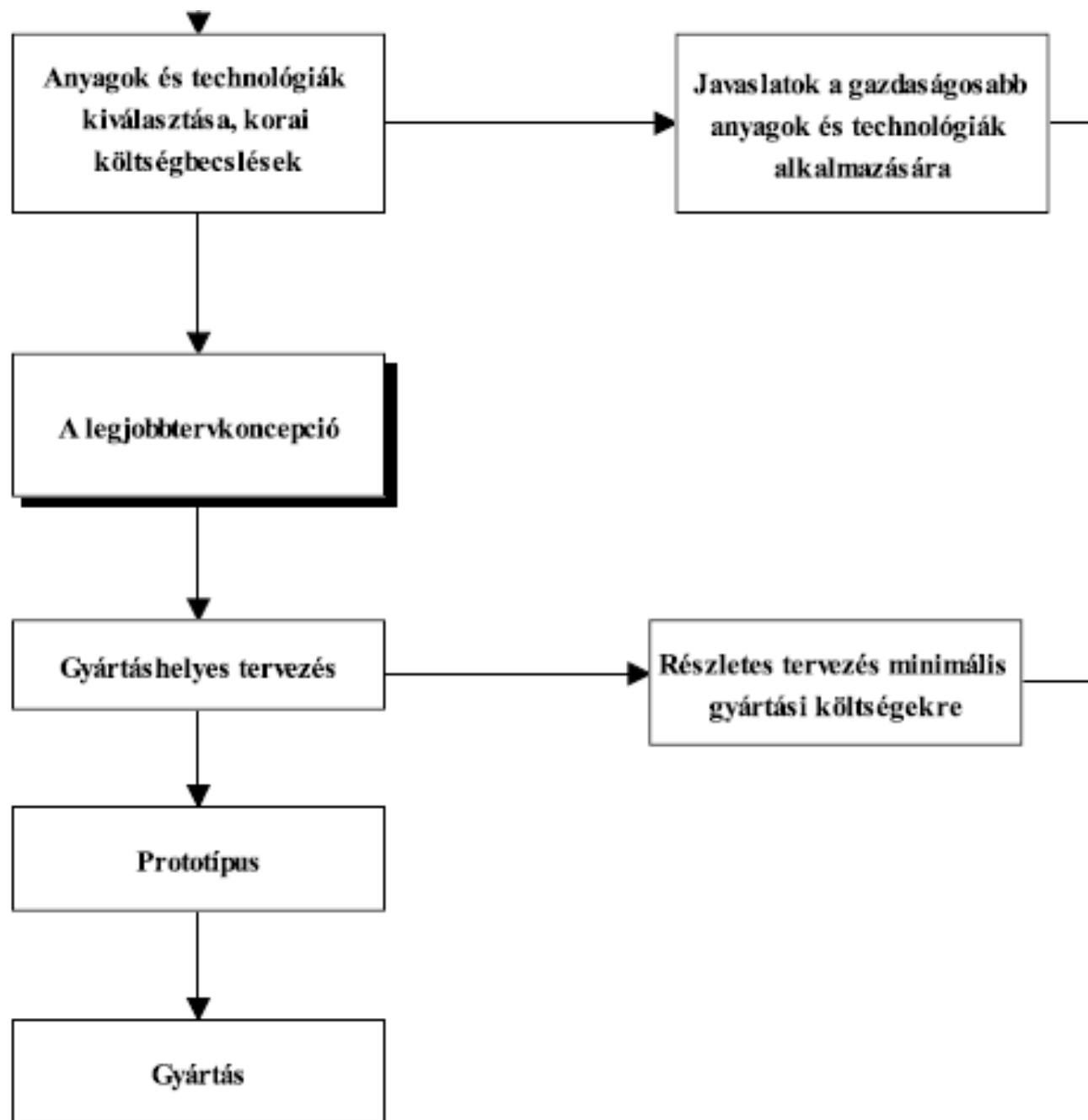
- különböző megmunkálási technológiákkal alkatrészek **optimális technológiájának kiválasztása**, korai költségbecslések elvégzése

DFM almodulok

- Forgácsoló megmunkálások elemzése
- Lemezmegmunkálások tervezése
- Fröccsöntés tervezése
- Nyomásos öntés tervezése
- Porkohászati gyártás tervezése

DFMA folyamatterv





Egy DFMA elemzés főbb lépései

- **Első lépés** a meglévő gyártmányok (vagy az új konstrukció) **elemzése** a DFA-módszer segítségével a szerelés szempontjából
- **Majd** elvégezhető a termék alkatrészeinek **költségbecslése** gyártástechnológiai szempontból a DFM modulok segítségével
- A szerelés elemzés során az **első eldöntendő kérdés a szerelési mód.**
- **Lehet** kézi, automatikus, vagy robotos szerelés. A DFMA kézikönyv diagramok és az egyes módok leírásával segít a megfelelő szerelési rendszer kiválasztásában.
- A továbbiakban tervrajzok vagy prototípus segítségével a **számítógép által feltett kérdésekre kell válaszolni**, ill. kézi elemzés esetén meghatározott táblázatokat kell kitölteni.
- A **legjobb, ha egy prototípus áll rendelkezésre** amit szétszedhetünk, és a szétszerelés sorrendjében adjuk meg az egyes alkatrészek ill. alszerelvények nevét.
- Az egyes alkatrészek mellé **meg kell adni** a kezelésükkel és a szerelési orientációjukkal kapcsolatos információkat, ill. a **rögzítésük módját.**

- A DFA analízis után a **következő lépés** a módosított termék alkatrészeinek **gyártási költség becslése**.
- **A DFM modulok** adatbázisai **anyagokra és technológiai gépekre** vonatkozó **adatokat tartalmazzak**, amelyek tetszés szerint módosíthatók saját körülményeinknek megfelelően, sőt ki is bővíthetők a fel nem sorolt anyagokkal, ill. gépekkel.
- Az **adatbázisok tartalmazzák** az egyes műveletek becsült **idejét** és **bérköltségét**, amelyek alapján a termék ciklusidejének meghatározása és az egy termékre eső költség becslése elvégezhető.
- Nagy **előnye** a gyártási moduloknak, hogy segítségükkel jól tanulmányozható az **anyagok és a technológiák megválasztásának** hatása a **termék költségére**.

Kézi szerelés hatékonysága

Szabályok a hatékonyság növelésére:

- Csökkenteni kell az alkatrész számot.

Csökken az anyagköltség, a szerelési költség, javul a termék minősége, stb.

Megoldások:

- önreteszelő alkatrészek tervezése (rögzítő elemek kiváltása)
- összekötő alkatrészek elhagyása
- többfunkciós alkatrészek tervezése (funkció-összevonás)

- Törekedni kell a beállítások kiküszöbölésére.

Ezek rontják a megbízhatóságot és költségesek

Megoldások:

- ha lehetséges egy egységbe építsük a kritikusan kapcsolódó felületeket
- mechanikus beállítások helyett elektronikus korrekciók
- funkcionális felületek között játék hagyása
- túlhatározottság elkerülése

- Önbeálló, önreteszelő alkatrészek tervezése.

Megoldások:

- a nem önrögzítő alkatrészek már behelyezéskor teljesen foglalják el a helyüket
- alkatrészek ellátása vezetésekkel
- kerüljük a behelyezés közbeni fennakadás lehetőségét
- az alkatrész még az elengedése előtt a kívánt helyzetbe kerüljön

A megfelelő elérést és a korlátlan láthatóságot lehetőleg biztosítsuk.

Megoldások:

- biztosítsunk elegendő helyet a kéz és a szerszámok számára
- a szerelő minden műveletet jól lásson

Az ömlesztett alkatrészek könnyen kezelhetők legyenek.

- (pl. ne akadjanak össze).

Megoldások:

- az összeakadást megakadályozó kialakítás (pl. zárt végű rugó)
- célszerű merev alkatrészeket tervezni (kezelés közben megtartsák eredeti alakjukat)
- lehetőleg kerüljük az éles sarkokat, mindig gondoskodjunk megfelelő megfogási felületről
- kerüljük a speciális szerszámok használatát

- Szerelés közben a darabot ne kelljen forgatni.
- Olyan alkatrészeket alakítsunk ki, amelyek csak egyféleképpen helyezhetők be.

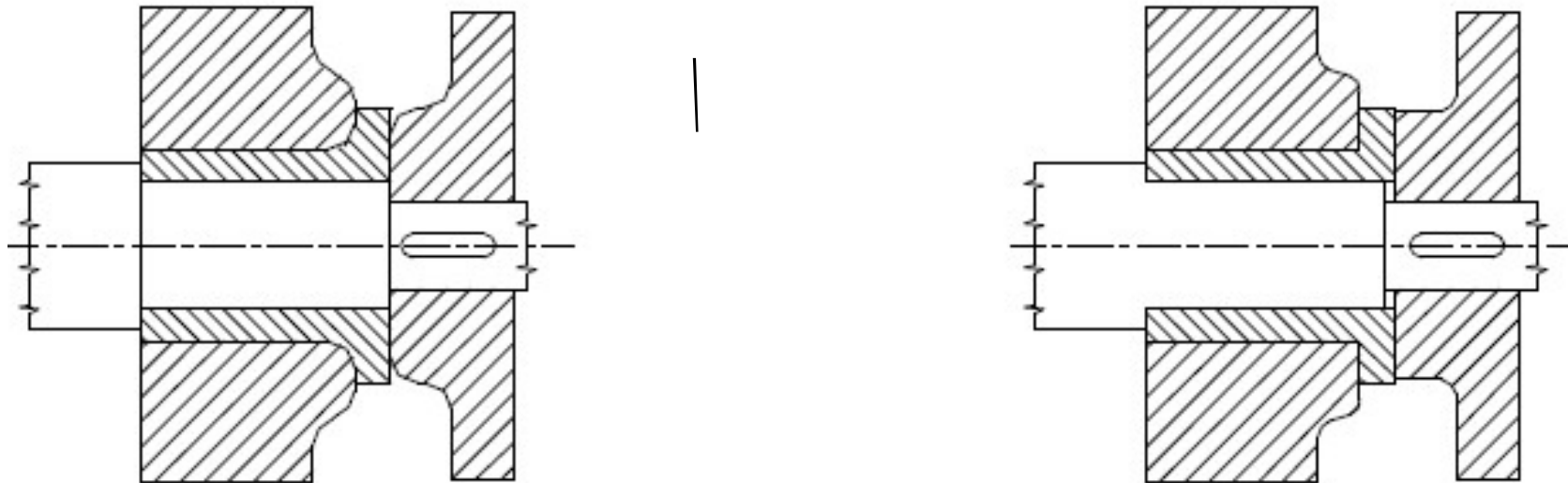
Megoldások:

- helytelen összeszerelést megakadályozó gátak kialakítása
- az alkatrész legyen annyira szimmetrikus, hogy ne legyen szerepe a behelyezési iránynak
- két alkatrész hibás összeszerelésekor a következő szerelési művelet ne legyen elvégezhető
- kerüljük a rugalmas alkatrészeket

- Maximalizálni kell az alkatrész szimmetriát, vagy egyértelműen aszimmetrikussá kell tenni az alkatrészt.

Illesztés

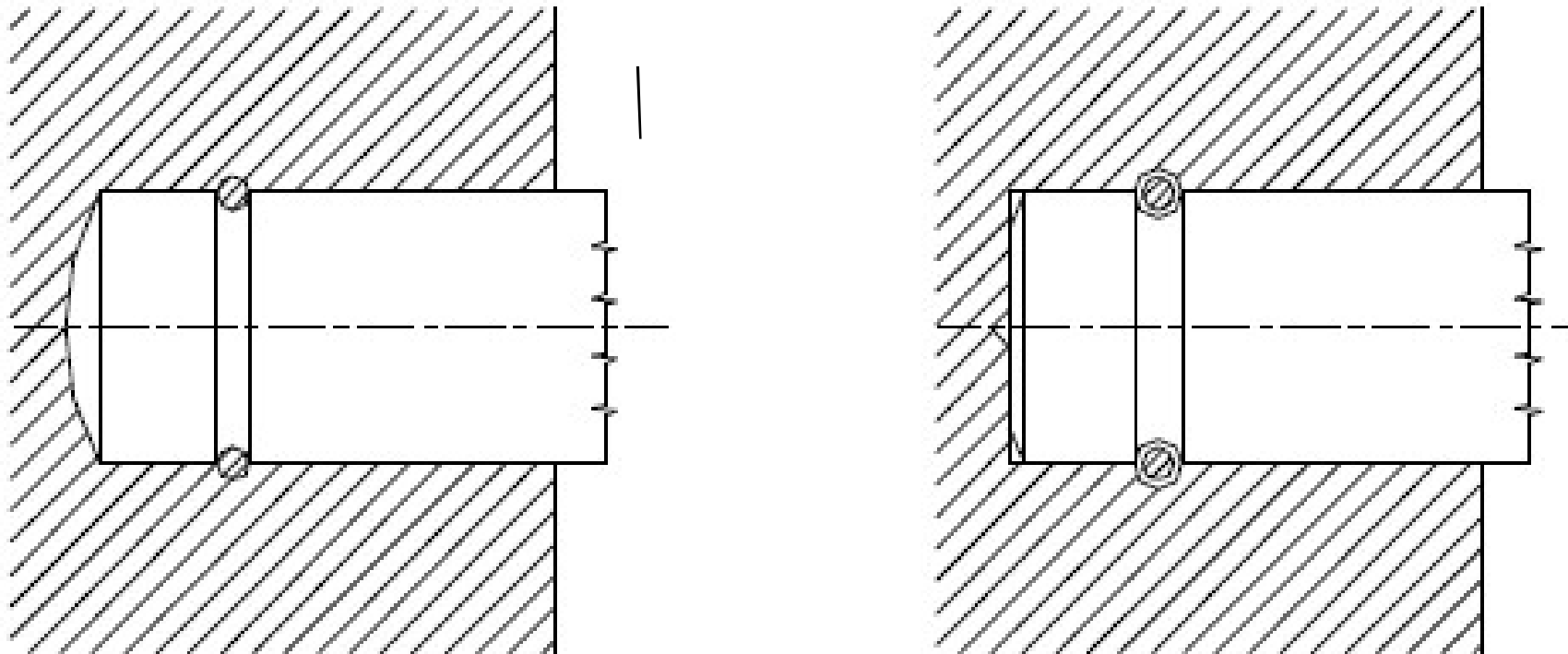
Illeszkedést csak szükség esetén írjunk elő



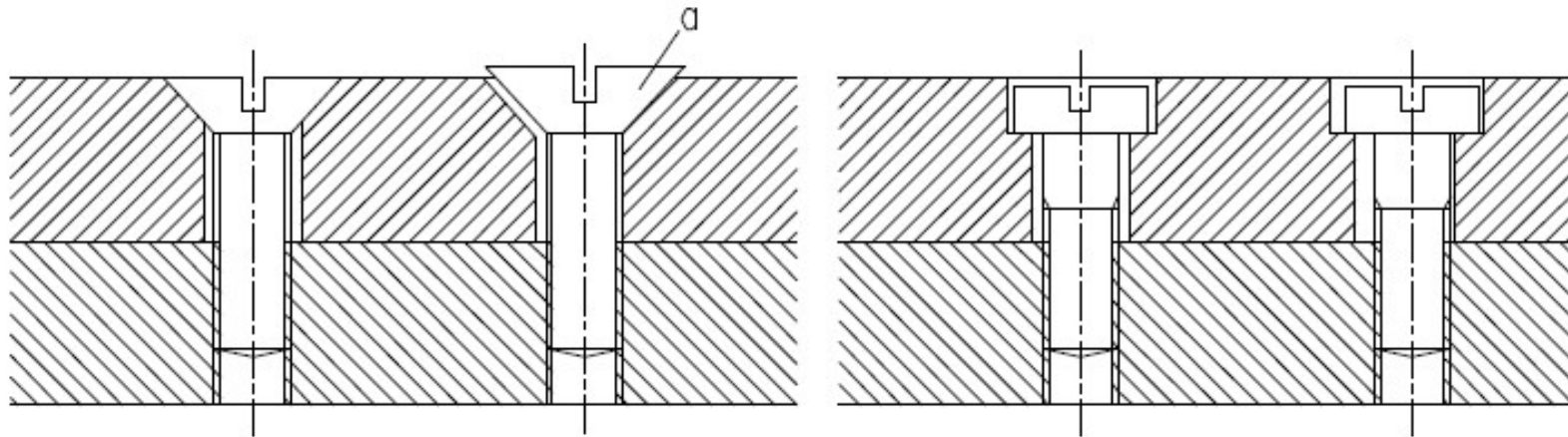
Általában nem szükséges a felékelt részt a tengely gallérján és a perselyen egyaránt felfektetni, hanem csak azok egyikén.

Illesztés

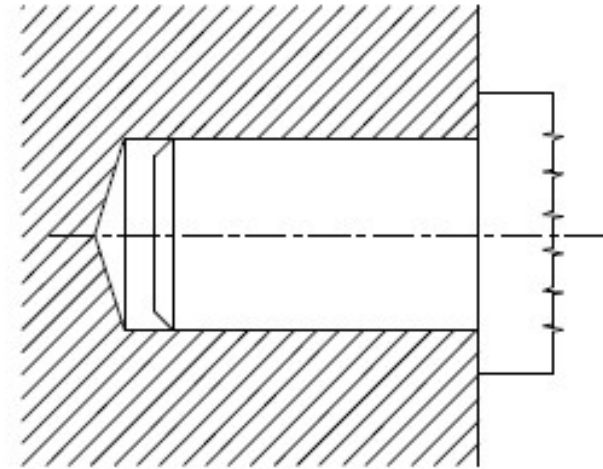
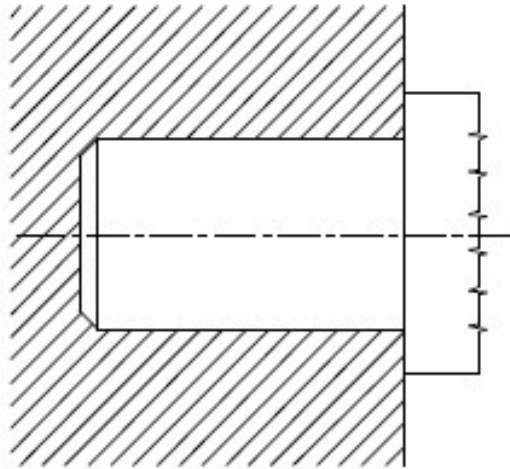
Illeszkedést csak szükség esetén írjunk elő



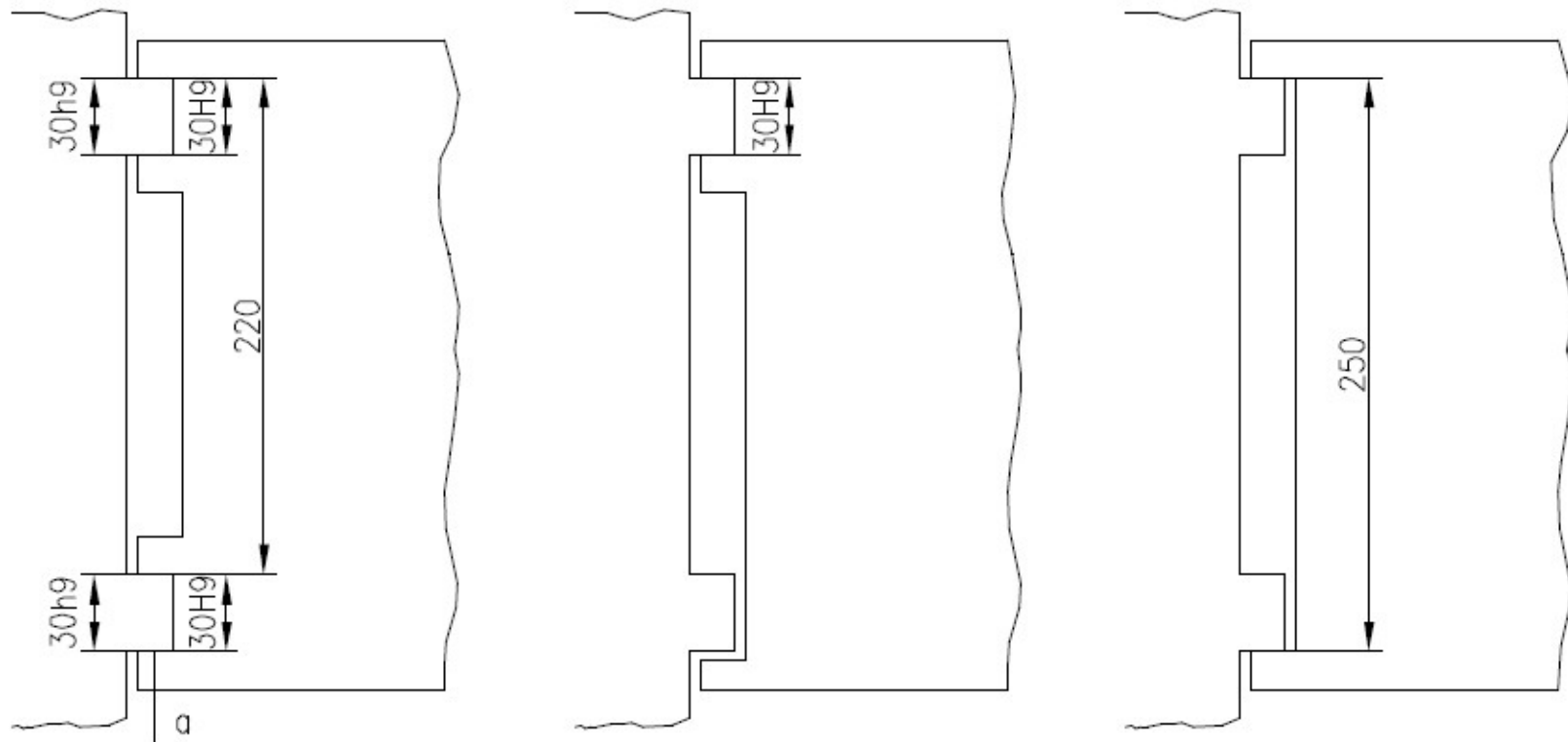
A nyomóorsó domború fejével támaszkodik a furat fenekének. Az orsó biztosítására két csap szolgál, hogy az, bár forgatható legyen, de azért ne legyen kihúzható. Következésképpen a csapok bőséges játékkal készítenők az orsó hornyához viszonyítva.



Ha süllyesztett fejű csavaroknál a furattávolságot nem tartják be, akkor az a csavarnál a kúp csak egyoldalúan fekszik fel, és a csavar megfeszül. A csavar feje túlnyúlik az alkatrész felületén, holott az volt a cél, hogy a csavar az alkatrész felületével egy szintet alkosson. Ilyen esetekben a hengeres fejű csavarok alkalmazása célszerűbb, mert lyuktávolságok tűrései nagyobbakra vehetők, és a süllyesztést a csavarfej magasságánál nagyobb mélységre képezik ki.

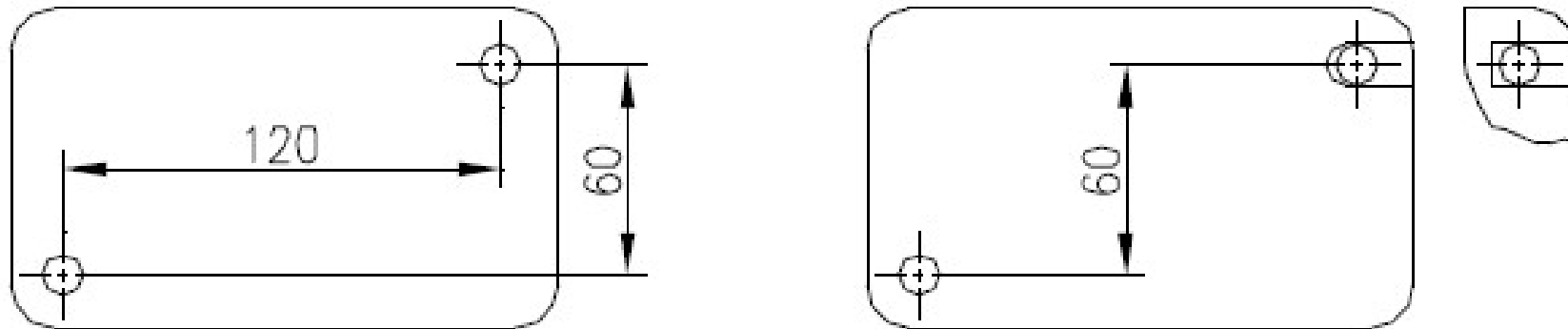


A lépcsős orsó egyidejűleg a fenéken és a gallérján nem fektethető fel, mert így a feladat túlhatározott; tehát már eredetileg is csak az egyik megoldást szabad előírni.

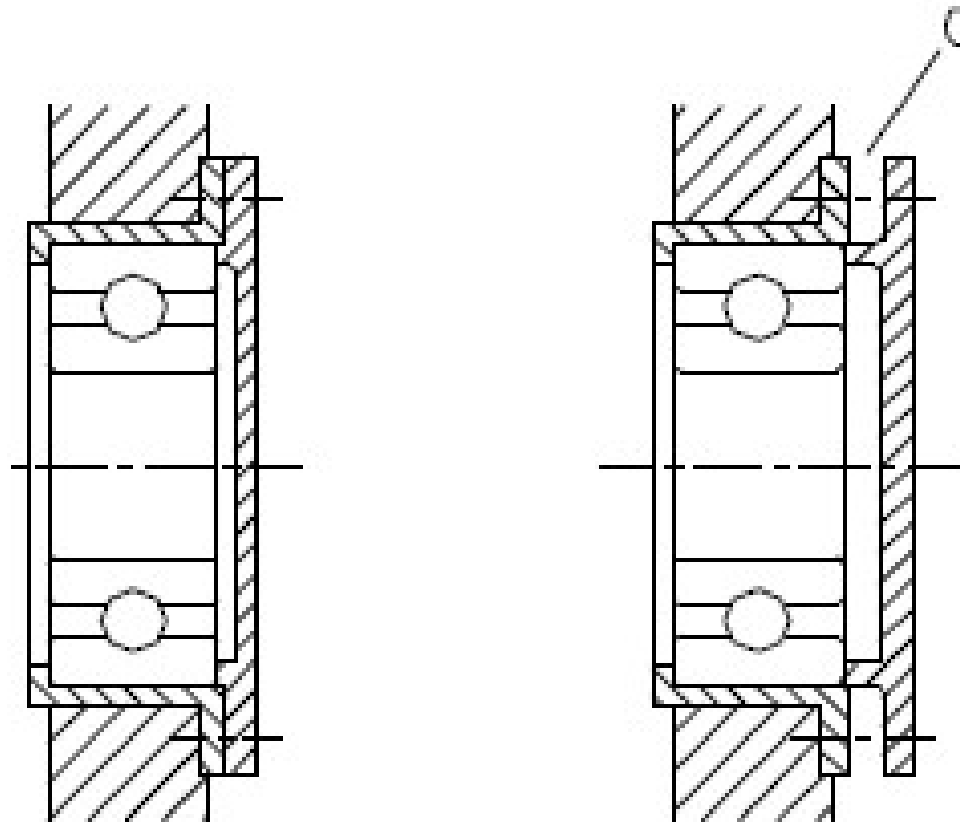


Ha a csuklós fedelet a baloldali rajz szerint készítik, akkor tűréseket kell betartani a keret két csuklópántjánál, a fedélnél, valamint a két csuklópánt egymás közötti távolságánál. Ha ezen kívül a fedélnek még **a**-nál is fel kell feküdnie, akkor ez további szűk tűrést igényel a furat távolságával kapcsolatban.

A helyes kiviteleknel csak az egyik csuklópántot kell szűken tűrésezni, vagy a 250-es távolságnak kell illeszkednie.

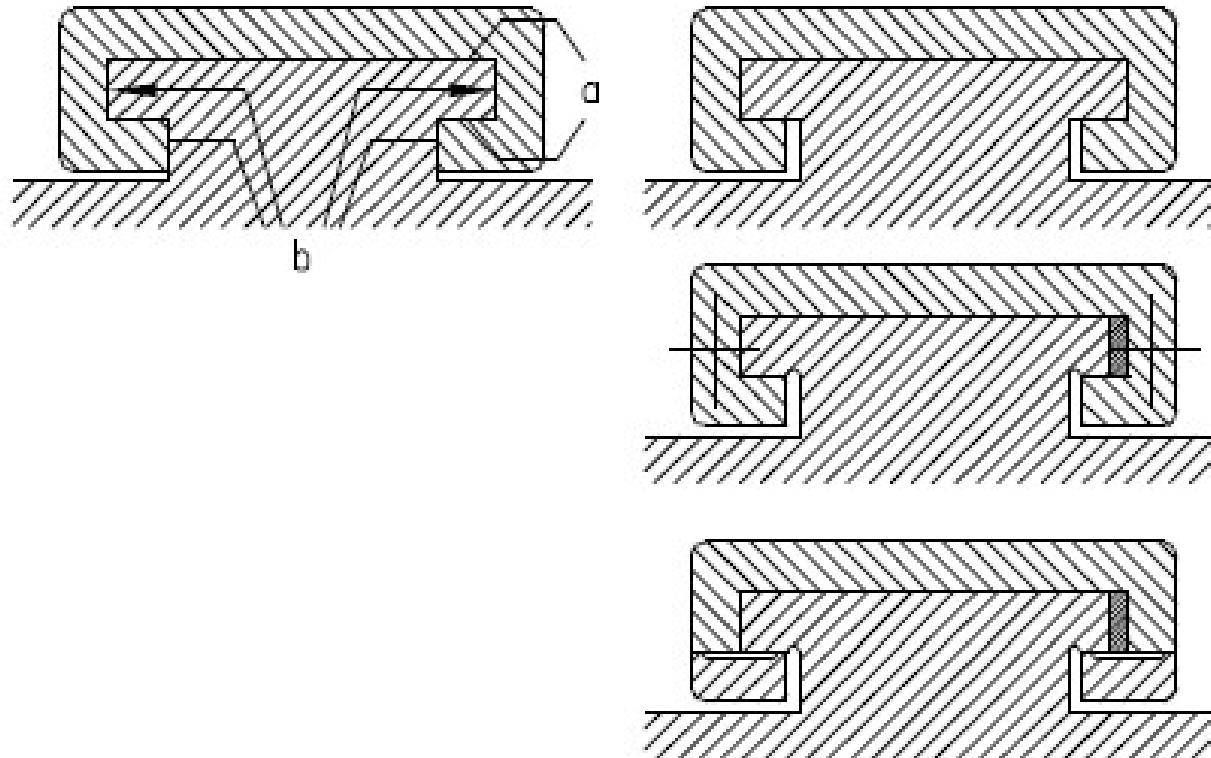


Ha valamely lemez központi helyzetét két csappal biztosítják, akkor helyes, ha a lemezt a házzal együtt fúrják. Ha cserélhető alkatrészeket gyártanak, akkor a 120-as és 60-as furattávolságokat igen szűk tűrésekkel kell meghatározni. Ez a tűrés az egyik távolságra vonatkozólag elkerülhető a csap felvételére; a csapot lelapítják, hogy jobban felfeküdjön.



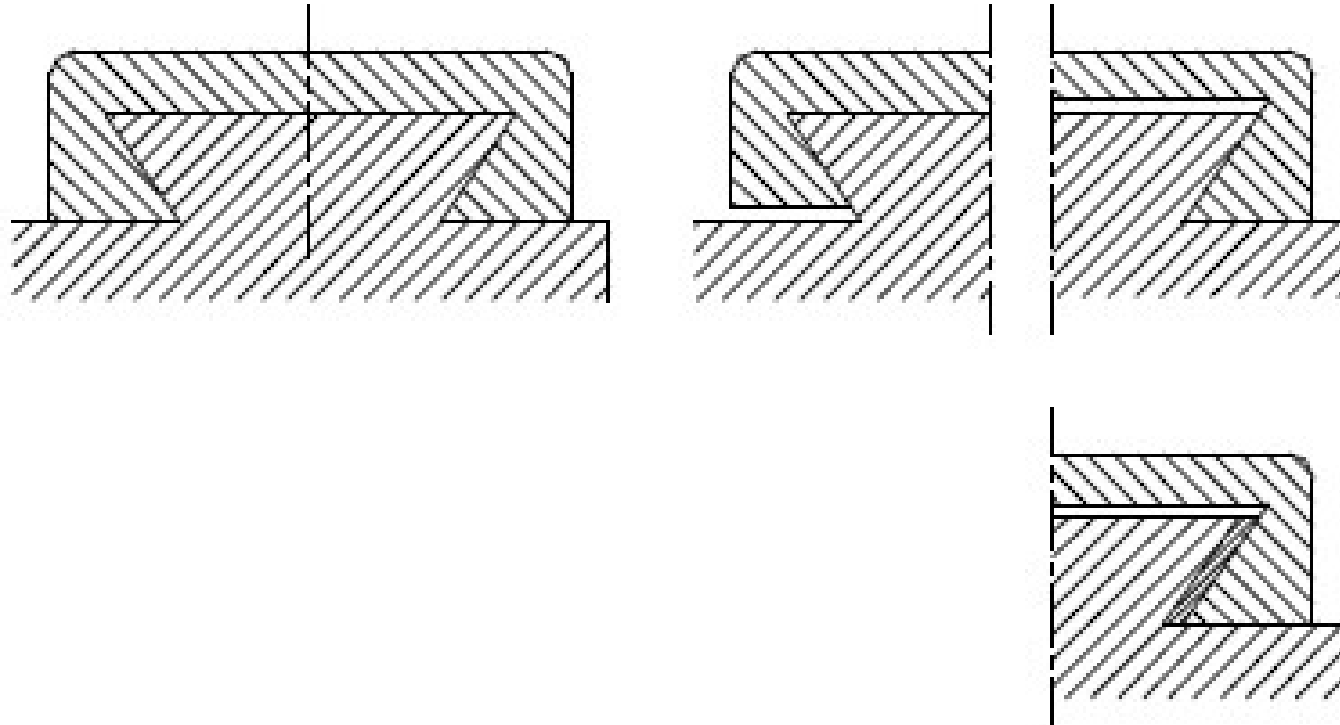
Golyóscsapágyat tengelyirányú elmozdulás ellen biztosítani egyszerűbben és biztosabban lehet, ha a fedél nem fekszik fel **a**-nál.

Szűk tűréseket utánállítással kerüljük el

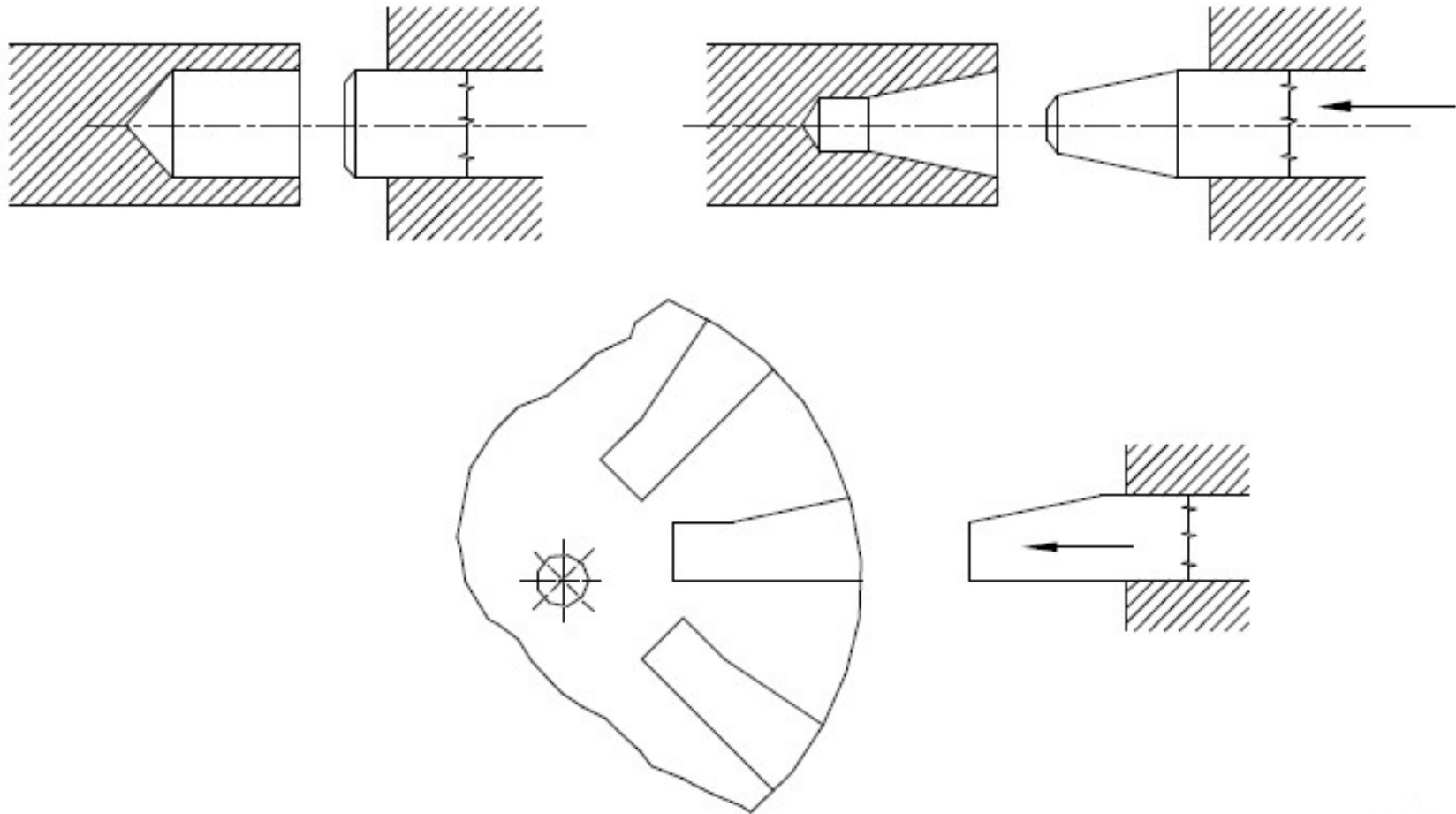


Helytelen szerkesztésű lapos vezetéknek, a és b helyeken fel kell feküdni. Ez a gyakorlatban nem vihető keresztül. Az egyik b felfekvés mellőzhető. Célszerűbb azonban utánállító léceket használni; ezeknek további előnye, hogy a kopások kiegyenlítését is lehetővé teszik.

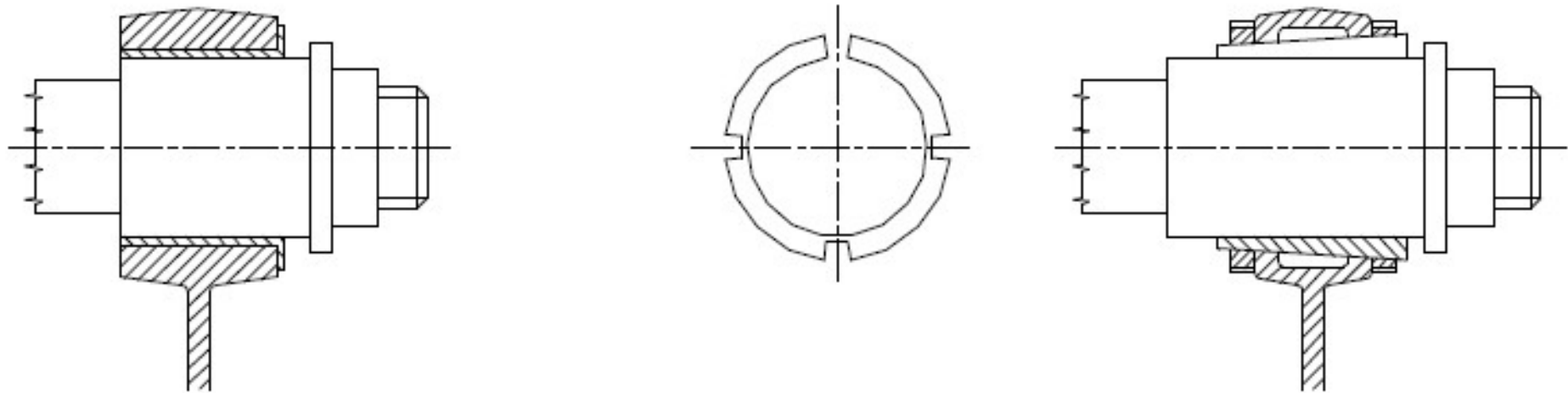
Szűk tűréseket utánállítással kerüljünk el



A baloldali fecskefarkalakú vezeték is túlhatározott, mert csak az egyik vízszintes felületen szabad felfeküdnie. Ebben az esetben is célszerű betétlécek alkalmazása.

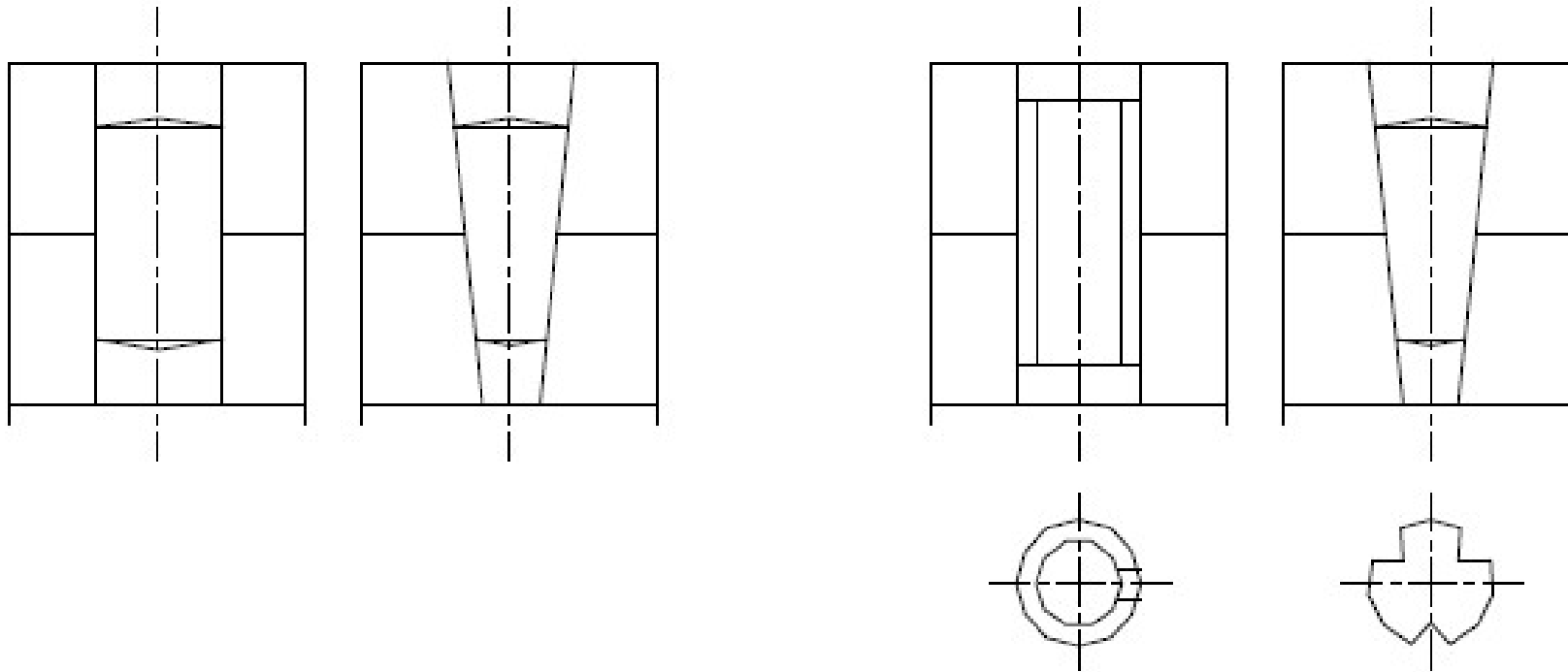


Osztásokra és más hasonló célokra szolgáló központosító csapokat kúposan készítenek, mert akkor önmaguktól könnyebben beállnak. Az alsó ábra szerinti kivitel egyoldalú leferdítéssel pontosan biztosítja az osztótárcsa helyzetét.



Szűk tűrésű csapágyak, mint pl. szerszámgépek orsócsapá-gyai, általában hasított perselyekkel készülnek, amelyek egy kúpban hossz-irányú eltolással utánállíthatók.

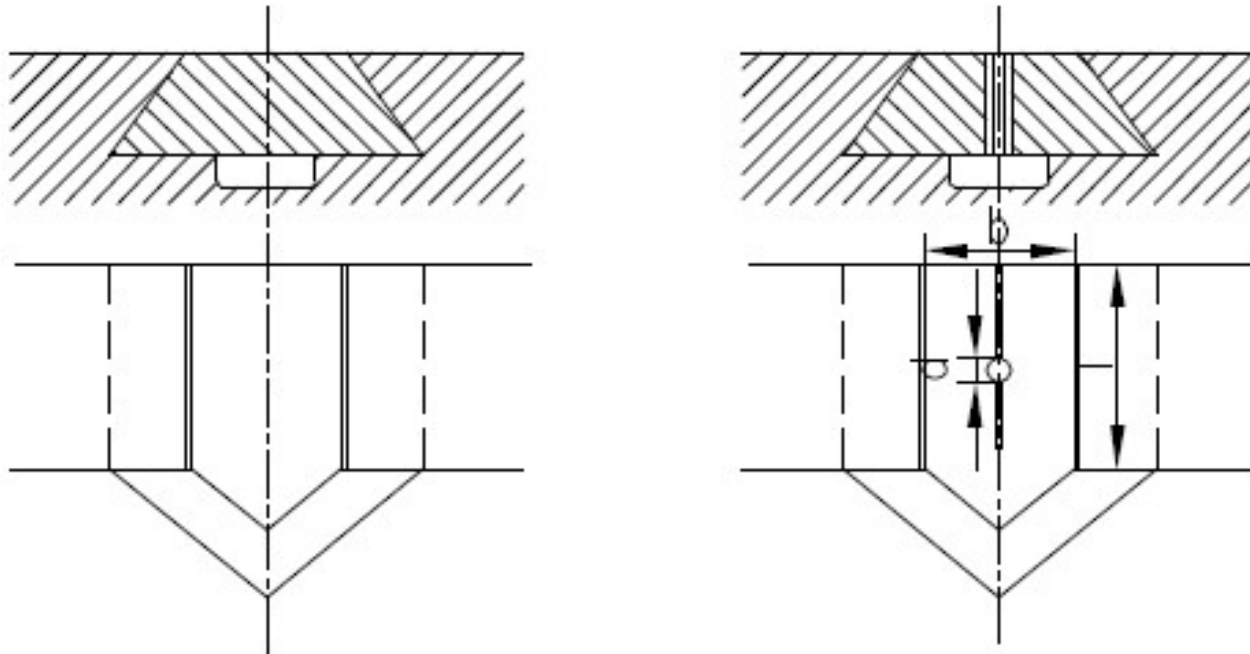
Rugalmas szerkezeti elemek helyettesítenek szűk tűrésű szilárd illeszkedéseket



Hengeres vagy kúpos illesztőcsapok helyett gyakran használhatók rugós vagy bemetszett csapok. Ezáltal a tűrések nagy mértékben bővíthetők.

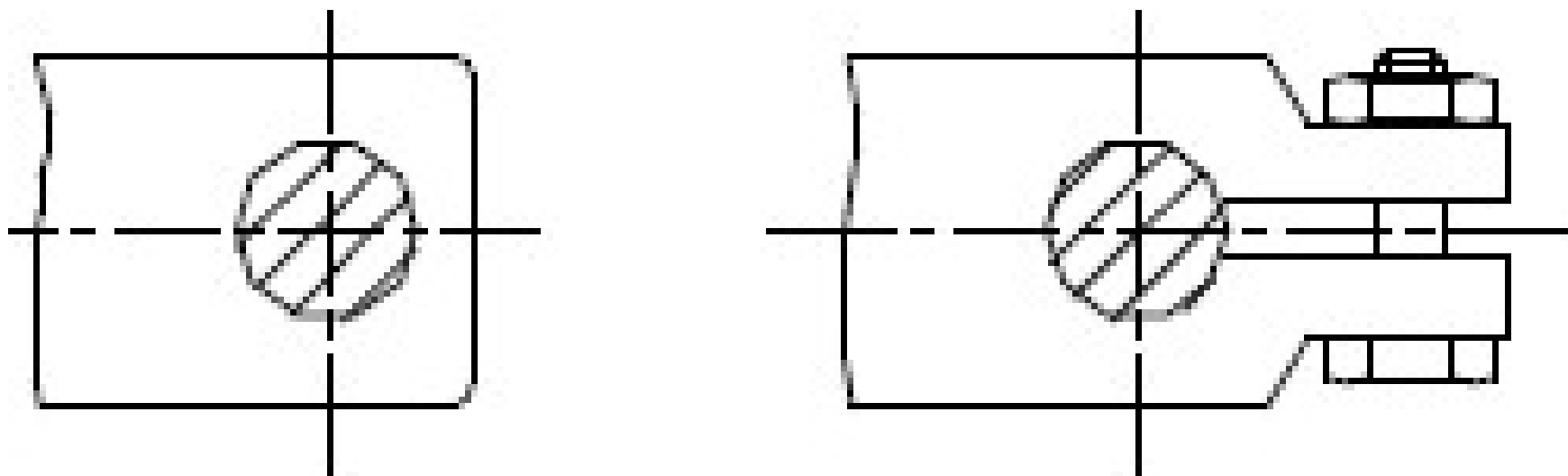
A hengeres csapokat $m6$ tűréssel készítik és a rugós csapokhoz $H8$ furatokra van szükség.

Rugalmas szerkezeti elemek helyettesítenek szűk tűrésű szilárd illeszkedéseket

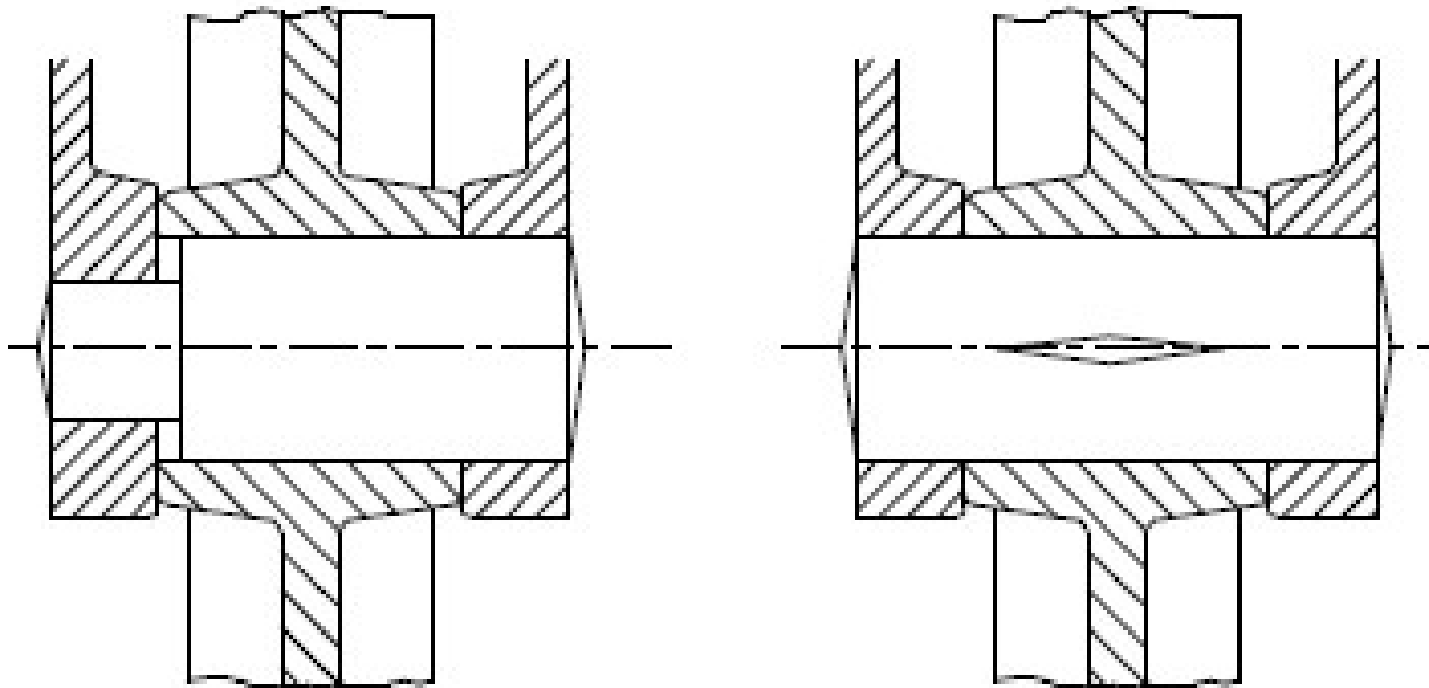


A betétkést szilárd illesztéssel kell rögzíteni. Ez megköveteli, hogy a fecskefarkalakú vezeték pontos munkával készüljön. Ha a betétkést felhasítják, és egy d átmérőjű bemetszett csapot hajtanak be, ezáltal a betétet feszítik.

Szükséges azonban az alkatrész szilárd rögzítése érdekében, hogy $b < 3d$ és $l > 4d$ legyen. A furatot $0,9 d$ méretre készítik.

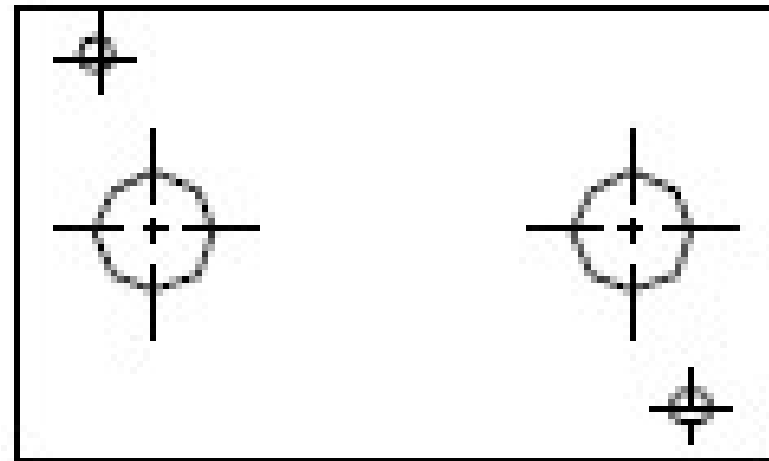
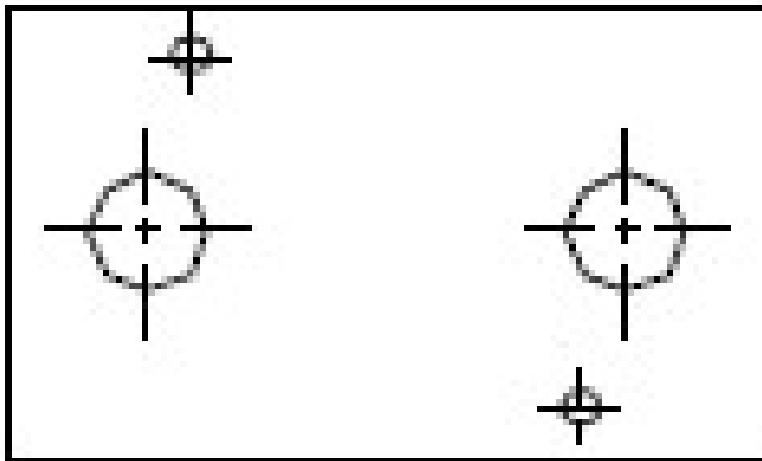


Ha a csapnak rögzíteni kell, akkor szűk tűrések szükségesek.
Célszerűbb bilincset alkalmazni.



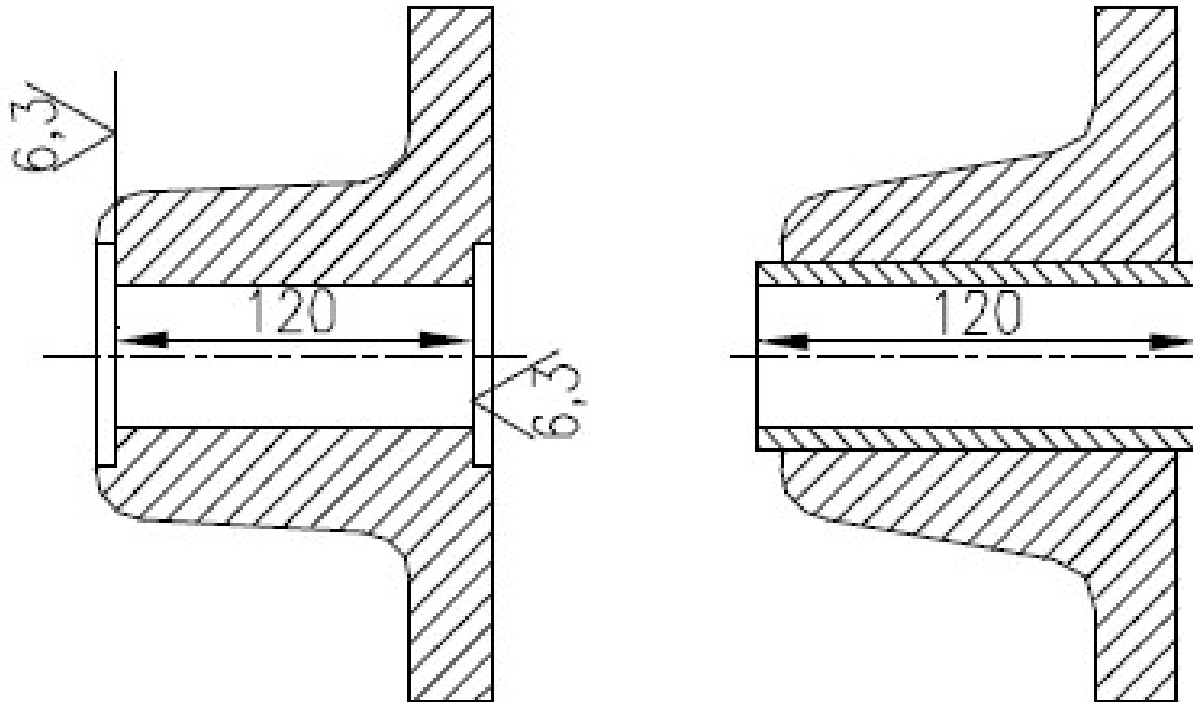
A futókereket villában forgathatóan ágyazott csapon rögzítik. Hogy a csap beszerelhető legyen, azt az alapcsap-rendszerű illesztés esetében is lépcsősen kell kivitelezni. Ez esetben a villa furatait két különböző átmérőre kell elkészíteni. Ha bemetszett csapot használnak, akkor a furatok és a csap sima kivitelben készíthetők, feltéve, hogy a villafuratokban a játék megfelelő.

Célszerű elrendezés növeli a tűréseket és olcsóbbá teszi az előállítását.



Ha valamely szerkezeti részt egy másik szerkezeti részhez viszonyítva illesztő csapokkal kell meghatározott helyzetben rögzíteni, akkor azonos hiba mellett a távolságok tűrései annál nagyobbak lehetnek, minél távolabb helyezkednek el.

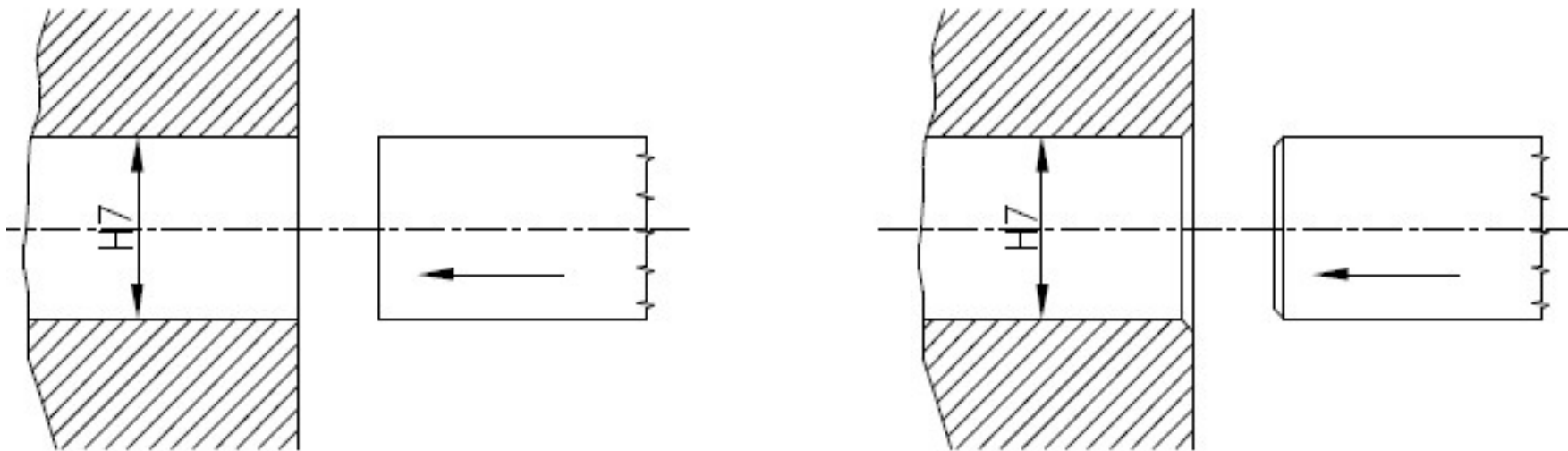
Célszerű elrendezés növeli a tűréseket és olcsóbbá teszi az előállítását.



Minthogy ebben az esetben a 120 mm-es távolság az öntvényházban nehezen állítható elő, egyszerűbb megoldás perselyt behelyezni, amely könnyen előállítható és ellenőrizhető. A persely valamivel hosszabbra készíthető, hogy ezáltal az öntvényház felületein nem kell támasztó felületekként megmunkálni, ami a gyártásnál jelentős költségmegtakarítást eredményez.

Szerelés

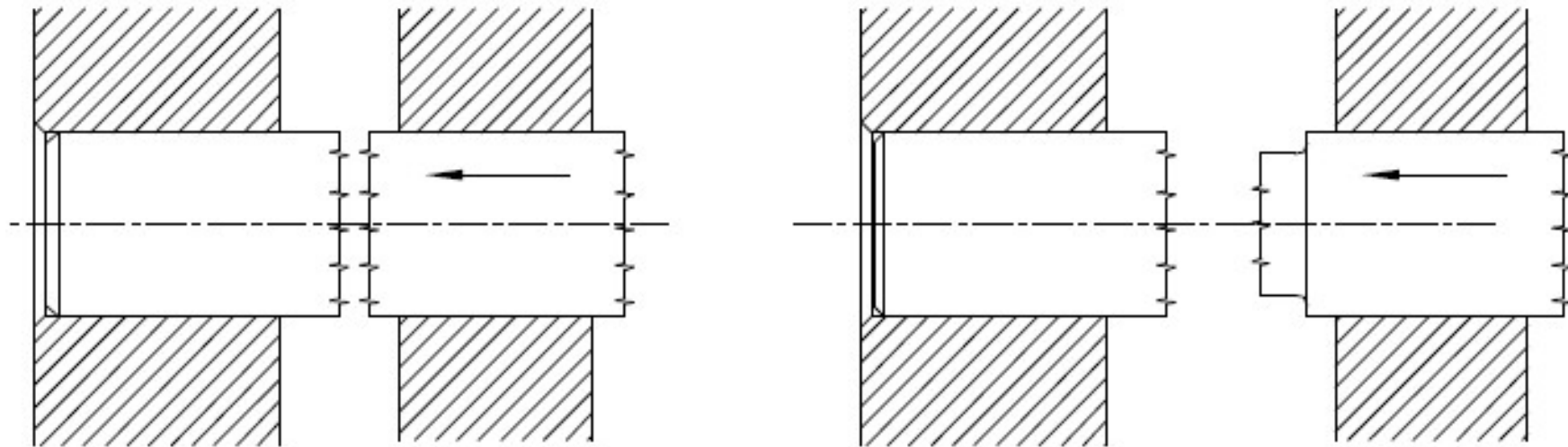
Az összeépítés megkönnyítése



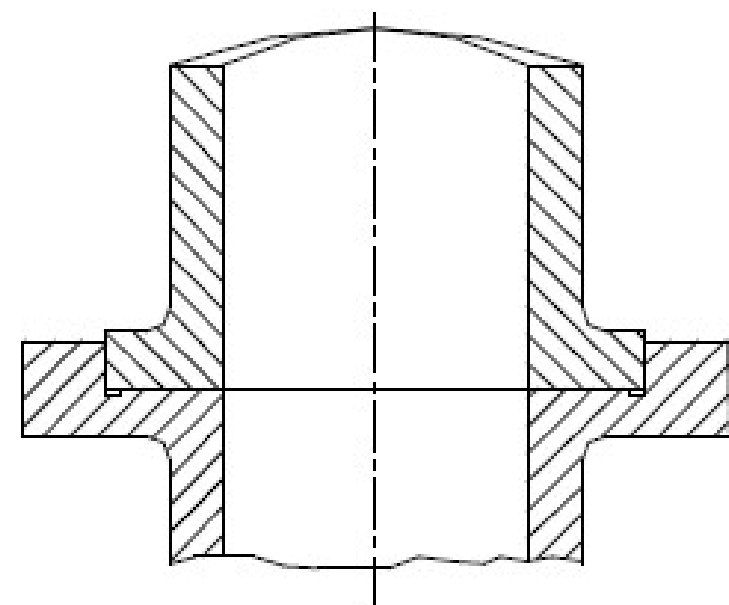
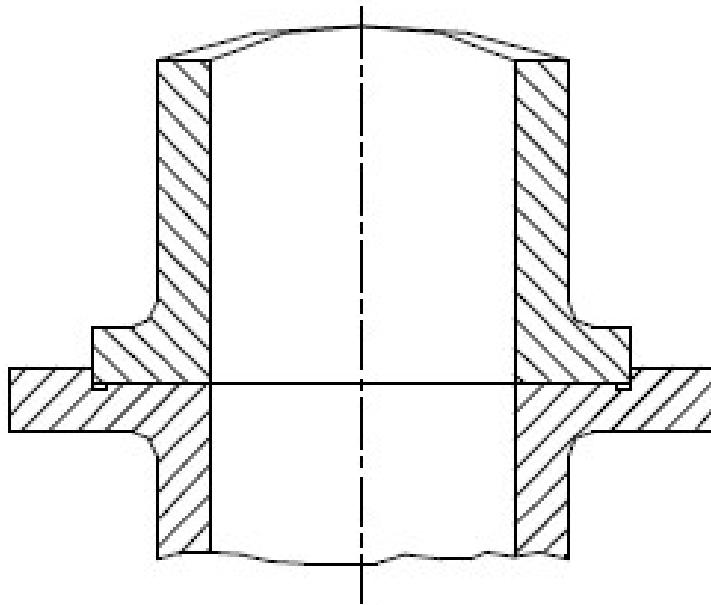
Ha csapokat illesztéssel kell a furatokban szerelni, akkor a furatok süllyesztése és a csapok leélezése szükséges. Ez esetben a csap sokkal könnyebben vezethető be, és az illesztési felületek nem sérülnek meg. Ez különösen szilárd és sajtoló illeszkedésekre vonatkozik.

Szerelés

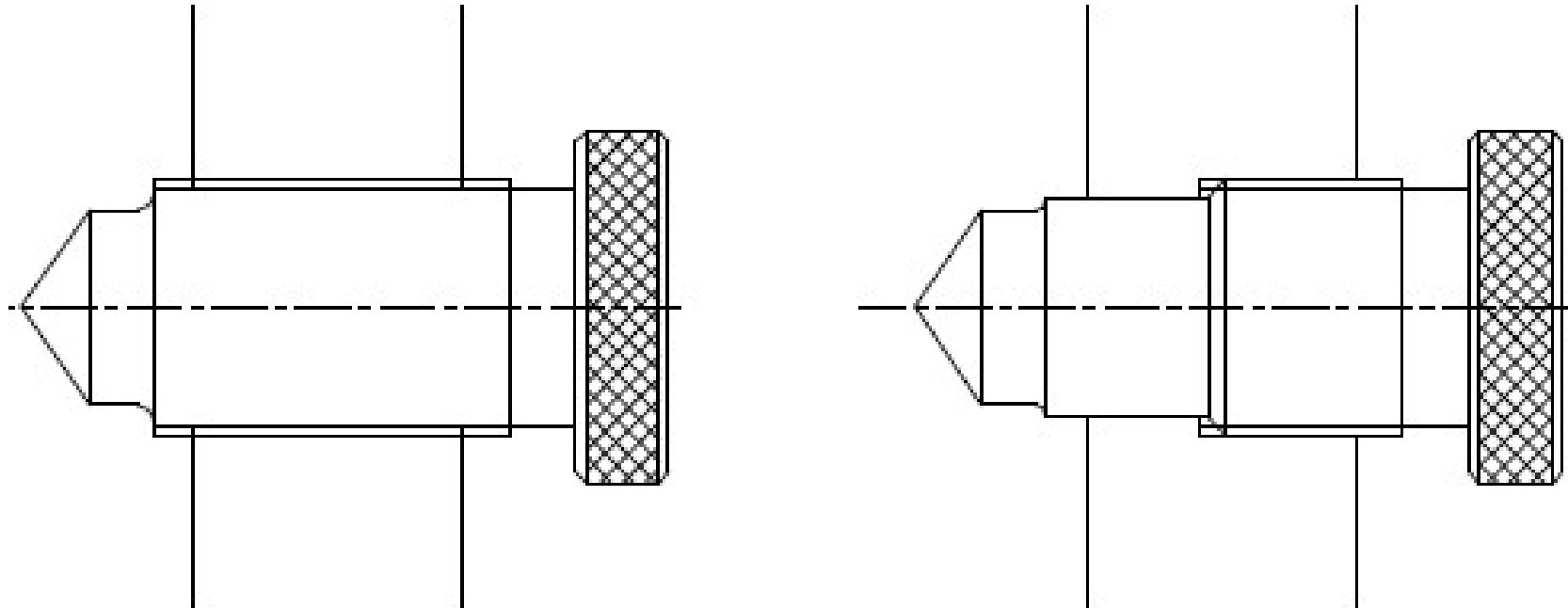
Az összeépítés megkönnyítése



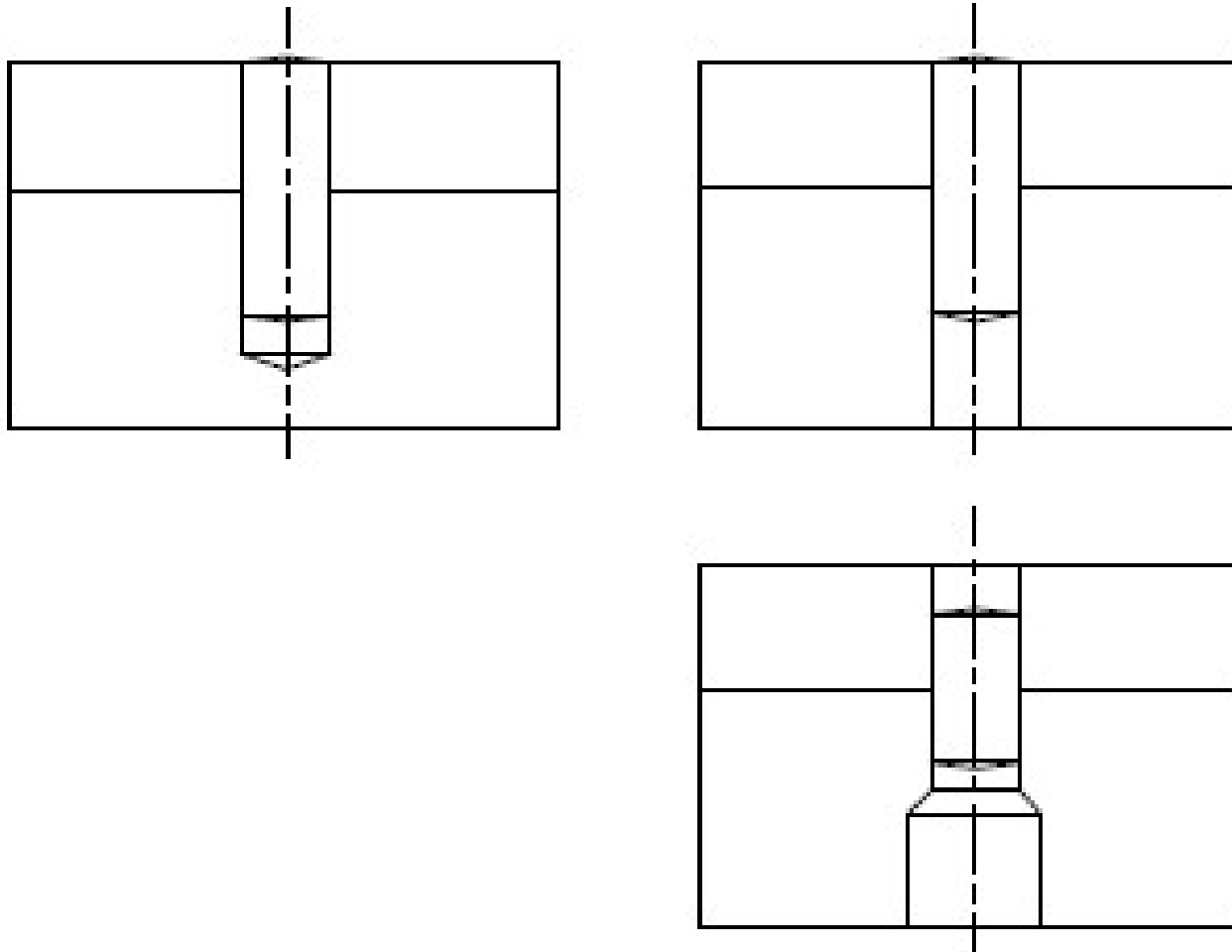
Ha nagyobb hosszúságú tengelyek és furatok között szilárd vagy szűk illeszkedés van, akkor a bevezetés megkönnyíthető a tengely egy részének levékonyításával.



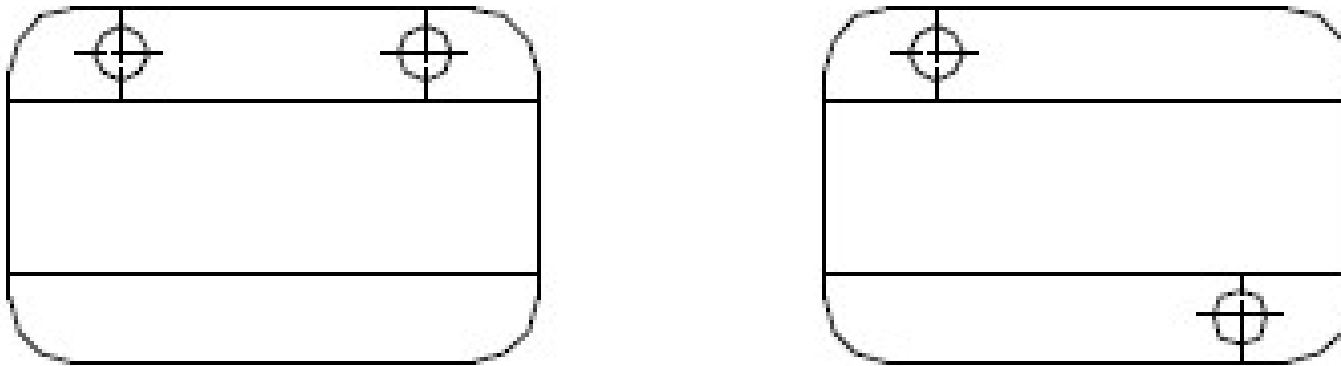
A központosó vállak, amelyeket egyébként is csak forgástesteken készítenek, megfelelő magasak legyenek, mert kis magasság pontos elkészítése nehézségekkel jár, és ezen túlmenően a kívánt célt csak hiányosan biztosítja.



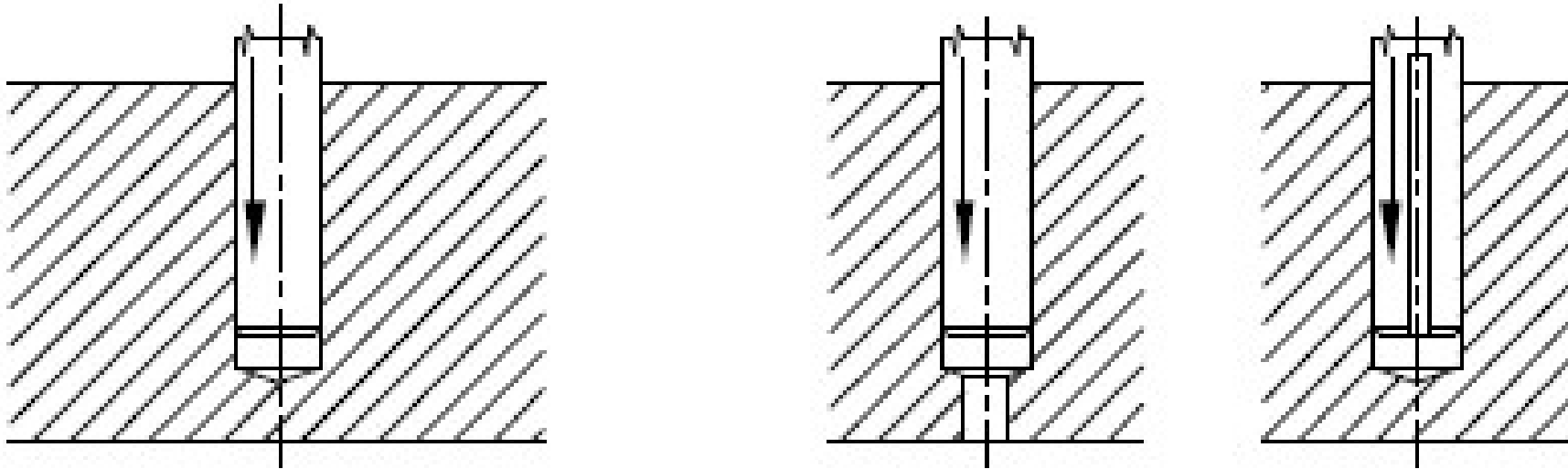
Menetek nem központosítanak még akkor sem, ha rendkívül pontos kivitelben készülnek. Ha pontos központosítás szükséges, akkor hengeres vállat kell kiképezni, amely – a szerkesztési feladattól függően – a menet előtt vagy mögött helyezhető el. Nagyobb hosszaknál menet- előtti és – mögötti központosító vállat is alkalmaznak.



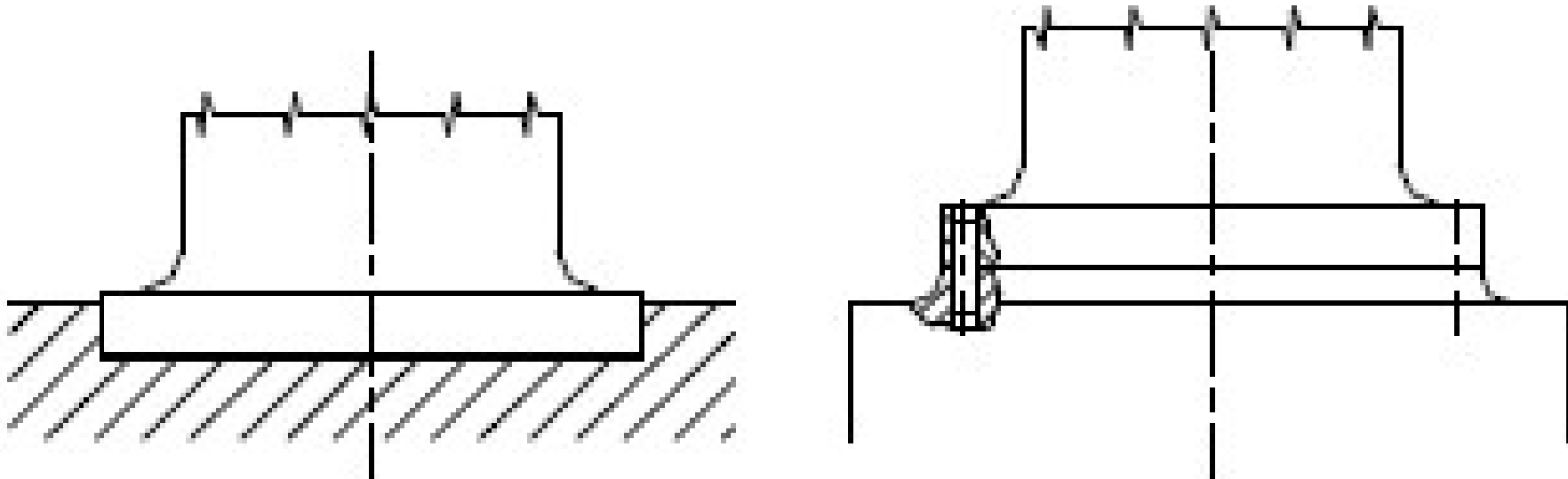
Ha központosítás céljaira illesztőcsapokat használnak, akkor ügyelni kell arra, hogy a csapok behelyezése és kiütése végrehajtható legyen. Zsákfuratoknál a csapot csak a felsőrész leszerelése után lehet kihúzni. Célszerű ezért a furatokat egy nagyobb furatig továbbvinni.



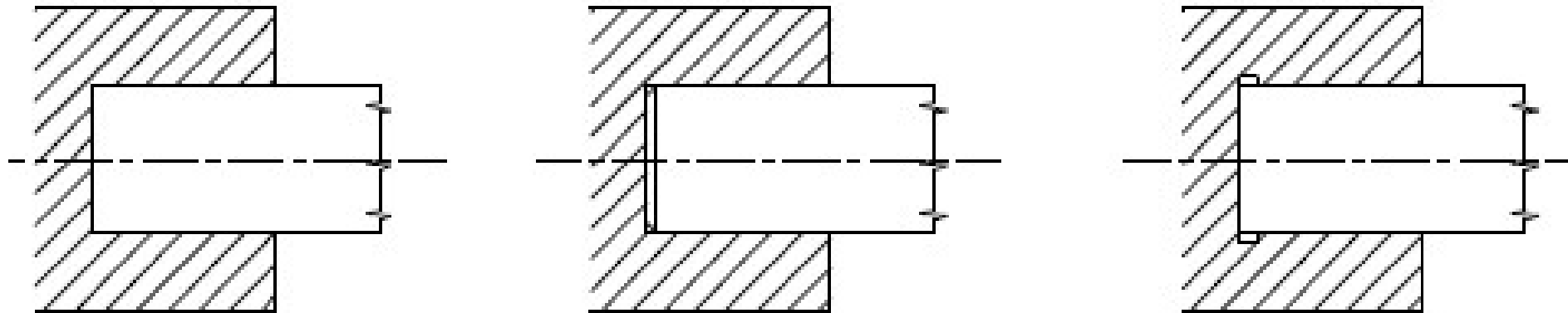
Több illesztőcsap alkalmazásánál a köztávolság lehetőleg nagy legyen. Minél nagyobb a távolság, annál pontosabban biztosítható – azonos tűrés mellett – a munkadarab helyzete.



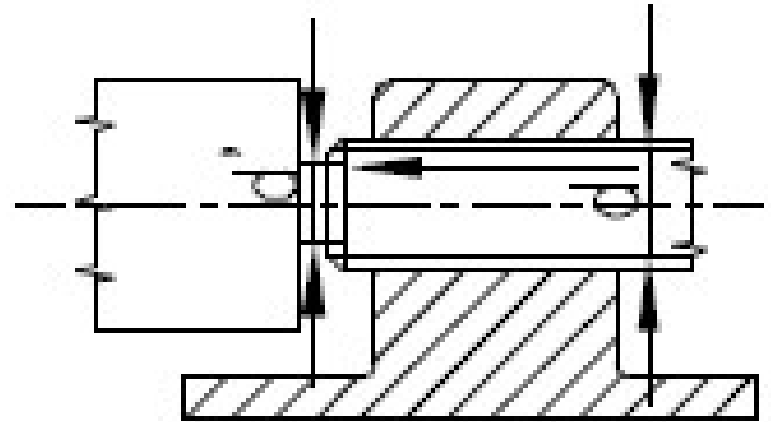
Csapok zsákfuratokba történő beszerelésekor gyakran keletkeznek légpárnák, különösen ha a csapokat bezsírozták. Hogy a csapok benyomhatók legyenek, a furat végén egy kis légfuratot kell létesíteni, vagy – ha ez nem lehetséges – a csapot kis horonnyal kell elkészíteni.



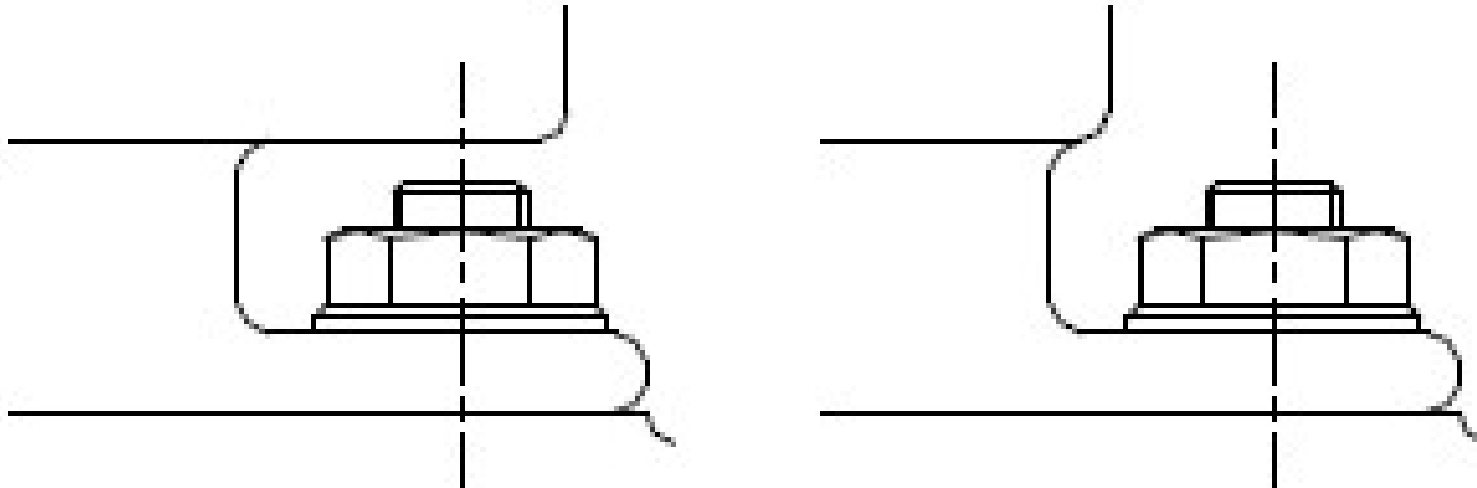
Az illeszkedési mélyedéseket pontosan kell esztergálni, vagy fúrni. Derékszögű alapfelületű alkatrészekenél az illeszkedő felületek ilyen megmunkálása rendkívül költséges, sőt esetleg olyan nagy költségeket okozhat, hogy gyakorlatilag nem kivitelezhető. Ilyen esetekben mindig illesztőcsapokat kell alkalmazni, amelyekkel ugyanaz az eredmény sokkal könnyebben érhető el.



Zsákfuratok fenékrészeinek pontos megmunkálása nehézségekbe ütközik. Ezért ne is írjuk elő, hogy egy alkatrész pontosan sarokig bevezethető legyen. A furatokat ezért beszúrással készítik, vagy a beszerelendő alkatrész élét letörik.

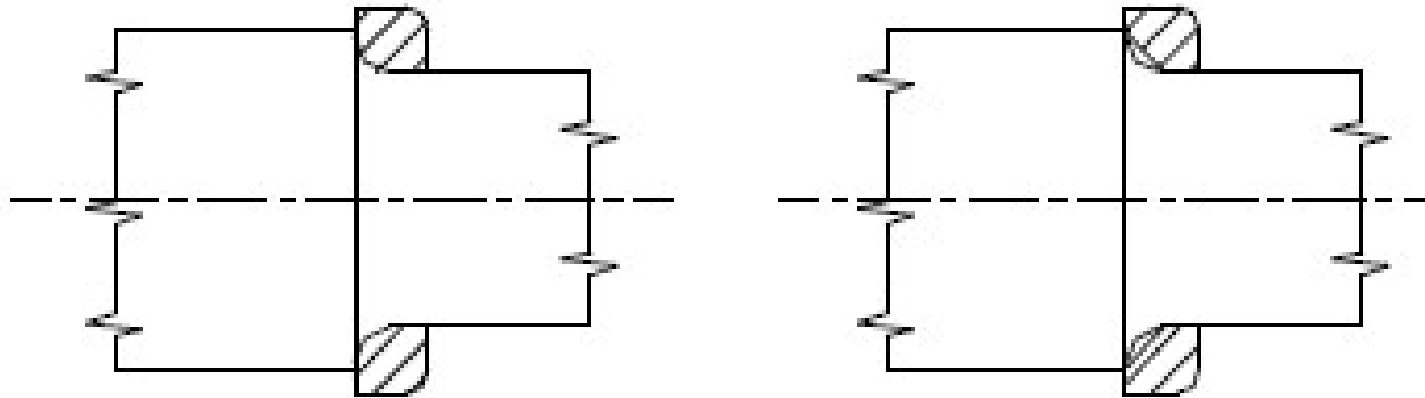


Nyomócsavaroknál a menetnek sohasem szabad a nyomófelületig érnie, mert különben annyira elnyomódik, hogy a csavart már nem lehet kicsavarni. A levékonyított rész d' átmérője kisebb legyen, mint a csavar d magátmérője.

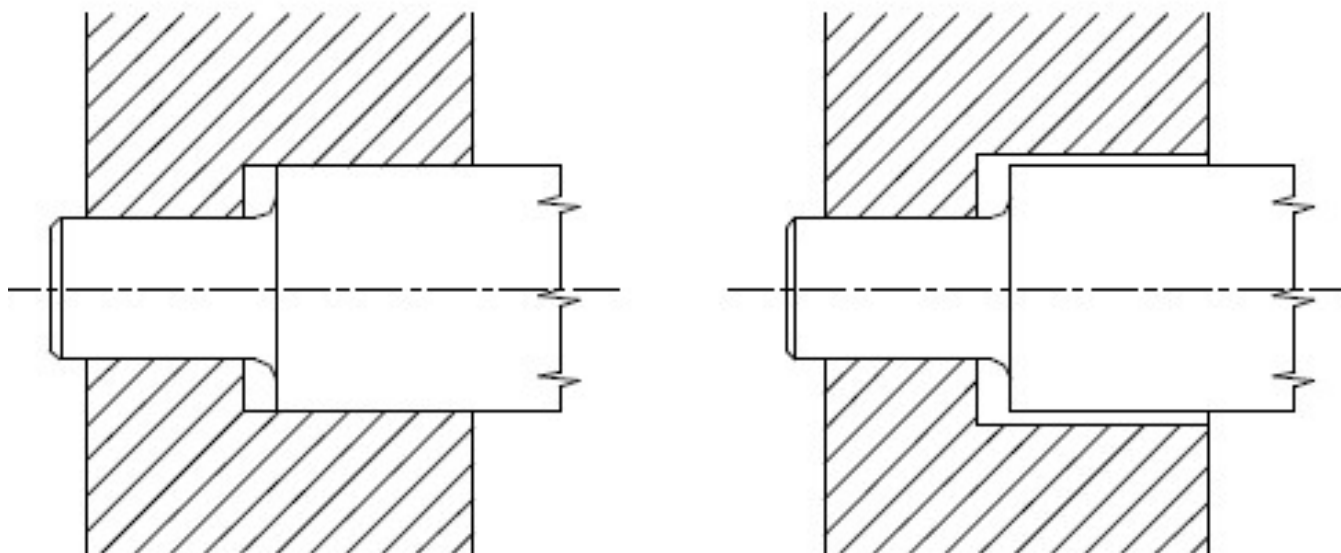


A csavarok mindig könnyen hozzáférhetők legyenek, és azokat úgy kell elhelyezni, hogy közönséges csavarkulccsal meghúzhatók legyenek.

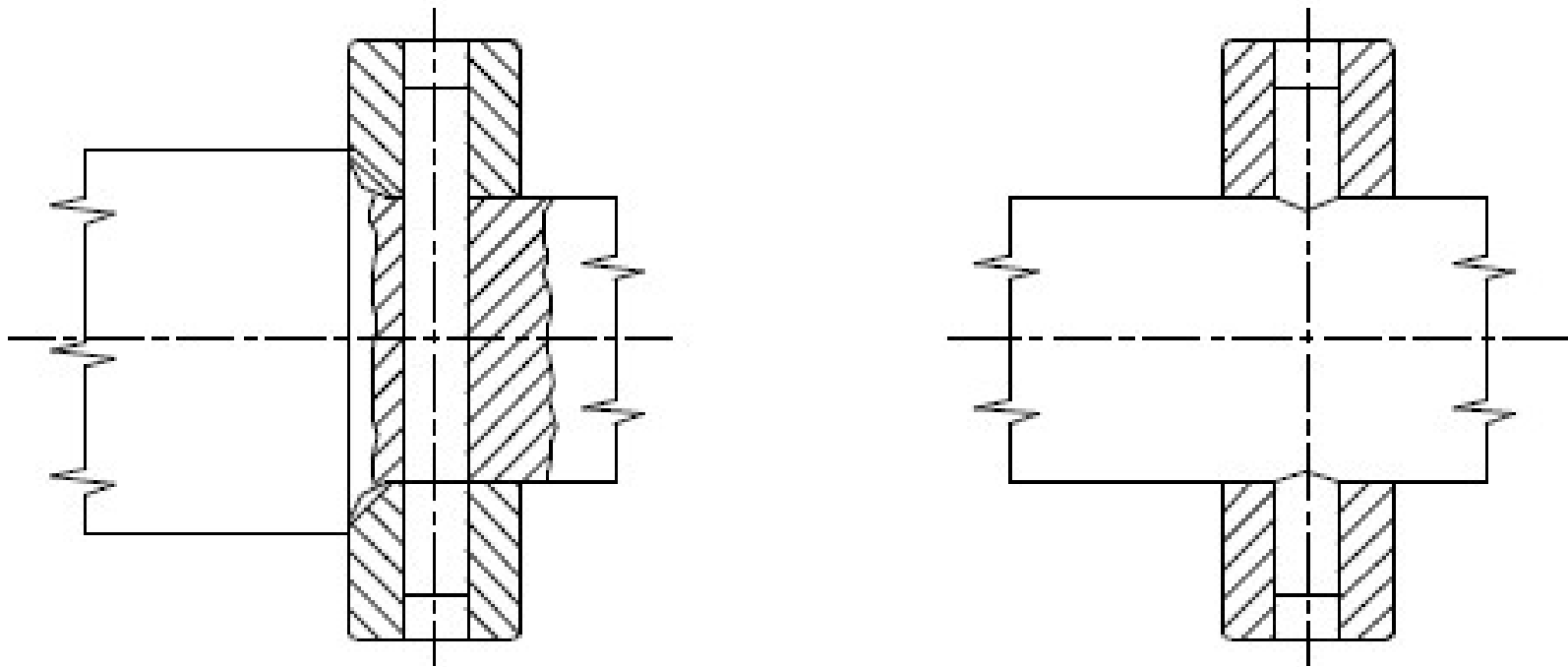
Túlhatározás – felesleges illesztési munka elkerülése



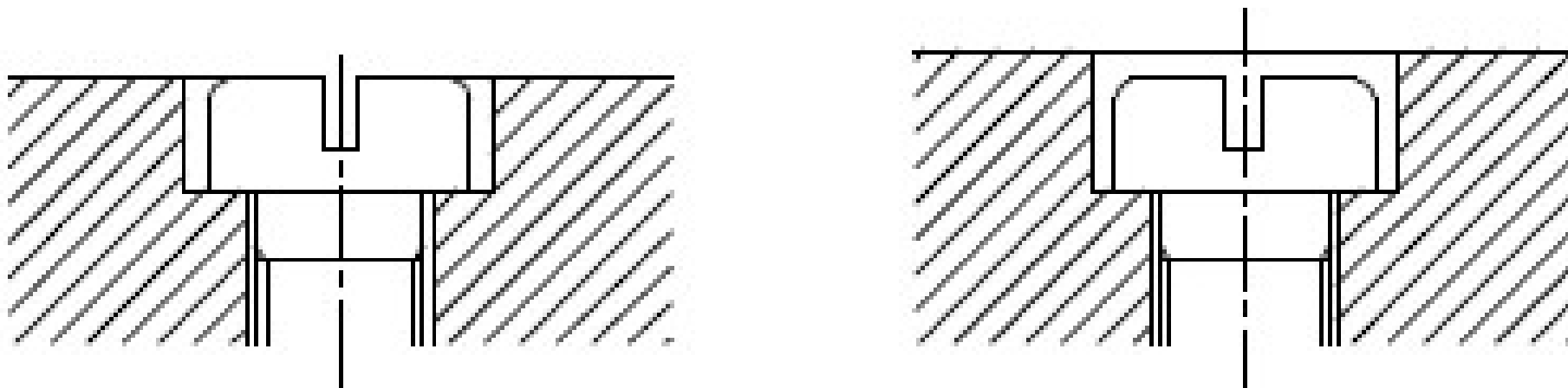
Az olyan tengelyeket, amelyeket nagyobb szilárdsági követelmények kielégítésére készítenek, fokozatos átmenetű lépcsőkkel állítják elő. E lekerekítéseket nem lehet egy ütköződarabba vagy állítógyűrűbe pontosan beesztergálni és mivel a felületek nem illeszkedhetnek egymáshoz pontosan, elégséges, ha a gyűrű felfekvő felületét csak ferdén letörik.



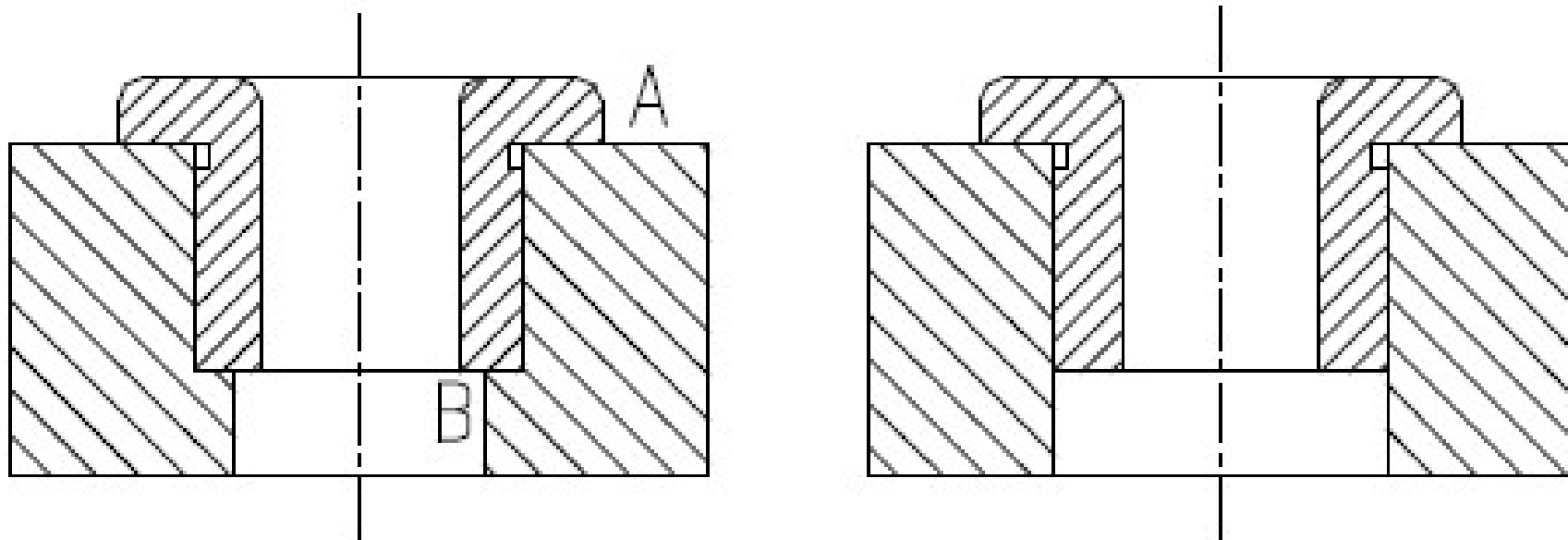
Lépcsős csap vagy lépcsős tengely csak egyik átmérőjén fekszen fel.



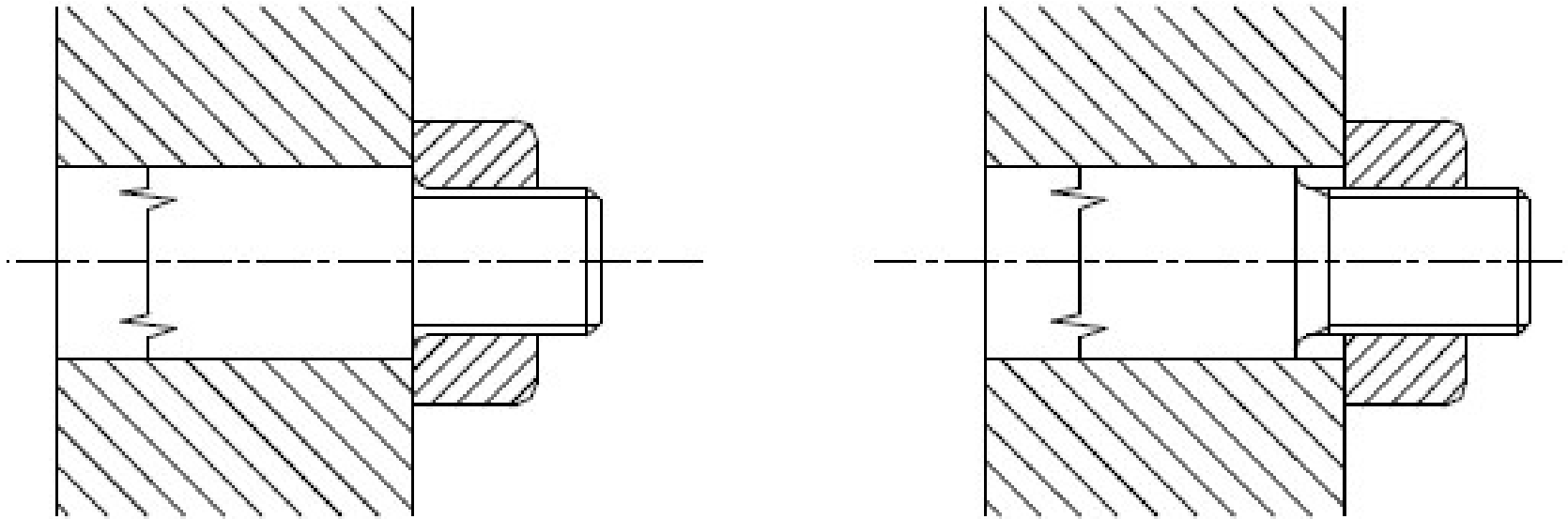
A csap nemcsak forgónyomatékot visz át, hanem a tárcsát tengelyirányban is rögzíti a tengelyen. Felesleges tehát a peremen való felfekvés, és gyakorlatilag nem is valósulhat meg, mert a könnyebb összeszerelés érdekében nagyobb tűrést – játékot – kell előírni.



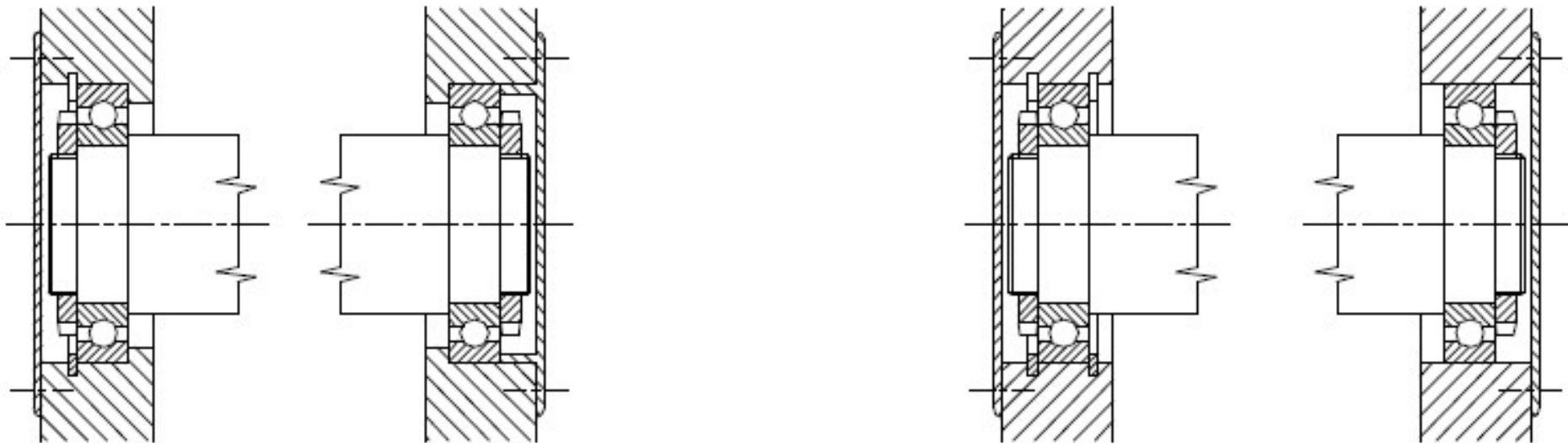
Ha a csavarfejnek nem szabad túlnyúlnia, akkor helyesebb a furatot már eredetileg mélyebbre süllyeszteni.



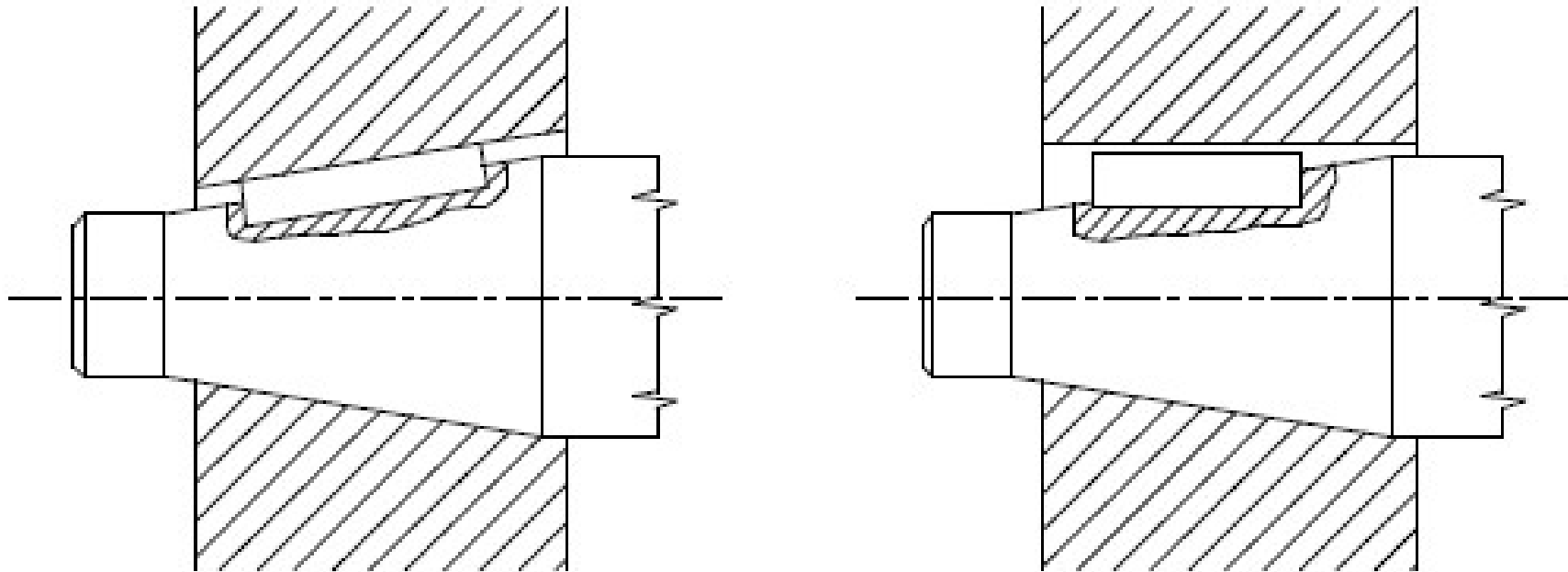
A fúróhüvely nem fekdhet fel A-nál és B-nél Ezenkívül a lépcsős furat előállítása költségesebb, mint a simáé. Ezért a fúróhüvelyt csak a peremén fektetik fel.



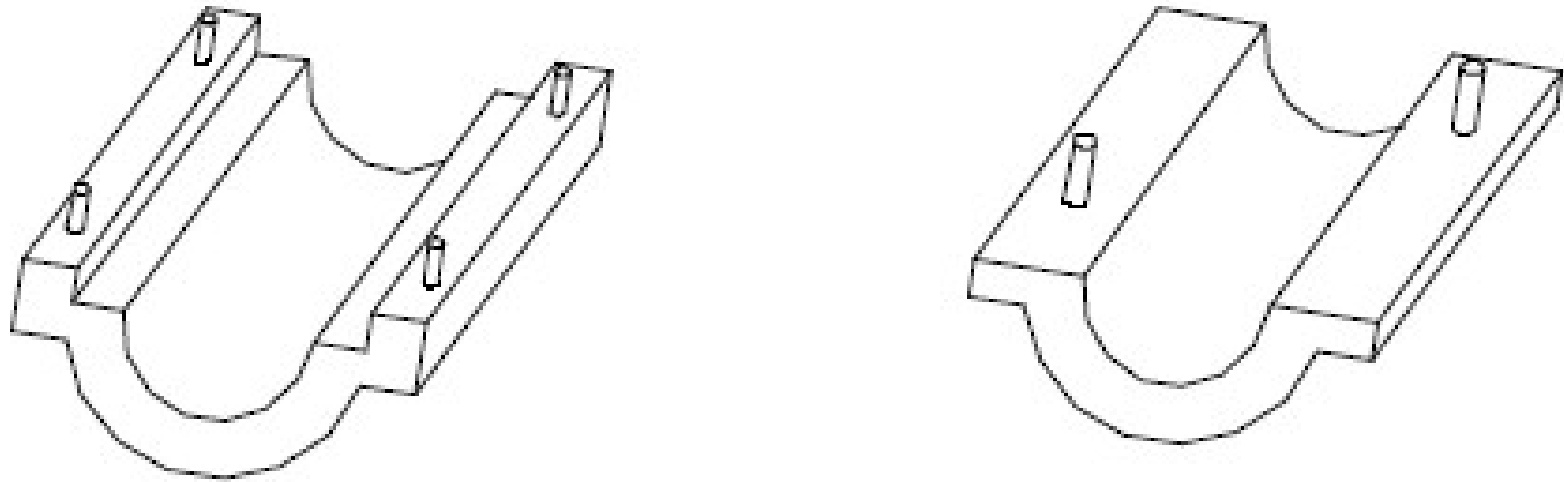
A menet előállításánál egy kifutó rész alakul ki. Azonban olyan esetben is, ha a menetet a vállig hengerlik, helyesebb azt hosszabbra készíteni, hogy a csavaranya könnyen felhúzható legyen.



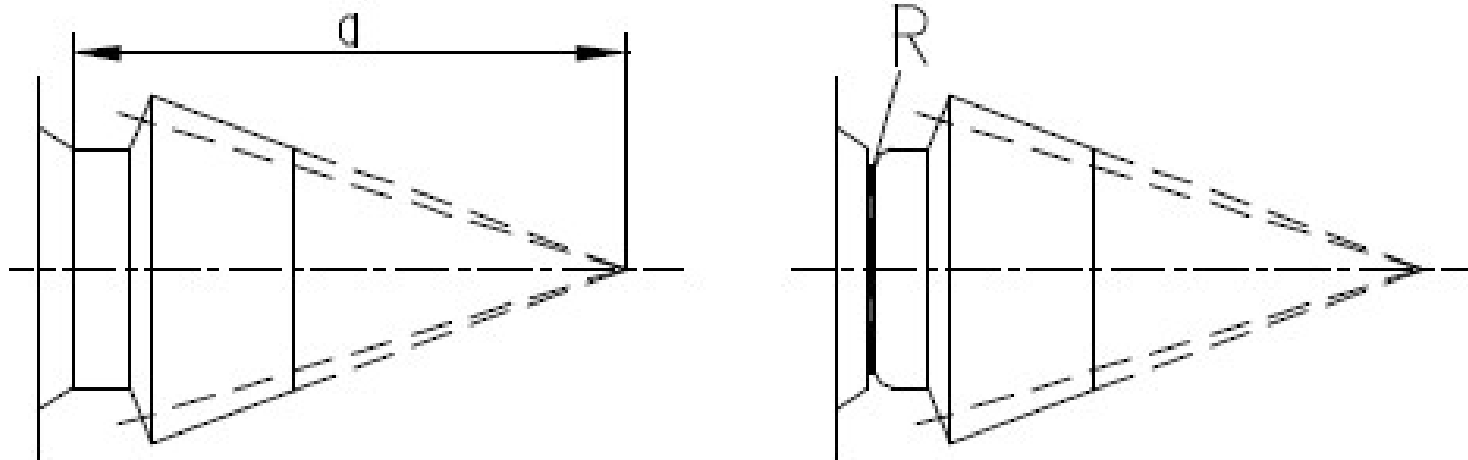
A tengely üzem közben felmelegszik. Ha a gördülőcsapágyakat mindkét oldalon tengelyirányban rögzítik, akkor könnyen megszorulhatnak. Azonkívül költséges műveletek szükségesek a tengely és a ház pontos köztávolságainak kialakításához. Ezért a két csapágy közül az egyik sima furatban fekszik, hogy azt tengelyirányban ne kelljen illeszteni, és a tengely szabadon távolodhasson.



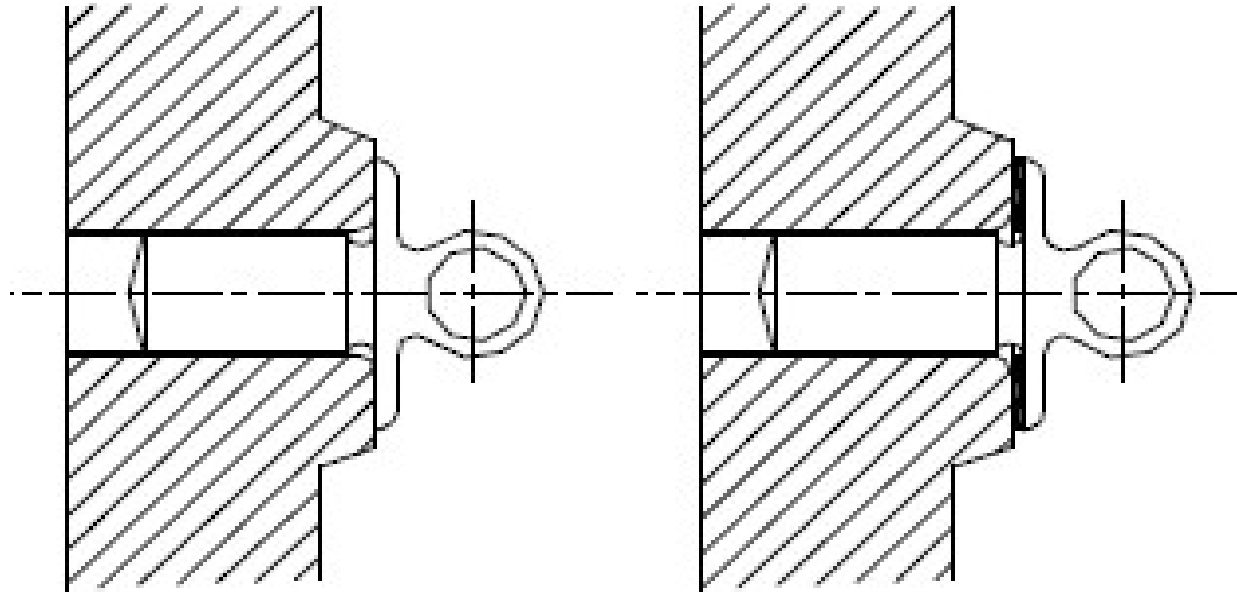
A tengely kúpos végébe szerelt ék feje felfeküdhet a furathoronyban. Ez esetben a kúpos csap már nem fekszik fel szilárdan a furatba. Ezért a hornyot és az éket a tengely középvonalával párhuzamosan képezik ki. Ezenkívül alig lehetséges, hogy a kúphosszak a furatban és a tengelyen egyezők legyenek. A furat kúpjának legkisebb átmérőjét tehát nagyobbra kell venni mint tengely legkisebb átmérőjét.



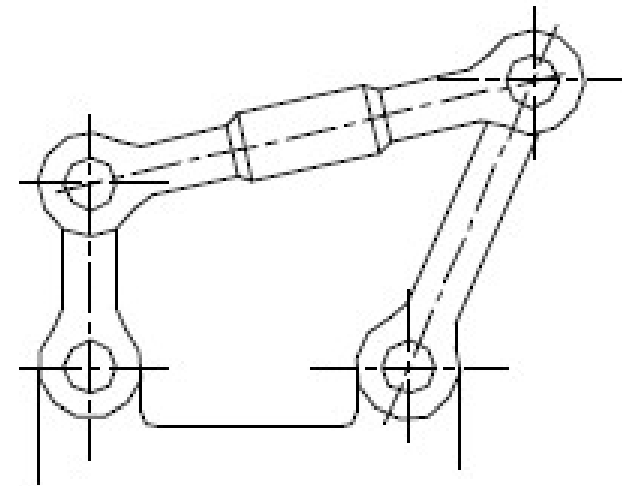
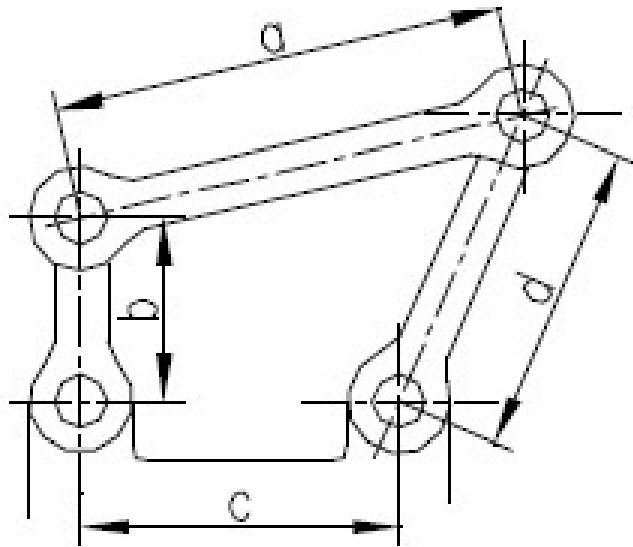
Csapágycsészék helyzetrögzítésére horony és csapok egyidejű használata felesleges. Mivel a hornyok csak a keresztirányú helyzetet biztosítják, célszerűbb csapok alkalmazása, amelyek mind hossz-, mind keresztirányban rögzítenek.



A kúpos fogaskerek felfekvőfelülete és középtengelyeinek metszési pontja közötti a távolságnak pontosnak kell lennie, viszont ez a gyártásnál nehezen valósítható meg. R betétgyűrűk alkalmazásával a gyártás lényegesen könnyebb. A szerelőműhelynek különböző vastagságú gyűrűket bocsátanak rendelkezésére, amelyekből a szükségeseket a munkadarabok tényleges méretei alapján válogatja ki.



Ha a szemescsavarnak becsavarás után előre meghatározott helyzetben kell lennie, akkor a menetet igen pontosan kell rávágni. Ez nagy nehézségekkel járna. Sokkal egyszerűbb egy R betétgyűrűt beszerezni, amelyet különböző vastagságokban bocsátanak a szerelőműhely rendelkezésére.



Az emelőkar állását igen pontosan be kell tartani, viszont az **a** méretet a **b** , **c** , **d** alkatrészek különböző tűrései befolyásolhatják. Ezért mind a négy méretet nagyon szűken kellene tűrésezni. Ha viszont az a hossz szabályozható, akkor nagyon bő tűrések engedélyezhetők

Összefoglaló kérdések

- Határozza meg a szerelhetőség megítélésének 3 fő szempontját!
- Ismertesse a hozzáférés fogalmát mutasson rá példákat is!
- Ismertesse az illesztési irány és mód főbb kérdéseit mutasson rá példákat is!
- Ismertesse a DFMA meghatározását és alkalmazásának előnyeit!
- Ismertesse a DFMA folyamattervét!
- Rajzoljon példát csak szükségszerű illesztésekre!
- Rajzoljon példát szűk tűrések utánállításának elkerülésére!
- Rajzoljon példát rugalmas szerkezeti elemekkel szűk tűrésű szilárd illeszkedések helyettesítésére!
- Rajzoljon példát szerelési összeépítés megkönnyítésére!
- Rajzoljon példát gördülőcsapágyak beépítésére (hódilatáció)!