Segédlet a tokos tengelykapcsoló feladathoz

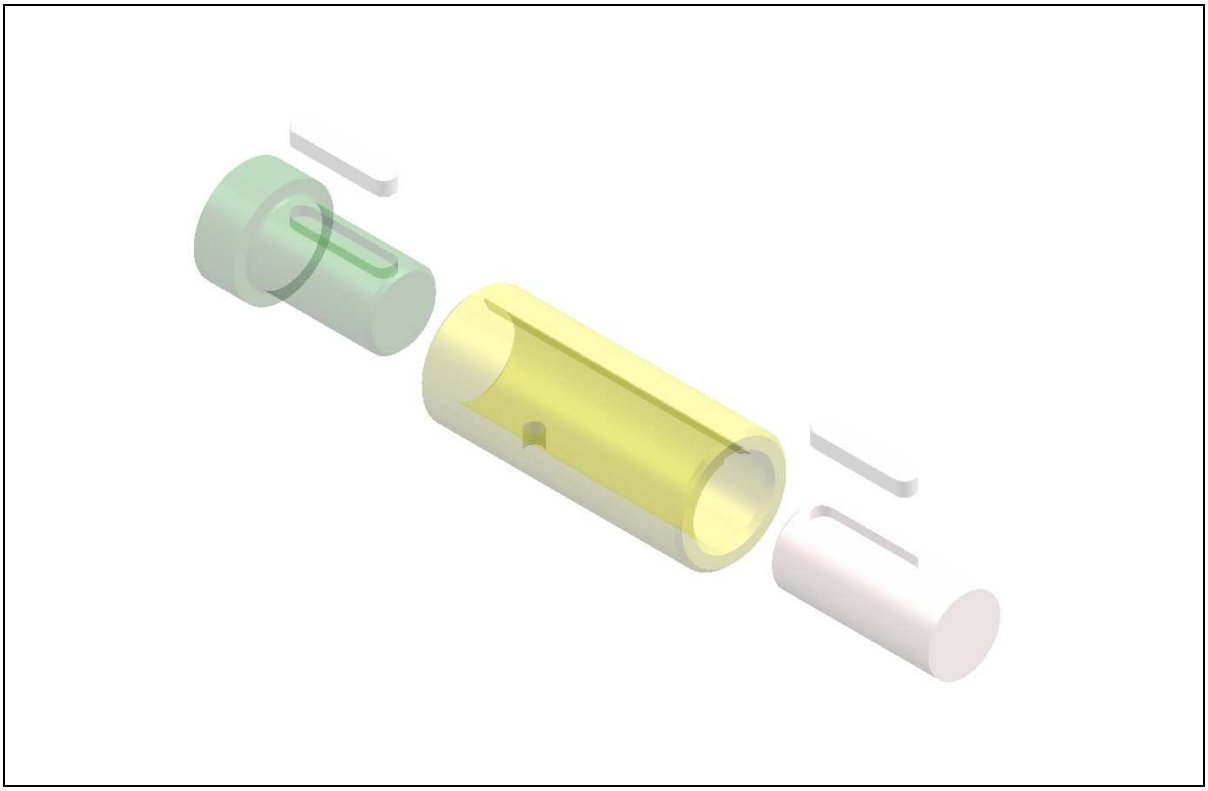
Összeállította:
Dr. Kamondi László egyetemi docens, tanszékvezető, tárgyelőadó
Németh Géza egyetemi adjunktus, tárgyfelelős

Bevezetés

A tengelykapcsolók általában forgó mozgást végző tengelyek között visznek át csavaró nyomatékot. A tokos tengelykapcsoló egy igen egyszerű felépítésű merev tengelykapcsoló. Több típusa létezik, melyek közös jellemzője, hogy csőszerű idommal, un. tokkal kötünk össze két tengelyvéget, továbbá megteremtjük a tengelyvégek és a tok közötti nyomatékátvitel lehetőségét. A tok lehet kétrészes, hasított vagy egybefüggő, a nyomatékátvitel megvalósulhat bordás kötéssel, keresztszeges kötéssel, illetve reteszkötéssel.

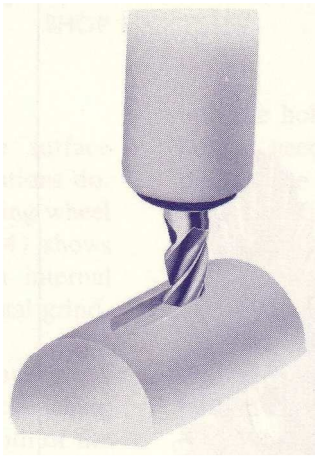
1. A tokos tengelykapcsoló felépítése

A következőkben csak azzal a változattal foglalkozunk, melyben a tok egy csőszerű (egybefüggő) elem, a nyomatékot pedig reteszkötések továbbítják a tok és a tengelyvégek között. Felépítését az 1. ábra mutatja. Látható a tok, valamint a csatlakozó tengelyvégek a reteszekkel.

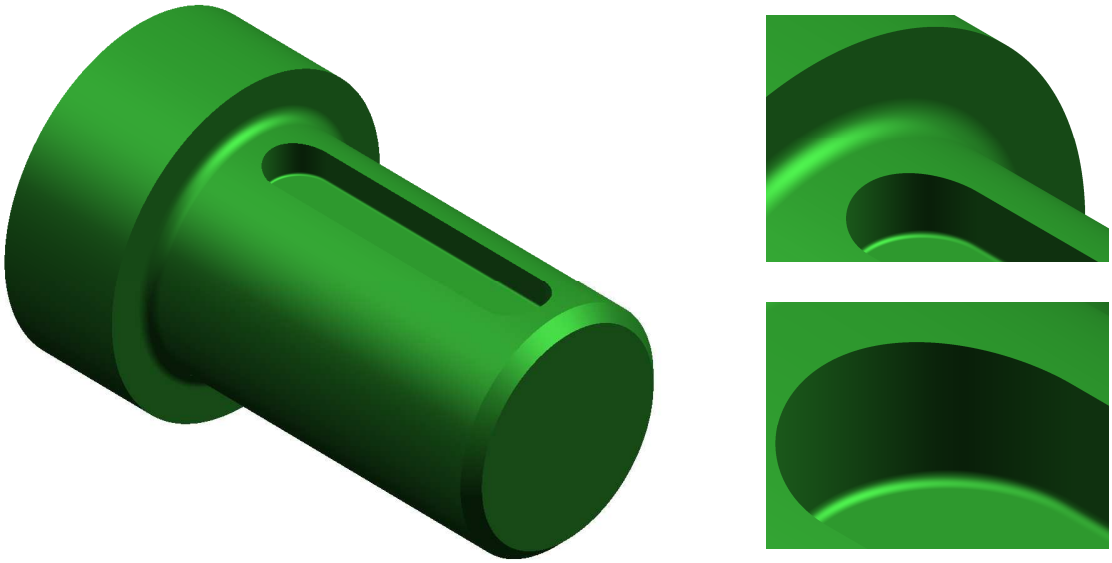


1. ábra. A tokos tengelykapcsoló elemei

Vegyük észre, hogy a tengelyvégek azonos átmérőjűek, bennük a reteszfészkek keresztmetszete és hossza is azonos, és a 4. ábrán látható módon készültek el ujjmaróval.
Az egyik tengelyvég vállal rendelkezik, a másik nem. A 3. ábrán a váll homlokfelülete és a kisebb átmérőjű hengeres felület között körgyűrű-felület látható, ezt váll-lekerekítésnek nevezzük. A tengelyek végein az éleket letörték, így alakulhattak ki a csonkakúp felületek.



2. ábra Reteszfészek kimunkálása tengelyvégen ujjmaróval

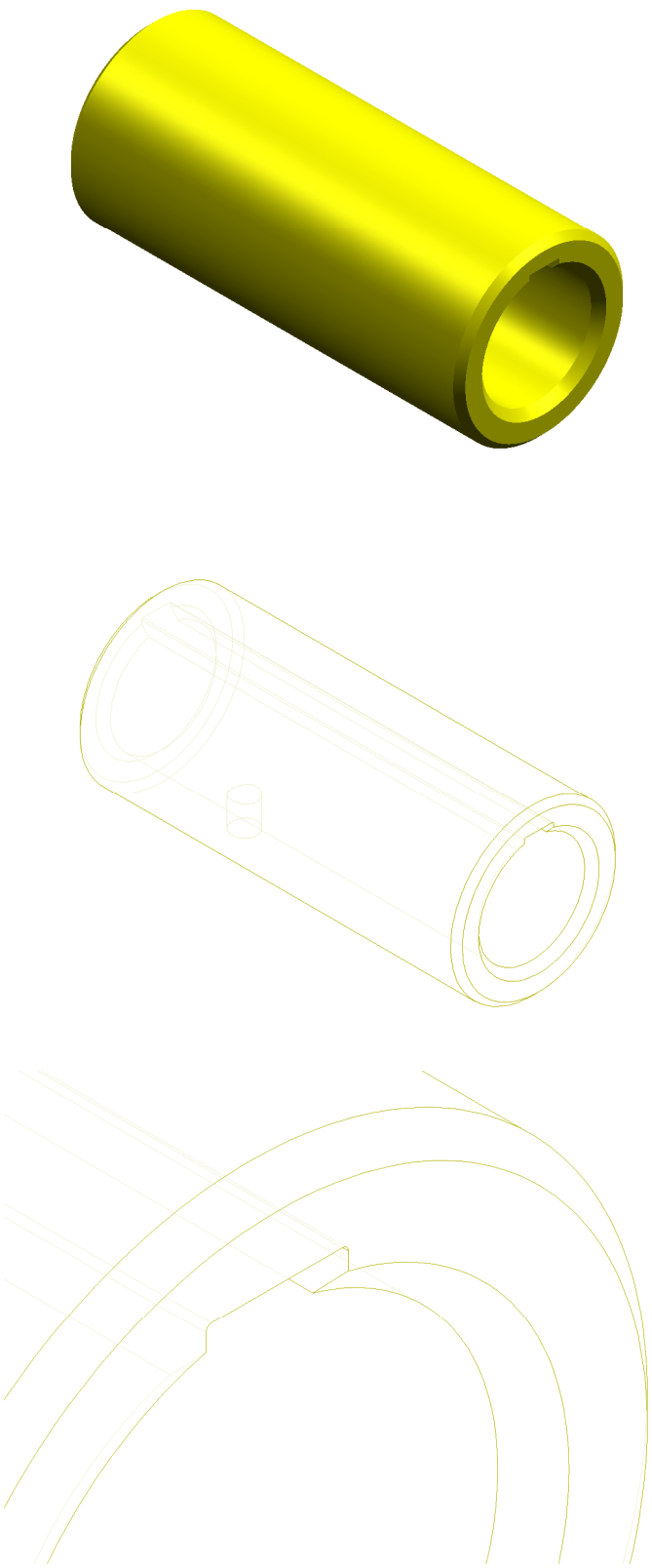


3. ábra Letörés és lekerekítések a vállas tengelyvégen

A reteszfészkeket készítő ujjmaró szerszám a saját éllekerekítését a fészkek fenekére másolja át. A horony feneke és a hengeres végződés között körgyűrű felület alakul ki, a sík oldalfelületek és a szintén sík fenék között pedig hengeres felületek. A 3. ábra kiemelt részletén ez jól látható.
A 4. ábra a reteszek egyikétét mutatja. Ezek eredetileg hasáb alakú elemek, melyeknek mindkét vége félhengerben végződik. A felső és alsó ovális alakú élet 45°-os letöréssel látják el. A letörés mértéke (nagysága) nem lehet kisebb, mint a reteszfészkek fenékélének lekerekítési sugara.

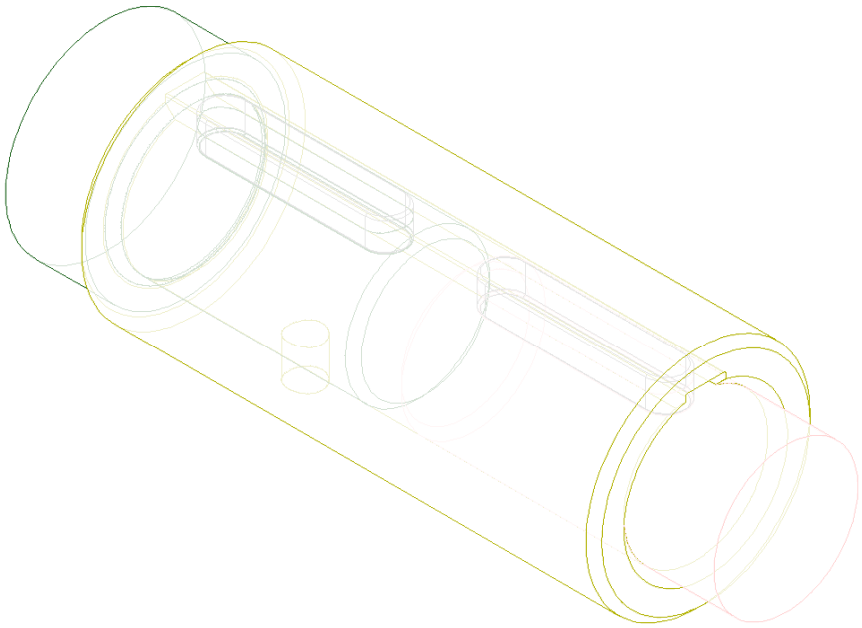
4. ábra A (fészkes) retesz

Az 5. ábra mutatja a tokot. Látható, hogy ez egy furatos henger, a furatban reteszhorony fut végig. A horony vésőgépen készül, feneke szintén lekerekített, az ábrán látható módon. Ezt a lekerekítést a véső szerszám másolja át a horonyra.



5. ábra A tok

A külső és belső hengerpalástok végeit letörték, továbbá egy kis furat is látható közöttük. Erről a furatról később még szólunk.
A tokos tengelykapcsoló összeszerelésével a 6. ábrán látható alakzatokhoz jutunk.



6. ábra Az összeszerelt tokos tengelykapcsoló

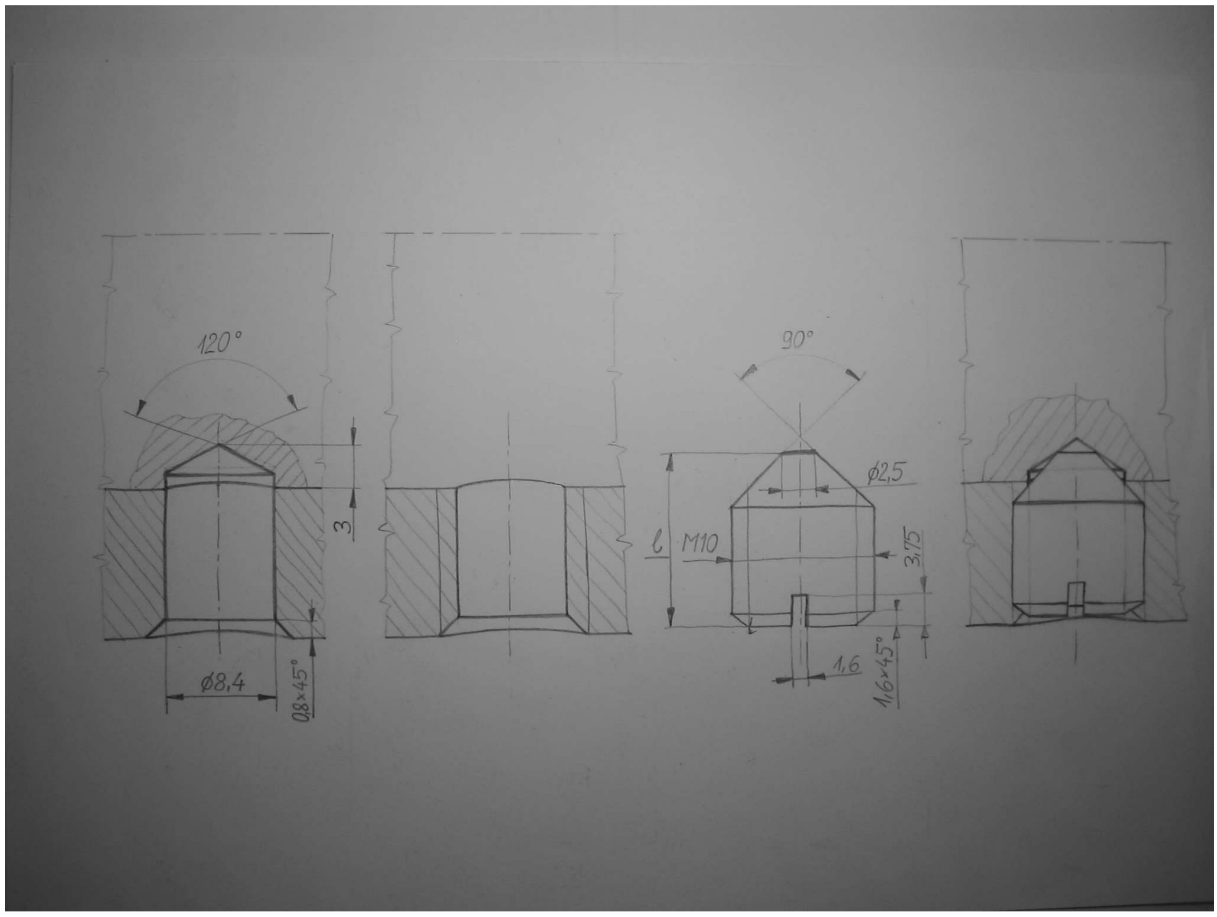
Egy lehetséges szerelési sorrend:

- A rögzített helyzetű vállas tengely reteszfészkébe behelyezzük az egyik reteszt.
- Tengelyirányból (axiális irányból) rátoljuk a tokot. A kis keresztfurat erre a tengelyre essen.
- A kis keresztfurat által vezetett csigafúró szerszámmal belefúrunk a tengelybe, a 7. ábrának megfelelően, létrehozva benne egy 120°-os kúpszögű süllyesztést.
- A tokot lehúzzuk a tengelyvégről, majd a kis furatba menetet fúrunk
- A tokot visszatoljuk a vállas tengelyvégre, a vállon ütköztetjük, majd az axiális elmozdulás ellen kúpos végű hernyócsavarral biztosítjuk
- Belehelyezzük a másik (sima) tengelyvég hornyába a másik reteszt, majd axiális elmozdítással egyesítjük a tokkal.
- Rögzítjük a sima végződésű tengelyt, illetve a tengelyt hordozó csapágyházat vagy gépet.

2. Tengelykapcsoló összeállítási rajzának készítése

Rajzoljunk adott méretű tokos tengelykapcsolót természetes nagyságban! A 8. ábra szerint a tokba benyúló tengelyvégek d átmérője és *l* hossza ismeretében az összeállítási rajz elkészíthető. A tengelyátmérők szabványosak, és az adott átmérőhöz választható tengelyvég hosszúság legkisebb és legnagyobb értékét szintén szabvány írja elő.

-



7. ábra A tok axiális rögzítésének fázisai: a tengely besüllyesztése, menet fúrása a tok furatába, végül a kúpos hernyócsavar kiválasztása és becsavarása

További adatok

A retesz szabványos gépelem. Adott átmérőköz nem vehető fel szabadon a keresztmetszete. Hosszát a tengelyszakasz hossza határozza meg. Hidegen húzott reteszacélból készül, b szélességének tűrése h9, h magasságának tűrése pedig h11.

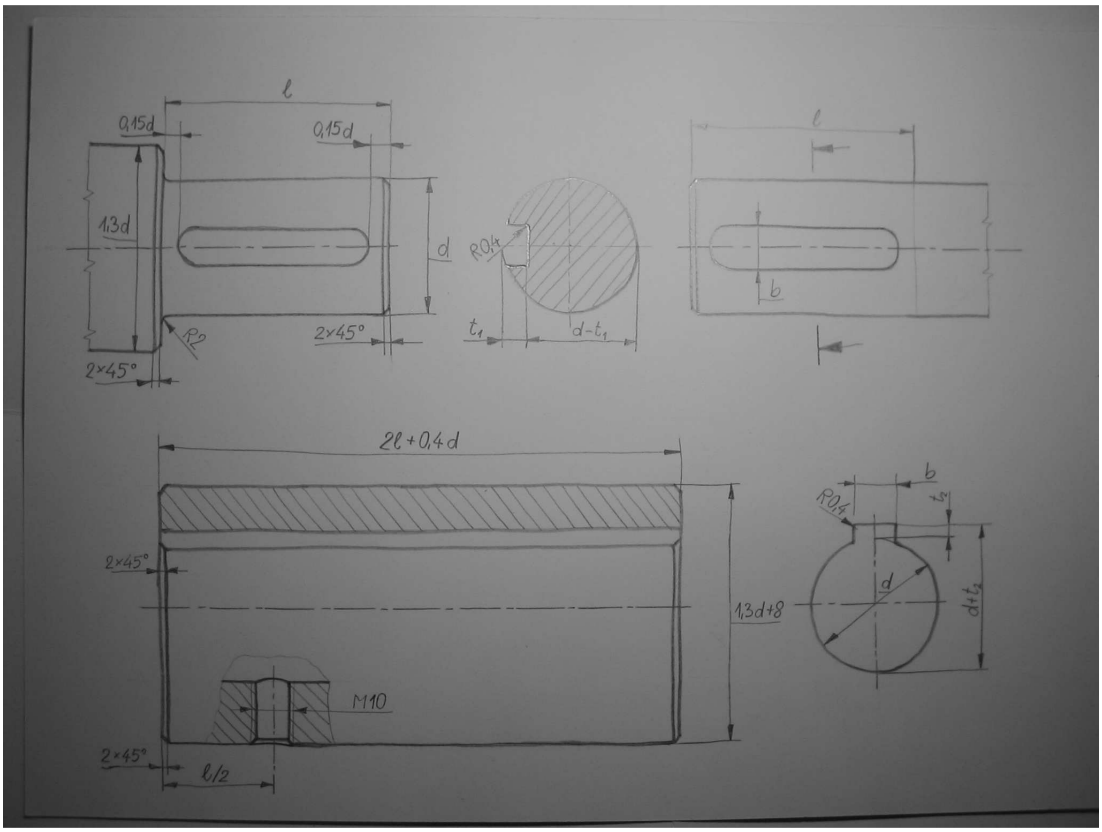
A reteszhorony mélységét a tengelyben illetve a tokban szintén szabvány írja elő. Szabványos kialakítás esetén a retesz felső síkja nem érintkezhet a tok hornyának fenekével.

A kúpos hernyócsavar hornyos vagy belső kulcsnyílású, és csonkakúpban végződik. Szintén szabványos gépelem. Hosszát úgy válasszuk meg, hogy becsavarása után ne álljon ki a tok külső palástfelületéből! Méretei a 7. ábrán láthatók. Az l hosszakat a 10, 12, 14, 16 számsorból válasszuk!

A reteszhornyok lekerekítése és a reteszek élletörése egységesen R0,4 illetve 0,6x45° legyen. A t_1 és t_2 horonymélységek felső határeltérése egységesen +0,2 és az alapeltérésük 0. A tok agyfuratának tűrése H7. A reteszt a honyokban szilárdan illesszük, a horony szélességének tűrése a tengelyen és az agyban egyaránt P9 legyen!

A tengelyek tűrése Ø30-ig j6, Ø32-Ø50 tartományban k6 és e fölött m6 legyen.

A reteszhosszakat a következő számsorozatból válasszuk, az l - 0,3d számítás után: 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140.



8. ábra A tokos tengelykapcsoló fő méretei

Adattáblázat

A feladat jele						a	b	c	d
	d	b	h	t_1	t_2	*l*			
1	25	8	7	4	3,3	42	48	54	60
2	28								
3	30					58	65	72	80
4	32	10	8	5	3,3				
5	35								
6	36								
7	40	12	8	5	3,3	82	92	100	110
8	45	14	9	5,5	3,8				
9	50								
10	55	16	10	6	4,3				
11	60	18	11	7	4,4	105	116	128	140
12	63								
13	70	20	12	7,5	4,9				
14	71								
15	80	22	14	9	5,4	130	142	155	170
16	90	25							

A tengelykapcsoló összeállítási rajzát A3-as méretű rajzlapon készítsük el, az e tervezési segédlet végén található „Emlékeztető” útmutatása szerint.

3. Mintapélda

Legyen a feladat jele 17a, ennek megfelelően az adattáblázat 17. sorából vesszük az adatokat, az l hosszúságot pedig az „a” oszlopból (a táblázat ezt a 17. sort nem tartalmazza). Minden hallgató az első gyakorlati órán kapja meg gyakorlatvezetőjétől az egyéni feladatjelet (pl. 1a, 2a, ..., vagy 16d). A 8. ábrát figyelve az adatokat leírjuk:

d =100 mm	tengelyátmérő,	tűrése m6		
b = 28 mm	retesz szélesség,	tűrése h9		
h =16 mm	retesz magasság,	tűrése h11		
t_1 =10 mm	reteszhorony mélysége		a tengelyben,	tűrése $^{+0,2}_{0}$
t_2 = 6,4 mm			a furatban,	tűrése $^{+0,2}_{0}$
b=165 mm	a tengelyvég hossza			

A retesz hossza

$$l - 0{,}3d = 165 - 0{,}3\cdot 100 = 135 \text{ mm},$$

melyet ajánlott hosszúságra kerekítünk (nem kötelezően)

l = 140 mm legyen a retesz hossza.

Megjegyzés:

1.) *Nem vezetek be új változót, megjegyzem, hogy a retesz hosszát fogom l betűvel jelölni.*

2.) *Mivel a választott reteszhosszúság nagyobb, mint a számított, a tengelyváll és a tengelyvég közelebb kerül a retesz végeihez, mint az eredeti $0{,}15d = 0{,}15\cdot 100 = 15$ mm.*

A tengelyváll átmérője

$$1{,}3d = 1{,}3\cdot 100 = 130 \text{ mm}.$$

A tok külső átmérője

$$1{,}3d+8 = 1{,}3\cdot 100 + 8 = 138\text{mm}.$$

A reteszhornyok kialakítása után a tengelyen, illetve a tokon a következő értékek ellenőrizhetők méréssel:

$d-t_1 = 100-10 = 90$ mm, tűrése $^{0}_{-0,2}$,

$d+t_2=100+6{,}4=106{,}4$ mm, tűrése $^{0}_{-0,2}$.

Az M10-es kúpos hernyócsavar a tok $[(1{,}3d+8)-d]/2 = 19$ mm falvastagságának figyelembevételével 20mm hosszú lesz, és $l/2 = 165/2 \approx 82$ mm-re kerül a tengelyválltól, egyébként a kerület mentén tetszőleges helyre.

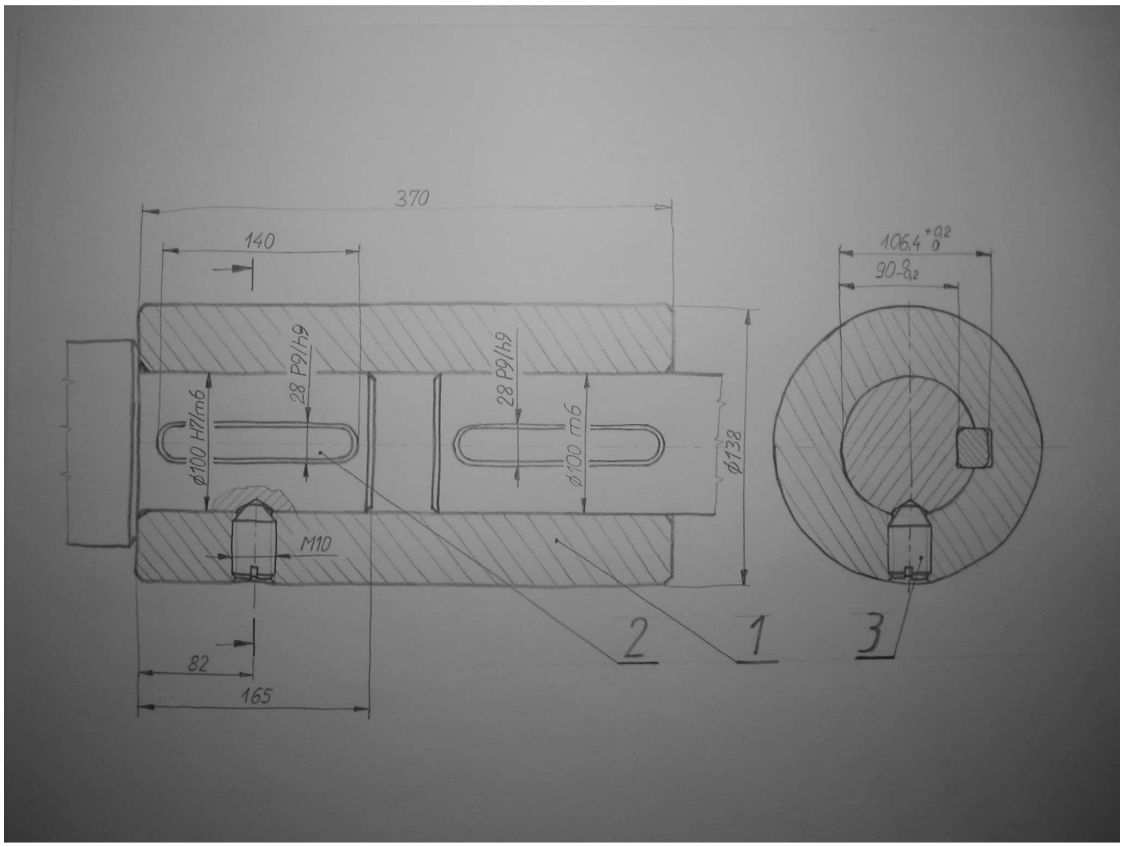
A tok hossza

$$2l + 0{,}4d = 2\cdot 165 + 0{,}4\cdot 100 = 370 \text{ mm}.$$

3. 1. Szerkesztés

A tengelyeket töréssel megszakítva ábrázoljuk, a törésvonal természetesen a tokon kívül legyen! A tokos tengelykapcsolóról készüljön egy teljes hosszmetszeti, továbbá egy keresztmetszeti kép (9. ábra)!

A darabjegyzék a feliratmező fölé kerüljön, a 10. ábra szerint. Ezek is kerüljenek rá az összeállítási rajzra, a jobb alsó sarokba, és töltsük ki az üres mezőket is. A táblázatok szélessége 200 mm, a többi méret már az ábrából adódik.



9. ábra A tokos tengelykapcsoló két képben

3								
2								
1								
Tétel-szám	Db	Megnevezés	Méret	Rajzszám v. szabványszám	Anyag	Db tömeg	Össz tömeg	Megjegyzés

Vetítési mód:	Méretarány: 1:1	Anyag:	Tömeg:
Tárgy: TENGELYKAPCSOLÓ			
Nem jelölt tűrések:	Név: Németh Géza	Neptun kód:	Rajzszám: GSZ10-01

10. ábra A tokos tengelykapcsoló egyszerűsített feliratmezeje és darabjegyzéke

A tengelykapcsoló nagyságából függően a keresztmetszeti kép máshová is kerülhet. A tételszámokat vékony vetítővonalakkal kössük az egyes darabokhoz, és sorba vagy oszlopba rendezzük azokat a rajzon. A tételszámok magassága 7 vagy 10 mm legyen.
Befoglaló méretként meg kell adni a tok hosszát és átmérőjét, illesztett méretként a tengelyek illesztését a tokban. Ezek egyaránt átmeneti illesztésűek, alaplyuk rendszerben megadva. A tok furata H7-es tűrésű, a tengely tűrése viszont az átmérőtől függően, j6, k6, vagy m6. A reteszeket oldalfelületükkel illeszteni kell a reteszhornyokba. A reteszek illesztését alapcsap rendszerben adjuk meg. Szilárd illesztésű retesz esetén mindkét horonyhoz P9/h9 jelű az illesztés.
A csatlakozó tengelyeken kívül csak a tok, a reteszek és a hernyócsavar alkotja az összeállítási rajzot. A reteszből 2 db van. Az alkotórészek közül a retesz és a hernyócsavar szabványos gépelem, szabványszámukat is meg kell adnunk. Az anyagminőség szintén a darabjegyzékbe kerül. A tömeget az anyagminőség és a méretek ismeretében számíthatjuk.

3. 2. A tokos tengelykapcsoló terhelhetősége

A tengelyek általános rendeltetésű szerkezeti acélból készüljenek, anyaguk jele Fe 490-2.
Az MSZ 500 szabvány szerint ennek az anyagnak a folyáshatára az átmérő függvényében

	$16 < d \leq 40$	$40 < d \leq 63$	$63 < d \leq 80$	$80 < d \leq 100$
R_{eH} [MPa]	285	275	265	255

A megengedett felületi nyomás pedig $p_{meg} = 80 \ldots 100$ MPa.
A tok készüljön lemezgrafitos vasöntvényből, Öv 200 anyagminőséggel. A számunkra érdekes anyagjellemzők a megengedett csúsztató feszültség és a megengedett felületi nyomás.
$\tau_{meg} = 30$ MPa és $p_{meg} = 50$ MPa
A retesz anyagára az MSZ 189-es szabvány azt írja elő, hogy folyáshatára legalább $R_{eh} = 590$ MPa legyen. Ennek a feltételnek több anyag is eleget tesz, válasszuk az Fe 590-2 jelűt. Erre az anyagra a megengedett felületi nyomás $p_{meg} = 80 \ldots 100$MPa.

Milyen igénybevételt kapnak a tengelyek, a tok és a reteszek?

A tengelyek és a tok igénybevétele csavarás. A reteszek és a velük érintkező horonyfelületek igénybevétele felületi nyomás.
Egy beépített tengelykapcsoló működése közben nyomatékot visz át. Az átvihető nyomaték ismert anyagminőség és ismert méretek mellett számítható a tengelyekre, a tokra és a reteszkötésekre. Számítsuk ki mindhárom esetben ezt a nyomatékot. A tengelykapcsolóval átvihető legnagyobb csavarónyomatékot az előbbi három érték legkisebbje adja.

a.) Tengely terhelhetősége csavarás szempontjából
Igénybevétel: csavarás
Fellépő feszültség típusa: csúsztató feszültség
Biztonsági tényező: $n = 2 \ldots 3$

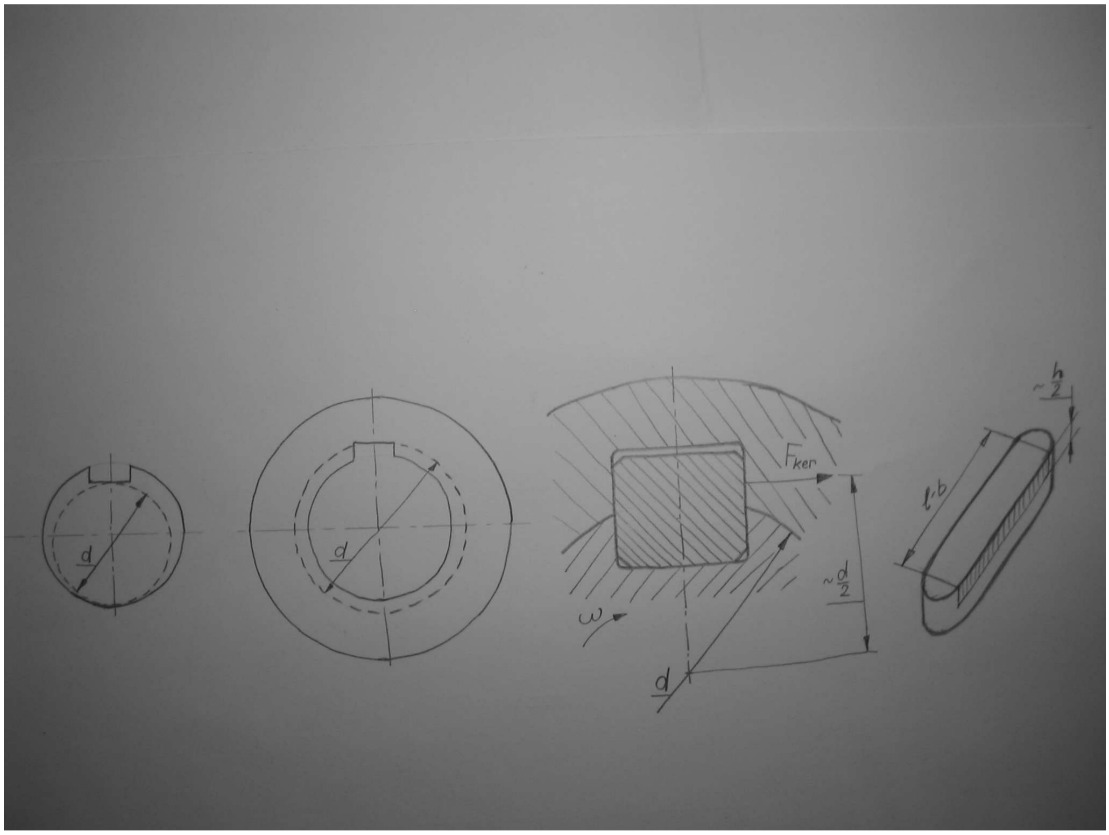
Megengedett csúsztatófeszültség: $\tau_{meg} = \frac{R_{eH}}{\sqrt{3} \cdot n}$, (von Mises elmélet szerint)

$$\tau_{\max} = \frac{M_{cs}}{K_p},$$

$$\tau_{\max} \leq \tau_{meg},$$

határesetben $\tau_{meg} = \frac{M_{cs\,meg}}{K_p}$.

$M_{cs\,meg} = \tau_{meg} \cdot K_p$, ahol $K_p = \frac{d^3\pi}{16}$ a tengely poláris keresztmetszeti tényezője. A figyelembe vett d átmérő legyen a reteszhoronnyal gyengített értékű, amint a 11. ábra mutatja.



11. ábra A szilárdsági számításoknál figyelembe vett tengely- és agyátmérők, valamint a retesz érintkező felülete

d – t_1= 100 – 10 = 90 mm

$$K_p = \frac{d^3\pi}{16} = \frac{90^3 \cdot \pi}{16} = 143\,000\ mm^3$$

n = 2, R_{eH} = 255 MPa felvételével

$$\tau_{meg} = \frac{R_{eH}}{\sqrt{3} \cdot n} = \frac{255}{\sqrt{3} \cdot 2} = 73{,}6\ MPa$$

$$M_{cs\,meg\,1} = \tau_{meg} \cdot K_p = 73{,}6 \cdot 143\,000 \approx 10\,500\,000\ Nmm = 10\,500\ Nm$$

b.) A tok terhelhetősége csavarás szempontjából

Itt is csúsztatófeszültség lép fel, megengedett értéke ismert: τ_{meg} = 30 MPa .

$$M_{cs\,meg} = \tau_{meg} \cdot K_p, \text{ ahol } K_p = \frac{\left(D^4 - d^4\right)\pi}{16D}$$

A belső átmérőt $d + 2t_2 = 100 + 2 \cdot 6{,}4 = 113$ mm értékkel vesszük figyelembe, a 11. ábra szerint.
D = 138 mm
d = 113 mm

$$K_p = \frac{\left(D^4 - d^4\right)\pi}{16D} = \frac{\left(138^4 - 113^4\right)\pi}{16 \cdot 138} = 284\,000\ mm^3$$

$$M_{cs\ meg\ 2} = \tau_{meg} \cdot K_p = 30 \cdot 284\,000 \approx 8\,500\,000\ Nmm = 8\,500\ Nm$$

c.) A reteszkötés terhelhetősége
Igénybevétel: felületi nyomás (Nyírás is van, de nem az a mértékadó.)

Megengedett értéke:	reteszen	p_{meg} = 80 MPa
	tengely hornyán	p_{meg} = 80 MPa
	a tok hornyán	p_{meg} = 50 MPa

Látható, hogy a tok anyaga bírja a legkisebb felületi igénybevételt, ezért elegendő ezzel számítani az átvihető csavarónyomatékot. A számítások során bizonyos elhanyagolásokkal élünk. A 11. ábra szerint a tok hornyával érintkező felület nagysága $A = \frac{h}{2}(l - b)$, hiszen a retesz végén lévő hengeres felületek nem érintkezhetnek a tokban lévő egyenes horony felületével. Így a felületi nyomás

$$p_{\max} = \frac{F_{\ker \max}}{A},$$

$$p_{\max} \le p_{meg},$$

határesetben $p_{meg} = \frac{F_{\ker meg}}{A}$,

ebből

$$M_{cs\ meg} = F_{\ker meg} \cdot \frac{d}{2} = A \cdot p_{meg} \frac{d}{2} = \frac{h}{2}(l - b) p_{meg} \frac{d}{2},$$

$$M_{cs\ meg} = \frac{h(l - b)d}{4} p_{meg},$$

behelyettesítve az adatokat
h = 16 mm b = 28 mm
l = 140 mm választott reteszhossz
p_{meg} = 50 MPa
d = 100 mm

$$M_{cs\ meg\ 3} = \frac{h(l - b)d}{4} p_{meg} = \frac{16(140 - 28)100}{4} 50 \approx 2\,240\,000\ Nmm = 2\,240\ Nm$$

A tengelykapcsolóval továbbítható csavarónyomatékot az előbbi három érték legkisebbje adja.

$$M_{cs\ meg} = \min\left(M_{cs\ meg\ 1}, M_{cs\ meg\ 2}, M_{cs\ meg\ 3}\right)$$

A tengely $M_{cs\ meg\ 1} = 10\,500\ Nm,$
a tok $M_{cs\ meg\ 2} = 8\,500\ Nm,$

és a reteszkötés $M_{cs\ meg\ 3} = 2\ 240\ Nm$ nyomaték átvitelére képes, melyből látható, hogy *a mértékadó terhelést a reteszkötés határozza meg, és ennek értéke* $M_{cs\ meg} = \underline{\underline{2\ 240\ Nm}}$.

4. Emlékeztető

1 A **jegyzőkönyv** egy A4-es méretű, címlappal ellátott és összefűzött dokumentum, mely tartalmazza a feladat rövid leírását, a kiinduláshoz felhasznált adatokat, a számítások pontokba szedett részletes ismertetését, képleteket és behelyettesített értékeket, magyarázó ábrákat, a számított eredményeket táblázatos formában összefoglalva, valamint a számításokból levont következtetéseket. A jegyzőkönyvet törölhetetlen írással kell készíteni, dátummal ellátni és a végén aláírással hitelesíteni. Tartalmazzon irodalomjegyzéket, melynek tételeire a szövegben szögletes zárójelbe tett számokkal hivatkozunk.

2 Az **alkatrészrajz** egyetlen alkatrésznek a szükséges számú vetülettel (nézettel és metszettel) ábrázolt képe. El kell látni az összes, gyártáshoz és ellenőrzéshez szükséges mérettel és tűréssel, technológiai előírással. A méréthálózatot a gyártási bázis kijelölésével építsük fel, nyersen maradó felülettől ne adjuk meg furatnak vagy más kialakításnak a helyzetét. Az alkatrész befoglaló méreteit kötelező megadni, a kiemelt felületi érdességi jel se maradjon el, a tűrésezett méretek tűrésértékeit ki kell gyűjteni mm mértékegységgel. Legkisebb szabványos rajzméret az A4-es (területe 1/16 m^2, az oldalak aránya $\sqrt{2}$), általában álló helyzetű és a feliratmező a 210-es oldalra kerül. Nagyobb rajzokon pedig, ahol az oldalak aránya szintén $\sqrt{2}$, általában a 210-zel osztható oldalra. Több kisebb méretű alkatrészrajz A1-es gyűjtőlapra összevonható, az egyes rajzok kereteinek meghagyásával. Gyűjtőlapon a rajzok olvasásának iránya azonos legyen.

3 Az **összeállítási rajz** egy gép, vagy szerkezeti egység rajza, mely minden egyes alkatrészt megmutat. Kiderül belőle az egyes alkatrészek szerepe, a szerkezet működése. Az egyes alkatrészeket tételszámok azonosítják, és a feliratmező fölé helyezett darabjegyzék közli megnevezésüket, valamint legfontosabb jellemzőiket. A darabjegyzék készülhet külön A4 nagyságú lapon is, de ekkor a feliratmező a külön lapra is megrajzolandó. A tételek felsorolásának ajánlott rendje: alulról fölfelé. Először a nagyobb öntött és forgácsolt darabok, majd a kisebbek, aztán a kereskedelmi, de nem szabványos alkatrészek, végül a szabványos alkatrészek kerüljenek a darabjegyzékbe. Ne felejtsük el az egyes tételek tömegét feltüntetni, összegüket pedig a feliratmező megfelelő rovatába beírni. A tételszámokat a rajzon rendezetten (sorban vagy oszlopban, egymástól azonos távolságban), de nem sorrendben kell elhelyezni. Meg kell adni a szerkezet befoglaló méreteit, a méretezés vagy ellenőrzés miatt fontos alkatrészek fő méreteit, az egymással azonos névleges mérettel csatlakozó alkatrészek méretét és illesztését (pl. *ϕ32 H7/u6, ϕ40 H7/s6, 12P9/h9, ϕ25 H7/k6, ϕ25 H8/h7, ϕ42 H10/d10, ϕ50 H11/a11*, az illeszkedés jellegétől függően, és általában alaplyuk-rendszerben. A tényleges tűrésértékek feltüntetése <mm-ben> csak az alkatrészrajzokon szükséges.) A rögzítés és működtetés szempontjából fontos csatlakozó méreteket (és tűréseiket) is meg kell adni.

4 A **méretarány** lehetőleg M 1:1 legyen, vagyis természetes nagyságban ábrázoljuk a gépeket és elemeiket. Egy gépelemen található kisebb bemunkálások bemutatására szolgál a kiemelt részlet, amely azonosításakor meg kell adni a nagyítás mértékét is. Az áttekinthetőséget segítjük, ha A1-es méretű rajznál nagyobbat nem használunk. Ha az összetartozó vetületek külön lapra kerülnek, gondoskodni kell a vetületek azonosításáról. Meg kell jelölni, hogy hol található a kijelölt vetület, illetve azt is, hogy melyik lapon jelöltük ki a vetületképzést.

5 A **méretezés** szűkebb értelemben egy gép vagy gépelem alakjának és méreteinek meghatározását jelenti. Annak érdekében végezzük (a terhelés, az anyagjellemzők és az előírt biztonság ismeretében), hogy a gépelem vagy gép az előírt műszaki jellemzőknek tartósan megfeleljen. A tervezési gyakorlatban előfordul még az ellenőrzés (a biztonsági tényezőt számítjuk), az anyagválasztás (a

szükséges anyagjellemzőt számítjuk) és a terhelhetőség meghatározása (az anyagjellemző, a biztonság, az alak és méretek ismeretében).

Irodalom

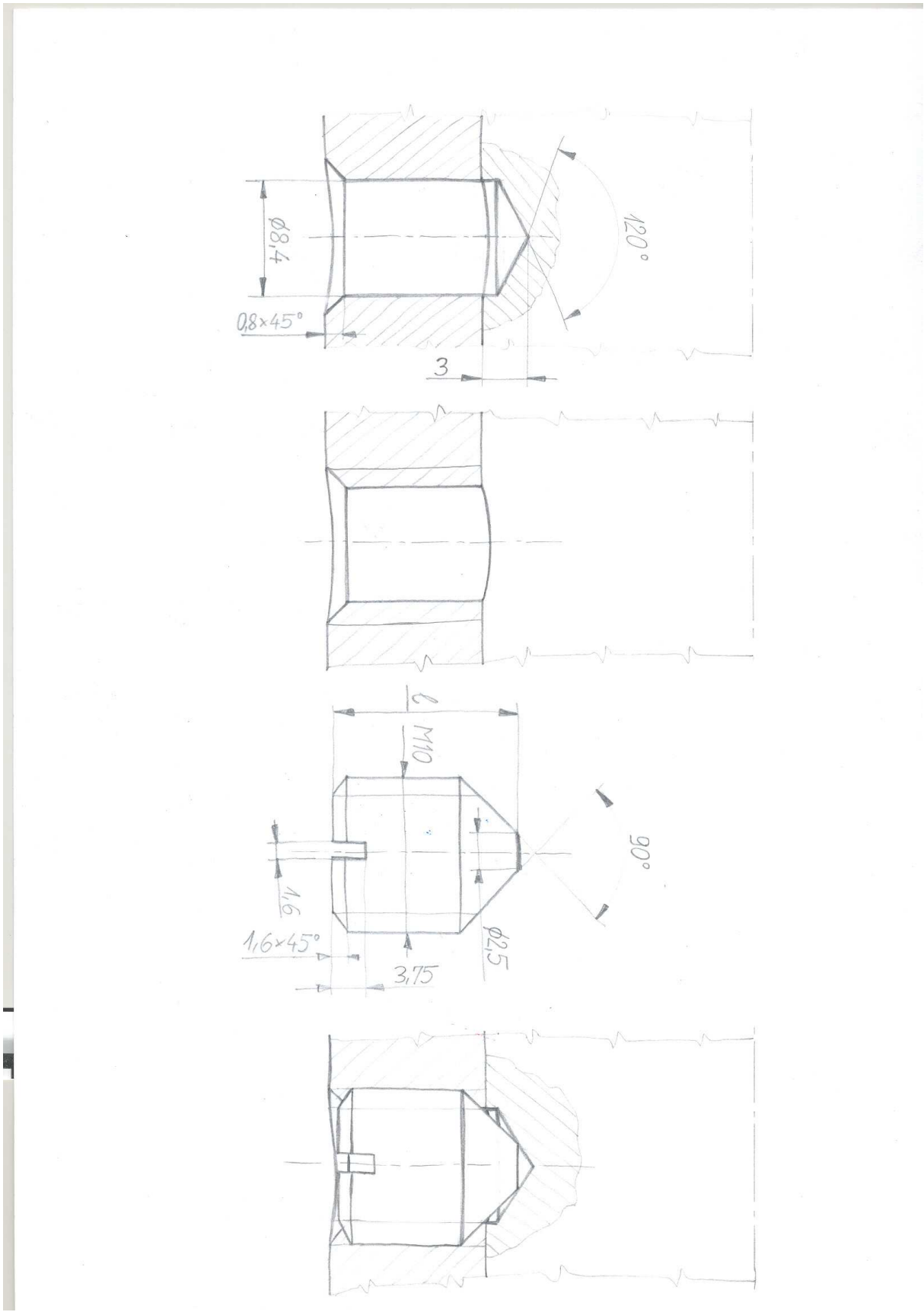
[1] Nagy, G. (ed.): **Gépszerkesztési atlasz**. GTE – ME Gépelemek Tanszéke, Budapest, 1991.
[2] Szente, J. – Tóth, O.: **Géprajz segédlet**. Tankönyvkiadó, Budapest, 1995.
[3] Szendrő, P. (ed): **Gépelemek**. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 2007.

Miskolc, 2010. február 05.

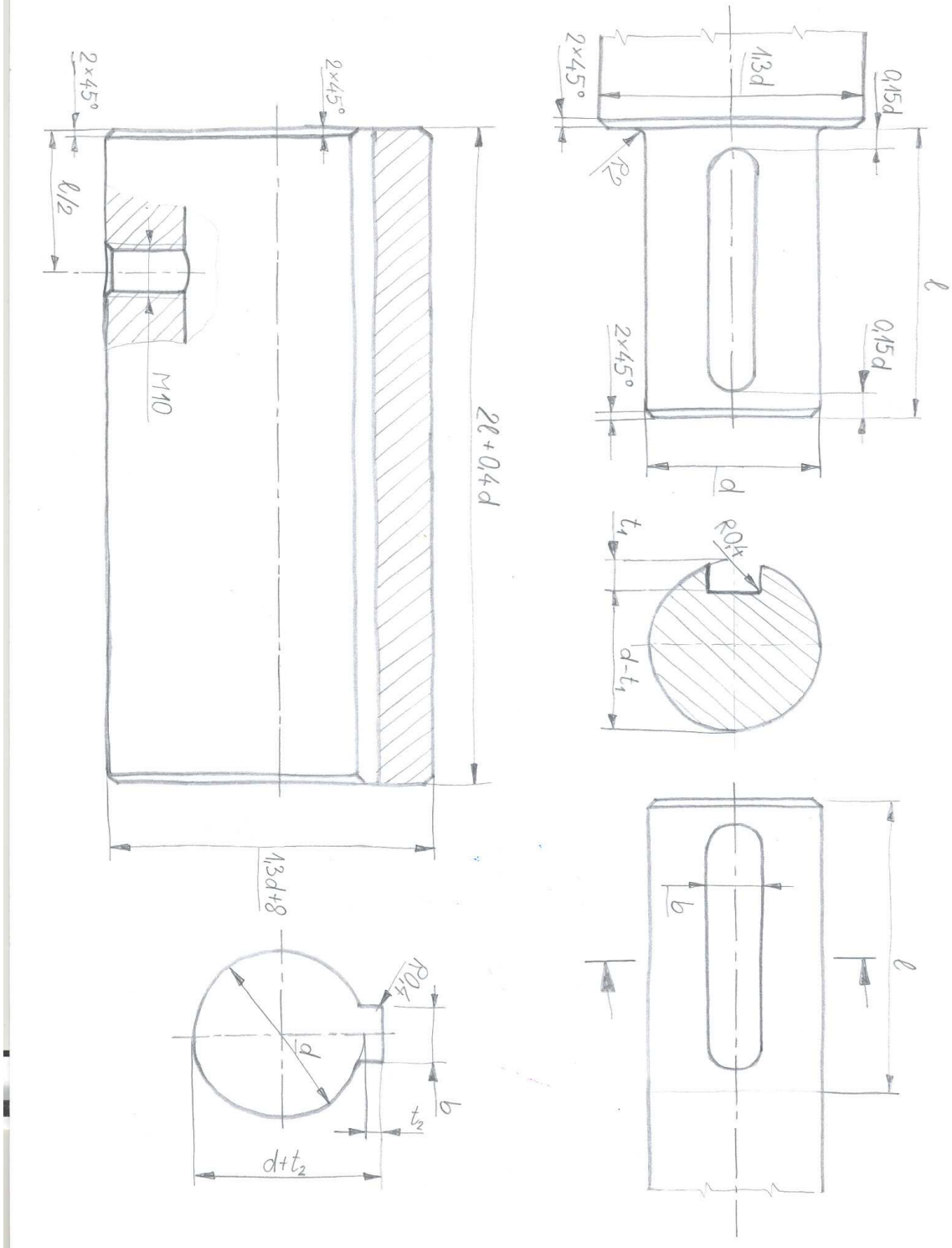
Németh Géza
egyetemi adjunktus,
tárgyfelelős

Dr. Kamondi László
tanszékvezető, egyetemi docens,
tárgyelőadó

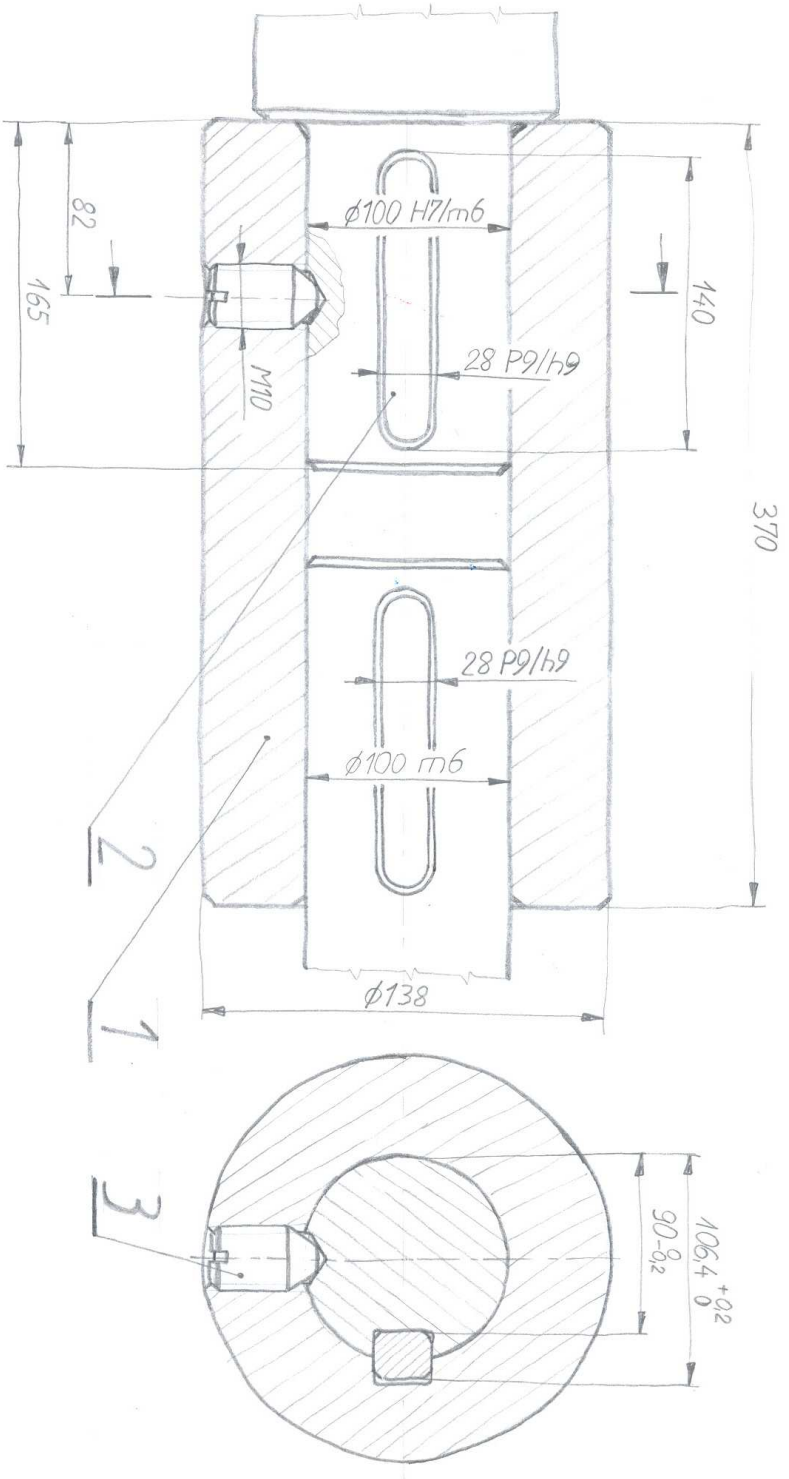
Hernyócsavar környezetének előkészítése



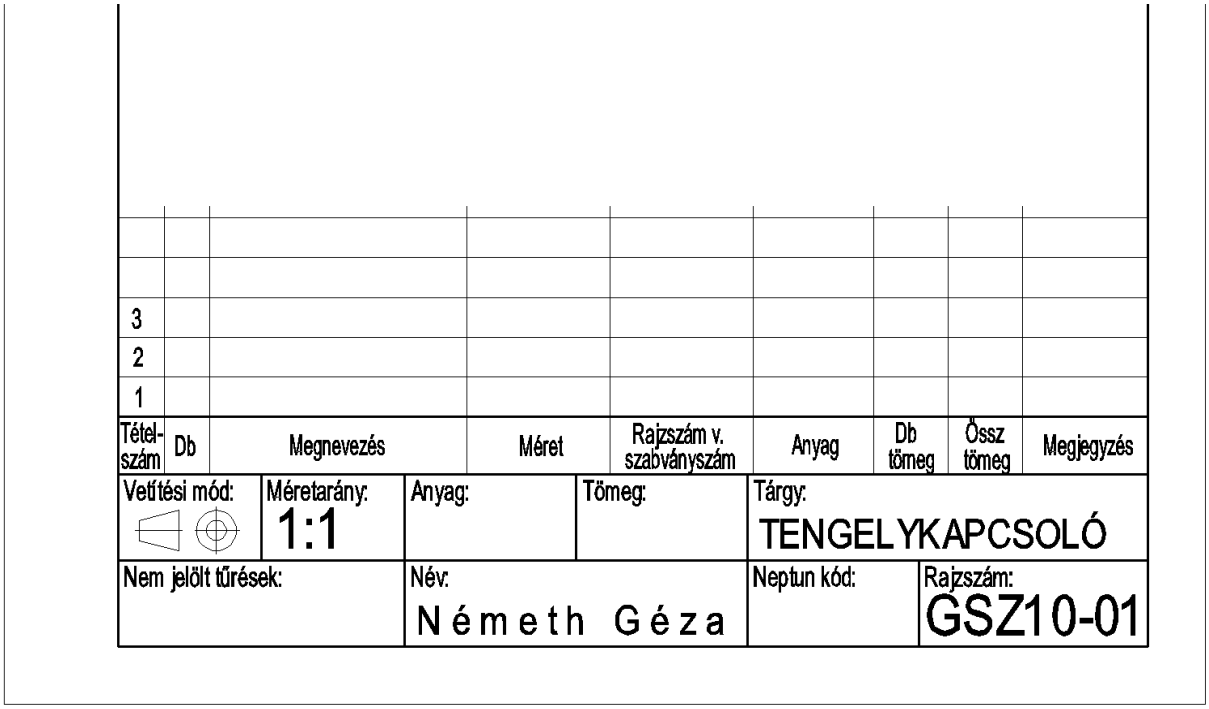
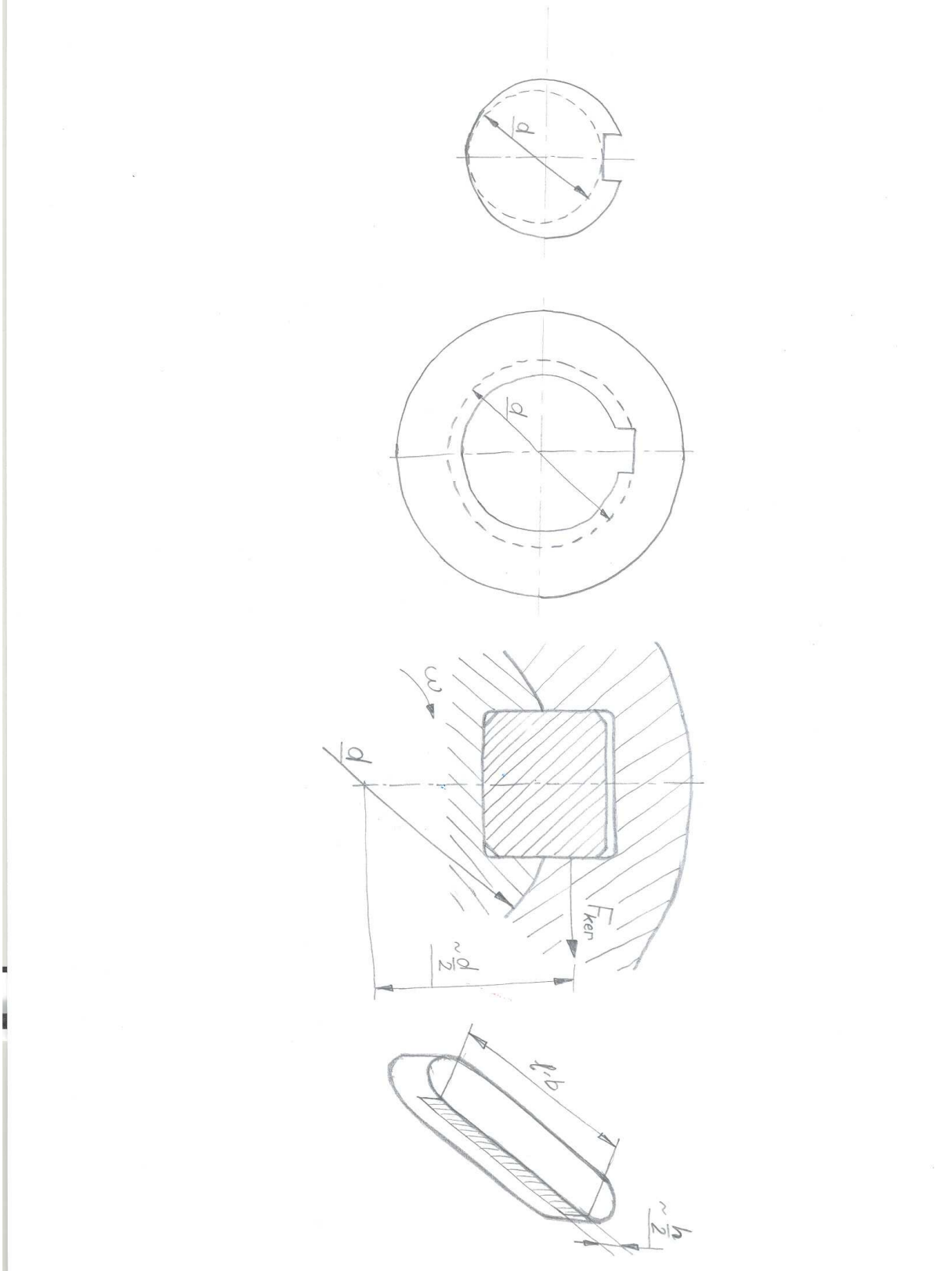
A tokos tengelykapcsoló elemeinek paraméterezett méretei



Mintapélda a tokos tengelykapcsoló szerkesztéséhez



A szövegmező és darabjegyzék elhelyezése a rajzon



A retesz méreteinek hatása a tengely és tok méretére az igénybevételek meghatározásához