

POLIURETÁN RUGÓK

TERVEZÉSI SEGÉDLET



Bevezető

A PEMŰ Műanyagipari Rt. hagyományos termékei között kiemelkedő szerepet foglalnak el a poliuretán rugók.

A tervezési segédletben ismertetjük a rugók felhasználási lehetőségeit, az alkalmazási példákat, a tervezéshez szükséges számítási példákat, valamint tájékoztatást adunk az alapanyagok fizikai és mechanikai tulajdonságairól és vegyszerállóságáról.

Alkalmazások

A mélyhúzó, stancoló és alakító technikában, főleg a stancolásra szolgáló szerszámok készítésénél kiterjedten alkalmaznak kúpos, tányér, tekercs és gyűrűs acélrugókat a darab rögzítésére vagy kidobására.

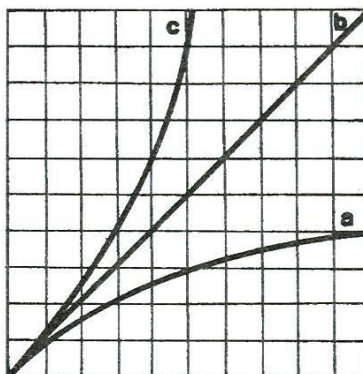
Fáradási töréseknél a rugós gyűrűk beleeshetnek a szerszámba és ott nagy, sok költséget jelentő károkat okozhatnak. Ez volt a fő oka annak, hogy acélrugók helyett igyekeztek elasztikus anyagokat alkalmazni. Olyan anyagot kellett keresni, amely biztosítja az acélrugók jellemzőit, de kiküszöböli azok hátrányait.

Ilyen alkalmas anyag az elasztomerek között található.

A gyakorlatban a rugókat a rugókarakterisztikával szokták jellemezni.

Degresszív karakterisztika esetén a rugóút növekedésével csökken a „P” rugóerő. Lineáris a rugó karakterisztikája, ha a rugóút és a rugóerő egyenesen arányos.

Progresszív karakterisztikánál viszont meredekebben emelkedik, mint a rugóút (1. ábra).



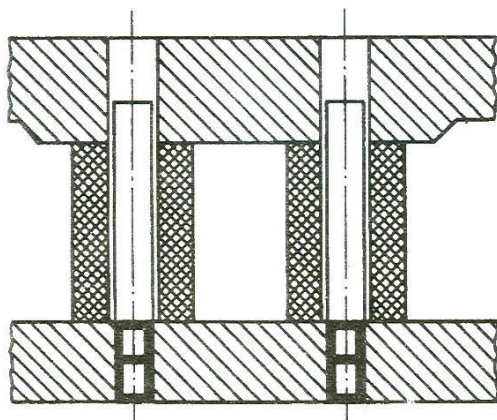
1. ábra rugókarakterisztikák összehasonlítása

- a) degresszív (eső) karakterisztika.
- b) lineáris (egyenes)
- c) progresszív (emelkedő)

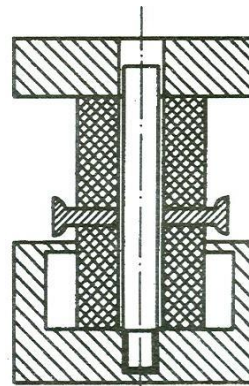
Elasztomereket alkalmazva rugóként az anyag Shore keménysége dönti el, hogy rugóútra vagy rugóerőre tervezett rugót kívánunk-e alkalmazni.
A gyakorlati tapasztalatok alapján háromféle Shore keménységgel igen széles alkalmazási tartomány igényt lehet kielégíteni.

Ezek a keménységek: 80 Shore A, 90 Shore A és 95 Shore A.

A csavarrugóknál és tányérrugóknál szokásos blokkhosszra az elasztomer rugóknál nincsen szükség. Az elasztomer rugóknál a teljes terheletlen rugóhossz 20-30%-át engedjük meg rugóútnak. A 30%-nál magasabb terhelés - egyedi esetekben - nem rongálja a szerszámot, mint az acélrugóknál, de az elasztomer rugó gyorsabban fog elfáradni.
Az elasztomer rugók előfeszítését a megengedhető rugóerő 8-10%-ával kell kalkulálni.



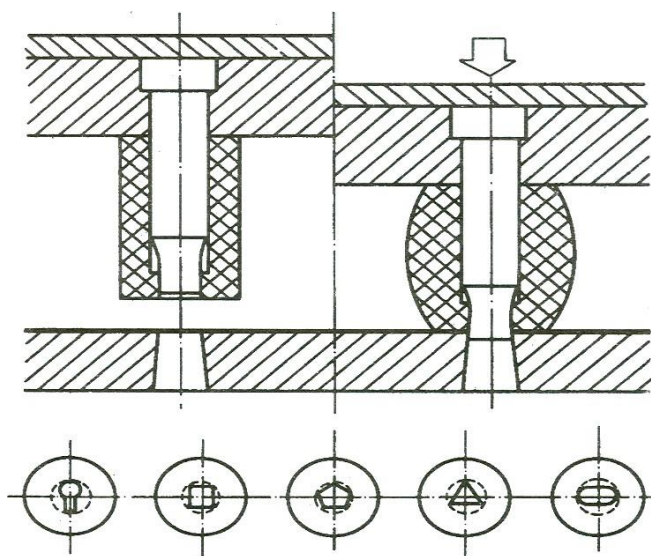
2. ábra
Párhuzamos kapcsolás



3. ábra
Soros kapcsolás

Megjegyzés: A rugóelemek soros kapcsolása esetén a rugó utak összeadódnak, a rugóerő azonos marad. (3.ábra)

A rugóelemek párhuzamos kapcsolása esetén a rugóerők adódnak össze, a rugóút marad azonos. (2.ábra)



Rugó megvezetési módok

4. ábra

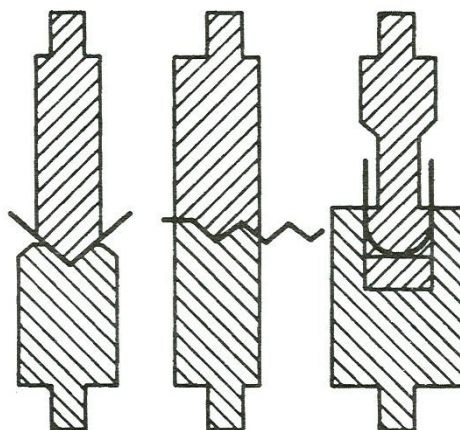
Lemezformálás sajtóban PU elasztomer matricával.

Gyakorlatilag minden iparágban használnak alakító-sajtókat a finomlemezek dekorációs célból való alakításától a vastag lemezek hajlításig.

A sajtolási technológiában alkalmazható **PU** elasztomerek jellegüket tekintve egészen új szerkezeti anyagoknak számítanak.

Tulajdonságaik egyedülálló kombinációja, kitűnő terhelésállóságuk, terhelt állapotban való csekély kihasadásuk, a továbbrepedés elleni kitűnő ellenállásuk, kopásállóságuk, olajállóságuk, valamint kiváló elasztikus tulajdonságaik kitűnő feltételeket teremtenek ezen anyag matricaként történő felhasználására.

Az 5. ábra a patrica és a matrica elrendezését mutatja.



5. ábra

Ezt a szerszámot a 6. ábrán bemutatott termékek sajtolására használják.



6. ábra

Formatényező:

Formatényezőnek nevezzük, a terhelt felület arányát, a teljes szabad felülethez, amely a terhelés hatására kidagadhat. Egy 1 cm él hosszúságú kocka formatényezője - feltételezve, hogy a kocka terhelés alatti deformálódását semmi sem akadályozza - 1 cm² osztva a 4 cm²-rel, tehát 0,25.

Amennyiben ezt a kockát kettévágjuk úgy, hogy azok alsó, illetve felső felülete 1-1 cm², de magassága csak 1/2 cm, kapott résztestek formatényezője 1 cm² osztva 2 cm²-rel, tehát 0,5.

Ezen példák világosan mutatják a konstruktőr lehetőségét: a deformálódó szabad felület csökkentése, növeli a formatényezőt és növeli a test ellenállóságát a deformációval szemben.

Másként kifejezve, a PU elasztomerek nyomásállósága nő, ha a szabad felületeket - melyek kitérhetnek a nyomás hatására - csökkentjük.

Érdekes módon a különféle keménységű típusok nyomás deformáció görbéit, a formatényező módosításával, részben fedésbe lehet hozni.

A patrica behatolási mélysége:

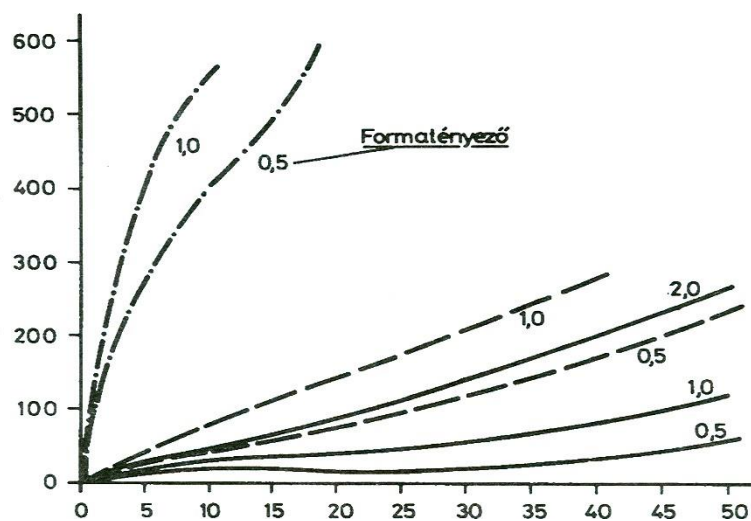
A tapasztalat azt mutatja, hogy a lehetséges legnagyobb deformáció, amely még ésszerű élettartamot biztosít, 30% körül van.

Durva szabályként elfogadható, hogy a matrica vastagsága legyen legalább a háromszorosa a patrica behatolási mélységének.

A matrica felső felülete legyen kétszerese a patrica vetített felületének a legmélyebb behatolások síkjában.

A 7. ábra diagramja igazolja ezt a gyakorlati szabályt:

Nyomóterhelés kg/cm²



nyomás hatására fellépő deformáció %

7. ábra

A PU elasztomerek keménysége

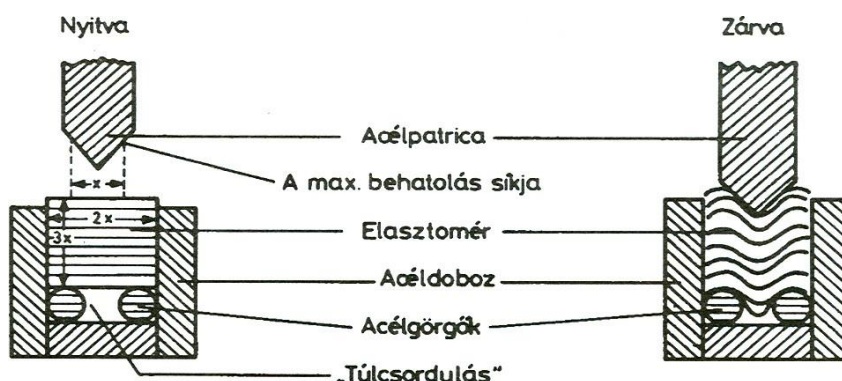
Minél keményebb az elasztomer, annál kisebb általában a matrica deformációja a patrica nyomása következtében. Ez megnöveli a matrica élettartamát.

Ez az oka annak, hogy az e célra használt elasztomereket általában 90-95 Shore A keménységi beállításban alkalmazzák.

A patrica által kifejtett terhelés hatása alatt az elasztomerek úgy viselkednek, mint a nyomás alá helyezett folyadékok. Az elasztomer matricát ezért egy tartályban - acéldobozban - kell tartani. Az acéldoboz és az elasztomerpárna konstrukciója teszi lehetővé maximális alakítási tényező elérését.

Figyelembe kell venni, hogy a „túlsordulás” felvételére a dobozban némi biztonsági térfogat álljon rendelkezésre, ha azt a patrica terheli.

A 8. ábra mutatja ezt a „túlsordulást”, illetve a matrica relaxációját.



8.

ábra

Rugóelemek méret táblázata:

A 80 Shore A keménységű rugókhöz -	PUA 80A (piros)
A 90 Shore A keménységű rugókhöz -	PUA 90A (kék)
A 95 Shore A keménységű rugókhöz -	PUA 95A vagy PUA 50 D (zöld)

A közölt termék választék alapján a konkrét megrendelést az alábbiakban közöltek alapján kérjük elkészíteni:

D (mm)	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
d (mm)	6,5	8,5	8,5	13,5	13,5	17	17	20	21	27
h (mm)	340	340	340	500 és 340	500 és 340	500	500	500	500	500

Mérettűrés: A termékek mérettűréseinek megválasztásánál irányadók az DIN 7715 sz. szabvány 1. sz. táblázatában szereplő P 3 fokozat értékei.

Megrendelési példa:

D= 16 mm külső átmérőjű, d=6,5 mm belső átmérőjű
h= 340 mm hosszúságú és
PUA 80A anyagú rugóelemet

Ø 16/6,5 x 340 mm PUA 80A rugó meghatározással rendeljük.

PEMŰ Rt. Vulkollán üzem
2083 Solymár, Tersztyánszky út. 89.

telefon:26/561-257, 30/608-0492
email:tibor.lakatos@pemu.hu

A megrendelési példában közölt PU jelzés a poliuretán megnevezést jelenti, az A betű pedig az Adiprene anyagmegjelölés rövidítése. A számok a Shore keménységi fokot jelölik, mégpedig a Shore A keménységi skála szerint.

A rugókat 90%-ban a megadott színekben forgalmazzuk, pontosan az anyagminőség könnyebb meghatározása miatt.

Natur kivitelű (színtelen ill. áttetsző sárga) rugót bármelyik keménységben kérhetik vevőink.

Különböző ADIPRENE típusok fizikai-mechanikai tulajdonságai

Vizsgálat	Vizsgálati Előírás	Mérték- egység	80 A	90 A	50 D (95 A)
Shore keménység A vagy D	DIN 53505	Keménység egység	80/31	90/38	95/50
Sűrűség	DIN 53479	Kg/m ³	1070	1100	1140
Kopási veszteség	DIN 53516	mm ³	48	50	65
Továbbszakadási szilárdság	DIN 53515	N/mm ²	65	70	87,5
Rugalmasság	DIN 53512	%	70	45	40
100% nyúláshoz tartozó feszültség	DIN 53504	MPa	2,8	7,6	12,5
300% nyúláshoz tartozó feszültség	DIN 53504	MPa	4,4	14,5	23,4
Szakítószilárdság	DIN 53515	KN /m	20	31	34,5
Szakadási nyúlás	DIN 53504	%	600	400	300

A táblázat adatai tájékoztató jellegűek.

Vegyszerállóság

Vegyszer	"ADIPRENE" (uretán)	NEOPRENE (gumi)	Vegyszer	ADIPRENE (uretán)	NEOPRENE (gumi)
Aceton	C	B	Etilacetát	C (50 °C)	C
Etiléter	C	C	ASTM-olaj 1.	A (70 °C)	A
ASTM-olaj 3.	B (90 °C)	B (70 °C)	Benzin	B	B
Benzol	C (70 °C)	C	Sör	A	A
Bután	A	A	Butilacetát	C	C
Kalciumklorid-oldat	A	A	Kloroform	C	C
Ciklohexán	A	C	Dioktilftalát	C	C
Ecetsav (20%)	B	A	Jégecet	C	C
Fluoridhidrogén (48%)	C	A	Furfurol	C	B
Formaldehid (40%)	C	A	Glicerín	A	A (70 °C)
Izooktán	B	A	Lenolaj	B	A
Tengervíz	A	A	Metilalkohol	C	A (70 °C)
Ásványolaj	A	A	Nátriumhidroxid (20%)	A	A
Nátriumhidroxid (73%)	C	A	Nátriumklorit (5%)	C	A
Nátriumhipoklorit (20%)	C	B	Nátriumhipoklorit	C	C
Fenol	C	C	Salétromsav (10%)	C	B
Salétromsav (70%)	C	C	Sósav (20%)	B	A
Szilikonzsír	A	A	Sósav (37%)	C	A

Jelmagyarázat: A = csak kissé hat. B = közepes hatás van. C = erős hatása van.
Ahol más adat nincs, ott a vizsgálatok szobahőmérsékleten történtek.

80 Shore A keménységű rugók adatai

d_1 mm	d_2 mm	h_o mm	h_v mm	f_a mm	Nyomás kp	d_3 mm
16	6,5	12,5	11	3	115	~21
		16	14,5	4	110	
		20	18	5	106	
		25	22,5	6	104	
20	8,5	16	14,5	4	175	~28
		20	18	5	170	
		25	22,5	6	165	
		32	28,5	7,5	162	
25	8,5	20	18	5	280	~35
		25	22,5	6	275	
		32	28,5	7,5	270	
		40	36	10	268	
32	13,5	32	28,5	7,5	440	~42
		40	36	10	430	
		50	45	12,5	425	
		63	56	15	420	
40	13,5	32	28,5	7,5	745	~52
		40	36	10	735	
		50	45	12,5	730	
		63	56	15	725	
		80	12	20	720	
50	17	32	28,5	7,5	1200	~66
		40	36	10	1170	
		50	45	12,5	1150	
		63	56	15	1130	
		80	12	20	1120	
		100	90	25	1110	
63	17	32	28,5	7,5	2200	~80
		40	36	10	2100	
		50	45	12,5	2000	
		63	56	15	1930	
		80	72	20	1890	
		100	90	25	1850	
		125	112	30	1820	
80	20	32	28,5	7,5	3600	~105
		40	36	10	3450	
		50	45	12,5	3280	
		63	56	15	3150	
		80	72	20	3100	
		100	90	25	3040	
		125	112	30	2980	
100	21	32	28,5	7,5	6000	~127
		40	36	10	5750	
		50	45	12,5	5520	
		63	56	15	5320	
		80	72	20	5120	
		100	90	25	4980	
		125	112	30	4850	
125	27	32	28,5	7,5	10000	~155
		40	36	10	9580	
		50	45	12,5	8800	
		63	56	15	8520	
		80	72	20	8060	
		100	90	25	7800	
		125	112	30	7700	
		160	144	40	7580	

A számítási példa magyarázata:

Az ábra egy perselyt mutat terhelés nélküli állapotban (h_o hossz), előfeszített állapotban (h_v) és terhelt állapotban (h_n).

A műanyag rugók általában hajlamosak a "megegyezésre" - a poliéter alapú poliuretán rugók ezt a jelenséget csak nagyon kis mértékben mutatják -, ezért némi előfeszítéssel (t_v) kell beépíteni őket. Ehhez az eredő magasságra (h_o), vonatkoztatott 10%-os előfeszítés elegendő.

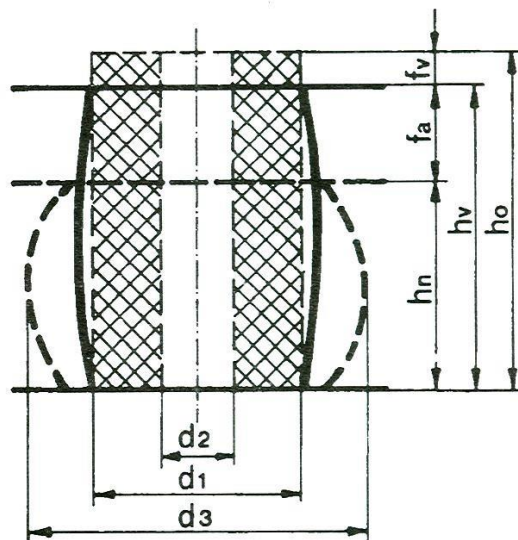
Az egyszerűség kedvéért a táblázatban nemcsak az eredő magasságot (h_o), hanem az előfeszített méretet (h_v) is közöljük. Közöljük továbbá a kihasználható rugó utat (f_a). Ez megfelel az előfeszített rugó (h_v) és az összenyomott rugó (h_n) magassága közötti különbségnek.

Ha a rugónkénti erőhatás és a rugóút már adottak, úgy a "nyomás" és " f_a " rovatokban ki kell keresni az erő és a kihasználható rugóút megfelelő kombinációját.

Ebből adódik az előfeszített állapotban mérhető magasság (h_v), valamint az eredő magasság (h_o).

Ez az adat adja meg a szükséges rugómagasságot is.

A rugó külső átmérőjét a " d_1 " rovatból kell kikeresni.



Számítási példa:

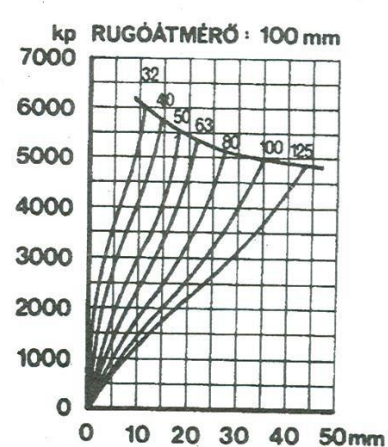
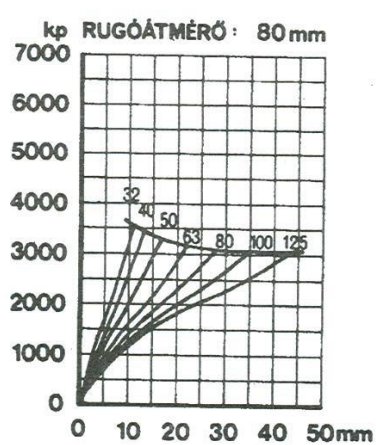
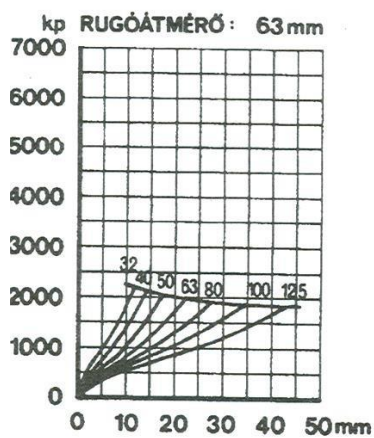
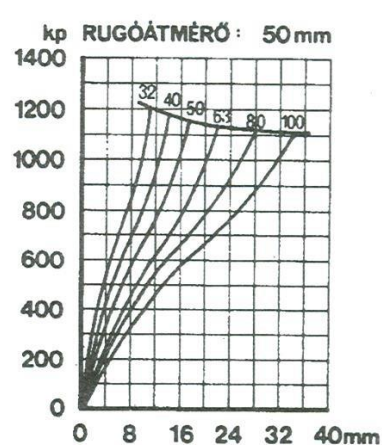
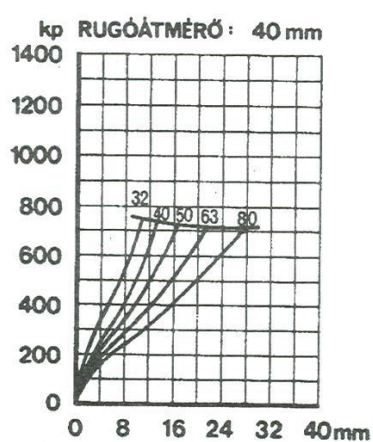
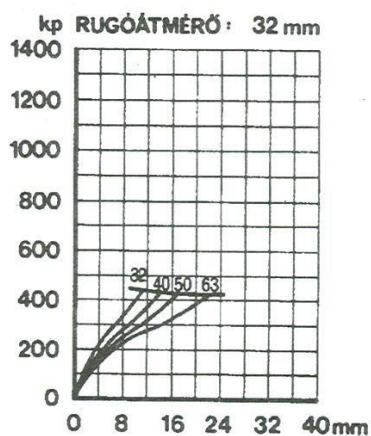
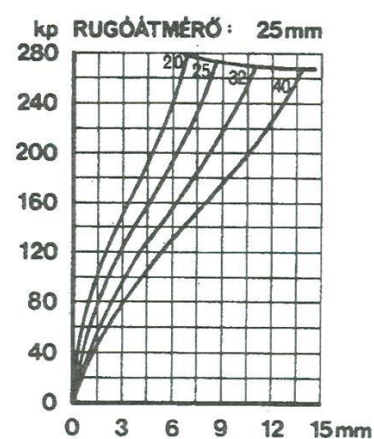
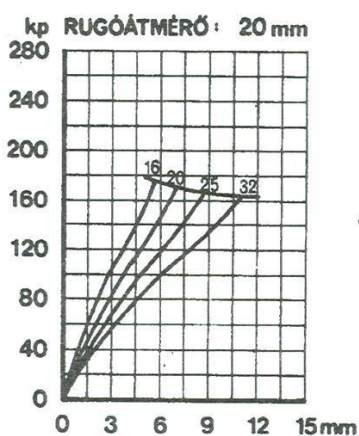
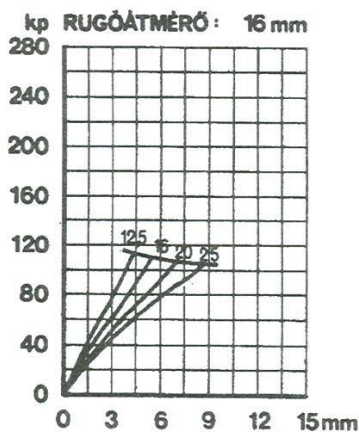
Rugónként ható erő: 3000 kp
Szükséges rugóút: 18 mm

A "nyomás" és " f_a " rovatokban meg kell keresni a legközelebb álló értékeket, vagyis ebben az esetben: 3100 kp és 20 mm.

Ebből megállapítható, hogy az előfeszített magasság: 72 mm, az eredő magasság: 80 mm.

A példa esetében tehát a 80 mm külső átmérőjű és 80 mm magasságú rugót kell beépíteni.

80 Shore A keménységű rugók jelleggörbéi



90 Shore A keménységű rugók adatai

d_1 mm	d_2 mm	h_o mm	h_v mm	f_a mm	Nyomás kp	d_3 mm
16	6,5	12,5	11,5	2	158	~20
		16	14,5	3	153	
		20	18	4	150	
		25	22,5	5	148	
20	8,5	16	14,5	3	235	~27
		20	18	4	230	
		25	22,5	5	228	
		32	28,5	6	226	
25	8,5	20	18	4	398	~32
		25	22,5	5	390	
		32	28,5	6	386	
		40	36	8	382	
32	13,5	32	28,5	6	595	~39
		40	36	8	585	
		50	45	10	580	
		63	56	12	575	
40	13,5	32	28,5	6	1020	~49
		40	36	8	1000	
		50	45	10	995	
		63	56	12	990	
		80	72	16	985	
50	17	32	28,5	6	1600	~62
		40	36	8	1575	
		50	45	10	1550	
		63	56	12	1530	
		80	72	16	1515	
		100	90	20	1500	
63	17	32	28,5	6	2800	~79
		40	36	8	2720	
		50	45	10	2650	
		63	56	12	2600	
		80	72	16	2550	
		100	90	20	2500	
80	20	125	112	24	2450	~102
		32	28,5	6	4970	
		40	36	8	4660	
		50	45	10	4520	
		63	56	12	4340	
		80	72	16	4200	
100	21	100	90	20	4130	~125
		125	112	24	4050	
		32	28,5	6	8050	
		40	36	8	7740	
		50	45	10	7420	
		63	56	12	7140	
125	27	80	72	16	6900	~150
		100	90	20	6700	
		125	112	24	6520	
		32	28,5	6	12450	
		40	36	8	12000	
		50	45	10	11550	
		63	56	12	11150	
		80	72	16	10700	
		100	90	20	10300	
		125	112	24	10050	
		160	144	32	9850	

A számítási példa magyarázata:

Az ábra egy perselyt mutat terhelés nélküli állapotban (h_o hossz), előfeszített állapotban (h_v) és terhelt állapotban (h_n).

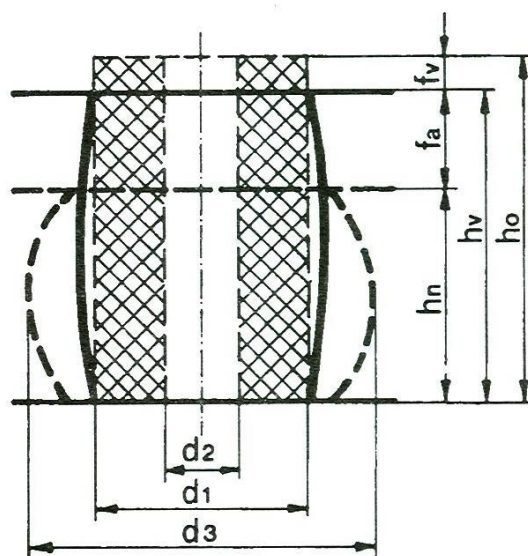
A műanyag rugók általában hajlamosak a "megegyeszkedésre" - a poliéter alapú poliuretán rugók ezt a jelenséget csak nagyon kis mértékben mutatják -, ezért némi előfeszítéssel (t_v) kell beépíteni őket.

Ehhez az eredő magasságra (h_o), vonatkoztatott 10%-os előfeszítés elegendő. Az egyszerűség kedvéért a táblázatban nemcsak az eredő magasságot (h_o), hanem az előfeszített méretet (h_v) is közöljük. Közöljük továbbá a kihasználható rugó utat (f_a). Ez megfelel az előfeszített rugó (h_v) és az összenyomott rugó (h_n) magassága közötti különbségnek.

Ha a rugónkénti erőhatás és a rugóút már adottak, úgy a "nyomás" és " f_a " rovatokban ki kell keresni az erő és a kihasználható rugóút megfelelő kombinációját.

Ebből adódik az előfeszített állapotban mérhető magasság (h_v), valamint az eredő magasság (h_o).

Ez az adat adja meg a szükséges rugómagasságot is. A rugó külső átmérőjét a " d_1 " rovatból kell kikeresni.



Számítás példa:

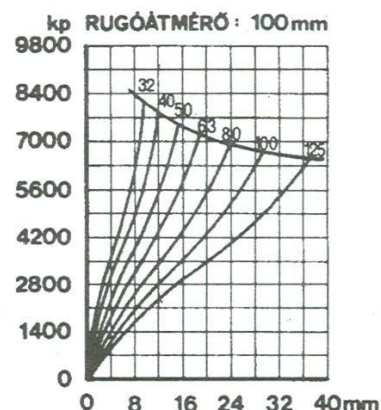
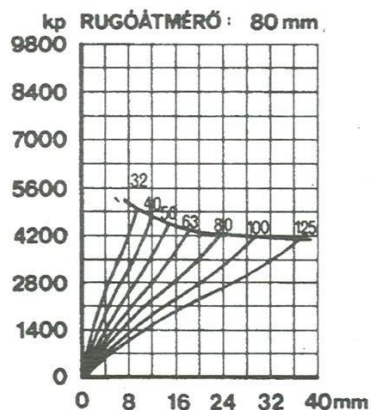
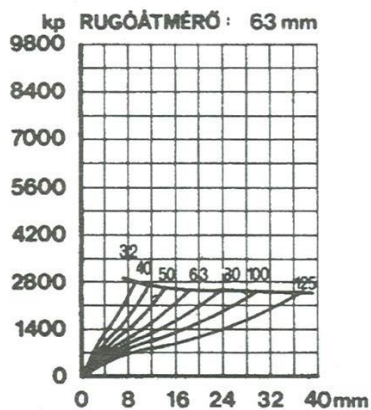
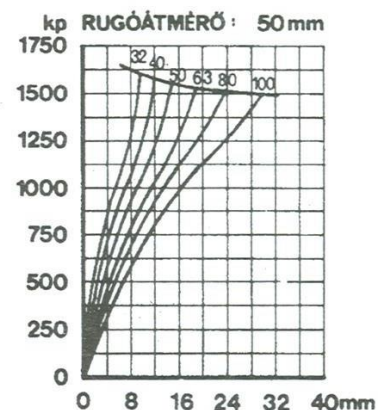
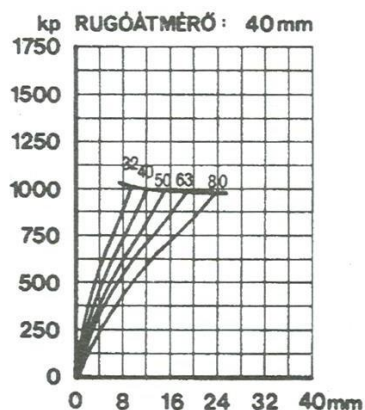
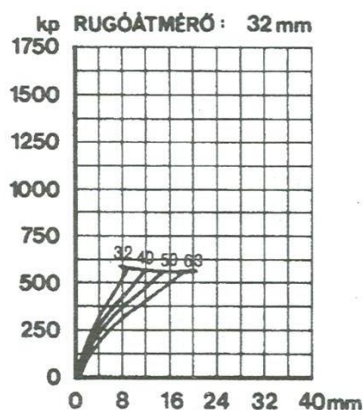
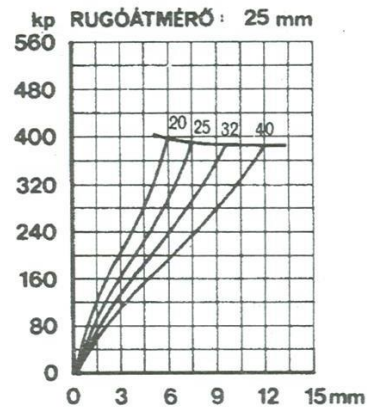
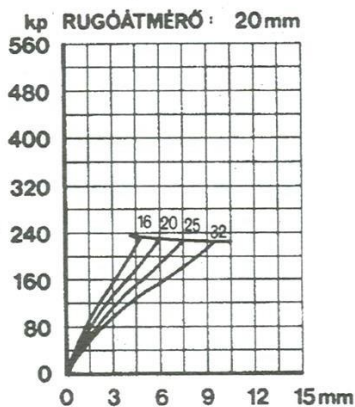
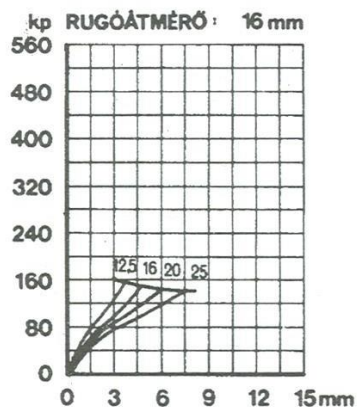
Rugónként ható erő: 6000 kp
Szükséges rugóút: 22 mm

A "nyomás" és " f_a " rovatokban meg kell keresni a legközelebb álló értékeket, vagyis ebben az esetben: 6520 kp és 24 mm.

Ebből megállapítható; hogy az előfeszített magasság: 112 mm, az eredő magasság: 125 mm.

A példa esetében tehát a 100 mm külső átmérőjű és 125 mm magasságú rugót kell beépíteni.

90 Shore A keménységű rugók jelleggörbéi



95 Shore A(50D) keménységű rugók adatai

d, mm	d ₂ mm	h ₀ mm	h _v mm	f _a mm	Nyomás kp	D ₃ Mm
16	6,5	12,5	11	1,5	192	~19,5
		16	14,5	2	188	
		20	18	3	185	
		25	22,5	4	182	
20	8,5	16	14,5	2	290	~25
		20	18	3	285	
		25	22,5	4	282	
		32	28,5	4,5	280	
25	8,5	20	18	3	490	~30
		25	22,5	4	480	
		32	28,5	4,5	475	
		40	36	6	470	
32	13,5	32	28,5	4,5	730	~38
		40	36	6	718	
		50	45	7,5	708	
		63	56	9	700	
40	13,5	32	28,5	4,5	1250	~46
		40	36	6	1230	
		50	45	7,5	1225	
		63	56	9	1215	
		80	72	12	1200	
50	17	32	28,5	4,5	2010	~59
		40	36	6	1960	
		50	45	7,5	1920	
		63	56	9	1900	
		80	72	12	1880	
		100	90	15	1860	
63	17	32	28,5	4,5	3450	~75
		40	36	6	3360	
		50	45	7,5	3280	
		63	56	9	3200	
		80	72	12	3150	
		100	90	15	3110	
		125	112	18	3070	
80	20	32	28,5	4,5	6000	~98
		40	36	6	5750	
		50	45	7,5	5540	
		63	56	9	5360	
		80	72	12	5200	
		100	90	15	5130	
		125	112	18	5060	
100	21	32	28,5	4,5	10200	~121
		40	36	6	9700	
		50	45	7,5	9220	
		63	56	9	8820	
		80	72	12	8570	
		100	90	15	8300	
		125	112	18	8100	
125	27	32	28,5	4,5	17200	~145
		40	36	6	16200	
		50	45	7,5	15100	
		63	56	9	14300	
		80	72	12	13600	
		100	90	15	13000	
		125	112	18	12900	
		160	144	24	12800	

A számítási példa magyarázata:

Az ábra egy perselyt mutat terhelés nélküli állapotban (h₀ hossz), előfeszített állapotban (h_v) és terhelt állapotban (h_n).

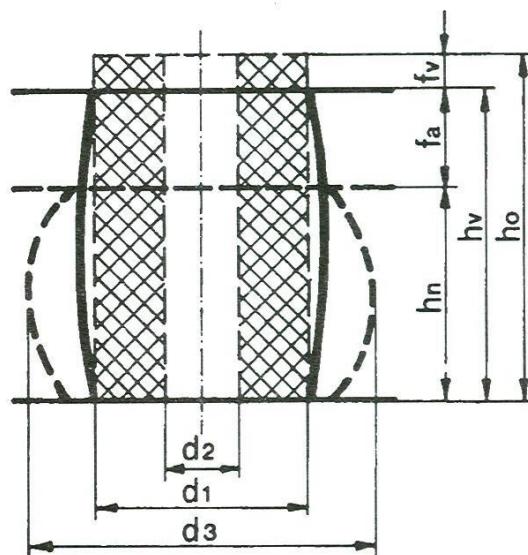
A műanyag rugók általában hajlamosak a "megereszkedésre" - a poliéter alapú poliuretán rugók ezt a jelenséget csak nagyon kis mértékben mutatják -, ezért némi előfeszítéssel (h_v) kell beépíteni őket.

Ehhez az eredő magasságra (h₀), vonatkoztatott 10%-os előfeszítés elegendő. Az egyszerűség kedvéért a táblázatban nemcsak az eredő magasságot (h₀), hanem az előfeszített méretet (h_v) is közöljük. Közzöljük továbbá a kihasználható rugó utat (f_a). Ez megfelel az előfeszített rugó (h_v) és az összenyomott rugó (h_n) magassága közötti különbségnek.

Ha a rugónkénti erőhatás és a rugóút már adottak, úgy a "nyomás" és "f_a" rovatokban ki kell keresni az erő és a kihasználható rugóút megfelelő kombinációját.

Ebből adódik az előfeszített állapotban mérhető magasság (h_v), valamint az eredő magasság (h₀).

Ez az adat adja meg a szükséges rugómagasságot is. A rugó külső átmérőjét a "d₁" rovatból kell kikeresni.



Számítási példa:

Rugónként ható erő: 1800 kp
Szükséges rugóút: 8 mm

A "nyomás" és "f_a" rovatokban meg kell keresni a legközelebb álló értékeket, vagyis ebben az esetben: 1900 kp és 9 mm.

Ebből megállapítható, hogy az előfeszített magasság: 112 mm, az eredő magasság: 63 mm.

A példa esetében tehát a 50 mm külső átmérőjű és 63 mm magasságú rugót kell beépíteni.

95 Shore A (50 D) keménységű rugók jelleggörbéi

