

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.

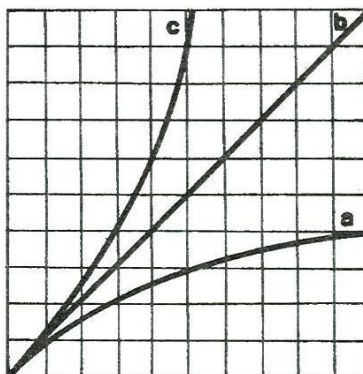
Fáradási töréseknél a rugós gyűrűk beleeshetnek a szerszámba és ott nagy, sok költséget jelentő károkat okozhatnak. Ez volt a fő oka annak, hogy acélrugók helyett igyekeztek elasztikus anyagokat alkalmazni. Olyan anyagot kellett keresni, amely biztosítja az acélrugók jellemzőit, de kiküszöböli azok hátrányait.

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).



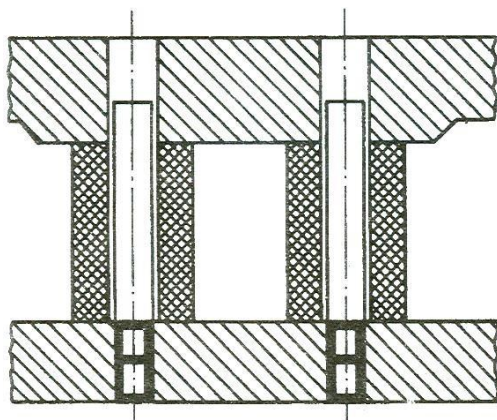
1. ábra rugókarakterisztikák összehasonlítása

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

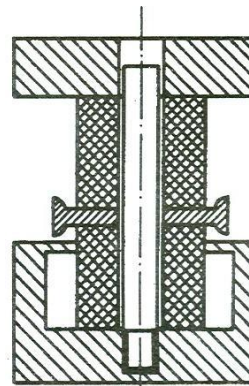
Elasztomereket alkalmazva rugóként az anyag Shore keménysége dönti el, hogy rugóútra vagy rugóerőre tervezett rugót kívánunk-e alkalmazni. A gyakorlati tapasztalatok alapján háromféle Shore keménységgel igen széles alkalmazási tartomány igényt lehet kielégíteni.

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.



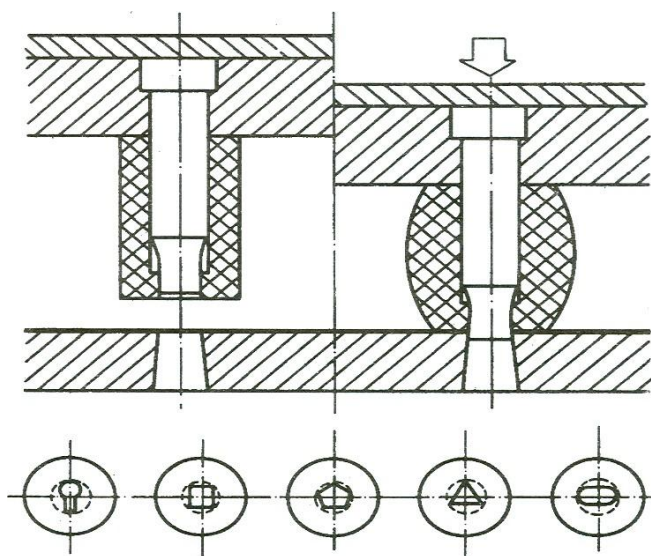
2. ábra
Párhuzamos kapcsolás



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

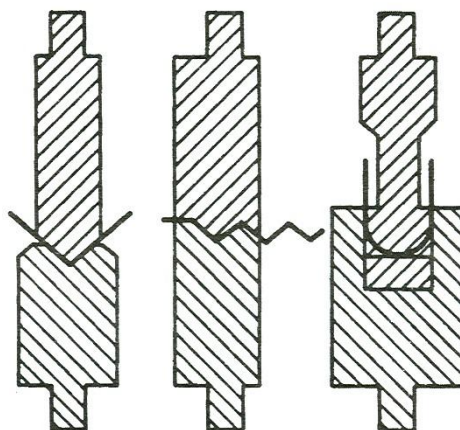
Lemezformálás sajtóban PU elasztomer matricával.

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:

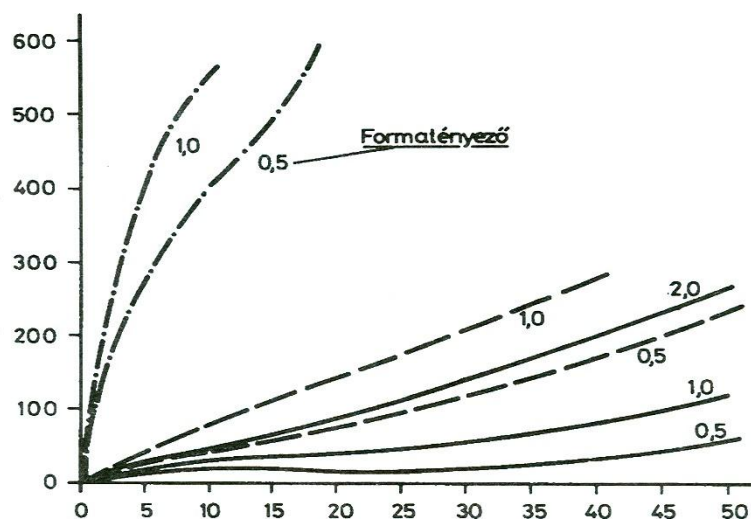
A tapasztalat azt mutatja, hogy a lehetséges legnagyobb deformáció, amely még ésszerű élettartamot biztosít, 30% körül van.

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

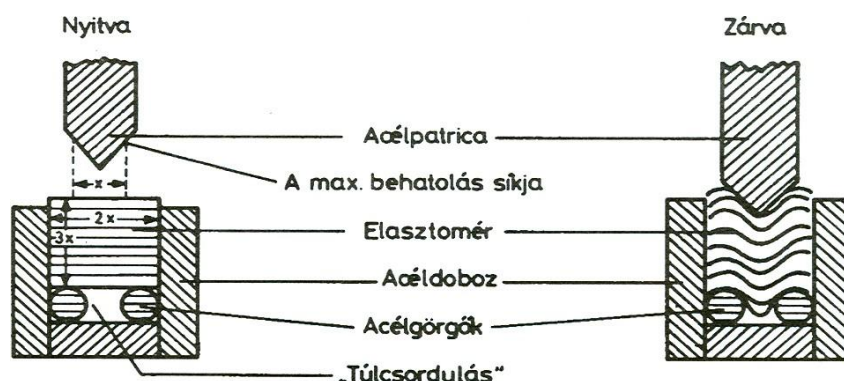
Minél keményebb az elasztometer, annál kisebb általában a matrica deformációja a patrica nyomása következtében. Ez megnöveli a matrica élettartamát.

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 termékválaszték 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: amalia.papp@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	72	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	72	20	1120	
63	17	100	90	25	1110	~80
		32	28,5	7,5	2200	
		40	36	10	2100	
		50	45	12,5	2000	
		63	56	15	1930	
		80	72	20	1890	
80	20	100	90	25	1850	~105
		125	112	30	1820	
		32	28,5	7,5	3600	
		40	36	10	3450	
		50	45	12,5	3280	
		63	56	15	3150	
100	21	80	72	20	3100	~127
		100	90	25	3040	
		125	112	30	2980	
		32	28,5	7,5	6000	
		40	36	10	5750	
		50	45	12,5	5520	
125	27	63	56	15	5320	~155
		80	72	20	5120	
		100	90	25	4980	
		125	112	30	4850	
		32	28,5	7,5	10000	
		40	36	10	9580	
150	30	50	45	12,5	8800	~180
		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.

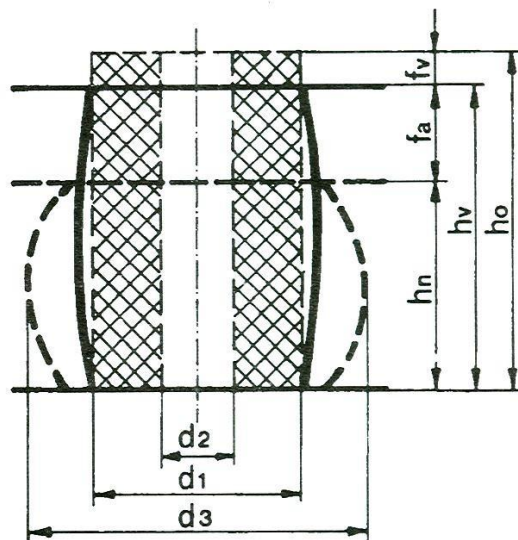
Az egyszerűség kedvéért a táblázatban nemcsak az eredő magasságot (h_o), hanem az előfeszített méretet (h_v) is közöljük. Közöljük továbbá a kihasználható rugó utat (f_a). Ez megfelel az előfeszített rugó (h_v) és az összenyomott rugó (h_n) magassága közötti különbségnek.

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:

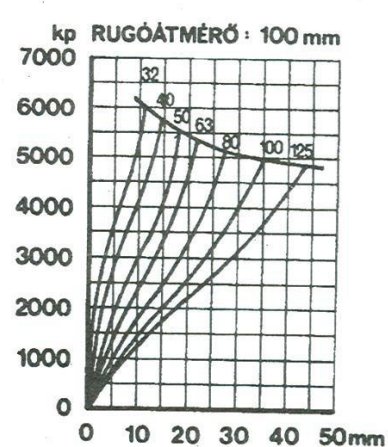
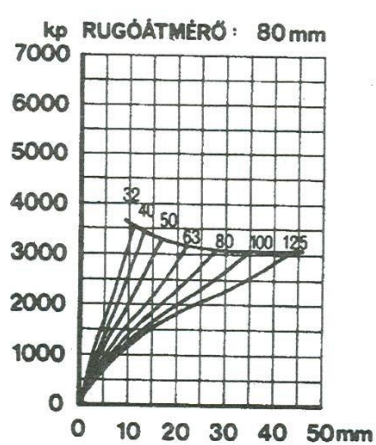
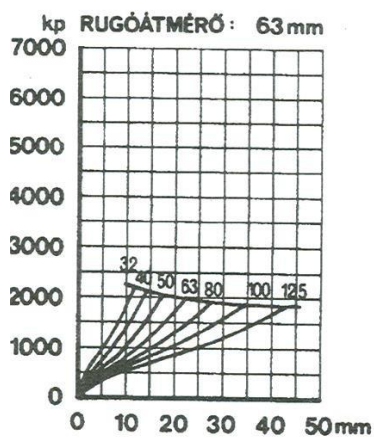
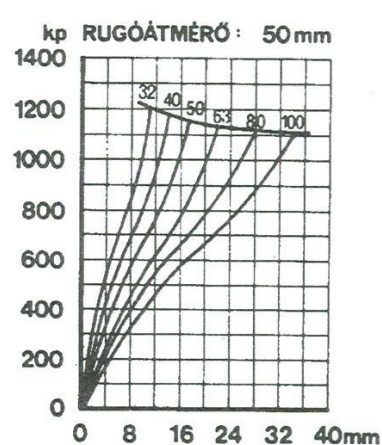
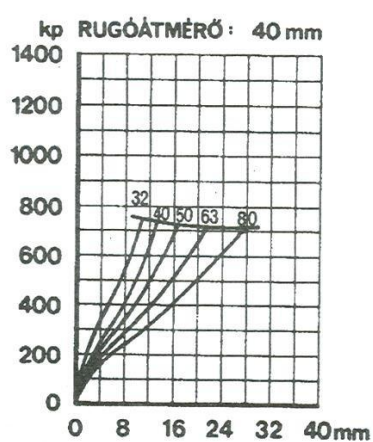
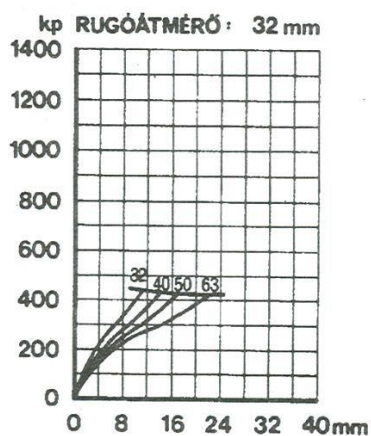
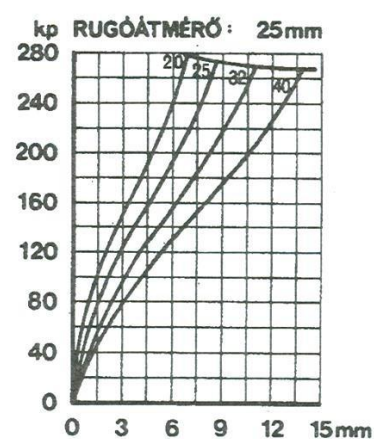
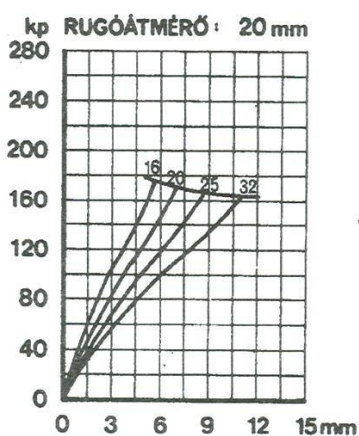
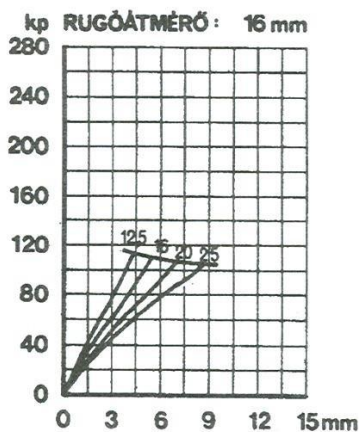
Rugónként ható erő: 3000 kp
Szükséges rugóút: 18 mm

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).

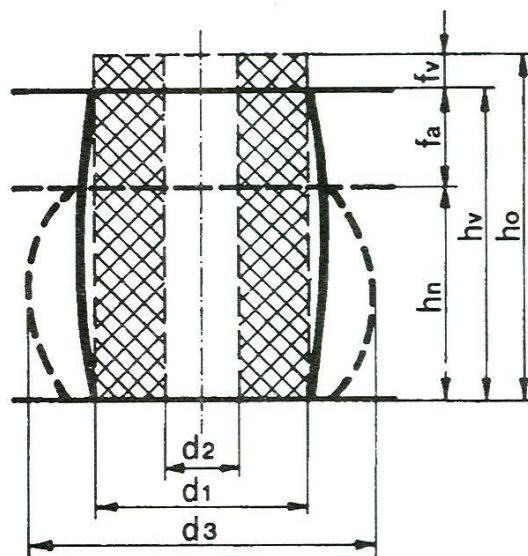
A műanyag rugók általában hajlamosak a "megeereszkedésre" - a poliéter alapú poliuretán rugók ezt a jelenséget csak nagyon kis mértékben mutatják -, ezért némi előfeszítéssel (t_v) kell beépíteni őket.

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:

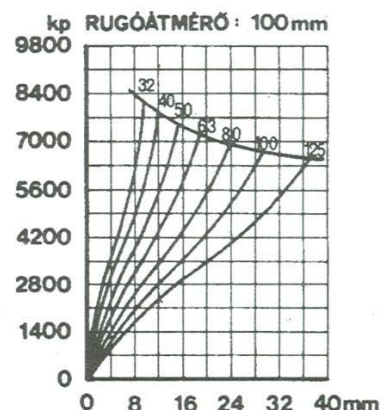
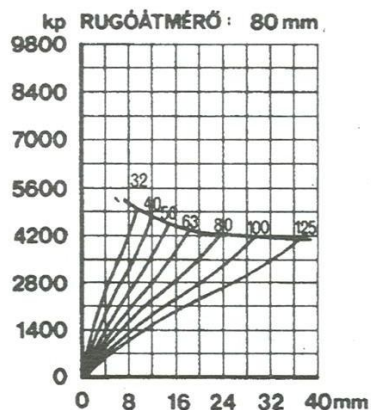
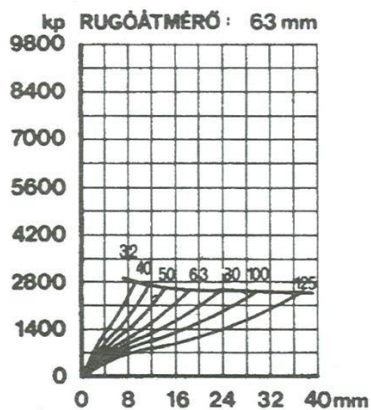
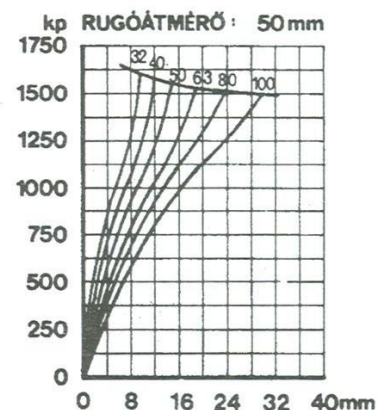
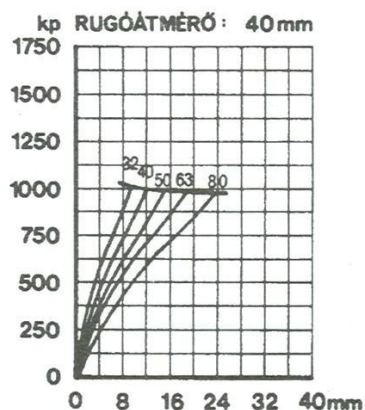
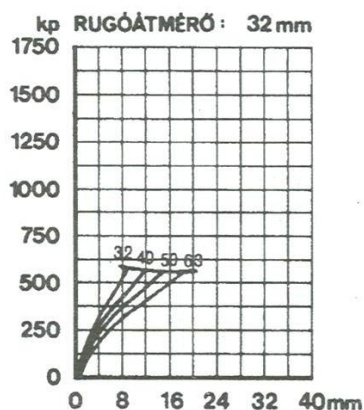
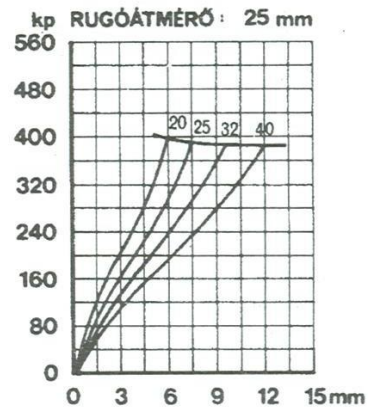
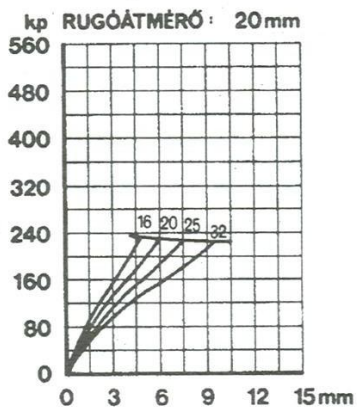
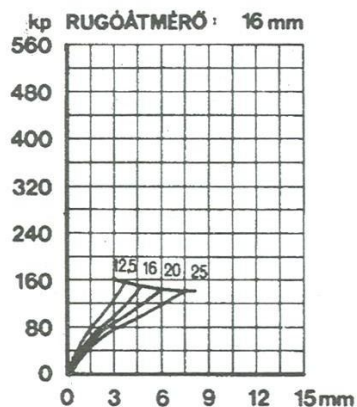
Rugónként ható erő: 6000 kp
Szükséges rugóút: 22 mm

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	
80	20	125	112	18	3070	~98
		32	28,5	4,5	6000	
		40	36	6	5750	
		50	45	7,5	5540	
		63	56	9	5360	
		80	72	12	5200	
100	21	100	90	15	5130	~121
		125	112	18	5060	
		32	28,5	4,5	10200	
		40	36	6	9700	
		50	45	7,5	9220	
		63	56	9	8820	
125	27	80	72	12	8570	~145
		100	90	15	8300	
		125	112	18	8100	
		32	28,5	4,5	17200	
		40	36	6	16200	
		50	45	7,5	15100	
125	27	63	56	9	14300	~145
		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).

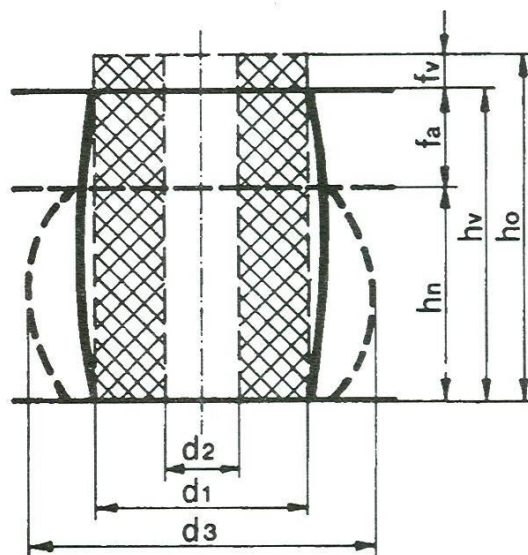
A műanyag rugók általában hajlamosak a "megereszkedésre" - a poliéter alapú poliuretán rugók ezt a jelenséget csak nagyon kis mértékben mutatják -, ezért némi előfeszítéssel (h_v) kell beépíteni őket.

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

