

1 Motortest

Fördelen med att testa gummimotorer är att det ökar energilagringsförmågan och max. antal varv och ger möjlighet att gradera och sortera motorena efter deras kvaliteter. De egenskaper som en motor visar vid testerna kan användas optimalt vid träning eller tävling.

Den ökning av energilagringsförmågan som inkörningen ger är inte permanent. Inkörningen måste därför upprepas med jämna mellanrum, 1 - 3 månader. Detta beror på flera faktorer, bl.a. s.k. eftervulkning, d.v.s. att en del av de vid inkörningen brutna tvärbryggorna mellan isomererna återbildas. En upprepad inkörning utföres bäst i en testrigg men kan även göras genom att dra ut motorn hårt en stund ett par gånger, t.ex. i uppvevningsstativet.

Testproceduren omfattar tre steg. Den första gången som motorn därefter används för flygning är det den fjärde gången som motorn sträcks ut.

Det gummi som nu vi använder, TAN Super Sport, får en liten kvarstående deformation efter varje hård utdragning. Motorns längd och max.varv bör därför mätas och kontrolleras före varje ny användning.

1.1 Inkörning

- Dra ut motorn till inkörningskraften enligt *Tabell 1*.
- Avlasta motorn helt.
- Dra ut motorn till inkörningskraften igen, och håll den konstant under 5 minuter genom att långsamt öka motorns längd.
- Avlasta motorn och låt den vila, åtminstone till nästa dag.

Motor- längd (cm)	Inkörningskraft (kp) beroende på stretchvärde och motorlängd (cm)													
	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0	10,1	10,2	10,3	10,4
28	46,1	45,6	45,1	44,6	44,2	43,7	43,3	42,8	42,4	42,0	41,5	41,1	40,8	40,4
29	44,5	44,0	43,6	43,1	42,7	42,2	41,8	41,3	40,9	40,5	40,1	39,7	39,3	39,0
30	43,0	42,6	42,1	41,7	41,2	40,8	40,4	40,0	39,6	39,2	38,8	38,4	38,0	37,7
31	41,6	41,2	40,8	40,3	39,9	39,5	39,1	38,7	38,3	37,9	37,5	37,2	36,8	36,5
32	40,3	39,9	39,5	39,1	38,7	38,3	37,8	37,5	37,1	36,7	36,3	36,0	35,7	35,3
33	39,1	38,7	38,3	37,9	37,5	37,1	36,7	36,3	36,0	35,6	35,2	34,9	34,6	34,2
34	38,0	37,6	37,2	36,8	36,4	36,0	35,6	35,3	34,9	34,6	34,2	33,9	33,6	33,2
35	36,9	36,5	36,1	35,7	35,3	35,0	34,6	34,3	33,9	33,6	33,2	32,9	32,6	32,3
36	35,9	35,5	35,1	34,7	34,4	34,0	33,6	33,3	33,0	32,6	32,3	32,0	31,7	31,4
37	34,9	34,5	34,2	33,8	33,4	33,1	32,7	32,4	32,1	31,8	31,4	31,1	30,8	30,5
38	34,0	33,6	33,3	32,9	32,6	32,2	31,9	31,6	31,2	30,9	30,6	30,3	30,0	29,7
39	33,1	32,7	32,4	32,1	31,7	31,4	31,0	30,7	30,4	30,1	29,8	29,5	29,3	29,0
40	32,3	31,9	31,6	31,3	30,9	30,6	30,3	30,0	29,7	29,4	29,1	28,8	28,5	28,2

Tabell 1: Inkörning

1.2 Beräkning av motorns energilagring

- Mät motorns osträckta längd sedan den vilat efter inkörningen.
- Överskatta stretchvärdet med ett par tiondelar och gå sedan in i *Tabell 2*. Avsikten är att börja med en något för låg kraft för att gradvis komma fram till rätt kombination av stretchvärde - osträckt längd - testkraft - och sträckt längd. Var beredd att interpolera mellan rutorna i *Tabell 2*.
- Dra ut motorn till testkraften enligt *Tabell 2*.
- Öka kraften successivt så att testkraft och sträckt längd möts.
- Notera sträckt längd.
- Avlasta motorn stegvis och notera längd och kraft i ett antal punkter. Exempelvis kan man, som visas i *Figur 1*, först backa 10 cm och därefter 20 cm i taget tills motorn är helt avlastad. Med de noterade värdena kan energilagringen beräknas.
- Siffrorna till höger om och under tabellen hör till de skuggade linjer som sammanbinder samma motorlängd; 27 cm, 29, o.s.v.

Sträckt längd (cm)	Testkraft (Kp)	Stretchvärde och osträckt motorlängd (cm)												
		9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0	10,1	10,2	10,3
275	51,3	30,2	29,9	29,6	29,3	28,9	28,6	28,4	28,1	27,8	27,5	27,2	27,0	26,7
280	50,4	30,8	30,4	30,1	29,8	29,5	29,2	28,9	28,6	28,3	28,0	27,7	27,5	27,2
285	49,5	31,3	31,0	30,6	30,3	30,0	29,7	29,4	29,1	28,8	28,5	28,2	27,9	27,7
290	48,6	31,9	31,5	31,2	30,8	30,5	30,2	29,9	29,6	29,3	29,0	28,7	28,4	28,1
295	47,8	32,4	32,1	31,7	31,4	31,0	30,7	30,4	30,1	29,8	29,5	29,2	28,9	28,6
300	47,0	33,0	32,6	32,3	31,9	31,6	31,2	30,9	30,6	30,3	30,0	29,7	29,4	29,1
305	46,3	33,5	33,1	32,8	32,4	32,1	31,8	31,4	31,1	30,8	30,5	30,2	29,9	29,6
310	45,5	34,1	33,7	33,3	33,0	32,6	32,3	32,0	31,6	31,3	31,0	30,7	30,4	30,1
315	44,8	34,6	34,2	33,9	33,5	33,2	32,8	32,5	32,1	31,8	31,5	31,2	30,9	30,6
320	44,1	35,2	34,8	34,4	34,0	33,7	33,3	33,0	32,7	32,3	32,0	31,7	31,4	31,1
325	43,4	35,7	35,3	34,9	34,6	34,2	33,9	33,5	33,2	32,8	32,5	32,2	31,9	31,6
330	42,7	36,3	35,9	35,5	35,1	34,7	34,4	34,0	33,7	33,3	33,0	32,7	32,4	32,0
335	42,1	36,8	36,4	36,0	35,6	35,3	34,9	34,5	34,2	33,8	33,5	33,2	32,8	32,5
340	41,5	37,4	37,0	36,6	36,2	35,8	35,4	35,0	34,7	34,3	34,0	33,7	33,3	33,0
345	40,9	37,9	37,5	37,1	36,7	36,3	35,9	35,6	35,2	34,8	34,5	34,2	33,8	33,5
350	40,3	38,5	38,0	37,6	37,2	36,8	36,5	36,1	35,7	35,4	35,0	34,7	34,3	34,0
355	39,7	39,0	38,6	38,2	37,8	37,4	37,0	36,6	36,2	35,9	35,5	35,1	34,8	34,5
360	39,2	39,6	39,1	38,7	38,3	37,9	37,5	37,1	36,7	36,4	36,0	35,6	35,3	35,0
365	38,7	40,1	39,7	39,2	38,8	38,4	38,0	37,6	37,2	36,9	36,5	36,1	35,8	35,4
370	38,1	40,7	40,2	39,8	39,4	38,9	38,5	38,1	37,8	37,4	37,0	36,6	36,3	35,9
375	37,6	41,2	40,8	40,3	39,9	39,5	39,1	38,7	38,3	37,9	37,5	37,1	36,8	34,4
380	37,1	41,8	41,3	40,9	40,4	40,0	39,6	39,2	38,8	38,4	38,0	37,6	37,3	36,9
385	36,6	42,3	41,8	41,4	41,0	40,5	40,1	39,7	39,3	38,9	38,5	38,1	37,7	37,4
390	36,2	42,9	42,4	41,9	41,5	41,0	40,6	40,2	39,8	39,4	39,0	38,6	38,2	37,9
395	35,7	43,4	42,9	42,5	42,0	41,6	41,1	40,7	40,3	39,9	39,5	39,1	38,7	39,3
400	35,3	44,0	43,5	43,0	42,5	42,1	41,7	41,2	40,8	40,4	40,0	39,6	39,2	38,8

Tabell 2: Energilagring

Utförande

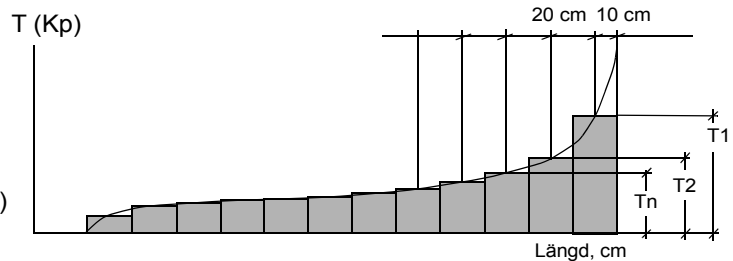
Inkörning och test bör utföras vid en normerad temperatur, ex.vis rumstemperatur 23°C. Energilagringsförmågan varierar med temperaturen. Den ökar upp till ca. 43°C där risken för brott ökar markant. Gradienten för energilagringsförmågan är ca. 0,8 % per °C.

$$E = \Sigma T * 20 \text{ (Kpcm)}$$

$$E_{\text{Rel}} = \Sigma T * 20 * 1 / \text{vikt i g (Kpcm/g)}$$

$$E = \Sigma T * 0,2 \text{ (Kpm)}$$

$$E_{\text{Rel}} = \Sigma T * 200 * 1 / \text{vikt i g (Kpm/kg)}$$



Figur 1: Exempel för beräkning av energilagring

En enkel metod för att direkt kunna jämföra energilagringsförmågan hos olika motorer är att addera testkrafterna T1, T2, o.s.v. med en miniräknare under testen och notera summan, ΣT , på motorns förvaringspåse.

Ingångsvärden

Tabellerna baseras på följande ingångsvärden:

- Torrsvikt = 29,1 gram.
- Densitet = 0,96 g/cm³.
- Volym = Torrsvikt / Densitet = 30,31 cm³.
- Smörjfaktor = 1,22 gäller för silikonolja med hög viskositet eller silikonolja med teflonpulver. Smörjefaktorn är framtagen empiriskt. (För ex.vis ricinolja är värdet 1,08 vilket ger närmare 12 % färre varv vid samma vridmoment.)
- $K = \text{Smörjfaktor} * \text{Stretch} * 1 / \text{Volym}^{-0,5}$.
- $\text{Max.varv(L)} = K * L^{1,5}$.
- Spänning vid inkörning = 389 kp/cm².
- Spänning vid testning = 467 kp/cm².

Påkänningar under test

Inkörning och test ger spänningar som understiger de som motorn utsätts för under en tävlingsuppvärning. P.g.a. ojämnheter i latexmaterialet och tillverkningsprocessen samt knutar brukar ändå normalt 10 - 30 % av motorerna brista under inkörning eller test. Motorer som brister duger inte för tävlingsbruk och sorteras därmed bort.

Vid näst intill förstörande prov av små slingor utan knut får man högre energivärden. Detta är inte direkt tillämpligt på hela motorer för tävlingbruk. De påkänningar som det här testförfarandet ger medför att energivärdena är jämförbara i sin karaktär men inte numerärt med näst intill förstörande test.

Reparerade motorer

Denna beskrivning avser motorer med en knut och torrsvikt 29,1 gram. Motorer med fler knutar har lägre verksamt vikt, volym och längd. Max.varv

enligt *Tabell 3* kan dock fortfarande användas. Inverkan av fler knutar överkompenseras något av den nya motorlängden.

1.3 Maximalt antal varv

- Låt motorn vila efter testningen, åtminstone till nästa dag.
- Mät motorns nya osträckta längd.
- Det stretchvärde som används nedan i *Tabell 3* är beräknat som sträckt längd /osträckt längd efter testen enligt *Tabell 2*.
- Max.varv enligt *Tabell 3* är baserat på motortemperatur 23°C. Vid lägre temperatur ska max.varv reduceras. Vid högre temperatur kan max.varv istället ökas. Detta beror på två faktorer:
 1. Gummi har, som andra material, en temperaturutvidgning. Motorn blir längre vid högre temperatur och kortare vid lägre. Visserligen ändras också volymen men det tycks uppvägas av att densiteten ändras.
 2. Gummits termoplastiska egenskaper ger ett högre max.varv vid högre temperatur och vice versa.

Uppvevningsproceduren är av betydelse för motorns max.varv och lagrad energi. Om man vid uppvevningen drar ut motorn extra hårt och stannar ute extra länge kan värdena i *Tabell 3* överskridas.

Stretch- värde	Max.varv beroende på stretchvärde och motorlängd (cm)																				
	30	30,5	31	31,5	32	32,5	33	33,5	34	34,5	35	35,5	36	36,5	37	37,5	38	38,5	39	39,5	40,0
8,9	323	331	339	347	356	364	373	381	389	397	406	415	427	433	442	451	460	470	478	487	497
9,0	326	334	343	351	360	368	377	385	394	402	411	420	429	438	447	456	465	475	484	493	503
9,1	330	338	346	355	364	372	381	389	398	406	415	425	434	443	452	461	470	480	489	498	508
9,2	334	342	350	358	368	376	385	393	403	411	420	429	438	448	457	466	475	485	495	504	514
9,3	337	346	354	362	372	380	389	398	407	415	425	434	443	452	462	471	480	491	500	509	520
9,4	341	349	358	366	376	384	394	402	411	420	429	439	448	457	467	476	486	496	505	515	525
9,5	344	353	362	370	380	388	398	406	416	424	434	443	453	462	472	481	491	501	511	520	531
9,6	348	357	365	374	384	392	402	410	420	429	438	448	458	467	477	486	496	506	516	526	536
9,7	352	360	369	378	388	396	406	415	424	433	443	453	462	472	482	491	501	512	522	531	542
9,8	355	364	373	382	392	400	410	419	429	438	447	457	467	477	487	497	506	517	527	537	547
9,9	359	368	377	386	396	405	414	423	433	442	452	462	472	482	492	502	511	522	532	542	553
10,0	363	372	381	390	400	409	419	428	438	447	457	467	477	487	497	507	517	528	538	548	559
10,1	366	375	384	394	404	413	423	432	442	451	461	471	481	492	502	512	522	533	543	553	559
10,2	370	379	388	398	408	417	427	436	446	456	466	476	486	496	507	517	527	538	548	559	564
10,3	374	383	392	401	412	421	431	440	451	460	470	481	491	501	512	522	532	543	554	564	575
10,4	377	386	396	405	416	425	435	445	455	464	475	485	496	506	516	527	537	549	559	570	581
10,5	381	390	400	409	420	429	440	449	460	469	480	490	500	511	522	532	542	554	565	575	587

Tabell 3: Max.varv