
RIKTLINJER VID VAL AV GUMMI SOM KONSTRUKTIONSELEMENT

1 ALLMÄNT

Vid val av gummimaterial skall i första hand sådana kvaliteter väljas som anges i **FÖRSVARSTANDARD, Abonnemangsklass M03**. Finns inget lämpligt material standardiserat av FMV skall i andra hand material enligt SIS handbok 122 eller motsvarande utländsk standard väljas och **FSD 0228, KRAVINDELNING AV MATERIAL/MATERIEL ENLIGT FÖRSVARSTANDARD**, användas.

För livsmedelskvaliteter gäller särskilda bestämmelser.

2 EGENSKAPER

2.1 Mekaniska egenskaper

Gummi har jämfört med t ex stål och armerad plast mycket låg elasticitetsmodul (E-modul) och dragbrottgräns vilket gör att det inte är lämpligt för styva, hållfasta konstruktioner. I konstruktioner med krav på fjädring och elasticitet kommer däremot gummit till sin rätt med sin kombination av låg E-modul, relativt god hållfasthet och elasticitet.

Vid val av gumi som konstruktionsmaterial är det viktigt att hänsyn tas till omgivningens inverkan.

Egenskaperna hos gummi varierar i allmänhet i stor utsträckning från gummityp till gummityp. Egenskaperna kan också variera inom varje gummityp beroende på mängd fyllmedel, mjukningsmedel och andra tillsatser som antioxidanter, acceleratorer och antiozonanter. Eftersom gummi ofta används som tätningselement har speciell uppmärksamhet ägnats åt de egenskaper som är av betydelse vid tätande funktioner.

2.1.1 Hårdhet

Hårdhet är ett mått på gummimaterialets relativa motstånd mot intryckning av ytan. För gummi mäts intryckningen under belastning av en intryckskropp, vanligen en kula eller en stympad kon av stål. Det vanligaste sättet att ange hårdheten hos gummi är i °IRH (International Rubber Hardness Degrees) eller Shore A. De två mätmetoderna överensstämmer i stort med varandra, och är graderade från 0 till 100°, där 100° är en mycket hög hårdhet. För tätningar väljs en mjuk packning vid låga tryck och en hård packning vid höga tryck. Hårdheter mellan 70 och 80 °IRH är vanligast för packningar. Något direkt samband mellan hårdheten hos gummi och dess hållfasthetsegenskaper finns ej men hårdheten kan däremot ge en uppfattning om E-modulen.

Vid höga tryck kompletteras tätningen oftast med stödringar.

2.1.2 Hållfasthet

I standarden för gummi anges alltid hållfasthet. Detta beror på att denna egenskap lämpar sig väl för kontroll av materialet och dess förändringar pga omgivningens inverkan. På grund av att de flesta gummin har låg rivhållfasthet (är anvisningskänsliga) måste den tillåtna dragpåkänningen ligga avsevärt lägre än standard värdena.

Skjuvbelastning är något förmånligare, men vid höga skjuvpåkänningar uppstår också dragpåkänningar, varför anvisningskänsligheten bör beaktas. Lämpligaste belastningsformen för gummi är tryckning, varvid brottgränsen är betydligt högre än vid dragbelastning och anvisningskänsligheten betydligt mindre. Följande belastningar kan tjäna som riktlinjer för vad som maximalt kan tillåta för ett ordinärt gummi (dvs med en fordran på dragbrottgräns på ca 10 MPa).

	Statisk belastning	Dynamisk belastning
Axiell belastning	-2 till +0.3 MPa	-1.5 till +0.2 MPa
Skjuvning	0.4 MPa	-0.3 till +0.3 MPa

Deformationen av en gummikropp bör inte överstiga 15% vid dragning, 100% vid skjuvning och 25% vid tryckning. För detaljer där den belastade ytan är mycket stor i förhållande till den fria ytan kan betydligt högre tryckpåkänningar än 2 MPa tillåtas.

2.1.3 Sättning

Sättning kallas den kvarstående deformation, som inte går tillbaka, då gummi avlastas efter tryckbelastning. Sättningen ökar med belastningstid och temperatur.

Sättning i kyla är i motsats till sättning i värme reversibel. Låga temperaturer medför ökad sättning och i regel gäller, att ju sämre köldbändighet en gummikvalitet har desto större blir sättningen.

Sättning är ofta ett mått på livslängden hos gummipackningar. En packning kan visserligen fortfarande vara tät även då sättningen närmar sig 100%, men bara under förutsättning att temperaturen och trycket är konstant och att kontaktlinjen mellan tätning och tätningsytan ej bryts. Man bör i allmänhet inte räkna med att få fullgod tätning när sättningen överstiger 80%.

2.1.4 Dämpning

Gummi är inte fullständigt elastiskt (idealelastiskt), vilket innebär att en del av den energi, som utnyttjas för att deformera gummi, inte fås tillbaka efter avlastning. Energin som förloras (hysteresisförlust eller dämpning) övergår i värme.

Dämpningen är lägst hos mjukt naturgummi (NR) samt högst hos butylgummi (IIR). Om gummi med stor dämpning utsätts för en kraftig, varierande tryckbelastning kan temperaturen bli så hög, att gummit helt förstörs. För att undvika detta får man minska den statiska belastningen och/eller använda ett gummi med lägre dämpning.

2.1.5 Åldringsegenskaper

Gummi åldras på grund av inverkan av bl a luftens syre, ozon och värme. Åldringen yttrar sig på olika sätt. Vid angrepp på sträckt gummi uppkommer sprickor. Vissa typer av gummi är mer känsliga för ozon än andra, dit hör t ex naturgummi (NR), styregummi (SBR) och nitrilgummi (NBR). Åldringsförändringar som uppstår av temperaturpåverkan, se pk 1.1.6. Utomhusexponering kan hos vissa gummityper ge upphov till kritning och krackelering av ytan.

2.1.6 Temperaturegenskaper

De maximala temperaturer som en gummikvalitet kan utsättas för är beroende av tiden, omgivande medium samt de förändringar av materialet som kan accepteras.

Vid åldring i förhöjd temperatur stiger i allmänhet hårdheten, dragbrottgränsen sjunker i regel, kan stiga hos vissa kvaliteter, brottöjningen sjunker alltid.

Vid temperatur lägre än rumstemperatur blir allt gummi hårdare och styvare. I motsats till uppvärmning förstörs inte gummit vid nedkylning, dess ursprungliga egenskaper återfås vid upptining.

2.1.7 Inverkan av vätskor

Vissa vätskor kan orsaka stor volymändring hos gummi. Volymändringen beror på att gummi absorberar vätska och att t ex mjukgörare utlöses. Ofta blir en svällning resultatet men i vissa fall kan krympning uppstå. Volymökningar upp till 50% kan i vissa fall accepteras för statiska tätningar, men för dynamiska tätningar bör volymökningen inte vara större än 10 till 20%.

Vid användning av gummi som tätning är det viktigt att inte välja en kvalitet som krymper i den aktuella vätskan då detta ofta ger upphov till läckage. För dynamiska tätningar kan en krympning på mer än 3 till 4% vara allvarlig.

Beroende på gummityp och typ av vätska kan svällning ske med eller utan samtidig kemisk nedbrytning. En vanlig situation är att en vätska påverkar gummit fysiskt vid lägre eller måttlig temperatur, men sväller och bryter ner gummit vid högre temperatur.

För att prova gummits volymändring i olika vätskor finns standardiserade provningsvätskorna, se Svensk Standard SIS. Förutom de standardiserade provningsvätskorna kan de oljor och bränslen som används inom försvaret användas.

Ytterligare upplysningar om provningsvätskorna se avsnitt 3.

2.1.8 Korrosion

Vissa gummityper, som innehåller t.ex klor, kan förorsaka korrosion på andra material.

3 OLIKA GUMMITYPER OCH DERAS UTMÄRKANDE EGENSKAPER, SAMMANFATTNING

Förekommande förkortningar inom parentes överensstämmer med det internationella beteckningssystemet.

3.1 Naturgummi (NR)

Naturgummi kännetecknas av god hållfasthet, elasticitet samt köldbändighet. Dess bändighet mot förhöjd temperatur, ozon, väder, bränslen och oljor är dålig.

3.2 Styregummi (SBR)

Styregummits egenskaper stämmer i stort överens med naturgummits. Det har dock bättre åldringsegenskaper och slitstyrka i värme, medan hållfastheten och köldbändigheten är sämre jämfört med NR.

3.3 Butylgummi (IIR)

Butylgummi har bättre bändighet mot värmeåldring och ozon än NR. Gummit har god bändighet mot isopropylnitrat, vissa syntetiska oljor (t ex Skydrol 500) samt hetvatten och ånga. Diffusionsmotståndet för gaser är utmärkt.

Materialet har dålig bändighet mot bränslen, mineraloljor, lösningsmedel (undantag estrar och ketoner) och har relativt dålig elasticitet.

3.4 Nitrilgummi (NBR)

Nitrilgummi har bättre värmebändighet än NR, medan ozonbändigheten är lika dålig som för NR. De mekaniska egenskaperna är goda. Bändighet mot vissa lösningsmedel (t ex estrar och ketoner) är dålig. Genom val av mjukgörare och nitrilhalt kan gummits egenskaper varieras inom vissa gränser.

För t ex FSD 3608 är sammansättningen sådan att bändigheten mot bränslen och oljor (både syntetiska esteroljor och mineraloljor) är god, medan köldbändigheten är sämre. FSD 3607 har en annan sammansättning som gör materialet bändigt mot köld och mineraloljor, men inte mot syntetiska esteroljor. Det är svårt att kombinera god vätske- och god köldbändighet.

3.5 Hydrerat nitrilgummi (HNBR)

Detta nya material har hög mättnadsgrad vilket gör att det har bättre bändighet mot åldring, ozon och även värme än vanlig NBR dessutom är de mekaniska egenskaperna högre än hos vanlig nitril.

3.6 Kloropregummi (CR)

Kloropregummi har god bändighet mot värme, ozon och väder. Svällning i bränslen och mineraloljor är större än hos NBR, men mindre än hos NR. De mekaniska egenskaperna hos CR är goda. Materialet är självslocknande.

Bändigheten mot aromatiska kolväten, estrar och ketoner är dålig och det är olämpligt för detaljer med höga krav på böjlighet i kyla.

3.7 Fluorgummi (FPM)

Fluorgummi kännetecknas av goda mekaniska och elastiska egenskaper, utmärkt värmebeständighet, utmärkt beständighet mot ozon och väder, oljor, bränslen (även aromatiska) och lösningsmedel.

Gummit har relativt dålig köldbändighet och de elektriska isolationsegenskaperna är mindre goda.

3.8 Silikongummi (Q)

Silikongummi är den mest värme- och köldbändiga gummitypen. Ozon- och väderbeständigheten är mycket god. Materialets elektriskt isolerande egenskaper är goda och det har god beständighet mot vissa syntetiska oljor.

Gummits svagheter är de mekaniska egenskaperna (spec rivhållfastheten), den dåliga beständigheten mot aromatiska oljor (t ex olja 022), bränslen och lösningsmedel samt hydrolyskänsligheten (får inte utsättas för bl a vatten vid höga temperaturer).

De mekaniska egenskaperna bibehålles vid höga temperaturer.

Silikongummi kan förorsaka störningar i el-system.

3.9 Fluorsilikongummi (MFQ)

Fluorsilikongummi har silikongummits fördelar (dock lägre köldbändighet) kombinerat med fluorgummits goda beständighet mot oljor, bränslen och lösningsmedel.

Materialet är hydrolyskänsligt.

Fluorsilikongumi kan förorsaka störningar i el-system.

3.10 Etenpropengummi (EPDM)

EPDM har utmärkt ozon- och väderbeständighet. Materialet har goda mekaniska egenskaper, beständighet mot bränslen och mineraloljor är dålig, mot vissa syntetiska oljor (t ex Skydrol) mycket god. Materialet har mycket god beständighet mot vatten och vattenånga samt alkoholbaserade frysskydds- och bromsvätskor, t ex glykol eller glycerol.

3.11 Uretangummi (U)

Uretangummi kännetecknas av utmärkt hållfasthet och slitstyrka, ozon- och väderbeständighet, god beständighet mot bränslen och mineraloljor.

Materialet är hydrolyskänsligt och har hög sättning över 80 °C samt mindre goda köldegenskaper.

**KORSREGISTER ÖVER LIKVÄRDIGA MATERIALSTANDARDER INOM
KRAVKLASS 1, SE FSD 0228**

FMV-standard	FMV-F	SAAB	Utländsk standard
<u>FSD 3601</u> FPM			AMS 7276
<u>FSD 3602</u> FPM			DTD 5612, DTD 5613 NF L 17-164 CLASSE 64C C8
<u>FSD 3603</u> FQ		7836	MIL-R-25988
<u>FSD 3604</u> FPM			MIL-R-83248
<u>FSD 3605</u> CR	MG 65	7425	MIL-R-6855 class 2, typ B
<u>FSD 3607</u> NBR	MG 59	7229	MIL-R-6855 class I
<u>FSD 3607</u> NBR	MG 61/72 MG 62	7233	
<u>FSD 3608</u> NBR	MG 58	7224	
<u>FSD 3609</u> HNBR			
<u>FSD 3610</u> EPDM			
<u>FSD 3612</u> NBR			NF L17-121, 21A7
<u>FSD 3613</u> NBR			
<u>FSD 3614</u> Q	MG 83	7823	FED Spec ZZ-R-765D/GEN Class 2A
<u>FSD 3617</u> IIR	MG 78	7145	
<u>FSD 3618</u> NR	MG 34	7124	

EGENSKAPSTABELL I FSD-NORMERADE MATERIAL

Provningsmetoder anges i respektive materialstandard
Egenskaperna graderas enligt följande

- 1 = utmärkt, volymändring mindre än 10 %
- 2 = god, volymändring 10 - 30%
- 3 = begränsad, 30 - 60%
- 4 = dålig, mer än 60%

Standard- beteckning	Hård- het	Beständighet mot vätska ¹							Sättning Normal- provkropp	Köld TR-10 °C	Drifttemp °C
		33	77	022	265	856	860	874			
FSD 3601 FPM O-ring	75±5	1	1	1	1	2	2	2	200±3°C, 70±0,5h 25-45%	max -15	-15/+260
FSD 3602 FPM	80+5 -4	1	1	1	1	2	2	2	200±3°C, 24±1h max 15%	max -12	-20/+230
FSD 3603 MFQ	70±5	2	2	1	1	2	2		175±3°C, 22±0,5h max 30%	max -57	-60/+150
FSD 3604 FPM O-ring	75±5	–	1	1	1	2	2	2	200±2°C, 22h ≤2.54 max 30 >2.54 max 15	max -15	-30/+260
FSD 3605 CR	70±5	–	4	–	2	–	–	–	100±1°C, 70±h max 50%	max -25	-30/+100
FSD 3607 NBR	72±3	–	2	1	2	–	–	–	100±1°C, 71±1h max 15% O-ring, se diagram	max -40	-40/+100
FSD 3608 NBR	70±5	2	2	1	2	2	–	–	100±1°C, 71±1h max 35%	max -25	-25/+100
FSD 3609 HNBR	70±5	3	2-3	2	1	3	3	2-3	150±1°C, 71±1h max 30%	max -23	-25/+150
FSD 3610 EPDM	70±5	–	–	–	–	–	–	–	100±1°C, 24±1h max 40% gäller OR	max -40	-50/+125
FSD 3612 NBR	65- 4+5	–	–	–	–	–	–	–	125±2°C, 70±1h max 30%		-20/+120

Egenskap	Material										
	NR	SBR	IIR	NBR	HNBR	CR	FPM	Q	MFQ	EPDM	U
Olja nr 3 ¹	4	4	4	2	2	4	1	2-3	4	4	1
Bensin	4	4	4	1	–	2	1	4	1	4	1
Diesololja	4	4	4	1	–	2	1	4	1	4	2
Etylalkohol	1	1	1	2	–	1	1	1	1	1	2
Metanol	1	1	1	1	–	1	3	1	1	1	4
Mineralolja	4	4	4	1	–	2	1	2	1	4	1
Saltvatten	1	1	1	1	–	1	1	–	1	1	–
Smörjolja	4	4	4	1	–	2	1	4	1	4	2
Trans- missionsolja	4	4	4	1	–	2	1	2	1	4	
Ånga											
<150 °C	4	4	1	4	–	3	4	4	4	1	4
≥150 °C	4	4	3	4	–	4	4	4	4	2	4

1. Olja nr 1 och 3, se SS-ISO 1817

EGENSKAPSTABELL 3 (GÄLLER FÖR HÅRDHETEN 70 °IRH)

Värden som anges har hämtats från materialstandarder t ex. FSD, SIS eller annan utländsk standard.

Egenskaperna graderas enligt följande

1 = utmärkt, volymändring mindre än 10 %

2 = god, volymändring 10-30%

3 = begränsad, 30 - 60%

4 = dålig, mer än 60%

Egenskap	Material										
	NR	SBR	IIR	NBR	HNBR	CR	FPM	Q	MFQ	EPDM	U
Anv.temp i luft °C	-55/ +70	-40/ +100	-45/ +100	-55/ +100	-30/ +150	-30/ +100	-15/ +260	-70/ +225	-60/ +160	-55/ +125	-20/ +80
Dagbrott gräns MPa	15-30	10-25	10-18	10-25	15-20	10-25	10-20	10	7	10	30-50
Brottöjning	1	1	2	2	2	2	2	4	4	125	1
Väder-och ozonbest	3	3	2	3	1-2	2	1	1	1	1	1

Egenskap	Material										
	NR	SBR	IIR	NBR	HNBR	CR	FPM	Q	MFQ	EPDM	U
Best mot vätskor											
ISO nr 1 ¹	4	4	1-2	1	1 1	1	1	1	1	4	1
ISO nr 3 ¹	4	4	4	2	2	4	1	2-3	4	4	1
33 ²	4	4	4	2	3	4	1	4	2	4	–
77 ²	4	4	4	2	2	4	1	4	2	4	–
022 ²	4	4	4	1	2	4	1	1	2	4	–
265 ²	4	4	4	1	1	1	1	2	2	4	–
856 ²	4	4	4	2	3	4	2	2	2	4	–
860 ²	4	4	4	2	3	4	2	2	2	4	–
874 ²	4	4	4	2	2	4	2	4	2	4	–

- Olja nr 1-3, se SS-ISO 1817
- De i tabellen angivna vätskorna återfinns i Försvarsstandard, Abonnemangsklass M074
Vätska 33, flygbensin FSD 8606
Vätska 77, reabensin FSD 8608
Vätska 022, tryckolja FSD 8402
Vätska 265, flygmotorolja FSD 8108
Vätska 856, flygmotorolja FSD 8111
Vätska 860, flygmotorolja FSD 8112
Vätska 874, flygmotorolja FSD 8101