

# GUMMIBLANDNINGEN.

## EN VINDLANDE VÄG



**SHIBATAFENDERTEAM**

▶ | on the safe side

## Innehåll.

SFT:s serie av tekniska rapporter .....	02
SFT:s serie av tekniska rapporter – del I.....	03
A. Gummiblandningar – djävulen sitter i detaljerna.....	04
B. Kimrök – mängden är väsentlig.....	05
C. Kalciumkarbonat – bättre än sitt rykte.....	07
D. Den rätta blandningen – en vindlande väg.....	08
ShibataFenderTeam Group.....	10

## Sammanfattning.

Första delen av SFT:s serie av tekniska rapporter om fender-tillverkning anger huvuddragen för relevanta överväganden vid bestämning av hur man gör en bra fender. Den fokuserar på de råmaterial som används vid gummiproduktion, en fenders fysiska egenskaper och hur dessa korrelerar med blandningens sammansättning.

Det finns internationella standarder och riktlinjer som ger vägledning med avseende på gummifendrar fysiska egenskaper – t.ex. PIANC2002 och ASTM D2000. Dock finns det ingen internationell standard som specificerar den kemiska sammansättningen av den gummiblandning som används vid tillverkning av gummifendrar.

I rapporten konstateras att vid tillverkning av gummifendrar är de fysiska egenskaperna den enda tillförlitliga indikatorn på kvaliteten hos en gummiblandning som definieras genom internationella standarder. Dessutom rekommenderas det att halterna av fyllnadsämnen och förstärkningsmedel som kimrök (CB), kalciumkarbonat (CC) och kisel ska avgöras av specialister med djupgående materialkunskap, eftersom mängden och partikelstorleken i hög grad påverkar blandningen och dess prestanda och slitstyrka. I rapporten uppmärksammas också det faktum att gummiblandningar med korrekt inblandning av CC, utfört av erfarna tillverkare, överensstämmer med och överträffar internationella provningsstandarder.

## SFT:s serie av tekniska rapporter.

Säkerhet, tillförlitlighet, slitstyrka – prestandakraven på en fender kokar ned till dessa tre aspekter, och med all rätt. **Fendrar är avsedda att skapa en säker miljö för fartyg och passagerare samtidigt som hamnens infrastrukturer och all personal som arbetar där skyddas – tillförlitligt under konstruktionens hela livslängd och även därefter.** Detta är idealet som hamnar och hamnoperatörer strävar efter.

I denna anda siktar SFT:s serie av tekniska rapporter, i fyra delar, på att tillhandahålla en opartisk syn på vad exakt som gör en bra fender – från råmaterialen till tillverkningsprocessen.

Del I närmar sig denna fråga genom att titta närmare på de komponenter som ingår i en fender och deras inverkan på fenderens prestandarelaterade fysiska egenskaper. Del II och III redogör i detalj för de omrörnings- och härdningsprocesser som är involverade vid tillverkning av en högklassig gummifender. Del IV sammanfattar serien med en detaljerad rapport om testning.



SFT:s serie av tekniska rapporter:  
#1 Blandning | #2 Mixning | #3 Härdning | #4 Testning

## SFT:s serie av tekniska rapporter – del I

Eftersom en blandning av armerat gummi utgör kärnan i varje fender, fokuserar första delen av SFT:s serie av tekniska rapporter på de råmaterial som används vid gummiproduktion, en fenders fysiska egenskaper och hur dessa korrelerar med blandningens sammansättning. Målsättningen är att ange huvuddragen för relevanta överväganden vid bestämning av vad som gör en bra fender.

Även om det kan verka ganska enkelt, kan det te sig dunklare när man betänker de produkttegenskaper som krävs för höga prestanda. Det finns internationella standarder och riktlinjer – t.ex. PIANC2002, ASTM D2000, EAU 2004, ROM 2.0-11 (2012) eller BS6349 (2014) – som säkerställer att fendrar presterar som avsett när de installeras vid en förtöjningsplats.



SPC koniska fendrar | IJmuiden | Nederländerna

Dessa standarder ger vägledning med avseende på gummifendrar fysiska egenskaper, bl.a. kompression, förlängning vid brott och specifik draghållfasthet. **Dock finns det ingen internationell standard som specificerar den kemiska sammansättningen av den gummiblandning som används vid tillverkning av gummifendrar.**

Med andra ord finns det industristandarder som beskriver ett tydligt mål vid tillverkning av marinfendrar, deras prestanda, fysiska egenskaper och hållfasthet, men det finns ingen rekommendation för att uppnå detta. Orsaken är enkel: det finns inte två identiska fenderprojekt och inte heller två identiska fendertillverkare. Varje projekt ställer unika krav som nödvändiggör kundanpassade gummiblandningar. Dessutom är alla polymerer som används vid fendertillverkning inte lika tillgängliga överallt i världen, vilket medför att tillverkarna måste justera sina gummiblandningar i motsvarande mån.

Allt detta ger stort utrymme för marknadsdifferentiering och tillfällen för fendertillverkare att presentera sina bäst fungerande metoder att tillverka produkter med höga prestanda. Detta har dock skapat en grogrund för vissa allmänt accepterade – och av vissa aktörer aktivt förespråkade – missuppfattningar om produktion av blandningar, av vilka de mest förhärskande hävdar att en fenders kvalitet i första hand bestäms av den kemiska sammansättningen av dess gummiblandning.

Hos ShibataFenderTeam Group (SFT) tror vi att en fenders kvalitet ska mätas genom dess prestanda, dvs. genom den grad som fendern lever upp till dess specifika användningsområde.

Den tekniska rapporten utarbetades med utnyttjande av expertisen hos Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e.V. (DIK), ett oberoende tyskt forskningsinstitut som specialiserar sig på polymeriska material och gummiteknik, och tjänstemän hos ASTM, samt genom tidigare diskussioner med specialister på polymersammansättningar vid universitetet i Gdansk, i Polen.

## A. Gummiblandningar – djävulen sitter i detaljerna.

I typfallet tillverkas gummifendrar av en blandning av polymerer, t.ex. naturligt gummi (NR) och syntetiskt gummi (SR), med fyllnadsämnen som kimirök (CB), kalciumkarbonat (CC) och andra tillsatser för att förse blandningen med armering och processeringsmöjligheter. **Medan det i branschen finns en generell samsyn när det gäller de flesta komponenter som används vid fendertillverkning, finns det hos olika tillverkare många uppfattningar om ingående ämnen och halterna av dem som skiljer sig åt kraftigt från tillverkare till tillverkare – och en del försöker att etablera generaliserande slutsatser om gummiblandningars kemiska sammansättning som en äkta kvalitetsindikator för den färdiga produkten.** En vanlig missuppfattning är att mängden av respektive komponent i gummiblandningen bestämmer dess kvalitet. Därför kommer vi i det följande att ta en närmare titt på de komponenter som bildar en gummiblandning och sambanden mellan dem.



Rågummimaterial

Naturligt gummi (NR) erhålls i form av latex från paragummiträdet (*Hevea brasiliensis*) i ett område ungefär 15° norr och söder om ekvatorn, med Sydostasien som främsta globala producent. Cirka 40 % av den globala gummikonsumtionen baseras på NR, som handlas som en råvara på aktiemarknaderna. Den geografiska begränsningen av tillgänglighet till NR och brist på den i början av 1900-talet ledde till utvecklingen av syntetiskt gummi (SR) i andra delar av världen. Material som är välkända och används ofta är styrenbutadiengummi (SBR), etenpropengummi (EPDM) och neopren. Av alla SR är SBR den vanligast använda för fenderblandningar. SBR är en kopolymer av styren och butadien som kan polymeriseras i vilket förhållande som helst. Det erhålls ur petroleumbiprodukter och dess pris

är beroende av priset på råolja och NR. Cirka 60 % av den globala gummikonsumtionen baseras på SR.

Blandningar med enbart NR eller SBR har olika karaktäristik och inverkan på blandningens processeringsmöjligheter, fenderens prestanda och dess fysiska egenskaper.

### Naturligt gummi (blandningar med 100 % NR)

- + välarmerat av naturen
- + stort sträckförhållande (förlängning)
- + hög elasticitet
- + extremt vattentätt



- dåliga åldringsegenskaper
- dålig oljebeständighet
- mottaglig för återgång (därför känslig för vulkanisering)
- känslig för ozonsprickning
- som en naturlig produkt och på grund av den naturliga ursprungsprocessen innehåller det föroreningar som protein, aska,\* smuts (löv, damm)



\* Roberts, A. D. (1990). Natural rubber science and technology. Oxford: Oxford University Press

### Syntetiskt gummi (blandningar med 100 % SBR)

- + god nötningsbeständighet
- + god åldringsstabilitet



- dålig inneboende draghållfasthet
- dålig beständighet mot värmerelaterad åldring
- svårare att processera



En jämförelse ger att SBR i rent tillstånd är mindre vidhäftande och har högre densitet och glasövergångstemperatur än NR, har också lägre modul och rivhållfasthet, och behöver utökad armering och en större mängd av mjukgörare. NR däremot är välarmerad från början.

Således har gummiblandningar med antingen NR eller SBR som enda polymer kraftiga begränsningar, och därför an-

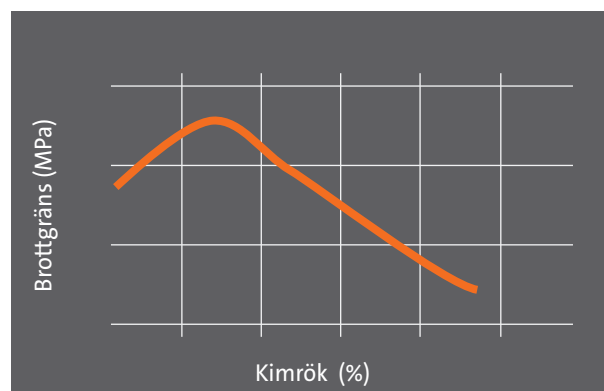
vänder branschen i allmänhet blandningar av NR och SBR för att utöka de fördelaktiga egenskaperna hos båda. Om specifikationer ställer krav på blandningar med 100 % NR eller SBR, bör de som specificerar säkerställa att de är förtrogna med den problematiska naturen hos dessa material, eftersom en felaktig ansats här kan äventyra en förtöjningsplats och leda till avsevärda ansvarsanspråk gentemot specificeraren.

**Valet – och mängden – av NR eller SBR i blandningen bestämmer mängden av andra komponenter som måste tillsättas för att förbättra blandningens egenskaper, av vilka kimrök (CB) och kalciumkarbonat (CC) är de mest välkända.**

Det förhållande i vilket polymerer blandas med dessa komponenter definierar gummiblandningens kemiska sammansättning. Att i detalj beskriva proportionerna mellan alla komponenter i blandningen har begränsat informationsvärde med avseende på fenderns kvalitet. **Två gummiblandningar kan skilja sig åt i sina kemiska sammansättningar men fortfarande ha fysiska egenskaper som uppfyller eller överstiger kraven i internationella standarder (se också tabell 2).** Icke desto mindre har det blivit trivialt för vissa aktörer att argumentera att närvaron och mängden av respektive komponenter i blandningen fungerar som kvalitetsindikator. En närmare titt på de två fyllnadsämnen CB och CC visar att sådana generaliserande påståenden är missvisande.

## B. Kimrök – mängden är väsentlig.

Kimrök (CB) är en väletablerad armering för gummiblandningar, tillgänglig i olika partikelstorlekar. Dess kapabiliteter är inte beroende enbart av mängden i gummiblandningen utan också av dess kvalitet och partikelstorlek. Effekten av den mäts bäst genom undersökning av hur t.ex. draghållfastheten ökar när mängden av CB ökas gradvis. Figur 1 visar hur blandningens draghållfasthet ökar upp till en brytningspunkt vid tillsättning av CB. När den kritiska nivån har uppnåtts minskar draghållfastheten, då det inte finns tillräckligt mycket gummi kvar för att fördela CB-partiklarna, vilket innebär att blandningen är mättad med CB.



Figur 1: Typisk påverkan av CB på draghållfastheten i NR-blandningar

**Detta exempel stöder det faktum att mängden av CB är verkligen viktig, men med moderering och beroende på det gummi som används, eftersom NR behöver mindre armering än SBR.** Med andra ord är mer inte alltid bättre när det gäller mängden av CB. Således, för att säkerställa blandningens kvalitet, måste CB-koncentrationen väljas omsorgsfullt i ett tidigt stadium av tillverkningsprocessen, med alla relevanta faktorer i åtanke.

Som en kommentar kan nämnas att gråa fendor inte innehåller någon CB alls. Gråa pneumatiska och extruderade fendor samt bogserbåtsfendor gör direkt kontakt med fartyget, och slutanvändarna kräver att dessa inte efterlämnar märken. Eftersom tillsättning av CB oundvikligen skulle resultera i en svart gummiblandning, innehåller de kisel som armering. Ändå uppfyller de samma rigorösa teststandarder som höghållfasta svarta fendor som är avsedda att användas i 20 år eller mer. **Detta visar återigen att kvaliteten hos en fender inte kan avgöras genom mängden av CB i gummiblandningen.**



Grå pneumatisk fender | Karlskrona

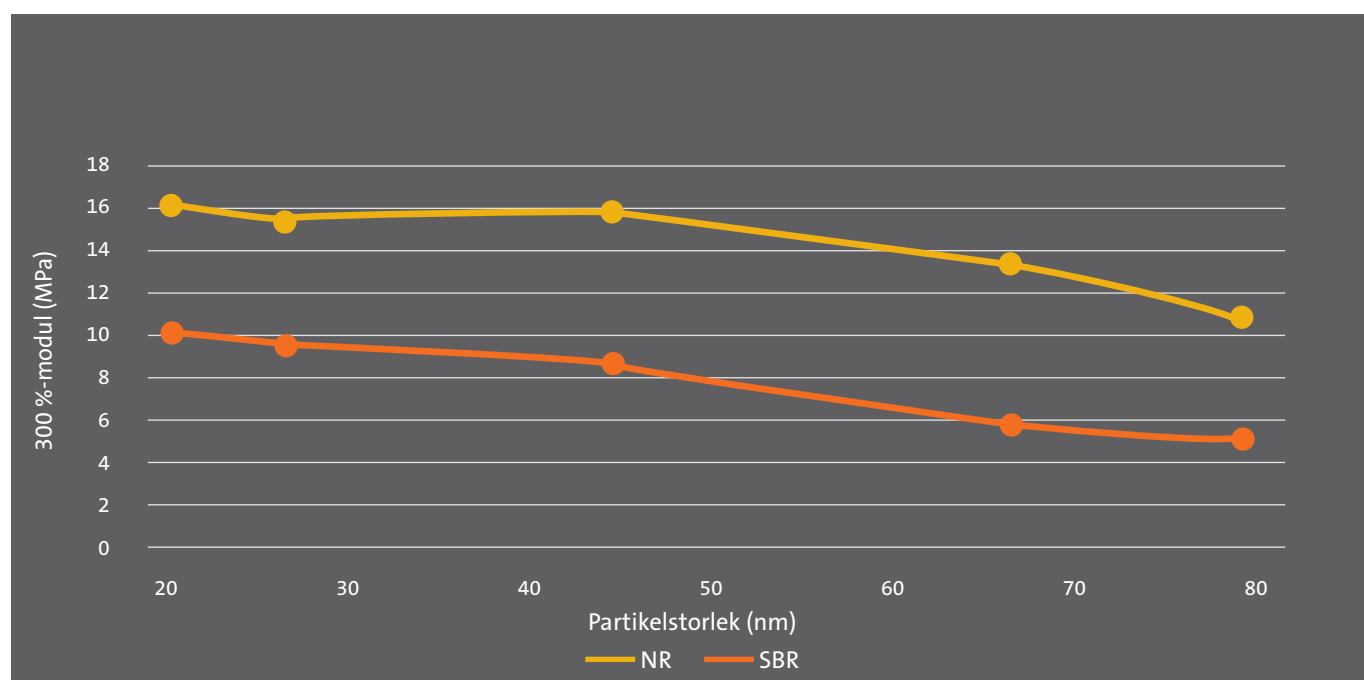
Partikelstorleken hos CB är en annan inverkan faktor som är relevant vid fendentillverkning, och mycket omdiskuterad i forskning. **Det har bevisats att ju större den genomsnittliga partikelstorleken hos CB är, desto lägre är gummiblandningens modul, ett faktum som stöds av ett stort antal studier och tester.** Låg modul innebär att det krävs lite kraft för att sträcka (förlänga) ett objekt, vilket är indikativt för en blandning med låg kvalitet. Tester som Shibata Industrial i Japan har genomfört visar hur en låg modul i blandningar med enbart NR eller SBR med en konstant dos av CB förändras beroende på fyllnadsämnet partikelstorlek. Vid jämförelse av effekterna av användning av CB med en genomsnittlig partikelstorlek som sträckte sig från 22 nm till 78 nm sjönk blandningens modul betydligt ju större partiklarna blev. Över hela mätområdet sjönk modulen med ungefär 30% vid blandningar med 100% NR och nästan 50% vid blandning

gar med 100% SBR (se figur 2) – en skillnad som för övrigt bevisar ett faktum som diskuterades tidigare, att NR kräver mindre utökad armering.

Sammanfattningsvis kan kvaliteten hos blandningar inte tolkas genom deras mängd av CB. Därför ska blandningar inte utelämnas ur specifikationer baserat enbart på dessa grunder. Blandningens komponentförhållande och nödvändig partikelstorlek hos CB är oundvikligen sammanbundna med en fenders önskade prestanda och fysiska egenskaper. Liknande resonemang gäller för användning av CC i gummiblandningar.

CB-KVALITETER	ISAF N220	HAF N330	FEF N550	GPF N660	SRF- LM
Genomsnittlig partikelstorlek (nm)	22	28	45	66	78
NR 300%-modul (MPa)	16.1	15.5	15.7	13.3	10.8
SBR 300%-modul (MPa)	10.3	9.7	8.8	6	5.4

Tabell 1: Modul kontra CB-kvalitet



Figur 2: Modul kontra partikelstorlek hos CB (33% CB)

## C. Kalciumkarbonat – bättre än sitt rykte.

Flera andra fyllnadsämnen utöver CB används i högklassiga gummiprodukter inom hela branschen och utanför, och av dessa är kalciumkarbonat (CC) den mest kända. Det finns två olika typer av CC: naturligt CC och syntetiskt CC.

Båda finns i pulverform, men partikelstorlekarna kan variera. Tillsättning av CC ökar processeringsmöjligheterna och förbättrar beteendet under vulkaniseringen och resultaten med avseende på kompression. Även rätt mängd av syntetisk CC i små partikelstorlekar har en distinkt armeringseffekt.

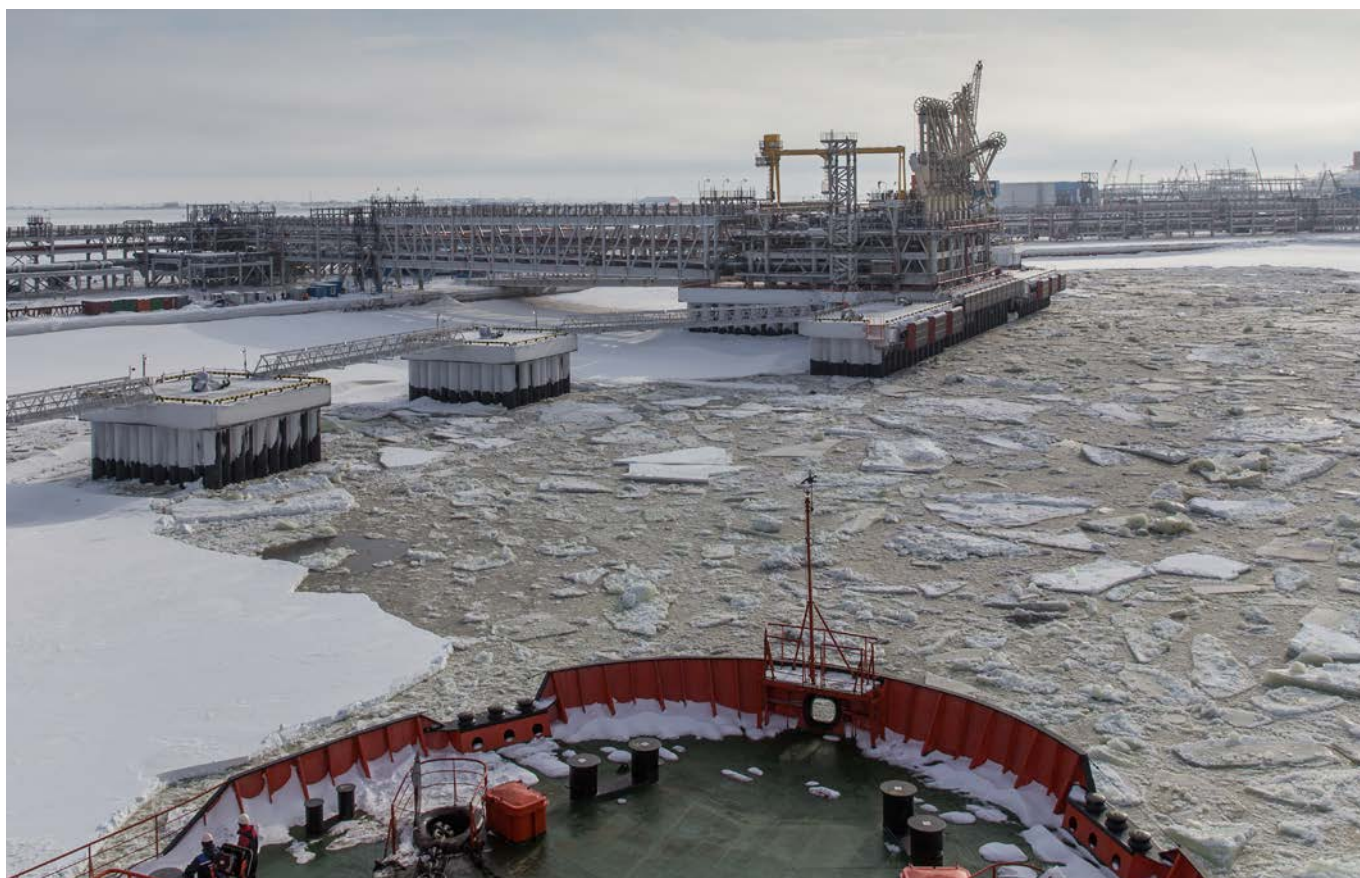
Trots dessa fördelar har CC ett ganska dåligt rykte på marknaden. Det har sagts att det är en billig ersättning för polymerer, och att det leder både till försämrade fysiska egenskaper och reducerade prestanda och slitstyrka hos gummiblandningar. Beroende på användningsfallet

kan dessa påståenden vara korrekta; dock ger de inte hela sanningen om CC. **I likhet med CB bestämmer ursprunget, kvaliteten, dispersionen, och framför allt partikelstorleken och renheten hos CC hur fyllnadsämnet påverkar de fysiska egenskaperna och slitstyrkan hos gummiblandningen.** Därför kan man inte säga generellt att CC har enbart negativa effekter. Om det används korrekt, hjälper det till att ge en blandning fysiska egenskaper som uppfyller eller till och med överträffar internationella teststandarder för gummifendrar. Experterna hos ASTM och andra institut är enhälliga i sin åsikt:

“

*När det gäller gummiblandningar för marinfendrar finns det ingen standard avseende den kemiska sammansättningen, eftersom kvaliteten hos dessa fendrar bestäms av deras kapacitet att leva upp till kraven på styvhetsprestanda vid användning. Som en konsekvens av detta ska blandningens fysiska egenskaper anses vara den enda meningsfulla indikatorn på en gummifendras produktkvalitet.*

”



CSS-fendrar | Yamal | Ryssland

## D. Den rätta blandningen – en vindlande väg.

Om vi summerar det vi har sett hittills, ger tabell 2 en åskådlig illustration av att två gummiblandningar kan ha mycket olika kemiska sammansättningar och ändå uppvisa de nödvändiga fysiska egenskaper som krävs för att överensstämna med nödvändiga prestandakriterier för marinfendrar, och således uppfylla internationella standarder. De viktigaste skälen till detta är de olika armeringskraven för NR och SBR. **Valet av blandningens gummibas är beroende av polymerens tillgänglighet och de produktens egenskaper som krävs i fendern.** Samma orsakssamband gäller också för valet och mängden av de andra komponenterna i gummiblandningen.

Så bestickande det än kan verka, har det blivit ett återkommande fenomen inom fenderbranschen att bortse från denna enkla sanning och sprida missvisande information. I detta avseende, att felaktigt hävda att en gummikomponents kemiska sammansättning är det främsta kvalitetskriteriet för en fender, är att tolka fakta på ett farligt vilseledande sätt. **Kemisk sammansättning är en viktig sak inom fendertillverkning, men inte allt. Som vi har visat tidigare är det de fysiska egenskaperna som i slutändan bestämmer en fenders kvalitet.**

Sådan förvrängning av fakta blir problematisk när aktörer åberopar subjektiva kriterier som en kvalitetsindikator för fendrar. Ett ganska välvilligt exempel på detta avser densiteten hos gummiblandningar. Hög densitet anses vara ett tecken på låg kvalitet – vilket är ett problematiskt påstående när det accepteras utan vidare.

		TGA-TEST		BLANDNING 1	BLANDNING 2		
		Polymer [%]		47.5	46.9		
		Kimrök [%]		37.5	27.5		
		Rester (aska) [%]		2.9	17.9		
FYSISKA EGENSKAPER	TEST AV FYSISKA EGENSKAPER			RESULTAT BLANDNING 1	ANMÄRKNING	RESULTAT BLANDNING 2	ANMÄRKNING
	EGENSKAPER	TESTMETOD	SPECIFIKATION				
	Draghållfasthet [MPa]	ASTM D412 Die C – ursprungligt värde före åldring	≥ 16	20.20	✓	19.11	✓
	Förlängning vid brott [%]	ASTM D412 Die C – ursprungligt värde före åldring	≥ 400	514.00	✓	586.08	✓
	Rivhållfasthet [kN/m]	ASTM D624 Die B	≥ 70	127.34	✓	104.42	✓
Kompression [%]	ASTM D395 Method B – vid 70 °C under 22 timmar	≤ 30	19.31	✓	17.93	✓	

Tabell 2: Jämförelse av blandningar med avseende på kemisk sammansättning och fysiska egenskaper | Blandning 1 och 2 tagna från fendrar som har varit i framgångsrikt bruk under många år



Eftersom komponenter som fyllnadsämnen och vulkaniseringsmedel har högre densitet än gummi, har varje blandning som behöver armering också högre densitet. Som vi såg tidigare överensstämmer också sådana blandningar med internationella standarder. **Densiteten är alltså en meningsfull parameter enbart när den betraktas i ett sammanhang.**

Det mest slående exemplet på denna typ av vilseledning är förfarandet att bedöma en gummiblandnings kvalitet genom att utsätta den för termogravimetrisk analys (TGA).

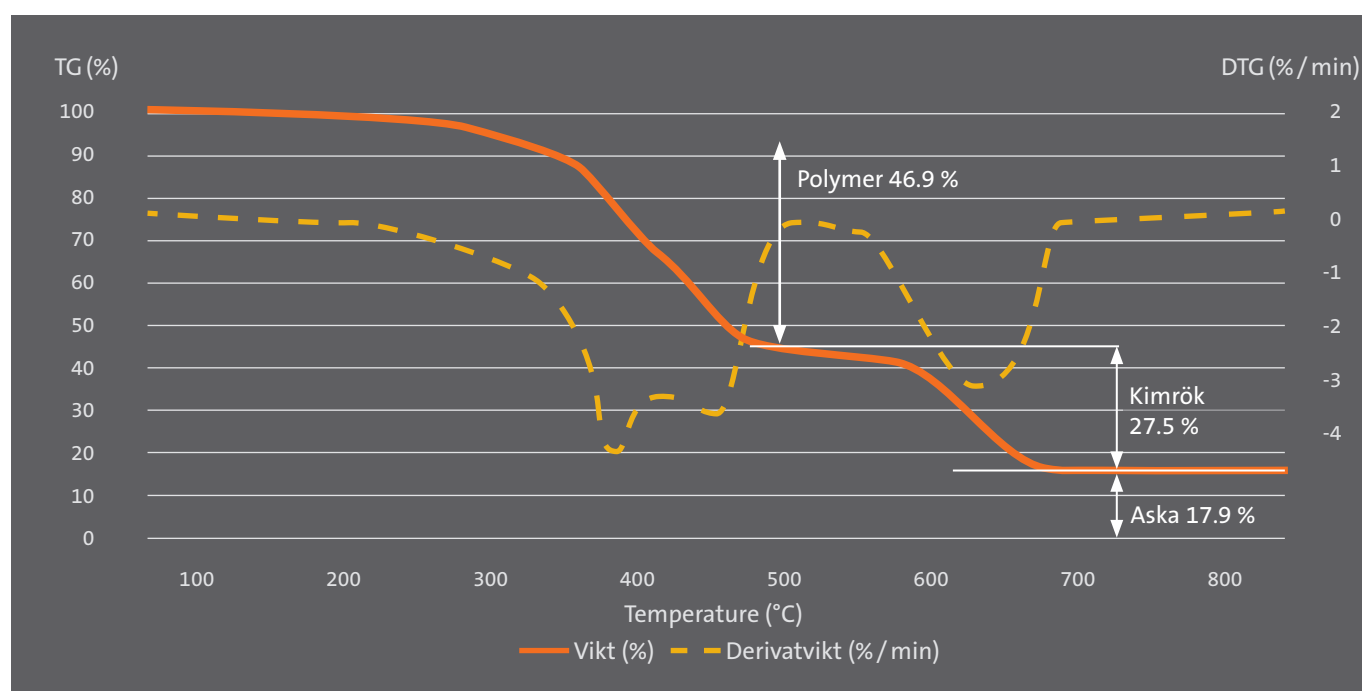
TGA är en metod för termisk analys varvid ett prov – i detta fall en gummifender – vägs kontinuerligt under upphettning. Eftersom olika komponenter förbränns vid olika temperaturer, ger vikt förlusten en indikering av provets sammansättning. Vissa delar brinner dock inte, inte ens vid mycket höga temperaturer, och trots att man tillsätter atmosfäriskt syre. Andra ämnen frisätts som CO<sub>2</sub> under processen. De obrännbara delarna som återstår efteråt kallas för rester (aska).

**Medan TGA är användbart som ett praktiskt sätt att verifiera den kemiska sammansättningen hos en blandning, tillhandahåller det ingen meningsfull korrelation med blandningens kvalitet.** Icke desto mindre anses en hög procentandel

aska felaktigt som en indikator på låg kvalitet – även när det finns fullständigt logiska orsaker till rester.

Som nämndes tidigare innehåller NR, som en naturlig produkt, aska och därför är det inte förvånande att större mängder av aska återstår efter förbränning av en NR-baserad gummiblandning. En annan rest, zinkoxid, tillsätts vanligtvis för härdningsprocessen, som en nödvändig vulkaniserings tillsats. Kisel, ett förstärkningsmedel för gråa fenderar (se också sidan 5), brinner inte heller, och större mängder av aska återstår. Detsamma gäller för det tidigare nämnda CC.

**Att använda TGA-resultat för att misskreditera komponenter som är typiska i gummiproduktion – viktiga även vid fendertillverkning för att uppfylla vissa krav – måste ses inte enbart som ett missvisande förfarande, utan också som potentiellt farligt.** Som nämndes tidigare medger TGA-resultat inte några meningsfulla slutledningar med avseende på en fenders kvalitet, eller dess lämplighet för ett projekt. Således säkerställer TGA-resultat inte att en fender lever upp till vad som förväntas av den vid användning. **Det gäller också att om en gummifender inte presterar det man kräver av den, kan man inte garantera dess säkerhet vid marin användning.**



Figur 3: Termogravimetrisk analys (TGA) | Värden baserade på blandning 2 (se tabell 2)

Trots allt är fendrar av största vikt för att skydda hamnkonstruktioner och skapa en säker miljö för båtar och besättningar. Mot denna bakgrund tror vi att svaret på vad som gör en bra fender inte enbart ska avspegla en hög nivå av teknisk expertis, utan också ge en tydlig känsla av företagsansvar.

**Ur teknisk synpunkt är en bra fender resultatet av en kombination av högkvalitativa råmaterial och en fendertillverkare med expertkunskaper inom blandningar, vilket garanterar att prestandan hos den slutliga produkten uppfyller – om inte överträffar – individuella projektkrav, och också internationella standarder.** Ur ett etiskt perspektiv är en bra fender det fysiska beviset på en företagskultur som sätter kundens individuella prestandakrav främst när produktens kvalitet bestäms, inte företagets eget behov av marknads-differentiering. I ett nötskal bestäms kvaliteten hos en fender av dess prestanda i fält, inte av fendertillverkarens påståenden.

Som en fendertillverkare med omfattande kunskaper och oöverträffad expertis inom gummiproduktion, är vi hos ShibataFenderTeam Group (SFT) övertygade om att sammansättning av blandningar är en expertsyssla som man inte får ta lätt på, och så projektspecifik att den inte kan generaliseras på något sätt. **I slutänden behöver en marinfender en individualiserad gummiblandning som förser den med de för dess användningsändamål rätta fysiska egenskaperna.** Med denna serie av tekniska rapporter vill SFT förespråka mer transparens inom fendertillverkning för att säkerställa kvalitetsstandarder som drivs på genom ett engagemang för högpresterande produkter och en tydlig känsla för ansvar.

## Anmärkning:

- ▶ Fysiska egenskaper är den enda tillförlitliga indikatorn på kvaliteten hos en gummiblandning som definieras genom internationella standarder.
- ▶ Halterna av fyllnadsämnen och armeringsmedel som CB, CC och kisel ska avgöras av specialister med djupgående materialkunskap, eftersom mängden och partikelstorleken i hög grad påverkar blandningen, dess prestanda och slitstyrka.
- ▶ Gummiblandningar med korrekt inblandning av CC, utfört av erfarna tillverkare, överensstämmer med och överträffar internationella provningsstandarder; fendrar av sådana gummiblandningar har hög hållfasthet och uppnår en typisk användningslivslängd av mer än 20 år.

## ShibataFenderTeam Group.

ShibataFenderTeam Group är en av de ledande internationella fendertillverkarna med mer än 50 års koncernerfarenhet av fendertillverkning, över 100 000 fendrar i bruk och mer än 90 års erfarenhet av tillverkning av gummiprodukter. Shibata Industrial, med huvudkontor i Japan, har ansvaret för produktion och FoU, medan ShibataFenderTeam, med huvudkontor i Tyskland, har hand om konstruktion och försäljning. De regionala kontoren i USA, Europa och Asien assisteras av ett stort nätverk av väletablerade lokala representanter på sex kontinenter.

Skapa och skydda värde – det är kärnan i vad våra produkter är avsedda att göra. Vi erbjuder hela skalan av marinfenderprodukter, från enkla gummiprofiler till mycket sofistikerade system, och även tillbehör och fästen. Överlägsna konstruktioner innebär att våra partner säkert kan förvänta sig det bästa från oss inom alla områden. Vår erfarenhet har förvärvat oss ett rykte som en pålitlig partner inom marknaden för internationella hamnar, hamnanläggningar och vattenvägar.

info@shibata-fender.team

 [www.shibata-fender.team](http://www.shibata-fender.team)

### Referenser:

Om inget annat anges, är alla hänvisningar till gummi och gummiblandningar i denna tekniska rapport hämtade från:  
- Abts, G. (2007). Einführung in die Kautschuktechnologie (*Introduktion till gummiteknik*). München: Hanser  
- Hofmann, W. & Gupta, H. (2009). Handbuch der Kautschuktechnologie (*Handbok i gummiteknik*).

Ratingen: Gupta

# SHIBATAFENDERTEAM GROUP.

## Huvudkontor:

**ShibataFenderTeam AG – Tyskland**

+49 (0)40 63 86 10 - 170

info@shibata-fender.team

## **ShibataFenderTeam Inc. – USA**

+1 (571) 281-3770

contact-americas@shibata-fender.team

## **ShibataFenderTeam S.A.S. – Frankrike**

+33 (0)1 48 73 00 96

contact-france@shibata-fender.team

## **ShibataFenderTeam Sdn. Bhd. – Malaysia**

+60 (0)3 5545 9215

contact-malaysia@shibata-fender.team

## **ShibataFenderTeam Spain SLU – Spanien**

+34 960 913 108

contact-spain@shibata-fender.team