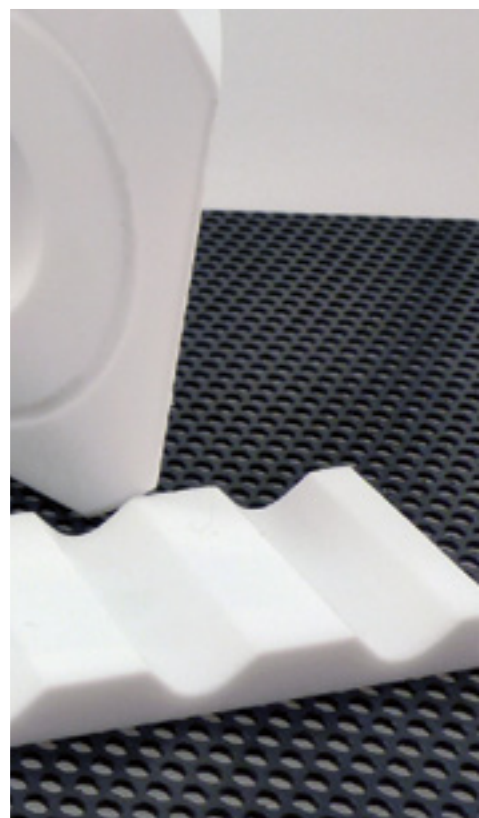
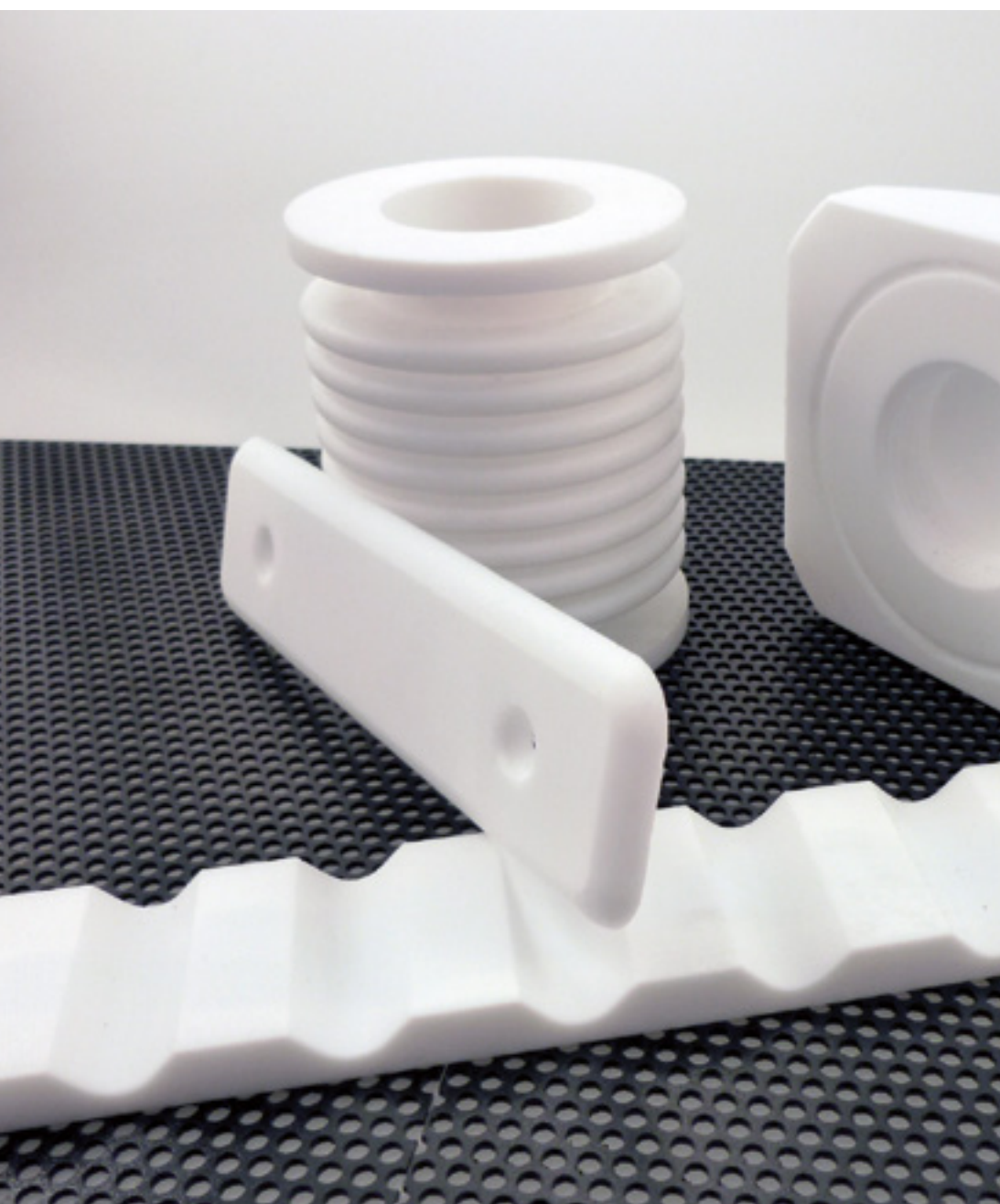


PTFE

i fokus - en teknisk brochure



Hvad er PTFE



Anvendelsesområder

PTFE anvendes først og fremmest hvor der er behov for et temperaturbestandig materiale eller et materiale med exceptionel kemikalieresistens. Disse egenskaber kombineret med de velkendte slip- og lavfriktionsegenskaber gør, at PTFE materialerne typisk anvendes som:

- Bøsninger
- Ventiler
- Fast indspændte slidplader
- Pakninger
- Membraner
- Glideelementer

PTFE's ringe stivhed og relativt store tendens til koldflydning gør, at materialet i uforstærket tilstand kun kan anvendes ved meget lave statiske belastninger – selv ved stuetemperatur. Bæreevnen for PTFE kan dog forøges væsentligt ved at konstruere emnet, så det er indkapslet på minimum 75% af godstykkelse hvilket begrænser koldflydningen og man dermed kan udnytte materialets fremragende glideegenskaber selv ved store specifikke belastninger.

Vær opmærksom på at PTFE:

- Har ringe slidstyrke
- Har begrænset mekanisk styrke
- Har udpræget tendens til koldflydning



Egenskaber

PTFE er et delkrystalinsk materiale, med fremragende friktions-, temperatur- og ældningsbestandighed, hvorfor PTFE i stor udstrækning anvendes hvor andre materialer ikke længere slår til.

PTFE kendetegnes ved:

- Utroligt lav friktionskoefficient
- Fremragende kemikaliebestandighed
- Høj temperaturbestandighed
- Ringe vedhæftning (adhesion)
- Fremragende elektriske og dielektriske egenskaber
- Bestandighed mod spændingskorrosion
- Vejrbestandighed (UV-stråling)



Mekaniske

PTFE's ringe stivhed og relativt store tendens til koldflydning gør, at materialet i uforstærket tilstand kun kan anvendes ved meget lave statiske belastninger – selv ved stuetemperatur. Ved konstruktive forholdsregler som f.eks. indkapsling og ved kortere varende belastninger, kan koldflydningen begrænses og man kan udnytte materialets fremragende glideegenskaber selv ved store specifikke belastninger. Tilsætning af diverse forstærkningsmaterialer kan forbedre de mekaniske egenskaber, men det sker ofte på bekostning af nogle af de øvrige egenskaber. Fluorosint® kvaliteterne rummer egenskaberne for ren PTFE og fjerner samtidig de mekaniske mangler som vi netop har beskrevet for ren PTFE.



Kvaliteter

PTFE virgin (hvid) udviser en unik kombination af lav friktion, fremragende kemisk resistens, en ikke-klæbende overflade og kan modstå et bredt temperaturområde fra -200°C til 260°C og har ligeledes gode dielektriske egenskaber.

PTFE med glas er en glasfiberforstærket type med forbed-

ret slidstyrke og stivhed. Denne type anvendes til ventilsejler, pakninger og lejer som skal modstå slid og kemikalier. Er egnet til lejer med lav PV-værdi.

PTFE med carbon har god termisk og elektrisk ledningsevne, og forbedre slidstyrke og modstand mod deformation.

Fluorosint® 207 (hvid) er PTFE med Mica opfylder det amerikanske FDA regulativ om plastmaterialers anvendelse i kontakt med fødevarer. Fluorosint 207 har sammenlignet med virgin PTFE en langt bedre modstandsdygtighed overfor deformation under belastning, bedre dimensionsstabilitet og slidegenskaber, men mister lidt i friktionsegenskaberne.

Fluorosint® 500 (elfenben) er PTFE med Mica som i forhold til virgin PTFE ni gange mere modstandsdygtig overfor deformation under belastning. Materialets lineære termiske udvidelseskoefficient ligger meget tæt på værdien for aluminium og det har en langt bedre dimensionsstabilitet i forhold til virgin PTFE, hvilket ofte eliminerer tilpasnings- og monteringsproblemer.

Fluorosint® 500 er væsentligt hårdere og har et langt højere E-modul og bedre slidegenskaber end ren PTFE medens friktionsegenskaberne er lidt forringet. Desuden virker Fluorosint 500 ikke slidende på langt de fleste modglideflader.

Fluorosint HPV (brun) Denne kvalitet er udviklet til bærende applikationer. Specielt skal nævnes at materialet har en høj bæreevne (PV-værdi), lav friktionskoefficient og god slidstyrke.

Fluorosint® MT-01 (mørkegrå) Denne kvalitet er udviklet specielt til applikationer, hvor der kræves høj styrke, stivhed og stabilitet ved høj temperatur. Er ofte brugt som pakninger og tætninger samt slid applikationer, hvor ekstreme forhold er til stede.

Anvendelsestemperatur i luft

	Min.	Max.	Korte kontinuer- ligt 20000h	Korte perio- der få timer	Glasover- gangs- tempera- tur
PTFE virgin	-200°C	260°C	300°C	327°C	
Fluorosint® 207	-50°C	260°C	280°C	327°C	
Fluorosint® 500	-20°C	260°C	280°C	327°C	
Fluorosint®HPV	-50°C	260°C	280°C	327°C	
Fluorosint® T-01	-20°C	260°C	300°C	327°C	



Termiske

PTFE nedbrydes ikke af varmt vand (hydrolyse).

Den store termiske stabilitet gør, at PTFE kan anvendes kontinuerligt i temperaturområdet -200 til +260°C. Selv ved meget lave temperaturer bevarer PTFE sin fleksibilitet og elasticitet. Der må advares mod at anvende PTFE (polytetrafluorethylen) ved temperaturer over 300°C, da der langsom vil ske en spaltning som kan forårsage udvikling af farlige fluorforbindelser. Røg fra overophedningen kan ved indånding forårsage polymer røg feber, en midlertidig influenzalignende sygdom med feber, kulderystelser, og undertiden hoste, på cirka 24 timers varighed. Spormængder af carbonyl fluorid og hydrogenfluorid kan også udvikle sig, når PTFE er overophedet eller brændes ved over 400°C (750°F).

Dimensionsstabiliteten påvirkes ved 19°C da der forekommer en omlægning af molekylestrukturen. Dette medfører en stor dimensionsændring på ca. 1% volumenændring.



Elektriske

PTFE er en god elektrisk isolator. Isoleringsevnen påvirkes

næsten ikke ved selv længere tids ophold i vand og er, indtil 150°C, stort set uafhængig af temperaturen. Også de dielektriske egenskaber er fremragende inden for meget store områder og er nærmest uafhængige af såvel frekvens som temperatur op til 300°C.



Optiske

PTFE anvendes ikke hvor synligt lys skal transmitteres. Kun ved meget tynde folier vil lyset kunne trænge igennem materialet.



Fødevarer

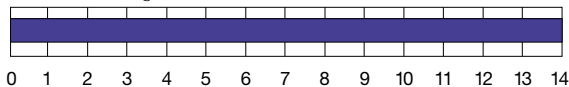
Ren PTFE er et fysiologisk inaktivt materiale og der kendes ikke til negative indvirkninger ved kontakt med føde- og medicinalvarer. PTFE virgin er godkendt til direkte kontakt med fødevarer - såvel i.h.t. EN 10/2011 som FDA(USA). PTFE virgin er godkendt til direkte kontakt. Yderligere oplysninger vedr. egnethed til direkte fødevarekontakt fås ved henvendelse til Vink kundeservice.



Kemikalieresistens

Den strukturelle opbygning af PTFE medfører en nærmest universal kemikalieresistens. Til trods for, at der ikke kendes stoffer, der ved temperaturer under 300°C kan opløse PTFE, angribes det af smeltede og opløste alkalimetaller, fluorholdige kulbrinter og ioniserende stråling. Spændingsrevnedannelse og -korrosion finder ikke sted. PTFE påvirkes ikke af varmt vand (hydrolyse). Man bør aldrig vælge materiale ud fra tabelværdierne alene, men Vink anbefaler at afprøve kemikalierens indflydelse under konkrete driftforhold.

Kemisk bestandighed ved 23° C



Vejr- og UV-stabilitet

PTFE kan uden tilsætning af stabilisatorer anvendes uden dørs. Selv efter lang tids påvirkning under ekstreme klimatiske forhold forekommer der ikke ændringer i materialets egenskaber. PTFE egner sig ikke til anvendelser i forbindelse med højenergi-stråling.



Brand

PTFE er ikke brændbart, men ved overophedning sker der PVDF påvirkes ikke af varmt vand (hydrolyse) en nedbrydning af materialet under dannelse af fluorbrinte, der er en giftig luftart. Af samme årsag må der ikke ryges eller anvendes åben ild i forbindelse med bearbejdning af PTFE.

Bearbejdning/forarbejdning



Spåntagning

Der må ikke ryges i lokaler, hvor der arbejdes med PTFE (se under "Brand"). Spåntagende bearbejdning af PTFE kan foretages på almindelige værktøjsmaskiner. Det er afgørende, at stålene er skarpe og slebet i korrekte vinkler. Nærmere herom findes i bogen "Spåntagende bearbejdning af plast" udgivet af Vink Plast. Plastens sejhed og tendens til spændingsudligning betyder endvidere, at man ofte kan foretage grovbearbejdning, uden at det går ud over det færdige produkts kvalitet. Endvidere skal man være opmærksom på den forholdsvise store lineære termiske udvidelseskoefficient samt krysta-

lomlejringen der finder sted omkring 19°C og medfører relativt store dimensionsforandringer. På grund af materialets dårlige varmeledningsevne bør der køles med olie-emulsion.

Laser- og vandstråleskæring

Det kan ikke anbefales at laserskære PTFE. Den røg, som udvikles ved laserskæring er sundhedsskadelige, og standard udsugningssystemer er ikke i stand til at filtrere de fine partikler og fjerne farlige dampe som udvikles. Et alternativ ville være at vandstråleskære PTFE.



Termoformning

Typen E-CTFE kan termoformes, varmbukkes og foldes, ved at bruge vanlige metoder uden problemer. E-CTFE har reducerede temperaturudvidelse fra omkring 180°C og op til dets smeltepunkt, og formning i dette temperaturområde kan medføre revner og en sprød struktur i materialet. Termoformning bruges ofte i forbindelse med parabolformede ender til tanke, og E-CTFE-GK som har en glasfiber bagside kan uden problemer formes til dobbeltkrumme emner.



Samling

Ved montering af emner i PTFE bør man være opmærksom på, at store statiske belastninger medfører krybninger. Derfor er formluttende forbindelser gunstigere end friktionsforbindelser og f.eks. en manganot bedre end en feder-/hotforbindelse, og en snapforbindelse ofte gunstigere end en skrueforbindelse. Ved samling af plast med et andet materiale, bør man være opmærksom på plastens væsentligt større temperaturudvidelseskoefficient. Denne gør, at der ofte skal være større spillerum for at give plads for udvidelser ved svingende temperaturer. Fluorosint® kvalitetene har som nævnt markant lavere temperaturudvidelseskoefficienter end ren PTFE, hvorfor de nødvendige spillerum for disse materialer er lavere end for ren PTFE.



Limning

På grund af PTFE materialernes store kemikalieresistens samt udprægede upolaritet egner de sig ikke til limning. Ved forbehandling af materialet - i form af en ætsning af overfladen - er det muligt at opnå en rimelig limstyrke med f.eks. epoxybaserede limtyper. Ætsning foretages af materialeproducenten. En undtagelse er E-CTFE-GF der har en glasfiberbagside der limes til underlaget.



Svejsning

På grund af den store varmebestandighed og høje smelteviskositet, kan PTFE normalt ikke svejdes. Ved anvendelse af specialteknikker kan tynde folier dog svejdes.



Overfladebehandling

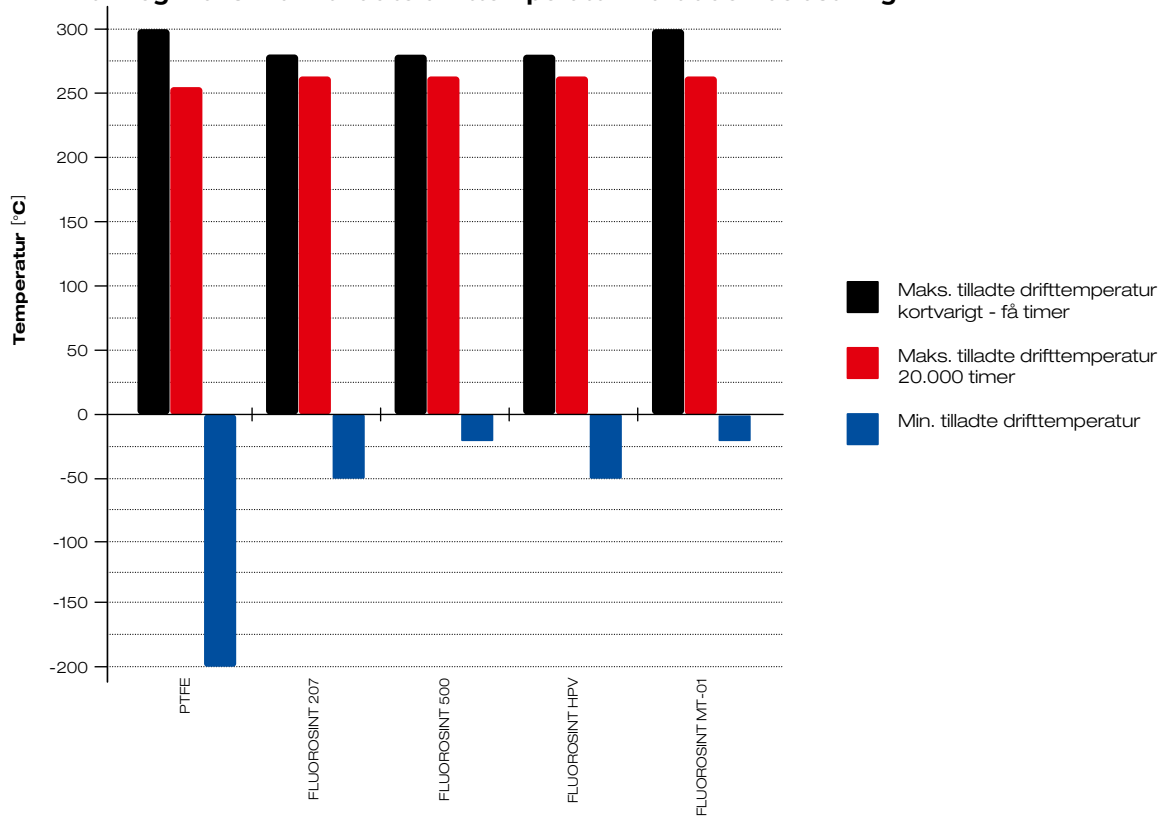
På grund af den meget afvisende overflade er enhver form for overfladebehandling meget kompliceret.

Alle informationer i denne publikation er givet ud fra vor bedste viden og uden ansvar for Vink Plast. Tekniske oplysninger bygger i vid udstrækning på informationer fra forskellige råvareleverandører. kemisk forbehandling af materialet.

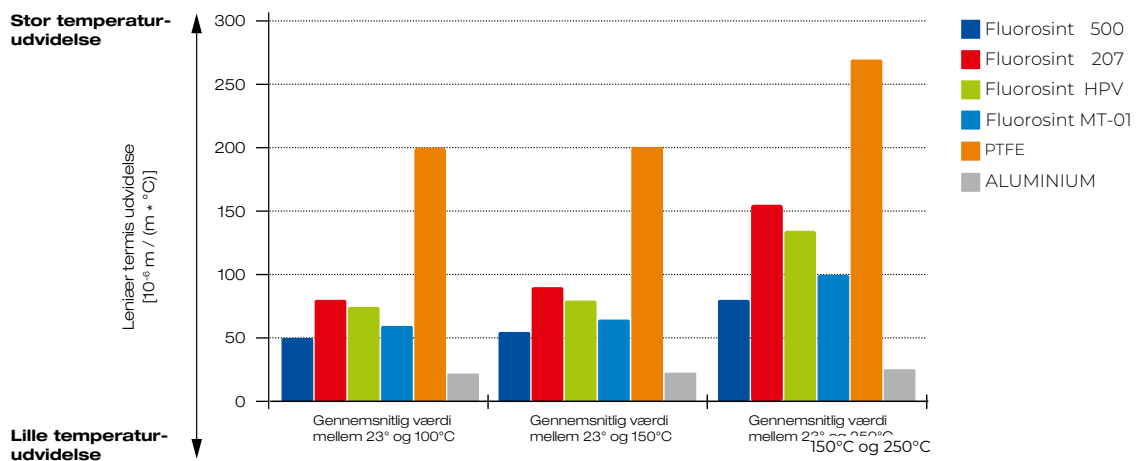
Tekniske oplysninger bygger i vid udstrækning på informationer fra forskellige råvareleverandører.

Data for PTFE

Minimum og maksimum tilladte drifttemperatur i luft uden belastning



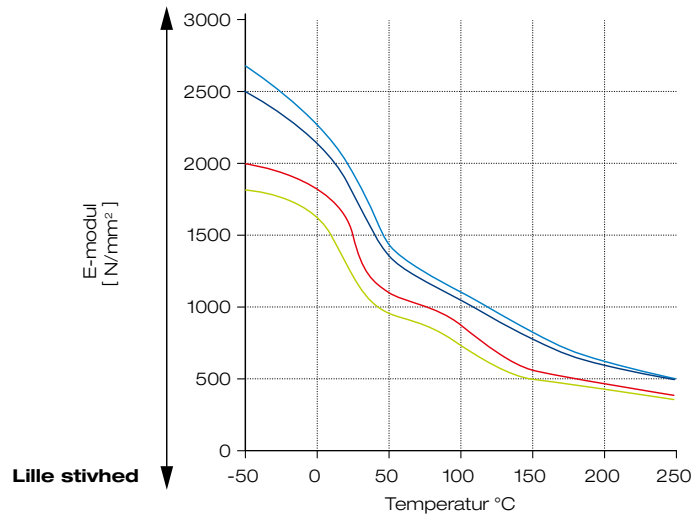
Dimentionsstabilitet - temperaturudvidelse



Diagrammet viser hvor meget plsten udvider sig ved temperaturændringer.

Stivhed versus temperatur

Stor stivhed



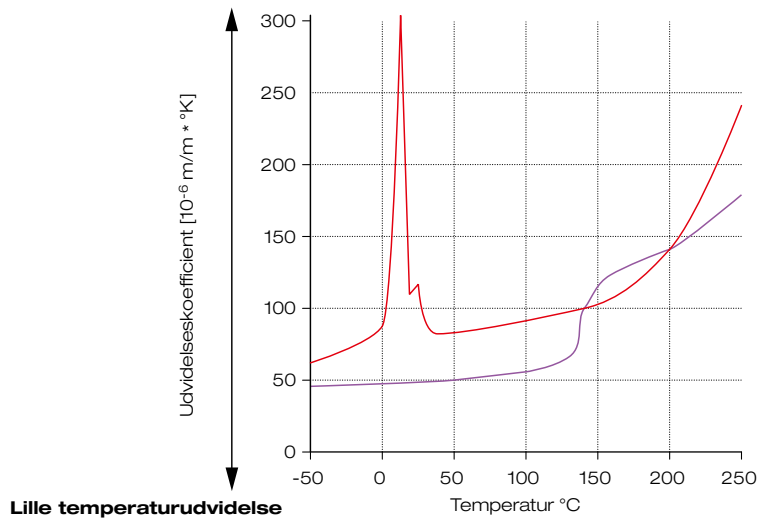
Diagrammet angiver materialernes stivhed. Dvs. et materiale med højt E-modul opleves som stive, idet de kun deformeres lidt under en belastning.

- Fluorosint MT-01
- Fluorosint 500
- Fluorosint 207
- Fluorosint HPV

Lille stivhed

Temperaturudvidelseskoefficient versus temperatur

Stor temperaturudvidelse



Man skal være opmærksom på, at PTFE har en forholdsvis stor lineære termiske udvidelseskoefficient omkring 19°C, som kan medføre relativt store dimensionsforandringer.

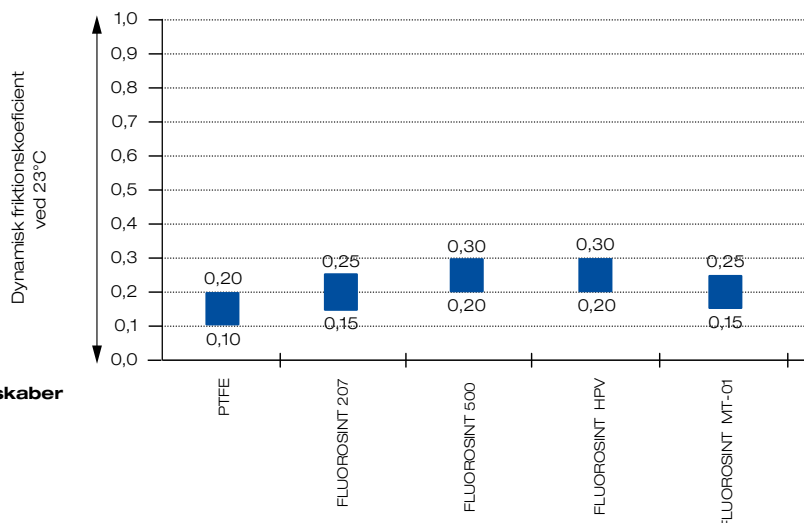
- Fluorosint 207
- Ketron® 1000 PEEK

Lille temperaturudvidelse

Data for PTFE

Friktionskoefficient

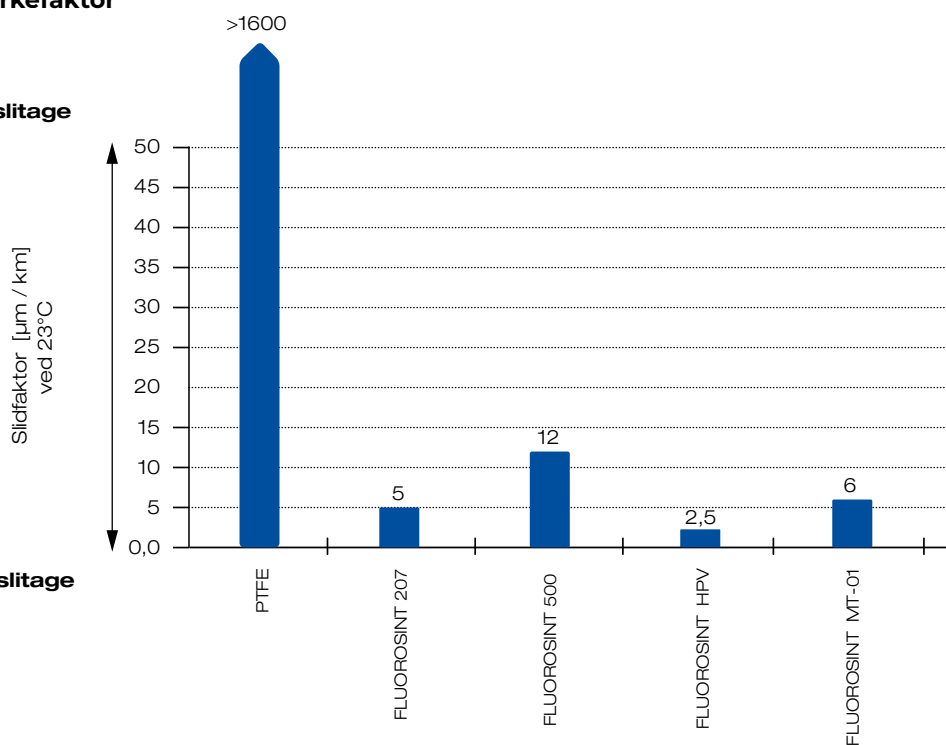
Dårlige glideegenskaber



Gode glideegenskaber

Slidstyrkefaktor

Stor slidage



Lille slidage

Diagrammet angiver friktionskoefficient og slidfaktor under de konkrete testforhold. Faktorene bruges til at sammenligne friktion og slidforhold for de enkelte materialer med hinanden, men kan kun bruges som vejledende beregningsgrundlag i en given konstruktion.

Testbetingelser:

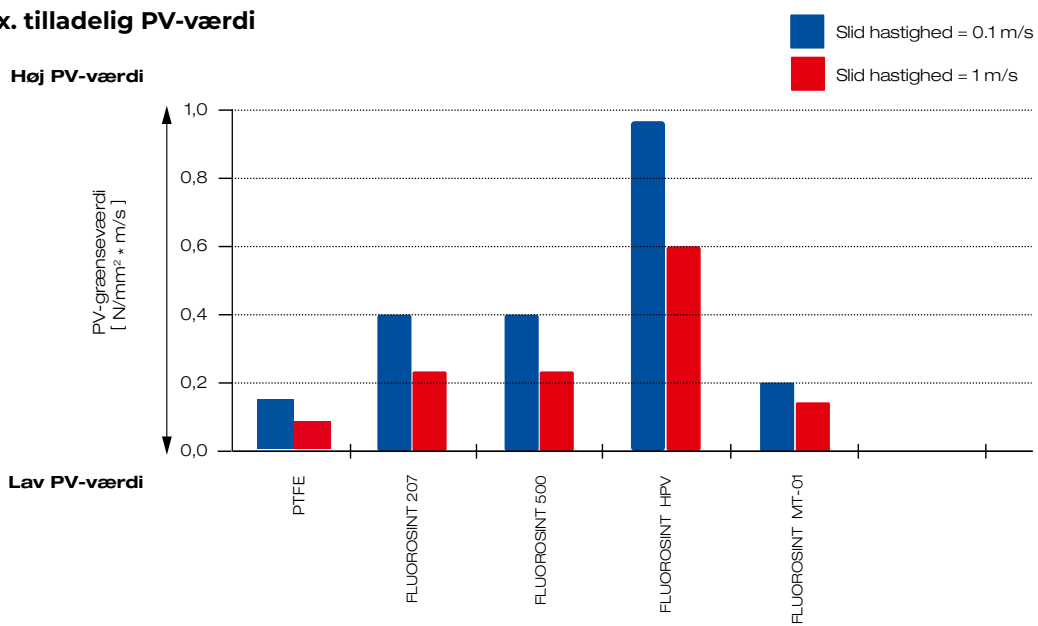
Belastning: 3MPa

Slidhastighed: 0,33m/s

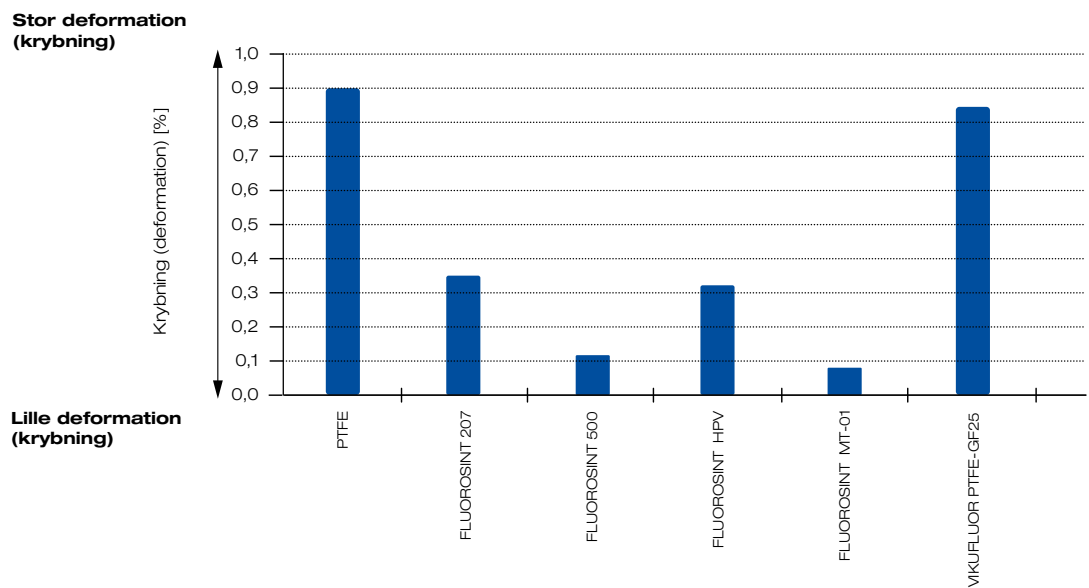
Overfladerughed for C35 stålskive: Ra= 0,70-0,90 µm

Data for PTFE

Max. tilladelig PV-værdi



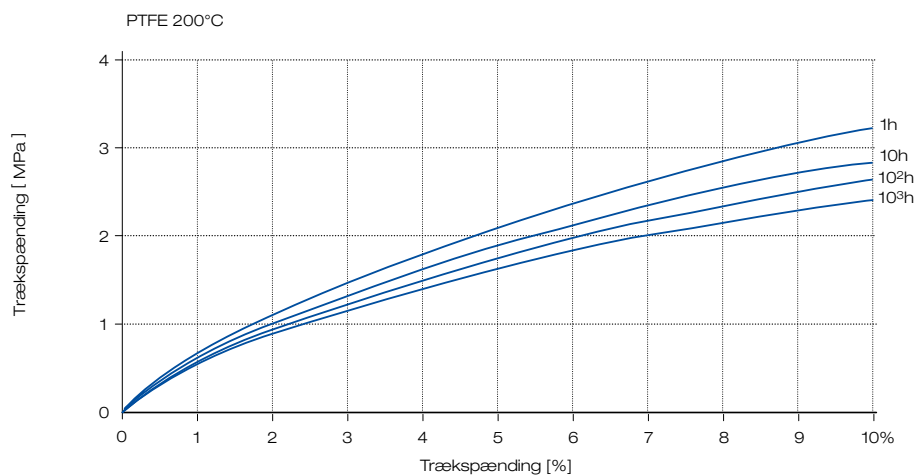
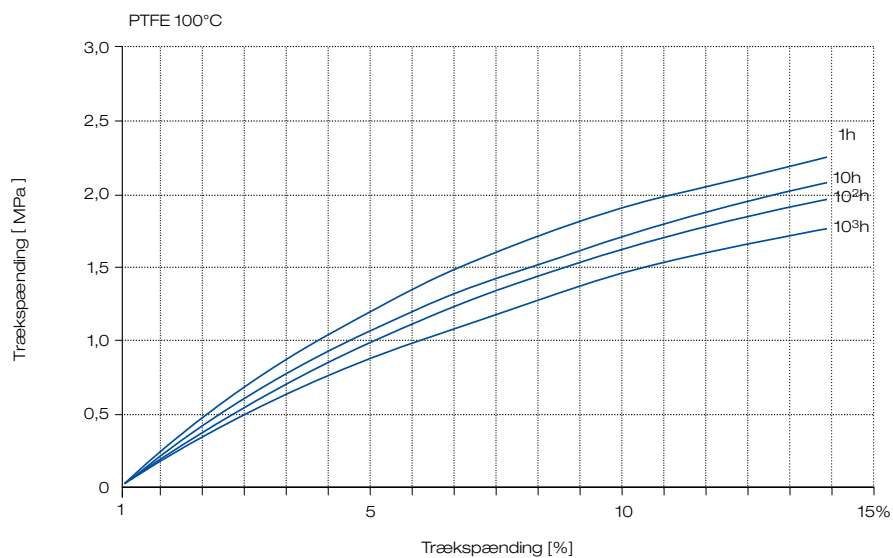
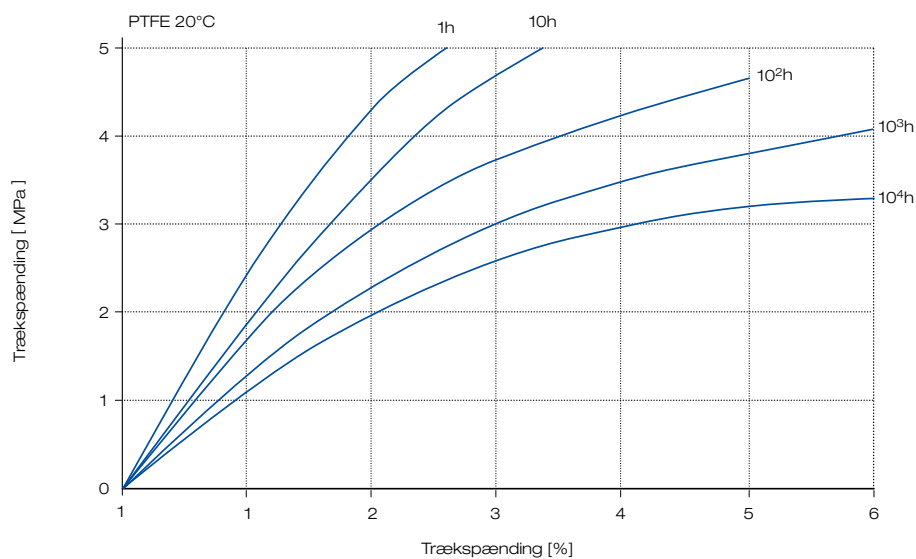
Krybning (deformation)



Krybning (deformation) efter 24 timers under belastning på 13,8 MPa ved 50°C

Data for PTFE

Isochron kurver

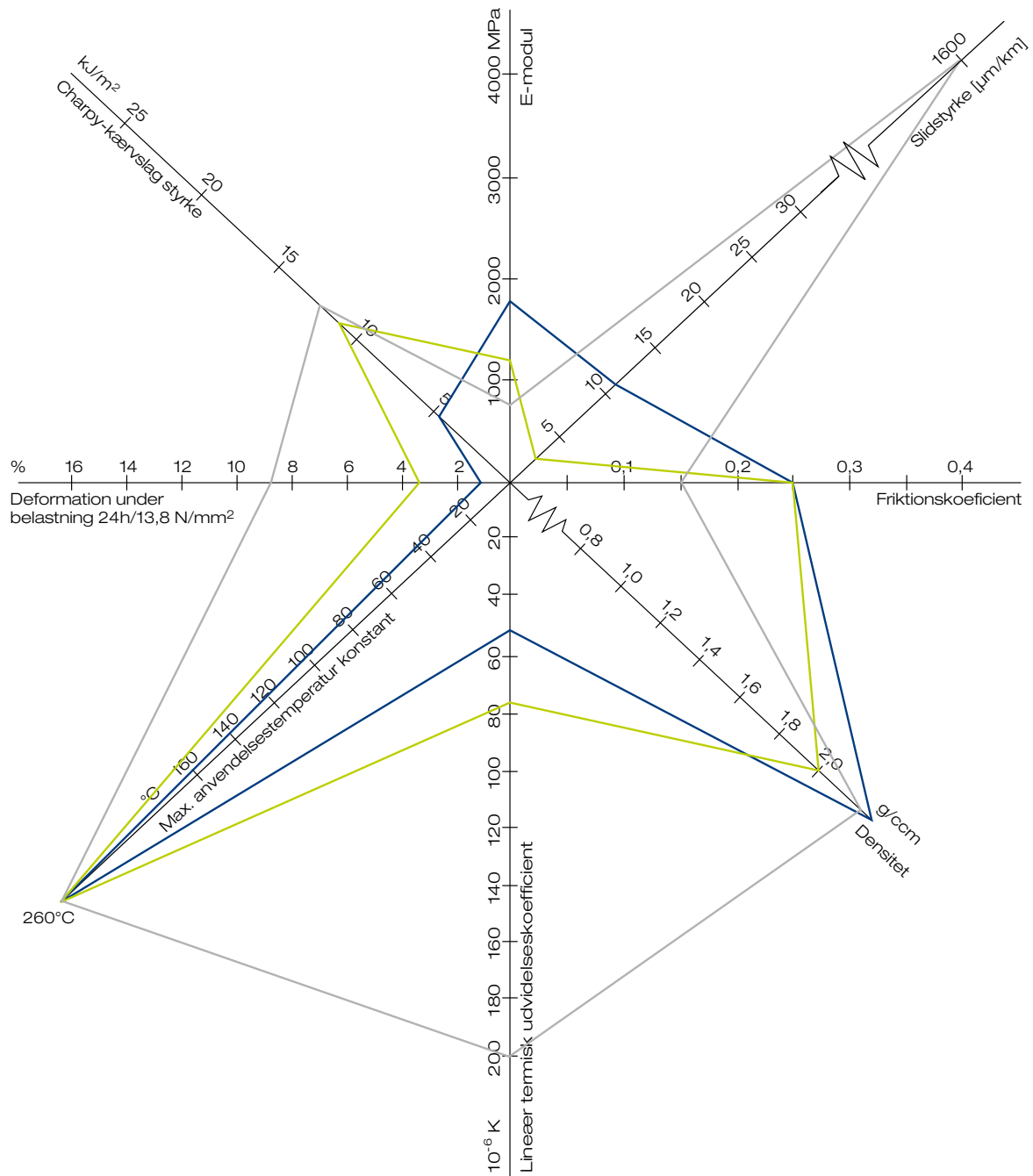


Isochrone kurver angiver materialekonstanter ved statiske belastninger under forhold, hvor der ud over belastning og temperaturer også tages hensyn til den meget vigtige tidsfaktor. Kurverne kan anvendes til at aflæse såvel krybeforhold (1.konstant belastning) som relaxationsforhold (2.konstant deformation).

Data for PTFE

Egenskabsværdi

- FLUOROSINT 500
- FLUOROSINT HPV
- PTFE



Teknisk datablad

Egenskaber	Test-metode ISO/ (IEC)	Enhed	PTFE ekstruderet	PTFE støbt	PTFE med 20% glas	PTFE støbt med carbon
Farve			hvid	hvid	hvid	hvid
Densitet (vægtfylde)	ASTM D792	g/cm ³	2,14 - 2,18	2,14 - 2,18	2,19 - 2,25	2,05 - 2,11
Fugtoptagelse:						
- 24 / 96 timer i vand ved 23°C	ASTM D792	mg / %	0,1	0,1		
- mættet i luft 23°C / 50% RH		%	0,05			
- mættet i vand 23°C		%				
Termiske egenskaber						
Smeltetemperatur		°C				
Varmeledningevne ved 23°C		W/(°C x m)				
Genm. temp. udvidelseskoefficient:						
- middelværdi mellem 23°C og 100°C	ASTM D696	m/(m x °C)	120-130 x 10 ⁻⁶	120-130x10 ⁻⁶		100-120x10 ⁻⁶
- middelværdi mellem 23°C og 150°C		m/(m x °C)				
- middelværdi over 150°C		m/(m x °C)				
HDT temp. metode A: 1,8 N/mm ²		°C				
Tilladelig anvendelsestemperatur i luft:						
- max. kortvarigt		°C				
- max. kontinuerligt 20000 timer		°C	260	260	260	
- minimum		°C	-200	-200	-200	
Brandbarhed:						
- ilt index		%				
- klassifikation i.h.t. UL94 1,5/3 mm tykkelse						
Mekaniske egenskaber v. 23°C						
Trækforsøg:						
- trækstyrke ved flydning	ASTM D894	N/mm ²	≥ 20	≥ 24	≥ 14	14 - 17
- forlængelse ved brud	ASTM D894	%	≥ 200	≥ 250	≥ 180	70 - 120
- E-modul		N/mm ²				
Trykforsøg:						
- 1% offset trykstyrke	ASTM D695	N/mm ²	4 - 5	4 - 5		
Permanent deformation efter 24h, 23°C	ASTM D621	%	7 - 9			7 - 9
Hårdhed - shore D	ASTM D2240	Points	≥ 58		59 - 64	62 - 67
Friktionskoefficient	ASTM D1894		0,06			0,11
Slidfaktor ved PV 100	ASTM D3702	cm ³ x min. x 10 ⁻⁸ leg x m x h	2900			16 - 20
Elektriske egenskaber						
Dielektrisk styrke		kV/mm	≥ 20	≥ 40		
Specifik modstand		Ω x cm	10 ¹⁸	10 ¹⁸		
Overflademodstand	ANSI/ESD STM 11.11	Ω / sq.	10 ¹⁷	10 ¹⁷		
Dielektrisk konstant: - ved 100 Hz						
- ved 1 MHz						
Dielektrisk tabstal tan: - ved 100 Hz						
- ved 1 MHz						
Krybe-strømsmodstand index (CTI)						

Note: 1 g/cm³ = 1,000 kg/m³; 1 N/mm² = 1 MPa; 1 kV/mm = 1 MV/m

Teknisk datablad

Egenskaber	Test-metode ISO/ (IEC)	Enhed	Fluorosint® 207 PTFE med mica	Fluorosint® 500 PTFE med mica	Fluorosint® HPV	Fluorosint® MT-01
Farve			Hvid	Elfenben	Solbrun	Mørk grå
Densitet (vægtfylde)	1183	g/cm ³	2,30	2,32	2,06	2,27
Fugtoptagelse:						
- 24 / 96 timer i vand ved 23°C	62 62	mg %	4 / 0,03 / -	14 / 0,10 / -	10 / 20 0,07 / 0,15	
- mættet i luft 23°C / 50% RH		%	-	-	0,1 - 0,2	
- mættet i vand 23°C		%	2,0	3,0	0,5 - 1	1,5 - 2,5
Termiske egenskaber						
Smeltetemperatur	11357 - 1/-3	°C	327	327	327	327
Varmeledningevne ved 23°C	11357 - 1/-3	W/(°C x m)	-	-	-	-
Genm. temp. udvidelseskoefficient:						
- middelværdi mellem 23°C og 100°C		m/(m x °C)	85 x 10 ⁻⁶	50 x 10 ⁻⁶	75 x 10 ⁻⁶	60 x 10 ⁻⁶
- middelværdi mellem 23°C og 150°C		m/(m x °C)	90 x 10 ⁻⁶	55 x 10 ⁻⁶	80 x 10 ⁻⁶	65 x 10 ⁻⁶
- middelværdi over 150°C		m/(m x °C)	155 x 10 ⁻⁶	85 x 10 ⁻⁶	135 x 10 ⁻⁶	100 x 10 ⁻⁶
HDT temp. metode A: 1,8 N/mm ²	75-1/-2	°C	100	130	80	95
Tilladelig anvendelsestemperatur i luft:						
- max. kortvarigt		°C	280	280	280	300
- max. kontinuert 20000 timer		°C	260	260	260	260
- minimum		°C	-50	-20	-50	-20
Brandbarhed:						
- ilt index	4589-1/-2	%	≥ 95	≥ 95	≥ 95	≥ 95
- klassifikation i.h.t. UL94 1,5/3 mm tykkelse			V-0 / V-0	V-0 / V-0	V-0 / V-0	V-0 / V-0
Mekaniske egenskaber v. 23°C						
Trækforsøg:						
- trækstyrke ved flydning	527	N/mm ²	10 / -	8 / -	10 / >50	14 / 20
- forlængelse ved brud	527	%	50	10		
- E-modul	527	N/mm ²	1800	2200	1200	1900
Trykforsøg:						
- 1% offset trykstyrke	604	N/mm ²	13	17	10	11
- 2% offset trykstyrke	604	N/mm ²	18	24	14,5	17
Slagstyrke:						
- charpy uden kærø	179/1eU	kJ/m ²	50	10	55	-
- charpy med kærø	179/1eU	kJ/m ²	8	5	12	4
Kugletrykshårdhed	2039-1	N/mm ²	-	-	-	-
Rockwell hårdhed	2039-1		R 50	R 55	R 45	R 74
Elektriske egenskaber						
Dielektrisk styrke	(60243)	kV/mm	8	11		
Specifik modstand	(60093)	Ω x cm	>10 ¹³	>10 ¹³		
Overflademodstand	ANSI/ESD STM 11.11	Ω 7 sq.	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹³	>10 ¹⁵
Dielektrisk konstant: - ved 100 Hz	(60250)		-	-		
- ved 1 MHz	(60250)		2,65	2,85		
Dielektrisk tabstal tan: - ved 100 Hz	(60250)		-	-		
- ved 1 MHz	(60250)		0,008	0,008		
Krybestrømsmodstand index (CTI)	(60112)		-	-		

Note: 1 g/cm³ = 1,000 kg/m³; 1 N/mm² = 1 MPa; 1 kV/mm = 1 MV/m

Alle informationer i dette hæfte er givet ud fra vor bedste viden og uden ansvar for Vink Plast ApS.
Tekniske oplysninger bygger i vid udstrækning på informationer fra forskellige råvareleverandører.

Kopiering og gengivelse af indhold eller uddrag i anden sammenhæng kun efter forudgående aftale.
Vink Plast ApS, august 2021.

Vink Plast ApS

Kristrup Engvej 9
DK-8960 Randers SØ
Tlf. 89 11 01 00
Fax 89 11 02 94
email: info@vink.dk