



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Rijkswaterstaat Technisch Document (RTD)

# EISEN GLIJDEND BELASTE KUNSTSTOFFEN

kunststoffen die glijdend of slijtend worden belast

Doc nr : RTD 1027:2021

Versie : 2.0

Status : Definitief

Datum : Februari 2021



**Titel: GLIJDEND BELASTE KUNSTOFFEN**

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend  
glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de  
werktuigbouw

---

document :RTD 1027  
uitgave :feb 2021  
pagina :2 van 29

Deze RTD vervangt, en is een uitbreiding van de NBD 09799 en dient  
gebruikt te worden in combinatie met de NEN 6786-1.

---

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

---

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend  
glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de  
werktuigbouw

**Inhoud**

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b> .....	<b>5</b>
1.1	Scope .....	5
1.2	Uitgangspunt en gevolg.....	5
1.3	Kern van deze eisen .....	5
1.4	Toepassingsgebied en condities.....	5
<b>2</b>	<b>DEFINITIES EN BEGRIPPEN</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>GARANTIEBEPALINGEN EN GARANTIETERMIJN</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>EISEN</b> .....	<b>7</b>
4.1	Materiaaleisen.....	7
4.1.1	Re-PE-uv.....	7
4.1.2	Re-HDPE 250 uv .....	7
4.1.3	Re-HMPE 500 uv .....	7
4.1.4	Re-UHMPE 1000 uv.....	8
4.1.5	UHMPE 1000 uv (zonder regeneraat).....	8
4.1.6	UHMPE 1000 (naturel, zonder regeneraat).....	8
4.1.7	PETP.....	8
4.1.8	HAWE.....	8
4.2	Eigenschappen .....	9
4.3	Vervaardiging en bewerking.....	9
4.4	Minimum afrondingsstraal .....	9
4.5	Oppervlaktegesteldheid en uiterlijk.....	9
4.6	Rechtheid .....	9
4.7	Maattolerantie.....	10
4.8	Relatieve rek .....	10
4.9	Kruip .....	10
<b>5</b>	<b>KEURINGEN</b> .....	<b>10</b>
5.1	Leveranciersverklaring .....	11
5.2	Standaardkeuringen .....	11
5.3	Aanvullende keuringen.....	12
5.3.1	<i>Tribologische en fysische eigenschappen</i> .....	12
5.3.2	<i>Materiaalkwaliteit</i> .....	12
5.3.3	<i>Mechanische eigenschappen</i> .....	13
5.4	Proefstuk (vervangend proefstuk).....	13
<b>6</b>	<b>GOEDKEUR OF AFKEUR</b> .....	<b>13</b>
6.1	Goedkeur .....	13
6.2	Afkeur.....	14
<b>7</b>	<b>KOSTEN DIE VERBAND HOUDEN MET DE KEURING</b> .....	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>DEFINITIES</b> .....	<b>15</b>
8.1	Aanvullende keuringen .....	15
8.2	Keuringseenheid.....	15
8.3	Leveranciersverklaring .....	15
8.4	Primaire kunststof .....	15
8.5	Proefmonster .....	16
8.6	Proefpin .....	16
8.7	Proefplaat.....	16
8.8	Proefstuk (vervangend proefstuk).....	16
8.9	Recyclingkunststof.....	16
8.10	Regeneraat.....	16
8.11	Relatieve slijtvastheid .....	16

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

**Titel: GLIJDEND BELASTE KUNSTSTOFFEN**

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend  
glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de  
werktuigbouw

document :RTD 1027  
uitgave :feb 2021  
pagina :4 van 29

8.12	RePE.....	17
8.13	Slijtfactor .....	17
8.14	Standaardkeuringen .....	17
8.15	Vervormingstemperatuur.....	17
<b>9</b>	<b>VERWIJZINGEN.....</b>	<b>18</b>
9.1	Normatieve verwijzingen .....	18
9.2	Literatuur .....	18
<b>Bijlage 1</b>	<b>Keuringstabel .....</b>	<b>19</b>
<b>Bijlage 2</b>	<b>Omschrijving van de buigproef .....</b>	<b>20</b>
<b>Bijlage 3</b>	<b>Omschrijving van de thermo-analytische tribotest .....</b>	<b>21</b>
<b>Bijlage 4</b>	<b>Aanvullende eisen voor glijstrippen die zijn samengesteld uit twee lagen kunststof met verschillende kwaliteit.....</b>	<b>22</b>
<b>Bijlage 5</b>	<b>Vezel versterkte kunststof lagermaterialen .....</b>	<b>23</b>

**Titel: GLIJDEND BELASTE KUNSTSTOFFEN**document :RTD 1027  
uitgave :feb 2021  
pagina :5 van 29Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend  
glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de  
werktuigbouw**1 INLEIDING****1.1 Scope**

In dit voorschrift zijn de technische leveringsvoorwaarden van kunststofproducten die overwegend glijdend of slijtend kunnen worden belast. Voorbeelden zijn; wrijfstijlen, wrijfgordingen, steigerplanken en beschoeiingen, glijstrippen voor het bekleden van remmingwerken en kaderanden, aanslagen van sluisdeuren, stootranden, glijgeleidingen en glijafdichtingen van beweegbare waterkeringen, kabelleisloffen, glijlagers, taatsen, aandrijfmoeren, translerende en roterende seals, enzovoort. Deze norm geeft de eisen die gelden voor toepassing in o.a. beweegbare bruggen, sluisdeuren, stuwen, schuiven en pompen voor gemalen. Voor glijplaten en geleidingen voor brugopleggingen is de RTD 1012 van toepassing.

**1.2 Uitgangspunt en gevolg**

Uitgangspunt bij het opstellen van deze eisen is het toepasbaar maken bij Rijkswaterstaat van kunststofproducten in het algemeen, en ook het kunnen toepassen van regeneraat- en recyclingkunststoffen op basis van polyetheen, naast producten van primaire kunststof (zie 7 voor de alfabetische lijst van definities). Hiermee wordt een bijdrage geleverd aan het verlagen van het gebruik van grondstoffen.

**1.3 Kern van deze eisen**

In de keuringstabel, zie bijlage 1, is aangegeven welk materiaal voor een bepaalde toepassing in aanmerking kan komen, welke eigenschappen dit materiaal moet hebben en welke keuringen van toepassing zijn. De kunststofleverancier moet bij levering garanderen in een leveranciersverklaring (8.3) en een EN-10204-3.1 certificaat van de producent dat de eigenschappen van de producten overeenkomen met de in deze RTD gestelde eisen en de eisen gesteld door de constructeur. Het proefstuk (8.8) moet geleverd zijn. Bovendien moeten de standaard keuringen volgens 5.2 altijd worden uitgevoerd. De aanvullende keuringen volgens 5.3 moeten worden uitgevoerd indien extra zekerheid nodig is of de tribologische eigenschappen inderdaad gehaald zullen worden, bij twijfel over de materiaalkwaliteit of indien het een bijzondere toepassing of een grote levering betreft.

**1.4 Toepassingsgebied en condities**

Het toepassingsgebied van deze eisen omvat de volgende kunststoffen en kunststoftypen.

**1 Re-PE uv-stabiël:**

Recycling kunststof gewonnen uit producten van polyetheen.

**2 Re-HDPE 250 uv-stabiël, regeneraat toegestaan:**

Lagedruk polyetheen met toevoeging van 2...2,5% roet.

**3 Re-HMPE 500 uv-stabiël, regeneraat toegestaan:**

Hoogmoleculair lagedruk polyetheen met toevoeging van 2...2,5% roet, al of niet vervaardigd uit of vermengd met regeneraat; met regeneraat wordt hier vermalen fabrieksafval van UHMPE of HMPE bedoeld.

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

**Titel: GLIJDEND BELASTE KUNSTSTOFFEN**

document :RTD 1027  
uitgave :feb 2021  
pagina :6 van 29

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

**4 Re-UHMPE 1000 uv-stabiel, regeneraat toegestaan:**

Ultrahoog molecuulair lagedruk polyetheen met toevoeging van 2...2,5% roet, met regeneraat of vervaardigd uit regeneraat; met regeneraat wordt hier vermalen fabrieksafval van UHMPE bedoeld.

**5 UHMPE 1000 uv-stabiel, zonder regeneraat:**

Ultrahoog molecuulair lagedruk polyetheen met toevoeging van 2...2,5% roet.

**6 UHMPE 1000 zuiver (naturel):**

Ultrahoog molecuulair lagedruk polyetheen naturel, zonder regeneraat.

**7 PETP:**

Polyetheentereftalaat, een lineair gekristalliseerd thermoplastisch polyester.

**8 HAWE:**

Vezel versterkte kunststof (VVK) op basis van phenolformaldehyde hars. Andere VVK soorten zijn toegestaan op basis van een aantoonbare minimaal gelijkwaardige prestatie.

UHMPE 1000 naturel (wit) mag niet langdurig aan de directe straling van het zonlicht worden blootgesteld.

Invloed van UV, vochtopname en (zee)water moet worden beschouwd in het ontwerp en het beheer en onderhoudsvoorschrift. Polyamide (Nylon) als lagermateriaal wordt door zwel als gevolg van vochtopname niet aanbevolen.

**2 DEFINITIES EN BEGRIPPEN**

Voor de toepassing van deze RTD gelden termen en definities van de normen waarnaar wordt verwezen.

**3 GARANTIEBEPALINGEN EN GARANTIETERMIJN**

Voor de producten geldt ten aanzien van de eigenschappen, vermeld in bijlage 1 en in de brochure van de (grondstof)leverancier, een ontwerplevensduur van minimaal 30 jaar. Indien binnen de garantietermijn vermoed wordt dat niet meer aan alle gegarandeerde waarden wordt voldaan, dan kunnen één of meer aanvullende keuringen geëist worden op de destijds geleverde producten, overeenkomstig 5.3.

Opsteller	toetsers	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

## 4 EISEN

### 4.1 Materiaaleisen

De producten moeten in getemperde toestand geleverd worden of in een gelijkwaardige toestand, verkregen door temperatuur- en productiebeheersing gedurende en na het fabriceren. (Onder temperen wordt hier verstaan: een warmtebehandeling, waardoor de inwendige spanningen die tijdens het fabriceren van het product ontstaan, in voldoende mate verminderd worden).

De kunststofproducten moeten gedurende de ontwerplevensduur toegepast kunnen worden onder de in 1. genoemde condities rekening houdend met veroudering, scheurgevoeligheid, kruip en taaiheid.

Bij regeneraat (Re) dient minimaal 20% gerecycled materiaal te worden toegevoegd.

UHMPE naturel (wit) mag alleen worden toegepast (en bewaard) waar geen zonlicht toegankelijk is (zoals glijplaten in opleggingen, glijlagers, taatsen en aandrijfmoeren). Glijplaten in glijopleggingen mogen geen roet bevatten.

Voor zover van toepassing gelden de eisen van de CUR 96 (nieuwste versie).

#### 4.1.1 Re-PE-uv

Recycling kunststof gewonnen uit producten van polyetheen (ook wel met LDPE aangeduid).

Het materiaal waaruit het product is vervaardigd, moet (tenzij anders wordt overeengekomen) aan de volgende eisen voldoen:

- het materiaal moet uv-stabiel zijn en mag niet meer dan 2...2,5% roet bevatten;
- eigenschappen volgens de in bijlage 1 en de in de brochure van de (grondstof) leverancier vermelde waarden.

#### 4.1.2 Re-HDPE 250 uv

Regeneraat van lagedruk polyetheen.

Het materiaal waaruit het product is vervaardigd, moet (tenzij anders wordt overeengekomen) aan de volgende eisen voldoen:

- moleculairgewicht (gewichtsgemiddelde) gelijk aan of groter dan 250 000 (-);
- al of niet met bijmenging van of vervaardigd uit regeneraat;
- het materiaal moet uv-stabiel zijn en mag niet meer dan 2...2,5% roet bevatten;
- kleur: zwart;
- onvernet;
- eigenschappen volgens de in bijlage 1 en de in de brochure van de (grondstof) leverancier vermelde waarden.

#### 4.1.3 Re-HMPE 500 uv

Regeneraat van hoogmoleculair lagedruk polyetheen.

Het materiaal waaruit het product is vervaardigd, moet (tenzij anders wordt overeengekomen) aan de volgende eisen voldoen:

- moleculairgewicht (gewichtsgemiddelde) gelijk aan of groter dan 500 000 (-);
- al of niet met bijmenging van of vervaardigd uit regeneraat; met regeneraat wordt hier vermalen fabrieksafval van UHMPE of HMPE bedoeld;
- het materiaal moet uv-stabiel zijn en mag niet meer dan 2...2,5% roet bevatten;-
- kleur: zwart;
- onvernet;
- eigenschappen volgens de in bijlage 1 en de in de brochure van de (grondstof) leverancier vermelde waarden.

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

#### 4.1.4 Re-UHMPE 1000 uv

Regeneraat van ultrahog molecuair lagedruk polyetheen.

Het materiaal waaruit het product is vervaardigd, moet (tenzij anders wordt overeengekomen) aan de volgende eisen voldoen:

- moleculairgewicht (gewichtsgemiddelde) gelijk aan of groter dan  $4 \cdot 10^6$  (-);
- met bijmenging van of vervaardigd uit regeneraat; met regeneraat wordt hier vermalen fabrieksafval van UHMPE uit de grondstof Hostalen GUR 412 of gelijkwaardig bedoeld;
- het materiaal moet uv-stabiel zijn en mag niet meer dan 2...2,5% roet bevatten;
- kleur: zwart;
- onvernet;
- eigenschappen volgens de in bijlage 1 en de in de brochure van de (grondstof) leverancier vermelde waarden.

#### 4.1.5 UHMPE 1000 uv (zonder regeneraat)

Ultrahog molecuair lagedruk polyetheen.

Het materiaal waaruit het product is vervaardigd, moet (tenzij anders wordt overeengekomen) aan de volgende eisen voldoen:

- moleculairgewicht (gewichtsgemiddelde) gelijk aan of groter dan  $4 \cdot 10^6$  (-);
- zonder bijmenging van één of meer soorten regeneraat;
- vervaardigd uit grondstof Hostalen GUR 412 of gelijkwaardig;
- het materiaal moet uv-stabiel zijn en mag niet meer dan 2...2,5% roet bevatten;
- kleur: zwart;
- onvernet;
- eigenschappen volgens de in bijlage 1 en de in de brochure van de (grondstof) leverancier vermelde waarden.

#### 4.1.6 UHMPE 1000 (naturel, zonder regeneraat)

Ultrahog molecuair lagedruk polyetheen.

Het materiaal waaruit het product is vervaardigd, moet (tenzij anders wordt overeengekomen) aan de volgende eisen voldoen:

- moleculairgewicht (gewichtsgemiddelde) gelijk aan of groter dan  $4 \cdot 10^6$  (-);
- zonder bijmenging van roet;
- zonder bijmenging van één of meer soorten regeneraat;
- vervaardigd uit grondstof Hostalen GUR 412 of gelijkwaardig;
- het materiaal moet uv-stabiel zijn en mag niet meer dan 2...2,5% roet bevatten;
- kleur: wit;
- onvernet;
- eigenschappen volgens de in bijlage 1 en de in de brochure van de (grondstof) leverancier vermelde waarden.

#### 4.1.7 PETP

Polyetyleentereftalaat, een lineair gekristalliseerd thermoplastisch polyester.

Het materiaal moet voldoen aan de eigenschappen in bijlage 1 en de in de brochure van de (grondstof) leverancier vermelde waarden.

#### 4.1.8 HAWE

Vezelversterkte kunststof op basis van phenolformaldehyde hars.

Het materiaal moet voldoen aan de eigenschappen in bijlage 1 en bijlage 5 en de in de brochure van de (grondstof) leverancier vermelde waarden.

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0



#### 4.2 Eigenschappen

De in dit stuk, de in bijlage 1 en de in de brochure van de (grondstof) leverancier vermelde eigenschappen gelden voor de in 1 en 4.1 vermelde materialen.

#### 4.3 Vervaardiging en bewerking

Het bewerken tot gerede producten volgens de besteltekeningen geschiedt door of onder verantwoordelijkheid van de kunststofleverancier.

Om kerfwerking te voorkomen, moeten de volgende maatregelen in acht genomen worden: Het oppervlak van alle producten moet voldoen aan de gestelde eisen voor de oppervlakteruwheid op de bij de bestelling overlegde tekening(en). Indien er geen eisen aan de oppervlakteruwheid gesteld zijn, dan mag het oppervlak geen fouten of afwijkingen vertonen die nadelig kunnen zijn voor het goed functioneren van het product.

#### 4.4 Minimum afrondingsstraal

Om kerfwerking te voorkomen, mogen (ook als dit niet uitdrukkelijk op de besteltekening is vermeld), in de kunststofproducten geen scherpe inwendige hoeken voorkomen, zoals diameterovergangen. De minimum toegestane afrondingsstraal is 1,5 mm.

#### 4.5 Oppervlaktegesteldheid en uiterlijk

Bij PETP-producten moet (om kerfwerking te voorkomen) de extrusie huid geheel rondom zijn verwijderd. De verwijderde huid moet tenminste 2 mm dik zijn. Deze dient zodanig te worden verwijderd dat hierbij geen spanningen in het materiaal worden ingevoerd.

Als voor, tijdens of na het bewerken in het oppervlak één of meer van de onderstaande verschijnselen voorkomen:

- (haar)scheuren,
- een schubachtige structuur,
- een onregelmatige structuur,
- duidelijke kleurschakeringen,
- een van de in 4.1.1 ... 4.1.6 genoemde (enigszins) afwijkende kleur

dan moeten bovendien één of meer aanvullende keuringen worden uitgevoerd, tenzij de afwijkende kleur zich bevindt op lasnaden.

Vezel oriëntatie bij HAWE:

Door de vezel oriëntatie zijn de eigenschappen in de diverse richtingen niet gelijk (isotroop materiaal).

Loodrecht op de vezelrichting is de sterkte relatief laag.

Vezels zijn relatief hard en kunnen het tegenloop materiaal beschadigen.

Gezien de water/vocht opname mogen natuurlijke vezels niet worden toegepast.

#### 4.6 Rechtheid

De rechtheid in beide richtingen van alle massieve langwerpige producten met een lengte van 1 m of meer moet voldoen aan de volgende twee eisen:

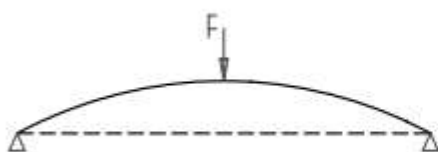
- de kracht F voor het rechte drukken moet, tenzij anders vermeld, gelijk zijn aan of

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

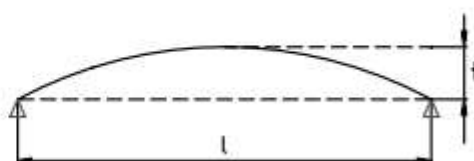
Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

- kleiner zijn dan 250 N, zie figuur a;
- de rechtheidsafwijking mag niet groter zijn dan de met één van de navolgende formules bepaalde waarde  $f$ , zie figuur b:  
 $f = 0,1 \cdot 10^{-2} \cdot l^2 / (12 \cdot e)$  mm (voor symbolen en eenheden, zie bijlage 2).  
 Voor producten met een rechthoekig dwarsprofiel geldt:  
 $f = 0,1 \cdot 10^{-2} \cdot l^2 / (6 \cdot d)$  mm (voor symbolen en eenheden, zie bijlage 2).

figuur a



figuur b



#### 4.7 Maattolerantie

Als op de besteltekening geen tolerantie is aangegeven, dan geldt - afgezien van de temperatuursinvloed - een tolerantie van +0,2 ... 0 mm voor uitwendige afmetingen, en een tolerantie van 0 ... -0,2 mm voor inwendige afmetingen.

#### 4.8 Relatieve rek

Op langwerpige massieve kunststofproducten met een lengte van 1 m of meer moet een buigproef uitgevoerd worden volgens bijlage 2. Het resultaat van de buigproef is voldoende, als het product na het veroorzaken van de volgens bijlage 1 geëiste relatieve rek geen blijvende vervorming, scheuren of breuk vertoont.

Het resultaat van de buigproef is onvoldoende, als het product na het bereiken van de volgens bijlage 2 te berekenen doorbuiging, een blijvende vervorming, scheuren of breuk vertoont.

#### 4.9 Kruip

Bij het gebruik onder langdurige belastingen kan met name UHMPE het gaan kruipen. Om dit te voorkomen dit het materiaal rondom opgesloten te worden. Indien dit niet mogelijk of wenselijk is dient een ander materiaal gebruikt te worden.

Ook bij andere kunststoffen zoals HAWE en andere VVK materialen dient in het ontwerp en bij het beheer en onderhoud rekening gehouden te worden met kruip en relaxatie. Dit speelt met name bij pen-gat verbindingen.

### 5 KEURINGEN

Elke levering wordt per keuringseenheid (7) gekeurd.

De keuringen worden onderscheiden in:

- Standaardkeuringen (5.2, 7) en
- Aanvullende keuringen (5.3, 7).

De keuringsresultaten moeten in de leveranciersverklaring worden vastgelegd.

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

## 5.1 Leveranciersverklaring

Levering van de bestelde producten moet gelijktijdig met de leveranciersverklaring (7) en een EN-10204-3.1 certificaat van de producent (7) plaatsvinden. De leveranciersverklaring moet in het TCD opgenomen worden.

## 5.2 Standaardkeuringen

Onder de standaardkeuringen vallen:

- keuring van de materiaalsoort en -kwaliteit;
- keuring van de materiaaleigenschappen: Rek en Treksterkte volgens NEN-EN, Hardheid (NEN-EN-ISO 868:2003), Slijtageweerstand (NEN-EN-ISO 15527: 2019) en kerfslagweerstand (NEN-EN-ISO 11542-2:2010);
- de vervaardiging en bewerking zoals omschreven in 4.3;
- de minimum afrondingsstraal zoals omschreven in 4.4;
- de oppervlaktestgesteldheid en het uiterlijk zoals omschreven in 4.5;
- de rechtheid, zoals omschreven in 4.6;
- de maattolerantie zoals omschreven in 4.7;
- de relatieve rek (mits van toepassing) zoals omschreven in 4.8.

Tenzij anders wordt overeengekomen, is het aantal te keuren producten afhankelijk van het aantal producten per keuringseenheid (7), zie tabel 5.2.

**Tabel 5.2 Aantal te keuren producten per keuringseenheid voor de standaardkeuringen**

Aantal producten per keuringseenheid ( $n_{ke}$ )	Aantal te keuren producten per keuringseenheid ( $n_k$ )
1 ... 10	alle producten
11 ... 100	10 producten
101 of meer	10% van het aantal producten

Het resultaat van de standaardkeuringen is voldoende, als:

- Het resultaat van alle keuringen volgens 5.2 uitgevoerd op het aantal volgens tabel 5.2 gekozen producten, voldoet aan alle gestelde eisen;

of:

- Het resultaat van enkele keuringen volgens 5.2 uitgevoerd op het aantal volgens tabel 5.2 gekozen producten, niet voldoet aan alle gestelde eisen, mits:
  - alle producten die niet aan alle gestelde eisen voldoen, zijn afgekeurd en vervangen door producten, waarvan het resultaat van alle keuringen volgens 5.2 wél aan alle gestelde eisen voldoet;
  - alle keuringen waarvan de resultaten bij één of meer producten onvoldoende zijn, uitgevoerd worden op alle producten van de keuringseenheid ( $n_k = n_{ke}$ );
  - het totaal aantal producten waarvan de keuringsresultaten onvoldoende zijn, niet meer dan 10% van het aantal producten van de keuringseenheid is ( $n_a = \max. 0,1 n_{ke}$ ).

Het resultaat van de standaardkeuringen is onvoldoende, als het totaal aantal producten waarvan de keuringsresultaten niet voldoen aan de in 5.2 gestelde eisen, meer dan 10% van het aantal producten van de keuringseenheid bedraagt. In dat geval wordt de

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

gehele keuringseenheid afgekeurd.

### 5.3 Aanvullende keuringen

In het contract kunnen één of meer aanvullende keuringen per keuringseenheid worden geëist. De aanvullende keuringen moeten uitgevoerd worden door een erkend beproevingsinstituut. Mogelijke aanvullende keuringen zijn:

- keuring van de waarden voor de slijtfactor, de wrijvingscoëfficiënt en de vervormingstemperatuur (zie in kolom 4, 5, en 6 van tabel 1).
- het aantonen dat aan de zandslurryeisen is voldaan zoals genoemd in bijlage 1, uit te voeren met een proefplaat (7), zoals is omschreven in NEN-EN-ISO 15527:2019.
- wateropname en vorstbestendigheid.
- Vermoeiingsbestendigheid.

De geëiste aanvullende keuringen moeten worden uitgevoerd op proefpinnen enzovoort, vervaardigd uit een (vervangend) proefstuk.

Het resultaat van de aanvullende keuringen is voldoende als:

- Het resultaat van één of meer keuringen volgens 5.3.1 ... 5.3.2 - voor zover deze zijn geëist;
  - voldoet aan de gestelde eisen;
- of:
- Het resultaat van één of meer keuringen volgens 5.3.1 ... 5.3.2 - voor zover deze zijn geëist
  - niet voldoet aan de gestelde eisen, mits:  
het resultaat van alle herkeuringen op het dubbele aantal proefpinnen enzovoort, genomen uit twee nieuwe (vervangende) proefstukken, voldoet aan de gestelde eisen.

Het resultaat van de aanvullende keuring is onvoldoende, als het resultaat van één of meer keuringen volgens 5.3.1 ... 5.3.2 - voor zover deze zijn geëist - niet voldoet aan de gestelde eisen. In dat geval wordt de gehele keuringseenheid afgekeurd.

#### 5.3.1 Tribologische en fysische eigenschappen

De in bijlage 1 kolom 4, 5 en 6 vermelde slijtfactor (k), wrijvingscoëfficiënt (f) en vervormingstemperatuur T<sub>dv</sub> worden met de in bijlage 3 omschreven thermo-analytische tribotest aangetoond. De proef wordt uitgevoerd met een proefpin.

Het resultaat van deze keuring is voldoende, als de proefresultaten van deze proefpin voldoen aan de in tabel 1 kolom 4, 5 en 6 vermelde waarden. Voldoen de proefresultaten niet aan de vermelde waarden, dan gelden de tribologische eigenschappen als onvoldoende.

Bij een reversibele beweging kunnen de slijtfactoren afwijken van de waarden gevonden bij een standaard tribotest.

#### 5.3.2 Materiaalkwaliteit

De in 4.1.1 ... 4.1.8 geëiste materiaal soort en -kwaliteit worden met één of meer materiaal analyses aangetoond. De analyses moeten worden uitgevoerd op

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

proefmonsters (7).

Bij de materiaalanalyse wordt de aard van het materiaal bepaald door middel van:

- smeltindex;
- infraroodspektroskopie + beoordeling roetverdeling;
- roetgehalte.

Het resultaat van deze keuring is voldoende als de analyseresultaten voldoen aan de in 4.1 gestelde eisen. Voldoen één of meer analyseresultaten niet aan de gestelde eisen, dan geldt de materiaalkwaliteit als onvoldoende.

### 5.3.3 Mechanische eigenschappen

Op aanwijzing van de keuringsambtenaar moeten de in 4.1.1 ... 4.1.8 geëiste mechanische eigenschappen zoals de treksterkte, de rek bij breuk en de kerfslagtaaiheid worden aangetoond, rekening houdend met evt isotropie.

Het resultaat van deze keuring is voldoende als de proefresultaten voldoen aan de in 4.1.1 ... 4.1.8 gestelde eisen. Voldoen één of meer proefresultaten niet aan de gestelde eisen, dan gelden de mechanische eigenschappen als onvoldoende.

### 5.4 Proefstuk (vervangend proefstuk)

Levering van de bestelde producten moet gelijktijdig met één of meer ( $n_p$ ) proefstukken (7) of vervangende proefstukken plaatsvinden.

Per keuringseenheid (7) moet één (vervangend) proefstuk geleverd worden.

Indien een levering (of een deel daarvan) bestaat uit een groot aantal keuringseenheden, bestaande uit producten van gelijke vorm en afmetingen (bijvoorbeeld, omdat die producten uit verschillende halffabricaten vervaardigd zijn), dan wordt voor zulke keuringseenheden het aantal te leveren (vervangende) proefstukken volgens tabel 5.4 gekozen.

**Tabel 5.4 Aantal te leveren (vervangende) proefstukken bij keuringseenheden, bestaande uit producten met gelijke vorm en afmetingen.**

Aantal keuringseenheden met gelijke vormen afmetingen	Aantal te leveren (vervangende) proefstukken $n_{pa}$
1 ... 5	1
5 ... 10	2
11 of meer	3

## 6 GOEDKEUR OF AFKEUR

### 6.1 Goedkeur

De producten van een keuringseenheid zijn goedgekeurd, als aan alle onderstaande voorwaarden voldaan is:

- de leveranciersverklaring geleverd is, zie 5.1;
- het resultaat van de standaardkeuringen voldoende is, zie 5.2;
- het resultaat van de aanvullende keuringen - voor zover geëist - voldoende is, zie

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

**Titel: GLIJDEND BELASTE KUNSTSTOFFEN**

document :RTD 1027  
uitgave :feb 2021  
pagina :14 van 29

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

- 5.3;
- de vereiste (vervangende) proefstukken geleverd zijn; of, indien één of meer aanvullende keuringen uitgevoerd zijn.

**6.2 Afkeur**

De producten van een keuringseenheid zijn afgekeurd, als aan één of meer van de onder 6.1 genoemde voorwaarden niet is voldaan.

Indien van een levering het resultaat van de aanvullende keuringen, uitgevoerd op proefmonsters, proefpinnen enzovoort, uit drie of meer proefstukken niet voldoet aan de gestelde eisen ( $n_{pa}$  groter of gelijk aan 3), dan is hiermee zonder verdere beproeving de gehele levering afgekeurd.

**7 KOSTEN DIE VERBAND HOUDEN MET DE KEURING**

Alle met de keuringen verband houdende kosten, alsmede de kosten voor het leveren van de (vervangende) proefstukken en de kosten voor het vervangen van afgekeurde producten, zijn voor rekening van de leverancier.

De kosten van de aanvullende keuringen (5.3), inclusief de kosten voor het vervaardigen van de proefpinnen, enzovoort, worden geacht in de aanbieding in begrepen te zijn.

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

## **8 DEFINITIES**

In deze eisen gelden de volgende definities:

### **8.1 Aanvullende keuringen**

De aanvullende keuringen omvatten de keuringen die slechts van toepassing zijn voor zover deze in het Contract worden geëist. Ze worden uitgevoerd op monsters, proefpinnen enzovoort, (afhankelijk van de keuring), die vervaardigd zijn uit het (vervangend) proefstuk.

### **8.2 Keuringseenheid**

Een keuringseenheid bestaat uit elke verzameling producten van een levering, die aan beide onderstaande voorwaarden voldoet:

- producten die op dezelfde wijze uit hetzelfde halffabricaat vervaardigd of samengesteld zijn en die (voor zover van toepassing) tevens dezelfde warmtebehandeling(en) ondergaan hebben;
- producten van gelijke vorm en met gelijke nominale afmetingen, of bij langwerpige producten (zoals strippen en staven), producten met gelijke vorm en afmetingen van de dwarsdoorsneden.

Onder:

- "dezelfde wijze van vervaardigen" wordt verstaan: vervaardigd bij één fabrikant, op dezelfde machine(s), en onder dezelfde condities;
- "dezelfde warmtebehandeling" wordt verstaan: dezelfde soort warmtebehandeling (inclusief dezelfde opwarm- en afkoelnelheid), gelijktijdig uitgevoerd in dezelfde oven of inrichting en onder dezelfde condities.

### **8.3 Leveranciersverklaring**

De leveranciersverklaring is een document waarin de leverancier bevestigt, dat de geleverde producten voldoen aan alle gestelde eisen (3) en waarin de resultaten van de standaardkeuringen (5.2) worden verschaft, en voor zover geëist, tevens de resultaten van de aanvullende keuringen (5.3).

Bovendien moet in de leveranciersverklaring worden opgegeven:

- merknaam, type en chargennummer van de grondstof;
- wie het halffabricaat vervaardigde;
- soortnaam, merknaam en type van de kunststof;
- wie de producten bewerkte;
- alle overeengekomen afwijkingen van en aanvullingen op deze eisen en keuringen.

De leveranciersverklaring is slechts geldig, indien deze zowel door de leverancier als door de Opdrachtnemer is ondertekend. Indien mogelijk dient een 3.1 certificaat te worden geleverd.

### **8.4 Primaire kunststof**

Kunststof die gemaakt is uit granulaat afkomstig van de grondstof, zonder toevoeging van herverwerkt materiaal.

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

**Titel: GLIJDEND BELASTE KUNSTSTOFFEN**document :RTD 1027  
uitgave :feb 2021  
pagina :16 van 29

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

**8.5 Proefmonster**

Een het proefstuk te nemen stuk materiaal, waarvan de afmetingen voldoende zijn voor het uitvoeren van een materiaalanalyse overeenkomstig 5.3.2. Voor de materiaalanalyse is een materiaalvolume van 25 cm<sup>3</sup> voldoende.

**8.6 Proefpin**

Een het proefstuk te vervaardigen pin voor het uitvoeren van de in bijlage 3 omschreven thermo-analytische tribotest. De oppervlakte van het wrijvingsvlak moet minimaal 90 mm<sup>2</sup> bedragen.

**8.7 Proefplaat**

Een uit het proefstuk te vervaardigen proefplaat voor het uitvoeren van de in DIN-ISO 5834-2 omschreven zandslurrytest. De afmetingen van de proefplaat zijn 76,2 mm \* 25,4 mm \* 6,35 mm.

**8.8 Proefstuk (vervangend proefstuk)**

Een uit een keuringseenheid te nemen stuk van het gerede product, waarvan de afmetingen voldoende zijn om daaruit alle proefmonsters en proefstaven enzovoort te kunnen vervaardigen, die nodig zijn voor het uitvoeren van de aanvullende keuringen, en van de onderstaande gegevens te voorzien. De lengte van het (vervangend) proefstuk moet echter minstens 250 mm bedragen.

Indien de afmetingen van het gerede product te klein zijn voor het nemen van het proefstuk, dan moet een vervangend proefstuk geleverd worden. Het vervangend proefstuk is een stuk materiaal, dat op dezelfde wijze van hetzelfde halffabricaat vervaardigd is als het gerede product, en dat tevens dezelfde warmtebehandeling(en) ondergaan heeft (zie 4.1 en 4.3).

Het proefstuk (vervangend proefstuk) is slechts geldig, indien dit met slagletters in één van de kopse vlakken is voorzien van de volgende gegevens:

- merknaam en type kunststof;
- naam van de leverancier;
- naam van het werk, waarvoor de kunststof is bestemd;
- opdrachtnummer.

**8.9 Recyclingkunststof**

Met recyclingkunststof wordt hier kunststof bedoeld die gewonnen is uit afvalproducten van polyetheen.

**8.10 Regeneraat**

Met regeneraat wordt hier intern vermalen fabrieksafval van UHMPE of HMPE bedoeld.

**8.11 Relatieve slijtvastheid**

De slijtvastheid in procenten ten opzichte van UHMPE 1000 naturel (wit, zonder regeneraat (zie 4.1.6) op basis van de grondstof Hostalen GUR 412 - met een relatieve slijtvastheid van 100% - bepaald door middel van de zandslurrytest volgens NEN-EN-ISO 15527:2019.

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0



---

**Titel: GLIJDEND BELASTE KUNSTSTOFFEN**

document :RTD 1027  
uitgave :feb 2021  
pagina :17 van 29

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend  
glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de  
werktuigbouw

---

**8.12 RePE**

Recyclingkunststof gewonnen uit producten van polyetheen, door leveranciers ook wel met LDPE aangeduid.

**8.13 Slijtfactor**

De slijtfactor (k) is de bij een proefstuk veroorzaakte slijtage (m), gedeeld door de glijdend afgelegde weg van het proefstuk (m) en de gemiddelde vlaktedruk ( $\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$ ).  $k = \dots *10^{-9} \text{ mm}^{-2}/\text{N}$ .

**8.14 Standaardkeuringen**

De standaardkeuringen omvatten de keuringen, die bij elke levering uitgevoerd moeten worden op het in tabel 5.2 vastgelegde aantal producten per keuringseenheid.

**8.15 Vervormingstemperatuur**

De temperatuur tijdens het uitvoeren van de thermografische tribotest waarbij de vervormingssnelheid van het proefstuk (de pin) toeneemt.

**Titel: GLIJDEND BELASTE KUNSTSTOFFEN**

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

document :RTD 1027  
uitgave :feb 2021  
pagina :18 van 29

**9 VERWIJZINGEN****9.1 Normatieve verwijzingen**

<b>Normnummer: jaar van uitgifte</b>	<b>Titel van de norm.</b>
NEN-EN-ISO 15527:2019	Kunststoffen - Geperste spuitgietplaten van polyetheen (PE-UHMW, PE-HD) - Eisen en beproevingsmethoden
NEN-EN-ISO 527-2:2012	Kunststoffen - Bepaling van de trekeigenschappen - Type 1B
ROK 2.0	Richtlijn Ontwerp Kunstwerken
CUR 96:2018.	VVK in civiele draagconstructies
NEN 6786-1:2017	Voorschriften voor het ontwerp van beweegbare delen van kunstwerken

**9.2 Literatuur**

1. Honselaar (TNO-Industrie); TNO-rapport 92/05172/HON; Tribotechnische eigenschappen kunststoffen en hout, nieuw en recycled materiaal; april 1992.
2. Honselaar (TNO-Industrie); TNO-rapport 93M/08935/HON; Tribotechnische eigenschappen kunststoffen en hout, invloed ruwheid contramateriaal; 20 augustus 1993.
3. Achtergrond rapport "Concept - ROK voor vezelversterkte kunststof draailagers in sluisdeuren", Henk Slot, TNO-rapport nr. 0100293922, 2 februari 2016.
4. [2] Contact behavior of lock gates and other hydraulic closures - Research results, investigations and field experiences, Ryszard A. Daniel (voorheen Bouwdienst Rijkswaterstaat) ISBN-13: 978-3-8443-9154-1, 2011.

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend  
glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de  
werktuigbouw

**BIJLAGE 1 KEURINGSTABEL**

Toepassingen, keuringen en minimaal te garanderen eigenschappen  
(Niet alle te garanderen eigenschappen zijn genoemd)

(1) SLIJTINTENSITEIT (1...5) en TOEPASSINGEN 1 = jaarlijks 2 = wekelijks 3 = dagelijks 4 = ieder uur 5 = ieder kwartier	(2) KUNSTSTOF SOORT	(3) STANDAARD- KEURINGEN <sup>2)</sup>		(4) (5) (6) AANVULLENDE KEURINGEN <sup>3)</sup>		
		Zand- slurry- waarde <sup>4)</sup> (%)	Relatieve rek <sup>5)</sup> bij -15 °C (%)	Slijt- factor <sup>6)</sup> 20-150 °C (k) mm <sup>2</sup> /N	Wrijvings- coëffi- ciënt <sup>7)</sup> (f)	Vervorm- temp. <sup>8)</sup> °C (Tdv)
<b>Producten die tijdens montage of gebruik in zonlicht kunnen komen</b>						
		<	>	< * 10 <sup>-8</sup>	<	>
1: Wrijfgording, wrijfstijl, aanslag, steigerplank, beschoeiing	Re-PE <sup>9)</sup>	500	2	1000	0,30	125
2: Wrijfgording, wrijfstijl, aanslag, stootrand	Re-HDPE 250 uv	550	2	1200	0,15	125
3: Wrijfgording, aanslag, stootrand	Re-HMPE 500 uv	450	n.v.t.	800	0,15	135
4: Glijgeleiding, glijafdichting, kabelgeleiding	Re-UHMPE 1000 uv	130-150	n.v.t.	12	0,15	140
5: Hydrogeleiding, glijgeleiding, glijafdichting	UHMPE 1000 uv	115	n.v.t.	8	0,17	140
<b>Producten die zijn ingebouwd of permanent zijn afgesloten van zonstraling</b>						
5: Glijlager, taats, transportmoer, glijoplegging, seal	UHMPE 1000 zuiver (naturel) <sup>10)</sup>	115	n.v.t.	8	0,17	140
5: Glijlager	PETP <sup>11)</sup>	800	n.v.t.	70	0,30	n.v.t.
5: Glijlager, taats	HAWE <sup>12)</sup>	6500	n.v.t.	150	0,45	n.v.t.

Betekenis symbolen: < = kleiner dan; > = groter dan.

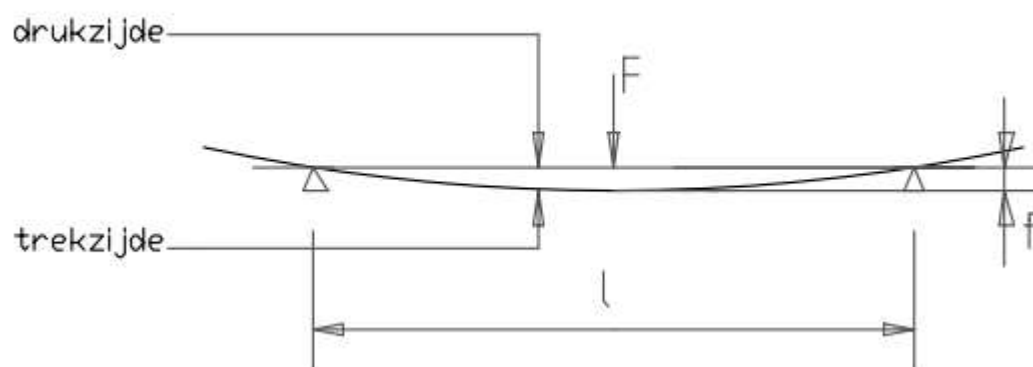
- 1) Het minst-slijtvaste van de onderstaande materialen is vele malen slijtvaster dan azobe [Lit. 2].
- 2) Zie ook de overige standaardkeuringen in 5.2 waaronder de buigproef, zie 4.8.
- 3) Zie ook de overige aanvullende keuringen in 5.3.
- 4) Relatieve waarde ten opzichte van UHMPE 1000 zuiver (naturel, GUR 412) bepaald met de zandslurrytest volgens DIN-ISO 5834-2.
- 5) De relatieve rek bij -15°C wordt bepaald met de buigproef op gereede producten, zie bijlage 2.
- 6) Slijtfactor (k) bepaald volgens de thermo-analytische tribotest op basis van gewichtsafname na verwijdering van de eventuele slijtagebaard, zie bijlage 3 [Lit. 1].
- 7) Wrijvingscoëfficiënt bij 25 °C, bepaald volgens de thermo-analytische tribotest, zie bijlage 3, [Lit. 1].
- 8) Temperatuur waarbij de vervormingssnelheid, gedurende het uitvoeren van de thermo-analytische tribotest, toeneemt, zie bijlage 3.
- 9) RePE: Product vervaardigd uit recyclingmateriaal of daarmee vermengd.
- 10) Indien vervorming en/of temperatuurstijging door wrijvingswarmte te hoog is, dan wordt PETP of HAWE toegepast.
- 11) Indien  $p > 20$  MPa of  $dT > 80$  °C, dan wordt HAWE toegepast.
- 12)  $p < 150$  MPa en  $dT < 250$  °C.

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

**BIJLAGE 2 OMSCHRIJVING VAN DE BUIGPROEF**

De buigproef moet uitgevoerd worden bij een temperatuur van -15 °C op producten die zich reeds 24 uur binnen deze temperatuurgrenzen bevinden. Per product moet (tenzij anders wordt overeengekomen) de buigproef in tegengestelde richtingen worden uitgevoerd.

**Proefopstelling**

Door een symmetrisch aangebrachte kracht F moeten de glijstrippen zo zwaar belast worden, dat de doorbuiging f (zie figuur), uitgaande van f = 0 en rechte glijstrippen, tenminste gelijk is aan:

$$f = e \cdot 10^{-2} \cdot l^2 / (12 \cdot e) \text{ mm}$$

Voor producten met een rechthoekig dwarsprofiel geldt:

$$f = e \cdot 10^{-2} \cdot l^2 / (6 \cdot d) \text{ mm}$$

waarin:

e = de getalwaarde van relatieve rek in % in de op trek belaste vezels van het glijvlak, zie tabel 1.

L = de afstand tussen de opleggingen in mm;

e = de vezelafstand in mm vanaf de neutrale lijn tot aan de op trek belaste zijde;

d = de dikte in mm.

Kracht F en de oplegkrachten moeten met afgeronde voorwerpen ( $r_{\min} = >10 \text{ mm}$ ) op de producten worden overgebracht, zodat het product ter plaatse van de oplegpunten niet ontoelaatbaar wordt ingedrukt. Zodra doorbuiging f is bereikt, moet kracht F worden weggenomen.

**Waarschuwing:**

Bij eventuele breuk kunnen materiaaldeeltjes wegspringen. Daarom wordt aanbevolen om de proefopstelling af te schermen.

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend  
glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de  
werktuigbouw

### **BIJLAGE 3 OMSCHRIJVING VAN DE THERMO-ANALYTISCHE TRIBOTEST**

#### Doel en Resultaten

Doel van deze test is het meten en registreren van het verloop van de dynamische wrijvingscoëfficiënt bij een temperatuur die stijgt van de omgevingstemperatuur tot 150 °C in circa 20 uur, en het verloop van de slijtage en de vervorming daarbij.

Resultaten zijn:

- De dynamische wrijvingscoëfficiënt bij 25 °C.
- De slijtfactor ( $k = \dots * 10^{-9} \text{ mm}^2/\text{N}$ ) na afloop van de test op basis van de gewichtsafname van de pin na verwijdering van de eventuele slijtagebaard [Lit. 1].
- De temperatuur waarbij de vervormingssnelheid toeneemt.

#### Proefopstelling

De tribologische en vervormingseigenschappen genoemd in bijlage 1 moeten beproefd worden met een roterende proefmethode. Hierbij wordt het te testen proefstuk - de pin - gedrukt tegen een roterende ring.

De parameters zijn hierbij:

- Pin: Testmateriaal met een wrijvingsoppervlak van minimaal 90 mm<sup>2</sup>, aangepast aan de radius van de proefring. De contactvlakken van pin en ring moeten geheel conform zijn.
- Ring: Kogellagerstaal 100Cr6.
  - Ruwheid contactvlak ring:  $R_a = 0,5 \text{ mm}$ . (De aangegeven oppervlakteruwheid wordt door slijpen aangebracht en gemeten dwars op de glijrichting).
- Vlaktedruk  $p$ : 2,5 N / mm<sup>2</sup> .
- Glijnsnelheid  $v$ : 0,01 m / s.
- Milieu: Lucht.
- Smering: Geen: de wrijvingsvlakken moeten volkomen vetvrij zijn.

Indien voor PE geen tribotest is uitgevoerd mag voor PE op Roestvast staal een wrijvingscoëfficiënt van ten minste 0,20 worden aangenomen.

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

#### **BIJLAGE 4 AANVULLENDE EISEN VOOR GLIJSTRIPPEN DIE ZIJN SAMENGESTELD UIT TWEE LAGEN KUNSTSTOF MET VERSCHILLENDE KWALITEIT**

##### Toepassingsgebied

Deze aanvullende eisen zijn van toepassing op glijstrippen waarvan alleen de glijlaag (van bijvoorbeeld 20 mm dikte) bestaat uit UHMPE en waarvan de onderlaag bestaat uit een goedkoper polyetheen van regeneraat of recyclingmateriaal. Deze tweelaags-glijstrippen kunnen voordelen bieden boven de gebruikelijke indien een grote dikte is vereist in combinatie met een gewenste slijtvastheid van de glijlaag (slijtintensiteit 2 ... 5), zie tabel 1.

##### Fabricage

De glijstrip wordt geproduceerd in één procesgang. Hierbij worden de onderste poederlaag (voor de onderlaag) en de bovenste poederlaag (voor de glijlaag) gelijktijdig tijdens het smeltpersproces tot één glijplaat gevormd. Een stolverbinding tussen de twee lagen is toegestaan. (Onder een stolverbinding wordt verstaan dat de tweede laag tijdens het stollen verbonden wordt aan de eerder gefabriceerde slijtlaag).

##### Hechting glijlaag/onderlaag

Indien de glijstrip wordt geproduceerd in één procesgang, moet de hechting tussen deze platen worden aangetoond met een trekproef volgens NEN-EN-ISO 527-1. De treksterkte in het hechtvlak moet groter zijn dan 0,75 maal de treksterkte van het zwakste uitgangsmateriaal.

Indien de glijstrip wordt geproduceerd door middel van stolverbinding, moet de verbinding in stand blijven bij de buigproef volgens bijlage 2.

##### Materiaaleisen

Het PE waaruit het product is vervaardigd, moet (tenzij anders wordt overeengekomen) aan de volgende eisen voldoen:

- Glijlaag: UHMPE 1000 uv: naar keuze zijn hier de materiaaleisen onder 4.1.2 ... 4.1.5 van toepassing mits aan de bovenstaande eis ten aanzien van de verbinding glijlaag/onderlaag kan worden voldaan.
- Onderlaag: Naar keuze zijn hier de materiaaleisen onder 4.1.1 ... 4.1.3 van toepassing mits aan de onderstaande eis ten aanzien van de hechting glijlaag/onderlaag kan worden voldaan.

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

## BIJLAGE 5 VEZEL VERSTERKTE KUNSTSTOF LAGERMATERIALEN

### Toepassing

Deze bijlage geldt voor vezelversterkte kunststof (VVK) boven- en onderlagers in puntdeuren en draaideuren van sluisen en waterkeringen.

De gegevens en eisen genoemd in deze aanvulling op CUR Aanbeveling 96 zijn door testen vastgesteld en gelden voor boven- en onderlagers met een binnendiameter variërend van 200 tot 400 mm. Voor lagers met grotere afmetingen geeft deze bijlage richtwaarden.

Verdere aanvullende eisen ten aanzien van belastingen op lagers en draaipunten van puntdeuren zijn opgenomen in de ROK.

Meer informatie is te vinden in

- [1] Achtergrond rapport "Concept – ROK voor vezelversterkte kunststof draailagers in sluisdeuren", Henk Slot, TNO-rapport nr. 0100293922, 2 februari 2016.
- [2] Contact behavior of lock gates and other hydraulic closures - Research results, investigations and field experiences, Ryszard A. Daniel (voorheen Bouwdienst Rijkswaterstaat) ISBN-13: 978-3-8443-9154-1, 2011.

1	Onderwerp en toepassingsgebieden
---	----------------------------------

Deze **RTD geldt voor vezelversterkte kunststof (VVK) boven- en onderlagers in puntdeuren** en is bedoeld om tot veilige en betrouwbare draailagers in sluisdeuren met een voldoende lange levensduur te komen.

### Waarschuwing voor lagers in onderrolwagens

*Er zijn nog geen regels voor vezelversterkte kunststof (VVK) draailagers in onderrolwagens van sluisdeuren (roldeuren) opgesteld. Er is op dit moment onvoldoende betrouwbare informatie beschikbaar voor deze situatie.*

Voor overige toepassingen van kunststof lagermaterialen wordt verwezen naar NEN 6786-1.

Het wordt aanbevolen om bij elk nieuw ontwerp minimaal 2 gelijkwaardige en bewezen goed functionerende referentieontwerpen te eisen.

3.1	Programma van eisen
-----	---------------------

Aanvullen met:

- De aard en richtingen van de belastingen, zoals korte duur of lange duur (kruip), statisch, dynamisch (stoten, trillingen) of cyclisch (vermoeiing) en grootte van de belastingen.
- Ontwerplevensduur van de draailagers tenminste 25 jaar.
- Geen externe smeringen zoals oliën en vetten toepassen (initiële smering is toegestaan).
- Wrijvingswarmte moet geabsorbeerd of afgevoerd kunnen worden, lager temperatuur  $T < 50\text{ °C}$ , richtwaarde voor de maximaal toegestane pv-waarde in lucht: 18 MPa.mm/s en in water 32 MPa.mm/s. Invloed van de omgevingstemperatuur moet worden beschouwd.

Opsteller	toets	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

- Te verwachten omgevingsinvloeden, zoals vereiste bestandheid tegen zoetwater en/of zeewater (zout), zonlicht (UV), vorst (stukvriezen), temperatuur(variaties), temperatuurgradiënten.
- Bestandheid tegen stoten tijdens gebruik of door een incident (drijf hout tussen de deuren);
- Bestandheid tegen dooizouten;
- Weerstand tegen slijtage door vuil en zand e.d. (denk b.v. aan een looprooster boven het halsbeugellager);

4.1	Eis materiaal
-----	---------------

Vezel versterkte kunststoffen op basis van phenolformaldehyde hars en met toevoeging teflon (PTFE) zijn toegestaan.

Dit lagermateriaal wordt in de industrie aangeduid als 'hard weefsel' HAWE.

VVK's met andere samenstellingen zijn alleen project specifiek mogelijk (na overleg met en met toestemming van Rijkswaterstaat). Als materiaalfactoren moeten minimaal de waarden uit de NEN 6786-1 worden genomen.

4.2	Eis
-----	-----

Het weefsel dient een orthotrope structuur te hebben.

De belastingsrichting dient loodrecht op de vezelrichtingen te zijn.

4.2.1	Eisen Mechanische eigenschappen
-------	---------------------------------

Onderstaande tabel toont de vereiste mechanische eigenschappen voor VVK-materiaal voor draailager toepassing in sluisdeuren.

Eigenschap	Symbol	Eis	Eenheid
Elasticiteitsmodulus, transversaal	$E_T$	2000 - 4000	MPa
Treksterkte, longitudinaal	$S_{Lt}$	> 70	MPa
Druksterkte, transversaal	$S_{Tc}$	> 280	MPa
Druksterkte, longitudinaal	$S_{Lc}$	> 25	MPa
Afschuifsterkte, longitudinaal - transversaal	$S_{LT}$	> 80	MPa
Kruip (druk), $p = 70$ MPa	$\epsilon_{Tc}$	< 4.0	%
Slagsterkte	$E$	> 55	kJ/m <sup>2</sup>

4.2.2	Eisen Fysische eigenschappen
-------	------------------------------

Onderstaande tabel toont de vereiste fysische eigenschappen voor VVK-materiaal voor draailager toepassing in sluisdeuren.

Eigenschap	Symbol	Eis	Eenheid
Wateropname, $T = 20$ °C, $(\Delta V/V * 100\%)$	$\Delta V_r$	< 1	%
Lineaire thermische uitzettingscoëfficiënten	$E_L, E_T$	Zie toelichting	

#### Toelichting

De lineaire thermische uitzettingscoëfficiënten in longitudinale ( $E_L$ ) en in transversale ( $E_T$ ) richtingen moeten zodanig laag zijn dat a) behoudt van de klemkracht in de passing (fixatie) en b) voldoende lager speling, gewaarborgd zijn.

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0



Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

4.3

Eis

De nominale vlaktedruk mag niet hoger zijn dan 25 % van de druksterkte ( $S_{TC}$ ) loodrecht op het weefsel.

5.1

Externe belastingen

De volgende belastingscomponenten op de sluisdeuren dienen te worden betrokken in de sterkteberekening van de draailagers:

- Mogelijk optreden van stick-slip in de lagers.

5.3 t/m 5.6

Richtwaarden voor de uitvoering

**Taatslager vrijdraaipunt:**

1. Hoogte van de taatskomomtrek:  $0.45 D_{g,kom} \leq h_{kom} \leq 0.55 D_{g,kom}$

$D_{g,kom}$  = gemiddelde binnendiameter van de taatskom.

2. Kleinste dikte taatskom lagermateriaal:  $t \geq 0.12 D_{g,kom}$ .

Relatieve lagerspeling,  $\sigma = \Delta D / D_{g,kap}$

$\Delta D$  = gemiddelde diametrale lagerspeling ( $\Delta D = D_{g,kom} - D_{g,kap}$ )

$D_{g,kap}$  = gemiddelde buitendiameter van de taatskap.

3. Relatieve lagerspeling:  $0.030 \leq \sigma \leq 0.050$ ,
4. Holle radius bovenoppervlak taatskom,  $R_{b,kom} = -1050$  mm,
5. Bol radius bovenoppervlak taatskap,  $R_{b,kap} = 1000$  mm.

**Taatslager vastdraaipunt:**

1. Hoogte van de taatskomomtrek:  $0.45 D_{g,kom} \leq h_{kom} \leq 0.55 D_{g,kom}$

$D_{g,kom}$  = gemiddelde binnendiameter van de taatskom.

2. Kleinste dikte taatskom materiaal:  $t \geq 0.12 D_{g,kom}$ .

Relatieve lagerspeling,  $\sigma = \Delta D / D_{g,kap}$

$\Delta D$  = gemiddelde diametrale lagerspeling ( $\Delta D = D_{g,kom} - D_{g,kap}$ )

$D_{g,kap}$  = gemiddelde buitendiameter van de taatskap.

3. Relatieve lagerspeling:  $\sigma \leq 0.007$ .
4. Holle radius bovenoppervlak taatskom,  $R_{b,kom} = -1050$  mm,
5. Bol radius bovenoppervlak taatskap,  $R_{b,kap} = 1000$  mm.

**Halsbeugellager (radiaal bovenlager):**

1. Hoogte van de halsbeugellagervoering:  $0.95 r_{i,v} \leq h_{v,d} \leq 1.05 r_{i,v}$

$r_{i,v}$  = binnen radius van de voering.

2. Kleinste dikte halsbeugellagervoering:  $t \geq 0.15 r_{i,v}$ .

Relatieve lagerspeling,  $\sigma = \Delta D / D_a$

$\Delta D$  = gemiddelde diametrale lagerspeling ( $\Delta D = 2r_{i,v} - D_a$ )

$D_a$  = as (hals) diameter.

3. Relatieve lagerspeling:  $0.005 \leq \sigma \leq 0.010$

5.7

Eisen tegenloop materiaal &amp; Oppervlakteruwheid

Aan het staal voor de as (hals) waar het zelf-smerend VVK-materiaal over glijdt worden de volgende eisen gesteld:

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

- corrosiebestendig, van zich zelf of door middel van een deklaag,
  - Roestvaststaal: AISI 316L, AISI 431 of duplextypen,
  - Staal voorzien van een opgelaste corrosiebestendig deklaag, zoals: Stellite 21 of Inconel aangebracht d.m.v. lasercladden of oplassen,
- Oppervlakteruwheid,  $R_a = 0.8 - 1.6 \mu\text{m}$ .  
Gladder is hier niet altijd beter, indien de oppervlakteruwheid daalt onder de  $R_a = 0.2 \mu\text{m}$  neemt de wrijving juist toe. De reden hiervan is dat de gewenste PTFE-overdrachtsfilm dan niet wordt afgezet op het stalen oppervlak.

### 6.1 Wrijvingscoëfficiënten HAWE

Onderstaande tabel geeft de voor de sterkteberekening te gebruiken statische en dynamische wrijvingscoëfficiënten voor de taatsomtrek, taatsbovenvlak en halsbeugellager. (Na ca. een half uur inlopen.)

Contactvlak lager	Statische wrijvingscoëfficiënt na enige tijd van stilstand <sup>1)</sup> $f_s (-)$ gemiddeld	Dynamische wrijvingscoëfficiënt $f_d (-)$	
		gemiddeld	maximum
Taatsomtrek	0.30	0.20	0.25
Taatsbovenvlak	0.35	0.25	0.30
Halsbeugellager	0.35	0.30	0.35

<sup>1)</sup> met "na enige tijd" wordt bedoeld: minimaal een half uur.

Initieel kan een wrijvingscoëfficiënt optreden van 0,45.

#### 6.3.1.1 Kruipvervorming contactvlak

Eis: Indien bij taatslagers, zoals taatslagers met een vastdraaipunt, de nominale vlaktedruk hoger is dan 25 % van de druksterkte ( $S_{TC}$ ) loodrecht op het weefsel dienen aanvullende maatregelen te worden genomen die rekening houden met een effectief hogere wrijvingskracht. In deze situatie dient met een wrijvingscoëfficiënt van ten minste 0.55 te worden gerekend.

Toelichting:

Bij taatslagers met een vastdraaipunt, kan ingesloten toestand van de sluisdeuren, een relatief hoge statische vlaktedruk optreden. Hierdoor kunnen lokaal blijvende deformaties van het lagermateriaal door kruip en/of plastische vervorming optreden. Er kan in deze situatie een extra kracht nodig zijn om de sluisdeur in beweging te krijgen.

#### 6.3.1.2 Kruipvervorming krimppassing

Eis: Indien bij taatslagers een krimppassing is toegepast dient eveneens voor een mechanische verankering van de taatsomtrek en het taatsbovenvlak aan de taatschoen te worden gezorgd. VVK lagerbussen worden vaak in de "taatschoen" gekrompen. Kruip van het VVK kan invloed hebben op de afschuifsterkte (wrijvingssterkte) van deze krimppassing. Door relaxatie (afname van  $E_L$ ) zal de klemkracht en daarmee de afschuifsterkte afnemen.

Opsteller	toetser	autorisator	status	versie
M.T. Sturm	J.P. Krabbe		definitief	2.0

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend  
glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de  
werktuigbouw

6.3.2	Vermoeiingssterkte HAWE
-------	-------------------------

Geen aanvullende eisen indien bij punt 6.4 aan de eis voor de maximaal toelaatbare contactspanning wordt voldaan.

6.4	Maximaal toelaatbare contactspanningen HAWE
-----	---

**Taatslager met vrij draaipunt**

Contactspanningen en wrijving		Dynamisch		Statisch	
Contact tussen de taatskom en de taatskap		gemiddeld	maximaal	gemiddeld	
Horizontale vlaktedruk (hoek 60°) <sup>1)</sup> , excl. taatsschuifkracht	$p_{ho}$	30	30	30	MPa
Horizontale vlaktedruk (hoek 60°), incl. taatsschuifkracht	$p_{ho}$	40	42	45	MPa
Verticale vlaktedruk, (volledig bovenzvlak)	$p_v$	20			MPa
Schuifspanningsamplitude <b>aan oppervlak</b>	$\tau_w$	12	15	20	MPa

<sup>1)</sup> - In verband met de relatief grote lagerspeling wordt gerekend met een contacthoek van 60° (contactoppervlak =  $D/2 \times h$ ).

**Taatslager met vast draaipunt**

Contactspanningen		Statisch <sup>2)</sup>		
Contact tussen de taatskom en de taatskap		gemiddeld	maximaal	
Horizontale vlaktedruk (hoek 180°) <sup>3)</sup>	$p_m$	70	85	MPa

<sup>2)</sup> - zonder roterende beweging, hydraulische belasting op deur (nivelleren).

<sup>3)</sup> - In verband met de relatief kleine lagerspeling wordt gerekend met een contacthoek van 180° (contactoppervlak =  $D \times h$ ).

Genoemde contactspanningen bij dit taatslager met vast draaipunt zijn absolute maxima omdat anders kruip en vermoeiing van de VVK kan gaan optreden.

**Halsbeugellager met vast draaipunt**

Contactspanningen		Dynamisch		
Contact tussen de halsbeugellagerervoering en lagerpen		gemiddeld	maximaal	
Nominale vlaktedruk <sup>4)</sup>	$p$	8	10	MPa
Maximale vlaktedruk	$p_{max}$	10	15	MPa

<sup>4)</sup> - In verband met de relatief kleine lagerspeling wordt gerekend met een contacthoek van 180°

Voor de dynamische contactspanningen in een vast draaipunt (halsbeugel en taats) dient een contact hoek van 90° aangehouden te worden.

Bij extreme belastingen, b.v. obstakel, mag de maximale spanning niet hoger worden dan 50% van de maximaal toelaatbare spanning volgens de fabrikant.

Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de werktuigbouw

6.6.1	Specifieke slijtagesnelheid VVK en metaal
-------	---

Specifieke slijtagesnelheden voor VVK materialen en metalen tegenloopmateriaal/coating voor betreffende materiaalcombinaties.

Taatskap/ As (Hals)	Specifieke slijtagesnelheid ( $k_{VVK}$ , $10^{-6}$ mm <sup>3</sup> /Nm)	Specifieke slijtagesnelheid ( $k_m$ , $10^{-6}$ mm <sup>3</sup> /Nm)
<b>Taatslager</b>	<b>Taatskom (HAWE)</b>	<b>Taatskap (metaal)</b>
Stelliet 21 (lasser cladden) AISI316L <sup>1)</sup>	16 20	0.005 0.010
<b>Halsbeugellager</b>	<b>Halsbeugelvoering (HAWE)</b>	<b>As (Hals) (metaal)</b>
Stelliet 21 (lasser cladden) AISI316L <sup>1)</sup>	16 32	0.005 0.010

<sup>1)</sup> - AISI 316L of beter qua sterkte en corrosiebestendigheid.

6.6.2	Toelaatbare slijtage VVK en metaal
-------	------------------------------------

Maximaal toelaatbare slijtagediepte is:

1. Voor het VVK materiaal 30 % van de kleinste toegepaste wanddikte.
2. Voor opgelaste Stelliet 21 laag 50 % van de nominale coatingdikte (ca 2.0 mm).

6.6.3	Aanwezigheid van vuil en zand
-------	-------------------------------

Indien verwacht wordt dat er vuil en zand aanwezig is in het contact-vlak dient de te gebruiken specifieke slijtagesnelheden ( $k_{VVK}$ ) substantieel verhoogd te worden.

7.2.1	Ontwerp Halsbeugellager
-------	-------------------------

Eis: Afschuinen van de beëindiging van de VVK halsbeugelvoering.

Door het afschuinen van de beëindiging van de VVK halsbeugelvoering wordt "blijven haken" van de halspen achter de haakse beëindiging van de VVK halsbeugelvoering voorkomen. Zonder afschuining kan overmatige slijtage en scheuren van de kraag van de halsbeugelvoering optreden (zie onderstaande foto).



Technische leveringsvoorwaarden voor overwegend  
glijdend belaste kunststoffen in de waterbouw en de  
werktuigbouw

Door deze voorziening is de **halsbeugelvoering** aanzienlijk minder gevoelig voor eventuele schuinstand van de verankering van het halsbeugel en afwijkingen in de afstelling van de sluisdeuren.

#### 7.2.2 Fixatie halsbeugellagervoering en taatskom/bovenvlak

Eis: Er dient naast opruwen van het blanke staal en lijmen ook voor een mechanische verankering met spieën/sleuven, pennen/gaten en bouten van de VVK voering op het halsbeugel en in de taatskom/bovenvlak gezorgd te worden.

De oppervlakteruwheid van het opgeruwde blanke staal moet  $Ra \geq 3 \mu m$  zijn. (Geen draai-groeven in tangentiële (omtrek) richting!)

Aanvullende eisen Taatskom:

1. Borgingsring voor taatskomvoering op rand taatsschoen toepassen.
2. Spieën/sleuven voor taatskomvoering en pennen/gaten voor bovenvlak taatslager toepassen.

Toelichting

Er dient te allen tijde voorkomen te worden dat de fixatie van de VVK voering losraakt. Door kruip van de VVK kan de voorspanning op de bevestigingsbouten b.v. geleidelijk verdwijnen. Neem hiertegen maatregelen.

#### 8.0 Installatie halsbeugellager en/of taatslager

Eis: Voor plaatsing van de puntdeur in de lagers, in ruime mate teflon (PTFE) spray op de contactvlakken van de lagers aanbrengen (initiële smering).